

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5366048号
(P5366048)

(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 0 6 Q 50/10 (2012. 01)	G 0 6 Q 50/10 1 5 0
B 2 5 J 13/00 (2006. 01)	B 2 5 J 13/00 Z
G 0 6 Q 30/06 (2012. 01)	G 0 6 Q 30/06 2 1 0

請求項の数 5 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2009-77950 (P2009-77950)	(73) 特許権者	393031586
(22) 出願日	平成21年3月27日 (2009. 3. 27)		株式会社国際電気通信基礎技術研究所
(65) 公開番号	特開2010-231470 (P2010-231470A)		京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
(43) 公開日	平成22年10月14日 (2010. 10. 14)	(74) 代理人	100090181
審査請求日	平成24年3月19日 (2012. 3. 19)		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】 情報提供システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

任意に移動する人間に当該人間の行動に応じたリコmend情報を提供する情報提供システムであって、

複数のリコmend情報と、前記複数のリコmend情報の各々に対応して予め設定した複数の第1移動軌跡とを記憶する記憶手段、

移動している前記人間の位置の変化を第2移動軌跡として検出する検出手段、

前記検出手段によって第2移動軌跡を検出したとき、その第2移動軌跡と前記記憶手段に記憶された全ての第1移動軌跡との類似度を算出し、第2移動軌跡との類似度が最も大きい第1移動軌跡を特定する特定手段、および

前記特定手段によって特定された第1移動軌跡に対応するリコmend情報を前記人間に提供する情報提供手段を備える、情報提供システム。

【請求項 2】

前記リコmend情報が前記人間に受け入れられたか否かを判断する判断手段、および

前記判断手段によって前記リコmend情報が前記人間に受け入れられたと判断されたとき、前記検出手段によって検出された第2移動軌跡を当該リコmend情報に対応する第1移動軌跡として前記記憶手段に追加する更新手段をさらに備える、請求項1記載の情報提供システム。

【請求項 3】

前記情報提供手段は、

10

20

前記人間が任意に移動する場所に設定されるロボット、および
前記特定手段によって特定された第1移動軌跡に対応するリコmend情報を前記記憶
手段から読み出して、前記人間が任意に移動する場所に設置されたロボットに動作命令と
して付与する動作命令付与手段を含み、

前記動作命令付与手段によって付与された動作命令に基づいて前記ロボットが前記人間
に前記リコmend情報を提供する、請求項1または2記載の情報提供システム。

【請求項4】

前記動作命令付与手段は、前記動作命令と共に、前記第2移動軌跡に対応する前記人間
の現在位置を前記ロボットに付与し、

前記動作命令付与手段によって付与された前記人間の現在位置に基づいて当該人間に接
近した前記ロボットが前記リコmend情報を提供する、請求項3記載の情報提供システム
。

10

【請求項5】

前記ロボットは、前記人間に対して身体動作および音声の少なくとも一方を含むコミュ
ニケーション行動を行うコミュニケーションロボットを含み、

前記動作命令は、前記コミュニケーションロボットが発話する発話内容を含む、請求項
の3または4記載の情報提供システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

この発明は、情報提供システムに関し、特にたとえば任意に移動する人間にリコmend
情報を提供する、情報提供システムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1に開示されている、カーナビゲーションシステムでは、運転の誘導処理を行
うことで、目的地設定時刻と到着時刻と到着地特定情報を対応付けて運転履歴として蓄え
る。そして、運転履歴を分析することで、運転者にリコmend（情報のお勧め）などのサ
ービスを提供する。

【0003】

また、特許文献2に開示されている、自律移動型ロボットは、ステレオ画像として観測
するための左右一対のCCDカメラを備え、随伴する特定人物を順次撮影することで、特
定人物の進路を予測する。そして、自律移動型ロボットは、特定人物の進路に不特定人物
がいる場合に、特定人物を退避させるため、歩行案内の音声を出力する。

30

【0004】

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）を利用して人間の移動軌跡を計
測し、その移動軌跡から、人間の大局行動を予測する。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0005】

【特許文献1】特開2006-250879号公報 [G01C 21/00, G08G 1/0969]

【特許文献2】特開2007-229816号公報 [B25J 13/08, B25J 5/00]

【非特許文献】

【0006】

【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 U
biquitous Computing (UbiComp 2008), pp.380-389, 2008

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1に開示されるカーナビゲーションシステムは、運転履歴がなければリコメン
ドのサービスを提供することができない。また、特許文献2に開示される自律移動ロボ
ットでは、特定人物に対する数秒以内の進路しか予測できず、予測した結果を利用してサ
ービスを提供するシステムには不向きである。そして、非特許文献1のように、人間の移動
軌跡から大局行動を予測することができるが、そのような予測技術をリコmendなどの情
報提供サービスと組み合わせる技術はこれまでに実現されていない。

