

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7621102号
(P7621102)

(45)発行日 令和7年1月24日(2025.1.24)

(24)登録日 令和7年1月16日(2025.1.16)

(51)国際特許分類

G 0 6 T 7/20 (2017.01)

F I

G 0 6 T 7/20

請求項の数 26 (全26頁)

(21)出願番号 特願2020-204439(P2020-204439)
 (22)出願日 令和2年12月9日(2020.12.9)
 (65)公開番号 特開2022-91547(P2022-91547A)
 (43)公開日 令和4年6月21日(2022.6.21)
 審査請求日 令和5年12月11日(2023.12.11)

(73)特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74)代理人 110003281
 弁理士法人大塚国際特許事務所
 牟田 元
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 キヤノン株式会社内
 (72)発明者 馬場 康夫
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 キヤノン株式会社内
 審査官 伊知地 和之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

入力画像に検知線を設定する設定手段と、

前記設定手段により前記入力画像に設定される前記検知線の位置に基づいて、前記入力画像から、前記検知線を包含するように設定された1以上の部分画像の集合のそれぞれの配置を示す部分画像のパターンを抽出する抽出手段であって、抽出される部分画像のパターンが異なる複数の抽出方法を実行して部分画像の複数のパターンを抽出する前記抽出手段と、

前記複数の抽出方法が実行されることにより抽出される複数のパターンの1以上の部分画像のうち、いずれかのパターンの1以上の部分画像を選択する選択手段と、

前記選択手段により選択されるパターンの1以上の部分画像を用いて、前記設定手段により設定される検知線を通過する所定の物体の流量および通過の向きの少なくともいずれかを計測する計測手段と

を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

入力画像に検知線を設定する設定手段と、

前記設定手段により前記入力画像に設定される前記検知線の位置に基づいて、前記入力画像から1以上の部分画像を抽出する抽出手段であって、抽出される部分画像のパターンが異なる複数の抽出方法を実行する前記抽出手段と、

前記複数の抽出方法が実行されることにより抽出される複数のパターンの1以上の部分

画像のうち、いずれかのパターンの 1 以上の部分画像を、前記複数のパターンのそれぞれにおける部分画像の数に基づいて選択する選択手段と、

前記選択手段により選択されるパターンの 1 以上の部分画像を用いて、前記設定手段により設定される検知線を通過する所定の物体の流量および通過の向きの少なくともいずれかを計測する計測手段と

を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 3】

前記設定手段は、1 又は複数の検知線であって、折れ線、曲線、多角形、および、閉曲線のうち少なくともいずれかで表される検知線を設定することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の画像処理装置。 10

【請求項 4】

入力画像に検知線を設定する設定手段と、

前記設定手段により前記入力画像に設定される前記検知線の位置に基づいて、前記入力画像から 1 以上の部分画像を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段により抽出される 1 以上の部分画像を用いて、前記設定手段により設定される検知線を通過する所定の物体の流量および通過の向きの少なくともいずれかを計測する計測手段と

を有し、

前記設定手段は、1 又は複数の検知線であって、折れ線、曲線、多角形、および、閉曲線のうち少なくともいずれかで表される検知線を設定し、

前記抽出手段により実行される前記部分画像を抽出する抽出方法は、前記入力画像において前記検知線を含む領域のうち前記所定の物体が検出されない領域を除く領域に含まれる部分領域に対応する画像を前記部分画像として抽出する方法を含むことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 5】

入力画像に検知線を設定する設定手段と、

前記設定手段により前記入力画像に設定される前記検知線の位置に基づいて、前記入力画像から 1 以上の部分画像を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段により抽出される 1 以上の部分画像を用いて、前記設定手段により設定される検知線を通過する所定の物体の流量および通過の向きの少なくともいずれかを計測する計測手段と

を有し、

前記設定手段は、1 又は複数の検知線であって、折れ線、曲線、多角形、および、閉曲線のうち少なくともいずれかで表される検知線を設定し、

前記計測手段は、前記部分画像が複数であり、かつ、複数の前記部分画像のうち第 1 の部分画像と第 2 の部分画像とが重複する重複領域を有する場合、前記重複領域がなくなるように複数の前記部分画像のうちいずれかが移動された部分領域を用いて計測することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 6】

入力画像に検知線を設定する設定手段と、

前記設定手段により前記入力画像に設定される前記検知線の位置に基づいて、前記入力画像から 1 以上の部分画像を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段により抽出される 1 以上の部分画像を用いて、前記設定手段により設定される検知線を通過する所定の物体の流量および通過の向きの少なくともいずれかを計測する計測手段と

を有し、

前記設定手段は、1 又は複数の検知線であって、折れ線、曲線、多角形、および、閉曲線のうち少なくともいずれかで表される検知線を設定し、

前記計測手段は、前記部分画像が複数であり、かつ、複数の前記部分画像のうち第 1 の部分画像と第 2 の部分画像とが重複する重複領域を有する場合、前記重複領域を前記第 1

10

20

30

40

50

の部分画像または前記第2の部分画像から除外して計測することを特徴とする画像処理装置。

【請求項7】

前記抽出手段により実行される前記部分画像を抽出する抽出方法は、
前記検知線の位置に基づいて、前記入力画像に前記検知線を含む領域を設定し、
設定される前記領域に含まれる部分領域に対応する画像を前記部分画像として抽出する方法を含む
ことを特徴とする、請求項1乃至6のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項8】

前記抽出手段により実行される前記部分画像を抽出する抽出方法は、
前記入力画像に、複数の領域を、前記複数の領域の集合が前記検知線を包含するよう
に設定し、
前記複数の領域のうち前記検知線と交差する領域に含まれる部分領域に対応する画像
を、前記部分画像として抽出する方法を含む
ことを特徴とする、請求項7に記載の画像処理装置。

【請求項9】

前記抽出手段により実行される前記部分画像を抽出する抽出方法は、前記検知線を包含する
バウンディングボックスを包含するように前記複数の領域を設定する方法を含むことを
特徴とする、請求項8に記載の画像処理装置。

【請求項10】

前記抽出手段により実行される前記部分画像を抽出する抽出方法は、前記検知線に沿つて
配列される複数の領域に含まれる部分領域に対応する画像を前記部分画像として抽出する
方法を含むことを特徴とする、請求項1乃至9のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項11】

前記抽出手段により実行される前記部分画像を抽出する抽出方法は、前記領域の代表点
が前記検知線上に位置するように、前記複数の領域を設定する方法を含むことを特徴とす
る、請求項10に記載の画像処理装置。

【請求項12】

前記抽出手段により実行される前記部分画像を抽出する抽出方法は、ラスタライズされた
検知線を表す画素上に前記領域の代表点が位置するように、前記複数の領域を設定する
方法を含むことを特徴とする、請求項10又は11に記載の画像処理装置。

【請求項13】

前記抽出手段により実行される前記部分画像を抽出する抽出方法は、前記領域の代表点
が前記検知線の延長線上に位置するように、前記複数の領域を設定する方法を含むことを
特徴とする、請求項10乃至12のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項14】

前記代表点は、前記領域の境界線により表される図形の重心に対応する位置であることを
特徴とする、請求項11乃至13のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項15】

前記抽出手段により実行される前記部分画像を抽出する抽出方法は、前記入力画像において
前記検知線を含む領域のうち前記所定の物体が検出されない領域を除く領域に含まれる
部分領域に対応する画像を前記部分画像として抽出する方法を含むことを特徴とする、
請求項1乃至14のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項16】

前記抽出手段により実行される前記部分画像を抽出する抽出方法は、前記入力画像において
前記検知線を含み、中央領域と前記中央領域の周辺のマージン領域とから構成される
部分画像を抽出する方法を含み、

抽出される前記部分画像は、前記中央領域が互いに重複せずに隣接するように複数抽出され、

前記計測手段は、前記マージン領域を含む部分画像から検出される前記所定の物体の、

10

20

30

40

50

前記中央領域における流量および通過の向きの少なくともいづれかを計測することを特徴とする、請求項 1 乃至 1_5 のいづれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 17】

前記抽出手段により抽出される前記部分画像の大きさは、前記入力画像における前記部分画像を含む領域の位置、および、前記入力画像における前記所定の物体の大きさの少なくともいづれかに基づいて設定されることを特徴とする、請求項 1 乃至 1_6 のいづれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 18】

前記計測手段は、前記 1 以上の部分画像において検出される前記所定の物体の流量および通過の向きの少なくともいづれかを計測することを特徴とする、請求項 1 乃至 1_7 のいづれか 1 項に記載の画像処理装置。 10

【請求項 19】

前記計測手段は、前記部分画像が複数の場合、複数の部分画像のそれぞれについて独立に、前記部分画像において検出される前記所定の物体の流量および通過の向きの少なくともいづれかを計測することを特徴とする、請求項 1_8 に記載の画像処理装置。

【請求項 20】

前記計測手段は、前記部分画像が複数であり、かつ、複数の前記部分画像のうち第 1 の部分画像と第 2 の部分画像とが重複する重複領域を有する場合、前記重複領域がなくなるように複数の前記部分画像のうちいづれかが移動された部分領域を用いて計測する、または、前記重複領域を前記第 1 の部分画像または前記第 2 の部分画像から除外して計測する、ことを特徴とする、請求項 1 乃至 1_9 のいづれか 1 項に記載の画像処理装置。 20

【請求項 21】

入力画像に検知線を設定する設定工程と、

前記設定工程において前記入力画像に設定される前記検知線の位置に基づいて、前記入力画像から、前記検知線を包含するように設定された 1 以上の部分画像の集合のそれらの配置を示す部分画像のパターンを抽出する抽出工程であって、抽出される部分画像のパターンが異なる複数の抽出方法を実行して部分画像の複数のパターンを抽出する前記抽出工程と、

前記複数の抽出方法が実行されることにより抽出される複数のパターンの 1 以上の部分画像のうち、いづれかのパターンの 1 以上の部分画像を選択する選択工程と、 30

前記選択工程において選択されるパターンの 1 以上の部分画像を用いて、前記設定工程において設定される検知線を通過する所定の物体の流量および通過の向きの少なくともいづれかを計測する計測工程と

を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 22】

入力画像に検知線を設定する設定工程と、

前記設定工程において前記入力画像に設定される前記検知線の位置に基づいて、前記入力画像から 1 以上の部分画像を抽出する抽出工程であって、抽出される部分画像のパターンが異なる複数の抽出方法を実行する前記抽出工程と、

前記複数の抽出方法が実行されることにより抽出される複数のパターンの 1 以上の部分画像のうち、いづれかのパターンの 1 以上の部分画像を、前記複数のパターンのそれらにおける部分画像の数に基づいて選択する選択工程と、 40

前記選択工程において選択されるパターンの 1 以上の部分画像を用いて、前記設定工程において設定される検知線を通過する所定の物体の流量および通過の向きの少なくともいづれかを計測する計測工程と

