



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년05월15일  
(11) 등록번호 10-2532019  
(24) 등록일자 2023년05월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06T 7/246 (2017.01) G06N 3/08 (2023.01)  
G06T 5/00 (2019.01) G06T 7/11 (2017.01)  
G06T 7/13 (2017.01) G06T 7/194 (2017.01)  
(52) CPC특허분류  
G06T 7/246 (2017.01)  
G06N 3/08 (2023.01)  
(21) 출원번호 10-2020-0182755  
(22) 출원일자 2020년12월24일  
심사청구일자 2020년12월24일  
(65) 공개번호 10-2022-0078421  
(43) 공개일자 2022년06월10일  
(30) 우선권주장  
1020200167484 2020년12월03일 대한민국(KR)  
(56) 선행기술조사문헌  
Jin Woo Choi 등, A contour tracking method of large motion object using optical flow and active contour model, Multimedia Tools and Applications(2013.11.19.)\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
승실대학교 산학협력단  
서울특별시 동작구 상도로 369 (상도동)  
(72) 발명자  
김계영  
경기도 안양시 동안구 흥안대로 223번길 47, 103동 1301호(샘마을대우아파트)  
최지수  
전라북도 익산시 하나로 357, 101동 504호(어양동, 쌍용아파트)  
최승욱  
서울특별시 구로구 디지털로31길 90, 110동 704호(구로동, 삼성래미안아파트)  
(74) 대리인  
윤귀상

전체 청구항 수 : 총 11 항

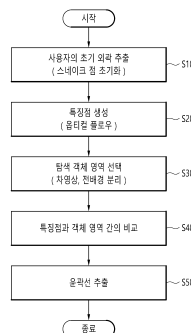
심사관 : 이재원

(54) 발명의 명칭 스네이크와 유틸컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법, 이를 수행하기 위한 기록매체 및 장치

(57) 요약

스네이크와 유틸컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법은, 초고속 촬영된 동영상으로부터 관심 대상인 객체의 윤곽을 설정하여 초기 스네이크 점을 계산하는 단계; 상기 동영상의 n번째 프레임과 n+1번째 프레임간의 유틸컬 플로우를 진행하여 특징점을 생성하는 단계; n번째 프레임과 n+1번째 프레임간의 전배경 분리 영상과 차영상을 활용하여 탐색할 객체 영역을 선택하는 단계; 상기 전배경 분리 영상과 상기 차영상을 통해 생성된 객체 영역 및 n+1번째 유틸컬 플로우 특징점 간의 위치를 비교하여 n+1번째 프레임에서 객체의 윤곽선의 위치 정보 오차를 조정하는 단계; 및 오차가 조정된 특징점을 n+1번째 프레임의 스네이크 점으로 변환하여 객체의 윤곽선을 추출하는 단계;를 포함한다. 이에 따라, 윤곽선 추출 정확도를 높임으로써 객체 윤곽선 추출 효율을 높일 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

G06T 5/002 (2023.01)  
 G06T 7/11 (2017.01)  
 G06T 7/13 (2017.01)  
 G06T 7/194 (2017.01)  
 G06T 2207/10016 (2013.01)  
 G06T 2207/20076 (2013.01)  
 G06T 2207/20081 (2013.01)  
 G06T 2207/20116 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

한영준, 로봇의 이동물체 추적을 위한 새로운 확장 스네이크 모델, 퍼지 및 지능시스템학회 논문지(2004.12.)\*  
 KR1020010104256 A  
 JP2008181515 A  
 US20130121577 A1  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116153
과제번호	2018-0-01419-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성(R&D)
연구과제명	초고속영상 기반의 지능형 디지털콘텐츠 플랫폼 기술연구 및 인력양성
기 여 율	1/1
과제수행기관명	승실대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

초고속 촬영된 동영상으로부터 관심 대상인 객체의 윤곽을 설정하여 초기 스네이크 점을 계산하는 단계;

상기 동영상의 n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임간의 옵티컬 플로우를 진행하여 특징점을 생성하는 단계;

n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임간의 전배경 분리 영상과 차영상을 활용하여 탐색할 객체 영역을 선택하는 단계;

상기 전배경 분리 영상과 상기 차영상을 통해 생성된 객체 영역 및 n+1번 째 옵티컬 플로우 특징점 간의 위치를 비교하여 n+1번 째 프레임에서 객체의 윤곽선의 위치 정보 오차를 조정하는 단계; 및

오차가 조정된 특징점을 n+1번 째 프레임의 스네이크 점으로 변환하여 객체의 윤곽선을 추출하는 단계;를 포함하고,

상기 탐색할 객체 영역을 선택하는 단계는,

n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임간의 전배경 분리 영상을 생성하여 윤곽선 정보를 획득하는 단계;

n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임간의 차영상을 생성하여 추가적인 윤곽선 정보를 획득하는 단계; 및

차영상과 전배경 분리 영상의 공통된 객체 윤곽선 주변을 탐색할 객체 영역으로 선택하는 단계;를 포함하는, 스네이크와 옵티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 차영상을 생성하여 추가적인 윤곽선 정보를 획득하는 단계는,

n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임 간의 차영상 계산을 진행하며 잡음 생성을 방지하기 위해서 미리 설정된 임계값보다 차이가 큰 영역에 대해서만 계산을 진행하는, 스네이크와 옵티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 스네이크 점으로 변환하여 객체의 윤곽선을 추출하는 단계를 다수번 반복하는 단계;를 더 포함하는, 스네이크와 옵티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 윤곽선의 위치 정보 오차를 조정하는 단계는,

특징점과 객체 영역 사이의 거리가 미리 설정된 임계값 보다 큰 경우, 특징점의 위치를 재조정하는, 스네이크와 옵티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법.

**청구항 6**

제1항에 있어서, 상기 초기 스네이크 점을 계산하는 단계는,  
 동영상 시퀀스에서 첫 번째 프레임( $n = 0$ )에 대해서 객체를 분할하는 단계;  
 분할된 객체의 윤곽 정보를 스네이크 점으로 활용하는 단계; 및  
 상기 스네이크 점을 특징점으로 설정하여 스네이크 점을 초기화하는 단계;를 포함하는, 스네이크와 옵티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서, 상기 옵티컬 플로우를 진행하여 특징점을 생성하는 단계는,  
 $n$ 번 째 프레임 및  $n+1$ 번 째 프레임에서 특징점의 옵티컬 플로우를 계산하는 단계;  
 $n$ 번 째 프레임에 의해 추정된 객체 윤곽선의 윤곽 점들을 스네이크 점으로 활용하여  $n+1$ 번 째 프레임에 적용하는 단계; 및  
 다음 프레임이 존재하는 경우, 상기 단계들을 반복하는 단계;를 포함하는, 스네이크와 옵티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법.

**청구항 8**

제1항에 따른 상기 스네이크와 옵티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 저장 매체.

**청구항 9**

초고속 촬영된 동영상으로부터 관심 대상인 객체의 윤곽을 설정하여 초기 스네이크 점을 계산하는 스네이크 포인트 설정부;  
 상기 동영상의  $n$ 번 째 프레임과  $n+1$ 번 째 프레임간의 옵티컬 플로우를 진행하여 특징점을 생성하는 옵티컬 플로우부;  
 $n$ 번 째 프레임과  $n+1$ 번 째 프레임간의 전배경 분리 영상과 차영상을 활용하여 탐색할 객체 영역을 선택하는 탐색 객체 영역 선택부;  
 상기 전배경 분리 영상과 상기 차영상을 통해 생성된 객체 영역 및  $n+1$ 번 째 옵티컬 플로우 특징점 간의 위치를 비교하여  $n+1$ 번 째 프레임에서 객체의 윤곽선의 위치 정보 오차를 조정하는 영역 비교부; 및  
 오차가 조정된 특징점을  $n+1$ 번 째 프레임의 스네이크 점으로 변환하여 객체의 윤곽선을 추출하는 윤곽선 추출부;를 포함하고,  
 상기 탐색 객체 영역 선택부는,  
 $n$ 번 째 프레임과  $n+1$ 번 째 프레임간의 전배경 분리 영상을 생성하여 윤곽선 정보를 획득하는 전배경 분리부;  
 $n$ 번 째 프레임과  $n+1$ 번 째 프레임간의 차영상을 생성하여 추가적인 윤곽선 정보를 획득하는 차영상부; 및  
 차영상과 전배경 분리 영상의 공통된 객체 윤곽선 주변을 탐색할 객체 영역으로 선택하는 객체 선택부;를 포함하는, 스네이크와 옵티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 장치.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

제9항에 있어서, 상기 차영상부는,

n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임 간의 차영상 계산을 진행하며 잡음 생성을 방지하기 위해서 미리 설정된 임계값보다 차이가 큰 영역에 대해서만 계산을 진행하는, 스네이크와 유틸리티 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 장치.

**청구항 12**

제9항에 있어서, 상기 영역 비교부는,

특징점과 객체 영역 사이의 거리가 미리 설정된 임계값 보다 큰 경우, 특징점의 위치를 재조정하는, 스네이크와 유틸리티 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 장치.

**청구항 13**

제9항에 있어서, 상기 스네이크 포인트 설정부는,

동영상 시퀀스에서 첫 번째 프레임(n = 0)에 대해서 객체를 분할하고, 분할된 객체의 윤곽 정보를 스네이크 점을 특징점으로써 설정하여 스네이크 점을 초기화하는, 스네이크와 유틸리티 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 스네이크와 유틸리티 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법, 이를 수행하기 위한 기록 매체 및 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 초고속 카메라로 촬영된 동영상에서 움직이는 객체를 스네이크 모델과 유틸리티 플로우를 활용하여 분할하고 윤곽선을 추적하는 기술에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 영상 분할(Image segmentation)은 영상 내의 관심대상이 되는 객체를 배경으로 판정되는 영역과 분리하여 분석, 분류하고 응용하는 기술이다. 영상을 해석하기 위해 필요한 데이터 양을 줄이거나 영상의 특징들을 정합하여 객체를 인식하는 분야이다. 동영상 객체 분할(Video object segmentation) 분야는 영상 분할이 확장되어 동영상에서의 관심대상 객체를 인식하고, 그 영역을 분할시키는 것으로써 나타나게 되었다.

[0004] 동영상에서의 객체 추적 시스템은 모션 캡처, 보안 감시 시스템 등에서 널리 응용되어 왔으며, 현재에는 영상 촬영 기술이 발달함에 따라 촬영 영상에 잡음이 발생하지 않으면서 고해상도의 화질로 촬영이 가능하게 되면서 객체 추적 방법들도 여러 방면에서 더 나은 방법들로써 연구되어왔다.

[0005] 이러한 동영상에서의 객체를 인식하고 추적하는 분야는 일반적인 속도의 동영상에서의 활용을 바탕으로 이루어져왔으나, 초고속 카메라의 발달과 활용도가 높아지면서 그에 관련한 연구들도 스포츠, 군사, 과학실험 분야 등에서 활발히 이뤄지고 있다. 특히, 초고속 촬영 기능이 스마트폰에도 내장될 정도로 초고속 카메라의 기계적 한계점들이 사라져가고 있는 시점에서 그 분야의 확장이 최근에는 더욱 커지고 있는 상황이다.

[0006] 최근까지도 많은 추적 알고리즘들이 연구되어 왔으며, 크게 네 가지 분류로 나눌 수 있다. 1) 형태 정보(Shape information) 객체 추적 방법 2) 영역 기반 객체 추적 방법(Region-based object tracking) 3) 적응적 배경 생성 방법(Adaptive background generation) 4) 배경 차분 방법(background subtraction)이 있다.

[0007] 이 중 형태 정보를 활용한 방법은 객체의 형태를 추출한 후 추적 및 분석하는 방법으로써 불완전하거나 잡음이 들어간 영상에서도 객체의 윤곽을 정합하여 추출하며 적은 화소로 객체를 표현할 수 있다. 또한, 객체의 폐색(Occlusion) 현상 등을 해결 할 수 있다는 장점이 있다.

