

(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
2011 年 11 月 24 日(24.11.2011)

PCT

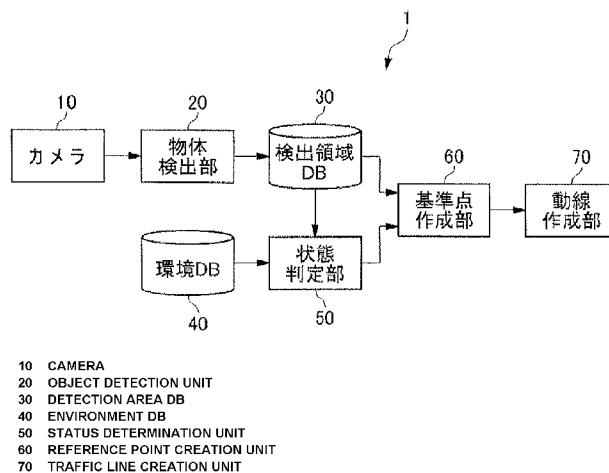
(10) 国際公開番号
WO 2011/145236 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 7/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/000030
- (22) 国際出願日: 2011 年 1 月 7 日(07.01.2011)
- (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 2010-117284 2010 年 5 月 21 日(21.05.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社 (Panasonic Corporation) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田山 哲生 (TAYAMA, Tetsuo). 森岡 幹夫 (MORIOKA, Mikio).
- (74) 代理人: 大野 聖二, 外(OHNO, Seiji et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 丁目 6 番 5 号 丸の内北口ビル 2 1 階 大野総合法律事務所 Tokyo (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, 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: TRAFFIC LINE CREATION DEVICE AND TRAFFIC LINE CREATION METHOD

(54) 発明の名称: 動線作成装置及び動線作成方法

[図1]



(57) Abstract: Provided are a traffic line creation device and a traffic line creation method capable of reducing the creation of an incorrect traffic line which does not correctly reflect the movement of a tracking target, while the processing load is not increased. A traffic line creation device (1) which creates a traffic line indicating a movement locus of the tracking target is provided with an object detection unit (20) which detects the tracking target from an image frame and generates detection result information including a detection area of the tracking target, a status determination unit (50) which determines the status of the tracking target on the basis of the detection result information, a reference point creation unit (60) which creates a reference point of the tracking target using the detection area and by a method corresponding to the status determined by the status determination unit (50), and a traffic line creation unit (70) which creates a traffic line indicating the movement locus of the tracking target by connecting a plurality of reference points created with respect to a plurality of image frames.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/145236 A1



処理負担を増大せずに、追跡対象の移動を正確に反映しない動線を作成するという誤った動線の作成を軽減できる動線作成装置及び動線作成方法が提供される。追跡対象の移動軌跡を表す動線を作成する動線作成装置（１）は、画像フレームから追跡対象を検出して、追跡対象の検出領域を含む検出結果情報を生成する物体検出部（２０）と、検出結果情報に基づいて、追跡対象の状態を判定する状態判定部（５０）と、状態判定部（５０）にて判定された状態に対応する方法で検出領域を用いて、追跡対象の基準点を作成する基準点作成部（６０）と、複数の画像フレームについて作成された複数の基準点を結んで、追跡対象の移動軌跡を表す動線を生成する動線作成部（７０）とを備えている。

明 細 書

発明の名称： 動線作成装置及び動線作成方法

関連する出願

- [0001] 本出願では、2010年5月21日に日本国に出願された特許出願番号2010-117284の利益を主張し、当該出願の内容は引用することによりここに組み込まれているものとする。

技術分野

- [0002] 本発明は、画像中の追跡対象を検出して、その追跡対象の移動軌跡を表す動線を作成する動線作成装置及び動線作成方法に関する。

背景技術

- [0003] 従来より、工場内での作業員の移動や店舗内での客の移動を記録して分析するために、追跡対象の移動軌跡を表す動線を作成する動線作成装置が用いられている。動線作成装置は、例えば比較的高い箇所に設置されたカメラで対象となる空間を撮影し、撮影画像から追跡対象（例えば、人物）を認識して、追跡を行い、動線を作成する。
- [0004] このように、動線は、画像に映された追跡対象の対象空間内における所在位置を追跡するためのものである。従って、画像空間内における追跡対象の縦方向（y方向）の移動は、対象空間内でのカメラを基準とした追跡対象の手前方向又は奥行き方向への移動を表す。また、画像空間内における追跡対象の横方向（x方向）の移動は、対象空間内でのカメラを基準とした追跡対象の左右方向への移動を表す。
- [0005] 従来の動線作成装置では、例えば、動線を作成するために、画像中の追跡対象を認識して、その追跡対象を包含する矩形の枠を作成し、その枠の中心点を一定時間間隔で結ぶことで動線を作成している（例えば特許文献1を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第4429337号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、追跡対象が人物である場合において、人物の対象空間における所在位置が移動していないにもかかわらず、画像空間内で枠の中心点が移動することがある。このため、常に枠の中心点を追跡して動線を作成すると、人物の対象空間内における所在位置を追跡するのに不要である中心点の移動を動線として生成してしまい、実際の対象空間内での人物の移動を正確に表す動線を作成できないことがある。

[0008] 例えば、人物がしゃがんだ場合には、人物の所在位置は変更されていないが、人物を包含する矩形の枠は上下方向に小さくなり、それに伴って矩形の中心点は画像空間内で下方に移動することになる。このような中心点の移動を反映させて動線を作成すると、人物が対象空間内でカメラを基準とした手前方向に移動したことを表す動線が作成されてしまう。その他、人物が手を広げた場合や、人物の一部が遮蔽物で遮蔽された場合なども同様に、実際の対象空間内での人物の移動を正確に表す動線を作成できないことがある。

[0009] 画像認識技術を利用して「しゃがんでいる」、「手を伸ばしている」等の人物の動作を認識した上で動線を作成することで、上記の問題を解決できるが、この場合には処理負担が大きくなる。

[0010] 本発明は、従来の問題を解決するためになされたもので、処理負担を増大せずに、追跡対象の移動を正確に反映しない動線を作成するという誤った動線の作成を軽減できる動線作成装置及び動線作成方法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

[0011] 本発明の動線作成装置は、追跡対象の移動軌跡を表す動線を作成する動線作成装置であって、画像フレームから追跡対象を検出して、追跡対象の検出領域を含む検出結果情報を生成する物体検出部と、検出結果情報に基づいて、追跡対象の状態を判定する状態判定部と、状態判定部にて判定された状態

に対応する方法で検出領域を用いて、追跡対象の基準点を作成する基準点作成部と、複数の画像フレームについて作成された複数の基準点を結んで、追跡対象の移動軌跡を表す動線を生成する動線作成部とを備えた構成を有している。

- [0012] 本発明の別の態様は、追跡対象の移動軌跡を表す動線を作成する動線作成方法であって、画像フレームから追跡対象を検出して、追跡対象の検出領域を含む検出結果情報を生成する物体検出ステップと、検出結果情報に基づいて、追跡対象の状態を判定する状態判定ステップと、状態判定ステップにて判定された状態に対応する方法で検出領域を用いて、追跡対象の基準点を作成する基準点作成ステップと、複数の画像フレームについて作成された複数の基準点を結んで、追跡対象の移動軌跡を表す動線を生成する動線作成ステップとを含んでいる。

発明の効果

- [0013] 本発明は、処理負担を増大せずに、追跡対象の移動を正確に反映しない動線を作成するという誤った動線の作成を軽減できる。
- [0014] 以下に説明するように、本発明には他の態様が存在する。したがって、この発明の開示は、本発明の一部の提供を意図しており、ここで記述され請求される発明の範囲を制限することは意図していない。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]図1は、本発明の実施の形態における動線作成装置のブロック図
- [図2]図2は、本発明の実施の形態における矩形枠を示す図
- [図3]図3は、本発明の実施の形態における検出結果情報の例を示す図
- [図4]図4は、本発明の実施の形態における環境情報の例を示す図
- [図5]図5は、本発明の実施の形態における環境データベースに保存される環境情報の例を示す図
- [図6]図6は、本発明の実施の形態における「通常」状態から「しゃがみ」状態への遷移の判定条件及び「しゃがみ」状態での基準点の作成を説明する図
- [図7]図7は、本発明の実施の形態における「通常」状態から「手伸ばし」状

態への遷移の判定条件及び「手伸ばし」状態での基準点の作成を説明する図

[図8]図8は、本発明の実施の形態における「通常」状態から「床反射」状態への遷移の判定条件及び「床反射」状態での基準点の作成を説明する図

[図9]図9は、本発明の実施の形態における「通常」状態から「遮蔽」状態への遷移の判定条件及び「遮蔽」状態での基準点の作成を説明する図

[図10]図10は、本発明の実施の形態における「ノイズ」状態での基準点の作成を説明する図

[図11]図11は、本発明の実施の形態における状態判定部の動作を示すフロー図

[図12]図12は、本発明の実施の形態における「しゃがみ」状態の処理のフロー図

[図13]図13は、本発明の実施の形態における「手伸ばし」状態の処理のフロー図

[図14]図14は、本発明の実施の形態における「床反射」状態の処理のフロー図

[図15]図15は、本発明の実施の形態における「遮蔽」状態の処理のフロー図

[図16]図16は、本発明の実施の形態における「ノイズ」状態の処理のフロー図

発明を実施するための形態

[0016] 以下に、本発明の詳細な説明を述べる。以下に説明する実施の形態は本発明の単なる例であり、本発明は様々な態様に変形することができる。従って、以下に開示する特定の構成および機能は、特許請求の範囲を限定するものではない。

[0017] 本発明の実施の形態の動線作成装置は、追跡対象の移動軌跡を表す動線を作成する動線作成装置であって、画像フレームから追跡対象を検出して、追跡対象の検出領域を含む検出結果情報を生成する物体検出部と、検出結果情報に基づいて、追跡対象の状態を判定する状態判定部と、状態判定部にて判

定された状態に対応する方法で検出領域を用いて、追跡対象の基準点を作成する基準点作成部と、複数の画像フレームについて作成された複数の基準点を結んで、追跡対象の移動軌跡を表す動線を生成する動線作成部とを備えた構成を有している。

[0018] この構成により、追跡対象の状態に対応する方法でその追跡対象の基準点を作成するので、追跡対象の移動を正確に反映しない動線を作成するという誤った動線の作成を軽減できる。また、検出領域を含む検出結果情報に基づいて、追跡対象の状態を判定するので、追跡対象の動作を認識する場合と比較して、処理負担を抑えられる。

[0019] また、上記の動線作成装置において、状態判定部は、検出領域の変化に基づいて、追跡対象の状態を判定する。

[0020] この構成により、検出領域の変化に基づいて、追跡対象の移動に伴って検出領域が変化したのか、追跡対象の状態の変化に伴って検出領域が変化したのかを判定できる。

[0021] また、上記の動線作成装置において、状態判定部は、動線作成の対象空間に設定された環境情報と検出領域との位置関係に基づいて、追跡対象の状態を判定する。

[0022] この構成により、追跡対象の移動に伴って検出領域が変化したのか、環境情報が設定された位置にいることにより、検出領域が変化したのかを判定できる。

[0023] また、上記の動線作成装置において、基準点作成部は、状態判定部にて通常の状態ではない特定の状態であると判定されたときは、現在及び過去の検出領域を用いて基準点を作成する。

[0024] この構成により、基準点を作成するために用いる検出領域に、現在の検出領域を用いることがふさわしくない部分がある場合に、過去の検出領域の一部を代用できる。

[0025] また、上記の動線作成装置において、物体検出部は、検出領域として、上線、下線、右線、及び左線から構成され、検出した追跡対象を包含する矩形

枠を生成する。

[0026] この構成により、追跡対象として検出された領域の x 軸方向及び y 軸方向のそれぞれの座標値の最大値を用いて容易に検出領域を生成でき、処理負担を軽減できる。

[0027] また、上記の動線作成装置において、状態判定部は、現在の矩形枠と過去の矩形枠とを比較して、下線の移動が第 1 の閾値より小さく、上線の下方向への移動が第 2 の閾値より大きいときは、しゃがみ状態であると判定し、基準点作成部は、状態判定部にてしゃがみ状態であると判定されたときは、矩形枠の上線として、過去の矩形枠の上線を採用して、基準点を作成する。

[0028] この構成によれば、追跡対象の移動を伴わないしゃがみの動作によって検出領域が変化しても、この検出領域の変化によって基準点が変わることがなく、追跡対象の移動を正確に反映しない動線を作成するという誤った動線の作成を防止できる。

[0029] また、上記の動線作成装置において、状態判定部は、現在の矩形枠と過去の矩形枠とを比較して、上線及び下線の移動が第 3 の閾値より小さく、右線の右方向への移動又は左線の左方向への移動が第 4 の閾値より大きいときは、手伸ばし状態であると判定し、基準点作成部は、状態判定部にて手伸ばし状態であると判定されたときは、矩形枠の右線又は左線として、過去の矩形枠の右線又は左線を採用して、基準点を作成する。