を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 23】

入力画像に検知線を設定する設定工程と、

前記設定工程において前記入力画像に設定される前記検知線の位置に基づいて、前記入力画像から 1 以上の部分画像を抽出する抽出工程と、

50

前記抽出工程において抽出される 1 以上の部分画像を用いて、前記設定工程において設定される検知線を通過する所定の物体の流量および通過の向きの少なくともいずれかを計測する計測工程と
を有し、

前記設定工程では、1 又は複数の検知線であって、折れ線、曲線、多角形、および、閉曲線のうち少なくともいずれかで表される検知線が設定され、

前記抽出工程では、前記入力画像において前記検知線を含む領域のうち前記所定の物体が検出されない領域を除く領域に含まれる部分領域に対応する画像を前記部分画像として抽出することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 2 4】

10

入力画像に検知線を設定する設定工程と、

前記設定工程において前記入力画像に設定される前記検知線の位置に基づいて、前記入力画像から 1 以上の部分画像を抽出する抽出工程と、

前記抽出工程において抽出される 1 以上の部分画像を用いて、前記設定工程において設定される検知線を通過する所定の物体の流量および通過の向きの少なくともいずれかを計測する計測工程と

を有し、

前記設定工程では、1 又は複数の検知線であって、折れ線、曲線、多角形、および、閉曲線のうち少なくともいずれかで表される検知線が設定され、

前記計測工程では、前記部分画像が複数であり、かつ、複数の前記部分画像のうち第 1 の部分画像と第 2 の部分画像とが重複する重複領域を有する場合、前記重複領域がなくなるように複数の前記部分画像のうちいずれかが移動された部分領域を用いて計測することを特徴とする画像処理方法。

20

【請求項 2 5】

入力画像に検知線を設定する設定工程と、

前記設定工程において前記入力画像に設定される前記検知線の位置に基づいて、前記入力画像から 1 以上の部分画像を抽出する抽出工程と、

前記抽出工程において抽出される 1 以上の部分画像を用いて、前記設定工程において設定される検知線を通過する所定の物体の流量および通過の向きの少なくともいずれかを計測する計測工程と

を有し、

前記設定工程では、1 又は複数の検知線であって、折れ線、曲線、多角形、および、閉曲線のうち少なくともいずれかで表される検知線が設定され、

前記計測工程では、前記部分画像が複数であり、かつ、複数の前記部分画像のうち第 1 の部分画像と第 2 の部分画像とが重複する重複領域を有する場合、前記重複領域を前記第 1 の部分画像または前記第 2 の部分画像から除外して計測することを特徴とする画像処理方法。

30

【請求項 2 6】

コンピュータを、請求項 1 から 20 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置として機能させるためのプログラム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は画像処理装置、画像処理方法、及びプログラムに関し、特にビデオカメラ又は防犯カメラ等で撮像された動画像の解析技術に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、カメラ等で撮像された動画像から、撮影領域における計測対象の流れ、例えば人の流れである人流を解析する装置、より詳細には人の流れの量及び方向を解析する装置が提案されている。特許文献 1 は、画像を複数のパッチに分割し、各々のパッチ内で人物が

50

移動しているか滞留しているか等を判定する混雑推定装置を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2009-110152号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載の手法では、画像全体を用いて人流を解析するため、
画素数が多い高解像度の画像を用いると人流の解析にかかる時間が長くなる。

10

【0005】

本発明は、計測対象の流れを計測する際の処理負荷を軽減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一実施形態に係る画像処理装置は以下の構成を備える。すなわち、
入力画像に検知線を設定する設定手段と、

前記設定手段により前記入力画像に設定される前記検知線の位置に基づいて、前記入力
画像から、前記検知線を包含するように設定された1以上の部分画像の集合のそれぞれの
配置を示す部分画像のパターンを抽出する抽出手段であって、抽出される部分画像のパタ
ーンが異なる複数の抽出方法を実行して部分画像の複数のパターンを抽出する前記抽出手
段と、

20

前記複数の抽出方法が実行されることにより抽出される複数のパターンの1以上の部分
画像のうち、いずれかのパターンの1以上の部分画像を選択する選択手段と、

前記選択手段により選択されるパターンの1以上の部分画像を用いて、前記設定手段に
より設定される検知線を通過する所定の物体の流量および通過の向きの少なくともいずれ
かを計測する計測手段と

を有する。

【発明の効果】

【0007】

計測対象の流れを計測する際の処理負荷を軽減することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】画像処理装置のハードウェア構成の一例を示す図。

【図2】画像処理装置の機能構成の一例を示す図。

【図3】画像処理装置の処理の流れの一例を示す図。

【図4】検知線と交差する分割領域から部分画像を抽出する方法の一例を示す図。

【図5】様々な大きさの部分画像を抽出する方法の一例を示す図。

【図6】検知線に沿って部分画像を抽出する方法の一例を示す図。

【図7】検知線上に抽出領域を配置する方法の一例を示す図。

【図8】ラスタライズされた検知線上に抽出領域を配置する方法の一例を示す図。

40

【図9】検知線上に複数の抽出領域を配置する方法の一例を示す図。

【図10】延長された検知線上に抽出領域を配置する方法の一例を示す図。

【図11】様々な検知線に沿って部分画像を抽出する方法の一例を示す図。

【図12】抽出領域の配置順序と抽出される部分画像との関係を示す図。

【図13】最初に配置する抽出領域と抽出される部分画像との関係を示す図。

【図14】部分画像の抽出方法の探索方法の一例を示す図。

【図15】部分画像の抽出方法の評価方法の一例を示す図。

【図16】抽出領域の中央領域及びマージン領域を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

50

以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。なお、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。実施形態には複数の特徴が記載されているが、これらの複数の特徴の全てが発明に必須のものとは限らず、また、複数の特徴は任意に組み合わせられてもよい。さらに、添付図面においては、同一若しくは同様の構成に同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

【0010】

図1は、本発明の一実施形態に係る画像処理装置100のハードウェア構成例を示す。画像処理装置100は、制御部11、記憶部12、演算部13、入力部14、出力部15及びI/F部16を有する。

【0011】

制御部11は、画像処理装置100の全体を制御する装置である。記憶部12は、制御部11の動作に必要なプログラム及びデータを保持する。演算部13は、制御部11からの制御に基づき、必要な演算処理を実行する。例えば、演算部13は、後述するニューラルネットワーク演算を行ってもよい。入力部14は、ヒューマンインターフェースデバイス等であり、ユーザの操作による入力を取得する。出力部15は、ディスプレイ等であり、画像処理装置100が生成した処理結果等をユーザに提示する。

【0012】

I/F部16は、ユニバーサルシリアルバス、イーサネット（登録商標）、若しくは光ケーブル等の有線インターフェース、又はWi-Fi若しくはBluetooth（登録商標）等の無線インターフェースである。I/F部16を介して、他の装置を画像処理装置100に接続することができる。例えば、I/F部16にはカメラ等の撮像装置を接続することができ、I/F部16を介して画像処理装置100は撮像画像を取得することができる。別の例として、画像処理装置100は、I/F部16を介して処理結果を外部に送信することができる。さらなる例として、画像処理装置100は、動作に必要なプログラム又はデータ等をI/F部16を介して取得することができる。

【0013】

後述する画像処理装置100の機能は、例えば、プロセッサ（例えば制御部11）が、メモリ（例えば記憶部12）上のプログラムに従って動作することにより実現することができる。上記の記憶部12又はその他の記憶媒体は、このようなプログラムを格納することができる。もっとも、後述する画像処理装置100の少なくとも一部の機能は、専用のハードウェアによって実現されてもよい。また、本発明の一実施形態に係る画像処理装置は、例えばネットワークを介して接続された複数の装置によって構成されていてもよい。

【0014】

画像処理装置100は、一般的なコンピュータであってもよい。一方で、画像処理装置100はデジタルカメラ又はネットワークカメラ等の撮像装置であってもよい。また、画像処理装置100は、I/F部16及びインターネットのようなネットワークを介して接続された、コンピュータ又はスマートフォンのような情報処理装置から、ユーザの操作による入力を取得することができる。この際に、画像処理装置100は、ユーザの入力を要求するためのユーザインターフェースを生成し、このような情報処理装置へと表示のために送信してもよい。また、画像処理装置100は、このような情報処理装置へと、部分画像の抽出結果又は測定対象の流れの計測結果等の、画像処理装置100が生成した処理結果を出力することができる。

【0015】

図2は、本発明の一実施形態に係る画像処理装置100の機能構成例を示す。画像処理装置100は、機能構成として、取得部201、設定部202、抽出部203、及び計測部204を有している。本実施形態に係る画像処理装置は、動画像に基づいて計測対象の流れを計測することができる。近年はカメラの性能が向上し、解像度の高い画像を容易に得ることができるが、このような高解像度の画像サイズは大きくなる傾向があり、計測対象の流れを計測に時間がかかるしまう。この課題に対して、流量計測を行う位置の近傍に複数の部分画像を設定することによって高速な処理を実現する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

取得部 201 は、複数の画像を含む動画像を取得する。取得部 201 が取得した動画像に対して、計測対象の流れを計測するための解析が行われる。計測対象の流れとは、画像上で計測対象の流れであってもよいし、画像解析により推定される現実空間における計測対象の流れであってもよい。なお、解析の対象物（計測対象）は特に限定されず、人物、自転車若しくはバイク等の乗り物、車若しくはトラック等の車両、又は家畜等の動物等が挙げられる。

【 0 0 1 7 】

動画像とは、例えば、ストリーミング、動画ファイル、フレーム毎に保存された一連の画像ファイル、又はメディアに保存された動画等であり、これらは複数のフレーム画像を含んでいる。複数の画像のそれぞれは、例えば、同一の場所にある撮像装置により異なる時刻に撮像されていてもよい。取得部 201 は、CMOS センサー若しくは CCD センサー等の固体撮像素子、又はこれらの固体撮像素子を備えるカメラ等の撮像装置から動画像を取得することができる。また、取得部 201 は、ハードディスク若しくは SSD 等の記憶装置、又は記録メディア等から、動画像データを取得してもよい。

10

【 0 0 1 8 】

設定部 202 は、動画像に計測対象の流れを計測する位置を示す検知線を設定する。本実施形態においては、設定された検知線を通過する計測対象の流量、又は計測対象の流れの向きなどが計測される。流量とは、設定された検知線を通過する計測対象の総数、又は所定時間あたりの数であってもよい。

20

【 0 0 1 9 】

検知線の形状は特に限定されず、例えば、任意の折れ線、曲線、多角形、円形、若しくは橢円形、又は任意の閉曲線からなる図形であってもよい。検知線は、1 つであってもよいし、複数であってもよい。例えば、互いに連結しない複数の検知線が設定されてもよいし、互いに交差する複数の検知線が設定されてもよい。複数の検知線を設定した場合、それぞれの検知線を通過する計測対象の流れを計測することができる。

