

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5366047号
(P5366047)

(45) 発行日 平成25年12月11日(2013.12.11)

(24) 登録日 平成25年9月20日(2013.9.20)

(51) Int.Cl.

F I

G O 8 B 21/24 (2006.01)

G O 8 B 21/24

G O 8 B 13/181 (2006.01)

G O 8 B 13/181

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2009-76837(P2009-76837)
 (22) 出願日 平成21年3月26日(2009.3.26)
 (65) 公開番号 特開2010-231393(P2010-231393A)
 (43) 公開日 平成22年10月14日(2010.10.14)
 審査請求日 平成24年3月19日(2012.3.19)

(出願人による申告)平成20年4月1日付平成20年度科学技術総合研究委託事業「科学技術連携施策群の効果的・効率的な推進 施設内外の人計測と環境情報構造化の研究」、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(73) 特許権者 393031586
 株式会社国際電気通信基礎技術研究所
 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
 (74) 代理人 100090181
 弁理士 山田 義人
 (72) 発明者 神田 崇行
 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
 (72) 発明者 塩見 昌裕
 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
 (72) 発明者 ディラン フェアチャイルド グラス
 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 監視装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の人間が任意に行動する場所を監視する監視装置であって、
 前記場所における前記複数の人間それぞれの局所行動を検出する検出手段、
 前記検出手段によって検出された第1所定時間分の局所行動をクラスタリングした複数の
のエリアを含む第1地図を作成する第1地図作成手段、
 前記検出手段によって検出された第2所定時間分の局所行動をクラスタリングした複数の
のエリアを含む第2地図を作成する第2地図作成手段、および
前記第1地図と前記第2地図との対応するエリアを比較することで異常を異常検出する
検出手段を備える、監視装置。

【請求項2】

前記第1地図および前記第2地図のエリアには、局所行動の生起回数を示すヒストグラ
ムが対応付けられた空間グリッドが含まれ、
前記検出手段は、前記第1地図の空間グリッドと前記第2地図の空間グリッドとのヒス
トグラムを比較することで異常を検出する、請求項1記載の監視装置。

【請求項3】

前記第1地図と前記第2地図との対応する空間グリッドのヒストグラムの差分を算出する
 算出手段をさらに備え、
前記検出手段は、前記算出手段によって算出された差分が所定値以上であるときに異常
を検出する、請求項2記載の監視装置。

10

20

【請求項 4】

前記検出手段によって異常が検出されたとき、検出された異常を通知する通知手段をさらに備える、請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 5】

画像を表示可能な表示装置をさらに備え、

前記通知手段は、前記表示装置に異常報知画像を表示することで異常を通知する、請求項 4 記載の監視装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

この発明は、監視装置に関し、特にたとえば複数の人間が任意に行動する場所を監視する、監視装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に開示されている、見守りシステムには、見守り対象者の行動を、赤外線人感センサなどの設置型センサ、CCD カメラなどの画像センサ、電気ポットなどに組み込まれた組み込み型センサ、生活着に装着される加速度センサなどの装着センサおよびガスなどのユーティリティの使用状況を計測するユーティリティセンサなどによって検出する。そして、各センサによって検出されたデータから見守り対象者の異常が検出されると、検出された異常の緊急度に応じて、予め設定された送信許可データが伝送される。

20

【0003】

また、非特許文献 1 に開示されている環境情報構造化システムには、自律行動によって人間に近づきサービスを開始することができるロボットが含まれ、そのロボットの活動範囲内に設けられる LRF (レーザーレンジファインダ) を利用して人間の歩行軌跡を計測し、その歩行軌跡から、複数の局所行動を認識する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 261981 号公報 [H04M 11/04, G08B 25/04, G08B 25/08, H04N 7/18]

30

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】Takayuki Kanda, Dylan F. Glas, Masahiro Shiomi, Hiroshi Ishiguro and Norihiro Hagita, Who will be the customer?: A social robot that anticipates people's behavior from their trajectories, Tenth International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp 2008), pp.380-389, 2008

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献 1 に示す背景技術では、特定の個人を対象としたものであり、複数の人間が任意に行動する広い場所を見守るシステムではない。また、非特許文献 1 では、人間の局所行動を取得して空間をクラスタリングすることができるが、そのようなクラスタリング技術を監視装置と組み合わせる技術はこれまで実現されていない。

40

【0007】

それゆえに、この発明の主たる目的は、新規な、監視装置を提供することである。

【0008】

この発明の他の目的は、複数の人間が居る場所を監視することができる、監視装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

50

この発明は、上記の課題を解決するために、以下の構成を採用した。なお、括弧内の参照符号および補足説明等は、この発明の理解を助けるために記述する実施形態との対応関係を示したものであって、この発明を何ら限定するものではない。

【 0 0 1 0 】

第 1 の発明は、複数の人間が任意に行動する場所を監視する監視装置であって、場所における複数の人間それぞれの局所行動を検出する検出手段、検出手段によって検出された第 1 所定時間分の局所行動をクラスタリングした複数のエリアを含む第 1 地図を作成する第 1 地図作成手段、検出手段によって検出された第 2 所定時間分の局所行動をクラスタリングした複数のエリアを含む第 2 地図を作成する第 2 地図作成手段、および第 1 地図と第 2 地図との対応するエリアを比較することで異常を検出する異常検出手段を備える、監視装置である。

10

【 0 0 1 1 】

第 1 の発明では、監視装置 (1 0) は、たとえばショッピングモールなど、複数の人間が任意に行動する場所を監視する。検出手段 (1 2 , 1 6 , S 3) は、監視する場所に設けられる L R F 1 2 などによって人間の歩行軌跡を検出し、その歩行軌跡から局所行動を検出する。また、第 1 所定時間とは 1 時間であり、第 1 地図作成手段 (1 6 , S 1 5) は、現在時刻と同じ時刻であり、かつ 1 週間前に検出された、一時間分の局所行動をクラスタリングすることで複数のエリアを含む第 1 地図を作成する。さらに、第 2 所定時間とは 1 0 分であり、第 2 地図作成手段 (1 6 , S 3 5) は、たとえば現在時刻から過去 1 0 分間の局所行動をクラスタリングすることで、複数のエリアを含む第 2 地図を作成する。そして、異常検出手段は、第 1 地図と第 2 地図との対応するエリアを比較することで異常を検出する。

20

【 0 0 1 2 】

第 1 の発明によれば、異なる日付で、同じ時刻に検出される局所行動を表わす地図を作成し、比較することで異常を検出できる。これにより、管理者は、多くの人間が同時に利用する場所を大局的に監視できるようになる。