[0030] この構成により、追跡対象の移動を伴わない手伸ばしの動作によって検出領域が変化しても、この検出領域の変化によって基準点が変わることがなく、追跡対象の移動を正確に反映しない動線を作成するという誤った動線の作成を防止できる。

[0031] また、上記の動線作成装置において、状態判定部は、現在の検出結果情報の矩形枠の下線の端点の少なくとも 1 つが、動線作成の対象空間に設定された床反射領域に含まれているときは、床反射状態であると判定し、基準点作成部は、状態判定部にて床反射状態であると判定されたときは、矩形枠の下線として、過去の検出結果情報の矩形枠の下線を採用して、基準点を作成す

る。

[0032] この構成により、追跡対象が床反射領域に入ってその反射像ができたことで検出領域が変化しても、この検出領域の変化によって基準点が変わることがなく、追跡対象の移動を正確に反映しない動線を作成するという誤った動線の作成を防止できる。

[0033] また、上記の動線作成装置において、状態判定部は、現在の検出結果情報の矩形枠の下線が、動線作成の対象空間に設定された遮蔽領域に含まれているときは、遮蔽状態であると判定し、基準点作成部は、状態判定部にて遮蔽状態であると判定されたときは、矩形枠の下線として、過去の検出結果情報の矩形枠の下線を採用して、基準点を作成する。

[0034] この構成により、追跡対象が遮蔽領域の後方に移動し、その像がカメラに対して遮蔽されたことで検出領域が変化しても、この検出領域の変化によって基準点が変わることがなく、追跡対象の移動を正確に反映しない動線を作成するという誤った動線の作成を防止できる。

[0035] また、上記の動線作成装置において、状態判定部は、通常の状態以外の特定の状態に該当しないが、検出結果情報の矩形枠の縦横比又は大きさが第5の閾値を越えて変化したときは、ノイズ状態であると判定し、基準点作成部は、状態判定部にてノイズ状態であると判定されたときは、ノイズ状態であると判定された期間の複数の矩形枠を平均化して、基準点を作成する。

[0036] この構成により、不可解な矩形枠の変化があった場合には、ノイズと判定して、その期間の矩形枠を平均化するので、ノイズをそのまま反映した動線を作成することを防止できる。

[0037] 本発明の別の態様は、追跡対象の移動軌跡を表す動線を作成する動線作成方法であって、画像フレームから追跡対象を検出して、追跡対象の検出領域を含む検出結果情報を生成する物体検出ステップと、検出結果情報に基づいて、追跡対象の状態を判定する状態判定ステップと、状態判定ステップにて判定された状態に対応する方法で検出領域を用いて、追跡対象の基準点を作成する基準点作成ステップと、複数の画像フレームについて作成された複数

の基準点を結んで、追跡対象の移動軌跡を表す動線を生成する動線作成ステップとを含んでいる。

[0038] この構成によっても、上記の動線作成装置と同様に、追跡対象の状態に対応する方法でその追跡対象の基準点を作成するので、追跡対象の移動を正確に反映しない動線を作成するという誤った動線の作成を軽減できる。また、検出領域を含む検出結果情報に基づいて、追跡対象の状態を判定するので、追跡対象の動作を認識する場合と比較して、処理負担を抑えられる。

[0039] 以下、本発明の実施の形態の動線作成装置について、図面を用いて説明する。

[0040] 本発明の第 1 の実施の形態の動線作成装置を図 1 に示す。図 1 において、本発明の実施の形態の動線作成装置 1 は、カメラ 10 と、物体検出部 20 と、検出領域データベース 30 と、環境データベース 40 と、状態判定部 50 と、基準点作成部 60 と、動線作成部 70 とを備えた構成を有する。

[0041] カメラ 10 は、レンズ、撮像素子などの被写体の撮影に必要なモジュールを備えている。カメラ 10 は、動線作成の対象となる空間（以下、「対象空間」という）を撮影すべく、対象空間内の比較的高い箇所に設置される。カメラ 10 は、対象空間を撮影して画像データを生成し、生成した画像データを物体検出部 20 に出力する。

[0042] 物体検出部 20 は、カメラ 10 が生成した画像データから追跡対象を検出し、追跡対象の領域を示す検出領域を含む検出結果情報を検出領域データベース 30 に出力する。物体検出部 20 は、検出方法として背景差分を用いた方法を採用する。具体的には、物体検出部 20 は、追跡対象である人物が存在しない状態の画像を基準画像とし、基準画像と現在の画像とを比較して、差分のある画素の集合を追跡対象である人物の領域として認識する。そして、物体検出部 20 は、検出領域として、認識した人物の領域を包含する矩形の枠を生成する。

[0043] 本実施の形態の説明では、矩形枠の上線の y 座標を上座標、下線の y 座標を下座標、右線の x 座標を右座標、左線の x 座標を左座標と呼ぶことにする

。物体検出部 20 は、基準画像と比べて差分がある画素の座標のうち、最大の y 座標に所定のマージンを加えた座標を上座標 y_u とし、最小の y 座標に所定のマージンを引いた座標を下座標 y_l とし、最右の x 座標に所定のマージンを加えた座標を右座標 x_r とし、最左の x 座標に所定のマージンを引いた座標を左座標 x_l とする。

[0044] 図 2 は、本実施の形態における矩形枠を示す図である。検出位置（左上座標）を (x_o, y_o) とし、枠幅を w とし、枠高を h とすると、図 2 に示すように、上座標 y_u は y_o （検出位置の y 座標）、下座標 y_l は $y_o - h$ （検出位置の y 座標 - 枠高）、右座標 x_r は $x_o + w$ （検出位置の x 座標 + 枠幅）、左座標 x_l は x_o （検出位置の x 座標）となる。

[0045] 物体検出部 20 は、人物の領域を認識すると、そのときの時刻と、追跡 ID と、設定した枠の左上座標、枠幅及び枠高とを検出結果情報として検出領域データベース 30 に出力する。検出領域データベース 30 は、物体検出部 20 が出力した検出結果情報を保存する。

[0046] 図 3 は、検出領域データベース 30 に保存される検出結果情報の例を示す図である。図 3 に示すように、検出領域データベース 30 には、検出結果情報として、検出時刻、検出 ID、検出位置、枠幅、枠高の情報が保存される。検出時刻は、追跡対象が検出された時刻である。検出 ID は、追跡対象に固有に与えられる追跡 ID である。同一であると判断された追跡対象には同一の検出 ID が付与される。検出位置は、追跡対象を囲む矩形枠の左上の座標であり、枠幅と枠高は追跡対象を囲む矩形の枠幅と高さである。

[0047] 環境データベース 40 は、カメラ 10 の撮影環境を表す情報（以下、「環境情報」という）を保持する。撮影環境には、床反射領域の情報及び遮蔽領域の情報が含まれる。床反射領域及び遮蔽領域は、カメラ 10 で生成される画像空間内の領域である。床反射領域は、追跡対象が床に反射しやすい領域である。遮蔽領域は、追跡対象がカメラ 10 に対して遮蔽される領域である。これらの環境情報は、カメラ 10 の設置状態（位置、角度、画角等）に基づいて、予め環境データベース 40 に保存されている。

- [0048] 図4は、環境情報の例を示す図であり、図5は、環境データベース40に保存される環境情報の例を示す図である。図4の例では、 $x = 300$ 、 $y = 400$ の点を中心とする円形領域が床反射領域として設定され、 $x = 100 \sim 200$ 、 $y = 250 \sim 350$ の四角形領域が遮蔽領域として設定されている。環境データベース40には、図5に示すように、環境情報の種別と画像上の領域の情報が保存されている。
- [0049] 状態判定部50は、現在の検出結果情報、過去の検出結果情報、及び環境データベース40に保存された環境情報に基づいて、追跡対象の状態を判定して、状態種別情報を生成する。そして、状態種別情報を、そのときの時刻及び追跡IDとともに、基準点作成部60に出力する。
- [0050] 状態種別情報は、現在の追跡対象の状態を示す情報である。状態種別には、「通常」、「しゃがみ」、「手伸ばし」、「床反射」、「遮蔽」、及び「ノイズ」の6種類の状態がある。「手伸ばし」状態については、さらに「右手伸ばし」状態と「左手伸ばし状態」がある。
- [0051] 状態種別情報は、基準点作成部60にて基準点を作成するのに用いられる。状態判定部50は、特に「通常」状態から、「しゃがみ」、「手伸ばし」、「床反射」、「遮蔽」、及び「ノイズ」のいずれかの状態に遷移したか否か、及び「しゃがみ」、「手伸ばし」、「床反射」、「遮蔽」、及び「ノイズ」のいずれかの状態から「通常」状態に戻ったか否かを判定する。状態判定部50における状態判定の方法については後述する。
- [0052] 基準点作成部60は、状態判定部50から入力された状態種別情報に基づいて、検索情報データベース3から必要な現在及び過去の検出結果情報を読み出して、基準点を作成し、その座標を動線作成部70に出力する。基準点作成部60における基準点作成の方法については後述する。
- [0053] 動線作成部70は、基準点作成部60が作成した基準点を時刻順に結び動線を作成する。基準点を結ぶ際に、直線で結ぶのではなく滑らかな曲線で結んでよい。
- [0054] 以下、状態判定部50における状態判定の方法及び基準点作成部60にお

ける基準点作成の方法を説明する。以下の説明において、時刻 t での下座標を y_{ut} 、上座標を y_{ot} 、右座標を x_{rt} 、左座標を x_{lt} とする。状態判定部 50 及び基準点作成部 60 は、これらの下座標 y_{ut} 、上座標 y_{ot} 、右座標 x_{rt} 、左座標 x_{lt} を用いて状態を判定し、基準点を求める。上座標 y_{ot} 、左座標 x_{lt} については、上述のように、検出領域データベース 30 には各時刻の上座標 y_{ot} 、左座標 x_{lt} が保存されているのでそれをそのまま用いる。

[0055] 下座標 y_{ut} 及び右座標 x_{rt} については、検出領域データベース 30 には、各時刻について、上座標 y_{ot} 、左座標 x_{lt} の他、枠幅 w_t 、及び枠高 h_t の情報が保存されているので、状態判定部 50 及び基準点作成部 60 は、これらの情報を用いて、下式 (1) 及び (2) により、下座標 y_{ut} 及び右座標 x_{rt} を求める。

$$y_{ut} = y_{ot} - h_t \quad \cdots \cdots (1)$$

$$x_{rt} = x_{lt} + w_t \quad \cdots \cdots (2)$$

[0056] 1. 「通常」状態の場合

まず、「通常」状態である場合の基準点の作成方法を説明する。「通常」状態である場合は、矩形枠の中心点を基準点とする。即ち、ある時刻 t_1 において「通常」状態であるとする、その時刻 t_1 における基準点の x 座標及び y 座標は、それぞれ下式 (3) 及び (4) によって表される。

$$x = (x_{rt1} + x_{lt1}) / 2 \quad \cdots \cdots (3)$$

$$y = (y_{ot1} + y_{ut1}) / 2 \quad \cdots \cdots (4)$$

[0057] 上記の式 (1) 及び (2) を式 (3) 及び式 (4) に代入すると、下記式 (3') 及び (4') のようになる。基準点作成部 60 は、検出領域データベース 30 に保存された上座標 y_{ot1} 、左座標 x_{lt1} 、枠幅 w_{t1} 、及び枠高 h_{t1} の情報を用いて、下記式 (3') 及び (4') によって基準点を求める。

$$x = x_{lt1} + w_{t1} / 2 \quad \cdots \cdots (3')$$

$$y = y_{ot1} - h_{t1} / 2 \quad \cdots \cdots (4')$$

[0058] 2-1. 「通常」状態から「しゃがみ」状態へ遷移する場合

図 6 は、「通常」状態から「しゃがみ」状態への遷移の判定条件及び「し

「しゃがみ」状態の基準点の作成を説明する図である。図6は、時刻 t_1 に「通常」状態であった追跡対象が、時刻 t_2 に「しゃがみ」状態になった様子を示している。通常、人間がしゃがんだ場合には、足元の位置は変わらず、頭部の位置が下がる。このとき、矩形枠は、下線の位置がほぼ変わらず、上線の位置のみが大きく下に下がることになる。

[0059] これらの特徴を利用して、状態判定部50は、下線の差分が所定の範囲内にあり、かつ上線が所定の量以上下がった場合にしゃがんだと判断する。具体的には、時刻 t_1 に或る追跡IDの追跡対象が「通常」状態であった場合に、時刻 t_2 で同一の追跡IDの追跡対象が、下記の「しゃがみ」状態の判定条件を満たす場合に、当該追跡IDの追跡対象は、時刻 t_2 において「しゃがみ」の状態に遷移したと判定する。

