

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年6月17日(17.06.2021)



(10) 国際公開番号
WO 2021/117363 A1

(51) 国際特許分類:

G06T 7/00 (2017.01) *H04N 7/18* (2006.01)
G06T 7/11 (2017.01) *G06T 9/00* (2006.01)
G06N 3/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/040222

(22) 国際出願日: 2020年10月27日(27.10.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2019-221988 2019年12月9日(09.12.2019) JP

(71) 出願人: コニカミノルタ株式会社 (KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 関井 大気(SEKII, Taiki).

(74) 代理人: 特許業務法人 ナカジマ知的財産総合事務所 (NAKAJIMA & ASSOCIATES IP FIRM); 〒5310072 大阪府大阪市北区豊崎三丁目2番1号淀川5番館6F Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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.

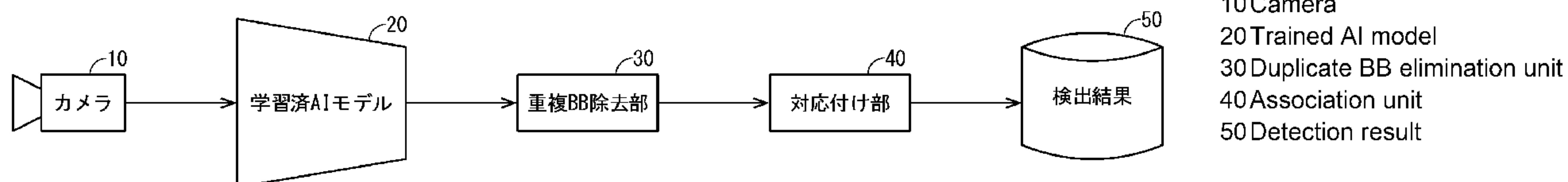
(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: OBJECT DETECTION METHOD AND OBJECT DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: オブジェクト検出方法及びオブジェクト検出装置



(57) Abstract: The present invention provides an object detection method having high speed and high accuracy. The object detection method comprises an end point inference step for inferring an end point region which includes feature points that meet a criterion pertaining to the boundary of an object in an image.

(57) 要約: 高速かつ高精度なオブジェクト検出方法を提供する。オブジェクト検出方法は、画像上でオブジェクトの境界に関する基準を満たす特徴点が含まれる端点領域を推定する端点推定ステップを備える。

WO 2021/117363 A1

明 細 書

発明の名称：オブジェクト検出方法及びオブジェクト検出装置

技術分野

[0001] 本開示は、画像から所定のオブジェクトを検出するオブジェクト検出方法及びオブジェクト検出装置に関する。

背景技術

[0002] カメラで撮影された映像から人物や車両などのオブジェクトを検出するオブジェクト検出技術は、監視カメラシステムや車載カメラシステムなどのアプリケーションの基礎技術として利用されている。近年、オブジェクト検出技術として、ディープラーニングが使用されている。ディープラーニングによるオブジェクト検出方法としては、例えば、ExtremeNet（非特許文献1参照）、YOLO（非特許文献2参照）などが挙げられる。

[0003] 非特許文献1では、学習済みのニューラルネットワークを用いて、画像上におけるオブジェクトの境界に係る4つの端点（X軸において最小値となる点、X軸において最大値となる点、Y軸において最小値となる点、Y軸において最大値となる点）を検出する。そして、それら4つの端点を用いてオブジェクトを囲む矩形領域（BB：Bounding Box）を決定することにより、オブジェクトの位置の検出の精度を向上させている。

[0004] 非特許文献2では、従来のニューラルネットワークでは別々に行っていた、画像におけるオブジェクトが含まれる領域の位置を特定する「検出」と、検出したオブジェクトが検出対象のオブジェクトクラスのいずれに該当するかを特定する「識別」とを、画像全体を一度評価するだけで同時に行うことにより、高速なオブジェクト検出を実現している。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：Xingyi Zhou, Jiacheng Zhuo, Philipp Krahenbuhl, "Bottom-up Object Detection by Grouping Extreme and Center Points", Computer

Vision and Pattern Recognition (CVPR) 2019

非特許文献2 : Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection", Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) 2016

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、非特許文献1は、入力画像と同じ解像度の画素毎に端点である確率を示す尤度を計算しており、この画素毎の尤度の計算に時間を要してしまう。
- [0007] 非特許文献2は、オブジェクトの端点などの特徴点の位置は計算しないので、高速ではあるものの、十分な精度でオブジェクトの位置の検出ができない可能性がある。
- [0008] 本開示は、上記課題に鑑みてなされたもので、高速かつ精度の高いオブジェクト検出を可能なオブジェクト検出方法及びオブジェクト検出装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0009] 本開示の一態様に係るオブジェクト検出方法は、画像から所定のオブジェクトを検出するオブジェクト検出方法であって、前記画像上でオブジェクトの境界に関する基準を満たす特徴点が含まれる端点領域を推定する端点推定ステップ、を備えることを特徴とする。
- [0010] また、前記オブジェクトを含むオブジェクト領域を推定する領域推定ステップと、前記オブジェクト領域と前記端点領域との対応付けにより、前記端点領域に含まれる特徴点が前記オブジェクト領域内のオブジェクトの特徴点であると対応付ける対応付けステップと、を更に備えてもよい。
- [0011] また、前記オブジェクト領域に含まれるオブジェクトが該当するオブジェクトクラスを判定する判定ステップを更に備えてもよい。
- [0012] また、対応付けられた前記端点領域に応じて前記オブジェクト領域の位置及び大きさを補正する補正ステップを更に備えてもよい。

- [0013] また、前記領域推定ステップにおいて、前記オブジェクト領域が複数推定された場合に、複数の前記オブジェクト領域の重なり具合に基づいて、一部のオブジェクト領域を除去する除去ステップを更に備えてもよい。
- [0014] また、前記特徴点は、前記画像上における前記オブジェクトの境界上の点のうち、2次元直交座標系の座標軸において最大値となる点又は最小値となる点であってもよい。
- [0015] また、画像平面に座標軸の角度が異なる2つの2次元座標系を想定し、一方を第1座標系、他方を第2座標系としたとき、前記特徴点は、前記画像上における前記オブジェクトの境界上の点のうち、前記第1座標系の座標軸において最大値となる点または最小値となる点、及び、前記第2座標系の座標軸において最大値となる点または最小値となる点の組であってもよい。
- [0016] また、前記領域推定ステップと前記端点推定ステップとが前記オブジェクトを検出するための機械学習を行った学習モデルにより並列に実行されてもよい。
- [0017] また、前記領域推定ステップと前記端点推定ステップと前記判定ステップとが前記オブジェクトを検出するための機械学習を行った学習モデルにより並列に実行されてもよい。
- [0018] また、前記学習モデルは、畳み込みニューラルネットワークであり、前記畳み込みニューラルネットワークのパラメータは、検出対象のオブジェクトを含む学習用画像と、前記学習用画像における検出対象のオブジェクトの位置の真値と、前記学習用画像における検出対象のオブジェクトの境界に関する基準を満たす特徴点の位置の真値と、に基づく機械学習により、定められるとしてもよい。
- [0019] 本開示の一態様のオブジェクト検出装置は、画像から所定のオブジェクトを検出するオブジェクト検出装置であって、前記画像上で前記オブジェクトの境界に関する基準を満たす特徴点が含まれる端点領域を検出する端点推定処理を実行する、前記オブジェクトを検出するための機械学習を行った学習モデルを備えることを特徴とする。

発明の効果

[0020] 本開示によると、オブジェクトの境界に係る特徴点を領域として推定するので、画素毎に尤度などの処理コストの高い計算が不要であり、高速にオブジェクトの境界に係る特徴点（端点）を検出することができる。また、オブジェクト全体が含まれる領域ではなく、オブジェクトの端点が含まれる領域を推定するので、オブジェクトの境界を高い精度で検出することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]実施の形態1に係るオブジェクト検出装置1の概略構成を示すブロック図である。

[図2]学習済AIモデル20の入力となるカメラ10の撮影画像の一例を示す図である。

[図3]W×Hのグリッドセルに分割された撮影画像を示す図である。

[図4]学習済AIモデル20の出力するオブジェクト推定データのデータ構造を示す図である。

[図5]オブジェクト推定データのうちオブジェクトBBの位置とサイズを表した図である。

[図6]各グリッドセルに対して行われたクラス分類の分類結果の例を示す図である。

[図7]2つの領域の重なり度合いの指標となるIoUを説明するための図である。

[図8]背景と判定されたグリッドセルのオブジェクトBB及び各端点BBの除去、及び、より信頼度スコアの高いグリッドセルとの重複度合いの高いオブジェクトBB及び各端点BBの除去を行った後、残ったオブジェクトBBと各端点BBの例を示す図である。