【0008】

それゆえに、この発明の主たる目的は、新規な、情報提供システムを提供することであ
る。

【0009】

この発明の他の目的は、人間の行動を予測して情報提供を行うことができる、情報提供
システムである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

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。

【0011】

第1の発明は、任意に移動する人間に当該人間の行動に応じたリコmend情報を提供す
る情報提供システムであって、複数のリコmend情報と、複数のリコmend情報の各々に
対応して予め設定した複数の第1移動軌跡とを記憶する記憶手段、移動している人間の位
置の変化を第2移動軌跡として検出する検出手段、検出手段によって第2移動軌跡を検出
したとき、その第2移動軌跡と記憶手段に記憶された全ての第1移動軌跡との類似度を算
出し、第2移動軌跡との類似度が最も大きい第1移動軌跡を特定する特定手段、および特
定手段によって特定された第1移動軌跡に対応するリコmend情報を人間に提供する情報
提供手段を備える、情報提供システムである。

【0012】

第1の発明では、情報提供システム(100)は、たとえば、ショッピングモール内に
居る人間に対して、ショッピングモール周囲にある駅などの状況をリコmend情報として
提供する。記憶手段(18)は、たとえばRAMやHDDで構成されるメモリであり、リ
コmend情報と、大局行動を表わす第1移動軌跡とを対応付けて記憶する。たとえば、駅
の状況を表わすリコmend情報には、駅に向かう大局行動を表わす第1移動軌跡が対応付
けられる。

【0013】

ショッピングモール内には、LRF(12)が設置されており、LRFは移動する人間
の位置を検出する。そして、検出手段(12, 16, S1)は、人間の位置の変化を第2
移動軌跡として検出する。また、第1移動軌跡と第2移動軌跡とは、状態列(S)に変換
され、DPマッチングによって類似度(R)が算出される。そして、情報提供手段(10
, 14, 16, S33, 80, S95)は、算出した類似度が所定値以上であれば、第2
移動軌跡が検出された人間に対して、駅の状況を表わすリコmend情報を提供する。

【0014】

第1の発明によれば、人間の移動軌跡を検出することで、その人間が行う大局行動を予
測することができるため、その大局行動に応じたリコmend情報を提供することができる
。

【0015】

第2の発明は、第1の発明に従属し、リコmend情報が人間に受け入れられたか否かを
判断する判断手段、および判断手段によってリコmend情報が人間に受け入れられたと判
断されたとき、検出手段によって検出された第2移動軌跡を当該リコmend情報に対応す

10

20

30

40

50

る第1移動軌跡として記憶手段に追加する更新手段をさらに備える。

【0016】

第2の発明では、判断手段(10, 14, 16, S35, 80, S97)は、リコメン
ド情報を提供した人間の音声や、表情などからそのリコメン
ド情報が受け入れられたかを
判断する。そして、更新手段(16, S37)は、リコメン
ド情報を受け入れた人間の第
2移動軌跡と、記憶手段にすでに記憶されている第1移動軌跡とから新たな移動軌跡を算
出することで、第1移動軌跡を更新する。

【0017】

第2の発明によれば、提供されるリコメン
ド情報に対応する第1移動軌跡を更新するこ
とで、大局行動を予測する精度を向上させることができる。

10

【0018】

第3の発明は、第1の発明または第2の発明に従属し、情報提供手段は、人間が任意に
移動する場所に設定されるロボット、および特定手段によって特定された第1移動軌跡に
対応するリコメン
ド情報を記憶手段から読み出して、人間が任意に移動する場所に設置さ
れたロボットに動作命令として付与する動作命令付与手段を含み、動作命令付与手段によ
って付与された動作命令に基づいてロボットが人間にリコメン
ド情報を提供する。

【0020】

第4の発明は、第3の発明に従属し、動作命令付与手段は、動作命令と共に、第2移動
軌跡に対応する人間の現在位置を前記ロボットに付与し、動作命令付与手段によって付与
された人間の現在位置に基づいて当該人間に接近したロボットがリコメン
ド情報を提供す
る。

20

【0021】

第5の発明は、第3の発明または第4の発明に従属し、ロボットは、人間に対して身体
動作および音声の少なくとも一方を含むコミュニケーション行動を行うコミュニケーション
ロボットを含み、動作命令は、コミュニケーションロボットが発話する発話内容を含む
。

