



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116530092 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 01

(21) 申请号 202080104370.3

(22) 申请日 2020.12.31

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2023.02.01

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/CN2020/141973 2020.12.31

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02022/141351 ZH 2022.07.07

(71) 申请人 华为技术有限公司  
地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72) 发明人 董思维 刘闯闯 方舒 方运潭  
陈褒扬 刘畅 张慧敏

(74) 专利代理机构 深圳市深佳知识产权代理事务所(普通合伙) 44285  
专利代理师 李杭

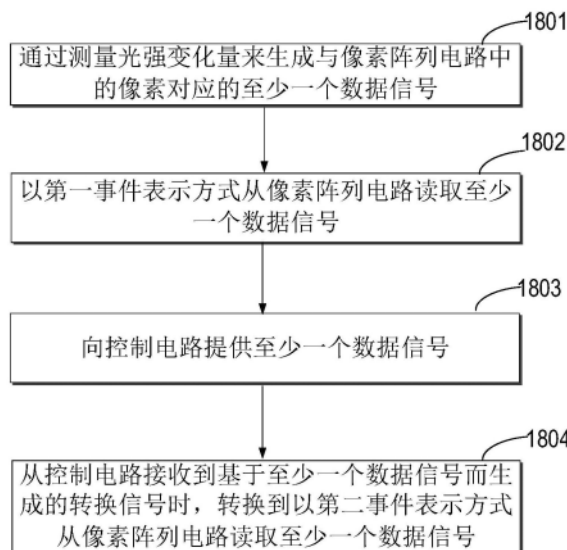
(51) Int.Cl.  
H04N 25/70 (2023.01)  
H04N 23/71 (2023.01)

## (54) 发明名称

一种视觉传感器芯片、操作视觉传感器芯片的方法以及设备

## (57) 摘要

一种视觉传感器芯片(200),包括:像素阵列电路(210),用于通过测量光强变化量来生成与像素阵列电路(210)中的像素对应的至少一个数据信号,至少一个数据信号指示光强变化事件,光强变化事件表示像素阵列电路(210)中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值。读取电路(220),读取电路(220)与像素阵列电路(210)耦合,用于以第一事件表示方式从像素阵列电路(210)读取至少一个数据信号。读取电路(220),还用于向控制电路(230)提供至少一个数据信号。读取电路(220),还用于从控制电路(230)接收到基于至少一个数据信号而生成的转换信号时,转换到以第二事件表示方式从像素阵列电路(210)读取至少一个数据信号。



# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2022年7月7日 (07.07.2022)



(10) 国际公布号  
**WO 2022/141351 A1**

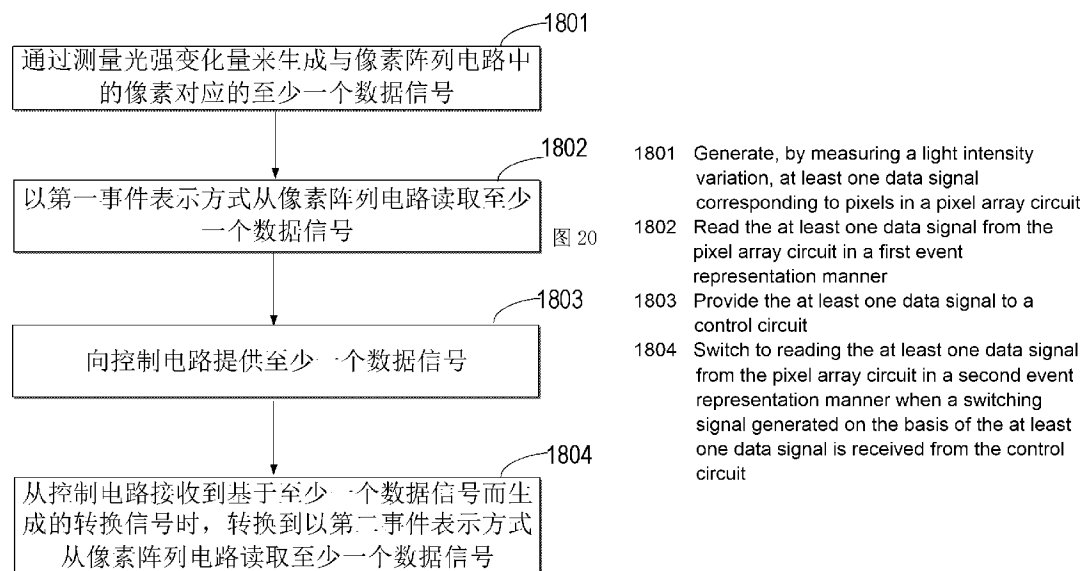
- (51) 国际专利分类号:  
*H04N 5/225* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/141973
- (22) 国际申请日: 2020年12月31日 (31.12.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 董思维 (DONG, Siwei); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 刘闯闯 (LIU, Chuangchuang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公

楼, Guangdong 518129 (CN)。 方舒 (FANG, Shu); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 方运潭 (FANG, Yuntan); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 陈褒扬 (CHEN, Baoyang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 刘畅 (LIU, Chang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 张慧敏 (ZHANG, Huimin); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市深佳知识产权代理事务所 (普通合伙) (SHENPAT INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中国广东省深圳市罗湖区南湖

(54) Title: VISION SENSOR CHIP, METHOD FOR OPERATING VISION SENSOR CHIP, AND DEVICE

(54) 发明名称: 一种视觉传感器芯片、操作视觉传感器芯片的方法以及设备



(57) Abstract: A vision sensor chip (200), comprising: a pixel array circuit (210), used for generating, by measuring a light intensity variation, at least one data signal corresponding to pixels in the pixel array circuit (210), the at least one data signal indicating a light intensity variation event, and the light intensity variation event representing that the light intensity variation measured by the corresponding pixels in the pixel array circuit (210) exceeds a pre-determined threshold; and a reading circuit (220), the reading circuit (220) being coupled to the pixel array circuit (210), and being used for reading the at least one data signal from the pixel array circuit (210) in a first event representation manner, the reading circuit (220) being further used for providing the at least one data signal to a control circuit (230), and the reading circuit (220) being further used for switching to reading the at least one data signal from the



WO 2022/141351 A1

街道春风路庐山大厦B座18C2、18D、18E、18E2, Guangdong 518001 (CN)。

- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

pixel array circuit (210) in a second event representation manner when a switching signal generated on the basis of the at least one data signal is received from the control circuit (230).

(57) 摘要: 一种视觉传感器芯片(200), 包括: 像素阵列电路(210), 用于通过测量光强变化量来生成与像素阵列电路(210)中的像素对应的至少一个数据信号, 至少一个数据信号指示光强变化事件, 光强变化事件表示像素阵列电路(210)中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值。读取电路(220), 读取电路(220)与像素阵列电路(210)耦合, 用于以第一事件表示方式从像素阵列电路(210)读取至少一个数据信号。读取电路(220), 还用于向控制电路(230)提供至少一个数据信号。读取电路(220), 还用于从控制电路(230)接收到基于至少一个数据信号而生成的转换信号时, 转换到以第二事件表示方式从像素阵列电路(210)读取至少一个数据信号。

## 一种视觉传感器芯片、操作视觉传感器芯片的方法以及设备

### 技术领域

本申请涉及计算机领域，尤其涉及一种视觉传感器芯片、操作视觉传感器芯片的方法以及设备。

### 5 背景技术

视觉传感技术在视频监控、数码相机、机器人导航、汽车自主导航、生物医学像素分析、人机界面、虚拟现实、工业控制、无线远距离传感、显微镜技术、科学仪器等诸多领域具有广泛用途。通过利用光学元件和成像装置，视觉传感器可以从外部环境获取图像信息，并实现图像处理、图像存储和图像输出等操作。

10 经过数十年的发展，已经出现了许多不同类型的视觉传感器。例如，对于仿生视觉传感器而言，其原理是利用集成电路对生物视网膜进行仿真，像素阵列电路中的每个像素模拟生物神经元，对光强度的变化以事件的形式进行表达。在实践中，包括采用光强信息表示事件以及采用极性信息表示事件两种事件表达方式。目前由于硬件设计、芯片结构等因素，单个视觉传感器仅能使用一种事件表示方式。然而，采用单一的事件表示方式的视觉  
15 传感器很难适应各种环境变化及运动状态，导致在某些应用场景下视觉传感器的性能较差。

### 发明内容

本申请实施例提供了一种图像处理方法以及装置，用于得到更清晰的图像。

第一方面，本申请提供一种切换方法，应用于电子设备，所述电子设备包括 RGB 传感器和运动传感器，所述 RGB (red green blue) 传感器用于采集拍摄范围内的图像，所述  
20 运动传感器用于采集对象在所述运动传感器的检测范围内相对于所述运动传感器运动时产生的信息，所述方法包括：基于场景信息从所述 RGB 传感器和所述运动传感器中选择至少一种，并通过选择出的传感器采集数据，所述场景信息包括所述电子设备的状态信息、所述电子设备中请求采集图像的应用程序的类型或者环境信息中的至少一种。

因此，在本申请实施方式中，可以根据不同的场景选择启动电子设备中的不同的传感  
25 器，适应更多的场景，泛化能力强。并且，可根据实际场景启动相应的传感器，无需启动所有的传感器，降低电子设备的功耗。

在一种可能的实施方式中，所述状态信息包括所述电子设备的剩余电量、剩余存储量；所述环境信息包括所述彩色 RGB 传感器和运动传感器的拍摄范围内的光照强度的变化值或所述拍摄范围内的运动的对象的信息。

30 因此，在本申请实施方式中，可以根据电子设备的状态或者环境信息来选择启动的传感器，适应更多的场景，泛化能力强。

此外，在以下不同的实施方式中，启动的传感器可能不相同，在所提及的某个传感器采集到的数据时，即已开启该传感器，以下不再赘述。

第二方面，本申请提供一种视觉传感器芯片，可以包括：像素阵列电路，用于通过测  
35 量光强变化量来生成与像素阵列电路中的像素对应的至少一个数据信号，至少一个数据信号指示光强变化事件，光强变化事件表示像素阵列电路中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值。读取电路，读取电路与像素阵列电路耦合，用于以第一事件表示方式从像

素阵列电路读取至少一个数据信号。读取电路，还用于向控制电路提供至少一个数据信号。读取电路，还用于从控制电路接收到基于至少一个数据信号而生成的转换信号时，转换到以第二事件表示方式从像素阵列电路读取至少一个数据信号。由第一方面可知，视觉传感器能够自适应地在两种事件表示方式之间切换，使得读取数据速率始终保持未超过预定的读取数据速率阈值，从而降低了视觉传感器的数据传输、解析和存储的代价，显著提高了传感器的性能。另外，这样的视觉传感器可以对一段时间内产生的事件进行数据统计以用于预测下一时间段内可能的事件产生速率，因而能够选出更加适合当前外部环境、应用场景和运动状态的读取模式。

5 在一种可能的实施方式中，第一事件表示方式为通过极性信息表示事件，像素阵列电路可以包括多个像素，每个像素可以包括阈值比较单元，阈值比较单元，用于光强变换量超过预定阈值时，输出极性信息，极性信息用于指示光强变化量是增强或者减弱。读取电路，具体用于读取阈值比较单元输出的极性信息。在这种实施方式中，第一事件表示方式为极性信息表示事件，极性信息通常由 1 比特-2 比特表示，携带的信息较少，避免由于数据量较大，出现大面积的物体运动或光强波动时（例如进出隧道口，房间开关灯等场景），视觉传感器将面临事件突增的问题，在视觉传感器的预置最大带宽（以下简称为带宽）一定的情况下，避免出现事件数据无法被读出的情况，导致事件丢失的情况。

10 在一种可能的实施方式中，第一事件表示方式为通过光强信息表示事件，像素阵列可以包括多个像素，每个像素可以包括阈值比较单元，读出控制单元和光强采集单元，光强检测单元，用于输出照射在其上的光信号对应的电信号，电信号用于指示光强。阈值比较单元，用于根据电信号确定光强变换量超过预定阈值时，输出第一信号。读出控制单元，用于响应于接收到第一信号，指示光强采集单元采集并缓存对应第一信号接收时刻的电信号。读取电路，具体用于读取光强采集单元缓存的电信号。在这种实施方式中，第一事件表示方式为通过光强信息表示事件。当传输的数据量不超过带宽限制时，采用光强信息表示事件，通常光强信息通常由多比特进行表示，比如采用 8 比特-12 比特进行表示，相比于极性信息，光强信息可以携带的信息更多，有利于对事件的处理和分析，比如可以提升图像重构的质量。

15 在一种可能的实施方式中，控制电路，还用于：基于从读取电路接收的至少一个数据信号，确定统计数据。如果确定统计数据满足预定转换条件，向读取电路发送转换信号，预定转换条件基于视觉传感器芯片的预置带宽确定。在这种实施方式中，给出了一种转换两种事件表示方式的方式，根据需要传输的数据量获取转换条件。比如当传输的数据量较大时，切换为通过极性信息表示事件，保证能够完整的传输数据量，避免避免出现事件数据无法被读出的情况，导致事件丢失的情况。当传输的数据量较小时，切换为通过光强信息表示事件，使得传输的事件可以携带更多信息，有利于对事件的处理和分析，比如可以提升图像重构的质量。

30 在一种可能的实施方式中，第一事件表示方式为通过光强信息表示事件，第二事件表示方式为通过极性信息表示事件时，预定转换条件为通过第一事件表示方式从像素阵列电路读取的总数据量大于预置带宽，或者预定转换条件为至少一个数据信号的数目大于预置

带宽和第一比特的比值,第一比特是数据信号的数据格式的预置比特。在这种实施方式中,给出了一种具体的由光强信息表示事件切换为由极性信息表示事件的条件。当传输的数据量大于预置带宽时,切换为通过极性信息表示事件,保证能够完整的传输数据量,避免出现事件数据无法被读出的情况,导致事件丢失的情况。

5        在一种可能的实施方式中,第一事件表示方式为通过极性信息表示事件,第二事件表示方式为通过光强信息表示事件时,预定转换条件为若通过第二事件表示方式从像素阵列电路读取至少一个数据信号,读取的总数据量不大于预置带宽,或者预定转换条件为至少一个数据信号的数目不大于预置带宽和第一比特的比值,第一比特是数据信号的数据格式的预置比特。在这种实施方式中,给出了一种具体的由极性信息表示事件切换为由光强信息表示事件的条件。当传输的数据量不大于预置带宽时,切换为通过光强信息表示事件,  
10        使得传输的事件可以携带更多信息,有利于对事件的处理和分析,比如可以提升图像重构的质量。

      第三方面,本申请提供一种解码电路,可以包括:读取电路,用于从视觉传感器芯片读取数据信号。解码电路,用于根据第一解码方式对数据信号进行解码。解码电路,还用于从控制电路接收到转换信号时,根据第二解码方式对数据信号进行解码。第三方面提供  
15        的一种解码电路和第二方面提供的一种视觉传感器芯片相对应,用于对第二方面提供的视觉传感器芯片输出的数据信号进行解码。第三方面提供的一种解码电路可以针对于不同的事件表示方式,切换不同的解码方式。

      在一种可能的实施方式中,控制电路,还用于:基于从读取电路读取的数据信号,确定统计数据。如果确定统计数据满足预定转换条件,向编码电路发送转换信号,预定转换  
20        条件基于视觉传感器芯片的预置带宽确定。

      在一种可能的实施方式中,第一解码方式为根据与第一事件表示方式相对应的第一比特对数据信号进行解码,第一事件表示方式为通过光强信息表示事件,第二解码方式为根据与第二事件表示方式相对应的第二比特对数据信号进行解码,第二事件表示方式为通过  
25        极性信息表示事件,极性信息用于指示光强变化量是增强或者减弱,转换条件为根据第一解码方式解码的总数据量大于预置带宽,或者预定转换条件为数据信号的数目大于预置带宽和第一比特的比值,第一比特是数据信号的数据格式的预置比特。

      在一种可能的实施方式中,第一解码方式为根据与第一事件表示方式相对应的第一比特对数据信号进行解码,第一事件表示方式为通过极性信息表示事件,极性信息用于指示  
30        光强变化量是增强或者减弱,第二解码方式为通过与第二事件表示方式相对应的第二比特对数据信号进行解码,第二事件表示方式为通过光强信息表示事件,转换条件为若根据第二解码方式解码数据信号,总数据量不大于预置带宽,或者预定转换条件为数据信号的数目大于预置带宽和第一比特的比值,第一比特是数据信号的数据格式的预置比特。

      第四方面,本申请提供一种操作视觉传感器芯片的方法,可以包括:通过视觉传感器  
35        芯片的像素阵列电路测量光强变化量来生成与像素阵列电路中的像素对应的至少一个数据信号,至少一个数据信号指示光强变化事件,光强变化事件表示像素阵列电路中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值。通过视觉传感器芯片的读取电路以第一事件表示方

式从像素阵列电路读取至少一个数据信号。通过读取电路向视觉传感器芯片的控制电路提供至少一个数据信号。通过读取电路从控制电路接收到基于至少一个数据信号而生成的转换信号时，转换到以第二事件表示方式从像素阵列电路读取至少一个数据信号。

5 在一种可能的实施方式中，第一事件表示方式为通过极性信息表示事件，像素阵列电路可以包括多个像素，每个像素可以包括阈值比较单元，通过视觉传感器芯片的读取电路以第一事件表示方式从像素阵列电路读取至少一个数据信号，可以包括：光强变换量超过预定阈值时，通过阈值比较单元输出极性信息，极性信息用于指示光强变化量是增强或者减弱。通过读取电路读取阈值比较单元输出的极性信息。

10 在一种可能的实施方式中，第一事件表示方式为通过光强信息表示事件，像素阵列可以包括多个像素，每个像素可以包括阈值比较单元，读出控制单元和光强采集单元，通过视觉传感器芯片的读取电路以第一事件表示方式从像素阵列电路读取至少一个数据信号，可以包括：通过光强采集单元输出照射在其上的光信号对应的电信号，电信号用于指示光强。电信号确定光强变换量超过预定阈值时，通过阈值比较单元输出第一信号。响应于接收到第一信号，通过读出控制单元指示光强采集单元采集并缓存对应第一信号接收时刻的  
15 电信号。通过读取电路读取光强采集单元缓存的电信号。

在一种可能的实施方式中，该方法还可以包括：基于从读取电路接收的至少一个数据信号，确定统计数据。如果确定统计数据满足预定转换条件，向读取电路发送转换信号，预定转换条件基于视觉传感器芯片的预置带宽确定。

20 在一种可能的实施方式中，第一事件表示方式为通过光强信息表示事件，第二事件表示方式为通过极性信息表示事件时，预定转换条件为通过第一事件表示方式从像素阵列电路读取的总数据量大于预置带宽，或者预定转换条件为至少一个数据信号的数目大于预置带宽和第一比特的比值，第一比特是数据信号的数据格式的预置比特。

25 在一种可能的实施方式中，第一事件表示方式为通过极性信息表示事件，第二事件表示方式为通过光强信息表示事件时，预定转换条件为若通过第二事件表示方式从像素阵列电路读取至少一个数据信号，读取的总数据量不大于预置带宽，或者预定转换条件为至少一个数据信号的数目不大于预置带宽和第一比特的比值，第一比特是数据信号的数据格式的预置比特。

30 第五方面，本申请提供一种解码方法，包括：通过读取电路从视觉传感器芯片读取数据信号；通过解码电路根据第一解码方式对数据信号进行解码；从控制电路接收到转换信号时，通过解码电路根据第二解码方式对数据信号进行解码。

在一种可能的实施方式中，还包括：基于从读取电路读取的数据信号，确定统计数据；如果确定统计数据满足预定转换条件，向编码电路发送转换信号，预定转换条件基于视觉传感器芯片的预置带宽确定。

35 在一种可能的实施方式中，第一解码方式为根据与第一事件表示方式相对应的第一比特对数据信号进行解码，第一事件表示方式为通过光强信息表示事件，第二解码方式为根据与第二事件表示方式相对应的第二比特对数据信号进行解码，第二事件表示方式为通过极性信息表示事件，极性信息用于指示光强变化量是增强或者减弱，转换条件为根据第一

解码方式解码的总数据量大于预置带宽，或者预定转换条件为数据信号的数目大于预置带宽和第一比特的比值，第一比特是数据信号的数据格式的预置比特。

在一种可能的实施方式中，第一解码方式为根据与第一事件表示方式相对应的第一比特对数据信号进行解码，第一事件表示方式为通过极性信息表示事件，极性信息用于指示光强变化量是增强或者减弱，第二解码方式为通过与第二事件表示方式相对应的第二比特对数据信号进行解码，第二事件表示方式为通过光强信息表示事件，转换条件为若根据第二解码方式解码数据信号，总数据量不大于预置带宽，或者预定转换条件为数据信号的数目大于预置带宽和第一比特的比值，第一比特是数据信号的数据格式的预置比特。

第六方面，本申请提供一种视觉传感器芯片，可以包括：像素阵列电路，用于通过测量光强变化量来生成与像素阵列电路中的像素对应的至少一个数据信号，至少一个数据信号指示光强变化事件，光强变化事件表示像素阵列电路中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值。第一编码单元，用于根据第一比特对至少一个数据信号进行编码，以得到第一编码数据。第一编码单元，还用于从控制电路接收到第一控制信号时，根据第一控制信号指示的第二比特对至少一个数据信号进行编码，第一控制信号是控制电路根据第一编码数据确定的。由第六方面提供的方案可知，通过动态调整表示光强特征信息的位宽的方案，当事件产生速率较小时，尚未达到带宽限制，则按照最大位宽量化事件，对事件进行编码，当事件产生速率较大时，则逐渐降低表示光强特征信息的位宽，以满足带宽限制，此后，若事件产生的速率又变小时，则可以在不超过带宽限制的前提下，递增表示光强特征信息的位宽。视觉传感器可以自适应地在多种事件表示方式之间切换，以更好实现以更大的表示精度传输所有事件这一目的。

在一种可能的实施方式中，第一控制信号是控制电路根据第一编码数据以及视觉传感器芯片预置的带宽确定的。

在一种可能的实施方式中，第一编码数据的数据量不小于带宽时，控制信号指示的第二比特小于第一比特，以使通过第二比特编码的至少一个数据信号的总数据量不大于带宽。当事件产生速率较大时，则逐渐降低表示光强特征信息的位宽，以满足带宽限制。

在一种可能的实施方式中，第一编码数据的数据量小于带宽时，控制信号指示的第二比特大于第一比特，且通过第二比特编码的至少一个数据信号的总数据量不大于带宽。若事件产生的速率变小时，则可以在不超过带宽限制的前提下，递增表示光强特征信息的位宽，以更好实现以更大的表示精度传输所有事件这一目的。

在一种可能的实施方式中，像素阵列可以包括  $N$  个区域， $N$  个区域中的至少两个区域的最大比特不同，最大比特表示预设的对一个区域生成的至少一个数据信号进行编码的最大比特，第一编码单元，具体用于根据第一比特对第一区域生成的至少一个数据信号进行编码，以得到第一编码数据，第一比特不大于第一区域的最大比特，第一区域是  $N$  个区域中的任意一个区域。第一编码单元，具体用于从控制电路接收到第一控制信号时，根据第一控制信号指示的第二比特对第一区域生成的至少一个数据信号进行编码，第一控制信号是控制电路根据第一编码数据确定的。在这种实施方式中，还可以对像素阵列进行区域划分，采用不同的权重设定不同区域的最大位宽，以适应场景中不同的感兴趣区域，比如在



可能包括目标对象的区域设置更大的权重，使包括目标对象的区域对应输出的事件的表示精度更高，在背景区域设置更小的权重，使背景区域对应输出的事件的表示精度更低。

在一种可能的实施方式中，控制电路，还用于：确定通过第三比特编码的至少一个数据信号的总数据量大于带宽，且通过第二比特编码的至少一个数据信号的总数据量不大于带宽时，向第一编码单元发送第一控制信号，第三比特和第二比特之间相差1个比特单位。  
5 在这种实施方式中，可以在不超过带宽限制的前提下，以更大的表示精度传输所有事件。

第七方面，本申请提供一种解码设备，可以包括：读取电路，用于从视觉传感器芯片读取数据信号。解码电路，用于根据第一比特对数据信号进行解码。解码电路，还用于从控制电路接收到第一控制信号时，根据所第一控制信号指示的第二比特对数据信号进行解  
10 码。第七方面提供的一种解码电路和第六方面提供的一种视觉传感器芯片相对应，用于对第六方面提供的视觉传感器芯片输出的数据信号进行解码。第七方面提供的一种解码电路可以针对视觉传感器采用的编码比特，动态的调整解码方式。

在一种可能的实施方式中，第一控制信号是控制电路根据第一编码数据以及视觉传感器芯片预置的带宽确定的。

15 在一种可能的实施方式中，根据第一比特解码的数据信号的总数据量不小于带宽时，第二比特小于第一比特。

在一种可能的实施方式中，根据第一比特解码的数据信号的总数据量小于带宽时，第二比特大于第一比特，且通过第二比特解码数据信号的总数据量不大于带宽。

在一种可能的实施方式中，读取电路，具体用于从视觉传感器芯片读取第一区域对应的数据信号，第一区域是视觉传感器的像素阵列可以包括的N个区域中的任意一个区域，N  
20 个区域中的至少两个区域的最大比特不同，最大比特表示预设的对一个区域生成的至少一个数据信号进行编码的最大比特。解码电路，具体用于根据第一比特对第一区域对应的数据信号进行解码。

在一种可能的实施方式中，控制电路，还用于：确定过第三比特解码的数据信号的总数据量大于带宽，且通过第二比特解码数据信号的总数据量不大于带宽时，向第一编码单元发送第一控制信号，第三比特和第二比特之间相差1个比特单位。  
25

第八方面，本申请提供一种操作视觉传感器芯片的方法，可以包括：通过视觉传感器芯片的像素阵列电路测量光强变化量来生成与像素阵列电路中的像素对应的至少一个数据信号，至少一个数据信号指示光强变化事件，光强变化事件表示像素阵列电路中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值。通过视觉传感器芯片的第一编码单元根据第一比特对至少一个数据信号进行编码，以得到第一编码数据。通过第一编码单元从视觉传感器芯片的控制电路接收到第一控制信号时，根据第一控制信号指示的第二比特对至少一个数据信号进行编码，第一控制信号是控制电路根据第一编码数据确定的。  
30

在一种可能的实施方式中，第一控制信号是控制电路根据第一编码数据以及视觉传感器芯片预置的带宽确定的。  
35

在一种可能的实施方式中，第一编码数据的数据量不小于带宽时，控制信号指示的第二比特小于第一比特，以使通过第二比特编码的至少一个数据信号的总数据量不大于带宽。

在一种可能的实施方式中，第一编码数据的数据量小于带宽时，控制信号指示的第二比特大于第一比特，且通过第二比特编码的至少一个数据信号的总数据量不大于带宽。

在一种可能的实施方式中，像素阵列可以包括  $N$  个区域， $N$  个区域中的至少两个区域的最大比特不同，最大比特表示预设的对一个区域生成的至少一个数据信号进行编码的最大比特，通过视觉传感器芯片的第一编码单元根据第一比特对至少一个数据信号进行编码，可以包括：通过第一编码单元根据第一比特对第一区域生成的至少一个数据信号进行编码，以得到第一编码数据，第一比特不大于第一区域的最大比特，第一区域是  $N$  个区域中的任意一个区域。通过第一编码单元从视觉传感器芯片的控制电路接收到第一控制信号时，根据第一控制信号指示的第二比特对至少一个数据信号进行编码，可以包括：通过第一编码单元从控制电路接收到第一控制信号时，根据第一控制信号指示的第二比特对第一区域生成的至少一个数据信号进行编码，第一控制信号是控制电路根据第一编码数据确定的。

在一种可能的实施方式中，还可以包括：确定通过第三比特编码的至少一个数据信号的总数据量大于带宽，且通过第二比特编码的至少一个数据信号的总数据量不大于带宽时，通过控制电路向第一编码单元发送第一控制信号，第三比特和第二比特之间相差 1 个比特单位。

第九方面，本申请提供一种解码方法，可以包括：通过读取电路从视觉传感器芯片读取数据信号。通过解码电路根据第一比特对数据信号进行解码。通过解码电路从控制电路接收到第一控制信号时，根据所第一控制信号指示的第二比特对数据信号进行解码。

在一种可能的实施方式中，第一控制信号是控制电路根据第一编码数据以及视觉传感器芯片预置的带宽确定的。

在一种可能的实施方式中，根据第一比特解码的数据信号的总数据量不小于带宽时，第二比特小于第一比特。

在一种可能的实施方式中，根据第一比特解码的数据信号的总数据量小于带宽时，第二比特大于第一比特，且通过第二比特解码数据信号的总数据量不大于带宽。

在一种可能的实施方式中，通过读取电路从视觉传感器芯片读取数据信号，可以包括：通过读取电路从视觉传感器芯片读取第一区域对应的数据信号，第一区域是视觉传感器的像素阵列可以包括的  $N$  个区域中的任意一个区域， $N$  个区域中的至少两个区域的最大比特不同，最大比特表示预设的对一个区域生成的至少一个数据信号进行编码的最大比特。通过解码电路根据第一比特对数据信号进行解码，可以包括：通过解码电路根据第一比特对第一区域对应的数据信号进行解码。

在一种可能的实施方式中，该方法还可以包括：确定过第三比特解码的数据信号的总数据量大于带宽，且通过第二比特解码数据信号的总数据量不大于带宽时，向第一编码单元发送第一控制信号，第三比特和第二比特之间相差 1 个比特单位。

第十方面，本申请提供一种视觉传感器芯片，可以包括：像素阵列电路，用于通过测量光强变化量来生成与像素阵列电路中的多个像素对应的多个数据信号，多个数据信号指示至少一个光强变化事件，至少一个光强变化事件表示像素阵列电路中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值。第三编码单元，用于根据第一预设的比特对第一差分值进

行编码，第一差分值是光强变换量和预定阈值的差值。降低事件表示的精度，即降低表示事件的位宽使得事件可以携带的信息变少了，在一些场景中不利于对事件的处理和分析。所以降低事件表示精度的方式可能不适用所有场景，即在某些场景中，需要采用高比特的位宽表示事件，但是高比特位宽表示的事件，虽然可以携带更多的数据，但是数据量也较大，在视觉传感器预置最大带宽一定的情况下，可能存在事件数据无法被读出的情况，造成数据的丢失。第十方面提供的方案采用对差分值进行编码的方式，降低了视觉传感器的数据传输、解析和存储的代价的同时还能以最高的精度传输事件，显著提高了传感器的性能。

在一种可能的实施方式中，像素阵列电路可以包括多个像素，每个像素可以包括阈值比较单元，阈值比较单元，用于光强变换量超过预定阈值时，输出极性信息，极性信息用于指示光强变化量是增强或者减弱。第三编码单元，还用于根据第二预设的比特对极性信息进行编码。在这种实施方式中，还可以对极性信息编码，通过极性信息表示光强是增强还是减弱，有助于对根据上一次解码获取的光强信号以及极性信息获取当前的光强信息。

在一种可能的实施方式中，每个像素可以包括还可以包括光强检测单元，读出控制单元和光强采集单元，光强检测单元，用于输出照射在其上的光信号对应的电信号，电信号用于指示光强。阈值比较单元，具体用于根据电信号确定光强变换量超过预定阈值时，输出极性信息。读出控制单元，用于响应于接收到极性信号，指示光强采集单元采集并缓存对应极性信息接收时刻的电信号。第三编码单元，还用于根据第三预设的比特对第一电信号进行编码，第一电信号是光强采集单元采集的对应极性信息第一次接收时刻的电信号，第三预设的比特是视觉传感器预置的用于表示光强的特征信息的最大比特。初始状态全量编码之后，后续事件仅需编码极性信息，以及光强变化量与预定阈值之间的差分值，即可以有效降低编码数据量。其中，全量编码是指利用视觉传感器预定义的最大位宽对一个事件进行编码。此外利用上一个事件的光强信息，以及解码出的极性信息和差分值，即可无损重建出当前时刻的光强信息。

在一种可能的实施方式中，第三编码单元，还用于：每隔预设时长根据第三预设的比特对光强采集单元采集的电信号进行编码。每隔预设时长进行一次全量编码，以降低解码依赖并防止误码。

在一种可能的实施方式中，第三编码单元，具体用于：第一差分值小于预定阈值时，根据第一预设的比特对第一差分值进行编码。

在一种可能的实施方式中，第三编码单元，还用于：第一差分值不小于预定阈值时，根据第一预设的比特对第一剩余差分值和预定阈值进行编码，第一剩余差分值是差分值和预定阈值的差值。

在一种可能的实施方式中，第三编码单元，具体用于：第一剩余差分值不小于预定阈值时，根据第一预设的比特对第二剩余差分值进行编码，第二剩余差分值是第一剩余差分值和预定阈值的差值。根据第一预设的比特对预定阈值进行第一次编码。根据第一预设的比特对预定阈值进行第二次编码。由于视觉传感器可能存在一定的延迟，可能导致两次或者两次以上满足光强变换量大于预定阈值，才产生了一次事件。这会出现差分值大于等于

预定阈值，光强变化量至少是预定阈值的两倍的问题，比如第一剩余差分值可能不小于预定阈值，则对第二剩余差分值进行编码，若第二剩余差分值仍然不小于预定阈值，则可以对第三剩余差分值进行编码，第三差分值是第二剩余差分值和预定阈值的差值，并且对预定阈值进行第三次编码，重复上述过程，直至剩余差分值小于预定阈值。

5 第十一方面，本申请提供一种解码设备，可以包括：获取电路，用于从视觉传感器芯片读取数据信号。解码电路，用于根据第一比特对数据信号进行解码，以获取差分值，差分值小于预定阈值，差分值是视觉传感器测量到的光强变换量和预定阈值的差值，光强变化量超过预定阈值，视觉传感器产生至少一个光强变化事件。第十一方面提供的一种解码电路和第十方面提供的一种视觉传感器芯片相对应，用于对第十方面提供的视觉传感器芯片输出的数据信号进行解码。第十一方面提供的一种解码电路可以针对视觉传感器采用的差分编码方式采用相应的差分解码方式。

在一种可能的实施方式中，解码电路，还用于：根据第二比特对数据信号进行解码，以获取极性信息，极性信息用于指示光强变化量是增强或者减弱。

15 在一种可能的实施方式中，解码电路，还用于：根据第三比特对第一时刻接收到的数据信号进行解码，以获取视觉传感器输出的照射在其上的光信号对应的电信号，第三比特是视觉传感器预置的用于表示光强的特征信息的最大比特。

在一种可能的实施方式中，解码电路，还用于：每隔预设时长根据第三比特对第一时刻接收到的数据信号进行解码。

20 在一种可能的实施方式中，解码电路，具体用于：根据第一比特对数据信号进行解码，以获取差分值和至少一个预定阈值。

第十二方面，本申请提供一种一种操作视觉传感器芯片的方法，可以包括：通过视觉传感器芯片的像素阵列电路测量光强变化量来生成与像素阵列电路中的多个像素对应的多个数据信号，多个数据信号指示至少一个光强变化事件，至少一个光强变化事件表示像素阵列电路中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值。通过视觉传感器芯片的第三编码单元根据第一预设的比特对第一差分值进行编码，第一差分值是光强变换量和预定阈值的差值。

30 在一种可能的实施方式中，像素阵列电路可以包括多个像素，每个像素可以包括阈值比较单元，方法还可以包括：光强变换量超过预定阈值时，通过阈值比较单元输出极性信息，极性信息用于指示光强变化量是增强或者减弱。通过第三编码单元根据第二预设的比特对极性信息进行编码。

35 在一种可能的实施方式中，每个像素可以包括还可以包括光强检测单元，读出控制单元和光强采集单元，方法还可以包括：通过光强检测单元输出照射在其上的光信号对应的电信号，电信号用于指示光强。通过阈值比较单元输出极性信息，可以包括：根据电信号确定光强变换量超过预定阈值时，通过阈值比较单元输出极性信息。方法还可以包括：响应于接收到极性信号，通过读出控制单元指示光强采集单元采集并缓存对应极性信息接收时刻的电信号。根据第三预设的比特对第一电信号进行编码，第一电信号是光强采集单元采集的对应极性信息第一次接收时刻的电信号，第三预设的比特是视觉传感器预置的用于

表示光强的特征信息的最大比特。

在一种可能的实施方式中，方法还可以包括：每隔预设时长根据第三预设的比特对光强采集单元采集的电信号进行编码。

5 在一种可能的实施方式中，通过视觉传感器芯片的第三编码单元根据第一预设的比特对第一差分值进行编码，可以包括：第一差分值小于预定阈值时，根据第一预设的比特对第一差分值进行编码。

在一种可能的实施方式中，通过视觉传感器芯片的第三编码单元根据第一预设的比特对第一差分值进行编码，还可以包括：第一差分值不小于预定阈值时，根据第一预设的比特对第一剩余差分值和预定阈值进行编码，第一剩余差分值是差分值和预定阈值的差值。

10 在一种可能的实施方式中，第一差分值不小于预定阈值时，根据第一预设的比特对第一剩余差分值和预定阈值进行编码，可以包括：第一剩余差分值不小于预定阈值时，根据第一预设的比特对第二剩余差分值进行编码，第二剩余差分值是第一剩余差分值和预定阈值的差值。根据第一预设的比特对预定阈值进行第一次编码。根据第一预设的比特对预定阈值进行第二次编码，第一剩余差分值可以包括第二剩余差分值和两个预定阈值。

15 第十三方面，本申请提供一种解码方法，可以包括：通过获取电路从视觉传感器芯片读取数据信号。通过解码电路根据第一比特对数据信号进行解码，以获取差分值，差分值小于预定阈值，差分值是视觉传感器测量到的光强变换量和预定阈值的差值，光强变化量超过预定阈值，视觉传感器产生至少一个光强变化事件。

20 在一种可能的实施方式中，还可以包括：根据第二比特对数据信号进行解码，以获取极性信息，极性信息用于指示光强变化量是增强或者减弱。

在一种可能的实施方式中，还可以包括：根据第三比特对第一时刻接收到的数据信号进行解码，以获取视觉传感器输出的照射在其上的光信号对应的电信号，第三比特是视觉传感器预置的用于表示光强的特征信息的最大比特。

25 在一种可能的实施方式中，还可以包括：每隔预设时长根据第三比特对第一时刻接收到的数据信号进行解码。

在一种可能的实施方式中，通过解码电路根据第一比特对数据信号进行解码，以获取差分值，可以包括：根据第一比特对数据信号进行解码，以获取差分值和至少一个预定阈值。

30 第十四方面，本申请提供一种图像处理方法，包括：获取运动信息，所述运动信息包括目标对象在运动传感器的检测范围内进行运动时的运动轨迹的信息；根据所述运动信息生成至少一帧事件图像，所述至少一帧事件图像为表示所述目标对象在所述检测范围内产生运动时的运动轨迹的图像；获取目标任务，并根据所述目标任务获取迭代时长；对所述至少一帧事件图像进行迭代更新，得到更新后的至少一帧事件图像，且对所述至少一帧事件图像进行迭代更新的时长不超过所述迭代时长。

35 因此，在本申请实施方式中，可以通过运动传感器对运动的对象进行监控，并通过运动传感器采集到对象在检测范围内进行运动时的运动轨迹的信息，在得到目标任务之后，即可根据该目标任务确定迭代时长，在迭代时长内对事件图像进行迭代更新，从而得到与

目标任务匹配的事件图像。

在一种可能的实施方式中，所述对所述至少一帧事件图像进行迭代更新中的任意一次迭代更新，包括：获取运动参数，所述运动参数表示所述运动传感器与所述目标对象之间的相对运动的参数；根据所述运动参数对所述至少一帧事件图像中的目标事件图像进行迭  
5 代更新，得到更新后的目标事件图像。

因此，在本申请实施方式中，在对事件图像进行迭代更新时，可以基于对象和运动传感器之间的相对运动的参数进行更新，从而对事件图像进行补偿，得到更清晰的事件图像。

在一种可能的实施方式中，所述获取运动参数，包括：获取上一次迭代更新过程中预设的优化模型的值；根据所述优化模型的值计算得到所述运动参数。

10 因此，在本申请实施方式中，可以基于优化模型的值来对事件图像进行更新，并根据优化模型计算得到更优的运动参数，进而使用该运动参数对事件图像进行更新，得到更清晰的事件图像。

在一种可能的实施方式中，所述根据所述运动参数对所述至少一帧事件图像中的目标事件图像进行迭代更新，包括：根据所述运动参数对所述目标事件图像中所述目标对象的  
15 运动轨迹进行补偿，得到当前次迭代更新得到的目标事件图像。

因此，在本申请实施方式中，具体可以使用运动参数对事件图像中目标对象的运动轨迹进行补偿，使事件图像中目标对象的运动轨迹更清晰，从而事件图像更清晰。

在一种可能的实施方式中，所述运动参数包括以下一项或者多项：深度、光流信息、所述运动传感器进行运动的加速度或所述运动传感器进行运动的角速度，所述深度表示所  
20 述运动传感器和所述目标对象之间的距离，所述光流信息表示所述运动传感器和所述目标对象之间的相对运动的运动速度的信息。

因此，在本申请实施方式中，可以通过多种运动参数对事件图像中的目标对象进行运动补偿，提高事件图像的清晰度。

在一种可能的实施方式中，在所述任意一次迭代更新过程中，所述方法还包括：若当前次迭代的结果满足预设条件，则终止迭代，所述终止条件包括以下至少一项：对所述至少一帧事件图像进行迭代更新的次数达到预设次数或者对所述至少一帧事件图像更新过程中优化模型的值变化小于预设值。  
25

因此，在本申请实施方式中，除了设置迭代时长，还可以设置与迭代次数或优化模型的值等相关的收敛条件，从而在迭代时长的约束下，得到符合收敛条件的事件图像。

30 第十五方面，本申请提供一种图像处理方法，包括：根据运动信息生成至少一帧事件图像，所述运动信息包括目标对象在运动传感器的检测范围内产生运动时的运动轨迹的信息，所述至少一帧事件图像为表示所述目标对象在所述检测范围内产生运动时的运动轨迹的图像；获取运动参数，所述运动参数表示所述运动传感器与所述目标对象之间的相对运动的参数；根据所述运动参数对预设的优化模型的值进行初始化，得到优化模型的值；根  
35 据所述优化模型的值更新所述至少一帧事件图像，得到更新后的所述至少一帧事件图像。

本申请实施方式中，可以使用运动传感器与所述目标对象之间的相对运动的参数来初始化优化模型，从而减少对事件图像的初始迭代次数，加快对事件图像进行迭代的收敛速

度，在迭代次数更少的情况下得到更清晰的事件图像。

在一种可能的实施方式中，所述运动参数包括以下一项或者多项：深度、光流信息、所述运动传感器进行运动的加速度或所述运动传感器进行运动的角速度，所述深度表示所述运动传感器和所述目标对象之间的距离，所述光流信息表示所述运动传感器和所述目标对象之间的相对运动的运动速度的信息。

在一种可能的实施方式中，所述获取运动参数，包括：获取惯性测量单元 IMU 传感器采集到的数据；根据所述 IMU 传感器采集到的数据计算得到所述运动参数。因此，在本申请实施方式中，可以通过 IMU 计算运动参数，从而得到更准确的运动参数。

在一种可能的实施方式中，所述根据所述运动参数对预设的优化模型的值进行初始化之后，所述方法还包括：根据所述优化模型的值更新所述 IMU 传感器的参数，所述 IMU 传感器的参数用于所述 IMU 传感器采集数据。

因此，在本申请实施方式中，还可以根据优化模型的值来更新 IMU 的参数，实现对 IMU 的纠偏，使 IMU 采集到的数据更准确。

第十六方面，本申请提供一种图像处理装置，该图像处理装置具有实现上述第十四方面或第十四方面任意一种可能实现方式的方法的功能，或者该图像处理装置具有实现上述第十五方面或第十五方面任意一种可能实现方式的方法的功能。该功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。该硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块。

第十七方面，本申请提供一种图像处理的方法，包括：获取运动信息，所述运动信息包括目标对象在运动传感器的检测范围内进行运动时的运动轨迹的信息；根据所述运动信息生成事件图像，所述事件图像为表示所述目标对象在所述检测范围内运动时的运动轨迹的图像；根据所述事件图像中包括的至少一个事件，得到第一重建图像，其中，第一像素点与至少一个第二像素点的颜色类型不相同，所述第一像素点是所述第一重建图像中所述至少一个中任意一个事件对应的像素点，所述至少一个第二像素点包括于所述第一重建图像中与所述第一像素点相邻的多个像素点中。

因此，在本申请实施方式中，在拍摄对象和运动传感器存在相对运动的情况下，可以基于运动传感器采集到的数据来进行图像重建，得到重建后的图像，即使在 RGB 传感器拍摄不清楚的情况下，也可以得到清晰的图像。

在一种可能的实施方式中，所述根据所述事件图像中包括的至少一个事件，确定与所述事件图像中每个像素点对应的颜色类型，得到第一重建图像，包括：按照第一方向扫描所述事件图像中每个像素点，确定与所述事件图像中每个像素点对应的颜色类型，得到第一重建图像，其中，若扫描到所述第一像素点具有事件，则确定所述第一像素点的颜色类型为第一颜色类型，且若按照所述第一方向排列在所述第一像素点之前的第二像素点不具有事件，则所述第二像素点对应的颜色类型为第二颜色类型，所述第一颜色类型和所述第二颜色类型是不同的颜色类型，具有事件的像素点表示由所述运动传感器监测到存在变化的位置在所述事件图像中对应的像素点。

本申请实施方式中，可以通过对事件图像进行扫描的方式，基于事件图像中每个像素

点的事件来进行图像重建，从而得到更清晰的事件图像。因此，在本申请实施方式中，可以使用运动传感器采集到的信息来进行图像重建，高效快速地得到重建图像，从而提高后续对重建图像进行图像识别、图像分类等的效率。即使在一些拍摄运动物体或者存在拍摄抖动等场景中，拍摄不到清晰的 RGB 图像，也可以通过对运动传感器采集到的信息来进行图像重建，可以快速准确地重建出更清晰的图像，以便于进行后续的认识或者分类等任务。

在一种可能的实施方式中，所述第一方向是预先设置的方向、或者所述第一方向是根据 IMU 采集到的数据确定的，或者，所述第一方向是根据色彩 RGB 摄像头拍摄到的图像确定的。因此，在本申请实施方式中，扫描事件图像的方向可以通过多种方式确定，适应更多的场景。

在一种可能的实施方式中，若按照所述第一方向排列在所述第一像素点之后的连续多个第三像素点不具有事件，则所述多个第三像素点对应的颜色类型为所述第一颜色类型。因此，本申请实施方式中，当存在多个连续的像素点不具有事件时，则连续的像素点对应的颜色类型相同，避免因实际场景中同一物体运动导致的边缘不清晰的情况。

在一种可能的实施方式中，若按照所述第一方向排列在所述第一像素点之后且与所述第一像素点相邻的第四像素点具有事件，且按照所述第一方向排列在所述第四像素点之后且与所述第四像素点相邻的第五像素点不具有事件，则所述第四像素点和所述第五像素点对应的颜色类型都为所述第一颜色类型。

因此，当事件图像中存在至少两个连续的像素点都具有事件时，在扫描到第二个事件时，可以不改变重建颜色类型，从而避免因目标对象的边缘过宽而导致的重建图像边缘不清晰。

在一种可能的实施方式中，所述按照第一方向扫描所述事件图像中每个像素点，确定与所述事件图像中每个像素点对应的颜色类型，得到第一重建图像之后，所述方法还包括：按照第二方向扫描所述事件图像，确定与所述事件图像中每个像素点对应的颜色类型，得到第二重建图像，所述第二方向与所述第一方向不同；对所述第一重建图像和所述第二重建图像进行融合，得到更新后的所述第一重建图像。

在本申请实施方式中，可以按照不同的方向对事件图像进行扫描，从而从多个方向得到多个重建图像，然后对该多个重建图像进行融合，得到更准确的重建图像。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：若所述第一重建图像不符合预设要求，则更新运动信息，并根据更新后的运动信息更新事件图像，并根据更新后的事件图像得到更新后的第一重建图像。

在本申请实施方式中，可以结合运动传感器采集到的信息对事件图像进行更新，使更新后的事件图像更清晰。

在一种可能的实施方式中，在所述根据所述事件图像中包括的至少一个事件，确定与所述事件图像中每个像素点对应的颜色类型，得到第一重建图像之前，所述方法还包括：根据所述目标对象与所述运动传感器之间进行相对运动时的运动参数，对所述事件图像进行补偿，得到补偿后的所述事件图像，所述运动参数包括以下一项或者多项：深度、光流信息、所述运动传感器进行运动的加速度或所述运动传感器进行运动的角速度，所述深度



表示所述运动传感器和所述目标对象之间的距离，所述光流信息表示所述运动传感器和所述目标对象之间的相对运动的运动速度的信息。

因此，在本申请实施方式中，还可以结合运动参数对事件图像进行运动补偿，从而使事件图像更清晰，进而重建得到的重建图像也更清晰。

5        在一种可能的实施方式中，重建图像中的像素点的颜色类型，是根据色彩 RGB 摄像头采集到的颜色确定的。本申请实施方式中，可以根据 RGB 摄像头来确定实际场景中的色彩，从而使重建后的图像的颜色与实际场景中的颜色相匹配，提高用户体验。

      在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：根据 RGB 摄像头采集到的数据得到 RGB 图像；对所述 RGB 图像与所述第一重建图像进行融合，得到更新后的所述第一重建图像。  
10        因此，本申请实施方式中，可以融合 RGB 图像和重建图像，使最终得到的重建图像更清晰。

      第十八方面，本申请还提供了一种图像处理装置，该图像处理装置具有实现上述第十八方面或第十八方面任意一种可能实现方式的方法的功能。该功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。该硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块。

15        第十九方面，本申请提供一种图像处理的方法，包括：获取第一事件图像（事件图像）和拍摄到的多张第一图像，所述第一事件图像包括在所述多张第一图像的拍摄时间段内预设范围中运动的对象的信息，所述多张第一图像对应的曝光时长不相同，所述预设范围为摄像头的拍摄范围；根据所述第一事件图像计算所述多张第一图像中每张第一图像对应的第一抖动程度，所述第一抖动程度用于表示拍摄所述多张第一图像时摄像头抖动的程度；  
20        根据所述每张第一图像对应的第一抖动程度确定所述多张第一图像中每张第一图像的融合权重，其中，所述多张第一图像对应的第一抖动程度和融合权重呈负相关关系；根据所述每张第一图像的融合权重融合所述多张第一图像，得到目标图像。

      因此，在本申请实施方式中，可以通过事件图像，来量化拍摄 RGB 图像时的抖动程度，并根据每张 RGB 图像的抖动程度，确定每张 RGB 图像的融合权重。通常，抖动程度低的 RGB  
25        图像对应的融合权重也就越高，从而使最终得到的目标图像包括的信息更倾向于更清晰的 RGB 图像，从而得到更清晰的目标图像。通常，抖动程度较高的 RGB 图像，对应的权重值也越小，抖动程度低的 RGB 图像，对应的权重值也就越大，从而使最终得到的目标图像所包括的信息更倾向于更清晰的 RGB 图像所包括的信息，使最终得到的目标图像更清晰，提高用户体验。且若该目标图像用于后续的图像识别或者特征提取等，得到的识别结果或者  
30        提取到的特征也更准确。

      在一种可能的实施方式中，在所述根据所述第一抖动程度确定所述多张第一图像中每张第一图像的融合权重之前，所述方法还包括：若所述第一抖动程度不高于第一预设值且高于第二预设值，则对所述每张第一图像进行去抖动处理，得到去抖动后的所述每张第一图像。

35        因此，在本申请实施方式中，可以基于动态数据区分抖动情况，在没有抖动时直接融合，在抖动不强时自适应地对 RGB 图像进行去抖动，而在抖动强烈时补充拍摄 RGB 图像，使用了多种抖动程度的场景，泛化能力强。

在一种可能的实施方式中，所述根据所述第一抖动程度确定所述多张第一图像中每张第一图像的融合权重，包括：若所述第一抖动程度高于第一预设值，则重新拍摄得到第二图像，所述第二图像的第二抖动程度不高于所述第一预设值；根据所述每张第一图像的第一抖动程度计算所述每张第一图像的融合权重，以及根据所述第二抖动程度计算所述第二图像5 的融合权重；所述根据所述每张第一图像的融合权重融合所述多张第一图像，得到目标图像，包括：根据所述每张第一图像的融合权重和所述第二图像的融合权重，融合所述多张第一图像和所述第二图像，得到所述目标图像。

通常，抖动程度较高的 RGB 图像，对应的权重值也越小，抖动程度低的 RGB 图像，对应的权重值也就越大，从而使最终得到的目标图像所包括的信息更倾向于更清晰的 RGB 图像所包括的信息，使最终得到的目标图像更清晰，提高用户体验。且若该目标图像用于后10 续的图像识别或者特征提取等，得到的识别结果或者提取到的特征也更准确。针对抖动程度高的 RGB 图像，可以补拍 RGB 图像，得到抖动程度更低、更清晰的 RGB 图像，以使后续再进行图像融合时，可以使用更清晰的图像进行融合，进而使最终得到的目标图像也更清晰。

在一种可能的实施方式中，所述重新拍摄得到第二图像之前，所述方法还包括：获取第二事件图像，所述第二事件图像为在获取所述第一事件图像之前得到；根据所述第二事件图像包括的信息计算得到曝光参数，所述曝光参数用于拍摄所述第二图像。15

因此，在本申请实施方式中，利用动态感知摄像头（即运动传感器）采集到的信息自适应地调整曝光策略，即利用动态感知信息对拍摄范围内的纹理的高动态范围感知特性，20 自适应补充拍摄曝光时长合适的图像，提升相机捕捉强光区或者暗光区纹理信息的能力。

在一种可能的实施方式中，所述重新拍摄得到第二图像，还包括：将所述第一事件图像切分为多个区域，以及将第三图像切分为多个区域，所述第三图像为所述多张第一图像中曝光值最小的第一图像，且所述第一事件图像所包括的多个区域与所述第三图像包括的多个区域的位置相对应，所述曝光值包括曝光时长、曝光量或者曝光级数中的至少一种；25 计算所述第一事件图像中的每个区域是否包括第一纹理信息，以及所述第三图像中每个区域是否包括第二纹理信息；若所述第一事件图像中的第一区域包括所述第一纹理信息，且所述第三图像中与所述第一区域对应的区域不包括所述第二纹理信息，则根据所述曝光参数进行拍摄，得到所述第二图像，所述第一区域时所述第一动态区域中的任一区域。

因此，在本申请实施方式中，若第一动态区域中的某一个区域包括了纹理信息，且曝光值最小的 RGB 图像中与该区域相同的区域中不包括纹理信息，则表示 RGB 图像中的该区域模糊程度较高，可以补拍 RGB 图像。而若第一事件图像中每个区域都不包括纹理信息，30 则无需补拍 RGB 图像。

第二十方面，本申请提供一种图像处理方法，包括：首先，检测目标对象的运动信息，该运动信息中可以包括目标对象在预设范围内的进行运动时的运动轨迹的信息，该预设范围35 为摄像头拍摄范围；然后，根据运动信息确定对焦信息，对焦信息包括对预设范围内的目标对象进行对焦的参数；随后，根据对焦信息在预设范围中对目标对象进行对焦，并拍摄预设范围的图像。

因此，在本申请实施方式中，可以检测摄像头的拍摄范围内目标对象的运动轨迹，然后根据目标对象的运动轨迹确定对焦信息并完成对焦，从而可以拍摄到更清晰的图像。即使目标对象处于运动中，也可以准确地对目标对象进行对焦，拍摄到清晰的运动状态的图像，提高用户体验。

5        在一种可能的实施方式中，上述的根据运动信息确定对焦信息，可以包括：根据运动信息，即目标对象在预设范围内的进行运动时的运动轨迹的信息，对预设时长内目标对象的运动轨迹进行预测，得到预测区域，所述预测区域为预测得到的所述预设时长内所述目标对象所在的区域；根据预测区域确定对焦区域，对焦区域包括对目标对象进行对焦的至少一个对焦点，对焦信息包括至少一个对焦点的位置信息。

10       因此，在本申请实施方式中，可以对目标对象未来的运动轨迹进行预测，并根据预测区域确定对焦区域，可以准确地完成对目标对象的对焦。即使目标对象处于高速运动，本申请实施方式也可以通过预测的方式提前对目标对象进行对焦，使目标对象处于对焦区域，从而拍摄到更清晰的高速运动的目标对象。

15       在一种可能的实施方式中，根据所述预测区域确定对焦区域，可以包括：若预测区域符合预设条件，则将预测区域确定为对焦区域；若预测区域不符合预设条件，则重新根据运动信息对预设时长内目标对象的运动轨迹进行预测，得到新的预测区域，并根据新的预测区域确定对焦区域。该预设条件可以是预测区域中包括完整的目标对象，或者预测区域的面积大于预设值等。

20       因此，在本申请实施方式中，只有当预测区域符合预设条件时，才根据预测区域确定对焦区域，并触发摄像头拍摄，当预测区域不符合预设条件时，则不触发摄像头进行拍摄，从而可以避免拍摄到的图像中目标对象不完整，或者可以避免无意义的拍摄。并且，在未进行拍摄时，摄像头可以处于未启动状态，仅当预测区域满足预设条件时，才触发摄像头进行拍摄，可以降低摄像头产生的功耗。

25       在一种可能的实施方式中，运动信息还包括目标对象的运动方向和运动速度中的至少一种；上述的根据运动信息对预设时长内目标对象的运动轨迹进行预测，得到预测区域，可以包括：根据目标对象在预设范围内进行运动时的运动轨迹，以及运动方向和/或运动速度对预设时长内目标对象的运动轨迹进行预测，得到预测区域。

30       因此，本申请实施方式中，可以根据目标对象在预设范围内的运动轨迹，以及运动方向和/或运动速度等，对未来的预设时长内目标对象的运动轨迹进行预测，从而可以对目标对象未来预设时长内目标对象所在的区域进行准确的预测，进而可以对目标对象进行更准确的对焦，进而可以拍摄到更清晰的图像。

35       在一种可能的实施方式中，上述的根据目标对象在预设范围内进行运动时的运动轨迹，以及运动方向和/或运动速度对预设时长内目标对象的运动轨迹进行预测，得到预测区域，可以包括：根据目标对象在预设范围内进行运动时的运动轨迹，以及运动方向和/或运动速度，拟合出目标对象的所在区域的中心点随时间变化的变化函数；随后根据变化函数计算出预测中心点，预测中心点为预测得到的预设时长内目标对象所在的区域的中心点；根据预测中心点得到预测区域。

因此，本申请实施方式中，可以根据目标对象进行运动时的运动轨迹，拟合目标对象所在的区域中心点随时间变化的变化函数，然后根据该变化函数预测出未来某一时刻目标对象所在区域的中心点，根据该中心点确定预测区域，进而可以对目标对象进行更准确的对焦，进而可以拍摄到更清晰的图像。

5 在一种可能的实施方式中，预测范围的图像可以由 RGB 摄像头拍摄，上述的根据对焦信息在预设范围中对目标对象进行对焦，可以包括：将 RGB 摄像头的多个对焦点中，与对焦区域的中心点的范数距离最小的至少一个点作为对焦点进行对焦。

因此，在本申请实施方式中，可以选择与对焦区域的中心点的范数距离最近的至少一个点作为对焦点，并进行对焦，从而完成对目标对象的对焦。

10 在一种可能的实施方式中，运动信息中包括目标对象的当前所在的区域，上述的根据运动信息确定对焦信息，可以包括：将目标对象的当前所在的区域确定为对焦区域，对焦区域包括对目标对象进行对焦的至少一个对焦点，对焦信息包括至少一个对焦点的位置信息。

因此，本申请实施方式中，目标对象在预设范围内的运动轨迹的信息可以包括目标对象当前所在的区域和目标对象历史所在的区域，可以将目标对象当前所在的区域，作为对焦区域，从而完成对目标对象的对焦，进而可以拍摄到更清晰的图像。

在一种可能的实施方式中，在拍摄预设范围的图像之前，上述方法还可以包括：获取曝光参数；上述的拍摄预设范围的图像，可以包括：根据曝光参数拍摄预设范围的图像。

因此，本申请实施方式中，还可以调整曝光参数，从而通过曝光参数完成拍摄，得到清晰的图像。

20 在一种可能的实施方式中，上述的获取曝光参数，可以包括：根据运动信息确定曝光参数，其中，曝光参数包括曝光时长，运动信息中包括目标对象的运动速度，曝光时长与目标对象的运动速度呈负相关关系。

因此，在本申请实施方式中，可以通过目标对象的运动速度确定曝光时长，使曝光时长与目标对象的运动速度匹配，如运动速度越快，曝光时长越短，运动速度越慢，则曝光时长越长。可以避免过曝或者曝光不足等，从而使后续可以拍摄到更清晰的图像，提高用户体验。

30 在一种可能的实施方式中，上述的获取曝光参数，可以包括：根据光照强度确定曝光参数，其中，曝光参数包括曝光时长，预设范围内的光照强度的大小与曝光时长呈负相关关系。

因此，本申请实施方式中，可以根据检测到的光照强度确定曝光时长，当光照强度越大时，曝光时长越短，光照强度越小时，曝光时长越长，从而可以保障适量的曝光量，拍摄到更清晰的图像。

35 在一种可能的实施方式中，在拍摄预设范围的图像之后，上述方法还可以包括：根据监测到的目标对象与图像对应的运动的信息，对预设范围内的图像进行融合，得到预设范围内的目标图像。

因此，本申请实施方式中，在拍摄图像的同时，还可以对预设范围内目标对象的运动

情况进行监测，获取到目标对象在图像中对应的运动的信息，如目标对象的轮廓、目标对象在预设范围内的位置等信息，并通过该信息对拍摄到的图像进行增强处理，得到更清晰的目标图像。

5 在一种可能的实施方式中，上述的检测预设范围内的目标对象的运动信息，可以包括：通过动态视觉传感器（dynamic vision sensor, DVS）对预设范围内的目标对象的运动情况进行监测，得到运动信息。

因此，本申请实施方式中，可以通过 DVS 对摄像头的拍摄范围进行运动的对象的监测，从而得到准确的运动信息，即使目标对象处于高速运动的状态，也可以通过 DVS 及时捕获到目标对象的运动信息。

10 第二十一方面，本申请还提供了一种图像处理装置，该图像处理装置具有实现上述第十九方面或第十九方面任意一种可能实现方式的方法的功能，或者该图像处理装置具有实现上述第二十方面或第二十方面任意一种可能实现方式的方法的功能。该功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。该硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块。

15 第二十二方面，本申请实施例提供一种图形用户界面 GUI，其特征在于，该图形用户界面存储在电子设备中，该电子设备包括显示屏、存储器、一个或多个处理器，该一个或多个处理器用于执行存储在存储器中的一个或多个计算机程序，该图形用户界面包括：响应于针对目标对象进行拍摄的触发操作，以及根据对焦信息拍摄预设范围的图像，显示该预设范围的图像，该预设范围为摄像头拍摄范围，该对焦信息包括对该预设范围内的该  
20 目标对象进行对焦的参数，该对焦信息为根据该目标对象的运动信息确定，所述运动信息包括所述目标对象在预设范围内的进行运动时的运动轨迹的信息。

第二十二方面及第二十二方面任一种可能的实施方式产生的有益效果可参照第二十方面及第二十方面任一种可能实施方式的描述。

25 在一种可能的实施方式中，该图形用户界面还可以包括：响应于该运动信息对预设时长内该目标对象的运动轨迹进行预测，得到预测区域，所述预测区域为预测得到的所述预设时长内所述目标对象所在的区域，以及根据该预测区域确定该对焦区域，在该显示屏中显示该对焦区域，对焦区域包括对目标对象进行对焦的至少一个对焦点，对焦信息包括至少一个对焦点的位置信息。

30 在一种可能的实施方式中，该图形用户界面具体可以包括：若该预测区域符合预设条件，则响应于根据该预测区域确定该对焦区域，在该显示屏中显示该对焦区域；若该预测区域不符合预设条件，则响应于重新根据该运动信息对预设时长内该目标对象的运动轨迹进行预测，得到新的预测区域，以及根据该新的预测区域确定该对焦区域，在该显示屏中显示该对焦区域。

35 在一种可能的实施方式中，该运动信息还包括该目标对象的运动方向和运动速度中的至少一种；该图形用户界面具体可以包括：响应于根据该目标对象在预设范围内的进行运动时的运动轨迹，以及该运动方向和/或该运动速度对预设时长内该目标对象的运动轨迹进行预测，得到该预测区域，在该显示屏中显示该预测区域。

在一种可能的实施方式中，该图形用户界面具体可以包括：响应于根据所述目标对象在预设范围内的进行运动时的运动轨迹，以及所述运动方向和/或所述运动速度，拟合出所述目标对象的所在的区域的中心点随时间变化的变化函数，以及根据所述变化函数计算出预测中心点，所述预测中心点为预测得到的所述目标对象所在的区域的中心点，并根据所述预测中心点得到所述预测区域，在显示屏中显示该预测区域。

在一种可能的实施方式中，所述预测范围的图像由 RGB 摄像头拍摄，该图形用户界面具体可以包括：响应于将所述 RGB 摄像头的多个对焦点中，与所述对焦区域的中心点的范数距离最小的至少一个点作为对焦点进行对焦，在显示屏中显示基于该至少一个点作为对焦点进行对焦后拍摄到的图像。

在一种可能的实施方式中，该运动信息中包括该目标对象的当前所在的区域，该图形用户界面具体可以包括：响应于将目标对象的当前所在的区域作为该对焦区域，对焦区域包括对目标对象进行对焦的至少一个对焦点，对焦信息包括至少一个对焦点的位置信息，在该显示屏中显示该对焦区域。

在一种可能的实施方式中，该图形用户界面还可以包括：响应于根据监测到的该目标对象与该图像对应的运动的信息，对该预设范围内的图像进行融合，得到该预设范围内的目标图像，在该显示屏中显示该目标图像。

在一种可能的实施方式中，该运动信息为通过动态视觉传感器 DVS 对该预设范围内的目标对象的运动情况进行监测得到。

在一种可能的实施方式中，该图形用户界面具体可以包括：响应于在所述拍摄所述预设范围的图像之前，获取曝光参数，在显示屏中显示该曝光参数；响应于根据所述曝光参数拍摄所述预设范围的图像，在显示屏中显示该根据所述曝光参数拍摄所述预设范围的图像。

在一种可能的实施方式中，曝光参数为根据所述运动信息确定，所述曝光参数包括曝光时长，所述曝光时长与所述目标对象的运动速度呈负相关关系。

在一种可能的实施方式中，曝光参数为根据光照强度确定，该光照强度可以由摄像头检测到的光照强度，也可以是运动传感器检测到的光照强度，所述曝光参数包括曝光时长，所述预设范围内的光照强度的大小与所述曝光时长呈负相关关系。

第二十三方面，本申请提供一种图像处理方法，该方法包括：首先，通过具备运动传感器（如，DVS）和 RGB 传感器的摄像头分别获取到事件流和一帧 RGB 图像（可称为第一 RGB 图像），其中，获取到的事件流包括至少一帧事件图像，该至少一帧事件图像中的每帧事件图像都是由目标对象（即运动物体）在运动传感器的监视范围内进行运动时的运动轨迹信息生成，而该第一 RGB 图像为在曝光时长内被摄像头捕捉到的每个时刻下拍摄场景的叠加。获取到事件流和第一 RGB 图像后，就可以根据事件流构建蒙版，蒙版用于确定事件流中的每帧事件图像的运动区域，也就是用于确定 RGB 图像中运动物体所处的位置。根据上述步骤得到事件流、第一 RGB 图像和蒙版之后，就可以根据该事件流、第一 RGB 图像和蒙版得到第二 RGB 图像，第二 RGB 图像为去除目标对象的 RGB 图像。

在本申请上述实施方式中，可以只基于一张 RGB 图像和事件流去除运动物体，从而得

到无运动物体的 RGB 图像，相比现有技术中需要通过多张 RGB 图像和事件流才能去除运动物体的方式，只需要用户拍摄一张 RGB 图像，用户体验更佳。

在一种可能的实现方式中，在根据事件流构建蒙版之前，所述方法还可以包括：当所述运动传感器在第一时刻监测到所述监视范围内出现运动突变，触发所述摄像头拍摄第三 RGB 图像；所述根据所述事件流、所述第一 RGB 图像和所述蒙版得到第二 RGB 图像包括：根据所述事件流、所述第一 RGB 图像、所述第三 RGB 图像和所述蒙版得到第二 RGB 图像。在这种情况下，根据所述事件流、所述第一 RGB 图像和所述蒙版得到第二 RGB 图像则可以

5 是：根据所述事件流、所述第一 RGB 图像、所述第三 RGB 图像和所述蒙版得到第二 RGB 图像。

在本申请上述实施方式中，可以通过判断运动传感器采集的运动数据是否存在运动突变，当存在运动突变时，则触发摄像头拍摄第三 RGB 图像，之后再根据上述类似的方式获取事件流和帧第一 RGB 图像，并根据事件流构建蒙版，最后再根据事件流、第一 RGB 图像、第三 RGB 图像和蒙版得到无运动前景的第二 RGB 图像。得到的第三 RGB 图像由于是通过运动突变情况下触发摄像头自动抓拍的，灵敏度高，从而可以在用户察觉到运动物体

10 变化之初就能得到一帧图像，基于该第三 RGB 图像和第一 RGB 图像可以对运动物体实现更好的移除效果。

在一种可能的实现方式中，运动传感器在第一时刻监测到所述监视范围内出现运动突变包括：在所述监视范围内，运动传感器在第一时刻采集到的第一事件流的产生区域与运动传感器在第二时刻采集到的第二事件流的产生区域之间的重叠部分小于预设值。

在本申请上述实施方式中，具体阐述了运动突变的判定条件，具备可实现性。

在一种可能的实现方式中，根据事件流构建蒙版的方式可以是：首先，可将运动传感器的监视范围划分为多个预设邻域（设为邻域  $k$ ），然后，在每个邻域  $k$  范围内，当事件流在预设时长  $\Delta t$  范围内的事件图像数量超过阈值  $P$ ，则确定对应的该邻域为运动区域，该运动区域可标记为 0，若事件流在预设时长  $\Delta t$  范围内的事件图像数量没有超过阈值  $P$ ，则确定

15 对应的该邻域为背景区域，该背景区域可标记为 1。

在本申请上述实施方式中，具体阐述了一种构建蒙版的方法，简单易操作。

第二十四方面，本申请还提供了一种图像处理装置，该图像处理装置具有实现上述第二十二方面或第二十二方面任意一种可能实现方式的方法的功能。该功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。该硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对

20 应的模块。

第二十五方面，本申请提供一种位姿估计方法，应用于同步定位与建图 (simultaneous localization and mapping, SLAM) 场景。该方法包括：终端获取第一事件图像和第一 RGB 图像，所述第一事件图像与所述第一目标图像时序对齐，所述第一目标图像包括 RGB 图像或深度图像。所述第一事件图像为表示所述目标对象在运动传感器的检测范围内产生运动

25 时的运动轨迹的图像。终端确定第一事件图像的积分时间。若所述积分时间小于第一阈值，则终端确定不通过所述第一目标图像来执行位姿估计。终端根据所述第一事件图像执行位姿估计。

本方案中，在终端基于事件图像的积分时间小于阈值来确定当前处于 RGB 相机难以采集有效环境信息的场景时，终端确定不通过质量较差的 RGB 图像来执行位姿估计，以提高位姿估计的精度。

5 可选的，在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：确定所述第一事件图像的获取时间和所述第一目标图像的获取时间；根据所述第一目标图像的获取时间与所述第一事件图像的获取时间之间的时间差小于第二阈值，确定第一事件图像与第一目标图像时序对齐。其中，第二阈值可以根据 SLAM 的精度以及 RGB 相机采集 RGB 图像的频率来决定，例如第二阈值可以取值为 5 毫秒或 10 毫秒。

10 可选的，在一种可能的实现方式中，所述获取第一事件图像，包括：获取 N 个连续的 DVS 事件；将所述 N 个连续的 DVS 事件积分为第一事件图像；所述方法还包括：根据所述 N 个连续的 DVS 事件的获取时间确定所述第一事件图像的获取时间。

15 可选的，在一种可能的实现方式中，所述确定第一事件图像的积分时间，包括：确定用于积分为所述第一事件图像的 N 个连续的 DVS 事件；根据所述 N 个连续的 DVS 事件中的第一个 DVS 事件和最后一个 DVS 事件的获取时间，确定所述第一事件图像的积分时间。由于第一事件图像是由 N 个连续的 DVS 事件积分得到的，终端可以根据 N 个连续的 DVS 事件所对应的获取时间来确定第一事件图像的获取时间，即确定第一事件图像的获取时间为所述 N 个连续的 DVS 事件中获取到第一个 DVS 事件至最后一个 DVS 事件的时间段。

20 可选的，在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：获取第二事件图像，所述第二事件图像为表示所述目标对象在运动传感器的检测范围内产生运动时的运动轨迹的图像。其中，运动传感器检测获得第一事件图像的时间段与运动传感器检测获得第二事件图像的时间段不相同。若不存在有与所述第二事件图像时序对齐的 RGB 图像，则确定所述第二事件图像不具有用于共同执行位姿估计的 RGB 图像；根据所述第二事件图像执行位姿估计。

25 可选的，在一种可能的实现方式中，所述根据所述第二事件图像确定位姿之前，所述方法还包括：若确定所述第二事件图像具有时序对齐的惯性测量单元 IMU 数据，则根据所述第二事件图像和所述第二事件图像对应的 IMU 数据确定位姿；若确定所述第二事件图像不具有时序对齐的惯性测量单元 IMU 数据，则仅根据所述第二事件图像确定位姿。

30 可选的，在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：获取第二目标图像，所述第二目标图像包括 RGB 图像或深度图像；若不存在有与所述第二目标图像时序对齐的事件图像，则确定所述第二目标图像不具有用于共同执行位姿估计的事件图像；根据所述第二目标图像确定位姿。

可选的，在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：根据所述第一事件图像和字典执行回环检测，所述字典为基于事件图像所构建的字典。也就是说，在执行回环检测之前，终端可以预先基于事件图像构建字典，以便于在执行回环检测的过程中能够基于字典执行回环检测。

35 可选的，在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：获取多个事件图像，所述多个事件图像为用于训练的事件图像，所述多个事件图像可以是终端在不同的场景下所拍摄的事件图像。获取所述多个事件图像的视觉特征，视觉特征例如可以包括图像的纹理、图案



或灰度统计等特征。通过聚类算法对所述视觉特征进行聚类，得到聚类后的视觉特征，所述聚类后的视觉特征具有对应的描述子。通过对视觉特征进行聚类，可以将相似的视觉特征归为一类，以便于后续执行视觉特征的匹配。最后，根据所述聚类后的视觉特征，构建所述字典。

5 可选的，在一种可能的实现方式中，所述根据所述第一事件图像和字典执行回环检测，包括：确定所述第一事件图像的描述子；在所述字典中确定所述第一事件图像的描述子对应的视觉特征；基于所述视觉特征确定所述第一事件图像对应的词袋向量；确定所述第一事件图像对应的词袋向量与其他事件图像的词袋向量之间的相似度，以确定所述第一事件图像所匹配的事件图像。

10 第二十六方面，本申请提供一种关键帧选择方法，包括：获取事件图像；确定所述事件图像的第一信息，所述第一信息包括所述事件图像中的事件和/或特征；若基于所述第一信息确定所述事件图像至少满足第一条件，则确定所述事件图像为关键帧，所述第一条件与事件数量和/或特征数量相关。

15 本方案中，通过确定事件图像中的事件数量、事件分布、特征数量和/或特征分布等信息，来判断当前事件图像是否为关键帧，能够实现关键帧的快速选择，算法量小，能够满足视频分析、视频编解码或安防监控等场景的关键帧快速选择。

可选的，在一种可能的实现方式中，所述第一条件包括：所述事件图像中的事件数量大于第一阈值、所述事件图像中的事件有效区域的数量大于第二阈值、所述事件图像中的特征数量大于第三阈值和所述事件图像中的特征有效区域大于第四阈值中的一个或多个。

20 可选的，在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：获取与所述事件图像时序对齐的深度图像；若基于所述第一信息确定所述事件图像至少满足第一条件，则确定所述事件图像和所述深度图像为关键帧。

25 可选的，在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：获取与所述事件图像时序对齐的RGB图像；获取所述RGB图像的特征数量和/或特征有效区域；若基于所述第一信息确定所述事件图像至少满足第一条件，且所述RGB图像的特征数量大于第五阈值和/或所述RGB图像的特征有效区域的数量大于第六阈值，则确定所述事件图像和所述RGB图像为关键帧。

30 可选的，在一种可能的实现方式中，所述若基于所述第一信息确定所述事件图像至少满足第一条件，则确定所述事件图像为关键帧，包括：若基于所述第一信息确定所述事件图像至少满足所述第一条件，则确定所述事件图像的第二信息，所述第二信息包括所述事件图像中的运动特征和/或位姿特征；若基于所述第二信息确定所述事件图像至少满足第二条件，确定所述事件图像为关键帧，所述第二条件与运动变化量和/或位姿变化量相关。

35 可选的，在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：确定所述事件图像的清晰度和/或亮度一致性指标；若基于所述第二信息确定所述事件图像至少满足所述第二条件，且所述事件图像的清晰度大于清晰度阈值和/或所述事件图像的亮度一致性指标大于预设指标阈值，则确定所述事件图像为关键帧。

可选的，在一种可能的实现方式中，所述确定所述事件图像的亮度一致性指标，包括：若所述事件图像中的像素表示光强变化极性，则计算所述事件图像的事件数量与相邻的关

键帧的事件数量的差值的绝对值，并将所述绝对值除以所述事件图像的像素数量，得到所述事件图像的亮度一致性指标；若所述事件图像中的像素表示光强，则将所述事件图像和相邻的关键帧逐像素求差，并计算差值的绝对值，对每组像素对应的绝对值进行求和运算，并将得到的求和结果除以像素数量，得到所述事件图像的亮度一致性指标。

5 可选的，在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：获取与所述事件图像时序对齐的 RGB 图像；确定所述 RGB 图像的清晰度和/或亮度一致性指标；若基于所述第二信息确定所述事件图像至少满足第二条件，且所述 RGB 图像的清晰度和/或所述 RGB 图像的亮度一致性指标大于预设指标阈值，则确定所述事件图像和所述 RGB 图像为关键帧。

10 可选的，在一种可能的实现方式中，所述第二条件包括：所述事件图像与上一个关键帧的距离超过预设距离值、所述事件图像与上一个关键帧的旋转角度超过预设角度值以及所述事件图像与上一个关键帧的距离超过预设距离值且所述事件图像与上一个关键帧的旋转角度超过预设角度值中的一个或多个。

15 第二十七方面，本申请提供一种位姿估计方法，包括：获取第一事件图像和所述第一事件图像对应的目标图像，所述第一事件图像和所述图像所捕捉的环境信息相同，所述目标图像包括深度图像或 RGB 图像；确定所述第一事件图像中的第一运动区域；根据所述第一运动区域确定所述图像中对应的第二运动区域；根据所述图像中的第二运动区域进行位姿估计。

本方案中，通过事件图像来捕捉场景中的动态区域，并基于该动态区域进行位姿确定，从而能够准确地确定位姿信息。

20 可选的，在一种可能的实现方式中，所述确定所述第一事件图像中的第一运动区域，包括：若采集所述第一事件图像的动态视觉传感器 DVS 为静止的，则获取所述第一事件图像中有事件响应的像素点；根据所述有事件响应的像素点确定所述第一运动区域。

25 可选的，在一种可能的实现方式中，所述根据所述有事件响应的像素点确定所述第一运动区域，包括：确定由所述第一事件图像中有事件响应的像素点构成的轮廓；若所述轮廓所包围的面积大于第一阈值，则确定所述轮廓所包围的区域为第一运动区域。

30 可选的，在一种可能的实现方式中，所述确定所述第一事件图像中的第一运动区域，包括：若采集所述第一事件图像的 DVS 为运动的，则获取第二事件图像，所述第二事件图像为所述第一事件图像的前一帧事件图；计算所述第一事件图像中的像素相对于所述第二事件图像的位移大小以及位移方向；若所述第一事件图像中的像素的位移方向与周围像素的位移方向不相同，或所述第一事件图像中的像素的位移大小与周围像素的位移大小之间的差值大于第二阈值，则确定所述像素属于第一运动区域。

可选的，在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：根据所述第一运动区域确定所述图像中对应的静止区域；根据所述图像中的静止区域确定位姿。

35 第二十八方面，本申请还提供了一种数据处理装置，该数据处理装置具有实现上述第二十五方面或第二十五方面任意一种可能实现方式的方法的功能，或者，该数据处理装置具有实现上述第二十六方面或第二十六方面任意一种可能实现方式的方法的功能，或者，该数据处理装置具有实现上述第二十七方面或第二十七方面任意一种可能实现方式的方法

的功能。该功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。该硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块。

第二十九方面，本申请实施例提供一种装置，包括：处理器和存储器，其中，处理器和存储器通过线路互联，处理器调用存储器中的程序代码用于执行上述第一方面至第二十七方面中任一项所示的方法中与处理相关的功能。可选地，该装置可以是芯片。

第三十方面，本申请提供一种电子设备，该电子设备包括：显示模块、处理模块和存储模块。

该显示模块用于显示存储在存储模块中的应用程序的图形用户界面，该图形用户界面可以是前述任一项所述的图形用户界面。

第三十一方面，本申请实施例提供了一种装置，该装置也可以称为数字处理芯片或者芯片，芯片包括处理单元和通信接口，处理单元通过通信接口获取程序指令，程序指令被处理单元执行，处理单元用于执行如上述第一方面至第二十七方面中任一可选实施方式中与处理相关的功能。

第三十二方面，本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质，包括指令，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面至第二十七方面中任一可选实施方式中的方法。

第三十三方面，本申请实施例提供了一种包含指令的计算机程序产品，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面至第二十七方面中任一可选实施方式中的方法。

## 20 附图说明

图 1A 为本申请提供的一种系统架构示意图；

图 1B 为本申请提供的一种电子设备的结构示意图；

图 2 为本申请提供的另一种系统架构示意图；

图 3-a 为基于事件流的异步读取模式读取数据量与时间的关系的示意图；

25 图 3-b 为基于帧扫描的同步读取模式读取数据量与时间的关系的示意图；

图 4-a 为本申请提供的一种视觉传感器的框图；

图 4-b 为本申请提供的另一种视觉传感器的框图；

图 5 为根据本申请的实施例的基于帧扫描的同步读取模式和基于事件流的异步读取模式的原理的示意图；

30 图 6-a 为根据本申请的实施例的视觉传感器在基于帧扫描的读取模式下操作的示意图；

图 6-b 为根据本申请的实施例的视觉传感器在基于事件流的读取模式下操作的示意图；

图 6-c 为根据本申请的实施例的视觉传感器在基于事件流的读取模式下操作的示意图；

图 6-d 为根据本申请的实施例的视觉传感器在基于帧扫描的读取模式下操作的示意图；

图 7 为根据本申请的可能的实施例的用于操作视觉传感器芯片的方法的流程图；

35 图 8 为本申请提供的一种控制电路的框图；

图 9 为本申请提供的一种电子设备的框图；

图 10 为单一数据读取模式与根据本申请的可能的实施例的自适应切换读取模式的数

据量随时间变化的示意图；

图 11 为本申请提供了一种像素电路的示意图；

图 11-a 为通过光强信息表示事件和通过极性信息表示事件的示意图；

图 12-a 为本申请中读取电路中数据格式控制单元的一种结构示意图；

5 图 12-b 为本申请中读取电路中数据格式控制单元的另一种结构示意图；

图 13 为本申请提供的另一种控制电路的框图；

图 14 为本申请提供的另一种控制电路的框图；

图 15 为本申请提供的另一种控制电路的框图；

图 16 为本申请提供的另一种控制电路的框图；

10 图 17 为本申请提供的另一种控制电路的框图；

图 18 为单一事件表示方式与根据本申请提供的自适应转换事件表示方式的区别示意图；

图 19 为本申请提供的另一种电子设备的框图；

图 20 为根据本申请的可能的实施例的用于操作视觉传感器芯片的方法的流程图；

15 图 21 为本申请提供的另一种像素电路的示意图；

图 22 为本申请提供了一种编码方式的流程示意图；

图 23 为本申请提供的另一种视觉传感器的框图；

图 24 为对像素阵列进行区域划分的示意图；

图 25 为本申请提供的另一种控制电路的框图；

20 图 26 为本申请提供的另一种电子设备的框图；

图 27 为一种二进制数据流的示意图；

图 28 为根据本申请的可能的实施例的用于操作视觉传感器芯片的方法的流程图；

图 29-a 为本申请提供的另一种视觉传感器的框图；

图 29-b 为本申请提供的另一种视觉传感器的框图；

25 图 29-c 为本申请提供的另一种视觉传感器的框图；

图 30 为本申请提供的另一种像素电路的示意图；

图 31 为本申请提供了一种第三编码单元的框图示意图；

图 32 为本申请提供的另一种编码方式的流程示意图；

图 33 为本申请提供的另一种电子设备的框图；

30 图 34 为根据本申请的可能的实施例的用于操作视觉传感器芯片的方法的流程图；

图 35 为本申请提供了一种事件示意图；

图 36 为本申请提供的某一个时刻的事件示意图；

图 37 为本申请提供了一种运动区域示意图；

图 38 为本申请提供了一种图像处理方法的流程示意图；

35 图 39 为本申请提供的另一种图像处理方法的流程示意图；

图 40 为本申请提供的另一种图像处理方法的流程示意图；

图 41 为本申请提供了一种事件图像示意图；

- 图 42 为本申请提供的另一种图像处理方法的流程示意图；  
图 43 为本申请提供的另一种图像处理方法的流程示意图；  
图 44 为本申请提供的另一种图像处理方法的流程示意图；  
图 45 为本申请提供的一种图像处理的方法的流程示意图；  
5 图 46A 为本申请提供的另一种事件图像示意图；  
图 46B 为本申请提供的另一种事件图像示意图；  
图 47A 为本申请提供的另一种事件图像示意图；  
图 47B 为本申请提供的另一种事件图像示意图；  
图 48 为本申请提供的另一种图像处理的方法的流程示意图；  
10 图 49 为本申请提供的另一种图像处理的方法的流程示意图；  
图 50 为本申请提供的另一种事件图像示意图；  
图 51 为本申请提供的一种重建图像示意图；  
图 52 为本申请提供的一种图像处理方法的流程示意图；  
图 53 为本申请提供的一种拟合运动轨迹的方式示意图；  
15 图 54 为本申请提供的一种确定对焦点的方式示意图；  
图 55 为本申请提供的一种确定预测中心的方式示意图；  
图 56 为本申请提供的另一种图像处理方法的流程示意图；  
图 57 为本申请提供的一种拍摄范围示意图；  
图 58 为本申请提供的一种预测区域示意图；  
20 图 59 为本申请提供的一种对焦区域示意图；  
图 60 为本申请提供的另一种图像处理方法的流程示意图；  
图 61 为本申请提供的一种图像增强方式示意图；  
图 62 为本申请提供的另一种图像处理方法的流程示意图；  
图 63 为本申请提供的另一种图像处理方法的流程示意图；  
25 图 64 为本申请应用的一种场景示意图；  
图 65 为本申请应用的另一种场景示意图；  
图 66 为本申请提供的一种 GUI 的显示示意图；  
图 67 为本申请提供的另一种 GUI 的显示示意图；  
图 68 为本申请提供的另一种 GUI 的显示示意图；  
30 图 69A 为本申请提供的另一种 GUI 的显示示意图；  
图 69B 为本申请提供的另一种 GUI 的显示示意图；  
图 69C 为本申请提供的另一种 GUI 的显示示意图；  
图 70 为本申请提供的另一种 GUI 的显示示意图；  
图 71 为本申请提供的另一种 GUI 的显示示意图；  
35 图 72A 为本申请提供的另一种 GUI 的显示示意图；  
图 72B 为本申请提供的另一种 GUI 的显示示意图；  
图 73 为本申请提供的另一种图像处理方法的流程示意图；

- 图 74 为本申请提供了一种抖动程度较低的 RGB 图像示意图；  
图 75 为本申请提供了一种抖动程度较高的 RGB 图像示意图；  
图 76 为本申请提供了一种大光比场景下的 RGB 图像示意图；  
图 77 为本申请提供的另一种事件图像示意图；  
5 图 78 为本申请提供了一种 RGB 图像示意图；  
图 79 为本申请提供的另一种 RGB 图像示意图；  
图 80 为本申请提供的另一种 GUI 示意图；  
图 81 为本申请提供的感光单元与像素值之间关系的一个示意图；  
图 82 为本申请提供的图像处理方法的流程示意图；  
10 图 83 为本申请提供的事件流的一个示意图；  
图 84 为本申请提供的多个拍摄场景曝光叠加后得到一张模糊图像的示意图；  
图 85 为本申请提供的蒙版一个示意图；  
图 86 为本申请提供的构建蒙版一个示意图；  
图 87 为本申请提供的从图像 I 中去除运动物体得到图像 I' 的一个效果图；  
15 图 88 为本申请提供的从图像 I 中去除运动物体得到图像 I' 的一个流程示意图；  
图 89 为本申请提供的拍照过程中运动物体运动较小的一个示意图；  
图 90 为本申请提供的触发摄像头拍摄第三 RGB 图像的一个示意图；  
图 91 为本申请提供的基于运动突变触发摄像头抓拍到的图像  $B_i$  和用户在一定曝光时间内主动拍摄得到的图像 I 的一个示意图；  
20 图 92 为为本申请提供的基于一帧第一 RGB 图像和事件流 E 得到无运动物体的第二 RGB 图像的一个流程示意图；  
图 93 为为本申请提供的基于一帧第一 RGB 图像、第三 RGB 图像和事件流 E 得到无运动物体的第二 RGB 图像的一个流程示意图；  
图 94A 为本申请提供的另一种 GUI 示意图；  
25 图 94B 为本申请提供的另一种 GUI 示意图；  
图 95 为本申请提供的传统摄像头与 DVS 所拍摄的场景对比示意图  
图 96 为本申请提供的传统摄像头与 DVS 所拍摄的场景对比示意图；  
图 97 为本申请提供了一种应用了 DVS 的室外导航示意图；  
图 98a 为本申请提供了一种应用了 DVS 的车站导航示意图；  
30 图 98b 为本申请提供了一种应用了 DVS 的景点导航示意图；  
图 99 为本申请提供了一种应用了 DVS 的商场导航示意图；  
图 100 为本申请提供了一种执行 SLAM 的流程示意图；  
图 101 为本申请提供了一种位姿估计方法 10100 的流程示意图；  
图 102 为本申请提供了一种将 DVS 事件积分成事件图像的示意图；  
35 图 103 为本申请提供了一种关键帧选择方法 10300 的流程示意图；  
图 104 为本申请提供了一种事件图像的区域划分示意图；  
图 105 为本申请提供了一种关键帧选择方法 10500 的流程示意图；

- 图 106 为本申请提供了一种位姿估计方法 1060 的流程示意图；  
图 107 为本申请提供了一种基于图像的静止区域来执行位姿估计的流程示意图；  
图 108a 为本申请提供了一种基于图像的运动区域来执行位姿估计的流程示意图；  
图 108b 为本申请提供了一种基于图像的整体区域来执行位姿估计的流程示意图；  
5 图 109 为本申请提供了一种 AR/VR 眼镜结构示意图；  
图 110 为本申请提供了一种注视感知结构的示意图；  
图 111 为本申请提供了一种网络架构示意图；  
图 112 为本申请提供了一种图像处理装置的结构示意图；  
图 113 为本申请提供的另一种图像处理装置的结构示意图；  
10 图 114 为本申请提供的另一种图像处理装置的结构示意图；  
图 115 为本申请提供的另一种图像处理装置的结构示意图；  
图 116 为本申请提供的另一种图像处理装置的结构示意图；  
图 117 为本申请提供的另一种图像处理装置的结构示意图；  
图 118 为本申请提供的另一种图像处理装置的结构示意图；  
15 图 119 为本申请提供的数据处理装置的另一种结构示意图；  
图 120 为本申请提供的数据处理装置的另一种结构示意图；  
图 121 为本申请提供的电子设备的另一种结构示意图。

### 具体实施方式

20 下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

下面从不同的角度对本申请提供的电子设备、系统架构以及方法流程等进行详细介绍。

#### 25 一、电子设备

本申请提供的方法可以应用于各种电子设备，或者说由电子设备来执行本申请提供的方法，该电子设备可以应用于拍摄场景，如拍照、安防、自动驾驶、无人机拍摄等场景。

本申请中的电子设备可以包括但不限于：智能移动电话、电视、平板电脑、手环、头戴显示设备（Head Mount Display, HMD）、增强现实（augmented reality, AR）设备，混合现实（mixed reality, MR）设备、蜂窝电话（cellular phone）、智能电话（smart phone）、  
30 个人数字助理（personal digital assistant, PDA）、车载电子设备、膝上型电脑（laptop computer）、个人电脑（personal computer, PC）、监控设备、机器人、车载终端、自动驾驶车辆等。当然，在以下实施例中，对该电子设备的具体形式不作任何限制。

示例性地，本申请提供的电子设备应用的架构如图 1A 所示。

35 其中，电子设备，如图 1A 中所述的车、手机、AR/VR 眼镜、安防监控设备、摄像头或其他智能家居终端等设备，可以通过有线或者无线网络接入云端平台，云端平台中设置有服务器，该服务器可以包括集中式服务器，也可以包括分布式服务器，电子设备可以通过

有线或者无线网络和云端平台的服务器进行通信，从而实现数据的传输。例如，电子设备在采集到的设备之后，可以在云端平台进行保存或者备份，以防止数据丢失。

5 可以通过电子设备接入接入点或者基站，实现无线或者有线接入云端平台。例如，该接入点可以是基站，电子设备内设置有 SIM 卡，通过该 SIM 卡实现运营商的网络认证，从而接入无线网络。或者，该接入点可以包括路由器，电子设备通过 2.4GHz 或者 5GHz 无线网络接入路由器，从而通过路由器接入云端平台。

此外，电子设备可以单独进行数据处理，也可以通过协同云端实现数据处理，具体可以根据实际应用场景进行调整。例如，电子设备中可以设置 DVS，DVS 可以与电子设备中的摄像头或者其他传感器协同工作，也可以独立工作，由 DVS 内设置的处理器或者电子设备  
10 内设置的处理器针对 DVS 或其他传感器采集到的数据进行处理，还可以协同云端设备对 DVS 或其他传感器采集到的数据进行处理。

下面对电子设备的具体结构进行示例性介绍。

示例性地，参阅图 1B，下面以一个具体的结构为例，对本申请提供的电子设备的结构进行示例性说明。

15 需要说明的是，本申请提供的电子设备可以包括比图 1B 更多或者更少的部件，图 1B 中所示的电子设备仅仅是示例性说明，本领域技术人员可以根据需求在该电子设备中增加或者减少部件，本申请对此并不作限定。

电子设备 100 可以包括处理器 110，外部存储器接口 120，内部存储器 121，通用串行总线(universal serial bus, USB)接口 130，充电管理模块 140，电源管理模块 141，电  
20 池 142，天线 1，天线 2，移动通信模块 150，无线通信模块 160，音频模块 170，扬声器 170A，受话器 170B，麦克风 170C，耳机接口 170D，传感器模块 180，按键 190，马达 191，指示器 192，摄像头 193，显示屏 194，以及用户标识模块(subscriber identification module, SIM)卡接口 195 等。其中传感器模块 180 可以包括压力传感器 180A，陀螺仪传感器 180B，气压传感器 180C，磁传感器 180D，加速度传感器 180E，距离传感器 180F，接近  
25 光传感器 180G，指纹传感器 180H，温度传感器 180J，触摸传感器 180K，环境光传感器 180L，骨传导传感器 180M，图像传感器 180N 等，其中，图像传感器 180N 可以是包括独立的彩色传感器 1801N 和独立的运动传感器 1802N，也可以是包括彩色传感器的感光单元（可称为彩色传感器像素，图 1B 中未示出）和运动传感器的感光单元（可称为运动传感器像素，图 1B 中未示出）。

30 可以理解的是，本发明实施例示意的结构并不构成对电子设备 100 的具体限定。在本申请另一些实施例中，电子设备 100 可以包括比图示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者拆分某些部件，或者不同的部件布置。图示的部件可以以硬件，软件或软件和硬件的组合实现。

35 处理器 110 可以包括一个或多个处理单元，例如：处理器 110 可以包括应用处理器(application processor, AP)，调制解调处理器，图形处理器(graphics processing unit, GPU)，图像信号处理器(image signal processor, ISP)，控制器，视频编解码器，数字信号处理器(digital signal processor, DSP)，基带处理器，和/或神经网络处理器



(neural-network processing unit, NPU)等。其中,不同的处理单元可以是独立的器件,也可以集成在一个或多个处理器中。

控制器可以根据指令操作码和时序信号,产生操作控制信号,完成取指令和执行指令的控制。

5 处理器 110 中还可以设置存储器,用于存储指令和数据。在一些实施例中,处理器 110 中的存储器为高速缓冲存储器。该存储器可以保存处理器 110 刚用过或循环使用的指令或数据。如果处理器 110 需要再次使用该指令或数据,可从所述存储器中直接调用。避免了重复存取,减少了处理器 110 的等待时间,因而提高了系统的效率。

10 在一些实施例中,处理器 110 可以包括一个或多个接口。接口可以包括集成电路(inter-integrated circuit, I2C)接口,集成电路内置音频(inter-integrated circuit sound, I2S)接口,脉冲编码调制(pulse code modulation, PCM)接口,通用异步收发传输器(universal asynchronous receiver/transmitter, UART)接口,移动产业处理器接口(mobile industry processor interface, MIPI),通用输入输出(general-purpose input/output, GPIO)接口,用户标识模块(subscriber identity module, SIM)接口,和/或通用串行总线(universal serial bus, USB)接口等。

15 I2C 接口是一种双向同步串行总线,包括一根串行数据线(serial data line, SDA)和一根串行时钟线(derail clock line, SCL)。在一些实施例中,处理器 110 可以包含多组 I2C 总线。处理器 110 可以通过不同的 I2C 总线接口分别耦合触摸传感器 180K,充电器,闪光灯,摄像头 193 等。例如:处理器 110 可以通过 I2C 接口耦合触摸传感器 180K,使处  
20 理器 110 与触摸传感器 180K 通过 I2C 总线接口通信,实现电子设备 100 的触摸功能。

I2S 接口可以用于音频通信。在一些实施例中,处理器 110 可以包含多组 I2S 总线。处理器 110 可以通过 I2S 总线与音频模块 170 耦合,实现处理器 110 与音频模块 170 之间的通信。在一些实施例中,音频模块 170 可以通过 I2S 接口向无线通信模块 160 传递音频信号,实现通过蓝牙耳机接听电话的功能。

25 PCM 接口也可以用于音频通信,将模拟信号抽样,量化和编码。在一些实施例中,音频模块 170 与无线通信模块 160 可以通过 PCM 总线接口耦合。在一些实施例中,音频模块 170 也可以通过 PCM 接口向无线通信模块 160 传递音频信号,实现通过蓝牙耳机接听电话的功能。所述 I2S 接口和所述 PCM 接口都可以用于音频通信。

30 UART 接口是一种通用串行数据总线,用于异步通信。该总线可以为双向通信总线。它将要传输的数据在串行通信与并行通信之间转换。在一些实施例中,UART 接口通常被用于连接处理器 110 与无线通信模块 160。例如:处理器 110 通过 UART 接口与无线通信模块 160 中的蓝牙模块通信,实现蓝牙功能。在一些实施例中,音频模块 170 可以通过 UART 接口向无线通信模块 160 传递音频信号,实现通过蓝牙耳机播放音乐的功能。

35 MIPI 接口可以被用于连接处理器 110 与显示屏 194,摄像头 193 等外围器件。MIPI 接口包括摄像头串行接口(camera serial interface, CSI),显示屏串行接口(display serial interface, DSI)等。在一些实施例中,处理器 110 和摄像头 193 通过 CSI 接口通信,实现电子设备 100 的拍摄功能。处理器 110 和显示屏 194 通过 DSI 接口通信,实现电子设备 100

的显示功能。

GPIO 接口可以通过软件配置。GPIO 接口可以被配置为控制信号，也可被配置为数据信号。在一些实施例中，GPIO 接口可以用于连接处理器 110 与摄像头 193，显示屏 194，无线通信模块 160，音频模块 170，传感器模块 180 等。GPIO 接口还可以被配置为 I2C 接口，

5 I2S 接口，UART 接口，MIPI 接口等。

USB 接口 130 是符合 USB 标准规范的接口，具体可以是 Mini USB 接口，Micro USB 接口，USB Type C 接口等。USB 接口 130 可以用于连接充电器为电子设备 100 充电，也可以用于电子设备 100 与外围设备之间传输数据。也可以用于连接耳机，通过耳机播放音频。该接口还可以用于连接其他电子设备，例如 AR 设备等。

10 可以理解的是，本发明实施例示意的各模块间的接口连接关系，只是示意性说明，并不构成对电子设备 100 的结构限定。在本申请另一些实施例中，电子设备 100 也可以采用上述实施例中不同的接口连接方式，或多种接口连接方式的组合。

充电管理模块 140 用于从充电器接收充电输入。其中，充电器可以是无线充电器，也可以是有线充电器。在一些有线充电的实施例中，充电管理模块 140 可以通过 USB 接口 130

15 接收有线充电器的充电输入。在一些无线充电的实施例中，充电管理模块 140 可以通过电子设备 100 的无线充电线圈接收无线充电输入。充电管理模块 140 为电池 142 充电的同时，还可以通过电源管理模块 141 为电子设备供电。

电源管理模块 141 用于连接电池 142，充电管理模块 140 与处理器 110。电源管理模块 141 接收电池 142 和/或充电管理模块 140 的输入，为处理器 110，内部存储器 121，显示屏 194，摄像头 193，和无线通信模块 160 等供电。电源管理模块 141 还可以用于监测电池容量，电池循环次数，电池健康状态(漏电，阻抗)等参数。在其他一些实施例中，电源管理模块 141 也可以设置于处理器 110 中。在另一些实施例中，电源管理模块 141 和充电管理模块 140 也可以设置于同一个器件中。

20

电子设备 100 的无线通信功能可以通过天线 1，天线 2，移动通信模块 150，无线通信

25 模块 160，调制解调处理器以及基带处理器等实现。

天线 1 和天线 2 用于发射和接收电磁波信号。电子设备 100 中的每个天线可用于覆盖单个或多个通信频带。不同的天线还可以复用，以提高天线的利用率。例如：可以将天线 1 复用为无线局域网的分集天线。在另外一些实施例中，天线可以和调谐开关结合使用。

移动通信模块 150 可以提供应用在电子设备 100 上的包括 2G/3G/4G/5G 等无线通信的

30 解决方案。移动通信模块 150 可以包括至少一个滤波器，开关，功率放大器，低噪声放大器(low noise amplifier, LNA)等。移动通信模块 150 可以由天线 1 接收电磁波，并对接收的电磁波进行滤波，放大等处理，传送至调制解调处理器进行解调。移动通信模块 150 还可以对经调制解调处理器调制后的信号放大，经天线 1 转为电磁波辐射出去。在一些实施例中，移动通信模块 150 的至少部分功能模块可以被设置于处理器 110 中。在一些实施

35 例中，移动通信模块 150 的至少部分功能模块可以与处理器 110 的至少部分模块被设置在同一个器件中。

调制解调处理器可以包括调制器和解调器。其中，调制器用于将待发送的低频基带信

号调制为中高频信号。解调器用于将接收的电磁波信号解调为低频基带信号。随后解调器将解调得到的低频基带信号传送至基带处理器处理。低频基带信号经基带处理器处理后，被传递给应用处理器。应用处理器通过音频设备(不限于扬声器 170A, 受话器 170B 等)输出声音信号, 或通过显示屏 194 显示图像或视频。在一些实施例中, 调制解调处理器可以是独立的器件。在另一些实施例中, 调制解调处理器可以独立于处理器 110, 与移动通信模块 150 或其他功能模块设置在同一个器件中。

无线通信模块 160 可以提供应用在电子设备 100 上的包括无线局域网(wireless local area networks, WLAN) (如无线保真(wireless fidelity, Wi-Fi)网络), 蓝牙(bluetooth, BT), 全球导航卫星系统(global navigation satellite system, GNSS), 调频(frequency modulation, FM), 近距离无线通信技术(near field communication, NFC), 红外技术(infrared, IR)等无线通信的解决方案。无线通信模块 160 可以是集成至少一个通信处理模块的一个或多个器件。无线通信模块 160 经由天线 2 接收电磁波, 将电磁波信号调频以及滤波处理, 将处理后的信号发送到处理器 110。无线通信模块 160 还可以从处理器 110 接收待发送的信号, 对其进行调频, 放大, 经天线 2 转为电磁波辐射出去。

在一些实施例中, 电子设备 100 的天线 1 和移动通信模块 150 耦合, 天线 2 和无线通信模块 160 耦合, 使得电子设备 100 可以通过无线通信技术与网络以及其他设备通信。所述无线通信技术可以包括但不限于: 第五代移动通信技术(5th-Generation, 5G)系统, 全球移动通讯系统(global system for mobile communications, GSM), 通用分组无线服务(general packet radio service, GPRS), 码分多址接入(code division multiple access, CDMA), 宽带码分多址(wideband code division multiple access, WCDMA), 时分码分多址(time-division code division multiple access, TD-SCDMA), 长期演进(long term evolution, LTE), 蓝牙(bluetooth), 全球导航卫星系统(the global navigation satellite system, GNSS), 无线保真(wireless fidelity, WiFi), 近距离无线通信(near field communication, NFC), FM(也可以称为调频广播), 紫蜂协议(Zigbee), 射频识别技术(radio frequency identification, RFID)和/或红外(infrared, IR)技术等。所述 GNSS 可以包括全球卫星定位系统(global positioning system, GPS), 全球导航卫星系统(global navigation satellite system, GLONASS), 北斗卫星导航系统(beidou navigation satellite system, BDS), 准天顶卫星系统(quasi-zenith satellite system, QZSS)和/或星基增强系统(satellite based augmentation systems, SBAS)等。

在一些实施方式中, 电子设备 100 也可以包括有线通信模块(图 1B 中未示出), 或者, 此处的移动通信模块 150 或者无线通信模块 160 可以替换为有线通信模块(图 1B 中未示出), 该有线通信模块可以使电子设备通过有线网络与其他设备进行通信。该有线网络可以包括但不限于以下一项或者多项: 光传送网(optical transport network, OTN)、同步数字体系(synchronous digital hierarchy, SDH)、无源光网络(passive optical network, PON)、以太网(Ethernet)、或灵活以太网(flex Ethernet, FlexE)等。

电子设备 100 通过 GPU, 显示屏 194, 以及应用处理器等实现显示功能。GPU 为图像处理的微处理器, 连接显示屏 194 和应用处理器。GPU 用于执行数学和几何计算, 用于图形

渲染。处理器 110 可包括一个或多个 GPU，其执行程序指令以生成或改变显示信息。

显示屏 194 用于显示图像，视频等。显示屏 194 包括显示面板。显示面板可以采用液晶显示屏 (liquid crystal display, LCD)，有机发光二极管 (organic light-emitting diode, OLED)，有源矩阵有机发光二极体或主动矩阵有机发光二极体 (active-matrix organic light emitting diode 的, AMOLED)，柔性发光二极管 (flex light-emitting diode, FLED)，Miniled, MicroLed, Micro-oLed, 量子点发光二极管 (quantum dot light emitting diodes, QLED) 等。在一些实施例中，电子设备 100 可以包括 1 个或 N 个显示屏 194，N 为大于 1 的正整数。

电子设备 100 可以通过 ISP，摄像头 193，视频编解码器，GPU，显示屏 194 以及应用处理器等实现拍摄功能。

10 ISP 用于处理摄像头 193 反馈的数据。例如，拍照时，打开快门，光线通过镜头被传递到摄像头感光元件上，光信号转换为电信号，摄像头感光元件将所述电信号传递给 ISP 处理，转化为肉眼可见的图像。ISP 还可以对图像的噪点，亮度，肤色进行算法优化。ISP 还可以对拍摄场景的曝光，色温等参数优化。在一些实施例中，ISP 可以设置在摄像头 193 中。