【 0 0 2 0 】

このような検知線は、取得部 201 が取得した画像に基づいて設定されてもよい。例えば、出力部 15 に表示された画像を参照しながら入力部 14 に接続されたヒューマンインターフェースデバイス等をユーザが操作することにより、ユーザによって設定された検知線を、設定部 202 は取得してもよい。また、設定部 202 は、ユーザが指定した領域に基づいて検知線を自動的に設定してもよい。具体例として、設定部 202 は、ユーザが指定した 1 つの領域の中央を通る線、又はユーザが指定した 2 つの領域の間を通る線を、検知線として設定することができる。さらに、設定部 202 は、入力部 14 に接続されたヒューマンインターフェースデバイスの代わりに、I/F 部 16 を介した操作に従って、検知線を設定してもよい。

30

【 0 0 2 1 】

さらなる別の方法として、設定部 202 は、記憶部 12、又は I/F 部 16 を介して接続された別の装置にあらかじめ格納されている設定値に従って、検知線を設定してもよい。

【 0 0 2 2 】

設定部 202 は、このように設定された検知線をユーザに対して表示してもよい。例えば、設定部 202 は、出力部 15、又は I/F 部 16 を介して接続される別の装置に、検知線の位置を示す情報を出力することができる。例えば、取得部 201 が取得した画像上に、検知線を重畠して表示することができる。

40

【 0 0 2 3 】

抽出部 203 は、設定部 202 が設定した検知線の近傍に設定された複数の部分画像を、取得部 201 が取得した動画像における複数の画像のそれこれから抽出する。こうして抽出された部分画像が、流れの計測に用いられる。具体的な抽出方法については後述する。

【 0 0 2 4 】

なお、抽出部 203 は、部分画像抽出処理の結果、例えば、抽出された部分画像、又は

50

取得部 201 が取得した画像における部分画像の位置等を、ユーザに向けて表示してもよい。また、抽出部 203 は、設定部 202 と連携することにより、入力部 14 に接続したヒューマンインターフェースデバイス等をユーザが操作することで検知線が設定されると、検知線に基づく部分画像抽出処理の結果をユーザに向けて表示してもよい。設定部 202 は、出力部 15、又は I/F 部 16 を介して接続される別の装置に、抽出処理の結果を出力することができる。図 4 (A) ~ (B)、図 5 (A) ~ (D)、及び図 6 (A) ~ (B) には、検知線及び部分画像抽出処理の結果表示例が示されている。

【 0025 】

計測部 204 は、部分画像を用いて、検知線を通る計測対象の流れを計測する。すなわち、計測部 204 は、設定部 202 が設定した検知線及び抽出部 203 が抽出した部分画像に基づいて、計測対象の流れを計測することができる。例えば、計測部 204 は、検知線によって区切られる一方の領域から他方の領域へと、検知線を交差して移動した計測対象の流量を計測することができる。また、検知線が所定の領域を囲む閉曲線である場合、計測部 204 は、この領域へと流入する計測対象の流量と、この領域から流出する計測対象の流量とを計測することができる。

10

【 0026 】

流れの計測のためには様々な方法を利用することができる。例えば、計測対象の人物を検出して追尾する方法や、計測対象の人物の位置、移動方向、及び移動速度などを推定して流量を直接求める方法などが挙げられる。このような計測方法を実現するためのアルゴリズムとしては、例えば、マッチング法、オプティカルフローを用いた方法、機械学習を用いた方法、及びニューラルネットワークを用いた方法が挙げられる。また、これらの方 20 法を複数組み合わせて用いることもできる。

20

【 0027 】

流れの計測のためには、部分画像を単独で用いてもよいし、複数の部分画像を同時に用いてもよい。複数の部分画像を用いる場合は、同一時刻における部分画像を用いてもよいし、異なる時刻における部分画像を用いてもよい。

【 0028 】

計測部 204 による具体的な処理方法としては、例えば以下の方法が挙げられる。まず、計測部 204 は、時刻 t_1 における各部分画像をニューラルネットワークに入力することにより、時刻 t_1 における検知線周辺の計測対象の位置を推定する。同様に、計測部 204 は、時刻 t_2 における各部分画像をこのニューラルネットワークに入力することにより、時刻 t_2 における検知線周辺の計測対象の位置も推定する。このニューラルネットワークは、画像から画像中の計測対象（例えば人物の頭部）の位置を推定するように学習しておくことができる。また、推定精度が向上する別の方法として、画像から画像中の計測対象の密度分布を推定するように学習されたニューラルネットワークと、密度分布から計測対象の位置を推定するように学習されたニューラルネットワークと、を組み合わせて用いてもよい。このような方法により、計測部 204 は、異なる領域のそれぞれについて独立に、この領域から抽出された部分画像を用いて、それぞれの領域における計測対象の位置を推定することができる。

30

【 0029 】

次に、計測部 204 は、時刻 t_1 における計測対象の推定位置と、時刻 t_2 における計測対象の推定位置とのマッチングを行うことにより、時刻 t_1 から時刻 t_2 の間の計測対象の軌跡を推定する。マッチング手法としては、マッチングさせる計測対象間の距離に応じたコストを最小化する方法を用いることができ、例えばハンガリアンマッチング法を用いることができる。こうして推定された軌跡が検知線と交差する場合に、1つの計測対象が検知線を通過したと判定することができる。このようなマッチング処理及び軌跡の推定は、それぞれの部分画像から検出された計測対象の位置に基づいて、同時に行ってもよい。

40

【 0030 】

もっとも、流れの計測方法は上記の方法には限定されない。計測部 204 は、異なる領域のそれぞれについて独立に、この領域から抽出された部分画像を用いて、それぞれの領

50

域における計測対象の軌跡を推定し、又は計測対象の流れを計測してもよい。例えば、計測部 204 は、部分画像ごとに計測対象の位置を推定するだけでなく、部分画像ごとに計測対象の軌跡を推定してもよい。また、時刻 t_1 及び時刻 t_2 における同位置の部分画像をニューラルネットワークに入力し、計測対象の位置、移動方向、及び移動速度などを推定することにより、計測対象の流れを推定してもよい。

【0031】

本実施形態に係る画像処理装置 100 の処理例を、図 3 を参照して説明する。以下では、人物の流量計測（人流計測）を行う例について説明するが、他の計測対象が用いられてもよいし、流れ方向などの流れの他の指標が計測されてもよい。

【0032】

ステップ S301において、取得部 201 は上記のように動画像を取得する。なお、取得部 201 は、撮像装置又は記憶装置等の他の装置から、動画像を構成するフレーム画像を順次取得してもよい。

【0033】

ステップ S302において、設定部 202 は上記のように検知線を設定する。

【0034】

ステップ S303において、抽出部 203 は、設定部 202 が設定した検知線に基づいて、取得部 201 が取得した画像から部分画像を抽出する。具体的な抽出方法については後述する。

【0035】

ステップ S304において、計測部 204 は、設定部 202 が設定した検知線及び抽出部 203 が抽出した部分画像に基づいて、上記のよう人流を計測する。

【0036】

（部分画像の抽出方法）

以下、ステップ S303において、抽出部 203 が部分画像を抽出する方法について詳しく説明する。以下では、取得部 201 が取得した、動画像における 1 つの画像（例えば動画像の 1 フレーム）のことを入力画像と呼ぶ。入力画像から部分画像を抽出する方法は特定の方法に限られない。例えば、抽出部 203 が検知線の近傍領域を部分画像として抽出し、計測部 204 がこの部分画像に基づいて計測を行うことにより、計測部 204 が入力画像全体に基づいて計測を行う場合よりも処理負荷を軽減することができる。一実施形態において、抽出部 203 は、検知線の全体が含まれるように、入力画像の一部である部分画像を抽出する。もっとも、全ての部分画像が検知線を含んでいる必要はない。計測部 204 が用いる計測方法によっては、検知線に近い領域から抽出した部分画像をさらに用いることにより、流量の計測精度が向上するかもしれない。

【0037】

また、上述のとおり、計測部 204 による計測処理の少なくとも一部（例えば人物の位置推定又は流量推定処理）が、複数の部分画像のそれぞれを単位として行われてもよい。このため、入力画像から複数の部分画像を抽出してもよい。例えば、抽出部 203 は、動画像における複数の画像のうちの 1 つの画像から、検知線の位置に基づく数の部分画像を抽出することができる。すなわち、一実施形態においては、設定された検知線によって異なる数の部分画像が抽出される。この場合、抽出部 203 は、検知線の各部分が、複数の部分画像のいずれかに含まれるように、それぞれが入力画像の一部である複数の部分画像を抽出することができる。

【0038】

計測部 204 は、所定のサイズの画像を対象として、計測処理の少なくとも一部（例えば人物の位置推定又は流量推定処理）を行ってもよい。例えば、計測部 204 がニューラルネットワークを用いて人物の位置推定を行う場合、このニューラルネットワークには一定のサイズの部分画像を入力することができる。このため、一実施形態において、抽出部 203 は、設定に従うサイズの部分画像を抽出する。後述するように、部分画像のサイズは、部分画像が抽出される入力画像上の位置に応じて異なっていてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 9 】

一方で、抽出される部分画像の数を減らすことにより、計測部 204 による計測処理の負荷をより軽減することができる。例えば、部分画像間の重複部分を減らすことにより、検知線の各部分が部分画像のいずれかに含まれるようにしながら、部分画像の数を減らすことができる。

【 0 0 4 0 】

さらには、上述のように、設定部 202 は様々な形状の検知線、複数の検知線、又は交差する検知線を設定するかもしれない。抽出部 203 は、このような様々な検知線に対応して部分画像を抽出することが望まれる。

【 0 0 4 1 】

抽出部 203 が部分画像を抽出する方法が上記の要件の全てを満たす必要はないが、以下では、部分画像を抽出するためのいくつかの方法を説明する。以下の方法では、抽出部 203 は、検知線の位置に基づいて動画像の画像領域中に 1 以上の抽出領域を設定する。そして、抽出部 203 は、複数の画像のうちの 1 つの画像において抽出領域のそれぞれに含まれる部分を、それぞれ部分画像として抽出することができる。

【 0 0 4 2 】

この際に、抽出部 203 は、1 以上の抽出領域の集合が検知線を包含するように抽出領域を設定する。このように抽出領域を設定することにより、検知線を通過する計測対象をいずれかの部分画像を用いて検出することが可能になる。一方で、1 以上の抽出領域の集合が検知線の全体を包含することは必須ではない。例えば、検知線上には、人物等の計測対象が検出されない、遮蔽物又は障害物等の部分が存在するかもしれない。抽出部 203 は、このように、計測対象が検出されない部分を検出することができる。この場合、計測対象が検出されない部分に抽出領域を設定する必要はない。このため、抽出部 203 は、1 以上の抽出領域の集合が、検知線のうちを計測対象が検出されない部分として設定された部分を除く部分を包含するように、抽出領域を設定してもよい。

【 0 0 4 3 】

なお、以下では、抽出領域が矩形である場合について説明するが、抽出領域の形状は特に限定されない。また、複数の抽出領域のそれぞれが互いに異なる形状を有していてもよい。