【0022】

第5の発明では、コミュニケーションロボット(14)は、自律行動によって人間に近
づくことができ、人間は、コミュニケーションロボットとのコミュニケーション行動の一
環としてリコメン
ド情報を提供される。

30

【0023】

第5の発明によれば、コミュニケーションロボットを利用して、リコメン
ド情報を提供
できる。

【発明の効果】

【0024】

この発明によれば、人間の移動軌跡を検出することで、その人間が行う大局行動を予測
できるため、予測された大局行動に応じたリコメン
ド情報を人間に提供することができる
。

【0025】

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。

40

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】図1はこの発明の情報提供システムの概要を示す図解図である。

【図2】図2は図1に示す中央制御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2に示すメモリに記憶されるトピックスリストおよび移動軌跡リストの
一例を示す図解図である。

【図4】図4は図1に示すロボットの外観を正面から見た図解図である。

【図5】図5は図1に示すロボットの電氣的な構成を示すブロック図である。

【図6】図6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。

50

【図 7】図 7 は図 1 および図 2 に示す L R F を利用して検出された人間の移動軌跡の一例を示す図解図である。

【図 8】図 8 は図 1 に示す L R F およびロボットが設置される或る場所の地図を示す図解図である。

【図 9】図 9 は図 3 に示すトピックスリストに記録される移動軌跡の一例を示す図解図である。

【図 10】図 10 は図 2 に示す中央制御装置の C P U によって変換される移動軌跡と変換された状態列との関係を示す図解図である。

【図 11】図 11 は図 2 に示す中央制御装置の C P U によって実行される D P マッチングの処理の一例を示す図解図である。

10

【図 12】図 12 は図 1 および図 2 に示す L R F によって検出される或る人間の移動軌跡の一例を示す図解図である。

【図 13】図 13 は図 2 に示す中央制御装置のメモリのメモリマップの一例を示す図解図である。

【図 14】図 14 は図 2 に示す中央制御装置の C P U の位置記録処理を示すフロー図である。

【図 15】図 15 は図 2 に示す中央制御装置の C P U の情報提供処理を示すフロー図である。

【図 16】図 16 は図 2 に示す中央制御装置の C P U の類似移動軌跡特定処理を示すフロー図である。

20

【図 17】図 17 は図 5 に示すロボットの C P U の全体処理を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

図 1 を参照して、この実施例の情報提供システム 100 は、L R F 12 a, 12 b を含む数台の L R F を有する中央制御装置 10 および自律移動ロボット（以下、単に「ロボット」と言う。）14 を備える。L R F 12, 12 b は、人間が任意に移動することができる場所に設置され、中央制御装置 10 は、L R F 12 a, 12 b によって、任意に移動する人間 A の移動軌跡（第 2 移動軌跡）を検出する。たとえば、人間 A が任意に行動する場所は、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、L R F 12 a, 12 b は様々な場所（環境）に設置される。

30

【0028】

また、中央制御装置 10 は、ネットワーク 400 を介して、リコメンド情報を人間 A に提供させる動作命令をロボット 14 に付与する。そして、ロボット 14 は、付与された動作命令に従って、人間 A に対してリコメンド情報を提供する。つまり、情報提供システム 100 は、検出した人間 A に対してリコメンド情報を提供する。

【0029】

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、中央制御装置 10 は 2 人以上の位置を同時に検出することができる。さらに、ロボット 14 も同様に 1 台しか示していないが、中央制御装置 10 は 2 台以上のロボット 14 を同時に管理することができる。また、ロボット 14 は、相互作用指向のロボット（コミュニケーションロボット）でもあり、人間 A のようなコミュニケーションの対象（コミュニケーション対象）との間で、身振り手振りのような身体動作および音声の少なくとも一方を含むコミュニケーション行動を実行する機能を備えている。

40

【0030】

図 2 は中央制御装置 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、中央制御装置 10 は、L R F 12 a-12 f および C P U 16 などを含む。この C P U 16 は、マイクロコンピュータ或いはプロセサとも呼ばれ、先述した L R F 12 a および L R F 12 b に加えて、L R F 12 c, L R F 12 d, L R F 12 e および L R F 12 f とともにそれぞれ接続される。さらに、C P U 16 は、メモリ 18 および通信 L A N ボード 20 とともにそれぞれ接続される。なお、L R F 12 a-12 f を区別する必要がある場合には

50

、まとめて「L R F 1 2」と言う。

【0031】

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8mを±15mm程度の誤差で計測可能である。

【0032】

記憶手段であるメモリ18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、中央制御装置10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