[0060] 「通常」状態から「しゃがみ」状態への遷移の判定条件は、下記の条件1と条件2の両方が真となることである。

$$\text{条件1: } |y_{ut1} - y_{ut2}| < \varepsilon_1$$

$$\text{条件2: } y_{ot1} - y_{ot2} > a$$

条件1は、 ε_1 を誤差範囲として、矩形枠の下座標の差分がその誤差範囲内にあるという条件である。条件2は、矩形枠の上座標が閾値 a 以上小さくなるという条件である。なお、この条件が一定時間以上継続して満たされた場合に、追跡対象が「しゃがみ」状態になったと判定してもよい。

[0061] 状態判定部50は、「しゃがみ」状態の判定条件を用いて「しゃがみ」状態であると判定すると、「しゃがみ」状態を示す状態種別情報を、「しゃがみ」状態になった時刻（時刻 t_2 ）及び追跡IDとともに基準点作成部60に出力する。

[0062] 基準点作成部60は、「しゃがみ」状態を示す状態種別情報を取得すると、検出領域データベース30から、「しゃがみ」状態になった時刻（時刻 t_2 ）における状態検出情報、及び「通常」状態であった最後の時刻（時刻 t_1 ）における状態検出情報を読み出し、下式（5）及び（6）により、時刻 t_2 の「しゃがみ」状態の基準点の x 座標及び y 座標を求める。

$$x = (x_{rt2} + x_{lt2}) / 2 \quad \cdots \cdots (5)$$

$$y = (y_{ot1} + y_{ut2}) / 2 \quad \cdots \cdots (6)$$

ここで、「通常」状態であった最後の時刻（時刻 t_1 ）の上座標 y_{ot1} を用いて、「しゃがみ」状態である時刻 t_2 の基準点の y 座標を求めていることが特徴的である。即ち、「しゃがみ」状態である場合も「通常」状態の場合と同様に、矩形枠の中心点を基準点とするが、この矩形枠の上座標として、「しゃがみ」状態となった時刻の上座標ではなく、最後に「通常」状態であった時刻の上座標を採用する。

[0063] 2-2. 「しゃがみ」状態から「通常」状態へ遷移する場合

状態判定部 50 は、時刻 t_2 においてある追跡 ID の追跡対象が「しゃがみ」状態である場合に、同一の追跡 ID の追跡対象について、時刻 t_3 に下記の条件 3 及び条件 4 の少なくともいずれか一方を満たした場合には、その時刻 t_3 において「しゃがみ」状態から「通常」状態に戻ったと判定する。

$$\text{条件 3 : } |y_{ut2} - y_{ut3}| > b$$

$$\text{条件 4 : } y_{ot1} - y_{ot3} < \varepsilon_2$$

[0064] 条件 3 は、閾値を b として、矩形枠の下座標がその閾値以上に変化したという条件である。即ち、追跡対象である人物がしゃがんでいるとすれば、下座標は遷移しないはずであるところ、矩形枠の下座標が大きく変化した場合には、もはや「しゃがみ」状態であると判定するのは適切でないといえる。従って、そのような場合には「しゃがみ」状態を解除して、状態種別を「通常」状態に戻すようにする。

[0065] 条件 4 は、誤差範囲を ε_2 として、矩形枠の上座標が、「しゃがみ」状態になる直前の「通常」の状態の時刻 t_1 における上座標とほぼ同じ座標になるという条件である。これは、しゃがんでいた人物が立ち上がったことを意味しており、この場合にも状態種別を「しゃがみ」状態から「通常」状態に戻すようにする。「通常」状態では、基準点作成部 60 は、上記の式（3'）及び（4'）に従って、矩形枠の中心点を基準点とする。

[0066] 3-1. 「通常」状態から「手伸ばし」状態へ遷移する場合

図7は、「通常」状態から「手伸ばし」状態への遷移の判定条件及び「手伸ばし」状態の基準点の作成を説明する図である。図7は、時刻 t_1 に「通常」状態であった追跡対象が、時刻 t_2 に「手伸ばし」状態になった様子を示している。通常、人物が手を伸ばした場合には、頭部及び脚部の位置は変わらず、手が左又は右に伸びる。このとき、矩形枠は、上線及び下線の位置がほぼ変わらず、枠幅が増大することになる。

[0067] これらの特徴を利用して、状態判定部50は、上線及び下線の差分が所定の範囲内にあり、かつ枠幅が所定の閾値以上に増大した場合に、追跡対象である人物が手を伸ばしたと判断する。具体的には、時刻 t_1 に、ある追跡IDの追跡対象が「通常」状態であった場合に、時刻 t_2 で同一の追跡IDの追跡対象が、下記の「手伸ばし」状態の判定条件を満たす場合に、当該追跡IDの追跡対象は、時刻 t_2 において「手伸ばし」の状態に遷移したと判定する。

[0068] 「通常」状態から「手伸ばし」状態への遷移の判定条件は、下記の条件5～7のすべてが真となることである。

$$\text{条件5: } |y_{ut1} - y_{ut2}| < \varepsilon_3$$

$$\text{条件6: } |y_{ot1} - y_{ot2}| < \varepsilon_4$$

$$\text{条件7: } (x_{rt2} - x_{lt2}) - (x_{rt1} - x_{lt1}) > c$$

条件5は、 ε_3 を誤差範囲として、矩形枠の下座標の差分がその誤差範囲内にあるという条件である。条件6は、 ε_4 を誤差範囲として、矩形枠の上座標の差分がその誤差範囲内にあるという条件である。条件7は、矩形枠の枠幅が閾値 c 以上増大するという条件である。なお、この条件が一定時間以上継続して満たされた場合に、追跡対象が「手伸ばし」状態になったと判定してもよい。

[0069] 状態判定部50は、更に、 $|x_{lt1} - x_{lt2}|$ と $|x_{rt1} - x_{rt2}|$ とを比較して、 $|x_{lt1} - x_{lt2}|$ の方が大きければ右に手を伸ばした「右手伸ばし」状態であると判定し、 $|x_{rt1} - x_{rt2}|$ の方が大きければ左に手を伸ばした「左手伸ばし」状態であると判定する。

[0070] 状態判定部50は、上記の「手伸ばし」状態の判定条件を用いて、追跡対

象が「手伸ばし」状態であると判定すると、さらに上記の判定条件に従ってそれが「右手伸ばし」状態であるか、「左手伸ばし」状態であるかを判定し、「右手伸ばし」状態を示す状態種別情報又は「左手伸ばし」状態を示す状態種別情報を、「手伸ばし」状態になった時刻（時刻 t_2 ）及び追跡 ID とともに基準点作成部 60 に出力する。

[0071] 基準点作成部 60 は、「右手伸ばし」状態を示す状態種別情報を取得すると、検出領域データベース 30 から、「右手伸ばし」状態になった時刻（時刻 t_2 ）における状態検出情報、及び「通常」状態であった最後の時刻（時刻 t_1 ）における状態検出情報を読み出し、下式（7）及び（8）により、時刻 t_2 の「右手伸ばし」状態の基準点の x 座標及び y 座標を求める。

$$x = (x_{rt2} + x_{lt1}) / 2 \quad \cdots \cdots (7)$$

$$y = (y_{ot2} + y_{ut2}) / 2 \quad \cdots \cdots (8)$$

ここで、「通常」状態であった最後の時刻（時刻 t_1 ）の左座標 x_{lt1} を用いて、「右手伸ばし」状態である時刻 t_2 の基準点の x 座標を求めていることが特徴的である。即ち、「右手伸ばし」状態である場合も「通常」状態の場合と同様に、矩形枠の中心点を基準点とするが、この矩形枠の左座標として、「右手伸ばし」状態となった時刻の左座標ではなく、最後に「通常」状態であった時刻の左座標を採用する。

[0072] 基準点作成部 60 は、「左手伸ばし」状態を示す状態種別情報を取得すると、検出領域データベース 30 から、「左手伸ばし」状態になった時刻（時刻 t_2 ）における状態検出情報、及び「通常」状態であった最後の時刻（時刻 t_1 ）における状態検出情報を読み出し、下式（9）及び（10）により、時刻 t_2 の「左手伸ばし」状態の基準点の x 座標及び y 座標を求める。

$$x = (x_{rt1} + x_{lt2}) / 2 \quad \cdots \cdots (9)$$

$$y = (y_{ot2} + y_{ut2}) / 2 \quad \cdots \cdots (10)$$

ここで、「通常」状態であった最後の時刻（時刻 t_1 ）の右座標 x_{rt1} を用いて、「左手伸ばし」状態である時刻 t_2 の基準点の x 座標を求めていることが特徴的である。即ち、「左手伸ばし」状態である場合も「通常」状態の場合

合と同様に、矩形枠の中心点を基準点とするが、この矩形枠の右座標として、「左手伸ばし」状態となった時刻の右座標ではなく、最後に「通常」状態であった時刻の右座標を採用する。

[0073] 3-2. 「手伸ばし」状態から「通常」状態へ遷移する場合

状態判定部50は、時刻 t_2 においてある追跡IDの追跡対象が「手伸ばし」状態である場合に、同一の追跡IDの追跡対象について、時刻 t_3 に下記の条件8を満たすか、又は条件9及び条件10の両方を満たした場合には、その時刻 t_3 において「手伸ばし」状態から「通常」状態に戻ったと判定する。

$$\text{条件8: } |(y_{ot2} - y_{ut2}) - (y_{ot3} - y_{ut3})| > d$$

$$\text{条件9: } |(y_{ot2} - y_{ut2}) - (y_{ot3} - y_{ut3})| < \varepsilon_5$$

$$\text{条件10: } |(x_{rt3} - x_{lt3}) - (x_{rt1} - x_{lt1})| < \varepsilon_6$$

[0074] 条件8は、閾値を d として、矩形枠の枠高がその閾値以上に変化したという条件である。即ち、枠高が大きく変化したということは、追跡対象である人物がカメラ10に近づく方向に移動している可能性があり、この場合の枠幅の増大を「手伸ばし」状態であると判定するのは適切でないといえる。従って、そのような場合には「手伸ばし」状態を解除して、状態種別を「通常」状態に戻すようにする。

[0075] 条件9は、誤差範囲を ε_5 として、矩形枠の枠高がほぼ変化していないという条件である。条件10は、誤差範囲を ε_6 として、矩形枠の枠幅がほぼ変化していないという条件である。条件9と条件10を同時に満足する場合は、手を伸ばしていた人物が手伸ばしを止めたことを意味している。従って、この場合にも状態種別を「手伸ばし」状態から「通常」状態に戻すようにする。

[0076] 4-1. 「通常」状態から「床反射」状態へ遷移する場合

図8は、「通常」状態から「床反射」状態への遷移の判定条件及び「床反射」状態の基準点の作成を説明する図である。図8は、時刻 t_1 に「通常」状態であった追跡対象が、時刻 t_2 に「床反射」状態になった様子を示している。上述のように、物体検出部20は、過去の画像と現在の画像との差分を用

いて追跡対象を検出するので、人物が反射しやすい領域にいる場合には、人物を反射する床の部分も差分領域となってしまう、矩形枠が実際の人物よりも大きく設定されてしまう。

[0077] そこで、状態判定部 50 は、下線の端点の少なくとも一方が床反射領域に入っている場合には、「床反射」状態にあると判定する。状態判定部 50 は、「床反射」状態を判定するために、環境データベース 40 に保存されている環境情報を参照する。具体的には、仮に、環境データベース 40 に、図 5 に示すとおりの環境情報が保存されているとすると、時刻 t_2 において追跡対象が、下記の「床反射」状態の判定条件を満たす場合に、当該追跡対象は、時刻 t_2 において「床反射」状態にあると判定する。

[0078] 「床反射」状態の判定条件は下記の条件 11 及び条件 12 の少なくともいずれか一方が真となることである。

$$\text{条件 11 : } (x_{rt2} - 300)^2 + (y_{ut2} - 400)^2 < 1600$$

$$\text{条件 12 : } (x_{lt2} - 300)^2 + (y_{ut2} - 400)^2 < 1600$$

条件 11 は、下線の右の端点が床反射領域内にあるという条件である。条件 12 は、下線の左の端点が床反射領域内にあるという条件である。なお、これら条件が一定時間以上継続して満たされた場合に、追跡対象がそれぞれの「床反射」状態にあると判定してもよい。

[0079] 状態判定部 50 は、上記の「床反射」状態の判定条件を用いて「床反射」状態であると判定すると、「床反射」状態を示す状態種別情報を、「床反射」状態になった時刻（時刻 t_2 ）及び追跡 ID とともに基準点作成部 60 に出力する。

[0080] 基準点作成部 60 は、「床反射」状態を示す状態種別情報を取得すると、検出領域データベース 30 から、「床反射」状態になった時刻（時刻 t_2 ）における状態検出情報、及び「通常」状態であった最後の時刻（時刻 t_1 ）における状態検出情報を読み出し、下式（11）及び（12）により、時刻 t_2 の「床反射」状態の基準点の x 座標及び y 座標を求める。

$$x = (x_{rt2} + x_{lt2}) / 2 \quad \dots\dots (11)$$

$$y = (y_{ot2} + y_{ut1}) / 2 \quad \cdots \cdots (12)$$

ここで、「通常」状態であった最後の時刻（時刻 t_1 ）の下座標 y_{ut1} を用いて、「床反射」状態である時刻 t_2 の基準点の y 座標を求めていることが特徴的である。即ち、「床反射」状態である場合も「通常」状態の場合と同様に、矩形枠の中心点を基準点とするが、この矩形枠の下座標として、「床反射」状態である時刻の下座標ではなく、最後に「通常」状態であった時刻の下座標を採用する。