- [0008] 그러나, 정형 객체에 대해서는 그 장점들이 인정받고 있으나 비정형 객체의 이동 정보나 변화를 예측하기 어렵다. 마찬가지로, 움직이는 객체의 정확한 윤곽 추출이나 사람의 동작같이 복잡한 형태의 경우에는 예측하기 어렵다. 또한, 관심대상 객체의 훈련 집합을 만들어야만 하고 빠른 속도로 동영상 내 객체를 추적하기에는 한계점들이 많은 방법이다.
- [0009] 결국, 비정형 모델 혹은 변형 가능한 모델을 이용한 분할 및 추적 시스템은 객체의 변형에 강건하며 폐색 현상 등을 극복할 수 있는 기능이 요구된다. 이는 템플릿(Template)이나 색상분포를 활용한 영역 기반 방법에서도 좋은 결과를 보이지만 템플릿이나 색상 분포 방법들은 복잡한 전처리 과정이 요구된다.
- [0010] 형태 기반 방법은 객체 정보를 사전에 학습하여 학습 집합을 얻고 객체의 윤곽과 가장 근접한 위치로 학습 집합을 투영시킨다. 이러한 방법을 기반으로 응축 알고리즘(Condensation algorithm), 능동형태 모델(Active shape model; ASM), 윤곽기반 방법(Contour-based method) 등이 있다.
- [0011] 비정형 객체의 효율적인 추적 방법은 ASM이 대표적이다. 그러나, ASM은 초기 훈련집합의 기준점에 따라 principal component analysis(PCA) 값이 달라진다. 이는 부정합된 객체 형태를 초래한다는 단점이 있으며 계산 시간 또한 많이 소요된다는 단점이 있다.
- [0012] 다른 방법으로써 대두되며 영상 분할에 많이 활용되는 능동윤곽모델(Active contour model; ACM)은 객체의 윤곽 에너지 정보를 바탕으로 객체의 윤곽을 찾아내는 방법이다. 이 방법은 Kass 등[선행기술문헌의 비특허문헌 1]에 의해 처음으로 제안되었으며, 이를 개선한 여러 스네이크 알고리즘들이 제안되어 현재에 이르러서도 다양한 분야에서 활용되고 있다.
- [0013] 이 방법의 장점은 타 방법들보다 간단하며 그에 비견되는 비정형 객체 분할에 효율성을 보여준다는 것이다. 이러한 장점으로써 의료, 로봇, 추적 시스템, 얼굴 인식 등과 같은 여러 영상 분야에서 활용되고 있다. 그러나, 객체 주변 에너지에 의한 영향을 받으며 전처리가 없이는 배경의 복잡할수록 분할이 어려워지는 한계점이 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0015] (특허문헌 0001) KR 10-1191319 B1
- (특허문헌 0002) KR 10-2006-0023869 A
- (특허문헌 0003) JP 특개평9-161072 A

**비특허문헌**

- [0016] (비특허문헌 0001) Kass, M., Witkin A., Terzopoulos, D., "Snakes: Active contour models," In: Proceeding of the First International Conference on Computer Vision, London, Vol 1.1, pp. 256-269, 1987.
- (비특허문헌 0002) Lucas, B. D., and Kanade, T. "An iterative image registration technique with an application to stereo vision." International Joint Conference on Artificial Intelligence, pp. 674-679, 1981.
- (비특허문헌 0003) Choi, J. W., Whangbo, T. K., and Kim, C. G. "A contour tracking method of large motion object using optical flow and active contour model." Multimedia Tools and Applications, Vol. 74, No. 1, pp. 199-210, 2015.
- (비특허문헌 0004) Takaya, K. "Tracking a video object with the active contour (snake) predicted by the optical flow." 2008 Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering. IEEE, pp. 369-372, 2008.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0017] 이에, 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에서 착안된 것으로 본 발명의 목적은 스네이크와 윽티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법을 제공하는 것이다.
- [0018] 본 발명의 다른 목적은 상기 스네이크와 윽티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 기록된 기록 매체를 제공하는 것이다.
- [0019] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 스네이크와 윽티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법을 수행하기 위한 장치를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0021] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 스네이크와 윽티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법은, 초고속 촬영된 동영상으로부터 관심 대상인 객체의 윤곽을 설정하여 초기 스네이크 점을 계산하는 단계; 상기 동영상의 n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임간의 윽티컬 플로우를 진행하여 특징점을 생성하는 단계; n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임간의 전배경 분리 영상과 차영상을 활용하여 탐색할 객체 영역을 선택하는 단계; 상기 전배경 분리 영상과 상기 차영상을 통해 생성된 객체 영역 및 n+1번 째 윽티컬 플로우 특징점 간의 위치를 비교하여 n+1번 째 프레임에서 객체의 윤곽선의 위치 정보 오차를 조정하는 단계; 및 오차가 조정된 특징점을 n+1번 째 프레임의 스네이크 점으로 변환하여 객체의 윤곽선을 추출하는 단계;를 포함한다.
- [0022] 본 발명의 실시예에서, 상기 탐색할 객체 영역을 선택하는 단계는, n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임간의 전배경 분리 영상을 생성하여 윤곽선 정보를 획득하는 단계; n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임간의 차영상을 생성하여 추가적인 윤곽선 정보를 획득하는 단계; 및 차영상과 전배경 분리 영상의 공통된 객체 윤곽선 주변을 탐색할 객체 영역으로 선택하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 실시예에서, 상기 차영상을 생성하여 추가적인 윤곽선 정보를 획득하는 단계는, n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임 간의 차영상 계산을 진행하며 잡음 생성을 방지하기 위해서 미리 설정된 임계값보다 차이가 큰 영역에 대해서만 계산을 진행할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 실시예에서, 상기 스네이크와 윽티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법은, 상기 스네이크 점으로 변환하여 객체의 윤곽선을 추출하는 단계를 다수번 반복하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 실시예에서, 상기 윤곽선의 위치 정보 오차를 조정하는 단계는, 특징점과 객체 영역 사이의 거리가 미리 설정된 임계값 보다 큰 경우, 특징점의 위치를 재조정할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 실시예에서, 상기 초기 스네이크 점을 계산하는 단계는, 동영상 시퀀스에서 첫 번째 프레임(n = 0)에 대해서 객체를 분할하는 단계; 분할된 객체의 윤곽 정보를 스네이크 점으로 활용하는 단계; 및 상기 스네이크 점을 특징점으로써 설정하여 스네이크 점을 초기화하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 실시예에서, 상기 윽티컬 플로우를 진행하여 특징점을 생성하는 단계는, n번 째 프레임 및 n+1번 째 프레임에서 특징점의 윽티컬 플로우를 계산하는 단계; n번 째 프레임에 의해 추정된 객체 윤곽선의 윤곽 점들을 스네이크 점으로 활용하여 n+1번 째 프레임에 적용하는 단계; 및 다음 프레임이 존재하는 경우, 상기 단계들을 반복하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0028] 상기한 본 발명의 다른 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 컴퓨터로 판독 가능한 저장 매체에는, 상기 스네이크와 윽티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 기록되어 있다.
- [0029] 상기한 본 발명의 또 다른 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 스네이크와 윽티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 장치는, 초고속 촬영된 동영상으로부터 관심 대상인 객체의 윤곽을 설정하여 초기 스네이크 점을 계산하는 스네이크 포인트 설정부; 상기 동영상의 n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임간의 윽티컬 플로우를 진행하여 특징점을 생성하는 윽티컬 플로우부; n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임간의 전배경 분리 영상과 차영상을 활용하여 탐색할 객체 영역을 선택하는 탐색 객체 영역 선택부; 상기 전배경 분리 영상과 상기 차영상을 통해 생성된 객체 영역 및 n+1번 째 윽티컬 플로우 특징점 간의 위치를 비교하여 n+1번 째 프레임에서 객체의 윤곽선의 위치 정보 오차를 조정하는 영역 비교부; 및 오차가 조정된 특징점을 n+1번 째 프레임의 스네이크 점으로 변환하여 객체의 윤곽선을 추출하는 윤곽선 추출부;를 포함한다.

[0030] 본 발명의 실시예에서, 상기 탐색 객체 영역 선택부는, n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임간의 전배경 분리 영상을 생성하여 윤곽선 정보를 획득하는 전배경 분리부; n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임간의 차영상을 생성하여 추가적인 윤곽선 정보를 획득하는 차영상부; 및 차영상과 전배경 분리 영상의 공통된 객체 윤곽선 주변을 탐색할 객체 영역으로 선택하는 객체 선택부;를 포함할 수 있다.

[0031] 본 발명의 실시예에서, 상기 차영상부는, n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임 간의 차영상 계산을 진행하며 잡음 생성을 방지하기 위해서 미리 설정된 임계값보다 차이가 큰 영역에 대해서만 계산을 진행할 수 있다.

[0032] 본 발명의 실시예에서, 상기 영역 비교부는, 특징점과 객체 영역 사이의 거리가 미리 설정된 임계값 보다 큰 경우, 특징점의 위치를 재조정할 수 있다.

[0033] 본 발명의 실시예에서, 상기 스네이크 포인트 설정부는, 동영상 시퀀스에서 첫 번째 프레임(n = 0)에 대해서 객체를 분할하고, 분할된 객체의 윤곽 정보를 스네이크 점을 특징점으로써 설정하여 스네이크 점을 초기화할 수 있다.

**발명의 효과**

[0035] 이와 같은 스네이크와 유틸컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법에 따르면, 기존의 유틸컬 플로우와 스네이크 모델을 활용한 방법들과 비교하여 보다 정확하고 연속적인 스네이크 윤곽선을 추출할 수 있다. 또한, 시간적 일관성과 공간적 정확성 모두 기존 방법들보다 우수했으며 복잡한 배경에서의 객체 추출에서 강점을 보인다.

**도면의 간단한 설명**

[0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 스네이크와 유틸컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 장치의 블록도이다.

도 2는 스네이크 윤곽선의 방향을 보여주는 도면이다.

도 3은 도 2의 벡터들의 합의 예를 보여주는 도면이다.

도 4는 윈도우 사이즈에 따른 초고속 영상 유틸컬 플로우 결과를 보여주는 도면이다.

도 5는 초기 특징점 생성과 객체 윤곽선에 대한 유틸컬 플로우를 보여주는 도면이다.

도 6은 초고속 영상의 잡음 문제와 유틸컬 플로우의 한계를 보여주는 도면이다.

도 7은 원본 영상과 전배경 분리된 영상을 보여주는 도면이다.

도 8은 프레임 간의 차영상 계산 예시를 보여주는 도면이다.

도 9는 차영상 내 잡음을 보여주는 도면이다.

도 10은 전배경 분리 영상과 차영상 활용 과정을 보여주는 도면이다.

도 11은 화소 탐색 거리  $th=5$  예시를 보여주는 도면이다.

도 12는 본 발명의 단계별 영상을 보여주는 도면이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 스네이크와 유틸컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법의 흐름도이다.

도 14는 도 13의 유틸컬 플로우 활용 과정을 보여주는 흐름도이다.

도 15는 본 발명과 기존방법 간의 수집 영상의 각 프레임 및  $th$  값에 따른 정량적 평가를 보여주는 그래프이다.

도 16은 본 발명과 기존방법 간의 비정형 객체에 대한 비교 영상을 보여주는 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0038] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의



다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.