【0033】

また、CPU16は、通信LANボード20に接続される。通信LANボード20は、たとえばDSPで構成され、CPU16から与えられた送信データを無線通信装置22に与え、無線通信装置22は送信データを、ネットワーク400を介してロボット14に送信する。たとえば、送信データとしては、リコメンド情報や、ロボット14に付与する動作命令の信号（コマンド）であったりする。また、通信LANボード20は、無線通信装置22を介してデータを受信し、受信したデータをCPU16に与える。

20

【0034】

また、メモリ18には、リコメンド情報である複数のトピックスが記録されるトピックスリストと、各トピックスに関係する移動軌跡（第1移動軌跡）を決定するための移動軌跡リストが記録される。

【0035】

図3（A）を参照して、トピックスリストは、「トピックス」の列、「移動軌跡」の列および「発話内容」の列から構成される。「トピックス」の列には、複数のトピックスを識別するためのIDが記録されており、ここではトピックスT1～T6がそれぞれ記録される。「移動軌跡」の列には、「トピックス」の列に対応して、各トピックスに関係する移動軌跡P__T1～移動軌跡P__T6が記録される。

30

【0036】

そして、「発話内容」の列には、「トピックス」の列に対応して、各トピックスに応じてロボット14に発話させる発話内容が記録されており、各発話内容は、人間に提供されるリコメンド情報を具体的に表わすものである。たとえば、トピックスT1、トピックスT2、トピックスT3、トピックスT4、トピックスT5およびトピックスT6のそれぞれに対応して、「電車の発車時刻は12時だよ」、「お勧めのメニューはカレーだよ」、「15時からパレードがあるよ」、「休憩所には自動販売機があるよ」、「休憩所は向こうにもあるよ」および「案内図はあっちだよ」がそれぞれ記録される。なお、この発話内容は、時間が経過するにつれて随時更新される。

【0037】

40

図3（B）を参照して、たとえば移動軌跡P__T1の移動軌跡リストは、移動軌跡P1__T1および移動軌跡P2__T1などが記録される。そして、リスト内に記録される全ての移動軌跡（移動軌跡P1__T1および移動軌跡P2__T1など__T1）に近似する軌跡（線）が算出され、その近似する軌跡が移動軌跡P__T1となる。また、移動軌跡リストに新しい移動軌跡のデータが追加されると、中央制御装置10は、移動軌跡P__T1を更新する。なお、図示はしていないが、移動軌跡P__T2～移動軌跡P__T6のそれぞれに対応する移動軌跡リストもメモリ18に記憶される。

【0038】

以下、任意の自然数が設定される変数xを利用して、任意のトピックスTxおよび移動軌跡P__Txと表わすことがある。

50

【0039】

そして、詳細な説明は後述するが、中央制御装置10は、メモリ18に記憶されるトピックスリストおよび移動軌跡リストを利用して、人間に提供するリコメンド情報を決定する。

【0040】

図4はこの実施例のロボット14の外観を示す正面図である。図4を参照して、ロボット14は台車30を含み、台車30の下面にはロボット14を自律移動させる2つの車輪32および1つの従輪34が設けられる。2つの車輪32は車輪モータ36（図5参照）によってそれぞれ独立に駆動され、台車30すなわちロボット14を前後左右の任意方向に動かすことができる。また、従輪34は車輪32を補助する補助輪である。したがって、ロボット14は、配置された空間内を自律制御によって移動可能である。

10

【0041】

台車30の上には、円柱形のセンサ取り付けパネル38が設けられ、このセンサ取り付けパネル38には、多数の赤外線距離センサ40が取り付けられる。これらの赤外線距離センサ40は、センサ取り付けパネル38すなわちロボット14の周囲の物体（人間や障害物など）との距離を測定するものである。

【0042】

なお、この実施例では、距離センサとして、赤外線距離センサを用いるようにしてあるが、赤外線距離センサに代えて、小型のLRFや、超音波距離センサおよびミリ波レーダなどを用いることもできる。

20

【0043】

センサ取り付けパネル38の上には、胴体42が直立するように設けられる。また、胴体42の前方中央上部（人の胸に相当する位置）には、上述した赤外線距離センサ40がさらに設けられ、ロボット14の前方の主として人間との距離を計測する。また、胴体42には、その側面側上端部のほぼ中央から伸びる支柱44が設けられ、支柱44の上には、全方位カメラ46が設けられる。全方位カメラ46は、ロボット14の周囲を撮影するものであり、後述する眼カメラ70とは区別される。この全方位カメラ46としては、たとえばCCDやCMOSのような固体撮像素子を用いるカメラを採用することができる。なお、これら赤外線距離センサ40および全方位カメラ46の設置位置は、当該部位に限定されず適宜変更され得る。