[0081] 4-2. 「床反射」状態から「通常」状態へ遷移する場合

状態判定部 50 は、時刻 t_2 においてある追跡 ID の追跡対象が「床反射」状態である場合に、同一の追跡 ID の追跡対象について、時刻 t_3 に、下線の端点が上記の条件 11 及び条件 12 のいずれも満たさなくなった場合には、その時刻 t_3 において「床反射」状態から「通常」状態に戻ったと判定する。

[0082] 5-1. 「通常」状態から「遮蔽」状態へ遷移する場合

図 9 は、「通常」状態から「遮蔽」状態への遷移の判定条件及び「遮蔽」状態の基準点の作成を説明する図である。図 9 は、時刻 t_1 に「通常」状態であった追跡対象が、時刻 t_2 に「遮蔽」状態になった様子を示している。通常、人物が遮蔽物の陰に隠れている場合には、過去の画像と現在の画像との差分を用いて追跡対象を検出すると、矩形枠が実際の人物よりも小さく設定されてしまう。

[0083] そこで、状態判定部 50 は、矩形枠の下線が完全に遮蔽領域に入っている場合には、「遮蔽」状態にあると判定する。状態判定部 50 は、これらの状態を判定するために、環境データベース 40 に保存されている環境情報を参照する。具体的には、仮に、環境データベース 40 に、図 5 に示すとおり of 環境情報が保存されているとすると、時刻 t_2 において追跡対象が、下記の「遮蔽」状態の判定条件を満たす場合に、当該追跡対象は、時刻 t_2 において「遮蔽」状態にあると判定する。

[0084] 「遮蔽」状態の判定条件は、下記の条件 13、条件 14、及び条件 15 のいずれかが真となることである。

条件 13 : $100 < x_{lt2} < 200$

条件 14 : $100 < x_{rt2} < 200$

条件 15 : $250 < y_{ut2} < 350$

[0085] 条件 13 及び条件 15 は、下線の左の端点が遮蔽領域内にあるという条件である。条件 14 及び条件 15 は、下線の右の端点が遮蔽領域内にあるという条件である。よって、条件 13、条件 14、及び条件 15 のすべてが真となる場合は、即ち、下線が完全に遮蔽領域内にあるという場合である。上述のように、矩形枠の下線は、基準画像との間に差分を有する画素の座標のうちの最下の y 座標から所定のマージン m を確保して設定されるので、図 9 のように、人物の下部分が遮蔽物の陰に隠れている場合には、この下線が遮蔽領域に入ることになる。よって、上記の条件によって「遮蔽」状態を判定できる。なお、上記の条件が一定時間以上継続して満たされた場合に、追跡対象が「遮蔽」状態にあると判定してもよい。

[0086] 状態判定部 50 は、上記の「遮蔽」状態の判定条件を用いて「遮蔽」状態であると判定すると、「遮蔽」状態を示す状態種別情報を、「遮蔽」状態になった時刻（時刻 t_2 ）及び追跡 ID とともに基準点作成部 60 に出力する。

[0087] 基準点作成部 60 は、「遮蔽」状態を示す状態種別情報を取得すると、検出領域データベース 30 から、「遮蔽」状態になった時刻（時刻 t_2 ）における状態検出情報、及び「通常」状態であった最後の時刻（時刻 t_1 ）における状態検出情報を読み出し、下式（13）及び（14）により、時刻 t_2 の「遮蔽」状態の基準点の x 座標及び y 座標を求める。

$$x = (x_{rt2} + x_{lt2}) / 2 \quad \cdots \cdots (13)$$

$$y = (y_{ot2} + y_{ut1}) / 2 \quad \cdots \cdots (14)$$

ここで、「通常」状態であった最後の時刻（時刻 t_1 ）の下座標 y_{ut1} を用いて、「遮蔽」状態である時刻 t_2 の基準点の y 座標を求めていることが特徴的である。即ち、「遮蔽」状態である場合も「通常」状態の場合と同様に、矩形枠の中心点を基準点とするが、この矩形枠の下座標として、「遮蔽」状態となった時刻の下座標ではなく、最後に「通常」状態であった時刻の下座

標を採用する。

[0088] なお、追跡対象である人物が壁に隠れる場合にも遮蔽が生じ、このような場合には矩形枠の中心点は人物の左右方向の中心にないことになる。しかしながら、このような左右方向の遮蔽については、特別な手当てはしないこととする。なぜなら、例えば人物が右方向に移動しながら徐々に壁に隠れていく場合に、通常の処理により矩形枠を設定してその中心点の軌跡を取れば、その中心点も徐々に壁に近づいていき、人物が完全に壁に隠れる瞬間には、中心点は壁際にまで達するので、このような中心点の軌跡は人物の動線として正しいからである。従って、人物の身長よりも十分に高い遮蔽物については、遮蔽領域として環境データベース 40 に保存しておく必要はない。

[0089] また、上記で説明した判定方法によれば、人物が遮蔽物の手前にいる場合には、矩形枠が遮蔽領域に重なることにはなるが、矩形枠の下線が遮蔽領域に含まれることはなくなる。よって、人物が遮蔽物の手前にいる場合に、誤って「遮蔽」状態であると判定されることはない。

[0090] 5-2. 「遮蔽」状態から「通常」状態へ遷移する場合

状態判定部 50 は、時刻 t_2 においてある追跡 ID の追跡対象が「遮蔽」状態である場合に、同一の追跡 ID の追跡対象について、時刻 t_3 に、上記の条件 13 ないし条件 15 の少なくともいずれか 1 つを満たさなくなった場合には、その時刻 t_3 において「遮蔽」状態から「通常」状態に戻ったと判定する。

[0091] 6. 「ノイズ」状態の場合

上記で説明した判定条件を用いても、「しゃがみ」、「手伸ばし」、「床反射」、「遮蔽」の何れの状態にも該当しないが、矩形枠の枠幅と枠高との比や枠の大きさが短時間で大きく変動する場合には、何らかのノイズによるものであると判断できる。

[0092] そこで、状態判定部 50 は、「しゃがみ」、「手伸ばし」、「床反射」、「遮蔽」の何れの状態にも該当せず、かつ矩形枠の枠幅又は枠高のいずれかの変化量が所定の閾値よりも大きくなった場合には、「ノイズ」状態にある

と判定する。状態判定部 50 はノイズであると判定すると、「ノイズ」状態を示す状態種別情報を、「ノイズ」状態と判定された時刻及び追跡 ID とともに基準点作成部 60 に出力する。

[0093] ノイズは複数の画像フレームに渡って生じることがあるため、基準点作成部 60 には、状態判定部 50 から、「ノイズ」状態を示す状態種別情報が連続して入力されることがある。基準点作成部 60 は、「ノイズ」状態を示す状態種別情報を受けてから、「ノイズ」状態以外の状態を示す状態種別情報を受けるまで、即ち、「ノイズ」状態が解消するまで待って、検出領域データベース 30 から、「ノイズ」状態にあった時刻における検出結果情報、及び「通常」状態であった最後の時刻における検出結果情報を読み出す。

[0094] 図 10 は、「ノイズ」状態の基準点の作成を説明する図である。図 11 の例では時刻 t_1 にて「通常」状態であると判定されていたが、時刻 t_2 にて床反射領域でもないのに下線の位置が極端に下に下がり、時刻 t_3 では、遮蔽領域でもないのに下線の位置が極端に上に上がり、時刻 t_4 で再び下線の位置が下に下がっている。なお、時刻 t_4 以降は矩形枠に大きな変動はなく、従って、時刻 t_5 には「通常」状態に戻ったと判定される。

[0095] このような場合には、基準点作成部 60 は、「ノイズ」状態にあった時刻（時刻 $t_2 \sim t_4$ ）における検出結果情報、及び「通常」状態であった最後の時刻（時刻 t_1 ）における検出結果情報を検出領域データベース 30 から読み出す。そして、読み出した検出結果情報の矩形枠を「ノイズ」状態にあった時刻（時刻 $t_2 \sim t_4$ ）及び「通常」状態であった最後の時刻（時刻 t_1 ）について平均化する。

[0096] 具体的には、「ノイズ」状態にあった期間のフレーム数が n であるとする、基準点作成部 60 は、下式 (15) 及び (16) により、この期間の基準点の x 座標及び y 座標を求める。

$$x = (\sum (x_{r,t} + x_{l,t}) / 2) / n \quad \cdots \cdots (15)$$

$$y = (\sum (y_{o,t} + y_{u,t}) / 2) / n \quad \cdots \cdots (16)$$

[0097] 上記のように構成された動線作成装置 1 について、状態判定部 50 の動作

を説明する。図 11 は、状態判定部 50 の動作を示すフロー図である。動線作成装置 1 が動作を開始すると、まず、カメラ 10 は撮影を開始して、順次画像フレームを物体検出部 20 に出力し、物体検出部 20 は、入力される画像フレームから追跡対象の物体を検出して、検出結果情報を検出領域データベース 30 に保存していく。状態判定部 50 は、検出領域データベース 30 に保存された検出結果情報に対して状態判定を行うが、最初は「通常」状態であるとして判定を開始する。

[0098] 状態判定部 50 は、検出領域データベース 30 を参照して（ステップ S 10 ）、 「しゃがみ」 状態に遷移したか否かの判定を行う（ステップ S 11 ）。 「しゃがみ」 状態に遷移していないと判定すると（ステップ S 11 で NO ）、次に「手伸ばし」状態に遷移したか否かの判定を行う（ステップ S 12 ）。 「手伸ばし」 状態に遷移していないと判定すると（ステップ S 12 で NO ）、次に「床反射」状態に遷移したか否かの判定を行う（ステップ S 13 ）。 「床反射」 状態に遷移していないと判定すると（ステップ S 13 で NO ）、次に「遮蔽」状態に遷移したか否かの判定を行う（ステップ S 14 ）。 「遮蔽」 状態に遷移していないと判定すると（ステップ S 14 で NO ）、次に「ノイズ」状態に遷移したか否かの判定を行う（ステップ S 15 ）。 「ノイズ」 状態に遷移していないと判定すると（ステップ S 15 で NO ）、 「通常」 状態を示す状態種別情報を基準点作成部 60 に出力する（ステップ S 16 ）。

[0099] 上記の「しゃがみ」判定（ステップ S 11 ）において、「しゃがみ」状態であると判定されると（ステップ S 11 にて YES ）、 「しゃがみ」 状態の処理（ステップ S 17 ）に移行する。「手伸ばし」判定（ステップ S 12 ）において、「手伸ばし」状態であると判定されると（ステップ S 12 にて YES ）、 「手伸ばし」 状態の処理（ステップ S 18 ）に移行する。「床反射」判定（ステップ S 13 ）において、「床反射」状態であると判定されると（ステップ S 13 にて YES ）、 「床反射」 状態の処理（ステップ S 19 ）に移行する。「遮蔽」判定（ステップ S 14 ）において、「遮蔽」状態であ

ると判定されると（ステップS 1 4にてYES）、「遮蔽」状態の処理（ステップS 2 0）に移行する。「ノイズ」判定（ステップS 1 5）において、「ノイズ」状態であると判定されると（ステップS 1 5にてYES）、「ノイズ」状態の処理（ステップS 2 1）に移行する。

[0100] 図 1 2 は、状態判定部 5 0 による「しゃがみ」状態の処理のフロー図である。状態判定部 5 0 は、検出領域データベース 3 0 を参照して（ステップS 1 7 1）、最新の検出結果情報と過去の検出結果情報を取得する。状態判定部 5 0 は、最新の検出結果情報と過去の検出結果情報を用いて、「通常」状態へ戻るか否かの判定を行う（ステップS 1 7 2）。「通常」状態へ戻る条件を満たしている場合は（ステップS 1 7 2にてYES）、「通常」状態へ遷移し（ステップS 1 7 3）、ステップS 1 0 に戻る。「通常」状態へ戻る条件を満たしていない場合は（ステップS 1 7 2にてNO）、「しゃがみ」状態を示す状態種別情報を基準点作成部 6 0 に出力して（ステップS 1 7 4）、次の画像フレームの検出結果情報が検出領域データベース 3 0 に蓄積されるのを待ち、ステップS 1 7 1 に戻る。