[図9]図9(a)は、重複BB除去部30の処理の後、残ったオブジェクトBBと各端点BBの例を示す図である。図9(b)は、オブジェクトBBと対応付けられた第1端点BB、第2端点BB、第3端点BB、第4端点BBの例を示す図である。

[図10]図10(a)は、オブジェクトBBと端点BBとの対応付けを説明する図である。図10(b)は、整形後のオブジェクトBBを示す図である。

[図11]入力画像に、オブジェクト検出結果のオブジェクトBB位置及びサイズ、対応付けられた4つの端点BBの位置、及び、対応するグリッドセルの判定結果を重ねて表示した例を示す図である。

[図12]オブジェクト検出装置1の動作を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0022] 1. 実施の形態1

以下、実施の形態1に係るオブジェクト検出装置1について説明する。

[0023] 1. 1 構成

図1は、オブジェクト検出装置1の構成を示すブロック図である。図に示すように、オブジェクト検出装置1は、カメラ10と、学習済AI(Artificial Intelligence)モデル20と、重複BB除去部30と、対応付け部40と、オブジェクト検出結果記憶部50を備える。

[0024] カメラ10は、CMOS(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor field-effect transistor)イメージセンサーやCCD(Charge-Coupled Device)イメージセンサー等の撮像素子を備え、撮像素子上に結像した光を光電変換で電気信号に変換することにより所定サイズの画像を出力する。カメラ10の出力画像のサイズと学習済AIモデル20の入力画像のサイズが異なる場合は、カメラ10の出力画像をリサイズする構成を備えてもよい。

[0025] 学習済AIモデル20は、教師信号を用いて所定のオブジェクトを検出するための機械学習を行った畳み込みニューラルネットワークであり、入力された所定サイズの画像から、画像全体を一度評価することにより、オブジェクト推定データを出力する。オブジェクト推定データは、入力画像上の検出対象のオブジェクトを囲むBB(オブジェクトBB)や、入力画像上で検出対象のオブジェクトの境界に係る特徴点(端点)が含まれるBB(端点BB

)、オブジェクトBBが囲むオブジェクトが検出対象のオブジェクトクラスのいずれに該当するかを示すクラス確率などのデータを含む。学習時の教師信号や出力するオブジェクト推定データの詳細は後述する。

[0026] 重複BB除去部30は、学習済AIモデル20の出力したオブジェクト推定データから、信頼度スコアが閾値よりも低いオブジェクトBBや、より信頼度スコアの高いオブジェクトBBとの重複度合いの高いオブジェクトBBを除去する。同様に、重複BB除去部は、信頼度スコアが閾値よりも低い端点BBや、より信頼度スコアの高い端点BBとの重複度合いの高い端点BBを除去する。信頼度スコアは、オブジェクト推定データに含まれるオブジェクトBBや端点BBの信頼度及びクラス確率を用いて算出する。

[0027] 対応付け部40は、除去されずに残ったオブジェクトBBと端点BBとの対応付けを行い、対応付けられた端点BBに応じてオブジェクトBBを整形、すなわち、オブジェクトBBの位置やサイズを補正する。

[0028] オブジェクト検出結果記憶部50は、整形後のオブジェクトBBの位置及びサイズと当該オブジェクトBBのクラス確率に基づくクラス判定値を検出結果として記憶する。

[0029] 学習済AIモデル20、重複BB除去部30、対応付け部40の各処理部は、マイクロプロセッサ、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、HDD (Hard Disk Drive) などから構成されるコンピュータシステムである。RAMには、ROMやHDDからロードされたコンピュータプログラムが格納され、マイクロプロセッサが、RAM上のコンピュータプログラムにしたがって動作することにより、各処理部の機能を実現する。ここでコンピュータプログラムは、所定の機能を達成するために、コンピュータに対する指令を示す命令コードが複数個組み合わせられて構成されたものである。また、オブジェクト検出結果記憶部50は、HDD等の記憶装置により実現される。

[0030] 1. 2 学習済AIモデル20

学習済AIモデル20は、本実施の形態では、人、犬、牛等を検出対象のオブジェクトクラスとしてオブジェクト検出をするために機械学習を行った畳み込みニューラルネットワークである。機械学習AIモデル20は、入力画像を分割した $W \times H$ のグリッドセルそれぞれに対して、オブジェクト推定データを出力する。

[0031] 図2は、学習済AIモデル20の入力画像の例であり、図3は、入力画像をグリッドセルに分割したものである。図3の例では、入力画像を 8×6 のグリッドセルに分割している。

[0032] 図4は、グリッドセル毎のオブジェクト推定データ400のデータ構造を示す。図4に示すように、オブジェクト推定データ400は、オブジェクトBB情報、第1端点BB情報、第2端点BB情報、第3端点BB情報、第4端点BB情報、及び、クラス確率からなる。

[0033] オブジェクトBB情報は、グリッドセルに対する相対位置（X軸及びY軸）、サイズ（X軸及びY軸）、及び信頼度からなる。グリッドセルに対する相対位置は、推定されたオブジェクトBBの位置を示す情報であり、対応するグリッドセルの左上の座標を原点としたときのオブジェクトBBの左上の座標を示す。サイズは、オブジェクトBBのサイズを示す情報であり、オブジェクトBBの左上の座標を原点としたときのオブジェクトBBの右下の座標を示す。信頼度は、オブジェクトBB内に検出対象のオブジェクトクラスのいずれかに該当するオブジェクトが存在するのか、存在する場合にその位置やサイズを正確に検出できているかを示す情報である。信頼度は、オブジェクトBBに検出対象のオブジェクトクラスに該当するオブジェクトが存在すると推定される場合は1に近い値となり、存在しないと推定される場合は0に近い値となる。また、信頼度は、位置やサイズを正確に検出できていると推定される場合は1に近い値となり、位置やサイズを正確に検出できていないと推定される場合は0に近い値となる。

[0034] 第1端点BB情報、第2端点BB情報、第3端点BB情報、第4端点BB情報も同様に、それぞれグリッドセルに対する相対位置（X軸及びY軸）、

サイズ（X軸及びY軸）、及び信頼度からなる。ここで、本開示では、画像上のオブジェクトに対して、オブジェクトと背景との境界上の点のうち、X軸で最小値となる点を第1端点と呼ぶ。同様に、オブジェクトと背景との境界上の点のうち、X軸で最大値となる点を第2端点と呼び、Y軸で最小値となる点を第3端点と呼び、Y軸で最大値となる点を第4端点と呼ぶ。そして、第1端点BBは、同じグリッドセルのオブジェクトBBに検出されたオブジェクトの第1端点を含むBBである。同様に、第2端点BB、第3端点BB、第4端点BBは、それぞれ同じグリッドセルのオブジェクトBBに検出されたオブジェクトの第2端点、第3端点、第4端点が含まれるBBである。各端点BBは、オブジェクトBBのサイズよりも小さく、オブジェクトBBのサイズに応じた大きさのサイズのBBとして推定される。

[0035] クラス確率は、対応するグリッドセルのオブジェクトBB内に含まれるオブジェクトが検出対象のオブジェクトクラスのいずれに該当するかの推定値を示す情報である。例えば、オブジェクトクラスのクラス数がC個であり、各オブジェクトクラスが、クラス1（人）、クラス2（犬）、クラス3（牛）、……であるとする、オブジェクトBB内に人が含まれると推定される場合は人（クラス1）の確率が高くなり（1に近い値をとる）、牛が含まれると推定される場合は牛（クラス3）の確率が高くなる（1に近い値をとる）。

[0036] このように、学習済AIモデル20は、一つのグリッドセルに対し、各5次元のBB情報（オブジェクトBB情報、第1端点BB情報、第2端点BB情報、第3端点BB情報、第4端点情報）とC次元のクラス確率の（ $5 \times 5 + C$ ）次元のオブジェクト推定データを出力する。これが $W \times H$ のグリッド毎に算出されるので、学習済AIモデル20が出力するオブジェクト推定データは $W \times H \times (25 + C)$ 次元のデータ（3階のテンソル）となる。

[0037] 図5は、入力画像に対して出力されたオブジェクト推定データのうち、各グリッドセルのオブジェクトBBの位置とサイズを表した例である。図に示すように、 $W \times H$ （この例では 8×6 ）個のオブジェクトBBが出力される

。同様に、各端点BBについても $W \times H$ 個ずつ出力される。

[0038] 1. 4 重複BB除去部30

重複BB除去部30の実行する処理について説明する。

[0039] 重複BB除去部30は、学習済AIモデル20の出力したオブジェクト推定データに基づいて、各グリッドセルのクラス分類を行う。重複BB除去部30は、各グリッドセルについて、信頼度スコアを算出し、信頼度スコアが所定の閾値（例えば、0.6）以下のグリッドセルを、オブジェクトが含まれない背景のグリッドセルと判定する。重複BB除去部30は、背景以外のグリッドセルについて、最もクラス確率の高いオブジェクトクラスのグリッドセルと判定する。図6は、各グリッドセルに対して行われたクラス分類の分類結果の例となる。