- [0039] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0040] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 스네이크와 옵티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 장치의 블록도이다.
- [0041] 본 발명에 따른 스네이크와 옵티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 장치(10, 이하 장치)는 옵티컬 플로우(Optical flow)를 통해 생성된 특징점 위치를 기초로 하여 초고속 영상 전체적으로 퍼져있는 잡음들을 배제시키고, 전배경 분리 영상과 차영상에서 나타나는 공통된 객체 윤곽선 주변만 탐색하는 방법을 사용한다. 이를 이용해 탐색 객체 주변의 잡음들로 인한 객체 추적 효율성 저하 문제를 해결할 수 있도록 하였다.
- [0042] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 장치(10)는 스네이크 포인트 설정부(100), 옵티컬 플로우부(200), 탐색 객체 영역 선택부(300), 영역 비교부(400) 및 윤곽선 추출부(500)를 포함한다.
- [0043] 본 발명의 상기 장치(10)는 스네이크와 옵티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적을 수행하기 위한 소프트웨어(애플리케이션)가 설치되어 실행될 수 있으며, 상기 스네이크 포인트 설정부(100), 상기 옵티컬 플로우부(200), 상기 탐색 객체 영역 선택부(300), 상기 영역 비교부(400) 및 상기 윤곽선 추출부(500)의 구성은 상기 장치(10)에서 실행되는 상기 스네이크와 옵티컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적을 수행하기 위한 소프트웨어에 의해 제어될 수 있다.
- [0044] 상기 장치(10)는 별도의 단말이거나 또는 단말의 일부 모듈일 수 있다. 또한, 상기 스네이크 포인트 설정부(100), 상기 옵티컬 플로우부(200), 상기 탐색 객체 영역 선택부(300), 상기 영역 비교부(400) 및 상기 윤곽선 추출부(500)의 구성은 통합 모듈로 형성되거나, 하나 이상의 모듈로 이루어 질 수 있다. 그러나, 이와 반대로 각 구성은 별도의 모듈로 이루어질 수도 있다.
- [0045] 상기 장치(10)는 이동성을 갖거나 고정될 수 있다. 상기 장치(10)는, 서버(server) 또는 엔진(engine) 형태일 수 있으며, 디바이스(device), 기구(apparatus), 단말(terminal), UE(user equipment), MS(mobile station), 무선기기(wireless device), 휴대기기(handheld device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.
- [0046] 상기 장치(10)는 운영체제(Operation System; OS), 즉 시스템을 기반으로 다양한 소프트웨어를 실행하거나 제작할 수 있다. 상기 운영체제는 소프트웨어가 장치의 하드웨어를 사용할 수 있도록 하기 위한 시스템 프로그램으로서, 안드로이드 OS, iOS, 윈도우 모바일 OS, 바다 OS, 심비안 OS, 블랙베리 OS 등 모바일 컴퓨터 운영체제 및 윈도우 계열, 리눅스 계열, 유닉스 계열, MAC, AIX, HP-UX 등 컴퓨터 운영체제를 모두 포함할 수 있다.
- [0047] 본 발명에서는 초고속 촬영된 동영상을 활용하여 스네이크 알고리즘과 옵티컬 플로우를 기반으로 객체를 분할 및 추적한다. 이 과정에서 나타나는 초고속 동영상의 잡음 문제를 영상 특징과 차영상, 전배경 분리 방법을 결합시켜 해결하고 스네이크 알고리즘의 한계점인 초기 스네이크 점들의 위치와 모양에 크게 의존한다는 문제점을 옵티컬 플로우의 특징점을 활용하여 해결한다.
- [0048] 본 발명은 크게 초기 스네이크 점 계산, 옵티컬 플로우를 활용한 특징점 생성, 차영상과 전배경 분리를 활용한 관심 객체 영역 선택, 특징점과 객체 영역간의 비교, 스네이크 점 조정으로 나뉜다.
- [0049] 상기 스네이크 포인트 설정부(100)는 초고속 촬영된 동영상으로부터 관심 대상인 객체의 윤곽을 설정하여 초기 스네이크 점을 계산한다.
- [0050] 초기 스네이크 점을 설정할 때는 관심 대상인 객체의 윤곽으로 설정하여 사용한다. 그 후, n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임간의 옵티컬 플로우를 진행하여 생성되는 특징점과 설정되어 있는 현재 프레임의 스네이크 점과 비교하여 스네이크 점을 조정시켜준다.
- [0051] 이 과정 중간에서 초고속 영상에서 나타나는 잡음으로 인해 발생하는 스네이크 점들의 변환 문제와 옵티컬 플로우의 부분적 오류들을 보완하기 위해서 차영상을 활용한다. 차영상 활용 시에도 나타나는 잡음들은 모폴로지

(Morphology) 연산과 영상 특징을 활용한 가장 큰 윤곽선의 추출을 이용하여 보완한다.

[0052] 또한, 전배경 분리를 통해 탐색 객체의 윤곽선 정보를 추가 습득하여 각 윤곽선 위치 정보를 대조 및 비교한 후 오차를 조정한다. 최종적으로 오차가 조정된 특징점을 스네이크 포인트로 활용하여 n+1번 째 프레임에서 변환시켜준다. 스네이크 점의 조정 후에는 원하는 객체 윤곽의 형태가 잡힐 때까지 스네이크 점들의 변환을 반복한다.

[0053] 상기 옵티컬 플로우부(200)는 상기 동영상의 n번 째 프레임과 n+1번 째 프레임간의 옵티컬 플로우를 진행하여 특징점을 생성한다.

[0054] 스네이크 알고리즘은 추출하고자 하는 객체 윤곽 주변에 스네이크 포인트를 설정하고 정의된 에너지 함수를 사용하여 스네이크 포인트를 반복적으로 이동시켜나간다. 이 과정을 통해 에너지 함수를 최소화 시키고 객체의 윤곽을 추출하게 된다. 스네이크는 다음의 수학적 식 1과 같이 정의할 수 있다.

[0055] [수학적 식 1]

[0056] 
$$\text{스네이크} = \{ p(s) = (x(s), y(s)) : s \in [0, 1] \}$$

[0058] 스네이크 함수는 바깥쪽 스네이크 포인트를 객체의 윤곽 방향으로 끌어당기는 외부에너지(External energy)와 스네이크 윤곽선(Snake contour)의 형태를 결정하는 내부에너지(Internal energy)로 이루어진다. 식으로 표현하면 다음의 수학적 식 2와 같이 표현된다.

[0059] [수학적 식 2]

[0060] 
$$E_{snake}(p) = \sum_i^N (E_{internal}(p_i) + E_{external}(p_i))$$

[0062] 스네이크 포인트가  $p$ 이면  $p_i = (x_i, y_i)$  로 정의할 수 있다.  $x_i$ 는  $i$  번째의  $x$  좌표고  $y_i$ 는  $i$  번째의  $y$  좌표가 된다.

[0063] 내부에너지는 스네이크 윤곽선의 형태를 결정하며 스네이크 포인트들의 거리를 일정하게 유지하도록 결정하는 연속에너지(continuity)와 스네이크 포인트의 위치가 완만한 곡선 형태가 되도록 하는 곡률(curvature) 에너지로 이루어져있다. 내부에너지 함수는 아래의 수학적 식 3과 같이 정의된다.

[0064] [수학적 식 3]

[0065] 
$$E_{internal}(p) = E_{continuity}(p_i) + E_{curvature}(p_i)$$

[0067]  $E_{continuity}$ 는 스네이크 포인트들 간의 거리를 조절하기 위해서 스네이크 포인트들의 거리의 차를 활용한다.

즉, 윤곽선의 포인트들이 일정한 간격으로 배치되면  $E_{continuity}$ 는 작은 값을 갖게 되며 점들이 윤곽선 위에서 한쪽 부분으로 쏠리게 되면 큰 값을 가지게 된다. 이를 식으로 표현하면 아래의 수학적 식 4가 된다.

[0068] [수학적 식 4]

[0069] 
$$E_{continuity}(p_i) = (x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2$$

[0071] 하지만, 위 식은 윤곽선이 움츠러들어 크기가 작아지도록 하는 효과가 있어서 스네이크 포인트들의 거리를 일정하게 유지하려면 평균 거리  $\bar{d}$ 를 활용해야 할 필요가 있다. 평균 거리  $\bar{d}$ 는 수학적 식 5와 같으며 이를 통해 수학적 식 6과 같이  $E_{continuity}$ 를 나타낼 수 있다.

[0072] [수학적 식 5]

[0073] 
$$\bar{d} = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (x_i - x_{i-1})^2 + (y_i + y_{i-1})^2$$

[0075] [수학식 6]

$$E_{continuity}(p_i) = \frac{\bar{d} - \sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2}}{\bar{d}}$$

[0076]

[0078] 현재의 스네이크 포인트와 다음 스네이크 포인트 간의 거리가 전체 스네이크 포인트 간의 평균거리에 의한 간섭으로 위치가 결정지어지게 된다. 그로 인해 스네이크 윤곽선은 계속해서 반복 처리할수록 스네이크 포인트의 간격이 유지됨을 알 수 있다.

[0079] 곡률에너지인  $E_{curvature}$ 는 도 2에서 보이는 것과 같이 스네이크 윤곽선을 변화가 적은 쪽으로 끌어당겨 스네이크 윤곽선을 객체 윤곽으로 움직이게 하는 역할을 한다.

[0080]  $E_{curvature}$ 는 윤곽선이 완만한 곡선이 되도록 한다. 즉, 윤곽선이 진동(Oscillate)하거나 급격하게 방향을 바꾸는 것을 방지하는 기능을 한다.  $E_{curvature}$ 는 다음과 같은 수학식 7로 표현한다. 이전 포인트  $P_{i-1}$ 와 이후 포인트  $P_{i+1}$ 간의 에너지 함수를 활용하여 유도된다. 정규화는 이웃한 포인트들 중 변화율이 제일 큰 값인  $C_{max}$ 로 정규화 시킨다.

[0081] [수학식 7]

$$E_{curvature}(p_i) = \frac{\sqrt{(x_{i-1} - 2x_i + x_{i+1})^2 + (y_{i-1} - 2y_i + y_{i+1})^2}}{C_{max}}$$

[0082]

[0084] 도 3은  $(x_{i-1} - 2x_i + x_{i+1})^2 + (y_{i-1} - 2y_i + y_{i+1})^2$ 를 표현한 것으로 세 개의 포인트가 이루는 벡터들의 합을 의미한다. 즉,  $E_{curvature}$ 는 현재 스네이크 포인트와 근접한 포인트가 이루는 벡터의 합으로 나타낼 수 있고, 그 값이 작은 방향으로 스네이크 포인트를 이동시키게 된다.

[0085] 외부에너지는 스네이크 윤곽선을 탐색 대상인 객체의 특징 부분이나 윤곽 방향으로 끌어당기는 역할을 한다. 보통은 영상의 에지 정보가 활용되며 그 안에서 영상의 특징은 기울기(Gradient) 정보나 영상의 강도(Intensity) 등이 사용된다. 이를 표준편차  $\sigma$ 를 갖는 2차원 가우시안 함수와 영상이 컨벌루션(Convolution)시켜 표현하면 수학식 8과 같이 된다.

[0086] [수학식 8]

$$E_{external}(p_i) = E_{image}(p_i) = -|\nabla [G_{\sigma}(p_i) * f(p_i)]|$$

[0087]

[0089] 에지 정보를 활용한다면 기울기가 큰 곳에서 작은 값을 갖게 하여 스네이크 포인트를 객체의 윤곽에 놓이도록 한다.

[0090] 여기서 도 2에서 보이는 것과 같이 현 위치에서 에너지가 최소가 되는 부분을 찾기 위하여 이웃된 8개의 위치에서 외부에너지 함수를 계산한다. 만약 영상의 기울기나 강도가 변화가 없을 경우 포인트는 내부에너지로 인해 안쪽으로 끌어당겨지고 영상에 변화가 큰 에지를 만나게 되면 그 위치에서 최소 부분으로 여겨져서 스네이크 포인트의 이동이 멈추게 된다.

[0091] 각 에너지 항에는 가중치  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ 가 들어간다. 이 가중치들의 역할은 만들어지는 윤곽선의 형태에 관여한다.  $\beta$ 값이 다른 가중치에 비해 상대적으로 크면 윤곽선의 형태가 원에 가까운 형태가 된다. 한 스네이크 포인트에서  $\alpha$ 값이 0이면 그 점에서 불연속이 허용되며  $\beta$ 값이 0이면 구석(Corner)이 허용된다. 따라서, 윤곽선이 물체 경

계의 구석 부분에서 일치할 수 있도록 한다.

[0092] 유틸리티 플로우 특징점과 스네이크 포인트를 다시 한번 설명하면, 먼저, 객체는 동영상 시퀀스에서 첫 번째 프레임(n = 0)에 대해서 사용자에게 의해 직접 분할된다. 이렇게 분할된 객체의 윤곽 정보를 스네이크 포인트로 활용한다. 즉, 특징점으로써 설정시킨다.