【 0 0 4 4 】

図 4 (A) ~ (B) は、検知線に基づいて、それぞれ一定のサイズを有する 1 以上の部分画像を抽出する方法を示す。これらの例においては、動画像の画像領域中に、複数の領域が設定される。例えば、入力画像又はその一部に複数の領域を設定することができる。この複数の領域の集合は、検知線を包含している。そして、複数の領域のうち検知線が交差する領域が抽出領域として設定される、この抽出領域から、部分画像が抽出される。

【 0 0 4 5 】

図 4 (A) の例においては、入力画像 400 が一定サイズの格子状の領域へと区切られている。この場合、抽出部 203 は、検知線が通る格子（すなわち抽出領域）のそれぞれから部分画像を抽出することができる。

【 0 0 4 6 】

図 4 (B) において、抽出部 203 は、検知線 402 を包含するバウンディングボックス 403 を設定する。図 4 (B) の例におけるバウンディングボックス 403 は、縦方向及び横方向が入力画像 400 と一致しており、検知線 402 を包含する最小の矩形である。また、図 4 (B) の例では、バウンディングボックス 403 が一定サイズの格子状に区切られている。この場合、抽出部 203 は、検知線が通る格子（抽出領域）のそれから部分画像を抽出することができる。

【 0 0 4 7 】

これらの図 4 (A) ~ (B) の方法によれば、様々な検知線に対応して、部分画像を抽出することができる。なお、図 4 (A) ~ (B) では入力画像 400 又はバウンディングボックス 403 が正方格子に区切られたが、領域の形状は特に限定されない。また、それ

10

20

30

40

50

その領域のサイズは予め設定されていてもよいし、領域の個数（縦×横）が予め設定されていてもよい。さらには、各領域の大きさ又は形状は互いに異なっていてもよい。このような構成は、図5に示すような他の例でも採用することができる。

【0048】

図4(A)～(B)の例では、入力画像400又はバウンディングボックス403の各位置は複数の格子のいずれかに含まれている。すなわち、各格子は入力画像400又はバウンディングボックス403を包含するように敷き詰められている。一方で、各格子が入力画像400又はバウンディングボックス403の外側の領域を含んでいてもよいし、各格子が互いに重複していてもよい。このように、一実施形態においては、複数の領域の集合が、バウンディングボックス403を包含し、動画像の画像領域のうちの一部となるよう、複数の領域（例えば格子状の領域）が設定され、これらの領域から抽出領域が選択される。

10

【0049】

また、入力画像400又はバウンディングボックス403の全体を複数の領域へと区切る必要はない。一例として、入力画像400又はバウンディングボックス403のうち流量の解析に必要な部分、例えば人が通過できない障害物が存在する領域以外の部分のみを、複数の領域へと区切ってもよい。このような構成も、図5に示すような他の例で採用することができる。

20

【0050】

図5(A)～(I)は、入力画像内の位置に応じて異なるサイズの部分画像を抽出する例を示す。例えば、部分画像が抽出される抽出領域の大きさは、抽出領域が設定される画像上の位置、又は抽出領域における画像上の計測対象の大きさに応じて設定することができる。

30

【0051】

具体例として、カメラ等で撮影された入力画像上では、位置により人物（計測対象）の大きさが異なることがある。この場合、抽出領域の大きさと、抽出領域における画像上の人物（計測対象）の大きさとの比がほぼ一定となるように、各抽出領域の大きさを決定することができる。この場合、それぞれの部分画像を一定サイズの画像にリサイズし、リサイズ後の画像に基づいて計測部204が人流を計測することができる。このような構成によれば、計測部204が計測に用いる各画像に含まれる人物の大きさをほぼ一定にできるため、計測の精度を向上できる。このような構成は、例えば計測部204がニューラルネットワークに一定のサイズの画像を入力することにより流量の計測を行う場合に用いることができる。

40

【0052】

人物の大きさは、例えば、人物の頭部と肩を包含する部分の大きさ、人物の頭部の大きさ、又は人物の全身の大きさ等であってもよい。抽出領域の大きさは、抽出領域の位置に写っている人物の大きさに応じて決定されてもよく、この場合実際の人物の大きさに関わらず抽出領域の大きさと人物の大きさとの比を一定にすることができます。特定の位置における人物の大きさは、例えば入力画像に対する人物認識処理により検出された、この位置近傍の人物の大きさを用いて決定することができる。

【0053】

また、カメラからより遠い被写体が写る位置（例えば入力画像の上方）においては人物は小さく写り、カメラにより近い被写体が写る位置（例えば入力画像の下方）においては人物はより大きく写る。このため、抽出領域の大きさは、抽出領域の位置に応じて決定されてもよく、例えば入力画像の上方ではより小さく、下方ではより大きくなっていてよい。

【0054】

図5(A)は、入力画像500を様々なサイズの矩形領域に区切り、検知線501と交差する領域から部分画像を抽出する例を示す。また、図5(B)は、図4(B)と同様に設定された検知線502を包含するバウンディングボックス503を様々なサイズの矩形

50

領域に区切り、検知線 502 と交差する領域から部分画像を抽出する例を示す。図 5 (A) 及び (B) では、領域の大きさと人物の大きさの比がほぼ一定となるように複数の領域が設定されている。図 5 (A) に示す複数の領域の位置及びサイズは予め設定されていてもよい。また、図 5 (B) に示す領域は、バウンディングボックス 503 の下端に沿って矩形領域群を横方向に配列し、その上にさらなる矩形領域群を横方向に配列することを繰り返すことにより、設定されてもよい。この場合、それぞれの矩形領域の大きさは、矩形領域群の近傍に移る人物の大きさ、又は矩形領域群の縦方向の位置に応じて設定することができる。

【0055】

図 5 (B) に示す検知線 502 を図 5 (C) の検知線 504 のように延長した場合、検知線 504 を包含するように領域の大きさを変更する方法が考えられる。一方で、図 5 (D) のように、延長された検知線 504 の位置に応じた大きさの領域で検知線 504 を包含することにより、延長の前後で部分画像の大きさと人物の大きさとの比を保つことができる。

10

【0056】

図 5 (D) のように検知線 502 を延長した場合等において、配列された領域群が占める領域が、延長された検知線 504 を包含するバウンディングボックス 506 よりも大きくなることがある。この場合、領域群とバウンディングボックス 506 との相対的位置関係は、領域群がバウンディングボックス 506 を包含するように任意に定めることができる。

20

【0057】

一方で、領域群とバウンディングボックス 506 との相対的な位置関係の設定方法の例としては、以下の図 5 (E) ~ (I) に示す方法が挙げられる。これらの例では、領域群の境界とバウンディングボックスの境界との間の距離を示す、上部マージン 507、下部マージン 508、左部マージン 509、又は右部マージン 510 に基づいて、相対的な位置関係が設定されている。

【0058】

ステップ S304 における流量計測では、部分画像からの計測対象となる人物の検出結果を用いることができる。人物の検出は、部分画像が持つ情報を元に行われるため、検出に利用可能な情報量が多いほど人物の検出精度が上がり、流量計測の精度も上がると期待される。ここで、人物の検出精度が最も高くなるのは部分画像の中央である。一方で、部分画像の境界を越えた領域からの情報は利用できないため、部分画像の中央から離れるにつれて人物の検出に利用可能な情報量が少なくなり、検出精度が下がる傾向がある。したがって、ステップ S304 における流量計測の精度は、部分画像の境界に近い領域において低くなる傾向がある。上記のようなマージンをバウンディングボックスの周囲に均等に設け、検知線を部分画像の境界から可能な限り離すことにより、検知線付近における人物の検出精度が向上し、流量計測の精度も向上することが期待される。

30

【0059】

例えば図 5 (E) では、上部マージン 507 と下部マージン 508 との幅が等しくなり、かつ、左部マージン 509 と右部マージン 510 との幅が等しくなるように、領域群の位置が設定されている。

40

【0060】

また、図 5 (F) の例では、左部マージン 509 と右部マージン 510 との幅が等しく、かつ、上部マージン 507 と下部マージン 508 との幅の比が、上端に位置する領域と下端に位置する領域との大きさの比と一致している。ここで、上端に位置する領域としては、バウンディングボックス 506 の上辺の中央に位置する領域 511 を用いることができる、下端に位置する領域としては、バウンディングボックス 506 の下辺の中央に位置する領域 512 を用いることができる。図 5 (G) は、バウンディングボックス 506 の上辺及び下辺の中点が、2つの領域の境界に位置する場合を示している。この例でも、上部マージン 507 と下部マージン 508 との幅の比が、上端に位置する領域と下端に位置す

50

る領域との大きさの比と一致している。図5(G)の場合、上端に位置する領域の大きさとして、バウンディングボックス506の上辺の中央に位置する領域516又は領域517の大きさを用いることができる。別の例として、上端に位置する領域の大きさとして、領域516の大きさと領域517の大きさとから決定される大きさ、例えば平均の大きさを用いてもよい。同様に、下端に位置する領域の大きさとしては、バウンディングボックス506の上辺の中央に位置する領域518若しくは領域519の大きさ、又は領域518の大きさと領域519の大きさとから決定される大きさを用いることができる。

【0061】

図5(H)ではバウンディングボックス506の下辺の中点が2つの領域の境界に位置しており、図5(I)ではバウンディングボックス506の上辺の中点が2つの領域の境界に位置している。図5(H)の例では、上部マージン507の幅は図5(F)の例と同様に、下部マージン508の幅は図5(G)の例と同様に決めることができる。また、図5(I)の例では、上部マージン507の幅は図5(G)の例と同様に、下部マージン508の幅は図5(F)の例と同様に決めることができる。

10

【0062】

図4～5の例では、設定された複数の領域のうち、検知線と交差する領域から、部分画像が抽出された。一方で、抽出部203は、検知線に沿って1以上の抽出領域が配列するように、1以上の抽出領域を設定し、設定された抽出領域のそれぞれから部分画像を抽出してもよい。

【0063】

図6(A)～(B)は、このような抽出方法の一例を示す。これらの例においては、複数の抽出領域の集合が検知線601を包含するように、複数の抽出領域が設定されている。図6(A)では同じ形状の複数の抽出領域が検知線601に沿って配列されており、図6(B)では大きさが変化する複数の抽出領域が検知線601に沿って配列されている。図6(B)における各抽出領域の大きさは、図5(A)～(I)と同様に、抽出領域から抽出される部分画像の大きさと人物の大きさの比がほぼ一定となるように設定することができる。

20

【0064】

このように検知線に沿って抽出領域を配列する構成によっても、検知線上を通過する計測対象の人物を漏れなく計測できるように、検知線を隙間なく包含する抽出領域群を設定することができる。このような構成によれば、様々な検知線に対応することが可能でないながらも、抽出される部分画像の数が少なくなり、計測部204による部分画像を用いた計測処理が高速になることが期待される。

30

【0065】

検知線を包含するように抽出領域群を設定する際には、例えば図7(A)に示すように、抽出領域のそれぞれが検知線700を含むように、抽出領域を配置することができる。図7(A)には、検知線700の端点を含むように配置された抽出領域701、及び検知線700の途中に配置された抽出領域702が示されている。