[0040] 信頼度スコアは、例えば、最も確率の高いオブジェクトクラスのクラス確率とオブジェクトBBの信頼度の積とする。なお、オブジェクトBBの信頼度をそのまま信頼度スコアとして用いてもよいし、最も確率の高いオブジェクトクラスのクラス確率を信頼度スコアとして用いてもよい。

[0041] 重複BB除去部30は、背景と判定されたグリッドセルのオブジェクトBB及び各端点BBを除去する。

[0042] 重複BB除去部30は、背景以外のオブジェクトクラスと判定されたグリッドセルについて、判定されたオブジェクトクラスの種別毎に、より信頼度スコアが高いグリッドセルのオブジェクトBBとの重複度合いが高いオブジェクトBBを除去する。具体的に、一つのオブジェクトクラスについて、最も信頼度スコアの高いグリッドセルのオブジェクトBBと他のグリッドセルのオブジェクトBBとの重複度合いを算出し、算出した重複度合いが所定の閾値（例えば0.6）以上のオブジェクトBBを除去する。その後、除去されなかったオブジェクトBBの中で最も信頼度スコアの高いグリッドセルのオブジェクトBBと他のグリッドセルのオブジェクトBBとの重複度合いを算出して、重複度合いが高ければ除去するという処理を繰り返す。

[0043] このように、より信頼度スコアの高いオブジェクトBBとの重複度合いが

高いオブジェクトBBを除去することにより、同じオブジェクトに対して複数のオブジェクトBBが検出された場合でも、一つのオブジェクトとして検出することができる。

[0044] 重複度合いとして、例えば、IoU (Intersection-Over-Union) を用いることができる。IoUは、図7に示すように領域701と領域702が重複している場合に、領域701のうち領域702と共通していない部分の面積をA、領域702のうち領域701と共通していない部分の面積をB、領域701と領域2の共通部分の面積をCとしたときに、 $I o U = C / (A + B + C)$ として計算することができる。

[0045] 重複BB除去部30は、オブジェクトBBと同様に、第1端点BBについてもより信頼度スコアの高いグリッドセルの第1端点BBとの重複度合いの高い第1端点BBを除去する。第2端点BB、第3端点BB、第4端点BBについても同様である。

[0046] 図8は、背景と判定されたグリッドセルのオブジェクトBB及び各端点BBの除去、及び、より信頼度スコアの高いグリッドセルとの重複度合いの高いオブジェクトBB及び各端点BBの除去を行った後、残ったオブジェクトBBと各端点BBの例を示す。図8の例では、オブジェクトクラスが「牛」のグリッドセルについて、2つのオブジェクトBBと、5つの第1端点BBと、4つの第2端点BBと、3つの第3端点BBと、4つの第4端点BBとが除去されずに残っている。

[0047] 1.5 対応付け部40

対応付け部40の実行する処理について説明する。

[0048] 対応付け部40は、重複BB除去部30の処理の後、残ったオブジェクトBBと各端点BBとの対応付けを行う。対応付け部40は、具体的には、残ったオブジェクトBBのうち一つのオブジェクトBBについて、このオブジェクトBBの第1辺に最も近い位置の第1端点BBを特定し、特定された第1端点BBをこのオブジェクトBBと対応付ける。同様に、このオブジェクトBBの第2辺、第3辺、第4辺に最も近い位置の第2端点BB、第3端点

B B、第4 端点 B B をそれぞれ特定し、特定された第2 端点 B B、第3 端点 B B、第4 端点 B B をこのオブジェクト B B と対応付ける。

[0049] なお、オブジェクト B B の4 辺について、オブジェクト B B の Y 軸に平行な2 辺のうち X 軸の値が小さい方を第1 辺、 X 軸の値が大きい方を第2 辺、 X 軸に平行な2 辺のうち Y 軸の値が小さい方を第3 辺、 Y 軸の値が大きい方を第4 辺とする。

[0050] また、辺と B B との距離については、 B B の中心から辺の最も近い点までの距離とする。

[0051] 図9 (a) は、重複 B B 除去部 30 の処理の後、残ったオブジェクト B B と各端点 B B の例を示し、図9 (b) は、オブジェクト B B と対応付けられた第1 端点 B B、第2 端点 B B、第3 端点 B B、第4 端点 B B の例を示す。

[0052] 対応付け部 40 は、重複 B B 除去部 30 の処理の後、残った全てのオブジェクト B B に対して、それぞれ第1 端点 B B、第2 端点 B B、第3 端点 B B、第4 端点 B B を対応付ける。

[0053] 対応付け部 40 は、4 つの端点 B B と対応付けられたオブジェクト B B について、4 つの端点 B B に基づいてオブジェクト B B の整形を行う。具体的に、対応付け部 40 は、図10 (a) の符号 1001 で示されるように、第1 辺の X 座標が第1 端点 B B の中心の X 座標と一致するように、第1 辺を移動させる。同様に、符号 1002、1003、1004 で示されるように、第2 辺の X 座標が第2 端点 B B の中心の X 座標と一致するように第2 辺を移動させ、第3 辺の Y 座標が第3 端点 B B の中心の Y 座標と一致するように第3 辺を移動させ、第4 辺の Y 座標が第4 端点 B B の中心の Y 座標と一致するように第4 辺を移動させる。図10 (b) に、整形後のオブジェクト B B を示す。

[0054] 対応付け部 40 は、重複 B B 除去部 30 の処理の後、残った全てのオブジェクト B B に対して、4 つの端点 B B に基づいてオブジェクト B B の整形を行う。

[0055] 対応付け部 40 は、整形後のオブジェクト B B の位置及びサイズ、対応付

けられた4つの端点BBの位置、及び、対応するグリッドセルのクラス分類結果をオブジェクト検出結果として、オブジェクト検出結果記憶部50に記憶する。

[0056] 図11は、入力画像に、オブジェクト検出結果のオブジェクトBB位置及びサイズ、対応付けられた4つの端点BBの位置、及び、クラス分類結果を重ねて表示した例を示す。

[0057] 1.6 動作

図12は、オブジェクト検出装置1の動作を示すフローチャートである。

[0058] カメラ10が撮影画像を取得し（ステップS1）、撮影画像を学習済AIモデル20に入力し、学習済AIモデル20が $W \times H \times (25 + 8)$ 次元のオブジェクト推定データを出力する（ステップS2）。

[0059] 重複BB除去部30は、グリッドセルをクラス分類し、背景のグリッドセルのオブジェクトBBと端点BBを除去し（ステップS3）、また、より信頼度スコアの高いグリッドセルのBB（オブジェクトBBと各端点）と重なり度合いが高いBB（オブジェクトBBと各端点BB）を除去する（ステップS4）。

[0060] 対応付け部40は、残ったオブジェクトBBと各端点BBとの対応付けを行い（ステップS5）、対応付けられた端点BBの位置に基づいてオブジェクトBBの整形を行い（ステップS6）、整形後のオブジェクトBBと対応付けられた各端点BBをオブジェクト検出結果として出力する（ステップS7）。

[0061] 1.7 学習済AIモデル20の学習方法

学習済AIモデル20は、非特許文献2に記載されたYOLOと同様に、24層の畳み込み層と4層のプーリング層と2層の全結合層からなる畳み込みニューラルネットワークである。YOLOでは、入力画像を $S \times S$ のグリッドセルに分割し、グリッドセル毎にB個のBBを出力するが、学習済AIモデル20は、入力画像 $W \times H$ のグリッドセルに分割し、5個のBB（オブジェクトBB、第1端点BB、第2端点BB、第3端点BB、第4端点BB

) を出力する点が異なる。

[0062] 学習時には、検出対象のオブジェクトを含む学習用画像と、教師信号として、学習用画像における検出対象のオブジェクトのオブジェクトBBの位置及びサイズの真値、並びに、4つの端点BBの位置及びサイズ、オブジェクトBBに含まれるオブジェクトのオブジェクトクラス（ワンホット化されたクラス確率）が入力される。ここで、教師信号となる端点BBの位置は、中心が検出対象のオブジェクトの端点の真値と一致し、サイズがオブジェクトBBの面積を定数倍したものをを用いてもよい。なお、オブジェクトBBの面積は、オブジェクトBBの対角線の長さで近似してもよい。