[0093] 그 후, n+1번째 프레임에서 특징점의 유틸리티 플로우를 계산한다. 여기서 사용된 계산 방법은 화소 움직임을 추적하는 방법으로 많이 활용되는 Lucas-Kanade 알고리즘[선형기술문헌의 비특허문헌 2]이 사용되었다. Lucas-Kanade 알고리즘은 밝기 불변성, 시간적 지속성 및 공간 일관성이라는 세 가지 가설을 기반으로 한 방법이다. 이 가설에서 시간  $t$ 와  $t + \Delta t$ 사이의 유틸리티 플로우 계산은 다음의 수학적 식 9와 같이 표현된다.

[0094] [수학적 식 9]

[0095] 
$$f(x, u) \equiv I(x(t), t) = I(x(t + dx), t + dt)$$

[0097] 여기에 부분 차동 체인 룰과 속도 요소인  $x$ 축과  $u$ 축을 추가시켜 계산한다. 그 후, 속도 요소인  $V_x$ 와  $V_u$ 를 영상의 밝기 정도를 나타내는  $I$ 를 활용하여 다음의 수학적 식 10과 같이 구한다.

[0098] [수학적 식 10]

[0099] 
$$\begin{bmatrix} V_x \\ V_u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum I_{x_i}^2 & \sum I_{x_i} I_{u_i} \\ \sum I_{x_i} I_{u_i} & \sum I_{u_i}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sum I_{x_i} I_{t_i} \\ \sum I_{u_i} I_{t_i} \end{bmatrix}$$

[0101] 유틸리티 플로우 수행 시 윈도우 사이즈는 초고속 영상에서 활용하려면 일반 영상에서 활용할 때보다 더 높은 수치로 설정시켜야만 한다. 왜냐하면 초고속 영상에서는 촬영 시 생성되는 잡음들로 인해서 유틸리티 플로우가 원활하게 수행되지 않기 때문이다.

[0102] 도 4는 초고속 영상에서 유틸리티 플로우를 적용한 예시를 보여준다. 도 4에서 보이는 것처럼 잡음들로 인해서 일반적인 유틸리티 플로우 활용으로는 특징점 추출이 어렵다.

[0103] 초기 특징점은 사용자에게 의해 설정되고 그 후 스네이크 모델 적용 시 초기 스네이크 포인트로 활용된다. 유틸리티 플로우를 다음 프레임과 함께 적용시킨 후에는 다음 프레임의 유틸리티 플로우 특징점을 스네이크 포인트로써 활용한다.

[0104] 도 5의 (c)에서의 하얀색 윤곽선은 이전 프레임의 객체 윤곽선이다. 즉, 이전 프레임에서의 초기 스네이크 포인트이다. 빨간색 윤곽선은 다음 프레임에서의 객체 윤곽선이다. 유틸리티 플로우에 의해 추정된 이 빨간색 객체 윤곽선의 윤곽 점들을 스네이크 포인트로 활용하여 다음 프레임에서 적용시킨다.

[0105] 이러한 기존 유틸리티 플로우 활용 방법은 영상 내 잡음이나 객체와 배경의 흔들림 혹은 폐색 현상 등이 발생할 경우 특징점 추출이 원활히 이뤄지지 않는 문제를 가지고 있다. 특히, 객체의 복잡한 움직임이 나타나는 동영상에서는 특징점들이 소실되는 상황이 발생하며 초고속 영상을 활용할 시에는 객체 주변에 발생하는 잡음들로 인해 특징점들이 흩어져버리는 상황이 발생한다.

[0106] 일반적으로 초고속 영상에 대해서 유틸리티 플로우를 적용시켰을 때, 특징점들이 소실되거나 잡음으로 인해 제대로 추출되지 않는 문제가 발생한다. 또한, 도 5처럼 스포츠 영상의 경우에는 객체의 움직임이 복잡하거나 객체의 윤곽들이 겹쳐지는 부분에서도 특징점들이 제대로 추출되지 못하는 문제가 드러난다.

[0107] 도 6에서는 유틸리티 플로우의 특징점이 하체 부분에서 소실되거나 흩어지는 것을 볼 수 있다. 이는 하체 영역의 배경이 잔디에 의해서 잡음이 발생하면서 잡음에 의해 특징점들이 흩어지는 것이다. 또한, 다리의 폐색(Oclusion) 현상에 의해서 특징점들이 소실되는 문제도 보인다.

[0108] 상기 탐색 객체 영역 선택부(300)은 n번째 프레임과 n+1번째 프레임간의 차영상과 전배경 분리 영상을 활용하여 탐색할 객체 영역을 선택한다.

[0109] 이러한 복잡한 움직임 속에서도 객체의 윤곽선 정보를 얻기 위해 전배경 분리 방법을 활용하였다. 활용된 방법은 가우시안 합성 모델 기반의 전배경 분리 방법이다.

[0110] 이 방법은 기존 가우시안 합성 모델에서 가우시안 분포 개수를 사용자가 직접 결정하던 방법에서 적응적으로 자동 결정시키며 분포에 속하는 데이터 양에 따라 분포의 개수를 조절시켜서 처리 시간을 늘린 방법이다. 그로 인해 다른 방법들보다 초고속 영상의 빠른 속도로 인한 분리 시의 시간적 문제가 나타나지 않는 결과를 보여준다.

[0111] 도 7은 원본 영상 프레임과 전배경 분리 후 프레임을 보여준다. 전배경 분리 후에도 초고속 영상 특징 상 많은 잡음들이 나타나지만 탐색 객체의 윤곽 부분이 잘 표시되는 것을 볼 수 있다. 아래의 표 1은 적응형 가우시안 합성 모델 알고리즘의 예를 보여준다.

표 1

[0112]

<p>알고리즘 1 : 적응형 가우시안 합성 모델 알고리즘</p> <p>Input : 데이터 샘플 <math>X_T = \{x^{(t)}, \dots, x^{(t-T)}\}</math>, <math>\pi_m = \{\pi_1, \dots, \pi_M\}</math>,  <math>\mu_m = \{\mu_1, \dots, \mu_M\}</math>, <math>\Sigma_m = \{\Sigma_1, \dots, \Sigma_M\}</math></p> <p>Output : 수정된 확률 분포 <math>\pi_m</math></p> <p><math>m</math>번 째 성분에 속하는 샘플의 개수를 <math>n_m = \sum_{i=1}^t o_m^{(i)}</math> 라고 가정한다.</p> <p>가정된 <math>n_m</math>을 통한 우도 함수 <math>\mathcal{L} = \prod_{m=1}^M \pi_m^{n_m}</math> 를 계산한다.                  ※혼합 계수는 1로 고정한다.</p> <p>라그랑제 승수를 도입하여 최대우도 <math>\frac{\partial}{\partial \pi_m} \left( \log \mathcal{L} + \lambda \left( \sum_{m=1}^M \pi_m - 1 \right) \right) = 0</math> 를 구하고 라그</p> <p>랑제 승수를 제거하여 <math>\pi_m^{(t)} = \frac{n_m}{t} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t o_m^{(i)}</math> 를 구한다.</p> <p>확률 분포 <math>\pi_m</math>에 대한 수정 방정식을 구한다.  <math>\pi_m^{(t)} = \pi_m^{(t-1)} + 1/t(o_m^{(t)} - \pi_m^{(t-1)})</math>                  결레 사전분포인 Dirichlet 사전분포를 구한다.</p> <p>※ <math>c_m</math>은 가우시안 분포 <math>m</math>에 대해 이전에 속했던 샘플 수(prior evidence)를 의미하며 <math>-c</math>는 이전에 속했던 샘플 수를 측정해 분포의 생존 유무를 판단하는 계수이다.</p> <p><math>\frac{\partial}{\partial \pi_m} \left( \log \mathcal{L} + \log P + \lambda \left( \sum_{m=1}^M \pi_m - 1 \right) \right) = 0</math>, where <math>P = \sum_{m=1}^M \pi_m^{-c}</math></p> <p><math>\pi_m^{(t)} = \frac{1}{K} \left( \sum_{i=1}^t o_m^{(i)} - c \right)</math>, <math>\pi_m^{(t)} = \frac{\Pi_m - c/t}{1 - Mc/t}</math></p> <p><math>\Pi_m = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t o_m^{(i)}</math></p> <p>최대우도 + Dirichlet 사전분포 ※ <math>c/t = c_T</math></p> <p><math>\pi_m^{(t)} = \pi_m^{(t-1)} + 1/t \left( \frac{o_m^{(t)}}{1 - Mc_T} - \pi_m^{(t-1)} \right) - 1/t \frac{c_T}{1 - Mc_T}</math></p> <p>최종 확률 분포 <math>\pi_m</math>수정 방정식 ※ <math>\alpha = 1/T</math></p> <p><math>\pi_m^{(t)} \leftarrow \pi_m + \alpha(o_m^{(t)} - \pi_m) - \alpha c_T</math></p>
--

[0114] 그 후, 윤곽선 추출의 성능을 올리고자 도 8의 예시와 같이 현재 프레임과 다음 프레임간의 차영상 계산을 진행

하며 잡음 생성을 방지하기 위해서  $th$  값보다 차이가 큰 영역에 대해서만 계산을 진행한다.

[0115] 그러나 초고속 영상의 경우, 객체 영역 주변과 배경 전체에 많은 잡음이 발생하여 임계값 활용을 통해서도 효율적인 잡음 방지를 이뤄낼 수 없다. 도 9는 차영상을 확대시켜 보여주는 그림으로 객체 영역 주변에도 많은 잡음이 생성되는 것을 확인할 수 있다.

[0116] [수학식 11]

$$D(x, y) = \begin{cases} f_{n+1}(x, y) - f_n(x, y) & \text{if } f_{n+1}(x, y) - f_n(x, y) > th \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0119] 본 발명은 이러한 잡음 문제를 해결하기 위하여 옵티컬 플로우를 통해 생성된 특징점 위치를 기초로 하여 초고속 영상 전체적으로 퍼져있는 잡음들을 배제시키고 전배경 분리 영상과 차영상에서 나타나는 공통된 객체 윤곽선 주변만 탐색하는 방법을 사용하여 탐색 객체 주변의 잡음들로 인한 객체 추적 효율성 저하 문제를 해결할 수 있도록 하였다.

[0120] 상기 영역 비교부(400)는 상기 특징점과 상기 객체 영역을 비교하여 n+1번 째 프레임에서 객체의 윤곽선의 위치 정보 오차를 조정한다.

[0121] 도 10의 과정은 옵티컬 플로우의 적용 후 나타나는 특징점과 근접한 영역에 대해서만 진행시켜준다. 이를 보게 보면 전배경 분리된 영상과 차영상의 결과를 대조시켰을 때, 배경으로 분류되지 않는 공통된 영역이 드러난다. 도 10에서 사각형으로 표시된 부분이다. 차영상에서 나타나는 미세한 잡음들과 전배경 분리된 영상에서 나타나는 잡음들이 서로 다른 것을 볼 수 있다.

[0122] 이 잡음들을 비교하여서 서로 공통되게 나타나지 않으면 모두 배경으로 처리시켜준다. 그 후, 옵티컬 플로우의 특징점의 위치를 이동시키기 위해서 차영상과 전배경 분리 영상을 통해 생성된 영상과의 비교를 진행한다. 초기 특징점의 위치로부터 탐색을 시작하며 비교 영상은 윤곽선 정보만을 지니고 있기 때문에 근접한 윤곽선들을 탐색해 나간다.

[0123] 상기 윤곽선 추출부(500)는 오차가 조정된 특징점을 n+1번 째 프레임의 스네이크 점으로 변환하여 객체의 윤곽선을 추출한다.

[0124] 특징점의 이동은 도 11과 같이 진행된다. 결과적으로, 기존 스네이크 알고리즘과 옵티컬 플로우를 활용한 방법보다 전배경 분리를 결합한 방법이 윤곽선 정보의 비교를 통한 윤곽선 추출 정확도를 높임으로써 객체 윤곽선 추출 효율이 올라가게 된다. 표 2는 전배경 분리 영상과 차영상 활용 알고리즘의 일례이다.