[0101] 図 1 3 は、状態判定部 5 0 による「手伸ばし」状態の処理のフロー図である。状態判定部 5 0 は、「手伸ばし」状態の処理を開始すると、まず、「右手伸ばし」状態であるか、「左手伸ばし」状態であるかの判定を行う（ステップS 1 8 1）。次に、検出領域データベース 3 0 を参照して（ステップS 1 8 2）、最新の検出結果情報と過去の検出結果情報を取得する。状態判定部 5 0 は、最新の検出結果情報と過去の検出結果情報を用いて、「通常」状態へ戻るか否かの判定を行う（ステップS 1 8 3）。「通常」状態へ戻る条件を満たしている場合は（ステップS 1 8 3にてYES）、「通常」状態へ遷移し（ステップS 1 8 4）、ステップS 1 0 に戻る。「通常」状態へ戻る条件を満たしていない場合は（ステップS 1 8 3にてNO）、「手伸ばし」状態を示す状態種別情報を基準点作成部 6 0 に出力して（ステップS 1 8 5）、次の画像フレームの検出結果情報が検出領域データベース 3 0 に蓄積されるのを待ち、ステップS 1 8 2 に戻る。

[0102] 図14は、状態判定部50による「床反射」状態の処理のフロー図である。状態判定部50は、「床反射」状態の処理を開始すると、まず、検出領域データベース30を参照して（ステップS191）、最新の検出結果情報と過去の検出結果情報を取得する。状態判定部50は、最新の検出結果情報と過去の検出結果情報を用いて、「通常」状態へ戻るか否かの判定を行う（ステップS192）。「通常」状態へ戻る条件を満たしている場合は（ステップS192にてYES）、「通常」状態へ遷移し（ステップS193）、ステップS10に戻る。「通常」状態へ戻る条件を満たしていない場合は（ステップS192にてNO）、「床反射」状態を示す状態種別情報を基準点作成部60に出力して（ステップS194）、次の画像フレームの検出結果情報が検出領域データベース30に蓄積されるのを待ち、ステップS191に戻る。

[0103] 図15は、状態判定部50による「遮蔽」状態の処理のフロー図である。状態判定部50は、検出領域データベース30を参照して（ステップS201）、最新の検出結果情報と過去の検出結果情報を取得する。状態判定部50は、最新の検出結果情報と過去の検出結果情報を用いて、「通常」状態へ戻るか否かの判定を行う（ステップS202）。「通常」状態へ戻る条件を満たしている場合は（ステップS202にてYES）、「通常」状態へ遷移し（ステップS203）、ステップS10に戻る。「通常」状態へ戻る条件を満たしていない場合は（ステップS202にてNO）、「遮蔽」状態を示す状態種別情報を基準点作成部60に出力して（ステップS204）、次の画像フレームの検出結果情報が検出領域データベース30に蓄積されるのを待ち、ステップS201に戻る。

[0104] 図16は、状態判定部50による「ノイズ」状態の処理のフロー図である。状態判定部50は、検出領域データベース30を参照して（ステップS211）、最新の検出結果情報と過去の検出結果情報を取得する。状態判定部50は、最新の検出結果情報と過去の検出結果情報を用いて、「通常」状態へ戻るか否かの判定を行う（ステップS212）。「通常」状態へ戻る条件

を満たしている場合は（ステップS 2 1 2にてYES）、「通常」状態へ遷移し（ステップS 2 1 3）、ステップS 1 0に戻る。「通常」状態へ戻る条件を満たしていない場合は（ステップS 2 1 2にてNO）、「ノイズ」状態を示す状態種別情報を基準点作成部6 0に出力して（ステップS 2 1 4）、次の画像フレームの検出結果情報が検出領域データベース3 0に蓄積されるのを待ち、ステップS 2 1 1に戻る。

[0105] なお、状態判定部5 0は、1の検出結果情報について「ノイズ」状態であると判定するごとに、基準点作成部6 0に「ノイズ」状態を示す状態種別情報を出力し、上述のように、基準点作成部6 0は、「ノイズ」状態を示す状態種別情報を受けると、直ちに基準点を作成せず、「ノイズ」状態が連続する複数の検出結果情報を用いて（平均化して）基準点を作成するが、本発明はこのような処理に限られない。代わりに、状態判定部5 0が「通常」状態から「ノイズ」状態に遷移したと判断した時点では状態種別情報を基準点作成部6 0に出力せずに、「通常」状態に戻ったのちに、「ノイズ」状態を示す状態種別情報をその間の時刻の情報とともに基準点作成部6 0に出力してもよい。

[0106] 以上のように、本発明の実施の形態の動線作成装置1によれば、状態判定部5 0が追跡対象の状態を判定し、基準点作成部6 0は状態判定部5 0が判定した状態に応じた基準点を作成するので、追跡対象が移動していないにもかかわらず追跡対象が移動したことを示す動線を作成するという誤った動線の作成を軽減できる。

[0107] なお、上記の実施の形態では、追跡対象に対して「通常」、「しゃがみ」、「手伸ばし」「床反射」、「遮蔽」、「ノイズ」のいずれか1つの状態が割り当てられる場合について説明したが、「通常」状態時以外は複数の状態を割り当てるようにしてもよい。状態判定部5 0は、例えば、「しゃがみ」兼「床反射」の状態を判定できる構成であってもよい。

[0108] また、上記の実施の形態では、「通常」状態での基準点作成方法として矩形の中心を利用する場合について説明したが、基準点は、例えば矩形の下線

の中心など別の箇所を利用してもよい。その場合には、「しゃがみ」、「手伸ばし」、「床反射」、「遮蔽」、「ノイズ」の各状態での基準点の作成方法も「通常」状態での基準点の位置に合わせて変更すればよい。

[0109] また、上記の実施の形態では、「しゃがみ」状態、「手伸ばし」状態、「床反射」状態、「遮蔽」状態、「ノイズ」状態からは、「通常」状態にしか遷移しない場合について説明したが、「しゃがみ」状態、「手伸ばし」状態、「床反射」状態、「遮蔽」状態、「ノイズ」状態から「通常」状態以外の他の状態に遷移するようにしてもよい。状態判定部50は、例えば、「しゃがみ」状態から「手伸ばし」状態に遷移したと判定できる構成であってよい。

[0110] また、上記の実施の形態における状態判定部50の動作において、「しゃがみ」判定、「手伸ばし」判定、「床反射」判定、「遮蔽」判定、「ノイズ」判定は、図11に示す動作フローの順に行なわなければならないものではなく、その順序は任意であり、複数の判定を同時に並行して行なってもよい。

[0111] また、上記の実施の形態では、「しゃがみ」判定、「手伸ばし」判定、「床反射」判定、「遮蔽」判定、及び「ノイズ」判定のすべてを判定する動線作成装置を説明したが、本発明の動線作成装置は、これらの判定のうちの一部の判定のみを行なうものであってもよい。

[0112] 以上に現時点で考えられる本発明の好適な実施の形態を説明したが、本実施の形態に対して多様な変形が可能であり、そして、本発明の真実の精神と範囲内にあるそのようなすべての変形を添付の請求の範囲が含むことが意図されている。

産業上の利用可能性

[0113] 以上のように、本発明にかかる動線作成装置は、処理負担を増大せずに、追跡対象の移動を正確に反映しない動線を作成するという誤った動線の作成を軽減できるという効果を有し、画像中の追跡対象を検出して、その追跡対象の移動軌跡を表す動線を作成する動線作成装置等に適用できる。

符号の説明

- [0114] 1 動線作成装置
- 1 0 カメラ
- 2 0 物体検出部
- 3 0 検出領域データベース
- 4 0 環境データベース
- 5 0 状態判定部
- 6 0 基準点作成部
- 7 0 動線作成部

請求の範囲

- [請求項1] 追跡対象の移動軌跡を表す動線を作成する動線作成装置において、
画像フレームから追跡対象を検出して、前記追跡対象の検出領域を含む検出結果情報を生成する物体検出部と、
前記検出結果情報に基づいて、前記追跡対象の状態を判定する状態判定部と、
前記状態判定部にて判定された状態に対応する方法で前記検出領域を用いて、前記追跡対象の基準点を作成する基準点作成部と、
複数の前記画像フレームについて作成された複数の前記基準点を結んで、前記追跡対象の移動軌跡を表す動線を生成する動線作成部と、
を備えたことを特徴とする動線作成装置。
- [請求項2] 前記状態判定部は、前記検出領域の変化に基づいて、前記追跡対象の状態を判定することを特徴とする請求項1に記載の動線作成装置。
- [請求項3] 前記状態判定部は、動線作成の対象空間に設定された環境情報と前記検出領域との位置関係に基づいて、前記追跡対象の状態を判定することを特徴とする請求項1又は2に記載の動線作成装置。
- [請求項4] 前記基準点作成部は、前記状態判定部にて通常の状態ではない特定の状態であると判定されたときは、現在及び過去の前記検出領域を用いて前記基準点を作成することを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の動線作成装置。
- [請求項5] 前記物体検出部は、前記検出領域として、上線、下線、右線、及び左線から構成され、検出した追跡対象を包含する矩形枠を生成することを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の動線作成装置。
- [請求項6] 前記状態判定部は、現在の矩形枠と過去の矩形枠とを比較して、下線の移動が第1の閾値より小さく、上線の下方向への移動が第2の閾値より大きいときは、しゃがみ状態であると判定し、
前記基準点作成部は、前記状態判定部にてしゃがみ状態であると判

定されたときは、前記矩形枠の上線として、前記過去の矩形枠の上線を採用して、基準点を作成することを特徴とする請求項 5 に記載の動線作成装置。

[請求項7] 前記状態判定部は、現在の矩形枠と過去の矩形枠とを比較して、上線及び下線の移動が第 3 の閾値より小さく、右線の右方向への移動又は左線の左方向への移動が第 4 の閾値より大きいときは、手伸ばし状態であると判定し、

前記基準点作成部は、前記状態判定部にて手伸ばし状態であると判定されたときは、前記矩形枠の右線又は左線として、前記過去の矩形枠の右線又は左線を採用して、基準点を作成することを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の動線作成装置。

[請求項8] 前記状態判定部は、現在の検出結果情報の矩形枠の下線の端点の少なくとも 1 つが、動線作成の対象空間に設定された床反射領域に含まれているときは、床反射状態であると判定し、

前記基準点作成部は、前記状態判定部にて床反射状態であると判定されたときは、前記矩形枠の下線として、過去の検出結果情報の矩形枠の下線を採用して、基準点を作成することを特徴とする請求項 5 ないし請求項 7 のいずれかに記載の動線作成装置。

[請求項9] 前記状態判定部は、現在の検出結果情報の矩形枠の下線が、動線作成の対象空間に設定された遮蔽領域に含まれているときは、遮蔽状態であると判定し、

前記基準点作成部は、前記状態判定部にて遮蔽状態であると判定されたときは、前記矩形枠の下線として、過去の検出結果情報の矩形枠の下線を採用して、基準点を作成することを特徴とする請求項 5 ないし請求項 8 のいずれかに記載の動線作成装置。

[請求項10] 前記状態判定部は、通常の状態以外の特定の状態に該当しないが、検出結果情報の矩形枠の縦横比又は大きさが第 5 の閾値を越えて変化したときは、ノイズ状態であると判定し、

前記基準点作成部は、前記状態判定部にてノイズ状態であると判定されたときは、ノイズ状態であると判定された期間の複数の前記矩形枠を平均化して、基準点を作成することを特徴とする請求項５ないし請求項９のいずれかに記載の動線作成装置。

[請求項11]

追跡対象の移動軌跡を表す動線を作成する動線作成方法において、
画像フレームから追跡対象を検出して、前記追跡対象の検出領域を含む検出結果情報を生成する物体検出ステップと、