15 摄像头 193 用于捕获静态图像或视频。物体通过镜头生成光学图像投射到感光元件。感光元件可以是电荷耦合器件 (charge coupled device, CCD) 或互补金属氧化物半导体 (complementary metal-oxide-semiconductor, CMOS) 光电晶体管。感光元件把光信号转换成电信号，之后将电信号传递给 ISP 转换成数字图像信号。ISP 将数字图像信号输出到 DSP 加工处理。DSP 将数字图像信号转换成标准的 RGB 摄像头 (或者称为 RGB 传感器) 0, YUV 等格式的图像信号。在一些实施例中，电子设备 100 可以包括 1 个或 N 个摄像头 193，N 为大于 1 的正整数。

数字信号处理器用于处理数字信号，除了可以处理数字图像信号，还可以处理其他数字信号。例如，当电子设备 100 在频点选择时，数字信号处理器用于对频点能量进行傅里叶变换等。

25 视频编解码器用于对数字视频压缩或解压缩。电子设备 100 可以支持一种或多种视频编解码器。这样，电子设备 100 可以播放或录制多种编码格式的视频，例如：动态图像专家组 (moving picture experts group, MPEG) 1, MPEG2, MPEG3, MPEG4 等。

30 NPU 为神经网络 (neural-network, NN) 计算处理器，通过借鉴生物神经网络结构，例如借鉴人脑神经元之间传递模式，对输入信息快速处理，还可以不断的自学习。通过 NPU 可以实现电子设备 100 的智能认知等应用，例如：图像识别，人脸识别，语音识别，文本理解等。

外部存储器接口 120 可以用于连接外部存储卡，例如 Micro SD 卡，实现扩展电子设备 100 的存储能力。外部存储卡通过外部存储器接口 120 与处理器 110 通信，实现数据存储功能。例如将音乐，视频等文件保存在外部存储卡中。

35 内部存储器 121 可以用于存储计算机可执行程序代码，所述可执行程序代码包括指令。内部存储器 121 可以包括存储程序区和存储数据区。其中，存储程序区可存储操作系统，至少一个功能所需的应用程序 (比如声音播放功能，图像播放功能等) 等。存储数据区可存

储电子设备 100 使用过程中所创建的数据(比如音频数据, 电话本等)等。此外, 内部存储器 121 可以包括高速随机存取存储器, 还可以包括非易失性存储器, 例如至少一个磁盘存储器件, 闪存器件, 通用闪存存储器(universal flash storage, UFS)等。处理器 110 通过运行存储在内部存储器 121 的指令, 和/或存储在设置于处理器中的存储器的指令, 执行电子设备 100 的各种功能应用以及数据处理。

电子设备 100 可以通过音频模块 170, 扬声器 170A, 受话器 170B, 麦克风 170C, 耳机接口 170D, 以及应用处理器等实现音频功能。例如音乐播放, 录音等。

音频模块 170 用于将数字音频信息转换成模拟音频信号输出, 也用于将模拟音频输入转换为数字音频信号。音频模块 170 还可以用于对音频信号编码和解码。在一些实施例中, 音频模块 170 可以设置于处理器 110 中, 或将音频模块 170 的部分功能模块设置于处理器 110 中。

扬声器 170A, 也称“喇叭”, 用于将音频电信号转换为声音信号。电子设备 100 可以通过扬声器 170A 收听音乐, 或收听免提通话。

受话器 170B, 也称“听筒”, 用于将音频电信号转换成声音信号。当电子设备 100 接听电话或语音信息时, 可以通过将受话器 170B 靠近人耳接听语音。

麦克风 170C, 也称“话筒”, “传声器”, 用于将声音信号转换为电信号。当拨打电话或发送语音信息时, 用户可以通过人嘴靠近麦克风 170C 发声, 将声音信号输入到麦克风 170C。电子设备 100 可以设置至少一个麦克风 170C。在另一些实施例中, 电子设备 100 可以设置两个麦克风 170C, 除了采集声音信号, 还可以实现降噪功能。在另一些实施例中, 电子设备 100 还可以设置三个, 四个或更多麦克风 170C, 实现采集声音信号, 降噪, 还可以识别声音来源, 实现定向录音功能等。

耳机接口 170D 用于连接有线耳机。耳机接口 170D 可以是 USB 接口 130, 也可以是 3.5mm 的开放移动电子设备平台(open mobile terminal platform, OMTp)标准接口, 美国蜂窝电信工业协会(cellular telecommunications industry association of the USA, CTIA)标准接口。

压力传感器 180A 用于感受压力信号, 可以将压力信号转换成电信号。在一些实施例中, 压力传感器 180A 可以设置于显示屏 194。压力传感器 180A 的种类很多, 如电阻式压力传感器, 电感式压力传感器, 电容式压力传感器等。电容式压力传感器可以是包括至少两个具有导电材料的平行板。当有力作用于压力传感器 180A, 电极之间的电容改变。电子设备 100 根据电容的变化确定压力的强度。当有触摸操作作用于显示屏 194, 电子设备 100 根据压力传感器 180A 检测所述触摸操作强度。电子设备 100 也可以根据压力传感器 180A 的检测信号计算触摸的位置。在一些实施例中, 作用于相同触摸位置, 但不同触摸操作强度的触摸操作, 可以对应不同的操作指令。例如: 当有触摸操作强度小于第一压力阈值的触摸操作作用于短消息应用图标时, 执行查看短消息的指令。当有触摸操作强度大于或等于第一压力阈值的触摸操作作用于短消息应用图标时, 执行新建短消息的指令。

陀螺仪传感器 180B 可以用于确定电子设备 100 的运动姿态。在一些实施例中, 可以通过陀螺仪传感器 180B 确定电子设备 100 围绕三个轴(即, x, y 和 z 轴)的角速度。陀螺仪

传感器 180B 可以用于拍摄防抖。示例性的, 当按下快门, 陀螺仪传感器 180B 检测电子设备 100 抖动的角度, 根据角度计算出镜头模组需要补偿的距离, 让镜头通过反向运动抵消电子设备 100 的抖动, 实现防抖。陀螺仪传感器 180B 还可以用于导航, 体感游戏场景。

5 气压传感器 180C 用于测量气压。在一些实施例中, 电子设备 100 通过气压传感器 180C 测得的气压值计算海拔高度, 辅助定位和导航。

磁传感器 180D 包括霍尔传感器。电子设备 100 可以利用磁传感器 180D 检测翻盖皮套的开合。在一些实施例中, 当电子设备 100 是翻盖机时, 电子设备 100 可以根据磁传感器 180D 检测翻盖的开合。进而根据检测到的皮套的开合状态或翻盖的开合状态, 设置翻盖自动解锁等特性。

10 加速度传感器 180E 可检测电子设备 100 在各个方向上(一般为三轴)加速度的大小。当电子设备 100 静止时可检测出重力的大小及方向。还可以用于识别电子设备姿态, 应用于横竖屏切换, 计步器等应用。

距离传感器 180F, 用于测量距离。电子设备 100 可以通过红外或激光测量距离。在一些实施例中, 拍摄场景, 电子设备 100 可以利用距离传感器 180F 测距以实现快速对焦。

15 接近光传感器 180G 可以包括例如发光二极管(LED)和光检测器, 例如光电二极管。发光二极管可以是红外发光二极管。电子设备 100 通过发光二极管向外发射红外光。电子设备 100 使用光电二极管检测来自附近物体的红外反射光。当检测到充分的反射光时, 可以确定电子设备 100 附近有物体。当检测到不充分的反射光时, 电子设备 100 可以确定电子设备 100 附近没有物体。电子设备 100 可以利用接近光传感器 180G 检测用户手持电子设备  
20 100 贴近耳朵通话, 以便自动熄灭屏幕达到省电的目的。接近光传感器 180G 也可用于皮套模式, 口袋模式自动解锁与锁屏。

环境光传感器 180L 用于感知环境光亮度。电子设备 100 可以根据感知的环境光亮度自适应调节显示屏 194 亮度。环境光传感器 180L 也可用于拍照时自动调节白平衡。环境光传感器 180L 还可以与接近光传感器 180G 配合, 检测电子设备 100 是否在口袋里, 以防误触。

25 指纹传感器 180H 用于采集指纹。电子设备 100 可以利用采集的指纹特性实现指纹解锁, 访问应用锁, 指纹拍照, 指纹接听来电等。

温度传感器 180J 用于检测温度。在一些实施例中, 电子设备 100 利用温度传感器 180J 检测的温度, 执行温度处理策略。例如, 当温度传感器 180J 上报的温度超过阈值, 电子设备 100 执行降低位于温度传感器 180J 附近的处理器的性能, 以便降低功耗实施热保护。在  
30 另一些实施例中, 当温度低于另一阈值时, 电子设备 100 对电池 142 加热, 以避免低温导致电子设备 100 异常关机。在其他一些实施例中, 当温度低于又一阈值时, 电子设备 100 对电池 142 的输出电压执行升压, 以避免低温导致的异常关机。

35 触摸传感器 180K, 也称“触控器件”。触摸传感器 180K 可以设置于显示屏 194, 由触摸传感器 180K 与显示屏 194 组成触摸屏, 也称“触控屏”。触摸传感器 180K 用于检测作用于其上或附近的触摸操作。触摸传感器可以将检测到的触摸操作传递给应用处理器, 以确定触摸事件类型。可以通过显示屏 194 提供与触摸操作相关的视觉输出。在另一些实施例中, 触摸传感器 180K 也可以设置于电子设备 100 的表面, 与显示屏 194 所处的位置不同。

骨传导传感器 180M 可以获取振动信号。在一些实施例中，骨传导传感器 180M 可以获取人体声部振动骨块的振动信号。骨传导传感器 180M 也可以接触人体脉搏，接收血压跳动信号。在一些实施例中，骨传导传感器 180M 也可以设置于耳机中，结合成骨传导耳机。音频模块 170 可以基于所述骨传导传感器 180M 获取的声部振动骨块的振动信号，解析出语音信号，实现语音功能。应用处理器可以基于所述骨传导传感器 180M 获取的血压跳动信号解析心率信息，实现心率检测功能。

图像传感器 180N，或称为感光器件或感光元件，是一种将光学图像转换成电子信号的设备，它被广泛地应用在数码相机和其他电子光学设备中，图像传感器是利用光电器件的光电转换功能将感光面上的光像转换为与光像成相应比例关系的电信号。与光敏二极管，光敏三极管等“点”光源的光敏元件相比，图像传感器是将其受光面上的光像，分成许多小单元（即像素），将其转换成可用的电信号的一种功能器件，其中，每个小单元对应图像传感器内的一个感光单元，感光单元也可称为传感器像素。图像传感器分为光导摄像管和固态图像传感器。与光导摄像管相比，固态图像传感器具有体积小、重量轻、集成度高、分辨率高、功耗低、寿命长、价格低等特点。若根据元件的不同，可分为电荷耦合元件（charge coupled device, CCD）和金属氧化物半导体元件（complementary metal-oxide semiconductor, CMOS）两大类；若根据拍摄的光学图像类型的不同，若根据拍摄的光学图像类型的不同，则可分为彩色传感器 1801N 和运动传感器 1802N 两大类。

具体地，彩色传感器 1801N，包括传统的 RGB 图像传感器，可以用于对摄像头拍摄的范围内的物体进行检测，每个感光单元对应图像传感器中的一个像点，由于感光单元只能感应光的强度，无法捕获色彩信息，因此必须在感光单元上方覆盖彩色滤光片。至于如何覆盖彩色滤光片，不同的传感器厂商有不同的解决方案，最常用的做法是覆盖 RGB 红绿蓝三色滤光片，以 1: 2: 1 的构成由四个像点构成一个彩色像素（即红蓝滤光片分别覆盖一个像点，剩下的两个像点都覆盖绿色滤光片），采取这种比例的原因是人眼对绿色较为敏感。在接受光照之后，感光单元产生对应的电流，电流大小与光强对应，因此感光单元直接输出的电信号是模拟的，之后再将输出的模拟电信号转换为数字信号，最终得到的所有数字信号以数字图像矩阵的形式输出给专门的 DSP 处理芯片处理。该传统的彩色传感器是按帧格式输出拍摄区域的全幅图像。

具体地，运动传感器 1802N，可以包括多种不同类型的视觉传感器，如可以包括基于帧的运动检测视觉传感器（motion detection vision sensor, MDVS）和基于事件的运动检测视觉传感器。可以用于对摄像头拍摄的范围内的运动物体进行检测，采集运动物体的运动轮廓或者运动轨迹等。

在一种可能的场景中，运动传感器 1802N 可以包括运动检测（Motion Detection, MD）视觉传感器，是一类检测运动信息的视觉传感器，运动信息源于摄像头和目标之间的相对运动，可以是摄像头运动，也可以是目标运动，还可以是摄像头和目标都在运动。运动检测视觉传感器包括基于帧的运动检测和基于事件的运动检测。基于帧的运动检测视觉传感器需要曝光积分，通过帧差获得运动信息。基于事件的运动检测视觉传感器无需积分，通过异步事件检测获得运动信息。

在一种可能的场景中,运动传感器 1802N 可以包括检测视觉传感器 (motion detection vision sensor, MDVS)、动态视觉传感器 (dynamic vision sensor, DVS)、主动式传感器 (active pixel sensor, APS)、红外传感器、激光传感器或者惯性测量单元 (Inertial Measurement Unit, IMU) 等。该 DVS 具体可以包括 DAVIS (Dynamic and Active-pixel Vision Sensor)、ATIS (Asynchronous Time-based Image Sensor) 或者 CeleX 传感器等传感器。DVS 借鉴了生物视觉的特性,每个像素模拟一个神经元,独立地对光照强度 (以下简称“光强”) 的相对变化做出响应。例如,若运动传感器为 DVS 时,当光强的相对变化超过阈值时,像素会输出一个事件信号,包括像素的位置、时间戳以及光强的特征信息。应理解,在本申请以下实施方式中,所提及的运动信息、动态数据或者动态图像等,都可以通过运动传感器采集得到。

例如,运动传感器 1802N 可以包括惯性测量单元 (Inertial Measurement Unit, IMU) 是测量物体三轴角速度以及加速度的装置。IMU 通常由三个单轴加速度计和三个单轴陀螺组成,分别测量物体的加速度信号和相对于导航坐标系的角速度信号,并以此解算出物体的姿态。例如,前述的该 IMU 具体可以包括前述的陀螺仪传感器 180B 和加速度传感器 180E。IMU 的优点是采集频率高。IMU 的数据采集频率一般可以达到 100HZ 以上,消费级的 IMU 可以捕捉高达 1600HZ 的数据。在较短时间内,IMU 可以给出高精度的测量结果。

例如,运动传感器 1802N 可以包括主动式传感器 (active pixel sensor, APS)。例如,以 >100HZ 的高频率捕捉 RGB 图像,并对相邻两帧图像做减法得到变化的值。这个变化值大于阈值的,如 >0 就设置为 1,不大于阈值,如 =0 则设置为 0,最终得到的数据与 DVS 得到的数据类似,完成对运动对象的图像的捕获。

按键 190 包括开机键,音量键等。按键 190 可以是机械按键。也可以是触摸式按键。电子设备 100 可以接收按键输入,产生与电子设备 100 的用户设置以及功能控制有关的键信号输入。

马达 191 可以产生振动提示。马达 191 可以用于来电振动提示,也可以用于触摸振动反馈。例如,作用于不同应用 (例如拍照,音频播放等) 的触摸操作,可以对应不同的振动反馈效果。作用于显示屏 194 不同区域的触摸操作,马达 191 也可对应不同的振动反馈效果。不同的应用场景 (例如:时间提醒,接收信息,闹钟,游戏等) 也可以对应不同的振动反馈效果。触摸振动反馈效果还可以支持自定义。

指示器 192 可以是指示灯,可以用于指示充电状态,电量变化,也可以用于指示消息,未接来电,通知等。

SIM 卡接口 195 用于连接 SIM 卡。SIM 卡可以通过插入 SIM 卡接口 195, 或从 SIM 卡接口 195 拔出,实现和电子设备 100 的接触和分离。电子设备 100 可以支持 1 个或 N 个 SIM 卡接口, N 为大于 1 的正整数。SIM 卡接口 195 可以支持 Nano SIM 卡, Micro SIM 卡, SIM 卡等。同一个 SIM 卡接口 195 可以同时插入多张卡。所述多张卡的类型可以相同,也可以不同。SIM 卡接口 195 也可以兼容不同类型的 SIM 卡。SIM 卡接口 195 也可以兼容外部存储卡。电子设备 100 通过 SIM 卡和网络交互,实现通话以及数据通信等功能。在一些实施例中,电子设备 100 采用 eSIM, 即: 嵌入式 SIM 卡。eSIM 卡可以嵌在电子设备 100 中,不能和电子设备 100 分离。



## 二、系统架构

电子设备在实现图像拍摄、读取或者保存的过程中，涉及到多个部件之间的变化，下面本申请对从数据采集、数据编解码、图像增强、图像重构或应用的场景等进行详细介绍。

5 示例性地，以一种图像的采集和处理的场景为例，如图2所示，对电子设备的处理流程进行示例性说明。

数据采集：可以通过类脑摄像头、RGB摄像头或其结合来采集数据。类脑摄像头可以包括放生视觉传感器，利用集成电路对生物视网膜进行仿真，每个像素模拟了生物神经元，对光强的变化以事件的形式进行表达。经过发展，出现了多种不同类型的仿生视觉传感器，其共同特征都是像素阵列独立异步监测光强变化，将变化作为事件信号输出，如前述的运动传感器DVS或者DAVIS等。RGB摄像头将模拟信号转换成数字信号，进而将其储存在存储介质里。还可以通过类脑摄像头和RGB摄像头结合来采集数据，例如，将类脑摄像头和RGB采集到的数据投射至同一画布中，每个像素点的值可以是基于类脑摄像头和/或RGB摄像头反馈的值确定的，或者每个像素点的值可以包括类脑摄像头和RGB分别作为独立的通道的值。通过类脑摄像头、RGB摄像头或其结合可以将光信号转换为电信号，从而得到以帧为单位的数据流或者以事件为单位的事件流。本申请以下将RGB摄像头采集到的图像称为RGB图像，将类脑摄像头采集到的图像称为事件图像。

数据编解码：包括了数据编码和数据解码。数据编码可以包括在数据采集之后，对采集到的数据进行编码，并将编码后的数据保存至存储介质中。数据解码可以包括从存储介质中读取数据，并对该数据进行解码，将数据解码为可供后续的认识、检测等使用的数据。此外，还可以根据数据编解码的方式，来调整数据采集的方式，从而实现更高效的数据采集和数据编解码。数据的编解码可以分为多种，包括基于类脑摄像头的编解码、基于类脑摄像头和RGB摄像头的编解码或者基于RGB摄像头的编解码等。具体地，在进行编码的过程中，可以是对类脑摄像头、RGB摄像头或其结合采集到的数据进行编码，使之按照一定的格式存储在存储介质中，在进行解码的过程中，可以对存储在存储介质中的数据进行解码，解码为可供后续使用的数据。例如，用户在第一天可以通过类脑摄像头、RGB摄像头或其结合来采集视频或者图像数据，并对该视频或者图像数据进行编码，存储在存储介质中。第二天可以从存储介质中读取数据，并对数据进行解码，从而得到可播放的视频或者图像。

图像优化：即在前述的类脑摄像头或者RGB摄像头采集到图像之后，读取采集到的图像，然后对采集到的图像进行增强或者重构等优化处理，以便于后续基于优化后的图像进行处理。示例性地，图像增强和重构可以包括图像重建或运动补偿等。运动补偿，例如通过DVS采集到的运动的对象的运动参数，对事件图像或者RGB图像中运动的对象进行补偿，从而使得到的事件图像或者RGB图像更清晰。图像重建，例如通过类脑视觉摄像头采集到的图像，来重建RGB图像，从而即使在运动场景下也可以通过DVS采集到的数据来得到清晰的RGB图像。

应用场景：在通过图像优化得到优化后的RGB图像或者事件图像之后，可以使用优化后的RGB图像或者事件图像进行进一步的应用，当然，也可以是对采集到的RGB图像或者事件图像进行进一步应用，具体可以根据实际应用场景来调整。

具体地，应用的场景可以包括：运动摄影增强、DVS图像和RGB图像融合、检测识别、

同步定位与建图 (simultaneous localization and mapping, SLAM)、眼动跟踪、关键帧选择或者位姿估计等。例如, 运动摄影增强即在拍摄具有运动的对象的场景下, 对拍摄到的图像进行增强处理, 从而拍摄到更清晰的运动对象。DVS图像和RGB图像融合, 即通过DVS采集到的运动中的对象, 对RGB图像进行增强, 对RGB图像中存在运动的对象或者受大光比影响的对象进行补偿, 从而得到更清晰的RGB图像。检测识别即基于RGB图像或者事件图像来进行目标检测或者目标识别。眼动跟踪即根据采集到的RGB图像、事件图像或者优化后的RGB图像、事件图像等对用户的眼动来进行跟踪, 确定用户的注视点、注视方向等信息。关键帧选择即结合类脑摄像头采集到的信息, 从RGB摄像头采集到的视频数据中来选择某些帧作为关键帧。

10 此外, 在本申请以下实施方式中, 在不同的实施方式中可能需要启动的传感器不同。例如, 在采集数据时, 在通过运动补偿对事件图像进行优化时, 可以启动运动传感器, 可选地还可以启动 IMU 或者陀螺仪等, 在图像重建的实施方式中, 可以启动运动传感器来采集事件图像, 然后结合事件图像进行优化, 或者, 在运动摄影增强的实施方式中, 可以启动运动传感器和 RGB 传感器等, 因此, 在不同的实施方式中, 可以选择启动相应的传感器。

15 具体地, 本申请提供的方法可以应用于电子设备, 该电子设备可以包括 RGB 传感器和运动传感器等, RGB 传感器用于采集拍摄范围内的图像, 运动传感器用于采集对象在运动传感器的检测范围内相对于运动传感器运动时产生的信息, 该方法包括: 基于场景信息从 RGB 传感器和运动传感器中选择至少一种, 并通过选择出的传感器采集数据, 场景信息包括电子设备的状态信息、电子设备中请求采集图像的应用程序的类型或者环境信息中的至少一种。

20 在一种可能的实施方式中, 前述的状态信息包括电子设备的剩余电量、剩余存储量 (或者说可用存储量) 或者 CPU 负载等信息。

在一种可能的实施方式中, 前述的环境信息可以包括彩色 RGB 传感器和运动传感器的拍摄范围内的光照强度的变化值或拍摄范围内的运动的对象的信息。例如, 该环境信息可以包括 RGB 传感器或者 DVS 传感器的拍摄范围内的光照强度的变化情况, 或者, 该拍摄范围内的对象的运动情况, 如对象的运动速度、运动方向等信息, 或者该拍摄范围内的对象的异常运动情况, 如对象的速度突变、方向突变等情况。

前述的电子设备中请求采集图像的应用程序的类型可以理解为, 该电子设备中承载了安卓、Linux 或者鸿蒙等系统, 可以在该系统中运行应用程序, 且该系统中运行的程序可以分为多种类型, 如拍照类型的应用程序或者目标检测的应用程序等。

通常, 运动传感器对运动变化敏感, 而对静态场景不敏感, 通过发放事件对运动变化做出响应, 由于静态区域几乎不发放事件, 因此其数据仅表达运动变化区域的光强信息, 并不是完整的全场景光强信息。RGB 彩色摄像头则擅长对自然场景进行完整的色彩记录, 再现场景中的纹理细节。

35 以前述的电子设备为手机为例, 缺省配置为 DVS 摄像头 (即 DVS 传感器) 关闭。当使用摄像头时, 根据当前被调用的应用类型, 如拍照 APP 调用摄像头, 如果为高速运动状态, 则需要同时开启 DVS 摄像头和 RGB 摄像头 (即 RGB 传感器); 如果请求调用摄像头的 APP 是

用于物体检测或者运动检测的 APP，不需要进行物体拍照和人脸识别，则可以选择开启 DVS 摄像头，不开启 RGB 摄像头。

可选的，还可以根据当前设备的状况选择摄像头启动模式，例如当前电量低于一定阈值时，后者用户启动省电模式，无法进行正常拍照，可以仅开启 DVS 摄像头，因为虽然 DVS 摄像头照片成像不清晰，但是功耗低，并且在运动物体检测时，不需要进行高清成像。

可选的，设备可以感知周围环境，来决定是否切换摄像头模式，例如夜景时，或者当前设备处于高速运动时，可以开启 DVS 摄像头。如果是静态场景，则可不开启 DVS 摄像头。

综合以上的应用类型，环境信息，设备状态，确定摄像头启动模式，并且在运行过程中，可以决策是否触发摄像头模式切换，从而在不同的场景中启动不同的传感器，适应能力强。

可以理解为，启动模式包括 3 种，只开启 RGB 摄像头，只开启 DVS 摄像头，RGB 和 DVS 摄像头同时开启。并且，针对不同的产品，检测应用类型和环境检测的参考因素可以不同。

例如，安防场景下的摄像机具有移动侦测 (motion detection) 功能，只有在检测到运动物体时摄像机才存储录像，从而减少存储空间，延长硬盘存储时长。具体的，当 DVS 和 RGB 摄像头应用于家居或者安防摄像头时，缺省仅开启 DVS 摄像头进行运动检测和分析，当 DVS 摄像头检测到异常运动、异常行为 (如对象突然运动、突然改变运动方向等)，例如有人靠近，或有显著的光强变化，启动 RGB 摄像头进行拍摄，记录这一时段的全场景纹理图像，作为监控凭证。当异常运动结束后，又切换为 DVS 工作，RGB 摄像头待机的工作状态，显著节省数据量以及监控设备功耗。

以上间歇式摄像方法，利用了 DVS 低功耗的优势，同时 DVS 基于事件运动检测更快，相比基于图像的运动检测具有更快的响应，检测更准。实现全天候不间断检测。实现更加精准，低功耗，节省存储空间的方法。

又例如，当 DVS 和 RGB 摄像头应用于车载辅助/自动驾驶，行车过程中，当遇到对向来车开启远光灯，或夕阳直射，或进出隧道的情况，RGB 摄像头可能无法拍摄到有效的场景信息，此时 DVS 虽然无法获取纹理信息，但可以获得场景内的大致轮廓信息，这对于驾驶员的判断具有极大的辅助价值。此外，大雾天气下，DVS 拍摄的轮廓信息也可以辅助判断路况。因此，可在特定场景下触发 DVS 与 RGB 摄像头进行主从工作状态切换，如在光强剧烈变化时触发，或在极端天气下触发。

当 DVS 摄像头应用于 AR/VR 眼镜时，以上流程同样成立。当使用 DVS 用于 SLAM 或者眼动跟踪时，可以根据设备状态和周围环境，决定摄像头的启动模式。

在本申请以下实施方式中，在使用某一传感器采集到的数据时，即打开了该传感器，以下不再赘述。

下面结合上述的不同工作模式以及前述图 2 对本申请提供的不同实施方式进行说明。

### 三、方法流程

前述对本申请提供的电子设备以及系统架构进行了示例性说明，下面结合前述图 1A-图 2，对本申请提供的方法进行详细说明。具体地，结合前述图 2 的架构，分别对各个模块对应的方法进行分别说明，应理解，本申请以下所提及的方法步骤，可以单独实施，也可

以是组合起来在一个设备中实施，具体可以根据实际应用场景调整。

### 1、数据采集和编解码

下面对数据采集和数据编解码的过程结合起来进行示例性说明。

在传统技术中，视觉传感器（即前述的运动传感器）普遍采用基于事件流的异步读取模式（下文也简称“基于事件流的读取模式”或“异步读取模式”）和基于帧扫描的同步读取模式（下文也简称“基于帧扫描的读取模式”或“同步读取模式”）。对于已经制造完成的视觉传感器，仅能够采用两种模式中的一种。根据具体的应用场景及运动状态，上述两种读取模式在单位时间内所需读取的信号数据量可能具有显著差异，进而输出读取数据所需的代价也不尽相同。图 3-a 和图 3-b 分别示出了基于事件流的异步读取模式和基于帧扫描的同步读取模式下读取数据量与时间的关系的示意图。

一方面，仿生视觉传感器，因其具有对运动敏感的特性，而环境中的静态区域通常不产生光强变化事件（在本文在也被称为“事件”），这类传感器几乎全部采用基于事件流的异步读取模式，事件流是指事件按照一定顺序排列。下面以 DVS 为例，对异步读取模式进行示例性说明。根据 DVS 的采样原理，通过比较当前光强与上一次事件发生时的光强，当其变化量达到预定发放阈值  $C$ （以下简称为预定阈值）时，产生并输出一个事件。即通常在当前光强与上一次事件产生时的光强的差异超过预定阈值  $C$  时，DVS 将产生一个事件，可用公式 1-1 进行描述：

$$|L - L'| \geq C \quad (1-1)$$

其中  $L$  和  $L'$  分别表示当前时刻的光强和上一次事件发生时的光强。

其中，对于异步读取模式，每个事件可以表示为  $\langle x, y, t, m \rangle$ ， $(x, y)$  表示产生事件的像素位置， $t$  表示产生事件的时间， $m$  表示光强的特征信息。具体而言，视觉传感器的像素阵列电路中的像素测量环境中的光强变化量。如果测量到的光强变化量超过预定阈值，则像素可以输出指示事件的数据信号。因此，在基于事件流的异步读取模式下，视觉传感器的像素被进一步区分为产生光强变化事件的像素和未产生光强变化事件的像素。光强变化事件可以通过产生事件的像素的坐标信息  $(x, y)$ 、该像素处的光强的特征信息以及光强的特征信息被读取的时间  $t$  等来表征。坐标信息  $(x, y)$  可用于在像素阵列电路中唯一地标识像素，例如， $x$  表示像素在像素阵列电路中所位于的行索引， $y$  表示像素在像素阵列电路中所位于的列索引。通过标识与像素相关联的坐标和时间戳，能够唯一地确定发生光强变化事件的时空位置，继而可以将所有的事件按发生的先后顺序构成一个事件流。

在部分 DVS 传感器（如 DAVIS 传感器、ATIS 传感器等）中， $m$  表示光强的变化趋势，也可以称为极性信息，通常用 1 比特-2 比特进行表示，取值可以为 ON/OFF，其中 ON 表示光强增强，OFF 表示光强减弱，即当光强增加并超过预定阈值时，产生 ON 脉冲；当光强减少并超过预定阈值时，产生 OFF 脉冲（本申请用“+1”表示光强增强，用“-1”表示光强减弱）。在某些 DVS 传感器，如 Ce1eX 传感器进行运动对象监测的场景中  $m$  表示绝对光强信息，也可以称为光强信息，通常用多个比特表示，比如采用 8 比特-12 比特进行表示。

在异步读取模式下，只有产生光强变化事件的像素处的数据信号才会被读取。因而，对于仿生视觉传感器而言，所需读取的事件数据具有稀疏异步的特性。如图 3-a 的曲线 101

所示，视觉传感器工作在基于事件流的异步读取模式下，当像素阵列电路中发生的光强变化事件的速率变化时，视觉传感器所需读取的数据量也随时间变化。

另一方面，传统的视觉传感器，诸如手机摄像头、数字摄像机等通常采用基于帧扫描的同步读取模式。该读取模式并未对视觉传感器的像素是否产生光强变化事件进行区分。无论在某一像素处是否产生光强变化事件，该像素所生成的数据信号均被读取。在读取数据信号时，视觉传感器按照预定顺序扫描像素阵列电路，同步读取各个像素处的指示光强的特征信息  $m$ （光强的特征信息  $m$  在上文已经进行了介绍，这里不再重复赘述），并按照顺序输出为第 1 帧数据、第 2 帧数据等等。因而，如图 3-b 的曲线 102 所示，在同步读取模式下，视觉传感器读取的每一帧数据量具有相同的大小，数据量随时间保持不变。例如，假定采用 8 比特来表示一个像素的光强度值，而视觉传感器中的像素总数为 66 个，则一帧数据的数据量为 528 比特。通常，帧与帧之间按照相等的时间间隔输出，例如可以按照每秒 30 帧、每秒 60 帧、每秒 120 帧等速率输出。

申请人发现目前的视觉传感器仍然存在缺陷，至少包括以下几个方面：

首先、单一的读取模式无法适应所有场景，不利于缓解数据传输和存储方面的压力。

如图 3-a 的曲线 101 所示，视觉传感器工作在基于事件流的异步读取模式下，当像素阵列电路中发生的光强变化事件的速率变化时，视觉传感器所需读取的数据量也随时间变化。在静态场景中产生的光强变化事件较少，因而视觉传感器所需读取的总数据量也较低。而在动态场景中，例如剧烈运动时，大量产生光强变化事件，视觉传感器所需读取的总数据量也随之上升，在一些场景中，大量产生光强变换事件，导致总数据量超过带宽限制，可能会出现事件丢失或者延迟读出的情况。如图 3-b 的曲线 102 所示，视觉传感器工作在基于帧的同步读出模式下，无论像素是否发生变化，都需要在一帧表示该像素的状态或强度值。当只有少量像素发生变化时，这种表示代价较大。

在不同应用场景以及运动状态下，采用两种模式的输出和存储代价可能具有显著的差异。例如，拍摄静态场景时，在一段时间内仅有少量像素产生光强变化事件。通过示例的方式，例如，在一次扫描中，像素阵列电路中只有三个像素处产生光强变化事件。在异步读取模式下只需读取这三个像素的坐标信息  $(x, y)$ 、时间信息  $t$  以及光强变化量，就可以表征着三个光强变化事件。假定在异步读取模式中，针对一个像素的坐标、读取时间戳和光强变化量分别分配 4、2、2 个比特，则该读取模式下所需读取的总数据量为 30 比特。而在同步读取模式下，尽管仅有三个像素产生指示光强变化事件的有效数据信号，但是仍需读取整个阵列的所有像素输出的数据信号，以形成完整的一帧数据。假定在同步读取模式中，针对每个像素分配 8 比特，像素阵列电路的像素总数为 66，则所需读取的总数据量为 528 比特。由此可见，即便像素阵列电路中存在大量未产生事件的像素，在同步读取模式中仍需分配如此之多的比特。从表示代价的角度来看是不经济的，并且增加了数据传输和存储方面的压力。因而，在这种情况下，采用异步读取模式更为经济。

在另一示例中，当场景内发生剧烈运动或者环境中的光强度发生剧烈变化时，诸如有大量人员走动、或突然开关灯等等，视觉传感器中有大量像素在短时间内测量到光强变化并产生指示光强变化事件的数据信号。由于在异步读取模式下表征单个事件的数据量多于

在同步读取模式下表征单个事件的数据量，在这种情况下采用异步读取模式可能需要极大表示代价。具体而言，像素阵列电路中的每一行可能存在连续多个像素产生光强变化事件，对于每个事件均需传输坐标信息  $(x, y)$ 、时间信息  $t$  以及光强的特征信息  $m$ 。这些事件之间的坐标变化往往只有一个单位的偏差，读取时间也基本相同。在这种情况下，异步读取模式对于坐标和时间信息的表示代价较大，会引起数据量激增。而在同步读取模式中，无论任一时刻在像素阵列电路中产生的光强变化事件的数目为多少，各个像素都输出仅指示光强变化量的数据信号，无需为每个像素的坐标信息和时间信息分配比特。因而，对于事件稠密的情形，采用同步读取模式更为经济。

其次、单一的事件表示方式无法适应所有场景，采用光强信息表示事件不利于缓解数据传输和存储方面的压力，采用极性信息表示事件影响对事件的处理和分析。

上文介绍了同步读取模式以及异步读取模式，读出的事件均需要通过光强的特征信息  $m$  表示，光强的特征信息包括极性信息和光强信息。本文将通过极性信息表示的事件称为极性格式的事件，将通过光强信息表示的事件称为光强格式的事件。对于已经制造完成的视觉传感器，仅能够采用两种事件格式中的一种，即采用极性信息表示事件，或者采用光强信息表示事件。下面以异步读取模式为例对极性格式的事件和光强格式的事件的优缺点进行说明。

在异步读取模式下，采用极性信息表示事件时，极性信息  $p$  通常由 1 比特-2 比特表示，携带的信息较少，仅能表示光强的变化趋势是增加还是减弱，所以采用极性信息表示事件影响对事件的处理和分析，比如采用极性信息表示的事件，在图像重构时难度较大，用于物体识别的精度也较差。采用光强信息表示事件时，通常由多比特进行表示，比如采用 8 比特-12 比特进行表示，相比于极性信息，光强信息可以携带的信息更多，有利于对事件的处理和分析，比如可以提升图像重构的质量，但由于数据量较大，获取光强信息表示的事件需要的时间也更长。根据 DVS 采样原理，当像素的光强变化超过预定阈值时将产生事件，那么当场景中出现大面积的物体运动或光强波动时（例如进出隧道口，房间开关灯等场景），视觉传感器将面临事件突增的问题，在视觉传感器的预置最大带宽（以下简称为带宽）一定的情况下，存在事件数据无法被读出的情况。目前通常采用随机丢弃的方式处理。若采用随机丢弃，虽然能够保证传输数据量不超过带宽，但造成了数据丢失，在某些特殊应用场景下（例如自动驾驶等），随机丢弃的数据可能具有较高的重要性。换句话说，在事件大量触发的时候，数据量超过带宽，光强格式的数据无法完全输出到 DVS 的外部，导致部分事件丢失。这些丢失的事件可能不利于对事件的处理和分析，比如在亮度重建过程中可能会带来拖影，轮廓不完整的情况。

为了解决上述问题，本申请实施例提供一种视觉传感器，基于像素阵列电路产生的光强变化事件的统计结果，比较两种读取模式下的数据量，从而可以切换至适合当前应用场景和运动状态的读取模式。此外，基于像素阵列电路产生的光强变化事件的统计结果，比较光强信息表示的事件的数据量与带宽之间的关系，从而调整事件的表示精度，在满足带宽限制的前提下，以合适的表示方式将事件都传输出来，尽可能以更大的表示精度传输所有事件。

下面对本申请实施例提供的一种视觉传感器进行介绍。

图 4-a 示出了本申请提供的一种视觉传感器的框图。视觉传感器可以被实现为视觉传感器芯片，并能够以至少基于帧扫描的读取模式和基于事件流的读取模式中的一种来读取指示事件的数据信号。如图 4-a 所示，视觉传感器 200 包括像素阵列电路 210 以及读取电路 220。视觉传感器与控制电路 230 相耦合。应当理解，图 4-a 所示的视觉传感器仅用于示例性目的，而不暗示对于本申请的范围的任何限制。本申请的实施例还可以被体现在不同的传感器架构中。另外，还应当理解，视觉传感器还可以包括用于实现图像采集、图像处理、图像传输等目的的其他元件或实体，为了便于描述未被示出，但不意味着本申请的实施例不具备这些元件或实体。

像素阵列电路 210 可以包括一个或多个像素阵列，并且每个像素阵列包括多个像素，每个像素具有用于唯一标识的位置信息，例如坐标  $(x, y)$ 。像素阵列电路 210 可用于测量光强变化量，生成与多个像素对应的多个数据信号。在一些可能的实施例中，每个像素被配置为独立地对环境中的光强变化做出响应。在一些可能的实施例中，像素将所测量的光强变化量与预定阈值进行比较，如果测量到的光强变化量超过预定阈值，则该像素生成指示光强变化事件的第一数据信号，例如，该第一数据信号包括极性信息，比如+1 或-1，或者该第一数据信号也可以是绝对光强信息。在该示例中，第一数据信号可以指示对应像素处的光强变化趋势或绝对光强度值。在一些可能的实施例中，如果测量到的光强变化量未超过预定阈值，则该像素生成与第一数据信号不同的第二数据信号，例如 0。在本申请的实施例中，数据信号可以指示包括，但不限于光强极性、绝对光强度值、光强度的变化值等等。光强极性可以表示光强变化的趋势，例如，增强或减弱，通常用+1 和-1 表示。绝对光强度值可以表示在当前时刻测量的光强度值。取决于传感器的结构、用途和种类，关于光强度或光强变化量可以具有不同的物理意义。本申请的范围在此方面不受限制。

读取电路 220 被耦合至像素阵列电路 210 和控制电路 230，并且可以与二者通信。读取电路 220 被配置为读取像素阵列电路 210 输出的数据信号，可以理解为读取电路 220 读取像素阵列 210 输出的数据信号到控制电路 230 中。控制电路 230 被配置为可以控制读取电路 220 读取数据信号的模式，控制电路 230 还可以被配置为控制输出的数据信号的表示方式，换句话说，控制数据信号的表示精度，比如控制电路可以控制视觉传感器输出通过极性信息表示的事件，或者通过光强信息表示的事件，或者通过某个固定的比特位数表示的事件等等，将在下文结合具体的实施方式进行说明。

根据本申请的可能的实施例，控制电路 230 可以如图 4-a 所示的作为视觉传感器 200 外部的独立电路或芯片，通过总线接口连接到视觉传感器 200。在另一些可能的实施例中，控制电路 230 也可以作为视觉传感器内部的电路或芯片，与其中的像素阵列电路和读取电路集成在一起。图 4-b 示出了根据本申请的可能的实施例的另一视觉传感器 300 的框图。视觉传感器 300 可以作为视觉传感器 200 的一种示例实现。如图 4-b 所示，为本申请提供的一种视觉传感器的另一种框图。视觉传感器包括像素阵列电路 310、读取电路 320 和控制电路 330。像素阵列电路 310、读取电路 320 和控制电路 330 在功能上与图 4-a 所示的像素阵列电路 210、读取电路 220 以及控制电路 230 相同，因而在此不再进行赘述。应当理

解的是，视觉传感器仅用于示例性目的，而不暗示对于本申请的范围的任何限制。本申请的实施例还可以被体现在不同的视觉传感器中。另外，还应当理解，视觉传感器还可以包括其他元件、模块或实体，出于清楚的目的未被示出，但不意味着本申请的实施例不具备这些元件或实体。

5 基于前述的视觉传感器的架构，下面对本申请提供的视觉传感器进行详细说明。

读取电路 220 可以被配置为按照预定顺序扫描像素阵列电路 210 中的像素，以读取对应像素生成的数据信号。在本申请的实施例中，读取电路 220 被配置为能够以多于一种信号读取模式来读取像素阵列电路 210 输出的数据信号。例如，读取电路 220 可以以第一读取模式和第二读取模式中的其中一种读取模式进行读取。在本文的上下文中，第一读取模式  
10 和第二读取模式分别对应于基于帧扫描的读取模式和基于事件流的读取模式中的其中一种模式，进一步地，第一读取模式可以指代读取电路 220 的当前读取模式，第二读取模式可以指代可切换的备选读取模式。

参考图 5，其示出了根据本申请的实施例的基于帧扫描的同步读取模式和基于事件流的异步读取模式的原理的示意图。如图 5 的上半部分所示，黑色圆点表示产生光强变化事件的像素，白色圆点表示未产生光强变化事件的像素。左侧虚线方框表示基于帧扫描的同步  
15 读取模式，其中所有像素基于所接收的光信号生成的电压信号，继而经过模数转换后输出数据信号，在该模式下，读取电路 220 通过读取所有像素生成的数据信号来构成一帧数据。右侧虚线方框表示基于事件流的异步读取模式，在该模式下，当读取电路 220 扫描到产生光强变化事件的像素时，可以获取该像素的坐标信息  $(x, y)$ 。然后，仅读取产生光强  
20 变化事件的像素所生成的数据信号，并记录读取时间  $t$ 。在像素阵列电路中存在多个产生光强变化事件的像素的情况下，读取电路 220 按照扫描顺序，依次读取多个像素生成的数据信号，并构成事件流作为输出。

图 5 的下半部分从表示代价（例如，所需读取的数据量）的角度来描述两种读取模式。如图 5 所示，在同步读取模式下，读取电路 220 每次读取的数据量是相同的，例如 1 帧数据。  
25 在图 5 中示出为第 1 帧数据 401-1 和第 2 帧数据 401-2。根据表示单个像素的数据量（例如，比特数目  $B_p$ ）和像素阵列电路中的像素总数  $M$  即可确定要读取的一帧数据量为  $M \cdot B_p$ 。在异步读取模式下，读取电路 220 读取指示光强变化事件的数据信号，继而将所有的事件按发生的先后顺序构成一个事件流 402。在此情况下，读取电路 220 每次读取的数据量与用于表示单个事件的事件数据量  $B_e$ （例如，表示产生事件的像素的坐标  $(x, y)$ 、  
30 读取时间戳  $t$  以及光强的特征信息的比特数目的总和）以及光强变化事件的数目  $N_e$  有关。

在一些实施方式中，读取电路 220 可以被配置向控制电路 230 提供所读取的至少一个数据信号。例如，读取电路 220 可以向控制电路 230 提供在一段时间内读取的数据信号，以供控制电路 230 进行历史数据统计和分析。

在一些可能的实施例中，在当前采用的第一读取模式为基于事件流的读取模式的情况下，  
35 读取电路 220 读取像素阵列电路 210 中产生光强变化事件的像素生成的数据信号，为了描述方便，以下将这些数据信号也称为第一数据信号。具体而言，读取电路 220 通过扫描像素阵列电路 210，确定与光强变化事件有关的像素的位置信息  $(x, y)$ 。基于像素的位



置信息  $(x, y)$ , 读取电路 220 读取多个数据信号中的、由像素生成的第一数据信号, 以获取该第一数据信号指示的光强的特征信息和读取时间信息  $t$ 。通过示例的方式, 在基于事件流的读取模式中, 读取电路 220 每秒读取的事件数据量可以表示为  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  个比特, 即读取电路 220 的读取数据速率为  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  比特每秒 (bit per second, bps), 其中  $B_{ev}$  为基于事件流的读取模式下针对每个光强变化事件所分配的事件数据量 (例如, 比特数目), 其中前  $b_x$  和  $b_y$  个比特用于表示像素坐标  $(x, y)$ , 接下来的  $b_t$  个比特用于表示数据信号被读取的时间戳  $t$ , 最后  $b_f$  个比特用于表示数据信号所指示的光强的特征信息, 即  $B_{ev} = b_x + b_y + b_t + b_f$ ,  $N_{ev}$  为读取电路 220 基于一段时间内对像素阵列电路 210 中产生的光强变化事件的数目历史统计而得出的每秒产生的平均事件数目。由于基于帧扫描的读取模式, 读取电路 220 所读取的每一帧数据量可以表示为  $M \cdot B_p$  个比特, 每秒读取的数据量为  $M \cdot B_p \cdot f$  比特, 即, 读取电路 220 的读取数据速率为  $M \cdot B_p \cdot f$  bps, 其中给定视觉传感器 200 中的像素总数为  $M$ ,  $B_p$  为与基于帧扫描的读取模式下针对每个像素分配的像素数据量 (例如, 比特数目),  $f$  为读取电路 220 在基于帧扫描的读取模式下的预定帧速率, 即读取电路 220 以该模式下的预定帧速率  $f$  Hz 扫描像素阵列电路 210, 以读取像素阵列电路 210 中的所有像素生成的数据信号。所以,  $M$ ,  $B_p$  以及  $f$  均为已知量, 可以直接得到基于帧扫描的读取模式下读取电路 220 的读取数据速率。

在一些可能的实施例中, 在当前采用的第一读取模式为基于帧扫描的读取模式的情况下, 读取电路 220 基于一段时间内对像素阵列电路 210 中产生的光强变化事件的数目历史统计可以得出的每秒产生的平均事件数目  $N_{ev}$ , 根据帧扫描的读取模式获取的  $N_{ev}$ , 可以计算出在基于事件流的读取模式中, 读取电路 220 每秒读取的事件数据量为  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  个比特, 即基于事件流的读取模式中, 读取电路 220 的读取数据速率为  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  bps。

通过上述两个实施方式可知, 基于帧扫描的读取模式下读取电路 220 的读取数据速率可以根据预定义的参数直接计算得到, 基于事件流的读取模式下读取电路 220 的读取数据速率可以根据两种模式下的任意一种模式获取的  $N_{ev}$  计算得到。

控制电路 230 耦合至读取电路 220, 并且被配置为控制读取电路 220 以特定读取模式来读取像素阵列电路 210 生成的数据信号。在一些可能的实施例中, 控制电路 230 可以从读取电路 220 获取至少一个数据信号, 并至少基于该至少一个数据信号来判断当前读取模式和备选的读取模式中的哪一种更适合当前的应用场景和运动状态。进而, 在一些实施例中, 控制电路 230 可以基于该判断来指示读取电路 220 从当前数据读取模式切换到另一数据读取模式。

在一些可能的实施例中, 控制电路 230 可以基于对光强变化事件的历史统计来向读取电路 220 发送关于切换读取模式的指示。例如, 控制电路 230 可以基于从读取电路 220 接收的至少一个数据信号, 确定与至少一个光强变化事件有关的统计数据。如果统计数据被确定为满足预定切换条件, 则控制电路 230 向读取电路 220 发送模式切换信号, 以使读取电路 220 切换到第二读取模式。为了便于比较, 统计数据可以分别用于衡量第一读取模式和第二读取模式的读取数据速率。

在一些实施例中, 统计数据可以包括单位时间内像素阵列电路 210 测量到的事件数目

的总数据量。如果读取电路 220 在第一读取模式下读取的光强变化事件的总数据量已经大于或等于第二读取模式的光强变化事件的总数据量，则表明读取电路 220 应当从第一读取模式切换至第二读取模式。在一些实施例中，给定第一读取模式为基于帧扫描的读取模式并且第二读取模式为基于事件流的读取模式。控制电路 230 可以基于像素阵列电路的像素数目  $M$ 、帧速率  $f$  和像素数据量  $B_p$  来确定与第一读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $M \cdot B_p \cdot f$ 。控制电路 230 可以基于光强变化事件的数目  $N_{ev}$  和与基于事件流的读取模式相关联的事件数据量  $B_{ev}$ ，来确定光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$ ，也即，在第二读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$ 。在一些实施例中，可以利用切换参数来调节两个读取模式下的总数据量之间的关系，如以下公式 (1) 所示，第一读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $M \cdot B_p \cdot f$  大于或等于第二读取模式的光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$ ，读取电路 220 应当切换到第二读取模式：

$$\eta \cdot M \cdot B_p \cdot f \geq B_{ev} \cdot N_{ev} \quad (1)$$

其中  $\eta$  为用于调节的切换参数。由以上公式 (1) 可以进一步得出，第一阈值数据量  $d_1 = M \cdot B_p \cdot f \cdot \eta$ 。即，如果光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  小于或等于阈值数据量  $d_1$ ，则表明第一读取模式下读取的光强变化事件的总数据量已经大于或等于第二读取模式的光强变化事件的总数据量，控制电路 230 可以确定光强变化事件的统计数据满足预定切换条件。在该实施例中，可以至少基于像素阵列电路的像素数目  $M$ 、与基于帧扫描的读取模式相关联的帧速率  $f$  和像素数据量  $B_p$  来确定阈值数据量  $d_1$ 。

作为上述实施例的备选实施方式中，第一读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $M \cdot B_p \cdot f$  大于或等于第二读取模式的光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  可以如以下公式 (2) 所示：

$$M \cdot B_p \cdot f - B_{ev} \cdot N_{ev} \geq \theta \quad (2)$$

其中  $\theta$  为用于调节的切换参数。由以上公式 (2) 可以进一步得出，第二阈值数据量

$$d_2 = M \cdot B_p \cdot f - \theta$$

即，如果光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  小于或等于第二阈值数据量  $d_2$ ，则表明第一读取模式下读取的光强变化事件的总数据量已经大于或等于第二读取模式的光强变化事件的总数据量，控制电路 230 可以确定光强变化事件的统计数据满足预定切换条件。在该实施例中，可以至少基于像素阵列电路的像素数目  $M$ 、与基于帧扫描的读取模式相关联的帧速率  $f$  和像素数据量  $B_p$  来确定阈值数据量  $d_2$ 。

在一些实施例中，第一读取模式为基于事件流的读取模式并且第二读取模式为基于帧扫描的读取模式。由于在基于事件流的读取模式，读取电路 220 仅读取产生事件的像素生成的数据信号。因而，控制电路的 230 基于读取电路 220 所提供的数据信号的数目可以直接确定像素阵列电路 210 中产生的光强变化事件的数目  $N_{ev}$ 。控制电路 230 可以基于事件数目  $N_{ev}$  和与基于事件流的读取模式相关联的事件数据量  $B_{ev}$ ，确定光强变化事件的总数据量，即第一读取模式下读取的事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$ 。类似地，控制电路 230 还可以基于像素阵列电路的像素数目  $M$ 、帧速率  $f$  和像素数据量  $B_p$  来确定与第二读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $M \cdot B_p \cdot f$ 。如以下公式 (3) 所示，第一读取模式下读取的光强变化事件

的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  大于或等于第二读取模式的光强变化事件的总数据量  $M \cdot B_p \cdot f$ , 读取电路 220 应当切换到第二读取模式:

$$B_{ev} \cdot N_{ev} \geq \eta \cdot M \cdot B_p \cdot f \quad (3)$$

其中  $\eta$  为用于调节的切换参数。由以上公式 (3) 可以进一步得出, 第一阈值数据量  $d_1 = \eta \cdot M \cdot B_p \cdot f$ 。如果光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  大于或等于阈值数据量  $d_1$ , 则控制电路 230 确定光强变化事件的统计数据满足预定切换条件。在该实施例中, 可以至少基于像素阵列电路的像素数目  $M$ 、帧速率  $f$  和像素数据量  $B_p$  来确定阈值数据量  $d_1$ 。

作为上述实施例的备选实施方式中, 第一读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  大于或等于第二读取模式的光强变化事件的总数据量  $M \cdot B_p \cdot f$  可以如以下公式 (4) 所示:

$$M \cdot B_p \cdot f - B_{ev} \cdot N_{ev} \leq \theta \quad (4)$$

其中  $\theta$  为用于调节的切换参数。由以上公式 (4) 可以进一步得出, 第二阈值数据量  $d_2 = M \cdot B_p \cdot f - \theta$ , 如果光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  大于或等于阈值数据量  $d_2$ , 则控制电路 230 确定光强变化事件的统计数据满足预定切换条件。在该实施例中, 可以至少基于像素阵列电路的像素数目  $M$ 、帧速率  $f$  和像素数据量  $B_p$  来确定阈值数据量  $d_2$ 。

在另一些实施例中, 统计数据可以包括单位时间内像素阵列电路 210 测量到的事件数目  $N_{ev}$ 。如果第一读取模式为基于帧扫描的读取模式并且第二读取模式为基于事件流的读取模式, 控制电路 230 基于读取电路 220 提供的多个数据信号中的第一数据信号的数目, 确定光强变化事件的数目  $N_{ev}$ 。如果统计数据指示光强变化事件的数目  $N_{ev}$  小于第一阈值数目  $n_1$ , 则控制电路 230 确定光强变化事件的统计数据满足预定切换条件可以至少基于像素阵列电路的像素数目  $M$ 、与基于帧扫描的读取模式相关联的帧速率  $f$  和像素数据量  $B_p$ 、以及与基于事件流的读取模式相关联的事件数据量  $B_{ev}$  来确定第一阈值数目  $n_1$ 。例如, 在前述实施例中, 基于公式 (1) 可以进一步得到如下公式 (5):

$$N_{ev} \leq \frac{\eta \cdot M \cdot B_p \cdot f}{B_{ev}} \quad (5)$$

即, 第一阈值数目  $n_1$  可以被确定为  $n_1 = \frac{\eta \cdot M \cdot B_p \cdot f}{B_{ev}}$ 。

作为上述实施例的备选实施方式中, 基于公式 (2) 可以进一步得到如下公式 (6):

$$N_{ev} \leq \frac{M \cdot B_p \cdot f - \theta}{B_{ev}} \quad (6)$$

相应地, 第二阈值数目  $n_2$  可以被确定为  $n_2 = \frac{M \cdot B_p \cdot f - \theta}{B_{ev}}$ 。

在又一些实施例中, 如果第一读取模式为基于事件流的读取模式并且第二读取模式为基于帧扫描的读取模式, 控制电路 230 基于读取电路 220 提供的至少一个数据信号的数目, 可以直接确定光强变化事件的数目  $N_{ev}$ 。如果统计数据指示光强变化事件的数目  $N_{ev}$  大于或等于第一阈值数目  $n_1$ , 则控制电路 230 确定光强变化事件的统计数据满足预定切换条件。可以至少基于像素阵列电路 210 的像素数目  $M$ 、与基于帧扫描的读取模式相关联的帧速率  $f$

和像素数据量  $B_p$ 、以及与基于事件流的读取模式相关联的事件数据量  $B_{ev}$  来确定第一阈值数目  $n_1 = M \cdot B_p \cdot f / (\eta \cdot B_{ev})$ 。例如，在前述实施例中，基于公式 (3) 可以进一步得到如下公式 (7)：

$$N_{ev} \geq \frac{\eta \cdot M \cdot B_p \cdot f}{B_{ev}} \quad (7)$$

5 即，第一阈值数目  $n_1$  可以被确定为  $n_1 = \frac{\eta \cdot M \cdot B_p \cdot f}{B_{ev}}$ 。

作为上述实施例的备选实施方式中，基于公式 (4) 可以进一步得到如下公式 (8)：

$$N_{ev} \geq \frac{M \cdot B_p \cdot f - \theta}{B_{ev}} \quad (8)$$

相应地，第二阈值数目  $n_2$  可以被确定为  $n_2 = \frac{M \cdot B_p \cdot f - \theta}{B_{ev}}$ 。

应当理解的是，以上给出的公式、切换条件及相关的计算方法仅仅是本申请的实施例的一种示例实现，其他合适的模式切换条件、切换策略及计算方法也可以被采用，本申请的范围在此方面不受限制。

图 6-a 示出了根据本申请的实施例的视觉传感器在基于帧扫描的读取模式下操作的示意图。图 6-b 示出了根据本申请的实施例的视觉传感器在基于事件流的读取模式下操作的示意图。如图 6-a 所示，读取电路 220 或 320 当前以第一读取模式，即基于帧扫描的读取模式操作。由于控制电路 230 或 330 基于历史统计，确定当前像素阵列电路 210 或 310 中产生的事件数目较少，例如一帧数据中仅有四个有效数据，继而预测下一时间段内可能的事件产生速率较低。如果读取电路 220 或 320 继续采用基于帧扫描的读取模式进行读取，将需要重复地为生成事件的像素分配比特，从而产生大量冗余数据。在这种情况下，控制电路 230 或 330 向读取电路 220 或 320 发送模式切换信号，以使读取电路 220 或 320 从第一读取模式切换为第二读取模式。在切换后，图 6-b 所示，读取电路 220 或 320 在第二读取模式下操作，仅读取有效的数据信号，从而避免了大量无效数据信号所占用的传输带宽和存储资源。

图 6-c 示出了根据本申请的实施例的视觉传感器在基于事件流的读取模式下操作的示意图。图 6-d 示出了根据本申请的实施例的视觉传感器在基于帧扫描的读取模式下操作的示意图。如图 6-c 所示，读取电路 220 或 320 当前以第一读取模式，即基于事件流的读取模式操作。由于控制电路 230 或 330 基于历史统计，确定当前像素阵列电路 210 或 310 中产生的事件数目较多，例如，短时间内像素阵列电路 210 或 310 中的近乎所有像素均生成指示光强变化量高于预定阈值的数据信号。继而，读取电路 220 或 320 可以预测下一时间段内可能的事件产生速率较高。由于所读取的数据信号中存在大量冗余数据，例如，近乎相同的像素位置信息、读取时间戳等等，如果读取电路 220 或 320 继续采用基于事件流的读取模式进行读取，将造成读取数据量激增。因而，在这种情况下，控制电路 230 或 330 向读取电路 220 或 320 发送模式切换信号，以使读取电路 220 或 320 从第一读取模式切换为第二读取模式。在切换后，图 6-d 所示，读取电路 220 或 320 在基于帧扫描的模式下操

作，以单个像素的表示代价更小的读取模式来读取数据信号，缓解了存储和传输数据信号的压力。

在一些可能的实施例中，视觉传感器 200 或 300 还可以包括解析电路，其可以被配置为针对读取电路 220 或 320 输出的数据信号进行解析。在一些可能的实施例中，解析电路  
5 可以采用与读取电路 220 或 320 的当前数据读取模式相适应的解析模式来解析数据信号。这将在下面进行详细描述。

应当理解的是，其他现有的或未来待开发的数据读取模式、数据读取模式、数据解析模式等也适用于本申请的可能的实施例，并且本申请的实施例中的所有数值均是说明性而非限制性的，例如，本申请的可能的实施例可以在多于两种数据读取模式之间进行切换。

10 根据本申请的可能的实施例，提供了一种视觉传感器芯片，能够根据对像素阵列电路中产生的光强变化事件的历史统计情况，自适应地在多种读取模式之间进行切换。这样，无论在动态场景还是静态场景中，视觉传感器芯片始终可以实现良好的读取和解析性能，避免冗余数据的产生，缓解了图像处理、传输和存储的压力。

图 7 示出了根据本申请的可能的实施例的用于操作视觉传感器芯片的方法的流程图。  
15 在一些可能的实施例中，该方法可以在图 4-a 所示的视觉传感器 200 或者图 4-b 所示的视觉传感器 300 以及下文的图 9 所示的电子设备中实现，或者也可以使用任意适当的设备来实现，包括目前已知的或将来待开发的各种设备。为了方便讨论，下面将结合图 4-a 所示的视觉传感器 200 来描述方法。

20 参阅图 7，本申请实施例提供的一种用于操作视觉传感器芯片的方法，可以包括以下步骤：

501、生成与像素阵列电路中的多个像素对应的多个数据信号。

像素阵列电路 210 通过测量光强变化量来生成与像素阵列电路 210 中的多个像素对应的多个数据信号。在本文的上下文中，数据信号可以指示包括，但不限于光强极性、绝对光强度值、光强度的变化值等等。

25 502、以第一读取模式从像素阵列电路读取多个数据信号中的至少一个数据信号。

读取电路 220 以第一读取模式从像素阵列电路 210 读取多个数据信号中的至少一个数据信号，并且这些数据信号经读取之后在视觉传感器 200 内占用一定的存储和传输资源。取决于特定的读取模式，视觉传感器芯片 200 读取数据信号的方式可以不同。在一些可能的实施例中，例如，在基于事件流的读取模式中，读取电路 220 通过扫描像素阵列电路 210，  
30 确定与光强变化事件有关的像素的位置信息  $(x, y)$ 。基于该位置信息，读取电路 220 可以读出多个数据信号中的第一数据信号。在该实施例中，读取电路 220 通过读取数据信号，获取光强的特征信息、产生光强变化事件的像素的位置信息  $(x, y)$ 、读取数据信号的时间戳  $t$  等。

在另一些可能的实施例中，第一读取模式可以是基于帧扫描的读取模式。在该模式下，  
35 视觉传感器 200 以与基于帧扫描的读取模式相关联的帧频率扫描像素阵列电路 210，来读取像素阵列电路 210 产生的所有数据信号。在该实施例中，读取电路 220 通过读取数据信号，获取光强的特征信息。

503、向控制电路提供至少一个数据信号。

读取电路 220 向控制电路 230 提供所读取的至少一个数据信号，以供控制电路 230 进行数据统计和分析。在一些实施例中，控制电路 230 可以基于该至少一个数据信号，确定与至少一个光强变化事件有关的统计数据。控制电路 230 可以利用切换策略模块来分析统计数  
5 据。如果确定统计数据满足预定切换条件，则控制电路 230 向读取电路 220 发送模式切换信号。

在第一读取模式为基于帧扫描的读取模式并且第二读取模式为基于事件流的读取模式的情况下，在一些实施例中，控制电路 230 可以基于多个数据信号中的第一数据信号的数目，确定光强变化事件的数目。进而，控制电路 230 将光强变化事件的数目与第一阈值数  
10 目比较。如果统计数据指示光强变化事件的数目小于或等于第一阈值数目，则控制电路 230 确定光强变化事件的统计数据满足预定切换条件，并发送模式切换信号。在该实施例中，控制电路 230 可以基于像素阵列电路的像素数目、与基于帧扫描的读取模式相关联的帧速率和像素数据量、以及与基于事件流的读取模式相关联的事件数据量来确定或调整第一阈值数目。

15 在第一读取模式为基于事件流的读取模式并且第二读取模式为基于帧扫描的读取模式的情况下，在一些实施例中，控制电路 230 可以基于从读取电路 220 接收的第一数据信号，确定与光强变化事件有关的统计数据。进而，控制电路 230 将光强变化事件的数目与第二阈值数目比较。如果光强变化事件的数目大于或等于第二阈值数目，则控制电路 230 确定光强变化事件的统计数据满足预定切换条件，并发送模式切换信号。在该实施例中，控制  
20 电路 230 可以基于像素阵列电路的像素数目、与基于帧扫描的读取模式相关联的帧速率和像素数据量、以及与基于事件流的读取模式相关联的事件数据量来确定或调整第二阈值数目。

504、基于模式切换信号，将第一读取模式切换为第二读取模式。

读取电路 220 基于从控制电路 220 接收的模式切换信号，将第一读取模式切换为第二  
25 读取模式。进而，读取电路 220 以第二读取模式来读取像素阵列电路 210 生成的至少一个数据信号。控制电路 230 随后可以继续对像素阵列电路 210 产生的光强变化事件进行历史统计，当满足切换条件时，发送模式切换信号以使读取电路 220 从第二读取模式切换为第一读取模式。

30 根据本申请的可能的实施例提供的方法，控制电路在整个读取和解析的过程中持续地对像素阵列电路中产生的光强变化事件进行历史统计和实时分析，一旦满足切换条件就发送模式切换信号，以使读取电路从当前读取模式切换为更为合适的备选切换模式。该自适应地切换过程不断重复，直至对所有数据信号的读取完成。

35 图 8 示出了本申请的可能的实施例的控制电路的框图。控制电路可以用于实现图 4-a 中的控制电路 230、图 5 中的控制电路 330 等，也可以利用其他合适的设备来实现。应当理解的是，控制电路仅用于示例性目的，而不暗示对于本申请的范围的任何限制。本申请的实施例还可以被体现在不同的控制电路中。另外，还应当理解，控制电路还可以包括其他元件、模块或实体，出于清楚的目的未被示出，但不意味着本申请的实施例不具备这些

元件或实体。

如图 8 所示，控制电路包括至少一个处理器 602、耦合到处理器 602 的至少一个存储器 604 以及耦合到处理器 602 的通信机制 612。存储器 604 至少用于存储计算机程序以及从读取电路获取的数据信号。在处理器 602 上预配置有统计模型 606 和策略模块 608。控制电路 630 可以通过通信机制 612 被通信耦合到如图 4-a 所示的视觉传感器 200 的读取电路 220 或者视觉传感器外部的读取电路，以对其实现控制功能。为了便于描述，下面参考图 4-a 中的读取电路 220，但是本申请的实施例同样适用于外设读取电路的配置。

与图 4-a 所示的控制电路 230 类似，在一些可能的实施例中，控制电路可以被配置为控制读取电路 220 以特定数据读取模式（例如，基于帧扫描的同步读取模式、基于事件流的异步读取模式等）来读取像素阵列电路 210 生成的多个数据信号。另外，控制电路可以被配置为从读取电路 220 获取数据信号，数据信号可以指示，但不限于光强极性、绝对光强度值、光强度的变化值等等。例如，光强极性可以表示光强变化的趋势，如增强或减弱，通常用+1/-1 表示。绝对光强度值可以表示在当前时刻测量的光强度值。取决于传感器的结构、用途和种类，关于光强度或光强变化的信息可以具有不同的物理意义。

控制电路基于从读取电路 220 获取数据信号，确定与至少一个光强变化事件有关的统计数据。在一些实施例中，控制电路可以从读取电路 220 获取像素阵列电路 210 在一段时间内生成的数据信号，并将这些数据信号存储在存储器 604 中，以供历史统计和分析。在本申请的上下文中，第一读取模式和第二读取模式可以分别是基于事件流的异步读取模式和基于帧扫描的同步读取模式中的一者。但是应当注意，本文关于自适应地切换读取模式所描述的所有特征同样适用于其他目前已知的或将来开发的其他类型的传感器以及数据读取模式，以及多于两种数据读取模式之间的切换。

在一些可能的实施例中，控制电路可以利用预配置的一个或多个统计模型 606，对由读取电路 220 提供的像素阵列电路 210 在一段时间内产生光强变化事件进行历史统计。统计模型 606 然后可以向策略模块 608 传输统计数据以作为输出。如前文所述，统计数据可以指示光强变化事件的数目，也可以指示光强变化事件的总数据量。应当理解，任何合适的统计模型、统计算法均可应用于本申请的可能的实施例，本申请的范围在此方面不受限制。

由于统计数据是对视觉传感器在一段时间内产生光强变化事件的历史情况的统计结果，因而可供策略模块 608 分析和预测下一时间段内事件发生的速率。策略模块 608 可以预配置有一个或多个切换决策。当存在多个切换决策时，控制电路可以根据需要，例如根据视觉传感器 200 的类型、光强变化事件的特性、外部环境的属性、运动状态等因素，从多个切换决策中选择一个用于分析和决策。在本申请的可能的实施例中，其他合适的策略模块及模式切换条件或策略也可以被采用，本申请的范围在此方面不受限制。

在一些实施例中，如果策略模块 608 确定统计数据满足模式切换条件，则向读取电路 220 输出关于切换读取模式的指示。在另一实施例中，如果策略模块 608 确定统计数据不满足模式切换条件，则不向读取电路 220 输出关于切换读取模式的指示。在一些实施例中，关于切换读取模式的指示可以如以上实施例所述的采用显式形式，例如以切换信号或标记

位的形式通知读取电路 220 切换读取模式。

图 9 示出了根据本申请的可能的实施例的电子设备的框图。如图 9 所示，电子设备包括视觉传感器芯片 901、通信接口 902 和 903、控制电路 930、以及解析电路 904。应当理解的是，电子设备用于示例性目的，其可以利用任何合适的设备来实现，包括当前已知的和未  
5 和未来开发的各种传感器设备。本申请的实施例还可以被体现在不同的传感器系统中。另外，还应当理解，电子设备还可以包括其他元件、模块或实体，出于清楚的目的未被示出，但不意味着本申请的实施例不具备这些元件、模块或实体。

如图 9 所示，视觉传感器包括像素阵列电路 710 以及读取电路 720，其中读取电路 720 的读取组件 720-1 和 720-2 分别经由通信接口 702 和 703 耦合至控制电路 730。在本申请  
10 的实施例中，读取组件 720-1 和 720-2 可以分别利用独立的设备实现，也可以被集成在同一设备中。例如，图 4-a 所示的读取电路 220 是一种集成的示例实现。为了便于描述，读取组件 720-1 和 720-2 可以分别被配置为以基于帧扫描的读取模式和基于事件流的读取模式实现数据读取功能。

像素阵列电路 710 可以利用图 4-a 中的像素阵列电路 210 或图 5 中的像素阵列电路 310  
15 来实现，也可以利用任何合适的其他设备来实现，本申请在这方面不受限制。关于像素阵列电路 710 的特征在此不再进行赘述。

读取电路 720 可以以特定的读取模式读取像素阵列电路 710 生成的数据信号。例如，在接通读取组件 720-1 并断开读取组件 720-2 的示例中，读取电路 720 初始采用基于帧扫描的读取模式读取数据信号。在接通读取组件 720-2 并断开读取组件 720-1 的示例中，  
20 读取电路 720 初始采用基于事件流的读取模式读取数据信号。读取电路 720 以利用图 4-a 中的读取电路 220 或图 5 中的读取电路 320 来实现，也可以利用任何合适的其他设备来实现，关于读取电路 720 的特征在此不再进行赘述。

在本申请的实施例中，控制电路 730 可以通过指示信号或标记位的方式指示读取电路 720 从第一读取模式切换到第二读取模式。在这种情况下，读取电路 720 可以从控制电路  
25 730 接收关于切换读取模式的指示，例如，接通读取组件 720-1 并断开读取组件 720-2，或接通读取组件 720-2 并断开读取组件 720-1。

如前文所述，电子设备还可以包括解析电路 704。解析电路 704 可以被配置为解析由  
30 读取电路 720 读取的数据信号。在本申请的可能的实施例中，解析电路可以采用与读取电路 720 的当前数据读取模式相适应的解析模式。作为示例，如果读取电路 720 初始以基于事件流的读取模式读取数据信号，则解析电路相应地基于与该读取模式相关联的第一数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  来解析数据。当读取电路 720 基于控制电路 730 的指示从基于事件流的读取模式切换为基于帧扫描的读取模式时，解析电路开始按照第二数据量，即一帧数据大小  $M \cdot B_f$  来解析数据信号，反之亦然。

在一些实施例中，解析电路 704 可以在无需显式切换信号或标记位的情况下实现解析  
35 电路的解析模式的切换。例如，解析电路 704 可以采用与控制电路 730 相同或相应的统计模型和切换策略，以对读取电路 720 提供的数据信号做出与控制电路 730 相同的统计分析并做出一致的切换预测。作为示例，如果读取电路 720 初始以基于事件流的读取模式读取



数据信号，相应地，解析电路初始基于与该读取模式相关联的第一数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  来解析数据。例如，解析电路解析出的前  $b_x$  个比特指示像素的坐标  $x$ ，接下来  $b_y$  个比特指示像素的坐标  $y$ ，其后的  $b_r$  个比特指示读取时间，最后取  $b_r$  个比特指示光强的特征信息。解析电路从读取电路 720 获取至少一个数据信号，并确定与至少一个光强变化事件有关的统计数据。

5 如果解析电路 704 确定该统计数据满足切换条件，则切换至与基于帧扫描的读取模式相对应的解析模式，以帧数据大小  $M \cdot B_p$  来解析数据信号。

作为另一示例，如果读取电路 720 初始以基于帧扫描的读取模式读取数据信号，则解析电路 704 以与该读取模式相对应的解析模式，按照每  $B_p$  比特依次取出帧内的每个像素位置的值，其中未产生光强变化事件的像素位置的值  $0$ 。解析电路 704 基于数据信号可以统计出一帧内的非  $0$  个数，即该帧内的光强变化事件的数目。

10

在一些可能的实施例中，解析电路 704 从读取电路 720 获取至少一个数据信号，并至少基于该至少一个数据信号来判断当前解析模式和备选的解析模式中的哪一种与读取电路 720 的读取模式相对应。进而，在一些实施例中，解析电路 704 可以基于该判断来从当前解析模式切换到另一解析模式。

15 在一些可能的实施例中，解析电路 704 可以基于对光强变化事件的历史统计来确定是否切换解析模式。例如，解析电路 704 可以基于从读取电路 720 接收的至少一个数据信号，确定与至少一个光强变化事件有关的统计数据。如果统计数据被确定为满足切换条件，则解析电路 704 从当前解析模式切换到备选的解析模式。为了便于比较，统计数据可以分别用于衡量读取电路 720 的第一读取模式和第二读取模式的读取数据速率。

20 在一些实施例中，统计数据可以包括单位时间内像素阵列电路 710 测量到的事件数目的总数据量。如果解析电路 704 基于至少一个数据信号确定读取电路 720 在第一读取模式下读取的光强变化事件的总数据量已经大于或等于其第二读取模式的光强变化事件的总数据量，则表明读取电路 720 已从第一读取模式切换至第二读取模式。这种情况下，解析电路 704 应当相应地切换至与当前读取模式相对应的解析模式。

25 在一些实施例中，给定第一读取模式为基于帧扫描的读取模式并且第二读取模式为基于事件流的读取模式。在该实施例中，解析电路 704 初始以与第一读取模式相对应的、基于帧的解析模式来解析从读取电路 720 获取的数据信号。解析电路 704 可以基于像素阵列电路 710 的像素数目  $M$ 、帧速率  $f$  和像素数据量  $B_p$  来确定读取电路 720 在第一读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $M \cdot B_p \cdot f$ 。解析电路 704 可以基于光强变化事件的数目  $N_{ev}$  和与基于事件流的读取模式相关联的事件数据量  $B_{ev}$ ，来确定读取电路 720 在第二读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$ 。在一些实施例中，可以利用切换参数来调节两个读取模式下的总数据量之间的关系。进而，解析电路 704 可以根据，例如，上文中的公式 (1) 来确定读取电路 720 在第一读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $M \cdot B_p \cdot f$  是否大于或等于第二读取模式的光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$ 。如果是，则解析电路 704

30

35 确定读取电路 720 已切换至基于事件流的读取模式，并相应地从基于帧的解析模式切换到基于事件流的解析模式。

作为上述实施例的备选实施方式中，解析电路 704 可以根据上文中的公式 (2) 来确定

读取电路 720 在第一读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $M \cdot B_p \cdot f$  是否大于或等于其在第二读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$ 。类似地，在确定读取电路 720 在第一读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $M \cdot B_p \cdot f$  大于或等于第二读取模式的光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  的情况下，解析电路 704 确定读取电路 720 已切换至基于事件流的读取模式，并相应地从基于帧的解析模式切换到基于事件流的解析模式。

5 在一些实施例中，第一读取模式为基于事件流的读取模式并且第二读取模式为基于帧扫描的读取模式。在该实施例中，解析电路 704 初始以与第一读取模式相对应的、基于事件流的解析模式来解析从读取电路 720 获取的数据信号。如前所述，解析电路 704 基于读取电路 720 所提供的第一数据信号的数目可以直接确定像素阵列电路 710 中产生的光强变化事件的数目  $N_{ev}$ 。解析电路 704 可以基于事件数目  $N_{ev}$  和与基于事件流的读取模式相关联的事件数据量  $B_{ev}$ ，确定读取电路 720 在第一读取模式下读取的事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$ 。类似地，解析电路 704 还可以基于像素阵列电路的像素数目  $M$ 、帧速率  $f$  和像素数据量  $B_p$  来确定读取电路 720 在第二读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $M \cdot B_p \cdot f$ 。然后，解析电路 704 可以，例如，根据上文中的公式 (3) 来确定第一读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  是否大于或等于第二读取模式的光强变化事件的总数据量  $M \cdot B_p \cdot f$ 。类似地，当解析电路 704 确定读取电路 720 在第一读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  大于或等于第二读取模式的光强变化事件的总数据量  $M \cdot B_p \cdot f$  时，解析电路 704 确定读取电路 720 已切换至基于帧扫描的读取模式，并相应地从基于事件流的解析模式切换到基于帧的解析模式。

20 作为上述实施例的备选实施方式中，解析电路 704 可以根据上文中的公式 (4) 来确定读取电路 720 在第一读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  是否大于或等于其在第二读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $M \cdot B_p \cdot f$ 。类似地，在确定读取电路 720 在第一读取模式下读取的光强变化事件的总数据量  $B_{ev} \cdot N_{ev}$  大于或等于第二读取模式的光强变化事件的总数据量  $M \cdot B_p \cdot f$  的情况下，解析电路 704 确定读取电路 720 已切换至基于帧扫描的读取模式，并相应地从基于事件流的解析模式切换到基于帧扫描的解析模式。

25 对于基于帧扫描的读取模式下事件的读取时间  $t$ ，默认同一帧内的所有事件均具有相同的读取时间  $t$ 。在对事件读取时间的精度要求较高的情况下，可以进一步通过如下方式来确定每个事件的读取时间。以上述实施例为例，在基于帧扫描的读取模式下，读取电路 720 扫描像素阵列电路的频率为  $f$  Hz，则读取相邻两帧数据的时间间隔为  $S = 1 / f$ ，并且给定每一帧的起始时间为：

$$T_k = T_0 + kS \quad (9)$$

其中  $T_0$  为第一帧的起始时间， $k$  为帧序号，则针对  $M$  个像素中的一个像素进行数模转换所需的时间可由如下公式 (10) 来确定：

$$\Delta t = \frac{s}{M} = \frac{1}{f \cdot M}, \quad (10)$$

35 第  $k$  帧中的第  $i$  个像素处产生光强变化事件的时间可由如下公式 (11) 来确定：

$$T_i = T_k + \frac{i-1}{f \cdot M} \quad (11)$$

其中  $i$  为正整数。如当前读取模式为同步读取模式，则切换为异步读取模式，按照每个事件  $B_{ev}$  比特解析数据。在上述实施例中，解析模式的切换可以在没有显式切换信号或标记位的情况下实现。对于其他目前已知或未来开发的数据读取模式，解析电路也可采用类似的与数据读取模式相适应的方式解析数据，在此不再赘述。

5 图 10 示出了单一数据读取模式与根据本申请的可能的实施例的自适应切换读取模式的数据量随时间变化的示意图。图 10 的左半部分描绘了单纯采用同步读取模式或异步读取模式的传统的视觉传感器或传感器系统的读取数据量随时间变化的示意图。在单纯采用同步读取模式的情形中，如曲线 1001 所示，由于每帧具有固定的数据量，读取的数据量随时间保持不变，即，读取数据速率（单位时间内读取的数据量）稳定。如前所述，当像素阵列  
10 电路中产生大量事件时，采用基于帧扫描的读取模式来读取数据信号较为合理，帧数据中绝大部分为表示产生事件的有效数据，存在的冗余较少。而当像素阵列电路中产生的事件较少时，一帧中存在大量表示并产生事件的无效数据，此时仍以帧数据结构表示和读取像素处的光强度信息将产生冗余，浪费传输带宽和存储资源。

在单纯采用异步读取模式的情形中，如曲线 1002 所示，读取的数据量随事件产生的速率而发生变化，因而读取数据速率不是固定的。当像素阵列电路中产生的事件较少时，仅  
15 需要为少量事件分配用于表示像素的坐标信息  $(x, y)$ 、数据信号被读取的时间戳  $t$  和光强的特征信息  $f$  的比特，所需读取的总数据量较小，在这种情况下采用异步读取模式较为合理。当短时间内在像素阵列电路中产生大量事件时，需要分配大量用于表示这些事件的比特。然而，这些像素坐标几乎相邻，数据信号的读取时间也几乎相同。换言之，读取的事件数据  
20 中存在大量重复的数据，因而在异步读取模式中同样存在冗余的问题，在这种情况下的读取数据速率甚至超过同步读取模式下的读取数据速率，如果仍旧采用异步读取模式是不合理的。

图 10 的右半部分描绘了根据本申请的可能的实施例的自适应数据读取模式下的数据量随时间变化的示意图。自适应数据读取模式可以利用图 4-a 所示的视觉传感器 200、图  
25 4-b 所示的视觉传感器 300 或者图 9 所示的电子设备来实现，或者传统的视觉传感器或传感器系统可以通过利用图 8 所示的控制电路来实现自适应的数据读取模式。为了便于描述，下面参照图 4-a 所示的视觉传感器 200 来描述关于自适应数据读取模式的特征。如曲线 1003 所示，视觉传感器 200 在初始化状态下选择例如异步读取模式。由于该模式下用于表示每个事件的比特数目  $B_{ev}$  是预定的（例如， $B_{ev} = b_x + b_y + b_t + b_f$ ），随着事件的产生和读取，视觉传感器 200 可以统计出当前模式下的读取数据速率。另一方面，同步读取模式中用于表示每一帧的每个像素的比特数目  $B_s$  也是预定的，因此可以计算出在该段时间内使用同步  
30 读取模式的读取数据速率。视觉传感器 200 然后可以确定两种读取模式下的数据速率之间的关系是否满足模式切换条件。例如，视觉传感器 200 可以基于预定义的阈值比较两种读取模式中哪种模式的读取数据速率更小。一旦确定满足模式切换条件，则视觉传感器 200  
35 切换为另一种读取模式，例如从初始的异步读取模式切换为同步读取模式。上述步骤在数据信号的读取和解析的过程中持续进行，直至完成所有数据的输出。如曲线 1003 所示，视觉传感器 200 在整个数据读取过程中自适应地选择最优的读取模式，两种读取模式交替出

现，使得视觉传感器 200 的读取数据速率始终保持未超过同步读取模式的读取数据速率，从而降低了视觉传感器的数据传输、解析和存储的代价。

另外，根据本申请的实施例所提出的自适应数据读取方式，视觉传感器 200 可以对事件进行历史数据统计以预测下一时间段内可能的事件产生速率，因此能够选出更加适合应用  
5 应用场景和运动状态的读取模式。

通过上述方案，视觉传感器能够自适应地在多种数据读取模式之间切换，使得读取数据速率始终保持未超过预定的读取数据速率阈值，从而降低了视觉传感器的数据传输、解析和存储的代价，显著提高了传感器的性能。另外，这样的视觉传感器可以对一段时间内产生的事件进行数据统计以用于预测下一时间段内可能的事件产生速率，因而能够选出更  
10 加适合当前外部环境、应用场景和运动状态的读取模式。

上文介绍了像素阵列电路可用于测量光强变化量，生成与多个像素对应的多个数据信号。数据信号可以指示包括，但不限于光强极性、绝对光强度值、光强度的变化值等等。下面对像素阵列电路输出数据信号进行详细说明。

图 11 示出了本申请提供的一种像素电路 900 的示意图。像素阵列电路 210、像素阵列  
15 电路 310 以及像素阵列电路 710 中的每一个像素阵列电路都可以包括一个或多个像素阵列，并且每个像素阵列包括多个像素，每个像素可以视为一个像素电路，每一个像素电路用于生成与该像素对应的数据信号。参阅图 11，为本申请实施例提供的一种优选的像素电路的示意图。本申请有时也将一个像素电路简称为一个像素。如图 11 所示，本申请中一种优选的像素电路包括光强检测单元 901，阈值比较单元 902，读出控制单元 903 以及光强采集单  
20 元 904。

光强检测单元 901，用于将获取到的光信号转换为第一电信号。光强检测单元 901 可以实时监测照射在像素电路上的光强信息，并实时将获取的光信号转换为电信号并输出。在一些可能的实施例中，光强检测单元 901 可以将获取到的光信号转换为电压信号。本申请对光强检测单元的具体结构并不进行限定，能实现将光信号转换为电信号的结构本申请  
25 实施例都可以采用，比如光强检测单元可以包括光电二极管和晶体管。光电二极管的阳极接地，光电二极管的阴极与晶体管的源极连接，晶体管的漏极与栅极连接到电源。

阈值比较单元 902，用于判断第一电信号是否大于第一目标阈值，或者第一电信号是否小于第二目标阈值，第一电信号大于第一目标阈值，或者第一电信号小于第二目标阈值时，阈值比较单元 902 输出第一数据信号，该第一数据信号用于指示该像素有光强变换事件。阈值比较单元 902 用于比较当前光强与上一次事件产生时的光强的差异是否超过预定  
30 阈值，可以参考公式 1-1 进行理解。第一目标阈值可以理解为第一预定阈值和第二电信号的和，第二目标阈值可以理解为第二预定阈值和第二电信号的和。第二电信号是上一次事件发生时光强检测单元 901 输出的电信号。本申请实施例中的阈值比较单元可以通过硬件的方式实现，也可以通过软件的方式实现，本申请实施例对此并不进行限定。阈值比较单  
35 元 902 输出的第一数据信号的类型可能不同：在一些可能的实施例中，该第一数据信号包括极性信息，比如+1 或-1，用于指示光强增强或者光强减弱。在一些可能的实施例中，该第一数据信号可以是激活信号，用于指示读出控制单元 903 控制光强采集单元 904 采集第

一电信号，并缓存第一电信号。当第一数据信号是激活信号时，第一数据信号也可以是极性信息，则读出控制单元 903 获取到第一数据信号时，控制光强采集单元 904 采集第一电信号。

5 读出控制单元 903 还用于通知读取电路读取光强采集单元 904 中存储的第一电信号。或者通知读取电路读取阈值比较单元 902 输出的第一数据信号，该第一数据信号是极性信息。

10 读取电路 905 可以被配置为按照预定顺序扫描像素阵列电路中的像素，以读取对应像素生成的数据信号。在一些可能的实施例中，读取电路 905 可以参照读取电路 220，读取电路 320，读取电路 720 进行理解，即读取电路 905 被配置为能够以多于一种信号读取模式来读取像素电路输出的数据信号。例如，读取电路 905 可以以第一读取模式和第二读取模式中的其中一种读取模式进行读取，第一读取模式和第二读取模式分别对应于基于帧扫描的读取模式和基于事件流的读取模式中的其中一种模式。在一些可能的实施例中，读取电路 905 也可以仅以一种信号读取模式来读取像素电路输出的数据信号，比如读取电路 905 15 被配置为仅以基于帧扫描的读取模式来读取像素电路输出的数据信号，或者读取电路 905 被配置为仅以基于事件流的读取模式来读取像素电路输出的数据信号。在图 11 对应的实施例中，读取电路 905 读取的数据信号的表示方式不同，即在一些可能的实施例中，读取电路读取的数据信号通过极性信息表示，比如，读取电路可以读取阈值比较单元输出的极性信息；在一些可能的实施例中，读取电路读取的数据信号可以通过光强信息表示，比如读取电路可以读取光强采集单元缓存的电信号。

20 参阅图 11-a，以基于事件流的读取模式来读取像素电路输出的数据信号为例，对通过光强信息表示事件和通过极性信息表示事件进行说明。如图 11-a 的上半部分所示，黑色圆点表示产生光强变化事件的像素，图 11-a 中一共包括 8 个事件，其中前 5 个事件通过光强信息进行表示，后 3 个事件通过极性信息进行表示。如图 11-a 的下半部分所示，通过光强信息表示的事件以及通过极性信息表示的事件均需包括坐标信息  $(x, y)$ 、时间信息  $t$ ，不同之处在于，通过光强信息表示的事件，光强的特征信息  $m$  是光强信息  $a$ ，通过极性信息 25 表示的事件，光强的特征信息  $m$  是极性信息  $p$ 。关于光强信息和极性信息的差别已经在上文进行了介绍，这里不再重复说明，仅强调采用极性信息表示的事件的数据量小于采用光强信息表示的数据量。

30 关于如何确定读取电路读取的数据信号是以哪种信息进行表示，需要根据控制电路发出的指示确定，将在下文进行详细介绍。

在一些实施方式中，读取电路 905 可以被配置向控制电路 906 提供所读取的至少一个数据信号。例如，读取电路 905 可以向控制电路 906 提供在一段时间内读取的数据信号的总数据量，以供控制电路 906 进行历史数据统计和分析。在一个实施方式中，读取电路 906 35 基于一段时间内对像素阵列电路中的每个像素电路 900 产生的光强变化事件的数目进行统计可以得出像素阵列电路每秒产生的事件数目  $N_{ev}$ 。其中， $N_{ev}$  可以通过基于帧扫描的读取模式和基于事件流的读取模式中的其中一种模式获取。

控制电路 906 耦合至读取电路 905，并且被配置为控制读取电路 906 以特定事件表示

方式来读取像素电路 900 生成的数据信号。在一些可能的实施例中，控制电路 906 可以从读取电路 905 获取至少一个数据信号，并至少基于该至少一个数据信号来判断当前事件的表示方式和备选的事件表示方式中的哪一种更适合当前的应用场景和运动状态。进而，在一些实施例中，控制电路 906 可以基于该判断来指示读取电路 905 从当前事件表示方式切

5

换到另一种事件表示方式。

在一些可能的实施例中，控制电路 906 可以基于对光强变化事件的历史统计来向读取电路 905 发送关于转换事件表示方式的指示。例如，控制电路 906 可以基于从读取电路 905 接收的至少一个数据信号，确定与至少一个光强变化事件有关的统计数据。如果统计数据被确定为满足预定转换条件，则控制电路 906 向读取电路 905 发送指示信号，以使读取电

10

路 905 转换读取的事件格式。

在一些可能的实施例中，假设读取电路 905 被配置为仅以基于事件流的读取模式来读取像素电路输出的数据信号，读取电路 905 提供给控制电路 906 的数据是单位时间内像素阵列电路测量到的事件(光强变换事件)数目的总数据量。假设当前控制电路 906 控制读取电路 905 读取阈值比较单元 902 输出的数据，即通过极性信息表示事件，则读取电路 905

可以根据光强变化事件的数目  $N_{ev}$ 、数据格式的位宽  $H$  来确定光强变化事件的总数据量  $N_{ev} \times H$ 。其中，数据格式的位宽  $H = b_x + b_y + b_t + b_p$ ， $b_p$  个比特用于表示数据信号所指示的光强的极性信息，通常为 1 比特至 2 比特。由于光强的极性信息通常为 1 比特至 2 比特表示，因此通过极性信息表示的事件的总数据量一定小于带宽，为了保证能够在不超过带宽限制的情况下，尽量传输更高精度的事件数据，所以如果通过光强信息表示的事件的总数据量也小

15

20

$$N_{ev} \times H \leq \alpha \times K \quad (12)$$

其中  $\alpha$  为用于调节的转换参数。由以上公式 (12) 可以进一步得出，如果通过光强信息表示的事件总数据量小于或者等于带宽，控制电路 906 可以确定光强变化事件的统计数据满足预定切换条件。一些可能的应用场景包括一段时间内像素采集电路产生较少的事件，或者一端时间内像素采集电路产生事件的速率较慢时，在这些情况下，可以通过光强信息表示事件，由于光强信息表示的事件可以携带更多的信息，有利于对事件的后续处理和分析，比如可以提升图像重构的质量。

25

30

在一些实施方式中，假设当前控制电路 906 控制读取电路 905 读取光强采集单元 904 缓存的电信号，即通过光强信息表示事件，则读取电路 905 可以根据光强变化事件的数目  $N_{ev}$ 、数据格式的位宽  $H$  来确定光强变化事件的总数据量  $N_{ev} \times H$ 。其中，当采用基于事件流的读取模式时，数据格式的位宽  $H = b_x + b_y + b_t + b_a$ ， $b_a$  个比特用于表示数据信号所指示的光强信息，通常为多个比特，比如 8 比特-12 比特。在一些实施例中，可以利用转换参数来调节一种事件表示方式下的数据量与带宽  $K$  之间的关系，如以下公式 (13) 所示，通过光强信息表示的事件的总数据量  $N_{ev} \times H$  大于，读取电路 220 应当读取阈值比较单元 902 输出的数据，即转换为通过极性信息表示事件：

35

-60-

$$N_{ev} \times H > \beta \times K \quad (13)$$

其中 $\beta$ 为用于调节的转换参数。由以上公式(13)可以进一步得出,如果光强变化事件的总数据量 $N_{ev} \times H$ 大于阈值数据量 $\beta \times K$ ,则表明通过光强信息表示光强变化事件的总数据量大于等于带宽,控制电路 905 可以确定光强变化事件的统计数据满足预定转换条件。一些可能的应用场景包括一段时间内像素采集电路产生大量的事件,或者一段时间内像素采集电路产生事件的速率较快时,在这些情况下,如果继续采用光强信息表示事件,可能会产生事件丢失的情况,所以可以通过极性信息表示事件,缓解数据传输的压力,减少数据的丢失。

在一些实施方式中,读取电路 905 提供给控制电路 906 的数据是单位时间内像素阵列电路测量到的事件数目  $N_{ev}$ 。在一些可能的实施例中,假设当前控制电路 906 控制读取电路 905 读取阈值比较单元 902 输出的数据,即通过极性信息表示事件,则控制电路可以判断光强变化事件的数目  $N_{ev}$  与  $\frac{\alpha K}{H}$  之间的关系,确定是否满足预定转换条件。如果  $N_{ev}$  小于或等于  $\frac{\alpha K}{H}$ ,读取电路 220 应当读取光强采集单元 904 中缓存的电信号,即转换为通过光强信息表示事件,将当前的通过极性信息表示事件转换为通过光强信息表示事件。例如,在前述实施例中,基于公式(12)可以进一步得到如下公式(14):

$$N_{ev} \leq \frac{\alpha K}{H} \quad (14)$$

在一些实施方式中,假设当前控制电路 906 控制读取电路 905 读取光强采集单元 904 缓存的电信号,即通过光强信息表示事件,则控制电路 906 可以根据光强变化事件的数目  $N_{ev}$  与  $\frac{\beta K}{H}$  之间的关系,确定是否满足预定转换条件。如果  $N_{ev}$  大于  $\frac{\beta K}{H}$ ,读取电路 220 应当读取阈值比较单元 902 中输出的信号,即转换为通过极性信息表示事件,将当前的通过光强信息表示事件转换为通过极性信息表示事件。例如,在前述实施例中,基于公式(12)可以进一步得到如下公式(15):

$$N_{ev} > \frac{\beta K}{H} \quad (15)$$

在一些可能的实施例中,假设读取电路 905 被配置为仅以基于帧扫描的读取模式来读取像素电路输出的数据信号,读取电路 905 提供给控制电路 906 的数据是单位时间内像素阵列电路测量到的事件(光强变换事件)数目的总数据量。当采用基于帧扫描的读取模式时,数据格式的位宽  $H = B_p$ ,  $B_p$  为与基于帧扫描的读取模式下针对每个像素分配的像素数据量(例如,比特数目),通过极性信息表示事件时,  $B_p$  通常为 1 比特至 2 比特,通过光强信息表示事件时,通常为 8 比特至 12 比特。读取电路 905 可以确定光强变化事件的总数据量  $M \times H$ ,其中  $M$  表示像素总数。假设当前控制电路 906 控制读取电路 905 读取阈值比较单元 902 输出的数据,即通过极性信息表示事件。通过极性信息表示的事件的总数据量一定小于带宽,为了保证能够在不超过带宽限制的情况下,尽量传输更高精度的事件数据,如果通过光强信息表示的事件的总数据量也小于或者等于带宽,则转换为通过光强信息表示事件。在一些实施例中,可以利用转换参数来调节一种事件表示方式下的数据量与带宽  $K$  之间的关系,如以下公式(16)所示,通过光强信息表示的事件的总数据量  $N_{ev} \times H$  小于或等于带宽。

$$M \times H \leq \alpha \times K \quad (16)$$

在一些实施方式中,假设当前控制电路 906 控制读取电路 905 读取光强采集单元 904

缓存的电信号，即通过光强信息表示事件，则读取电路 905 可以确定光强变化事件的总数据量  $M \times H$ ，在一些实施例中，可以利用转换参数来调节一种事件表示方式下的数据量与带宽  $K$  之间的关系，如以下公式 (17) 所示，通过光强信息表示的事件的总数据量  $M \times H$  大于带宽，读取电路 220 应当读取阈值比较单元 902 输出的数据，即转换为通过极性信息表示事件：

$$M \times H > \alpha \times K \quad (17)$$

在一些可能的实施例中，假设读取电路 905 被配置为以第一读取模式和第二读取模式中的其中一种读取模式进行读取，第一读取模式和第二读取模式分别对应于基于帧扫描的读取模式和基于事件流的读取模式中的其中一种模式。示例性的，下面以读取电路 905 当前以基于事件流的读取模式来读取像素电路输出的数据信号，控制电路 906 控制读取电路 905 读取阈值比较单元 902 输出的数据，即通过极性信息表示事件这种组合模式，对控制电路如何确定是否满足切换条件进行说明：

在初始状态下，可以任意选取一种读取模式，比如可以选取基于帧扫描的读取模式，或者可以选择基于事件流的读取模式；此外，在初始状态下，可以任意选取一种事件表示方式，比如控制电路 906 控制读取电路 905 读取光强采集单元 904 缓存的电信号，即通过光强信息表示事件，或者控制电路 906 控制读取电路 905 读取阈值比较单元 902 输出的数据，即通过极性信息表示事件。假设读取电路 905 当前以基于事件流的读取模式来读取像素电路输出的数据信号，控制电路 906 控制读取电路 905 读取阈值比较单元 902 输出的数据，即通过极性信息表示事件。读取电路 905 提供给控制电路 906 的数据可以是单位时间内像素阵列电路测量到的事件（光强变换事件）数目的第一总数据量。由于像素总数  $M$  是已知的，基于帧扫描的读取模式下针对每个像素分配的像素数据量  $B_p$  是已知的，通过光强信息表示事件时数据格式的位宽  $H$  是已知的。根据上述已知的  $M$ 、 $B_p$ 、 $H$  可以获取基于事件流的读取模式来读取像素电路输出的数据信号，且通过光强信息表示事件这种组合模式下单位时间内像素阵列电路测量到的事件数目的第二总数据量；可以获取基于帧扫描的读取模型来读取像素电路输出的数据信号，且通过极性信息表示事件这种组合模式下的单位时间内像素阵列电路测量到的事件数目的第三总数据量；基于帧扫描的读取模型来读取像素电路输出的数据信号，且通过光强信息表示事件这种组合模式下的单位时间内像素阵列电路测量到的事件数目的第四总数据量。其中具体的根据  $M$ 、 $B_p$ 、 $H$  计算第二数据量、第三数据量以及第四数据量的方式已经在上文进行了介绍，这里不再重复赘述。通过上述读取电路 905 提供的第一总数据量，以及通过计算获取的第二总数据量、第三总数据量以及第四总数据量，以及他们与带宽  $K$  之间的关系确定是否满足切换条件。若当前的组合模式无法保证在不超带宽限制的情况下，尽量传输更高精度的事件数据，则确定满足切换条件，切换为能够保证在不超带宽限制的情况下，尽量传输更高精度的事件数据的组合模式。

为了更好的理解上述过程，下面结合一个具体的例子进行说明：

假设带宽限制为  $K$ ，带宽调节因子  $\alpha$ 。基于事件流的读取模式下，通过极性信息表示事件时，数据格式的位宽  $H = b_x + b_y + b_t + b_p$ ，通过光强信息表示事件时，数据格式的位宽  $H = b_x + b_y + b_t + b_a$ 。通常  $1 \leq b_p < b_a$ ，比如  $b_p$  通常为 1 比特至 2 比特， $b_a$  通常为 8 比特至 12 比



特。

基于帧扫描的读取模式下,事件无需表示坐标和时间,根据每个像素的状态确定事件,假设每个像素分配的数据位宽在极性模式下为 $b_{sp}$ ,光强模式下为 $b_{sa}$ ,像素总数为 $M$ 。假设带宽限制 $K=1000\text{bps}$ , $b_x=5\text{bit}$ , $b_y=4\text{bit}$ , $b_t=10\text{bit}$ , $b_p=1\text{bit}$ , $b_a=8\text{bit}$ , $b_{sp}=1\text{bit}$ ,  
5  $b_{sa}=8\text{bit}$ ,像素总数为 $M=100$ 个,带宽调节因子 $\alpha=0.9$ 。假设第1秒产生了10个事件,第2秒产生了15个事件,第3秒产生了30个事件。

假设初始状态下,默认采用基于事件流的读取模式,事件采用极性模式表示。

以下将基于事件流的读取模式且通过极性信息表示事件简称为异步极性模式、将基于事件流的读取模式且通过光强信息表示事件简称为异步光强模式、将基于帧扫描的读取模  
10 式且通过极性信息表示事件简称为同步极性模式、将基于帧扫描的读取模式且通过光强信息表示事件简称为同步光强模式。

第1秒:产生10个事件

异步极性模式: $N_{ev}=10$ , $H=b_x+b_y+b_t+b_p=5+4+10+1=20\text{ bit}$ ,预估数据量为 $N_{ev} \cdot H=200\text{ bit}$ , $N_{ev} \cdot H < \alpha \cdot K$ ,满足带宽限制。

15 异步光强模式:此时 $H=b_x+b_y+b_t+b_a=5+4+10+8=27\text{ bit}$ ,则光强模式下预估数据量为 $N_{ev} \cdot H=270\text{ bit}$ , $N_{ev} \cdot H < \alpha \cdot K$ ,仍满足带宽限制。

同步极性模式: $M=100$ , $H=b_{sp}=1\text{ bit}$ ,此时预估数据量为 $M \cdot H=100\text{ bit}$ , $M \cdot H < \alpha \cdot K$ ,仍满足带宽限制。

20 同步光强模式: $M=100$ , $H=b_{sa}=8\text{ bit}$ ,此时预估数据量为 $M \cdot H=800\text{ bit}$ , $M \cdot H < \alpha \cdot K$ ,仍满足带宽限制。

综上,第1秒选用异步光强模式,在不超过带宽限制的情况下,以较小的数据量(270bit)传输了所有10个事件的光强信息。控制电路906确定当前的组合模式无法保证在不超过带宽限制的情况下,尽量传输更高精度的事件数据,则确定满足切换条件,则控制将异步极性模式切换为异步光强模式。比如发送指示信号,指示读取电路905从当前事件表示方式  
25 切换到另一种事件表示方式。

第2秒:产生15个事件

异步极性模式:预估数据量为 $N_{ev} \cdot H=15 \times 20=300\text{ bit}$ ,满足带宽限制。

异步光强模式:预估数据量为 $N_{ev} \cdot H=15 \times 27=405\text{ bit}$ ,满足带宽限制。

同步极性模式:预估数据量为 $M \cdot H=100 \times 1=100\text{ bit}$ ,满足带宽限制。

30 同步光强模式:预估数据量为 $M \cdot H=100 \times 8=800\text{ bit}$ ,满足带宽限制。

综上,第2秒,控制电路906确定当前的组合模式能够保证在不超过带宽限制的情况下,尽量传输更高精度的事件数据,则确定不满足切换条件,仍选用异步光强模式。

第3秒:产生30个事件

异步极性模式:预估数据量为 $N_{ev} \cdot H=30 \times 20=600\text{ bit}$ ,满足带宽限制。

35 异步光强模式:预估数据量为 $N_{ev} \cdot H=30 \times 27=810\text{ bit}$ ,满足带宽限制。

同步极性模式:预估数据量为 $M \cdot H=100 \times 1=100\text{ bit}$ ,满足带宽限制。

同步光强模式:预估数据量为 $M \cdot H=100 \times 8=800\text{ bit}$ ,满足带宽限制。

第 3 秒时，同步光强模式，能够以 800bit 的数据量传输所有 30 个事件的光强信息。第 3 秒采用当前的组合模式（异步光强模式）无法保证在不超带宽限制的情况下，尽量传输更高精度的事件数据，则确定满足切换条件，则控制将异步光强模式切换为同步光强模式。比如发送指示信号，指示读取电路 905 从当前事件读取模式切换到另一种事件读取模式。

应当理解的是，以上给出的公式、转换条件及相关的计算方法仅仅是本申请的实施例的一种示例实现，其他合适的事件表示方式的转换条件、转换策略及计算方法也可以被采用，本申请的范围在此方面不受限制。

在一些实施方式中，读取电路 905 中包括数据格式控制单元 9051，用于控制读取电路 10 读取阈值比较单元 902 中输出的信号，或者读取光强采集单元 904 中缓存的电信号。示例性的，下面结合两个优选的实施方式对数据格式控制单元 9051 进行介绍。

参阅图 12-a，为本申请实施例中读取电路中数据格式控制单元的一种结构示意图。该数据格式控制单元可以包括与门 951 和与门 954，或门 953，以及非门 952。其中与门 951 的输入端用于接收控制电路 906 发送的转换信号，以及阈值比较单元 902 输出的极性信息，15 与门 954 的输入端用于接收经过非门 952 后的控制电路 906 发送的转换信号，以及光强采集单元 904 输出的电信号（光强信息）。与门 951 和与门 954 的输出端连接或门 953 的输入端，或门 953 的输出端与控制电路 906 耦合连接。在一个可能的实施方式中，转换信号可以是 0 或者 1，则数据格式控制单元 9051 可以控制读取阈值比较单元 902 输出的极性信息，或者控制读取光强采集单元 904 输出的光强信息。例如由转换信号为 0，则数据格式控制 20 单元 9051 可以控制输出阈值比较单元 902 中的极性信息，转换信号为 1，则数据格式控制单元 9051 可以控制输出光强采集单元 904 中的光强信息。在一个可能的实施方式中，数据格式控制单元 9051 可以通过格式信号线与控制单元 906 连接，通过格式信号线接收控制单元 906 发送的转换信号。

需要说明的是，图 12-a 所示的数据格式控制单元仅为一种可能的结构，其他能够实现 25 线路切换的逻辑结构，本申请实施例也可以采用。如图 12-b 所示，读取电路 905 可以包括读取组件 955 和 956，其中读取组件 955 和读取组件 956 可以分别利用独立的设备实现，也可以被集成在同一设备中。读取组件 955 可以用于读取阈值比较 902 输出的数据，读取组件 956 可以用于读取光强采集单元缓存的电信号。

读取电路 905 可以以特定的事件表示方式读取像素阵列电路生成的数据信号。例如，30 控制电路可以控制接通读取组件 955 并断开读取组件 956 的示例中，读取电路 905 通过读取区间读取阈值比较单元 902 输出的数据，读取电路读取由极性信息表示的事件。在接通读取组件 956 并断开读取组件 955 的示例中，读取电路 905 通过读取光强采集单元 904 中缓存的电信号，读取电路读取由光强信息表示的事件。