표 2

[0125]

<p>알고리즘 2 : 전배경 분리 영상과 차영상의 활용 과정</p> <p>Input : 차영상 <math>d</math>, 전배경 분리 영상 <math>s</math>, 옵티컬 플로우 영상 <math>f</math></p> <p>Output : 배경이 분리된 윤곽선 영상 <math>r</math></p> <p><math>i = (x, y)</math>, <math>sd</math> = 윤곽선 비교 영상</p> <p>전배경 분리 영상과 차영상을 비교하여 윤곽선 비교 영상을 생성</p> <p>For each <math>t = 1, T</math> do</p> $sd_{t,i} = \begin{cases} \text{if } s_{t,i} = d_{t,i} & sd_{(x,y)} = 1 \\ \text{otherwise} & sd_{(x,y)} = 0 \end{cases}$ <p>end for</p> <p>옵티컬 플로우 특징점을 기초로 하여 윤곽선 비교 영상과 대조 후 위치 재조정</p> <p>For each <math>t = 1, T</math> do</p> <p>For each <math>i = 1, th</math> do</p> <p>if <math>f_{t,i} \in sd_{t,i} = 1</math> then <math>f_{t,i} \rightarrow sd_{t,i}</math></p> <p>특징점 위치 재조정 <math>f(x, y)</math></p> <p>end for</p> <p>재조정된 특징점을 활용하여 예측 윤곽선 영상 생성</p> <p>For each <math>t = 1, T</math> do</p> $r_{t,i} = \begin{cases} \text{if } f_{t,i} = 1 \text{ and } sd_{t,i} = 1 & r_{(x,y)} = 1 \\ \text{otherwise} & r_{(x,y)} = 0 \end{cases}$ <p>end for</p>
--

[0127]

도 12를 참조하면, (a)는 초기 스네이크 포인트를 사용자가 설정하는 영상이다. 설정된 스네이크 포인트를 기준으로 옵티컬 플로우를 (b)에서 진행하게 된다. (b) 영상은  $n^{th}$  프레임과  $n + 1^{th}$  프레임 사이의 변화가 하얀색 윤곽선과 빨간색 윤곽선으로 표시되어 있다. 그 후, (c) 영상에 보이는 것과 같이 전배경 분리를 진행하여 윤곽선 정보를 습득한다. 전배경 분리 영상의 경우, 많은 잡음이 나타나는 것을 볼 수 있다.

[0128]

(d) 단계에서는  $n^{th}$  프레임과  $n + 1^{th}$  프레임 사이의 차영상을 습득하여 전배경 분리 영상에 이은 추가적인 윤곽선 정보를 습득한다. 마지막으로 (e)에서는 전배경 분리된 영상에서의 윤곽선 정보와 옵티컬 플로우를 통해 얻어진 특징점, 차영상을 통해 얻어진 객체 영역을 활용한 최종적인 윤곽선 추출 영상을 보여준다. 마찬가지로, 표 3은 단계별 영상에 따른 알고리즘 순서를 나타낸다.

표 3

[0129]

<p>알고리즘 1 : 초고속 영상 내 객체 추적</p> <p>Input : <math>n^{th}</math> 영상과 <math>n+1^{th}</math> 영상</p> <p>Output : 배경이 분리된 윤곽선 영상</p> <p>1.1 스네이크 포인트 설정 및 유틸리티 플로우                  사용자에게 의한 초기 윤곽선 추출                  스네이크 포인트 초기화</p> <p>while <math>repeat &lt; th</math> do                  스네이크 수행 및 스네이크 포인트 이동                  end while</p> <p><math>n^{th}</math> 특징점 = <math>n^{th}</math> 영상 스네이크 포인트</p> <p><math>n^{th}</math> 특징점과 <math>n+1^{th}</math> 영상으로 유틸리티 플로우를 계산</p> <p><math>n+1^{th}</math> 영상 스네이크 포인트 = 계산되어진 <math>n+1^{th}</math> 유틸리티 플로우 특징점</p> <p>1.2 전배경 분리 및 차영상 계산</p> <p>GMM(<math>n^{th}</math> 영상과 <math>n+1^{th}</math> 영상) =&gt; 전배경 분리 영상 생성</p> <p><math>n^{th}</math> 영상과 <math>n+1^{th}</math> 영상을 통한 차영상 생성</p> <p>1.3 유틸리티 플로우 특징점과 객체 영역간의 비교</p> <p>전배경 분리 영상과 차영상을 통해 생성된 객체 영역과 <math>n+1^{th}</math> 유틸리티 플로우 특징점 간의 위치 비교</p> <p>for each 특징점 <math>\alpha \in</math> 객체 영역 <math>j</math>, <math>th</math> do                  특징점과 객체 영역 사이의 거리 <math>&lt; th</math>                  : <math>\alpha_{(i,j)} \rightarrow I_{(i,j)}</math></p> <p>특징점 위치 재조정 <math>\alpha_{(i,j)}</math>                  end for</p> <p>1.4 윤곽선 추출</p> <p><math>n+1^{th}</math> 재조정된 유틸리티 플로우 특징점 영상을 통해 스네이크 포인트 설정</p> <p>while <math>repeat &lt; th</math> do                  스네이크 수행 및 스네이크 포인트 이동                  end while</p>
--

[0131]

이에 따라, 본 발명은 기존의 유틸리티 플로우와 스네이크 모델을 활용한 방법들과 비교하여 보다 정확하고 연속적인 스네이크 윤곽선을 추출할 수 있다. 또한, 시간적 일관성과 공간적 정확성 모두 기존 방법들보다 우수했으며 복잡한 배경에서의 객체 추출에서 강점을 보인다. 추후, 신경망을 활용한 스네이크 모델과 유틸리티 플로우 활용 시 더 우수한 결과를 보일 수 있을 것으로 기대된다.

[0133]

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 스네이크와 유틸리티 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법의 흐름도이다. 도 14는 도 13의 유틸리티 플로우 활용 과정을 보여주는 흐름도이다.

[0134]

본 실시예에 따른 스네이크와 유틸리티 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법은, 도 1의 장치(10)와 실질적으로 동일한 구성에서 진행될 수 있다. 따라서, 도 1의 장치(10)와 동일한 구성요소는 동일한 도면부호를 부여하고, 반복되는 설명은 생략한다.



- [0135] 또한, 본 실시예에 따른 스네이크와 유틸컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법은 스네이크와 유틸컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적을 수행하기 위한 소프트웨어(애플리케이션)에 의해 실행될 수 있다.
- [0136] 도 13을 참조하면, 본 실시예에 따른 스네이크와 유틸컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법은, 초고속 촬영된 동영상으로부터 관심 대상인 객체의 윤곽을 설정하여 초기 스네이크 점을 계산한다(단계 S10).
- [0137] 도 14를 참조하면, 동영상 시퀀스에서 첫 번째 프레임( $n = 0$ )에 대해서 객체를 분할한다(단계 S11). 분할된 객체의 윤곽 정보를 스네이크 점으로 활용하여(단계 S12), 상기 스네이크 점을 특징점으로써 설정하여 스네이크 점을 초기화한다(단계 S13).
- [0138] 상기 동영상의  $n$ 번째 프레임과  $n+1$ 번째 프레임간의 유틸컬 플로우를 진행하여 특징점을 생성한다(단계 S20).
- [0139] 도 15를 참조하면,  $n$ 번째 프레임 및  $n+1$ 번째 프레임에서 특징점의 유틸컬 플로우를 계산하고(단계 S21), 두 프레임을 비교한다(단계 S22).  $n$ 번째 프레임에 의해 추정된 객체 윤곽선의 윤곽 점들을 스네이크 점으로 활용하여  $n+1$ 번째 프레임에 적용한다(단계 S23). 다음 프레임이 존재하는 경우(단계 S24), 상기 단계들을 반복한다(단계 S25).
- [0140]  $n$ 번째 프레임과  $n+1$ 번째 프레임간의 전배경 분리 영상과 차영상을 활용하여 탐색할 객체 영역을 선택한다(단계 S30).
- [0141] 상기 탐색할 객체 영역을 선택하는 단계는,  $n$ 번째 프레임과  $n+1$ 번째 프레임간의 전배경 분리 영상을 생성하여 윤곽선 정보를 획득하고,  $n$ 번째 프레임과  $n+1$ 번째 프레임간의 차영상을 생성하여 추가적인 윤곽선 정보를 획득한다. 이를 기초로, 차영상과 전배경 분리 영상의 공통된 객체 윤곽선 주변을 탐색할 객체 영역으로 선택한다.
- [0142] 상기 차영상을 생성하여 추가적인 윤곽선 정보를 획득하는 단계는,  $n$ 번째 프레임과  $n+1$ 번째 프레임 간의 차영상 계산을 진행하며 잡음 생성을 방지하기 위해서 미리 설정된 임계값보다 차이가 큰 영역에 대해서만 계산을 진행한다.
- [0143] 상기 전배경 분리 영상과 상기 차영상을 통해 생성된 객체 영역 및  $n+1$ 번째 유틸컬 플로우 특징점 간의 위치를 비교하여  $n+1$ 번째 프레임에서 객체의 윤곽선의 위치 정보 오차를 조정한다(단계 S40). 이 경우, 특징점과 객체 영역 사이의 거리가 미리 설정된 임계값 보다 큰 경우, 특징점의 위치를 재조정할 수 있다.
- [0144] 오차가 조정된 특징점을  $n+1$ 번째 프레임의 스네이크 점으로 변환하여 객체의 윤곽선을 추출한다(단계 S50).
- [0145] 상기 스네이크 점으로 변환하여 객체의 윤곽선을 추출하는 단계는 원하는 객체 윤곽의 형태가 잡힐 때까지 스네이크 점들의 변환을 다수번 반복한다.
- [0146] 이하에서는, 본 발명의 성능을 검증하기 위해 종래기술인 Choi[선형기술문헌의 비특허문헌 3] 및 K Takaya[선형기술문헌의 비특허문헌 4]과 비교한 실험결과를 기술한다.
- [0147] 도 15는 각 프레임 별로 임계값을 다르게 하여 시간적 일관성과 공간적 정확성의 평균을 측정한 결과를 나타낸다. 도 15를 참조하면,  $th$  값이 늘어날수록 전반적으로 성능이 올라가는 것을 볼 수 있으며 본 발명에서 제안하는 방법이 다른 방법들보다 우수한 성능을 나타내는 것을 확인할 수 있다.
- [0148] 도 16은 질적 평가를 위한 것으로 비정형 객체에 대한 실험을 진행한 결과이면서 폐색 현상에 대해 기존 방법들과 제안하는 방법이 어떻게 반응하는지 실험한 결과이다. 도 16을 참조하면, 축구 동영상의 잔디 배경과 같이 복잡한 배경에도 본 발명에서 제안하는 방법이 기존 방법들보다 강건하다는 것을 확인할 수 있다.
- [0149] 이와 같은, 스네이크와 유틸컬 플로우 기반의 초고속 동영상 객체 추적 방법은 애플리케이션으로 구현되거나 다양한 컴퓨터 구성요소를 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령어의 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 프로그램 명령어, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.
- [0150] 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록되는 프로그램 명령어는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0151] 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체의 예에는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical

media), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령어를 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다.

[0152] 프로그램 명령어의 예에는, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함된다. 상기 하드웨어 장치는 본 발명에 따른 처리를 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0153] 이상에서는 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

**산업상 이용가능성**

[0155] 본 발명은 옵티컬 플로우(Optical flow)를 통해 생성된 특징점 위치를 기초로 하여 초고속 영상 전체적으로 퍼져있는 잡음들을 배제시키고 전배경 분리 영상과 차영상에서 나타나는 공통된 객체 윤곽선 주변만 탐색하는 방법을 사용한다. 이를 이용해 탐색 객체 주변의 잡음들로 인한 객체 추적 효율성 저하 문제를 해결할 수 있도록 하였다.