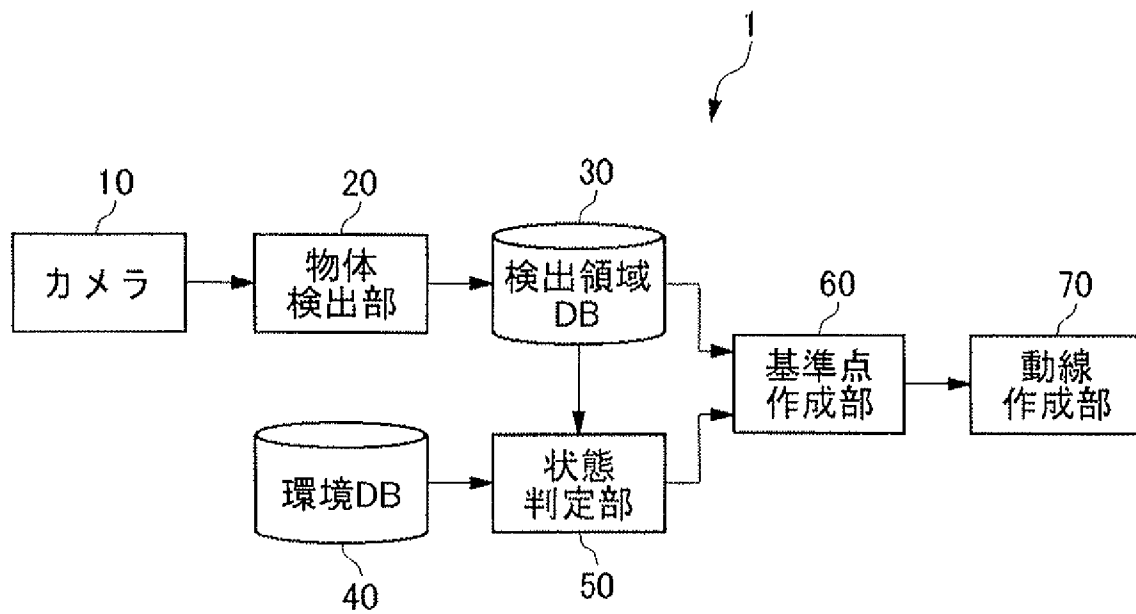
前記検出結果情報に基づいて、前記追跡対象の状態を判定する状態判定ステップと、

前記状態判定ステップにて判定された状態に対応する方法で前記検出領域を用いて、前記追跡対象の基準点を作成する基準点作成ステップと、

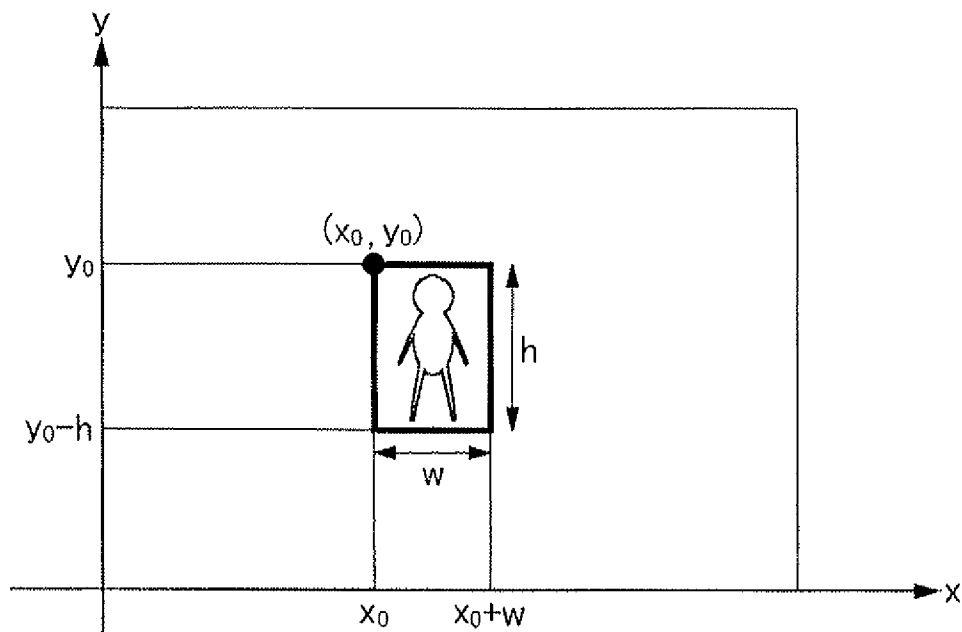
複数の前記画像フレームについて作成された複数の前記基準点を結んで、前記追跡対象の移動軌跡を表す動線を生成する動線作成ステップと、

を含むことを特徴とする動線作成方法。

[図1]



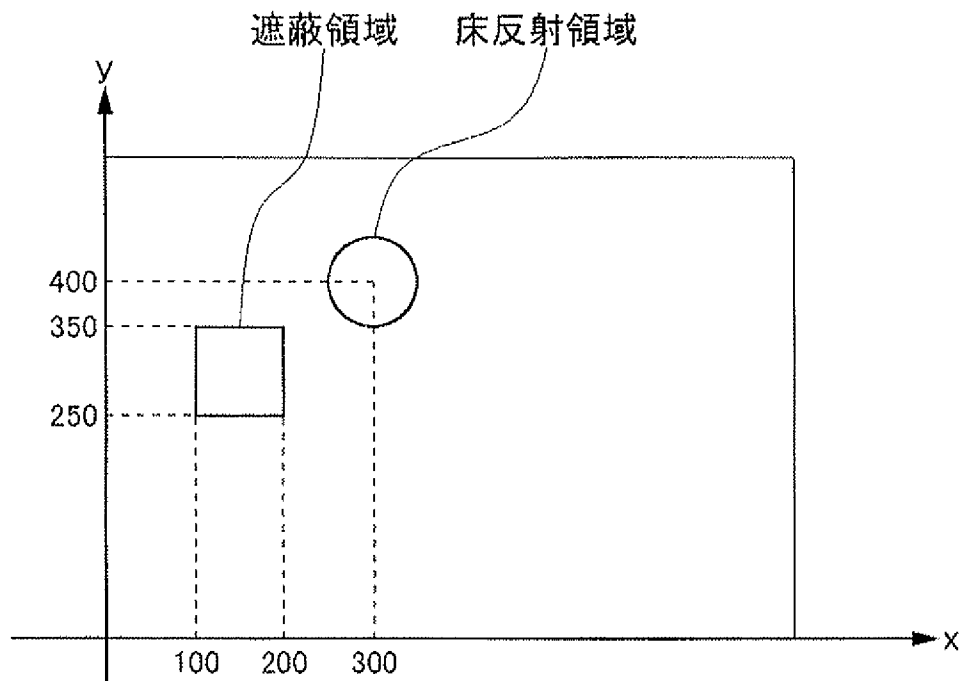
[図2]



[図3]

検出時刻	検出ID	検出位置(左上座標)	枠幅	枠高
t	ID	(x_0, y_0)	w	h
$t1$	1	(123,450)	30	50
$t1$	2	(350,180)	25	40
$t2$	1	$\vdots$	$\vdots$	
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	

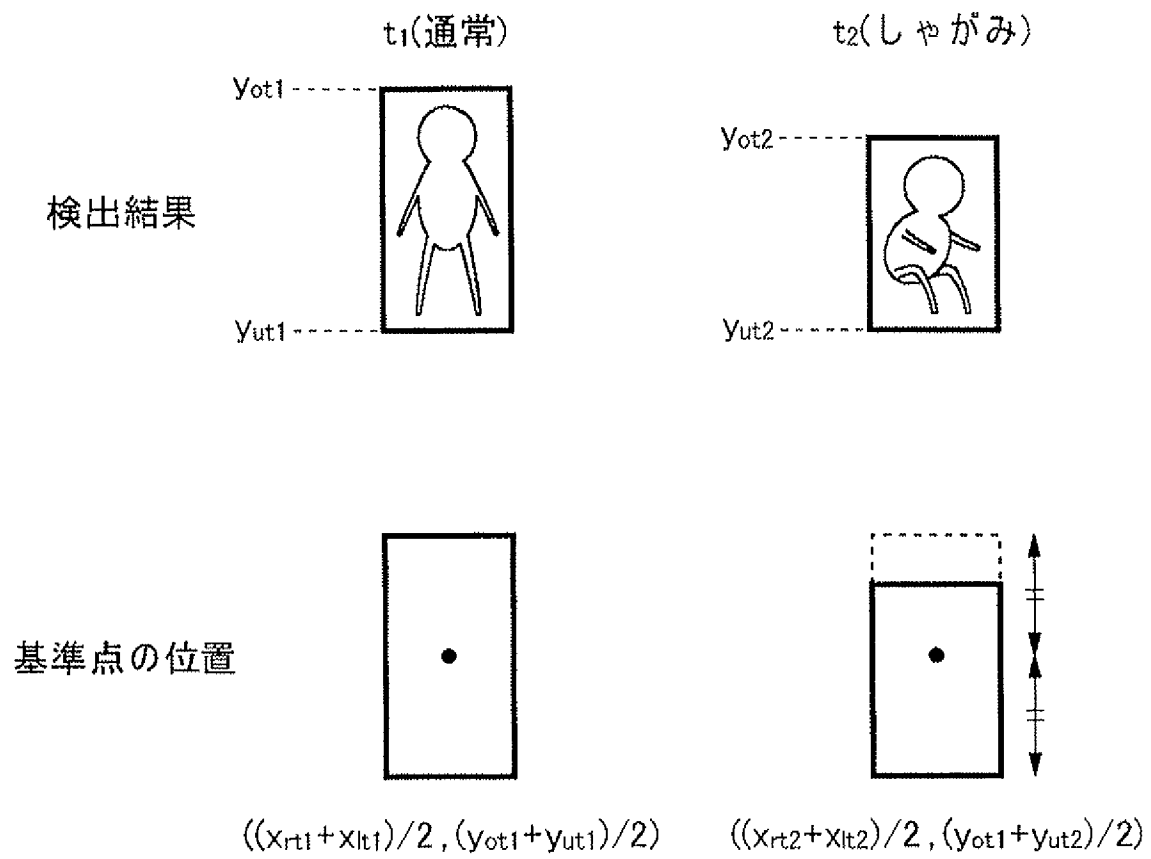
[図4]



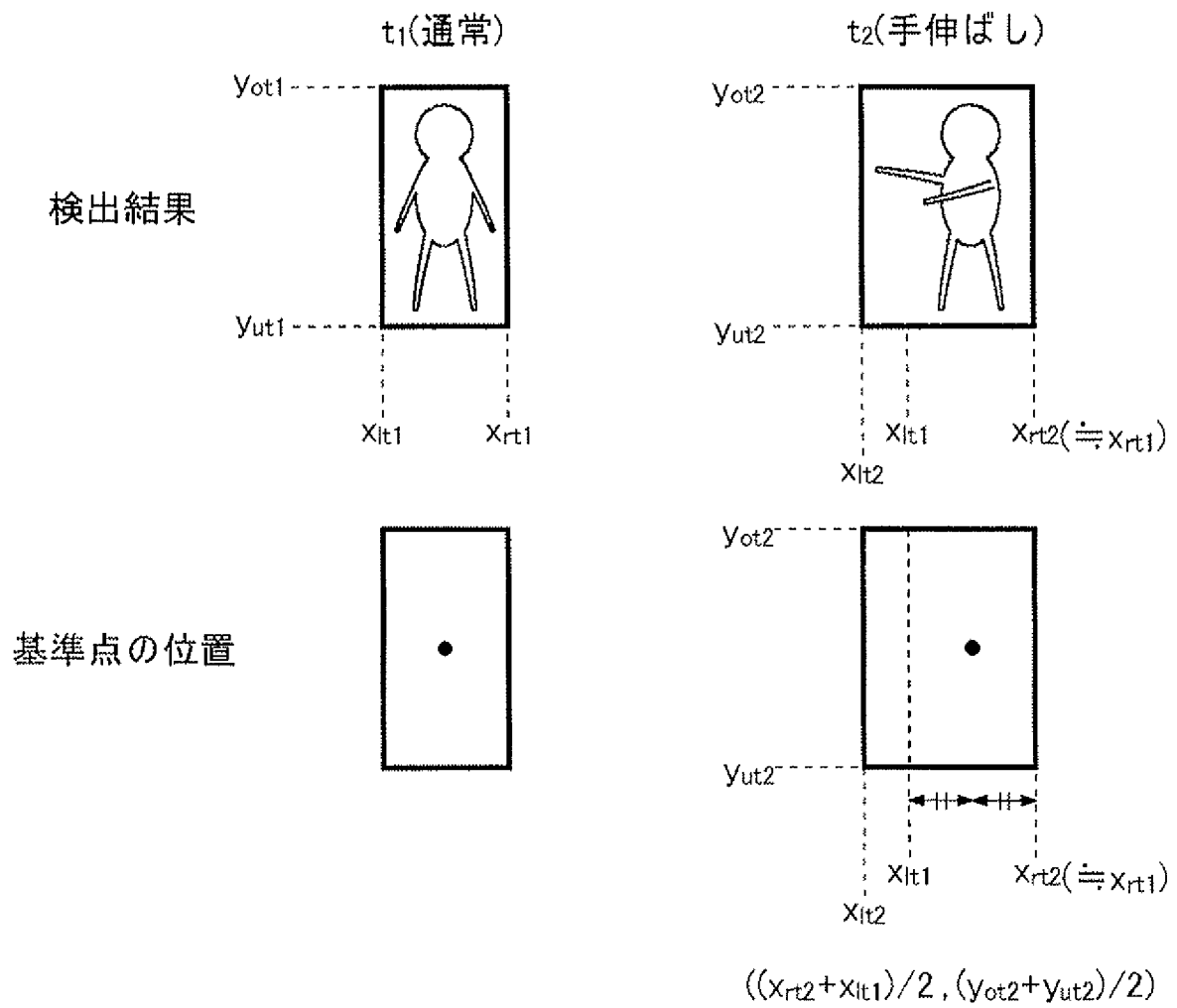
[図5]