然后，需要说明的是，在一些可能的实施方式中，读取电路还可以包括其他电路结构，35 比如还可以包括模数转换单元，用于将模拟信号转换为数字信号。再比如，还可以包括统计单元，用于统计单位时间内像素阵列电路测量到的事件数目  $N_{ev}$ ，再比如，还可以包括计算单元，用于计算单位时间内像素阵列电路测量到的事件（光强变换事件）数目的总数据量。

此外，需要说明的是，本申请中的连接可以表示直接连接或者耦接，比如或门 953 和控制电路 906 连接，在一个可能的实施方式中，可以表示或门 953 和控制电路 906 耦接，或门 953 可以连接统计单元的输入端，控制电路 906 可以连接统计单元的输出端。

根据本申请的可能的实施例提供的方法，控制电路 906 在整个读取和解析的过程中持续地对像素阵列电路中产生的光强变化事件进行历史统计和实时分析，一旦满足转换条件就发送转换信号，以使读取电路 905 从读取阈值比较单元 902 中的信息转换为读取光强采集单元 904 中的信息，或者使读取电路 905 从读取光强采集单元 904 中的信息转换为读取阈值比较单元 902 中的信息，该自适应地转换过程不断重复，直至对所有数据信号的读取完成。

图 13 示出了本申请的可能的实施例的控制电路的框图。控制电路可以用于实现图 11、图 12-a 中的控制电路 906 等，如图 13 所示，控制电路包括至少一个处理器 1101、耦合到处理器 1101 的至少一个存储器 1102 以及耦合到处理器 1101 的通信机制 1103。存储器 1102 至少用于存储计算机程序以及从读取电路获取的数据信号。在处理器 1101 上预配置有统计模型 111 和策略模块 112。控制电路可以通过通信机制 1103 被通信耦合到如图 11、图 12-a 中的视觉传感器的读取电路 905 或者视觉传感器外部的读取电路，以对其实现控制功能。

在一些可能的实施例中，控制电路可以被配置为控制读取电路 905 以特定事件表示方式来读取像素阵列电路生成的多个数据信号。另外，控制电路可以被配置为从读取电路 905 获取数据信号，且当控制电路控制读取电路 905 读取以光强信息表示的事件时，数据信号可以指示绝对光强度值，绝对光强度值可以表示在当前时刻测量的光强度值。当控制电路控制读取电路 905 读取以极性信息表示的事件时，数据信号可以指示光强极性等等。例如，光强极性可以表示光强变化的趋势，如增强或减弱，通常用+1/-1 表示。

控制电路基于从读取电路获取数据信号，确定与至少一个光强变化事件有关的统计数据。比如，上文提到的统计数据可以是单位时间内像素阵列电路测量到的事件(光强变换事件)数目的总数据量，或者统计数据还可以是单位时间内像素阵列电路测量到的事件数目  $N_e$ 。在一些实施例中，控制电路可以从读取电路 905 获取像素阵列电路在一段时间内生成的数据信号，并将这些数据信号存储在存储器 1102 中，以供历史统计和分析。

在一些可能的实施例中，控制电路可以利用预配置的一个或多个统计模型 111，对由读取电路 906 提供的像素阵列电路在一段时间内产生光强变化事件进行历史统计。统计模型 111 然后可以向策略模块 112 传输统计数据。如前文所述，统计数据可以指示光强变化事件的数目，也可以指示光强变化事件的总数据量。应当理解，任何合适的统计模型、统计算法均可应用于本申请的可能的实施例，本申请的范围在此方面不受限制。

由于统计数据是对视觉传感器在一段时间内产生光强变化事件的历史情况的统计结果，因而可供策略模块 112 分析和预测下一时间段内事件发生的速率或者数据量。策略模块 112 可以预配置有一个或多个转换决策。当存在多个转换决策时，控制电路可以根据需要，例如根据视觉传感器的类型、光强变化事件的特性、外部环境的属性、运动状态等因素，从多个转换决策中选择一个用于分析和决策。

在一些实施例中，处理器中可以包括多个统计模型，和与该多个统计模型对应的策略

模块,参阅图 14,为本申请实施例提供的另一种控制电路的框图。其中,统计模型 1 (121) 可以参阅图 13 对应的统计模型 111 进行理解,策略模块 1 (122) 可以参阅图 13 对应的策略模块 112 进行理解。统计模型 2 (123) 可以参阅图 8 对应的统计模型 606 进行理解,策略模块 2 (124) 可以参阅图 8 对应的策略模块 608 进行理解。通信机制 1203 可以参照图 5 13 对应的通信机制 1103,以及图 8 对应的通信机制 612 进行理解。在这些实施方式中,控制电路可以被配置为控制读取电路 220 以特定数据读取模式(例如,基于帧扫描的同步读取模式、基于事件流的异步读取模式等)来读取像素阵列电路生成的多个数据信号。同时,控制电路可以被配置为从读取电路获取不同表示方式的数据信号(例如,获取由极性信息表示的数据信号,由光强信息表示的数据信号等)。存储器 1202 至少用于存储计算机程序以及从读取电路获取的数据信号。其中,存储器 1202 存储的计算机程序可以包括与切换数据读取模式相关的程序,以及与转换事件表示方式相关的程序。此外,需要说明的是,统计模型 1 和统计模型 2 可以基于不同的数据进行统计,比如统计模型 1 基于单位时间内像素阵列电路测量到的事件数目  $N_{ev}$  进行统计并输出结果至策略模块 1,统计模型 2 基于单位时间内像素阵列电路测量到的事件(光强变换事件)数目的总数据量进行统计并输出结果至策略模块 2,或者统计模型 1 基于单位时间内像素阵列电路测量到的事件(光强变换事件)数目的总数据量进行统计并输出结果至策略模块 1,统计模型 2 基于单位时间内像素阵列电路测量到的事件数目  $N_{ev}$  进行统计并输出结果至策略模块 2。

在一些实施例中,参阅图 15,可以包括多个处理器(比如处理器 1301 和处理器 1302)。每一个处理器分别用于输出一种控制策略,统计模型 1 (131)、策略模块 1 (132)、统计模型 2 (133) 以及策略模块 2 (134) 可以参照图 14 对应的实施例中的统计模型 1,策略模块 1,统计模型 2,策略模块 2 进行理解,这里不再重复赘述。在一些实施例中,参阅图 15,可以包括多个存储器(比如存储器 1303 和存储器 1304),每一个存储器分别用于存储一种与控制策略相关的计算机程序,或者从读取电路获取的数据信号,比如存储器 1 用于存储从读取电路获取的数据信号以及转换事件表示方式相关的程序,存储器 2 用于存储从读取电路获取的数据信号以及从读取电路获取的数据信号,另一个存储器用于存储与控制策略相关的计算机程序(图中未示出此种方案)。

在一些实施例中,可以只包括一个通信机制,也可以包括多个通信机制,图 15 中的通信机制 1305 和通信机制 1306 可以理解为一个通信机制,也可以理解是两个不同的通信机制,可以参阅图 14 对应的通信机制 1203 和通信机制 1204 进行理解。

在一些实施例中,如果策略模块确定统计数据满足转换条件,则向读取电路输出关于转换事件表示方式的指示。在另一实施例中,如果策略模块确定统计数据不满足转换条件,则不向读取电路输出关于转换事件表示方式的指示。在一些实施例中,关于转换事件表示方式的指示可以如以上实施例所述的采用显式形式,例如转换信号为 0 或者转换信号为 1 的方式。

应当理解的是,控制电路仅用于示例性目的,而不暗示对于本申请的范围的任何限制。本申请的实施例还可以被体现在不同的控制电路中。另外,还应当理解,控制电路还可以

包括其他元件、模块或实体，出于清楚的目的未被示出，但不意味着本申请的实施例不具备这些元件或实体。示例性的，下面给出一种通过硬件方式实现控制电路控制读取电路读取不同表示方式的事件的方案。

参阅图 16，为本申请实施例提供的一种控制电路的框图。该控制电路 1400 可以用于实现图 11 或图 12-a 中的控制电路 906 等。如图 16 所示，控制电路 1400 可以包括计数器 1401 和比较器 1402。计数器和比较器耦接，计数器可以通过通信机制和读取电路 1403 进行通信，比较器也可以通过通信机制和读取电路 1403 进行通信。

控制电路 1400 可以被配置为控制读取电路 1403 以特定事件表示方式来读取像素阵列电路生成的多个数据信号。控制电路 1400 可以通过计数器 1401 获取读取电路 1403 传输的数据信号，计数器 1401 每接收到一个事件时，计数器的值加一。计数器可以将统计的事件数目发送至比较器 1402 中，比较器 1402 基于转换条件以及计数器传输的事件数目，判断是否输出转换信号至读取电路 1403。比如，若当前通过极性信息表示事件，则转换条件可以参阅公式 (14) 进行理解，当比较器判断计数器输出的值小于等于  $\frac{\alpha K}{H}$  时，则比较器 1402 输出转换信号至读取电路 1403，控制读取电路 1403 读取光强采集单元中缓存的电信号。再比如，若当前通过光强信息表示事件，则转换条件可以参阅公式 (15) 进行理解，若比较器判断计数器输出的值大于等于  $\frac{\beta K}{H}$  时，则比较器 1402 输出转换信号至读取电路 1403，控制读取电路 1403 读取阈值比较单元输出的信号。比较器 1402 每次完成比较后，通过通知计数器 1401 复位。读取电路 1403 可以参照图 11 以及图 12-a 对应的读取电路 905 进行理解。

在一些实施例中，还可以允许用户自定义选择选择某一种事件的表示方式，参阅图 17，为本申请实施例提供的另一种控制电路 1500 的框图。固定信号用于指示读取电路按照某一种固定的事件表示方式读取数据信号，比如指示读取电路读取阈值单元输出的信号（由极性信息表示的事件），或者读取光强采集单元缓存的信号（由光强信息表示的事件）。选择器 1503 用于接收固定信号和比较器 1502 输出的信号，当选择器 1503 接收到固定信号时，则按照固定信号的指示，控制读取电路。若选择器 1503 没有接收到固定信号，则按照比较器 1502 输出的转换信号，控制读取电路。计数器 1501 可以参照图 16 中的计数器 1401 进行理解，比较器 1502 可以参照图 16 中的比较器 1402 进行理解，读取电路 1503 可以参照图 16 中的读取电路 1403 进行理解。

参阅图 18 示出了单一事件表示方式与根据本申请提供的自适应转换事件表示方式的区别示意图。如图 18 所示，采用单一事件表示方式，比如采用光强信息表示事件的方式（图 18 中用光强模式表示），当视觉传感器需要传输的数据量超过视觉传感器的预置最大带宽时，有一部分的数据将被随机丢弃。如图 18 中的曲线 1601 所示，当像素阵列电路中产生大量事件时，传输的数据量大于带宽时，如曲线 1901 中的虚线部分所示，存在事件数据无法被读出的情况，即存在数据丢失的情况。当采用本申请提供的方案时，比较光强信息表示的事件的数据量与带宽之间的关系，从而调整事件的表示精度。在数据量较少时，数据传输不会超过带宽，则采用光强信息表示事件，可以尽可能的将采样到的变化像素亮度信息输出，事件的表示精度较高，该光强信息在后续处理中，比如在亮度重建时，可以直接

使用，不需要做复杂的处理。在事件大量触发时，事件的数据量超过带宽，则切换为极性信息表示事件（图 18 中用极性模式表示），事件的表示精度较低，由于极性信息通常只需要 1 比特-2 比特，可以极大的减少数据量，数据量的减少可以缓解传输压力，减少数据的丢失。需要说明的是，通过极性信息进行亮度重建的方式本申请实施例都可以采用，示例性的，可以通过建模估计的方法。事件的产生是由于亮度的变化大于定阈值 C，当知道重建时刻之前某一个时刻的亮度，则可以根据两个时刻之间的极性信息，结合事件产生的原理，对亮度进行重建可以通过公式 1-2 表示：

$$I(x, y, t) = I(x, y, t_{pre}) + C \times \int_{t_{pre}}^t e_p(x, y, t) dt \quad (1-2)$$

其中，x, y 代表像素的行、列坐标（坐标信息），t 为重建时刻的时间戳（时间信息）。

$e_p$  代表为当前通过极性信息表示的事件。 $I(x, y, t_{pre})$  代表重建时刻之前某一个时刻的亮度信息，如果需要得到更加精确的亮度信息可以根据该像素的空间信息和时域信息进行估计，比如可以采用线性插值法，双立方插值法。在一些可能的实施例中， $I(x, y, t_{pre})$  代表重建时刻的上一时刻，可以进一步减少量化误差。需要说明的是，现有技术中的通过极性信息进行亮度重建难度较大，物体识别的精度也较差，区别于现有技术，本申请提供的方案由于采用在极性信息表示的事件和光强信息进行表示的事件进行转换，在通过极性信息进行亮度重建的过程中，可以结合重建时刻之前某一个时刻的亮度（光强信息），相比于现有技术，也可以降低亮度重建的难度，提升物体识别的精度。需要说明的，本申请有时也将光强信息称为亮度信息，二者表示相同的意思。

为了更好的展示自适应转换事件表示方式的优势，下面结合一个具体的例子进行说明。假设视觉传感器的预置的最大带宽为 200bps，设置  $\alpha$  和  $\beta$  均为 1，假设初始的事件表示方式为通过光强信息表示事件，每一个事件由 8 比特进行表示，像素阵列电路在 4 秒内的数据量分别为：第 1 秒产生了 30 个事件，第 2 秒产生了 60 个事件，第 3 秒产生了 40 个事件，第 4 秒产生了 20 个事件，第 5 秒产生了 15 个事件。则如果一直通过光强信息表示事件，第 1 秒，由于产生的数据量 240 比特大于带宽 200 比特，所以可能只有 25 个事件可以正常传输，其他事件由于带宽受限会丢失。在第 2 秒，基于相同的原因，由于产生的数据量大于带宽，受限带宽，仍然只有部分事件正常传输，部分事件会丢失。在第 3 秒，同样地，由于带宽的限制，仍然只有部分事件正常传输，部分事件会丢失。在第 4 秒，全部的数据量可以正常传输。在第 5 秒，全部的数据量可以正常传输。当采用本申请提供的自适应转换事件表示方式的方案时，由于第 1 秒需要传输的数据量超过了带宽，因此满足了转换条件，将转换为通过极性信息表示事件，假设通过极性信息表示事件时，每一个事件由 2 比特进行表示，由于极性信息表示一个事件所需的比特数目小于通过光强信息表示的一个事件，通过极性信息表示事件，可以降低事件的丢失概率。在第 2 秒时，通过极性信息表示事件，需要传输的总数据量小于带宽，但是通过光强信息表示事件，需要传输的数据量又超过了带宽，所以仍然通过极性信息表示事件，降低事件的丢失概率，在第 3 秒时，由于通过光强信息表示事件需要传输的数据量仍然超过了带宽，仍然通过极性信息表示事件，

降低事件的丢失概率，在第 4 秒时，由于通过极性信息表示事件，需要传输的总数据量小于带宽，并且通过光强信息表示事件需要传输的数据量小于带宽，满足了转换条件，则转换为通过光强信息表示事件，提升事件表示的精度，使事件可以携带更多的信息，在第 5 秒时，由于需要传输的数据量小于带宽，且当前采用的是通过光强信息表示事件，所以不满足切换条件，仍然采用光强信息表示事件，使事件可以携带更多的信息。

通过这一例子可以看出，采用单一的事件表示方式，比如仅采用光强信息表示事件，数据的丢失率为 36.4%，而采用了本申请提供的自适应转换事件表示方式的方案时，可以在传输的数据量大于带宽时，转换为通过极性信息表示事件，大大的降低了事件的丢失概率，并且在带宽不受限的情况下，尽可能采用使事件携带更多的信息。

图 19 示出了根据本申请的可能的实施例的电子设备的框图。如图 19 所示，电子设备包括视觉传感器芯片 1700、控制电路 1701、以及解析电路 1702。其中，控制电路 1701 可以参照控制电路 906 进行理解。应当理解的是，电子设备用于示例性目的，其可以利用任何合适的设备来实现，包括当前已知的和未来开发的各种传感器设备。本申请的实施例还可以被体现在不同的传感器系统中。另外，还应当理解，电子设备还可以包括其他元件、模块或实体，出于清楚的目的未被示出，但不意味着本申请的实施例不具备这些元件、模块或实体。

其中，视觉传感器芯片 1700 和控制电路 1701 可以参照图 11 至图 18 所描述的视觉传感器和控制电路进行理解，这里不再重复赘述。解析电路 1702 可以被配置为解析由视觉传感器芯片 1700 中的读取电路读取的数据信号。在本申请的可能的实施例中，解析电路 1702 可以采用与视觉传感器芯片 1700 中的读取电路的当前事件表示方式相适应的解析模式。作为示例，如果读取电路初始读取由极性信息表示的事件，则解析电路相应地基于与该表示方式相关联的比特位数来解析事件，比如预定极性信息采用 1 比特进行表示，则解析电路相应地基于 1 比特来解析事件。当读取电路读取由光强信息表示的事件，则解析电路相应的基于与该表示方式相关联的比特位数来解析事件，比如预定光强信息采用 12 比特进行表示，则解析电路相应地基于 12 比特来解析事件。

在一些实施例中，解析电路 1702 可以在无需显式切换信号或标记位的情况下实现解析电路的解析模式的切换。例如，解析电路 1702 可以采用与控制电路 1701 相同或相应的统计模型和转换策略，以对读取电路提供的数据信号做出与控制电路 1701 相同的统计分析并做出一致的转换预测。作为示例，以读取电路基于事件流的读取模式读取数据信号为例进行说明，上文已经介绍过，基于事件流的读取模式时，每个事件可以表示为  $\langle x, y, t, m \rangle$ ， $(x, y)$  表示产生事件的像素位置， $t$  表示产生事件的时间， $m$  表示光强的特征信息， $m$  包括极性信息和光强信息。假设  $x$  通过  $b_x$  个比特表示， $y$  通过  $b_y$  个比特表示， $t$  通过  $b_t$  个比特表示， $m$  表示极性信息时通过 1 个比特表示， $m$  表示光强信息时通过 12 个比特表示。相应的，如何控制电路 1701 控制读取电路的初始状态时读取由极性信息表示的事件时，相应地，解析电路 1702 初始状态时，解析出的前  $b_x$  个比特指示像素的坐标  $x$ ，接下来  $b_y$  个比特指示像素的坐标  $y$ ，其后的  $b_t$  个比特指示读取时间，最后取 1 个比特指示光强的特征信息，具体的该光强的特征信息是极性信息。解析电路 1702 从读取电路获取数据信号，并确定与光强变化

事件有关的统计数据。如果解析电路 1702 确定该统计数据满足转换条件，则转换至与由光强信息表示事件相对应的解析模式，比如，由极性信息表示事件转换为由光强信息表示事件时，解析电路 1702 解析出的前  $b_x$  个比特指示像素的坐标  $x$ ，接下来  $b_y$  个比特指示像素的坐标  $y$ ，其后的  $b_t$  个比特指示读取时间，最后取 12 个比特指示光强的特征信息，具体的，  
5 该光强的特征信息是光强信息。

作为另一示例，如果读取电路 905 初始以读取由光强信息表示的数据信号，则解析电路 1702 以与该事件表示方式相对应的解析模式。比如解析出的前  $b_x$  个比特指示像素的坐标  $x$ ，接下来  $b_y$  个比特指示像素的坐标  $y$ ，其后的  $b_t$  个比特指示读取时间，最后取 12 个比特指示光强信息。解析电路 1702 从读取电路获取数据信号，并确定与光强变化事件有关的统计  
10 统计数据。如果解析电路 1702 确定该统计数据满足转换条件，则转换至与由极性信息表示事件相对应的解析模式，比如，由极性信息表示事件转换为由光强信息表示事件时，解析电路 1702 解析出的前  $b_x$  个比特指示像素的坐标  $x$ ，接下来  $b_y$  个比特指示像素的坐标  $y$ ，其后的  $b_t$  个比特指示读取时间，最后取 1 个比特指示极性信息。

作为另一示例，如果读取电路 905 初始以基于事件流的读取模式来读取像素阵列电路  
15 输出的数据信号，具体的读取由光强信息表示的数据信号，则解析电路 1702 以与该读取模式、该事件表示方式相对应的解析模式，比如采用与事件流的读取模式对应的模式解析从读取电路 905 获取的数据信号，并解析出的前  $b_x$  个比特指示像素的坐标  $x$ ，接下来  $b_y$  个比特指示像素的坐标  $y$ ，其后的  $b_t$  个比特指示读取时间，最后取 12 个比特指示光强信息。解析电路 1702 从读取电路获取数据信号，并确定与光强变化事件有关的统计数据。如果解析  
20 电路 1702 确定该统计数据满足转换条件，则转换至与由极性信息表示事件相对应的解析模式，比如，由极性信息表示事件转换为由光强信息表示事件时，解析电路 1702 解析出的前  $b_x$  个比特指示像素的坐标  $x$ ，接下来  $b_y$  个比特指示像素的坐标  $y$ ，其后的  $b_t$  个比特指示读取时间，最后取 1 个比特指示极性信息。

在一些可能的实施例中，解析电路 704 从读取电路 905 获取数据信号，并基于该数据  
25 信号来判断当前解析模式和备选的解析模式中的哪一种与读取电路 905 读取的事件的表示方式相对应。进而，在一些实施例中，解析电路 704 可以基于该判断来从当前解析模式切换到另一解析模式。

本申请实施例还提供一种用于操作视觉传感器芯片的方法。参阅图 20，为根据本申请的可能的实施例的用于操作视觉传感器芯片的方法的流程图，可以包括以下步骤：

30 1801、通过测量光强变化量来生成与像素阵列电路中的像素对应的至少一个数据信号。

像素阵列电路通过测量光强变化量来生成与像素阵列电路中的像素对应的至少一个数据信号，至少一个数据信号指示光强变化事件，光强变化事件表示像素阵列电路中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值。其中，像素阵列电路可以包括一个或多个像素阵列，并且每个像素阵列包括多个像素，每个像素可以视为一个像素电路，像素电路可以参  
35 照像素电路 900 进行理解。

1802、以第一事件表示方式从像素阵列电路读取至少一个数据信号。

读取电路以第一事件表示方式从像素阵列电路读取至少一个数据信号。读取电路可以



参照读取电路 905 进行理解。

在一些可能的实施例中，第一事件表示方式为通过极性信息表示事件，像素阵列电路包括多个像素，每个像素包括阈值比较单元，阈值比较单元，用于光强变换量超过预定阈值时，输出极性信息，极性信息用于指示光强变化量是增强或者减弱。读取电路，具体用于读取阈值比较单元输出的极性信息。

在一些可能的实施例中，第一事件表示方式为通过光强信息表示事件，像素阵列包括多个像素，每个像素包括阈值比较单元，读出控制单元和光强采集单元，

光强检测单元，用于输出照射在其上的光信号对应的电信号，电信号用于指示光强。

阈值比较单元，用于根据电信号确定光强变换量超过预定阈值时，输出第一信号。

读出控制单元，用于响应于接收到第一信号，指示光强采集单元采集并缓存对应第一信号接收时刻的电信号。

读取电路，具体用于读取光强采集单元缓存的电信号。

其中，光强检测单元可以参照光强检测单元 901 进行理解，阈值比较单元可以参照阈值比较单元 902 进行理解，读出控制单元可以参照读出控制单元 903 进行理解，光强采集单元可以参照光强采集单元 904 进行理解。

1803、向控制电路提供至少一个数据信号。

读取电路，还用于向控制电路提供至少一个数据信号。控制电路可以参照控制电路 906 进行理解。

1804、从控制电路接收到基于至少一个数据信号而生成的转换信号时，转换到以第二事件表示方式从像素阵列电路读取至少一个数据信号。

读取电路用于从控制电路接收到基于至少一个数据信号而生成的转换信号时，转换到以第二事件表示方式从像素阵列电路读取至少一个数据信号。

在一些可能的实施例中，控制电路，还用于基于从读取电路接收的至少一个数据信号，确定统计数据。如果确定统计数据满足预定转换条件，向读取电路发送转换信号，预定转换条件基于视觉传感器芯片的预置带宽确定。

在一些可能的实施例中，第一事件表示方式为通过极性信息表示事件，第二事件表示方式为通过光强信息表示事件时，预定转换条件为若通过第二事件表示方式从像素阵列电路读取至少一个数据信号，读取的总数据量不大于预置带宽，或者预定转换条件为至少一个数据信号的数目不大于预置带宽和第一比特的比值，第一比特是数据信号的数据格式的预置比特。

在一些可能的实施例中，第一事件表示方式为通过光强信息表示事件，第二事件表示方式为通过极性信息表示事件时，预定转换条件为通过第一事件表示方式从像素阵列电路读取的总数据量大于预置带宽，或者预定转换条件为至少一个数据信号的数目大于预置带宽和第一比特的比值，第一比特是数据信号的数据格式的预置比特。根据本申请的实施例所提出的自适应事件表示方式，视觉传感器可以对事件进行历史数据统计以预测下一时间段内可能的事件产生速率，因此能够选出更加适合应用场景和运动状态的事件表示方式。

通过上述方案，视觉传感器能够自适应地在两种事件表示方式之间切换，使得读取数

据速率始终保持未超过预定的读取数据速率阈值，从而降低了视觉传感器的数据传输、解析和存储的代价，显著提高了传感器的性能。另外，这样的视觉传感器可以对一段时间内产生的事件进行数据统计以用于预测下一时间段内可能的事件产生速率，因而能够选出更加适合当前外部环境、应用场景和运动状态的读取模式。

5 以上介绍了视觉传感器能够自适应地在两种事件表示方式之间切换，其中，该两种事件表示方式包括极性信息表示的事件以及光强信息表示的事件。采用本申请提供的自适应事件表示方式时，比较光强信息表示的事件的数据量与带宽之间的关系，从而调整事件的表示精度，在满足带宽限制的前提下，以合适的表示方式将事件都传输出来，尽可能以更大的表示精度传输所有事件。在一些实施方式中，视觉传感器可以自适应地在多种事件表示方式之间切换，以更好实现以更大的表示精度传输所有事件这一目的，下面结合一些具  
10 体的实施例对此进行说明。

图 21 示出了本申请提供的一种像素电路 1900 的示意图。像素阵列电路 210、像素阵列电路 310 以及像素阵列电路 710 中的每一个像素阵列电路都可以包括一个或多个像素阵列，并且每个像素阵列包括多个像素，每个像素可以视为一个像素电路，每一个像素电路  
15 用于生成与该像素对应的数据信号。参阅图 21，为本申请实施例提供的另一种优选的像素电路的示意图。本申请有时也将一个像素电路简称为一个像素。如图 21 所示，本申请中一种优选的像素电路包括光强检测单元 1901，阈值比较单元 1902，读出控制单元 1903 以及光强采集单元 1904。

光强检测单元 1901，用于将获取到的光信号转换为第一电信号。光强检测单元 1901 可以  
20 以参照图 11 对应的实施例中的光强检测单元 901 进行理解，这里不再重复赘述。

阈值比较单元 1902，用于判断第一电信号是否大于第一目标阈值，或者第一电信号是否小于第二目标阈值，第一电信号大于第一目标阈值，或者第一电信号小于第二目标阈值时，阈值比较单元 1902 输出第一数据信号，该第一数据信号用于指示该像素有光强变换事件。阈值比较单元 1902，用于比较当前光强与上一次事件产生时的光强的差异是否超过  
25 预定阈值，可以参考公式 1-1 进行理解。第一目标阈值可以理解为第一预定阈值和第二电信号的和，第二目标阈值可以理解为第二预定阈值和第二电信号的和。第二电信号是上一次事件发生时光强检测单元 901 输出的电信号。本申请实施例中的阈值比较单元可以通过硬件的方式实现，也可以通过软件的方式实现，本申请实施例对此并不进行限定。

读出控制单元 1903，获取到第一数据信号时，控制光强采集单元 904 采集第一电信号。  
30 读出控制单元 1903 还用于通知读取电路 1905 读取像素电路输出的数据信号。

读取电路 1905 可以被配置为按照预定顺序扫描像素阵列电路中的像素，以读取对应像素生成的数据信号。在一些可能的实施例中，读取电路 905 可以参照读取电路 220，读取电路 320，读取电路 720 进行理解，即读取电路 905 被配置为能够以多于一种信号读取模式来读取像素电路输出的数据信号。例如，读取电路 1905 可以以第一读取模式和第二读取模式中的其中一种读取模式进行读取，第一读取模式和第二读取模式分别对应于基于帧扫描的读取模式和基于事件流的读取模式中的其中一种模式。在一些可能的实施例中，读取  
35 电路 1905 也可以仅以一种信号读取模式来读取像素电路输出的数据信号，比如读取电路

1905 被配置为仅以基于帧扫描的读取模式来读取像素电路输出的数据信号，或者读取电路 1905 被配置为仅以基于事件流的读取模式来读取像素电路输出的数据信号。

5 第一编码单元 1907，用于根据当前获取到的位宽对光强采集单元 1904 缓存的第一电信号进行编码处理。读取电路 1905，还用于读取第一编码单元 1907 编码后的数据信号。关于第一编码单元 1907 如何根据获取到的位宽对第一电信号进行编码处理，需要控制电路 1906 对其进行控制，将在下文进行详细介绍。

在一些实施方式中，读取电路 1905 可以被配置向控制电路 1906 提供所读取的至少一个数据信号。控制电路 1906 根据从读取电路 1905 获取的数据信号，可以控制第一编码单元 1907 采用某个比特位宽对事件进行编码。

10 读取电路 1905 可以向控制电路 1906 提供在一段时间内读取的数据信号，以供控制电路 1906 进行推理，并指示第一编码单元 1907 采用某个比特位宽对事件进行编码。在一些可能的实施例中，控制电路 1906 可以从读取电路 1905 获取至少一个数据信号，并至少基于该至少一个数据信号来判断第一编码单元 1907 当前采用的编码方式是否适合当前的应用场景和运动状态，进而调整第一编码单元 1907 的编码方式。在一些可能的实施方式中，  
15 第一编码单元 1907 也可以直接和控制电路 1906 进行交互，而不通过读取电路，比如第一编码单元将编码后的数据信号向控制电路 1906 发送，控制电路 1906 基于接收到的编码后的数据信号来判断第一编码单元 1907 当前采用的编码方式是否适合当前应用场景和运动状态，进而调整第一编码单元 1907 的编码方式。

20 在一些可能的实施例中，读取电路 1905 提供给控制电路 1906 的数据是单位时间内像素阵列电路测量到的事件(光强变换事件)数目  $N_{ev}$ 。假设当前采用的表示光强特征信息的位宽是  $H_1$ ，即假设控制电路 1906 控制第一编码单元 1907 当前采用  $H_1$  个比特为每个事件的光强的特征信息进行编码(以下简称为为每个事件进行编码)，假设预置通过  $i$  个比特编码光强特征信息的位宽，通过  $s$  个比特编码事件数目，则视觉传感器一共需要传输的比特数  $N = N_{ev} \times H_1 + i + s$ 。如果视觉传感器一共需要传输的比特数  $N$  大于或等于带宽  $K$  时，则控制电路 1906 确定要降低光强特征信息的位宽。控制电路计算光强特征信息的位宽是  $H_2$  时视觉传感器一共需要传输的比特数，具体的，当采用  $H_2$  个比特为每个事件进行编码时，视觉传感器一共需要传输的比特数  $N = N_{ev} \times H_2 + i + s$ 。如果此时视觉传感器一共需要传输的比特数  $N$  小于或等于带宽  $K$  时，则控制电路 1906 控制第一编码单元 1907 采用  $H_2$  个比特为每个事件进行编码， $H_2$  小于  $H_1$ 。

30 在一些可能的实施例中，读取电路 1905 提供给控制电路 1906 的数据可以是单位时间内像素阵列电路测量到的事件(光强变换事件)数目的总数据量。比如，假设当前采用的光强特征信息的位宽是  $H_1$ ，读取电路 1905 提供给控制电路 1906 的单位时间内像素阵列电路测量到的事件数目的总数据量为  $N_{ev} \times H_1$ 。

35 上文介绍到在视觉传感器的带宽一定的情况下，存在事件数据无法被读出的情况。目前通常采用随机丢弃的方式处理。若采用随机丢弃，虽然能够保证传输数据量不超过带宽，但造成了数据丢失，在某些特殊应用场景下(例如自动驾驶等)，随机丢弃的数据可能具有较高的重要性。图 11 至图 20 所描述的方案，比较光强信息表示的事件的数据量与带宽之

间的关系，从而调整事件的表示精度，通过自适应地在两种事件表示方式之间切换的方式解决这一问题，在满足带宽限制的前提下，以合适的表示方式将事件都传输出来，尽可能以更大的表示精度传输所有事件。图 11 至图 20 所描述的方案以及目前已有的方案中，光强特征信息的位宽都是固定不变的，考虑到现有技术存在的问题，本申请还提供一种方案，

5 动态调整光强特征信息的位宽，相比于图 11 至图 20 只有两种事件表示方式来说，动态调整光强特征信息的位宽这一方案可以在满足带宽限制的前提下，能够以更大的表示精度传输所有事件。动态调整光强特征信息的位宽这一方案，当视觉传感器在一段时间内（比如单位时间内）需要传输的数据量超过带宽时，则降低光强特征信息的位宽，即降低事件表示的精度，直到满足带宽限制，则采用满足带宽限制的光强特征信息的位宽对事件进行编

10 码（具体的是对事件的光强的特征信息进行编码）。其中，可以采用多种方式确定满足带宽限制的光强特征信息的位宽（以下也称为位宽，或者表示光强特征信息的位宽），下面结合几个优选的实施方式进行说明。

在一些可能的实施例中，可以采用位宽递减的方式确定最优的表示光强特征信息的位宽。如图 22 所示，在初始状态下，第一编码单元 1907 可以首先按照最大位宽  $B$  对一个事件

15 进行编码，控制电路 1906 根据读取电路 1905 提供的单位时间内的数据，计算事件产生的速率是否超过带宽限制，如果超过带宽，则逐步降低量化精度，即逐步降低光强特征信息的位宽，例如调整表示光强特征信息的位宽为  $(B - 1)$ ，确定位宽为  $(B - 1)$  时，事件产生的速率是否超过带宽，位宽为  $(B - 2)$  时事件产生的速率是否超过带宽，位宽为  $(B - n)$  时事件产生的速率是否超过带宽， $n$  为正整数。控制电路 1906 将调整后的预估事件发生的

20 速率与带宽进行比较；如果满足带宽限制（即不大于带宽），则控制第一编码单元 1907 采用当前这一级的比特位宽对事件进行编码，比如确定表示光强特征信息的位宽为  $(B - 1)$  时，事件产生的速率不超过带宽限制，即采用  $(B - 1)$  对事件进行编码。为了更好的理解这一实施例，下面举例说明。假设最大位宽  $B$  为 12 比特，即预先规定最高只能采用 12 比特对一个事件进行编码，假设带宽限制为 3000 bps（每一秒最大允许传输 3000 比特），即预置

25 的最大带宽为 3000bps，假设在实际场景中，第 1 秒产生了 100 个事件，第 2 秒产生了 300 个事件，第 3 秒产生了 400 个事件，第 4 秒产生了 180 个事件。

若采用现有技术的随机丢弃方案，则会出现以下情况：

第 1 秒：传输 100 个事件，丢失 0 个事件，事件丢失率为 0，视觉传感器一共传输 1200 比特。

30 第 2 秒：传输 250 个事件，丢失 50 个事件，事件丢失率为 16.7%，视觉传感器一共传输 3000 比特。

第 3 秒：传输 250 个事件，丢失 150 个事件，事件丢失率为 37.5%，视觉传感器一共传输 3000 比特。

35 第 4 秒：传输 180 个事件，丢失 0 个事件，事件丢失率为 0，视觉传感器一共传输 2160 比特。

上述方案丢失 200 个事件，共传输 9360 比特，丢失率为 20.4%。

若采用本申请提供的方案，动态调整表示光强特征信息的位宽，比如采用位宽递减的

方式确定最优的表示光强特征信息的位宽的方式，可以有效的降低事件的丢失率，结合上述例子继续说明。上文介绍到参数  $s$  代表通过  $s$  个比特编码事件数目，参数  $i$  表示通过  $i$  个比特编码表示光强特征信息的位宽，由于最大位宽  $B$  为 12 比特，因此位宽大小只需  $\lceil \log_2 12 \rceil = 4$  比特即可表示，这里  $\lceil \cdot \rceil$  表示向上取整，即  $i$  最大可以是 4，此外，这里假设  $s$  为 32，即通过 32 个比特编码事件数目。

则采用本申请提供的动态调整表示光强特征信息的方案，可以降低事件丢失率：

第 1 秒：由于产生了 100 个事件，首先按最大位宽  $B$  进行计算，即事件产生的速率  $100 \times 12 < 3000$  比特，不超过带宽限制，因此传输事件数 100（32 比特）和位宽大小 12（4 比特），随后传输 100 个事件，每个事件按 12 比特编码，一共需传输  $32+4+100 \times 12=1236$  比特。

第 2 秒：首先按最大位宽 12 比特计算事件产生的速率  $300 \times 12 > 3000$ ，超过了带宽限制，如果继续按照最大位宽对一个事件进行编码，将会产生事件丢失；则递减位宽，采用 11 比特计算机计算事件产生的速率  $300 \times 11 > 3000$ ，仍然超过了带宽限制；则继续递减位宽，采用 10 比特计算事件产生的速率  $300 \times 10 = 3000$ ，考虑到还有事件数 32 比特和位宽大小 4 比特需要传输，总体上仍超过带宽；则继续递减位宽，采用 9 比特计算事件产生的速率  $300 \times 9 = 2700$ ，考虑到事件数 32 比特和位宽 4 比特，仍然不超过带宽限制。因此，确定 9 比特为最优位宽，则控制电路控制第一编码单元采用 9 比特对一个事件进行编码，此外，还需要传输事件数 300（32 比特）和位宽大小 9（4 比特），随后传输 300 个事件，每个事件按 9 比特编码，一共需传输  $32+4+300 \times 9=2736$  比特。

第 3 秒：首先按最大位宽 12 比特计算事件产生的速率  $400 \times 12 > 3000$ ，超过了带宽限制；则递减位宽，采用 11 比特计算事件产生的速率  $400 \times 11 > 3000$ ，仍然超过了带宽限制；则采用 10 比特计算事件产生的速度  $400 \times 10 > 3000$ ，仍然超过了带宽限制，则按 9 比特计算事件产生的速率  $400 \times 9 > 3000$ ，仍然超过了带宽限制，则按 8 比特计算事件产生的速率  $400 \times 8 > 3000$ ，仍然超过了带宽限制，则按 7 比特计算事件产生的速率  $400 \times 7 = 2800$ 。因此，确定 7 比特为最优位宽，则控制电路控制第一编码单元采用 7 比特对一个事件进行编码，此外，还需要传输事件数 300（32 比特）和位宽大小 9（4 比特），随后传输 300 个事件，每个事件按 7 比特编码，一共需传输  $32+4+400 \times 7=2836$  比特，即事件产生的速度为 2836bps。

第 4 秒：首先按最大位宽 12 比特计算事件产生的速率  $180 \times 12 = 2160$ ，未超过带宽限制，则控制电路控制第一编码单元采用 12 比特对一个事件进行编码。一共需传输  $32+4+180 \times 12=2196$  比特。

通过本申请提供的动态调整表示光强特征信息的位宽的方案，在上述例子中丢失了 0 个事件，总共只传输 9004 比特，还节省了 3.8% 数据量，同时还保证了每个事件能以不同精度传输出来。如果与原始数据相比，即不考虑事件丢失，每个事件按 12 比特编码的方案，本方案能够节省 23.4% 的数据量。

在上述例子中，控制电路在每一秒都是以最大位宽计算事件产生的速率，当不满足带宽限制时，递减最大位宽，以满足带宽限制，通过这样的方式，可以始终保证在不丢失事件的前提下，采用最大的表示精度传输所有事件。在一些可能的实施例中，每一秒可

以当前位宽计算事件产生的速度,当不满足带宽限制时,递减当前位宽,以满足带宽限制,当满足带宽限制时,可以在满足带宽限制的条件下,递增带宽,以实现采用最大的表示精度传输所有事件,下面结合上述例子继续说明。

第 1 秒: 由于产生了 100 个事件,首先按最大位宽 B 进行计算,即事件产生的速率  
5  $100 \times 12 < 3000$  比特,不超过带宽限制,因此传输事件数 100 (32 比特) 和位宽大小 12 (4 比特),随后传输 100 个事件,每个事件按 12 比特编码,一共需传输  $32+4+100 \times 12=1236$  比特。

第 2 秒: 首先按当前位宽计算事件产生的速率,即按照位宽 12 比特计算事件产生的速率  
10  $300 \times 12 > 3000$ ,超过了带宽限制,如果继续按照 12 比特对一个事件进行编码,将会产生事件丢失;则递减位宽,采用 11 比特计算机计算事件产生的速率  $300 \times 11 > 3000$ ,仍然超过了带宽限制;则继续递减位宽,采用 10 比特计算事件产生的速率  $300 \times 10 = 3000$ ,考虑到还有事件数 32 比特和位宽大小 4 比特需要传输,总体上仍超过带宽;则继续递减位宽,采用 9 比特计算事件产生的速率  $300 \times 9 = 2700$ ,考虑到事件数 32 比特和位宽 4 比特,仍然不超过带宽限制。因此,确定 9 比特为最优位宽,则控制电路控制第一编码单元采用 9 比  
15 特对一个事件进行编码,此外,还需要传输事件数 300 (32 比特) 和位宽大小 9 (4 比特),随后传输 300 个事件,每个事件按 9 比特编码,一共需传输  $32+4+300 \times 9=2736$  比特。

第 3 秒: 首先按当前位宽计算事件产生的速率,即按照 9 比特计算事件产生的速率  
20  $400 \times 9 > 3000$ ,超过了带宽限制,则按 8 比特计算事件产生的速率  $400 \times 8 > 3000$ ,仍然超过了带宽限制,则按 7 比特计算事件产生的速率  $400 \times 7 = 2800$ 。因此,确定 7 比特为最优位宽,则控制电路控制第一编码单元采用 7 比特对一个事件进行编码,此外,还需要传输事件数 300 (32 比特) 和位宽大小 9 (4 比特),随后传输 300 个事件,每个事件按 7 比特编码,一共需传输  $32+4+400 \times 7=2836$  比特,即事件产生的速度为 2836bps。

第 4 秒: 首先按照当前位宽计算事件产生的速率,即按照 7 比特计算事件产生的速率  
25  $180 \times 7 < 3000$ ,且考虑到事件数 32 比特和位宽大小 4 比特需要传输,总体上仍然不超过带宽限制,则递增位宽,则采用 8 比特计算事件产生的速率  $180 \times 8 < 3000$ ,总体上仍然不超过带宽限制,则继续递增位宽,采用 9 比特计算事件产生的速率  $180 \times 9 < 3000$ ,总体上仍然不超过带宽限制,则继续递增位宽,采用 10 比特计算事件产生的速率  $180 \times 10 < 3000$ ,总体上仍然不超过带宽限制,则继续递增位宽,采用 11 比特计算事件产生的速率  $180 \times 11 < 3000$ ,总体上仍然不超过带宽限制,则继续递增位宽,采用 12 比特计算事件产生的速率  
30  $180 \times 12 = 2160$ ,未超过带宽限制,由于 12 比特已经是最大位宽,所以确定 12 比特为最优的位宽,则控制电路控制第一编码单元采用 12 比特对一个事件进行编码,一共需传输  $32+4+180 \times 12=2196$  比特。

除了上述提到的采用位宽递减的方式动态调整表示光强特征信息的位宽,确定满足带宽限制的表示光强特征信息的位宽,还可以通过其他的方式确定满足带宽限制的表示光强特征信息的位宽,下面结合几个优选的实施方式继续说明。  
35

在一些可能的实施例中,还可按照二分搜索法确定满足带宽限制的表示光强特征信息的位宽,例如以第 3 秒产生了 400 个事件为例进行说明,首先按照 12 比特对一个事件进行

编码，控制电路确定事件产生的速率  $400 \times 12 > 3000$ ；然后按照 12 比特的一半即 6 比特计算事件产生的速率  $400 \times 6 < 3000$ ，超过了带宽的限制；则计算 12 比特和 6 比特的中点，即 9 比特时事件产生的速率  $400 \times 9 > 3000$ ，仍然超过了带宽的限制；则计算 9 比特和 6 比特的中点，即 8 比特时事件产生的速率  $400 \times 8 > 3000$ ，仍然超过了带宽的限制；计算 8 比特和 6 比特的中点，即 7 比特时事件产生的速率  $400 \times 7 < 3000$ ，小于带宽的限制；由于 8 比特时事件产生的速率超过带宽限制，6 比特和 7 比特时的事件产生的速率都不超过带宽限制，因此采用更高量化精度的 7 比特对事件进行编码。上述过程只需经过 5 次比较，算法复杂度为  $O(\log B)$ 。

在一些可能的实施例中，还可以采用近似值估算的方法确定满足带宽限制的表示光强特征信息的位宽，例如，第 3 秒时总共产生了 400 个事件，那么根据带宽限制 3000bps，可以大致计算出每个事件的比特位宽不能超过  $\lfloor 3000/400 \rfloor = 7$  比特，这里  $\lfloor \cdot \rfloor$  表示向下取整。则控制电路控制第一编码单元采用 7 比特对一个事件进行编码。

通过动态调整表示光强特征信息的位宽的方案，当事件产生速率较小时，尚未达到带宽限制，则按照最大位宽量化事件，对事件进行编码，当事件产生速率较大时，则逐渐降低表示光强特征信息的位宽，以满足带宽限制，此后，若事件产生的速率又变小时，则可以在不超过带宽限制的前提下，递增表示光强特征信息的位宽。

在一些实施例中，还可以对像素阵列进行区域划分，采用不同的权重设定不同区域的最大位宽，以适应场景中不同的感兴趣区域，比如在可能包括目标对象的区域设置更大的权重，使包括目标对象的区域对应输出的事件的表示精度更高，在背景区域设置更小的权重，使背景区域对应输出的事件的表示精度更低，下面结合具体的实施例进行说明。

参阅图 23，为本申请提供的另一种视觉传感器的框图。该视觉传感器中，对像素阵列电路进行区域划分，不同的区域采用不同的编码方式，即不同的区域输出的事件的表示精度不同。如图 23 所示，以两个像素电路为例进行说明。假设像素电路 1900 是视觉传感器的像素阵列电路第一区域中的一个像素电路，像素电路 2100 是像素阵列电路第二区域中的一个像素电路。第一区域和第二区域是像素阵列电路中的两个不同区域，并且第一区域和第二区域输出的事件的表示精度不同。

读取电路 2105 可以分别用于读取像素电路 1900 产生的数据信号以及像素电路 2100 产生的数据信号，并将第一编码单元 1907 输出的编码后的数据信号传输给控制电路 2106，将第二编码单元 2107 输出的编码后的数据信号传输给控制电路 2106。控制电路 2106 可以根据读取电路传输的数据分别控制第一编码单元 1907 采用多大的比特对事件进行编码，控制第二编码单元 2107 采用多大的比特对事件进行编码，即控制电路 2106 可以分别控制像素电路 1900 以及像素电路 2100 输出事件的表示精度。

光强检测单元 2101，阈值比较单元 2102，读取控制单元 2103，光强采集单元 2104 以及第二编码单元 2107 可以分别参照光强检测单元 1901，阈值比较单元 1902，读取控制单元 1903，光强采集单元 1904 以及第一编码单元 1907 进行理解，这里不再重复赘述。

下面结合一个具体的例子，对控制电路控制像素阵列电路不同的区域采用不同的编码方式进行说明。参阅图 24，为对像素阵列进行区域划分的示意图。参阅图 24，将像素阵列

电路划分为6个区域，分别是A区域，B区域，C区域，D区域，E区域以及F区域。针对不同的区域可以设定不同的权重，比如可能包括目标对象的区域设置更大的权重，在背景区域设置更小的权重，示例性的，图24中，将D区域，E区域以及F区域设置更大的权重，A区域，B区域，C区域设置更小的权重，具体的，A区域的权重为0.05，B区域的权重为0.1，C区域的权重为0.05，D区域的权重为0.2，E区域的权重为0.4，F区域的权重为0.2。比如最大位宽为12比特，则将权重最大的E区域设定最大位宽12比特，按照各个区域的权重，对应的，A区域设定的最大位宽为2比特，B区域设定的最大位宽为3比特，C区域设定的最大位宽为2比特，D区域设定的最大位宽为6比特，F区域设定的最大位宽为6比特。需要说明的是，图24中将像素阵列划分为6个区域，以及每个区域设置的权重是为了举例说明，并不代表对方案的限定，实际上可以根据需求划分不同数目的区域，并针对不同的区域设定不同的最大位宽。控制电路确定每一个区域对应的最优位宽的方式与上述控制电路确定像素电路1900对应的最优位宽的方式相同，可以采用位宽递减的方式，二分搜索法以及近似值估算方法等等。示例性的，下面以位宽递减的方式，进行进一步的解释说明。

假设带宽限制为3000 bps，由于将像素阵列进行了区域划分，针对每一个区域分配的带宽也有所不同，以上述例子继续说明，A区域的权重为0.05，则A区域分配带宽为 $3000 \times 0.05 = 150$  bps，B区域的权重为0.1，则B区域分配带宽为 $3000 \times 0.1 = 300$  bps，C区域的权重为0.05，C区域分配带宽 $3000 \times 0.05 = 150$  bps，D区域的权重为0.2，则D区域分配带宽为 $3000 \times 0.2 = 600$  bps，E区域的权重为0.4，则E区域分配带宽为 $3000 \times 0.4 = 1200$  bps，F区域的权重为0.2，则F区域分配带宽为 $3000 \times 0.2 = 600$  bps。假设1秒内，A区域产生50个事件，B区域产生80个事件，C区域产生60个事件，D区域产生90个事件，E区域产生100个事件，F区域产生80个事件，则：

A区域：对于A区域，控制电路首先根据A区域的最大位宽2比特确定事件产生的速率 $50 \times 2 < 150$ ，并且考虑到事件数32比特和位宽大小4比特需要传输，仍然不超过带宽限制，所以控制电路控制A区域对应的编码单元采用2比特对一个事件进行编码，比如像素电路1900是A区域中的一个像素电路，则控制电路2106控制第一编码单元1907采用2比特对一个事件进行编码，A区域一共需要传输 $32 + 4 + 50 \times 2 = 136$ 比特。

B区域：对于B区域，控制电路首先根据B区域的最大位宽3比特确定事件产生的速率 $80 \times 3 < 300$ ，并且考虑到事件数32比特和位宽大小4比特需要传输，仍然不超过带宽限制，所以控制电路控制B区域对应的编码单元采用3比特对一个事件进行编码，比如像素电路2100是B区域中的一个像素电路，则控制电路2106控制第二编码单元2107采用3比特对一个事件进行编码，B区域一共需要传输 $32 + 4 + 80 \times 3 = 276$ 比特。

C区域：对于C区域，控制电路首先根据C区域的最大位宽2比特确定事件产生的速率 $60 \times 1 < 150$ ，并且考虑到事件数32比特和位宽大小4比特需要传输，仍然不超过带宽限制，所以控制电路控制C区域对应的编码单元采用1比特对一个事件进行编码。C区域一共需要传输 $32 + 4 + 60 \times 1 = 96$ 比特。

D区域：带宽为 $3000 \times 0.2 = 600$  bps，按6比特编码，D区域一共需要传输 $32 + 4 + 90 \times 6 = 576$



比特。

E 区域: 带宽为  $3000 \times 0.4 = 1200$  bps, 按 12 比特编码将超过带宽限制, 则按 11 比特编码, E 区域一共需要传输  $32 + 4 + 100 \times 11 = 1136$  比特。

5 F 区域: 带宽为  $3000 \times 0.2 = 600$  bps, 按 6 比特编码, F 区域一共需要传输  $32 + 4 + 80 \times 6 = 516$  比特。

综上, 1 秒内传输的总比特数为 2736 比特, 如果与原始数据相比, 即不考虑事件丢失, 每个事件按 12 比特编码的方案, 本方案能够节省 50.4% 的数据量。

10 图 25 示出了本申请的可能的实施例的控制电路的框图。控制电路可以用于实现图 21、图 23 中的控制电路 1906 等, 如图 25 所示, 控制电路包括至少一个处理器 2301、耦合到处理器 2301 的至少一个存储器 2302 以及耦合到处理器 2301 的通信机制 2303。存储器 2302 至少用于存储计算机程序以及从读取电路获取的数据信号。控制电路可以通过通信机制 2303 被通信耦合到如图 21、图 23 中的视觉传感器的读取电路 2105 或者视觉传感器外部的读取电路, 第一编码单元 1907, 第二编码单元 2109 以对他们实现控制功能。当处理器读取存储器 2302 中存储的计算机程序后, 执行上述图 21 至图 24 中描述的控制电路执行的  
15 动作。

需要说明的是, 图 25 所示的控制电路还可以包括预配置的统计模型 231 以及策略模块 232。对由读取电路 2105 提供的像素阵列电路在一段时间内 (比如单位时间内) 产生光强变化事件进行历史统计。统计模型 231 然后可以向策略模块 232 传输统计数据。统计数据可以指示光强变化事件的数目, 也可以指示光强变化事件的总数据量。

20 在一些实施例中, 处理器中可以包括多个统计模型, 和与该多个统计模型对应的策略模块。比如图 25 所示的控制电路可以和图 8 所示的控制电路结合起来。比如, 在一些实施例中, 控制电路的处理器包括统计模型 606, 策略模块 608, 统计模型 231 以及策略模块 232。

图 26 示出了根据本申请的可能的实施例的电子设备的框图。如图 26 所示, 电子设备包括视觉传感器芯片 2400、控制电路 2401、以及解析电路 2402。应当理解的是, 电子设备用于示例性目的, 其可以利用任何合适的设备来实现, 包括当前已知的和未来开发的各种传感器设备。本申请的实施例还可以被体现在不同的传感器系统中。另外, 还应当理解, 电子设备还可以包括其他元件、模块或实体, 出于清楚的目的未被示出, 但不意味着本申请的实施例不具备这些元件、模块或实体。

30 其中, 视觉传感器芯片 2400 和控制电路 2401 可以参照图 21 至图 25 所描述的视觉传感器和控制电路进行理解, 这里不再重复赘述。解析电路 2402 可以被配置为解析由视觉传感器芯片 2400 中的读取电路读取的数据信号。在本申请的可能的实施例中, 解析电路 2402 可以采用与视觉传感器芯片 2400 当前采用的数据格式位宽相适应的位宽解析视觉传感器传输的数据信号。为了更好的理解解析电路如何解析视觉传感器芯片传输的数据信号, 下面结合两个具体的例子进行说明。  
35

上文提到了一个例子: 假设最大位宽 B 为 12 比特, 带宽限制为 3000 bps (每一秒最大允许传输 3000 比特), 通过 32 个比特编码事件数目, 通过 4 个比特编码表示光强特征信

5 息的位宽，视觉传感器在第 1 秒产生了 100 个事件，第 2 秒产生了 300 个事件，第 3 秒产生了 400 个事件，第 4 秒产生了 180 个事件。则采用本申请提供的方案，第 1 秒采用 12 比特编码一个事件，第 2 秒采用 9 比特编码一个事件，第 3 秒采用 7 比特编码一个事件，第 4 秒采用 12 比特编码一个事件。下面结合这个例子继续说明解析电路如何解析视觉传感器芯片传输的数据信号。

视觉传感器芯片输出的数据可以是二进制数据流，该二进制数据流可以包括三部分，分别用于表示事件数目，位宽，以及编码后的每个事件。如图 27 所示，为一种二进制数据流的示意图，视觉传感器芯片输出的二进制数据流的前  $s$  比特用于表示事件数目，比如在上个例子中， $s$  为 32，则解析电路可以读取二进制数据流的前 32 个比特，以解析出事件数目，通过解析第 1 秒对应的二进制数据流的前 32 个比特，可以解析出第 1 秒的事件数目为 100，再解析  $i$  个比特以获取表示光强特征信息的位宽，在上个例子中  $s$  为 4，通过解析第 1 秒对应的二进制数据流的相应位置的 4 个比特，可以解析出第 1 秒的表示光强特征信息的位宽为 12 比特，即第 1 秒通过 12 比特表示 1 个事件，随后根据第 1 秒对应的二进制数据流，按照 12 比特依次解析出 100 个事件。

15 与第 1 秒的解析过程相同，通过解析第 2 秒对应的二进制数据流的前 32 个比特，可以解析出第 2 秒的事件数目为 300，再读取 4 个比特解析出位宽为 9 个比特，随后按照 9 个比特依次解析出 300 个事件。通过解析第 3 秒对应的二进制数据流的前 32 个比特，可以解析出第 3 秒的事件数目为 400，再读取 4 个比特解析出位宽为 7 个比特，随后按照 7 个比特依次解析出 400 个事件。解析第 4 秒对应的二进制数据流的前 32 个比特，可以解析出第 4 秒的事件数目为 180，再读取 4 个比特解析出位宽为 12 个比特，随后按照 12 个比特依次解析出 180 个事件。

25 在一些可能的实施例中，如果是基于事件流的读取模式时，由于每个事件表示为  $\langle x, y, t, m \rangle$ ， $(x, y)$  表示产生事件的像素位置， $t$  表示产生事件的时间， $m$  表示光强的特征信息。假设  $x$  通过  $b_x$  个比特表示， $y$  通过  $b_y$  个比特表示， $t$  通过  $b_t$  个比特表示， $m$  为表示光强特征信息的位宽。相应地，解析电路初始状态时，可以解析出的前  $b_x$  个比特指示像素的坐标  $x$ ，接下来  $b_y$  个比特指示像素的坐标  $y$ ，其后的  $b_t$  个比特指示读取时间，最后解析  $s$  个比特表示事件数目， $i$  个比特表示表示光强特征信息的位宽，随后按照  $i$  个比特指示的位宽解析出事件，具体的解析出事件的光强的特征信息。

30 在一些可能的实施例中，如果像素阵列电路不同的区域采用不同的编码方式，则针对每一个区域，分别采用与该区域对应的表示光强特征信息的位宽解析数据信号。上文图 24 提到了一个例子，下面结合该例子继续说明。针对区域 A，解析电路读取 32 比特解析出事件数为 50，再读取 4 比特解析出位宽大小为 2，随后按照每个事件 2 比特依次解析出 50 个事件。对于区域 B，读取 32 比特解析出事件数为 80，再读取 4 比特解析出位宽大小为 3，随后按每个事件 3 比特依次解析出 80 个事件。对于区域 C，读取 32 比特解析出事件数为 60，再读取 4 比特解析出位宽大小为 1，随后按每个事件 1 比特依次解析出 60 个事件。对于区域 D，读取读 32 比特解析出事件数为 90，再读取 4 比特解析出位宽大小为 6，随后按每个事件 6 比特依次解析出 90 个事件。对于区域 E，读取读 32 比特解析出事件数为 100，

再读取 4 比特解析出位宽大小为 11，随后按每个事件 11 比特依次解析出 100 个事件。

在一个可能的实施方式中，解析电路 2400 可以采用与视觉传感器芯片 2400 中相同的控制策略来确定读取电路的当前事件表示方式相适应的解析模式。作为示例，如果视觉传感器芯片 2400 初始状态下由 R 个比特表示一个事件，则解析电路相应地基于与该表示方式相关联的比特位数（比如初始状态下时 R 个）来解析事件，如果视觉传感器根据需要传输的数据量与视觉传感器的预置最大带宽调整了事件表示方式，则解析电路 2400 采用与视觉传感器相同的调整策略确定通过相关联的比特位数来解析事件。

本申请实施例还提供一种用于操作视觉传感器芯片的方法。参阅图 28，为根据本申请的可能的实施例的用于操作视觉传感器芯片的方法的流程图，可以包括以下步骤：

10 2601、通过测量光强变化量来生成与像素阵列电路中的像素对应的至少一个数据信号。

像素阵列电路通过测量光强变化量来生成与像素阵列电路中的像素对应的至少一个数据信号，该至少一个数据信号指示光强变化事件，光强变化事件表示像素阵列电路中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值。

步骤 2601 可以参照图 20 对应的实施例中的步骤 1801 进行理解，这里不再重复赘述。

15 2602、根据第一比特对至少一个数据信号进行编码，以得到第一编码数据。

第一编码单元根据第一比特对至少一个数据信号进行编码，以得到第一编码数据。第一编码单元可以参照图 21 中的第一编码单元 1907 执行的步骤进行理解。

2603、从控制电路接收到第一控制信号时，根据第一控制信号指示的第二比特对至少一个数据信号进行编码，第一控制信号是控制电路根据第一编码数据确定的。

20 第一编码单元从控制电路接收到第一控制信号时，根据第一控制信号指示的第二比特对至少一个数据信号进行编码，第一控制信号是控制电路根据第一编码数据确定的。

第一编码单元可以参照图 21 中的第一编码单元 1907 执行的步骤进行理解。

在一些可能的实施例中，控制信号是控制电路根据第一编码数据以及视觉传感器芯片预置的带宽确定的。

25 在一些可能的实施例中，第一编码数据的数据量不小于带宽时，控制信号指示的第二比特小于第一比特，以使通过第二比特编码的至少一个数据信号的总数据量不大于带宽。

在一些可能的实施例中，第一编码数据的数据量不大于带宽时，控制信号指示的第二比特大于第一比特，且通过第二比特编码的至少一个数据信号的总数据量不大于带宽。

30 在一些可能的实施例中，所述像素阵列包括 Y 个区域，所述 Y 个区域中的至少两个区域的最大比特不同，所述最大比特表示预设的对一个所述区域生成的所述至少一个数据信号进行编码的最大比特，所述第一编码单元，具体用于根据所述第一比特对所述第一区域生成的所述至少一个数据信号进行编码，以得到第一编码数据，所述第一比特不大于所述第一区域的最大比特，所述第一区域是所述 Y 个区域中的任意一个区域；所述第一编码单元，具体用于从所述控制电路接收到所述第一控制信号时，根据所述第一控制信号指示的  
35 第二比特对所述第一区域生成的所述至少一个数据信号进行编码，所述第一控制信号是所述控制电路根据所述第一编码数据确定的。

在一些可能的实施例中，控制电路，还用于：确定通过第三比特编码的至少一个数据

信号的总数据量大于比特，且通过第二比特编码的至少一个数据信号的总数据量不大于带宽时，向第一编码单元发送第一控制信号，第三比特和第二比特之间相差 1 个比特单位。以保证在满足带宽限制的前提下，以更大的比特编码事件，并尽可能传输所有事件。

为了能够在满足带宽限制的前提下，将视觉传感器产生的事件都传输出来，上文介绍的方案通过调整事件表示的精度，在满足带宽限制的条件下，以更大的表示精度传输所有事件。但是，降低事件表示的精度，即降低表示事件的位宽使得事件可以携带的信息变少了，在一些场景中不利于对事件的处理和分析。所以降低事件表示精度的方式可能不适用所有场景，即在某些场景中，需要采用高比特的位宽表示事件，但是前文也提到了高比特位宽表示的事件，虽然可以携带更多的数据，但是数据量也较大，在视觉传感器预置最大带宽一定的情况下，可能存在事件数据无法被读出的情况，造成数据的丢失。为了解决这一问题，本申请实施例还提供一种视觉传感器，下面对此进行具体的说明。

参阅图 29-a 为本申请提供的另一种视觉传感器的框图。本申请中的视觉传感器可以被实现为视觉传感器芯片，本文对此不再重复说明。如图 29-a 所示，视觉传感器包括像素阵列电路 2701 和读取电路 2702。读取电路 2702 可以读取像素阵列电路 2701 输出的数据信号，并将该数据信号传输至第三编码单元 2703，以供第三编码单元 2703 对获取到的数据信号进行编码，关于第三编码单元 2703 如何对获取到的数据信号进行编码将在下文进行介绍。第三编码 2703 编码后的数据信号可以被读取到视觉传感器的外部。

在一些可能的实施例中，第三编码单元 2703 可以布置到视觉传感器的内部，参阅图 29-b，为本申请实施例提供的另一种视觉传感器的框图，如图 29-b 所示，视觉传感器 2800 还包括第三编码单元 2703，其中第三编码单元 2703 可以通过软件实现，也可以通过硬件实现，本申请实施例对此并不进行限定。

在一些可能的实施例中，视觉传感器还可以包括控制电路，参阅图 29-c，为本申请实施例提供的另一种视觉传感器的框图，如图 29-c 所示，视觉传感器 2900 还包括控制电路 2704，控制电路 2704 可以被配置为控制读取电路 2704 读取数据信号的模式。例如，读取电路 905 可以以第一读取模式和第二读取模式中的其中一种读取模式进行读取，第一读取模式和第二读取模式分别对应于基于帧扫描的读取模式和基于事件流的读取模式中的其中一种模式。需要说明的是，控制电路 2704 也可以不配置在视觉传感器的内部，此外，在一些可能的实施例中，读取电路 2704 也可以仅以一种信号读取模式来读取像素电路输出的数据信号，比如读取电路 2704 被配置为仅以基于帧扫描的读取模式来读取像素电路输出的数据信号，或者读取电路 2704 被配置为仅以基于事件流的读取模式来读取像素电路输出的数据信号。

上文已经提到每一个像素阵列电路都可以包括一个或多个像素阵列，并且每个像素阵列包括多个像素，每个像素可以视为一个像素电路，每一个像素电路用于生成与该像素对应的数据信号。请参阅图 30，为本申请实施例提供的另一种优选的像素电路的示意图。该像素电路 3000 包括光强检测单元 3001，阈值比较单元 3002，读出控制单元 3003，以及光强采集单元 3004。

其中，光强采集单元 3001 用于将获取到的光信号转换为电信号。光强检测单元 3001

可以参照图 11 对应的实施例中的光强检测单元 901 进行理解，这里不再重复赘述。

5 阈值比较单元 3002 用于判断第一电信号是否大于第一目标阈值，或者第一电信号是否小于第二目标阈值。第一电信号是光强采集单元当前输出的电信号，第一电信号大于第一目标阈值，或者第一电信号小于第二目标阈值时，阈值比较单元 3002 输出极性信息，该极性信息用于指示光强变换是增强或者减弱，比如极性信息可以是+1 或-1，+1 用于指示光强增强，-1 用于指示光强减弱。阈值比较单元 3002 用于比较当前光强与上一次事件产生时的光强的差异是否超过预定阈值，可以参考公式 1-1 进行理解。第一目标阈值可以理解为第一预定阈值和第二电信号的和，第二目标阈值可以理解为第二预定阈值和第二电信号的和。第二电信号是上一次事件发生时光强检测单元 3001 输出的电信号。本申请实施例中的  
10 阈值比较单元可以通过硬件的方式实现，也可以通过软件的方式实现。

读出控制单元 3003 获取到极性信息时，控制光强采集单元 3004 采集第一电信号。

读出控制单元 3003 还用于通知读取电路读取光强采集单元 3004 中存储的第一电信号。以及通知读取电路 3005 读取阈值比较单元 3002 输出的极性信息。

15 读取电路 3005 可以被配置为按照预定顺序扫描像素阵列电路中的像素，以读取对应像素生成的数据信号。在一些可能的实施例中，读取电路 3005 可以参照读取电路 220，读取电路 320，读取电路 720 进行理解，即读取电路 905 被配置为能够以多于一种信号读取模式来读取像素电路输出的数据信号。例如，读取电路 3005 可以以第一读取模式和第二读取模式中的其中一种读取模式进行读取，第一读取模式和第二读取模式分别对应于基于帧扫描的读取模式和基于事件流的读取模式中的其中一种模式。在一些可能的实施例中，读取  
20 电路 905 也可以仅以一种信号读取模式来读取像素电路输出的数据信号，比如读取电路 3005 被配置为仅以基于帧扫描的读取模式来读取像素电路输出的数据信号，或者读取电路 3005 被配置为仅以基于事件流的读取模式来读取像素电路输出的数据信号。

第三编码单元 3007 根据从读取电路 3005 获取的数据信号，编码极性信息以及光强变化量与预定阈值的差分值。上文介绍了仿生视觉传感器的工作原理，以 DVS 为例，通过比较当前光强与上一次事件发生时的光强，当其变化量达到预定发放阈值  $C$  时，产生并输出一个事件。即通常在当前光强与上一次事件产生时的光强的差异超过预定阈值  $C$  时，DVS 将产生一个事件。本申请充分考虑仿生视觉传感器的工作原理，利用预定阈值，降低事件表示的代价。下面对其原理进行说明，对于光强信息，在初始状态（即首次事件读出时）  
25 编码其绝对光强  $L$ ，此后，若有新的事件产生，仅需编码光强变化量与预定阈值之间的差分值  $K$  以及极性信息。其原理在于，一个新事件产生条件是当前时刻光强相比上一次事件的光强变化量达到预定阈值，考虑可能存在的延迟和噪声影响，光强变化量与预定阈值并不完全相等，但其差分值应在 0 附近波动；因此，编码和传递该差分值将显著降低数据表示代价。同时，为了解码的准确性，还需传递极性信息以辅助判定当前光强相比上一次事件的变化趋势（即正负性），从而重建出当前时刻的光强。  
30

35 示例性的，参阅图 31，为本申请提供的一种第三编码单元的框图示意图。第三编码单元 2703 可以包括存储模块 271，比较模块 272 以及编码模块 273。存储模块 271 可以用于存储从读取电路 2702 获取的数据信号，该数据信号可以包括读取电路 2702 从阈值比较单

元 3002 中获取的极性信息，以及从光强采集单元 3004 中获取的光强信息。比较模块 272 用于比较光强变化量，即比较当前获取的光强信息与上一次获取的光强信息之间的差值，以下将当前获取的光强信息与上一次获取的光强信息之间的差值称为光强变换量。比较模块 272 还用于确定光强变换量与预定阈值的差值，其中根据极性信息指示的光强是增强还是减弱，预定阈值的取值可能不同。以下将光强变换量与预定阈值的差值称为差分值，可以通过控制表示为差分值  $K = |L - L'| - C$ 。编码模块 273 对存储模块存储的极性信息进行编码，比如通常可以采用 1-2bit 对极性信息进行编码，编码模块 273 还用于对比较模块输出的差分值进行编码，以下将这种方式称编码方式为差分编码。在一个优选的实施方式中，对差分值进行编码的比特数可以根据预定阈值确定，比如预定阈值为 30，则理论上差分值应不大于预定阈值 30，因此差分值所需的最大比特数为  $\lceil \log_2 30 \rceil = 5$  比特。在一个可能的实施方式中，差分值可能仍然大于预定阈值，则可以对剩余差分值（差分值和预定阈值的差值）继续编码，直至剩余差分值不大于预定阈值。比如如果第一次计算的差分值（以下称为第一差分值）大于预定阈值，则可以将第一差分值编码为第二差分值和预定阈值，第二差分值是第一差分值和预定阈值之间的差值，则绝对光强信息通过第二差分值和两个预定阈值进行表示，即对第二差分值进行编码，对预定阈值进行两次编码，以获取编码后的绝对光强信息。为了更好的理解本申请实施例中的对差分值进行编码的过程，下面参阅图 32，结合一个具体的例子进行说明：

假设绝对光强信息以 10 比特表示，即最大表示光强特征信息的位宽为 10 比特，预定阈值为 30，按照前述分析，理论上差分值应小于等于事件发放阈值 30，因此编码差分值所需的最大比特数为  $\lceil \log_2 30 \rceil = 5$  比特。若事件数为 10，则通过光强信息表示事件的代价为  $10 \times 10 = 100$  比特。采用本申请提供的编码方案，可以节省事件的表示代价，即节省需要传输的数据量，以下具体说明：假设要传输的 10 个事件的绝对光强分别为 {80, 112, 150, 100, 65, 24, 81, 123, 170, 211}，则初始状态，按照最大位宽对事件进行编码，按 10 比特编码第 1 个事件的绝对光强 80。

从第 2 个事件开始，按 1 比特编码极性信息，按 5 比特编码光强变化量和发放阈值 30 的差分值。对于第 2 个事件，其相比于第 1 个事件的绝对光强 80 的光强变化量为  $|112 - 80| = 32$ ；而光强变化量与发放阈值 30 的差分值为  $32 - 30 = 2$ 。由于相比第 1 个事件，光强在增强，即  $112 > 80$ ，因此极性信息为 +1。则分别采用 1 比特对极性信息 +1 进行编码，采用 5 比特对差分值 2 进行编码。

对于第 3 个事件，其相比于第 2 个事件的绝对光强 112 的光强变化量为  $|150 - 112| = 38$ ，则光强变化量与发放阈值的差分值为  $38 - 30 = 8$ ；极性信息仍为 +1。则分别采用 1 比特对极性信息 +1 进行编码，采用 5 比特对差分值 8 进行编码。

对于第 4 个事件，其相比于第 3 个事件的绝对光强 150 的光强变化量为  $|100 - 150| = 50$ ，光强变化量与发放阈值的差分值为  $50 - 30 = 20$ ；由于当前绝对光强相比第 3 个事件的绝对光强减弱，即  $100 < 150$ ，因此极性信息为 -1。则分别采用 1 比特对极性信息 -1 进行编码，采用 5 比特对差分值 20 进行编码。

对于第 5 个事件，其相比于第 4 个事件的绝对光强 100 的光强变化量为  $|100 - 65| = 35$ ，

光强变化量与发放阈值的差分为  $35-30=5$ ；由于当前绝对光强相比第 3 个事件的绝对光强减弱，即  $65<100$ ，因此极性信息为-1。则分别采用 1 比特对极性信息-1 进行编码，采用 5 比特对差分值 5 进行编码。

5 对于第 6 个事件，其相比于第 5 个事件的绝对光强 65 的光强变化量为  $|65-24|=41$ ，光强变化量与发放阈值的差分为  $41-30=11$ ；由于当前绝对光强相比第 5 个事件的绝对光强减弱，即  $24<65$ ，因此极性信息为-1。则分别采用 1 比特对极性信息-1 进行编码，采用 5 比特对差分值 11 进行编码。

10 对于第 7 个事件，其相比于第 6 个事件的绝对光强 24 的光强变化量为  $|81-24|=57$ ，光强变化量与发放阈值的差分为  $57-30=27$ ；由于当前绝对光强相比第 5 个事件的绝对光强增强，即  $81>24$ ，因此极性信息为+1。则分别采用 1 比特对极性信息+1 进行编码，采用 5 比特对差分值 27 进行编码。

15 对于第 8 个事件，其相比于第 7 个事件的绝对光强 81 的光强变化量为  $|123-81|=42$ ，光强变化量与发放阈值的差分为  $42-30=12$ ；由于当前绝对光强相比第 7 个事件的绝对光强增强，即  $123>81$ ，因此极性信息为+1。则分别采用 1 比特对极性信息+1 进行编码，采用 5 比特对差分值 12 进行编码。

对于第 9 个事件，其相比于第 8 个事件的绝对光强 123 的光强变化量为  $|170-123|=47$ ，光强变化量与发放阈值的差分为  $47-30=17$ ；由于当前绝对光强相比第 3 个事件的绝对光强增强，即  $170>123$ ，因此极性信息为+1。则分别采用 1 比特对极性信息+1 进行编码，采用 5 比特对差分值 17 进行编码。

20 对于第 10 个事件，其相比于第 9 个事件的绝对光强 170 的光强变化量为  $|211-170|=41$ ，光强变化量与发放阈值的差分为  $41-30=11$ ；由于当前绝对光强相比第 3 个事件的绝对光强增强，即  $211>170$ ，因此极性信息为+1。则分别采用 1 比特对极性信息+1 进行编码，采用 5 比特对差分值 11 进行编码。

25 在这个例子中，初始状态第 1 个事件编码了 10 比特，此后 9 个事件按 1 比特编码光强极性，按 5 比特编码光强变化量与发放阈值 30 的差分值，则总共编码了  $10+(1+5)\times 9=64$  比特。而原始按照固定的 10 比特编码绝对光强一共需要  $10\times 10=100$  比特，通过本申请提供的数据编码方式，至少节省了 36%的数据量。现有视觉传感器在事件传输和存储上都没有考虑高效的编码策略，通常按照固定比特位宽对像素的坐标信息  $(x, y)$ ，光强的特征信息被读取的时间  $t$  和光强特征信息进行编码，光强特征信息是光强信息时，光强信息往往需要大量比特位进行表示。而从 DVS 采样原理来看，前后事件的光强信息是具有一定的相关性的，特别是还考虑到预定阈值是确定的，这些信息都可以用于降低事件数据的冗余性，实现高效压缩。本申请提供的方案利用了上述数据相关性，通过事件差分编码降低了这一相关性，实现了数据量的降低。具体的改进包括初始状态全量编码之后，后续事件仅需编  
30 码极性信息，以及光强变化量与预定阈值之间的差分值，即可以有效降低编码数据量。其中，全量编码是指利用视觉传感器预定义的最大位宽对一个事件进行编码。此外利用上一个事件的光强信息，以及解码出的极性信息和差分值，即可无损重建出当前时刻的光强信息。下面结合图 33 对解码的过程进行说明。

图 33 示出了根据本申请的可能的实施例的电子设备的框图。如图 33 所示，电子设备包括视觉传感器芯片 3100、解析电路 3101。应当理解的是，电子设备用于示例性目的，其可以利用任何合适的设备来实现，包括当前已知的和未来开发的各种传感器设备。本申请的实施例还可以被体现在不同的传感器系统中。另外，还应当理解，电子设备还可以包括其他元件、模块或实体，出于清楚的目的未被示出，但不意味着本申请的实施例不具备这些元件、模块或实体。

其中，视觉传感器芯片 3100 可以参照图 29-a 至图 32 所描述的视觉传感器进行理解，这里不再重复赘述。解析电路 3101 可以被配置为解析由视觉传感器芯片 3100 中的读取电路读取的数据信号。在本申请的可能的实施例中，解析电路 3101 可以根据预设的解码方法解码出极性信息和差分值，以获得当前时刻的光强信息。为了更好的理解解析电路 3101 如何解析视觉传感器芯片传输的数据信号，下面结合上述例子进行说明。

初始状态下，解析电路 3101 对获取的二进制数据流进行解码，对于第 1 个事件，按照最大位宽去解码，以获取第 1 秒对应的时刻的绝对光强，比如在上个例子中，按照 10 比特解码出第 1 个事件的绝对光强 80。

此后的解码过程，首先解析极性信息，比如解析电路 3101 读取二进制数据流中的前 1 比特，并对该 1 比特进行解码，以获取极性信息，并按照差分编码下的光强信息表示位宽解码出差分值。然后根据同像素的上一次事件的绝对光强以及预定阈值，重建出当前时刻的绝对光强。

例如，对第 2 个事件，先按 1 比特解码出光强极性，得到+1；然后按 5 比特解码出差分值 2。那么，由于光强极性为正，代表第 2 个事件相比第 1 个事件光强增强了，因此第 2 个事件的绝对光强计算为  $80+2+30=112$ ，其中 80 为解码出来的第 1 个事件的绝对光强，2 为差分值，30 为事件发放阈值。

对于第 3 个事件，先按 1 比特解码出光强极性为+1，再按 5 比特解码出差分值为 8，则第 3 个事件的绝对光强重建为  $112+8+30=150$ 。

对于第 4 个事件，先按 1 比特解码出光强极性为-1，再按 5 比特解码出差分值为 20；由于光强极性为负，代表相比第 3 个事件光强减弱了，因此绝对光强重建为  $150-20-30=100$ 。

对于第 5 个事件，先按 1 比特解码出光强极性为-1，再按 5 比特解码出差分值为 5；由于光强极性为负，代表相比第 4 个事件光强减弱了，因此绝对光强重建为  $100-5-30=65$ 。

对于第 6 个事件，先按 1 比特解码出光强极性为-1，再按 5 比特解码出差分值为 11；由于光强极性为负，代表相比第 5 个事件光强减弱了，因此绝对光强重建为  $65-11-30=24$ 。

对于第 7 个事件，先按 1 比特解码出光强极性为+1，再按 5 比特解码出差分值为 27；由于光强极性为正，代表相比第 5 个事件光强增强了，因此绝对光强重建为  $24+27+30=81$ 。

对于第 8 个事件，先按 1 比特解码出光强极性为+1，再按 5 比特解码出差分值为 12；由于光强极性为正，代表相比第 5 个事件光强增强了，因此绝对光强重建为  $81+12+30=123$ 。

对于第 9 个事件，先按 1 比特解码出光强极性为+1，再按 5 比特解码出差分值为 17；由于光强极性为正，代表相比第 5 个事件光强增强了，因此绝对光强重建为  $123+17+30=170$ 。

对于第 10 个事件，先按 1 比特解码出光强极性为+1，再按 5 比特解码出差分值为 11；



由于光强极性为正,代表相比第 5 个事件光强增强了,因此绝对光强重建为  $170+11+30=211$ 。

5 在一些可能的实施例中,可以每隔预设时长进行一次全量编码,以降低解码依赖并防止误码。下面还以上面的例子为例继续说明,上面的例子提到通过 1 比特编码极性信息,解析电路 3101 可以通过读取该 1 比特获取光强的变换趋势,由于在一实施方式中,增加了全量编码,还需要指示解析电路 3101 当前是采用全量编码还是差分编码,比如可以通过 2 比特指示解析电路 3101 是全量编码还是差分编码,比如解析电路 3101 通过 2 比特解码出 +1 和 -1 时,确定采用差分编码对应的解码方式进行解码,比如,+1 代表光强增强了,-1 代表光强减弱了,如果解析电路 3101 通过 2 比特解析出 0,则确定按照全量编码对应的解码方式进行解码。下面进行举例说明,第 1 个事件采用 10 比特编码,第 2 个事件至第 7 个事件采用 2 比特编码极性信息,采用 5 比特编码差分值。由于设定了每隔预设时长要进行一次全量编码,以防止解码依赖和误码,假设对于第 8 个事件,与第 1 个事件间隔了预设时长,则针对第 8 个事件,不再采用差分编码方式,即不再采用 2 比特编码极性信息,采用 5 比特编码差分值,而是采用全量编码,即通过 10 比特表示第 8 个事件对应的光强信息 123。第 9 个事件和第 10 个事件仍采用差分编码,其中极性信息采用 2 比特编码,差分  
15 采用 5 比特编码。

上述编码过程的总数据量为  $10+(2+5)\times 7+(2+10)+(2+5)\times 2=85$  比特,相比原始按照固定的 10 比特编码绝对光强一共需要  $10\times 10=100$  比特,采用每隔预设时长进行一次全量编码的方案,可以至少节省了 15%的数据量。

20 针对上述每隔预设时长进行一次全量编码的方案,解码时,解析电路 3101 可以根据极性信息确定应当采用哪一种解码方式,并根据差分值、极性信息、预定阈值和已解码出的上一次事件发放时的光强,重建当前时刻光强,下面结合上述例子继续说明。

对于第 1 个事件,按照最大位宽 10 比特去解码,以获取第 1 秒对应的时刻的绝对光强此后,所有的事件首先按 2 比特解码出光强极性。若光极性信息指示采用差分编码,比如若极性信息非 0,则按照 5 比特解码出差分值,若极性信息指示采用全量编码,比如若极性信息为 0,则按照 10 比特解码出光强信息。  
25

具体地,第 2 个事件首先按 2 比特解码出光强极性为+1,由于光强极性非零,则按照 5 比特解码出差分值为 2,那么绝对光强重建为  $80+2+30=112$ 。

第 3 个事件,按 2 比特解码出光强极性为+1,再按 5 比特解码出差分值为 8,则第 3 个事件的绝对光强重建为  $112+8+30=150$ 。

30 对于第 4 个事件,先按 2 比特解码出光强极性为-1,再按 5 比特解码出差分值为 20;由于光强极性为负,代表相比第 3 个事件光强减弱了,因此绝对光强重建为  $150-20-30=100$ 。

对于第 5 个事件,先按 2 比特解码出光强极性为-1,再按 5 比特解码出差分值为 5;由于光强极性为负,代表相比第 4 个事件光强减弱了,因此绝对光强重建为  $100-5-30=65$ 。

35 对于第 6 个事件,先按 2 比特解码出光强极性为-1,再按 5 比特解码出差分值为 11;由于光强极性为负,代表相比第 5 个事件光强减弱了,因此绝对光强重建为  $65-11-30=24$ 。

对于第 7 个事件,先按 2 比特解码出光强极性为+1,再按 5 比特解码出差分值为 27;由于光强极性为正,代表相比第 5 个事件光强增强了,因此绝对光强重建为  $24+27+30=81$ 。

对于第 8 个事件, 先按 2 比特解码出光强极性为 0, 表示此事件为全量编码, 则按 10 比特解码出绝对光强为 123。

对于第 9 个事件, 先按 2 比特解码出光强极性为+1, 然后按 5 比特解码出差分值为 17, 则绝对光强重建为  $123+17+30=170$ 。

5 对于第 10 个事件, 先按 2 比特解码出光强极性为+1, 然后按 5 比特解码出差分值为 11, 则绝对光强重建为  $170+11+30=211$ 。

至此完成 10 个事件的解码和光强重建。

10 上述实施例, 均假设光强变化量与差分值的差值不小于 0, 在一些可能的实施方式中, 如果光强变化量和差分值的差值小于 0 时, 则采用全量编码, 即光强变化量与差分值的差值小于 0 时, 采用全量编码, 光强变化量与差分值的差值不小于 0 时采用差分编码。

在一些可能的实施例中, 视觉传感器可能存在一定的延迟, 可能导致两次或者两次以上满足光强变换量大于预定阈值, 才产生了一次事件。这会出现差分值大于等于预定阈值, 光强变化量至少是预定阈值的两倍的问题。为了解决这一问题, 可以通过递归索引编码方式进行解决, 下面对此进行说明。

15 第三编码单元 2703 可以首先确定差分值是否超过预定阈值, 假设差分值小于预定阈值, 则直接按照上述提到的差分编码方法对差分值进行编码, 假设差分值不小于预定阈值, 并且差分值和预定阈值的差值 (第一剩余差分值) 为  $M1$ , 若第一剩余差分值  $M1$  小于预定阈值, 则对  $M1$  进行编码, 并对差分值进行编码。为了更好的理解本方案, 下面结合一个例子进行说明:

20 假设最大表示光强特征信息的位宽为 10 比特, 要传输 4 个事件, 且该 4 个事件的绝对光强分别为 {80, 150, 100, 200}, 预定阈值为 30, 第三编码单元 2703 具体编码过程如下:

初始状态, 对于第 1 个事件, 按 10 比特编码绝对光强 80。

25 第 2 个事件, 其绝对光强为 150, 相比第 1 个事件的光强变化量  $|150-80|=70$ , 则极性信息为+1; 而光强变化量与预定阈值的差分值为  $70-30=40$ , 剩余差分值超过了预定阈值 30, 不能对剩余差分值直接编码, 将 40 减去 30 为 10, 10 小于预定阈值, 则编码剩余的差分值 10。从差分值 40 到剩余差分值 10 减去了 1 个预定阈值 30, 则对 1 个预定阈值 30 进行编码, 并对剩余差分值 10 进行编码。即编码极性信息+1, 预定阈值 30, 以及剩余差分值 10。

30 第 3 个事件, 其绝对光强为 100, 相比于第 2 个事件, 光强变化量为  $|100-150|=50$ , 极性信息为-1; 光强变化量与预定阈值的差分值为  $50-30=20$ , 20 小于预定阈值, 则编码极性信息-1, 以及差分值 20 即可。

上述编码过程的总数据量为  $10+(1+5+5)+(1+5)=27$  比特, 而按照固定的 10 比特进行编码需要的总数据量为  $3 \times 10=30$  比特, 本实施例方法可至少节省 10% 数据量。

35 上述提到若第一剩余差分值  $M1$  小于预定阈值, 则对  $M1$  进行编码, 并对差分值进行编码, 此外还可能存在第一剩余差分值  $M1$  仍然大于预定阈值的情况。如果第一剩余差分值  $M1$  仍然大于预定阈值, 则第三编码单元 2703 确定对事件采用全量编码, 这是因为如果再继续计算第一剩余差分值  $M1$  和预定阈值的差值, 直到剩余差分值小于预定阈值, 比如第二剩余差分值  $M2$  小于预定阈值, 且差分值通过减去  $n$  个预定阈值得到的  $M2$ , 则对预定阈值

进行  $n$  次编码, 得到  $n$  个编码后的预定阈值, 并对  $M2$  进行编码, 通过这样的编码方式可能会导致事件表示的代价超过全量编码的代价, 所以当第一剩余差分值  $M1$  仍然大于预定阈值, 则第三编码单元 2703 确定对事件采用全量编码。下面举个例子进行说明: 假设在上述的例子中, 还有第 4 个事件, 第 4 个事件的光强信息为 200, 相比于第 3 个事件, 光强变化量为  $|200-100|=100$ , 极性信息为 +1, 光强变化量与预定阈值的差分为  $100-30=70$ , 70 超过了预定阈值 30, 剩余差分值不小于预定阈值, 不能对剩余差分值进行编码, 则计算  $70-30=40$ , 40 仍然超过了预定阈值 30, 则计算  $40-30=10$ , 10 小于预定阈值, 从差分值 70 到剩余差分值 10, 减去了 2 个预定阈值 30, 则对 2 个预定阈值进行编码, 并对剩余差分值 10 进行编码。即编码极性信息 +1, 第一个预定阈值 30, 第二个预定阈值 30, 以及剩余差分值 10。

10 则如果仍然采用差分编码方式, 上述编码过程的总数据量为  $10+(1+5+5)+(1+5)+(1+5+5+5)=43$  比特, 而原始事件数据按照固定的 10 比特编码需要  $4 \times 10=30$  比特, 所以当第一剩余差分值  $M1$  仍然大于预定阈值, 则第三编码单元 2703 确定对事件采用全量编码, 可以更加节省数据量。

下面对递归索引编码方式对应的解码方式进行说明。解析电路 3101 对获取的二进制数据流进行解码, 对于第 1 个事件, 按照最大位宽去解码, 以获取第 1 秒对应的时刻的绝对光强, 比如在上个例子中, 按照 10 比特解码出第 1 个事件的绝对光强 80。此后的解码过程, 首先解析极性信息, 比如解析电路 3101 读取二进制数据流中的前 1 比特, 并对该 1 比特进行解码, 以获取极性信息, 并按照差分编码下的光强信息表示位宽解码出差分值。如果解码出的差分值等于预定阈值, 则按照光强信息表示位宽继续解码, 获得剩余差分值。

20 下面结合上述例子进行说明:

初始状态, 按 10 比特解码出第 1 个事件的绝对光强 80。

对于第 2 个事件, 首先按 1 比特解码出光强极性为 +1, 然后按 5 比特解码差分为 30, 发现差分值与预定阈值相等, 则继续按 5 比特解码剩余差分值 10。因此, 第 2 个事件的光强差分值实际为  $30+10=40$ , 则绝对光强重建为  $80+40+30=150$ 。

25 对于第 3 个事件, 先按 1 比特解码出光强极性为 -1, 然后按 5 比特解码出差分为 20, 则绝对光强重建为  $150-20-30=100$ 。

至此完成了 3 个事件的解码和光强重建。

本申请实施例还提供一种用于操作视觉传感器芯片的方法。参阅图 34, 为根据本申请的可能的实施例的用于操作视觉传感器芯片的方法的流程图, 可以包括以下步骤:

30 3201、通过测量光强变化量来生成与像素阵列电路中的像素对应的至少一个数据信号。

像素阵列电路通过测量光强变化量来生成与像素阵列电路中的多个像素对应的多个数据信号, 多个数据信号指示至少一个光强变化事件, 至少一个光强变化事件表示像素阵列电路中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值。

3202、根据第一预设的位宽对差分值进行编码。

35 第三编码单元根据第一预设的位宽对差分值进行编码, 差分值是光强变换量和预定阈值的差值。第三编码单元可以参照第三编码单元 2703 进行理解, 这里不再重复赘述。

在一些可能的实施例中, 像素阵列电路包括多个像素, 每个像素包括阈值比较单元,

阈值比较单元，用于光强变换量超过预定阈值时，输出极性信息，极性信息用于指示光强变化量是增强或者减弱。第三编码单元，还用于根据第二预设的位宽对极性信息进行编码。

在一些可能的实施例中，每个像素包括还包括光强检测单元，读出控制单元和光强采集单元，光强检测单元，用于输出照射在其上的光信号对应的电信号，电信号用于指示光强。阈值比较单元，具体用于根据电信号确定光强变换量超过预定阈值时，输出极性信息。读出控制单元，用于响应于接收到极性信号，指示光强采集单元采集并缓存对应极性信息接收时刻的电信号。第三编码单元，还用于根据第三预设的位宽对第一电信号进行编码，第一电信号是光强采集单元采集并缓存对应极性信息第一次接收时刻的电信号，第三预设的位宽是视觉传感器预置的用于表示光强的特征信息的最大位宽。

在一些可能的实施例中，第三编码单元，还用于：每隔预设时长根据第三预设的位宽对差分值进行编码。

在一些可能的实施例中，第三编码单元，具体用于：差分值大于预定阈值时，根据第一预设的位宽对差分值进行编码。

在一些可能的实施例中，第三编码单元，还用于：差分值不大于预定阈值时，根据第一预设的位宽对剩余差分值和预定阈值进行编码，剩余差分值是差分值和预定阈值的差值。

为了更好的展示通过对差分值进行编码的方式，可以节省传输事件所需的数据量，下面结合实验数据进行说明。CeleX 传感器是一种现有的视觉传感器，CeleX 传感器采用异步读取模式，即采用基于事件流的读取模式，CeleX 传感器传输的事件通过光强信息表示，一般来说 CeleX 传感器采用 8-13 比特表示光强信息，即最大表示光强特征信息的位宽为 8-13bit。在实验中，将 CeleX 传感器的参数设置为空间分辨率为 1280×800，时间分辨率为 14us，采样模式为 Fixed Event-Intensity Mode，设定最大表示光强特征信息的位宽为 12 比特。利用 CeleX 传感器在 Event-Intensity 模式下采集的 7 组事件数据进行实验。实验结果通过表 1 表示，想相比于直接传输原始数据，即直接传输按照 12 比特编码所需的数据量，传输编码后的数据，可以大幅度减小传输所需的数据量。此外，相比于现有技术中已有的编码方案，本申请提供编码方案，由于充分考虑到光强变化量与预定阈值之间的相关性，仅传输两者的差分值以及极性信息，即可重建当前时刻的光强，相比于已有的编码方式，也可大量显著节省数据量。参加表 1 的实验数据，对 7 组数据对应的压缩比求平均值为 1.645，本申请提出的差分编码方式获得了平均 1.654 倍无损压缩比，节省了约 41.1% 的数据量；相比之下现有的编码方式只能获得平均 1.306 倍压缩比(节省了约 26.6%数据量)。

表 1 :

事件总数	按照 12 比特编码所需数据量 (单位: 字节)	编码后所需数据量 (单位: 字节)		压缩比 (相比原始数据)	
		现有的编码方案	本申请提供的编码方案	现有的编码方案	本申请提供的编码方案
4,993,612	19,992,964	16,534,330	12,583,246	1.209	1.589
74,306,962	263,121,540	191,603,473	140,442,210	1.373	1.874

44, 804, 938	159, 586, 61	117, 769, 45	94, 024, 868	1. 355	1. 697
38, 540, 362	141, 021, 72	98, 871, 275	89, 473, 037	1. 426	1. 576
45, 384, 813	167, 083, 96	124, 805, 34	104, 025, 63	1. 339	1. 606
3, 174, 240	16, 422, 794	13, 416, 735	11, 194, 303	1. 224	1. 467
535, 520	3, 470, 925	2, 851, 842	1, 894, 238	1. 217	1. 832

此外，需要说明的是，视觉传感器外部的读取电路可以将编码模块 273 编码后的数据信号读取至视觉传感器的外部，比如，视觉传感器装配于一个电子设备中，该电子设备可能包括处理器和存储器，电子设备的读取电路可以将第三编码单元 3007 编码后的数据信号读取至电子设备的处理器中，或者存储器中。需要说明的是，本文涉及到关于编码的描述均指对光强的特征信息进行编码，对于用于表示一个事件的其他信息进行编码或者其他处理的方式，本申请并不进行限定，比如其他信息可以包括产生事件的像素的坐标信息 (x, y)，光强的特征信息被读取的时间 t 等。

以上对本申请实施例提供的视觉传感器进行了介绍，通过本申请提供的方案，视觉传感器能够自适应地在多种数据读取模式之间切换，使得读取数据速率始终保持未超过预定的读取数据速率阈值，还可以自适应地在两种事件表示方式之间切换，使得读取数据速率始终保持未超过预定的读取数据速率阈值，从而降低了视觉传感器的数据传输、解析和存储的代价，显著提高了传感器的性能。本申请提供的视觉传感器还可以采用调整事件表示的精度，在满足带宽限制的条件下，以更大的表示精度传输所有事件。本申请提供的视觉传感器还可以采用对差分值进行编码的方式，降低了视觉传感器的数据传输、解析和存储的代价的同时还能以最高的精度传输事件，显著提高了传感器的性能。

本申请提供的视觉传感器可以装配于任何一种需要利用视觉信息的设备上，比如本申请提供的视觉传感器可以装配于智能手机，电视机，平板设备，监控设备，摄像头模组，安防设备等等。

20 2、图像优化

在通过数据采集和数据编解码之后，即可得到可用的 RGB 图像、事件图像或者视频等数据，进一步地，即可使用采集到的数据进行进一步优化，以便进行后续的应用。例如，可以通过 RGB 摄像头采集到 RGB 图像，并通过前述的编解码方式对数据进行编码，在需要使用 RGB 图像时，即可对数据进行解码，得到可用的 RGB 图像。又例如，可以通过 DVS 采集到事件图像，通过前述提供的编码方式将事件图像保存在存储介质中，当需要使用事件图像时，即可通过前述的解码方式来读取到 DVS 图像，以便进行后续处理。下面对本申请提供的进行图像优化的方法的流程进行示例性说明。

在介绍本申请提供的一些方法的流程之前，下面先对一些较为通用的概念进行介绍。为便于理解，首先对本申请提供的方法中所涉及的一些通用的概念进行介绍。

#### a. 运动传感器

结合前述图1B的相关描述，运动传感器即可以因光照强度的变化，监测到一定范围内目标对象的运动将引起一系列的像素产生事件输出，得到一段时间内的事件流。在本申请实施方式中所提及的运动信息，即可以使用运动传感器对目标对象在预设范围内的运动情况进行监测，得到目标对象在检测范围内进行运动时的信息。

以运动传感器为 DVS 为例，产生事件的方式可以如图 35 所示，DVS 对运动变化进行响应产生事件，由于静态区域不会激发事件，因此事件大多产生于存在运动物体的区域。通常，在当前光强与上一次事件产生时的光强的差异超过阈值时，DVS 将产生一个事件，如图 3 中所示的事件 N1、N2 和 N3，且通过事件的产生仅与光强的相对变化相关。其中，每个事件可以表示为  $\langle x, y, t, f \rangle$ ， $(x, y)$  表示产生事件的像素位置， $t$  表示产生事件的时间， $f$  表示光强的特征信息。在部分 DVS 传感器（如 DAVIS 传感器、ATIS 传感器等）中， $f$  表示光强的变化趋势，也可以称为极性，通常用 1bit 表示，取值可以为 ON/OFF，其中 ON 表示光强增强，OFF 表示光强减弱。在某些 DVS 传感器，如 CeleX 传感器进行运动对象监测的场景中  $f$  表示绝对光强，通常用多个比特表示，如 9bit 表示 0-511 范围内的光强值。

可以理解为，DVS 对光强变化超过阈值时才会产生事件，因此可以通过 DVS 检测运动的对象，而 DVS 对静态区域则并不敏感。

#### b. 事件图像

事件图像可以包括由前述的运动传感器采集到的数据生成的图像，具体包括了基于目标对象在运动传感器的监视范围内进行运动时的运动轨迹信息生成的图像，或者说事件图像可以用于标识一段时间内目标对象在运动传感器的检测范围内进行运动时的信息。

例如，若在 DVS 的检测范围内挥手，监测到的其中一个时刻的事件如图 36 所示，其中，图 36 中的白色表示 DVS 监测到的事件，即 DVS 可以监测到预设范围内的运动对象的轮廓和位置。

具体例如，由 DVS 采集到的数据构成的图像可以表示为

$$F_d(x, y) = \sum_{t_1 \leq t \leq t_2} events(x, y, t), \text{ 其中 } events(x, y, t) = \begin{cases} 0, & \text{if no data} \\ 1, & \text{if have data} \end{cases}, (x, y) \text{ 表示图像}$$

中的某个位置的坐标， $t$  表示时刻， $t_1$  为开始拍摄曝光图像的时刻减去 50 毫秒（即一个时间窗口）， $t_2$  为开始拍摄曝光图像的时刻， $events$  表示运动传感器，如 DVS 采集到的数据。

#### c. 运动信息

该运动信息中可以包括包括目标对象在预设范围内进行运动时的信息。

可以通过运动传感器对目标对象在预设范围内的运动情况进行监测，得到预设范围内的目标对象的运动信息。其中，目标对象是预设范围内运动的物体，目标对象的数量可以是一个或者多个，该运动信息可以包括目标对象在预设范围内进行运动时的运动轨迹的信息。

例如，该运动信息中可以包括目标对象在预设范围内进行运动时，目标对象所在的区

域的大小、边框或者角点在预设范围内的坐标等信息。

具体地，可以通过 DVS 监测到的数据生成时间窗口，然后对其中的事件按照短时窗口对时间窗口进行切分，累积短时窗口中的事件，计算连通域后得到的运动轨迹。进一步地，对时间窗口中的一系列运动轨迹进行分析，通过计算光流或者运动矢量，得到运动的目标对象的运动特性，如运动方向、运动速度等信息。

5 示例性地，如图 37 所示，可以将时间窗口切分多个短时窗口，如图 37 中所示的 k 个短时窗口。切分的方式可以是按照设定的时长进行切分，也可以是按照随机的时长进行切分，或者按照运动轨迹变化情况进行切分等，具体可以根据实际应用场景进行调整。在切分得到 k 个短时窗口之后，分析每个短时窗口中的事件的位置，确定目标对象在每个短时窗口中的目标对象所在的区域，如短时窗口 1 中的运动区域为如图 37 中所示的运动区域 1，短时窗口 k 中的运动区域为图 37 中所示的运动区域 k。然后通过短时窗口 1-k 中运动区域的变化情况，确定目标区域的运动区域以及运动特性，如运动方向或者运动速度等。

通常，运动信息中所包括的运动特性可以包括运动速度或运动方向等。具体地，该运动速度可以是目标对象相比前一短时窗口的速度的变化趋势，包括但不限于变快、变慢等速度趋势状态量，甚至更多级别的速度趋势状态量，如快、较快、非常快、慢、较慢、非常慢等。该运动方向也可以是相比前一短时窗口的方向变化，包括但不限于向左、向右、向上、向下、不变等方向趋势状态量，甚至更多级别的方向趋势状态量，如向左上、向左下、向右上、向右下、向左、向右、向上、向下、不变等。

在本申请提供的以下实施方式中可以代入上述通用概念，以下不再赘述。

20 下面对图像增强或重构的一些可能的实施方式进行介绍。

其中，对图像增强和重构的目的是获得更清晰的RGB图像或者事件图像，下面分别对一些可能的实施方式进行说明。

#### (1) 运动补偿

通常，运动传感器采集到的信息可以用于进行图像重建、目标检测、拍摄运动对象、使用运动的设备进行拍摄、拍摄去模糊、运动估计、深度估计或者进行目标检测识别等等场景，因此，如何得到更准确的运动信息，成为亟待解决的问题。

本申请提供一种图像处理方法，用于使用运动参数来对运动信息进行更新，得到更准确的运动信息。

30 首先，在此场景中，本申请提供的图像处理方法的具体流程可以包括：使用运动传感器对检测范围内目标对象进行运动时的运动信息进行采集，该运动信息可以来源于基于帧的运动检测或者基于事件的运动检测等，然后基于该运动信息生成事件图像，然后计算运动参数，该运动参数包括运动传感器与目标对象之间的相对运动的参数，然后根据该运动参数来对事件图像进行更新，得到更新后的事件图像。

本申请提供的图像处理方法中，对更新事件图像的过程提供了多种实现方式，下面分别对不同的实施方式及其结合实施方式进行说明。

35 在一种可能的实施方式中，可以基于预设的优化模型来更新事件图像，如以优化模型的值最优为目标来更新事件图像，得到更新的事件图像。在更新事件图像的过程中，可以

根据运动参数来确定优化模型的初始值，从而可以实现以运动传感器监测到的运动信息为约束初始化优化模型的值，使对事件图像进行更新时所使用的初始值可以更准确。相对于需要对事件图像进行多次全局迭代更新，本申请提供的方法基于获取到的运动参数来对优化模型进行初始化，可以明显提高针对事件图像的更新速度，提高对事件图像的更新效率，并且可以给出较好的初始化更新方向，在有限迭代次数下提升优化效果。

在一种可能的实施方式中，在对事件图像进行更新的过程中，通常可以进行多次迭代更新，从而使最终得到的事件图像更优。在每次迭代更新的过程中，可以使用上一次迭代更新时输出的运动参数，来进行当前次迭代更新，从而可以避免每次迭代更新时都重新计算运动参数，提高更新效率。

下面分别对初始化优化模型的值和迭代更新事件图像的过程分别进行说明。

过程一、使用运动参数初始化优化模型的过程

参阅图 38，本申请提供的一种图像处理方法的流程示意图。

3801、获取运动信息。

可以通过运动传感器对目标对象在预设范围内的运动情况进行监测，得到预设范围内的目标对象的运动信息。其中，目标对象是预设范围内运动的物体，目标对象的数量可以是一个或者多个，该运动信息可以包括目标对象在预设范围内进行运动时的运动轨迹的信息。

例如，该运动信息中可以包括目标对象在预设范围内进行运动时，目标对象所在的区域的大小、边框或者角点在预设范围内的坐标等信息。

为便于理解，以下将目标对象在预设范围内进行运动时，目标对象在检测到的每一时刻中所在的区域称为目标对象的运动区域。该运动区域例如，若目标对象为行人，且行人正在进行全身运动，则运动区域内可以包括行人的全身，若行人仅手臂运动，则目标对象可以仅仅是行人的手臂，运动区域可以包括行人的手臂部分。

通常，该预设范围与摄像头的焦距或者视场角等相关。例如，摄像头的视场角越大，拍摄到的范围的面积也越大，摄像头的视场角越小，拍摄到的范围的面积也越小。又例如，摄像头的焦距越大，拍摄的范围也就越远，也可以理解为拍摄到的距离远的对象更清晰，摄像头的焦距越小，拍摄到的范围也就越近。

本申请实施方式中，运动传感器监测到的范围包括摄像头的拍摄范围，预设范围可以是摄像头的拍摄范围，运动传感器所监测到的范围包括该预设范围，即运动传感器所监测到的范围可以大于或者等于该预设范围。

在一种可能的实施方式中，该运动信息可以包括目标对象当前所在的区域和进入预设范围后的历史所在的区域，还可以包括目标对象的运动速度或者运动方向等。

结合前述的数据采集和数据编码，本实施例中的运动信息可以是通过前述的数据采集和编解码的方式中得到的数据，例如，可以通过 DVS 采集得到事件流，并通过前述提供的

数据编解码的处理方式，得到可用的运动信息。

3802、根据运动信息生成至少一帧事件图像。

其中，在得到运动信息之后，可以运动传感器在检测范围内所采集到的信息生成至少



一帧事件图像。通常，运动信息中可以包括一段时长内目标对象在检测范围内运动的轨迹的信息，因此生成检测范围对应的图像，并将运动信息所包括的目标对象的轨迹映射至图像中，得到至少一帧事件图像。该至少一帧事件图像可以理解为表示目标对象在检测范围内产生运动时的运动轨迹的图像。

5 例如，该事件图像可以参阅前述图 35-37 及其相关介绍。

当本申请所提及的至少一帧事件图像为多帧事件图像时，可以是同一时间窗口的事件图像，也可以是不同事件窗口的事件图像，例如，事件图像 1 是  $[t_1, t_2]$  时段内的事件图像，事件图像 2 是  $[t_2, t_3]$  时段内的事件图像。当然，该至少一帧事件图像也可以是相同时段内不同区域的事件图像。例如，可以将 DVS 的监测区域划分为多个区域，基于每个区域内检测到的事件生成对应的事件图像。

10 还需要说明的是，根据前述的数据采集和编解码中提供的方法，可以在存储介质中直接读取到事件图像，则此时无需执行步骤 3801-3802，可以直接从存储介质中读取到至少一帧事件图像，本申请此处仅仅是示例性说明，并不作为限定。