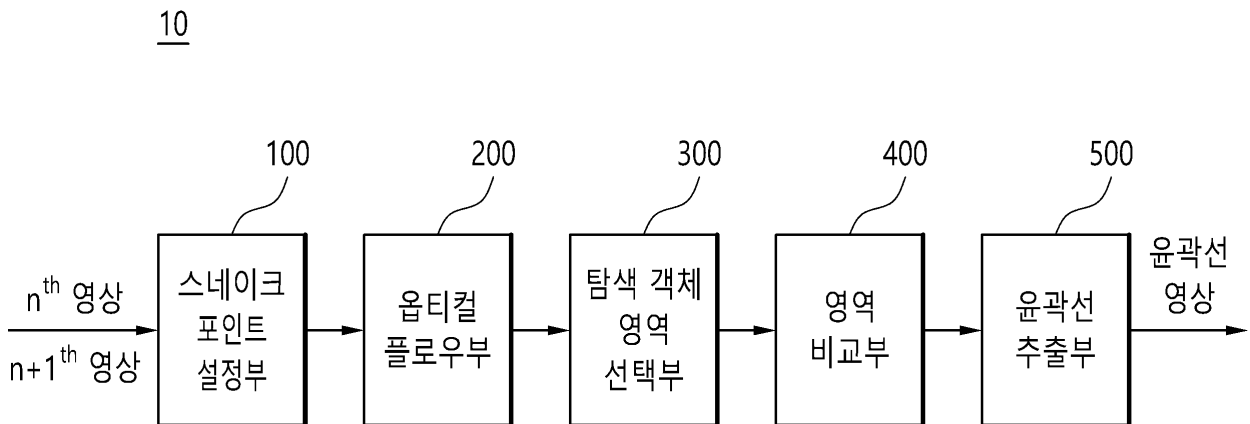
[0156] 결과적으로, 기존 스네이크 알고리즘과 옵티컬 플로우를 활용한 방법보다 전배경 분리를 결합한 방법이 윤곽선 정보의 비교를 통한 윤곽선 추출 정확도를 높임으로써 객체 윤곽선 추출 효율이 올라가게 된다. 이에 따라, 스포츠 영상분석, 과학 실험영상 분석 등 다양한 분야에서 유용하게 활용될 것으로 예상된다.

**부호의 설명**

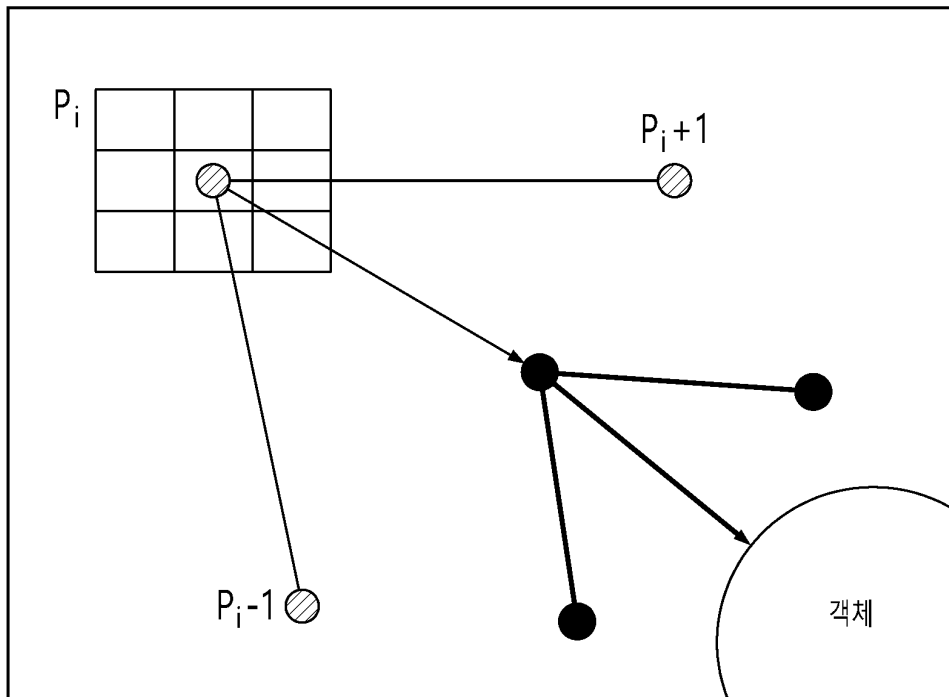
- [0158] 10: 초고속 동영상 객체 추적 장치
- 100: 스네이크 포인트 설정부
- 200: 옵티컬 플로우부
- 300: 탐색 객체 영역 선택부
- 400: 영역 비교부
- 500: 윤곽선 추출부

**도면**

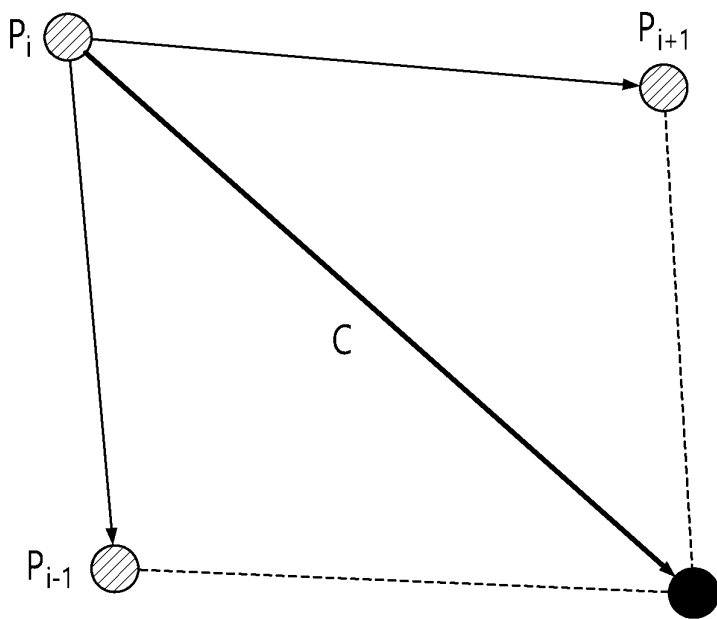
**도면1**



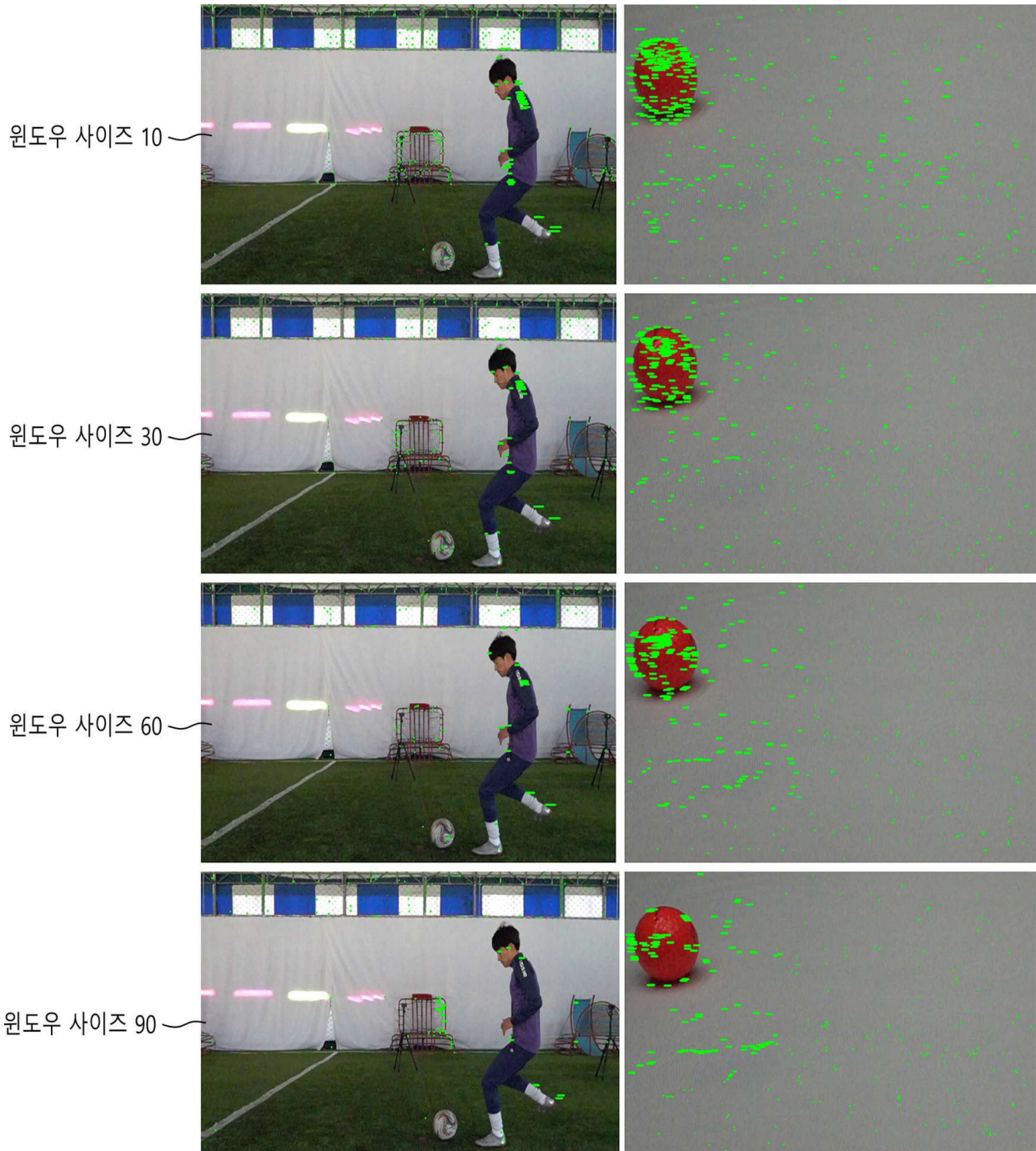
도면2



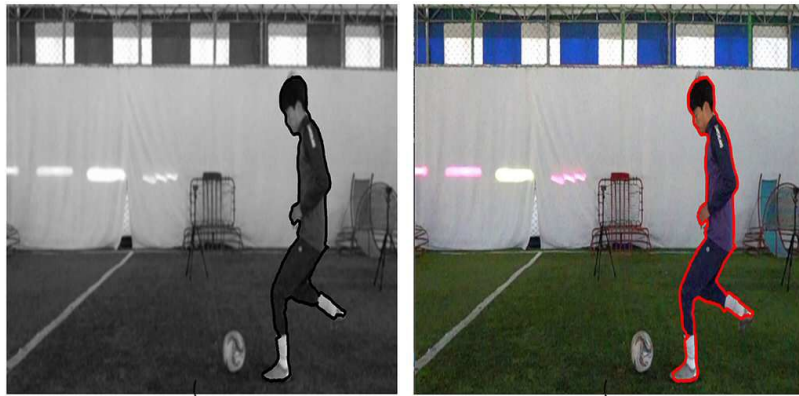
도면3



도면4



도면5

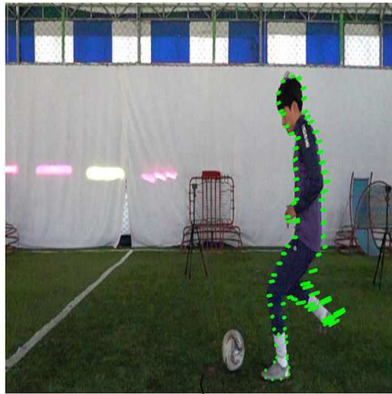


$n^{\text{th}}$  영상에서 사용자에게 의해 초기 윤곽 추출

$n^{\text{th}}$  영상에서 스네이크 수행

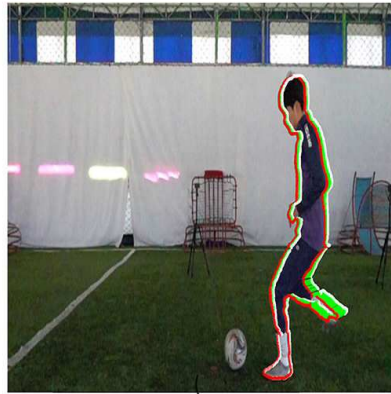
(a)