【0066】

抽出領域が検知線700を含むという制約の下では、様々な抽出領域の設定方法が考えられる。具体的な設定方法としては、抽出領域の代表点が検知線700上に位置するように抽出領域を配置する方法が挙げられる。抽出領域の代表点は、抽出領域に対して所定の相対位置にある点として定義できる。図7(B)の例では、抽出領域703の境界線からなる図形の代表点704が定義され、この代表点704が検知線700上に位置するように、抽出領域703が設定されている。この例では、抽出領域703の代表点704として、抽出領域703の境界線で形成される図形の重心が用いられている。もっとも、代表点は重心には限定されず、頂点又は辺の中点等であってもよい。さらに、抽出領域の代表点は1つには限られず、各抽出領域が複数の代表点を有していてもよい。このように抽出領域の代表点と検知線700との関係に基づく制約を用いることにより、抽出領域の配置決定を容易とすることができる。

40

50

【 0 0 6 7 】

検知線上に抽出領域の代表点を配置する方法は特に限定されない。例えば、検知線が数学的な方程式、例えば、直線、代数曲線、又はスプライン曲線のような区分多項式等で記述される場合は、抽出領域の代表点の座標がこれらの方程式を満たすように抽出領域を配置することができる。また、検知線上のいくつかの点の座標を格納する表を参照する方法も挙げられる。この場合、表に含まれていない検知線上の点の座標は、近傍の点の座標から補間等により求めることができる。このような表を用いる場合、抽出領域の代表点の座標が、表に基づいて得られる検知線上の座標と一致するように、抽出領域を配置することができる。

【 0 0 6 8 】

さらに別の方法として、ラスタライズされた検知線を表す画素上に、抽出領域の代表点が位置するように、抽出領域を設定することもできる。図 8 (A) の例では、検知線が格子点上にラスタライズされ、抽出領域の代表点がこうして得られた格子点と一致するよう 10 に、抽出領域が配置されている。ラスタ画像である入力画像は、画素が格子点上に並んだ構造を有している。したがって、抽出領域を格子点に基づいて定義し、ラスタライズされた検知線上に抽出領域の代表点を配置することにより、図 8 (B) に示すように検知線を包含するように抽出領域群を敷き詰めることができる。ラスタライズに用いるアルゴリズムは特に限定されない。また、ラスタライズの結果において、各画素における濃淡又は色相等の画素値に違いがある場合は、画素値に応じて格子点に抽出領域の代表点を配置するかどうかを決定してもよいし、画素値の大きさにかかわらず格子点に抽出領域の代表点を配置してもよい。図 8 (A) ~ (B) には検知線が線分である例が示されているが、このような手法は、検知線が数学的な方程式で表されるかどうかにかかわらず、例えば検知線が折れ線又は曲線等の任意の形状を有する場合であっても、適用可能である。

【 0 0 6 9 】

図 9 (A) ~ (E) は、検知線に沿って抽出領域を配置する方法の具体例を示す。ここでは、抽出領域の代表点が検知線上に位置するように抽出領域を配置する場合について説明する。図 9 (A) では、検知線 9 0 0 上に既に置かれている抽出領域 9 0 1 に隣接し、抽出領域の代表点である重心が検知線 9 0 0 上に位置するように、抽出領域 9 0 2 が新たに配置されている。この抽出領域 9 0 2 は、検知線 9 0 0 の一部を包含している。図 9 (B) では、検知線 9 0 0 上に既に置かれている抽出領域 9 0 3 に隣接し、抽出領域の代表点である左辺中点が検知線 9 0 0 上に位置するように、抽出領域 9 0 4 が新たに配置されている。この抽出領域 9 0 4 も、検知線 9 0 0 の一部を包含している。

【 0 0 7 0 】

検知線の形状によっては、上記の方法で抽出領域を配置した場合に、検知線の全体を抽出領域群で包含できない場合がある。例えば、代表点として重心のみが用いられている図 9 (C) の例では、検知線 9 0 5 上に既に置かれている抽出領域 9 0 6 に隣接するように抽出領域 9 0 7 を配置すると、検知線を包含できない。このような場合には、他の代表点が検知線 9 0 5 上に位置するように、新しい抽出領域を配置することができる。例えば、図 9 (D) の例のように、抽出領域 9 0 8 の代表点の 1 つである左辺中点が検知線 9 0 5 上に位置するように、抽出領域 9 0 6 に隣接する抽出領域 9 0 8 を配置することができる。この例では、さらに、代表点である重心が検知線 9 0 5 上に位置するように、抽出領域 9 0 8 に隣接する抽出領域 9 0 9 がさらに配置されている。

【 0 0 7 1 】

また、図 9 (C) の例において、抽出領域群で検知線を包含できるように、他の抽出領域に隣接するさらなる抽出領域をさらに設定してもよい。例えば、図 9 (E) のように、包含できなかつた検知線 9 0 5 を含むように抽出領域 9 1 0 を配置してもよい。この例では、抽出領域 9 1 0 の配置は抽出領域 9 0 6 と抽出領域 9 0 7 によって一意に決まる。この場合には、抽出領域 9 1 0 の代表点を用いる必要はない。

【 0 0 7 2 】

さらなる例として、抽出部 2 0 3 は、抽出領域の代表点が検知線の延長線上に位置する

10

20

30

40

50

ように、抽出領域を設定してもよい。このように、検知線の少なくとも一部を仮想的に延長し、仮想的に延長した検知線に沿って抽出領域を配置することにより、検知線の全体を包含するように抽出領域群を配置することもできる。図10(A)では、検知線1000に沿って、抽出領域1001、抽出領域1002、及び抽出領域1003が配置されている。さらに、検知線1000を仮想的に延長することで得られた線1005に沿って、抽出領域1004も配置されている。この例では、抽出領域1004の代表点が線1005上に位置するように、抽出領域1004が配置されている。この例では、4つの抽出領域で検知線1000が包含される。このような方法によれば、検知線の長さが足りない場合でも、検知線を包含するように抽出領域群を敷き詰めることができる。

【0073】

また、図10(B)の例では、折れ線である検知線1006上に抽出領域1007を配置した後、検知線1006を構成する1つの線分を仮想的に延長した線1008上に沿って抽出領域1009が配置され、さらに抽出領域1010が配置されている。

【0074】

検知線を仮想的に延長する方法は特に限定されないが、例えば、線分である検知線は、線分と同じ方向に延長することができる。また、曲線である検知線は、検知線の端点における接線に沿って延長してもよいし、別の任意の線分を結合することにより延長してもよい。

【0075】

上述のように、検知線上に、人物等の計測対象が検出されない、遮蔽物又は障害物等の部分が存在する場合、このような部分には抽出領域が配置されなくてもよい。例えば、遮蔽物又は障害物等の部分の大きさだけ、抽出領域の間に間隔が空いていてもよい。

【0076】

検知線の形状によっては、上記の手法に従って抽出領域を配置すると、抽出領域同士が重なるかもしれない。例えば、抽出領域Aを配置し、その後に代表点が検知線上に位置するように抽出領域Bを配置すると、抽出領域Aと抽出領域Bとが互いに重なることがある。図11(A)の例では、4つの線分からなる四角形である検知線1100に沿って、抽出領域1101から開始して、反時計周りに抽出領域が配置されている。そして、最後の抽出領域1102は、検知線1100を構成する1つの線分の延長線上に配置されている。この例では、抽出領域1101と抽出領域1102の重複領域1103が生じてあり、重複領域1103は検知線1100の一部を含んでいる。

【0077】

このような場合、抽出領域1101と抽出領域1102との重なり幅だけ、抽出領域1102を移動することにより、抽出領域の重複を解消することができる。図11(B)のように、最後に配置した抽出領域1102を、抽出領域1102の直前に配置された抽出領域1104との接触を保ちながら、重なり幅だけ上方向にずらしている。このような処理により、重複領域1103を無くすことができ、重複領域1103に計測対象となる人物が存在する場合であっても、重複領域1103における二重の流量計測が行われることを防ぐことができる。

【0078】

別の手法として、抽出領域同士が重なっている場合、入力部14に接続されたヒューマンインターフェースデバイス等を介した、又はI/F部16を介したユーザの指示に従って抽出領域を移動させることで、抽出領域の重複を解消してもよい。

【0079】

一方で、抽出領域同士が互いに重なることが避けられない場合もある。例えば、図11(C)のように、検知線1105に沿って、抽出領域1107から開始して反時計周りに抽出領域を配置した場合、最後の抽出領域1108を動かしても抽出領域の重なりを解消できない。

【0080】

このように、第1の部分画像と第2の部分画像とが重複部分を有する場合、計測部20

10

20

30

40

50

4は、第1の部分画像又は第2の部分画像において重複部分を計測対象から除外することができる。例えば、ステップS304における流量計測において、互いに重なっている抽出領域の一方からの部分画像全体を用いる一方で、他方からの部分画像のうち重複領域に相当する部分は使わない方法を採用することができる。部分画像中の重複領域を流量計測で使わないための方法としては、例えば、部分画像の重複領域を、ステップS304において人物（計測対象）として認識されないパターンで塗りつぶす方法が挙げられる。このようなパターンとしては、黒又は白等の単色パターンのような、人物様の形状を認識できないパターンが挙げられる。このようなパターンで塗りつぶされた領域からは、人物様の形状が認識されないため、この領域内の画像から人流が計測されることはない。

【0081】

図11(C)の例では、抽出領域1107からの部分画像がそのまま用いられる一方で、抽出領域1108からの部分画像のうち重複領域1109の部分を黒で塗りつぶすことができる。重複領域1109に計測対象となる人物が存在する場合、抽出領域1107からの部分画像において、重複領域1109の部分から人物を認識できる。一方で、抽出領域1108からの部分画像においては、重複領域1109が黒で塗りつぶされているので、この人物は認識されない。このような構成により、重複領域1109に計測対象となる人物が存在しても、この人物が複数の部分画像において重複して認識されること、及びこの人物が重複して計測されることを防ぐことができる。

【0082】

別 の 方法 と し て 、 抽 出 部 203 は 、 重 複 領 域 1109 の 位 置 を 計 測 部 204 に 入 力 す るこ と が 可 さ く 。 この 場 合 、 計 測 部 204 は 、 重 複 領 域 に お い て 人 物 を 重 複 し て 計 測 し な いよ う に 、 流 れ の 計 測 を 行 う こ と が 可 さ く 。 例 え ば 、 計 測 部 204 は 、 抽 出 領 域 1108 か ら の 部 分 画 像 に 対 す る 檢 出 結 果 の う ち 、 重 複 領 域 1109 か ら の 檢 出 結 果 を 除 除 す るこ と に よ り 、 人 物 が 重 複 し て 計 測 さ れ る こ と を 防 ぐ こ と が 可 さ く 。