### 3803、获取运动参数。

15 其中，该运动参数表示传感器和目标对象之间的相对运动的相关参数，如目标对象在像平面的运动速度、运动方向、运动加速度、光流信息、目标对象距离运动传感器的深度、运动传感器的加速度或者运动传感器的角速度等，其中光流信息表示运动传感器与目标对象之间的相对运动的速度。

20 并且，计算运动参数的方式可以有多种，例如，若运动参数不仅包括运动传感器自身相关的参数，还包括目标对象的运动速度、运动方向或运动加速度等，则可以通过运动传感器采集到的信息计算得到运动参数。

又例如，若运动参数包括了运动传感器自身的相关参数，如光流信息、运动传感器的加速度、运动传感器的角速度或者深度等，则可以通过运动传感器采集到的信息或者 IMU、陀螺仪或者加速度计等，得到运动传感器自身的相关参数。

25 还例如，若运动参数不包括运动传感器自身相关的参数，而是包括目标对象的运动速度、运动方向或运动加速度、深度等，则可以通过运动传感器采集到的信息计算得到运动参数。又例如，若运动参数包括了运动传感器自身的相关参数，如光流信息、运动传感器的加速度、运动传感器的角速度等，则可以通过运动传感器采集到的信息或者 IMU、陀螺仪或者加速度计等，得到运动传感器自身的相关参数。

30 例如，以从 IMU 采集到的数据中获取运动参数为例，在 IMU 采集到的数据中，可以包括 IMU 的角速度  $\omega$  或加速度  $\alpha$  等。可以从角速度  $\omega$  或加速度  $\alpha$  等中选择一项或者多项作为运动参数。

35 在一种可能的实施方式中，运动参数可以由运动传感器采集得到，在一些场景中，运动传感器采集运动参数时，可能受到噪声或者偏置等影响，导致运动参数出现偏移，因此，可以使用一些纠偏参数对运动参数进行纠偏，从而提高运动参数的准确性。可以是在确定运动参数之后，对该运动参数进行纠偏，得到纠偏后的运动参数，也可以是运动传感器在采集数据时，被配置为基于纠偏参数进行纠偏，得到纠偏后的数据，从运动传感器采集到

的数据中即可直接提取到去偏置后的运动参数。因此，在本申请实施方式中，可以得到纠偏后的运动参数，从而使运动参数更准确。

例如，因 IMU 的数据容易受到噪声或零偏置参数的影响，其中零偏置参数受到随机游走的影响因此需要不断更新修正。因此，在提取运动参数时，可以在 IMU 采集到的数据的基础上，去除受噪声或零偏置参数的影响。例如，通常将角速度的真实值表示为： $\hat{\omega} = \omega + b_g + n_g$ ；将和加速度的真实值表示为： $\hat{a} = R_{WB}^T \cdot (\alpha - g) + b_a + n_a$ 。其中， $R_{WB}^T$  表示变换矩阵，从 i 时刻到各时刻 j 下相机的变换矩阵： $T_{i,j} = \begin{bmatrix} R_{WB} & t \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ ，具体可以表示从空间坐标系到相机体坐标系的变换，g 表示重力加速度，n 为噪声，b 为零偏置参数。

具体例如，可以以匀速直线运动模型来表示目标对象与运动传感器之间的相对运动，运动参数可以是一个速度向量 v，需要说明的是，不同场景中可以选择不同的运动模型，也就会对应多种运动参数，例如以匀加速直线运动为例，运动参数为一个运动向量 v 和加速度  $a_p$ 。通过 IMU 数据计算出的变换矩阵和相平面的深度 Z 以及投影模型  $\pi$  来计算出初始的速度向量： $v = \frac{\pi \left( (T_{t_i, t_i + \Delta t}^{-E}) \cdot O_{z_0} \right)}{\Delta t}$ ，其中，E 表示单位矩阵， $O_{z_0}$  表示相平面的原点。 $\Delta t$  为一段时长。

此外，可以根据 DVS 采集到的数据来计算运动参数为例，如图 36 中的白色表示 DVS 监测到的事件，即 DVS 可以监测到预设范围内的运动对象的轮廓和位置，可以根据 DVS 监测到的目标对象在预设范围内的运动轨迹，计算目标对象的运动速度，并提取到目标对象的运动方向。

具体地，可以通过 DVS 监测到的数据生成时间窗口，然后对其中的事件按照短时窗口对时间窗口进行切分，累积短时窗口中的事件，每个时间窗口内累计的事件可以理解为一帧事件图像。进一步地，还可以对时间窗口中的一系列运动轨迹进行分析，通过计算光流、运动矢量等方式，得到运动的目标对象的运动特性，如运动方向、运动速度等信息。

示例性地，如前述图 37 所示，可以将时间窗口切分多个短时窗口，如图 37 中所示的 k 个短时窗口，每个时间窗口可以对应一帧事件图像。切分的方式可以是按照设定的时长进行切分，也可以是按照随机的时长进行切分，或者按照运动轨迹变化情况进行切分等，具体可以根据实际应用场景进行调整。在切分得到 k 个短时窗口之后，分析每个短时窗口中的事件的位置，确定目标对象在每个短时窗口中的目标对象所在的区域，如短时窗口 1 中的运动区域为如图 37 中所示的运动区域 1，短时窗口 k 中的运动区域为图 37 中所示的运动区域 k。然后通过短时窗口 1-k 中运动区域的变化情况，确定目标区域的运动区域以及运动特性，如运动方向或者运动速度等。

在一种可能的实施方式中，得到运动参数之后，在初始化优化模型之前，即可使用该运动参数对事件图像进行补偿，从而得到补偿后的事件图像。例如，以目标对象的运动轨迹为匀速直线运动，运动传感器为 DVS 为例，时间窗口  $[t, t + \Delta t]$  内  $t_k$  时刻 DVS 捕获位置为  $x_k$ ，目标对象的运动轨迹可以被划分为多段直线运动，以  $\theta$ （即运动参数）表示事件图像中目标对象的运动速度，则事件图像中在对目标对象进行运动补偿后的位置  $x_k'$  为： $x_k' = x_k - (t_k - t_{ref}) \cdot \theta$ ，对事件图像的所有事件进行运动补偿之后，即可得到补偿后的事件图像。

3804、根据运动参数对预设的优化模型的值进行初始化，得到优化模型的值。

在得到运动参数之后，可以使用该运动参数对事件图像来进行补偿，得到补偿后的事件图像，然后根据补偿后的事件图像来计算优化模型的初始值，或者称为初始的最优值。

其中，优化模型可以包括多种，可以根据不同的场景选择不同的优化模型。例如，优化模型可以包括但不限于以下一种或者多种：方差 (variance)、均方 (mean square)、图像熵 (image entropy)、梯度幅度 (gradient magnitude)、拉普拉斯 (Laplacian)、SoS 损失函数、R2 损失函数或者匀速直线运动模型等。方差也可以称为对比度，最大化对比度的算法可以包括梯度上升、牛顿法等，迭代一次计算出更新的运动参数，然后重复以上过程，直到达到最优的对比度。

需要说明的是，本申请实施例中，仅以对比度算法为优化模型进行示例性说明，通常事件图像的对比度越大，事件图像的补偿效果或者更新效果越好，而在另一些场景中，优化模型的值最优值可能是最小值，即优化模型的值越小，事件图像的更新效果越好。

3805、根据优化模型的值更新至少一帧事件图像，得到更新后的至少一帧事件图像。

在使用运动参数对优化模型进行初始化得到优化模型的值之后，基于该优化模型的值对至少一帧事件图像进行迭代更新，从而得到更新后的至少一帧事件图像。

具体地，在得到优化模型的初始值之后，在对事件图像进行迭代更新的过程中，可以根据该初始值反推运动参数，并根据反推得到的运动参数对事件图像来进行补偿，得到补偿后的事件图像，然后根据补偿后的事件图像来计算优化模型的最优值，重复上述步骤，直到满足终止迭代的条件，如迭代次数达到预设次数、迭代时长达到预设时长、相邻次迭代得到的事件图像之间的差值小于预设值、或者相邻次迭代得到的优化模型的最优值之间的差值小于预设差值等，输出最终得到的事件图像。

例如，选取对比度 (或者称为方差)  $F$  作为优化模型，并以运动参数为匀速速度为例，在初始化运动参数  $\theta$  后，为了得到  $F$  最大化的事件图像，需要将  $F$  作为目标函数对运动参数  $\theta$  进行最更新求解  $\theta = \arg_{\min} F(\theta, x)$ 。

对运动图像进行补偿的过程可以理解为，将时间窗口  $[t, t + \Delta t]$  内的事件图像按照运动模型反推回到  $t$  时刻，从而实现运动补偿。以目标对象的运动轨迹为匀速直线运动为例，时间窗口  $[t, t + \Delta t]$  内  $t_k$  时刻 DVS 捕获位置为  $x_k$ ，目标对象的运动轨迹可以被划分为多段直线运动，以  $\theta$  表示事件图像中目标对象的运动速度，则事件图像中对目标对象进行运动补偿后的位置  $x'_k$  为： $x'_k = x_k - (t_k - t_{ref}) \cdot \theta$ ，累积对目标对象进行运动补偿后在事件图像中的位置，即可得到一次更新后的事件图像。

然后，计算运动补偿后得到的事件图像的图像对比度  $F(x, \theta) = \frac{1}{N_p} \sum_{i,j} (h_{ij} - \mu)^2$ 。其中  $h_{ij}$  表示该时间窗口内的事件经过运动补偿后形成的事件图像中的像素， $N_p$  表示该帧中的像素数量， $\mu$  表示该 frame 的均值。随后，通过最优化算法计算最优化  $F(x, \theta)$  的  $\theta$  值  $\theta = \arg_{\min} F(\theta, x)$ ，经过多次迭代计算出最佳的运动参数  $\theta$ ，并据最优的运动参数对事件图像进行补偿，得到更优的事件图像。该优化算法可以采用梯度上升、牛顿法、共轭梯度法 (Conjugate Gradient) 或动量优化法 (Momentum) 等算法，具体可以根据实际应

用场景调整，本申请对此不作限定。

为便于理解，步骤 3805 可以理解为，在得到运动参数之后，使用该运动参数对事件图像进行补偿，并基于补偿后的事件图像计算优化模型的最优值（即初始值），然后基于该最优值反推最优的运动参数，使用反推得到的最优的运动参数来对事件图像进行再次补偿，并迭代前述步骤，得到最终更新后的事件图像。

更具体地，迭代更新至少一帧事件图像的过程还可以参阅以下实施方式二，此处不再赘述。

因此，在本申请实施方式中，在更新事件图像之前，可以使用运动参数对优化模型进行初始化，从而可以基于初始化的优化模型的值来对事件图像进行更新，而无需从最小的优化模型的值或是随机的初始值来对事件图像进行更新，因此可以减少对事件图像的迭代更新次数，提高对事件图像的迭代更新效率，快速得到最优的事件图像。

在一种可能的实施方式中，在每次计算得到最优的优化模型的值的过程中，可以更新纠偏参数，该纠偏参数可以用于得到纠偏后的运动参数，如运动传感器在采集到数据之后，使用该纠偏参数对采集到的数据进行纠偏，从而得到纠偏后的数据，以便后续可以从纠偏后的数据中提取到更准确的运动参数。或者，在从运动传感器采集到的数据中提取到运动参数之后，可以使用纠偏参数来对运动参数进行纠偏，得到更准确的运动参数。例如，运动参数可以由 IMU 采集得到，在每次计算得到最优的优化模型的值的过程中，可以更新 IMU 参数，或者称为纠偏参数，该 IMU 参数可以用于 IMU 采集数据。例如，因 IMU 的数据容易受到噪声  $n$  和零偏置参数  $b$  的影响，其中零偏置参数受到随机游走的影响因此需要不断更新修正。通常将角速度的真实值表示为： $\hat{\omega} = \omega + b_g + n_g$ ；将加速度的真实值表示为： $\hat{a} = R_{WB}^T \cdot (\alpha - g) + b_a + n_a$ ， $b$  和  $n_g$  即为 IMU 参数，用于对采集到的数据进行修正，得到更准确的运动参数。因此，在本申请实施方式中，在更新事件图像的过程中，还可以对 IMU 参数进行更新，从而可以使用更新后的 IMU 参数来得到更准确的运动参数。通常，运动参数可以通过对 IMU 采集到的数据进行积分得到，误差会逐步累积，时间越长计算得到的运动参数的漂移也就越大，在较短的时间内通常无法对 IMU 的数据进行校准，而本申请实施方式中，在得到优化模型的最优值之后，可以使用该最优值来更新 IMU 参数，从而使得后续可以基于更准确的 IMU 参数来得到运动参数，提高运动参数的准确率。

下面以从 IMU 采集到的数据中得到运动参数，参阅图 39，运动传感器为 DVS 为例对本申请提供的图像处理方法的流程进行示例性说明。

首先，IMU 数据 3901 是 IMU 采集到的数据，具体可以包括 IMU 的角速度、加速度或者速度等，通常，IMU 与 DVS 可以设置在同一设备中或者具有连接关系等，IMU 的角速度、加速度或者速度等，也可以表示为 DVS 的角速度、加速度或者速度等。

运动参数 3902 可以是从小 IMU 数据中得到的数据，如角速度、加速度或者速度等。通常，因 IMU 采集的数据容易受到噪声  $n$  和零偏置参数  $b$  的影响，其中零偏置参数受到随机游走的影响因此需要不断更新修正。通常将角速度的真实值表示为： $\hat{\omega} = \omega + b_g + n_g$ ；将加速度的真实值表示为： $\hat{a} = R_{WB}^T \cdot (\alpha - g) + b_a + n_a$ 。其中， $R_{WB}^T$  表示变换矩阵，从  $i$  时刻到各时刻  $j$  下相机的变换矩阵： $T_{i,j} = \begin{bmatrix} R_{WB} & t \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ ，具体可以表示从空间坐标系到相机体坐标系的

变换,  $g$  表示重力加速度,  $n$  为噪声,  $b$  为零偏置参数。

在对事件图像进行更新之前, 可以使用运动参数 3901 来初始化对比度 3904, 同时, 还可以使用运动参数来补偿事件图像 3903, 得到补偿后的事件图像。

在对事件图像进行补偿时, 可以将时间窗口  $[t, t + \Delta t]$  内的事件按照运动模型反推回到  $t$  时刻, 从而实现运动补偿。例如, 补偿后的位置  $x_k'$  为:  $x_k' = x_k - (t_k - t_{ref}) \cdot \theta$ , 累积

5 对目标对象进行补偿目标对象在图像中的位置, 即可得到补偿后的图像, 此处将补偿后的事件图像的像素表示为  $h_{ij}$ 。

需要说明的是, 本申请实施例中以优化模型为对比度 (或者称为方差) 的算法来进行示例性说明, 实际应用场景中该对比度可以替换其他指标, 如方差 (variance)、均方 (mean square)、图像熵 (image entropy)、梯度幅度 (gradient magnitude)、拉普拉斯 (Laplacian)

10 等, 具体可以根据实际应用场景进行调整。

在得到补偿后的事件图像之后, 可以基于补偿后的事件图像来计算最大化对比度, 并使用最大化对比度来更新运动参数, 并继续使用更新后的运动参数来补偿事件图像, 得到更新后的事件图像, 并重复上述步骤, 直至符合终止迭代的条件, 输出最终的事件图像。

15 在得到补偿后的事件图像  $h_{ij}$  之后, 计算图像对比度  $F(x, \theta) = \frac{1}{N_p} \sum_{i,j} (h_{ij} - \mu)^2$ ,  $N_p$  表示事件图像中像素的数量,  $\mu$  表示事件图像的像素均值。然后计算最大化  $F(x, \theta)$  的运动参数  $\theta$ , 即在哪一个  $\theta$  的的基础上  $F$  可以达到最大化。从而可以基于最大化时得到的运动参数  $\theta$  的基础上对事件图像进行进一步迭代补偿, 从而得到更新后的图像。

在最大化对比度的过程中, 还可以同时更新 IMU 参数, 该 IMU 参数可以用于 IMU 采集数据或者对 IMU 采集到的数据进行修正等。

20

例如, 将角速度的真实值表示为:  $\hat{\omega} = \omega + b_g + n_g$ ; 将加速度的真实值表示为:  $\hat{a} = R_{WB}^T \cdot (\alpha - g) + b_a + n_a$ , 则 IMU 参数可以包括噪声  $n$  和零偏置参数  $b$ 。将由 IMU 数据计算运动参数的过程视为  $\theta = G(b_a, b_g, a, \omega)$ , 则  $b'_a, b'_g = \arg_{\min} F(G(b_a, b_g), x)$ , 从而得到更新后的噪声  $n$  和零偏置参数  $b$ 。

25 因此, 在本申请实施方式中, 可以基于 IMU 采集到的数据来得到运动参数, 从而基于运动参数进行对比度初始化, 进而基于初始化的对比度对事件图像进行更新, 得到更新后的事件图像。相当于基于运动参数设定了对比度的初始值, 减少了对事件图像进行多次迭代次数, 提高得到最终的事件图像的效率。

过程二、迭代更新的过程

30 参阅图 40, 本申请提供的另一种图像处理方法的流程示意图, 如下所述。

4001、获取目标任务, 并根据目标任务确定迭代时长。

其中, 该目标任务可以包括对至少一帧事件图像进行迭代更新的时长, 或者该目标任务可以使用至少一帧事件图像来进行的任务, 并包括了对至少一帧事件图像进行迭代更新的时长等。

35 例如, 该目标任务可以直接携带对至少一帧事件图像进行迭代更新的时长, 如可以由用户设定对每一帧事件图像进行迭代更新的时长为 30ms。

又例如, 该目标任务可以是使用至少一帧事件图像进行目标检测、图像重建或拍摄运

动对象等任务，该目标任务还可以包括对每一帧事件图像进行迭代更新的时长为 50ms 等，或者对该至少一帧事件图像的总迭代时长为 3900ms 等。

需要说明的是，本申请中的步骤 4001 为可选步骤，在一些场景中，也可以不设定对事件图像的迭代时长，如在对事件图像进行迭代更新的迭代次数达到预设次数，或者优化模型的输出的值的变化值不超过预设值等，具体可以根据实际应用场景进行调整，此处并不作为限定。

4002、获取运动信息。

4003、根据运动信息生成至少一帧事件图像。

其中，步骤 4002-4003 与前述步骤 3801-3802 类似，此处不再赘述。

在得到事件图像之后，即可对事件图像进行迭代更新，迭代更新的过程可以如以下步骤 4004-4006 所述。

还需要说明的是，本申请对步骤 4001 和步骤 4003 的执行顺序不作限定，可以先执行步骤 4001，也可以先执行步骤 4003，还可以同时执行步骤 4001 和步骤 4003，具体可以根据实际应用场景调整，此处不作限定。

4004、获取上一次迭代根据优化模型得到的运动参数。

其中，该运动参数表示传感器和目标对象之间的相对运动的相关参数，如目标对象的运动速度、运动方向、运动加速度、光流信息、运动传感器的加速度、运动传感器的角度或者深度等，该光流信息表示运动传感器与目标对象之间的相对运动的速度。

若当前次迭代为第一次迭代，则可以将运动参数设置为初始值，如设置为 0 或者预先设置的值等，或者根据运动传感器采集到的信息来计算运动参数等。

若当前次迭代为非第一次迭代，则可以根据上一次迭代过程中优化模型的最优值，反推运动参数的值，然后将反推得到的值作为运动参数的值。或者，将反推得到的运动参数与前述通过步骤 3803 的方式确定的运动参数进行加权融合，得到融合后的运动参数。

例如，在对事件图像进行的每次迭代更新的过程中，计算得到最优值 $F(x, \theta)$ 之后，反推求运动参数 $\theta$ 的值， $\theta = \arg_{\min} F(\theta, x)$ ，从而计算得到更新后的运动参数。

又例如，除了基于对事件图像的上一次迭代更新的优化模型的最优值得到的运动参数（为便于区分称为运动参数 1），还可以根据运动传感器采集到的数据获取运动参数（为便于区分称为运动参数 2），获取运动参数 2 的方式可以参阅前述步骤 3803，此处不再赘述。可以采用对运动参数 1 和运动参数 2 进行加权融合的方式，来得到本申请实施例中本次迭代更新所使用的运动参数。例如，运动参数 1 的权重值可以设置为 0.8，运动参数 2 可以是 IMU 采集到的参数，其权重值可以设置为 0.2，则本次迭代更新取的运动参数为 $=0.2 * \text{运动参数 2} + 0.8 * \text{运动参数 1}$ 。

此外，若前述的至少一帧事件图像为多帧事件图像，且当前次迭代更新的事件图像，与上一次迭代更新的事件图像不相同，也可以将上一次迭代更新事件图像时得到的运动参数来对当前次迭代更新的事件图像进行更新。因此，在本申请实施方式中，在对不同的事件图像进行更新时，可以使用对上一帧事件图像进行迭代更新得到的运动参数来对当前的事件图像进行更新，从而可以使用更准确的运动参数来进行更新。相对于重新初始化运动

参数的值，本申请实施例提供了有效的运动参数，可以明显提高对事件图像的更新效率。

4005、根据运动参数对至少一帧事件图像进行更新，得到更新后的至少一帧事件图像。

在得到当前次迭代的运动参数之后，根据该运动参数对事件图像进行补偿，得到当前次迭代更新得到的至少一帧事件图像。

5 具体地，当该至少一帧事件图像为一帧事件图像时，在每次迭代过程中，可以对该一帧事件图像进行迭代更新。若该至少一帧事件图像为多帧事件图像时，在完成其中一帧事件图像进行更新之后，可以继续对下一帧事件图像进行更新，或者，每次迭代可以对不同的事件图像进行更新，从而完成对所有的事件图像的迭代更新。例如，可以首先对[t0, t1]时

10 时段的事件图像进行多次迭代更新，在完成对[t0, t1]时段的事件图像的更新之后，计算最终的运动参数，并基于该运动参数，对[t1, t2]时段的事件图像进行更新，依次类推。又例如，在第一次迭代过程中，可以对[t0, t1]时段的事件图像进行更新，计算得到运动参数之后，基于该运动参数，对[t1, t2]时段的事件图像进行更新，依次类推。

为便于理解，本申请实施例以对一帧事件图像（或者称为目标事件图像）为例进行示范性说明。

15 例如，在确定运动参数 $\theta$ 之后，对目标事件图像中每个事件的位置进行补偿，如 $x'_k = x_k - (t_k - t_{ref}) \cdot \theta$ ， $x'_k$ 即为对 $x_k$ 进行补偿后的位置，每个位置上的变换后的事件累积起来即可形成更新后的目标事件图像： $H(x, \theta) = \sum_{k=1}^{N_e} b_k \delta(x - x'_k)$ ，其中， $N_e$ 表示目标事件图像中的事件数量， $b_k$ 表示目标事件图像中表示方式，取值可以是0或者1。

20 示例性地，如图41所示，图41中，分别通过不同的形式来表示事件图像，显然，随着迭代次数的增加，得到的事件图像也越来越清晰。

在对事件图像进行补偿之后，可以通过优化模型的值来衡量事件图像的质量，该优化模型可以包括多种可以包括但不限于以下一种或者多种：方差（variance）、均方（mean square）、图像熵（image entropy）、梯度幅度（gradient magnitude）、拉普拉斯（Laplacian）、SoS 损失函数、R2 损失函数等。可以使用优化算法计算优化模型的最优值，然后可以根据

25 该最优值计算出新的运动参数。

为便于理解，步骤4005可以理解为，在对事件图像进行补偿之后，通过预先设定的评价指标来衡量事件图像的质量，如方差、均方、图像熵、梯度幅度、拉普拉斯等，如 $f(\theta) = \sigma^2(H(x, \theta)) = \frac{1}{N_p} \sum_{i,j} (h_{ij} - \mu)^2$ ，通过最优化算法计算最大化 $F(x, \theta)$ 的 $\theta$ 值 $\theta = \arg_{\min} F(\theta, x)$ ，即可得到当前次迭代更新过程得到的更新后的运动参数。以F为对比度为例，最大化对比度的优化算法可以采用梯度上升、牛顿法等方法，计算出更新的运动参数，然后使用该运动参数对更新后的事件图像或者下一帧事件图像进行更新，重复以上过程，得到最终的更新后的至少一帧事件图像。

30

4006、判断是否结束迭代，若是，则执行步骤4007，若否，则执行步骤4004。

在对事件图像的每一次迭代更新过程中，在对事件图像进行更新之后，可以判断是否

35 结束对事件图像的迭代更新，若结束迭代，则可以输出更新后的至少一帧图像，若未结束迭代，则可以继续对事件图像进行迭代更新，即执行步骤4004。

具体地，判断是否结束迭代的方式可以包括判断当前次迭代的结果是否满足预设条件，

若是则终止迭代，终止条件包括以下一项或者多项：对至少一帧事件图像进行迭代更新的次数达到预设次数、对至少一帧事件图像进行迭代更新的时长达到预设时长、或者对至少一帧事件图像进行更新过程中优化模型的最优值变化小于预设值等等。该预设时长可以根据步骤 4001 中的目标任务确定的，也可以是预先设定的时长，如 100ms 或 50ms 等。例如，用户可以通过终端的交互界面，设置每一帧事件图像的迭代更新时长。

因此，在一些场景中，可以根据实际需求确定迭代次数，兼顾事件图像处理的效率和事件图像的质量，在满足实时处理的要求下更新事件图像，实现效率和质量的平衡。

4007、输出更新后的至少一帧事件图像。

在终止对事件图像的迭代更新之后，即可输出更新后的至少一帧事件图像。

可选地，后续可以使用更新后的至少一帧事件图像进行后续分析。如可以使用更新后的事件图像进行深度估计、光流估计、图像重建、目标检测、拍摄运动对象、使用运动的设备进行拍摄、拍摄去模糊、运动估计、深度估计或者进行目标检测识别等。

在本申请实施方式中，在每次迭代过程中，可以通过上一次迭代得到的优化模型的最优值，得到当前次迭代所使用的运动参数，并根据该运动参数对事件图像进行补偿，得到补偿后的事件图像。因此，可以提高对事件图像进行更新的效率，快速得到质量更高的事件图像。并且，可以根据具体场景调整迭代次数，可以兼顾事件图像的更新效率和质量，快速高效地得到符合需求的事件图像。

为便于理解，下面以几个具体的迭代过程为例，对本申请提供的图像处理方法的流程进行示例性说明。

示例性地，以一帧事件图像为例，参阅图 42，本申请提供的另一种图像处理方法的流程示意图，如下所述。

首先，可以获取 DVS 采集到的数据 4204，并基于 DVS 采集到的数据初始化事件图像 4202，得到初始的事件图像。通常，事件图像表示可以用极性 ( $b=-1$  或  $+1$ ) 信息，如 1 表示某个像素点存在事件， $-1$  表示某个像素点不存在事件，也可以只对事件进行计数 ( $b=0$  或  $1$ )，如 1 表示某个像素点存在事件，0 表示某个像素点不存在事件等。

若当前次为第一次迭代，则运动参数 4201 可以是初始化的参数，如初始化为 0 或者预设值，或者，还可以根据 IMU 采集到的数据来初始化该运动参数，例如，可以将 IMU 采集到的加速度或者速度作为初始化的运动参数。此外，在后续的迭代过程中，该运动参数可以是上一次迭代得到的运动参数，也可以是基于运动传感器（如 DVS、IMU、加速度计或者陀螺仪等）采集到的数据得到的运动参数，还可以是结合上一次迭代得到的运动参数和运动传感器（如 DVS、IMU、加速度计或者陀螺仪等）采集到的数据得到的运动参数进行加权运算，得到当前次迭代所使用的运动参数。

在得到运动参数 4201 之后，使用该运动参数对事件图像 4202 进行补偿，得到补偿后的事件图像。例如，在确定运动参数  $\theta$  之后，对事件图像中每个事件的位置进行补偿，如  $x'_k = x_k - (t_k - t_{ref}) \cdot \theta$ ， $x'_k$  即为对  $x_k$  进行补偿后的位置，每个位置上的变换后的事件累积起来即可形成更新后的事件图像： $H(x, \theta) = \sum_{k=1}^{N_e} b_k \delta(x - x'_k)$ 。

在使用运动参数 4201 对事件图像进行补偿之后，使用补偿后的事件图像来最大化对比



-102-

度, 如  $f(\theta) = \sigma^2(H(x, \theta)) = \frac{1}{N_p} \sum_{i,j} (h_{ij} - \mu)^2$ , 通过最优化算法计算最大化  $F(x, \theta)$  的  $\theta$  值  $\theta = \arg_{\min} F(x, \theta)$ , 实现对运动参数的更新。

在对事件图像的迭代次数达到预设次数, 或者对事件图像的迭代时长达到预设时长, 或者最大化对比度的值的变化值不超过预设变化值等, 则可以终止对事件图像的迭代更新, 输出最终的事件图像。

因此, 在本申请实施方式中, 可以使用上一次迭代得到的最大化的对比度, 来反推运动参数, 从而使下一次对事件图像进行更新时, 可以使用该运动参数来补偿事件图像, 从而可以快速得到更新后的事件图像, 在保障更新效率的同时, 可以得到质量更优的事件图像。

前述以对一帧事件图像进行更新为例进行了示例性说明, 下面以对多帧事件图像进行更新为例进行示例性说明。

示例性地, 如图 43 所示, 以 3 帧事件图像 (如图 43 中所示出的事件图像 1、事件图像 2 和事件图像 3) 的迭代更新过程为例。其中, 该三帧事件图像可以是基于 DVS 在不同时段采集到的数据生成。例如, 可以累积时间段  $[t_0, t_1]$  内采集到的事件, 得到事件图像 1; 累积时间段  $[t_1, t_2]$  内采集到的事件, 得到事件图像 2; 累积时间段  $[t_2, t_3]$  内采集到的事件, 得到事件图像 3 等。

在迭代更新 1 的过程中, 若当前次迭代为第一次迭代, 运动参数  $\theta_1$  可以是基于运动传感器采集到的数据来进行初始化得到, 也可以是初始化为预先设置的值等。例如, 运动参数  $\theta_1$  可以是从小 IMU 采集到的数据中提取到的, 如 IMU 可以采集到本身的加速度、角速度或者速度等, 则可以直接从 IMU 本身的加速度、角速度或者速度等中选择一个或多个作为运动参数  $\theta_1$ 。又例如, 可以提前设置运动参数初始化的值为 0 或者其他值等。

在对事件图像 1 的更新过程中, 可以使用运动参数  $\theta_1$  对事件图像 1 进行补偿, 得到补偿后的事件图像, 然后基于补偿后的事件图像, 以及优化算法计算最大化对比度, 并使用最大化对比度来更新运动参数  $\theta_1$ 。

对事件图像 1-事件图像 3 的迭代更新的具体过程与前述图 42 的更新过程类似, 此处不再赘述。

在终止对事件图像 1 的迭代更新之后, 还可以使用最终迭代得到的对比度来初始化运动参数  $\theta_1$  对运动参数  $\theta_2$ , 在终止对事件图像 2 的迭代更新之后, 还可以使用最终迭代得到的对比度来初始化运动参数  $\theta_2$  对运动参数  $\theta_3$ 。

在一种可能的实施方式中, 除了可以在每一帧事件图像更新完成之后再更新下一阵事件图像, 还可以是一次循环更新每一帧事件图像, 从而实现对多帧事件图像的更新。

因此, 在本申请实施方式中, 在实现对一帧事件图像的更新之后, 可以基于对该事件图像进行更新更新得到的运动参数, 对更新下一帧事件图像时使用的运动参数进行初始化, 从而使每次更新事件图像时, 可以使用已有的运动参数来进行更新, 从而实现对事件图像的高效更新。

过程三、使用运动参数初始化优化模型, 并进行迭代更新

前述对初始化运动参数和对事件图像进行迭代更新的过程分别进行了说明, 在一些场

景中，本申请提供的图像处理方法中初始化运动参数和对事件图像进行迭代更新的过程可以结合起来实施，下面对结合起来实施的方法进行说明。

5 示例性地，在一些场景中，如同一个终端设备可以包括多种运动传感器，例如，终端设备可以同时包括 DVS 和 IMU，事件图像可以由 DVS 采集到的数据生成，可以使用 IMU 采集到的数据来初始化运动参数，然后基于该初始化的运动参数来对事件图像进行迭代更新。

下面以基于 IMU 获取到的数据来初始化运动参数为例进行示例性说明，在一些场景中，初始的运动参数还可以基于其他传感器采集到的数据来确定，如加速度计、陀螺仪、重力传感器、DVS 等。参阅图 44，本申请提供的另一种图像处理方法的流程示意图。

4401、获取 IMU 采集到的数据。

10 其中，IMU 可以用于测量自身的三轴角速度以及加速度，在 IMU 采集到的数据中，可以包括 IMU 的角速度 $\omega$ 或加速度 $\alpha$ 等。

例如，在一种场景中，用户可以通过手机来进行拍摄，该手机中除了 RGB 摄像头（或者称为 RGB 传感器），还可以包括 DVS 和 IMU，可以使用 DVS 采集到的数据，对 RGB 摄像头的拍摄提供其他辅助功能，如对焦或者对 RGB 摄像头拍摄到的 RGB 图像进行补偿等。在用户  
15 使用手机进行拍摄的同时，IMU 可以同时检测自身的运动变化情况，如角速度或者加速度等。

4402、初始化运动参数。

20 其中，该运动参数可以是从小 IMU 采集到的数据中选取得到。例如，在 IMU 采集到的数据中，可以包括 IMU 的角速度 $\omega$ 或加速度 $\alpha$ 等。可以从角速度 $\omega$ 或加速度 $\alpha$ 等中选择一项或者多项作为运动参数。

4403、获取目标任务，根据目标任务确定迭代时长。

4404、获取运动信息。

4405、根据运动信息生成至少一帧事件图像。

其中，步骤 4403-4405 可以参阅前述步骤 4001-4003 中的描述，此处不再赘述。

25 4406、根据运动参数对事件图像进行更新，得到更新后的事件图像。

其中，步骤 4406 可以参阅前述步骤 4005 中的描述，此处不再赘述。

4407、是否达到迭代时长，若是，则执行步骤 4409，若否，则执行步骤 4408。

其中，在完成当前次对事件图像的更新之后，若对事件图像的迭代时长达到预先设置的迭代时长，则可以终止对该事件图像的迭代更新，输出最终的事件图像。

30 此外，若需要对多帧事件图像进行迭代更新，则在每次对事件图像进行更新之后，都可以判断是否达到预先设置的迭代时长，在完成对所有的事件图像进行更新之后，即可输出更新后的至少一帧事件图像。

4408、更新运动参数。

35 若未完成对事件图像的迭代更新，则在每一次更新完成之后，可以将更新后的事件作为优化模型的输入，使用预先设置的优化算法，计算优化模型的最优值，并根据该最优值更新运动参数。

需要说明的是，若当前次迭代为对至少一帧事件图像的最后一次迭代更新，则可以执

行步骤 4408，也可以不执行步骤 4408，具体可以根据实际应用场景进行调整。

在一种可能的实施方式中，除了使用优化模型的最优值来更新运动参数，还可以结合 IMU 采集到的数据，得到更准确的运动参数。例如，以下将使用优化模型的最优值反推得到的运动参数称为运动参数 1，对使用 IMU 持续获取运动参数称为运动参数 2，在得到运动参数 1 和运动参数 2 之后，可以对运动参数 1 和运动参数 2 进行加权运算，得到最终的运动参数，又或者，可以从运动参数 1 和运动参数 2 中选择其中一个作为最终的运动参数等，具体可以根据实际应用场景来进行调整。

例如，本申请可以应用于运动摄影的场景，以运动参数为相机的运动速度为例，运动参数 1 可以通过优化模型的最优值计算得到  $v1 = \arg_{\min} F(v1, x)$ ，运动参数 2 可以是 IMU 采集到的数据中选择的  $v2$ ，则在对事件图像进行一次迭代之后，将运动参数更新为： $\theta = \omega1 * v1 + \omega2 * v2$ ， $\omega1$  是运动参数 1 的权重值， $\omega2$  是运动参数 2 的权重值。当然，也可以从  $v1$  和  $v2$  中选择其中一个作为新的运动参数。

具体地，更新运动参数的具体过程可以参阅前述步骤 4004 中的相关描述，此处不再赘述。

此外，在确定终止对事件图像的迭代更新之后，可以执行步骤 4408，即更新运动参数，也可以不执行步骤 4408，即不更新运动参数，具体可以根据实际应用场景进行调整。

4409、输出更新后的至少一帧事件图像。

在完成对至少一帧事件图像中的所有事件图像的迭代更新之后，即可输出最终的更新后的至少一帧事件图像。

具体地，步骤 4409 可以参阅前述步骤 4007 中的相关描述，此处不再赘述。

因此，在本申请实施方式中，可以使用运动传感器，如 IMU、加速度计或者陀螺仪等采集到的数据来初始化运动参数，从而使后续可以基于该运动参数来对事件图像进行更新，相当于提供了对事件图像进行更新时更高的起点，从而可以高效地得到更新后的事件图像。在更新过程中，可以根据目标任务来确定迭代时长，从而可以根据实际应用场景，在线对事件图像进行更新，符合更多的应用场景，泛化能力强。此外，在对多帧事件图像进行更新的过程中，更新下一帧事件图像是可以复用更新前一帧事件图像时得到的运动参数，从而可以使用更准确的运动参数来对事件图像进行更新，高效地得到更清晰的事件图像。

前述对本申请提供的通过运动补偿的方式对事件图像进行优化的方法流程进行了详细说明，下面对本申请提供一种图像处理装置的结构进行介绍，该图像处理装置用于执行前述过程一、过程二或者过程三中的步骤。

首先，本申请提供一种图像处理装置，参阅图 112，用于执行前述过程二或者过程三中的步骤，该图像处理装置可以包括：

获取模块 11201，用于获取运动信息，所述运动信息包括目标对象在运动传感器 11203 的检测范围内进行运动时的运动轨迹的信息；

处理模块 11202，用于根据所述运动信息生成至少一帧事件图像，所述至少一帧事件图像为表示所述目标对象在所述检测范围内产生运动时的运动轨迹的图像；

所述获取模块 11201，还用于获取目标任务，并根据所述目标任务获取迭代时长；

所述处理模块 11202, 还用于对所述至少一帧事件图像进行迭代更新, 得到更新后的至少一帧事件图像, 且对所述至少一帧事件图像进行迭代更新的时长不超过所述迭代时长。

在一种可能的实施方式中, 所述处理模块 11202, 具体用于: 获取运动参数, 所述运动参数表示所述运动传感器与所述目标对象之间的相对运动的参数; 根据所述运动参数对  
5 所述至少一帧事件图像中的其中一帧目标事件图像(如称为目标事件图像)进行迭代更新, 得到更新后的目标事件图像。

在一种可能的实施方式中, 所述处理模块 11202, 具体用于: 获取上一次迭代更新过程中预设的优化模型的值; 根据所述优化模型的值计算得到所述运动参数。

在一种可能的实施方式中, 所述处理模块 11202, 具体用于: 根据所述运动参数对所  
10 述目标事件图像中所述目标对象的运动轨迹进行补偿, 得到当前次迭代更新得到的目标事件图像。

在一种可能的实施方式中, 所述运动参数包括以下一项或者多项: 深度、光流信息、所述运动传感器进行运动的加速度或所述运动传感器进行运动的角速度, 所述深度表示所述运动传感器和所述目标对象之间的距离, 所述光流信息表示所述运动传感器和所述目标  
15 对象之间的相对运动的运动速度的信息。

在一种可能的实施方式中, 所述处理模块 11202, 还用于在所述任意一次迭代更新过程中, 若当前次迭代的结果满足预设条件, 则终止迭代, 所述终止条件包括以下至少一项: 对所述至少一帧事件图像进行迭代更新的次数达到预设次数或者对所述至少一帧事件图像更新过程中优化模型的值变化小于预设值。

20 本申请还提供一种图像处理装置, 参阅图 113, 该图像处理装置可以用于执行前述过程一或者过程三中的步骤, 该图像处理装置包括:

处理模块 11302, 用于根据运动信息生成至少一帧事件图像, 所述运动信息包括目标对象在运动传感器的检测范围内产生运动时的运动轨迹的信息, 所述至少一帧事件图像为表示所述目标对象在所述检测范围内产生运动时的运动轨迹的图像;

25 获取模块 11301, 用于获取运动参数, 所述运动参数表示所述运动传感器 11303 与所述目标对象之间的相对运动的参数;

所述处理模块 11302, 还用于根据所述运动参数对预设的优化模型的值进行初始化, 得到优化模型的值;

30 所述处理模块 11302, 还用于根据所述优化模型的值更新所述至少一帧事件图像, 得到更新后的所述至少一帧事件图像。

在一种可能的实施方式中, 所述运动参数包括以下一项或者多项: 深度、光流信息、所述运动传感器进行运动的加速度或所述运动传感器进行运动的角速度, 所述深度表示所述运动传感器和所述目标对象之间的距离, 所述光流信息表示所述运动传感器和所述目标对象之间的相对运动的运动速度的信息。

35 在一种可能的实施方式中, 所述获取模块 11302, 具体用于: 获取惯性测量单元 IMU 传感器采集到的数据; 根据所述 IMU 传感器采集到的数据计算得到所述运动参数。

在一种可能的实施方式中, 所述处理模块 11302, 还用于所述根据所述运动参数对预

设的优化模型的值进行初始化之后，根据所述优化模型的值更新所述 IMU 传感器的参数，所述 IMU 传感器的参数用于所述 IMU 传感器采集数据。

## (2) 图像重建

前述对通过运动参数来补偿优化事件图像的方式进行了介绍，为针对事件图像进行优化的方式，在另一种可能的实施方式中，还可以结合运动传感器采集到的数据，来重建 RGB 图像，以便于后续可以使用重建得到的 RGB 图像来进行进一步应用，如车牌识别、二维码识别或路牌识别等。

通常，在图像重建的过程中，可以使用神经网络来输出重建后的图像。然而，随着图像的复杂度越高，计算的复杂度也就越高。例如，当二维码的维度越高，计算复杂度也就越大，重建图像的效率也就越低。因此，本申请提供一种图像处理的方法，对运动传感器采集到的信息来进行图像重建，高效准确地得到重建图像。

首先，本申请提供的图像处理的方法的具体流程可以包括：获取运动信息，运动信息包括目标对象在运动传感器的检测范围内进行运动时的运动轨迹的信息；根据运动信息生成事件图像，事件图像为表示目标对象在检测范围内运动时的运动轨迹的图像；根据事件图像中包括的至少一个事件，确定与事件图像中每个像素点对应的颜色类型，得到第一重建图像，其中，第一像素点与至少一个第二像素点的颜色类型不相同，第一像素点是第一重建图像中至少一个中任意一个事件对应的像素点，至少一个第二像素点包括于第一重建图像中与第一像素点相邻的多个像素点中。因此，在本申请实施方式中，可以使用运动传感器采集到的信息来进行图像重建，得到重建后的图像，后续可以使用重建后的图像来进行图像识别、目标检测等。

具体地，事件图像可以是一段时间内或 N 个事件在事件对应位置（或沿着运动轨迹补偿修正后的位置）上累计得到的图像，通常该图像中无事件产生的位置的值为 0。

在一些目标对象运动或者摄像装置存在抖动等场景中，可以使用运动传感器，如 DVS 采集到的信息来进行图像重建，从而可以根据重建后的图像来进行后续的图像识别或者目标检测等操作。

例如，在一些车库的车牌识别场景中，当车辆驶入车库入口时，设置在入口的车牌识别系统，即可通过 RGB 摄像头来拍摄车牌，随后从拍摄到的图像中识别出车牌号。通常，因车辆运动可能拍摄到的 RGB 图像不清晰，导致车牌识别效率低下。以车牌识别系统中设置的运动传感器为 DVS 为例，本申请提供的图像处理的方法，车牌识别系统可以通过 DVS 采集到的信息来进行图像重建，快速地重建出车牌的图像，从而提高车牌识别的效率。

又例如，在一些二维码识别的场景中，可能因用户手持终端存在抖动或者二维码不固定等情况，导致拍摄到的二维码图像不清晰，无法识别出二维码，或者在大光比的场景下，如在夜晚黑暗环境下打开摄像头扫描二维码，终端上的闪光灯将导致二维码过曝，从而导致无法识别出二维码。以终端中设置的运动传感器为 DVS 为例，本申请实施方式中，终端可以使用 DVS 采集到的信息来快速进行图像重建，得到重建后的二维码图像，从而实现二维码的高效识别。

下面对本申请提供的图像处理的方法进行详细介绍。

参阅图 45，本申请提供的另一种图像处理的方法的流程示意图。

4501、获取运动信息。

可以通过运动传感器对目标对象在运动传感器的检测范围内的运动情况进行监测，得到检测范围内的目标对象的运动信息。其中，目标对象是检测范围内运动的物体，目标对象的数量可以是一个或者多个，该运动信息可以包括目标对象在检测范围内进行运动时的运动轨迹的信息。

需要说明的是，本申请实施例中所提及的运动中的物体或者对象，为与运动传感器之间存在相对运动的物体或者对象，可以理解为本申请所提及的运动是相对于运动传感器而言存在的运动。

例如，该运动信息中可以包括目标对象在检测范围内进行运动时，目标对象所在的区域的大小、边框或者角点在检测范围内的坐标等信息。

为便于理解，以下将目标对象在检测范围内进行运动时，目标对象在检测到的每一时刻中所在的区域称为目标对象的运动区域。该运动区域例如，若目标对象为行人，且行人正在进行全身运动，则运动区域内可以包括行人的全身，若行人仅手臂运动，则目标对象可以仅仅是行人的手臂，运动区域可以包括行人的手臂部分。

4502、根据运动信息生成事件图像。

其中，在得到运动信息之后，可以运动传感器在检测范围内所采集到的信息生成至少一帧事件图像。通常，运动信息中可以包括一段时长内目标对象在检测范围内运动的轨迹的信息，因此生成检测范围对应的图像，并将运动信息所包括的目标对象的轨迹映射至图像中，得到事件图像。

例如，该事件图像可以参阅前述图 35-37 及其相关介绍。或者，该事件图像还可以是通过前述的运动补偿的方式进行优化后得到的图像。

在一种可能的实施方式中，本申请提供的方法还可以包括：根据目标对象与运动传感器之间进行相对运动时的运动参数，对事件图像进行补偿，得到补偿后的事件图像。运动参数表示传感器和目标对象之间的相对运动的相关参数，如运动参数包括以下一项或者多项：深度、光流信息、运动传感器进行运动的加速度或运动传感器进行运动的角速度，深度表示运动传感器和目标对象之间的距离，光流信息表示运动传感器和目标对象之间的相对运动的运动速度的信息。因此，在本申请实施方式中，可以通过运动参数来对事件图像进行补偿，得到更清晰的事件图像，从而使后续进行图像重建时，可以得到更清晰的重建图像。

例如，以目标对象的运动轨迹为匀速直线运动，运动传感器为 DVS 为例，时间窗口  $[t, t + \Delta t]$  内  $t_k$  时刻 DVS 捕获位置为  $x_k$ ，目标对象的运动轨迹可以被划分为多段直线运动，以  $\theta$ （即运动参数）表示事件图像中目标对象的运动速度，则事件图像中对目标对象进行运动补偿后的位置  $x_k'$  为： $x_k' = x_k - (t_k - t_{ref}) \cdot \theta$ ，对事件图像的所有事件进行运动补偿之后，即可得到补偿后的事件图像。

在一种可能的实施方式中，该运动参数可以是根据 IMU 采集到的数据中提取到的，也可以是基于运动传感器，如 DVS 采集到的数据计算得到等。

例如，若运动参数不仅包括运动传感器自身相关的参数，还包括目标对象的运动速度、运动方向或运动加速度等，则可以通过运动传感器采集到的信息计算得到运动参数。

又例如，若运动参数包括了运动传感器自身的相关参数，如光流信息、运动传感器的加速度、运动传感器的角速度或者深度等，则可以通过运动传感器采集到的信息或者 IMU、陀螺仪或者加速度计等，得到运动传感器自身的相关参数。

例如，以从 IMU 采集到的数据中获取运动参数为例，在 IMU 采集到的数据中，可以包括 IMU 的角速度 $\omega$ 或加速度 $\alpha$ 等。可以从角速度 $\omega$ 或加速度 $\alpha$ 等中选择一项或者多项作为运动参数。

可选地，该事件图像还可以通过前述图 38-图 44 对应的方法来进行优化，从而得到更清晰的事件图像，具体可以参阅前述图 38-图 44 的相关介绍，此处不再赘述。

4503、根据事件图像中包括的至少一个事件，从预设的颜色池中确定与事件图像中每个像素点对应的颜色类型，得到第一重建图像。

其中，该事件图像可以是前述的至少一帧图像中的任意一帧图像，也可以是从该至少一帧图像中选择的其中一帧图像。例如，可以将 DVS 在一段时间内采集到的信息转换为多帧事件图像，可以从该多帧事件图像中任意选择一帧事件图像来进行颜色重建，得到一帧重建图像；也可以是从该多帧事件图像中选择其中一帧（如第一帧、第五帧或者最后一帧等）来进行颜色重建，得到一帧重建图像；或者，还可以对从该多帧事件图像中选择多帧事件图像或者全部事件图像来进行颜色重建，得到多帧重建图像，其中，针对每一帧事件图像进行颜色重建的过程类似。

其中，该颜色池为可选的，即可以不使用颜色池来确定像素点的颜色类型。例如，在扫描事件图像时，默认起始颜色类型为白色，当下一个像素点扫描到事件时，默认下一个像素点为黑色，即仅使用默认的颜色类型即可，无需从颜色池中选择。在本申请实施例中，为便于理解，示例性地以从颜色池中选择了颜色类型为例进行示例性说明，并不作为限定。如在实际应用场景中，可以根据实际需求确定设置颜色池或者默认像素点的颜色类型为固定的颜色类型等。

示例性地，为便于理解，本申请以针对其中一帧事件图像来进行重建得到重建图像的过程为例进行示例性说明。

其中，可以根据事件图像中所包括的事件的位置，来从预设的颜色池中确定每个事件对应的像素点对应的颜色类型和与事件相邻的像素点对应的颜色类型，从而得到第一重建图像。具体地，以其中一个具有事件的像素点为例，以下将该像素点称为第一像素点，与第一像素点相邻的至少一个像素点中，至少有一个像素点对应的颜色类型与该第一像素点的颜色类型不相同，以下将与第一像素点相邻且与第一像素点对应的颜色类型不同的像素点称为第二像素点，若事件图像中某一区域为连续的不具有事件的像素点，则该区域内的像素点对应的颜色类型都相同或者光照强度的变化较小，如小于阈值。

具体地，得到第一重建图像的具体方式可以包括：可以按照第一方向扫描事件图像中每个像素点，从预设的颜色池中确定与事件图像中每个像素点对应的颜色类型，得到第一重建图像，其中，若在第一像素点扫描到具有事件，则确定第一像素点的颜色类型为第一

颜色类型，按照第一方向排列在第一像素点之前的第二像素点不具有事件，第二像素点对应的颜色类型为第二颜色类型，第一颜色类型和第二颜色类型是颜色池中包括的两种颜色类型。

例如，颜色池中可以包括颜色类型 1 和颜色类型 2，可以按照逐行或者逐列的方式扫描事件图像中的每个像素点，在未扫描到事件之前，为每个像素点重建颜色类型 2，在扫描到某一个像素点存在事件时，即可为该像素点重建颜色类型 1，若后续扫描到的一段连续的像素点不具有事件，则该段连续的像素点对应的颜色类型也为颜色类型 1，在该连续的像素点之后，若再次扫描到具有事件的像素点，则可以为该像素点重建颜色类型 2，并为后续扫描到的一段连续的像素点不具有事件重建颜色类型 2，以此类推，从而得到重建后的重建图像。

在一种可能的实施方式中，若按照第一方向排列在第一像素点之后的连续多个第三像素点不具有事件，则该多个第三像素点对应的颜色类型与第一像素点的颜色类型相同，即该多个第三像素点对应的颜色类型为第一颜色类型。

示例性地，为便于理解，事件图像可以表示为如图 46A 所示，每个“□”代表像素点具有事件，如图 46A 中的 S1-S5，“○”代表像素点不具有事件，在得到该事件图像之后，确定每个像素点对应的颜色类型。示例性地，得到的重建图像可以如图 46B 所示，其中，可以按照逐行的方式来扫描事件图像。在扫描第一行时，初始颜色可以设定为第二颜色类型，在扫描到具有事件（S1）时，改变颜色类型，将该像素点对应的颜色类型重建为第一颜色类型，若该像素点之后的连续多个像素点都不具有事件，则该段连续的像素点的颜色类型与第一个事件的颜色类型相同，都是第一颜色类型。在扫描第二行时，初始颜色类型也设置为第二颜色类型，当扫描到事件 S2 时，设置 S2 对应的像素点的颜色类型为第一颜色类型，S2 之后的多个像素点因都不具有事件，该多个像素点的颜色类型都设置为第一颜色类型，第三行与第二行的重建方式类似，不再赘述。在扫描第四行时，初始颜色类型也设置为第二颜色类型，在扫描到第一个事件 S4 时，将 S4 所在的像素点的颜色类型设置为第一颜色类型，S4 和 S5 之间的像素点的颜色类型也为第一颜色类型。在扫描到 S5 之后，改变重建的颜色类型为第二颜色类型，S5 对应的像素点的颜色类型为第二颜色类型，S5 之后的像素点也为第二颜色类型。在扫描第五行时，因第五行不存在事件，即第五行的像素点的颜色类型都为第二颜色类型。

在一种可能的实施方式中，若按照第一方向排列在第一像素点之后且与第一像素点相邻的第四像素点具有事件，且按照第一方向排列在第四像素点之后且与第四像素点相邻的第五像素点不具有事件，则第四像素点和第五像素点对应的颜色类型都为第一颜色类型。可以理解为，当事件图像中存在至少两个连续的像素点都具有事件时，在扫描到第二个事件时，可以不改变重建颜色类型，从而避免因目标对象的边缘过宽而导致的重建图像边缘不清晰。

示例性地，存在两个连续的像素点都具有事件的事件图像可以如图 47A 所示，图 47A 与前述图 46A 所示的事件图像类似，对于类似之处此处不再赘述。一些区别在于，在图 47A 的第一行中，具有连续两个具有事件的像素点 S1 和 S2，扫描该事件图像后得到的重建图



像可以如图 47B 所示, 在第一行中, 以第二颜色类型作为初始颜色类型对事件图像进行扫描, 在扫描到事件 S1 时, 改变重建颜色类型为第一颜色类型, 在扫描到事件 S2 时, 因 S2 与 S1 相邻, 此时可以不改变重建颜色类型, 即 S2 对应的颜色类型也为第一颜色类型, 从而避免出现边缘夹层的现象, 提高重建图像的准确度。

5 在一种可能的实施方式中, 对事件图像进行扫描的方向可以是预先设定的, 也可以是根据运动传感器采集到的信息来确定的。

例如, 可以预先设定按照事件图像的行或者列来进行扫描。

又例如, 若使用终端对二维码进行拍摄, 终端内设置有 DVS 和 IMU, 则在拍摄二维码时, DVS 采集到的运动信息可以用于生成事件图像, 可以使用 IMU 来确定终端的移动方向, 然后将该移动方向设置为对事件图像进行扫描的方向。

10 又例如, 终端内设置有 DVS, 在拍摄二维码时, DVS 采集到的运动信息可以用于生成事件图像, 其次, 还可以根据 DVS 采集到的信息, 来计算终端的运动方向, 然后将该运动方向设置为对事件图像进行扫描的方向。或者, 也可以根据 RGB 摄像头拍摄到的信息, 来识别终端的移动方向, 从而将该移动方向设置为对事件图像进行扫描的方向。

15 又例如, 若使用车牌识别系统来识别车牌, 需要拍摄车牌的图像。可以通过 DVS 采集到的信息来生成事件图像, 还可以通过 DVS 采集到的信息来计算车辆的移动方向, 从而将该移动方向设置为对事件图像进行扫描的方向。或者, 还可以通过 RGB 摄像头拍摄到的信息, 来识别终端的移动方向, 并将该移动方向设置为对事件图像进行扫描的方向。

20 在一种可能的实施方式中, 颜色池中包括的颜色种类可以是在基于事件图像进行重建之前设定的, 设定的方式可以包括多种, 例如, 可以是预先设定默认的两种或者两种以上颜色类型(如黑色和白色), 还可以是得到 RGB 摄像头拍摄到的 RGB 图像之后, 生成 RGB 图像的颜色直方图, 从该直方图中选择占比最大的两种或两种以上的颜色类型加入颜色池中, 或者还可以是接收用户的输入数据, 从输入数据中确定颜色类型并加入颜色池等。

25 在一种可能的实施方式中, 在得到事件图像之后, 还可以结合 RGB 摄像头采集到的 RGB 图像来进行融合, 从而得到更清晰的图像, 以便于后续进行识别或者分类等任务。

具体地, 可以将事件图像和 RGB 图像分为多个区域, 且事件图像中划分的多个区域和 RGB 图像中的多个区域的位置相同, 然后衡量 RGB 图像中每个区域的模糊程度(如使用方差、拉普拉斯变换等来进行衡量), 在确定某一个区域的模糊程度低于预设模糊程度时, 基于事件图像中与该区域对应的区域来进行图像重建, 重建过程可以参阅步骤 4503 中的重建过程, 得到该区域内的重建图像, 然后将该区域内的重建图像与 RGB 图像进行拼接, 如将 RGB 图像中模糊程度低于预设模糊程度的区域替换为该区域内的重建图像, 从而得到最终的重建图像。例如, 可以对 RGB 图像中质量较差的部分进行补偿重建, 而对于质量较好的部分则保持不变。具体例如, 对于产生存在高光部分的二维码, 对高光部分可以进行重建, 而对不存在高光的部分则可以保持不变。

35 可以理解为, 在进行图像重建时, 可以仅重建事件图像中的某一个区域, 而无需对事件图像完整地进行重建, 并将该区域内的重建图像与 RGB 图像进行融合, 得到新的重建图像, 即新的第一重建图像, 从而减少了需要进行图像重建的区域大小, 进一步提高得到重

建图像的效率。

其中，在扫描得到第一重建图像之后，还可以对该第一重建图像进行其他操作，如下步骤 4504-4506 所示。可以理解为，本申请实施例中的步骤 4504-4506 为可选步骤，可以继续执行步骤 4504-4506 中的任意步骤，也可以不执行步骤 4504-4506，具体可以根据实际应用场景进行调整，本申请对此不作限定。

4504、按照不同方向对事件图像进行多次扫描，得到多帧重建图像，融合多帧重建图像，得到更新后的第一重建图像。

需要说明的是，本申请实施例中的步骤 4504 为可选步骤，具体可以根据实际应用场景来确定是否需要进行多次扫描，本申请对此并不作限定。例如，以二维码识别的场景为例，若重建出一帧包括二维码的重建图像之后，无法识别出该二维码，则可以按照不同的方向对事件图像进行多次扫描，从而得到更新后的重建图像。

在一种可能的实施方式中，可以对同一帧事件图像按照多个不同的方向来进行扫描并重建，得到多帧重建图像，然后可以融合该多帧重建图像，输出最终的更准确的重建图像。

具体地，融合多帧重建图像的方式可以有多种方式，示例性地。可以以该多帧重建图像中的每个像素点为单位进行融合，以其中一个像素点为例，若每帧重建图像中该像素点的值都相同，则将该相同的值作为最终的重建图像中该像素点的值。若每帧重建图像中该像素点的值不相同，则可以对该像素点在每帧重建图像中的值进行加权融合，得到该像素点在最终的重建图像中的值，或者，通过投票法来确定该像素点的值，例如，若在 4 帧重建图像中相同位置的像素点的值分别为 1, 1, 1, 0, 1 的数量大于 0 的数量，则确定最终的重建图像中该相同位置的像素点的值为 1。

4505、判断第一重建图像是否满足预设条件，若是，则执行步骤 4506，若否，则执行步骤 4501。

在本申请实施例提供的方法中，还可以判断第一重建图像是否符合预设要求，若该第一重建图像不符合预设要求，还可以重新获取运动信息，并根据新的运动信息来获取新的事件图像，进而得到新的重建图像。该预设要求可以包括但不限于：该重建图像的清晰程度未达到预设值，或者未识别出该重建图像中所包括的信息，或者重建图像中识别出的结果的准确率低于阈值等。

例如，在使用终端扫描二维码的过程中，终端通过 DVS 采集到的信息生成一帧事件图像，并根据该事件图像进行图像重建，得到一帧重建图像，若对该重建图像进行识别，而未识别出二维码，则可以重新获取 DVS 采集到的信息，并得到新的事件图像，进而得到新的重建图像，以此类推，直到识别出二维码。

4506、其他处理。

在得到符合预设要求的第一重建图像之后，即可对该第一重建图像进行其他处理，如识别该第一重建图像中所包括的信息，或者保存该第一重建图像等，在不同的场景中，对第一重建图像进行处理的方式也可能不相同，具体可以根据实际应用场景来进行调整。

因此，在本申请实施方式中，可以使用运动传感器采集到的信息来进行图像重建，高效快速地得到重建图像，从而提高后续对重建图像进行图像识别、图像分类等的效率。即

使在一些拍摄运动物体或者存在拍摄抖动等场景中，拍摄不到清晰的 RGB 图像，也可以通过  
通过对运动传感器采集到的信息来进行图像重建，可以快速准确地重建出更清晰的图像，以  
便于进行后续的认识或者分类等任务。

前述对本申请提供的图像处理的方法的流程进行了详细说明。为便于理解，下面结合  
5 前述的流程，以具体的应用场景为例对本申请提供的图像处理的方法进行更详细的说明。

参阅图 48，本申请提供的另一种图像处理的方法的流程示意图，如下所述。

首先，获取事件图像 4801。

可以是通过 DVS 采集到的数据得到，将 DVS 的数据累计成帧，具体成帧的方式可以采  
用按时间累计、按事件数量累计或时间面累计的方式，得到事件图像。

10 通常，拍摄的对象可以是具有两种或者两种以上颜色的对象，如二维码、小程序码、  
条形码、车牌、路牌等等，DVS 可以对亮度变化的区域产生响应，以拍摄对象为双色为例，  
产生亮度变化的只是对象的边缘，从而可以利用 DVS 的特性和双色对象的特性，得到边缘  
更清晰的事件图像。

15 预处理 4802，可以对事件图像进行去噪或者运动补偿等操作。去噪的目标是去除与目  
标对象边缘无关的噪声，去噪的方式可以包括多种，如邻域去噪、点云去噪等方式。运动  
补偿可以使用运动参数来对事件图像进行补偿，运动参数可以包括 DVS 的运动速度、角速  
度、加速度等，还可以包括目标对象的运动速度或加速度等参数。运动补偿可以使目标对  
象在事件图像中的边界更清晰，并结合时间上的事件对边缘进行补偿，从而得到更清晰更  
准确的事件图像。

20 图像重建 4803，即基于预处理 4802 得到的事件图像进行图像重建，得到重建后的双  
色图像。

为便于理解，本申请实施例以重建图像为具有两种颜色的双色图像为例进行示例性说  
明，并不作为限定，双色图像重建 4803 可以参阅图 49 所示的重建过程。

首先，初始化两种颜色 4901。

25 其中，以颜色池中包括两种颜色类型为例，进行初始化两种颜色 4901，即初始化进行  
图像重建时所使用的颜色类型。该两种颜色是双色图像中的颜色。这两种颜色的得来可以  
通过多种方式。如：默认为黑白图像；识别双色图像的类型判断颜色，例如条形码，则默  
认有黑白颜色组成；从其他传感器（sensor）中得到，如调用 RGB 摄像头采集图像，从 DVS  
双色图像的区域确定双色图像在 RGB 图像中的区域，然后统计区域中主要的两种颜色（直  
30 方图的方法等），将这两种颜色作为初始颜色池。例如，在扫描二维码的场景中，可以初  
始化两种颜色类型为黑色和白色，以在后续进行图像重建时，可以重建出具有白色和黑色  
的包括了二维码的图像。又例如，在扫描车牌的场景中，可以从 RGB 图像所包括的车牌的  
区域的直方图中选择两种颜色，若车牌为蓝底白字，则可以初始化两种颜色类型为蓝色和  
白色，若车牌为黄底黑字，则可以初始化两种颜色类型为黄色和黑色等，具体可以根据实  
35 际应用场景或需求进行调整，此处不作限定。

然后，扫描事件图像 4902。可以按照目标对象运动的方向、DVS 运动的方向、逐行或  
者逐列等方式对事件图像进行扫描，扫描每个像素点是否具有事件。

在扫描事件图像的过程中,可以判断扫描是否结束 4903,若扫描结束,则执行步骤 4907,若扫描未结束,则可以继续执行步骤 4902-4906。

若扫描未结束,则可以判断当前像素点是否包括事件 4904,若当前像素点包括事件,则可以改变颜色 4905,即为当前像素点设置于上一像素点不相同的颜色类型,例如,若上一像素点对应的颜色为白色,则当前像素点对应的颜色为不相同的黑色。

若当前像素点不包括事件,则无需改变当前像素点对应的颜色类型,即当前像素点对应的颜色与上一像素点对应的颜色类型相同。例如,若上一个像素点对应的颜色类型为白色,这当前像素点对应得有颜色类型同样为白色。

在确定当前像素点对应的颜色类型之后,即可重建双色图像中当前像素点的颜色 4906。例如,若当前像素点的颜色类型为白色,则在双色图像中设置该像素点的颜色类型为白色。

例如,在目标对象为二维码的场景中,在二维码重建区域对事件图像进行逐行扫描。在扫描每一行像素点的过程中,在没有扫描到 event 之前,则将扫描过的像素点的颜色重建为黑色。当扫描过程中第一次遇到 event,则重建出白色。在后续的扫描中,当扫描到的像素有 event 事件且前面无 event 产生时或后续像素没有 event 产生时,则改变颜色,并将新的颜色放在像素位置上。如上一个像素点的颜色为白色,则将当前像素点的颜色改为黑色。

随后继续扫描事件图像,并重建双色图像中的像素点的颜色,即循环执行步骤 4902-4906,直到事件图像扫描结束,即已扫描事件图像中的所有像素点,并对双色图像中所有像素点的颜色进行重建,得到双色图像。

在得到双色图像之后,还可以判断双色图像是否满足要求 4907,若该双色图像满足要求,即可输出该双色图像 4908。若该双色图像不满足要求,则可以选择改变扫描方向 4909,然后重新扫描事件图像,即重复执行步骤 4902-4907,直到得到满足要求的双色图像。

该要求可以是对双色图像的识别精度超过预设精度值,或者识别出双色图像所包括的信息,或者双色图像的模糊程度低于预设模糊程度,或者进行图像重建的次数超过预设次数等。例如,若重建的对象是二维码,则可以识别双色图像,若识别出二维码,并得到该二维码所包括的信息,则该双色图像即满足要求,可以终止图像重建的过程。

示例性地,以扫描二维码为例,基于 DVS 采集到的数据得到的事件图像可以如图 50 所示,可以逐行或者逐列对该事件图像中的每个像素点进行扫描,得到最终的双色图像,该双色图像如图 51 所示。

此外,在改变扫描方向,重新对事件图像进行扫描之后,可以得到新的双色图像,可以将新的双色图像和改变扫描方向之前得到的一帧或者多帧双色图像进行融合,从而得到融合后的双色图像。可以理解为,采用多次不同方向进行对事件图像进行扫描,完成了多次图像重建,然后将不同方向的重建图像进行融合。融合方式可以例如像素上投票法,获得最终的双色图像。

因此,本申请实施方式中,可以快速进行双色图像进行重建。上述实施例重复利用双色图像和 DVS 触发的机制,可以采用简单地扫描图像的方式实现快速重建。并且算法的复杂度低,不依赖复杂的算法就可以实现。当双色图像和 DVS 传感器具有相对运动时,DVS

中的双色图像产生的事件(event)可以快速得到原有的彩色的双色图像,用于快速重建和检测识别。对于快速、高动态范围、低时延要求等场景和低计算能力的设备上可以得到较高的重建精度。充分利用了双色图像的特征和 DVS event 触发的机制,通过扫描图像就可以快速地对双色图像进行重建,有利于快速的识别和检测。可以在高动态范围的环境和运动较快的场景下,实现提高双色图像

5 识别精度。简单、低计算复杂度、更高的鲁棒性重建算法,可以提高双色图像识别的速度。

此外,还可以结合 RGB 摄像头采集到的 RGB 图像来进行图像重建。具体地,在得到 RGB 图像之后,确定需要进行图像重建的区域,然后从事件图像中确定对应的区域,随后对事件图像中该对应的区域进行扫描,重建出双色图像,重建过程与前述 4901-4909 类似,此处不再赘述。在得到该区域的双色图像之后,对该双色图像与 RGB 图像进行融合,如将 RGB 图像中的该区域替换为该双色图像,或者对该双色图像的像素值与 RGB 图像中该区域的像素值进行加权融合等,使最终得到的融合图像比 RGB 图像更清晰。

10

并且,需要注意的是,RGB 摄像头与 DVS 可能存在视差,即 RGB 摄像头与 DVS 的视野范围可能不相同,则在进行图像重建之前,还可以对 RGB 图像和事件图像进行配准,如使用同一个坐标系来对齐 RGB 图像和事件图像,使 RGB 图像和事件处于同一坐标系中。

15

具体例如,当 RGB 和 DVS 直接不存在视差时,可以直接对 RGB 图像中质量较差的区域进行重建,质量较好的区域直接使用。如 RGB 图像中的高光区域,双色图像在 RGB 图像中质量较差,难以区分。但是 DVS 具有较高的动态范围,可以区分边界。则高光部分可以使用本申请提供的快速扫描的重建方式来进行重建,非高光部分可以直接使用 RGB 的数据。衡量图像质量的方式,可以使用对比度,当对比度小于阈值,则认为是质量较差的区域。本申请实施例中,也可以采用两种 RGB 与 DVS 数据之间的差异进行区分原 RGB 图像质量的高低。具体地,提取 RGB 图像的边缘信息,然后与事件图像进行对比。对比的方式包括逐像素差异等等,也可以将事件图像分块计算对比度,两种数据对比度差异较大的地方则是图像质量较差的地方,需要使用快速重建的方式进行重建,其他区域则采用 RGB 中的数据。

20

因此,本申请实施方式中,可以结合 RGB 图像来进行图像重建,通过 DVS 采集到的信息对 RGB 图像中质量较差的部分来进行重建,从而快速准确地得到清晰的图像,以便于后续高效地进行图像识别或者图像分类等任务。

25

本申请还提供一种图像处理装置,参阅图 114,该图像处理装置可以用于执行前述图 45-图 51 对应的方法流程的步骤,该图像处理装置可以包括:

30 获取模块 11401,用于获取运动信息,所述运动信息包括目标对象在运动传感器 11403 的检测范围内进行运动时的运动轨迹的信息;

处理模块 11402,用于根据所述运动信息生成事件图像,所述事件图像为表示所述目标对象在所述检测范围内运动时的运动轨迹的图像;

所述处理模块 11402,还用于根据所述事件图像中包括的至少一个事件,得到第一重建图像,其中,第一像素点与至少一个第二像素点的颜色类型不相同,所述第一像素点是所述第一重建图像中所述至少一个中任意一个事件对应的像素点,所述至少一个第二像素点包括于所述第一重建图像中与所述第一像素点相邻的多个像素点中。

35

可选地，该图像处理装置还可以执行前述图 38-图 44 对应的方法流程的步骤。

在一种可能的实施方式中，所述处理模块 11402，具体用于按照第一方向扫描所述事件图像中每个像素点，确定与所述事件图像中每个像素点对应的颜色类型，得到第一重建图像，其中，若扫描到所述第一像素点具有事件，则确定所述第一像素点的颜色类型为第一颜色类型，且若按照所述第一方向排列在所述第一像素点之前的第二像素点不具有事件，  
5 则所述第二像素点对应的颜色类型为第二颜色类型，所述第一颜色类型和所述第二颜色类型是不同的颜色类型，具有事件的像素点表示由所述运动传感器监测到存在变化的位置在所述事件图像中对应的像素点。

在一种可能的实施方式中，所述第一方向是预先设置的方向、或者所述第一方向是根据 IMU 采集到的数据确定的方向，或者，所述第一方向是根据色彩 RGB 摄像头拍摄到的图像确定的方向。  
10

在一种可能的实施方式中，若按照所述第一方向排列在所述第一像素点之后的连续多个第三像素点不具有事件，则所述多个第三像素点对应的颜色类型为所述第一颜色类型。

在一种可能的实施方式中，若按照所述第一方向排列在所述第一像素点之后且与所述第一像素点相邻的第四像素点具有事件，且按照所述第一方向排列在所述第四像素点之后且与所述第四像素点相邻的第五像素点不具有事件，则所述第四像素点和所述第五像素点对应的颜色类型都为所述第一颜色类型。  
15

在一种可能的实施方式中，所述处理模块 11402，还用于所述按照第一方向扫描所述事件图像中每个像素点，确定与所述事件图像中每个像素点对应的颜色类型，得到第一重建图像之后，按照第二方向扫描所述事件图像，确定与所述事件图像中每个像素点对应的颜色类型，得到第二重建图像，所述第二方向与所述第一方向不同；对所述第一重建图像和所述第二重建图像进行融合，得到更新后的所述第一重建图像。  
20

在一种可能的实施方式中，所述处理模块 11402，还用于若所述第一重建图像不符合预设要求，则更新运动信息，并根据更新后的运动信息更新事件图像，并根据更新后的事件图像得到更新后的第一重建图像。  
25

在一种可能的实施方式中，所述处理模块 11402，还用于在所述根据所述事件图像中包括的至少一个事件，确定与所述事件图像中每个像素点对应的颜色类型，得到第一重建图像之前，根据所述目标对象与所述运动传感器之间进行相对运动时的运动参数，对所述事件图像进行补偿，得到补偿后的所述事件图像，所述运动参数包括以下一项或者多项：  
30 深度、光流信息、所述运动传感器进行运动的加速度或所述运动传感器进行运动的角速度，所述深度表示所述运动传感器和所述目标对象之间的距离，所述光流信息表示所述运动传感器和所述目标对象之间的相对运动的运动速度的信息。

在一种可能的实施方式中，所述重建图像中的像素点的颜色类型，是根据色彩 RGB 摄像头采集到的颜色确定的。

在一种可能的实施方式中，所述处理模块 11402，还用于：根据 RGB 摄像头采集到的数据得到 RGB 图像；对所述 RGB 图像与所述第一重建图像进行融合，得到更新后的所述第一重建图像。  
35

### 3、应用流程

前述对图像优化的方法进行了详细介绍，在得到的优化后的 RGB 图像或者事件图像之后，即可使用优化后的事件图像来进行进一步应用。或者，在前述的数据采集和数据编解码部分可以采集到 RGB 图像或事件图像，后续即可使用采集到的 RGB 图像或者事件图像进行进一步应用，下面对 RGB 图像或事件图像的具体应用场景进行介绍。

其中，本申请提供的应用场景对应有多种方法流程，具体可以包括运动摄影增强、DVS 图像和 RGB 图像融合、关键帧选择、SLAM 或者位姿估计等场景，下面分别进行示例性说明。

#### (1) 运动摄影增强

拍照是常用的功能，例如，终端可以设置或者连接有色彩 (red green blue, RGB) 摄像头，可以用户拍摄 RGB 图像。在一些场景中，可能对一些运动中的对象进行拍摄，或者在移动摄像头的场景下进行拍摄，还可能在一些光照强度差异较大的环境中拍摄。

通常，在摄像头拍摄到的 RGB 图像中，可以通过多个通道的信息来表示，每个通道通过有限的范围来表示，如 0-255 范围。而在实际应用场景中，可能存在最大光照强度和最小光照强度相差较大的场景，而 0-255 范围可能无法表示出实际场景中所呈现的不同光照强度，从而导致最终得到的 RGB 图像纹理不够丰富，在可视化界面中存在模糊等情况。或者，在实际应用场景中，可能出现镜头抖动或者拍摄范围内对象高速移动等情况，导致最终拍摄得到的 RGB 图像模糊，在可视化界面中呈现给用户的图像不清楚，降低用户体验。

在一些场景中，为了得到包括更多信息的图像，可以通过融合不同曝光时长的图像的方式，来获取到高动态范围图像 (high dynamic range image, HDR)，同时捕获到场景中亮部和暗部的纹理信息，提高最终得到的图像的清晰度。例如，可以拍摄短曝光时长、和长曝光时长两种图像，然后融合短曝光时长和长曝光时长对应的图像，得到 HDR，HDR 中包括了更丰富的信息，从而使最终在可视化界面中呈现给用户的图像也更清晰。在拍摄场景中，也可能出现最大光照强度和最小光照强度相差较大 (以下简称为大光比)、镜头抖动或者拍摄范围内的对象高速运动等场景，导致最终得到的图像模糊，降低用户体验。

本申请提供的图像处理的方法，可以应用于各种场景，如摄影场景、监控场景等，用于拍摄到更清晰的图像或者使拍摄到的图像更清晰等。例如，在一种场景中，用户可以使用终端来进行拍摄，得到一张或者多张更清晰的图像，或者，在拍摄得到多张图像之后，将多张图像合并为一张更清晰的图像等。本申请提供的一种图像处理的方法，包括了多种实施方式，例如，实施方式一，可以是在进行拍摄的过程中，拍摄到一张或者多张图像，如结合运动传感器采集到的信息来拍摄运动中的对象，实施方式二，拍摄到多张图像，然后对多张图像进行合并，得到更高清的图像。其中，在实施方式二中，拍摄多张图像的过程，可以参考方式中拍摄图像的方式，即本申请提供的实施方式一和实施方式二可以单独实施，也可以结合起来实施，具体可以根据实际应用场景进行调整，本申请仅分别对实施方式一和实施方式二单独实施的方式进行说明，并不作为限定。

实施方式一具体例如，用户使用具有拍摄功能的手机来对具有运动对象的场景进行拍照，可以选择拍摄动态对象的模式，当用户点击拍摄按钮之后，即可结合 DVS 采集到的信息，自动完成对运动中的对象的对焦，并拍摄一张或者多张图像，从而拍摄到运动中的对象的

更清晰的图像。

实施方式二具体例如，在一些大光比或者运动场景中，用户可以使用具有拍摄功能的手机来进行拍摄，在用户点击拍摄按钮之后，手机可以自动设置不同的曝光时长，来拍摄到多张图像，并对拍摄到的多张图像进行融合，得到最终的HDR。其中，单独拍摄多张图像的方式也可以参阅实施方式一的拍摄方式，从而高效地拍摄到清晰的图像。

下面分别对实施方式一和实施方式二进行介绍，以下实施方式一和实施方式二可以单独实施，也可以合并起来实施，具体可以根据实际应用场景来进行调整。

实施方式一、拍摄范围内存在处于运动状态的对象时的图像处理方式

随着智能手机和数码相机等的飞速发展和广泛普及，用户对于摄影的需求也越来越强烈。而现有的手机或数码相机等虽然能够覆盖绝大多数场景的拍摄，然而对于运动的抓拍并不尽如人意，具体表现在用户需要较准确地把握拍摄的时机，刚好能够抓住运动的瞬间，同时运动区域的对焦以及曝光控制等操作技巧都影响着最终的成像效果。现有方案中，通常采用色彩（red green blue, RGB）摄像头进行拍摄，RGB摄像头对于运动瞬间的捕捉通常由用户手动触发摄影，用户需要在拍摄前选定一个区域进行对焦，然后在运动发生时选择一个合适的时机按下快门（或手机的拍摄按键）记录下该运动瞬间；具体的，需要根据用户的操作触发对焦、锁焦、按下快门、曝光、输出等一系列过程，最终输出一幅图像。然而，若由用户来触发对焦、锁焦等操作，则可能导致无法确定出最优的触发时间点，导致拍摄到的图像不清晰，降低用户体验。

因此，本申请提供一种图像处理方法，在运动场景中，通过捕获目标对象的进行运动时的运动轨迹，完成对运动的目标对象的对焦，提高得到的图像的清晰度。

需要说明的是，本申请所提及的拍摄范围内存在运动的对象的场景中，是指摄像头相对于拍摄范围内的对象之间存在相互运动的情况，实际应用场景中，可以是摄像头在运动，也可能是拍摄范围内的对象在运动，还可能是摄像头与拍摄范围内的对象同时在运动，具体可以根据实际应用场景调整，而针对摄像头来说，都可以理解为拍摄范围内的对象处于运动状态。

下面对本申请提供的图像处理的方法进行详细说明。参阅图 52，本申请提供的一种图像处理方法的流程示意图，如下所述。

5201、检测目标对象的运动信息。

可以通过运动传感器对目标对象在预设范围内的运动情况进行监测，得到预设范围内的目标对象的运动信息。其中，目标对象是预设范围内运动的物体，目标对象的数量可以是一个或者多个，该运动信息可以包括目标对象在预设范围内进行运动时的运动轨迹的信息。

例如，该运动信息中可以包括目标对象在预设范围内进行运动时，目标对象所在的区域的大小、边框或者角点在预设范围内的坐标等信息。

为便于理解，以下将目标对象在预设范围内进行运动时，目标对象在检测到的每一时刻中所在的区域称为目标对象的运动区域。该运动区域例如，若目标对象为行人，且行人正在进行全身运动，则运动区域内可以包括行人的全身，若行人仅手臂运动，则目标对象



可以仅仅是行人的手臂，运动区域可以包括行人的手臂部分。

通常，该预设范围与摄像头的焦距或者视场角等相关，且通常不小于运动传感器的检测范围。例如，摄像头的视场角越大，拍摄到的范围的面积也越大，摄像头的视场角越小，拍摄到的范围的面积也越小。又例如，摄像头的焦距越大，拍摄的范围也就越大，也可以理解为拍摄到的距离远的对象更清晰，摄像头的焦距越小，拍摄到的范围也就越小。

本申请实施方式中，运动传感器监测到的范围包括摄像头的拍摄范围，预设范围可以是摄像头的拍摄范围，运动传感器所监测到的范围包括该预设范围，即运动传感器所监测到的范围可以大于或者等于该预设范围。

示例性地，该运动信息可以参阅前述图 35-37 的相关描述，此处不再赘述。

此外，该运动信息还可以包括从第 1 部分所提及的数据采集或数据编解码得到的数据或者数据流等。

5202、根据运动信息确定对焦信息。

在获取到目标对象在预设范围内的运动信息之后，根据该运动信息确定对焦信息。其中，该运动信息中包括目标对象的运动轨迹，即可以根据该运动轨迹确定对预设范围内的目标对象进行对焦的对焦信息。

可选地，确定对焦信息的方式有多种，下面分别进行详细说明。

方式一、通过预测区域得到对焦信息

为便于理解，在本申请以下实施方式中，将拍摄目标对象时对应的至少一个对焦点所在的区域称为对焦区域。

其中，对焦信息可以包括对焦区域中的至少一个点的位置信息，如对焦区域的边框或者角点在预设范围内的坐标等信息。确定该对焦区域的具体方式可以包括：根据运动信息对预设时长内目标对象的运动轨迹进行预测，以得到预测区域，然后根据预测区域确定对焦区域，该对焦区域包括对目标对象进行对焦的至少一个对焦点，对焦信息包括至少一个对焦点的位置信息。该预设时长可以是预先设定的时长，如 10 微秒，5 微秒等。

可以理解的是，在一些场景中，由于运动已经发生，若只根据目标对象当前所在的区域和运动特性来触发 RGB 摄像头拍摄，则可能目标对象以已经进入下一位置或状态，此时拍摄的图像存在滞后。因此，需要对未来的预设时长内目标对象区域进行预测，对不完整的运动进行筛选，尤其对于运动对象刚进入镜头视野，或运动对象较远不利于拍摄等情况进行筛选，决策出最佳的拍摄时机，触发 RGB 摄像头进行工作。

在一种具体的实施方式中，可以根据前述步骤 5201 中得到的运动信息对未来的预设时长内目标对象的运动轨迹进行预测，具体可以根据目标对象的在预设范围内进行运动时的运动轨迹，以及运动方向和运动速度中的至少一个对未来的预设时长内目标对象的运动轨迹进行预测，得到预测区域。

在一种更具体的实施方式中，可以根据监测到的运动对象目标对象在预设范围内进行运动时的运动轨迹，以及运动方向和/或运动速度，拟合出目标对象所在的区域的中心点随时间变化的变化函数，然后根据该变化函数计算出预测中心点，该预测中心点为预测区域的中心点，并根据该预测中心点确定预测区域。

示例性地，如图 53 所示，可以根据监测到的目标对象的运动轨迹，拟合出变化函数  $F(x_c, y_c, t)$ ，其中  $(x_c, y_c)$  为目标对象所在的区域的中心点， $t$  为时间，从而可计算出下一个时间段内运动对象所在的区域位置。中心点  $(x_c, y_c)$  由所有事件的坐标位置  $(x_i, y_i)$  求均值得到， $i = 1, 2, \dots, n$ ， $n$  为短时窗口内的事件个数， $n$  为正整数。具体的计算方式例如

$$5 \quad (x_c, y_c) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \right)。$$

该变化函数可能是线性函数、也可能是指数型函数等等，具体可以根据实际应用场景进行调整，此处并不作限定。然后根据该变化函数预测目标对象在未来的运动轨迹，从该运动轨迹中选择一个点作为预测中心点，然后根据该预测中心点确定出预测区域，该预测区域的形状可以根据实际应用场景进行调整，例如，可以是外接矩形、外接最小圆、多边形、不规则形状等。

在一种可能的实施方式中，若预测区域符合预设条件，则根据预测区域确定对焦区域；若预测区域不符合预设条件，则重新根据运动信息对预设时长内目标对象的运动轨迹进行预测，得到新的预测区域，并根据新的预测区域确定对焦区域。该预设条件可以是预设区域中包括的目标对象为完整的形态，即预设区域中包括了完整的目标对象，或者预测区域的面积大于预设值，或者目标对象与摄像头的距离大于预设的距离阈值等。

通常，该预测中心点可以由运动传感器，如 DAVIS 或 Celex 等传感器等进行预测，也可以是由电子设备的处理器来进行预测，然后当该预设区域满足预设条件时，即可根据触发电子设备的摄像模块根据对焦区域进行对焦。

在方式一中，可以通过拟合目标对象在预设范围内的运动轨迹，来对未来的预设时长内目标对象所在的区域进行预测，从而实现对焦区域的预测，使得后续拍摄到的图片更清晰。尤其在一些目标对象高速移动的场景中，可以通过对未来的预设时长内目标对象所在的区域的预测，从而实现对焦区域的预测，以使后续可以及时捕获到目标对象在运动状态下的更清晰的图像，提高用户体验。

方式二、直接根据目标对象的当前所在的区域确定对焦信息

其中，在得到目标对象在预设范围内进行运动时的运动轨迹之后，可以将目标对象当前所在的区域作为对焦区域，对焦区域包括对目标对象进行对焦的至少一个对焦点，对焦信息包括至少一个对焦点的位置信息。例如，若通过 DVS 监测到目标对象的当前所在的区域，且目标对象的运动速度小于速度阈值，即表示目标对象的运动速度较慢，对焦时间充足。因此，可以直接将目标对象当前所在的区域作为对焦区域，因此可以拍摄到清晰的图像。

获取目标对象当前所在的区域的方式可以参阅前述方式一，此处不再赘述。

在本方式二中，可以将目标对象的当前所在的区域，即目标对象当前所在的区域作为对焦区域，从而可以准确地对目标对象进行对焦。尤其在一些低速运动的场景中，对焦时间充足，仅通过当前所在的区域即可对焦，可以得到更清晰的图像。并且无需再进行预测，减少了工作量。

5203、根据对焦信息在预设范围中对目标对象进行对焦，并拍摄预设范围的图像。

其中，对焦信息可以包括对焦区域中的至少一个点的位置信息，在确定对焦区域之后，

根据该对焦区域对预设范围内的目标对象进行对焦，并拍摄预设范围内的图像。

具体地，该对焦区域可以与预测区域相同，也可以大于预测区域，具体可以根据实际应用场景进行调整。例如，在确定预测区域之后，可以直接将该预测区域作为对焦区域，也可以选择比预测区域更大的范围作为对焦区域，从而可以保障拍摄到的目标对象完整。

5 在另一种场景中，如低速运动的场景，对焦区域可以是目标对象的当前所在的区域，则可以直接在当前所在的区域内进行对焦，即可拍摄到清晰的图像，减少了预测这一步骤的工作量。

在一种可能的实施方式中，可以通过摄像头进行图像拍摄，得到预设范围内的图像。如通过前述图 1B 中所示的摄像头 193 进行拍摄。该摄像头可以包括色彩 (red green blue, RGB) 传感器 (也可以称为 RGB 摄像头)，即由 RGB 摄像头进行拍摄。相应地，具体的对焦方式可以包括：将 RGB 摄像头的多个对焦点中，与对焦区域的中心点的范数距离最小的至少一个点作为对焦点进行对焦，从而完成对目标对象所在的区域或者预测的区域进行对焦，进而完成对目标对象的拍摄，得到 RGB 摄像头拍摄到的图像，以下可以将 RGB 拍摄到的图像称为 RGB 图像。当然，在一些场景中，可以直接将预测区域的中心点作为对焦点，从而完成对焦以及拍摄，得到 RGB 图像。

15 示例性地，如图 54 所示，RGB 摄像头可以具有多个预先设定的对焦点，当预测出目标对象的预测区域，并根据该预测区域确定对焦区域之后，选取与该对焦区域的中心点的范数距离最近的一个或者多个点作为对焦点并进行对焦，从而完成对目标对象的拍摄。距离的计算方法可以包括但不限于 L1 范数距离或者 L2 范数距离，例如，L1 范数距离的计算公式可以包括： $|x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$ ，L2 范数距离的计算公式可以包括： $\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$ ，其中， $(x_1, y_1)$  为预测区域的中点， $(x_2, y_2)$  为 RGB 摄像头的预先设定的对焦点。

在另一种可能的场景中，RGB 摄像头也可以不预先设定对焦点，在确定对焦区域之后，直接将对焦区域的中心点作为对焦点，或者将对焦区域内的所有像素点作为对焦点，或者，选择对焦区域中的一个或者多个像素点作为对焦点等，具体可以根据实际应用场景进行调整。

在一种可能的实施方式中，在拍摄图像之前，还可以获取曝光参数，并根据该曝光参数拍摄图像。

该曝光参数可以包括但不限于曝光值 (exposure value, EV)、曝光量、曝光时长、光圈大小或者感光度 (international standardization organization, ISO) 等。曝光时长可以理解为将光投射到摄像头的感光材料的感光面上，快门所要打开的时长。可以通过调整曝光时长，使摄像头的拍摄时长与目标对象的运动速度匹配，从而使摄像头可以快速捕获到更清晰的图像。曝光值表示曝光的光圈和曝光时长之间的组合。曝光量表示物体表面某一面元接收的光照度在时间内的积分。IOS 为根据曝光量确定的值。

35 在一种具体的实施方式中，获取曝光参数的方式可以包括：根据运动信息确定曝光参数。其中，以曝光参数包括曝光时长为例，该曝光时长与目标对象的运动速度呈负相关关系。例如，目标对象的运动速度越快，曝光时长越短，目标对象的运动速度越慢，曝光时

长越长，从而使摄像头可以在匹配的曝光时长下，拍摄到更清晰的图像。

在另一种具体的实施方式中，获取曝光参数的方式可以包括：根据光照强度确定曝光参数。其中，以曝光参数包括曝光时长为例，该曝光时长与光照强度的大小呈负相关关系。例如，光照强度越大，曝光时长越短，光照强度越小，曝光时长越长。

5 例如，RGB 摄像头可以根据预测的运动特性，具体为运动速度的变化趋势，调整曝光参数。曝光参数默认设定为多个档位，分别适应不同速度的运动，如 1/30 秒，1/60 秒，1/100 秒，1/20 秒，1/500 秒等。当运动变快时，若曝光时间较长，则将曝光时间适当减小，调至更小一级的档位。当运动变慢时，若曝光时间较短，则适当提高曝光时间，调至更高一级的档位，以使拍摄时的曝光量与光照强度相匹配的，避免过曝或者光照不足等情况。

10 在一种可能的实施方式中，在通过摄像头进行拍摄之后，还可以包括：通过运动传感器监测到的目标对象在拍摄图像时的运动信息，对摄像头拍摄到的图像进行融合，得到预设范围的目标图像。

15 例如，如图 55 所示，RGB 摄像头完成曝光和拍摄，经过其内部的图像信号处理后输出一幅 RGB 摄像头图像。DVS 记录了同时段的事件数据，将该时间段内的事件进行累积，得到运动对象的轮廓和位置，与 RGB 摄像头图像配准后，即像素坐标对齐，突出运动对象的边缘细节，包括但不限于滤波、边缘锐化等方式。经增强后的目标图像作为最终输出，呈现给用户或存储至手机内存。此后，根据系统设置或用户设置，DVS 可继续进行运动检测，触发 RGB 摄像头进行下一次拍摄，即对运动的物体的连续拍摄。

20 因此，在本申请实施方式中，可以根据检测到的目标对象在预设范围内的进行运动时的运动轨迹进行对焦，从而拍摄到更清晰的图像。并且，使对焦区域与目标对象运动时所在的区域或者预测到的运动时所在区域相同或者相交，从而拍摄到更清晰的图像，提高用户体验。并且，进一步地，可以根据目标对象在预设范围内的运动轨迹对目标对象在未来的预设时长内所在的区域进行预测，从而可以根据预测区域进行对焦，可以理解为提前确定对焦区域，从而使拍摄到的运动的物体更清晰。并且，可以根据与拍摄到的图像同时段的运动信息，对拍摄到的图像进行加强处理，从而进一步提高得到的目标图像的清晰度。

前述对本申请提供的图像处理方法的流程进行了介绍，为便于理解，下面基于前述介绍的方法，以具体的应用场景为例进行更详细的说明。

30 场景一

示例性地，拍摄高速运动物体的流程可以参阅图 56。

5601、DVS 进行运动监测。

其中，可以通过 DVS 对 RGB 摄像头的拍摄范围，即前述的预设范围进行监测，监测该拍摄范围内进行运动的一个或者多个对象。

35 需要说明的是，该一个或者多个对象可以是在拍摄范围内活动的人物、动物、车辆、无人机或者机器人等，在不同的应用场景中可能具有不同的对象，具体可以根据实际应用场景进行调整，本申请对此不作限定。

具体地，DVS 可以对拍摄范围内的光照强度的变化进行响应，产生事件。一个短时窗口内可以包括一个或者多个事件。由于静态区域不会激发事件，因此事件大多产生于存在运动的区域。获取一个短时窗口内的事件进行累积，并求取其连通域，可得到一个或多个存在运动的区域。为便于理解，以下将该存在运动的区域称为运动区域。该运动区域的形态包括但不限于外接矩形、外接最小圆、多边形、不规则形状等。通常，若运动区域小于预先设定的阈值，则筛选掉该区域。可以理解为，当监测到的运动区域小于阈值时，该运动区域可能是噪声，或者监测到的运动物体不完整等，过滤掉该区域可以降低无意义的工作量。

DVS 监测目标对象的具体方式可以参阅前述步骤 3801 中的相关描述，此处不再赘述。

示例性地，如图 57 所示，摄像头的拍摄范围即前述的预设范围，与摄像头的视场角 $\alpha$ 相关。通常，摄像头的视场角越大，拍摄范围也就越大，视场角越小，拍摄范围也越小。DVS 监测的范围包括摄像头的拍摄范围，从而实现对该预设范围内的运动的对象的监测。DVS 监测到的事件具有稀疏性；同时，DVS 中每个像素独立、异步地对连续的光强变化做出响应，而并无 RGB 摄像头的同步曝光影响，不受曝光时间、帧率的限制，因此 DVS 通常具有极高的时间分辨率，例如 DAVIS 的时间精度可达 1 $\mu$ s，适合捕捉高速运动的对象。

需要说明的是，本申请中所提及的高速与低速是相对而言的，对于高速和低速的划分可以根据实际应用场景进行调整，例如，可以将高于 10KM/h 的速度称为高速，低于 10KM/h 的速度称为低速。

5602、进行预测得到预测区域，判断是否触发 RGB 摄像头拍摄，若是，则执行步骤 4203，若否，则执行步骤 5601。

其中，可以由 DVS 根据持续监测到的目标对象的运动轨迹，持续对目标对象的未来一段时长内所在的区域进行预测，并根据预测区域判断是否触发 RGB 摄像头进行拍摄。

确定该预测区域的具体方式可以参阅前述步骤 3802 中的相关描述，此处不再赘述。

当确定目标对象的预测区域之后，判断该预设区域是否满足预设条件，若满足预设条件，则触发 RGB 摄像头进行后续的对焦以及拍摄，若不满足预设条件，则继续对拍摄范围进行监测，直到得到满足预设条件的预测区域或者结束拍摄。

示例性地，如图 58 所示，当车辆在道路上高速行驶时，可以根据 DVS 监测到的车辆的运动方向和运动速度，对车辆的行驶轨迹进行预测，从而可以预测到车辆即将行驶至的区域，即图 58 中所示的 5801。当预测区域满足预设条件时，即可触发 RGB 摄像头进行对焦，若预设区域不满足预设条件，则不触发 RGB 摄像头进行对焦，并继续对车辆的运动轨迹进行监测。该预设条件可以是预测区域内的车辆不完整或者预测区域的面积太小等。例如，若车辆并未完全进入镜头视野则不触发 RGB 摄像头拍摄。

当预测区域满足预设条件时，DVS 可以将该预测区域作为对焦区域传送至 RGB 摄像头，触发 RGB 摄像头拍摄。通常，RGB 摄像头和 DVS 之间可能存在视差，因此需要进行配准操作。如将预测区域的坐标系与 RGB 摄像头的像素坐标系对齐，以使预测区域经过配准后具有与 RGB 摄像头视野相同的坐标系。

具体地，对焦区域可以是目标对象的当前所在区域，也可以是预测区域。对焦区域可

以通过几何形状参数描述，若对焦区域采用外接矩形，则 DVS 可以将其左上角顶点坐标、宽、高等数传递给 RGB 摄像头；若对焦区域采用多边形，则 DVS 可以将多边形的每个顶点按顺时针（或逆时针）依次传递给 RGB 摄像头；若对焦区域采用外界最小圆，则 DVS 可以将圆心坐标、圆半径传递给 RGB 摄像头等，具体可以根据实际应用场景进行调整，此处仅仅是示例性说明，并不作为限定。

此外，DVS 还可以将目标对象的运动特性，如运动速度和运动方向等传送给 RGB 摄像头。该运动速度可以是目标对象相比前一短时窗口的速度的变化值或者变化趋势。该变化趋势可以包括但不限于变快、变慢等速度趋势状态量，甚至更多级别的速度趋势状态量，如快、较快、非常快、慢、较慢、非常慢等。该运动方向也可以是相比前一短时窗口的方向或者方向变化。该方向变化可以包括但不限于向左、向右、向上、向下、不变等方向趋势状态量，甚至更多级别的方向趋势状态量，如向左上、向左下、向右上、向右下、向左、向右、向上、向下、不变等。

#### 5603、基于预测区域进行对焦。

在确定预测区域之后，可以将该预测区域作为对焦区域，并根据该对焦区域确定至少一个对焦点，并基于该至少一个对焦点进行对焦。具体地，可以直接按照该对焦区域所包括的点进行对焦，也可以是选取与该对焦区域的中心点距离最近的对焦点进行对焦等。

通常，RGB 摄像头有多个对焦点，根据 DVS 提供的对焦区域，选择与该对焦区域的范数距离最近的一个或者多个对焦点进行对焦，并锁焦，即保持该一个或者多个对焦点的对焦。例如，参阅前述图 54，在 RGB 摄像头接收到 DVS 传送的预测区域，可以选择与对焦区域的中心点的范数距离最近的一个或者多个点作为对焦点进行对焦并锁焦。对焦方式包括但不限于相位对焦或者反差对焦等。

#### 5604、调整曝光参数并拍摄。

在进行对焦之后，还可以根据 DVS 监测到的运动特性调整曝光参数。例如，目标对象的运动速度越快，曝光参数越小，目标对象的运动速度越慢，则曝光参数越大，使摄像头可以拍摄到更清晰的图像。具体地，摄像头可以将采集到的光信号转换为电信号，从而得到拍摄到的预设范围的图像。

示例性地，如图 59 所示，通过对车辆的行驶轨迹进行预测确定对焦区域 4401，然后完成对焦锁焦，随后调整至合适的曝光时长之后，在此对焦以及调整曝光时长的时段中，车辆行驶到预测区域，完成对运动的车辆的拍摄，得到清晰的车辆的图像。

例如，在一些场景中，可以建立目标对象的运动速度和曝光时长之间的映射关系，在确定目标对象的运动速度之后，可以根据该映射关系来调整曝光时长，从而使得曝光时长与目标对象的运动速度匹配，进而拍摄到更清晰的图像。具体地，该映射关系可以是预先设置的映射表格，如当运动速度处于第一范围时，曝光时长为 1/60 秒，当运动速度处于第二范围时，曝光时长为 1/360 秒等。该映射关系还可以是线性关系、指数关系、反比例关系等，具体可以根据实际应用场景进行调整，此处不做限定。

又例如，在一些场景中，可以建立目标对象的运动速度的变化大小和曝光时长的调整方式之间的映射关系。例如，若目标对象的运动速度增大，则降低曝光时长，若目标对象

的运动速度减小,则提高曝光时长,从而使得摄像头可以拍摄到更清晰的图像。更具体地,曝光时长的调整量可以与运动速度的变化幅度相关,如运动速度的变化量越大,则调整的曝光时长的量也就越大,运动速度的变化量越小,则调整的曝光时长的量也就越小。

还例如,在一些场景中,可以结合目标对象的运动速度和运动方向,调整曝光时长。如该运动速度可以是目标对象在实际环境中的速度,可以根据该速度和运动方向,确定目标对象与摄像头的拍摄方向垂直的方向的速度,然后根据该与摄像头的拍摄方向垂直的方向的速度来调整曝光时长。如该与摄像头的拍摄方向垂直的方向的速度越大,曝光时长越长,该与摄像头的拍摄方向垂直的方向的速度越小,则曝光时长越短。

此外,关于如何调整曝光参数,还可以参阅以下步骤 7304 中的相关描述,此处不再赘述。

#### 5605、增强运动细节。

在通过摄像头进行拍摄,得到拍摄到的图像之后,通过 DVS 同时监测到的预设范围内的运动对象的信息,可以根据 DVS 监测到的信息,如目标对象的轮廓或者在图像中的位置等,对摄像头拍摄到的图像的运动细节进行增强处理,得到更清晰的目标图像。

可以理解为,在通过摄像头拍摄的同时(以下将通过摄像头拍摄的时段称为拍摄时段),DVS 可以持续对预设范围内的运动对象进行监测,得到拍摄时段中预设范围内的运动的对象的信息,如目标对象的轮廓、在图像中的位置等信息,并根据该信息对拍摄到的图像进行噪声滤除或者边缘锐化等处理,从而增强摄像头拍摄到的图像的纹理细节或者轮廓等,进一步得到更清晰的图像,提高用户体验。

因此,在本申请实施方式中,可以通过采集到的目标对象的运动信息,对目标对象的运动轨迹进行拟合。然后根据拟合得到的目标对象的运动轨迹得到目标对象的预测区域,该预测区域即目标对象未来一段时长内即将运动到的区域,并根据该预测区域进行对焦以及锁焦,根据目标对象的运动特性调整曝光参数,从而完成对运动的目标对象的拍摄。可以理解为,在进行对焦、锁焦以及调整曝光参数等一系列步骤之后,目标对象移动至预测区域,即对焦区域内,此时对目标对象进行拍摄,可以拍摄到更清晰的图像。因此,即使目标对象处于高速运动的状态,也可以准确地完成对目标对象的对焦,从而拍摄到更清晰的图像。

前述对本申请提供的图像处理方法的具体流程进行了详细介绍,为便于理解,下面对以具体的场景为例,对本申请提供的图像处理方法的一些应用场景进行示例性说明,下面分别对不同的应用场景进行介绍。

示例性地,为便于理解,下面对场景一的流程进行更具体的描述。参阅图 60,本申请提供的图像处理方法的另一种流程示意图。

首先,由 DVS 进行运动检测,即检测 RGB 摄像头的拍摄范围内的运动的对象,以运动的目标对象为例,根据检测到的目标对象的信息生成事件数据。DVS 可以根据检测范围内的光强的变化,生成检测范围内的事件数据,在当前光强与上一次事件产生时的光强的差异超过阈值时,DVS 将产生一个事件,得到一个事件的数据。通常,一个事件的事件数据可以包括一个事件中产生光强变化的像素点的位置、像素点的像素值或者光强变化值等一

种或者多种信息。

DVS 可以根据监测得到的事件数据，拟合目标对象的运动轨迹，并根据目标对象的运动轨迹预测目标对象即将运动至的区域，得到预测区域。

5 可选地，在 DVS 进行运动检测以及得到预测区域的过程中，RGB 摄像头可以处于关闭状态，从而减少 RGB 摄像头的功耗。例如，在拍摄高速运动的物体，如飞机、车辆、高速运动的用户等，可以先通过 DVS 监测对象的运动情况，当得到的预测区域满足预设条件时，DVS 才触发 RGB 摄像头进行拍摄，降低 RGB 摄像头产生的功耗。

10 DVS 得到预测区域之后，将该预测区域传送至 RGB 摄像头，触发 RGB 摄像头启动，并指示 RGB 摄像头根据该预测区域进行对焦。或者，DVS 可以根据该预测区域确定对焦区域，该对焦区域的范围大于预测区域的范围，然后指示 RGB 摄像头根据该对焦区域进行对焦。下面以指示 RGB 摄像头根据预测区域进行对焦为例进行示例性说明。

通常，DVS 将预测区域传送至 RGB 摄像头之前，还可以对该预测区域进行配准，即该预测区域所在的坐标系与 RGB 摄像头的坐标系保持一致，使得 RGB 摄像头可以准确地得到预测区域在拍摄范围内的位置，从而准确地确定对焦点。

15 RGB 摄像头可以在 DVS 的触发下启动，根据预测区域进行对焦。例如，RGB 摄像头可以选择与预测区域的中心点的范数距离最近的一个或者多个对焦点进行对焦，并锁定对焦点，即保持对焦点。

此外，DVS 还将目标对象的运动特性传送至 RGB 摄像头，该运动特性可以包括目标对象的运动速度或者运动方向等信息。

20 RGB 摄像头根据接收到的运动特性调整曝光参数，包括曝光时长或者曝光值等。例如，可以设定目标对象的运动速度和对应的曝光时长的映射关系，当接收到目标对象的运动速度时，可以根据该映射关系确定与该运动速度关联的曝光时长，从而调整曝光时长。具体例如，如表 2 所示，

运动速度	曝光时长 (s)
[0, 5)	1/60
[5, 10)	1/200
[10, 15)	1/500
[15, 20)	1/800

表 2

25 其中，运动速度可以通过目标对象在拍摄范围内的坐标来计算，例如，可以根据拍摄范围建立坐标系，该坐标系可以是二维坐标系，也可以是三维坐标系，具体可以根据实际应用场景进行调整。然后根据目标对象在坐标系中的变化值，计算目标对象的运动速度。

30 在进行曝光调整之后，通过 RGB 摄像头的感光元件，采集拍摄范围内的图像信号，并对采集到的图像信号进行处理，例如，将采集到的模拟信号转换为电信号，从而得到拍摄的图像。

在 RGB 摄像头进行拍摄的同时，DVS 可以持续对拍摄范围内的目标对象的运动情况进



行监测，因此可以得到拍摄时段内的事件数据。

在 RGB 摄像头拍摄得到拍摄范围内的图像之后，可以对该图像以及同时段内的事件数据进行融合，从而对拍摄到的图像进行运动细节增强，得到更清晰的目标图像。

5 示例性地，如图 61 所示，拍摄时段内的 DVS 事件中包括运动的车辆的轮廓，可以根据该 DVS 事件对 RGB 摄像头拍摄到的图像，即图 61 中所示的 RGB 图像进行融合，增强 RGB 图像的运动细节，如滤除噪声、边缘锐化等处理，从而得到增强运动细节后的目标图像。经增强后的图像可以作为最终输出，在显示界面中显示或存储至电子设备的存储介质中。