第 2 の発明は、第 1 の発明に従属し、第 1 地図および第 2 地図のエリアには、局所行動の生起回数を示すヒストグラムが対応付けられた空間グリッドが含まれ、検出手段は、第 1 地図の空間グリッドと第 2 地図の空間グリッドとのヒストグラムを比較することで異常を検出する。

30

【 0 0 1 3 】

第 3 の発明は、第 2 の発明に従属し、第 1 地図と第 2 地図との対応する空間グリッドのヒストグラムの差分を算出する算出手段をさらに備え、検出手段は、算出手段によって算出された差分が所定値以上であるときに異常を検出する。

【 0 0 1 4 】

第 3 の発明では、算出手段 (1 6 , S 4 3) は、第 1 地図と第 2 地図との空間グリッド毎に局所行動のヒストグラムの差分 (D i f f) を算出する。そして、検出手段は、算出された差分が所定値 (閾値 t h) 以上であるときに異常を検出する。

【 0 0 1 5 】

第 3 の発明によれば、管理者は、閾値を任意に変更することで、監視装置が異常を通知する頻度を調節できるようになる。

40

第 4 の発明は、第 1 の発明ないし第 3 の発明のいずれかに従属し、検出手段によって異常が検出されたとき、検出された異常を通知する通知手段をさらに備える。

【 0 0 1 6 】

第 5 の発明は、第 4 の発明に従属し、画像を表示可能な表示装置をさらに備え、通知手段は、表示装置に異常報知画像を表示することで異常を通知する。

【 0 0 1 7 】

第 5 の発明では、表示装置 (2 4) は、たとえば L C D であり、監視装置の操作画面 (2 0 0) を表示する。そして、通知手段は、その操作画面に異常通知画像を表示する。

【 0 0 1 8 】

50

第5の発明によれば、管理者は、複数のカメラによる複数の画面ではなく、1つの画面に表示される異常通知画像を参照することで、大局的な監視を容易に行うことができるようになる。

【発明の効果】

【0019】

この発明によれば、管理者は、異なる日付で、同じ時刻に検出される局所行動を表わす2つの地図を比較することで異常を通知する監視装置を利用して、多くの人間が同時に利用する場所を大局的に監視できるようになる。

【0020】

この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなろう。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】図1はこの発明の監視装置の概要を示す図解図である。

【図2】図2は図1に示す監視装置の電氣的な構成を示すブロック図である。

【図3】図3は図1および図2に示すLRFの計測領域を示す図解図である。

【図4】図4は図1および図2に示すLRFを利用して取得された人間の歩行軌跡の一例を示す図解図である。

【図5】図5は図2に示すCPUによって検出される局所行動と対応する歩行軌跡の一例を示す図解図である。

【図6】図6は図1に示すLRFが設置される或る場所の地図を示す図解図である。

【図7】図7は図2に示す位置情報DBおよび地図DBに記憶されるデータの一例を示す図解図である。

【図8】図8はCPUによって作成されるクラスタリング地図の一例を示す図解図である。

【図9】図9は図2に示すLCDに表示されるクラスタリング地図の一例を示す図解図である。

【図10】図10は図2に示すメモリのメモリマップの一例を示す図解図である。

【図11】図11は図2に示すCPUの位置情報記録処理を示すフロー図である。

【図12】図12は図2に示すCPUの地図記録処理を示すフロー図である。

【図13】図13は図2に示すCPUの監視処理を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図1を参照して、この実施例の監視装置10は、LRF12a, 12bを含む数台のLRFを備え、LRF12a, 12bは人間Aを含む多くの人間が任意に行動できる場所に設置される。そして、監視装置10はLRF12a, 12bを利用して人間Aの位置を検出することで、LRF12a, 12bが設置される場所を監視する。また、人間Aが任意に行動できる場所とは、会社のフロア、博物館、ショッピングモールまたはアトラクション会場などであり、LRF12a, 12bは様々な場所（環境）に設置される。

【0023】

なお、ここでは簡単のため人間は1人しか示していないが、監視装置10は2人以上の位置を同時に検出することができる。

【0024】

図2は監視装置10の電氣的な構成を示すブロック図である。この図2を参照して、監視装置10は、LRF12a - 12fおよびCPU16を含む。このCPU16は、マイクロコンピュータ或いはプロセッサとも呼ばれ、先述したLRF12aおよびLRF12bに加えて、LRF12c, LRF12d, LRF12eおよびLRF12fともそれぞれ接続される。さらに、CPU16は、メモリ18、位置情報DB20、地図DB22、LCD24および入力装置26ともそれぞれ接続される。なお、LRF12a - 12fを区別する必要がない場合には、まとめて「LRF12」と言う。

【 0 0 2 5 】

L R F 1 2 は、レーザーを照射し、物体（人間も含む）に反射して戻ってくるまでの時間から当該物体ための距離を計測するものである。たとえば、トランスミッタ（図示せず）から照射したレーザーを回転ミラー（図示せず）で反射させて、前方を扇状に一定角度（たとえば、0.5度）ずつスキャンする。ここで、L R F 1 2 としては、SICK社製のレーザーレンジファインダ（型式 LMS200）を用いることができる。このレーザーレンジファインダを用いた場合には、距離 8 m を ± 1.5 mm 程度の誤差で計測可能である。

【 0 0 2 6 】

メモリ 1 8 は、図示は省略をするが、ROM, HDD および RAM を含み、ROM および HDD には、監視装置 1 0 の動作を制御するための制御プログラムが予め記憶される。たとえば、L R F 1 2 による人間の検出に必要なプログラムなどが記録される。また、RAM は、ワークメモリやバッファメモリとして用いられる。

10

【 0 0 2 7 】

位置情報データベース（位置情報 DB）2 0 は、L R F 1 2 によって検出された人間の位置と局所的な行動（局所行動）とを蓄積するためのデータベースであり、HDD のような記憶媒体を用いて構成される。なお、人間の値は、x - y 座標で示される。

【 0 0 2 8 】

地図データベース（地図 DB）2 2 は、1 時間毎（第 1 所定時間）に作成されるクラスタリング地図（図 8 参照）を蓄積するためのデータベースであり、位置情報 DB 2 0 と同様に HDD のような記憶媒体を用いて構成される。

20

【 0 0 2 9 】

表示装置である LCD 2 4 は、監視装置 1 0 の操作画面（図 1 0 参照）を表示し、その操作画面には監視している場所を示す地図などが含まれる。また、入力装置 2 6 はマイクや、マウスおよびキーボード（図示せず）から構成される。たとえば、管理者は LCD 2 4 に表示された操作画面を見ながら、マウスなどを使って監視装置 1 0 を操作する。