【0083】

一 方 で 、 図 11(D) に 示 す よ う に 、 重 複 領 域 が 檢 知 線 を 含 ま ない 場 合 は 、 重 複 領 域 の存 在 に 由 る 流 量 計 測 へ の 影 韻 は 小 さ い と 考 え ら れ る 。 この た め 、 互 い に 重 な っ た 抽 出 領 域 か ら の 部 分 画 像 を 、 ス テ ッ プ S304 に お け る 流 量 計 測 に お い て そ の ま ま 用 い る こ と が 可 さ く 。

【0084】

な お 、 こ の よ う に 部 分 画 像 が 重 複 領 域 を 含 ん で い る 場 合 、 抽 出 部 203 は 、 出 力 部 15 、 又 は I/F 部 16 を 介 し て 接 続 さ れ る 別 の 装 置 を 介 し て 、 そ の 旨 を ユ ー ザ に 通 知 し て もよ い 。

【0085】

検 知 線 に 沿 て 抽 出 領 域 を 配 置 す る 際 に 、 配 置 順 序 を 変 更 す る と 、 抽 出 領 域 の 位 置 が変 わ る こ と が あ る 。 例 え ば 、 図 12(A) ~ (B) で は 、 線 分 1200 、 線 分 1201 、 及 び 線 分 1202 か ら な る 檢 知 線 に 沿 て 抽 出 領 域 が 配 置 さ れ る 。 図 12(A) の 例 で は 、 線 分 1200 か ら 開 始 し て 、 線 分 1201 、 線 分 1202 の 順 に 抽 出 領 域 が 配 置 さ れ て い る 。 この 例 で は 、 最 終 的 に 5 つ の 部 分 画 像 が 得 ら れ る 。 一 方 で 、 図 12(B) の 例 で は 、 線 分 1202 か ら 開 始 し て 、 線 分 1201 、 線 分 1200 の 順 に 抽 出 領 域 が 配 置 さ れ て い る 。 この 例 で は 、 最 終 的 に 4 つ の 部 分 画 像 が 得 ら れ る 。 この よ う に 、 図 12(A) と 図 12(B) を 比 較 す る と 、 図 12(B) の 場 合 の 方 が 、 よ り 少 な い 部 分 画 像 を 用 い て 檢 知 線 上 の 流 量 計 測 を 行 う こ と が 可 さ く 。

【0086】

こ の よ う な 場 合 、 ス テ ッ プ S304 に お け る 流 量 計 測 处 理 は 部 分 画 像 の 数 が 少 な い ほ う が 高 速 に 行 え る た め 、 部 分 画 像 の 数 が よ り 少 な く な る よ う な 抽 出 領 域 の 配 置 方 法 を 採 用 す る こ と が 可 さ く 。 例 え ば 、 図 12(A) 及 び 図 12(B) に 示 す 結 果 が 得 ら れ た 場 合 、 部 分 画 像 の 数 が よ り 少 な い 図 12(B) の 結 果 を 採 用 す る こ と が 可 さ く 。

【0087】

こ の よ う に 、 抽 出 領 域 を 配 置 す る 順 序 を 逆 方 向 に す る と 、 順 方 向 の 場 合 と は 異 なる 一 連

10

20

30

40

50

の部分画像群が得られる場合がある。配置順序の変更方法はこの方法に限られない。例えば、検知線の途中に配置された抽出領域から開始して、検知線に沿って両方向に抽出領域を配置しても、順方向及び逆方向の場合とは異なる一連の部分画像群が得られることがある。以下では、こうして検知線に基づいて設定された1以上の抽出領域のことを、抽出領域の設定パターンと呼ぶ。1つの設定パターンは、例えば、検知線を包含するように設定された、複数の抽出領域のそれぞれの配置を示すことができる。すなわち、抽出部203は、検知線の位置に基づいて1以上の抽出領域を設定することを繰り返すことで、それが1以上の抽出領域の設定を示す複数の設定パターンを生成することができる。

【0088】

同様に、検知線上に配置される最初の抽出領域の位置に応じて、異なる一連の部分画像群が得られるかもしれない。例えば、図13(A)～(C)に示すように、検知線上に最初に配置される抽出領域の位置を変えながら、抽出領域を配置することを繰り返すことにより、最適な抽出領域の設定パターンを探索することもできる。

10

【0089】

図13(A)では、最初に検知線1300上の抽出領域1302を配置し、続けて検知線1300を構成する1つの線分の延長線1301上の抽出領域1303、検知線1300上の抽出領域1304が配置されている。図13(B)では、最初に検知線1300上の抽出領域1305が配置され、続けて検知線1300上の抽出領域1306及び抽出領域1307が配置されている。この例では、延長された検知線を用いずに抽出領域が配置できている。図13(C)では、最初に検知線1300の1つの線分の延長線1308上に抽出領域1309が配置され、続けて検知線1300上に抽出領域1310及び抽出領域1311が配置されている。このように、最初に配置される抽出領域の位置を変えることにより、抽出領域群の配置も変化する。

20

【0090】

抽出領域の設定パターンの探索においては、図14(A)に示すように、検知線をラスタライズして得られた点の集合を開始点の候補として用いることもできる。この場合、図14(B)に示すように抽出領域の代表点をあらかじめ決めて、繰り返しの回数を(開始点の候補の数)×(代表点の数)の範囲に抑えることができるため、設定パターンを効率よく探索できる。また、図14(C)に示すように、検知線を延長してからラスタライズすることにより得られた点の集合を開始点の候補として用いることにより、探索範囲を拡大してもよい。図14(C)の例では、延長された検知線の末端に代表点が位置するように抽出領域を配置した場合に、延長前の検知線の末端が抽出領域の境界に重なるように、検知線が延長されている。

30

【0091】

このように、複数の設定パターンが得られた場合、抽出部203は、複数の設定パターンのうち1つを選択することができる。抽出部203は、様々な基準に基づいて、又はユーザ指示に基づいて、設定パターンを選択することができる。例えば、抽出部203は、上記のように、それぞれの設定パターンにおいて設定された抽出領域の数に応じて、複数の設定パターンのうち1つを選択することができる。具体的には、抽出部203は、複数の抽出領域の設定パターンのそれについて、抽出領域の数を評価し、最も抽出領域の数が少なくなる設定パターンを採用することができる。一方で、設定パターンの採用基準は抽出領域の数には限定されない。例えば、下記のような別の基準に基づいて設定パターンを選択してもよいし、2以上の基準を組み合わせて用いてもよい。一例として、抽出領域の数が最も少くなる設定パターンが複数存在する場合、抽出部203は、抽出領域の数以外の指標に基づいて、そのうちの1つを選択してもよい。

40

【0092】

抽出領域の数以外の指標としては、例えば、抽出領域同士の重複部分の面積の総和が挙げられる。この場合、抽出部203は、重複部分の面積の総和がより小さくなる、抽出領域の設定パターンを優先的に採用することができる。重複領域を低減させることによって、解析処理に効率的な対象範囲を設定することができ、また同一物体を重複して解析する

50

ことを防ぐ効果がある。また、抽出領域の大きさが抽出領域ごとに異なる場合、抽出領域の面積の総和 S_{sum} 、又は抽出領域のうち最も小さいものの大きさ S_{min} を指標として用いることができる。部分画像が大きいほど情報量も大きいと考える場合、抽出部 203 は、 S_{sum} 又は S_{min} がより大きくなる設定パターンを優先的に採用することができる。また、小さすぎる部分画像が用いられないよう、 S_{min} の値に下限が設けられてもよい。この方法は、例えば、抽出領域抽出領域の大きさと人物の大きさの比がほぼ一定とされ、入力画像が広角画像である場合のように遠くにいる人物が小さく写る傾向が強い場合に有効である。さらに、部分画像の大きさが、ステップ S 304 における流量計測の処理時間に影響する場合に、抽出部 203 は、 S_{sum} が小さくなる設定パターンを優先的に採用することができる。この場合も、極端に小さい部分画像が使われないよう、 S_{min} の値に下限を設けることができる。

10

【0093】

さらなる指標として、検知線のうち各抽出領域に含まれる部分の長さ L を用いることができる。上述のように、検知線を抽出領域の境界から可能な限り離すことにより、検知線付近における人物の検出精度が向上し、流量計測の精度も向上することが期待される。このような傾向を踏まえ、抽出領域の設定パターンの評価指標としてこの長さ L を用いることができる。

【0094】

例えば、図 15 (A) の例では、検知線 1500 のうち抽出領域 1501 に含まれる部分の長さは、他の抽出領域と比較して短く、その長さ $L = 30$ である。一方で、図 15 (B) の例では、検知線 1500 のうち抽出領域 1502 及び抽出領域 1503 に含まれる部分の長さは等しく、 $L = 60$ である。さらに、図 15 (A) と図 15 (B) とで、それぞれの抽出領域についての L の最小値 L_{min} を比較すると、図 15 (A) では $L_{min} = 30$ であり、図 15 (B) では $L_{min} = 60$ である。

20

【0095】

図 15 (B) の配置は、図 15 (A) の配置よりもバランスが取れている。すなわち、図 15 (A) では、抽出領域 1501 において、流量計測の精度が高い中央領域の付近に検知線が存在しないため、この抽出領域からの部分画像の中央領域が流量計測のために使えていない。一方で、図 15 (B) では、全ての部分画像において、中央領域が流量計測のために使っている。このように、図 15 (B) のように L_{min} がより大きくなる設定パターンを採用することにより、精度のバランスが向上し、計測精度も向上することが期待される。このように、抽出部 203 は、 L_{min} がより大きくなる設定パターンを優先的に採用することができる。

30

【0096】

抽出部 203 はまた、複数の抽出領域の設定パターンが得られた場合、それぞれの設定パターン、それぞれの設定パターンに従う抽出結果、又はそれぞれの設定パターンについての上記のような指標を、出力部 15 等を介してユーザに示すことができる。この場合、ユーザは、入力部 14 に接続したヒューマンインターフェースデバイス等を操作することにより、又は I/F 部 16 を介した操作により、ステップ S 304 における流量計測に使用する設定パターンを選択してもよい。

40

【0097】

ステップ S 304 に流量計測の精度が部分画像の境界領域において低くなる傾向に対する別の対策として、抽出領域に中央領域を定義し、ステップ S 304 における流量計測を中央領域において行ってもよい。

【0098】

このような場合、1つの抽出領域は、中央領域と、中央領域の周辺のマージン領域とを含むことができる。抽出領域に中央領域を規定する方法としては、例えば図 16 (A) に示すように、抽出領域 1600 の内側に、中央領域 1601、及び抽出領域 1600 の境界線と中央領域 1601 の境界線とに囲まれたマージン領域 1602 を規定する方法が挙げられる。図 16 (A) の例において、中央領域 1601 は矩形であるが、中央領域 16

50

01の形状は特に限定されない。例えば、中央領域1601の形状は、多角形、円形、橢円形、又は任意の閉曲線など、抽出領域1600の内部に含まれる任意の形状でありうる。