[0063] そして、入力画像に対してオブジェクト検出を行って検出されたグリッドセル毎のオブジェクト推定データについて、5つの誤差が小さくなるように学習が進められる（畳み込みニューラルネットワークのパラメータが定められる）。5つの誤差は、（1）教師信号のオブジェクトBBの中心が存在するグリッドセルのオブジェクトBB及び各端点BBの位置と教師信号のオブジェクトBB及び各端点BBの位置との誤差、（2）教師信号のオブジェクトBBの中心が存在するグリッドセルのオブジェクトBB及び各端点BBのサイズと教師信号のオブジェクトBB及び各端点BBのサイズとの誤差、（3）教師信号のオブジェクトの中心が存在するグリッドセルのオブジェクトBB及び端点BBの信頼度と教師信号のオブジェクトBB及び端点BBの信頼度との誤差、（4）教師信号のオブジェクトの中心が存在しないグリッドセルのオブジェクトBB及び端点BBの信頼度と非オブジェクト信頼度との誤差、（5）教師信号のオブジェクトBBの中心が存在するグリッドセルのクラス確率と教師信号のオブジェクトクラスとの誤差、である。なお、教師信号のオブジェクトBB及び端点BBの信頼度はそれぞれ1として計算してもよく、非オブジェクト信頼度は0として計算してもよい。

[0064] 2. 補足

以上、本発明を実施の形態に基づいて説明してきたが本発明は上述の実施の形態に限定されないのは勿論であり、以下の変形例が本発明の技術範囲に

含まれることは勿論である。

[0065] (1) 上述の実施の形態において、端点として、オブジェクトと背景との境界上の点のうち、X軸で最小値となる第1端点、X軸で最大値となる第2端点、Y軸で最小値となる第3端点、Y軸で最大値となる第4端点を検出していたが、検出する端点は上記4つの端点に限られない。例えば、画像平面において座標軸の角度が異なる複数の2次元座標系を想定した場合に、各座標系における上記4つの端点を検出してもよい。例えば、45度異なる2つの2次元座標系から計8個の端点を検出することで、オブジェクトを八角形領域として検出することが可能である。

[0066] (2) 上述の実施の形態において、学習済AIモデル20、重複BB除去部30、対応付け部40の各処理部は、マイクロプロセッサ、ROM、RAM、HDDなどから構成されるコンピュータシステムであるとしたが、各処理部の一部または全部は、システムLSI (Large Scale Integration: 大規模集積回路) から構成されているとしてもよい。

[0067] (3) 上述の実施の形態及び変形例をそれぞれ組み合わせるとしてもよい。

産業上の利用可能性

[0068] 本開示は、監視カメラシステムや車載カメラシステムに搭載されるオブジェクト検出装置として有用である。

符号の説明

- [0069]
- 1 オブジェクト検出装置
 - 10 カメラ
 - 20 学習済AIモデル
 - 30 重複BB除去部
 - 40 対応付け部
 - 50 オブジェクト検出結果記憶部

請求の範囲

- [請求項1] 画像から所定のオブジェクトを検出する検出方法であって、
前記画像上でオブジェクトの境界に関する基準を満たす特徴点が含まれる端点領域を推定する端点推定ステップ、
を備える検出方法。
- [請求項2] 前記オブジェクトを含むオブジェクト領域を推定する領域推定ステップと、
前記オブジェクト領域と前記端点領域との対応付けにより、前記端点領域に含まれる特徴点が前記オブジェクト領域内のオブジェクトの特徴点であると対応付ける対応付けステップと、
を更に備える請求項1に記載の検出方法。
- [請求項3] 前記オブジェクト領域に含まれるオブジェクトが該当するオブジェクトクラスを判定する判定ステップ
を更に備える請求項2に記載の検出方法。
- [請求項4] 対応付けられた前記端点領域に応じて前記オブジェクト領域の位置及び大きさを補正する補正ステップ
を更に備える請求項2又は3に記載の検出方法。
- [請求項5] 前記領域推定ステップにおいて、前記オブジェクト領域が複数推定された場合に、複数の前記オブジェクト領域の重なり具合に基づいて、一部のオブジェクト領域を除去する除去ステップ
を更に備える請求項2～4のいずれかに記載の検出方法。
- [請求項6] 前記特徴点は、前記画像上における前記オブジェクトの境界上の点のうち、2次元直交座標系の座標軸において最大値となる点又は最小値となる点である
請求項1～5のいずれかに記載の検出方法。
- [請求項7] 画像平面に座標軸の角度が異なる2つの2次元座標系を想定し、一方を第1座標系、他方を第2座標系としたとき、
前記特徴点は、前記画像上における前記オブジェクトの境界上の点

のうち、前記第1座標系の座標軸において最大値となる点または最小値となる点、及び、前記第2座標系の座標軸において最大値となる点または最小値となる点の組である

請求項1～5のいずれかに記載の検出方法。

[請求項8] 前記領域推定ステップと前記端点推定ステップとが前記オブジェクトを検出するための機械学習を行った学習モデルにより並列に実行される

請求項2～7のいずれかに記載の検出方法。

[請求項9] 前記領域推定ステップと前記端点推定ステップと前記判定ステップとが前記オブジェクトを検出するための機械学習を行った学習モデルにより並列に実行される

請求項3～7に記載の検出方法。

[請求項10] 前記学習モデルは、畳み込みニューラルネットワークであり、
前記畳み込みニューラルネットワークのパラメータは、検出対象のオブジェクトを含む学習用画像と、前記学習用画像における検出対象のオブジェクトの位置の真値と、前記学習用画像における検出対象のオブジェクトの境界に関する基準を満たす特徴点の位置の真値と、に基づく機械学習により、定められる

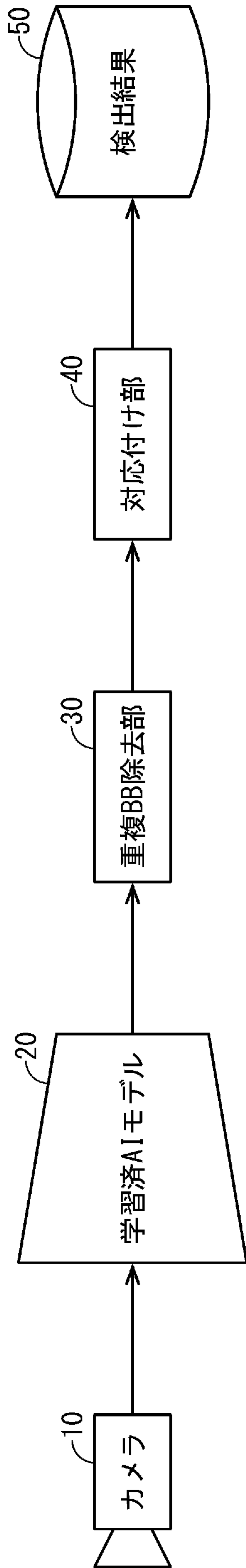
請求項8または9に記載の検出方法。

[請求項11] 画像から所定のオブジェクトを検出するオブジェクト検出装置であって、

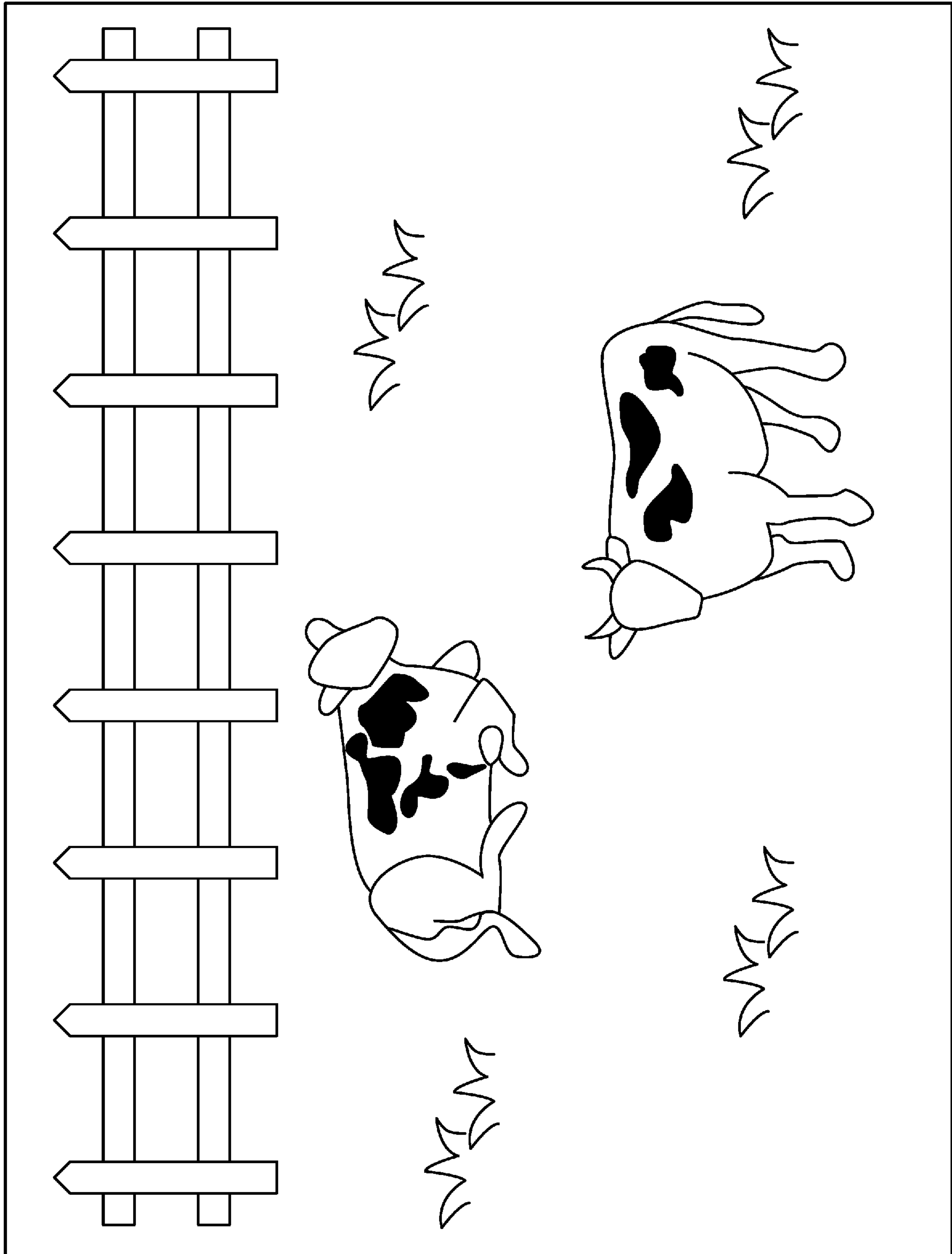
前記画像上で前記オブジェクトの境界に関する基準を満たす特徴点が含まれる端点領域を推定する端点推定処理を実行する、前記オブジェクトを検出するための機械学習を行った学習モデル、