【 0 0 3 0 】

次に L R F 1 2 について詳細に説明する。図 3 を参照して、L R F 1 2 の計測範囲は、半径 R（R = 8 m）の半円形状（扇形）で示される。つまり、L R F 1 2 は、その正面方向を中心とした場合に、左右 90° の方向を所定の距離（R）以内で計測可能である。

【 0 0 3 1 】

また、使用しているレーザーは、日本工業規格 JIS C 6802「レーザー製品の安全基準」におけるクラス 1 レーザーであり、人の眼に対して影響を及ぼさない安全なレベルである。また、この実施例では、L R F 1 2 のサンプリングレートを 37 Hz とした。これは、歩行するなどにより移動する人間の位置を連続して検出するためである。

30

【 0 0 3 2 】

さらに、先述したように、L R F 1 2 は、様々な場所に配置される。たとえば、L R F 1 2 a - 1 2 f の各々は、検出領域が重なるように配置され、図示は省略するが、床面から約 90 cm の高さに固定される。この高さは、被験者の胴体と腕（両腕）とを検出可能とするためであり、たとえば、日本人の成人の平均身長から算出される。したがって、監視装置 1 0 を設ける場所（地域ないし国）や被験者の年齢ないし年代（たとえば、子供、大人）に応じて、L R F 1 2 を固定する高さを適宜変更するようにしてよい。なお、本実施例では、設定される L R F 1 2 は 6 台としたが、2 台以上であれば、任意の台数の L R F 1 2 を設置してもよい。

40

【 0 0 3 3 】

このような構成の監視装置 1 0 では、CPU 1 6 が L R F 1 2 からの出力（距離データ）に基づいて、パーティクルフィルタを用いて、人間の現在位置の変化を推定する。そして、推定された現在位置の変化は歩行軌跡として記録される。

【 0 0 3 4 】

たとえば、図 4 を参照して、L R F 1 2 a, 1 2 b は互いに向い合せに設置され、L R F 1 2 a, 1 2 b の計測範囲が重なる範囲は斜線が付されて示される。斜線が付された範

50

囲は検出領域 E とされ、この検出領域 E 内では人間の現在位置が連続的に検出される。そして、連続的に検出された現在位置のデータは歩行軌跡として示され、たとえば歩行軌跡 K a および歩行軌跡 K b のように示される。なお、歩行軌跡 K a , K b を区別する必要がない場合には、まとめて「歩行軌跡 K」と言う。

【 0 0 3 5 】

ここで、本実施例では、S V M (Support Vector Machine) によって人間の歩行軌跡 K から人間の歩き方の判別を行い、監視装置 1 0 は、局所行動を検出する。なお、S V M による判別手法については、広く一般的な方法であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

【 0 0 3 6 】

10

まず、歩行軌跡 K は特徴量データが抽出される。具体的には、歩行軌跡 K は、左側中央が始点となるように方向の正規化処理が施され、方向の正規化後の歩行軌跡 K と囲む長方形の幅 (縦軸方向) および長さ (横軸方向) が算出される。また、歩行軌跡 K は近似する折れ線に変換され、連続する 2 つの直線のなす角がそれぞれ算出される。さらに、歩行軌跡 K における一定時間毎の変化量を時間で微分することで、移動軌跡 K の速度が算出される。そして、このように求められた、歩行軌跡 K の終点、歩行軌跡 K を囲む長方形の幅と長さ、歩行軌跡 K のなす角度および速度のそれぞれが歩行軌跡 K の特徴量データとされる。

【 0 0 3 7 】

次に、特徴量データに対してラベル付けし、ラベル付けされた特徴量データを S V M に学習させる。以下、特徴量データに対するラベル付けおよび S V M の学習について詳細に説明する。

20

【 0 0 3 8 】

本実施例では、特徴量データをラベル付けするために、「歩き方」、「歩く速さ」、「短時間の歩き方」および「短時間の歩く速さ」の 4 つのクラスを定義する。「歩き方」のクラスは、「まっすぐ」、「右に曲がる」、「左に曲がる」、「うろうろする」、「Uターン」および「不明」の 6 つのカテゴリから構成され、5 . 1 秒の歩行軌跡 K から抽出される特徴量データがラベル付けされる。そして、S V M にはラベル付けされた 2 2 6 個の特徴量データを学習させる。また、「歩く速さ」のクラスは、「走っている」、「忙しく歩く」、「ゆっくり歩く」、「止まっている」および「待っている」の 5 つのカテゴリから構成され、4 . 9 秒の歩行軌跡 K から抽出される特量データがラベル付けされる。そして、S V M にはラベル付けされた 1 6 6 個の特徴量データを学習させる。

30

【 0 0 3 9 】

「短時間の歩き方」のクラスは、「歩き方」と類似するカテゴリから構成される。そして、S V M には、2 . 1 秒の歩行軌跡 K であり、かつ「うろうろする」のカテゴリを除いた、1 5 0 個の特徴量データを S V M に学習させる。「短時間の歩く速さ」のクラスは、「歩く速さ」と類似するカテゴリから構成される。そして、S V M には、2 . 2 秒の歩行軌跡 K であり、かつ「待っている」のカテゴリを除いた、1 5 9 の特徴量データを学習させる。

【 0 0 4 0 】

40

そして、監視装置 1 0 では、このように学習した S V M によって検出される歩行軌跡 K から局所行動を判別し、判別結果をマージする。具体的には、「歩き方」のクラスでは「右に曲がる」、「左に曲がる」および「Uターン」を「うろうろする」にマージし、「歩く速さ」のクラスでは「待っている」を「止まっている」にマージする。さらに、「短時間の歩き方」のクラスは「歩き方」のクラスにマージされ、「短時間の歩く速さ」のクラスは「歩く速さ」のクラスにマージされる。これにより、監視装置 1 0 は、「忙しく歩く」、「ゆっくり歩く」、「うろうろする」および「止まっている」の 4 つの局所行動を検出することができるようになる。

【 0 0 4 1 】

このように検出された各局所行動のそれぞれに対応する歩行軌跡 K を図 5 (A) - 図 5

50

(D)に示す。図5(A)は「忙しく歩く」の局所行動の一例を示しており、歩行軌跡Kの形状が直線的であり、始点と終点との距離が長い。また、図5(B)は「ゆっくり歩く」の局所行動の一例を示しており、歩行軌跡Kの形状が直線的ではあるが、始点と終点との距離が短い。また、図5(C)は「うろうろする」の局所行動の一例を示しており、歩行軌跡Kが約90度以下で2回曲がっている。そして、図5(D)は「止まっている」の局所行動の一例を示しており、歩行軌跡Kにおける始点と終点とがほぼ変わらない位置にある。