【0099】

マージン領域の大きさは、流量計測の対象となる人物の大きさに合わせて設定することができる。例えば、マージン領域を、人物の検出に必要な部分を含むことができる大きさに設定することができる。図16(B)はその一例を示す。図16(B)では、抽出領域1600のマージン領域1602が、流量計測の対象となる人物1603又は人物1604の検出に必要な部分を含むことができる大きさに設定されている。より具体的には、人物の頭部と肩を含むことができるよう、マージン領域の大きさが設定されている。他の例としては、人物の頭部のみ、あるいは人物の全身がマージン領域に含まれるように、マージン領域を設定してもよい。

10

【0100】

マージン領域を設定する場合、隣接する抽出領域が互いに重なるように、部分画像を抽出する抽出領域を設定することができる。一方で、抽出領域に含まれる第1の抽出領域の中央領域と、抽出領域に含まれる第2の抽出領域の中央領域とが、互いに重複せずに隣接するように、抽出領域を設定することができる。例えば図16(C)においては、抽出領域1605の中央領域1607と、抽出領域1606の中央領域1608とが、中央領域1607と中央領域1608との間に隙間ができないように隣接している。一方で、抽出領域1605のマージン領域1610と、抽出領域1606のマージン領域1611とは重なり合っている。このような構成によれば、検出対象としたい人物1609が抽出領域1605のマージン領域1610にある場合に、抽出領域1605に隣接する抽出領域1606の中央領域1608から人物1609を検出できる。

20

【0101】

図4～図15を参照して説明した抽出領域の設定方法は、このようなマージン領域を含む部分画像の抽出のためにも用いることができる。例えば、図4～図15に示される抽出領域のそれぞれ及びその周辺領域から、部分画像を抽出することができる。この場合、図4～図15に示される抽出領域から抽出される画像は、図16の抽出領域1600のうち中央領域1601内の画像に相当する。また、図4～図15に示される抽出領域の周辺領域から抽出される画像は、図16の抽出領域1600のうちマージン領域1602内の画像に相当する。図16(D)は、入力画像1614から、検知線1612に沿って設けられた、マージン領域を含む部分画像を抽出するための抽出領域1613の例を示している。

30

【0102】

マージン領域を設けることは、中央領域の端部付近において検知線を通過する人物の検出精度を向上させるためにも有効である。一実施形態において、計測部204は、時刻t₁から時刻t₂の間に、中央領域から検知線を通過してマージン領域に移動する人物を検出することができる。例えば、計測部204は、同じ抽出領域から抽出された時刻t₁及びt₂における部分画像を用いて、時刻t₁から時刻t₂の間の人物の軌跡を推定することができる。また、この軌跡が、同じ部分画像の中央領域において検知線と交差している場合に、この部分画像において人物が検知線を通過したと判定することができる。このようにマージン領域を設けることにより、人物のような計測対象が高速で移動する場合、又は動画像のフレームレートが低い場合などに、中央領域の端部付近における流量測定の精度を向上させることができる。

40

【0103】

また、このような手法によれば、計測部204は、それぞれの抽出領域について独立に、抽出領域から抽出された部分画像を用いて、検知線を通る計測対象の流れを計測することができる。例えば、計測部204は、第1の抽出領域の中央領域において検知線を通る計測対象の流れと、前記第2の抽出領域の前記中央領域において前記検知線を通る計測対象の流れと、をそれぞれ独立に計測することができる。そして、各抽出領域における流量測定結果を総合することにより、検知線の全体についての流量測定結果を得ることができる。なお、人物の軌跡が部分画像のマージン領域において検知線と交差している場合には

50

、この部分画像において人物が検知線を通過したとは判定しなくてもよい。このような方法により、隣接する部分画像において同じ人物が重複して計測されることを防ぐことができる。

【0104】

上記の説明においては、検知線の各位置がいずれかの部分画像に含まれるように、部分画像の抽出が行われた。一方で、検知線の周囲にマージン領域を設け、抽出領域の集合が検知線及び検知線のマージン領域を包含するように、抽出領域を設定してもよい。このような手法によっても、人物（計測対象）が高速で移動する場合、又は動画像のフレームレートが低い場合などに、検知線を通過する前後の人物の位置をそれぞれ検出できる可能性が向上するため、流量測定の精度を向上させることができる。

10

【0105】

（その他の実施例）

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサーがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

【0106】

発明は上記実施形態に制限されるものではなく、発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、発明の範囲を公にするために請求項を添付する。