30

【0044】

胴体42の両側面上端部（人の肩に相当する位置）には、それぞれ、肩関節48Rおよび肩関節48Lによって、上腕50Rおよび上腕50Lが設けられる。図示は省略するが、肩関節48Rおよび肩関節48Lは、それぞれ、直交する3軸の自由度を有する。すなわち、肩関節48Rは、直交する3軸のそれぞれの軸廻りにおいて上腕50Rの角度を制御できる。肩関節48Rの或る軸（ヨー軸）は、上腕50Rの長手方向（または軸）に平行な軸であり、他の2軸（ピッチ軸およびロール軸）は、その軸にそれぞれ異なる方向から直交する軸である。同様にして、肩関節48Lは、直交する3軸のそれぞれの軸廻りにおいて上腕50Lの角度を制御できる。肩関節48Lの或る軸（ヨー軸）は、上腕50Lの長手方向（または軸）に平行な軸であり、他の2軸（ピッチ軸およびロール軸）は、その軸にそれぞれ異なる方向から直交する軸である。

40

【0045】

また、上腕50Rおよび上腕50Lのそれぞれの先端には、肘関節52Rおよび肘関節52Lが設けられる。図示は省略するが、肘関節52Rおよび肘関節52Lは、それぞれ1軸の自由度を有し、この軸（ピッチ軸）の軸回りにおいて前腕54Rおよび前腕54Lの角度を制御できる。

【0046】

前腕54Rおよび前腕54Lのそれぞれの先端には、人の手に相当する球体56Rおよび球体56Lがそれぞれ固定的に設けられる。ただし、指や掌の機能が必要な場合には、人間の手の形をした「手」を用いることも可能である。また、図示は省略するが、台車3

50

0の前面、肩関節48Rと肩関節48Lとを含む肩に相当する部位、上腕50R、上腕50L、前腕54R、前腕54L、球体56Rおよび球体56Lには、それぞれ、接触センサ58（図5で包括的に示す）が設けられる。台車30の前面の接触センサ58は、台車30への人間や他の障害物の接触を検知する。したがって、ロボット14は、その自身の移動中に障害物との接触が有ると、それを検知し、直ちに車輪32の駆動を停止してロボット14の移動を急停止させることができる。また、その他の接触センサ58は、当該各部位に触れたかどうかを検知する。なお、接触センサ58の設置位置は、当該部位に限定されず、適宜な位置（人の胸、腹、脇、背中および腰に相当する位置）に設けられてもよい。

【0047】

10

胴体42の中央上部（人の首に相当する位置）には首関節60が設けられ、さらにその上には頭部62が設けられる。図示は省略するが、首関節60は、3軸の自由度を有し、3軸の各軸廻りに角度制御可能である。或る軸（ヨー軸）はロボット14の真上（鉛直上向き）に向かう軸であり、他の2軸（ピッチ軸、ロール軸）は、それぞれ、それと異なる方向で直交する軸である。

【0048】

頭部62には、人の口に相当する位置に、スピーカ64が設けられる。スピーカ64は、ロボット14が、その周辺の人間に対して音声ないし音によってコミュニケーションを取るために用いられる。また、人の耳に相当する位置には、マイク66Rおよびマイク66Lが設けられる。以下、右のマイク66Rと左のマイク66Lとをまとめてマイク66とすることがある。マイク66は、周囲の音、とりわけコミュニケーションを実行する対象である人間の音声を取り込む。さらに、人の目に相当する位置には、眼球部68Rおよび眼球部68Lが設けられる。眼球部68Rおよび眼球部68Lは、それぞれ眼カメラ70Rおよび眼カメラ70Lを含む。以下、右の眼球部68Rと左の眼球部68Lとをまとめて眼球部68とすることがある。また、右の眼カメラ70Rと左の眼カメラ70Lとをまとめて眼カメラ70とすることがある。

20

【0049】

眼カメラ70は、ロボット14に接近した人間の顔や他の部分ないし物体などを撮影して、それに対応する映像信号を取り込む。また、眼カメラ70は、上述した全方位カメラ46と同様のカメラを用いることができる。たとえば、眼カメラ70は、眼球部68内に固定され、眼球部68は、眼球支持部（図示せず）を介して頭部62内の所定位置に取り付けられる。図示は省略するが、眼球支持部は、2軸の自由度を有し、それらの各軸廻りに角度制御可能である。たとえば、この2軸の一方は、頭部62の上に向かう方向の軸（ヨー軸）であり、他方は、一方の軸に直交しかつ頭部62の正面側（顔）が向く方向に直行する方向の軸（ピッチ軸）である。眼球支持部がこの2軸の各軸廻りに回転されることによって、眼球部68ないし眼カメラ70の先端（正面）側が変位され、カメラ軸すなわち視線方向が移動される。なお、上述のスピーカ64、マイク66および眼カメラ70の設置位置は、当該部位に限定されず、適宜な位置に設けられてよい。