を備えるオブジェクト検出装置。

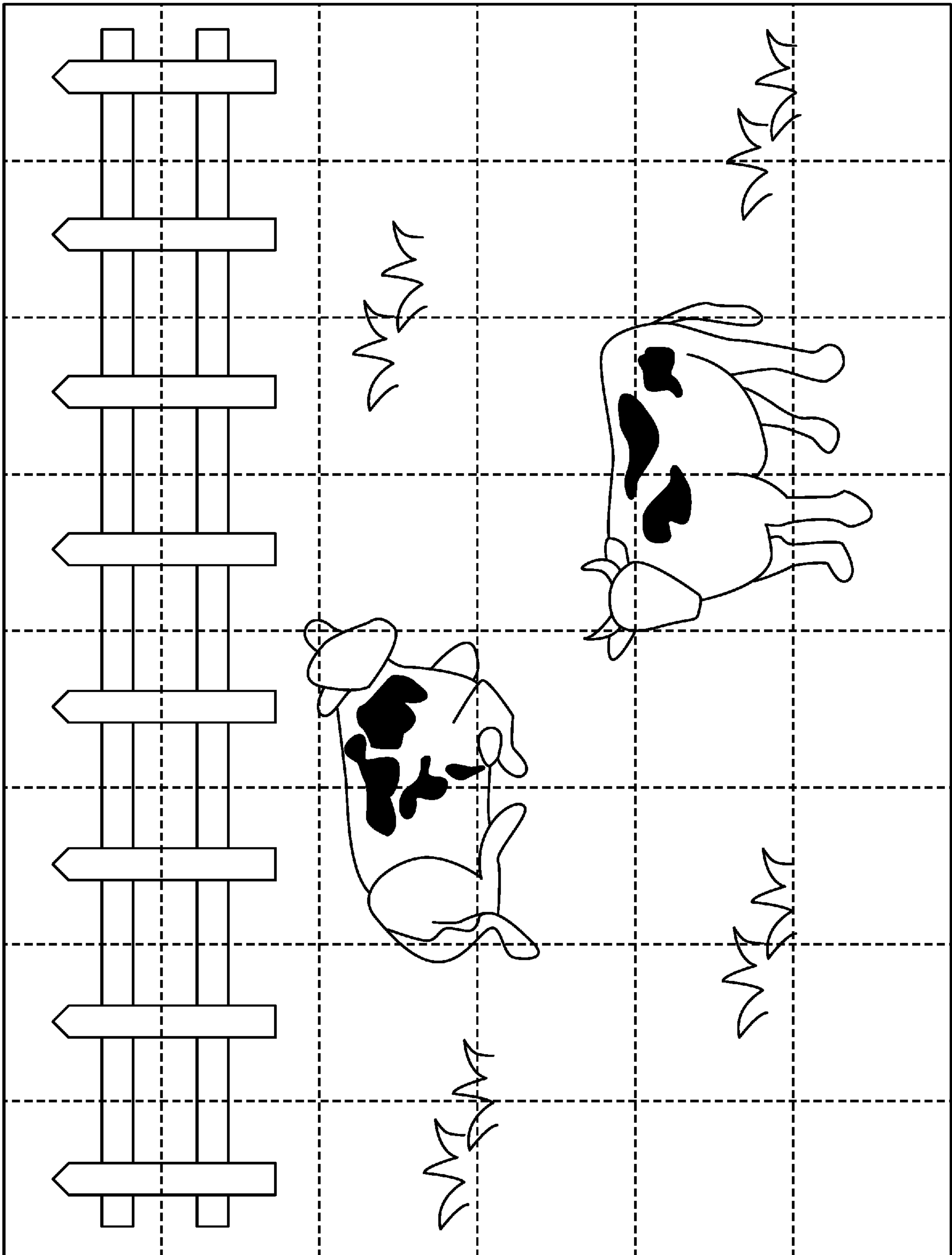
[図1]



[図2]



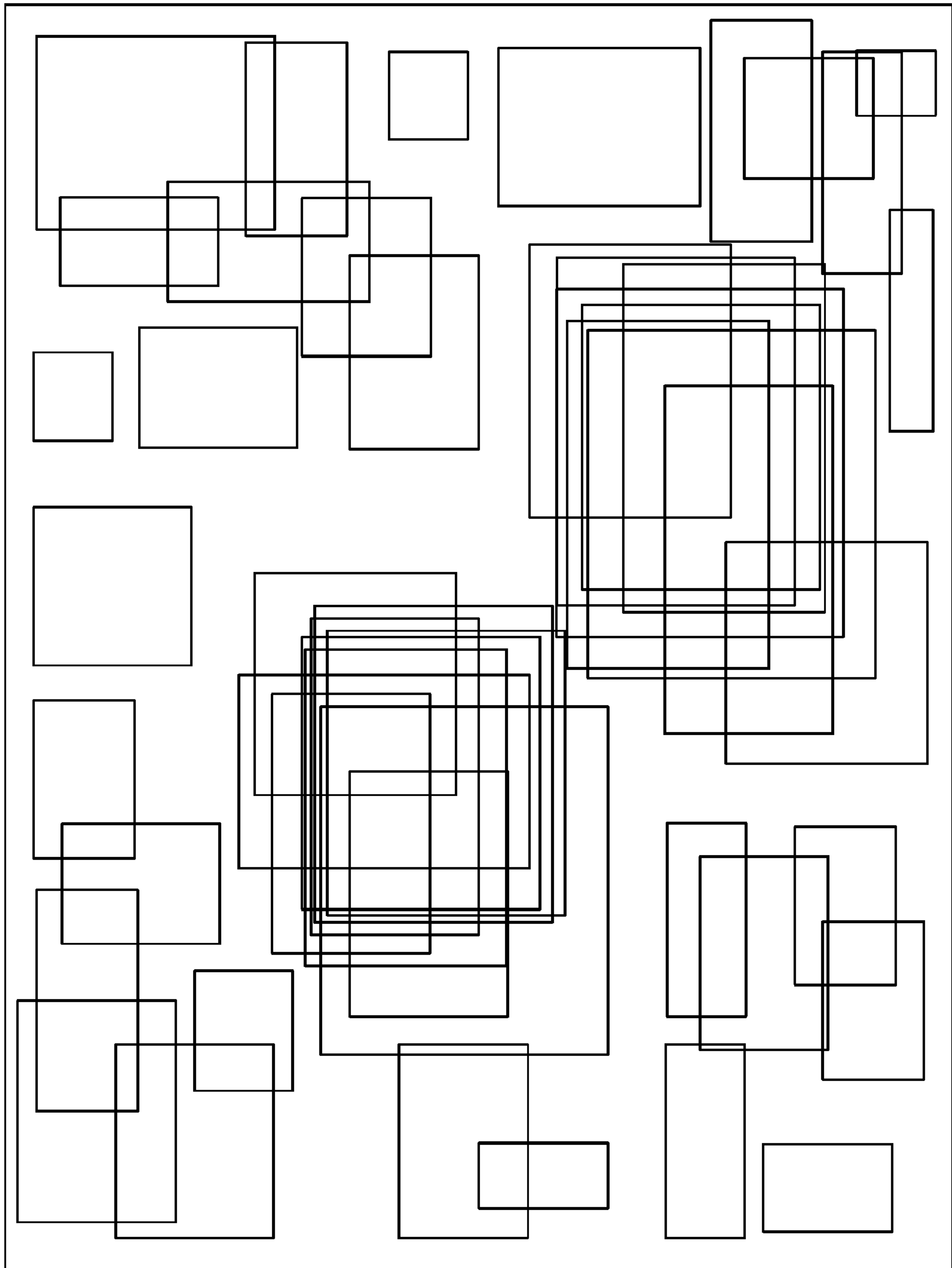
[図3]