20

【符号の説明】

【0107】

100：画像処理装置、201：取得部、202：設定部、203：抽出部、204：計測部

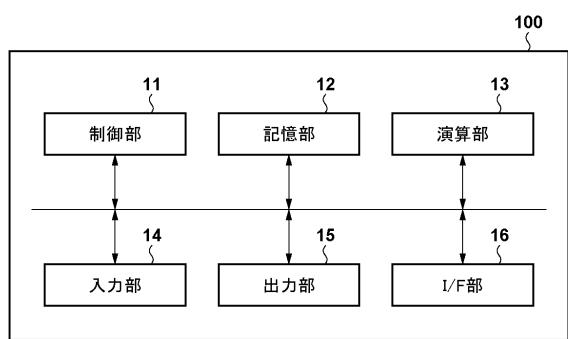
30

40

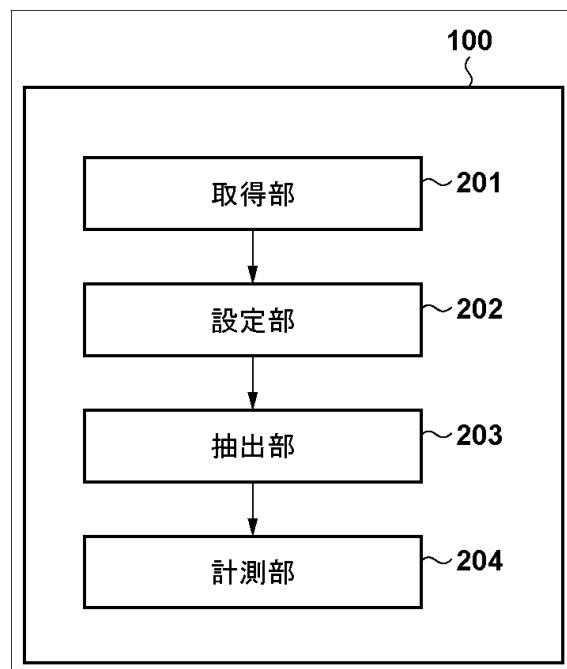
50

【図面】

【図 1】



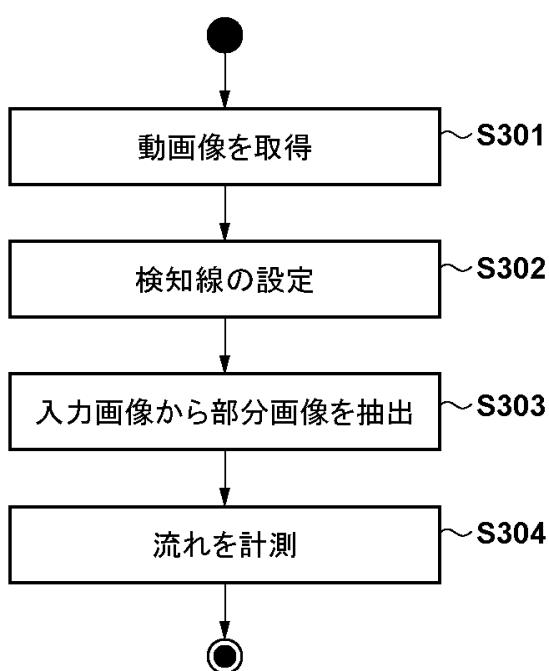
【図 2】



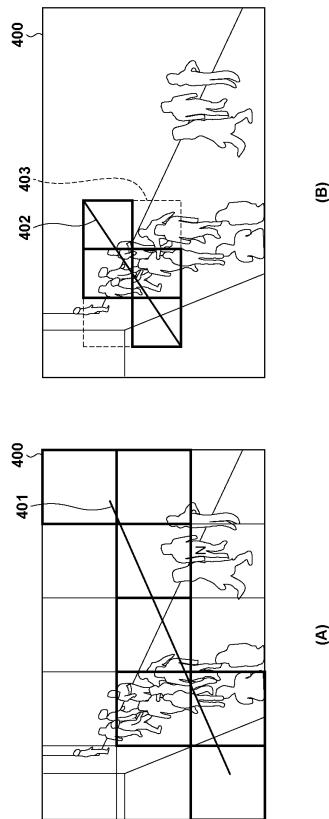
10

20

【図 3】



【図 4】

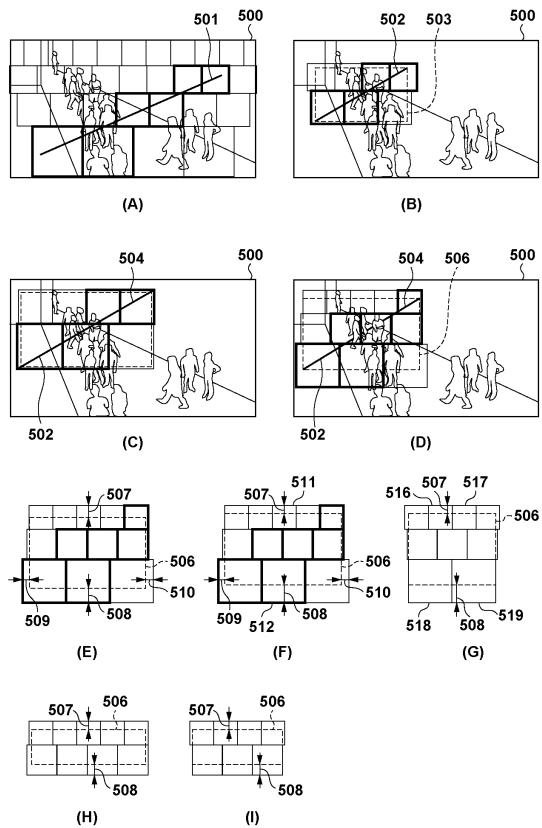


30

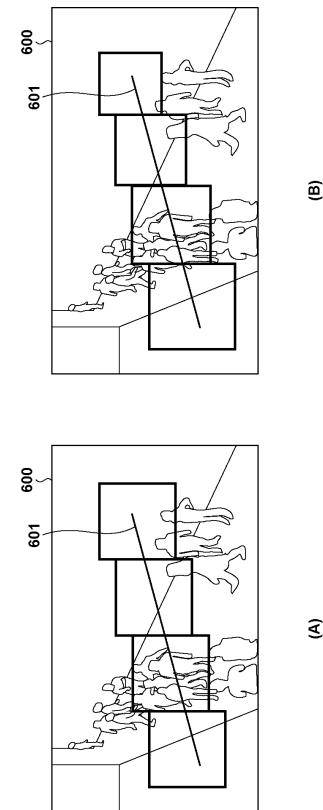
40

50

【図5】



【図6】



10

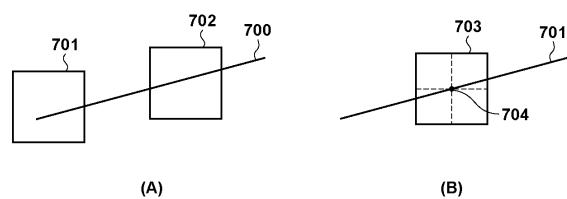
20

30

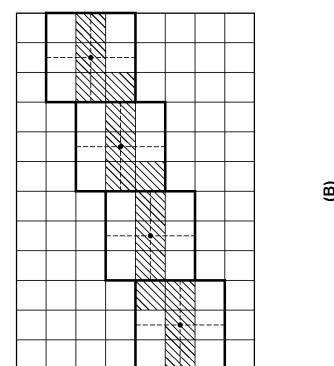
40

50

【図7】

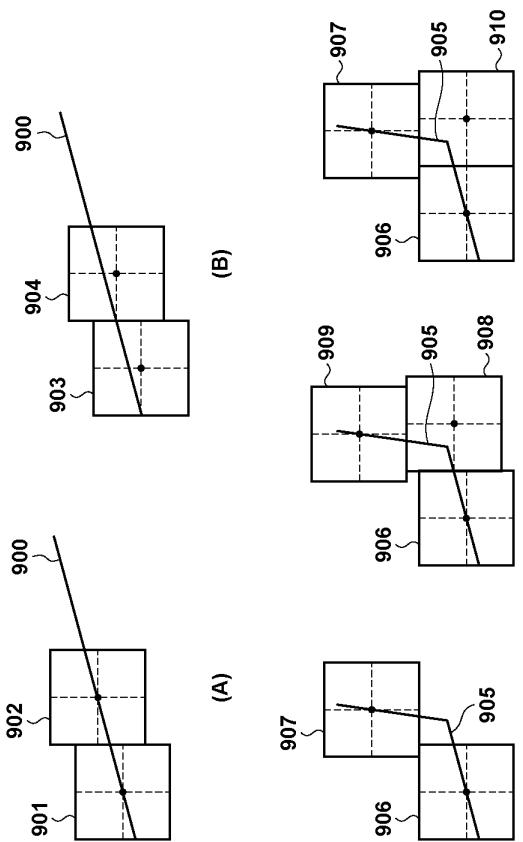


【図8】

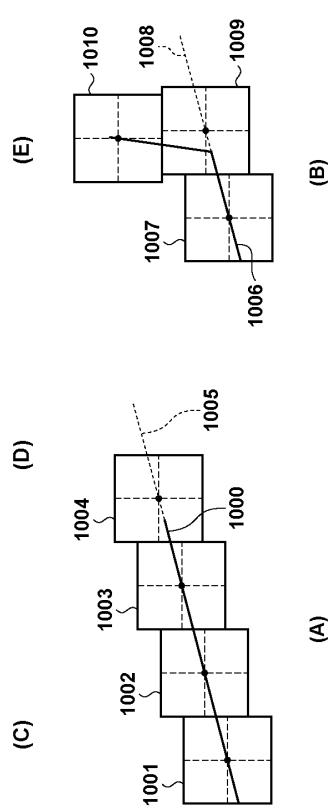


(A)

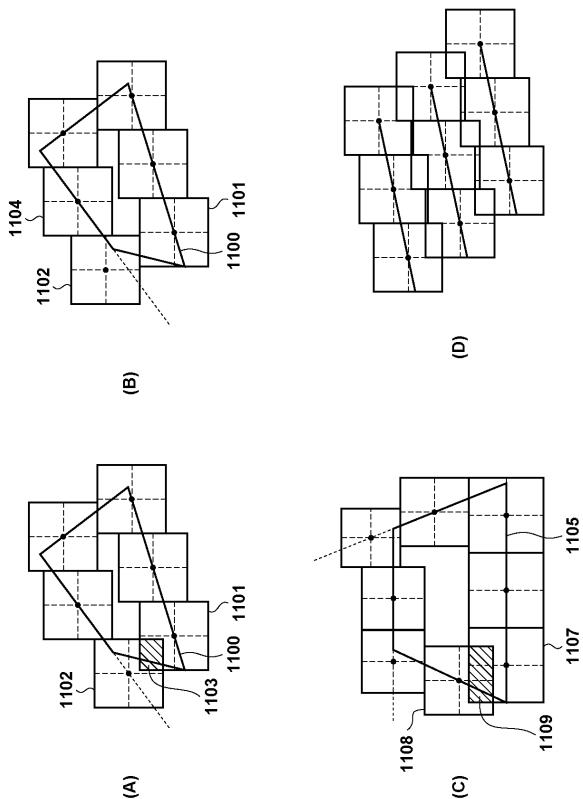
【図 9】



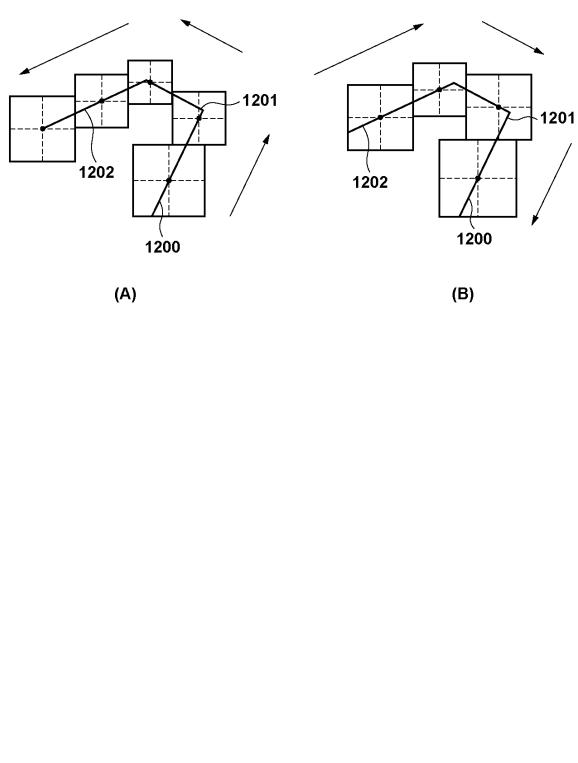
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

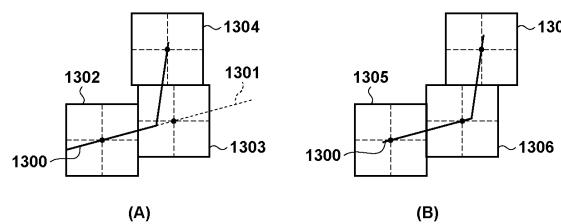
20

30

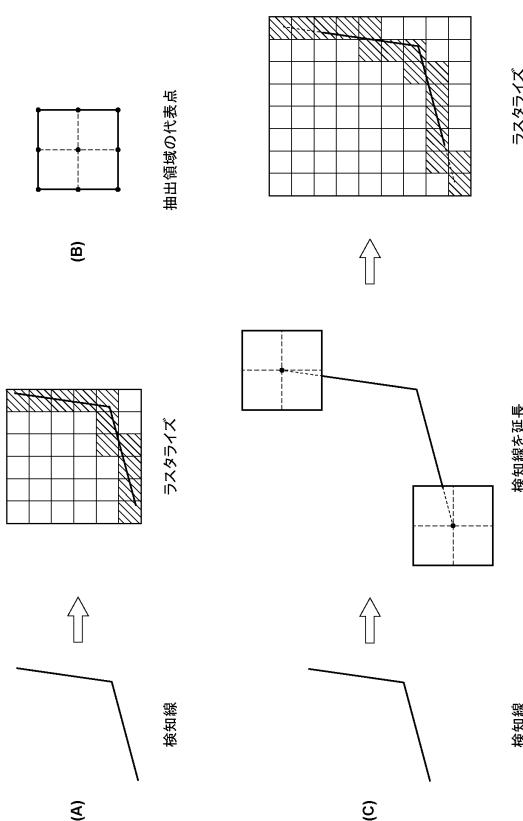
40

50

【図 1 3】



【図 1 4】



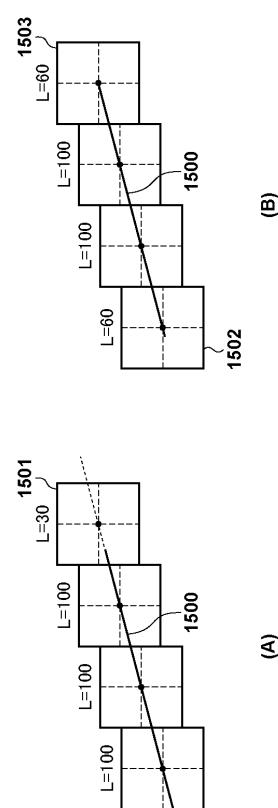
10

20

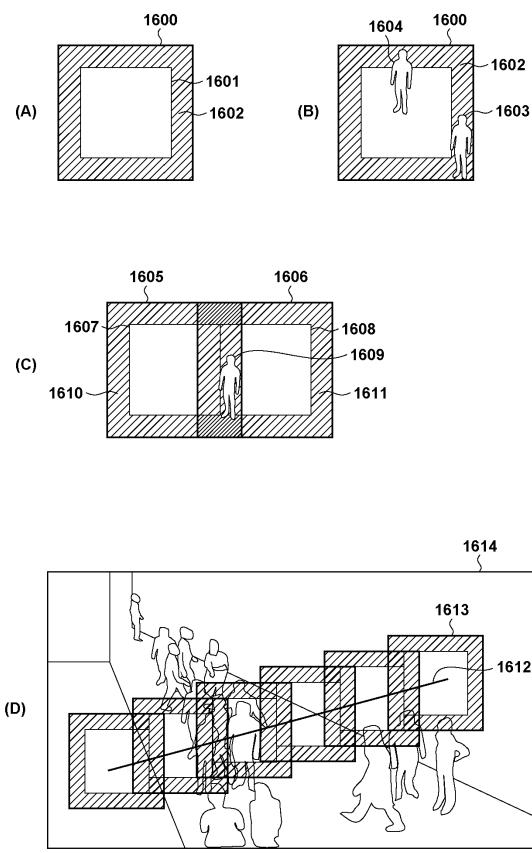
30

40

【図 1 5】



【図 1 6】



50

フロントページの続き

(56)参考文献

特開2020-170303(JP,A)

特開2020-184155(JP,A)

池田浩雄 外2名, 映像解析とシミュレーションによる群衆位置把握, 計測と制御, 公益社団法人計測自動制御学会, 2018年06月10日, 第57巻 第6号, pp.458~461

Hsieh Ching-Tang et al., "A Kinect-based people-flow counting system", 2012 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communications Systems[online], IEEE, 2012年, pp.146-150, [検索日 2024.9.20], インターネット: URL:<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6473470&tag=1>, DOI: 10.1109/ISPACS.2012.6473470

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G 0 6 T 7 / 0 0 - 7 / 9 0

G 0 6 V 1 0 / 0 0 - 2 0 / 9 0

G 0 6 V 3 0 / 4 1 8

G 0 6 V 4 0 / 1 6

G 0 6 V 4 0 / 2 0

C S D B (日本国特許庁)

I E E E X p l o r e