30

【0050】

このように、この実施例のロボット14は、車輪32の独立2軸駆動、肩関節48の3自由度（左右で6自由度）、肘関節52の1自由度（左右で2自由度）、首関節60の3自由度および眼球支持部の2自由度（左右で4自由度）の合計17自由度を有する。

40

【0051】

図5はロボット14の電氣的な構成を示すブロック図である。この図5を参照して、ロボット14は、CPU80を含む。CPU80は、マイクロコンピュータ或いはプロセッサとも呼ばれ、バス82を介して、メモリ84、モータ制御ボード86、センサ入力／出力ボード88および音声入力／出力ボード90に接続される。

【0052】

メモリ84は、図示は省略をするが、ROMおよびRAMを含む。ROMには、ロボット14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、各センサの

50

出力（センサ情報）を検知するための検知プログラムや、外部コンピュータ（中央制御装置10）との間で必要なデータやコマンドを送受信するための通信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。

【0053】

モータ制御ボード86は、たとえばDSPで構成され、各腕や首関節および眼球部などの各軸モータの駆動を制御する。すなわち、モータ制御ボード86は、CPU80からの制御データを受け、右眼球部68Rの2軸のそれぞれの角度を制御する2つのモータ（図5では、まとめて「右眼球モータ92」と示す）の回転角度を制御する。同様に、モータ制御ボード86は、CPU80からの制御データを受け、左眼球部68Lの2軸のそれぞれの角度を制御する2つのモータ（図5では、まとめて「左眼球モータ94」と示す）の回転角度を制御する。

10

【0054】

また、モータ制御ボード86は、CPU80からの制御データを受け、肩関節48Rの直交する3軸のそれぞれの角度を制御する3つのモータと肘関節52Rの角度を制御する1つのモータとの計4つのモータ（図5では、まとめて「右腕モータ96」と示す）の回転角度を制御する。同様に、モータ制御ボード86は、CPU80からの制御データを受け、肩関節48Lの直交する3軸のそれぞれの角度を制御する3つのモータと肘関節52Lの角度を制御する1つのモータとの計4つのモータ（図5では、まとめて「左腕モータ98」と示す）の回転角度を制御する。

【0055】

20

さらに、モータ制御ボード86は、CPU80からの制御データを受け、首関節60の直交する3軸のそれぞれの角度を制御する3つのモータ（図5では、まとめて「頭部モータ110」と示す）の回転角度を制御する。そして、モータ制御ボード86は、CPU80からの制御データを受け、車輪32を駆動する2つのモータ（図5では、まとめて「車輪モータ36」と示す）の回転角度を制御する。なお、この実施例では、車輪モータ36を除くモータは、制御を簡素化するためにステッピングモータ（すなわち、パルスモータ）を用いる。ただし、車輪モータ36と同様に直流モータを用いるようにしてもよい。また、ロボット14の身体部位を駆動するアクチュエータは、電流を動力源とするモータに限らず適宜変更されてもよい。たとえば、他の実施例では、エアアクチュエータなどが適用されてもよい。

30

【0056】

センサ入力／出力ボード88は、モータ制御ボード86と同様に、DSPで構成され、各センサからの信号を取り込んでCPU80に与える。すなわち、赤外線距離センサ40のそれぞれからの反射時間に関するデータがこのセンサ入力／出力ボード88を通じてCPU80に輸入される。また、全方位カメラ46からの映像信号が、必要に応じてセンサ入力／出力ボード88で所定の処理を施してからCPU80に輸入される。眼カメラ70からの映像信号も、同様に、CPU80に輸入される。また、上述した複数の接触センサ58（図5では、まとめて「接触センサ58」と示す）からの信号がセンサ入力／出力ボード88を介してCPU80に与えられる。音声入力／出力ボード90もまた、同様に、DSPで構成され、CPU80から与えられる音声合成データに従った音声または声がスピーカ64から出力される。また、マイク66からの音声入力が、音声入力／出力ボード90を介してCPU80に与えられる。

40

【0057】

また、CPU80は、バス82を介して通信LANボード112に接続される。通信LANボード112は、たとえばDSPで構成され、CPU80から与えられた送信データを実線通信装置114に与え、無線通信装置114は送信データを、ネットワーク400を介して外部コンピュータ（中央制御装置10）に送信する。また、通信LANボード112は、無線通信装置114を介してデータを受信し、受信したデータをCPU80に与える。たとえば、送信データとしては、全方位カメラ46および目カメラ70によって撮影された周囲の映像データや、提供したリコメンド情報に対する人間の反応を示すデータ