[図4]

物体領域BB	第1端点BB	第2端点BB	第3端点BB	第4端点BB	クラス確率
グリッドセルに対する 相対位置(X軸)	グリッドセルに対する 相対位置(X軸)	グリッドセルに対する 相対位置(X軸)	グリッドセルに対する 相対位置(X軸)	グリッドセルに対する 相対位置(X軸)	クラス1の 確率
グリッドセルに対する 相対位置(Y軸)	グリッドセルに対する 相対位置(Y軸)	グリッドセルに対する 相対位置(Y軸)	グリッドセルに対する 相対位置(Y軸)	グリッドセルに対する 相対位置(Y軸)	クラス2の 確率
サイズ(X軸)	サイズ(X軸)	サイズ(X軸)	サイズ(X軸)	サイズ(X軸)	クラス3の 確率
サイズ(Y軸)	サイズ(Y軸)	サイズ(Y軸)	サイズ(Y軸)	サイズ(Y軸)	⋮
信頼度	信頼度	信頼度	信頼度	信頼度	

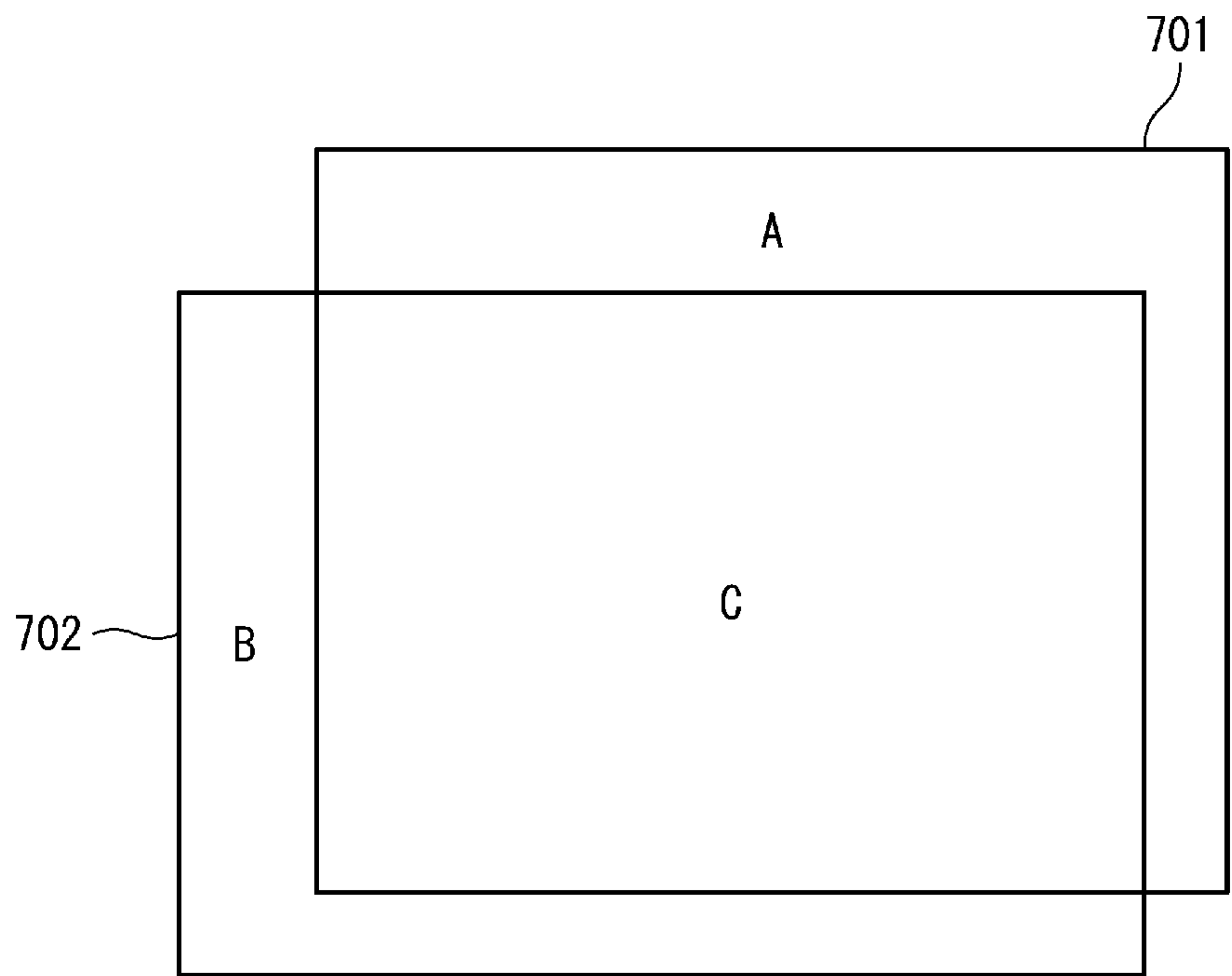
[図5]



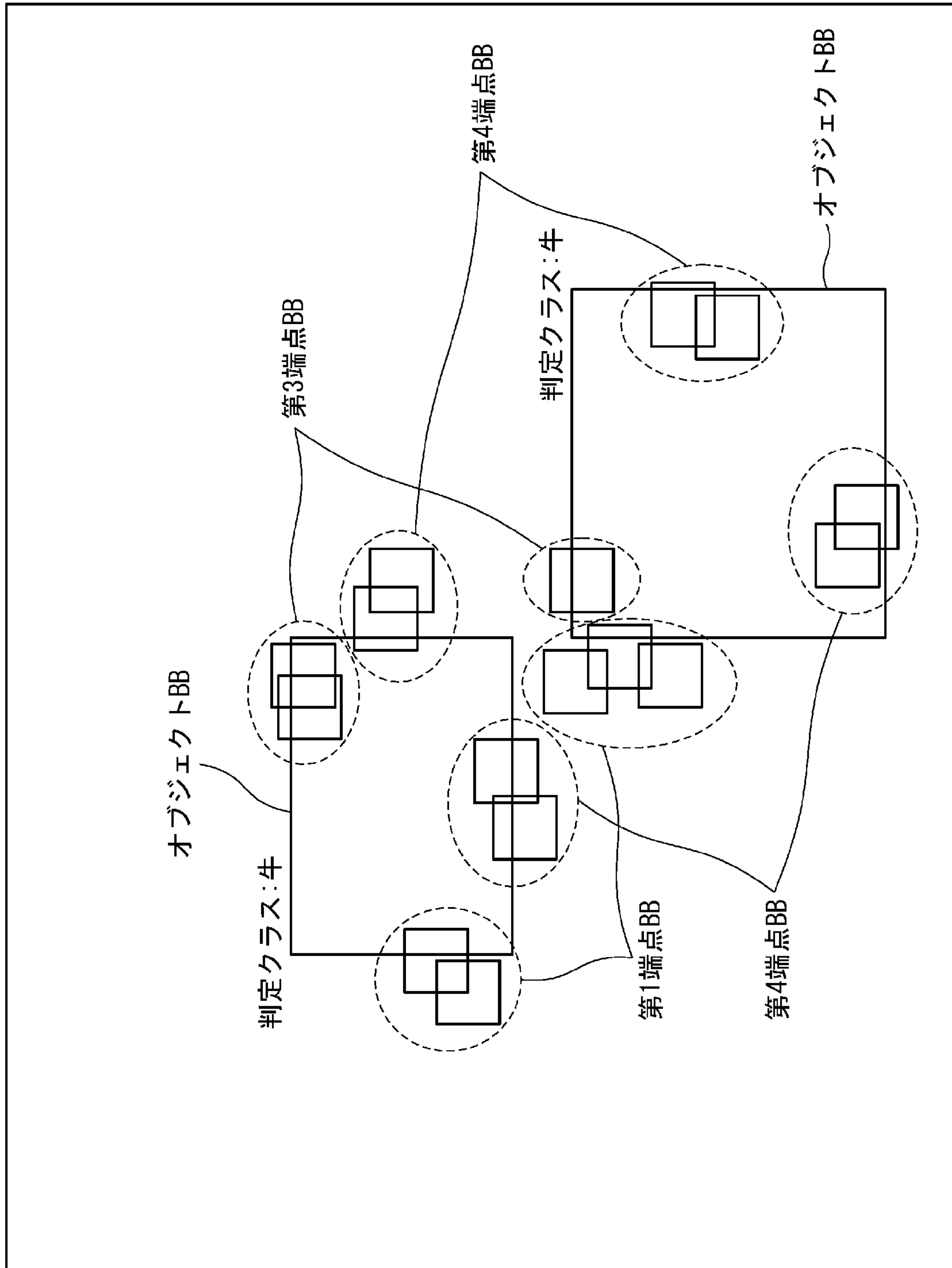
[图6]