10 示例性地，通过 RGB 摄像头和 DVS 获取目标图像的更具体的方式可以参阅图 62。其中，DVS 对拍摄范围内运动的对象进行监测，采集到较长的长时间窗，然后通过切分时间窗的方式，对目标对象的运动轨迹进行拟合，并根据拟合得到的运动轨迹对目标对象未来一段时长内所在的区域进行预测，得到预测区域。当预测区域满足预设条件时，即触发 RGB 摄像头启动，并根据预测区域进行对焦。

15 其次，DVS 还根据监测到的目标对象的运动轨迹，计算目标对象的运动速度或者运动方向等运行特性，并将该运行特性传送至 RGB 摄像头。RGB 摄像头根据该运动特性调整曝光参数，以使用与该运动特性匹配的曝光参数，如曝光时长和曝光值等。

在调整曝光参数之后，进行拍摄，将感光元件采集到的信号转换为电信号，得到拍摄得到的 RGB 图像。

20 在 RGB 摄像头进行对焦、调整曝光参数以及输出 RGB 图像的同时，DVS 持续对拍摄范围内运动的对象进行监测，得到拍摄时段内的事件数据，包括目标对象运动时的轮廓、在预设区域内的位置等。

然后可以由电子设备的处理器根据 DVS 采集到的事件数据对 RGB 图像进行增强处理，如滤除噪声、边缘锐化等，从而得到更清晰的目标图像。

25 因此，在本场景中，对于高速运动的对象，可以通过预测未来一段时长内目标对象所在的区域来提前进行对焦，从而可以拍摄到清晰的运动中的图像。并且，可以通过调整曝光参数，来对目标对象进行与运动速度匹配的曝光，从而使摄像头进一步拍摄到更清晰的图像。此外，还可以通过 DVS 在同时段检测到的事件，对拍摄到的图像进行运动细节的增强，得到更清晰的目标图像。

## 场景二

30 示例性地，拍摄非高速运动的流程可以参阅图 63。该非高速运动的场景如安防、门禁等场景。

6301、DVS 进行运动监测。

其中，本场景中，目标对象可以是低速运动的对象。

具体地，步骤 6301 可以参阅前述步骤 5201 中的相关描述，此处不再赘述。

35 示例性地，本场景二可以是门禁场景中，如图 64 所示，可以在门禁中设置 RGB 摄像头和 DVS，此外，还可以设置 ISP 或者显示器等装置，此处仅仅是示例性说明，不再一一赘述。

6302、根据目标对象当前所在的区域判断是否触发 RGB 摄像头拍摄，若是，则执行步骤 6303，若否，则执行步骤 6301。

本场景中，因目标对象处于低速运动，可以根据目标对象的当前所在的区域判断是否触发 RGB 摄像头进行拍摄。具体地，可以判断目标对象当前所在的区域是否满足预设条件，若是，则执行步骤 6303，若否，则执行步骤 6301。

例如，可以判断当前所在的区域中的目标对象是否完整，当前所在的区域的面积是否大于预设值等。当当前所在的区域中的目标对象完整，或者，当前所在的区域的面积大于预设值等，则 DVS 可以将当前所在的区域作为对焦区域发送至 RGB 摄像头，以触发 RGB 摄像头启动，并根据该当前所在的区域进行拍摄。

示例性地，如图 65 所示，当存在目标对象进入门禁的监控范围内，且出现了异常运动时，如靠近门禁或者接触门禁等，可能存在对象的面积覆盖了 DVS 和 RGB 摄像头的拍摄范围，导致 DVS 检测到光照强度变化。例如门禁外是小区公共门禁，当人员进入门禁前方，可能遮挡楼道的灯光，造成整个视野内的光强减小。当 DVS 根据光照强度的变化，监测到运动对象时，如图 65 中所示的 1801，可以监测目标对象的当前所在的区域，然后判断目标对象当前所在的区域的面积是否大于预设值，或者目标对象当前所在的区域内的目标对象是否完整等，决定是否触发 RGB 摄像头拍摄。当确定触发 RGB 摄像头拍摄时，DVS 可以将目标对象当前所在的区域作为对焦区域传送至 RGB 摄像头，RGB 摄像头可以基于目标对象当前所在的区域进行对焦，并根据目标对象的运动特性调整曝光参数，完成对目标对象的拍摄，得到目标对象的 RGB 图像。同时，DVS 可以在拍摄时段对目标对象所在区域进行持续监测。

6303、基于目标对象当前所在的区域进行对焦。

其中，基于当前运动区域进行对焦与基于预设区域进行对焦的方式类似，此处不再赘述。步骤 6303 与前述步骤 5203 类似，此处不再赘述。

6304、调整曝光参数并拍摄。

在本场景中，可以根据光强来调整曝光参数。具体地，曝光参数可以包括曝光时长，该曝光时长与拍摄范围内的光强大小呈负相关关系。

并且，调整曝光参数所使用的光照强度值，可以是由 DVS 采集到的光照强度值，也可以是由 RGB 摄像头或者其他设备采集到的光照强度值，具体可以根据实际应用场景进行调整，此处不做限定。

例如，可以根据 DVS 整体的事件发生速率，估计出平均光强的变化，平均光强  $L$  与 DVS 事件率  $R$  成正相关关系即  $L \propto R$ 。可以根据这一关系调整曝光参数，当估计的平均光强减小时，则增加曝光时长，如由 1/100 秒提高至 1/30 秒，当估计的平均光强增大时，则减少曝光时长，如由 1/30 秒减少至 1/100 秒。

又例如，可以计算出平均光强的值，然后根据该平均光强的值确定曝光参数。如平均光强的值越大，则曝光时长越短，平均光强的值越小，曝光时长越长。从而使摄像头的曝光时长与平均光强的值匹配，进而可以充分拍摄到拍摄范围内的图像，得到更清晰的图像，提高用户体验。

6305、增强运动细节。

其中，步骤 6305 与前述步骤 5205 类似，此处不再赘述。

因此，在本应用场景中，可以根据 DVS 监测到的目标对象当前所在的区域进行对焦，可以准确地识别出运动物体所在的区域，从而进行准确的对焦。并且，也可以根据光强的大小调整曝光参数，使得 RGB 摄像头可以准确地适应光照强度的大小，从而拍摄到更清晰的图像。此外，本应用场景也可以通过 DVS 在同时段检测到的事件，对拍摄到的图像进行运动细节的增强，得到更清晰的目标图像。

并且，在此场景中，尤其在一些监控场景中，若持续采用 RGB 摄像头进行监控，将产生较大的功耗，如 RGB 摄像头持续拍摄的功耗较通常为数百毫瓦至数十瓦等，且产生的数据量大。而本申请提供的图像处理方法，可以在 DVS 检测到存在运动的对象时才出发 RGB 摄像头启动拍摄，DVS 功耗通常为数十毫瓦，例如 DAVIS346 型号传感器的功耗为 10-30 毫瓦，因此可以降低功耗。且 DVS 仅获取到运动的对象的轮廓，可以避免对用户的所有数据，如隐私数据都监控，可以提高用户体验。且可以对异常运动进行拍摄，可以根据拍摄到的图像进行后续的报警操作，具体可以根据实际应用场景进行调整，提高安全性。可以理解为，本申请提供的图像处理方法，通过 DVS 以较低功耗实时监测外界的运动，只有在判别为异常运动时才触发 RGB 摄像头工作，具有功耗上的优势；同时，DVS 输出的事件并不包含具体的纹理细节，只有运动对象的轮廓和位置，具有隐私安全的优势。

本申请还提供一种图形用户界面 (graphical user interface, GUI)，该 GUI 可以应用于电子设备，如终端、监控设备、自动驾驶车辆等设备中，该电子设备可以包括显示屏、存储器、一个或多个处理器，所述一个或多个处理器用于执行存储在所述存储器中的一个或多个计算机程序，如前述图 52-65 中所提及的图像处理方法的步骤，该 GUI 用于通过显示屏对前述图 52-65 中摄像头所拍摄到的画面进行显示。

下面对本申请提供的 GUI 进行详细介绍。

该图形用户界面包括：响应于针对目标对象进行拍摄的触发操作，以及根据对焦信息拍摄预设范围的图像，显示该预设范围的图像，该预设范围为摄像头拍摄范围，该对焦信息包括对该预设范围内的该目标对象进行对焦的参数，该对焦信息为根据该目标对象的运动信息确定，所述运动信息包括所述目标对象在预设范围内的进行运动时的运动轨迹的信息。

示例性地，如图 66 所示，目标对象可以高速移动的车辆，GUI 具体可以包括，响应于在检测目标对象的运动信息，该运动信息中可以包括目标对象在预设范围内的运动轨迹的信息，该预设范围为摄像头拍摄范围；然后，根据运动信息确定对焦信息，对焦信息包括对预设范围内的目标对象进行对焦的参数；随后，根据对焦信息在预设范围中对目标对象进行对焦，并通过摄像头拍摄到车辆的图像之后，在显示屏中显示拍摄到的图像，该图像中可以包括高速运动中的车辆。

因此，在本申请实施方式中，可以检测摄像头的拍摄范围内，运动中的目标对象的运动轨迹，然后根据目标对象的运动轨迹确定对焦信息并完成对焦，从而可以拍摄到更清晰的图像。即使目标对象处于运动中，也可以准确地对目标对象进行对焦，拍摄到清晰的运

动状态的图像，提高用户体验。

在一种可能的实施方式中，该对焦信息包括对焦区域的信息，该图形用户界面还可以包括：响应于该运动信息对预设时长内该目标对象的运动轨迹进行预测，得到预测区域，以及根据该预测区域确定该对焦区域，在该显示屏中显示该对焦区域。

5 示例性地，如图 67 所示，当车辆处于高速运动状态时，可以根据检测到的车辆在拍摄范围内进行运动的运动轨迹，对未来预设时长内车辆的运动轨迹进行预测，得到未来一段时间内车辆即将到达的预测区域，将该区域作为对焦区域 6701，并基于对焦区域 6701 进行对焦，如图 68 所示，从而拍摄到更清晰的目标对象的图像。

因此，在本申请实施方式中，可以对目标对象未来的预设时长内的运动轨迹进行预测，  
10 并根据预测区域确定对焦区域，可以准确地完成对目标对象的对焦。即使目标对象处于高速运动，本申请实施方式也可以通过预测的方式提前对目标对象进行对焦，使目标对象处于对焦区域，从而拍摄到更清晰的高速运动的目标对象。

在一种可能的实施方式中，该图形用户界面具体可以包括：若该预测区域符合预设条件，则响应于根据该预测区域确定该对焦区域，在该显示屏中显示该对焦区域；若该预测  
15 区域不符合预设条件，则响应于重新根据该运动信息对预设时长内该目标对象的运动轨迹进行预测，得到新的预测区域，以及根据该新的预测区域确定该对焦区域，在该显示屏中显示该对焦区域。

该预设条件可以是预测区域中包括完整的目标对象，或者预测区域的面积大于预设值等。

20 示例性地，如图 69A 所示，当摄像头拍摄到的目标对象不完整时，可能导致针对目标对象的预测区域的面积较小，即对焦区域 6901 较小，小于车辆的面积，导致后续拍摄到的车辆可能出现部分不清晰的情况。而当车辆的车身完全进行拍摄范围，如图 69B 所示，则此时可以得到面积符合要求的预测区域，即对焦区域 6902，从而基于该对焦区域 5502，拍摄到完整、清晰的车辆的图像，如图 69C 所示。

25 因此，在本申请实施方式中，只有当预测区域符合预设条件时，才根据预测区域确定对焦区域，并触发摄像头拍摄，当预测区域不符合预设条件时，则不触发摄像头进行拍摄，从而可以避免拍摄到的图像中目标对象不完整，或者可以避免无意义的拍摄。并且，在未进行拍摄时，摄像头可以处于未启动状态，仅当预测区域满足预设条件时，才触发摄像头进行拍摄，可以降低摄像头产生的功耗。

30 在一种可能的实施方式中，该运动信息还包括该目标对象的运动方向和运动速度中的至少一种；该图形用户界面具体可以包括：响应于根据所述目标对象在预设范围内进行运动时的运动轨迹，以及该运动方向和/或该运动速度对预设时长内该目标对象的运动轨迹进行预测，得到该预测区域，在该显示屏中显示该预测区域。

因此，本申请实施方式中，可以根据目标对象在预设范围内的运动轨迹，以及运动方向  
35 和/或运动速度等，对目标对象在未来的预设时长内的运动轨迹进行预测，从而可以对目标对象未来的运动轨迹进行准确的预测，进而可以对目标对象进行更准确的对焦，进而可以拍摄到更清晰的图像。

在一种可能的实施方式中，该图形用户界具体可以包括：响应于根据目标对象在预设范围内的运动轨迹，以及所述运动方向和/或所述运动速度，拟合出所述目标对象所在的区域的中心点随时间变化的变化函数，以及根据所述变化函数计算出预测中心点，所述预测中心点为预测得到的所述目标对象所在的区域的中心点，并根据所述预测中心点得到所述预测区域，在显示屏中显示该预测区域。

在一种可能的实施方式中，所述预测范围的图像由 RGB 摄像头拍摄，该图形用户界具体可以包括：响应于将所述 RGB 摄像头的多个对焦点中，与所述对焦区域的中心点的范数距离最小的至少一个点作为对焦点进行对焦，在显示屏中显示基于该至少一个点作为对焦点进行对焦后拍摄到的图像。

在一种可能的实施方式中，该对焦信息包括对焦区域的信息，该运动信息中包括该目标对象的当前所在的区域，该图形用户界具体可以包括：响应于将该目标对象的当前所在的区域作为该对焦区域，在该显示屏中显示该对焦区域。

示例性地，如图 70 所示，目标对象可以是低速运动的行人，此时目标对象的运动速度较低，可以直接将目标对象的当前所在的区域作为对焦区域 7001，然后对基于对焦区域 5601 进行对焦，即可得到清晰的图像。

因此，本申请实施方式中，目标对象在预设范围内的运动轨迹的信息中可以包括目标对象当前所在的区域和历史所在的区域，在一些低速场景中，可以将目标对象的当前所在的区域，作为对焦区域，从而完成对目标对象的对焦，进而可以拍摄到更清晰的图像。

在一种可能的实施方式中，该图形用户界具体可以包括：响应于在所述拍摄所述预设范围的图像之前，获取曝光参数，在显示屏中显示该曝光参数；响应于根据所述曝光参数拍摄所述预设范围的图像，在显示屏中显示该根据所述曝光参数拍摄所述预设范围的图像。因此，本申请实施方式中，还可以调整曝光参数，从而通过曝光参数完成拍摄，得到清晰的图像。

具体地，曝光参数可以包括 EV、曝光时长、曝光量、光圈大小或者 ISO 等参数，在拍摄图像时，可以在拍摄界面中显示曝光参数，以使用户可以根据显示的曝光参数获取到当前的拍摄情况，提高用户体验。

示例性地，如图 71 所示，曝光参数可以包括 EV，在拍摄图像时，若 EV=6，则可以在显示界面中显示“EV: 6”，以使用户通过显示界面或者到 EV 的具体值，提高用户体验。

在一种可能的实施方式中，曝光参数为根据所述运动信息确定，所述曝光参数包括曝光时长，所述曝光时长与所述目标对象的运动速度呈负相关关系。

因此，在本申请实施方式中，可以通过目标对象的运动速度确定曝光时长，使曝光时长与目标对象的运动速度匹配，如运动速度越快，曝光时长越短，运动速度越慢，则曝光时长越长。可以避免过曝或者曝光不足等，从而使后续可以拍摄到更清晰的图像，提高用户体验。

在一种可能的实施方式中，曝光参数为根据光照强度确定，该光照强度可以由摄像头检测到的光照强度，也可以是运动传感器检测到的光照强度，所述曝光参数包括曝光时长，所述预设范围内的光照强度的大小与所述曝光时长呈负相关关系。

因此，本申请实施方式中，可以根据检测到的光照强度确定曝光时长，当光照强度越大时，曝光时长越短，光照强度越小时，曝光时长越长，从而可以保障适量的曝光量，拍摄到更清晰的图像。

5 在一种可能的实施方式中，该图形用户界面还可以包括：响应于根据监测到的该目标对象与该图像对应的运动的信息，对该预设范围内的图像进行融合，得到该预设范围内的目标图像，在该显示屏中显示该图像。

因此，本申请实施方式中，在拍摄图像的同时，还可以对预设范围内目标对象的运动情况进行监测，获取到目标对象在图像中对应的运动的信息，如目标对象的轮廓、目标对象在预设范围内的位置等信息，并通过该信息对拍摄到的图像进行增强处理，得到更清晰的图像。

10 示例性地，DVS 可以采集到运动的目标对象的轮廓，从而可以根据 DVS 采集到的目标对象的轮廓，对 RGB 摄像头采集到的图像进行增强处理，RGB 摄像头采集到的图像可以如图 72A 所示，如消除目标对象的轮廓的噪声，对目标物体的轮廓进行增强等，从而得到更清晰的目标对象的图像，如图 72B 所示。

15 在一种可能的实施方式中，该运动信息为通过动态视觉传感器 DVS 对该预设范围内的目标对象的运动情况进行监测得到。

因此，本申请实施方式中，可以通过 DVS 对摄像头的拍摄范围进行运动的对象的监测，从而得到准确的运动信息，即使目标对象处于高速运动的状态，也可以通过 DVS 及时捕获到目标对象的运动信息。

20 实施方式二、HDR 模式的拍摄场景下获取图像的方式

首先，在 HDR 模式的拍摄场景中，参阅图 73，本申请提供的一种图像处理方法的流程图示意图。需要说明的是，对于与前述实施方式一中相同或者相似的名词或者步骤等，以下不再赘述。

7301、获取第一事件图像和拍摄到的多张 RGB 图像。

25 其中，该第一事件图像可以是通过运动传感器采集到的图像，包括了预设范围内运动的对象的信息，该预设范围可以理解为运动传感器的检测范围，且该预设范围包括了摄像头的拍摄范围。为便于理解，本申请所提及的事件图像可以理解为基于一段时间内通过运动传感器采集到的信息生成的动态图像，表示了一段时间内运动传感器的检测范围内相对于运动传感器存在运动的对象的运动变化情况。

30 需要说明的是，本实施方式二中所提及的第一事件图像和第二事件图像，是指图 73-图 80 中涉及到拍摄场景下所述使用的事件图像，与以下与 SLAM 对应的图 95-图 108 或者图 118-图 120 所提及的第一事件图像和第二事件图像，可以是相同的事件图像，也可以是不同的事件图像，具体可以根据实际应用场景进行调整。

35 该多张 RGB 图像（或者称为第一图像）可以是使用不同曝光时长所拍摄到的图像。例如，该多张图像中可以使用短曝光时长拍摄到的图像，和使用长曝光时长拍摄到的图像，通常，曝光时长越长，可以采集到弱光场景下更多的纹理信息，曝光时长越短，可以采集到强光场景下的更多纹理信息，因此，通过不同曝光时长，可以采集到纹理更丰富的图像。

-132-

例如，参阅前述图 36，该第一事件图像可以是由 DVS 在摄像头拍摄多张 RGB 图像时采集得到，该第一事件图像中可以包括一段时间段内，对象在摄像头的拍摄范围内进行运动时，目标对象所在的区域的大小、边框或者角点在预设范围内的坐标等信息。

具体例如，由 DVS 采集到的数据构成的图像可以表示为

$$5 \quad F_d(x, y) = \sum_{t_1 \leq t \leq t_2} events(x, y, t), \text{ 其中 } events(x, y, t) = \begin{cases} 0, & \text{if no data} \\ 1, & \text{if have data} \end{cases}, (x, y) \text{ 表示图像}$$

中的某个位置的坐标， $t$  表示时刻， $t_1$  为开始拍摄曝光图像的时刻减去 50 毫秒， $t_2$  为开始拍摄曝光图像的时刻， $events$  表示运动传感器，如 DVS 采集到的数据。

更具体地，该第一事件图像与前述步骤 5201 中所提及的运动信息类似，此处不再赘述。

10 可选地，本实施例所提及的事件图像可以通过前述图 38-图 44 对应的方法流程来进行优化，从而得到更清晰的事件图像。

需要说明的是，在本申请实施方式中，为便于理解，将 RGB 摄像头拍摄到的图像称为 RGB 图像，将运动传感器采集到的信息称为事件图像。

7302、根据第一事件图像计算每张 RGB 图像对应的抖动程度。

15 在得到第一事件图像和多张 RGB 图像之后，使用第一事件图像来计算每张 RGB 图像对应的抖动程度。该抖动程度可以理解为拍摄 RGB 图像时摄像头的抖动程度，或者在拍摄 RGB 图像时，拍摄范围内的对象处于运动状态造成图像模糊时的模糊程度，也可以是两种情况同时存在等。

20 具体地，第一事件图像中包括了一段时长内摄像头的拍摄范围内处于运动状态的对象的位置、轮廓等信息，该一段时长覆盖了多张 RGB 图像的拍摄时段。因此，可以通过第一事件图像中在各个 RGB 图像的拍摄时段内所包括的处于运动状态的对象的信息，来计算每张 RGB 图像的抖动程度。

示例性地，量化拍摄 RGB 图像时的抖动程度的方式可以包括： $Blur_e = \frac{\sum_{x,y} r(x,y)}{H*W} \in [0,1]$ ,

$$r_e(x, y) = \frac{\sum_{t_{e0} \leq t \leq t_{e0} + t_e} events(x, y, t)}{\alpha * t_e}, \text{ 其中, } Blur_e \text{ 用于衡量第 } e \text{ 张 RGB 曝光图像的模糊程度,}$$

25 即拍摄每张图像时的抖动程度， $t_{e0}$  为开始拍摄曝光图像的时刻， $t_e$  为当前的 RGB 图像的曝光时长， $H * W$  表示当前 RGB 图像的长和宽， $(x, y)$  表示 RGB 图像中某个局部的的位置， $r_e(x, y)$  表示第  $e$  张 RGB 曝光图像中局部模糊程度， $events$  表示 DVS 采集到的数据， $\alpha$  是归一化因子，用于将  $r(x, y)$  归一化至  $[0, 1]$  范围内。

30 需要说明的是，本申请量化抖动程度的方式仅仅是一种示例，具体可以使用其他方式来量化抖动程度，如 Brenner 梯度函数、方差函数或熵函数等，具体可以根据实际应用场景进行调整，本申请对此并不作限定。

7303、判断是否需要补拍 RGB 图像，若是，则执行步骤 7304，若否，则执行步骤 7306。

在计算得到拍摄每张 RGB 图像的抖动程度之后，基于每张 RGB 图像对应的抖动程度，判断是否需要补拍 RGB 图像，若需要补拍 RGB 图像，则可以继续执行步骤 7304，若不需要补拍 RGB 图像，则可以继续执行步骤 7306。

具体地，可以判断每张 RGB 图像的抖动程度是否超过第一预设值，若某一张图像的抖动程度超过该第一预设值，则可以补拍一张 RGB 图像，若所有的 RGB 图像的抖动程度都不超过第一预设值，则不需要补拍 RGB 图像。若存在多张 RGB 图像的抖动程度超过第一预设值，则可以补拍多张 RGB 图像。

5 在一种可能的实施方式中，除了判断每张 RGB 图像的抖动程度是否超过第一预设值，还可以判断重拍 RGB 图像的重拍次数是否超过一定次数，若超过一定次数，则可以无需再进行补拍，若重拍次数未超过一定次数，则可以继续重拍行 RGB 图像。例如，可以预先设定重拍次数不超过 5 次，当重拍次数达到 5 次时，即使 RGB 图像的抖动程度较高，也不再进行重拍 RGB 图像。

10 例如，量化拍摄 RGB 图像时的抖动程度的方式可以包括： $Blur_e = \frac{\sum_{x,y} r_e(x,y)}{H*W} \in [0,1]$ ,

$$r_e(x,y) = \frac{\sum_{t_{e0} \leq t \leq t_{e0} + t_e} events(x,y,t)}{\alpha * t_e}, \text{ 当 } Blur_e \geq threshold_2 \text{ 时, 则需要补拍 RGB 图像, } threshold_2$$

即第一预设值。

在另一种可能的实施方式中，当某一张或者多张 RGB 图像（但不是所有的 RGB 图像）的抖动程度高于第一预设值时，可以无需补拍，使用剩余的抖动程度不高于第一预设值的 RGB 图像进行融合，得到最终的图像，从而提高得到图像的效率。

15 为便于理解，示例性地，抖动程度较低的图像可以如图 74 所示，抖动程度较高的图像可以如图 75 所示。显然，抖动程度较高的图像所包括的信息不准确，在可视化界面中显示较模糊，若使用抖动程度较高的图像来进行融合，最终得到的目标图像所包括的信息也不准确，甚至可能出现模糊，因此，此情况下需要补拍一张或者多张 RGB 图像。又例如，在最强光照强度与最暗光照强度比例较大的场景中，如图 76 所示，拍摄到的 RGB 图像可能出现过曝的情况，导致最强光照强度部分的图像不清晰，而通过 DVS 捕获到的图像的清晰度较高，因此，可以通过 DVS 采集到的信息，来判断是否需要补拍 RGB 图像，从而得到更清晰的 RGB 图像。

20 在一种可能的实施方式中，判断是否需要重拍 RGB 图像的方式还可以包括：将第一事件图像切分为多个区域，以及多张 RGB 图像中曝光值最小的 RGB 图像（或者称为第三图像）相应地切分为多个区域，第一事件图像中的多个区域的形状和位置与 RGB 图像中的多个区域的形状和位置相对应。例如，若将第一事件图像划分为了 16 个矩形的区域，也可以将曝光值最小的 RGB 图像切分为与第一事件图像中的区域的形状、大小和位置相同的 16 个矩形的区域。曝光值可以包括曝光时长、曝光量或者曝光级数中一种或者多种。然后计算第一事件图像中的每个区域是否包括纹理信息（或者称为第一纹理信息），以及计算曝光值最小的 RGB 图像中的每个区域是否包括纹理信息，然后对比第一事件图像中的每个区域和曝光值最小的 RGB 图像中的每个区域，若第一动态区域中的某一个区域包括了纹理信息，且曝光值最小的 RGB 图像中与该区域相同的区域中不包括纹理信息，则表示 RGB 图像中的该区域模糊程度较高，可以补拍 RGB 图像。而若第一事件图像中每个区域都不包括纹理信息，

30 35 则无需补拍 RGB 图像。

例如，在最大光照强度和最小光照强度之间的比值较大的场景中，即可以理解为明暗



相差较大的场景中，将第一事件图像和曝光值最小的 RGB 图像都划分了相同形状、大小的区域，然后计算第一事件图像和曝光值最小的 RGB 图像中的每个区域是否包括纹理信息。如图 77 所示，可以将第一事件图像和曝光值最小的 RGB 图像分割为多个宏块，若第一事件图像上存在方差大于预先设定的阈值 $threshold_0$ 的宏块，记为宏块集合 $\{MB_i\}$ ，即宏块 $MB_i$ 中包括了纹理信息。对应地，在曝光值最小的 RGB 图像 $I_e$ 上找到对应宏块区域，通过计算 $I_e$ 上这些宏块区域的像素方差来判断第一事件图像上包含的纹理是否被曝光值最小的 RGB 图像捕获。若存在一个宏块 $MB_i$ ，它在 $I_e$ 上的像素方差小于预先设定的阈值 $threshold_1$ ，则说明这个区域的纹理没有完全被 RGB 图像所捕获，则需要补拍 RGB 图像。

在一种可能的实施方式中，还可以提取第一事件图像中所包括的纹理特征，以及第三图像中的特征，并对第一事件图像所包括的特征与第三图像中的特征进行匹配，如比较特征之间的欧式距离，欧式距离越近，匹配度越高，欧式距离越远，匹配度越低。若匹配度较低，如低于 0.8，表示 RGB 图像中可能未完全捕获到存在运动的对象的纹理信息，需要补拍 RGB 图像。从第一事件图像或者 RGB 图像中提取特征可以是尺度不变特征变换 (scale invariant feature transform, SIFT)，或者通过神经网络进行提取得到的特征，或者生成灰度直方图，具体可以根据实际应用场景进行调整，本申请对此并不作限定。

或者，在一种可能的实施方式中，可以计算第一事件图像中检测到的存在事件的区域的大小，若存在事件的区域的大小超过预设大小，则确定需要补拍 RGB 图像，若存在事件的区域的大小未超过预设大小，则可以无需补拍 RGB 图像，或者通过其他实施方式判断是否需要补拍 RGB 图像等。

此外，在一些场景中，若事件区域的位置位于第一事件图像或者 RGB 图像的中心区域，如覆盖了 RGB 图像的中心点，则需要补充拍摄 RGB 图像。若区域在 RGB 图像的周边区域，如靠近 RGB 图像的边界线，且事件区域的面积小于一定值，则可以无需补充拍摄 RGB 图像。或者，还可以基于事件区域与事件图像的中心点之间的距离来判断是否需要补充拍摄 RGB 图像。例如，若事件区域与事件图像的中心点之间的距离小于预设的距离，如该距离小于 200 个像素点，则需要补充拍摄 RGB 图像，该距离不小于 200 个像素点，则无需补充拍摄 RGB 图像，具体可以根据实际应用场景来进行调整。

具体例如，RGB 图像对应的事件图像可以表示为： $F_e(x, y) = \sum_{t_{e0} \leq t \leq t_{e0} + t_e} events(x, y, t)$ ，将该事件图像划分为多个相同大小且不重叠的多个宏块，用运动宏块的个数来计算运动区域的大小，当且仅当事件图像上宏块包含的非 0 像素个数大于预设阈值 $threshold_3$ 时将这个宏块判定为运动宏块。如事件图像上一共包含  $16 \times 16$  个宏块， $threshold_3$  可以设置为 128。当运动区域包含的运动宏块个数超过 128 时，即需要补拍 RGB 图像，当不超过 128 时，则不需要补拍 RGB 图像或者通过其他方式判断是否需要补拍 RGB 图像等。

在一种可能的实施方式中，运动传感器所拍摄到的范围和 RGB 摄像头的拍摄范围可能不相同，在此场景中，在步骤 7302 之前，还需要对齐第一事件图像和多张 RGB 图像，使第一事件图像对应的拍摄范围与 RGB 图像对应的拍摄范围匹配。

7304、计算曝光参数。

其中，该曝光参数可以包括曝光时长、曝光量或者曝光级数等中的一项或者多项。

-135-

示例性地，计算曝光时长的方式可以包括：使用最短曝光图像对应的 DVS 数据估计过曝区域的真实像素值  $I'_e(x, y) = \sum_{t_{e0} \leq t \leq t_{e0} + t_e} p(x, y, t) * C$ 。其中 C 是 DVS 相机的门阈值，通常  $C=2$ ， $p(x, y, t) = \{-1, 0, 1\}$  是 t 时刻像素位置 (x, y) 处的带符号事件，相较于前一个时刻，光强减弱时事件为-1，光强增加时事件为 1，光强不变时没有事件发生，记为 0。基于相机响应曲线 (Camera Response Function, CRF)，曝光区域的曝光值为： $\hat{x}_e(x, y) = CRF^{-1}(\exp(I'_e(x, y)))$ ，根据曝光值估计最优曝光时长  $t^{opt} = \sum_{x, y} t_e * \frac{1}{2} * (Vmin + Vmax) / x_{e, y}$ 。其中， $Vmin=0$ ， $Vmax=255$ 。

此外，若某一张 RGB 图像的抖动程度高于第一预设值，在计算重拍使用的曝光参数时，可以直接使用该 RGB 图像对应的曝光参数。

10 又例如，此处计算曝光参数的方式，可以参阅前述实施方式中的调整曝光参数，如前述的步骤 5604、步骤 7404、图 60 或图 62 对应的实施例中所提及的调整曝光的方式等。

需要说明的是，步骤 7304 为可选步骤，可以重新计算曝光参数，如曝光时长、曝光量或者曝光等级等，也可以使用抖动程度大于第一预设值的 RGB 图像对应的曝光参数重新拍摄等。

15 7305、重新拍摄得到抖动程度不高于第一预设值的 RGB 图像。

其中，在补拍 RGB 图像时，可以使用运动传感器对拍摄范围内运动的对象的图像进行捕获，然后使用运动传感器捕获到的补拍 RGB 图像时的事件图像，来计算补拍的 RGB 图像对应的抖动程度。当该抖动程度高于第一预设值时，可以继续执行步骤 7303，直到补拍得到的 RGB 图像的抖动程度不高于第一预设值，或者补拍次数达到预设次数等。

20 若在步骤 7305 之前，执行了步骤 7304，即计算了曝光参数，则可以使用该曝光参数来补拍 RGB 图像，而若未执行步骤 7304，则可以使用抖动程度大于第一预设值的 RGB 图像对应的曝光参数进行拍摄，得到新的 RGB 图像，或者称为第二图像。

此外，若在拍摄范围内存在运动的对象的场景中补拍 RGB 图像，补充拍摄 RGB 图像的具体方式还可以参阅前述实施方式一，例如，可以通过 DVS 采集到的数据对拍摄范围内的对象的运动轨迹进行预测，从而根据预测结果来进行对焦，拍摄到更清晰的图像，此处不再赘述。

因此，在本申请实施方式中，利用动态感知摄像头（即运动传感器）采集到的信息自适应地调整曝光策略，即利用动态感知信息对拍摄范围内的纹理的高动态范围感知特性，自适应补充拍摄曝光时长合适的图像，提升相机捕捉强光区或者暗光区纹理信息的能力。

30 7306、根据每张 RGB 图像的抖动程度计算融合权重，并根据每张图像的融合权重融合多张 RGB 图像得到目标图像。

在得到多张抖动程度不超过第一预设值的 RGB 图像之后，根据每张 RGB 图像的抖动程度，来计算每张 RGB 图像对应的融合权重，并根据每张 RGB 图像的融合权重来对多张 RGB 图像进行融合，得到高清的目标图像。

35 在融合多张 RGB 图像的过程中，还可以对其不同曝光时长的 RGB 图像，以使融合后得到的目标图像更清晰。通常，可以采用计算光流、基于像素点或特征点来查找多张 RGB 图

像之间相对应的位置，并计算偏移量，根据偏移量来完成 RGB 图像的对齐。

例如，对齐 RGB 图像的具体方式可以包括：首先根据 event data 计算局部光流信息，计算方法如下：假设一个局部空间 $\Omega$ 内的事件图像数据  $p(x, y, t)$  在同一个平面上，用

$\pi = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix}$  来表示这个平面的参数。通过优化以下公式求解参数 a, b, c, d:

$$\pi_0 = \underset{\pi \in \mathbb{R}^4}{\text{arg min}} \sum_i \left| \pi^T \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \\ t_i \\ 1 \end{pmatrix} \right|$$

5 根据平面  $\Sigma_e = a x + b y + c t + d$ ，求解出这个局部空间 $\Omega$ 的局部偏移量  $(u, v) = (\frac{\partial x}{\partial \Sigma_e}, \frac{\partial y}{\partial \Sigma_e})$ ，根据 u 和 v 的值来对齐图像，即  $I_e(x, y) = I_{e+N}(x+u, y+v)$ ，其中  $I_e$  是较前拍摄的曝光图像， $I_{e+N}$  是在  $I_e$  之后拍摄的曝光图像， $N=1, 2, \dots$ ， $p(x, y, t)$  是  $I_e$  和  $I_{e+N}$  之间局部空间 $\Omega$ 内发生的事件数据， $\Omega$ 的空间分辨率为  $8*8$ 。对图像上每个局部空间 $\Omega$ 估计局部偏移量，完成对整张 RGB 图像的对齐。特别地，当 $\Omega$ 的分辨率为  $H*W$  时，

10 计算的是整张图像的全局偏移量。

在计算每张 RGB 图像的融合权重的过程中，可以为抖动程度低的 RGB 图像设置较高的融合权重，而为抖动程度较高的 RGB 图像设置较低的融合权重，从而使最终得到的目标图像所包括的信息更清晰。

15 为每张图像设置融合权重的方式可以有多种，如通过多张 RGB 图像的抖动程度的比例来设置每张 RGB 图像的融合权重，或者根据每张 RGB 图像的抖动程度的大小来设置每张 RGB 图像的融合权重等。

例如，为每张 RGB 图像设置初始的融合权重的方式可以表示为：

$$w_e(x, y) = \begin{cases} I_e(x, y) - Vmin, & \text{for } I_e(x, y) \leq 1/2(Vmin + Vmax) \\ Vmax - I_e(x, y), & \text{for } I_e(x, y) > 1/2(Vmin + Vmax) \end{cases}$$

$w_e(x, y)$  表示 RGB 图像的融合权重， $Vmin=0$ ， $Vmax=255$ 。

20 若在拍摄 RGB 图像时存在摄像头抖动或者拍摄范围内的对象处于运动状态等情况，则可以根据每张图像的抖动程度，调整每张图像的融合权重，例如，调整后的融合权重可以表示为：

-137-

$$w_e'(x,y) = g(Blur_e, BS_e, Blur_e(x,y), w_e(x,y)) \\ = \frac{(1 - Blur_e) * (1 - BS_e) * (1 - r(x,y)) * w_e(x,y)}{\sum_e (1 - Blur_e) * (1 - BS_e) * (1 - r(x,y)) * w_e(x,y)}$$

$Blur_e$ 为每张 RGB 图像的抖动程度， $BS_e$ 表示运动区域的大小。

通常，若 RGB 图像的抖动程度较高，即整体较模糊，且该 RGB 图像在事件图像中对应的时段内存在较大的运动区域，则该 RGB 图像的融合权值可以大幅度降低，以避免最终得到的目标图像中存在模糊的区域。而若 RGB 图像的抖动程度较低，即整体清晰，且该 RGB 图像在事件图像中对应的时段内存在较小或者不存在运动区域，则可以在初始融合权重的基础上增加该 RGB 图像的融合权重，以使最终得到的目标图像更清晰。

在一种可能的实施方式中，若每张 RGB 图像的第一抖动程度不高于第一预设值且高于第二预设值，则对每张第一图像进行去抖动处理，得到去抖动后的每张第一图像。具体地，去抖动的方式可以包括：AI 去抖算法、基于光流的去抖算法、USM (Unsharp Mask) 锐化算法等，具体可以根据实际应用场景进行调整，本申请对此并不作限定。因此，在本申请实施方式中，可以基于动态数据区分抖动情况，在没有抖动时直接融合，在抖动不强时自适应地对 RGB 图像进行去抖动，而在抖动强烈时补充拍摄 RGB 图像，使用了多种抖动程度的场景，泛化能力强。

示例性地，直接拍摄一帧图像可以如图 78 所示，而通过本申请提供的方法，结合事件图像对多张 RGB 图像进行融合得到的目标图像可以如图 79 所示，显然，由本申请提供的方法得到的图像更清晰，提升了用户体验。

因此，在本申请实施方式中，可以通过事件图像，来量化拍摄 RGB 图像时的抖动程度，并根据每张 RGB 图像的抖动程度，确定每张 RGB 图像的融合权重。通常，抖动程度低的 RGB 图像对应的融合权重也就越高，从而使最终得到的目标图像包括的信息更倾向于更清晰的 RGB 图像，从而得到更清晰的目标图像。并且，针对抖动程度高的 RGB 图像，可以补拍 RGB 图像，得到抖动程度更低、更清晰的 RGB 图像，以使后续再进行图像融合时，可以使用更清晰的图像进行融合，进而使最终得到的目标图像也更清晰。

为便于理解，下面以一个更具体的场景对本申请提供的图像处理的方法的流程进行详细说明。

本申请提供的图像处理的方法可以由手机或者相机等设置有或者连接了摄像头和运动传感器，如 DVS 的设备来执行，以下以手机为例进行说明。

如图 80 所示，在用户使用手机进行拍摄的场景中，用户可以打开 HDR 模式，通过 HDR 模式来拍摄更清晰的图像。

用户点击拍摄按钮之后，短时间内保持手机不动，此时手机可以使用不同的曝光时长来拍摄多张 RGB 图像。在此过程中，若某一张或多张 RGB 图像的抖动程度高于预设值，则可以补充拍摄 RGB 图像，从而增加新的 RGB 图像。在补拍 RGB 图像的过程中，可以使用抖动程度高于预设值的 RGB 图像对应的曝光时长，也可以使用在此基础上降低曝光等级后的曝光时长，从而得到更清晰的补充 RGB 图像。

若 RGB 图像的抖动程度不高于预设值，而大于 0，则可以对 RGB 图像进行去抖动处理，从而得到更清晰的 RGB 图像，且相对于补拍 RGB 图像可以提高得到最终的目标图像的效率。

若所有 RGB 图像的抖动程度都不超过预设值，则无需补充拍摄 RGB 图像和去抖动处理。

然后根据每张 RGB 图像的抖动程度，为每张 RGB 图像分配融合权重。通常，抖动程度较高的 RGB 图像，对应的权重值也越小，抖动程度低的 RGB 图像，对应的权重值也就越大，从而使最终得到的目标图像所包括的信息更倾向于更清晰的 RGB 图像所包括的信息，使最终得到的目标图像更清晰，提高用户体验。且若该目标图像用于后续的图像识别或者特征提取等，得到的识别结果或者提取到的特征也更准确。

除此之外，以上方法（即 HDR 模式的拍摄场景下获取图像的方式）将 DVS 传感器和 RGB 摄像头协同生成的高质量图像的方式，还可以应用于高帧率视频应用（High frame rate video, HFR video）的场景中，利用 DVS 的去运动模糊和 HDR 特性提升 HFR 中每一帧的图像质量，以增强图像的质量。同时，RGB 传感器以固定帧率拍摄图像序列（视频），利用两帧 RGB 图像之间的 DVS 事件辅助重构高帧率视频，可以提升视频帧率。

参阅图 115，本申请提供一种图像处理装置的一种结构示意图，该图像处理装置可以包括：

运动传感器 11501，用于检测目标对象的运动信息，运动信息包括目标对象在预设范围内进行运动时的运动轨迹的信息，预设范围为摄像头拍摄范围；

计算模块 11502，用于根据运动信息确定对焦信息，对焦信息包括对预设范围内的目标对象进行对焦的参数；

拍摄模块 11503，用于根据对焦信息在预设范围中对目标对象进行对焦，并用于拍摄预设范围的图像。

在一种可能的实施方式中，计算模块 11502 可以是与运动传感器 11501 耦合的模块，或者设置于运动传感器 11501 内部的模块。

在一种可能的实施方式中，对焦信息包括对焦区域的信息；计算模块 11502，具体用于：根据运动信息对预设时长内目标对象的运动轨迹进行预测，得到预测区域；根据预测区域确定对焦区域。

在一种可能的实施方式中，计算模块 11502，具体用于：若预测区域符合预设条件，则将预测区域作为对焦区域，并触发拍摄模块 11503 进行对焦；若预测区域不符合预设条件，则重新根据运动信息对预设时长内目标对象的运动轨迹进行预测，得到新的预测区域，并根据所述新的预测区域确定所述对焦区域。

可以理解为，当计算模块 11502 确定预设区域符合预设条件时，即将该预设区域作为对焦区域，如将该预设区域作为对焦区域或者确定比该预设区域大的范围作为对焦区域等，并触发拍摄模块进行拍摄。在此之前，摄像模块可以处于关闭状态，例如，若摄像模块包括摄像头，在计算模块 11502 触发拍摄之前，如预设区域不符合预设条件，则该摄像头可以处于关闭状态，从而减少摄像头的功耗，节省资源。

在一种可能的实施方式中，运动信息还包括目标对象的运动方向和运动速度中的至少一种；

计算模块 11502，具体用于根据目标对象在预设范围内进行运动时的运动轨迹，以及运动方向和/或运动速度对预设时长内目标对象的运动轨迹进行预测，得到预测区域。

在一种可能的实施方式中，计算模块 11502，具体用于：根据运动区域，以及运动方向和/或运动速度，拟合出目标对象的运动区域的中心点随时间变化的变化函数；根据变化函数计算出预测中心点，预测中心点为预测得到的预设时长内目标对象的所在区域的中心点；根据预测中心点得到预测区域。

5 在一种可能的实施方式中，拍摄模块 11503 包括 RGB 摄像头；

拍摄模块 11503，具体用于将 RGB 摄像头的多个对焦点中，与对焦区域的中心点的范数距离最小的至少一个点作为对焦点进行对焦。

10 在一种可能的实施方式中，对焦信息包括对焦区域的信息，运动区域中包括目标对象的当前所在的区域，计算模块 11502，具体用于将目标对象的当前所在的区域作为对焦区域。

在一种可能的实施方式中，拍摄模块 11503，还用于在拍摄模块 11503 拍摄预设范围的图像之前，获取曝光参数，根据曝光参数拍摄预设范围的图像。

在一种可能的实施方式中，拍摄模块 11503，具体用于根据运动信息获取曝光参数，其中，曝光参数包括曝光时长，曝光时长与目标无图的运动速度呈负相关关系。

15 在一种可能的实施方式中，拍摄模块 11503，具体用于根据光照强度获取曝光参数，其中，曝光参数包括曝光时长，预设范围内的光照强度的大小与曝光时长呈负相关关系。

在一种可能的实施方式中，图像处理装置还可以包括：

增强模块 11504，用于在拍摄模块拍摄预设范围的图像之后，根据监测到的目标对象与图像对应的运动的信息，对预设范围内的图像进行融合，得到预设范围内的目标图像。

20 在一种可能的实施方式中，运动传感器 11501 可以包括动态视觉传感器 DVS，DVS 用于对预设范围内的目标对象的运动情况进行监测，得到运动信息。

参阅图 116，本申请还提供一种图像处理装置，包括：

25 获取模块 11601，用于获取第一事件图像和拍摄到的多张第一图像，所述第一事件图像包括在所述多张第一图像的拍摄时间段内预设范围中运动的对象的信息，具体可以通过运动传感器 11603 得到，所述多张第一图像对应的曝光时长不相同，所述预设范围为摄像头的拍摄范围；

处理模块 11602，用于根据所述第一事件图像计算所述多张第一图像中每张第一图像对应的第一抖动程度，所述第一抖动程度用于表示拍摄所述多张第一图像时摄像头抖动的程度；

30 所述处理模块 11602，还用于根据所述每张第一图像对应的第一抖动程度确定所述多张第一图像中每张第一图像的融合权重，其中，所述多张第一图像对应的第一抖动程度和融合权重呈负相关关系；

所述处理模块 11602，还用于根据所述每张第一图像的融合权重融合所述多张第一图像，得到目标图像。

35 在一种可能的实施方式中，所述处理模块 11602，还用于在所述根据所述第一抖动程度确定所述多张第一图像中每张第一图像的融合权重之前，若所述第一抖动程度不高于第一预设值且高于第二预设值，则对所述每张第一图像进行去抖动处理，得到去抖动后的所

述每张第一图像。

在一种可能的实施方式中，所述获取模块 11601，还用于若所述第一抖动程度高于第一预设值，则重新拍摄得到第二图像，所述第二图像的第二抖动程度不高于所述第一预设值；

5 所述处理模块 11602，具体用于根据所述每张第一图像的第一抖动程度计算所述每张第一图像的融合权重，以及根据所述第二抖动程度计算所述第二图像的融合权重；

所述处理模块 11602，具体用于根据所述每张第一图像的融合权重和所述第二图像的融合权重，融合所述多张第一图像和所述第二图像，得到所述目标图像。

10 在一种可能的实施方式中，所述获取模块 11601，还用于所述重新拍摄得到第二图像之前，获取第二事件图像，所述第二事件图像为在获取所述第一事件图像之前得到；

根据所述第二事件图像包括的信息计算得到曝光参数，所述曝光参数用于拍摄所述第二图像。

15 在一种可能的实施方式中，所述获取模块 11601，具体用于：将所述第一事件图像切分为多个区域，以及将第三图像切分为多个区域，所述第三图像为所述多张第一图像中曝光值最小的第一图像，且所述第一事件图像所包括的多个区域与所述第三图像包括的多个区域的位置相对应，所述曝光值包括曝光时长、曝光量或者曝光级数中的至少一种；计算所述第一事件图像中的每个区域是否包括第一纹理信息，以及所述第三图像中每个区域是否包括第二纹理信息；若所述第一事件图像中的第一区域包括所述第一纹理信息，且所述第三图像中与所述第一区域对应的区域不包括所述第二纹理信息，则根据所述曝光参数进行拍摄，得到所述第二图像，所述第一区域时所述第一动态区域中的任一区域。

## (2) DVS图像和RGB图像融合

25 拍照技术常见于手机和相机等终端设备，是一种感光器件在一段时间（设定的曝光时间）内接收光子（自然光）并量化为数字信号（比如 0-255）的过程，感光器件也可称为感光元件或图像传感器，是组成数字摄像头的重要组成部分，若根据元件的不同，可分为电荷耦合元件（charge coupled device, CCD）和金属氧化物半导体元件（complementary metal-oxide semiconductor, CMOS）两大类；若根据拍摄的光学图像类型的不同，则可分为彩色传感器和运动传感器两大类，其中，彩色传感器也可称为 RGB 传感器，运动传感器可以是运动检测视觉传感器（motion detection vision sensor, MDVS），也可简称为动态视觉传感器（dynamic vision sensor, DVS）。

30 在手机等智能终端设备的带动下，图像传感器得到了快速发展，而随着图像传感器使用种类的不断丰富，一台终端设备上配备的图像传感器的类型和传感感测功能越来越多，这使得终端设备所能处理的使用场景也越来越广泛，因此，如何构建一个感测功能丰富的图像传感器，以及在拍照过程中，针对不同使用场景如何对图像传感器获取的数据进行处理、如何输出数据、输出何种数据等均成为亟待解决的问题。

35 通常，图像传感器采集到的信息可以用于进行图像重建、目标检测、拍摄运动对象、使用运动的设备进行拍摄、拍摄去模糊、运动估计、深度估计或者进行目标检测识别等等

场景。目前，在手机等智能终端设备的带动下，图像传感器得到了快速发展，而随着图像传感器使用种类的不断丰富，一台终端设备上配备的图像传感器的类型和传感感测功能越来越多，这使得终端设备所能处理的使用场景也越来越广泛，因此，如何构建一个感测功能丰富的图像传感器，以及在拍照过程中，针对不同使用场景如何对图像传感器获取的数据进行处理、如何输出数据、输出何种数据等均成为亟待解决的问题。

基于此，本申请实施例结合彩色传感器和运动传感器各自的优势，构建一种新的图像传感器，并提供一种新的数据处理方法，用于实现多种应用模式下的数据采集和数据输出，使得构建的新的图像传感器支持的功能更丰富强大、使用场景更广泛。下面将从以下三个方面对本申请实施例的内容进行阐述，第一方面，如何基于已有的感光单元（即传感器像素）或已有的图像传感器构建感测功能更强大的图像传感器新结构，其中涉及到新的图像传感器的芯片架构、电路结构以及对应的工作流程；第二方面，基于新构建的图像传感器，如何实现数据采集和数据输出，其中涉及到新的数据处理算法和不同的应用模式，以及针对不同的数据融合方式开发适配的算法对相应的数据流进行处理。第三方面，是输出数据的一种应用实例，即如何高效、准确的对拍摄到的图像进行运动物体（也可称为运动前景）移除。具体地，第二方面的具体实现又可分为以下几点：1）基于新构建的图像传感器，不同应用模式下如何实现数据采集；2）不同应用模式下如何输出数据、输出何种数据等。具体地，不同输出模式下，配合新的算法，可以实现高质量图像重建，例如，可以是高帧率图像重建、高动态范围（high dynamic range, HDR）图像重建，或者实现低功耗目标检测和识别功能，并将这些语义信息和图像关联起来等，从而为用户提供更好的体验。需要注意的是，为便于理解，在以下的实施例中，均以运动传感器为DVS为例进行说明。

#### （1）、构建图像传感器新结构及工作流程

由于本申请实施例涉及了许多关于图像传感器的相关知识，为了更好地理解本申请实施例的方案，下面先对本申请实施例可能涉及的相关术语和概念进行介绍。应理解的是，相关的概念解释可能会因为本申请实施例的具体情况有所限制，但并不代表本申请仅能局限于该具体情况，在不同实施例的具体情况可能也会存在差异，具体此处不做限定。

由于任意成像系统的目的都是获取能够满足要求的图片，在一个成像系统中，图形处理器的任务就是为相应的成像系统提取足够高质量的图片信息，具体地，成像物镜将外界照明光照射下的（或自身发光的）景物成像在物镜的像面上，形成二维空间的光强分布（光学图像），而能够将二维光强分布的光学图像转变成一维时序电信号的传感器就称为图像传感器。在图像传感器中，每一个感光单元对应一个像素（Pixels），一个图像传感器上包含的像素数量越多，代表着它能够感测到更多的物体细节，从而图像就越清晰，也就是其提供的画面分辨率越高。市面上主流的摄像头大都是采用30万像素的图像传感器，即在图像传感器中一共有大约30万个感光单元。与之对应的成像分辨率为 $640 \times 480$ （即等于307200个像素）。如图81所示，示意的是两个传统的彩色传感器，其中，传感器A包括 $5 \times 5 = 25$ 个感光单元（仅为示意），对应拍摄到的图像A就包括25个像素值，每个像素值基于对应位置上的感光单元得到，而传感器B包括 $10 \times 10 = 100$ 个感光单元（仅为示意），同样地，对应拍摄到的图像B就包括100个像素值，每个像素值也是基于对应位置上的感光单元得到。



这里需要注意的是，DVS与上述图81对应的彩色传感器类似，一个DVS也包括有多个感光单元，每个感光单元也对应图像上的一个像素点，与传统的彩色传感器不同的地方在于两种图像传感器中感光单元的工作原理不同，具体的，传统的彩色传感器是按帧格式输出全幅图像，而DVS借鉴人类视网膜的三层模型，每个像素独立异步工作，没有帧和曝光时间的概念，DVS只能捕捉动态变化，当拍摄的场景没有任何变化时，摄像头无输出（不考虑噪声），因此不能捕捉静态信息。

当本申请实施例所提及的至少一帧事件图像为多帧事件图像时，可以是同一时间窗口的事件图像，也可以是不同时间窗口的事件图像，例如，事件图像1是 $[t_1, t_2]$ 时段内的事件图像，事件图像2是 $[t_2, t_3]$ 时段内的事件图像。当然，该至少一帧事件图像也可以是相同时段内不同区域的事件图像。例如，可以将DVS的监测区域划分为多个区域，基于每个区域内检测到的事件生成对应的事件图像。此外，不同像素位置、一段时间内的事件则构成事件数据流，也可简称为事件流。

示例性地，如前述图37所示，可以将时间窗口切分多个短时窗口，如图37中所示的k个短时窗口，每个时间窗口可以对应一帧事件图像。切分的方式可以是按照设定的时长进行切分，也可以是按照随机的时长进行切分，或者按照运动轨迹变化情况进行切分等，具体可以根据实际应用场景进行调整。在切分得到k个短时窗口之后，分析每个短时窗口中的事件的位置，确定目标对象在每个短时窗口中所在的区域，如短时窗口1中的运动区域为如图37中所示的运动区域1，短时窗口k中的运动区域为图37中所示的运动区域k。然后通过短时窗口1-k中运动区域的变化情况，确定目标区域的运动区域以及运动特性，如运动方向或者运动速度等。此外，整个时间窗口（即图37中下方的实线矩形框）内不同像素位置的事件就构成事件数据流。

在用户的日常拍照活动中，时常会有运动物体（可称为运动前景）出其不意的出现在拍摄范围中，从而影响拍照效果，目前市面上有一些运动物体移除的方法，例如，Lumia手机通过拍摄一段时长的动态照片（比如2秒），并基于该动态照片进行照片拼接，在一定场景下能够实现运动物体的移除，这种方式对拍摄时机要求高，需要稳定拍摄一段时间（比如上述所述的2秒），并且移除的效果不佳，对于高速运动的物体无法识别并移除。基于此，如何高效、准确的对拍摄到的图像进行运动物体移除，成为亟待解决的问题。

本申请实施例提供了一种数据处理方法，具体来说，是提供了一种图像处理方法，用于高效、准确的对拍摄到的图像进行运动物体移除。

首先，本申请提供的图像处理方法的具体流程可以包括：首先，获取事件流和一帧第一RGB图像，该事件流包括至少一帧事件图像，该至少一帧事件图像中的每帧事件图像由目标对象在运动传感器的监视范围内进行运动时的运动轨迹信息生成，该第一RGB图像为在曝光时长内被摄像头捕捉到的每个时刻下拍摄场景的叠加；根据该事件流构建蒙版，蒙版用于确定每帧事件图像的运动区域；根据事件流、第一RGB图像和蒙版得到第二RGB图像，该第二RGB图像就为去除了目标对象（即去除了运动物体）的RGB图像。在本申请实施例中，可以只基于一张RGB图像和事件流去除运动物体，从而得到无运动物体的RGB图像，相比现有技术中需要通过多张RGB图像和事件流才能去除运动物体的方式，只需要用

户拍摄一张 RGB 图像，用户体验更佳。

运动物体移除在摄影、检测识别、背景建模、全景拼接等应用上都有很强的意义，例如，在手机拍照等应用场景中，当用户想要拍摄一些风景照片时，有时候在拍摄过程中，拍摄区域内会存在众多行人（如，在人员众多的风景区），那么通过运动物体移除就可得到符合用户要求的风景照；又例如，在监控场景中，可以使用背景减除的方式分离背景与前景（即运动前景），从而可以快速的达到运动物体检测的目的；还例如，在全景拼接场景中，全景拼接时涉及到运动物体的多张照片拼接，需要将运动前景移除。

下面对本申请提供的图像处理方法进行详细介绍。具体请参阅图 82，图 82 为本申请实施例提供的图像处理方法的流程示意图，该方法可以包括如下步骤：

10 8201、获取事件流和第一 RGB 图像。

首先，通过具备运动传感器（如，DVS）和 RGB 传感器的摄像头分别获取到事件流和第一 RGB 图像（可称为第一 RGB 图像），其中，获取到的事件流包括至少一帧事件图像，该至少一帧事件图像中的每帧事件图像都是由目标对象（即运动物体）在运动传感器的监视范围内进行运动时的运动轨迹信息生成，而该第一 RGB 图像为在曝光时长内被摄像头捕捉到的每个时刻下拍摄场景的叠加。

为便于理解，下面分别对如何获取事件流和第一 RGB 图像进行说明。

#### a. 获取事件流的过程

首先，通过运动传感器获取运动信息，具体地，可以通过运动传感器对目标对象在运动传感器的检测范围内的运动情况进行监测，得到检测范围内的目标对象的运动信息。其中，目标对象是检测范围内运动的物体，目标对象的数量可以是一个或者多个，该运动信息可以包括目标对象在检测范围内进行运动时的运动轨迹的信息。例如，该运动信息中可以包括目标对象在检测范围内进行运动时，目标对象的运动轮廓、所在的区域的大小或者角点在检测范围内的坐标等信息。

为便于理解，以下将目标对象在检测范围内进行运动时，目标对象在检测到的每一时刻中所在的区域称为目标对象的运动区域。该运动区域例如，若目标对象为行人，且行人正在进行全身运动，则运动区域内可以包括行人的全身，若行人仅手臂运动，则目标对象可以仅仅是行人的手臂，运动区域可以包括行人的手臂部分。

之后，根据运动信息生成事件图像，也就是说，在得到运动信息之后，根据运动传感器在检测范围内所采集到的信息生成至少一帧事件图像。通常，运动信息中可以包括一段时长内目标对象在检测范围内运动的轨迹的信息，运动信息可以被视作事件，则一段时间内获取到的运动信息构成事件流。取事件流中的一个时间窗口对应的全部运动信息按照对应坐标映射至同一图像中，得到事件图像。

示例性地，该事件图像可以参阅前述图 35-37 及其相关介绍，此处不再赘述。

可选地，本实施例所提及的事件图像可以通过前述图 38-图 44 对应的方法流程来进行优化，从而得到更清晰的事件图像。

为便于理解，以下举例示意，请参阅图 83，运动传感器因为其不需要曝光的特性，可以以极高的时间分辨率将运动中的闪电捕捉，例如，在一个极小的时间窗口内（可以看做

某一时刻  $t_k$ ), 运动传感器可以捕捉到一个闪电所在位置的清晰轮廓, 那么在曝光时间 (假设为  $[t_1, t_2]$ ) 内闪电的运动轨迹被不断捕捉, 从而形成了如图 83 所示的事件流。

b. 获取一帧第一RGB图像的过程

第一 RGB 图像则可通过彩色传感器获取, 当开启了彩色传感器, 那么摄像头就可通过该彩色传感器获取到一帧第一 RGB 图像, 彩色传感器在获取图像时, 其原理决定了其获取的图像是一段曝光时间内场景的叠加。假设将该第一 RGB 图像记为 I, 那么图像 I 就表示拍摄场景 f 从  $t_1$ 时刻到  $t_2$ 时刻之间的曝光结果, 这里是假设曝光时长为  $[t_1, t_2]$ , 且拍摄场景 f 指的是摄像头拍摄范围内的真实的清晰场景的图像。如图 84 所示, 图 84 示意的是图像 I 以及图像 I 在曝光时刻为  $t_1$ 时对应的拍摄场景  $f(t_1)$ 和曝光时刻为  $t_2$ 时对应的拍摄场景  $f(t_2)$ , 图像 I 表示的拍摄场景 f 从  $t_1$ 时刻到  $t_2$ 时刻之间的曝光结果的叠加, 可见多个拍摄场景曝光叠加后得到的图像 I 是一张模糊图像。

8202、根据事件流构建蒙版。

获取到事件流和第一 RGB 图像后, 就可以根据事件流构建蒙版, 蒙版用于确定事件流中的每帧事件图像的运动区域, 也就是用于确定 RGB 图像中运动物体所处的位置。如图 85 所示, 灰色区域为静态区域, 也可称为背景区域, 黑色区域则为运动区域。

需要说明的是, 本申请将基于事件流 E 构建蒙版 M(t) 的过程记为 g(x), 对于 x 时刻的拍摄场景 f(x) 而言, 因为其运动已被运动传感器记录在事件流 E 中, 因此蒙版 M(t) 可以表示为:  $M(t) = g(E(t + \Delta t))$ , 其中,  $E(t + \Delta t)$  可表示为  $\int_{x-\Delta t}^{x+\Delta t} e(s) ds$ , 如图 86 所示。g(x) 作为表示构建蒙版的方法, 可以采用很多种实现方式, 例如, 可以通过形态学的方式, 使用事件图像的位置信息构建连通区; 也可以是选用带有时间衰减的函数将一段时长内产生的事件图像的区域给与不同权重, 据此得到蒙版; 还可以是通过将空间邻域内一段时长内产生的事件图像数量超过预设阈值的区域记为 0 (表示运动区域), 未超过预设阈值的区域记为 1 (表示背景区域), 以此方式来构建蒙版。在本申请实施例中, 对构建蒙版的具体实现方式不做限定。

为便于理解, 这里对其中一种构建蒙版的具体实现方式进行说明: 首先, 可将运动传感器的监视范围划分为多个预设邻域 (设为邻域 k), 然后, 在每个邻域 k 范围内, 当事件流在预设时长  $\Delta t$  范围内的事件图像数量超过阈值 P, 则确定对应的该邻域为运动区域, 该运动区域可标记为 0, 若事件流在预设时长  $\Delta t$  范围内的事件图像数量没有超过阈值 P, 则确定对应的该邻域为背景区域, 该背景区域可标记为 1, 具体可如下述公式 (18) 所示:

$$M_{xy}(t) = \begin{cases} 1, & \text{if } \sum_{t-\Delta t < s < t+\Delta t} \sum_{|i-x| < k, |j-y| < k} e_{ij}(s) < P \\ 0, & \text{else} \end{cases} \quad (18)$$

其中,  $M_{xy}(t)$  表示 t 时刻下蒙版 M 在 (x, y) 位置的取值,  $e_{ij}(s)$  表示事件流中 s 时刻的事件图像 e 在 (i, j) 位置记录的事件 (属于事件流)。

8203、根据事件流、第一 RGB 图像和蒙版得到第二 RGB 图像, 第二 RGB 图像为去除目标对象的 RGB 图像。

根据上述步骤得到事件流、第一 RGB 图像和蒙版之后, 就可以根据该事件流、第一 RGB 图像和蒙版得到第二 RGB 图像, 第二 RGB 图像为去除目标对象的 RGB 图像, 如图 87 所示,

-145-

图 87 就为图像 I 对应的去除了运动物体的图像 I'。

下面具体介绍如何根据事件流、第一 RGB 图像（也可称为图像 I）和蒙版得到第二 RGB 图像。

5 首先，介绍如何通过含有运动模糊的图像 I 和事件流 E 计算得到不含运动模糊的图像  $f(t_1)$ ，具体地，可通过如下一系列公式得到：

$$I = \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} f(t) dt \quad (19)$$

$$e_{xy}(t) = \sigma \delta_{t_0}(t) \quad (20)$$

$$E(t) = \int_{t_1}^t e(s) ds \quad (21)$$

$$\log f(t) = \log f(t_1) + c \cdot E(t) \quad (22)$$

$$I = \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} f(t_1) \cdot e^{c \cdot E(t)} dt \quad (23)$$

$$I = \frac{f(t_1)}{T} \int_{t_1}^{t_2} e^{c \cdot \int_{t_0}^t e(s) ds} dt \quad (24)$$

$$\log f(t_1) = \log I - \log \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} e^{c \cdot \int_{t_0}^t e(s) ds} dt \quad (25)$$

其中，彩色传感器的拍照原理决定了其拍摄的结果为曝光时间内的所有时刻对应场景的叠加，即如果所拍摄场景在 t 时刻对应的标准清晰图像为 f(t)，则图像 I 是由  $t_1$  到  $t_2$  时刻的 f(t) 积分而来，也就是上述的公式 (19) 所示  $I = \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} f(t) dt$ ，如图 84 中的图像 I 所示：每个闪电表示真实的某个时刻下运动物体所处的位置，因为曝光时间长，闪电移动到不同的位置被相机捕捉了多次，并最终拍出了一张模糊的照片。

10 而运动传感器因为其不需要曝光的特性，可以以极高的时间分辨率将运动中的闪电捕捉，具体可表示为上述公式 (20) 所示，运动传感器将离散的运动信息，也就是离散的事件  $(x, y, \sigma, t_0)$ ，其中 x, y 表示光强变化的坐标，p 表示光强变化的方向，t 表示发生变化的时间。用  $e_{xy}(t)$  来表示 (x, y) 位置上关于时间 t 的连续函数，则有  $e_{xy}(t) = \sigma \delta_{t_0}(t)$ ，  
 15  $\delta_{t_0}(t)$  表示的是一个在  $t_0$  时刻积分为 1 的冲击函数， $\sigma$  表示在  $t_0$  时刻是否有光强变化，即如果在对数域上光强相比参考光强变化大于阈值 c，则  $\sigma = 1$ ，若小于阈值的相反数 -c，则  $\sigma = -1$ 。其他情况则  $\sigma = 0$ 。后续以 e(t) 表示 (x, y) 位置的  $e_{xy}(t)$ 。例如，在一个极小的时间窗内（可以看作某一时刻  $t_k$ ，DVS 可以捕捉到一个闪电所在位置的清晰轮廓，轮廓上的

一个点可以表示为 $e(t_k)$ ，如图 83 中的每个闪电的轮廓，那么在曝光时间内闪电的运动被不断的捕捉，从而形成了事件图像，具体事件图像中每个像素点的值可表示为上述公式 (21)

所示： $E(t) = \int_{t_1}^t e(s)ds$ 。

又因为事件产生的原理是在对应像素位置上光强的  $\log$  值变化达到  $c$  值，即下述公式 (29) 所示：

$$e_{xy} := \begin{cases} 1, & \text{if } (\log_{xy} f(t) - \log_{xy} f(t_0)) > c \\ -1, & \text{if } (\log_{xy} f(t) - \log_{xy} f(t_0)) \leq c \end{cases} \quad (26)$$

真实清晰图像 $f(t_1)$ 与  $t$  时刻的真实清晰图像 $f(t)$ ，可以表示为 $f(t_1)$ 不断叠加光强变化，即上述公式 (22) 所示： $\log f(t) = \log f(t_1) + c \cdot E(t)$ 。将公式 (22) 代入公式 (19)，就可得到公式 (23)，再将公式 (21) 代入公式 (23)，就可得到公式 (24)，将公式 (24) 进行移项等操作，就可得出由模糊图像  $I$  和事件流  $e$  得出真实清晰图像 $f(t_1)$ 的公式 (25) 所

示： $\log f(t_1) = \log I - \log \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} e^{c \cdot \int_{t_0}^t e(s)ds} dt$ 。

因此，当通过摄像头拍摄到不同时刻的多张图像时，这里以拍摄到的两帧图像  $I_1$  和  $I_2$  为例进行说明，请参阅图 88，如果已知每张图像中运动物体的位置为 $ROI_1$ 、 $ROI_2$ ，可分别得出背景区域为 1 运动区域为 0 的蒙版 $M_1$ 、 $M_2$ 。那么可以通过将不同时刻不同运动区域的图像组合的方式，得到一张无运动物体的图像，该无运动物体的图像可表示为 $I'$ ，具体可如下公式 (27) 所示：

$$I' = \frac{I_1 * M_1 + I_2 * M_2}{M_1 + M_2} \quad (27)$$

由两张图像的情况就可推导出若拍摄的是  $n$  张图像的情况下，得到无运动物体的图像 $I'$ 的表达方式，如图 (28) 所示：

$$I = \frac{\sum_{i=1,2,\dots,n} I_i * M_i}{\sum_{i=1,2,\dots,n} M_i} \quad (28)$$

上述公式 (27) 和公式 (28) 都需要至少用户手动拍摄至少两张图像才能得到一张无运动物体的图像 $I'$ ，如果在一些允许拍摄时间很短的情况下，比如，拍摄烟花在空中绽放的图像、拍摄飞机高速从窗口飞过的图像等，这些拍摄场景在可拍摄范围的存在时间非常短，用户可能只来得及拍摄到一张图像，此时可通过如下方式得到无运动物体的图像 $I'$ ：首先，假设将拍摄到的图像记为  $I$ ，那么图像  $I$  就表示拍摄场景  $f$  从  $t_1$ 时刻到  $t_2$ 时刻之间的曝光结果，这里是假设曝光时长为 $[t_1, t_2]$ ，且拍摄场景  $f$  指的是摄像头拍摄范围内的真实的清晰场景的图像，即  $f(t)$  表示一副无任何运动模糊的理想图像，那么去除运动前景的图像 $I'$ 就可表示为如下公式 (29) 所示：

$$I' = \frac{\int_{t_1}^{t_2} f(t) \cdot M(t) dt}{\int_{t_1}^{t_2} M(t)} \quad (29)$$

其中， $M(t)$ 表示图像 I 在 t 时刻时的蒙版，蒙版的构建方式可如上述公式 (18) 所示，此处不予赘述。

而已知由模糊图像 I 和事件流 e 得出理想真实清晰图像 $f(t_1)$ 的过程如上述公式 (25) 所示，也就是经过一系列变换可得到如下公式 (30) 至公式 (32)：

$$f(t) = f(t_1) \cdot e^{c \cdot \int_{t_1}^{t_2} e(s) ds} \quad (30) \quad f(t_1) = I / \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} e^{c \cdot \int_{t_1}^t e(s) ds} dt \quad (31)$$

$$f(t) = \frac{I \cdot e^{c \cdot \int_{t_1}^{t_2} e(s) ds}}{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} e^{c \cdot \int_{t_1}^t e(s) ds} dt} \quad (32)$$

结合上述公式 (29)、公式 (32)，最终可得出当只拍摄到一张图像 I 时，如何得到对应的无运动物体的图像 $I'$ ，具体可如公式 (33) 所示：

$$I' = \frac{I \cdot \int_{t_1}^{t_2} e^{c \cdot \int_{t_1}^{t_2} e(s) ds} \cdot M(t) dt}{\int_{t_1}^{t_2} M(t) \cdot \int_{t_1}^{t_2} e^{c \cdot \int_{t_1}^t e(s) ds} dt} \quad (33)$$

需要说明的是，上述所述的根据一张图像 I 得到一张无运动物体的图像 $I'$ 的过程中，首先需要用户手动触发摄像头拍摄得到一张图像 I，然而在一些应用场景中，如图 89 所示，当拍照过程中运动物体运动较小时，在  $t_1$ 时刻和在  $t_2$ 时刻，两个时刻的运动物体重叠区域过大，会导致通过上述方式无法移除运动物体或者移除效果不好。因此，在本申请的一些实施方式中，还提供了一种图像处理方法，该图像处理方法与上述图像处理方法不同的地方在于：可以通过判断运动传感器采集的运动数据是否存在运动突变，当存在运动突变时，则触发摄像头拍摄第三 RGB 图像（如图 90 所示），之后，再根据上述步骤 8201 至步骤 8202 类似的方式获取事件流和第一 RGB 图像，并根据事件流构建蒙版（请参阅上述步骤 8201-8202，具体此处不予赘述），最后再根据事件流、第一 RGB 图像、第三 RGB 图像和蒙版得到无运动前景的第二 RGB 图像。得到的第三 RGB 图像由于是通过运动突变情况下触发摄像头自动抓拍的，灵敏度高，从而可以在用户察觉到运动物体变化之初就能得到一帧图像，该方案可与上述公式 (33) 提出的单张图像 I 中运动物体移除的方法相结合，得到如下公式 (34) 所示的基于摄像头自动抓拍的第三 RGB 图像（即图像  $B_k$ ）和用户手动拍摄的第一 RGB 图像（即图像 I）移除图像中运动物体的方法：

$$I' = \frac{I \cdot \int_{t_1}^{t_2} e^{c \cdot \int_{t_1}^{t_2} e(s) ds} \cdot M(t) dt + \sum_{k=1,2,\dots} B_k * M_k}{\int_{t_1}^{t_2} M(t) \cdot \int_{t_1}^{t_2} e^{c \cdot \int_{t_1}^t e(s) ds} dt + \sum_{k=1,2,\dots} M_k} \quad (34)$$

其中，图像  $B_k$ 表示在曝光时间内，在 k 时刻触发摄像头拍摄到的一张第三 RGB 图像，如果在曝光时间内存在 3 次运动突变，则对应 3 个 k 时刻，每个 k 时刻下均会触发摄像头拍摄到一张第三 RGB 图像， $M_k$ 则表示在 k 时刻时，基于图像  $B_k$ 构建得到的蒙版。因此，如图 91 所示，基于运动突变触发摄像头抓拍到的图像  $B_k$ （一张或多张）和用户在一定曝光时间内主动拍摄得到的图像 I，可通过上述公式 (34)，得到一张无运动物体的图像 $I'$ 。

为便于理解本申请实施例所述的两种方式，下面以实例对本申请实施例所述的两种移除图像中运动前景的方式进行说明：图 92 为基于一帧第一 RGB 图像（即图像 I）和事件流 E 得到无运动物体的第二 RGB 图像（即图像 I'）的流程示意图和图像 I' 的表达形式，图 93 为基于一帧第一 RGB 图像（即图像 I）、运动突变触发拍摄得到的第三 RGB 图像（即一张或多张图像 B<sub>k</sub>）和事件流 E 得到无运动物体的第二 RGB 图像（即图像 I'）的流程示意图和图像 I' 的表达形式，从中可以看出，图 92 的模式是通过建立单张图像 I 和事件流 E 之间的关系，并基于对应构建的蒙版 M，计算得到去除了运动物体的图像 I'，具体的过程可以概括为：事件相机获取事件流 E，且用户拍照，通过 RGB 相机获取图像 I，对于事件流 E 中的不同时刻生成蒙版 M，并基于该图像 I、事件流 E 和蒙版 M，通过上述公式（33）计算出移除了运动物体的图像 I'；而图 93 的模式是通过运动传感器采集到的运动数据确定当存在运动突变情况时触发 RGB 相机抓拍图像 B<sub>k</sub>，以用于后续去除图像 I 中的运动物体，具体的过程可以概括为：事件相机获取事件流 E，通过分析事件流 E，确定监视范围内是否出现运动突变（如，出现新的运动物体），并触发 RGB 相机抓拍图像 B<sub>k</sub>，用户拍照，通过 RGB 相机获取图像 I，对于事件流 E 中的不同时刻生成蒙版 M，并基于该图像 I、图像 B<sub>k</sub>、事件流 E 和蒙版 M，通过上述公式（34）计算出移除了运动物体的图像 I'。

需要注意的是，在本申请的一些实施方式中，事件相机和 RGB 相机可以集成在一个相机中，也可以是两个独立的相机分别进行工作，具体此处不做限定。

此外，在本申请应用的拍照的场景中，还可以在显示界面中展示拍照时结合使用的传感器，例如，可以在显示界面中显示 DVS、IMU 或者红外等选择，由用户来选择是否开启这些传感器，从而得到与用户的期望符合的图像。例如，如图 94A 所示，当用户打开拍照界面时，可以在设置选项中选择摄像时的配置，如图 94B 所示，可以由用户选择是否打开 DVS、IMU 或者红外等，从而得到与用户的期望符合的图像或者视频。

在图 81 和图 94 所对应的实施例的基础上，为了更好的实施本申请实施例的上述方案，下面还提供用于实施上述方案的相关设备。具体参阅图 117，图 117 为本申请实施例提供的图像处理装置的一种结构示意图，该图像处理装置 11700 包括：获取模块 11701、构建模块 11702、处理模块 11703，其中，获取模块 11701，用于获取事件流和一帧第一 RGB 图像，所述事件流包括至少一帧事件图像，所述至少一帧事件图像中的每帧事件图像由目标对象在运动传感器的监视范围内进行运动时的运动轨迹信息生成，所述第一 RGB 图像为在曝光时长内被摄像头捕捉到的每个时刻下拍摄场景的叠加；构建模块 11702，用于根据所述事件流构建蒙版，所述蒙版用于确定所述每帧事件图像的运动区域；处理模块 11703，用于根据所述事件流、所述第一 RGB 图像和所述蒙版得到第二 RGB 图像，所述第二 RGB 图像为去除所述目标对象的 RGB 图像。

在本申请上述实施方式中，可以只基于一张 RGB 图像和事件流去除运动物体，从而得到无运动物体的 RGB 图像，相比现有技术中需要通过多张 RGB 图像和事件流才能去除运动物体的方式，只需要用户拍摄一张 RGB 图像，用户体验更佳。

在一种可能的设计中，所述获取模块 11701，还用于当所述运动传感器在第一时刻监测到所述监视范围内出现运动突变，触发所述摄像头拍摄第三 RGB 图像；所述处理模块

11703, 还用于根据所述事件流、所述第一 RGB 图像、所述第三 RGB 图像和所述蒙版得到第二 RGB 图像。

在本申请上述实施方式中, 可以通过判断运动传感器采集的运动数据是否存在运动突变, 当存在运动突变时, 则触发摄像头拍摄第三 RGB 图像, 之后再根据上述类似的方式获取事件流和第一 RGB 图像, 并根据事件流构建蒙版, 最后再根据事件流、第一 RGB 图像、第三 RGB 图像和蒙版得到无运动前景的第二 RGB 图像。得到的第三 RGB 图像由于是通过运动突变情况下触发摄像头自动抓拍的, 灵敏度高, 从而可以在用户察觉到运动物体变化之初就能得到一帧图像, 基于该第三 RGB 图像和第一 RGB 图像可以对运动物体实现更好的移除效果。

在一种可能的设计中, 所述运动传感器在第一时刻监测到所述监视范围内出现运动突变包括: 在所述监视范围内, 所述运动传感器在第一时刻采集到的第一事件流的产生区域与所述运动传感器在第二时刻采集到的第二事件流的产生区域之间的重叠部分小于预设值。

在本申请上述实施方式中, 具体阐述了运动突变的判定条件, 具备可实现性。

在一种可能的设计中, 所述构建模块 11702, 具体用于: 将所述运动传感器的监视范围划分为多个预设邻域; 在目标预设邻域内, 当所述事件流在预设时长内的事件图像数量超过阈值, 确定所述目标预设邻域为一个运动子区域, 所述目标预设邻域为所述多个预设邻域中的任意一个, 各个运动子区域构成所述蒙版。

在本申请上述实施方式中, 具体阐述了一种构建蒙版的方法, 简单易操作。

### (3) SLAM

传统 APS (Advanced Photo System) 摄像头, 主要基于类似背景减除的方法来定位运动目标并重点分析这部分关键信息, 最简单的实现方法是帧差法。而 DVS 能通过感知单个像素亮度的变化, 捕捉运动目标, 有着与帧差法几乎一样的效果, 但是具有更低的时延。DVS 摄像头在单个运动目标场景下能快速定位前景运动目标所在的矩形区域/mask, 比如镜头固定不动且拍摄的背景干净的监控场景下。示例性地, 可以参阅图 95, 图 95 为本申请实施例提供的传统摄像头与 DVS 所拍摄的场景对比示意图。其中, 图 95 中的 (a) 为传统 APS 摄像头所拍摄的场景示意图, 图 95 中的 (b) 为 DVS 所拍摄的场景示意图。

具体地, 使用 DVS 进行运动物体检测的流程如下文所述。

当画面中有运动物体出现或者场景存在光线变化时, DVS 对应区域产生事件(events)。通过将一段时间内(比如 1 秒)出现 events 的像素位置设置为 1, 没有 events 的像素位置设置为 0, 得到一张如图 95 中的 (b) 所示的二值图。在二值图上找到连通的矩形框区域。然后, 判断矩形框区域的大小, 当矩形框区域的面积 > 阈值 1 时, 认为是场景光线变化; 当阈值 2 > 矩形框区域的面积 > 阈值 1 时, 认为矩形框区域的面积太小, 是噪声, 比如风吹叶子晃动产生的运动区域; 当阈值 1 > 矩形框区域的面积 > 阈值 2 时, 进一步根据运动的连续性来判断是否是移动的物体。

可选的, 使用 DVS 传感器和 RGB 摄像头进行运动物体检测和识别的流程如下图所示:

当画面中有运动物体出现或者场景存在光线变化时, DVS 对应区域产生事件 events。通过将一段时间内(比如 1 秒)出现 events 的像素位置设置为 1, 没有 events 的像素位



置设置为 0，得到一张如图 95 中的 (b) 所示的二值图。在图上找到连通的矩形框区域。将矩形框区域膨胀一圈 ( $h*w*0.1$ ) 之后，找到 RGB 摄像头对应帧上的对应矩形区域，作为运动物体区域。使用现有 RGB 图像深度学习网络来识别运动物体区域内物体的类别。

一般来说，使用 DVS 进行运动物体检测，具有低时延的优势，因为 DVS 对高速运动物体敏感，可以快速捕捉运动事件，并进行响应分析，“时间分辨率”比 APS 更高。此外，DVS 传感器对物体运动高度敏感，受场景光强影响不大，即在过亮或者过暗的场景下，仍能进行运动物体识别信息。

将 DVS 应用于 SLAM 技术，能够提供跟精准的定位和地图重建功能。此功能在 AR 场景应用下十分有用。此外，基于 DVS 使得用户可以通过虚实融合看到物理空间的虚拟信息。

示例性地，基于 DVS 来使得用户看到物理空间的虚拟信息的一些例子如下文所述。

1、实际楼宇的虚拟标牌，楼宇出入口的虚拟呈现，园区服务设施的虚拟标牌等。如火车站、食堂、咖啡厅、便利店、母婴室、健身房、充电桩、取款机、卫生间等。

2、显示智慧信息，如室内场所的温度湿度、空气质量、楼宇人数、会议室名称、会议议题等。具体地，可以参阅图 96，图 96 为本申请实施例提供的一种应用了 DVS 的室内导航示意图。

3、3D 步行导航，支持室内外的实时步行导航。具体地，可以参阅图 97-图 99，图 97 为本申请实施例提供的一种应用了 DVS 的室外导航示意图；图 98a 为本申请实施例提供的一种应用了 DVS 的车站导航示意图；图 98b 为本申请实施例提供的一种应用了 DVS 的景点导航示意图；图 99 为本申请实施例提供的一种应用了 DVS 的商场导航示意图。

具体的，在全场景空间计算中，可使用本专利发明的 DVS 相机和传统传感器（如摄像头等）融合架构进行位姿估计，提高快速运动、高动态环境采集、光强变化较大环境下的精度。例如，由于 DVS 相机对光强变化敏感，因此在夜间也能够找到图像匹配点，使得夜晚定位成为可能。

DVS 的高速、高动态范围、可以检测运动引起的光强变化的特点可以解决现有 SLAM 快速运动、高动态环境时容易失败的问题。此外，DVS 仅检测光强变化，数据冗余度低，采集功耗（20 mW）和带宽（100 kB/s）都很小，输入 SLAM 的数据量很少，可以显著降低 SLAM 的功耗。

全场景空间获取位姿估计信息后，可以用于环境或者场景识别理解。

可选的，为了提高强场景理解的精确度，还可以结合高精度地图进行精确定位。

最后，基于地图信息、位置估计信息以及当前的应用需求，可以在真实环境中的对应位置渲染成像出虚拟信息。

可以参阅图 100，图 100 为本申请实施例提供的一种执行 SLAM 的流程示意图。如图 100 所示，在终端上部署有 SLAM 系统，该终端例如可以为机器人、无人机或无人车等终端，终端通过运行 SLAM 系统来获取输入数据，并基于输入数据执行一系列的 SLAM 流程，从而完成 SLAM。其中，用于执行 SLAM 流程的输入数据可以包括但不限于事件图像、RGB 图像、深度图像和 IMU 数据中的一种或多种。例如，在终端上部署有事件图像传感器（例如 DVS）和 RGB 相机，则终端上的 SLAM 系统的输入数据为事件图像和 RGB 图像。又例如，在终端上

部署有 DVS、RGB 相机和深度相机，则终端上的 SLAM 系统的输入数据为事件图像、RGB 图像和深度图像。

可选地，本实施例所提及的事件图像可以通过前述图 38-图 44 对应的方法流程来进行优化，从而得到更清晰的事件图像，以下不再赘述。

- 5 可选的，在实际应用中，在终端上可以部署有多个用于获取不同类型输入数据的设备，例如终端上部署有 DVS、RGB 相机和深度相机，终端可以根据当前的场景自适应性地选择用于执行 SLAM 的数据。例如，在高速运动或光照突变场景下，终端可以只选择事件图像作为执行 SLAM 的数据。也就是说，终端可以在该场景下选择只开启事件图像传感器，而关闭 RGB 相机和深度相机；或者，终端中的 SLAM 系统可以在执行 SLAM 的过程中，只获取事件
- 10 图像传感器所传输的数据，而不获取 RGB 相机和深度相机所传输的数据。

在终端的 SLAM 系统执行 SLAM 流程的过程中，终端可以基于输入数据执行位姿估计，并且判断输入数据是否为关键帧。在输入数据为关键帧的情况下，基于确定的关键帧进行建图。此外，终端还可以基于确定的关键帧持续进行闭环检测，在检测到闭环的情况下执行全局优化，以持续执行 SLAM 流程。

- 15 为便于理解，以下将分别介绍终端执行 SLAM 流程的各个步骤。

a. 位姿估计

可以参阅图 101，图 101 为本申请实施例提供的一种位姿估计方法 10100 的流程示意图。如图 101 所示，该位姿估计方法 10100 包括以下的步骤。

步骤 10101，获取第一事件图像和目标图像，该目标图像包括 RGB 图像或深度图像。

- 20 本实施例中，该位姿估计方法 10100 可以应用于 SLAM 场景，执行该位姿估计方法 10100 的主体可以为终端（或者说前述图 1B 的电子设备），例如用于执行 SLAM 的机器人终端、无人车终端或无人机终端等终端。

- 本实施例中，第一事件图像是由目标对象在运动传感器的监视范围内进行运动时的运动轨迹信息生成。例如该第一事件图像可以为 DVS 事件图，终端可以连接有 DVS 或者是预置有 DVS，终端通过 DVS 监测环境，并且获取到环境对应的 DVS 事件图。终端可以连接有 DVS 或者是预置有 DVS，终端通过 DVS 监测环境，并且获取到环境对应的 DVS 事件，以得到上述的第一事件图像。该终端还可以是连接或预置有用于捕捉环境信息的红绿蓝（red green blue, RGB）相机或深度相机，终端通过该 RGB 相机或深度相机可以获取到该环境下的 RGB 图像或深度图像，例如获得上述的目标图像。其中，RGB 图像又称为真彩图像，它
- 25 使用 R、G、B 3 个分量标识一个像素的颜色，R、G、B 分别代表红、绿、蓝 3 种不同的基础颜色，通过 3 基色可以合成出任意颜色。
- 30

由于 DVS 所输出的单个事件通常携带较少信息，且容易受到噪声的影响。因此，在实际应用中，可以基于 DVS 所输出的多个连续的事件来形成事件图像。

- 35 在一个可能的实施例中，终端可以获取 DVS 所输出的 N 个连续的 DVS 事件，并且将所述 N 个连续的 DVS 事件积分为第一事件图像，N 为大于 1 的整数。在实际应用中，N 的取值可以根据实际情况来调整，例如根据 DVS 的灵敏度以及 SLAM 的精度要求确定 N 的取值为 4、5 或 10 等数值，本实施例并不对 N 的取值做具体限定。

本实施例中，终端在获取到事件图像和 RGB 图像之后，可以对事件图像和 RGB 图像执行时序对齐操作，得到时序对齐的事件图像和 RGB 图像，以便于后续基于时序对齐的事件图像和 RGB 图像执行位姿估计。由于在事件图像和 RGB 图像的采集过程中，终端是不断移动的，并且事件图像和 RGB 图像是基于不同的装置采集得到，因此为了保证事件图像和 RGB 图像能够共同用于执行后续的位姿估计，需要执行时序对齐操作。在执行时序对齐操作之后，能够保证时序对齐的事件图像和 RGB 图像是在相同的时刻或相近的时刻采集得到的，即保证了事件图像和 RGB 图像所采集到的环境信息是相同的。

示例性地，在获取到第一事件图像和目标图像之后，终端可以确定所述第一事件图像的获取时间和所述目标图像的获取时间。然后，终端可以根据所述目标图像的获取时间与所述第一事件图像的获取时间之间的时间差小于第二阈值，确定第一事件图像与目标图像时序对齐。其中，第二阈值可以根据 SLAM 的精度以及 RGB 相机采集 RGB 图像的频率来决定，例如第二阈值可以取值为 5 毫秒或 10 毫秒，本实施例并不对第二阈值的取值做具体限定。

由于第一事件图像是由 N 个连续的 DVS 事件积分得到的，终端可以根据 N 个连续的 DVS 事件所对应的获取时间来确定第一事件图像的获取时间，即确定第一事件图像的获取时间为所述 N 个连续的 DVS 事件中获取到第一个 DVS 事件至最后一个 DVS 事件的时间段。该目标图像的获取时间则可以是指终端从 RGB 相机接收到目标图像的时刻。由于实际上第一事件图像对应的获取时间为一个时间段，而目标图像的获取时间为一个时刻，因此终端可以基于目标图像的获取时间是否在所述第一事件图像对应的获取时间的范围内，来确定所述目标图像的获取时间与所述第一事件图像的获取时间之间的时间差。示例性地，如果目标图像的获取时间在所述第一事件图像对应的获取时间的时间段范围内，则可以确定两者之间的时间差为 0（即时间差小于第二阈值）；如果目标图像的获取时间不在所述第一事件图像对应的获取时间的时间段范围内，则可以基于第一事件图像的第一个 DVS 事件的获取时间或最后一个 DVS 事件的获取时间来确定时间差。

例如，假设 N 为 4，终端获取到积分成第一事件图像的 4 个连续的 DVS 事件的时刻分别为  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ 、 $t_4$ ，则终端可以确定第一事件图像的获取时间为  $t_1$  至  $t_4$  的时间段；此外，终端获取到的目标图像的时刻为  $t_5$ ，且时刻  $t_5$  在  $t_1$ - $t_4$  时间段的范围外。这样，终端可以确定时刻  $t_5$  与时刻  $t_1$  之间的时间差 1 以及时刻  $t_5$  与时刻  $t_4$  之间的时间差 2，如果时间差 1 或者时间差 2 中的任意一个时间差小于第二阈值，则可以确定第一事件图像与目标图像时序对齐。

示例性地，可以参阅图 102，图 102 为本申请实施例提供的一种将 DVS 事件积分成事件图像的示意图。如图 102 所示，图 102 中第一行中的每个点表示 DVS 相机所采集的每一个 DVS 事件。在图 102 中，每 4 个 DVS 事件则积分成一个事件图像，积分得到的事件图像例如为图 102 中的  $W_k$ 、 $W_{k+1}$ 、 $W_{k+2}$ 、 $W_{k+3}$ 、 $W_{k+4}$ 、 $W_{k+5}$ 、 $W_{k+6}$ 。可以看到，由于每两个 DVS 事件之间的时间间隔不相同，由不同的 4 个 DVS 事件所积分得到的事件图像的积分时间也不相同。在图 102 中，竖直的虚线则表示 RGB 相机采集得到的 RGB 图像， $t_k$ 、 $t_{k+1}$ 、 $t_{k+2}$ 、 $t_{k+3}$ 、 $t_{k+4}$  分别为 RGB 相机采集 RGB 图像 k、RGB 图像 k+1、RGB 图像 k+2、RGB 图像 k+3 和 RGB 图像 k+4 的时间点。由图 102 可以看出，事件图像  $W_k$  的获取时间与 RGB 图像 k 的获

取时间之间的时间差小于第二阈值，可以确定事件图像  $W_k$  与 RGB 图像  $k$  时序对齐；事件图像  $W_{k+1}$  的获取时间与 RGB 图像  $k$  以及 RGB 图像  $k+1$  的获取时间之间的时间差均大于第二阈值，可以确定事件图像  $W_k$ （即第二事件图像）不存在时序对齐的 RGB 图像。

步骤 10102，确定第一事件图像的积分时间。

- 5 在第一事件图像是由多个连续的 DVS 事件积分得到的情况下，第一事件图像的积分时间则可以是多个连续的 DVS 事件之间的时间间隔。简单来说，终端可以通过确定多个连续的 DVS 事件中最后一个 DVS 事件和第一个 DVS 事件之间的时间间隔，来确定第一事件图像的积分时间。

10 例如，假设  $N$  为 4，终端获取到积分成第一事件图像的 4 个连续的 DVS 事件的时刻分别为  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ 、 $t_4$ ，则终端可以确定第一事件图像的积分时间为  $t_4-t_1$ 。

步骤 10103，若所述积分时间小于第一阈值，确定不通过所述目标图像来执行位姿估计。

15 本实施例中，在终端处于高速运动或者光照突变的场景时，由于环境信息变化较快，因此 DVS 可以在短时间内捕捉到大量的事件，即在短时间内输出大量的事件，从而使得由固定数目事件所得到的事件图像对应的积分时间较小。在这种情况下，由于环境信息变化较快，RGB 相机往往难以捕捉到有效的环境信息，例如在场景具有高速运动物体的情况下，RGB 相机所采集到的 RGB 图像中通常难以捕捉到该高速运动物体，即在 RGB 图像中该高速运动物体对应的区域为一模糊区域。

20 因此，在第一事件图像对应的积分时间小于第一阈值时，终端可以确定 RGB 图像质量较低甚至无法捕捉到环境的有效信息，从而可以确定不通过目标图像来执行位姿估计。其中，第一阈值的取值可以根据 SLAM 的精度要求来确定，例如第一阈值的取值可以为 5 毫秒或 7 毫秒，本实施例并不对第一阈值的取值做具体限定。也就是说，终端在计算第一事件图像对应的获取时刻下的位姿时，即便终端可以确定第一事件图像具有时序对齐的目标图像，终端也仅仅是基于第一事件图像来执行位姿估计。这样，可以有效地避免采用第一事件图像和目标图像共同执行位姿估计时，由于目标图像质量较低而导致位姿估计效果较差。

25 在一个可能的实施例中，终端除了可以是在确定了第一事件图像时序对齐的目标图像之后，再基于第一事件图像的积分小于第一阈值确定不通过目标图像来执行位姿估计之外，终端还可以是获得第一事件图像并且确定第一事件图像的积分时间小于第一阈值之后，则确定不通过第一事件图像对应的 RGB 图像来执行位姿估计。也就是说，终端可以不对第一事件图像执行时序对齐操作，而直接通过第一事件图像来执行位姿估计操作，从而节省了执行时序对齐操作的资源开销。

步骤 10104，根据所述第一事件图像执行位姿估计。

终端在确定不通过目标图像来执行位姿估计后，可以根据第一事件图像来执行位姿估计，以计算得到第一事件图像的获取时刻下所对应的终端的位姿。

35 本实施例中，在终端基于事件图像的积分时间小于阈值来确定当前处于 RGB 相机难以采集有效环境信息的场景时，终端确定不通过质量较差的 RGB 图像来执行位姿估计，以提高位姿估计的精度。

以上详细描述了终端处于高速运动或者光照突变的场景时，终端执行位姿估计的过程；以下将描述终端在处于静态或低速运动的场景时，终端执行位姿估计的过程。

5 在一个可能的实施例中，在终端获取到的输入信号包括 DVS 事件、RGB 图像和 IMU 数据的情况下，终端将 DVS 事件积分得到事件图像，并对事件图像、RGB 图像和 IMU 数据执行时序对齐，以根据时序对齐结果执行位姿估计。

具体地，终端执行时序对齐操作的过程如下：

在终端基于 N 个连续的 DVS 事件，积分得到事件图像时，终端确定与该事件图像相邻的 RGB 图像和 IMU 数据的获取时间与该事件图像的获取时间之间的时间差是否小于第二阈值，以确定该事件图像是否存在时序对齐的 RGB 图像和/或 IMU 数据。

10 由于 IMU 采集数据的频率远大于 RGB 相机采集图像的频率，因此，可以认为任意时刻都存在有与 RGB 图像时序对齐的 IMU 数据。这样，在终端获取到 RGB 图像时，终端可以确定该 RGB 图像的获取时间与相邻的事件图像的获取时间之间的时间差是否小于第二阈值，以确定该 RGB 图像是否存在时序对齐的事件图像。

15 基于上述终端执行时序对齐操作的过程，终端在执行时序对齐操作后，可以得到多种可能的时序对齐的信号组合。具体地，该多种可能的时序对齐的信号组合如下所示。

1、事件图像、RGB 图像和 IMU 数据。

20 在终端获取到事件图像之后，终端确定与该事件图像相邻的 RGB 图像的获取时间。在该 RGB 图像的获取时间与该事件图像的获取时间之间的时间差小于第二阈值时，终端确定事件图像和 RGB 图像时序对齐。由于 IMU 采集数据的频率远大于 RGB 相机采集图像的频率，因此，可以认为任意时刻都存在有与 RGB 图像时序对齐的 IMU 数据。因此，在确定事件图像和 RGB 图像时序对齐之后，可以获取到与该事件图像以及该 RGB 图像时序对齐的 IMU 数据。

在这种情况下，终端可以根据事件图像、RGB 图像和 IMU 数据来执行位姿估计。

2、RGB 图像和 IMU 数据。

25 在获取终端获取到 RGB 图像之后，终端判断是否存在与该 RGB 图像时序对齐的事件图像，即判断该 RGB 图像的获取时间与相邻的事件图像的获取时间之间的时间差是否小于第二阈值。如果该 RGB 图像的获取时间与相邻的事件图像的获取时间之间的时间差不小于第二阈值，则终端确定该 RGB 图像不存在时序对齐的事件图像，即该 RGB 图像只有时序对齐的 IMU 数据。

30 在这种情况下，终端可以是根据 RGB 图像和 IMU 数据来执行位姿估计。

3、事件图像和 IMU 数据。

35 在终端获取到事件图像之后，终端确定与该事件图像相邻的 RGB 图像的获取时间。在该事件图像与该事件图像相邻的 RGB 图像的获取时间之间的时间差不小于第二阈值时，终端确定事件图像没有与其时序对齐的 RGB 图像。在确定事件图像没有与其时序对齐的 RGB 图像之后，终端可以继续确定是否存在与该事件图像时序对齐的 IMU 数据。具体地，终端确定与该事件图像相邻的 IMU 数据的获取时间。如果与该事件图相邻的 IMU 数据的获取时间与相邻的事件图像的获取时间之间的时间差小于第三阈值，则终端确定事件图像与该 IMU

数据时序对齐。

在这种情况下，终端可以是根据事件图像和 IMU 数据来执行位姿估计。

#### 4、事件图像。

类似地，在终端获取到事件图像之后，终端确定与该事件图像相邻的 RGB 图像的获取  
5 时间。在该事件图像与该事件图像相邻的 RGB 图像的获取时间之间的时间差不小于第二  
阈值时，终端确定事件图像没有与其时序对齐的 RGB 图像。在确定事件图像没有与其时序对  
齐的 RGB 图像之后，终端可以继续确定是否存在与该事件图像时序对齐的 IMU 数据。具体  
地，终端确定与该事件图像相邻的 IMU 数据的获取时间。如果与该事件图相邻的 IMU 数据  
的获取时间与相邻的事件图像的获取时间之间的时间差不小于第三阈值，则终端确定该事  
10 件图像也不存在与其时序对齐的 IMU 数据。

在这种情况下，终端可以是根据事件图像来执行位姿估计。

示例性地，终端获取第二事件图像，所述第二事件图像为表示目标对象在运动传感器的  
检测范围内产生运动时的运动轨迹的图像。其中，第二事件图像和上述的第一事件图像  
对应的时间段不相同，即运动传感器检测获得第一事件图像的时间段与运动传感器检测获  
15 得第二事件图像的时间段不相同。若不存在有与所述第二事件图像时序对齐的目标图像，  
则确定所述第二事件图像不具有用于共同执行位姿估计的目标图像。因此，终端根据所述  
第二事件图像执行位姿估计，例如终端只根据第二事件图像执行位姿估计或者终端根据第  
二事件图像和 IMU 数据来执行位姿估计。

在一个可能的实施例中，在采用基于滑动窗口的视觉惯性位姿估计的情况下，位姿估  
20 计的过程实质上是代价函数的联合优化过程。基于上述的多种可能的时序对齐的信号组合，  
可以得到不同信号组合下的代价函数。

示例性地，对于时序对齐的信号组合为事件图像、RGB 图像和 IMU 数据，代价函数包  
括三项，分别为：事件相机的加权重投影误差、RGB 相机的加权重投影误差和惯性误差项。  
具体地，该代价函数如公式 35 所示。

$$J = \sum_{i=0}^1 \sum_{k=1}^K \sum_{j \in \mathcal{J}(i,k)} \mathbf{e}^{i,j,kT} \mathbf{W}_r^{i,j,k} \mathbf{e}^{i,j,k} + \sum_{k=1}^{K-1} \mathbf{e}_s^{kT} \mathbf{W}_s^k \mathbf{e}_s^k \quad (35)$$

其中，J 表示代价函数；i 表示相机索引，i 为 0 时表示事件相机，i 为 1 时表示 RGB  
相机；k 表示帧索引；j 表示路标索引； $\mathcal{J}(j,k)$  表示传感器 i 在第 k 帧中保留的路标索引； $\mathbf{W}_r^{i,j,k}$   
表示路标测量值的信息矩阵； $\mathbf{W}_s^k$  表示第 k 个 IMU 误差的信息矩阵； $\mathbf{e}_s$  表示惯性误差项。

可选的，在事件图像的积分时间小于第一阈值时，即终端处于高速运动或者光照突变的  
30 的场景时，则不通过 RGB 图像来求取代价函数，以提高位姿估计精度。也就是说，代价函  
数中包括两项，分别为事件相机的加权重投影误差和惯性误差项。简单来说，可以在公式  
35 的基础上进行改动，以使得 i 的取值范围为 0，从而得到代价函数对应的公式。

对于时序对齐的信号组合为 RGB 图像和 IMU 数据，则终端只通过 RGB 图像和 IMU 数据  
来求取代价函数。也就是说，代价函数中包括两项，分别为 RGB 相机的加权重投影误差和  
35 惯性误差项。简单来说，可以在公式 35 的基础上进行改动，以使得 i 的取值范围为 1，从

而得到代价函数对应的公式。

对于时序对齐的信号组合为事件图像和 IMU 数据，则终端只通过事件图像和 IMU 数据来求取代价函数。也就是说，代价函数中包括两项，分别为事件相机的加权重投影误差和惯性误差项。

- 5 对于时序对齐的信号组合为事件图像，则终端只通过事件图像来求取代价函数。也就是说，代价函数中只包括一项，为事件相机的加权重投影误差。

在位姿估计过程中，位姿的估计往往是一个递推的过程，即由上一帧位姿解算当前帧位姿。这样，位姿估计过程中的误差便会一帧一帧地传递下去，形成累积误差。因此，在  
10 执行位姿估计的过程中，终端还可以执行回环检测，以减小位姿估计的累积误差，提高位姿估计的精度。其中，回环检测，又称闭环检测，是指识别终端曾经到达的某一个场景，使得地图闭环的过程。通过回环检测，可以判断终端是否回到了先前经过的位置。如果检测到回环，则将信息传递给后端进行优化处理，以消除累积误差。

在一个可能的实施例中，终端根据所述第一事件图像和字典执行回环检测，所述字典  
15 为基于事件图像所构建的字典。

可选的，在执行回环检测之前，终端可以预先基于事件图像构建字典，以便于在执行回环检测的过程中能够基于字典执行回环检测。具体地，终端构建字典的过程包括：终端获取多个事件图像，所述多个事件图像为用于训练的事件图像，所述多个事件图像可以是终端在不同的场景下所拍摄的事件图像。终端通过特征提取算法，获取所述多个事件图像的  
20 视觉特征，视觉特征例如可以包括图像的纹理、图案或灰度统计等特征。不同场景下所拍摄的事件图像具有不同的视觉特征，因此可以通过视觉特征来表示场景中的各个要素。在获取得到多个事件图像的视觉特征之后，终端通过聚类算法对所述视觉特征进行聚类，得到聚类后的视觉特征，所述聚类后的视觉特征具有对应的描述子。通过对视觉特征进行聚类，可以将相似的视觉特征归为一类，以便于后续执行视觉特征的匹配。根据所述聚类  
25 后的视觉特征，构建所述字典。

示例性地，在终端提取得到多个事件图像中的视觉特征之后，可以得到每个视觉特征对应的描述子，例如 ORB 描述子或 BRIEF 描述子，该描述子用于表示视觉特征。然后，通过层次 k 均值 (Hierarchical K-means) 聚类算法或者 K-means++ 聚类算法，将多个视觉特征归入 k 个簇 (cluster) 中，每一个簇通过其质心 (centroid) 来描述，即得到每个簇  
30 的描述子。其中，视觉特征聚类的质量通常可以用同一个簇的误差平方和 (Sum of Squared Error, SSE) 来表示，SSE 越小表示同一个簇的数据点越接近于其质心，聚类效果也越好。这里的“接近”可以是使用距离度量方法来实现的，不同的距离度量方法也会对聚类效果造成影响。

在构建字典的过程中，可以将聚类后的所有 N 个描述子分散在一个 k 分支，d 深度的 k  
35 叉树的叶子节点上，从而得到有  $k^d$  个叶子结点的树结构。在实际应用中，可以根据场景大小，以及需要达到的效果调整 k 和 d 的数值。这样，在检索事件图像的视觉特征时，可以通过对数时间的复杂度 (d 次  $=\log_k N$ ) 找到其对应的聚类中心，而需要使用复杂度较高的

暴力检索。

在得到字典之后，终端根据所述第一事件图像和字典执行回环检测，具体可以包括：终端确定所述第一事件图像的描述子，例如终端通过特征提取算法提取第一事件图像中的视觉特征，并确定提取得到的视觉特征的描述子。终端在所述字典中确定所述第一事件图像的描述子对应的视觉特征，例如终端在字典的 k 叉树中检索与第一事件图像的描述子匹配的视觉特征。终端基于所述视觉特征确定所述第一事件图像对应的词袋向量 (BoW vector)，并确定所述第一事件图像对应的词袋向量与其他事件图像的词袋向量之间的相似度，以确定所述第一事件图像所匹配的事件图像。

简单来说，终端基于事件图像所构建的字典可以认为是整个场景中所有视觉特征的集合。终端基于当前事件图像在字典中确定对应的视觉特征则相当于是：终端在字典中查找当前事件图像所包括的视觉特征。基于当前事件图像所包括的视觉特征，可以构成词袋向量，例如在该词袋向量中，当前事件图像所包括的视觉特征表示为 1，当前事件图像不包括的视觉特征表示为 0。最后，通过比较不同的事件图像之间的词袋向量的相似度，即可确定两个事件图像之间是否是匹配的。如果两个事件图像之间的词袋向量的相似度大于或等于预设阈值，则可以确定两个事件图像匹配；如果两个事件图像之间的词袋向量的相似度小于预设阈值，则可以确定两个事件图像不匹配。