50

であったりする。

【0058】

次にLRF12について詳細に説明する。図6を参照して、LRF12の計測範囲は、半径 r ($r = 8\text{m}$)の半円形状(扇形)で示される。つまり、LRF12は、その正面方向を中心とした場合に、左右90度の方向を所定の距離(r)以内に計測可能である。

【0059】

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、LRF12のサンプリングレートを37Hz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。

10

【0060】

さらに、先述したように、LRF12は、様々な場所に配置される。具体的には、LRF12a, 12b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90cm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、中央制御装置10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、LRF12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LRF12は6台としたが、2台以上であれば、任意の台数のLRF12を設置してもよい。

【0061】

20

このような構成の中央制御装置10では、CPU16がLRF12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移動軌跡として記録される。

【0062】

たとえば、図7を参照して、LRF12a, 12bは互いに向い合せに設置され、LRF12a, 12b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変化が移動軌跡として示される。たとえば、移動軌跡Paおよび移動軌跡Pbのように示される。なお、検出領域E内は、X-Y座標が設定され、人間の位置は(X, Y)の座標で示すことができる。

30

【0063】

図8(A)はLRF12が設置される場所を示す地図を示す図解図であり、図8(B)は検出領域Eが分割されて示される分割地図を示す図解図である。図8(A)を参照して、地図が対応する場所は或るショッピングモールである。また、地図の左下側には飲食店である店舗が示され、地図の右上中央寄りにはショッピングモール内を案内するための案内図が示される。また、図示はしていないが、地図の右下には休憩スペースが設けられている。さらに、地図で図示しない左側には駅があり、図示しない右側にはアトラクション会場がある。

【0064】

図8(B)を参照して、検出領域Eがk-means法に基づいて50個のグリッドに分割される。分割の手順としては、検出領域Eは25cm四方で空間グリッド化され、さらに「 $k = 50$ 」で空間グリッドがクラスタリングされる。

40

【0065】

以下、本実施例では、任意の空間グリッドは、空間グリッド*i*とする。さらに、分割されたクラスタリングされた各グリッドをグリッドAとし、任意のグリッドAはグリッドA_mとする。

【0066】

なお、グリッドの数は50ではなく、50以下または50より大きい値であってもよい。また、検出領域Eを分割する手法は、k-means法ではなく、本システムの管理者などによって手動で分割されてもよい。

50

【0067】

また、本実施例では、ショッピングモール内に居る人間の移動軌跡Pを蓄積することで、人間の局所的な行動（局所行動）と大局的な行動（大局行動）とを分析し、6種類の大局行動を抽出した。そして、6種類のトピックス $T_1 \sim T_6$ と6つの移動軌跡 $P \sim T_1 \sim$ 移動軌跡 $P \sim T_6$ とのそれぞれは、抽出された6種類の大局行動に基づいて設定された。

【0068】

なお、大局行動を抽出する際にはk-means法を利用し、結果として「 $k=6$ 」となった。また、局所行動を分析する際には、4種類の局所行動を判別するSVM（Support Vector Machine）を利用した。

【0069】

図9（A）～図9（F）は、移動軌跡 $P \sim T_1 \sim$ 移動軌跡 $P \sim T_6$ それぞれの一例を示す図解図である。図9（A）を参照して、移動軌跡 $P \sim T_1$ は、「右から左へ通り過ぎる」の大局行動の一例を示している。また、地図の左側には駅があるため、移動軌跡 $P \sim T_1$ と類似する移動軌跡Pが検出される人間は駅に向かっている可能性が高い。図9（B）を参照して、移動軌跡 $P \sim T_2$ は、「右から来て、店舗の前に向かう」の大局行動の一例を示している。また、移動軌跡 $P \sim T_2$ と類似する移動軌跡Pが検出される人間は店舗に入る可能性が高い。図9（C）を参照して、「左から右へ通り過ぎる」の大局行動の一例を示している。また、地図の右側にはアトラクション会場があるため、移動軌跡 $P \sim T_3$ と類似する移動軌跡Pが検出される人間はアトラクション会場に向かっている可能性が高い。