背景	背景	背景	背景	背景	背景
背景	背景	背景	牛	牛	背景
背景	背景	背景	牛	牛	牛
背景	牛	牛	牛	牛	牛
背景	牛	牛	牛	牛	背景
背景	背景	牛	牛	背景	背景
背景	背景	牛	牛	背景	背景
背景	背景	背景	背景	背景	背景

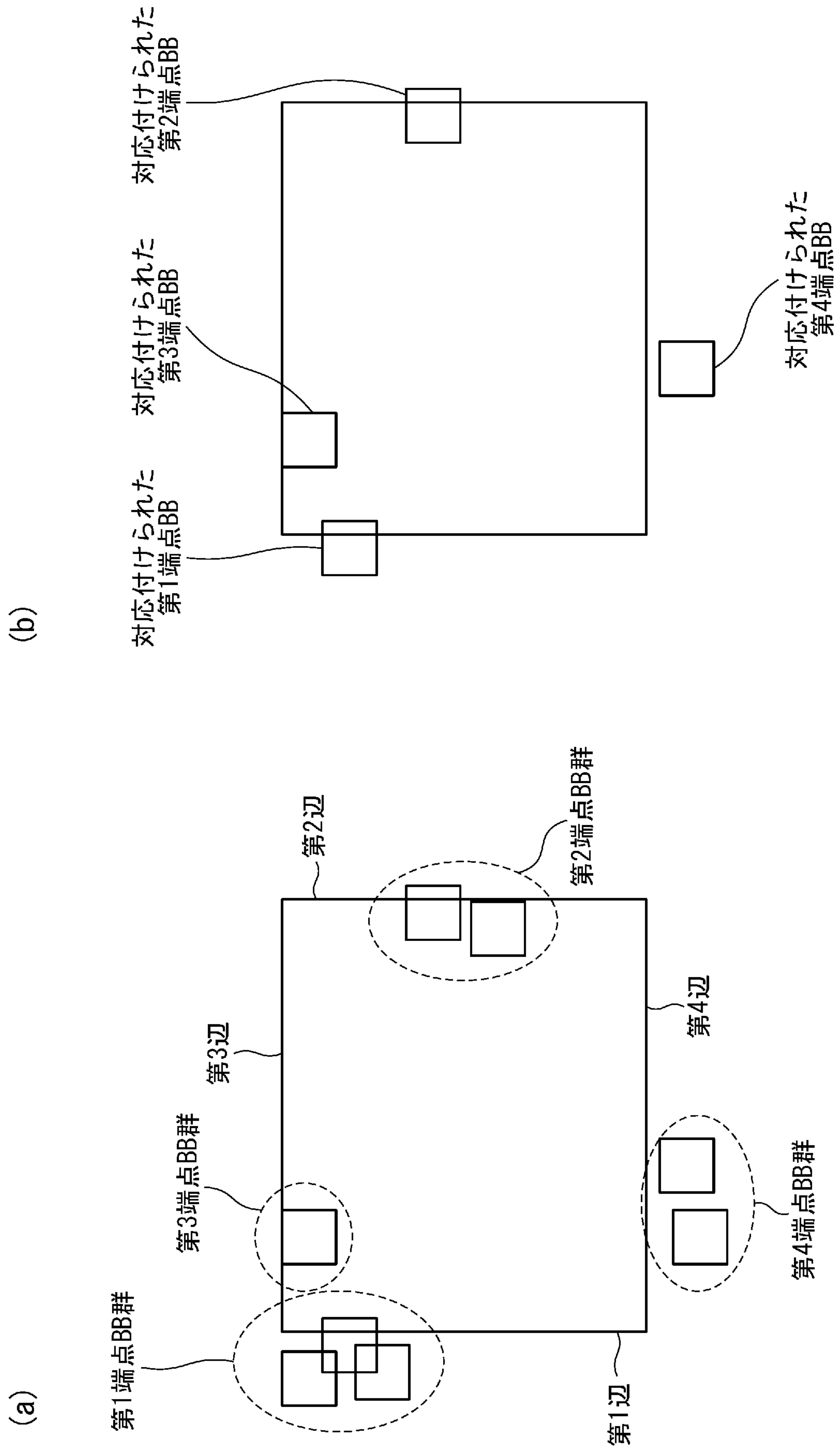
[図7]



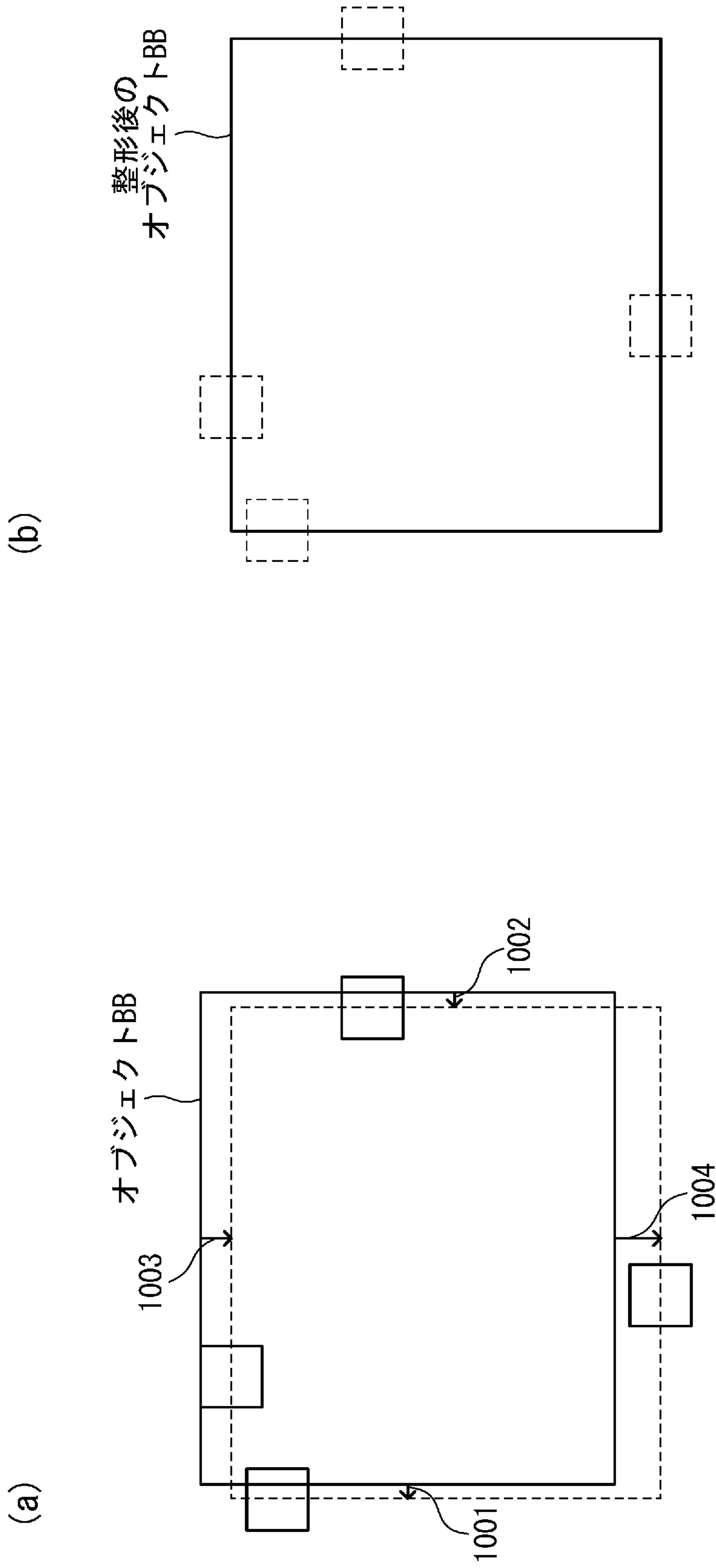
[図8]