【0042】

ここで、本実施例では、時刻 t に検出される n 人(n :自然数)の位置情報を、位置情報 $P_n(t)$ と表わし、この位置情報 $P_n(t)$ は人間の位置(x, y)に加え、4種類の局所行動の有無を表わすブール変数 $b_1 - b_4$ を含むものと定義する。そして、位置情報DB20には、位置情報 $P_n(t)$ が記録される。また、位置情報 $P_n(t)$ は、数1に示す式で表すことができる。

【0043】

[数1]

$$P_n(T) = \{x, y, b_1, b_2, b_3, b_4\}$$

ここで、ブール変数 b_1 は「忙しく歩く」の有無を表わし、ブール変数 b_2 は「ゆっくり歩く」の有無を表わし、ブール変数 b_3 は「うろうろする」の有無を表わし、ブール変数 b_4 は「止まっている」の有無を表わす。

【0044】

なお、歩行軌跡Kから抽出される特徴量は4つだけに限らず、加重方向指数ヒストグラム法などによって抽出された特徴量が用いられてもよい。さらに、汎用性を高めるために、判別結果が全くマージされなくてもよし、マージされる判別結果が減らされてもよい。そして、検出される局所行動に応じてブール変数の数も変化するため、位置情報 $P_n(t)$ が含むブール変数の数も変化する。また、本実施例におけるブール変数 $b_1 - b_4$ のそれぞれは、0~100までの値をとる。

【0045】

次に、LRF12によって人間の位置を検出可能な空間(検出領域E)を、25cm四方で空間グリッド化する。ここで、監視装置10は、位置情報DB20に記録される位置情報 $P_n(t)$ を読み出すことで、或る時刻 t の空間グリッド i において、空間グリッド i 内の局所行動の生起回数を集計することができる。そして、その集計結果として、「忙しく歩く」、「ゆっくり歩く」、「うろうろする」および「止まっている」の局所行動それぞれに対応する、ヒストグラム $H_1(i, t)$ 、ヒストグラム $H_2(i, t)$ 、ヒストグラム $H_3(i, t)$ およびヒストグラム $H_4(i, t)$ のそれぞれが算出される。

【0046】

たとえば、検出領域Eが図6(A)に示す地図に対応する場所(本実施例ではショッピングモール)に含まれる場合に、短時間の集計によって得られたヒストグラムに基づき、局所行動を空間グリッド i 毎に視覚化すると図6(B)に示す局所行動地図のようになる。図6(B)を参照して、局所行動が検出された空間グリッド i には、検出された局所行動に対応する色が彩色され、局所行動が検出されていない空間グリッド i は何も彩色されない。たとえば、青色(図6(B)では、濃い右斜線で示す)に彩色された空間グリッド i は局所行動が「忙しく歩く」を示し、緑色(図6(B)では、濃い左斜線で示す)に彩色された空間グリッド i は局所行動が「ゆっくり歩く」を示し、桃色(図6(B)では、薄い右斜線で示す)に彩色された空間グリッド i は局所行動が「うろうろする」を示し、茶色(図6(B)では、網掛けで示す)に彩色された空間グリッド i は、局所行動が「止まっている」を示す。なお、図6(A)の地図に示される「案内図」と「店舗」とは、図6(B)、後述する図7(A)、図7(B)および図8(A)、図8(B)では省略する。

【0047】

そして、本実施例では、全ての空間グリッド i に対して4種類の局所行動のヒストグラ

10

20

30

40

50

ムを算出した後に、類似する空間グリッドを周知の I S O D A T A 法によりクラスタリングし、クラスタリング地図を作成する。具体的には、ヒストグラム H 1 - H 4 から空間グリッド i と隣接する空間グリッド j の類似度をそれぞれ算出し、類似度が近い空間グリッド i と隣接する空間グリッド j とを併合して空間パーティション（エリア）を作成する。また、空間グリッド i と隣接する空間グリッド j の類似度は数 2 に示す式から算出される。

【 0 0 4 8 】

【 数 2 】

$$\sum_{t=1}^4 |H_m(i, t) - H_m(j, t)|$$

10

【 0 0 4 9 】

たとえば、図 7 (A) を参照して、時間 S 1 (時刻 t 1、時刻 t 2、時刻 t 3、...) 分の位置情報 P n (t) を位置情報 D B 2 0 から読み出し、各空間グリッドをクラスタリングすると、図 7 (B) に示すクラスタリング地図が作成される。なお、図 7 (A) では、読み出された位置情報 P n (t) を局所行動地図として表わす。

【 0 0 5 0 】

図 7 (B) を参照して、時間 S 1 分の位置情報 P n (t) に基づいて作成されたクラスタリング地図では、青色のエリアは「忙しく歩く」の局所行動を属性として持っており、この青色のエリアでは人々が早歩きで歩き去る。たとえば、この青色のエリアは通路などに多く設定されている。緑色のエリアは「ゆっくり歩く」の局所行動を属性として持っており、この緑色のエリアでは人々はゆっくり歩く。たとえば、緑色のエリアは店舗の前に比較的近い処や、案内図の前などに設定されている。桃色のエリアは「うろうろする」の局所行動を属性として持っており、この桃色のエリアでは人々はうろうろする。たとえば、この桃色のエリアは店舗の前に設定されている。茶色のエリアは「止まっている」の局所行動を属性として持っており、この茶色のエリアでは人々は立ち止まっている。たとえば、この茶色のエリアはベンチ（図示せず）の周辺や、店舗の一部に設定されている。

20

【 0 0 5 1 】

また、図 7 (B) に示す時間 S 1、時間 S 2 および時間 S 3 は、同じ時間幅（1 時間）ではあるが、時刻が異なる。たとえば、時間 S 1 は 1 4 時から 1 5 時までの 1 時間であり、時間 S 2 は 1 5 時から 1 6 時までの 1 時間であり、時間 S 3 は 1 6 時から 1 7 時までの 1 時間である。

30

【 0 0 5 2 】

なお、地図 D B 2 2 には、約 2 週間分のクラスタリング地図が記録される。また、地図 D B 2 2 に記憶されるクラスタリング地図には、各空間グリッドのヒストグラム H 1 - H 4 も併せて記憶され、さらにクラスタリング地図が作成された時刻などの時間情報が付加される。

【 0 0 5 3 】

ここで、本実施例では、過去の同じ曜日の同じ時刻に記録されたクラスタリング地図と、現在のクラスタリング地図とを比較することで、ショッピングモール内の異常を検出する。