#### b. 关键帧

关键帧是视频或者图像集中能够代表该视频或者图像集关键信息的图像帧，通常关键帧连接的两段内容有较大变化。随着视频数据量日益增长，关键帧在视频分析、视频编码、安防监控以及机器人视觉等领域广泛应用。

关键帧选择是视频分析中的基本部分，通过关键帧选择能够提供用于视频索引、浏览、检索和检测等的适当视频摘要。关键帧的使用降低了视频数据流在内容和时间上的冗余度，既能有效反映视频内容，又显著减少了视频分析时间。

视频编码过程中，需要动态的加入编码关键帧，以保证图像质量和编码比特率符合要求。通常情况下，当图像内容发生明显变化时，就需要插入关键帧。

视频监控作为安全防范的有效手段被广泛应用于很多领域，由于全天候监控会产生大量的视频数据，但是用户感兴趣的只是其中有显著变化的那一小部分，因此，关键帧提取技术能够筛选出用户感兴趣的关键帧序列。

近年来随着机器人、无人机、无人车、AR/VR 等设备日益火爆，视觉同步定位与建图 (visual simultaneous localization and mapping, VSLAM) 作为该领域的关键技术之一，也为大家所熟知。VSLAM 是指运动物体根据传感器的信息，一边计算自身位置，一边构建环境地图的过程，能够用于实现运动物体自身的定位，以及后续的路径规划和场景理解。在 VSLAM 中，通常使用关键帧进行建图和定位，这样可以避免因逐帧插入导致系统实时性降低、计算代价增加以及系统内存消耗过大的问题。

在上述的视频分析、视频编码、安防监控以及机器人视觉等领域中，均可以采用 DVS 获取到相应的事件图像，并且在获取到的多个事件图像中选择所需的关键帧。

在相关技术中，对事件图像进行关键帧选择的方式是对所有的事件图像都进行特征提



取、位姿估计等复杂计算后，才确定事件图像是否为关键帧。由于需要对所有的事件图像都进行复杂计算，导致该方案的计算量较大。

可以参阅图 103，图 103 为本申请实施例提供的一种关键帧选择方法 10300 的流程示意图。如图 103 所示，该关键帧选择方法 10300 包括以下的步骤。

5 步骤 10301，获取事件图像。

本实施例中，该关键帧选择方法 10300 可以应用于视频分析、视频编解码或安防监控等场景，执行该关键帧选择方法 10300 的主体可以为终端或服务器，例如用于执行视频分析的服务器、执行视频编解码的终端或服务器，或者用于执行监控的终端。为便于叙述，以下将以终端为执行主体为例，对本申请实施例提供的关键帧选择方法 10300 进行描述。

10 本实施例中，终端可以连接有 DVS 或者是预置有 DVS，终端通过 DVS 监测目标环境，并且获取到目标环境对应的事件图像。

步骤 10302，确定所述事件图像的第一信息。

其中，第一信息可以包括事件图像中的事件和/或特征，终端可以通过检测事件图像中的事件和/或特征来确定第一信息。

15 在一个可能的示例中，如果该事件图像中的像素表示光强的变化趋势，则该事件图像为二值图像，终端可以确定像素值不为 0 的像素为该事件图像中的事件。也就是说，值不为 0 的像素的个数即为事件图像中的事件数量。

在另一个可能的示例中，如果该事件图像中的像素表示绝对光强，则该事件图像为灰度图像。这样，终端可以确定该事件图像中像素值超过一定阈值的像素为该事件图像中的事件，即像素值超过一定阈值的像素的个数则为该事件图像中的事件数量。或者，终端也可以是通过将当前事件图像中的像素值与上一时刻相邻的事件图像中对应的像素值相减并取绝对值，从而确定绝对值超过一定阈值的像素为事件图像中的事件。

20 对于事件图像中的特征，终端可以通过特征提取算法来提取事件图像中的特征。其中，该特征提取算法可以包括但不限于加速分段测试特性（Features from Accelerated Segment Test, FAST）、（Oriented FAST and Rotated BRIEF, ORB）、加速鲁棒性特征（Speeded Up Robust Features, SURF）、尺度不变性特征变换（Scale-invariant feature transform, SIFT）等算法。在提取得到事件图像中的特征之后，终端通过统计提取得到的特征，即可确定该事件图像的特征数量。

30 步骤 10303，若基于所述第一信息确定所述事件图像满足第一条件，则确定所述事件图像为关键帧。

35 在一个可能的示例中，所述第一条件可以包括事件数量大于第一阈值、事件有效区域的数量大于第二阈值、特征数量大于第三阈值和特征有效区域的数量大于第四阈值中的一个或多个。也就是说，终端在基于第一信息确定事件图像满足事件数量大于第一阈值、事件有效区域大于第二阈值、特征数量大于第三阈值和特征有效区域的数量大于第四阈值中的一个或多个时，终端可以确定该事件图像为关键帧。

在第一条件包括事件有效区域的数量大于第二阈值的情况下，终端可以将该事件图像划分为多个区域，并且确定每个区域中的事件数量。在区域的事件数量大于一定阈值时，

终端可以确定该区域为有效区域。这样，终端可以通过统计有效区域的数量是否大于第二阈值，来确定该事件图像是否满足第一条件。其中，区域内的事件数量对应的阈值可以根据区域的划分方式确定的，本实施例并不对该阈值做具体限定。

5 终端将事件图像划分为多个区域的方式可以有多种。在一种可能的实现方式中，终端  
可以是将事件图像平均地划分为多个区域，例如将事件图像均分为 1030 个区域，每个区域  
的面积均相同。在另一种可能的实现方式中，终端可以是非均匀地将事件图像划分为多个  
区域，例如在该事件图像的中间位置划分得到的区域的面积较小，在该事件图像边缘位置  
划分得到的区域的面积则较大。示例性地，可以参阅图 104，图 104 为本申请实施例提供  
10 的一种事件图像的区域划分示意图。如图 104 中的 (a) 所示，事件图像被均匀地划分为  
1030 个区域，每个区域的面积均相同。如图 104 中的 (b) 所示，事件图像被非均匀地划  
分为多个区域，并且该事件图像边缘位置的区域的面积大小为中间位置的区域的面积大小  
的 4 倍。

在第一条件包括特征有效区域的数量大于第四阈值的情况下，终端可以将该事件图像  
划分为多个区域，并且确定每个区域中的特征数量。在区域的特征数量大于一定阈值时，  
15 终端可以确定该区域为特征有效区域。这样，终端可以通过统计特征有效区域的数量是否  
大于第四阈值，来确定该事件图像是否满足第一条件。其中，区域内的特征数量对应的阈  
值可以根据区域的划分方式确定的，本实施例并不对该阈值做具体限定。

此外，终端将事件图像划分为多个区域的方式与前述确定事件有效区域时的划分方式  
类似，具体可以参考上述的描述，此处不再赘述。

20 在一个可能的实施例中，终端可以是获取多个 DVS 产生的且时序对齐的事件图像，此  
时从其中任选 1 帧进行上述关键帧选择，如果满足上述的第一条件，则将当前的多个事件  
图像确定为关键帧。

在一个可能的实施例中，该事件图像还可以具有时序对齐的深度图像。例如，在配置  
有深度相机的情况下，可以由深度相机产生与事件图像时序对齐的深度图像。在这种情况  
25 下，如果事件图像满足第一条件，则可以将该事件图像以及与该事件图像时序对齐的深度  
图像均确定为关键帧。

在一个可能的实施例中，该事件图像还可以具有对应的 RGB 图像，该 RGB 图像与该事  
件图像时序对齐。也就是说，终端可以获取到时序对齐的事件图像和 RGB 图像。在这种情  
况下，终端可以获取 RGB 图像对应的特征数量和/或特征有效区域。通过确定 RGB 图像对  
30 应的特征数量是否大于特定阈值和/或 RGB 图像对应的特征有效区域是否大于特定阈值，来  
确定该 RGB 图像是否满足特定的条件。这样，终端可以通过确定 RGB 图像是否满足特定  
的条件和/或事件图像是否满足第一条件，来确定是否将该 RGB 图像和事件图像确定为关键帧。  
需要说明的是，RGB 图像的特征数量对应的特定阈值和 RGB 图像的特征有效区域对应的特  
定阈值可以是指不同的阈值。

35 示例性地，在终端确定 RGB 图像对应的特征数量大于特定阈值或该 RGB 图像对应的特  
征大于特定阈值时，终端可以确定该 RGB 图像以及对应的事件图像为关键帧。在终端确定  
事件图像满足第一条件时，终端也可以确定该事件图像以及对应的 RGB 图像为关键帧。

本实施例中，通过确定事件图像中的事件数量、事件分布、特征数量和/或特征分布等信息，来判断当前事件图像是否为关键帧，能够实现关键帧的快速选择，算法量小，能够满足视频分析、视频编解码或安防监控等场景的关键帧快速选择。

可以参阅图 105，图 105 为本申请实施例提供的一种关键帧选择方法 10500 的流程示意图。如图 105 所示，该关键帧选择方法 10500 包括以下的步骤。

步骤 10501，获取事件图像。

步骤 10502，确定所述事件图像的第一信息，所述第一信息包括所述事件图像中的事件和/或特征。

本实施例中，该关键帧选择方法 10500 可以应用于 VSLAM 场景，执行该关键帧选择方法 10500 的主体可以为终端，例如机器人终端、无人车终端或无人机终端。

其中，步骤 10501 和步骤 10502 与上述的步骤 10301 和步骤 10302 类似，具体可参考上述的步骤 10301 和步骤 10302，此处不再赘述。

步骤 10503，若基于所述第一信息确定所述事件图像满足第一条件，则确定所述事件图像的第二信息，所述第二信息包括所述事件图像中的运动特征和/或位姿特征，所述第一条件与事件数量和/或特征数量相关。

本实施例中，基于所述第一信息确定所述事件图像满足第一条件与上述步骤 10303 类似，具体可以参考上述的步骤 10303，此处不再赘述。

其中，所述第二信息可以包括所述事件图像中的运动特征和/或位姿特征，终端可以通过检测事件图像中的事件和/或特征来确定第一信息。

在一个可能的实施例中，终端确定第二信息的方式可以是采用极线约束方法。该极线约束方法包括以下的步骤。

终端将第一个关键帧（即第一个被确定为关键帧的事件图像）的三维位姿初始化为坐标系原点。

终端确定当前事件图像的特征，并且将该事件图像的特征与上一个关键帧的特征进行匹配，得到匹配点对。其中，终端将该事件图像的特征与上一个关键帧的特征进行匹配的方式包括但不限于暴力搜索的方式，该暴力搜索的方式即为遍历该事件图像中的特征，并且逐一确定每个特征在上一个关键帧中是否有匹配的特征。

终端通过随机抽样一致性算法(Random sample consensus, RANSAC)从上述匹配点中选取符合 6 自由度相对运动模型且数量尽可能多的子样本集。当符合相对运动模型的匹配点对数量大于预置阈值时，对找到的匹配点对用最小二乘法计算出当前时刻事件图像与关键帧图之间的三维空间相对运动矩阵。终端根据计算得到的三维空间相对运动矩阵，即可计算当前事件图像相对于上一个关键帧的运动变化情况，即运动特征以及位姿特征。

步骤 10504，若基于所述第二信息确定所述事件图像满足第二条件，确定所述事件图像为关键帧，所述第二条件与运动变化量和/或位姿变化量相关。

其中，该第二条件可以包括：当前事件图像相对上一个关键帧的距离超过预设距离值（该预设距离值例如可以为 10mm）、当前事件图像相对上一个关键帧的旋转角度超过预设角度值（该预设角度值例如可以为 10°）、当前事件图像相对上一个关键帧的距离超

过预设距离值且旋转角度超过预设角度值以及当前事件图像相对上一个关键帧的距离超过预设距离值或旋转角度超过预设角度值中的一个或多个。

也就是说，终端可以基于事件图像中的运动变化量和位姿变化量中的一个或多个来确定事件图像是否满足第二条件，从而确定该事件图像是否可以作为关键帧。

5

本实施例中，通过设置粗筛条件，以较小的计算量对图像进行粗筛，将满足粗筛条件的图像加入关键帧序列中，然后再基于细筛条件筛选关键帧序列中的图像，从而实现关键帧的选择。由于通过较小的计算量预先筛选了部分不满足条件的图像，然后再在满足条件的图像中进行关键帧选择，不需要对所有的图像都进行较大运算量的计算，能够降低计算量。

10

在一个可能的实施例中，在终端获取到的输入为多路事件图像流的情况下，终端可以选择任意 1 路事件图像按照上述方法计算运动特征和位姿特征；终端还可以是选择任意 2 路或者多路事件图像，通过双目或者多目的方式计算运动特征和位姿特征。

在一个可能的实施例中，该事件图像还可以具有同步的深度图像。例如，在配置有深度相机的情况下，可以由深度相机产生与事件图像同步的深度图像。在这种情况下，如果事件图像满足第一条件和第二条件，则终端可以将该事件图像和对应的深度图像确定为关键帧。此外，在步骤 10503 中，在获得事件图像对应的深度图像的情况下，终端能够获得到相应的深度信息，因此终端也可以是通过（Perspective-N-Points, PnP）算法或者迭代最近点（Iterative Closest Point, ICP）算法来计算运动特征和位姿特征。

15

在一个可能的实施例中，该事件图像还可以具有同步的 RGB 图像，该 RGB 图像与该事件图像时序对齐。也就是说，终端可以获取到时序对齐的事件图像和 RGB 图像。在这种情况下，终端在基于第一信息确定事件图像满足第一条件之后，终端可以通过判断事件图像是否满足第二条件和/或 RGB 图像是否满足第二条件，来确定是否将该事件图像及其对应的 RGB 图像确定为关键帧。例如，终端在确定 RGB 图像满足第二条件时，终端可以将该事件图像及其对应的 RGB 图像确定为关键帧；终端也可以是在确定事件图像以及 RGB 图像均满足第二条件时，确定该事件图像及其对应的 RGB 图像为关键帧。其中，终端在确定 RGB 图像是否满足第二条件的过程中，终端可以先基于 RGB 图像确定对应的运动特征和位姿特征，终端确定 RGB 图像对应的运动特征和位姿特征的过程与确定事件图像对应的运动特征和位姿特征的过程类似，具体可以参考上述步骤 10503 的描述，此处不再赘述。

20

25

在一个可能的实施例中，在该事件图像具有同步的 RGB 图像的情况下，在某些场景下，例如需要生成高质量的纹理图的 3D 重建场景，对 RGB 图像的清晰度和亮度一致性要求较高，因此，此时选择关键帧还可以考虑 RGB 图像的清晰度和亮度一致性。

30

具体地，终端可以通过判断事件图像是否满足第二条件、事件图像或 RGB 图像的清晰度是否大于清晰度阈值和/或事件图像或 RGB 图像的亮度一致性指标是否大于预设指标阈值，来确定是否将事件图像及其对应的 RGB 图像确定为关键帧。

35

示例性地，终端可以根据事件图像满足第二条件来确定事件图像及其对应的 RGB 图像为关键帧；终端也可以是根据事件图像或 RGB 图像的清晰度大于清晰度阈值来确定事件

图像及其对应的 RGB 图像为关键帧；终端还可以是根据事件图像或 RGB 图像的亮度一致性指标是否大于预设指标阈值来确定事件图像及其对应的 RGB 图像为关键帧。此外，终端还可以是根据事件图像满足第二条件且事件图像或 RGB 图像的清晰度大于清晰度阈值，或者 RGB 图像的清晰度大于清晰度阈值且事件图像或 RGB 图像的亮度一致性指标大于预设指标

5 阈值，来确定事件图像及其对应的 RGB 图像为关键帧。

具体地，终端确定 RGB 图像的清晰度的方法可以包括但不限于 Brenner 梯度方法、Tenengrad 梯度方法、Laplacian 梯度方法和方差方法等方法。以 Brenner 梯度方法为例，终端可以计算相邻两个像素灰度差的平方，该函数定义如下：

$$D(f) = \sum_y \sum_x |f(x+2,y) - f(x,y)|^2$$

10 其中， $f(x, y)$  表示图像  $f$  对应像素点  $(x, y)$  的灰度值， $D(f)$  为图像清晰度计算结果。

由上述函数可知，计算 RGB 图像清晰度的过程中，RGB 图像中的所有像素均参与计算，计算量较大。

本实施例中，终端确定事件图像的清晰度的方法同样可以包括但不限于上述的 Brenner 梯度方法、Tenengrad 梯度方法、Laplacian 梯度方法和方差方法等方法。并且，终端基于

15 事件图像来计算清晰度，可以将计算结果除以参与计算的像素数量进行归一化，将上述归一化的结果作为最终的清晰度计算结果。这样，由于在计算事件图像的清晰度的过程中，只有事件响应的像素才参与上述计算，能够尽可能地减小终端的计算量。

终端计算 RGB 图像的亮度一致性指标的方法包括但不限于如下方法：

1、计算当前 RGB 图像的平均亮度，即首先将 RGB 图像所有像素的亮度值求和，然后除

20 以像素数量求得 RGB 图像的平均亮度。类似地，基于前述的方式计算相邻的 RGB 图像关键帧的平均亮度。最后，计算当前 RGB 图像的平均亮度和相邻关键帧的平均亮度的差值的绝对值，并将该绝对值作为 RGB 图像的亮度一致性指标。

2、将当前 RGB 图像和相邻的 RGB 图像关键帧逐像素求差（即计算每组对应的像素之间的亮度差），并计算差值的绝对值。然后对每组像素对应的绝对值进行求和运算，最后将

25 得到的求和结果除以像素数量，得到归一化结果，该归一化结果即可作为亮度一致性指标。

由上述终端计算 RGB 图像的亮度一致性指标的方法可知，基于 RGB 图像来计算亮度一致性指标时，RGB 图像中的所有像素均参与计算，计算量较大。本实施例中，终端可以基于事件图像来计算亮度一致性指标，从而使得只有事件响应的像素才参与上述计算，能够尽可能地减小终端的计算量。示例性地，终端计算事件图像的亮度一致性指标的方法如下：

30 1、如果事件图像中的像素表示光强变化极性，则终端可以先计算当前事件图像的事件数量与相邻事件图像关键帧的事件数量的差值的绝对值，然后将该绝对值除以事件图像的像素数量所得到的结果作为亮度一致性指标。

2、如果事件图像中的像素表示光强，则将当前事件图像和相邻的事件图像关键帧逐像素求差（即计算每组对应的像素之间的亮度差），并计算差值的绝对值。然后对每组像素

35 对应的绝对值进行求和运算，最后将得到的求和结果除以像素数量，得到归一化结果，该归一化结果即可作为亮度一致性指标。

在一个可能的实施例中，除了具有对应的 RGB 图像，该事件图像还可以具有同步的深

度图像。例如，在配置有深度相机的情况下，可以由深度相机产生与事件图像同步的深度图像。在这种情况下，如果事件图像满足第一条件和第二条件，则终端可以将该事件图像、RGB 图像和对应的深度图像确定为关键帧。此外，在获得事件图像对应的深度图像的情况下，终端能够获取到相应的深度信息，因此终端也可以是通过 PnP 算法或者 ICP 算法来计算运动特征和位姿特征。

### c. 动态 SLAM

对于采用了 SLAM 技术的运动物体来说，为了实现自主移动，其需要具备感知所在环境和对自身位姿进行准确估计的功能。相关技术中，运动物体在移动过程中通过相机采集环境图像，对环境图像进行特征点提取和帧间匹配，可以得到对关键点坐标变化的观测数据。然后，建立观测信息和位姿之间的函数关系，并使用最优化方法求解该函数的极值，最终可以得到估计出的位姿信息。

目前，相关技术中用于实现位姿估计的算法均是适用于静态场景，即场景中没有动态的物体，在动态场景下该算法通常难以实现准确的位姿估计。

有鉴于此，本申请实施例提供一种位姿估计方法，通过事件图像来捕捉场景中的动态区域，并基于该动态区域进行位姿确定，从而能够准确地确定位姿信息。

可以参阅图 106，图 106 为本申请实施例提供的一种位姿估计方法 1060 的流程示意图。如图 106 所示，该位姿估计方法 1060 包括以下的步骤。

步骤 10601，获取事件图像和所述事件图像对应的图像，所述事件图像和所述图像所捕捉的环境信息相同。

本实施例中，该位姿估计方法 1060 可以应用于 SLAM 场景，执行该位姿估计方法 1060 的主体可以为终端，例如用于执行 SLAM 的机器人终端、无人车终端或无人机终端等终端。

本实施例中，事件图像是由目标对象在运动传感器的监视范围内进行运动时的运动轨迹信息生成。例如该事件图像可以为 DVS 事件图，终端可以连接有 DVS 或者是预置有 DVS，终端通过 DVS 监测环境，并且获取到环境对应的 DVS 事件图。该终端还可以是连接或预置有用于捕捉环境信息的相机，例如深度相机或者 RGB 相机，终端通过该相机可以获取到相应环境下的红绿蓝 (red green blue, RGB) 图像。RGB 图像又称为真彩图像，它使用 R、G、B 3 个分量标识一个像素的颜色，R、G、B 分别代表红、绿、蓝 3 种不同的基础颜色，通过 3 基色可以合成出任意颜色。

在一个可能的实施例中，终端在获取到事件图像和目标图像之后，终端可以将事件图像和目标图像进行对齐，从而得到与事件图像对应的目标图像。示例性地，终端可以通过匹配时域最近邻信号的方式和标定来使得事件图像与目标图像在时域上对齐。也就是说，对齐后的事件图像和目标图像可以认为是在相同的时刻下捕捉到了相同场景下的环境信息。

步骤 10602，确定所述事件图像中的第一运动区域。

可以理解的是，由于 DVS 仅捕捉场景中动态变化的部分，且 DVS 对动态变化的物体边缘响应强烈，因此，终端可以基于事件图像的响应来确定事件图像中的运动区域，即确定发生了动态变化的区域。

在事件图像的采集过程中，DVS 可以是静止或运动的。在 DVS 静止的情况下，DVS 所采集到的事件图像中的事件则为当前场景下发生移动的物体。在 DVS 运动的情况下，当前场景下静止不动的物体以及发生了移动的物体均与 DVS 发生了相对移动，因此，DVS 所采集到的事件图像中的事件则可以包括当前场景下静止不动的物体以及发生了移动的物体。也就是说，对于 DVS 在不同运动状态下所采集的事件图像，终端确定事件图像中的运动区域的方式可以是不一样的。

在一个可能的实施例中，在 DVS 在静止状态下采集到事件图像的情况下，终端可以先对事件图像进行二值化处理，即事件图像中有事件响应的像素点设置为 1，事件图像中没有事件响应的像素点则设置为 0，从而得到该事件图像对应的二值图像。然后，终端检测该二值图像中的轮廓，如果轮廓所包围的面积大于设定的阈值，则可以确定轮廓所包围的区域为运动区域。其中，该设定阈值例如可以为 10 个像素或 106 个像素，也就是说，如果轮廓所包围的区域中超过 10 个像素或 106 个像素，则可以确定该轮廓所包围的区域为运动区域。

应理解，终端所获取到的事件图像中可能会存在有一定的噪声，即场景中没有发生运动的区域在事件图像中也可能有对应的像素。这样，通过预先设定阈值来确定事件图像中的运动区域，可以尽可能地去掉事件图像中的噪声，从而避免将事件图像中的噪声区域确定为运动区域。

在另一个可能的实施例中，在 DVS 在运动状态下采集到事件图像的情况下，终端可以获取当前事件图像（即当前时刻采集得到的事件图像）以及上一帧事件图像（即上一个时刻采集得到的事件图像），并计算当前事件图像和上一帧事件图像的光流。其中，光流是 2D 矢量场，表示每个像素在相邻帧之间相对位置的位移向量。在计算得到光流之后，终端可以遍历当前事件图像每个像素的位移向量，如果当前像素的位移方向与周围像素的不一致，或者当前像素的位移方向与周围像素一致但位移大小的差值大于预设阈值时，则将该像素标记为属于运动区域（例如将该像素标记为 1，以指示其属于运动区域），否则标注为属于静止区域（例如将该像素标记为 0 以指示其属于静止区域），从而得到标记图像（即得到标记有 1 和 0 的二值图像）。其中，该预设阈值例如可以为 5 个像素或 10 个像素，即某一像素的位移大小与该像素周围像素的位移大小之间的差值大于 5 个像素或 10 个像素时，则可以将该像素标记为运动区域。在得到标记图像之后，终端可以检测该图像中被标记为属于运动区域的像素，从而得到由这些像素所构成的轮廓，并且终端可以确定该轮廓所包围的区域为第一运动区域，除第一运动区域之外的区域则为静止区域。

步骤 10603，根据所述第一运动区域确定所述图像中对应的第二运动区域。

对于该图像而言，该图像中的每个像素均在事件图像中有对应的像素，因此，终端基于事件图像中的第一运动区域，可以确定该图像中与第一运动区域对应的第二运动区域。其中，第二运动区域与第一运动区域所对应的环境信息相同。例如，该事件图像可以为 DVS 在室内场景捕捉到的事件图，且该室内场景下存在有移动的行人，即该事件图像中的第一运动区域则为行人所在的区域，该事件图像对应的图像中的第二运动区域则同样为行人所在的区域。

示例性地，终端将该图像中与事件图像中的第一运动区域对应的像素保留，并且剔除其他的像素后所得到的区域则为该图像中的第二运动区域。

步骤 10604，根据所述图像中的第二运动区域进行位姿估计。

本实施例中，在相机采集图像的过程中，相机可以是静止的，也可以是运动的。也就是说，终端所获取到的图像可以是相机在静止状态下的采集到的图像，也可以是相机在运动状态下所采集到的图像。对于相机在不同状态下所采集到的图像，终端基于图像确定位姿的方式也可以是不同的。

方式一、该图像为相机在静止状态下采集到的图像。

在相机处于静止状态时，相机在相同的场景下采集多个不同的图像。因此，对于该场景中静止不动的物体，相机相对于该物体的位姿是没有发生变化的，即相对于该物体，相机的位置和姿态并没有发生变化。然而，对于该场景中移动的物体，相机相对于该物体的位姿是发生了变化的，即相机的位置或姿态发生了变化。例如，在相机采集室内场景下的环境信息时，在相机处于静止状态的情况下，相对于室内静止不动的柱子，相机的位姿是没有发生变化的；相对于室内在移动的人，相机的位姿则发生了变化。

这样，由于相机相对于静止物体的位姿是没有变化的，因此，终端可以基于运动物体来确定相机的位姿。也就是说，终端可以基于获取到的图像中的第二运动区域来确定相机的位姿，而不需要基于图像中的静止区域来确定相机的位姿。

具体地，在该图像为 RGB 图像的情况下，终端可以提取该图像中的第二运动区域的特征点并与上一帧图像中的特征点匹配，得到多对特征点。或者，终端可以通过光流来进行匹配，以得到多对特征点。然后，对于每一对特征点，终端可以按照静态场景 VSLAM 的方法进行姿态估计，对于当前帧运动区域的非特征点，则通过插值计算位姿。

其中，特征点是指图像灰度值发生剧烈变化的点或者在图像边缘上曲率较大的点（即两个边缘的交点）。图像特征点在基于特征点的图像匹配算法中有着十分重要的作用。图像特征点能够反映图像本质特征，能够标识图像中目标物体。通过特征点能够完成图像的匹配。

在该图像为深度图像的情况下，则利用 ICP 算法匹配，然后对于每一对匹配点按照静态场景 VSLAM 的方法进行姿态估计，如果当前帧运动区域存在没有匹配上的像素，则通过插值计算位姿。上述位姿估计方法计算量较大，一种可选的方法是，首先对深度图像运动区域进行采样（例如等间隔采样、或者关键点检测等），对上述采样点进行姿态估计，非采样点的位姿通过采样点的位姿插值得到。

方式二、该图像为相机在运动状态下采集到的图像。

在相机处于运动状态时，对于场景中静止不动的物体以及移动的物体，相机的位姿均发生了变化，并且相机相对于静止不动的物体的位姿变化量与相机相对于移动物体的位姿变化量是不同的。例如，在相机采集室内场景下的环境信息时，在相机处于向右移动状态的情况下，相对于室内静止不动的柱子，相机的位姿发生了变化；相对于室内向左移动的人，相机的位姿也发生了变化，且相机相对于人的位姿变化量大于相机相对于柱子的位姿变化量。



这样，终端可以基于场景中的静止物体和/或运动物体来确定相机的位姿，即终端可以基于获取到的图像中的第二运动区域和/或图像中的静止区域来确定相机的位姿。以下将介绍终端基于图像中不同的区域来确定相机位姿的过程。

#### 1、终端基于图像中的静止区域来确定相机位姿。

5 可以参阅图 107，图 107 为本申请实施例提供的一种基于图像的静止区域来执行位姿估计的流程示意图。如图 107 所示，终端可以基于事件图像以及深度图像或 RGB 图像进行图像的静止区域的检测。具体地，在确定了深度图像或 RGB 图像中的运动区域之后，终端剔除该深度图像或 RGB 图像中的运动区域对应的像素后，剩下的区域则为该深度图像或 RGB 图像中的静止区域。然后，终端可以按照静态场景 VSLAM 的方法对该深度图像或 RGB 图像  
10 中的静止区域进行位姿估计。

#### 2、终端基于图像中的运动区域来确定相机位姿。

可以参阅图 108a，图 108a 为本申请实施例提供的一种基于图像的运动区域来执行位姿估计的流程示意图。如图 108a 所示，终端可以基于事件图像以及深度图像或 RGB 图像进行图像的静止区域的检测。具体地，在确定了深度图像或 RGB 图像中的运动区域之后，  
15 终端剔除该深度图像或 RGB 图像中除运动区域之外的像素，剩下的区域则为该深度图像或 RGB 图像中的运动区域。然后，终端可以按照静态场景 VSLAM 的方法对该深度图像或 RGB 图像中的运动区域进行位姿估计。

#### 3、终端基于图像中的运动区域和静止区域来确定相机位姿。

可以参阅图 108b，图 108b 为本申请实施例提供的一种基于图像的整体区域来执行位姿估计的流程示意图。如图 108b 所示，终端可以基于事件图像以及深度图像或 RGB 图像进行图像的静止区域以及动态区域的检测，分别检测得到深度图像或 RGB 图像中的静止区域以及动态区域。其中，终端进行图像的静止区域的检测的过程与上述图 107 对应的实施例的过程类似，具体可以参考上述图 107 对应的实施例；终端进行图像的运动区域的检测的过程与上述图 108a 对应的实施例的过程类似，具体可以参考上述图 108a 对应的实施例，  
25 在此不再赘述。然后，终端可以按照静态场景 VSLAM 的方法对该深度图像或 RGB 图像中的静止区域以及运动区域分别进行位姿估计。

此外，除了前述的应用场景之外，本申请提供的方法还可以应用于其他更详细的场景，如眼动跟踪、检测识别等场景，眼动跟踪可以包括远程眼动跟踪、AR/VR 近眼眼动跟踪、  
30 注视响应交互等，检测识别可以包括运动目标定位、人脸检测识别、车载检测识别、手势识别或者安防场景下的检测识别等。例如，如在得到更清晰的事件图像之后，还可以结合事件图像进行更进一步地处理，基于更清晰的事件图像进行眼动跟踪、注视响应、安防场景下检测识别或者车载检测识别等应用场景，下面示例性地对本申请提供的方法的一些更详细的应用场景进行介绍。

#### 场景一、眼动跟踪

35 首先，对于穿戴式的 AR/VR 眼镜，摄像头靠近眼部，且与眼部的距离的相对固定，便于捕捉眼部动作信息。由于 DVS 相机跟踪动态物体更快速，且能够输出运动变化信息，比传统摄像头跟有利于进行眼动跟踪。

在一种眼动跟踪场景中，可以使用 DVS 传感器和红外传感器来构建 AR/VR 眼镜，其结构可以如图 109 所示。其中，DVS 传感器的数量可以是一个或者多个，如每个镜框设置一个 DVS 传感器，红外光源的数量也可以是一个或者多个，用于产生红外光源，照射在角膜上产生闪烁点，即普尔钦斑 (Purkinje image)，该闪烁点由进入瞳孔的光线是在角膜外表面上反射 (corneal reflection, CR) 而产生的。由于眼球近似球体，照射在上面的闪烁点位置基本不会随着眼球的转动而改变。利用一个或者多个闪烁点和光源位置计算获得角膜曲率中心，并作为眼动视觉的锚点位置信息坐标。根据实时跟踪眼动变化，DVS 传感器产生四元组信息  $[X, Y, t, e]$ ，其中  $X, Y$  为位置信息； $t$  为时间信息； $e$  为事件变化信息。然后即可使用 DVS 输出的信息，通过本申请提供的方法进行运动补偿，得到更清晰的事件图像。然后可以根据 DVS 和用户眼部的相对位置关系，以及眼球、虹膜、瞳孔几何模型，基于事件在事件图像中的像素坐标  $(x, y)$  去反推眼球在水平面和垂直面的旋转角度，计算出人眼相对于 DVS 摄像机的视线角度。该事件图像可以通过本申请前述的运动补偿的方式进行优化，得到更清晰的事件图像。随后，基于 DVS 摄像机与屏幕的相对关系 (比如屏幕上有双目摄像机，能定位人头相对于屏幕的空间位置)，结合人眼相对于头的视线角度，来估计落在屏幕上的视点位置，实现眼动跟踪。

在另一种眼动跟踪场景中，还可以使用 DVS 与眼动仪融合，来实现更准确的眼动跟踪。例如，眼动仪以小于 1000HZ 的频率采集视点，DVS 在 1000HZ 的间隙采集视点。融合眼动仪和 DVS 采集到的视点得到更高时间精度的眼动数据。

在另一种眼动跟踪场景中，DVS 传感器还可以上用于远程眼动跟踪，例如，如图 13 所示，可以应用于通过手机和平板终端设备实现眼动跟踪。此类设备，由于眼部与传感器之间的距离较远，且距离是变化的，可采用与前述图 109 中的场景类似的方式，通过多个传感器来确定三维坐标系中的角膜中心和眼球运动中心，进而与屏幕进行交互。

在一种注视响应的场景中，如图 110 中所示的结构还可以用于感知眼睛注视，如果 DVS 感知到用户在屏幕上注视时长大于  $t$  时，则可以进行对应的眼动操作控制，如注视亮屏等，控制设备可以是手机，平板，穿戴手表等。例如，将一段时间内 (比如 1 秒) 出现 events 的像素位置设置为 1，没有 events 的像素位置设置为 0，得到一张如上图所示的二值 mask 图。

训练阶段：收集从不同角度不同距离注视屏幕时，拍摄到的二值 mask 图，并标注出人眼区域。收集从不同角度不同距离没有注视屏幕时，拍摄到的二值 mask 图，并标注出人眼区域。基于收集到的数据训练模型，模型能定位人眼区域，并能识别出“注视”和“非注视”两种状态。

测试阶段：对当前二值 mask 图使用模型来找出人眼区域，并识别是否处于“注视”状态。如果处于“注视”状态，进一步判断注视时长，若注视时长大于等于 1 秒，点亮屏幕。如果处于“非注视”状态，保证设备处于息屏状态。

此外，当注视时长大于一定时长 (如 3 秒) 时，提取眼部的特征来识别身份解，实现手机的快速解锁。而当人眼距离屏幕超过一定距离 (如超过 30cm)，则不启动身份识别解锁功能，以保证用户使用手机的安全性。

在此场景中，相比于基于传统摄像头的眼动跟踪方案，基于 DVS 的眼动跟踪更快速、更低功耗。而且，在进行远程眼动跟踪或者注视交互识别时，DVS 传感器不必采集人脸的全部特征和识别，因此较 RGB 设备更能保护用户隐私。例如，相比于使用 RGB 来感知用户的注视，DVS 传感器只需要感知用户眼部的变化即可，功耗低。

## 5 场景二、安防场景下进行检测识别

传统 APS (Advanced Photo System) 摄像头，主要基于类似背景减除的方法来定位运动目标并重点分析这部分关键信息，最简单的实现方法是帧差法。而 DVS 能通过感知单个像素亮度的变化，捕捉运动目标，有着与帧差法几乎一样的效果，但是具有更低的时延。DVS 摄像头在单个运动目标场景下能快速定位前景运动目标所在的矩形区域/mask，比如镜头固定不动且拍摄的背景干净的监控场景下。通过本申请提供的方法，可以对 DVS 采集到的图像进行运动补偿，从而得到更清晰的事件图像，从而使安防场景下的检测识别更准确。

一种场景例如，使用 DVS 传感器进行运动物体检测的流程可以包括：当画面中有运动物体出现或者场景存在光线变化时，DVS 对应区域产生事件 events。将一段时间内（比如 1 秒）出现 events 的像素位置设置为 1，没有 events 的像素位置设置为 0，得到 mask 图，通过本申请提供的方法，对 mask 图像进行运动补偿，得到清晰的事件图像。在事件图像上筛选出连通的矩形框区域。然后判断矩形框的大小，当矩形框面积 > 阈值 1，DVS 检测到的运动区域过大，不进行检测识别，可以理解为 DVS 检测到的变化是场景光线变化；当阈值 2 > 矩形框面积，则可以接为该矩形框表示噪声，比如风吹叶子晃动产生的运动区域；当阈值 1 > 矩形框面积 > 阈值 2，则可以进一步根据运动的连续性来判断是否是移动的物体，从而确定是否需要进一步地检测识别。

另一种场景例如，使用 DVS 传感器和 RGB 摄像头进行运动物体检测和识别的流程如可以包括：当画面中有运动物体出现或者场景存在光线变化时，DVS 对应区域产生事件 events，通过本申请提供的方法得到清晰的事件图像，并在事件图像中确定表示运动物体的矩形框，将矩形框膨胀一圈 ( $h*w*0.1$ ) 之后，找到 RGB 摄像头对应帧上的对应矩形区域，作为运动物体区域。使用现有 RGB 图像深度学习网络来识别运动物体区域内物体的类别。

因此，在本场景中，因为 DVS 传感器对高速运动物体敏感，可以快速捕捉运动事件，并进行响应分析，“时间分辨率”比 APS 更高，因此使用 DVS 传感器进行运动物体检测，具有低时延的优势。此外，DVS 传感器对物体运动高度敏感，受场景光强影响不大，即在过亮或者过暗的场景下，仍能进行运动物体识别信息。

## 30 场景三、车载检测识别

通常，在车辆行驶过程中，动态感知摄像头能捕捉视野中静止或者运动的车辆轮廓、车牌信息、车道线。这个场景下主要包括三种应用：运动物体检测、高速车牌识别、车道线检测。具体的，DVS 传感器可以部署在车上进行车外物体检测，也可以部署在公共交通的摄像头上，进行安防监控。

35 更具体地，运动物体检测，借助动态感知芯片的运动敏感性、低时延，实现车载场景下的运动物体（车辆、行人）的实时目标检测，尤其对于快速运动场景（避免运动模糊）、高动态范围场景，辅助驾驶员进行避障判断。

5 高速路标、车牌识别：分为两个场景，ADAS 和交通监控。前者是车载 DVS，进行车外的目标识别，只需要简单纹理少量颜色（双色图像等）即可，DVS 特别适合进行高速车牌、路标的识别，以及邻近车辆的相对测速等；后者是固定场景的 DVS 交通监控，应用场景包括高速路抓拍、违停抓拍、闯红灯抓拍等。总体上，DVS 在车载 ADAS 价值更大一些，交通

5 监控可能需要借助其他传感器协同完成（弥补纹理缺失的缺陷）。

车道线检测：用于自动驾驶的车道保持、并线辅助等功能，借助 DVS 可对车道线进行实时检测。

DVS 的高动态特性在上述场景下还具有全天候可用的优势，在逆光、夜间等条件下仍可进行检测识别。

10 自动驾驶组网图可以如图 111 所示，其中，该组网内可以包括自动驾驶车辆（如图 14 所示的自动驾驶车辆 A、自动驾驶车辆 B 或自动驾驶车辆 C 等）以及集中控制设备，还可以包括监控摄像头或者其他设备等。集中控制设备可以用于控制或者标识道路中车辆的环境数据。

15 在此场景下，可以进行运动物体检测、车道线检测、高速路标或车牌识别等。具体可以是结合本申请提供的方法得到的更清晰的事件图像。

运动物体检测：借助动态感知芯片的运动敏感性、低时延，实现车载场景下的运动物体（车辆、行人）的实时目标检测，尤其对于快速运动场景（避免运动模糊）、高动态范围场景，辅助驾驶员进行避障判断。

20 车道线检测：用于自动驾驶的车道保持、并线辅助等功能，借助 DVS 可对车道线进行实时检测。

25 高速路标、车牌识别：分为两个场景，ADAS 和交通监控。前者是车载 DVS，进行车外的目标识别，只需要简单纹理少量颜色（如双色图像）即可，DVS 特别适合进行高速车牌、路标的识别，以及邻近车辆的相对测速等；后者是固定场景的 DVS 交通监控，应用场景包括高速路抓拍、违停抓拍、闯红灯抓拍等。总体上，DVS 在车载 ADAS 价值更大一些，交通

25 监控可能需要借助其他传感器协同完成（如弥补纹理缺失的缺陷）。

在此场景下，可以结合 DVS 采集到的图像更加快速准确识别运动物体。特别是针对简单纹理的图像，识别更加准确，且功耗更低。不受光强影响，例如夜间行驶或者隧道内识别也比较精准。

30 在图 95、图 108a 和图 108b 所对应的实施例的基础上，为了更好的实施本申请实施例的上述方案，下面还提供用于实施上述方案的相关设备。具体参阅图 118，图 118 为本申请实施例提供的数据处理装置的一种结构示意图。如图 118 所示，该数据处理装置包括获取模块 11801 和处理模块 11802。所述获取模块 11801，用于获取第一事件图像和第一 RGB 图像，所述第一事件图像与所述第一 RGB 图像时序对齐，所述第一事件图像为表示目标对象在运动传感器的检测范围内产生运动时的运动轨迹的图像；所述处理模块 11802，用于

35 确定第一事件图像的积分时间；所述处理模块 11802，还用于若所述积分时间小于第一阈值，则确定不通过所述第一 RGB 图像来执行位姿估计；所述处理模块 11802，还用于根据所述第一事件图像执行位姿估计。

在一种可能的设计中，所述处理模块 11802，还用于确定所述第一事件图像的获取时间和所述第一 RGB 图像的获取时间；根据所述第一 RGB 图像的获取时间与所述第一事件图像的获取时间之间的时间差小于第二阈值，确定第一事件图像与第一 RGB 图像时序对齐。

在一种可能的设计中，所述获取模块 11801，还用于获取 N 个连续的 DVS 事件；所述处理模块 11802，还用于将所述 N 个连续的 DVS 事件积分为第一事件图像；所述处理模块 11802，还用于根据所述 N 个连续的 DVS 事件的获取时间确定所述第一事件图像的获取时间。

在一种可能的设计中，所述处理模块 11802，还用于确定用于积分为所述第一事件图像的 N 个连续的 DVS 事件；所述处理模块 11802，还用于根据所述 N 个连续的 DVS 事件中的第一个 DVS 事件和最后一个 DVS 事件的获取时间，确定所述第一事件图像的积分时间。

在一种可能的设计中，所述获取模块 11801，还用于获取第二事件图像；所述处理模块 11802，还用于若不存在有与所述第二事件图像时序对齐的 RGB 图像，则确定所述第二事件图像不具有用于共同执行位姿估计的 RGB 图像；所述处理模块 11802，还用于根据所述第二事件图像执行位姿估计。

在一种可能的设计中，所述处理模块 11802，还用于：若确定所述第二事件图像具有时序对齐的惯性测量单元 IMU 数据，则根据所述第二 DVS 图和所述第二事件图像对应的 IMU 数据确定位姿；若确定所述第二事件图像不具有时序对齐的惯性测量单元 IMU 数据，则仅根据所述第二事件图像确定位姿。

在一种可能的设计中，所述获取模块 11801，还用于获取第二 RGB 图像；所述处理模块 11802，还用于若不存在有与所述第二 RGB 图像时序对齐的事件图像，则确定所述第二 RGB 图像不具有用于共同执行位姿估计的事件图像；所述处理模块 11802，还用于根据所述第二 RGB 图像确定位姿。

在一种可能的设计中，所述处理模块 11802，还用于根据所述第一事件图像和字典执行回环检测，所述字典为基于事件图像所构建的字典。

在一种可能的设计中，所述获取模块 11801，还用于获取多个事件图像，所述多个事件图像为用于训练的事件图像；所述获取模块 11801，还用于获取所述多个事件图像的视觉特征；所述处理模块 11802，还用于通过聚类算法对所述视觉特征进行聚类，得到聚类后的视觉特征，所述聚类后的视觉特征具有对应的描述子；所述处理模块 11802，还用于根据所述聚类后的视觉特征，构建所述字典。

在一种可能的设计中，所述处理模块 11802，还用于：确定所述第一事件图像的描述子；在所述字典中确定所述第一事件图像的描述子对应的视觉特征；基于所述视觉特征确定所述第一事件图像对应的词袋向量；确定所述第一事件图像对应的词袋向量与其他事件图像的词袋向量之间的相似度，以确定所述第一事件图像所匹配的事件图像。

具体参阅图 119，图 119 为本申请实施例提供的数据处理装置的一种结构示意图。如图 119 所示，该数据处理装置包括获取模块 11901 和处理模块 11902。所述获取模块 11901，用于获取事件图像；所述处理模块 11902，用于确定所述事件图像的第一信息，所述第一信息包括所述事件图像中的事件和/或特征；所述处理模块 11902，用于若基于所述第一信息确定所述事件图像至少满足第一条件，则确定所述事件图像为关键帧，所述第一条件与

事件数量和/或特征数量相关。

在一种可能的设计中,所述第一条件包括:所述事件图像中的事件数量大于第一阈值、所述事件图像中的事件有效区域的数量大于第二阈值、所述事件图像中的特征数量大于第三阈值和所述事件图像中的特征有效区域大于第四阈值中的一个或多个。

5 在一种可能的设计中,所述获取模块 11901,用于获取与所述事件图像时序对齐的深度图像;所述处理模块 11902,还用于若基于所述第一信息确定所述事件图像至少满足第一条件,则确定所述事件图像和所述深度图像为关键帧。

10 在一种可能的设计中,所述获取模块 11901,用于获取与所述事件图像时序对齐的 RGB 图像;所述获取模块 11901,用于获取所述 RGB 图像的特征数量和/或特征有效区域;所述处理模块 11902,还用于若基于所述第一信息确定所述事件图像至少满足第一条件,且所述 RGB 图像的特征数量大于第五阈值和/或所述 RGB 图像的特征有效区域的数量大于第六阈值,则确定所述事件图像和所述 RGB 图像为关键帧。

15 在一种可能的设计中,所述处理模块 11902,还用于:若基于所述第一信息确定所述事件图像至少满足所述第一条件,则确定所述事件图像的第二信息,所述第二信息包括所述事件图像中的运动特征和/或位姿特征;若基于所述第二信息确定所述事件图像至少满足第二条件,确定所述事件图像为关键帧,所述第二条件与运动变化量和/或位姿变化量相关。

20 在一种可能的设计中,所述处理模块 11902,还用于确定所述事件图像的清晰度和/或亮度一致性指标;所述处理模块 11902,还用于若基于所述第二信息确定所述事件图像至少满足所述第二条件,且所述事件图像的清晰度大于清晰度阈值和/或所述事件图像的亮度一致性指标大于预设指标阈值,则确定所述事件图像为关键帧。

25 在一种可能的设计中,所述处理模块 11902,还用于:若所述事件图像中的像素表示光强变化极性,则计算所述事件图像的事件数量与相邻的关键帧的事件数量的差值的绝对值,并将所述绝对值除以所述事件图像的像素数量,得到所述事件图像的亮度一致性指标;若所述事件图像中的像素表示光强,则将所述事件图像和相邻的关键帧逐像素求差,并计算差值的绝对值,对每组像素对应的绝对值进行求和运算,并将得到的求和结果除以像素数量,得到所述事件图像的亮度一致性指标。

30 在一种可能的设计中,所述获取模块 11901,用于获取与所述事件图像时序对齐的 RGB 图像;所述处理模块 11902,还用于确定所述 RGB 图像的清晰度和/或亮度一致性指标;所述处理模块 11902,还用于若基于所述第二信息确定所述事件图像至少满足第二条件,且所述 RGB 图像的清晰度大于清晰度阈值和/或所述 RGB 图像的亮度一致性指标大于预设指标阈值,则确定所述事件图像和所述 RGB 图像为关键帧。

35 在一种可能的设计中,所述第二条件包括:所述事件图像与上一个关键帧的距离超过预设距离值、所述事件图像与上一个关键帧的旋转角度超过预设角度值以及所述事件图像与上一个关键帧的距离超过预设距离值且所述事件图像与上一个关键帧的旋转角度超过预设角度值中的一个或多个。

具体参阅图 120,图 120 为本申请实施例提供的数据处理装置的一种结构示意图。如

图 120 所示，该数据处理装置包括获取模块 12001 和处理模块 12002。所述获取模块，用于获取第一事件图像和所述第一事件图像对应的目标图像，所述第一事件图像和所述图像所捕捉的环境信息相同，所述目标图像包括深度图像或 RGB 图像，所述第一事件图像为表示目标对象在运动传感器的检测范围内产生运动时的运动轨迹的图像；所述处理模块，用于确定所述第一事件图像中的第一运动区域；所述处理模块，还用于根据所述第一运动区域确定所述图像中对应的第二运动区域；所述处理模块，还用于根据所述图像中的第二运动区域进行位姿估计。

在一种可能的设计中，所述获取模块，还用于若采集所述第一事件图像的动态视觉传感器 DVS 为静止的，则获取所述第一事件图像中有事件响应的像素点；所述处理模块，还用于根据所述有事件响应的像素点确定所述第一运动区域。

在一种可能的设计中，所述处理模块，还用于：确定由所述第一事件图像中有事件响应的像素点构成的轮廓；若所述轮廓所包围的面积大于第一阈值，则确定所述轮廓所包围的区域为第一运动区域。

在一种可能的设计中，所述获取模块，还用于若采集所述第一事件图像的 DVS 为运动的，则获取第二事件图像，所述第二事件图像为所述第一事件图像的前一帧事件图；所述处理模块，还用于计算所述第一事件图像中的像素相对于所述第二事件图像的位移大小以及位移方向；所述处理模块，还用于若所述第一事件图像中的像素的位移方向与周围像素的位移方向不相同，或所述第一事件图像中的像素的位移大小与周围像素的位移大小之间的差值大于第二阈值，则确定所述像素属于第一运动区域。

在一种可能的设计中，所述处理模块，还用于根据所述第一运动区域确定所述图像中对应的静止区域；所述处理模块，还用于根据所述图像中的静止区域确定位姿。

请参阅图 121，本申请提供的另一种电子设备的结构示意图，如下所述。

该电子设备可以包括处理器 12101、存储器 12102、RGB 传感器 12103 和运动传感器 12104。该处理器 12101、RGB 传感器 12103 和运动传感器 12104 之间通过线路互联。其中，存储器 12102 中存储有程序指令和数据。RGB 传感器 12103 用于进行拍摄，将采集到的模拟信号转换为电信号。运动传感器 12104 用于对拍摄范围内的运动的对象进行监测。

存储器 12102 中存储了前述图 3-a 至图 108-b 中的步骤对应的程序指令以及数据。

处理器 12101 用于执行前述图 3-a 至图 108-b 中任一实施例所示的电子设备执行的方法步骤。

RGB 传感器 12103 用于执行前述图 3-a 至图 108-b 中任一实施例所示的电子设备执行的拍摄图像的步骤。

运动传感器 12104 用于执行前述图 3-a 至图 108-b 中任一实施例所示的电子设备执行的对运动的对象进行监测的步骤。

本申请实施例中还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有用于生成车辆行驶速度的程序，当其在计算机上行驶时，使得计算机执行如前述图 2-18 所示实施例描述的方法中的步骤。

可选地，前述的图 121 中所示的设备可以是芯片。

本申请实施例还提供了一种电子设备，该电子设备也可以称为数字处理芯片或者芯片，芯片包括处理单元和通信接口，处理单元通过通信接口获取程序指令，程序指令被处理单元执行，处理单元用于执行前述图 3-a 至图 108-b 中任一实施例所示的电子设备执行的方法步骤。

5 本申请实施例还提供一种数字处理芯片。该数字处理芯片中集成了用于实现上述处理器 12101，或者处理器 12101 的功能的电路和一个或者多个接口。当该数字处理芯片中集成了存储器时，该数字处理芯片可以完成前述实施例中的任一个或多个实施例的方法步骤。当该数字处理芯片中未集成存储器时，可以通过通信接口与外置的存储器连接。该数字处理芯片根据外置的存储器中存储的程序代码来实现上述实施例中电子设备执行的动作。

10 本申请实施例中还提供一种包括计算机程序产品，当其在计算机上行驶时，使得计算机执行如前述图 3-a 至图 108-b 所示实施例描述的方法中电子设备所执行的步骤。

本申请实施例提供的电子设备可以为芯片，芯片包括：处理单元和通信单元，所述处理单元例如可以是处理器，所述通信单元例如可以是输入/输出接口、管脚或电路等。该处理单元可执行存储单元存储的计算机执行指令，以使服务器内的芯片执行上述图 3-a 至图  
15 108-b 所示实施例描述的图像处理方法。可选地，所述存储单元为所述芯片内的存储单元，如寄存器、缓存等，所述存储单元还可以是所述无线接入设备端内的位于所述芯片外部的存储单元，如只读存储器（read-only memory, ROM）或可存储静态信息和指令的其他类型的静态存储设备，随机存取存储器（random access memory, RAM）等。

具体地，前述的处理单元或者处理器可以是中央处理器（central processing unit, CPU）、网络处理器（neural-network processing unit, NPU）、图形处理器（graphics  
20 processing unit, GPU）、数字信号处理器（digital signal processor, DSP）、专用集成电路（application specific integrated circuit, ASIC）或现场可编程逻辑门阵列（field programmable gate array, FPGA）或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者也可以是任何常规的处理器等。  
25

另外需说明的是，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。另外，本申请提供的装置实施例附图中，模块之间的连接关系表示它们之间具有通信连接，具体可以实现为一条  
30 或多条通信总线或信号线。

通过以上的实施方式的描述，所属领域的技术人员可以清楚地了解到本申请可借助软件加必需的通用硬件的方式来实现，当然也可以通过专用硬件包括专用集成电路、专用 CPU、专用存储器、专用元器件等来实现。一般情况下，凡由计算机程序完成的功能都可以很容易地用相应的硬件来实现，而且，用来实现同一功能的具体硬件结构也可以是多种多样的，  
35 例如模拟电路、数字电路或专用电路等。但是，对本申请而言更多情况下软件程序实现是更佳的实施方式。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献



的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在可读取的存储介质中，如计算机的软盘、U 盘、移动硬盘、只读存储器（read only memory, ROM）、随机存取存储器（random access memory, RAM）、磁碟或者光盘等，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等等）执行本申请各个实施例所述的方法。

在上述实施例中，可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。

所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序指令时，全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一计算机可读存储介质传输，例如，所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如同轴电缆、光纤、数字用户线（DSL））或无线（例如红外、无线、微波等）方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存储的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质，（例如，软盘、硬盘、磁带）、光介质（例如，DVD）、或者半导体介质（例如固态硬盘（solid state disk, SSD））等。

本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等（如果存在）是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的实施例能够以除了在这里图示或描述的内容以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

最后应说明的是：以上，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

## 权 利 要 求

1、一种视觉传感器芯片，其特征在于，包括：

像素阵列电路，用于通过测量光强变化量来生成与所述像素阵列电路中的像素对应的至少一个数据信号，所述至少一个数据信号指示光强变化事件，所述光强变化事件表示所述像素阵列电路中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值；

读取电路，所述读取电路与所述像素阵列电路耦合，用于以第一事件表示方式从所述像素阵列电路读取所述至少一个数据信号；

所述读取电路，还用于向控制电路提供所述至少一个数据信号；

所述读取电路，还用于从所述控制电路接收到基于所述至少一个数据信号而生成的转换信号时，转换到以第二事件表示方式从所述像素阵列电路读取所述至少一个数据信号。

2、根据权利要求1所述的视觉传感器芯片，其特征在于，所述第一事件表示方式为通过极性信息表示事件，所述像素阵列电路包括多个像素，每个所述像素包括阈值比较单元，

所述阈值比较单元，用于所述光强变换量超过预定阈值时，输出极性信息，所述极性信息用于指示所述光强变化量是增强或者减弱；

所述读取电路，具体用于读取所述阈值比较单元输出的所述极性信息。

3、根据权利要求1所述的视觉传感器芯片，其特征在于，所述第一事件表示方式为通过光强信息表示事件，所述像素阵列电路包括多个像素，每个所述像素包括阈值比较单元，读出控制单元和光强采集单元，

所述光强检测单元，用于输出照射在其上的光信号对应的电信号，所述电信号用于指示光强；

所述阈值比较单元，用于根据所述电信号确定所述光强变换量超过预定阈值时，输出第一信号；

所述读出控制单元，用于响应于接收到所述第一信号，指示光强采集单元采集并缓存对应所述第一信号接收时刻的所述电信号；

所述读取电路，具体用于读取所述光强采集单元缓存的所述电信号。

4、根据权利要求1至3任一项所述的视觉传感器芯片，其特征在于，所述控制电路，还用于：

基于从所述读取电路接收的所述至少一个数据信号，确定统计数据；

如果确定所述统计数据满足预定转换条件，向所述读取电路发送所述转换信号，所述预定转换条件基于所述视觉传感器芯片的预置带宽确定。

5、根据权利要求4所述的视觉传感器芯片，其特征在于，所述第一事件表示方式为通过光强信息表示事件，所述第二事件表示方式为通过极性信息表示事件时，所述预定转换条件为通过所述第一事件表示方式从所述像素阵列电路读取的总数据量大于所述预置带宽，或者所述预定转换条件为所述至少一个数据信号的数目大于所述预置带宽和所述第一比特的比值，所述第一比特是所述数据信号的数据格式的预置比特。

6、根据权利要求4所述的视觉传感器芯片，其特征在于，所述第一事件表示方式为通过极性信息表示事件，所述第二事件表示方式为通过光强信息表示事件时，所述预定转换

条件为若通过所述第二事件表示方式从所述像素阵列电路读取所述至少一个数据信号，读取的总数据量不大于所述预置带宽，或者所述预定转换条件为所述至少一个数据信号的数目不大于所述预置带宽和所述第一比特的比值，所述第一比特是所述数据信号的数据格式的预置比特。

5 7、一种解码电路，其特征在于，包括：

读取电路，用于从视觉传感器芯片读取数据信号；

解码电路，用于根据第一解码方式对所述数据信号进行解码；

所述解码电路，还用于从控制电路接收到转换信号时，根据第二解码方式对所述数据信号进行解码。

10 8、根据权利要求7所述的解码电路，其特征在于，所述控制电路，还用于：

基于从所述读取电路读取的所述数据信号，确定统计数据；

如果确定所述统计数据满足预定转换条件，向所述编码电路发送所述转换信号，所述预定转换条件基于所述视觉传感器芯片的预置带宽确定。

9、根据权利要求8所述的解码电路，其特征在于，所述第一解码方式为根据与第一事件表示方式相对应的第一比特对所述数据信号进行解码，所述第一事件表示方式为通过光强信息表示事件，所述第二解码方式为根据与第二事件表示方式相对应的第二比特对所述数据信号进行解码，所述第二事件表示方式为通过极性信息表示事件，所述极性信息用于指示所述光强变化量是增强或者减弱，所述转换条件为根据所述第一解码方式解码的总数据量大于所述预置带宽，或者所述预定转换条件为所述数据信号的数目大于所述预置带宽和所述第一比特的比值，所述第一比特是所述数据信号的数据格式的预置比特。

10、根据权利要求8所述的解码电路，其特征在于，所述第一解码方式为根据与第一事件表示方式相对应的第一比特对所述数据信号进行解码，所述第一事件表示方式为通过极性信息表示事件，所述极性信息用于指示所述光强变化量是增强或者减弱，所述第二解码方式为通过与第二事件表示方式相对应的第二比特对所述数据信号进行解码，所述第二事件表示方式为通过光强信息表示事件，所述转换条件为若根据所述第二解码方式解码所述数据信号，总数据量不大于所述预置带宽，或者所述预定转换条件为所述数据信号的数目大于所述预置带宽和所述第一比特的比值，所述第一比特是所述数据信号的数据格式的预置比特。

11、一种操作视觉传感器芯片的方法，其特征在于，包括：

30 通过所述视觉传感器芯片的像素阵列电路测量光强变化量来生成与所述像素阵列电路中的像素对应的至少一个数据信号，所述至少一个数据信号指示光强变化事件，所述光强变化事件表示所述像素阵列电路中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值；

通过所述视觉传感器芯片的读取电路以第一事件表示方式从所述像素阵列电路读取所述至少一个数据信号；

35 通过所述读取电路向所述视觉传感器芯片的控制电路提供所述至少一个数据信号；

通过所述读取电路从所述控制电路接收到基于所述至少一个数据信号而生成的转换信号时，转换到以第二事件表示方式从所述像素阵列电路读取所述至少一个数据信号。

12、根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述第一事件表示方式为通过极性信息表示事件，所述像素阵列电路包括多个像素，每个所述像素包括阈值比较单元，所述通过所述视觉传感器芯片的读取电路以第一事件表示方式从所述像素阵列电路读取所述至少一个数据信号，包括：

5 所述光强变换量超过预定阈值时，通过所述阈值比较单元输出极性信息，所述极性信息用于指示所述光强变化量是增强或者减弱；

通过所述读取电路读取所述阈值比较单元输出的所述极性信息。

13、根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述第一事件表示方式为通过光强信息表示事件，所述像素阵列包括多个像素，每个所述像素包括阈值比较单元，读出控制单元和光强采集单元，所述通过所述视觉传感器芯片的读取电路以第一事件表示方式从所述像素阵列电路读取所述至少一个数据信号，包括：

通过所述光强采集单元输出照射在其上的光信号对应的电信号，所述电信号用于指示光强；

15 所述电信号确定所述光强变换量超过预定阈值时，通过所述阈值比较单元输出第一信号；

响应于接收到所述第一信号，通过所述读出控制单元指示光强采集单元采集并缓存对应所述第一信号接收时刻的所述电信号；

通过所述读取电路读取所述光强采集单元缓存的所述电信号。

14、根据权利要求 11 至 13 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

20 基于从所述读取电路接收的所述至少一个数据信号，确定统计数据；

如果确定所述统计数据满足预定转换条件，向所述读取电路发送所述转换信号，所述预定转换条件基于所述视觉传感器芯片的预置带宽确定。

15、根据权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述第一事件表示方式为通过光强信息表示事件，所述第二事件表示方式为通过极性信息表示事件时，所述预定转换条件为通过所述第一事件表示方式从所述像素阵列电路读取的总数据量大于所述预置带宽，或者所述预定转换条件为所述至少一个数据信号的数目大于所述预置带宽和所述第一比特的比值，所述第一比特是所述数据信号的数据格式的预置比特。

16、根据权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述第一事件表示方式为通过极性信息表示事件，所述第二事件表示方式为通过光强信息表示事件时，所述预定转换条件为若通过所述第二事件表示方式从所述像素阵列电路读取所述至少一个数据信号，读取的总数据量不大于所述预置带宽，或者所述预定转换条件为所述至少一个数据信号的数目不大于所述预置带宽和所述第一比特的比值，所述第一比特是所述数据信号的数据格式的预置比特。

17、一种解码方法，其特征在于，包括：

35 通过读取电路从视觉传感器芯片读取数据信号；

通过解码电路根据第一解码方式对所述数据信号进行解码；

从控制电路接收到转换信号时，通过所述解码电路根据第二解码方式对所述数据信号

进行解码。

18、根据权利要求 17 所述的解码方法，其特征在于，还包括：

基于从所述读取电路读取的所述数据信号，确定统计数据；

5 如果确定所述统计数据满足预定转换条件，向所述编码电路发送所述转换信号，所述  
预定转换条件基于所述视觉传感器芯片的预置带宽确定。

19、根据权利要求 18 所述的解码方法，其特征在于，所述第一解码方式为根据与第一  
事件表示方式相对应的第一比特对所述数据信号进行解码，所述第一事件表示方式为通过  
光强信息表示事件，所述第二解码方式为根据与第二事件表示方式相对应的第二比特对所  
10 述数据信号进行解码，所述第二事件表示方式为通过极性信息表示事件，所述极性信息用  
于指示所述光强变化量是增强或者减弱，所述转换条件为根据所述第一解码方式解码的总  
数据量大于所述预置带宽，或者所述预定转换条件为所述数据信号的数目大于所述预置带  
宽和所述第一比特的比值，所述第一比特是所述数据信号的数据格式的预置比特。

20、根据权利要求 18 所述的解码方法，其特征在于，所述第一解码方式为根据与第一  
事件表示方式相对应的第一比特对所述数据信号进行解码，所述第一事件表示方式为通过  
15 极性信息表示事件，所述极性信息用于指示所述光强变化量是增强或者减弱，所述第二解  
码方式为通过与第二事件表示方式相对应的第二比特对所述数据信号进行解码，所述第二  
事件表示方式为通过光强信息表示事件，所述转换条件为若根据所述第二解码方式解码所  
述数据信号，总数据量不大于所述预置带宽，或者所述预定转换条件为所述数据信号的数  
目大于所述预置带宽和所述第一比特的比值，所述第一比特是所述数据信号的数据格式  
20 的预置比特。

21、一种视觉传感器芯片，其特征在于，包括：

像素阵列电路，用于通过测量光强变化量来生成与所述像素阵列电路中的像素对应的  
至少一个数据信号，所述至少一个数据信号指示光强变化事件，所述光强变化事件表示所  
述像素阵列电路中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值；

25 第一编码单元，用于根据第一比特对所述至少一个数据信号进行编码，以得到第一编  
码数据；

所述第一编码单元，还用于从控制电路接收到第一控制信号时，根据所述第一控制信  
号指示的第二比特对所述至少一个数据信号进行编码，所述第一控制信号是所述控制电路  
根据所述第一编码数据确定的。

30 22、根据权利要求 21 所述的视觉传感器芯片，其特征在于，所述第一控制信号是所述  
控制电路根据所述第一编码数据以及所述视觉传感器芯片预置的带宽确定的。

23、根据权利要求 22 所述的视觉传感器芯片，其特征在于，所述第一编码数据的数据  
量不小于所述带宽时，所述控制信号指示的所述第二比特小于所述第一比特，以使通过所  
述第二比特编码的所述至少一个数据信号的总数据量不大于所述带宽。

35 24、根据权利要求 22 所述的视觉传感器芯片，其特征在于，所述第一编码数据的数据  
量小于所述带宽时，所述控制信号指示的所述第二比特大于所述第一比特，且通过所述第  
二比特编码的所述至少一个数据信号的总数据量不大于所述带宽。

25、根据权利要求 21 至 24 任一项所述的视觉传感器芯片，其特征在于，所述像素阵列包括 N 个区域，所述 N 个区域中的至少两个区域的最大比特不同，所述最大比特表示预设的对一个所述区域生成的所述至少一个数据信号进行编码的最大比特，

5 所述第一编码单元，具体用于根据所述第一比特对所述第一区域生成的所述至少一个数据信号进行编码，以得到第一编码数据，所述第一比特不大于所述第一区域的最大比特，所述第一区域是所述 N 个区域中的任意一个区域；

所述第一编码单元，具体用于从所述控制电路接收到所述第一控制信号时，根据所述第一控制信号指示的第二比特对所述第一区域生成的所述至少一个数据信号进行编码，所述第一控制信号是所述控制电路根据所述第一编码数据确定的。

10 26、根据权利要求 21 所述的视觉传感器芯片，其特征在于，所述控制电路，还用于：确定通过第三比特编码的所述至少一个数据信号的总数据量大于所述带宽，且通过所述第二比特编码的所述至少一个数据信号的总数据量不大于所述带宽时，向所述第一编码单元发送所述第一控制信号，所述第三比特和所述第二比特之间相差 1 个比特单位。

27、一种解码设备，其特征在于，包括：

15 读取电路，用于从视觉传感器芯片读取数据信号；

解码电路，用于根据第一比特对所述数据信号进行解码；

所述解码电路，还用于从控制电路接收到第一控制信号时，根据所述第一控制信号指示的第二比特对所述数据信号进行解码。

20 28、根据权利要求 27 所述的解码设备，其特征在于，所述第一控制信号是所述控制电路根据所述第一编码数据以及所述视觉传感器芯片预置的带宽确定的。

29、根据权利要求 28 所述的解码设备，其特征在于，根据所述第一比特解码的所述数据信号的总数据量不小于所述带宽时，所述第二比特小于所述第一比特。

30 30、根据权利要求 28 所述的解码设备，其特征在于，根据所述第一比特解码的所述数据信号的总数据量小于所述带宽时，所述第二比特大于所述第一比特，且通过所述第二比特解码所述数据信号的总数据量不大于所述带宽。

31、根据权利要求 27 至 30 任一项所述的解码设备，其特征在于，

30 所述读取电路，具体用于从视觉传感器芯片读取第一区域对应的数据信号，所述第一区域是所述视觉传感器的像素阵列包括的 N 个区域中的任意一个区域，所述 N 个区域中的至少两个区域的最大比特不同，所述最大比特表示预设的对一个所述区域生成的所述至少一个数据信号进行编码的最大比特；

所述解码电路，具体用于根据所述第一比特对所述第一区域对应的数据信号进行解码。

32、根据权利要求 27 所述的解码设备，其特征在于，所述控制电路，还用于：

35 确定过第三比特解码的所述数据信号的总数据量大于所述带宽，且通过所述第二比特解码所述数据信号的总数据量不大于所述带宽时，向所述第一编码单元发送所述第一控制信号，所述第三比特和所述第二比特之间相差 1 个比特单位。

33、一种操作视觉传感器芯片的方法，其特征在于，包括：

通过所述视觉传感器芯片的像素阵列电路测量光强变化量来生成与所述像素阵列电路

中的像素对应的至少一个数据信号，所述至少一个数据信号指示光强变化事件，所述光强变化事件表示所述像素阵列电路中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值；

通过所述视觉传感器芯片的第一编码单元根据第一比特对所述至少一个数据信号进行编码，以得到第一编码数据；

5 通过所述第一编码单元从所述视觉传感器芯片的控制电路接收到第一控制信号时，根据所述第一控制信号指示的第二比特对所述至少一个数据信号进行编码，所述第一控制信号是所述控制电路根据所述第一编码数据确定的。

34、根据权利要求 33 所述的方法，其特征在于，所述第一控制信号是所述控制电路根据所述第一编码数据以及所述视觉传感器芯片预置的带宽确定的。

10 35、根据权利要求 34 所述的方法，其特征在于，所述第一编码数据的数据量不小于所述带宽时，所述控制信号指示的所述第二比特小于所述第一比特，以使通过所述第二比特编码的所述至少一个数据信号的总数据量不大于所述带宽。

36、根据权利要求 34 所述的方法，其特征在于，所述第一编码数据的数据量小于所述带宽时，所述控制信号指示的所述第二比特大于所述第一比特，且通过所述第二比特编码的所述至少一个数据信号的总数据量不大于所述带宽。

15 37、根据权利要求 33 至 36 任一项所述的方法，其特征在于，所述像素阵列包括 N 个区域，所述 N 个区域中的至少两个区域的最大比特不同，所述最大比特表示预设的对一个所述区域生成的所述至少一个数据信号进行编码的最大比特，

20 所述通过所述视觉传感器芯片的第一编码单元根据第一比特对所述至少一个数据信号进行编码，包括：

通过所述第一编码单元根据所述第一比特对所述第一区域生成的所述至少一个数据信号进行编码，以得到第一编码数据，所述第一比特不大于所述第一区域的最大比特，所述第一区域是所述 N 个区域中的任意一个区域；

25 所述通过所述第一编码单元从所述视觉传感器芯片的控制电路接收到第一控制信号时，根据所述第一控制信号指示的第二比特对所述至少一个数据信号进行编码，包括：

所述通过所述第一编码单元从所述控制电路接收到所述第一控制信号时，根据所述第一控制信号指示的第二比特对所述第一区域生成的所述至少一个数据信号进行编码，所述第一控制信号是所述控制电路根据所述第一编码数据确定的。

38、根据权利要求 33 所述的方法，其特征在于，还包括：

30 确定通过第三比特编码的所述至少一个数据信号的总数据量大于所述带宽，且通过所述第二比特编码的所述至少一个数据信号的总数据量不大于所述带宽时，通过所述控制电路向所述第一编码单元发送所述第一控制信号，所述第三比特和所述第二比特之间相差 1 个比特单位。

39、一种解码方法，其特征在于，包括：

35 通过读取电路从视觉传感器芯片读取数据信号；

通过解码电路根据第一比特对所述数据信号进行解码；

通过所述解码电路从控制电路接收到第一控制信号时，根据所述第一控制信号指示的第

二比特对所述数据信号进行解码。

40、根据权利要求 39 所述的解码方法，其特征在于，所述第一控制信号是所述控制电路根据所述第一编码数据以及所述视觉传感器芯片预置的带宽确定的。

41、根据权利要求 40 所述的解码方法，其特征在于，根据所述第一比特解码的所述数据信号的总数据量不小于所述带宽时，所述第二比特小于所述第一比特。

42、根据权利要求 40 所述的解码方法，其特征在于，根据所述第一比特解码的所述数据信号的总数据量小于所述带宽时，所述第二比特大于所述第一比特，且通过所述第二比特解码所述数据信号的总数据量不大于所述带宽。

43、根据权利要求 39 至 42 任一项所述的解码方法，其特征在于，所述通过读取电路从视觉传感器芯片读取数据信号，包括：

通过所述读取电路从视觉传感器芯片读取第一区域对应的数据信号，所述第一区域是所述视觉传感器的像素阵列包括的 N 个区域中的任意一个区域，所述 N 个区域中的至少两个区域的最大比特不同，所述最大比特表示预设的对一个所述区域生成的所述至少一个数据信号进行编码的最大比特；

所述通过解码电路根据第一比特对所述数据信号进行解码，包括：

通过所述解码电路根据所述第一比特对所述第一区域对应的数据信号进行解码。

44、根据权利要求 39 所述的解码方法，其特征在于，所述方法还包括：

确定过第三比特解码的所述数据信号的总数据量大于所述带宽，且通过所述第二比特解码所述数据信号的总数据量不大于所述带宽时，向所述第一编码单元发送所述第一控制信号，所述第三比特和所述第二比特之间相差 1 个比特单位。

45、一种视觉传感器芯片，其特征在于，包括：

像素阵列电路，用于通过测量光强变化量来生成与所述像素阵列电路中的多个像素对应的多个数据信号，所述多个数据信号指示至少一个光强变化事件，所述至少一个光强变化事件表示所述像素阵列电路中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值；

第三编码单元，用于根据第一预设的比特对第一差分值进行编码，所述第一差分值是所述光强变换量和所述预定阈值的差值。

46、根据权利要求 45 所述的视觉传感器芯片，其特征在于，所述像素阵列电路包括多个像素，每个所述像素包括阈值比较单元，

所述阈值比较单元，用于所述光强变换量超过所述预定阈值时，输出极性信息，所述极性信息用于指示所述光强变化量是增强或者减弱；

所述第三编码单元，还用于根据第二预设的比特对所述极性信息进行编码。

47、根据权利要求 46 所述的视觉传感器芯片，其特征在于，每个所述像素包括还包括光强检测单元，读出控制单元和光强采集单元，

所述光强检测单元，用于输出照射在其上的光信号对应的电信号，所述电信号用于指示光强；

所述阈值比较单元，具体用于根据所述电信号确定所述光强变换量超过预定阈值时，输出所述极性信息；



所述读出控制单元，用于响应于接收到所述极性信号，指示所述光强采集单元采集并缓存对应所述极性信息接收时刻的所述电信号；

所述第三编码单元，还用于根据第三预设的比特对第一电信号进行编码，所述第一电信号是所述光强采集单元采集的对应所述极性信息第一次接收时刻的所述电信号，所述第三预设的比特是所述视觉传感器预置的用于表示光强的特征信息的最大比特。

48、根据权利要求 47 所述的视觉传感器芯片，其特征在于，所述第三编码单元，还用于：

每隔预设时长根据所述第三预设的比特对所述光强采集单元采集的所述电信号进行编码。

49、根据权利要求 45 至 48 任一项所述的视觉传感器芯片，其特征在于，所述第三编码单元，具体用于：

所述第一差分值小于所述预定阈值时，根据所述第一预设的比特对所述第一差分值进行编码。

50、根据权利要求 45 至 49 任一项所述的视觉传感器芯片，其特征在于，所述第三编码单元，还用于：

所述第一差分值不小于所述预定阈值时，根据所述第一预设的比特对第一剩余差分值和所述预定阈值进行编码，所述第一剩余差分值是所述差分值和所述预定阈值的差值。

51、根据权利要求 50 所述的视觉传感器芯片，其特征在于，所述第三编码单元，具体用于：

所述第一剩余差分值不小于所述预定阈值时，根据所述第一预设的比特对第二剩余差分值进行编码，所述第二剩余差分值是所述第一剩余差分值和所述预定阈值的差值；

根据所述第一预设的比特对所述预定阈值进行第一次编码；

根据所述第一预设的比特对所述预定阈值进行第二次编码。

52、一种解码设备，其特征在于，包括：获取电路，用于从视觉传感器芯片读取数据信号；

解码电路，用于根据第一比特对数据信号进行解码，以获取差分值，所述差分值小于预定阈值，所述差分值是所述视觉传感器测量到的光强变换量和预定阈值的差值，所述光强变化量超过所述预定阈值，所述视觉传感器产生至少一个光强变化事件。

53、根据权利要求 52 所述的解码设备，其特征在于，所述解码电路，还用于：

根据第二比特对所述数据信号进行解码，以获取极性信息，所述极性信息用于指示所述光强变化量是增强或者减弱。

54、根据权利要求 52 或 53 所述的解码设备，其特征在于，所述解码电路，还用于：

根据第三比特对第一时刻接收到的所述数据信号进行解码，以获取所述视觉传感器输出的照射在其上的光信号对应的电信号，所述第三比特是所述视觉传感器预置的用于表示光强的特征信息的最大比特。

55、根据权利要求 54 所述的解码设备，其特征在于，所述解码电路，还用于：

每隔预设时长根据所述第三比特对第一时刻接收到的所述数据信号进行解码。

56、根据权利要求 52 至 55 任一项所述的解码设备，其特征在于，所述解码电路，具体用于：

根据第一比特对数据信号进行解码，以获取差分值和至少一个所述预定阈值。

57、一种操作视觉传感器芯片的方法，其特征在于，包括：

5 通过所述视觉传感器芯片的像素阵列电路测量光强变化量来生成与所述像素阵列电路中的多个像素对应的多个数据信号，所述多个数据信号指示至少一个光强变化事件，所述至少一个光强变化事件表示所述像素阵列电路中的对应像素测量到的光强变化量超过预定阈值；

10 通过所述视觉传感器芯片的第三编码单元根据第一预设的比特对第一差分值进行编码，所述第一差分值是所述光强变换量和所述预定阈值的差值。

58、根据权利要求 57 所述的方法，其特征在于，所述像素阵列电路包括多个像素，每个所述像素包括阈值比较单元，所述方法还包括：

所述光强变换量超过所述预定阈值时，通过所述阈值比较单元输出极性信息，所述极性信息用于指示所述光强变化量是增强或者减弱；

15 通过所述第三编码单元根据第二预设的比特对所述极性信息进行编码。

59、根据权利要求 58 所述的方法，其特征在于，每个所述像素还包括光强检测单元，读出控制单元和光强采集单元，所述方法还包括：

通过所述光强检测单元输出照射在其上的光信号对应的电信号，所述电信号用于指示光强；

20 所述通过所述阈值比较单元输出极性信息，包括：

根据所述电信号确定所述光强变换量超过预定阈值时，通过所述阈值比较单元输出所述极性信息；

所述方法还包括：

25 响应于接收到所述极性信号，通过所述读出控制单元指示所述光强采集单元采集并缓存对应所述极性信息接收时刻的所述电信号；

根据第三预设的比特对第一电信号进行编码，所述第一电信号是所述光强采集单元采集的对应所述极性信息第一次接收时刻的所述电信号，所述第三预设的比特是所述视觉传感器预置的用于表示光强的特征信息的最大比特。

60、根据权利要求 59 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

30 每隔预设时长根据所述第三预设的比特对所述光强采集单元采集的所述电信号进行编码。

61、根据权利要求 57 至 60 任一项所述的方法，其特征在于，所述通过所述视觉传感器芯片的第三编码单元根据第一预设的比特对第一差分值进行编码，包括：

35 所述第一差分值小于所述预定阈值时，根据所述第一预设的比特对所述第一差分值进行编码。

62、根据权利要求 57 至 61 任一项所述的方法，其特征在于，所述通过所述视觉传感器芯片的第三编码单元根据第一预设的比特对第一差分值进行编码，还包括：

所述第一差分值不小于所述预定阈值时，根据所述第一预设的比特对第一剩余差分值和所述预定阈值进行编码，所述第一剩余差分值是所述差分值和所述预定阈值的差值。

63、根据权利要求 62 所述的方法，其特征在于，所述第一差分值不小于所述预定阈值时，根据所述第一预设的比特对第一剩余差分值和所述预定阈值进行编码，包括：

5 所述第一剩余差分值不小于所述预定阈值时，根据所述第一预设的比特对第二剩余差分值进行编码，所述第二剩余差分值是所述第一剩余差分值和所述预定阈值的差值；

根据所述第一预设的比特对所述预定阈值进行第一次编码；

根据所述第一预设的比特对所述预定阈值进行第二次编码，所述第一剩余差分值包括所述第二剩余差分值和两个所述预定阈值。

10 64、一种解码方法，其特征在于，包括：

通过获取电路从视觉传感器芯片读取数据信号；

通过解码电路根据第一比特对数据信号进行解码，以获取差分值，所述差分值小于预定阈值，所述差分值是所述视觉传感器测量到的光强变换量和预定阈值的差值，所述光强变化量超过所述预定阈值，所述视觉传感器产生至少一个光强变化事件。

15 65、根据权利要求 64 所述的解码方法，其特征在于，还包括：

根据第二比特对所述数据信号进行解码，以获取极性信息，所述极性信息用于指示所述光强变化量是增强或者减弱。

66、根据权利要求 64 或 65 所述的解码方法，其特征在于，还包括：

20 根据第三比特对第一时刻接收到的所述数据信号进行解码，以获取所述视觉传感器输出的照射在其上的光信号对应的电信号，所述第三比特是所述视觉传感器预置的用于表示光强的特征信息的最大比特。

67、根据权利要求 66 所述的解码方法，其特征在于，还包括：

每隔预设时长根据所述第三比特对第一时刻接收到的所述数据信号进行解码。

25 68、根据权利要求 64 至 67 任一项所述的解码方法，其特征在于，所述通过解码电路根据第一比特对数据信号进行解码，以获取差分值，包括：

根据第一比特对数据信号进行解码，以获取差分值和至少一个所述预定阈值。

69、一种视觉传感器芯片，包括处理器和存储器，所述处理器与所述存储器耦合，其特征在于，

所述存储器，用于存储程序；

30 所述处理器，用于执行所述存储器中的程序，使得所述图像处理装置执行如权利要求 11-16 或 33-38 或 57-63 中任一项所述的方法。

70、一种解码设备，包括处理器和存储器，所述处理器与所述存储器耦合，其特征在于，

所述存储器，用于存储程序；

35 所述处理器，用于执行所述存储器中的程序，使得所述图像处理装置执行如权利要求 17-20 或 39-44 或 64-68 中任一项所述的方法。

71、一种计算机可读存储介质，包括程序，其特征在于，当其在计算机上运行时，使

得计算机执行如权利要求 11-16 或 33-38 或 57-63 中任一项所述的方法。

72、一种计算机可读存储介质，包括程序，其特征在于，当其在计算机上运行时，使得计算机执行如权利要求 17-20 或 39-44 或 64-68 中任一项所述的方法。

73、一种包含指令的计算机程序产品，其特征在于，当其在计算机上运行时，使得计  
5 算机执行如权利要求 11-16 或 33-38 或 57-63 中任一项所述的方法。

74、一种包含指令的计算机程序产品，其特征在于，当其在计算机上运行时，使得计  
算机执行如权利要求 17-20 或 39-44 或 64-68 中任一项所述的方法。

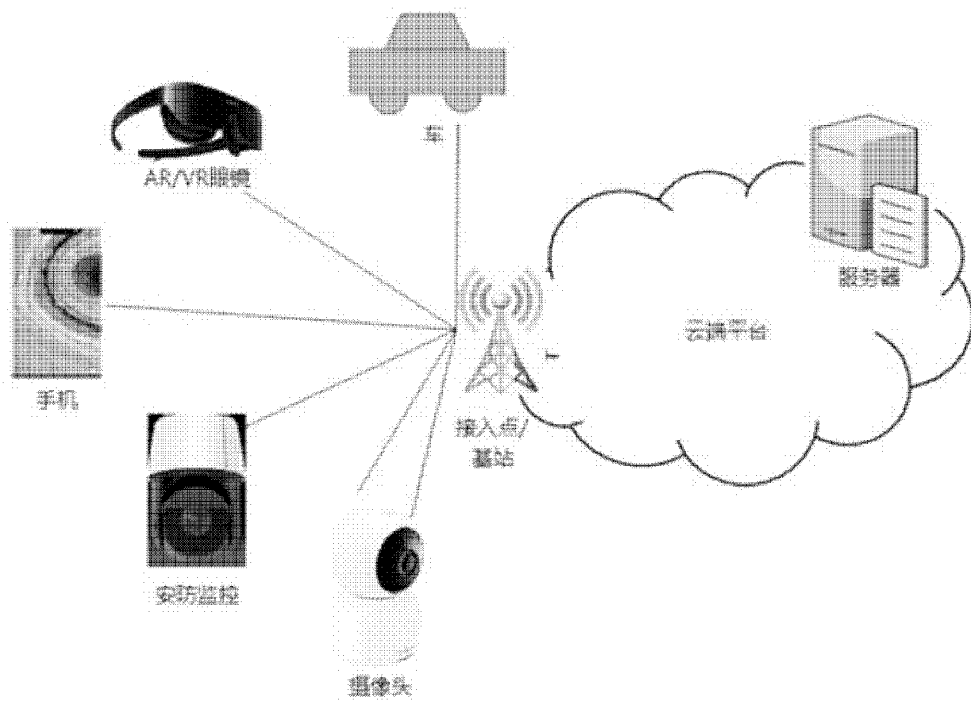


图 1A

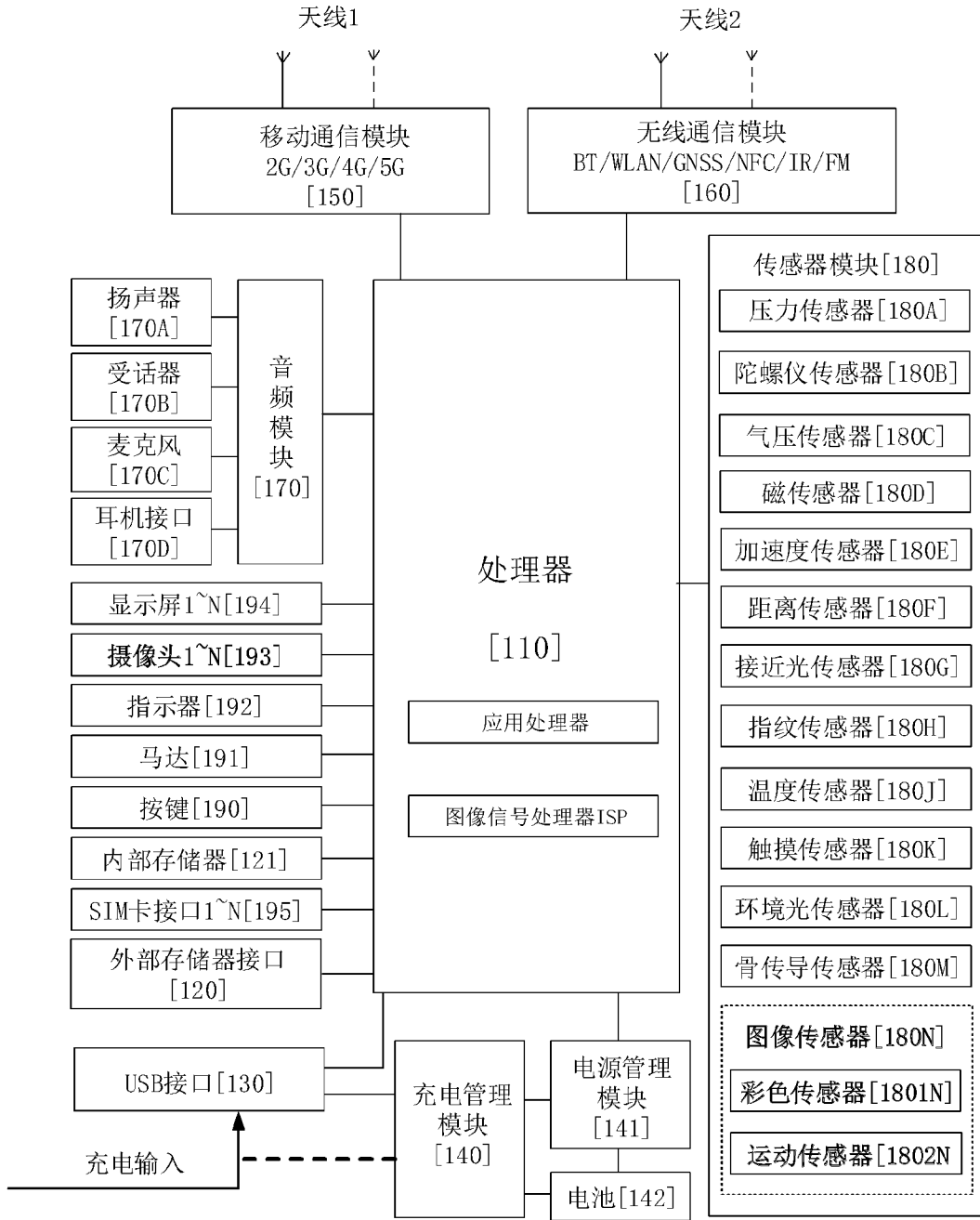


图 1B

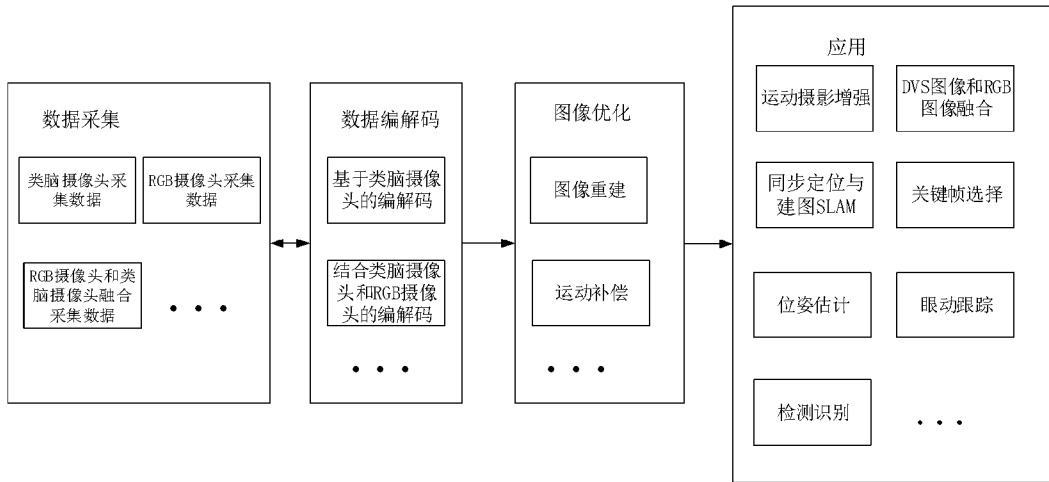


图 2

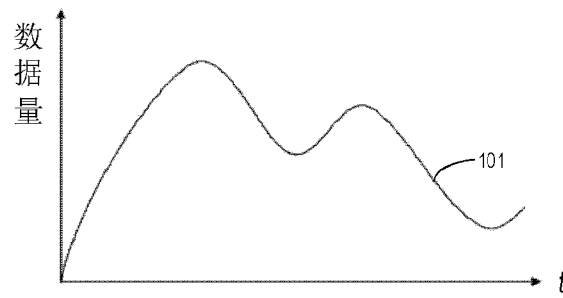


图 3-a

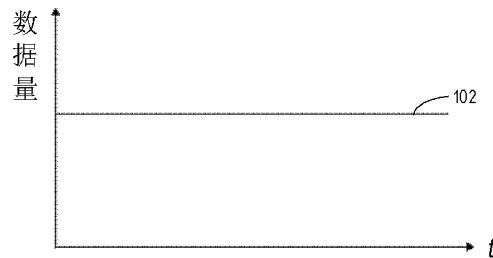


图 3-b

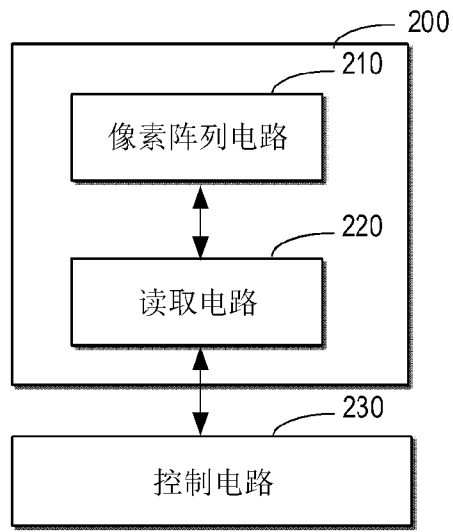


图 4-a

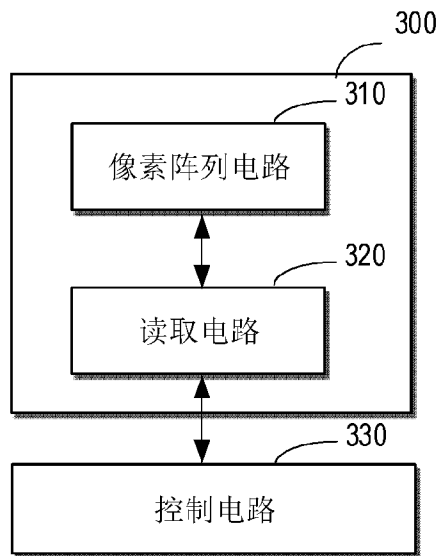


图 4-b



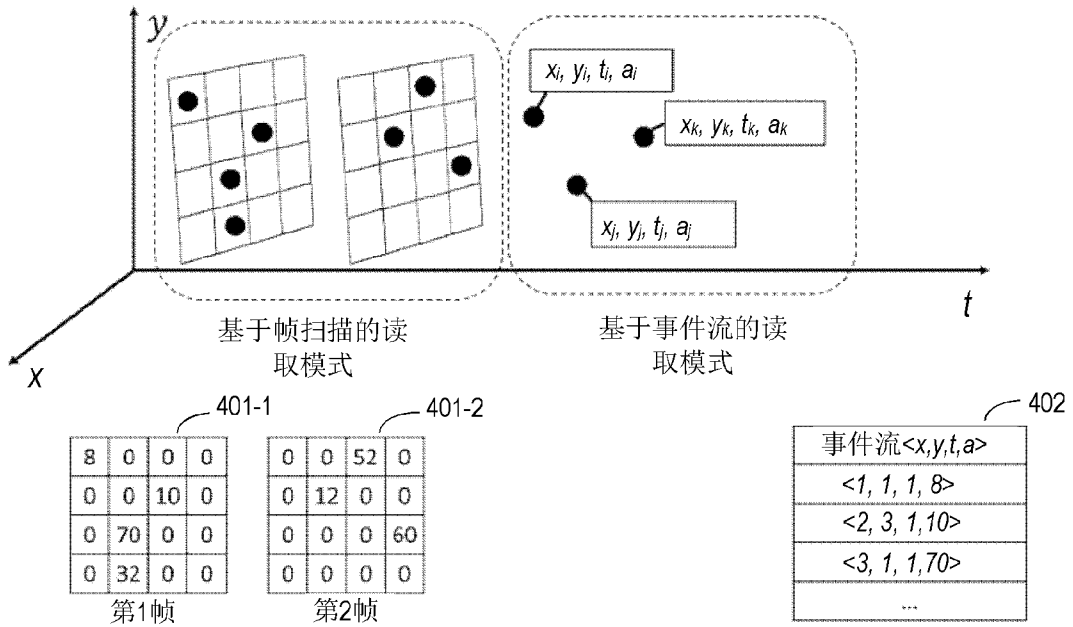


图 5

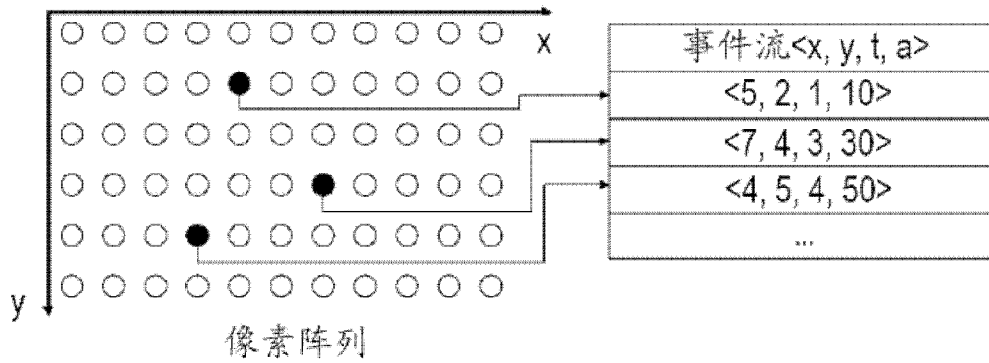


图 6-a

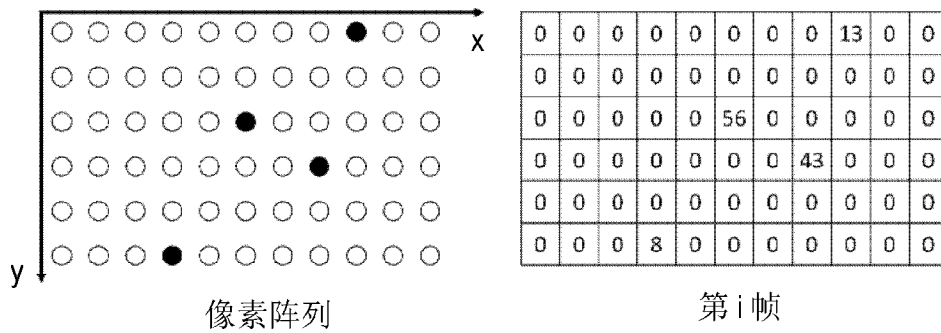


图 6-b

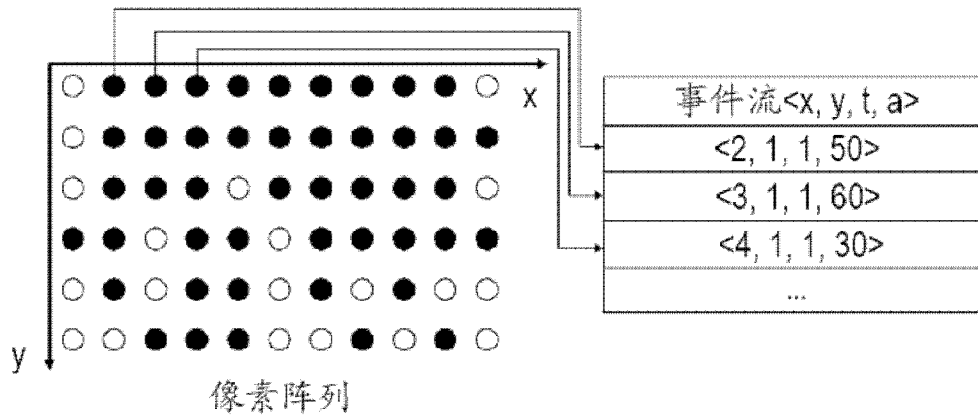


图 6-c

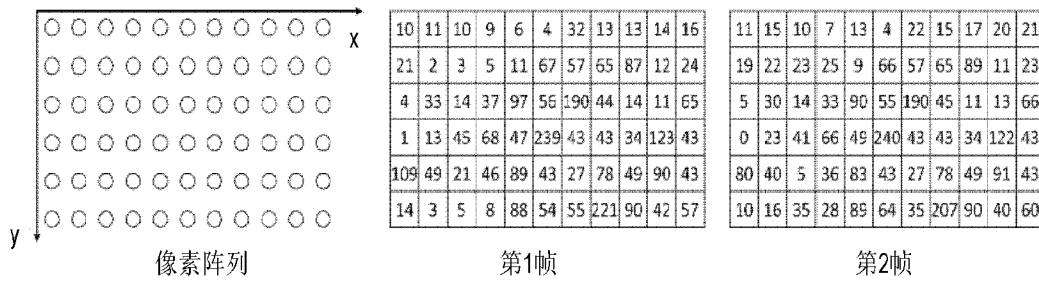


图 6-d

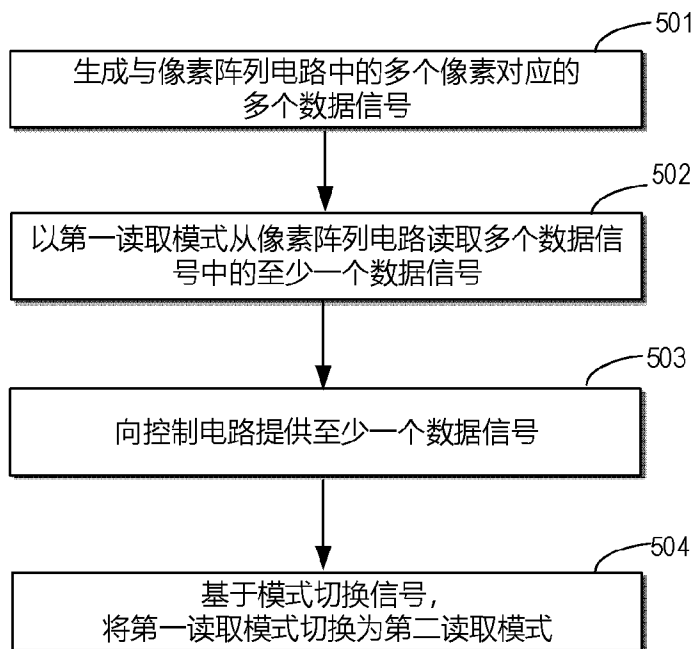


图 7

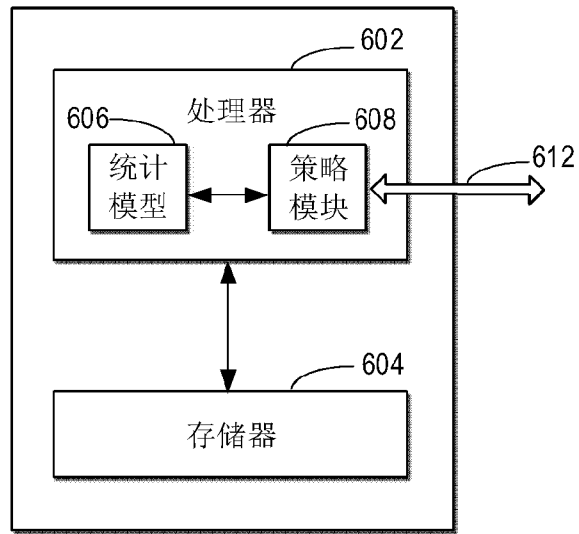


图 8

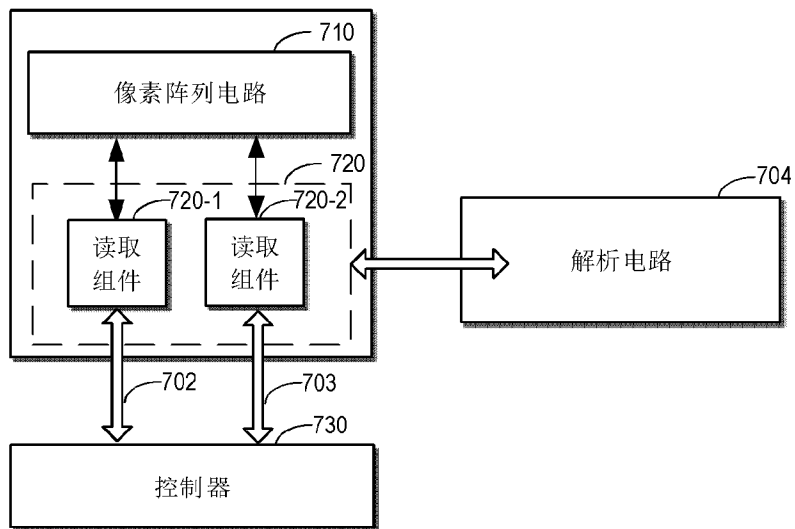


图 9

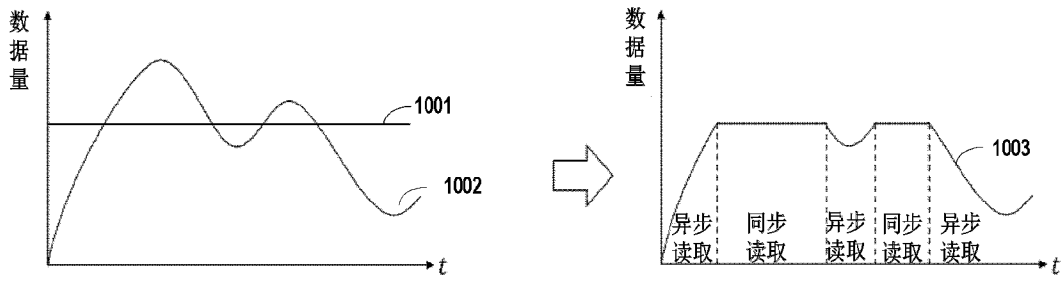


图 10

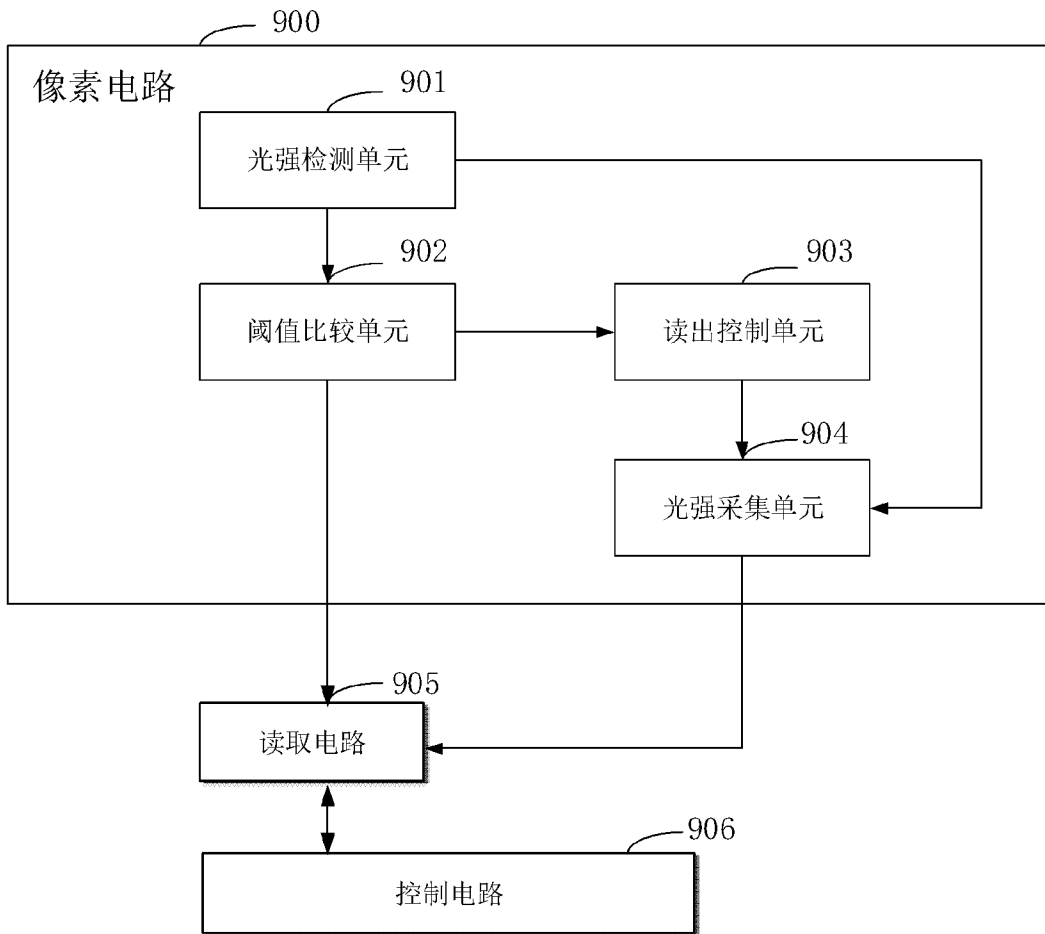
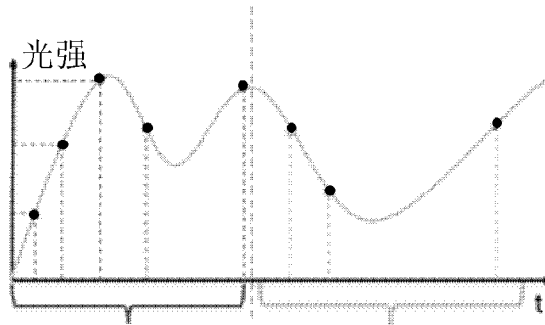


图 11

—9/75—



输出的事件带光强信息    输出的事件带极性信息

通过光强信息  
表示的事件

$\langle x, y, t, a \rangle$
$\langle 1, 1, 3, 8 \rangle$
$\langle 1, 1, 6, 16 \rangle$
$\langle 1, 1, 10, 24 \rangle$
$\langle 1, 1, 17, 18 \rangle$
...