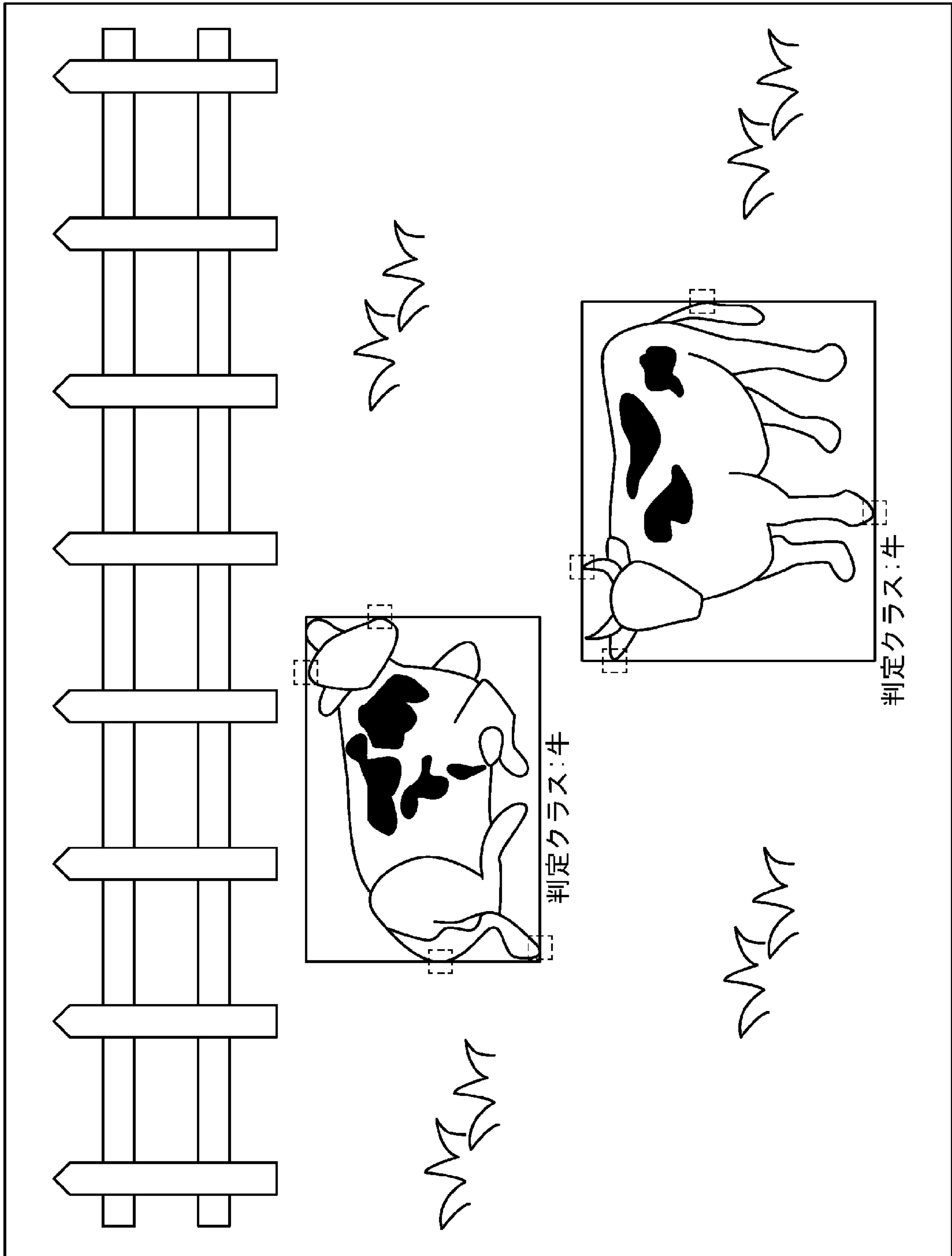
[図9]



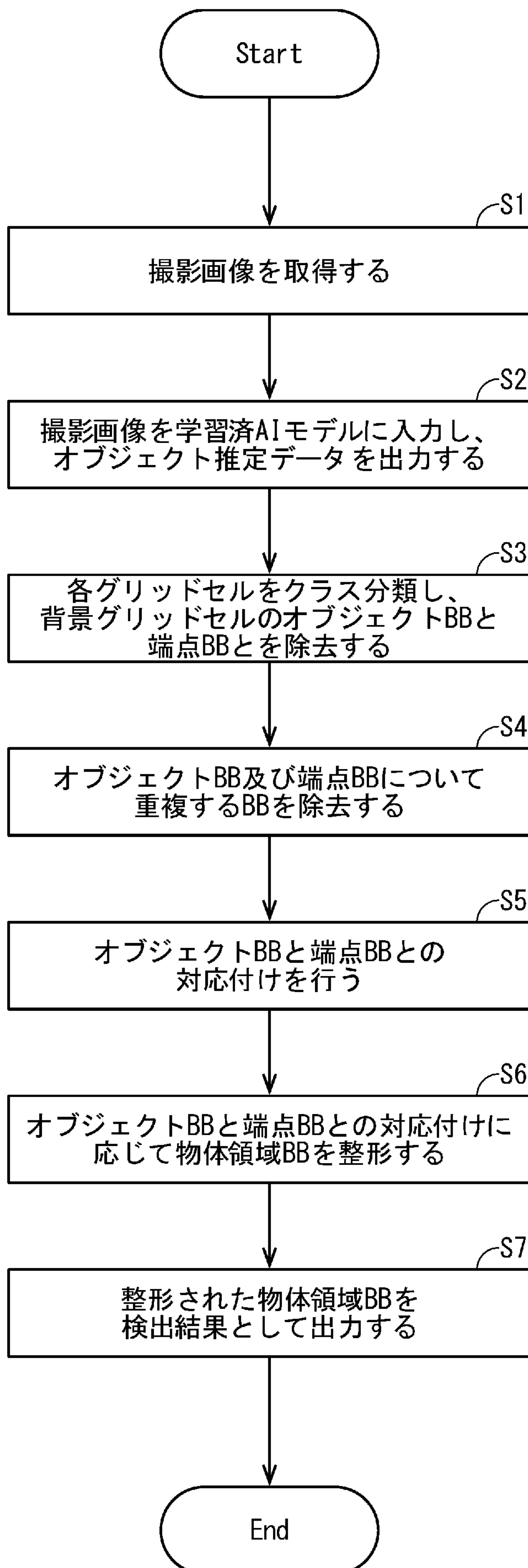
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/040222

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06T7/00(2017.01)i, G06T7/11(2017.01)i, G06N3/08(2006.01)i, H04N7/18(2006.01)i, G06T9/00(2006.01)i
 FI: G06T7/11, G06T7/00350C, G06T9/00200, G06N3/08, H04N7/18K
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 Int.Cl. G06T7/00, G06T7/11, G06N3/08, H04N7/18, G06T9/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2019-46007 A (PFU LTD.) 22 March 2019 (2019-03-22), paragraphs [0001]-[0079], fig. 1-14	1, 6, 11 2-5, 7-10
A	JP 2019-139497 A (HITACHI SOLUTIONS CREATE LTD.) 22 August 2019 (2019-08-22), entire text	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search
 20 November 2020

Date of mailing of the international search report
 08 December 2020

Name and mailing address of the ISA/
 Japan Patent Office
 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
 Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

 Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/040222

JP 2019-46007 A	22 March 2019	(Family: none)
JP 2019-139497 A	22 August 2019	(Family: none)

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>G06T 7/00(2017.01)i; G06T 7/11(2017.01)i; G06N 3/08(2006.01)i; H04N 7/18(2006.01)i; G06T 9/00(2006.01)i FI: G06T7/11; G06T7/00 350C; G06T9/00 200; G06N3/08; H04N7/18 K</p>														
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G06T7/00; G06T7/11; G06N3/08; H04N7/18; G06T9/00</p> <p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table> <p>国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年													
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 2019-46007 A（株式会社P F U） 22.03.2019（2019 - 03 - 22） 段落[0001]-[0079], 図1-14</td> <td>1, 6, 11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>段落[0001]-[0079], 図1-14</td> <td>2-5, 7-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2019-139497 A（株式会社日立ソリューションズ・クリエイト） 22.08.2019 （2019 - 08 - 22） 全文</td> <td>1-11</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	X	JP 2019-46007 A（株式会社P F U） 22.03.2019（2019 - 03 - 22） 段落[0001]-[0079], 図1-14	1, 6, 11	A	段落[0001]-[0079], 図1-14	2-5, 7-10	A	JP 2019-139497 A（株式会社日立ソリューションズ・クリエイト） 22.08.2019 （2019 - 08 - 22） 全文	1-11
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
X	JP 2019-46007 A（株式会社P F U） 22.03.2019（2019 - 03 - 22） 段落[0001]-[0079], 図1-14	1, 6, 11												
A	段落[0001]-[0079], 図1-14	2-5, 7-10												
A	JP 2019-139497 A（株式会社日立ソリューションズ・クリエイト） 22.08.2019 （2019 - 08 - 22） 全文	1-11												
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>														
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</p> <p>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p> </td> </tr> </table>			<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</p> <p>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</p>	<p>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>										
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</p> <p>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</p>	<p>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>													
<p>国際調査を完了した日</p> <p>20. 11. 2020</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>08. 12. 2020</p>													
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>岡本 俊威 5H 9178</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3531</p>													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/040222

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-46007 A	22.03.2019	(ファミリーなし)	
JP 2019-139497 A	22.08.2019	(ファミリーなし)	