種別	画像上の領域
床反射	$(x-300)^2+(y-400)^2<1600$
遮蔽	$100<x<200$ and $250<y<350$
⋮	⋮

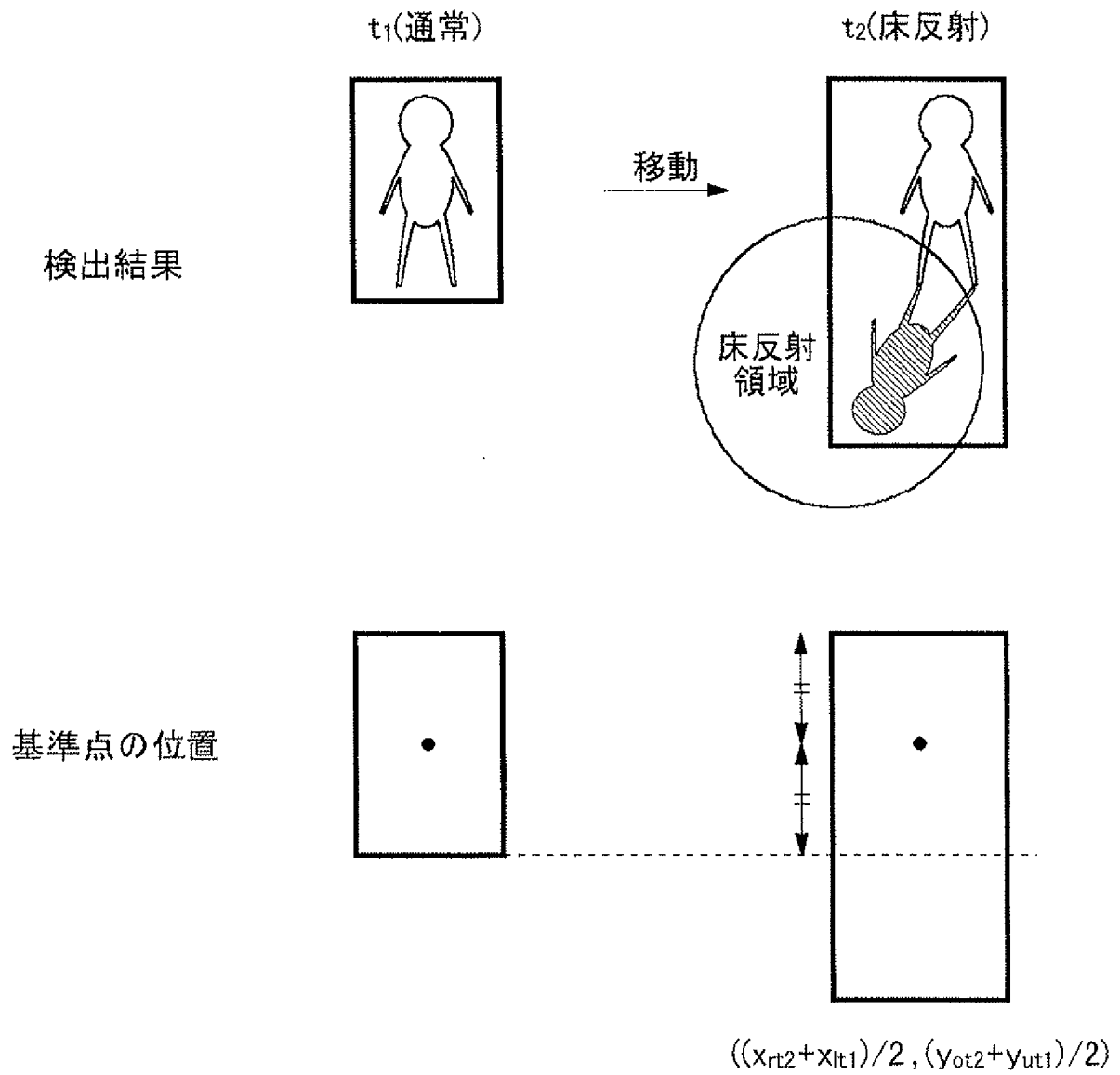
[図6]



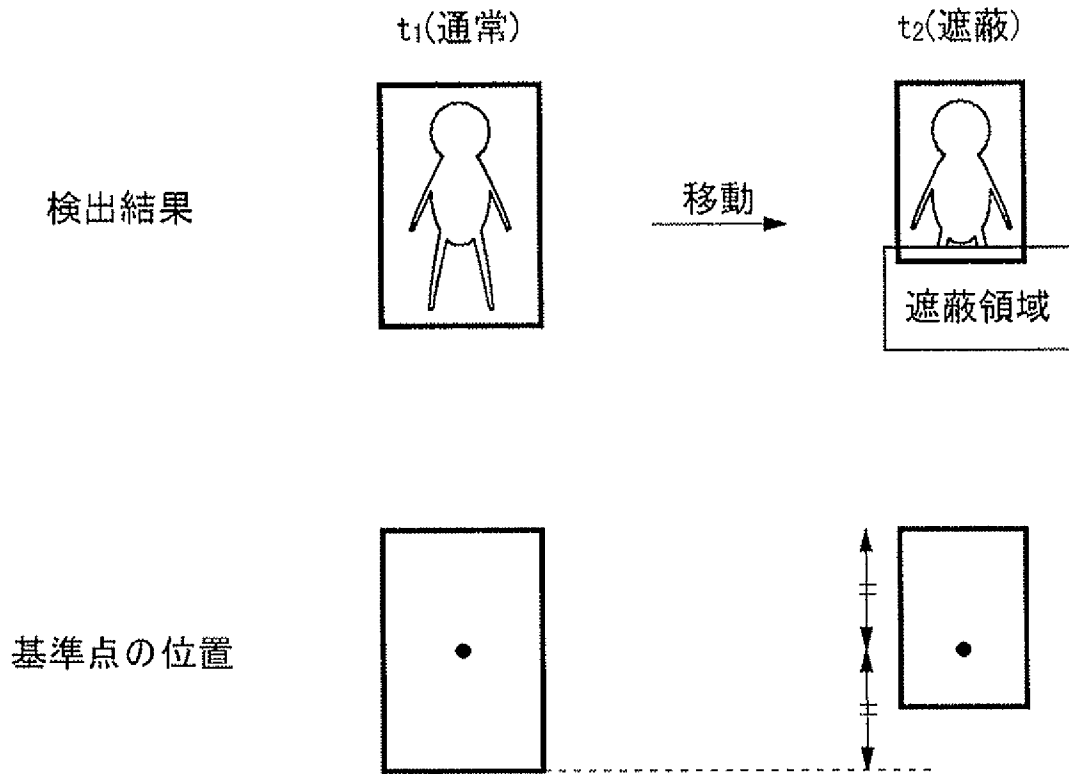
[図7]



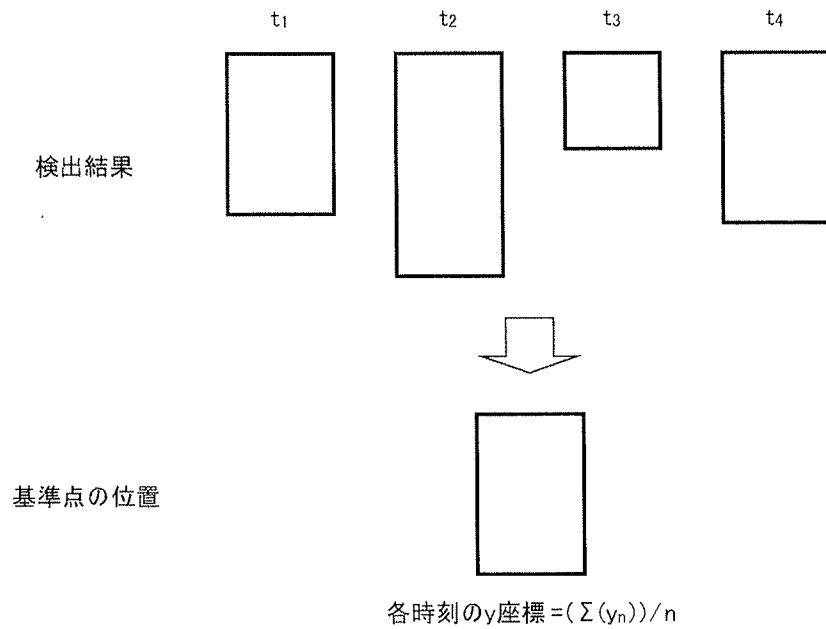
[図8]



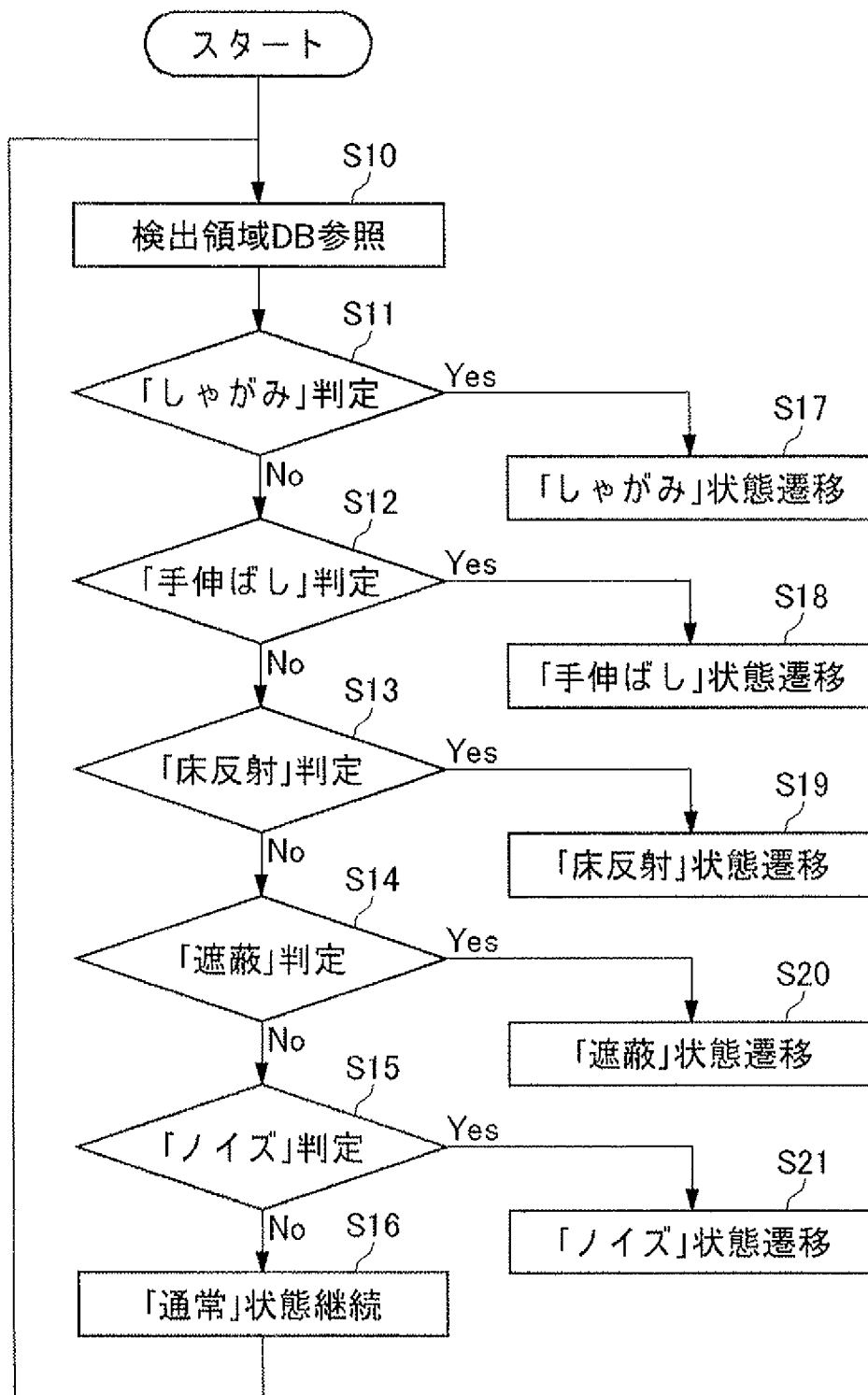
[図9]



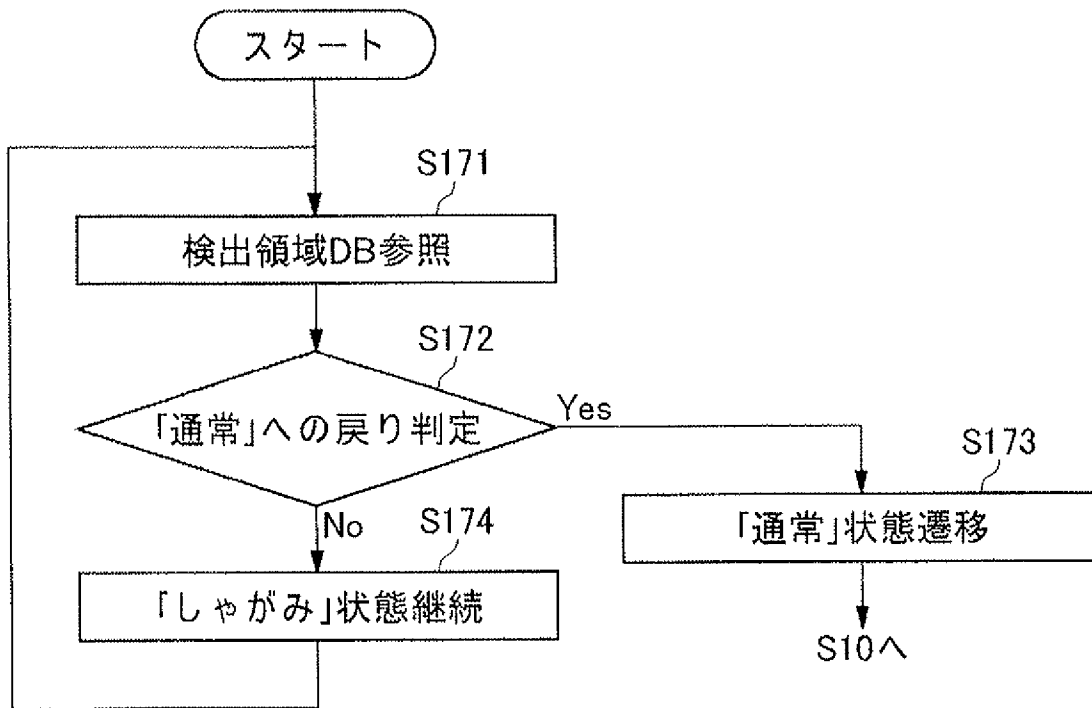
[図10]