通过极性信息  
表示的事件

$\langle x, y, t, p \rangle$
$\langle 1, 1, 20, -1 \rangle$
$\langle 1, 1, 24, -1 \rangle$
$\langle 1, 1, 36, +1 \rangle$
...
...

图 11-a

-10/75-

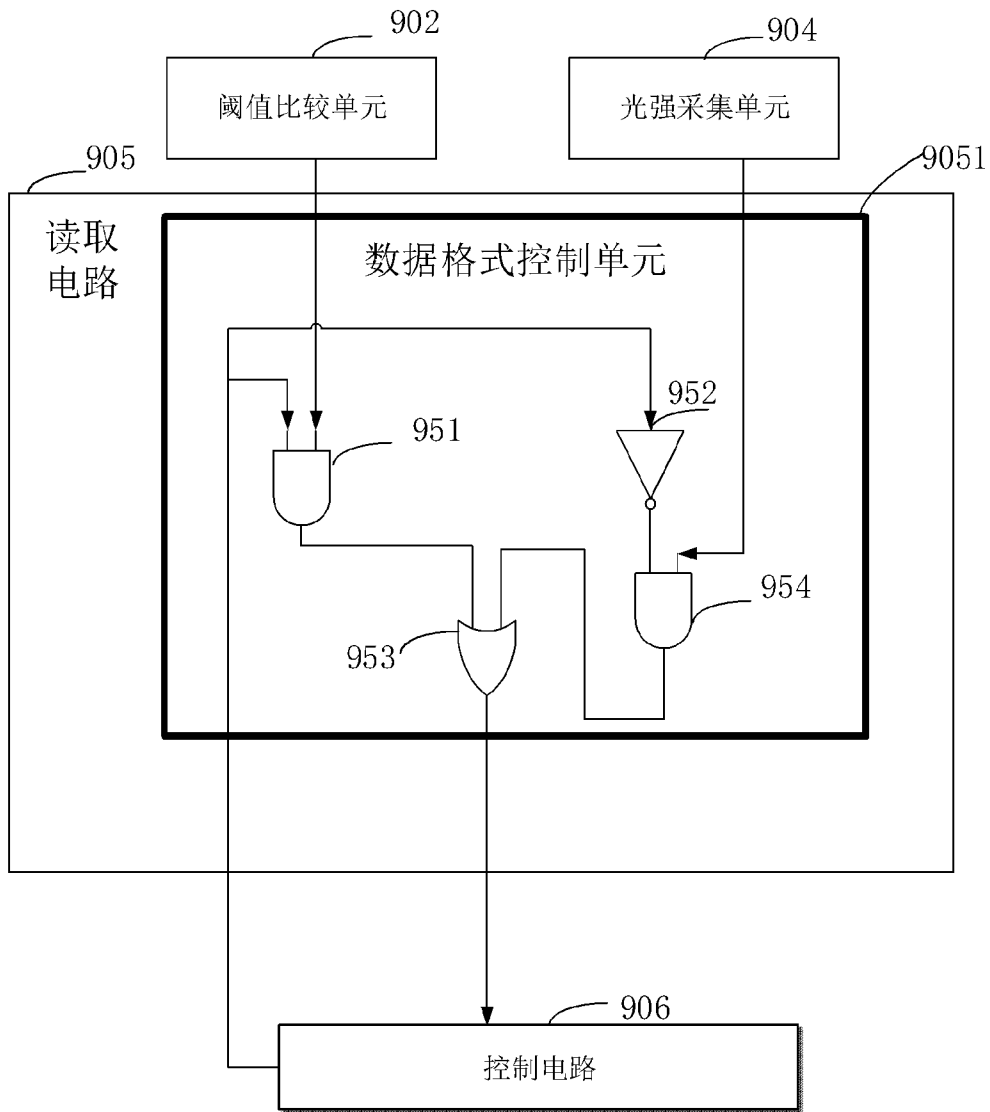


图 12-a

-11/75-

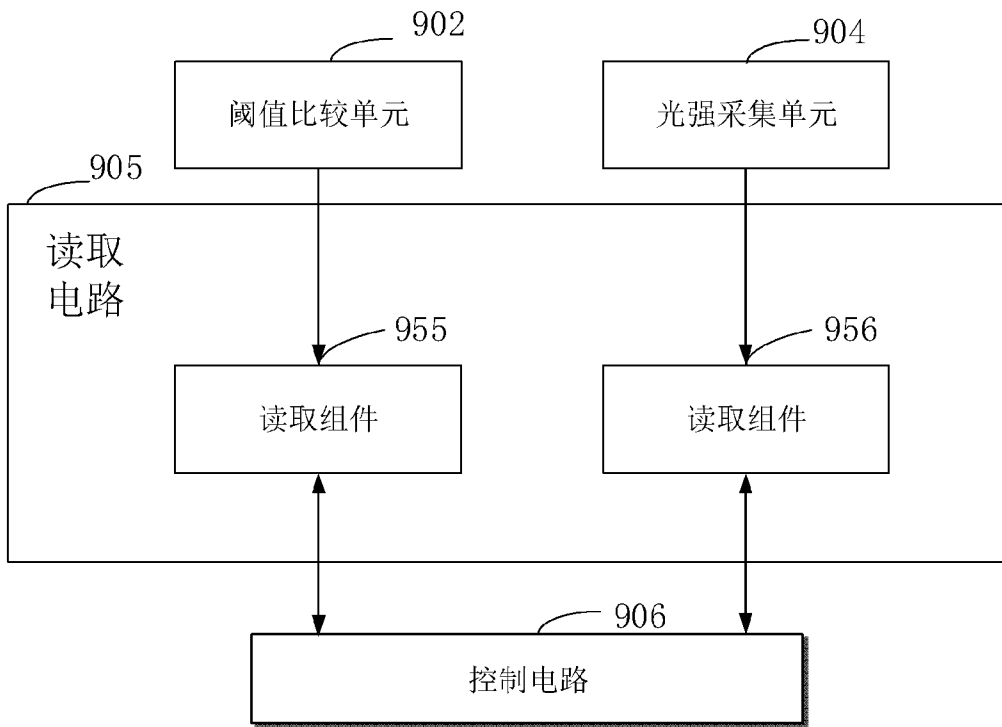


图 12-b

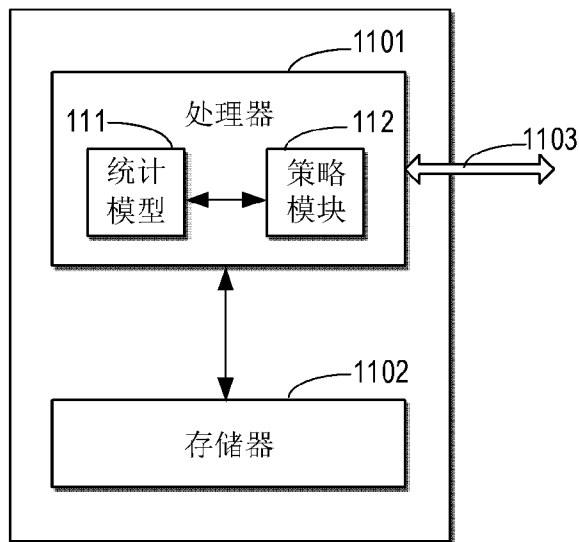


图 13

- 12/75 -

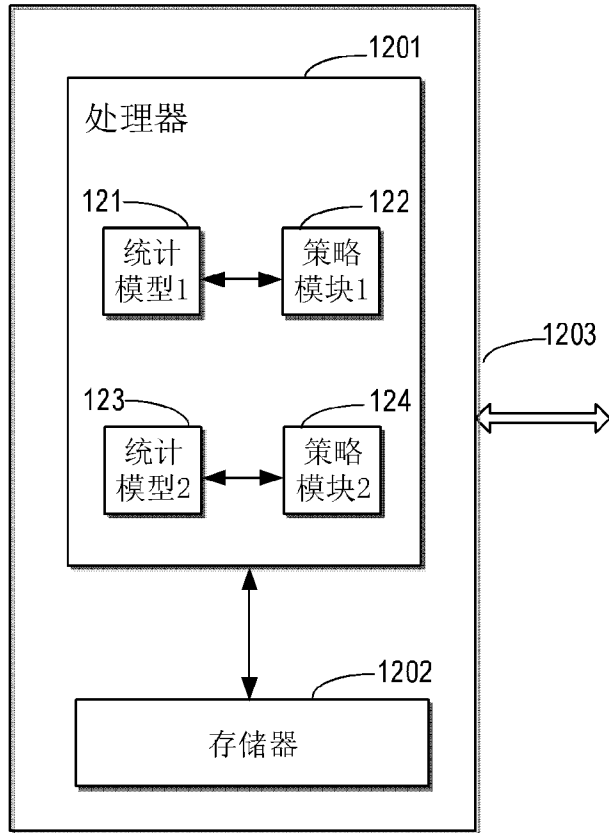


图 14

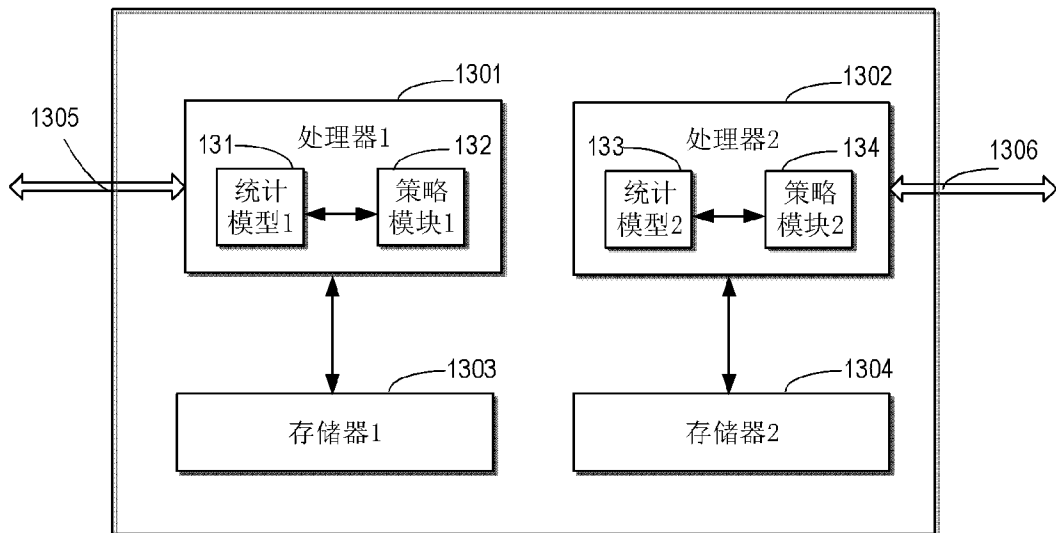


图 15



—13/75—

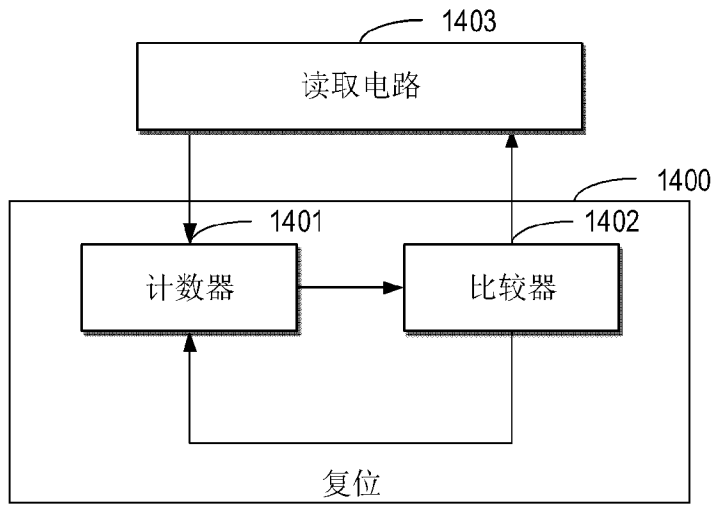


图 16

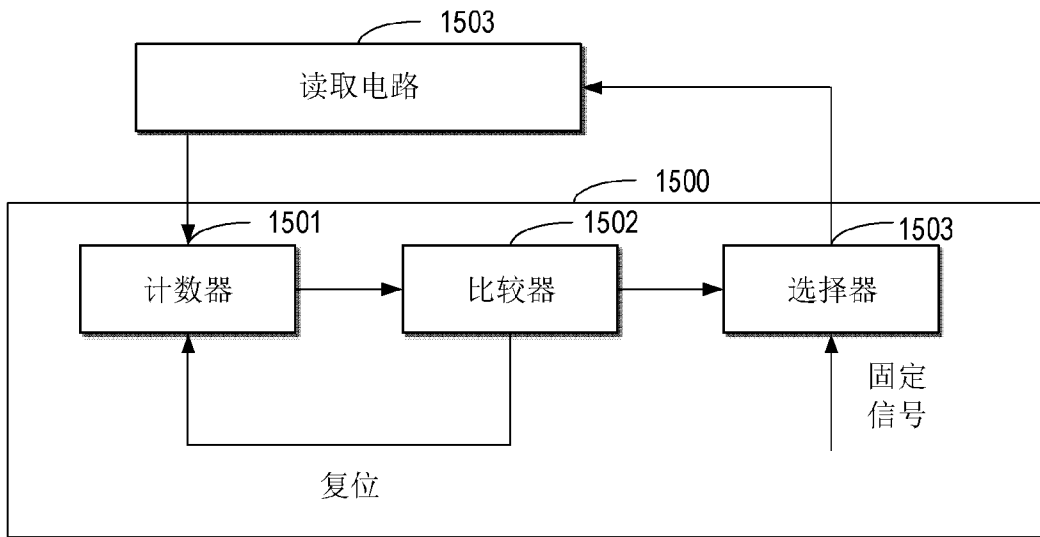


图 17

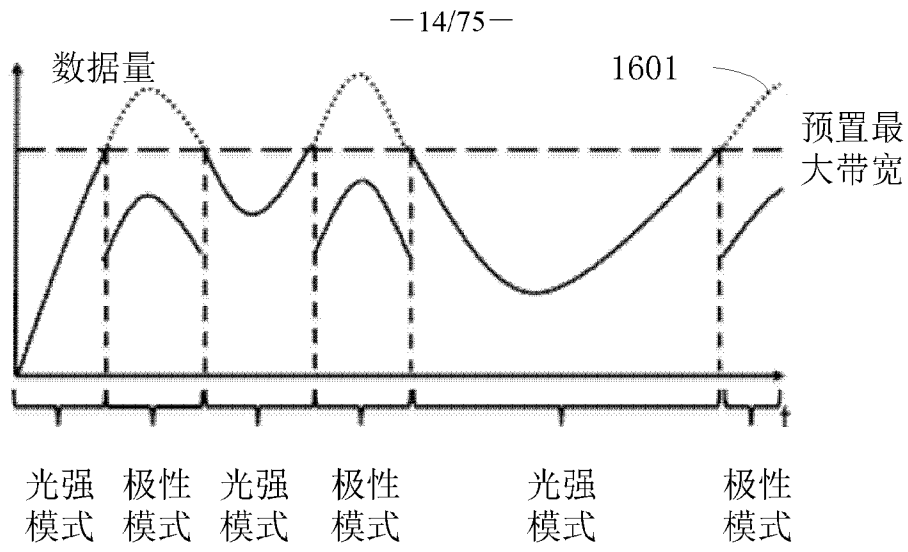


图 18

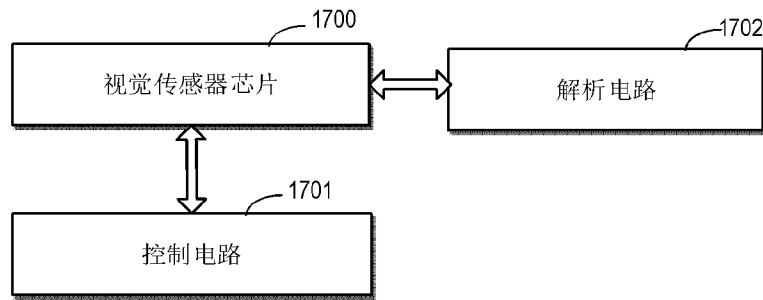


图 19

-15/75-

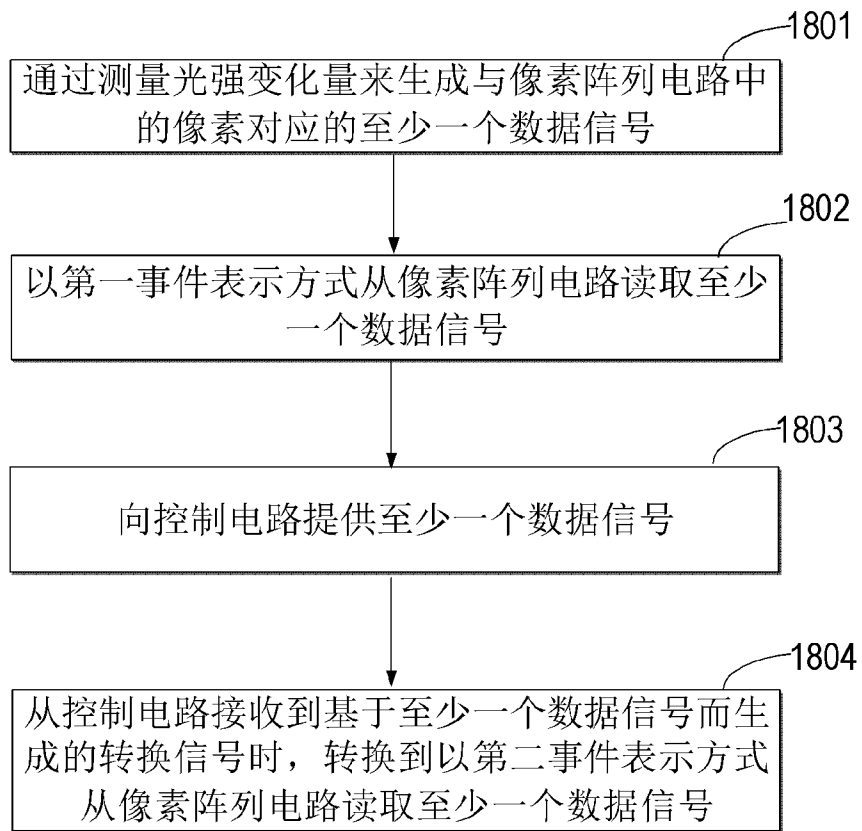


图 20

—16/75—

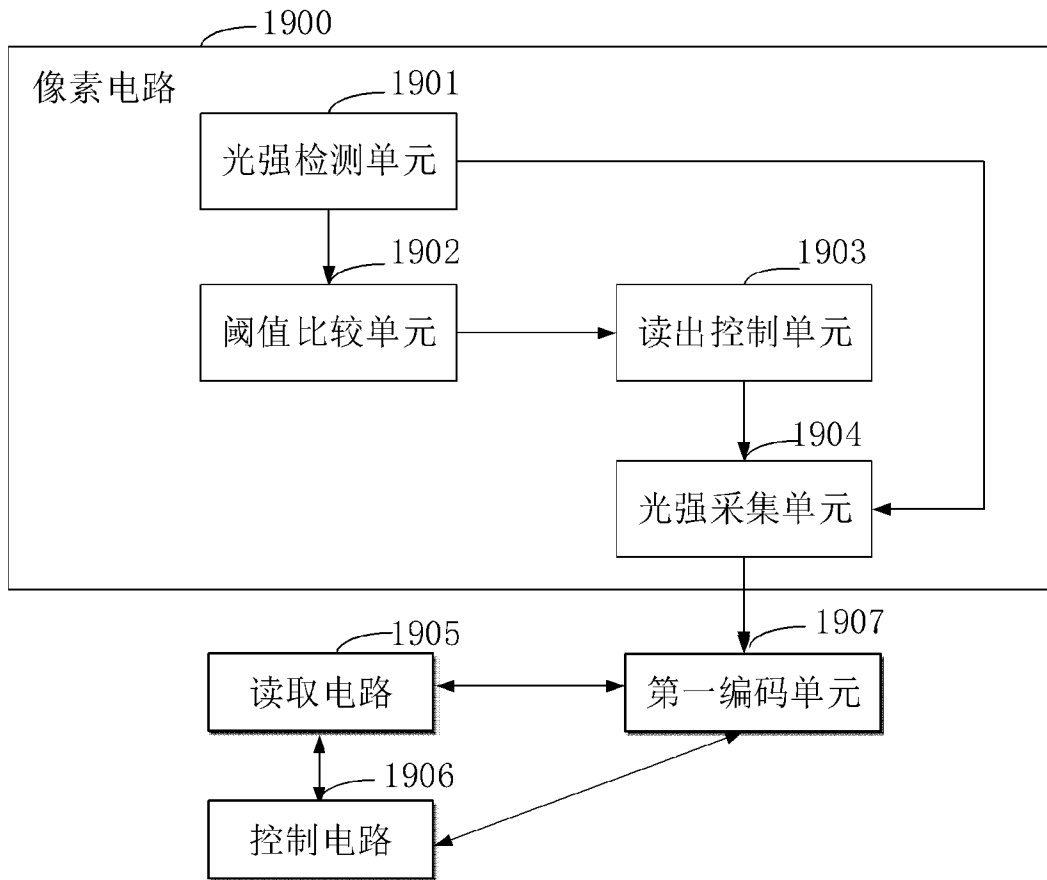


图 21

-17/75-

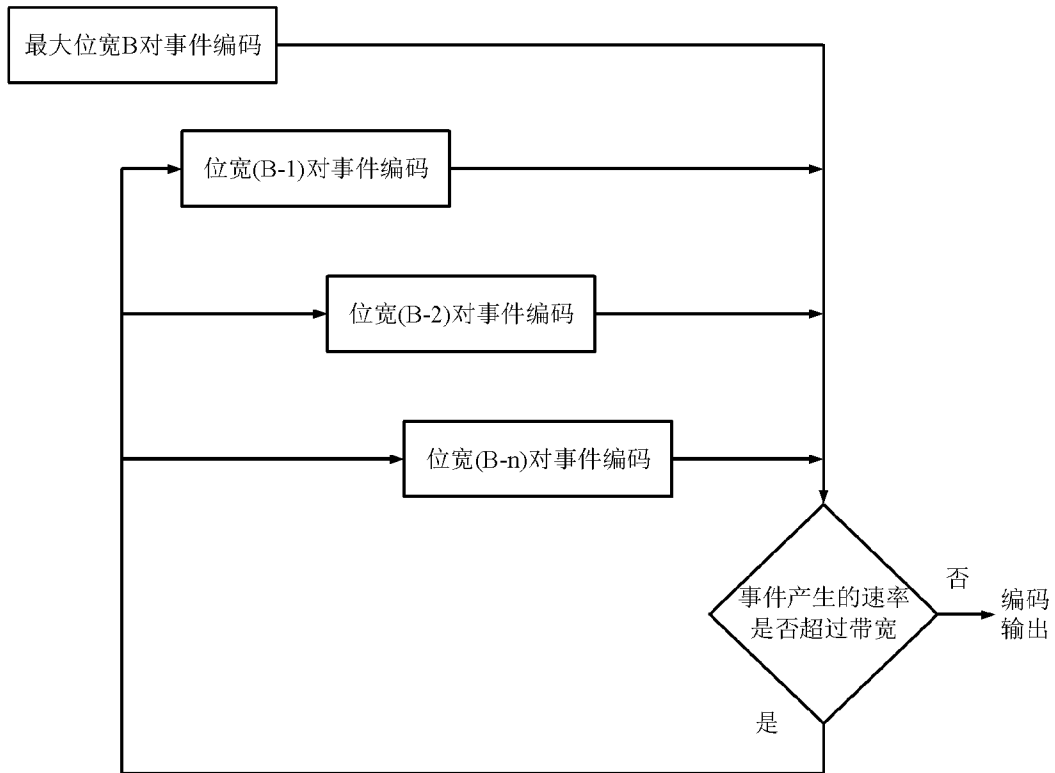


图 22

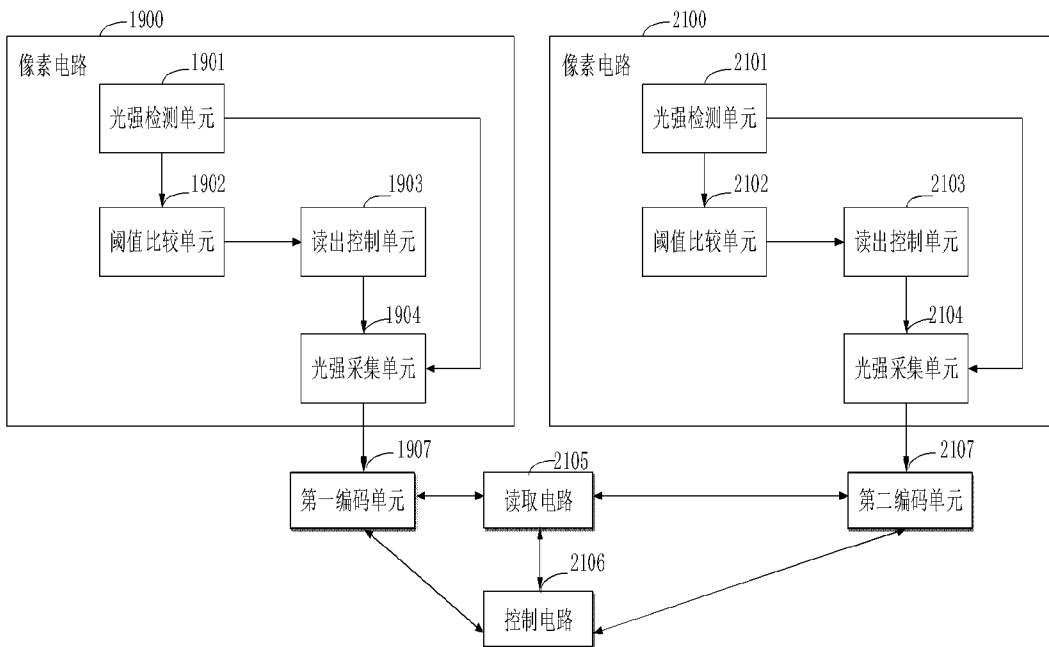


图 23

-18/75-

A区域 $B_1 = 2$	B区域 $B_2 = 3$	C区域 $B_3 = 2$
D区域 $B_4 = 6$	E区域 $B_5 = 12$	F区域 $B_6 = 6$

图 24

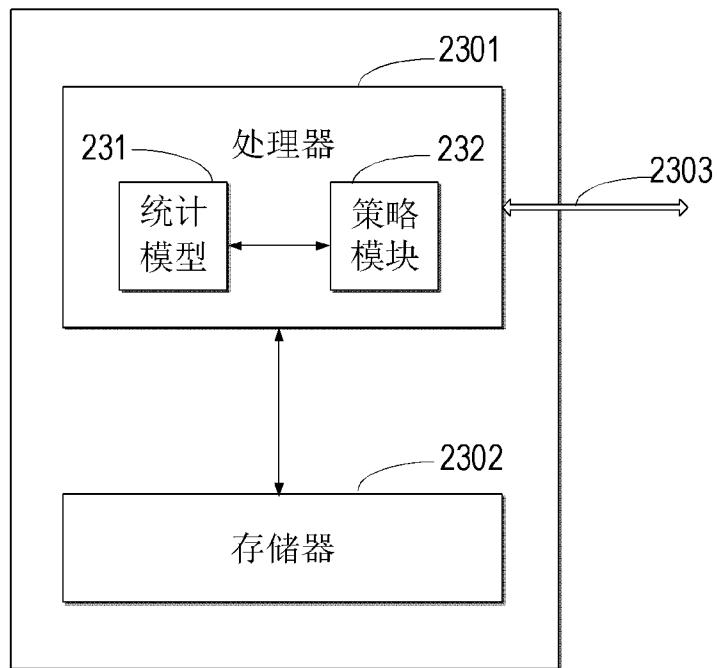


图 25

— 19/75 —

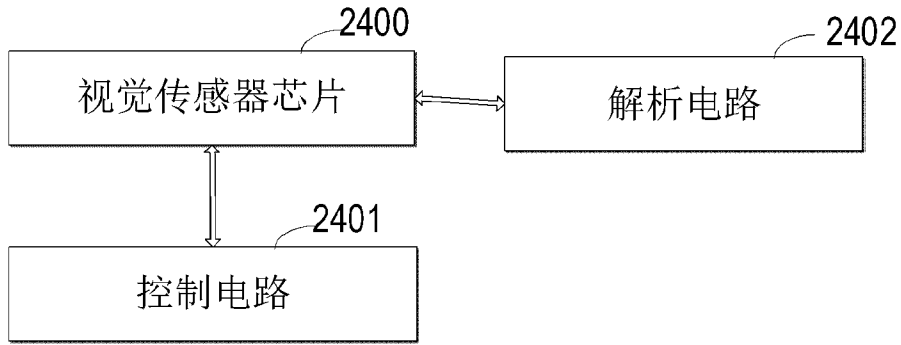


图 26

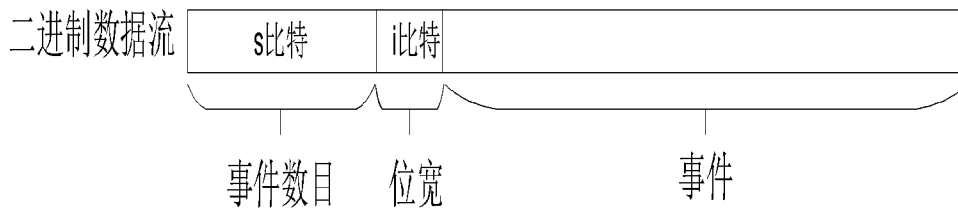


图 27

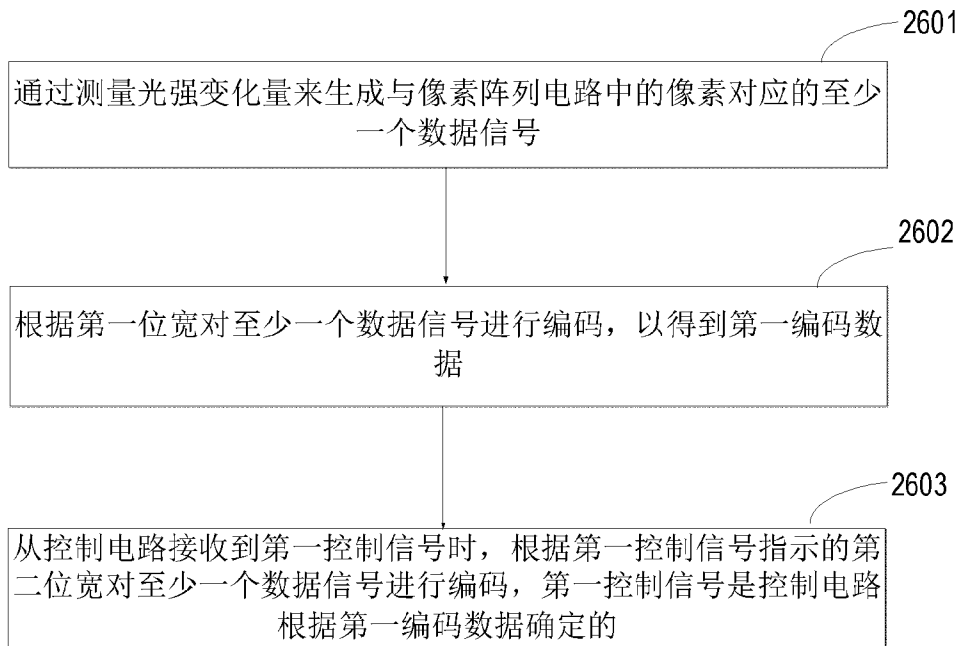


图 28

—20/75—

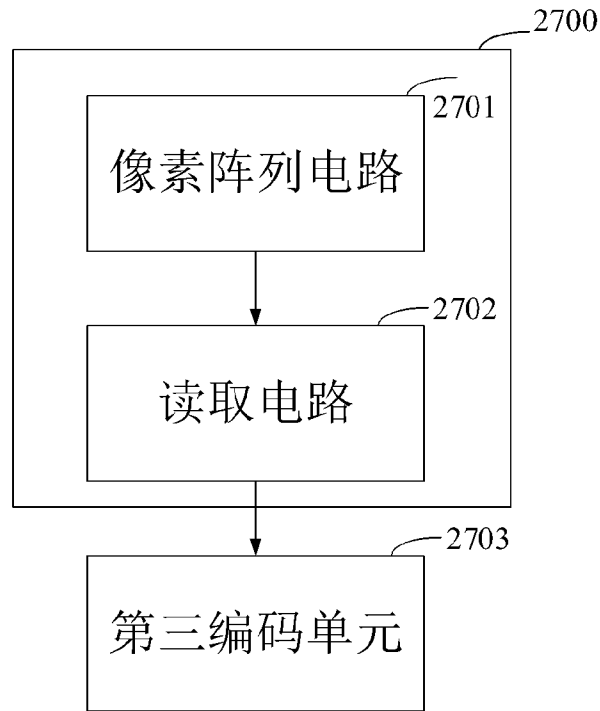


图 29-a

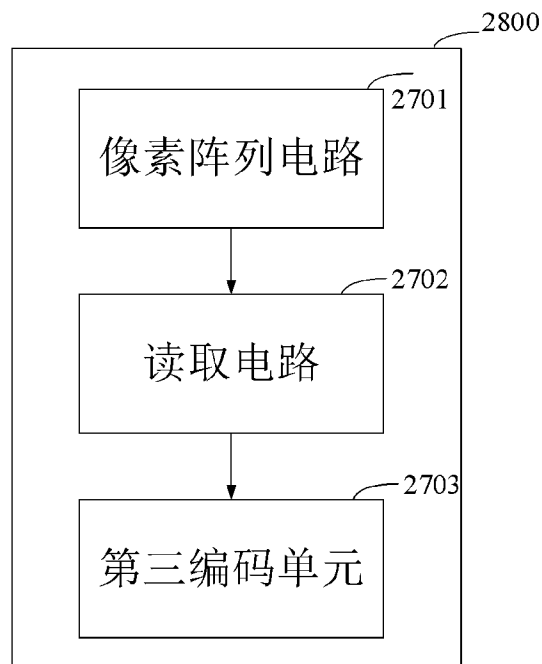


图 29-b



-21/75-

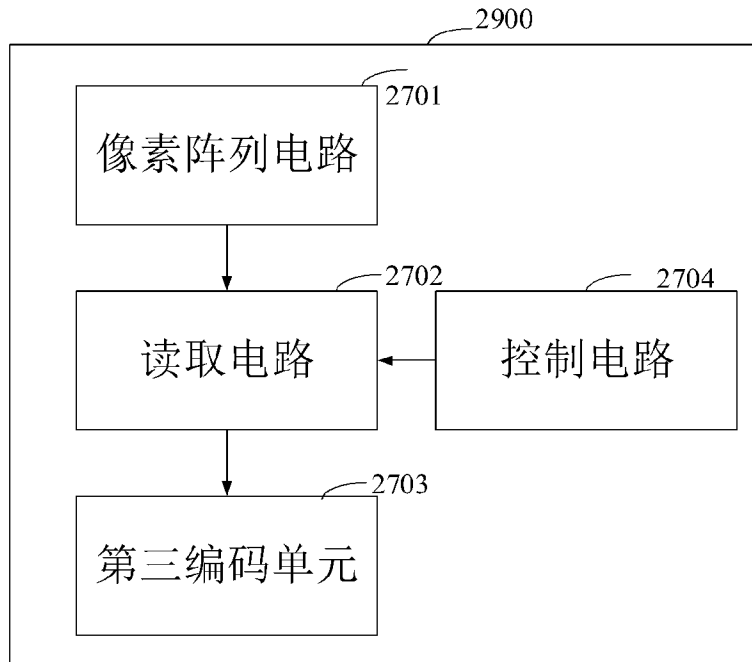


图 29-c

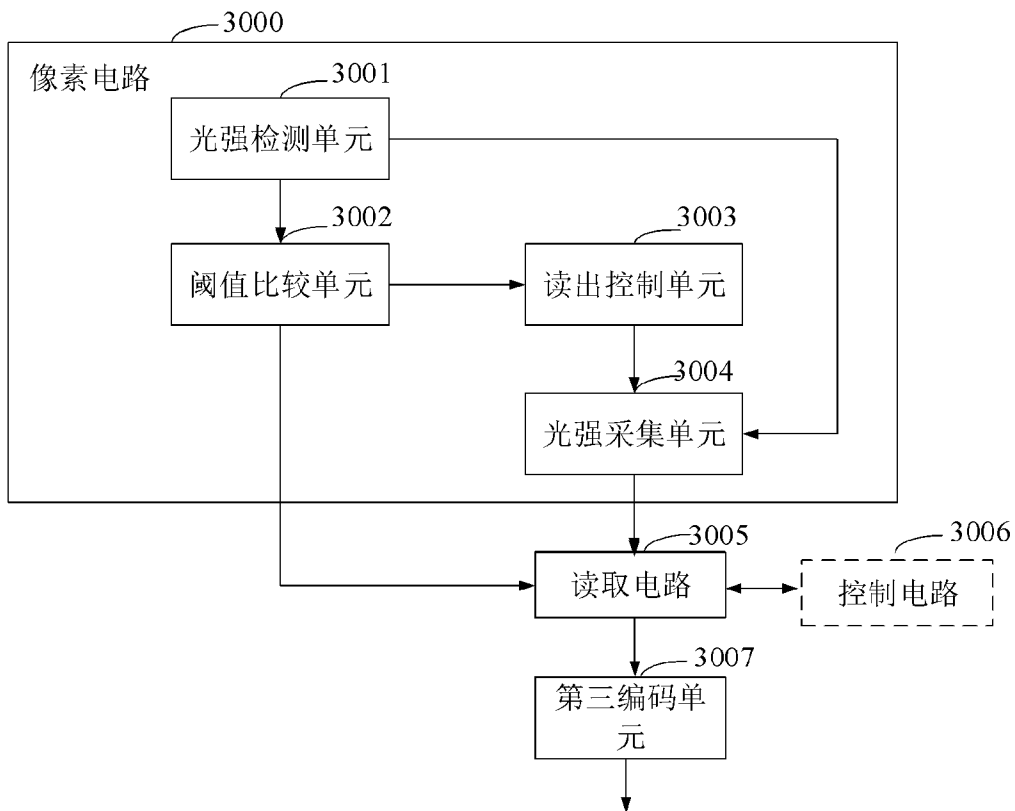


图 30

—22/75—

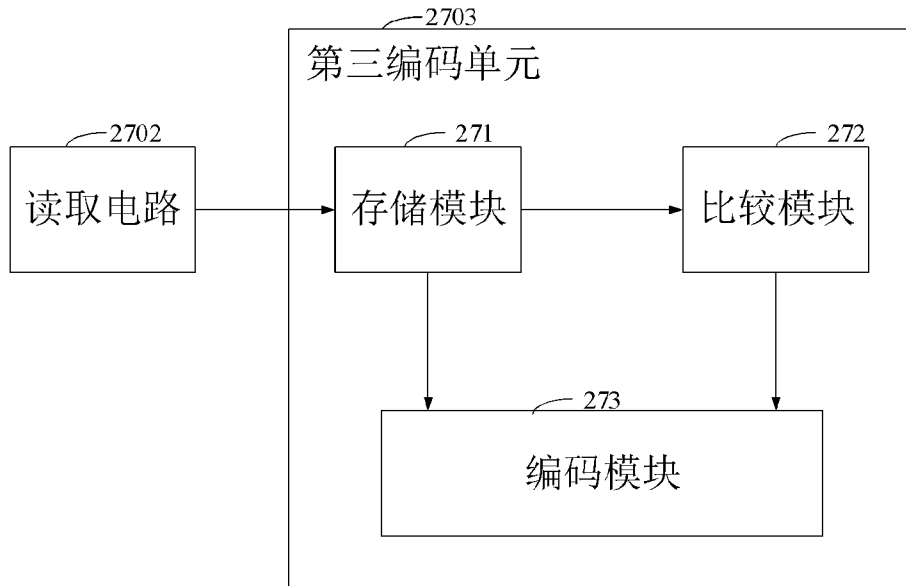


图 31

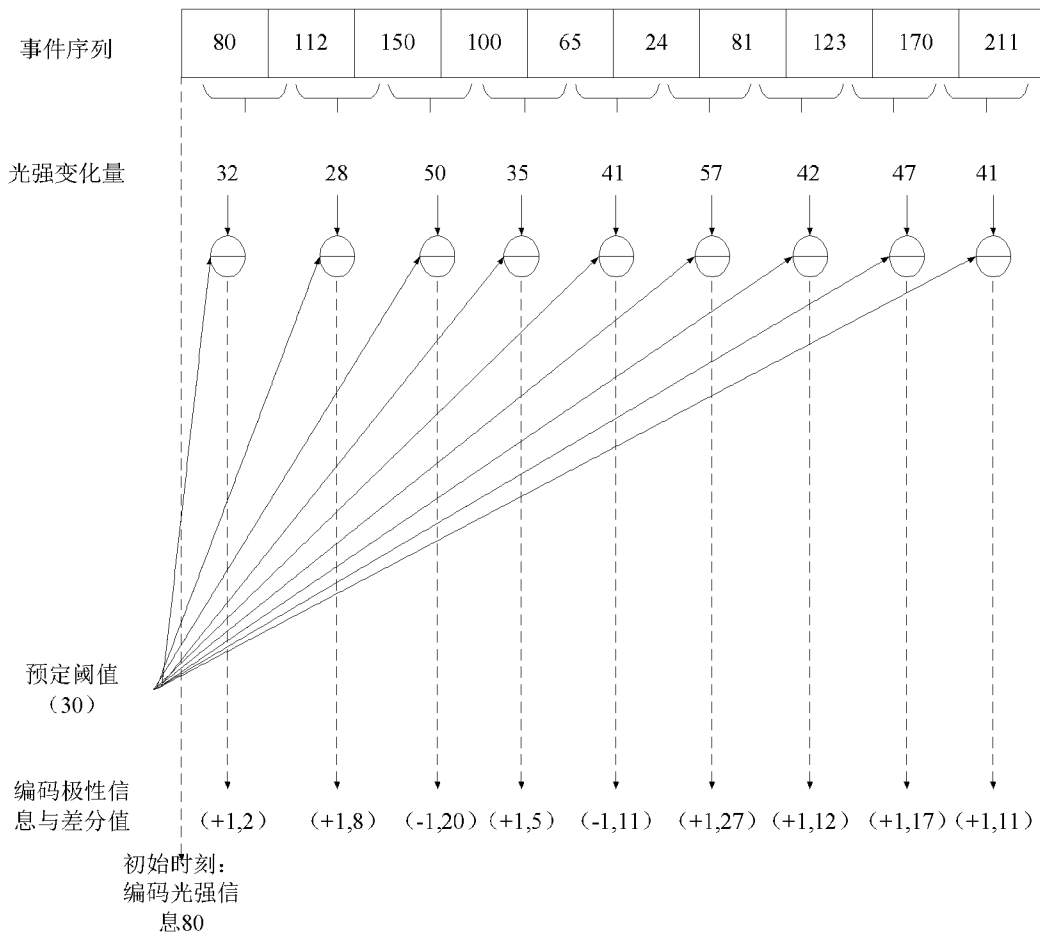


图 32

-23/75-

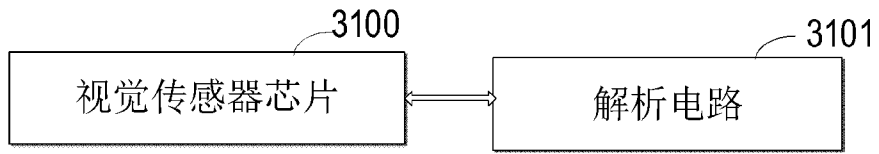


图 33

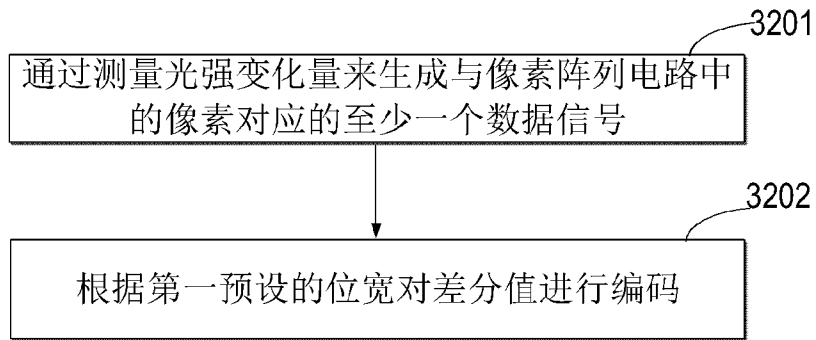


图 34

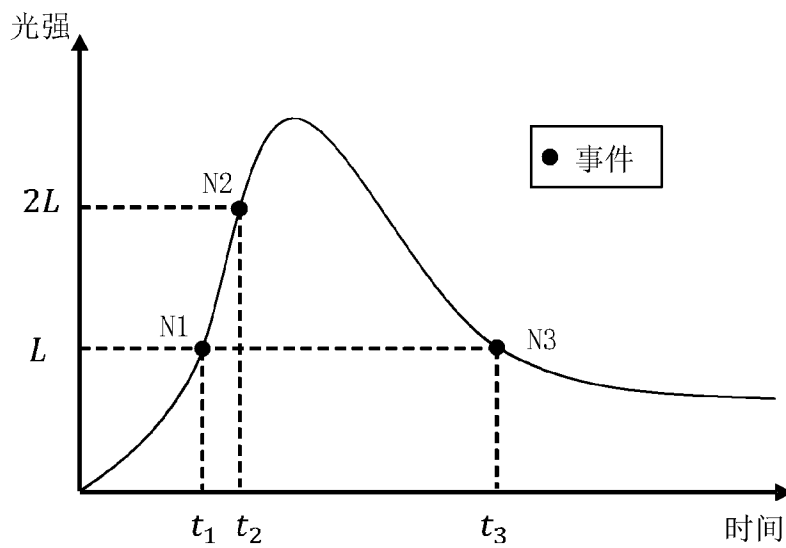


图 35

-24/75-



图 36

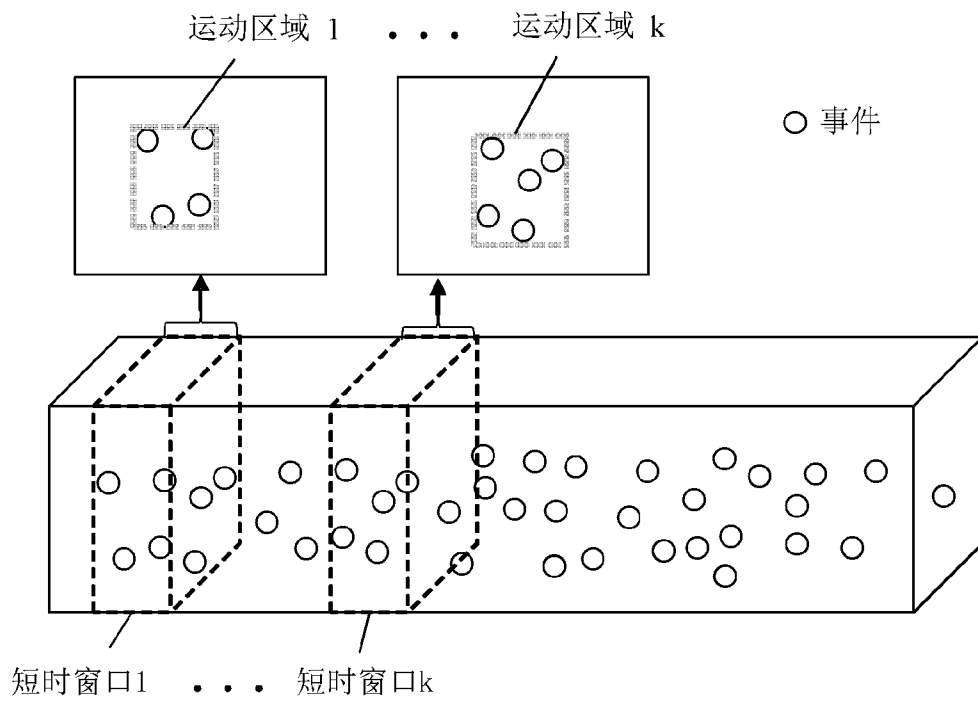


图 37

—25/75—

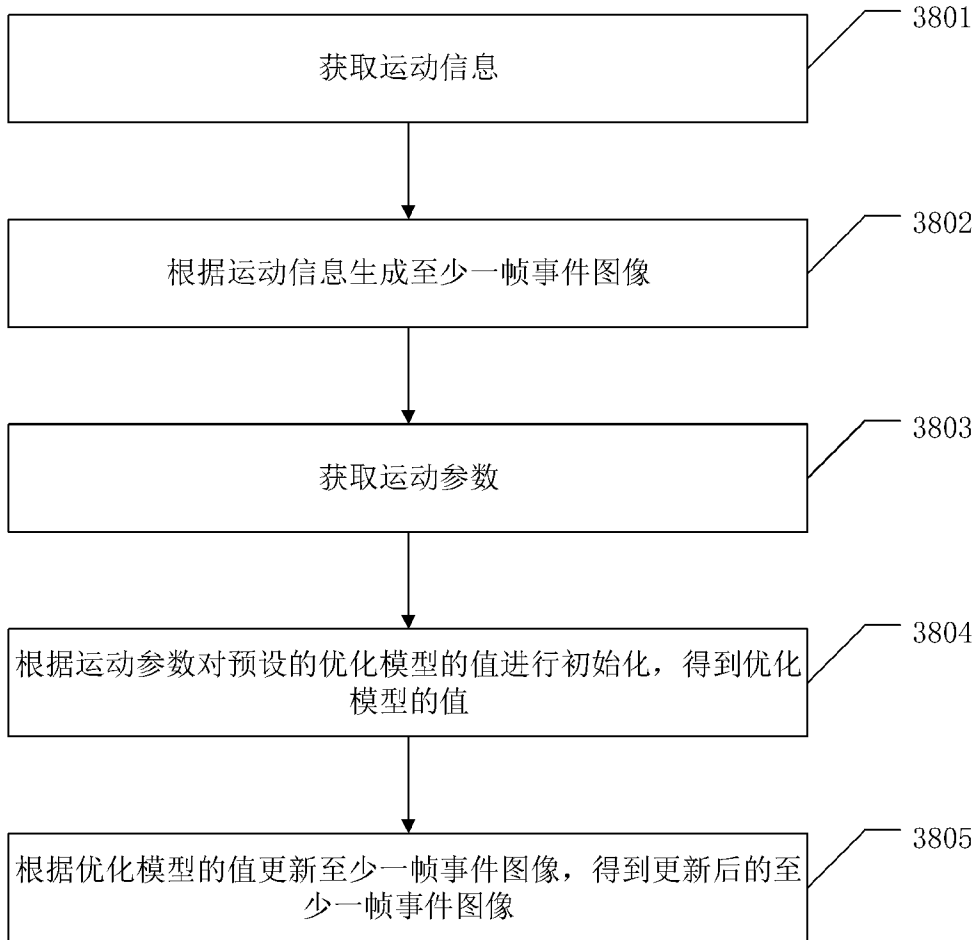


图 38

-26/75-

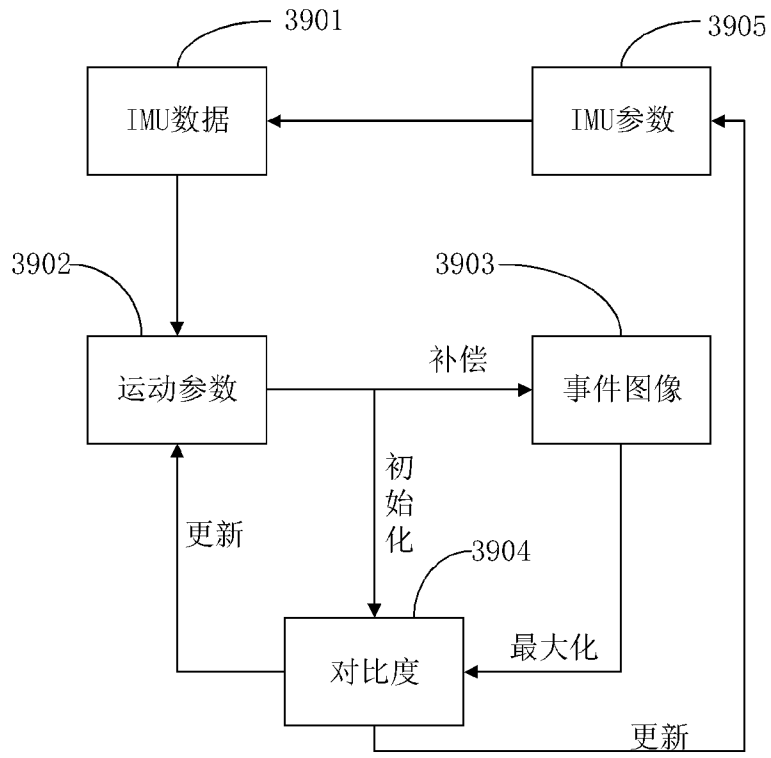


图 39

-27/75-

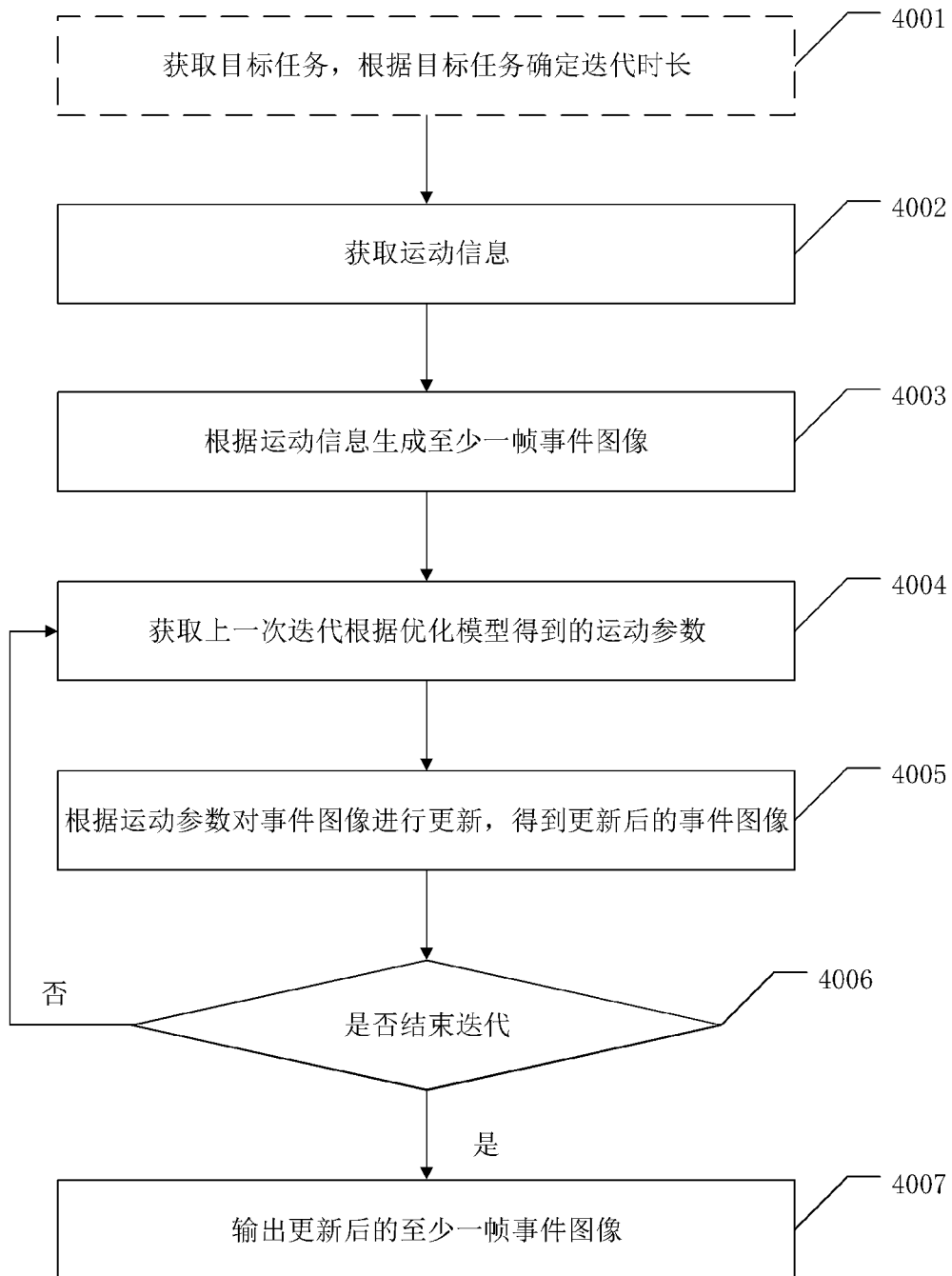


图 40

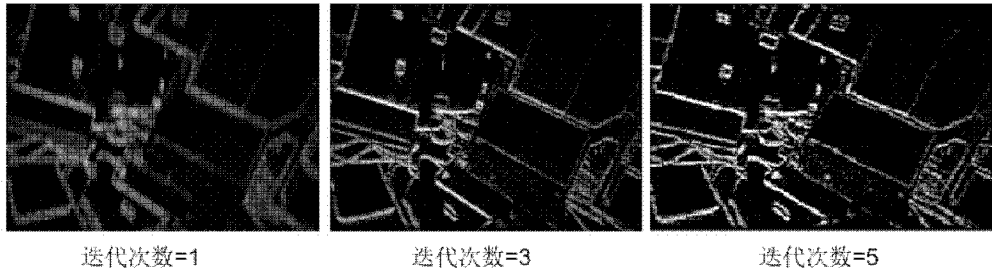


图 41

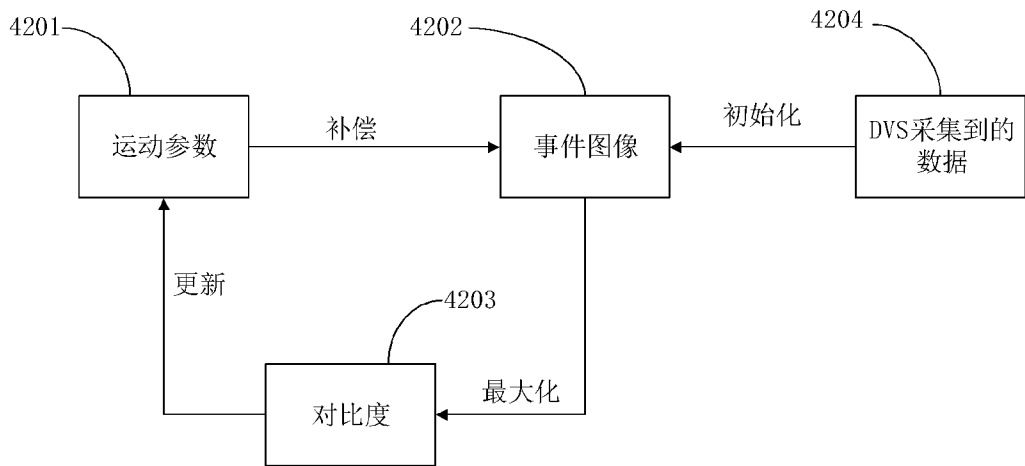


图 42



—29/75—

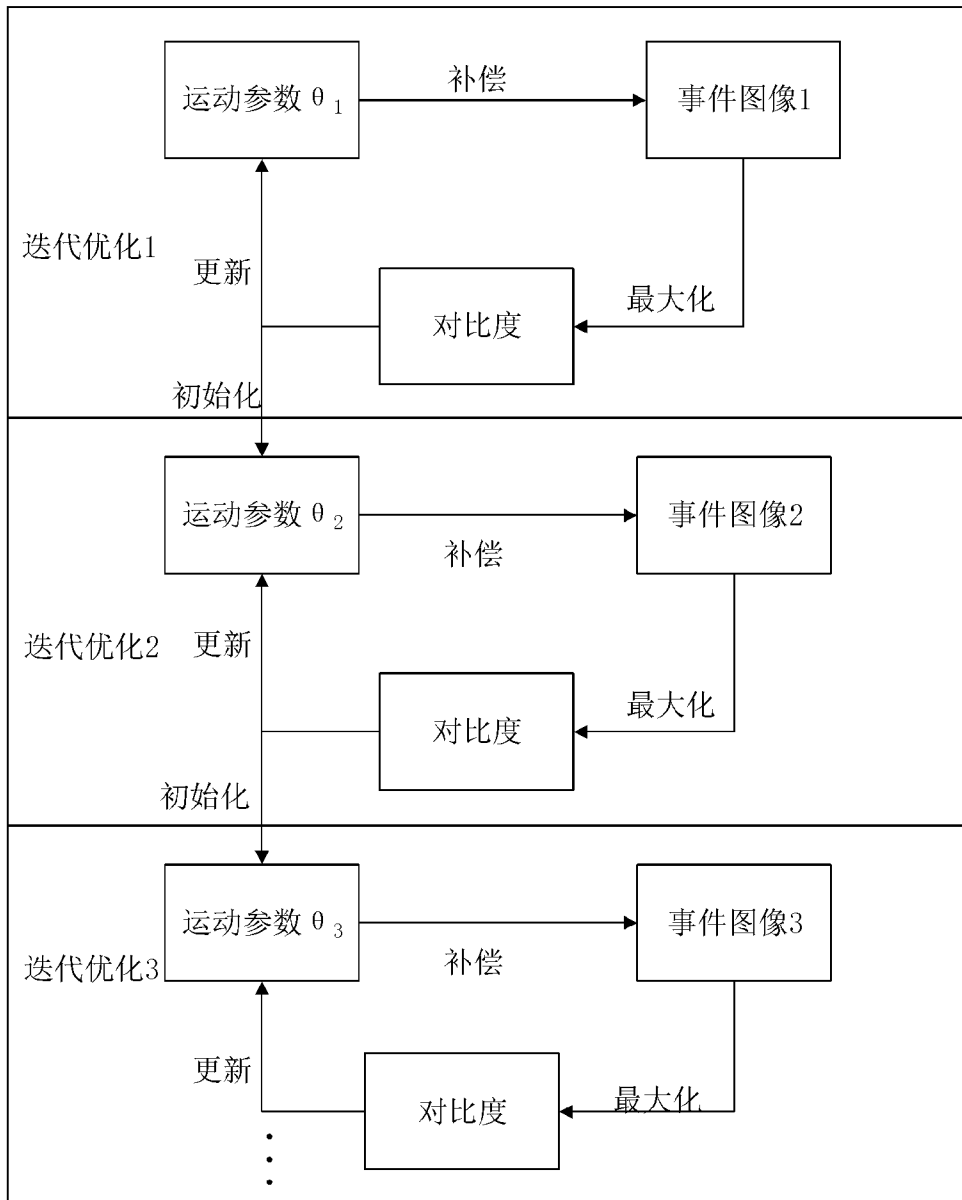


图 43

—30/75—

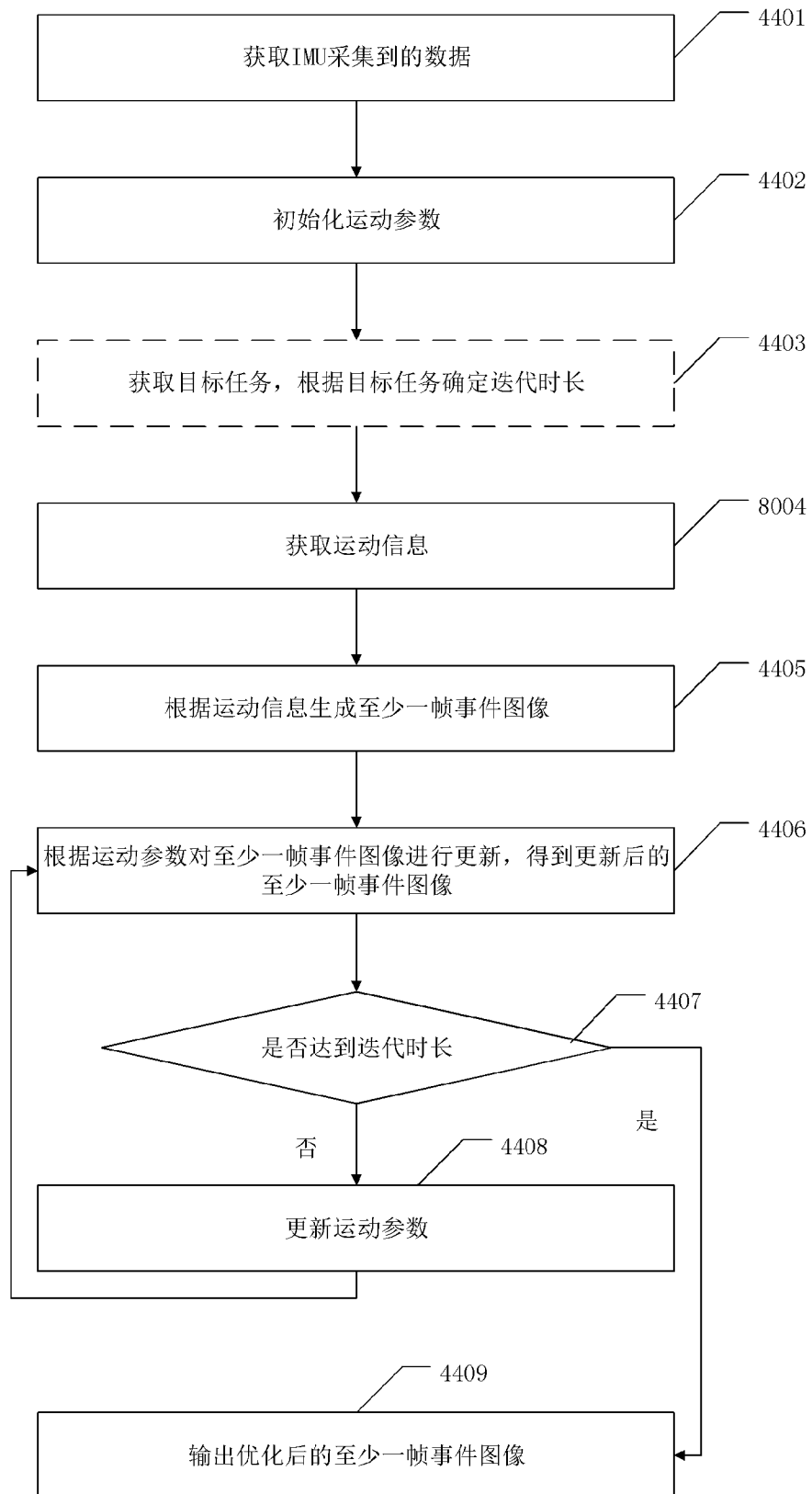


图 44

—31/75—

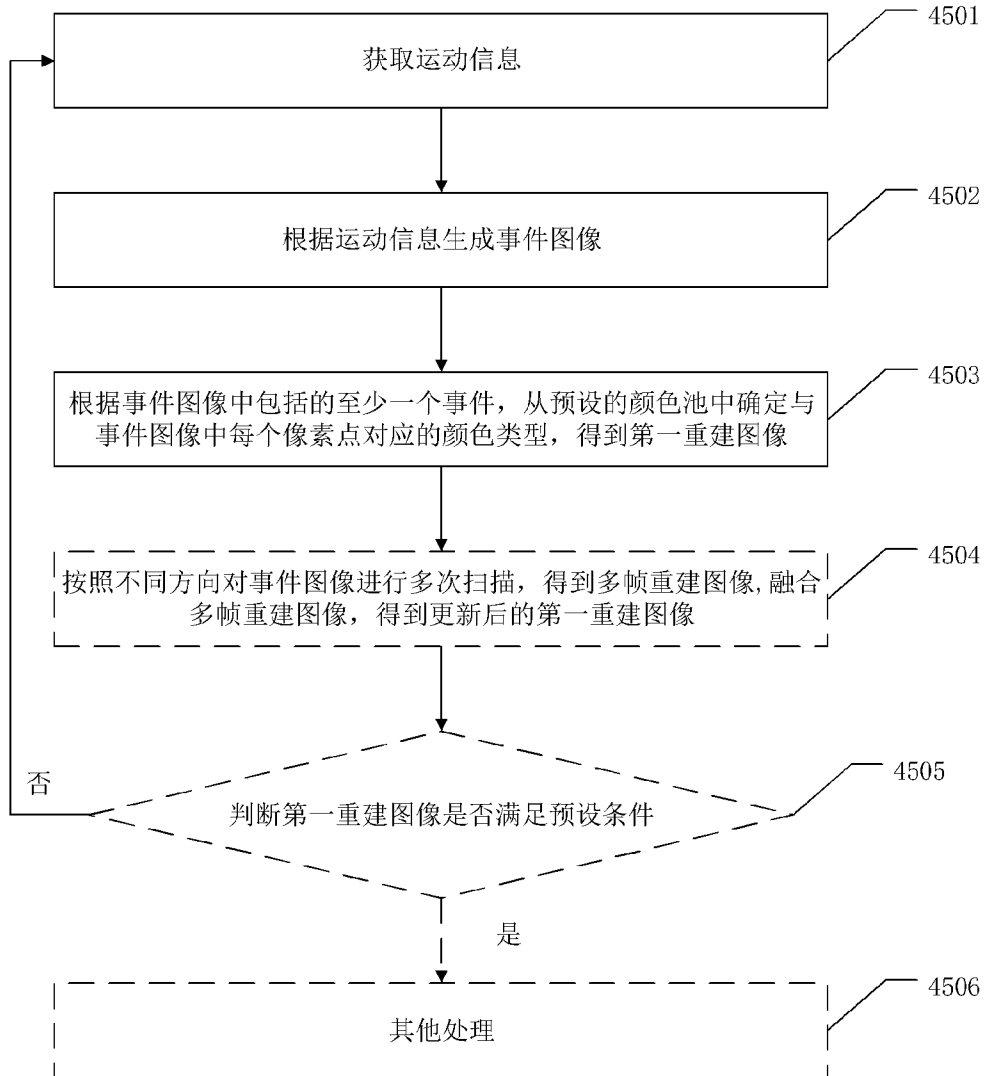
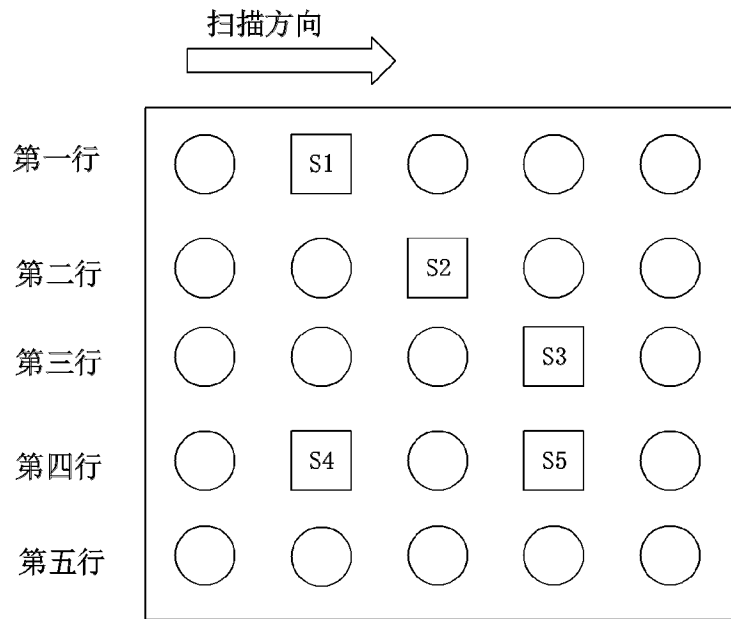


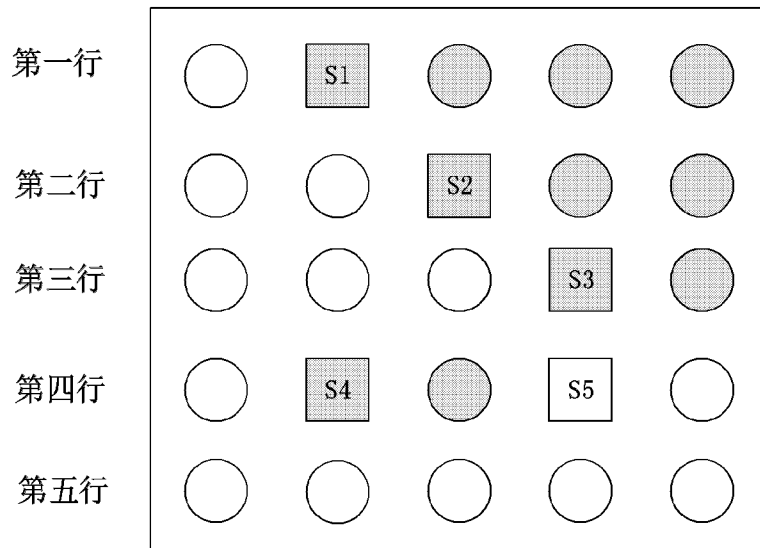
图 45

- 32/75 -



□ 事件  
○ 无事件

图 46A

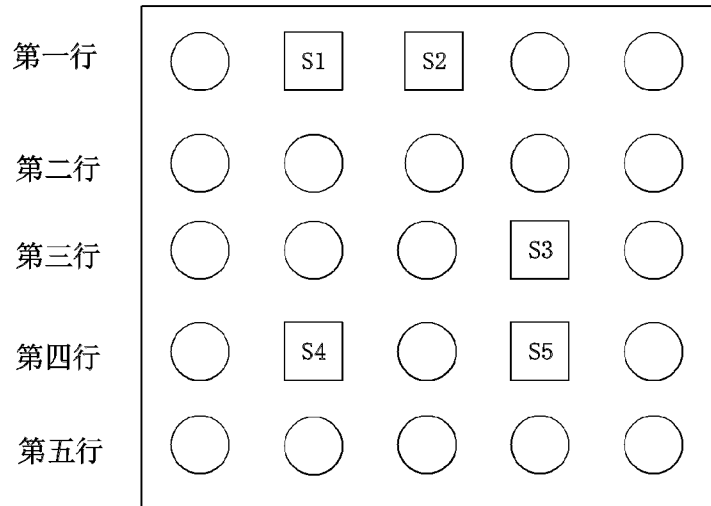
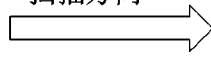