40

【 0 0 5 4 】

具体的には、監視装置 1 0 は、現在時刻から過去 1 0 分間（第 2 所定時間）の位置情報 P n (t) を読み出し、クラスタリング地図を作成する。さらに、監視装置 1 0 は、同じ時刻を含み 1 週間前に作成された過去のクラスタリング地図を読み出す。監視装置 1 0 は、読み出した過去のクラスタリング地図（第 1 地図）と作成した現在のクラスタリング地図（第 2 地図）において、空間グリッド i 毎にヒストグラム H 1 - H 4 の差分 D i f f を算出し、その差分が閾値（所定値）t h 以上であるか否かを判断する。そして、差分 D i f f が閾値 t h 以上である場合に、L C D 2 4 に異常報知画像を表示させる。また、差分 D i f f は、数 3 に示す式によって算出される。なお、数 3 では、現在のクラスタリング

50

地図におけるヒストグラムをヒストグラムHNとし、過去のクラスタリング地図におけるヒストグラムをヒストグラムHPとする。

【0055】

【数3】

$$Diff = \sum_{i=1}^4 |HP_{10}(i, t) - HN_{10}(i, t)|$$

【0056】

図8(A)および図8(B)は、過去のクラスタリング地図および現在のクラスタリング地図である。たとえば、図8(A)に示す過去のクラスタリング地図は、2月20日(金)の13時から14時までの1時間の位置情報 $P_n(t)$ から作成されたクラスタリング地図であり、地図DB22から読み出される。一方、図8(B)現在のクラスタリング地図は、2月27日(金)の13時10分から過去10分間の位置情報 $P_n(t)$ から作成されたクラスタリング地図である。

10

【0057】

ここで、過去のクラスタリング地図におけるエリアG1と現在のクラスタリング地図におけるエリアG1'とは同じ属性ではあるが、エリアの形状が異なる。つまり、エリアG1'は「止まっている」の属性を持つエリアBRを囲っているが、エリアG1は、エリアBRを囲っていない。そのため、図8(B)に示すエリアBRを構成する空間グリッドの差分Diffは閾値 t_h 以上の値となり、図9に示す異常報知画像が操作画面200内に表示される。

20

【0058】

なお、閾値 t_h は、各ヒストグラムH1-H4の標準偏差に基づいて算出される。また、差分Diffは、空間グリッド毎に算出したが、エリア毎に算出してもよく、この場合は、エリアを構成する全ての空間グリッドの差分の総和を算出し、その総和を差分Diffとする。

【0059】

図9を参照して、LCD24に表示される操作画面200には、時刻表示202、異常表示204および地図表示206が含まれる。時刻表示202はCPU16が含むRTCが出力する現在日時であり、たとえば「2009年 2月27日(金) 13時10分」と表示される。異常表示204は、異常が検出されたときに、異常を検出したことを報知する文字列を表示し、たとえば「異常発生」の文字列が表示される。なお、異常表示204は、異常を検出しない場合には何も表示されない。

30

【0060】

そして、地図表示206は、たとえば図8(B)に示すようなクラスタリング地図が表示される。また、異常を検出した状態では、表示されるクラスタリング地図に、異常を検出したエリアが異常エリアAEとして示され、エリアの境界線が太線で表示される。たとえば、図9では、図8(B)で示したエリアBRが異常エリアAEとして表示される。

【0061】

たとえば、「止まっている」の属性を持つエリアが異常エリアAEである場合には、そのエリア内で人が倒れている場合や、歩行者同士での喧嘩が起きていると推測される。また、「忙しく歩く」の属性を持つエリアが異常エリアAEである場合には、不審物が発見されたり、不審者による騒動が起きたりして、歩行者が逃げていることが推測される。また、「うろうろする」の属性を持つエリアが異常エリアAEである場合には、迷子が居ると推測される。

40

【0062】

このように、管理者は、異常エリアAEの属性を見ることで、どのような異常であるかを推測することが可能になる。また、管理者は、複数のカメラによる複数の画面ではなく、1つの画面に表示される異常表示204および地図表示206を参照することで、大局的な監視を容易に行うことができるようになる。

【0063】

50

図10は、図2に示すメモリ18のメモリマップ300の一例を示す図解図である。図10に示すように、メモリ18はプログラム記憶領域302およびデータ記憶領域304を含む。プログラム記憶領域302には、位置情報記録プログラム312、地図記録プログラム314および監視プログラム316が記憶される。

【0064】

位置情報記録プログラム312は、たとえばショッピングモール内に居る人間の位置情報 $P_n(t)$ を逐次記録するためのプログラムである。地図記録プログラム314は、第1所定時間（たとえば1時間）毎にクラスタリング地図を作成し、地図DB22に蓄積するプログラムである。監視プログラム316は、第2所定時間（たとえば、10分）毎にクラスタリング地図を作成することで、監視する場所の異常を検出するプログラムである。

10

【0065】

なお、図示は省略するが、監視装置10を動作させるためのプログラムは、操作画面200を表示するためのプログラムなどを含む。

【0066】

また、データ記憶領域304には、表示画像バッファ330が設けられると共に、GUIデータ332および地図データ334が記録される。表示画像バッファ330は、LCD24に表示するクラスタリング地図のデータを一時的に記録するためのバッファである。GUIデータ332は、操作画面200を表示するための画像データなどである。地図データ334は、クラスタリング地図を作成する際に元になる地図のデータであり、たとえば図6(A)に示す地図である。

20

【0067】

なお、図示は省略するが、データ記憶領域304には、様々な計算の結果を一時的に格納するバッファや、1時間を計測するカウンタおよび10分を計測するカウンタなどが設けられると共に、監視装置10の動作に必要な他のカウンタやフラグも設けられる。

【0068】

具体的には、監視装置10のCPU16は、図11、図12および図13に示す処理を含む、複数の処理を並列的に実行する。

【0069】

図11に示すように、監視装置10のCPU16は、位置情報記録処理を実行すると、ステップS1では、現在時刻を記録する。つまり、CPU16が含むRTCから得られる現在時刻を記録する。続いて、ステップS3では、各人間の位置情報 $P_n(t)$ を取得する。つまり、LRF12によって検出される、人間の位置および局所行動を記録する。続いて、ステップS5では、現在位置と位置情報 $P_n(T)$ とを位置情報DB20に記録し、ステップS1に戻る。つまり、位置情報 $P_n(T)$ と、その位置情報 $P_n(t)$ を検出した現在時刻とを対応付けて、位置情報DB20に記録する。なお、ステップS3の処理を実行するCPU16は検出手段として機能する。