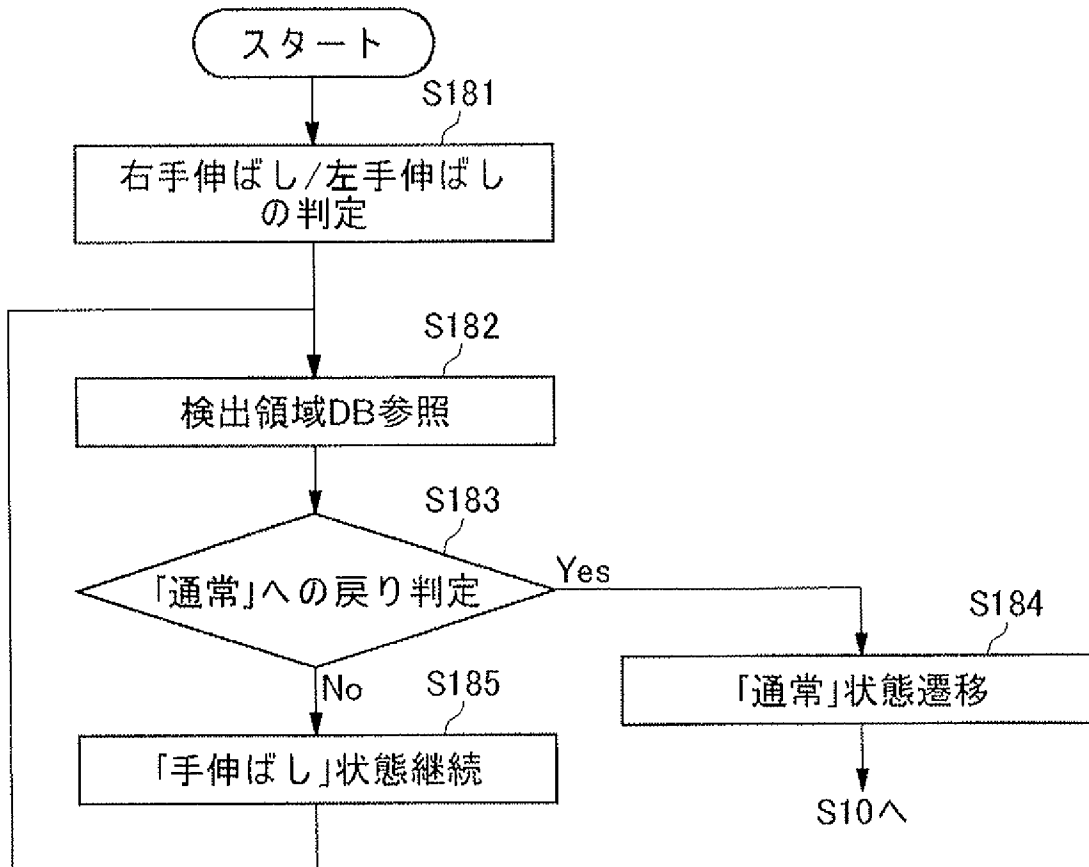
[図11]



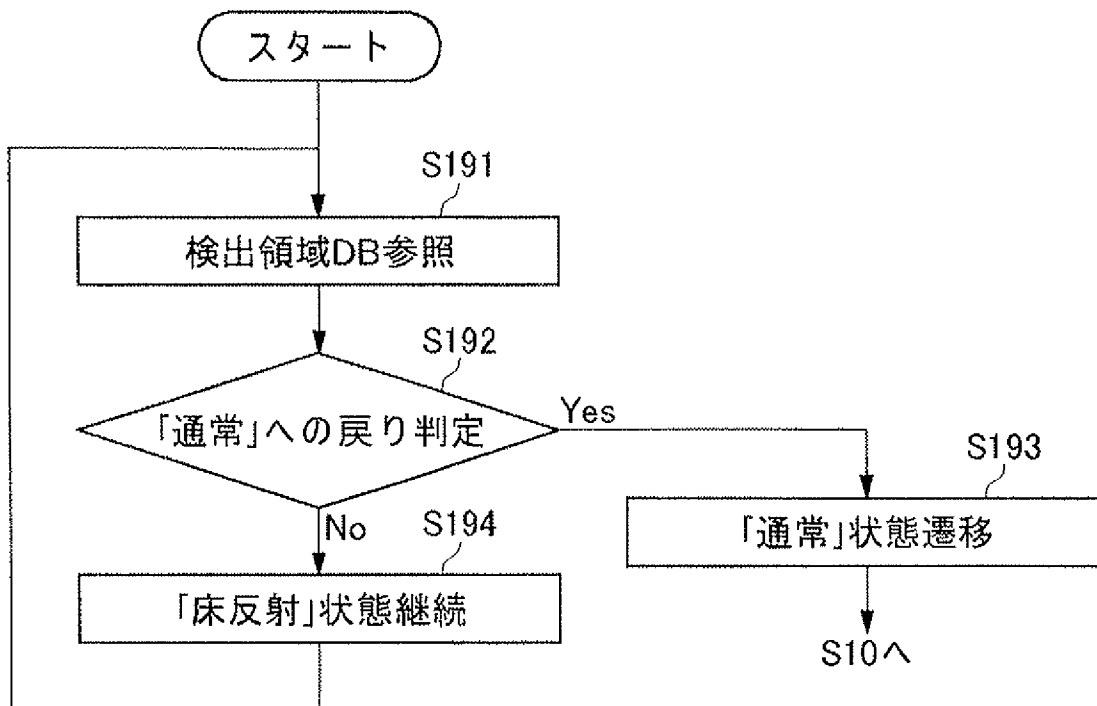
[図12]



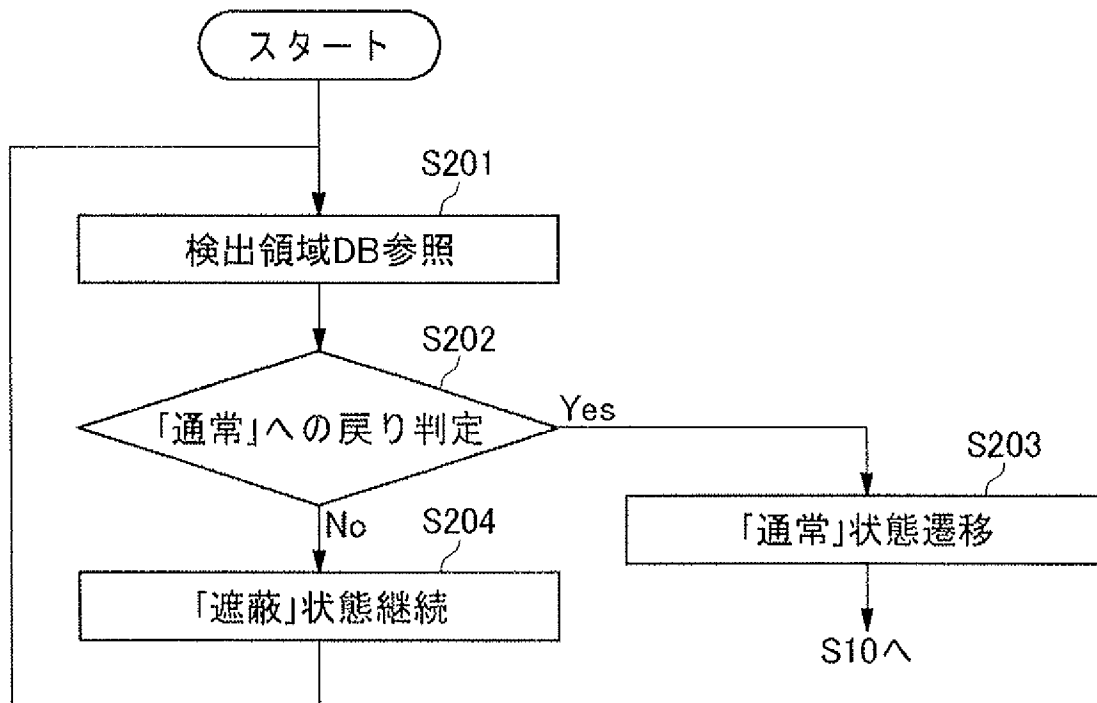
[図13]



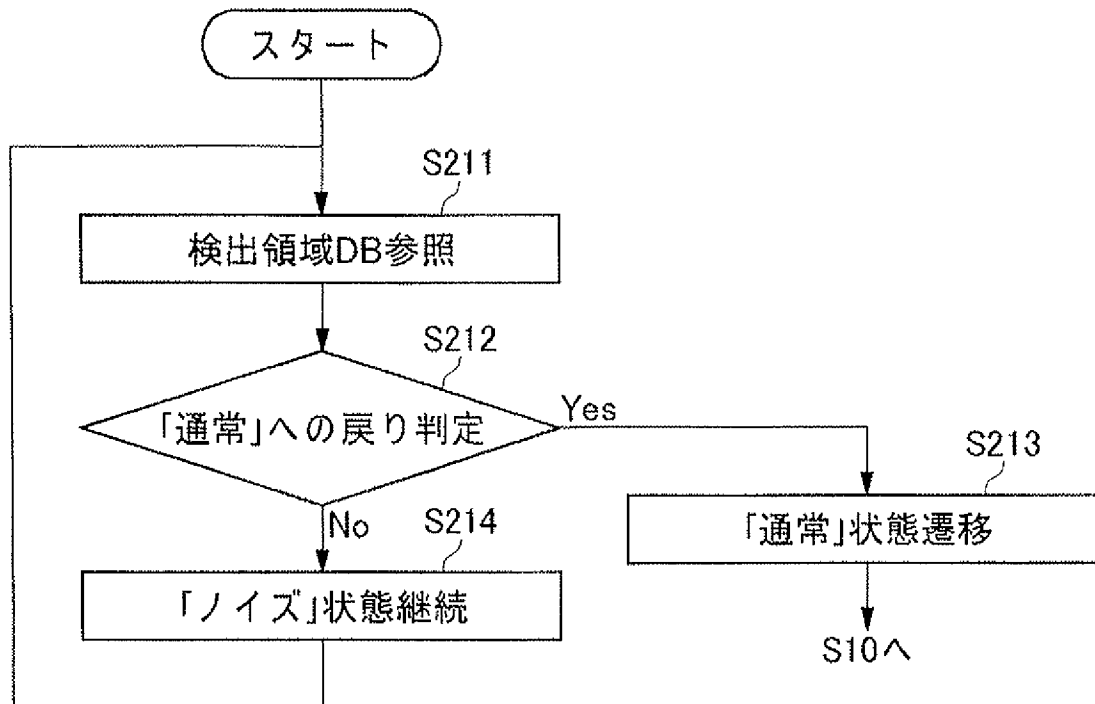
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/000030

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/20 (2006.01) i

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)

G06T7/20

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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.
A	JP 5-6434 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 14 January 1993 (14.01.1993), paragraphs [0009] to [0022] (Family: none)	1-11
A	JP 9-130784 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 16 May 1997 (16.05.1997), paragraphs [0055] to [0065]; fig. 13 to 14 (Family: none)	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 January, 2011 (20.01.11)

Date of mailing of the international search report

01 February, 2011 (01.02.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G06T7/20(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G06T7/20			
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 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 1 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 1 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 1 年			
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）			
C. 関連すると認められる文献			
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	
A	JP 5-6434 A（松下電器産業株式会社）1993.01.14, 【0 0 0 9】－ 【0 0 2 2】（ファミリーなし）	1－1 1	
A	JP 9-130784 A（松下電工株式会社）1997.05.16, 【0 0 5 5】－【0 0 6 5】, 【図 1 3】－【図 1 4】（ファミリーなし）	1－1 1	
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「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 「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 「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） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「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 「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 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 2 0 . 0 1 . 2 0 1 1		国際調査報告の発送日 0 1 . 0 2 . 2 0 1 1	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 佐藤 実 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 1	5 H 3 2 4 7