■ ● 第一颜色类型  
○ 第二颜色类型

图 46B

- 33/75 -

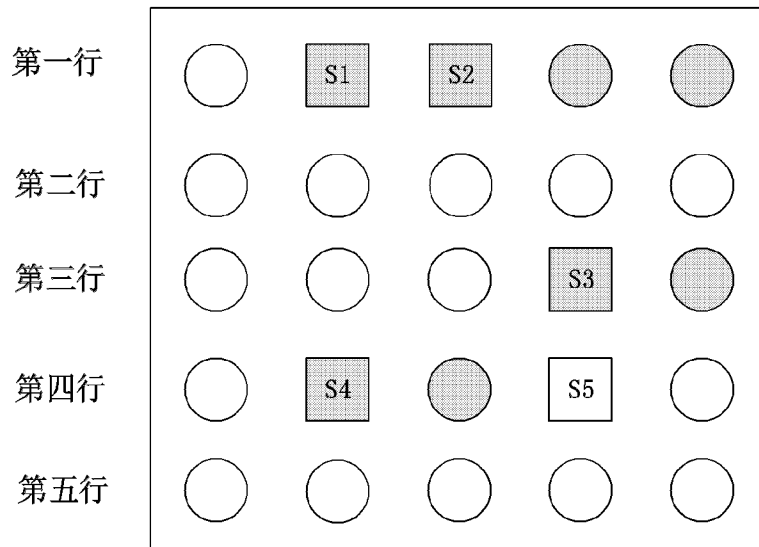
扫描方向



□ 事件

○ 无事件

图 47A



■ ● 第一颜色类型

○ 第二颜色类型

图 47B

—34/75—

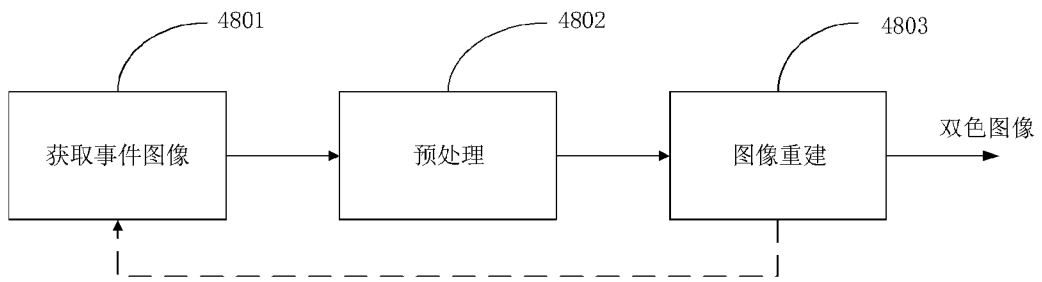


图 48

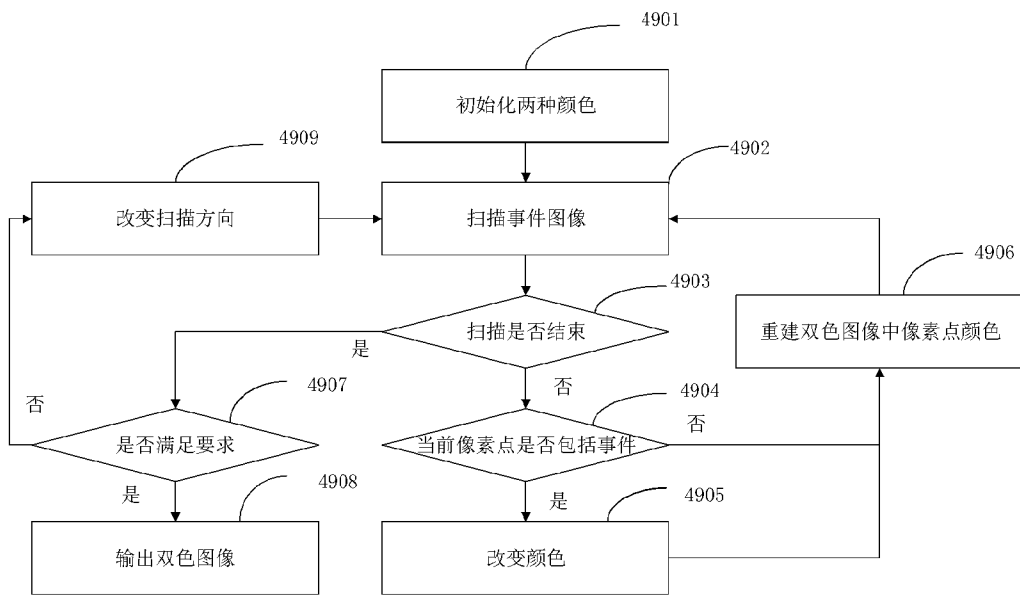


图 49

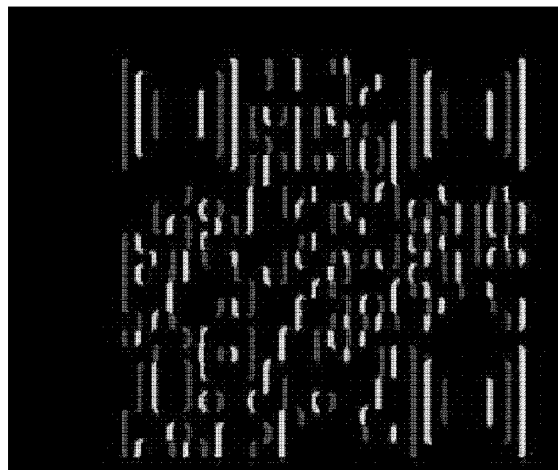


图 50



图 51

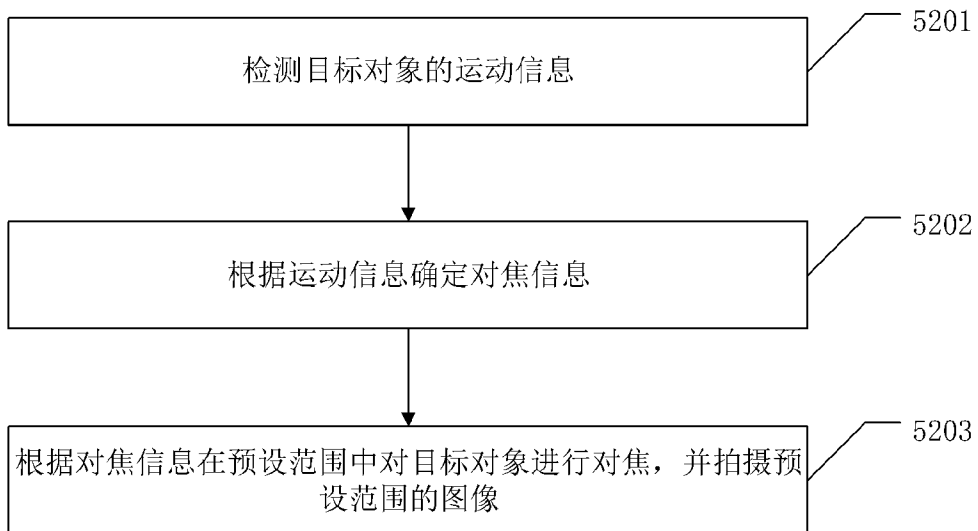


图 52

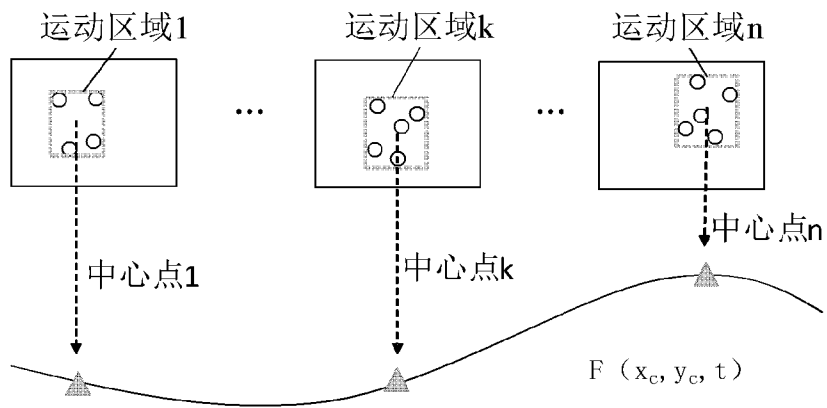


图 53

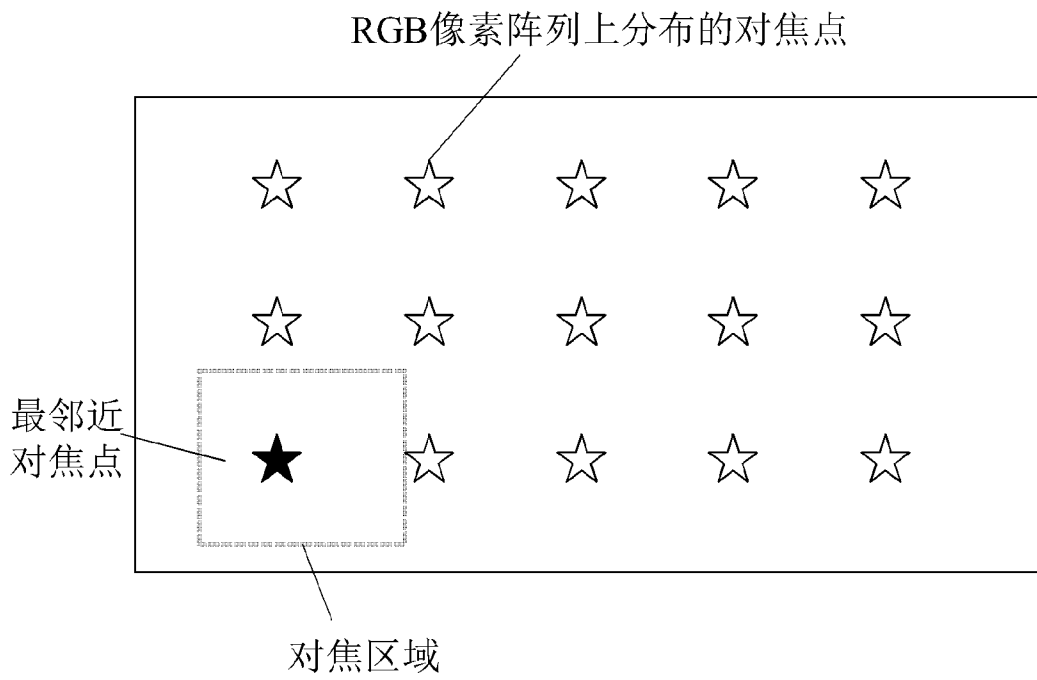


图 54

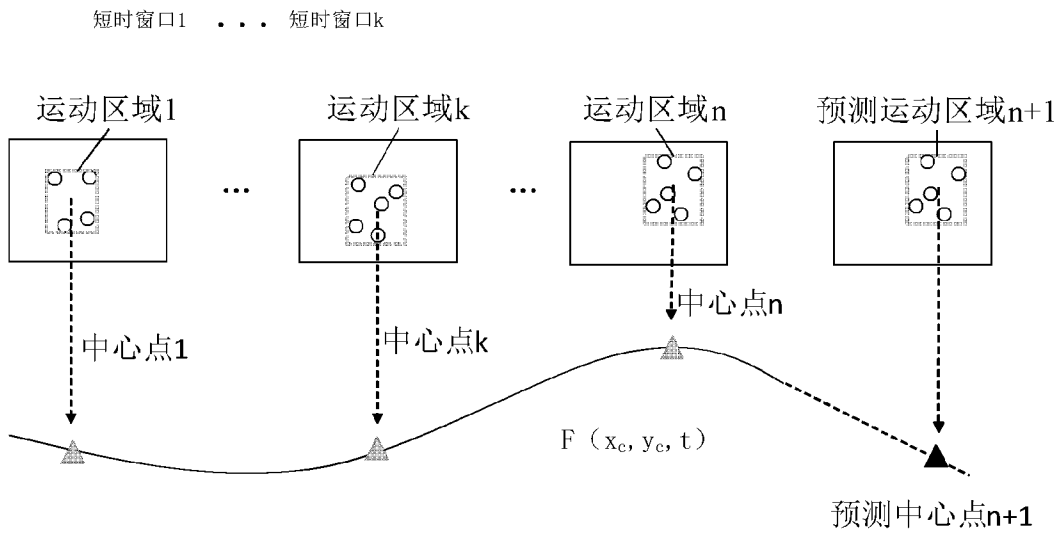


图 55



-37/75-

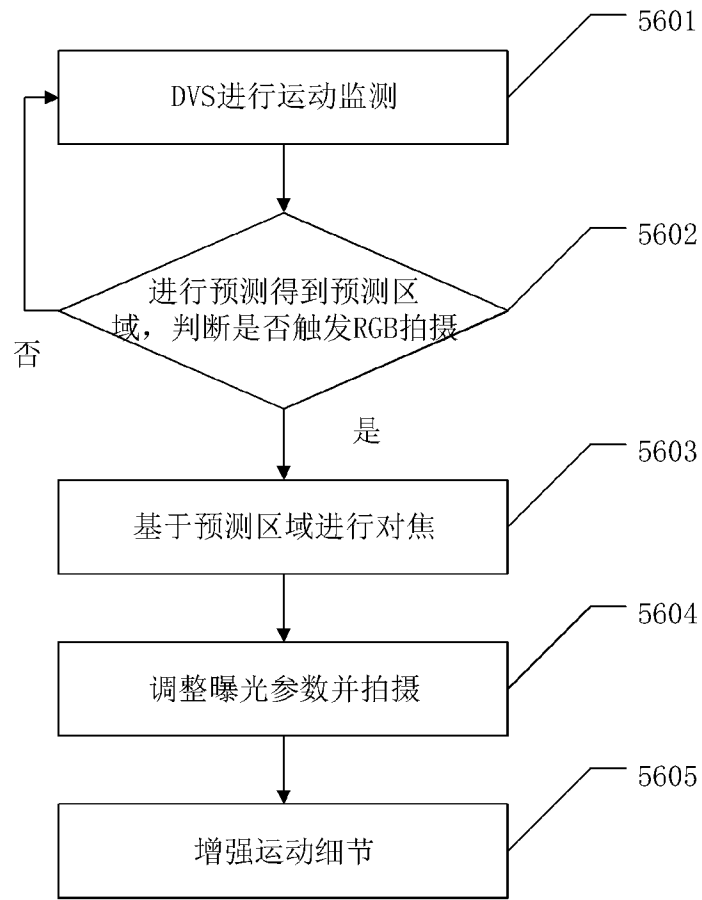


图 56

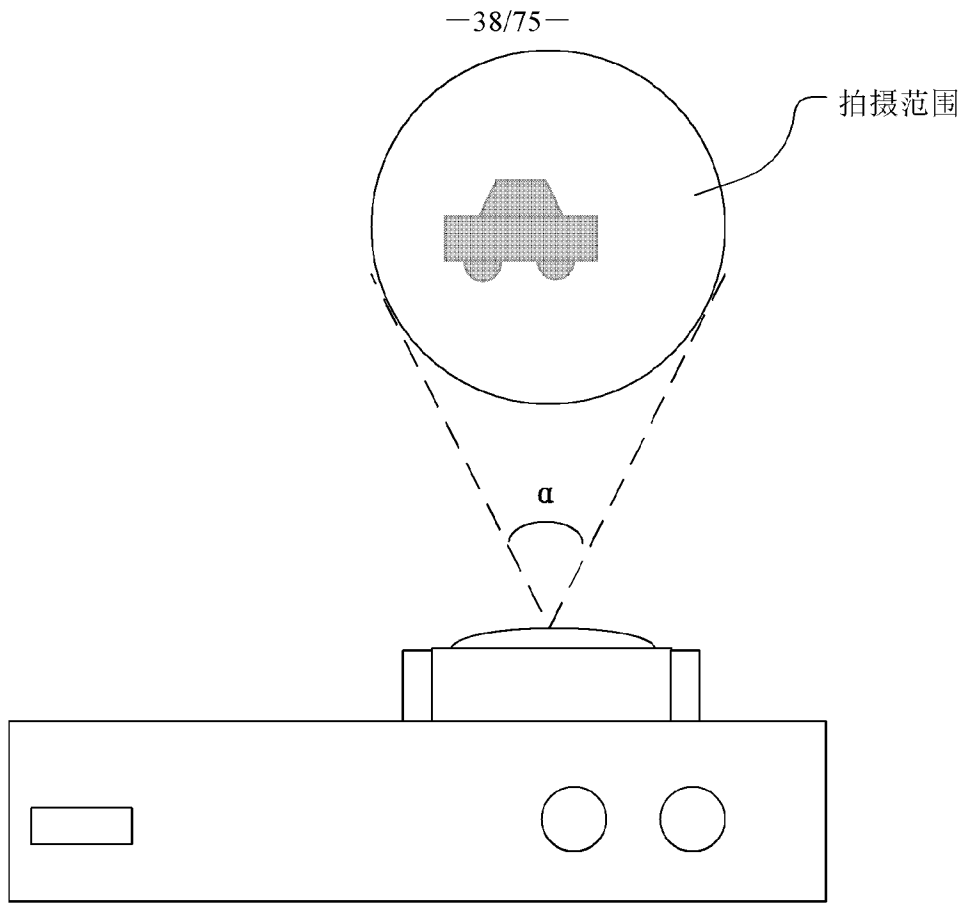


图 57

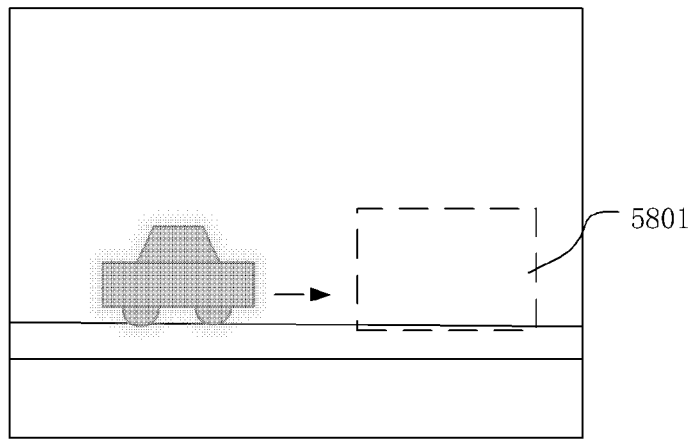


图 58

—39/75—

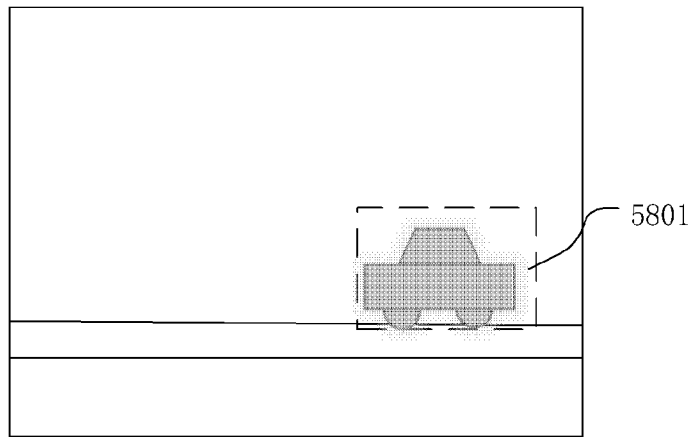


图 59

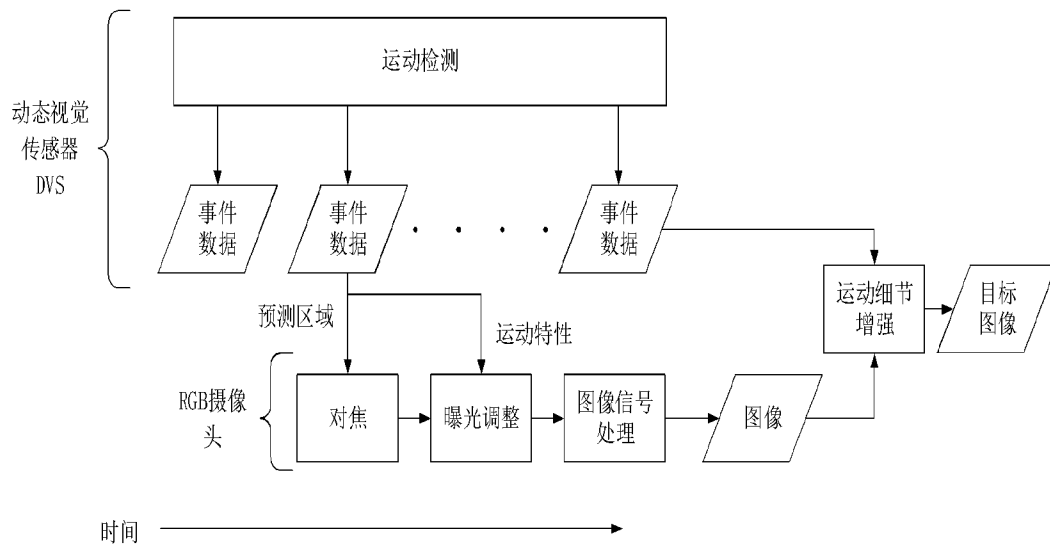


图 60

—40/75—

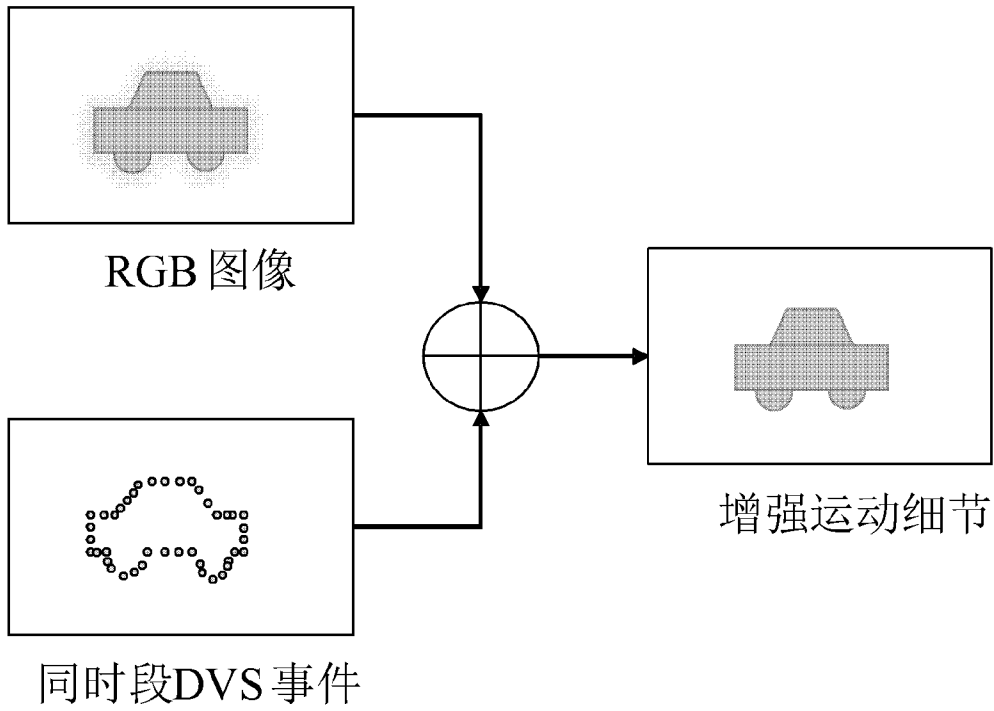


图 61

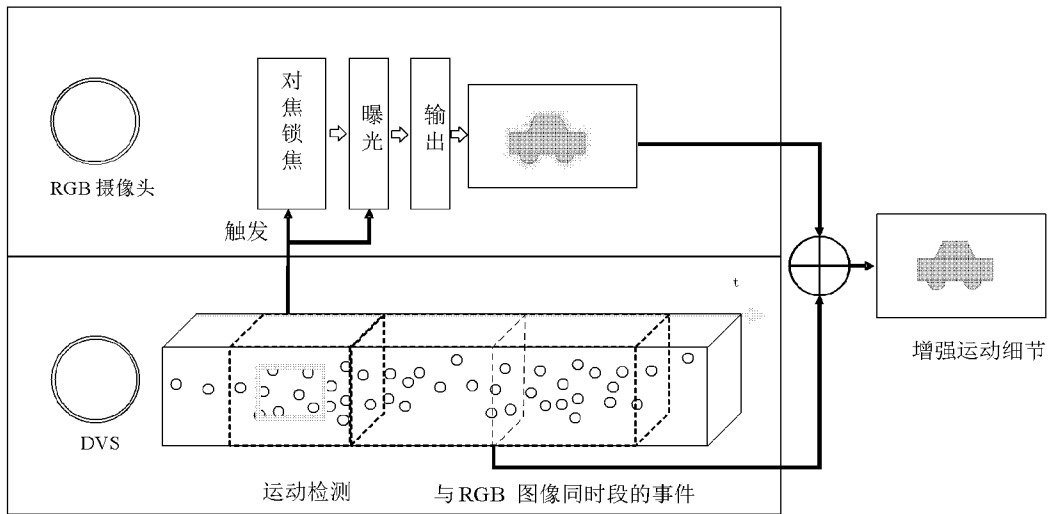


图 62

—41/75—

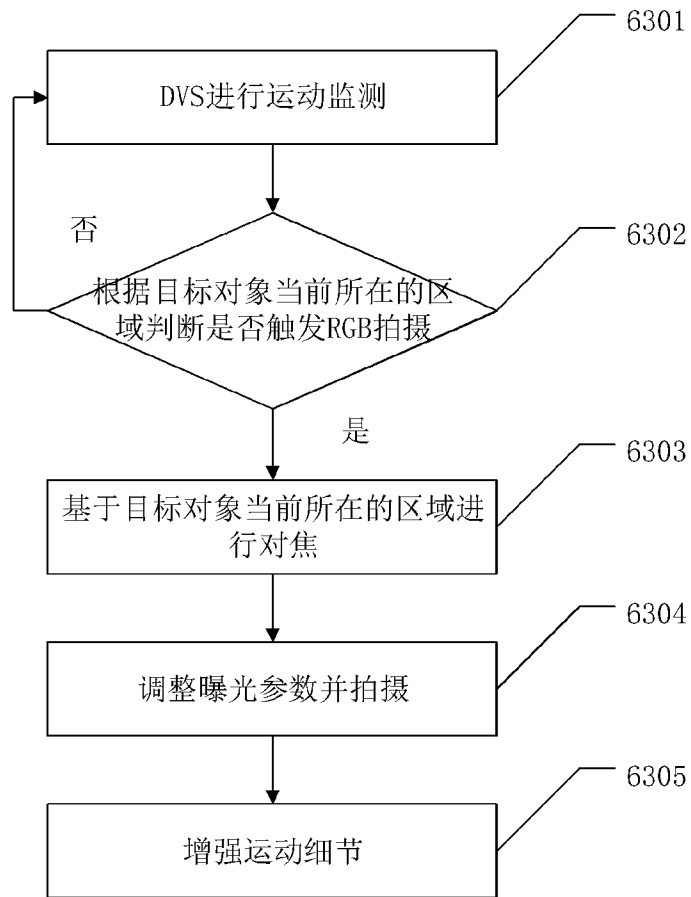


图 63

—42/75—

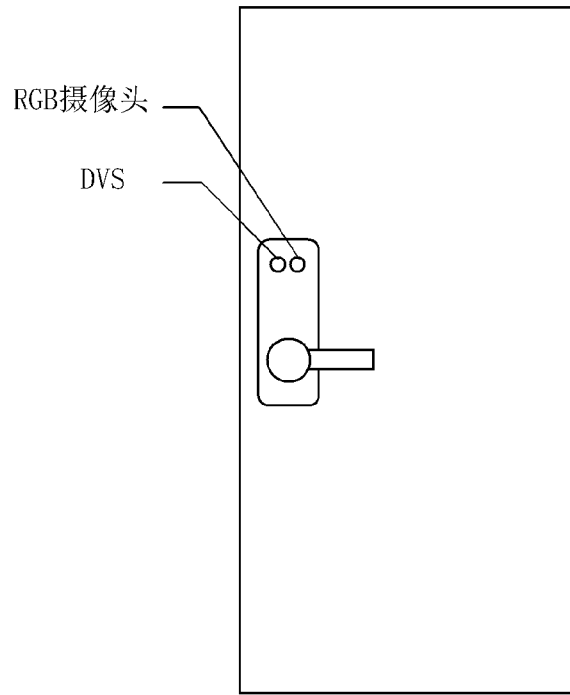


图 64

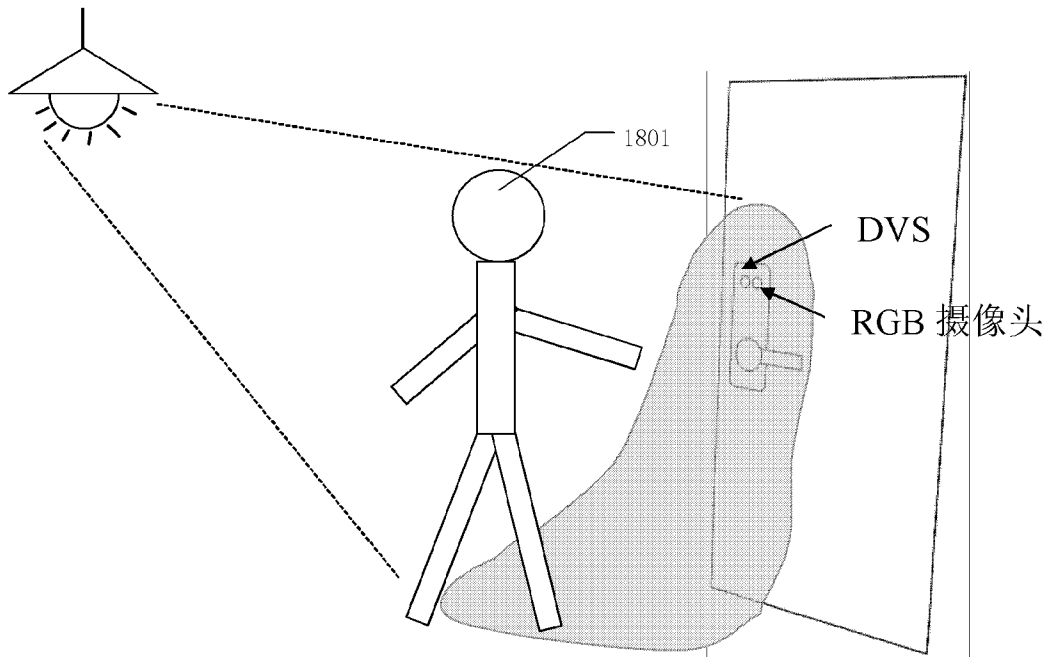


图 65

—43/75—

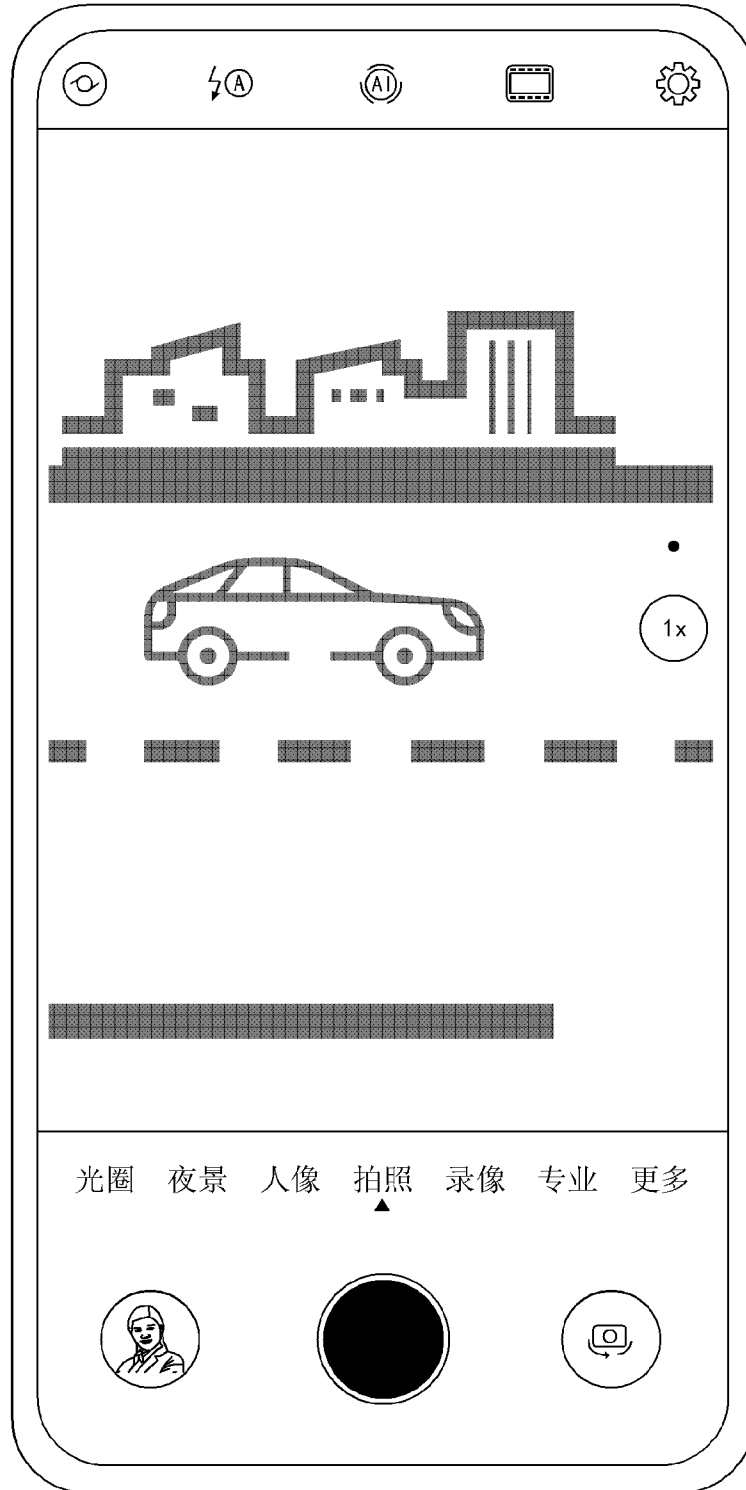


图 66

—44/75—

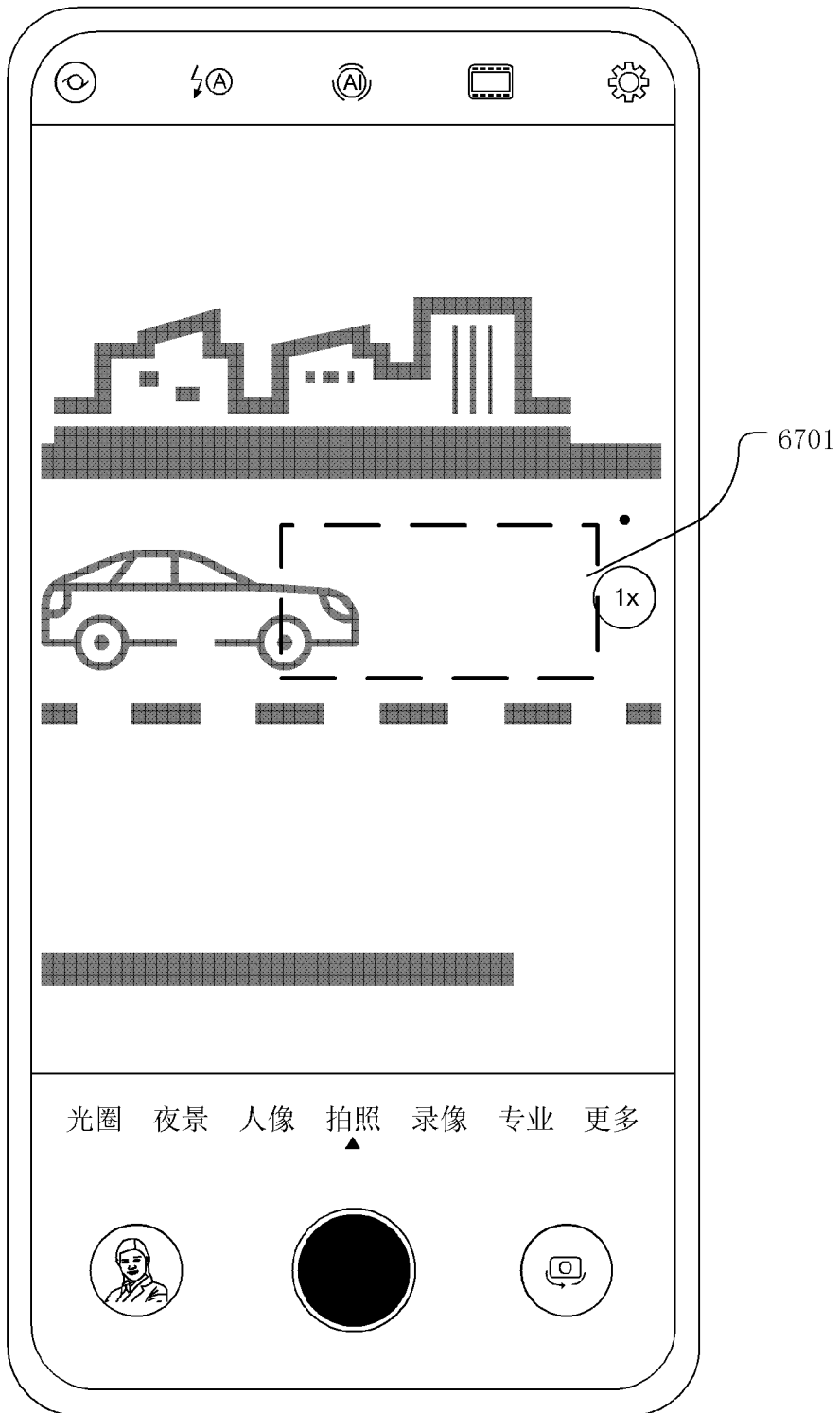


图 67



—45/75—

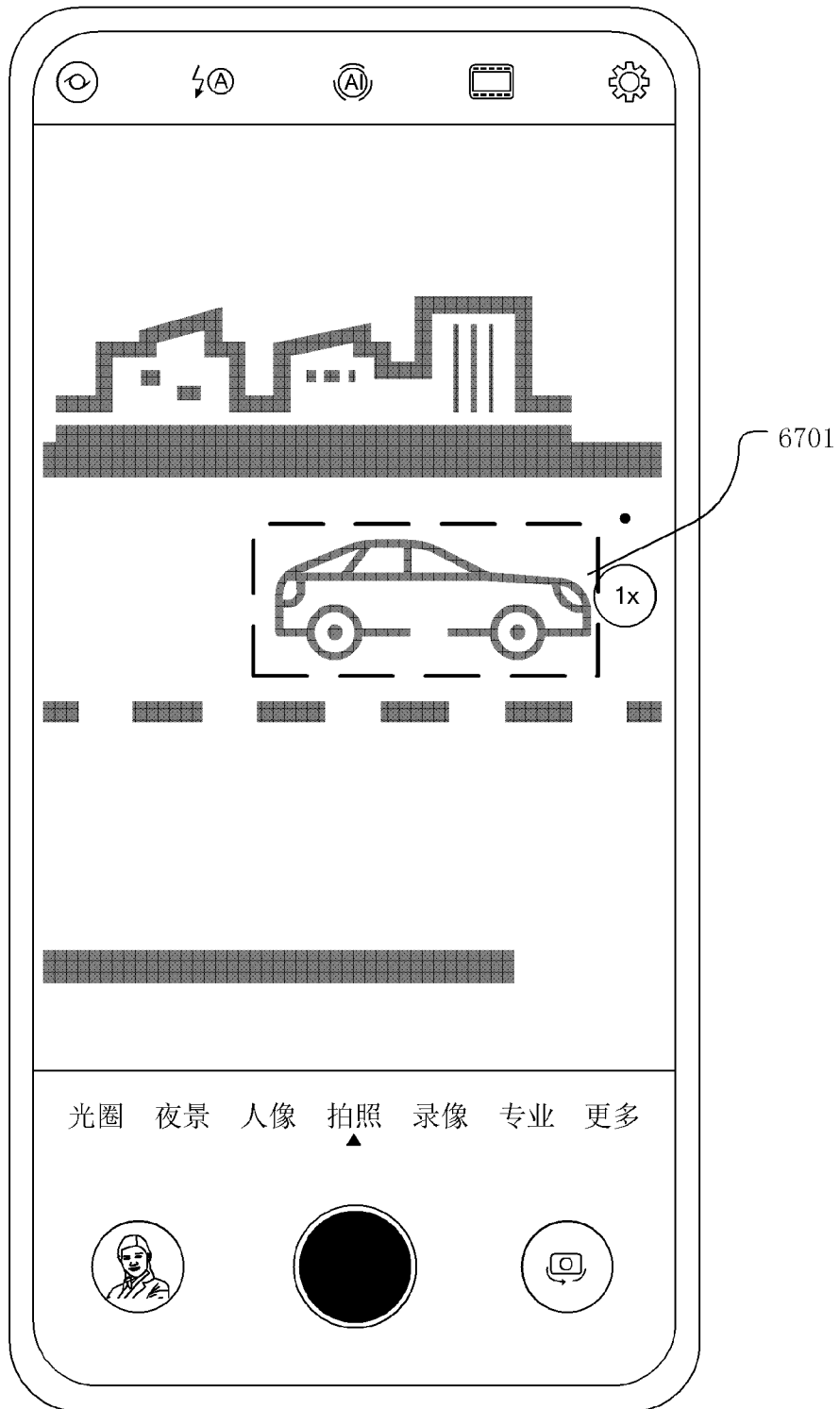


图 68

—46/75—

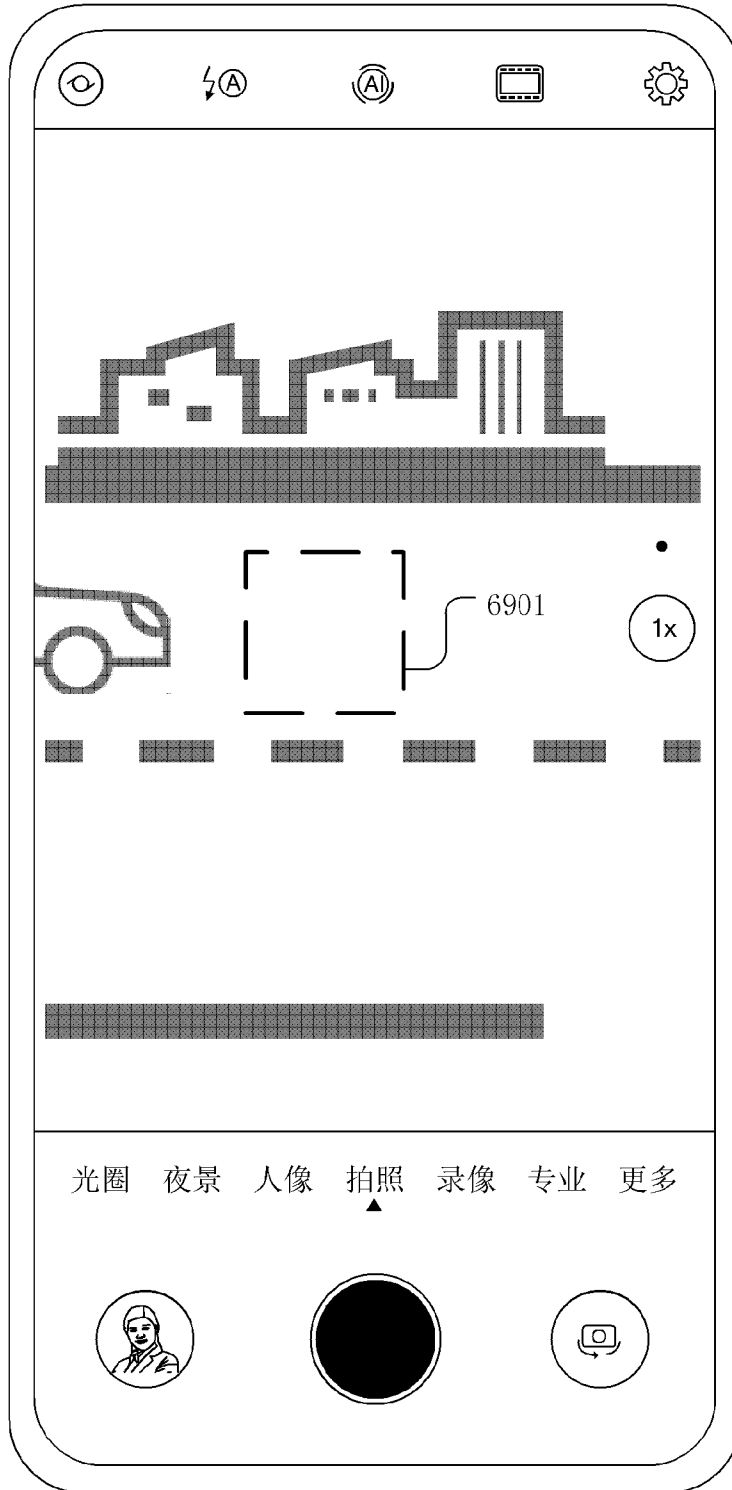


图 69A

—47/75—

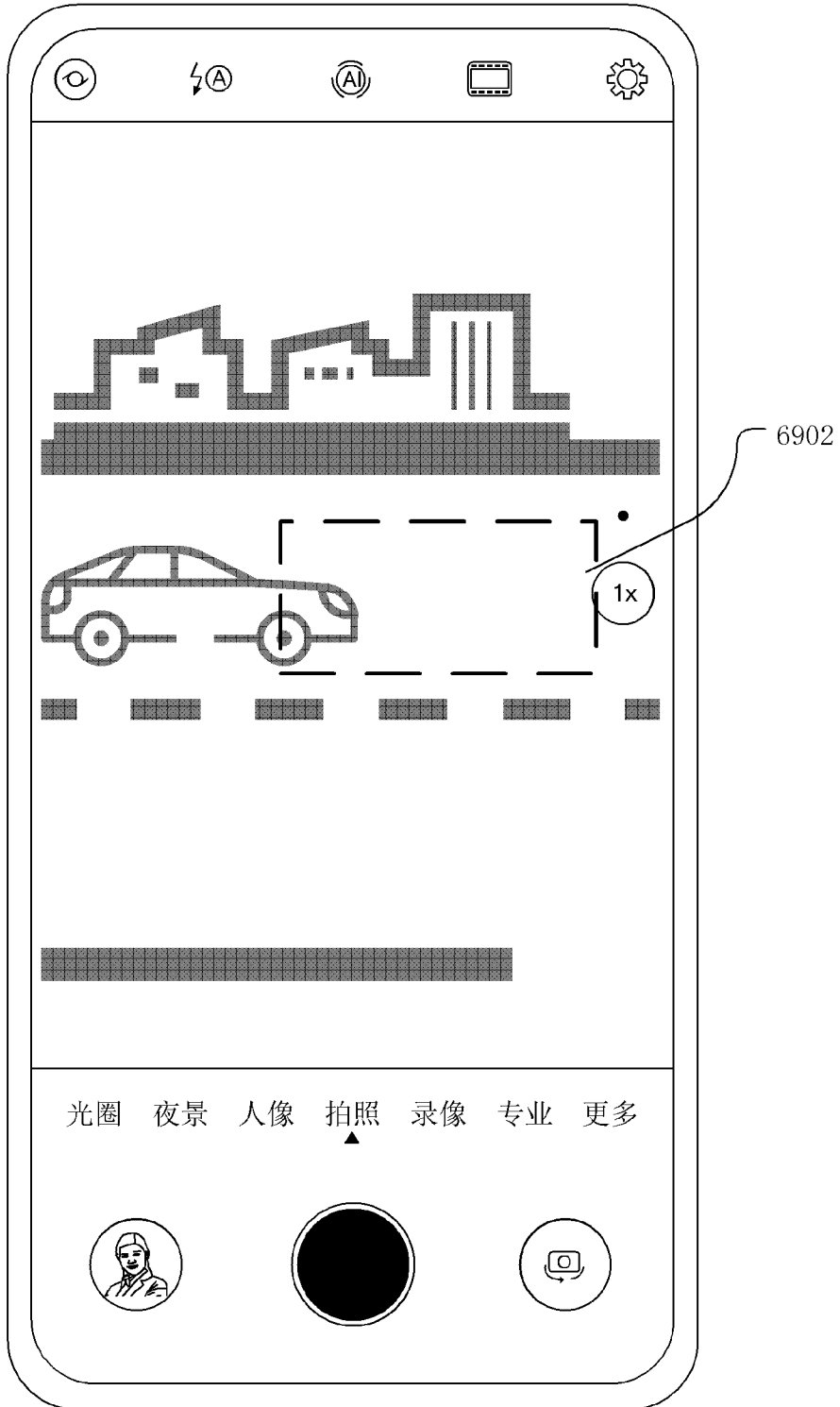


图 69B

—48/75—

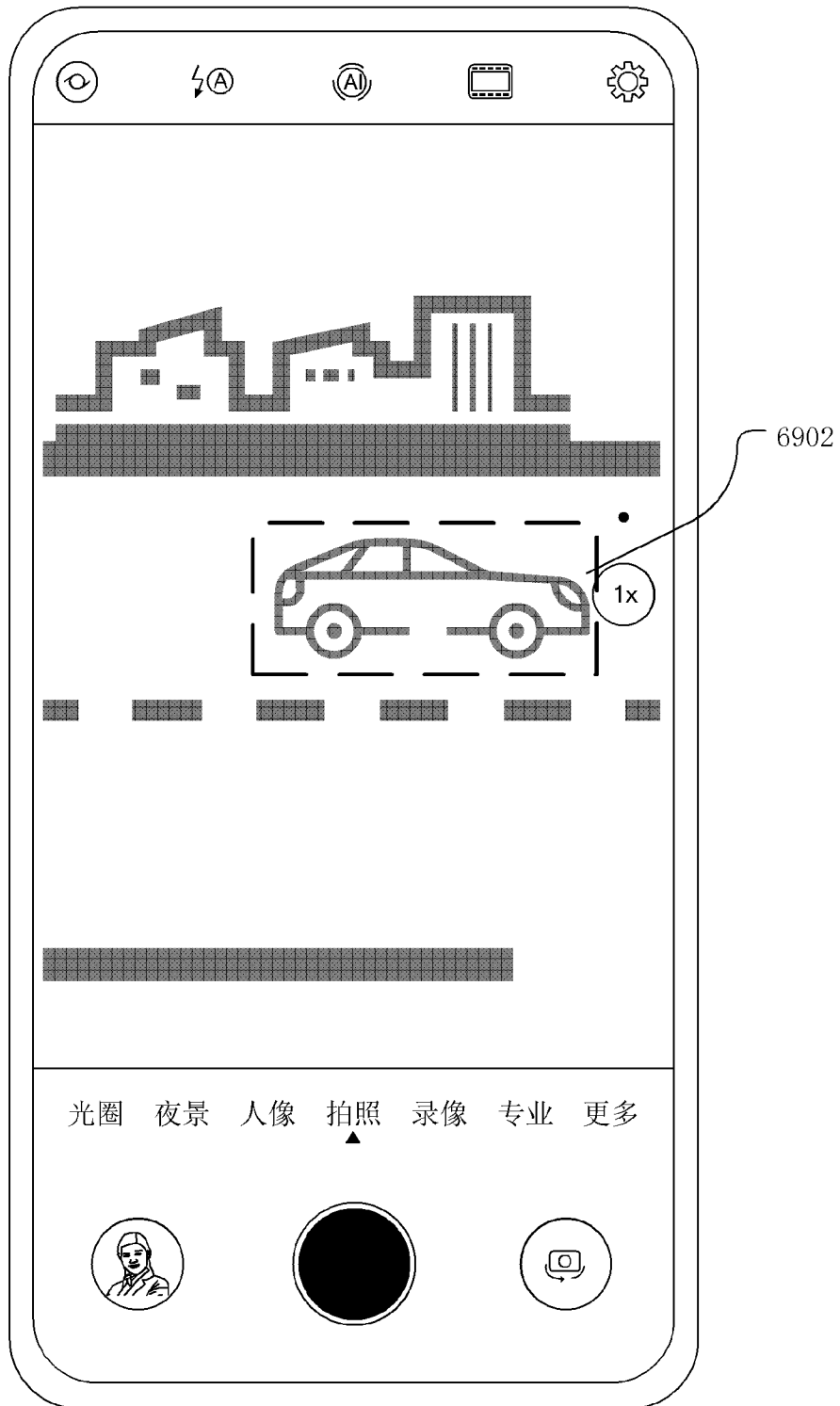


图 69C

—49/75—

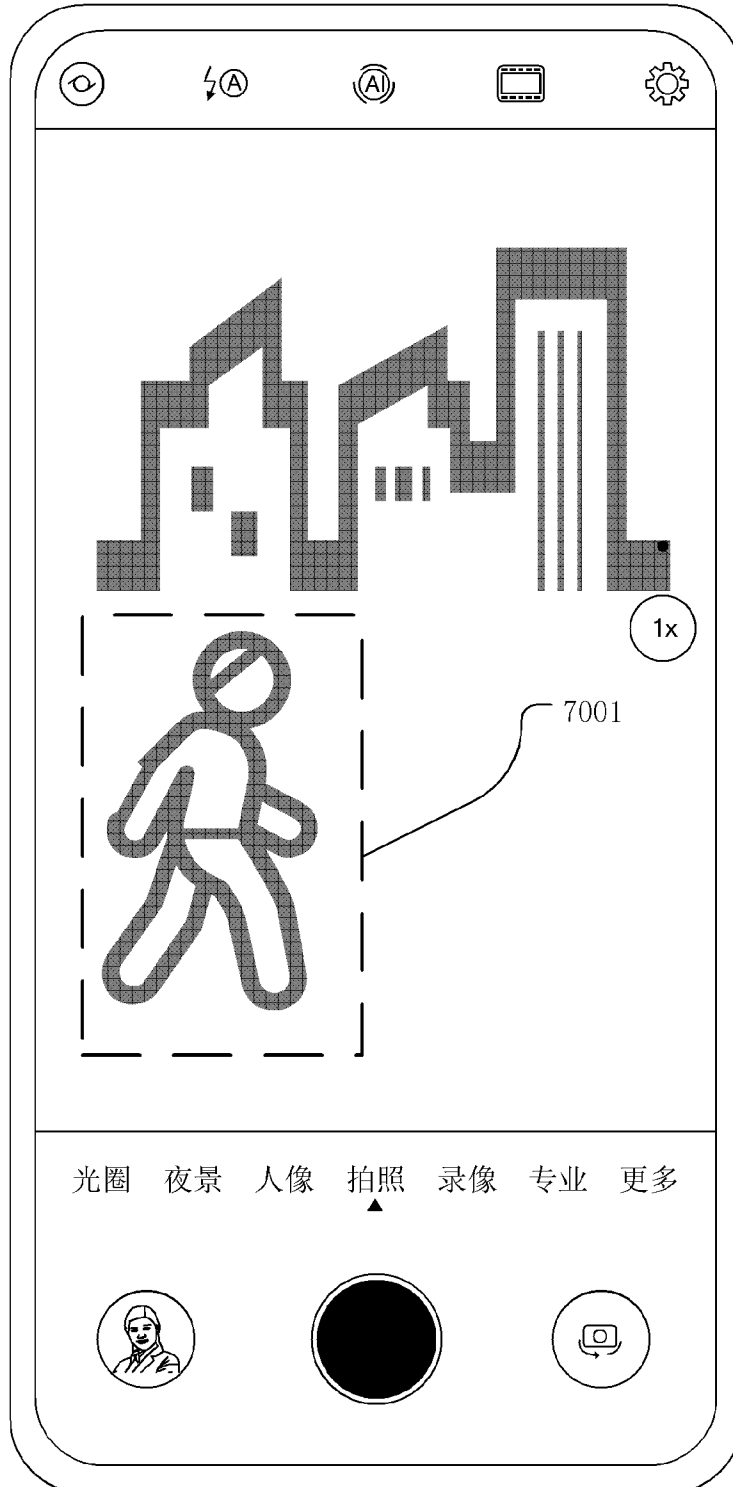


图 70

— 50/75 —

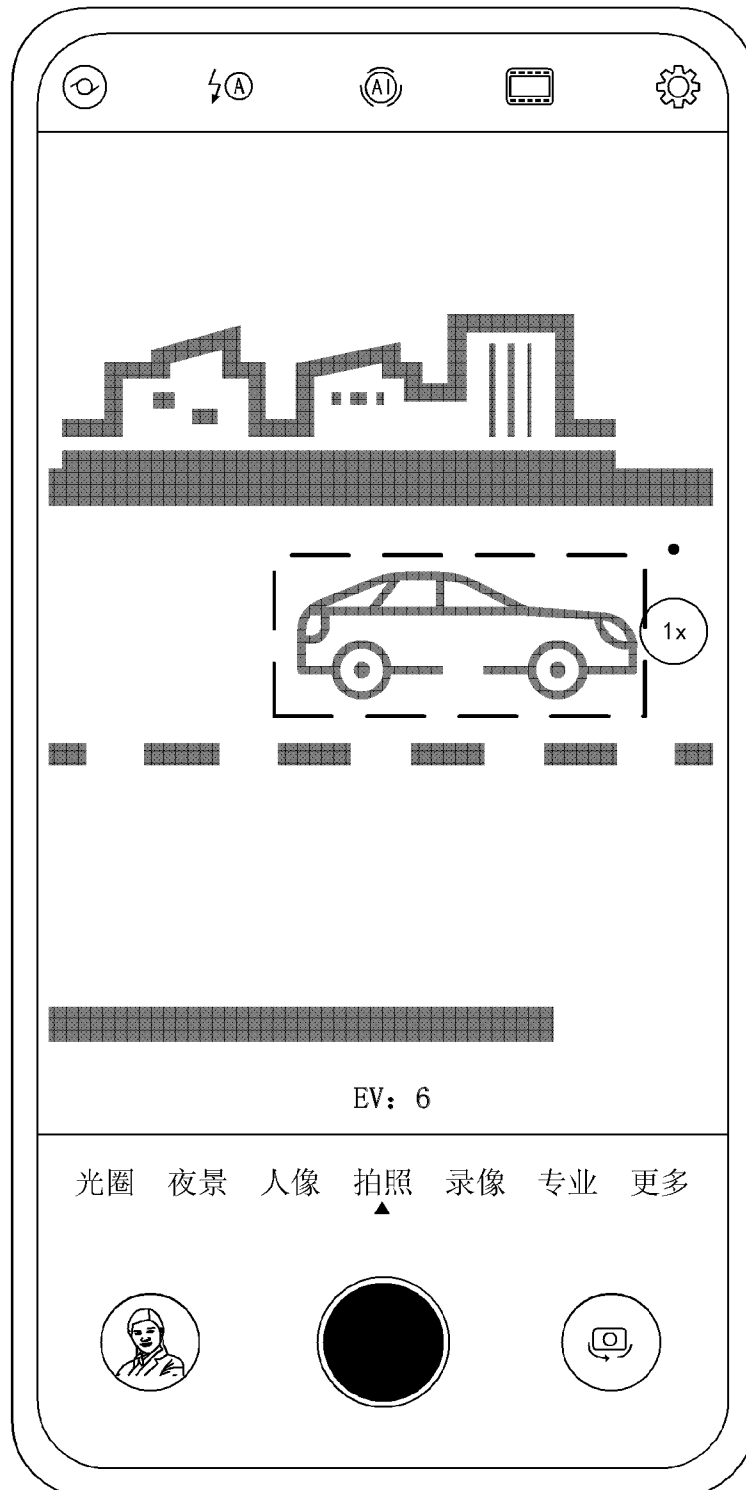


图 71

—51/75—

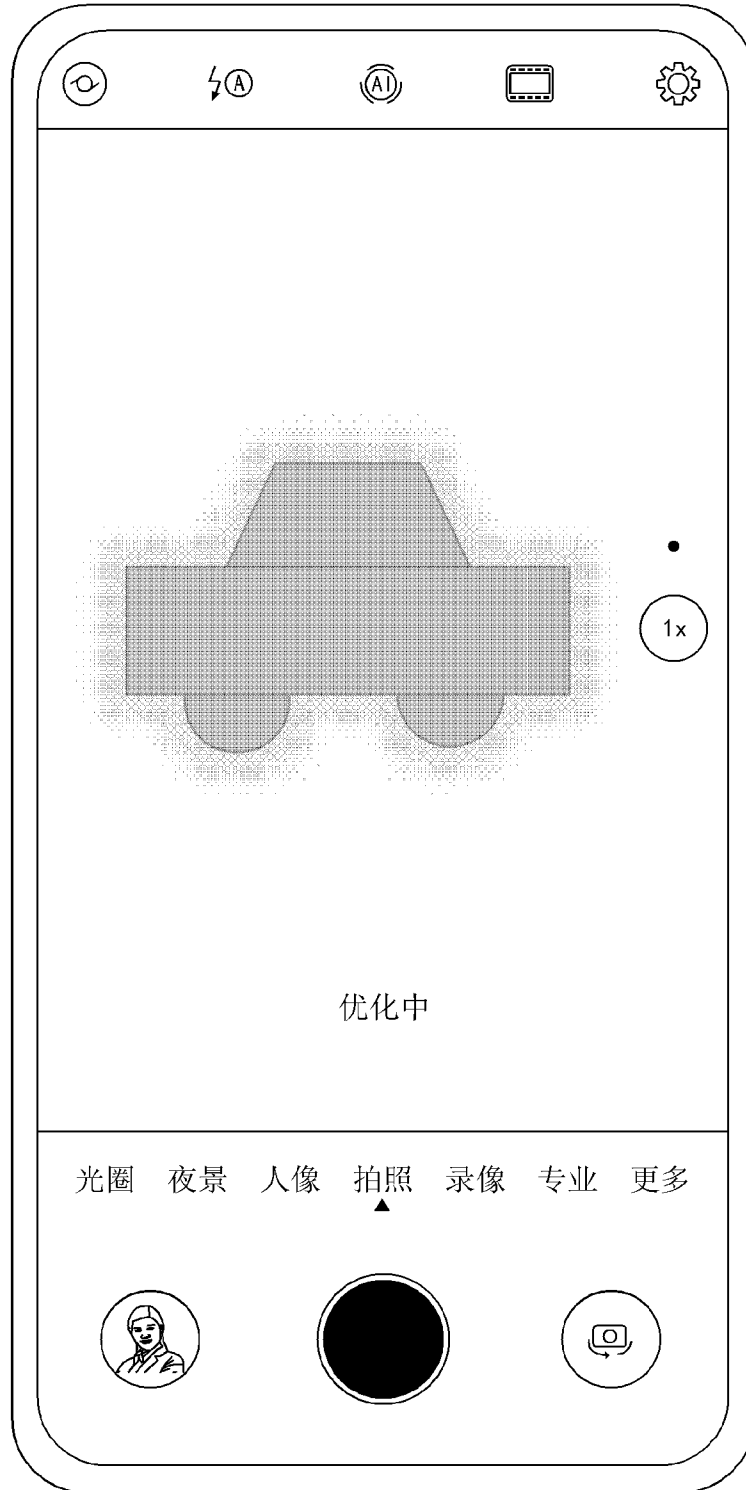


图 72A

— 52/75 —

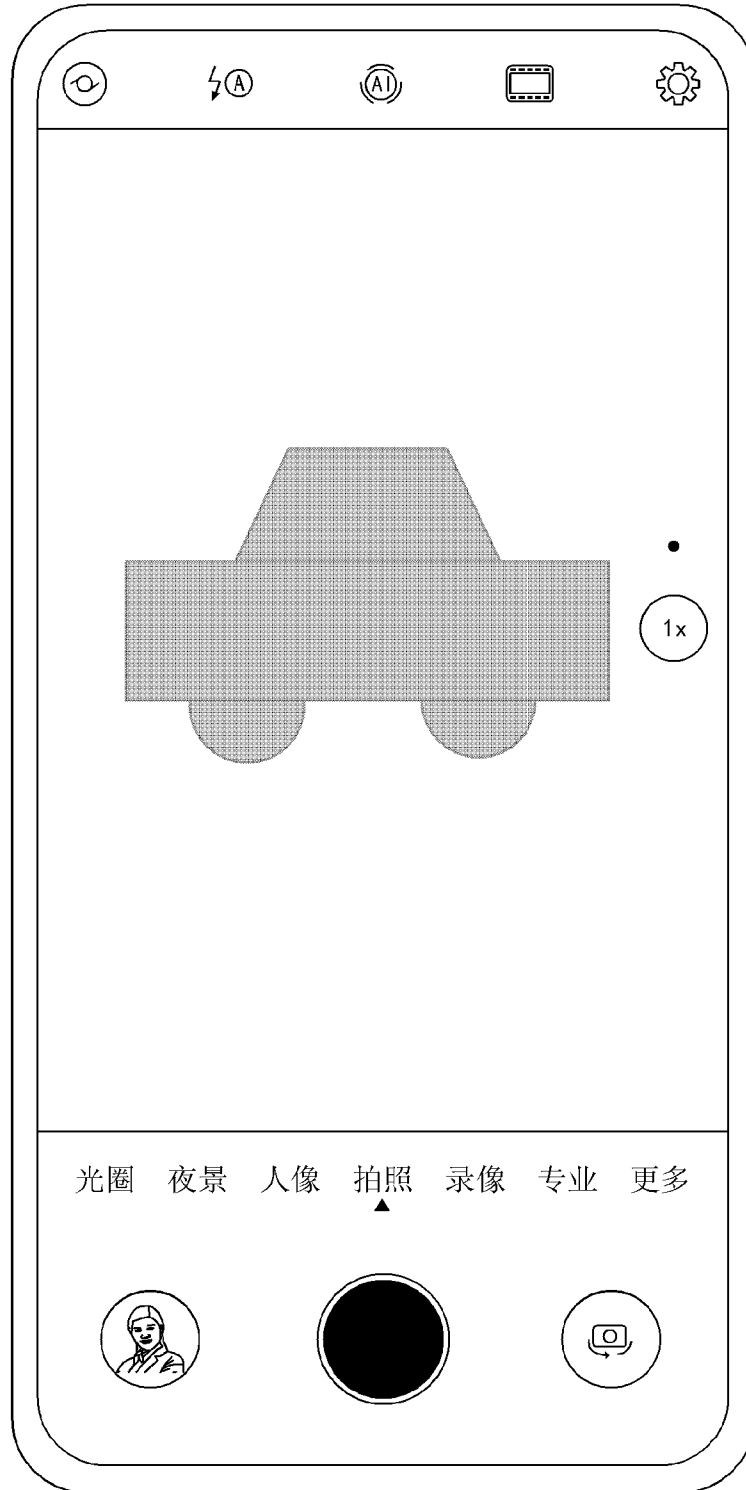


图 72B



— 53/75 —

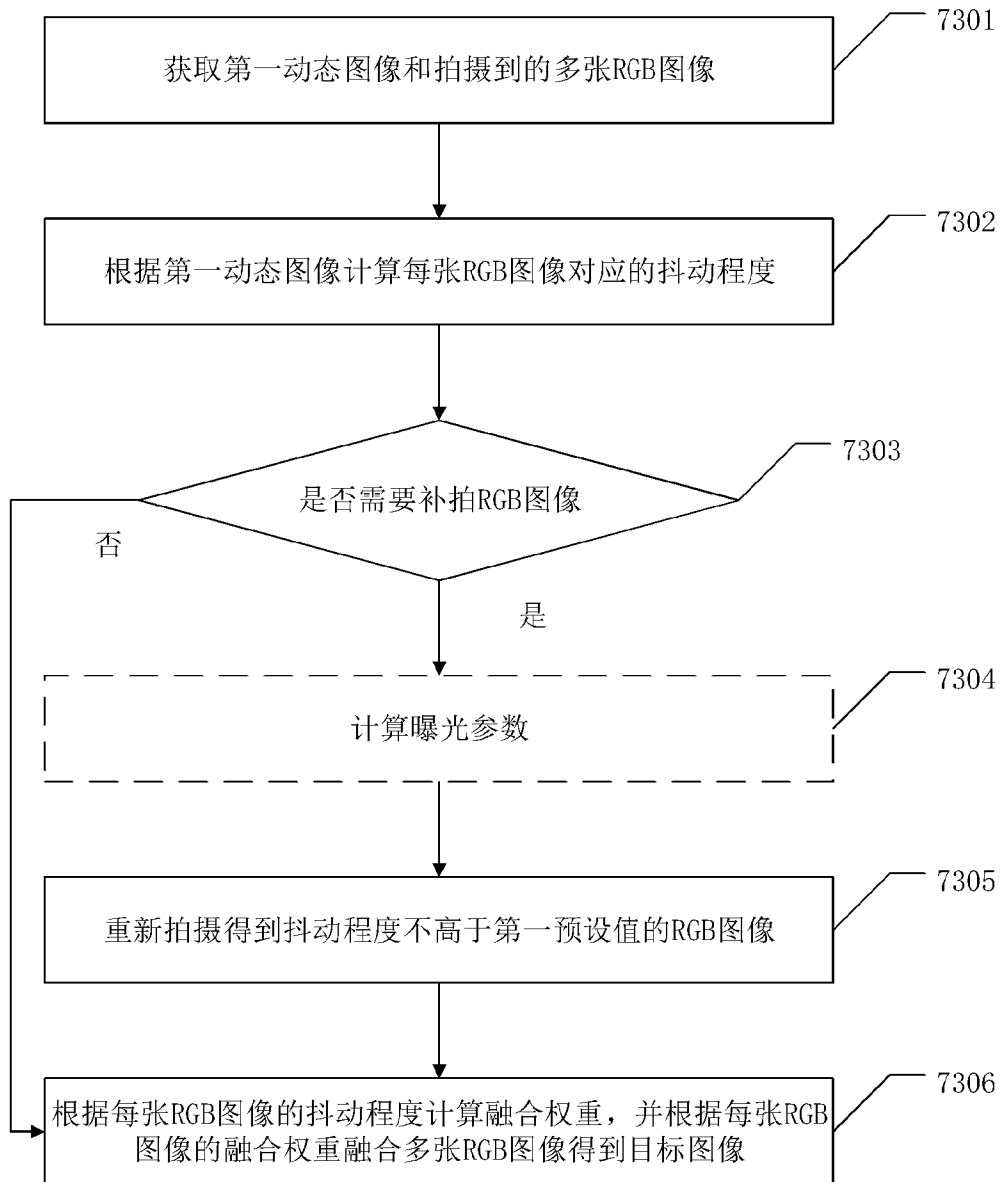


图 73

—54/75—



图 74

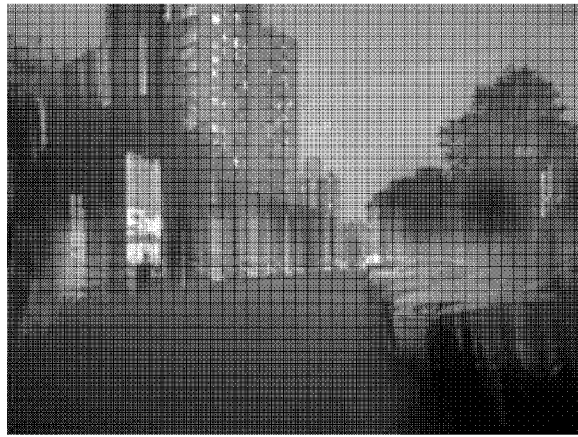


图 75

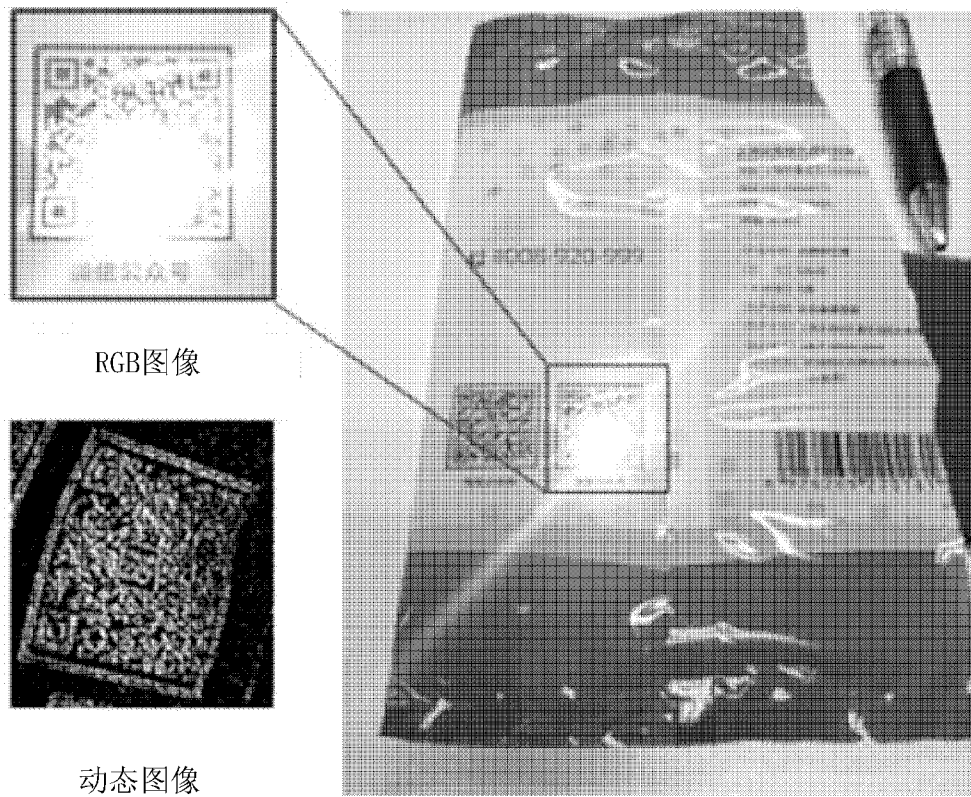


图 76

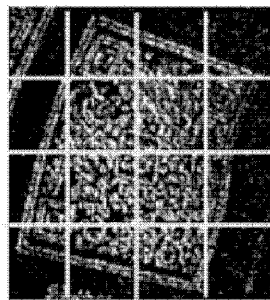


图 77

—56/75—

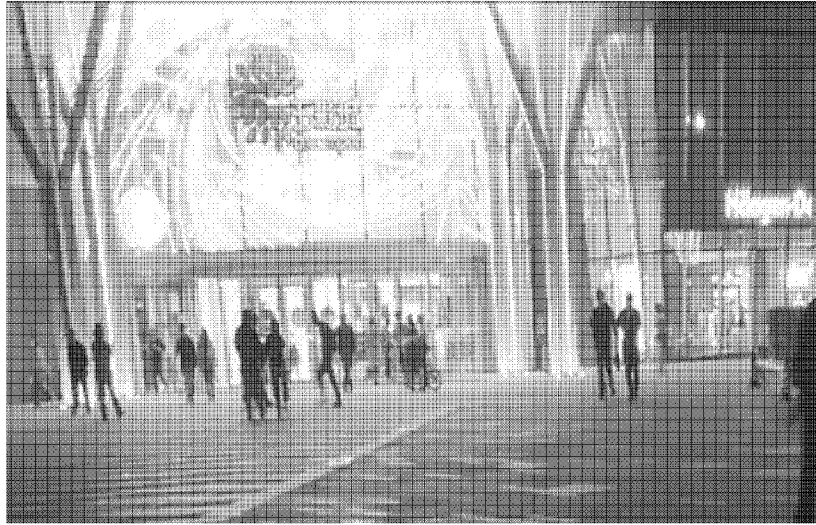


图 78



图 79

—57/75—

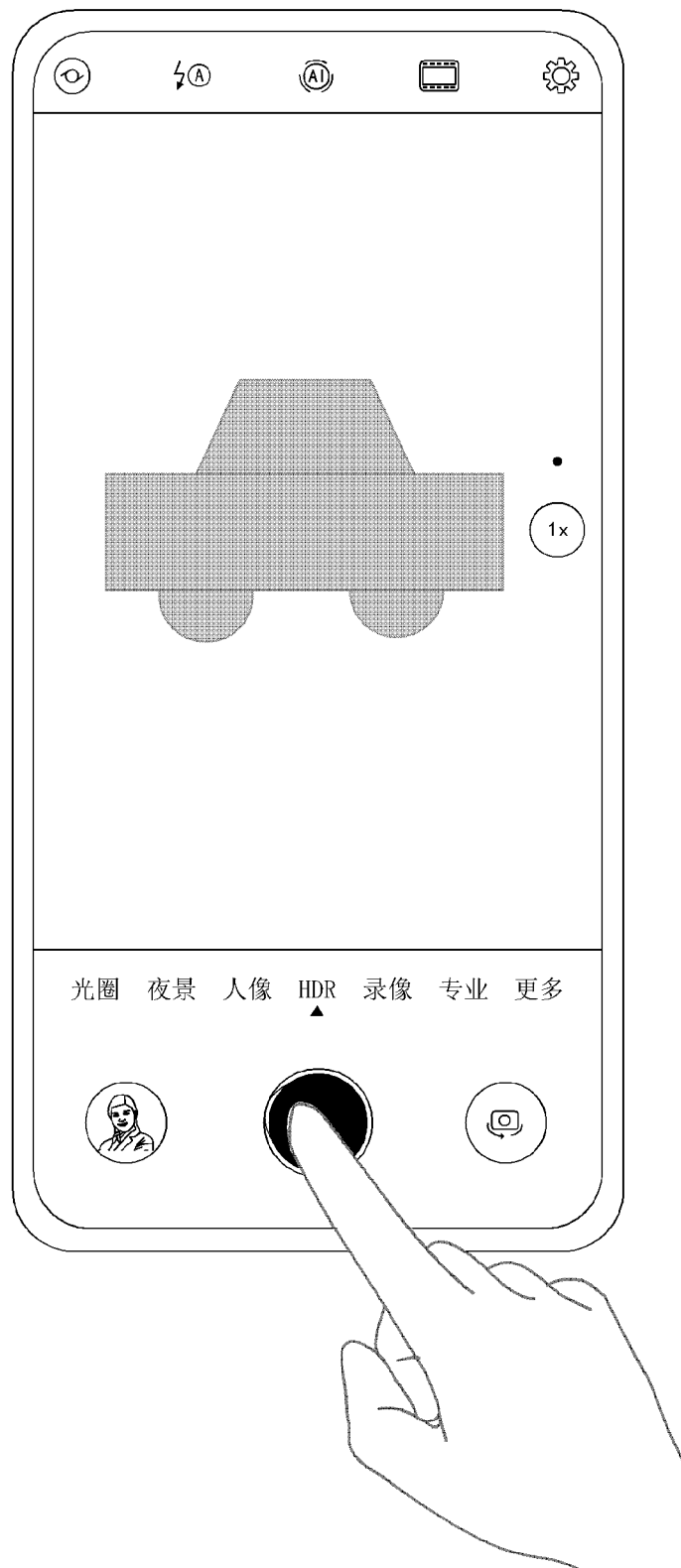


图 80

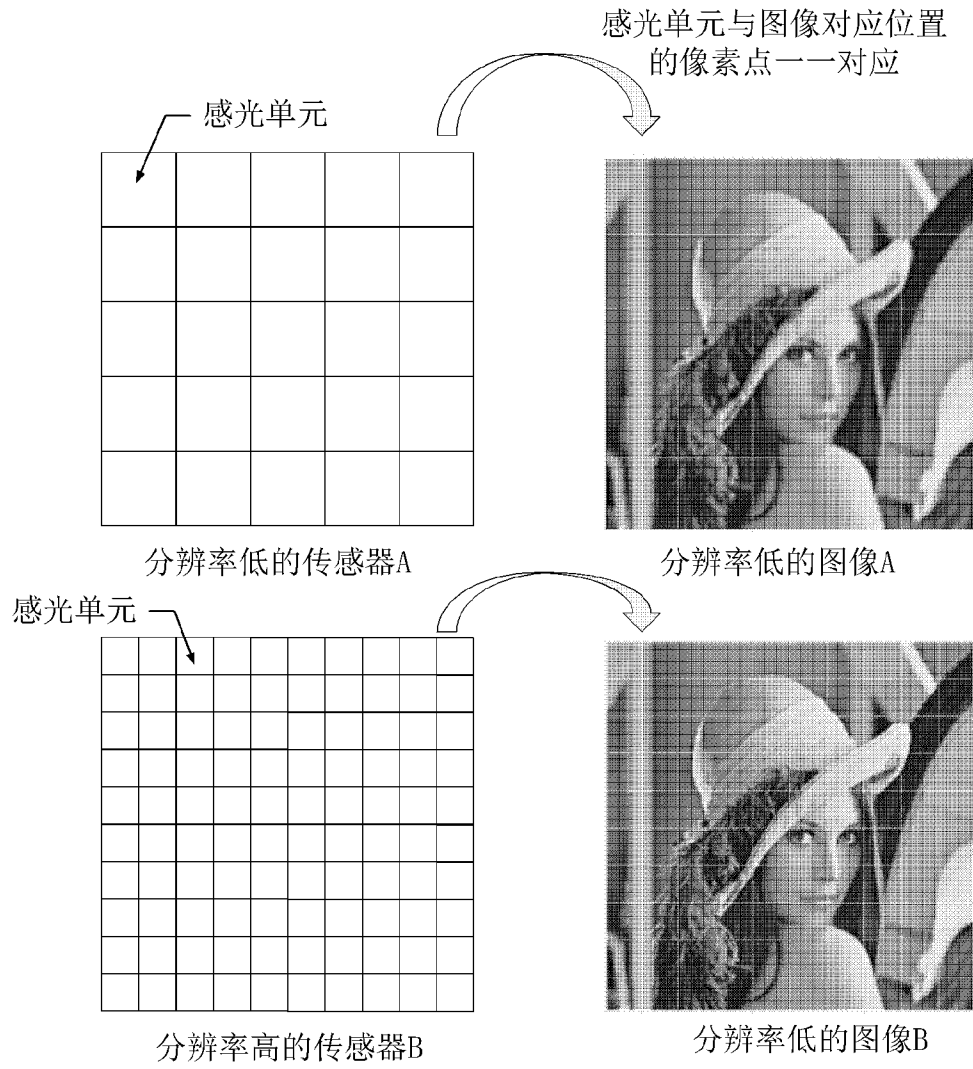


图 81

—59/75—

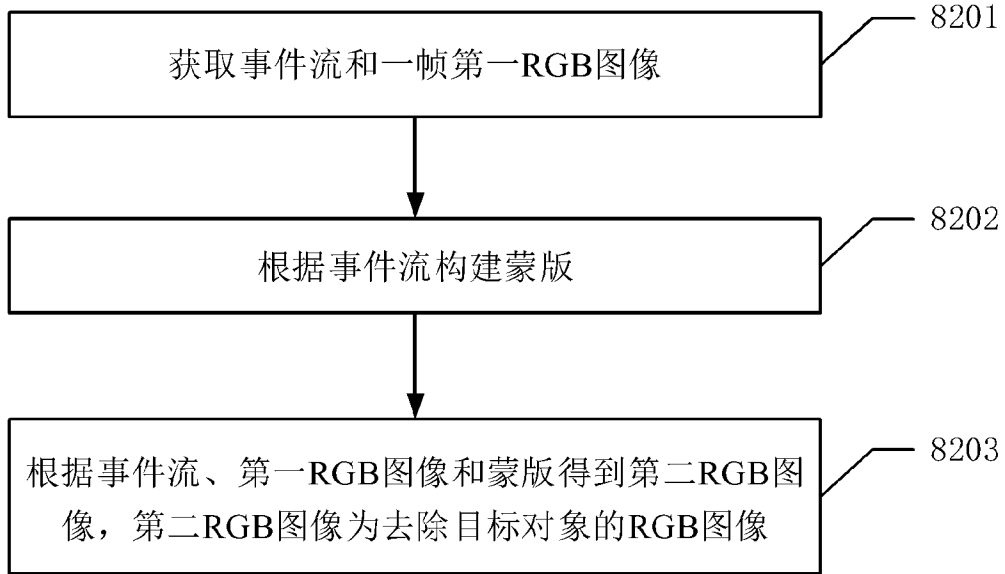


图 82

事件流：一个闪电轮廓表示一个事件图像

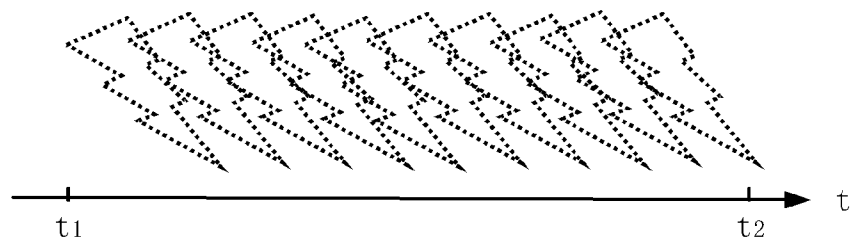


图 83

-60/75-

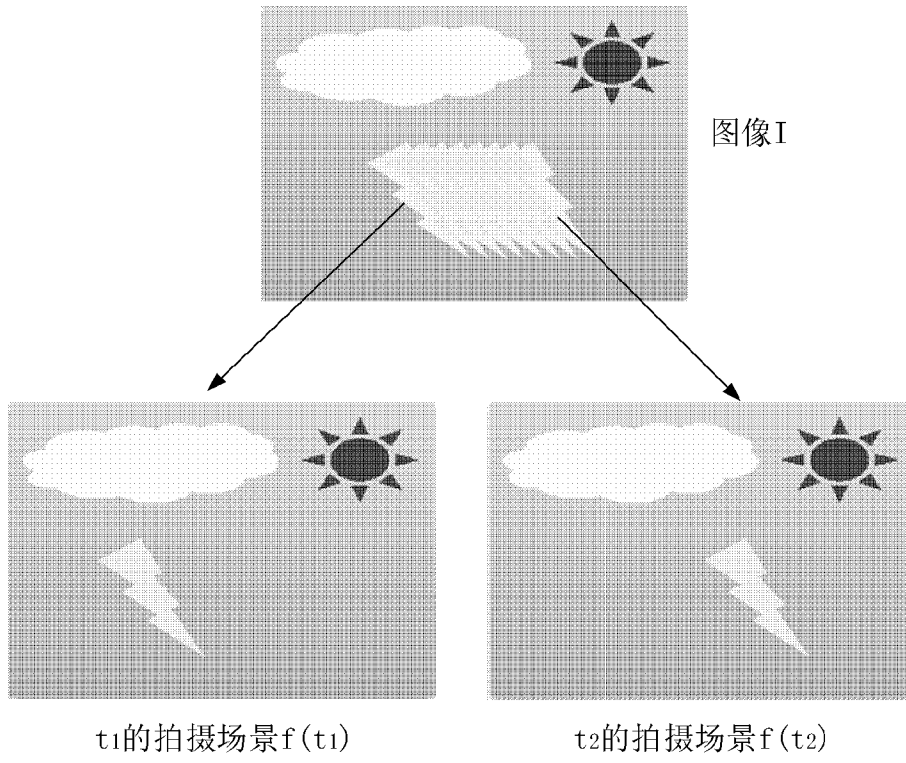


图 84

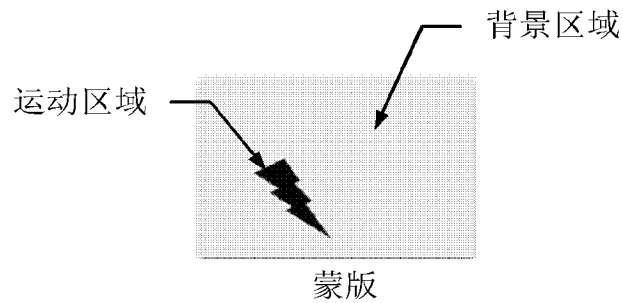


图 85



-61/75-

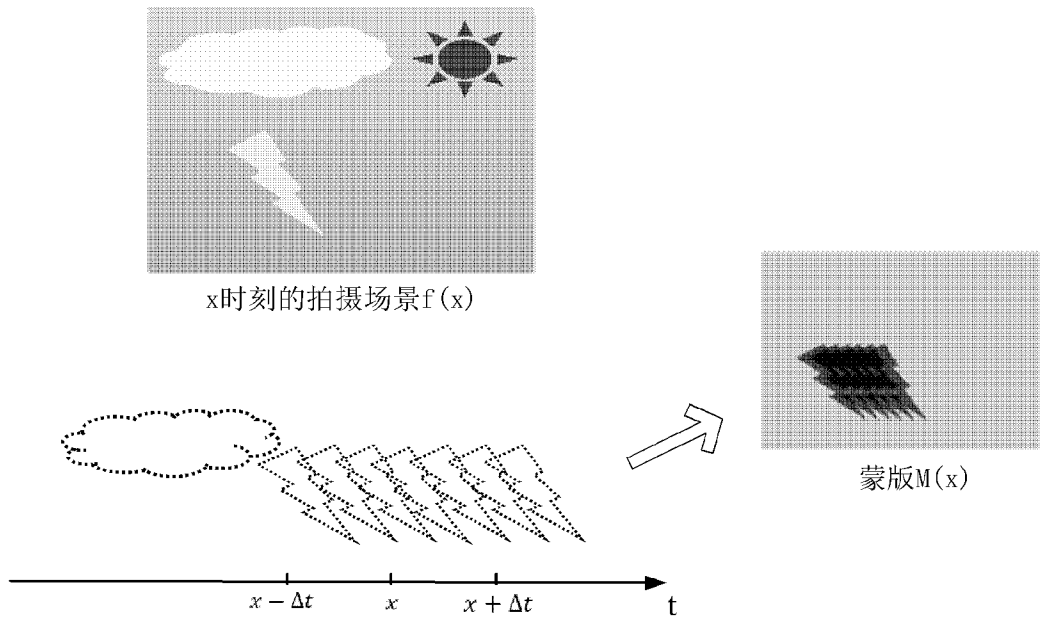


图 86

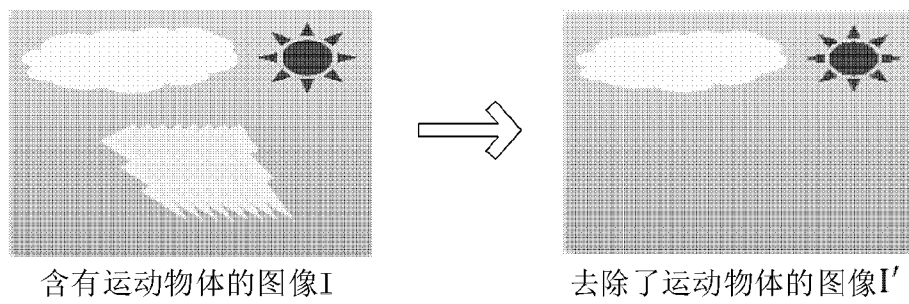


图 87

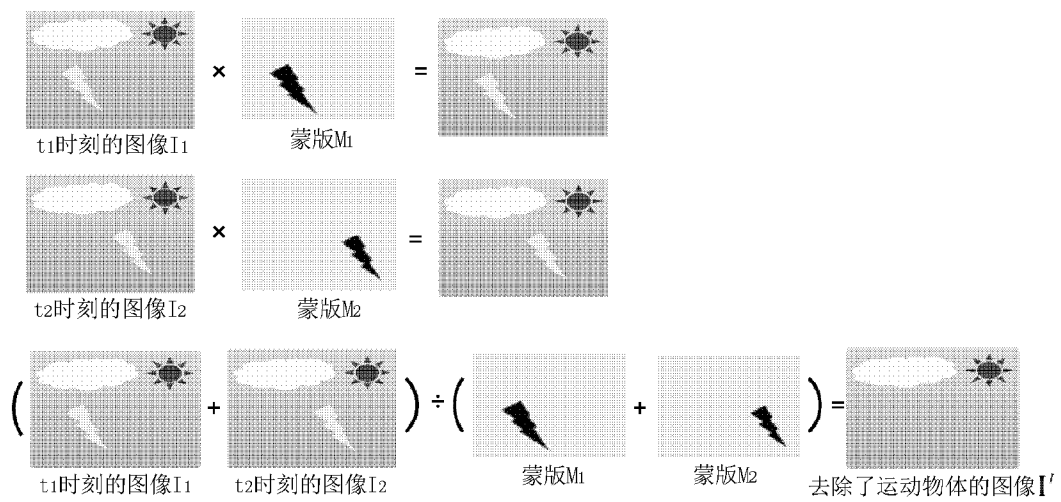


图 88

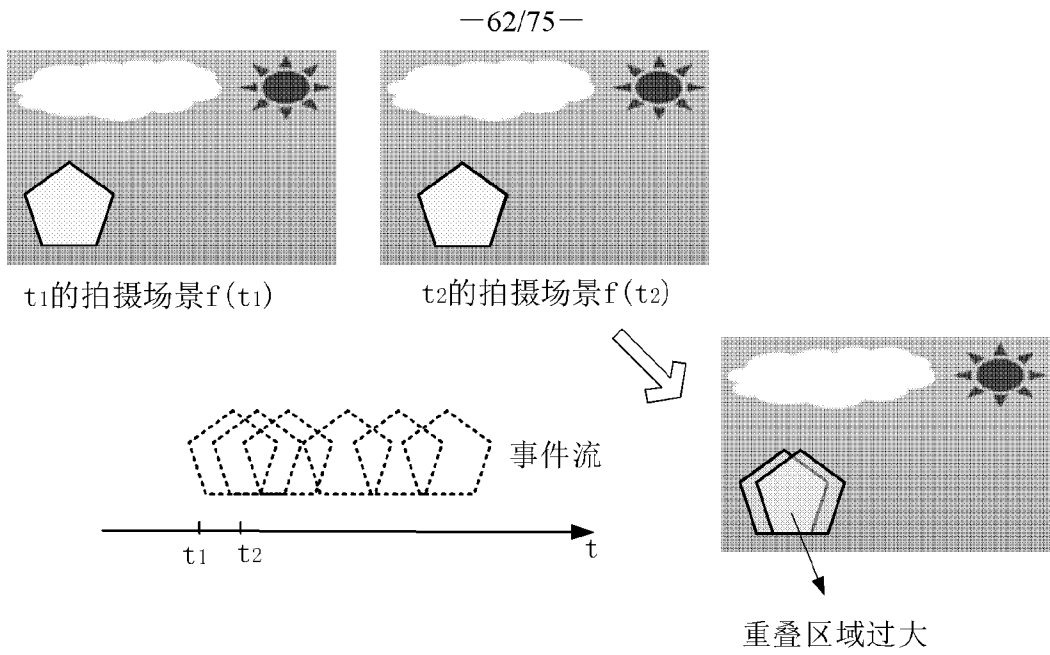


图 89

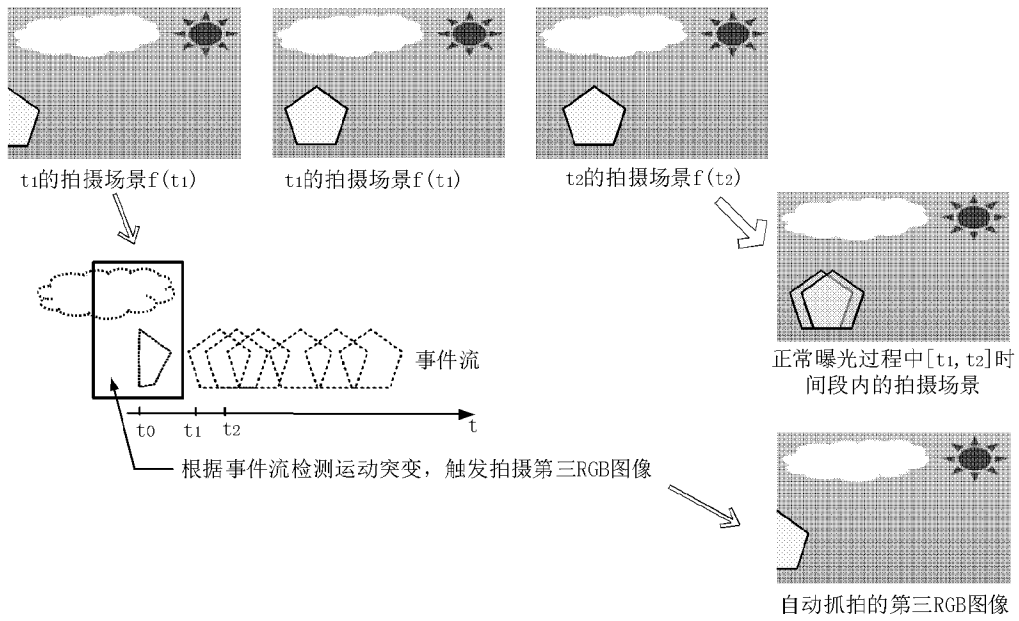
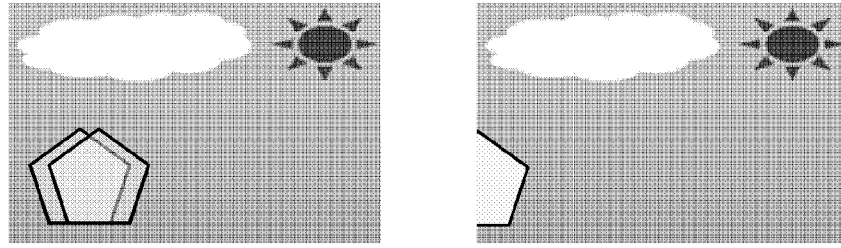


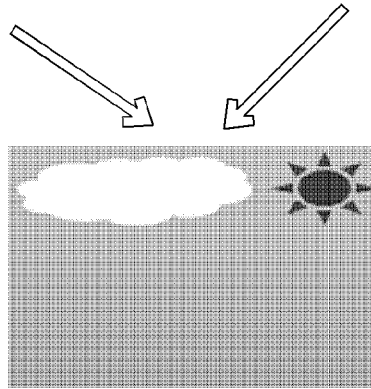
图 90

-63/75-



第一RGB图像 (图像I)

第三RGB图像 (图像Ik)



无运动物体的第二RGB图像 (图像I')

图 91

单张图像I的应用模式

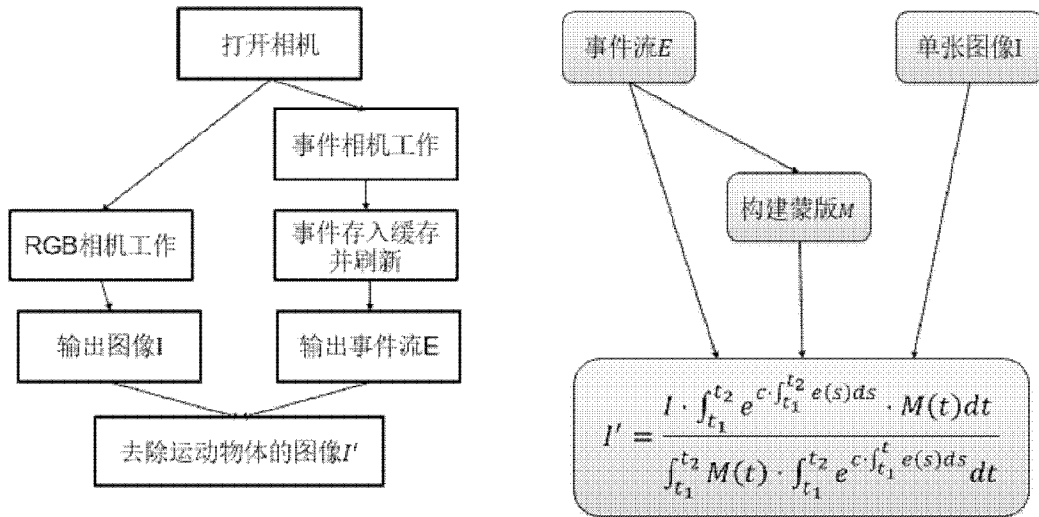


图 92

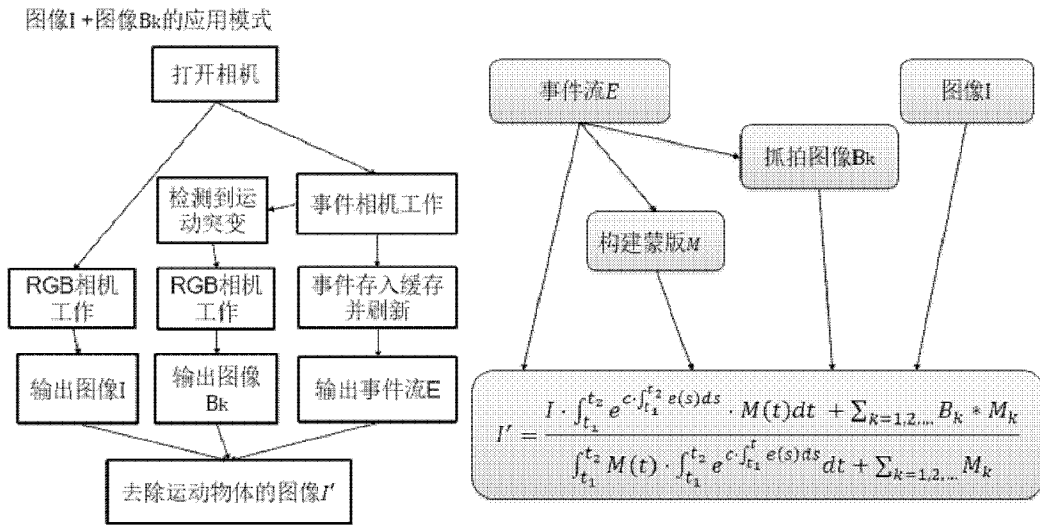


图 93

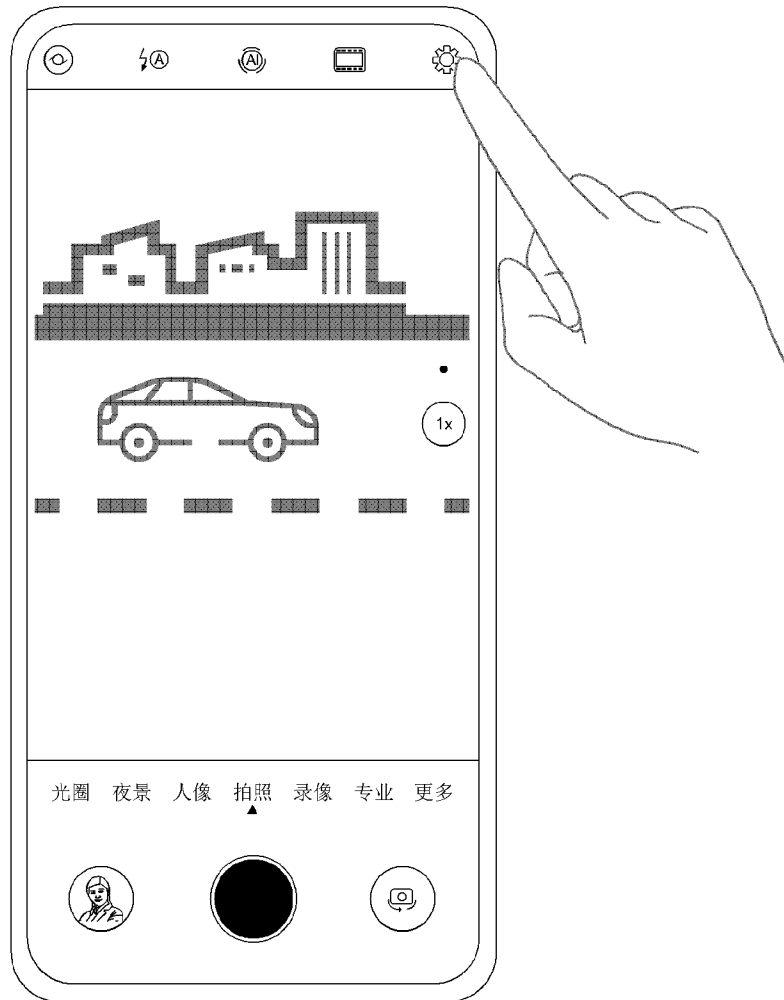


图 94A

—65/75—

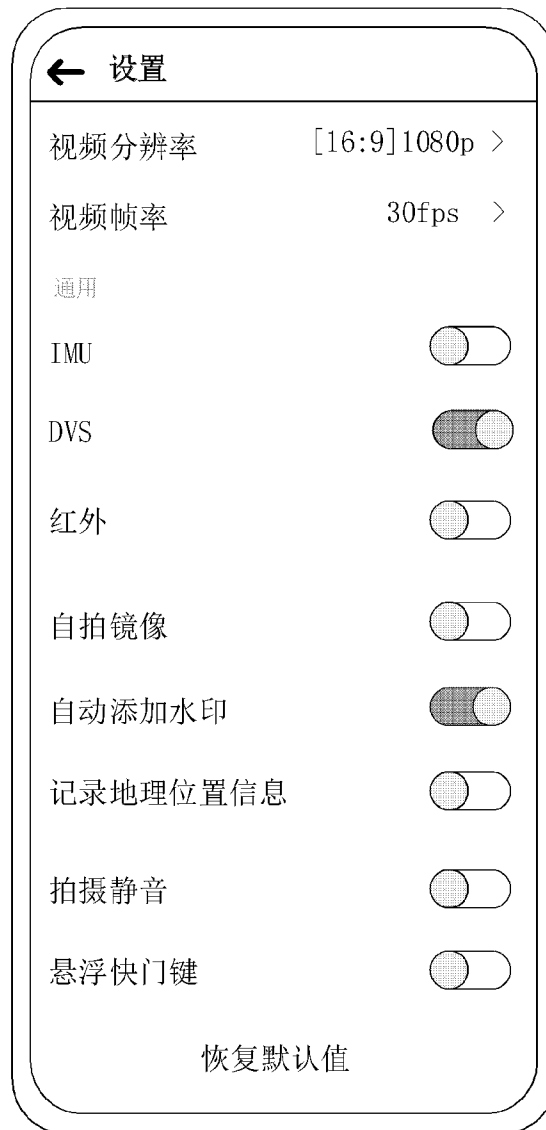


图 94B

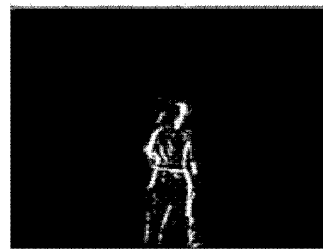


图 95

—66/75—



图 96

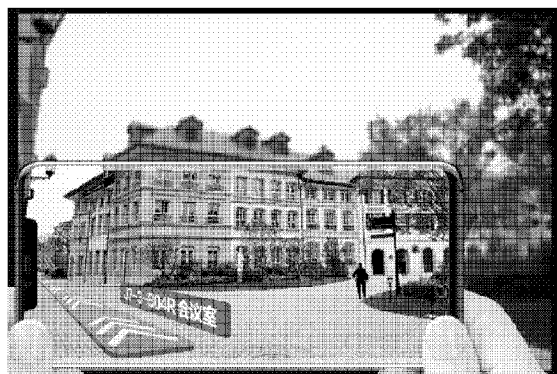


图 97



图 98a



图 98b

—67/75—



图 99

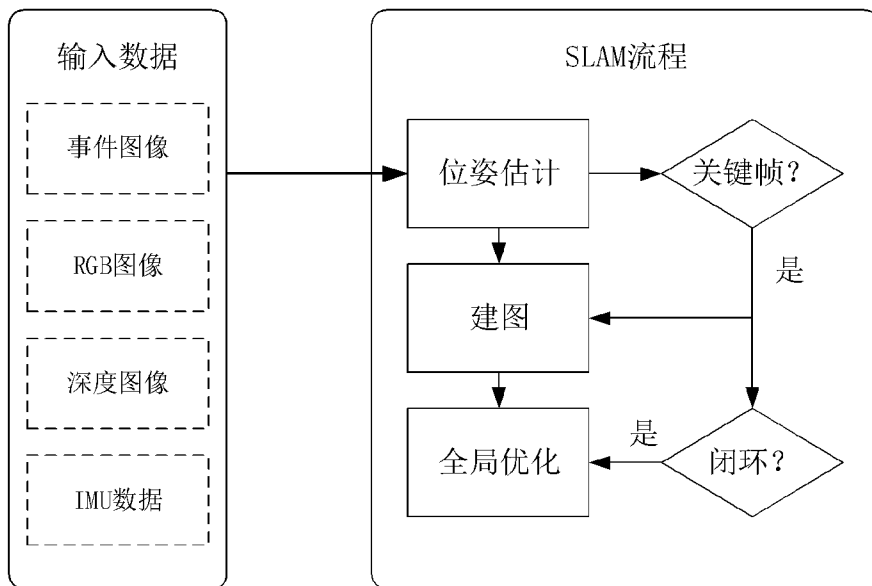


图 100

-68/75-

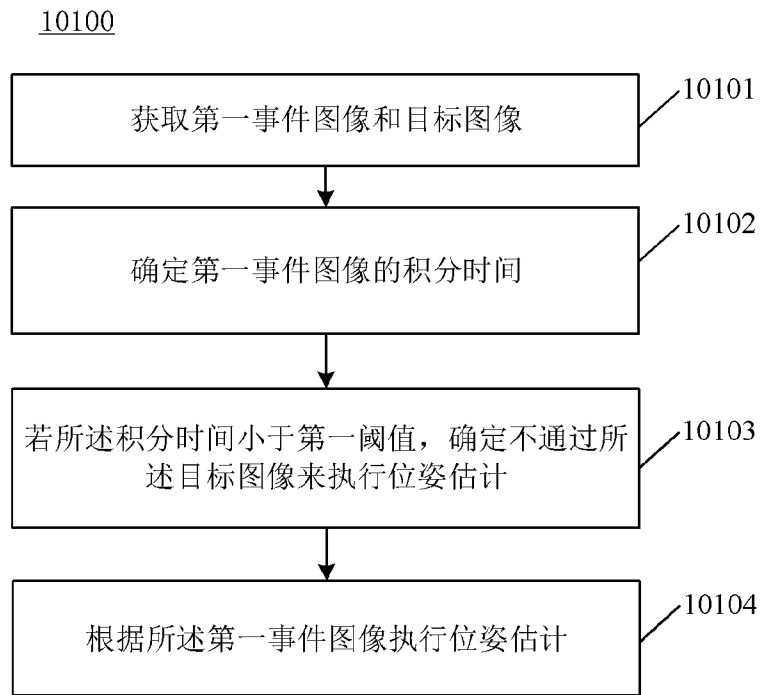


图 101

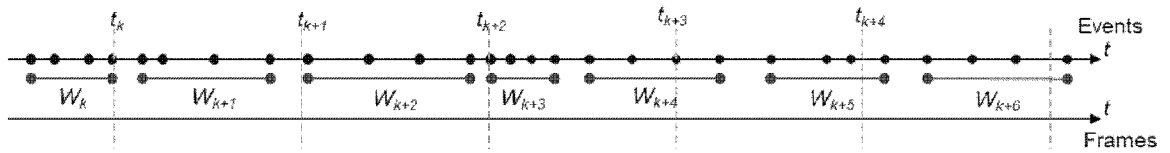


图 102



—69/75—

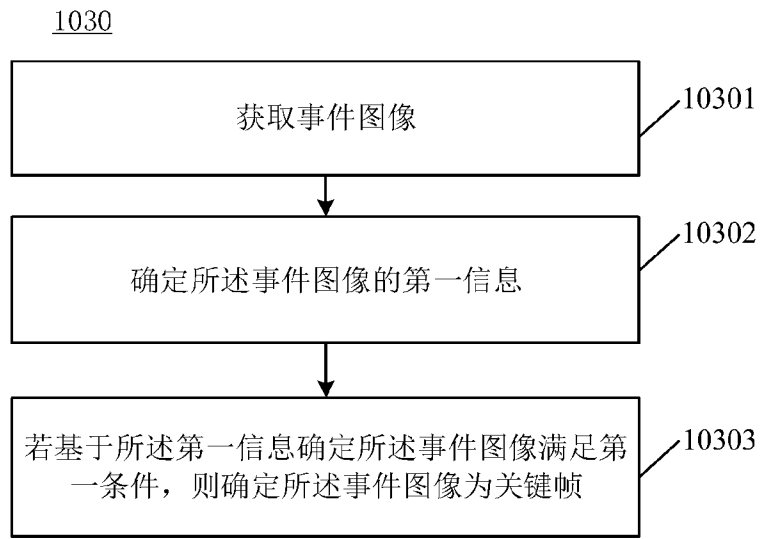


图 103

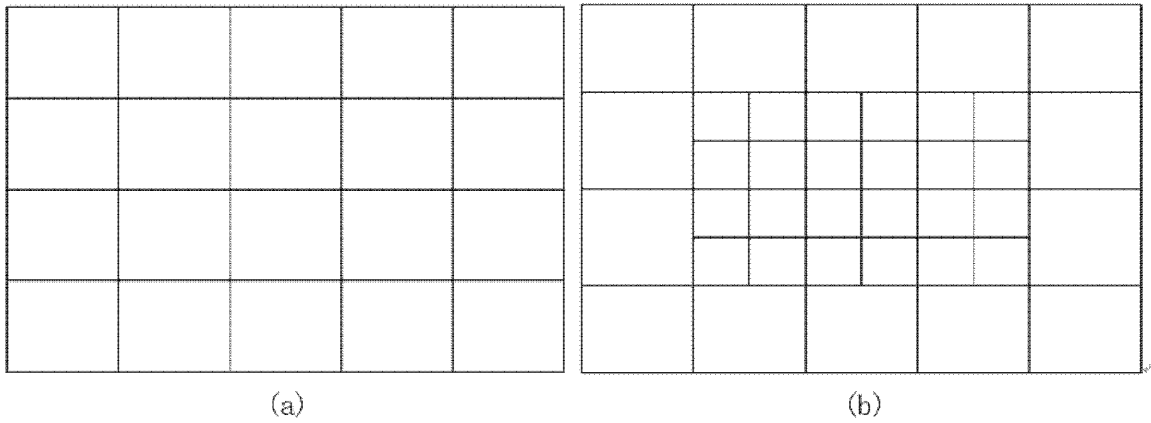


图 104

— 70/75 —

1050

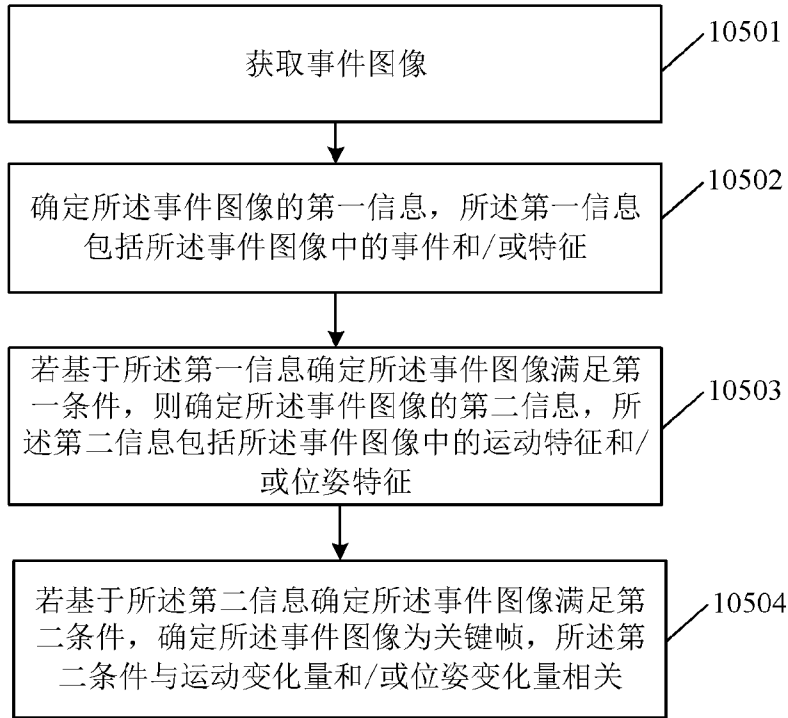


图 105

1060

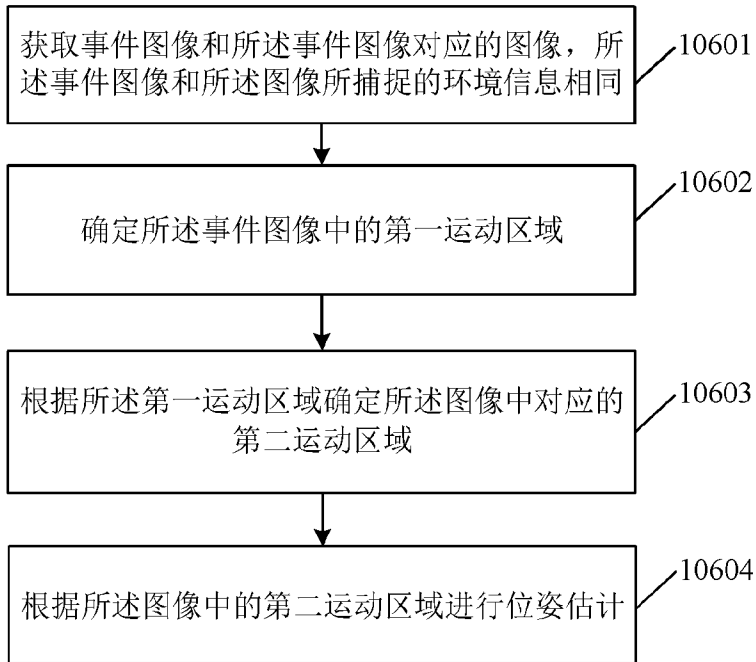


图 106

- 71/75 -

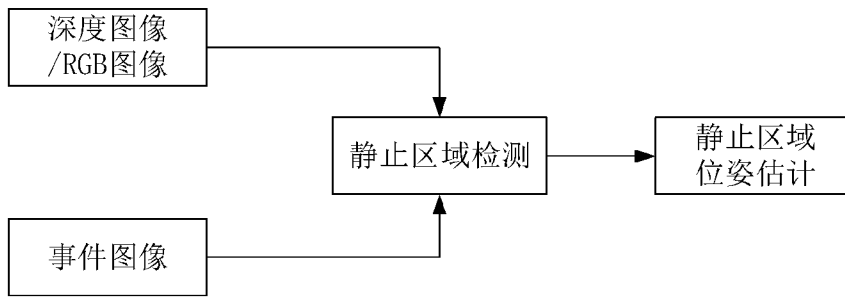


图 107

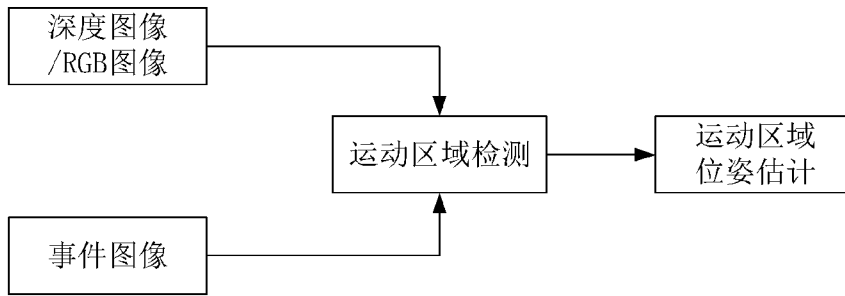


图 108a

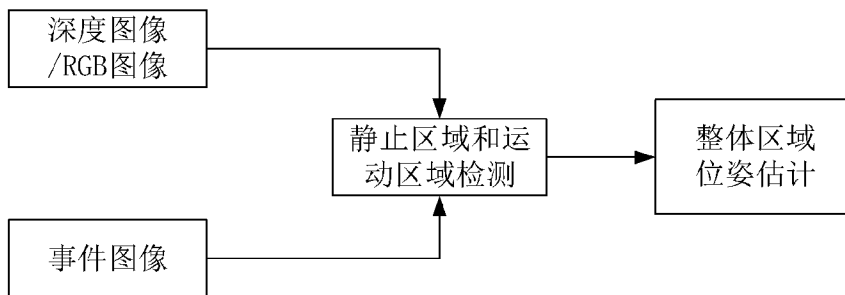


图 108b

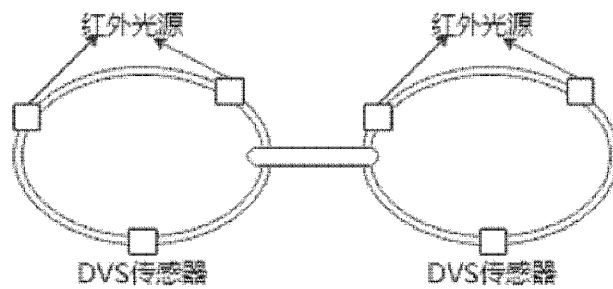


图 109

— 72/75 —

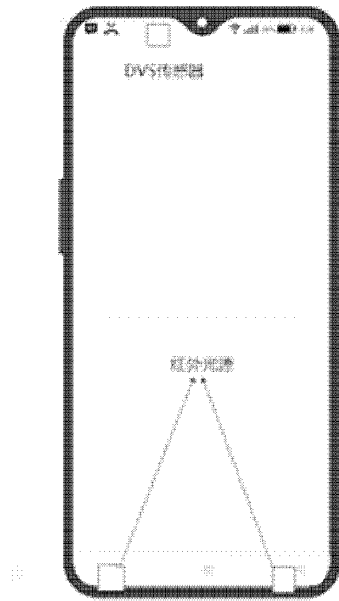


图 110

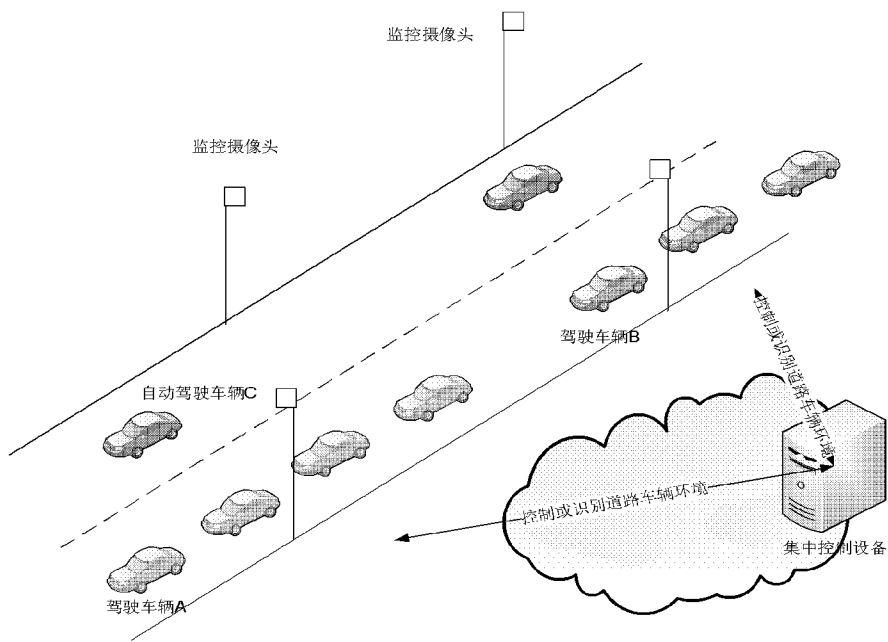


图 111

—73/75—

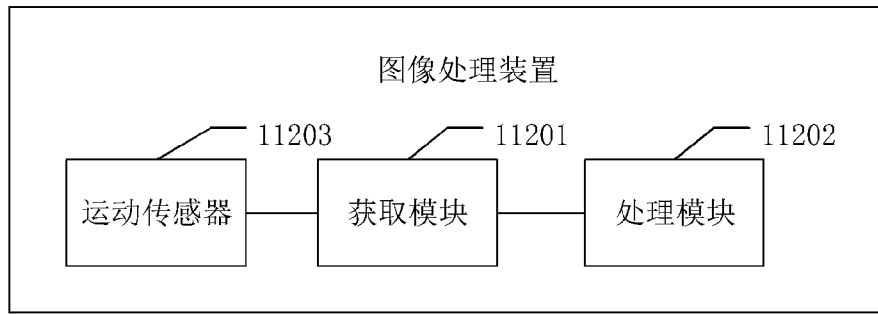


图 112

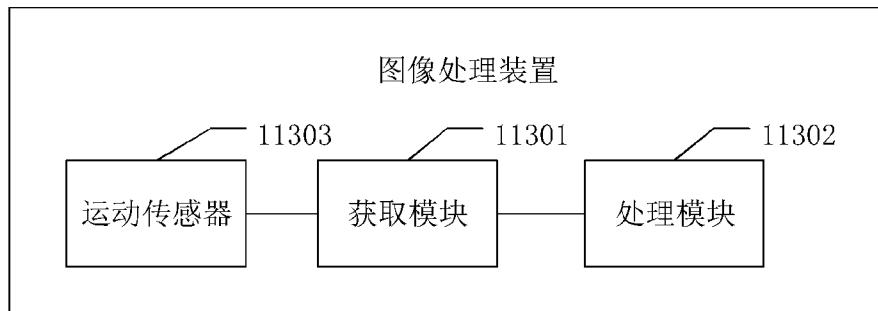


图 113

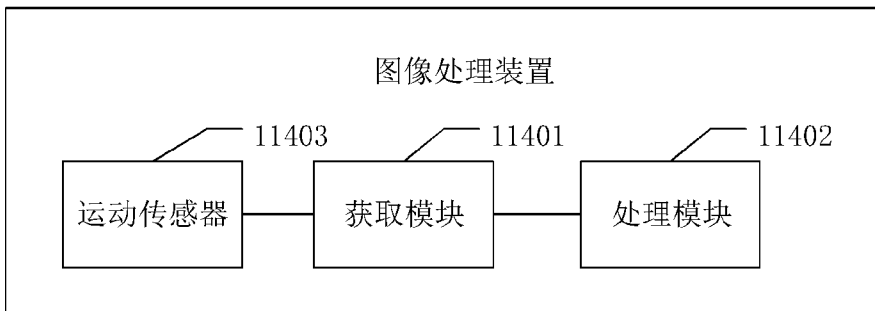


图 114

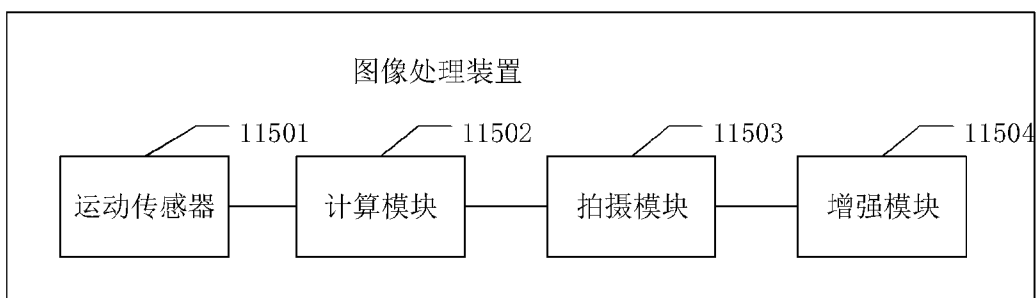


图 115

—74/75—

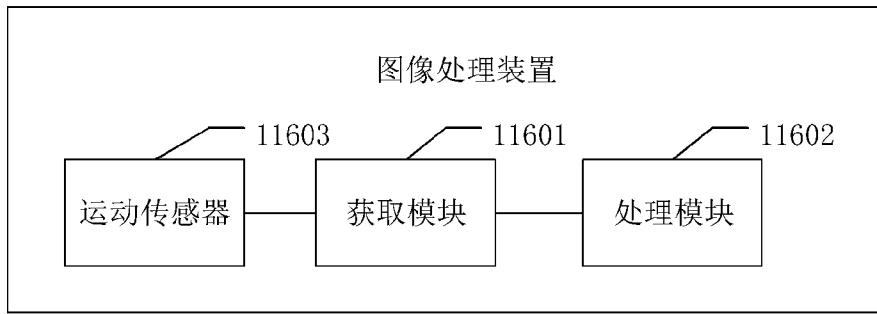


图 116

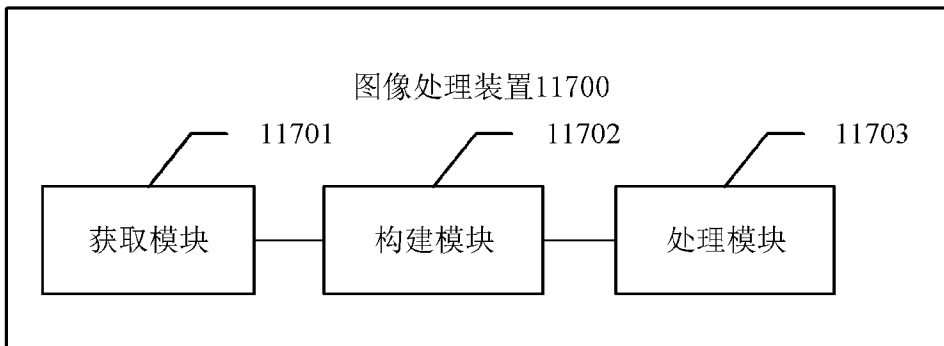


图 117

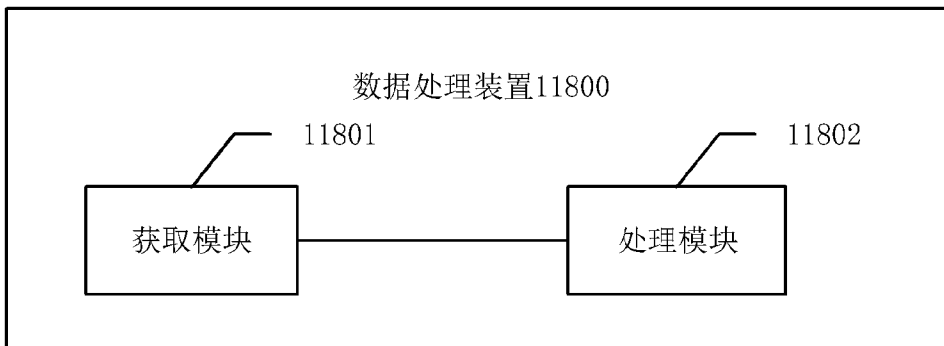


图 118

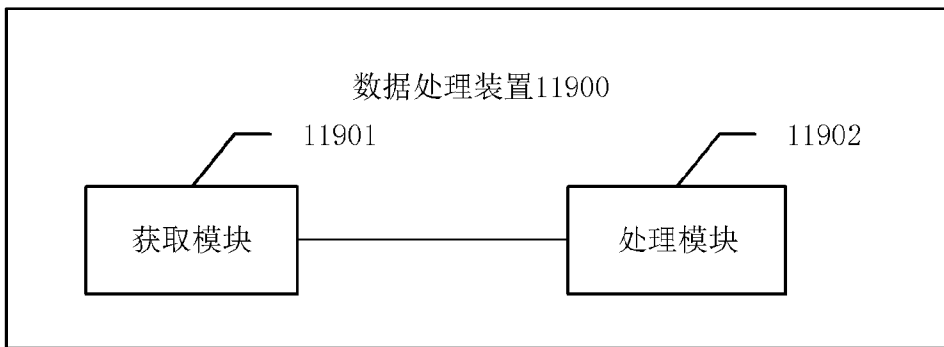


图 119

—75/75—

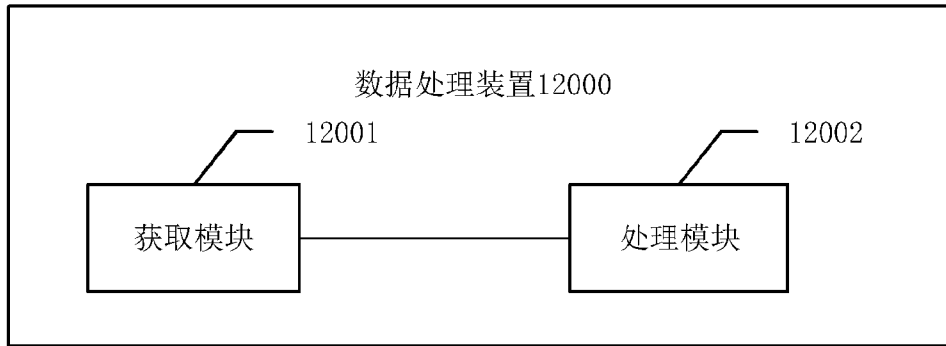


图 120

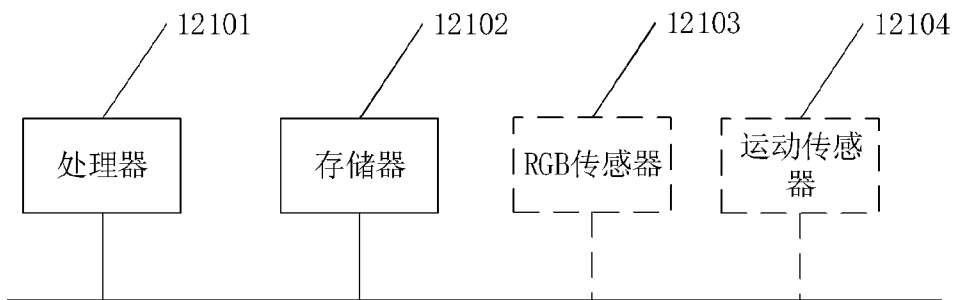


图 121

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/141973

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
H04N 5/225(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
H04N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 视觉, 传感器, 像素, 阵列, 光强, 阈值, 电路, 信号, 控制, 动态, 能耗, 功率, 功耗, 帧, 比特, vision, sensor, pixel, array, light intensity, circuit, signal, control, threshold, dynamic, energy, power, bit, frame		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 110536050 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 03 December 2019 (2019-12-03) description, paragraphs [0021]-[0065], and figures 1-6	1-74
A	WO 2020112715 A1 (BAE SYSTEMS INFORMATION AND ELECTRONIC SYSTEMS INTEGRATION INC.) 04 June 2020 (2020-06-04) entire document	1-74
A	CN 107077601 A (QUALCOMM INC.) 18 August 2017 (2017-08-18) entire document	1-74
A	CN 109005329 A (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 14 December 2018 (2018-12-14) entire document	1-74
A	CN 110868518 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 06 March 2020 (2020-03-06) entire document	1-74
A	CN 110971792 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 07 April 2020 (2020-04-07) entire document	1-74
A	US 2020312899 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 01 October 2020 (2020-10-01) entire document	1-74
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
17 September 2021		30 September 2021
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2020/141973**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110536050	A	03 December 2019	KR	20190133952	A	04 December 2019
				US	2019364237	A1	28 November 2019
				US	10972691	B2	06 April 2021
WO	2020112715	A1	04 June 2020	US	2020169675	A1	28 May 2020
				US	10827135	B2	03 November 2020
				CN	113330734	A	31 August 2021
CN	107077601	A	18 August 2017	US	9870506	B2	16 January 2018
				US	9986211	B2	29 May 2018
				JP	2018501531	A	18 January 2018
				US	2017374322	A1	28 December 2017
				US	9554100	B2	24 January 2017
				EP	3201831	A1	09 August 2017
				WO	2016053886	A1	07 April 2016
				BR	112017006399	A2	19 December 2017
				JP	2020145714	A	10 September 2020
				US	2017116478	A1	27 April 2017
				KR	20170063643	A	08 June 2017
				JP	6737777	B2	12 August 2020
				US	2016094814	A1	31 March 2016
				CA	2959549	A1	07 April 2016
				CN	109005329	A	14 December 2018
GB	2577353	B	28 October 2020				
GB	2577353	A	25 March 2020				
CN	109005329	B	11 August 2020				
CN	110868518	A	06 March 2020	KR	20200019558	A	24 February 2020
				US	2020058205	A1	20 February 2020
				US	10909824	B2	02 February 2021
CN	110971792	A	07 April 2020	WO	2020063332	A1	02 April 2020
US	2020312899	A1	01 October 2020	KR	20200115881	A	08 October 2020
				CN	111757028	A	09 October 2020

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>H04N 5/225 (2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																										
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H04N</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNPAT, CNKI, WPI, EP0DOC: 视觉, 传感器, 像素, 阵列, 光强, 阈值, 电路, 信号, 控制, 动态, 能耗, 功率, 功耗, 帧, 比特, vision, sensor, pixel, array, light intensity, circuit, signal, control, threshold, dynamic, energy, power, bit, frame</p>																										
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 110536050 A (三星电子株式会社) 2019年 12月 3日 (2019 - 12 - 03) 说明书第[0021]-[0065]段、附图1-6</td> <td>1-74</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2020112715 A1 (BAE SYSTEMS INFORMATION AND ELECTRONIC SYSTEMS INTEGRATION INC.) 2020年 6月 4日 (2020 - 06 - 04) 全文</td> <td>1-74</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107077601 A (高通股份有限公司) 2017年 8月 18日 (2017 - 08 - 18) 全文</td> <td>1-74</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109005329 A (广东工业大学) 2018年 12月 14日 (2018 - 12 - 14) 全文</td> <td>1-74</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110868518 A (三星电子株式会社) 2020年 3月 6日 (2020 - 03 - 06) 全文</td> <td>1-74</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110971792 A (华为技术有限公司) 2020年 4月 7日 (2020 - 04 - 07) 全文</td> <td>1-74</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2020312899 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2020年 10月 1日 (2020 - 10 - 01) 全文</td> <td>1-74</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 110536050 A (三星电子株式会社) 2019年 12月 3日 (2019 - 12 - 03) 说明书第[0021]-[0065]段、附图1-6	1-74	A	WO 2020112715 A1 (BAE SYSTEMS INFORMATION AND ELECTRONIC SYSTEMS INTEGRATION INC.) 2020年 6月 4日 (2020 - 06 - 04) 全文	1-74	A	CN 107077601 A (高通股份有限公司) 2017年 8月 18日 (2017 - 08 - 18) 全文	1-74	A	CN 109005329 A (广东工业大学) 2018年 12月 14日 (2018 - 12 - 14) 全文	1-74	A	CN 110868518 A (三星电子株式会社) 2020年 3月 6日 (2020 - 03 - 06) 全文	1-74	A	CN 110971792 A (华为技术有限公司) 2020年 4月 7日 (2020 - 04 - 07) 全文	1-74	A	US 2020312899 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2020年 10月 1日 (2020 - 10 - 01) 全文	1-74
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
X	CN 110536050 A (三星电子株式会社) 2019年 12月 3日 (2019 - 12 - 03) 说明书第[0021]-[0065]段、附图1-6	1-74																								
A	WO 2020112715 A1 (BAE SYSTEMS INFORMATION AND ELECTRONIC SYSTEMS INTEGRATION INC.) 2020年 6月 4日 (2020 - 06 - 04) 全文	1-74																								
A	CN 107077601 A (高通股份有限公司) 2017年 8月 18日 (2017 - 08 - 18) 全文	1-74																								
A	CN 109005329 A (广东工业大学) 2018年 12月 14日 (2018 - 12 - 14) 全文	1-74																								
A	CN 110868518 A (三星电子株式会社) 2020年 3月 6日 (2020 - 03 - 06) 全文	1-74																								
A	CN 110971792 A (华为技术有限公司) 2020年 4月 7日 (2020 - 04 - 07) 全文	1-74																								
A	US 2020312899 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2020年 10月 1日 (2020 - 10 - 01) 全文	1-74																								
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																										
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																										
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2021年 9月 17日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2021年 9月 30日</p>																								
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>胡金云</p> <p>电话号码 86-(10)-53962452</p>																								

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/141973

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	110536050	A	2019年 12月 3日	KR	20190133952	A	2019年 12月 4日
				US	2019364237	A1	2019年 11月 28日
				US	10972691	B2	2021年 4月 6日
WO	2020112715	A1	2020年 6月 4日	US	2020169675	A1	2020年 5月 28日
				US	10827135	B2	2020年 11月 3日
				CN	113330734	A	2021年 8月 31日
CN	107077601	A	2017年 8月 18日	US	9870506	B2	2018年 1月 16日
				US	9986211	B2	2018年 5月 29日
				JP	2018501531	A	2018年 1月 18日
				US	2017374322	A1	2017年 12月 28日
				US	9554100	B2	2017年 1月 24日
				EP	3201831	A1	2017年 8月 9日
				WO	2016053886	A1	2016年 4月 7日
				BR	112017006399	A2	2017年 12月 19日
				JP	2020145714	A	2020年 9月 10日
				US	2017116478	A1	2017年 4月 27日
				KR	20170063643	A	2017年 6月 8日
				JP	6737777	B2	2020年 8月 12日
				US	2016094814	A1	2016年 3月 31日
				CA	2959549	A1	2016年 4月 7日
CN	109005329	A	2018年 12月 14日	GB	201901466	D0	2019年 3月 27日
				GB	2577353	B	2020年 10月 28日
				GB	2577353	A	2020年 3月 25日
				CN	109005329	B	2020年 8月 11日
CN	110868518	A	2020年 3月 6日	KR	20200019558	A	2020年 2月 24日
				US	2020058205	A1	2020年 2月 20日
				US	10909824	B2	2021年 2月 2日
CN	110971792	A	2020年 4月 7日	WO	2020063332	A1	2020年 4月 2日
US	2020312899	A1	2020年 10月 1日	KR	20200115881	A	2020年 10月 8日
				CN	111757028	A	2020年 10月 9日