30

【0070】

図12は、地図記録処理のフロー図である。図12に示すように、CPU16は、ステップS11では所定時間が経過したか否かを判断する。つまり、前回のクラスタリング地図を作成してから、第1所定時間である1時間が経過したか否かを判断する。ステップS11で“NO”であれば、つまり1時間が経過していなければ、ステップS11の処理を繰り返し実行する。一方、ステップS11で“YES”であれば、つまり前回のクラスタリング地図を作成してから1時間が経過していれば、ステップS13で所定時間分の位置情報 $P_n(t)$ を読み出す。つまり、1時間分の位置情報 $P_n(t)$ を位置情報DB20から読み出す。

40

【0071】

続いて、ステップS15では、読み出された位置情報 $P_n(t)$ に基づいてM個（空間グリッドの総数）の空間グリッドを含むクラスタリング地図を作成する。たとえば、13時から14時までの1時間分の位置情報 $P_n(t)$ を読み出し、M個を含むクラスタリン

50

グ地図を作成する。続いて、ステップS 17では、作成したクラスタリング地図を地図DB 22に記録し、ステップS 11に戻る。つまり、ステップS 15で作成されたクラスタリング地図を地図DB 22に記録する。

【0072】

なお、ステップ17の処理が終了すると、第1所定時間である1時間を計測するカウンタを初期化(リセット)する。また、ステップS 15の処理を実行するCPU 16は第1地図作成手段として機能する。

【0073】

図13は、監視処理のフロー図である。図13で示すように、CPU 16は、ステップS 31では、終了操作か否かを判断する。たとえば、入力装置26に対して、遠隔操作処理を終了する操作がされたか否かを判断する。ステップS 31で“YES”であれば、つまり終了操作がされれば、遠隔操作処理を終了する。一方、ステップS 31で“NO”であれば、つまり終了操作がされていなければ、ステップS 33で第2所定時間である10分間の位置情報 $P_n(t)$ を読み出す。つまり、現在時刻から過去10分間の位置情報 $P_n(t)$ を読み出す。続いて、ステップS 35では、読み出された位置情報 $P_n(t)$ に基づいて、M個の空間グリッドを含むクラスタリング地図を作成する。つまり、過去10分間の位置情報から、M個の空間グリッドを含むクラスタリング地図を作成する。なお、ステップS 35の処理を実行するCPU 16は、第2地図作成手段として機能する。

【0074】

続いて、ステップS 37では、地図DB 22からクラスタリング地図を読み出す。つまり、1週間前の日付で、同じ時刻を含むクラスタリング地図を読み出す。たとえば、現在時刻が2月27日の13時10分であれば、2月20日の13時から14時までの位置情報 $P_n(t)$ から作成したクラスタリング地図を読み出す。

【0075】

続いて、ステップS 39では、変数 i を初期化する。つまり、任意の空間グリッドを指定するための変数 i の値を1とする。続いてステップS 41では、変数 i が総数Mより大きいかな否かを判断する。つまり、クラスタリング地図に含まれる空間グリッド全てに対して、差分 $Diff$ が算出されたか否かを判断する。ステップS 41で“YES”であれば、つまり全ての空間グリッドに対して差分 $Diff$ が算出されていれば、ステップS 31に戻る。一方、ステップS 41で“NO”であれば、つまり全ての空間グリッドに対して差分 $Diff$ が算出されていなければ、ステップS 43で空間グリッド i における局所行動のヒストグラムの差分 $Diff$ を算出する。つまり、上述した数3に示す式に基づいて差分 $Diff$ を算出する。なお、ステップS 43の処理を実行するCPU 16は、算出手段として機能する。

【0076】

続いて、ステップS 45では差分 $Diff$ は閾値 th より大きいかな否かを判断する。つまり、ステップS 43で算出された空間グリッド i における差分 $Diff$ が閾値 th よりも大きいかな否かを判断する。これにより、空間グリッド i で異常が発生しているかな否かが判断される。ステップS 45で“NO”であれば、つまり空間グリッド i 内で異常が検出されなければ、ステップS 49に進む。一方、ステップS 45で“YES”であれば、つまり空間グリッド i で異常が検出されれば、ステップS 47で警告をLCD 24に表示する。たとえば、図9に示すように、異常表示204には「異常発生」の文字列が表示され、さらに地図表示206内には異常エリアAEが表示される。なお、ステップS 47の処理を実行するCPU 16は通知手段として機能する。続いて、ステップS 49では、変数 i をインクリメントし、ステップS 41に戻る。つまり、次の空間グリッドを指定するために変数 i をインクリメントする。

【0077】

なお、ステップS 47の処理による通知は、LCD 24に異常報知画像を表示するだけでなく、スピーカによる音声や、LEDなどによる光などによって異常を通知するようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 8 】

また、遠隔操作される自立型ロボットを備える監視装置であれば、その自立型ロボットに異常を通知してもよい。さらに、異常の通知を受けた自律型ロボットが異常エリア A E に向かうようにしてもよい。そして、ネットワークによるデータ通信が可能な管理装置であれば、ネットワークを経由して、携帯電話などの小型端末に異常を通知するようにしてもよい。

【 0 0 7 9 】

さらに、監視装置 1 0 は、L R F 1 2 が設置される場所に設置される監視カメラを備えていてもよく、異常が検出されると、異常が検出されたエリアの画像を L C D 2 4 に表示するようにしてもよい。

10

【 0 0 8 0 】

この実施例によれば、監視装置 1 0 は、複数の人間が任意に行動するショッピングモールなどに設置される L R F 1 2 を備える。このショッピングモール内に居る人間は、L R F 1 2 を利用して局所行動が検出され、位置情報 D B 2 0 に蓄積される。監視装置 1 0 は、1 時間毎に位置情報 D B 2 0 から局所行動を読み出し、クラスタリング地図を作成して、地図 D B 2 2 に蓄積する。また、監視装置 1 0 は、1 0 分毎に局所行動を読み出し、さらにクラスタリング地図を作成する。そして、監視装置 1 0 は、異なる日付で、同じ時刻の局所行動を含むクラスタリング地図を地図 D B 2 2 から読み出し、作成したクラスタリング地図に含まれる空間グリッド毎にヒストグラムの差分 D i f f を算出して、その差分 D i f f が閾値 t h 以上であれば異常を通知する。

20

【 0 0 8 1 】

このように、監視装置 1 0 は、異なる日付で、同じ時刻に検出される局所行動を表わす 2 つのクラスタリング地図を比較することで異常を通知する。これにより、管理者は、ショッピングモール内を大局的に監視できるようになる。