(b)



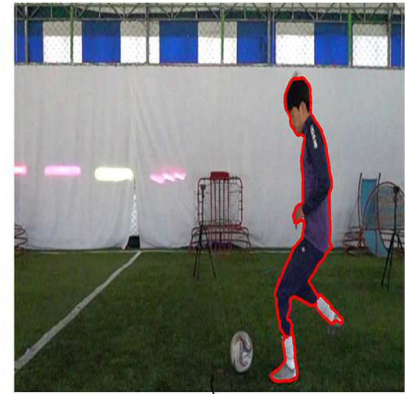
$n^{\text{th}}$  영상의 스네이크 포인트와  $n+5^{\text{th}}$  영상까지 옵티컬 플로우 계산

(c)



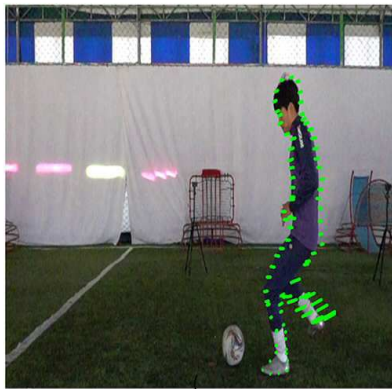
$n^{\text{th}}$  영상과  $n+5^{\text{th}}$  영상 사이의 이동거리

(d)



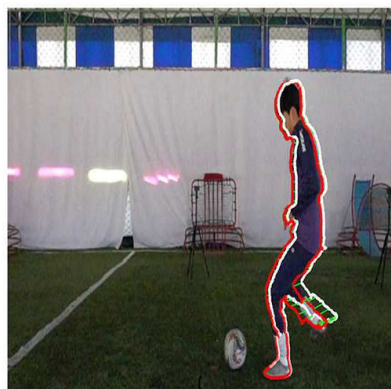
$n+5^{\text{th}}$  영상 특징점을 스네이크 포인트로 재설정

(e)



$n+5^{\text{th}}$  영상의 스네이크 포인트와  $n+10^{\text{th}}$  영상까지 옵티컬 플로우 계산

(f)



$n+5^{\text{th}}$  영상과  $n+10^{\text{th}}$  영상 사이의 이동거리

(g)



$n+10^{\text{th}}$  영상 특징점을 스네이크 포인트로 재설정

(h)

도면6



폐색 현상  $n^{\text{th}}$  프레임의 초기 스네이크 포인트  
(a)

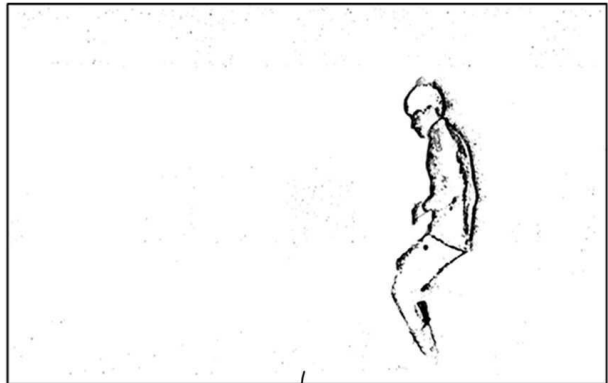


폐색 현상  $n+1^{\text{th}}$  프레임의 옵티컬 플로우  
(b)

도면7



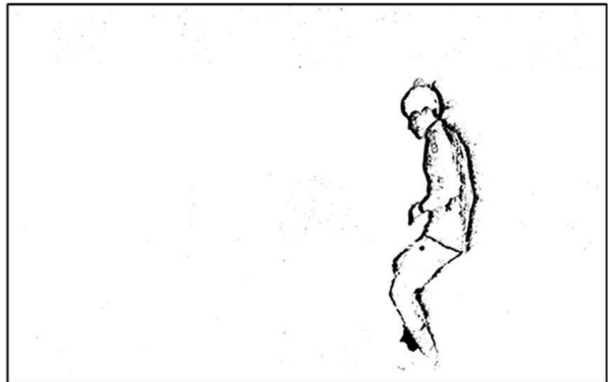
원본  $n^{\text{th}}$  프레임  
(a)



전배경 분리된  $n^{\text{th}}$  프레임  
(b)



원본  $n+1^{\text{th}}$  프레임  
(c)



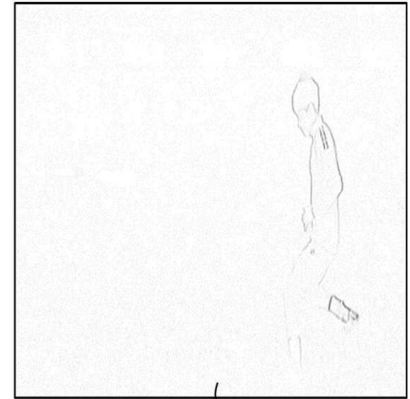
전배경 분리된  $n+1^{\text{th}}$  프레임  
(d)

도면8



원본 1<sup>th</sup> 프레임과 2<sup>th</sup> 프레임

(a)



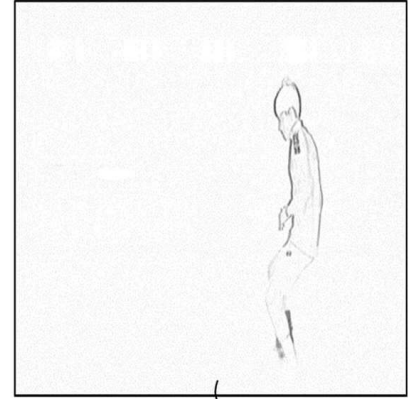
(a)에 대한 차영상

(b)



원본 25<sup>th</sup> 프레임과 26<sup>th</sup> 프레임

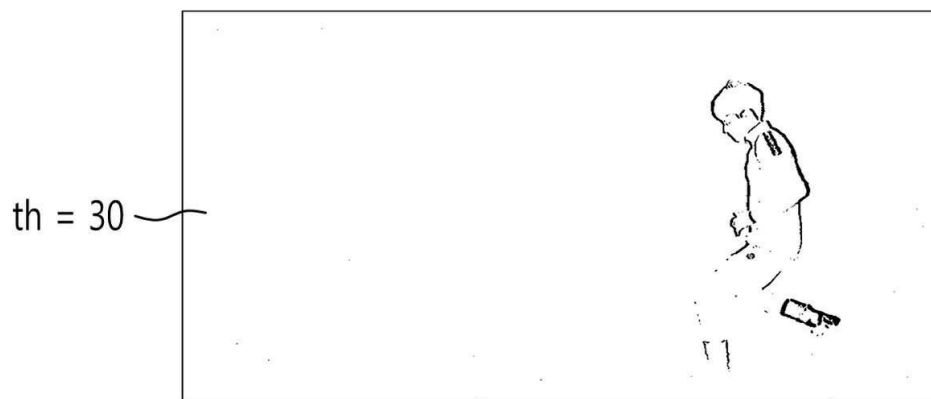
(c)



(c)에 대한 차영상

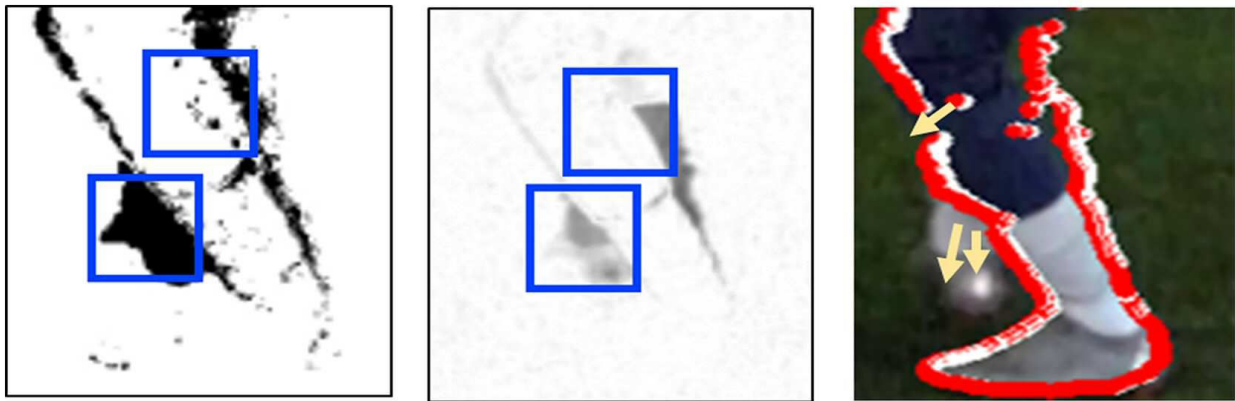
(d)

도면9





도면10



차영상과 전배경 분리 영상 활용 과정

(a)



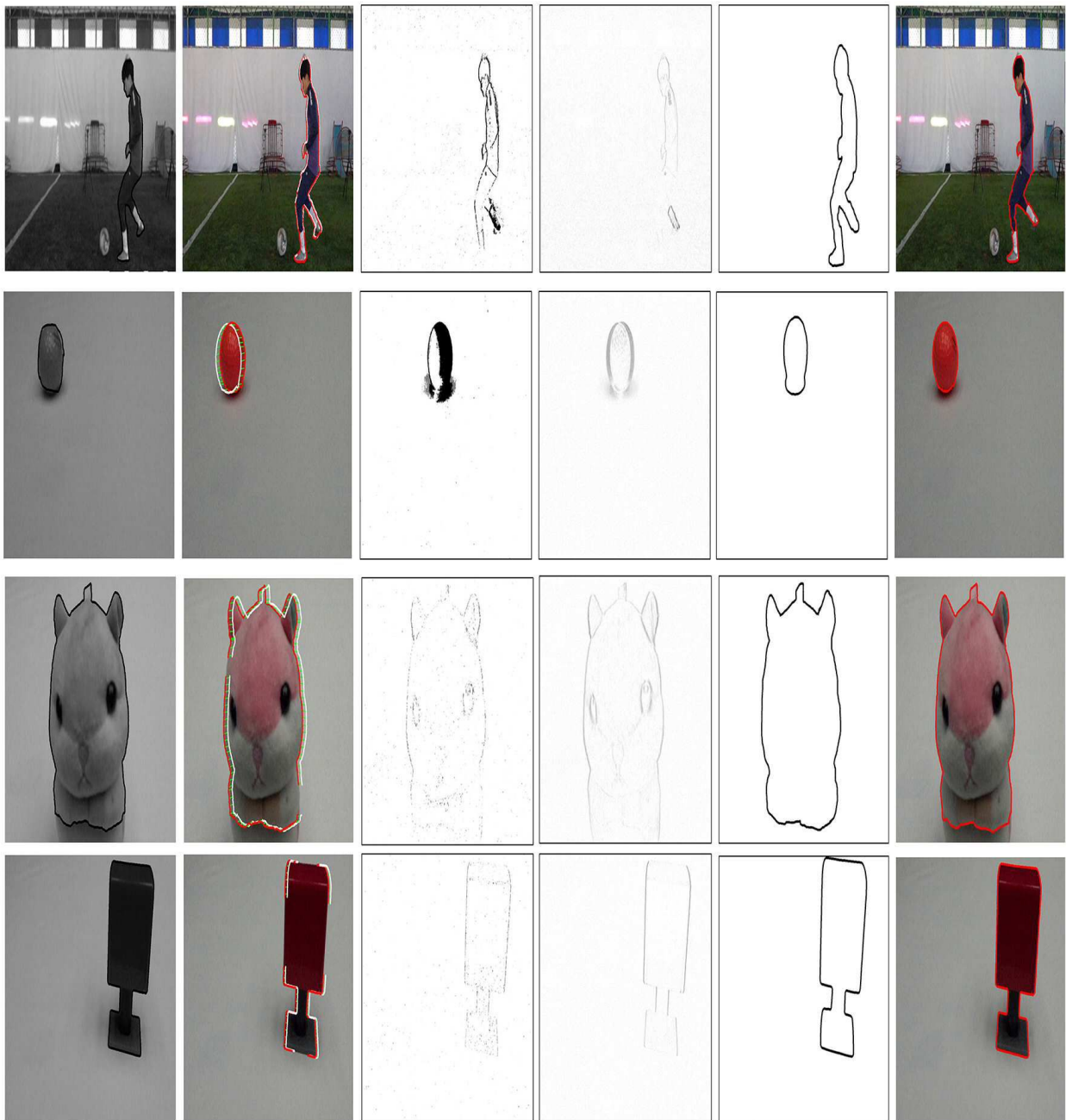
윤곽선 추출 후 스네이크 포인트 설정

(b)