【 0 0 8 2 】

また、管理者は、閾値 t h を任意に変更することで、監視装置 1 0 が異常を通知する頻度を調節できるようになる。

【 0 0 8 3 】

なお、地図 D B 2 2 から読み出される過去のクラスタリング地図は、1 週間前だけに限らず、1 日前や 1 ヶ月前のクラスタリング地図でもよいし、平日や休日のラベルが付与されたクラスタリング地図であってもよい。

30

【 0 0 8 4 】

また、人間の位置を検出するために L R F 1 2 を用いたが、L R F 1 2 に代えて超音波距離センサやミリ波レーダなどを用いて、人間の位置を検出してもよい。

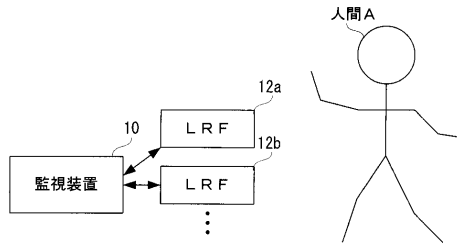
【 符号の説明 】

【 0 0 8 5 】

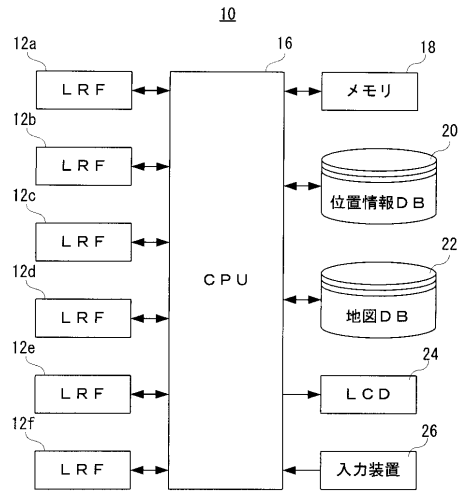
- 1 0 ... 遠隔操作装置
- 1 2 a - 1 2 f ... L R F
- 1 6 ... C P U
- 1 8 ... メモリ
- 2 0 ... 位置情報 D B
- 2 2 ... 地図 D B
- 2 4 ... L C D