도면11

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	P(i)	0	0	0
0	0	0	0	0	255	255
0	0	0	0	0	255	255
0	0	0	0	0	255	255

도면12



스네이크 포인트 설정

(a)

옵티컬 플로우

(b)

전배경 분리

(c)

차영상

(d)

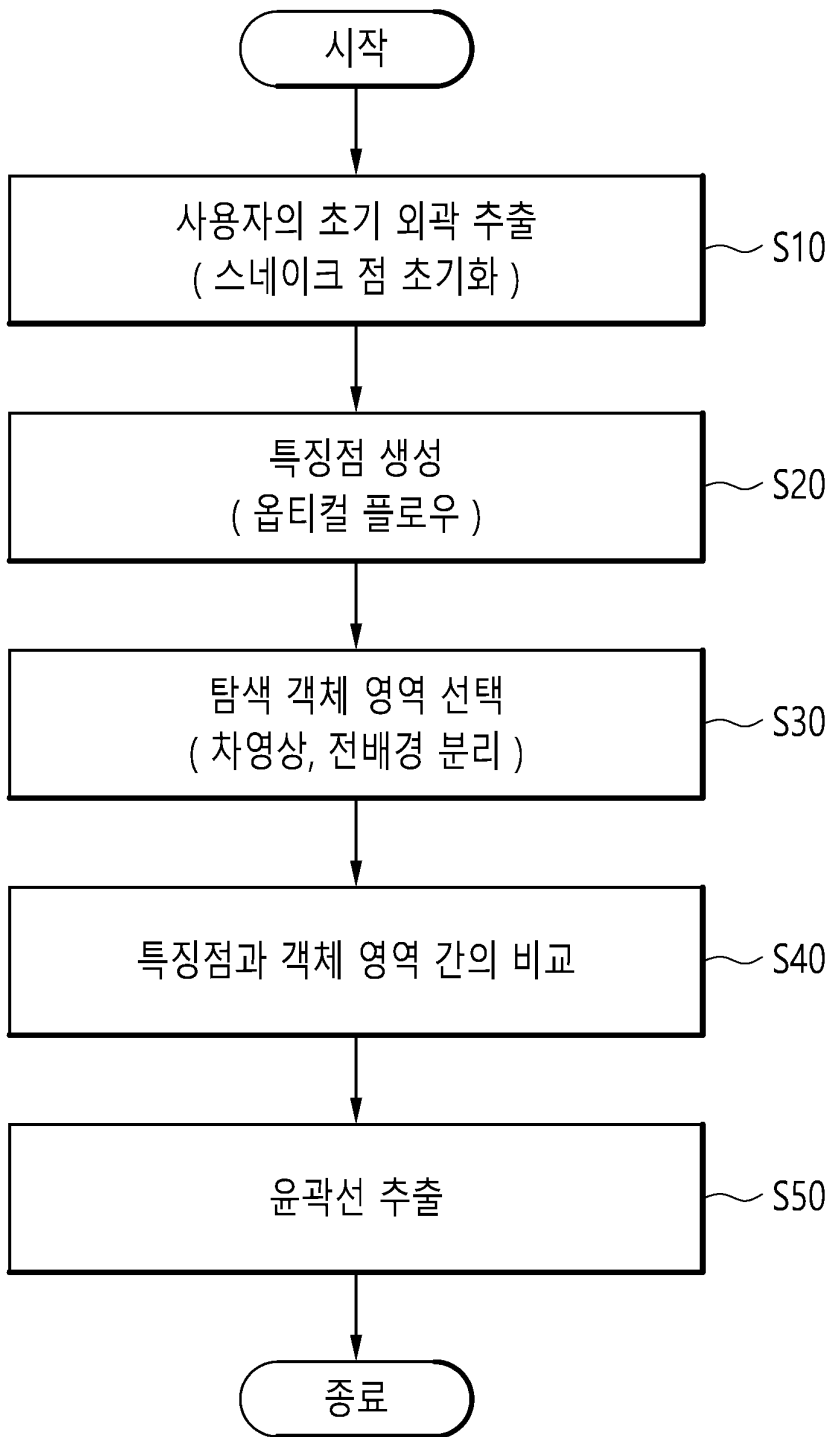
윤곽선 추출

(e)

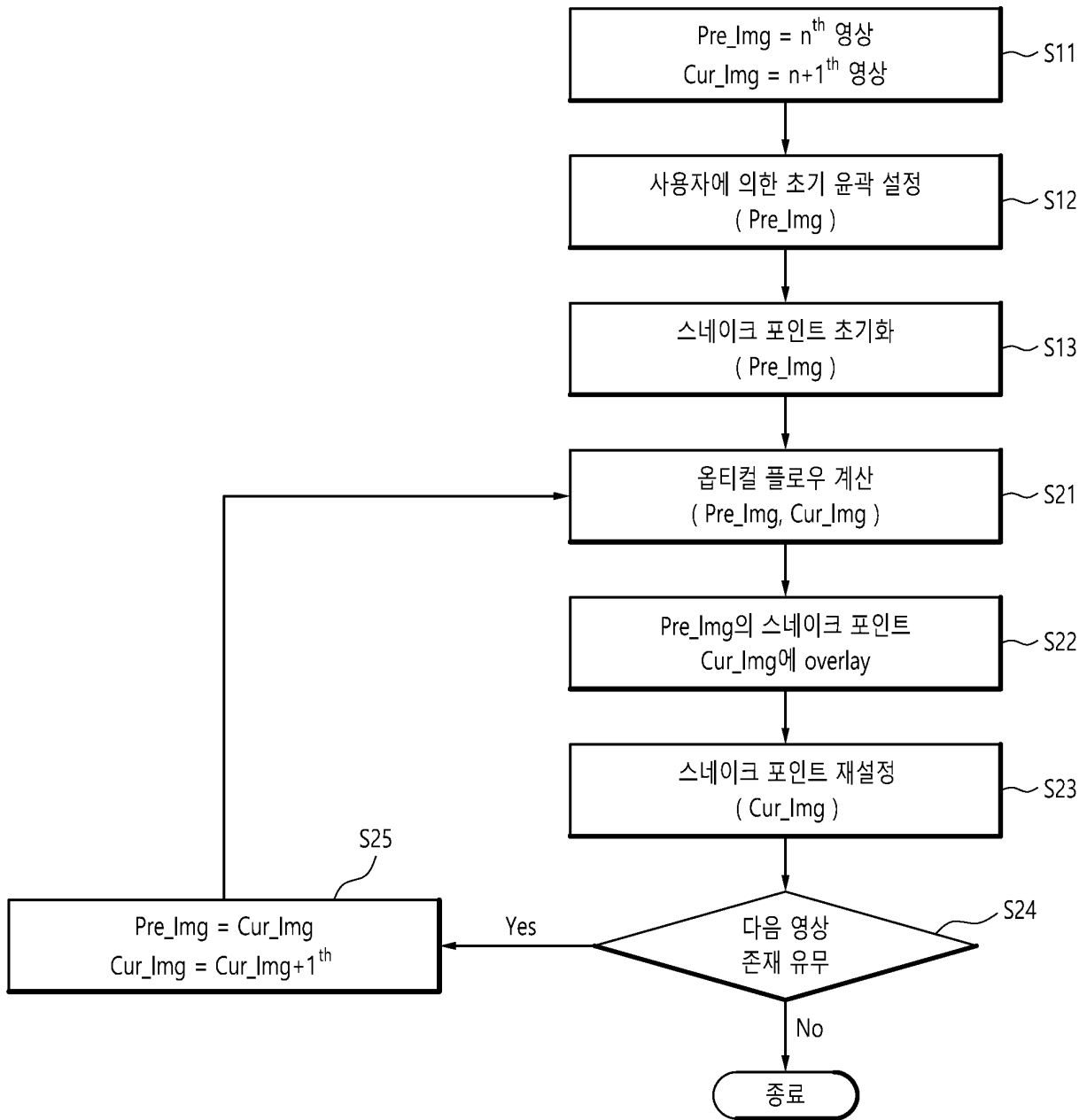
최종 결과

(f)

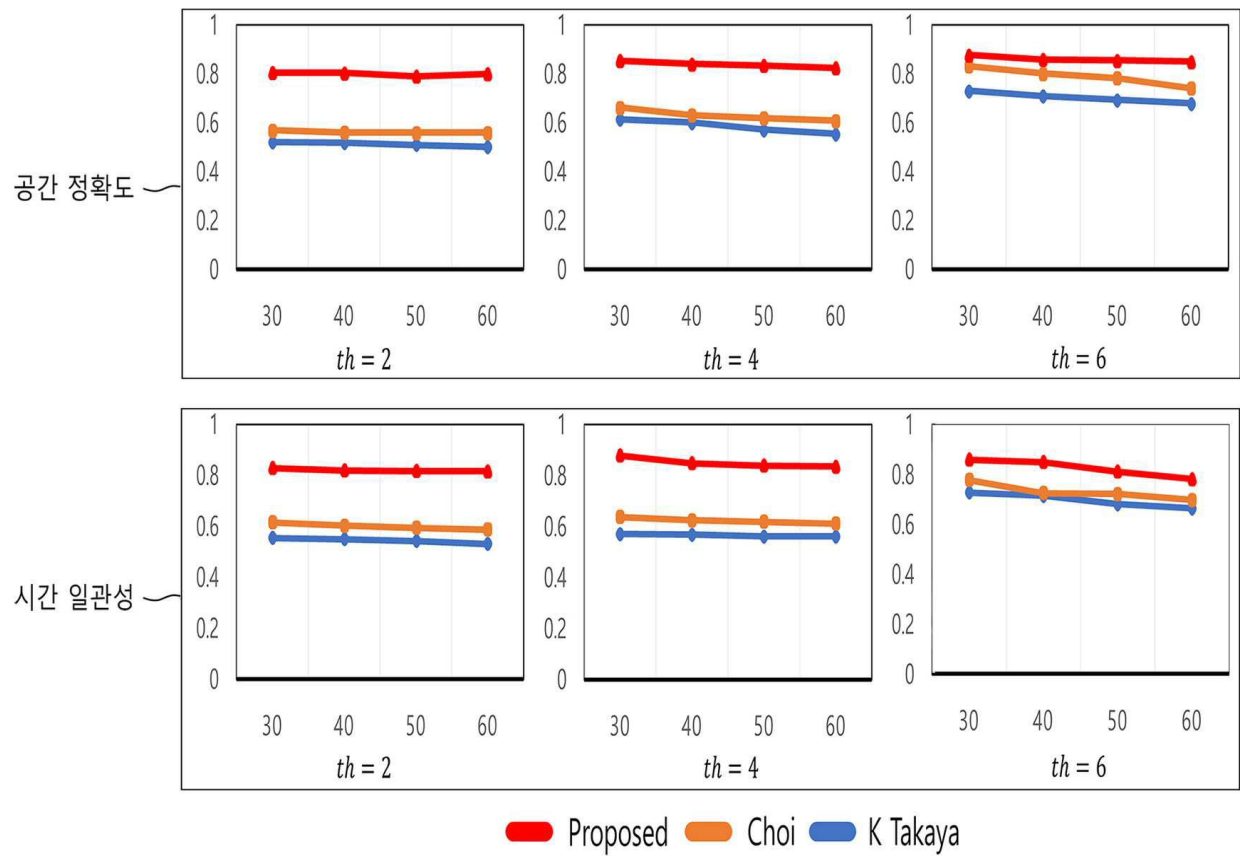
도면13



도면14



도면15



도면16