40

【図 1】

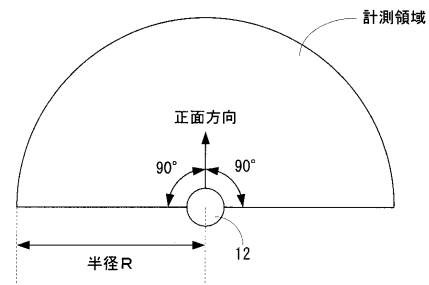


【図 2】



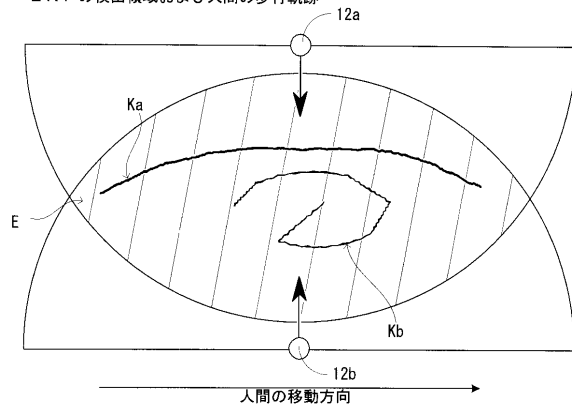
【図 3】

LRFの計測領域



【図 4】

LRFの検出領域および人間の歩行軌跡

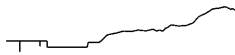


【図 5】

(A) 忙しく歩く



(B) ゆっくり歩く



(C) うろろする

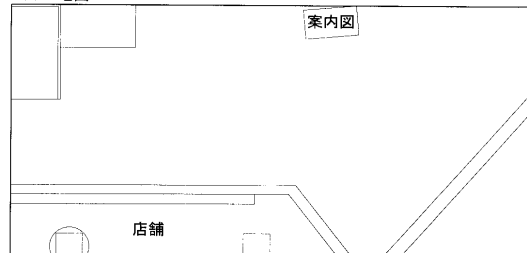


(D) 止まっている

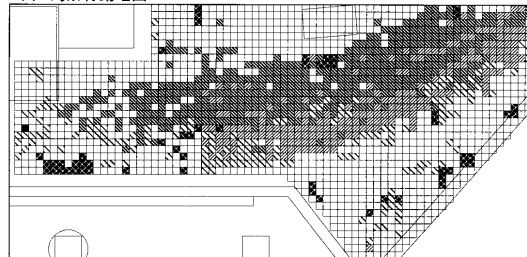


【図 6】

(A) 地図

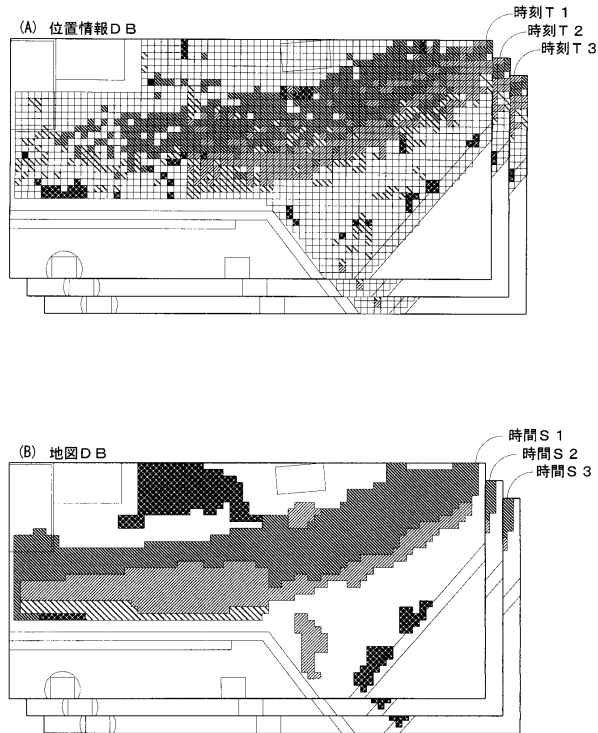


(B) 局所行動地図

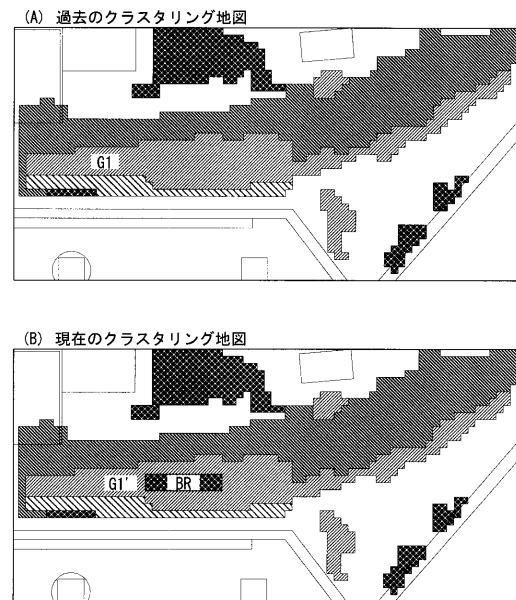


■… 青色 ■… 桃色
 ■… 緑色 ■… 茶色

【図 7】

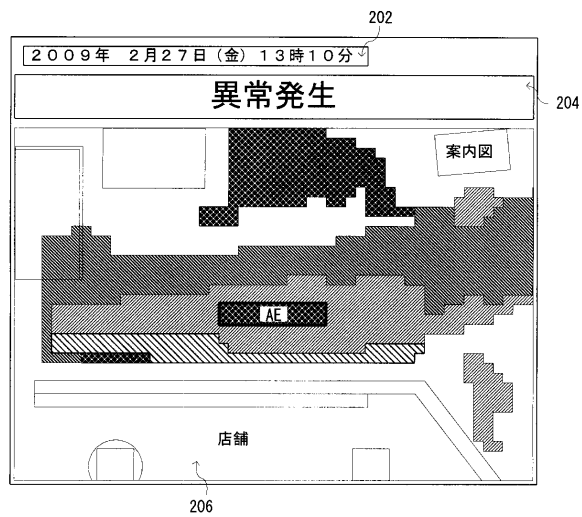


【図 8】

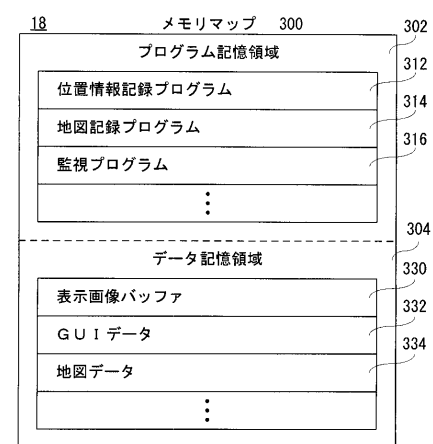


【図 9】

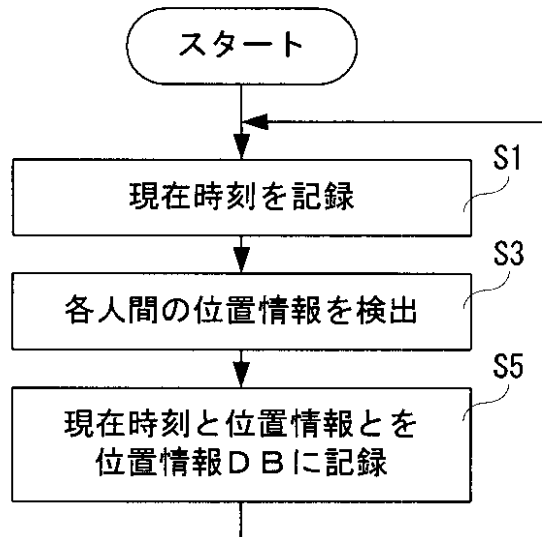
操作画面 200



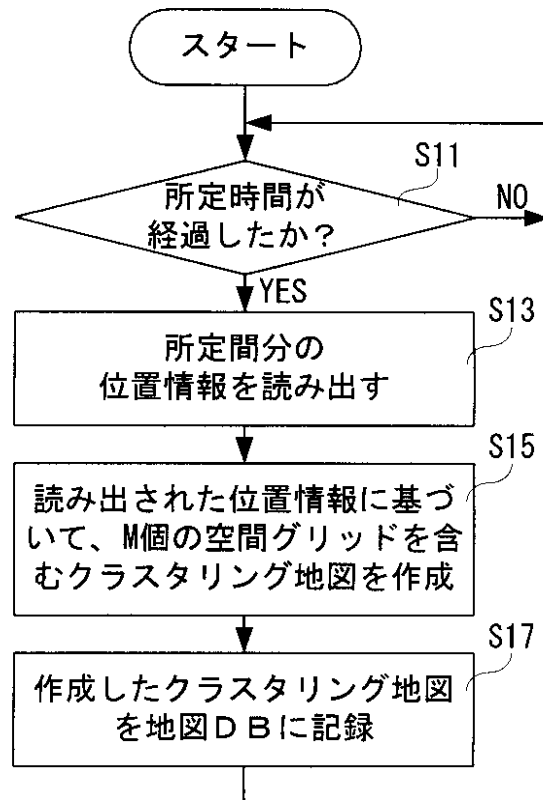
【図 10】



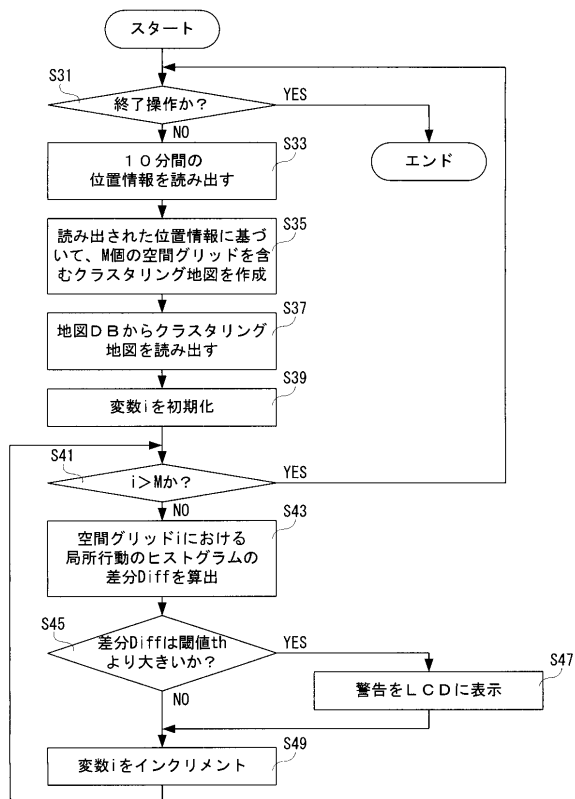
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(72)発明者 佐竹 聡

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

審査官 山田 由希子

(56)参考文献 特開2007-334756(JP,A)

Who will be the customer?: A social robot that anticipates people's behavior from their trajectories, Tenth International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp 2008), 2008年, pp.380-389

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08B 13/00 - 15/02

G08B 19/00 - 31/00

G06T 7/20