【0070】

図9（D）を参照して、移動軌跡 $P \sim T_4$ は「休憩している」の大局行動の一例を示している。また、移動軌跡 $P \sim T_4$ は、休憩スペースの所でほとんど変化していないため、移動軌跡 $P \sim T_4$ と類似する移動軌跡Pが検出される人間は休憩スペースを利用して休憩している可能性が高い。図9（E）を参照して、移動軌跡 $P \sim T_5$ は「休憩スペースの周りを歩いている」の大局行動の一例を示している。また、移動軌跡 $P \sim T_5$ と類似する移動軌跡Pが検出される人間は休憩スペースが使用できる状態になるのを待っている可能性が高い。図9（F）を参照して、移動軌跡 $P \sim T_6$ は「歩き回っている」の大局行動の一例を示している。そして、移動軌跡 $P \sim T_6$ と類似する移動軌跡Pが検出される人間は、ショッピングモール内で迷っていたり、行き先を決めかねていたりする可能性が高い。

【0071】

ここで、本実施例の中央制御装置10は、分割地図に含まれる各グリッドAmを利用して、移動軌跡 $P \sim T_1 \sim$ 移動軌跡 $P \sim T_6$ の中から、或る人間に対応する移動軌跡Pと類似する移動軌跡 $P \sim T_x$ を特定し、或る人間に提供するリコmend情報（トピックスTx）を選択する。

【0072】

具体的には、中央制御装置10は、検出された移動軌跡Pおよび各トピックスと対応する移動軌跡 $P \sim T_1 \sim$ 移動軌跡 $P \sim T_6$ のそれぞれを、状態列Sおよび状態列 $S \sim T_1 \sim$ 状態列 $S \sim T_6$ のそれぞれに変換する。そして、中央制御装置10は、DPマッチングによって、状態列Sと、状態列 $S \sim T_1 \sim$ 状態列 $S \sim T_6$ とのそれぞれの類似度Rを算出し、算出された類似度Rに基づいて、移動軌跡Pが検出された人間に提供するリコmend情報（トピックスT）を選択する。

【0073】

まず、移動軌跡Pを状態列Sに変換する手順について詳細に説明する。たとえば、検出される或る人間をn、移動軌跡Pを構成する或る点を $p(X, Y)$ 、状態列Sを構成する或る状態をst、或る人間nに対応する移動軌跡を P_n 、移動軌跡 P_n が変換された状態列を S_n としたときに、或る人間nに対応する移動軌跡 P_n は数1に示す式によって変換される。なお、数1の式では「 $m=50$ 」となる。

【0074】

【数 1】

$$S_n = \bigcup_{p \in P_n} \{st=m \mid p \in A_m\}$$

【0 0 7 5】

なお、トピックスリストに記録される移動軌跡 $P_T 1 \sim$ 移動軌跡 $P_T 6$ のそれぞれも、数 1 に示す式によって状態列 $S_T 1 \sim$ 状態列 $S_T 6$ のそれぞれに変換される。

【0 0 7 6】

たとえば、図 10 を参照して、或る人間 n がグリッド $A 1$ 、グリッド $A 2$ およびグリッド $A 3$ を任意に歩行したとき、移動軌跡 P_n を構成する点 p の変化が、グリッド $A 1 \rightarrow$ グリッド $A 2 \rightarrow$ グリッド $A 1 \rightarrow$ グリッド $A 2 \rightarrow$ グリッド $A 2 \rightarrow$ グリッド $A 3$ であれば、状態列 S_n は数 2 に示す式のようになる。

【0 0 7 7】

[数 2]

$$S_n = \{A 1, A 2, A 1, A 2, A 2, A 3\}$$

次に、DP マッチングによって類似度 R を算出する手順について説明する。図 11 を参照して、移動軌跡 $P 1$ および移動軌跡 $P 2$ のそれぞれは、状態列 $S 1$ および状態列 $S 2$ のそれぞれに変換される。また、状態列 $S 1$ に含まれる状態 st の数は 10 であり、状態列 $S 2$ に含まれる状態 st の数は 12 であるため、2 つの状態列 S の長さは異なる。そこで、DP マッチングの処理では、2 つの状態列 S の長さをそろえるため、2 つの状態列 S に対して挿入と削除の処理を施して同じ長さにした後に、2 つの状態列の距離、つまり類似度 R を算出する。

【0 0 7 8】

なお、DP マッチングの削除と挿入の操作コストは、1 操作につき距離 $1m$ となるように設定した。また、2 つの状態列 S の距離が近いほど類似度 R が大きくなり、2 つの状態列 S の距離が遠くなるほど類似度 R が小さくなる。

【0 0 7 9】

このように、移動軌跡 P を状態列 S に変換してから類似度 R を算出すると、中央制御装置 10 の処理が早くなる。たとえば、移動軌跡 P の各点 p から類似度を算出したときの処理時間は、状態列 S に変換することで類似度 R を算出する処理時間の 10 倍以上の値になる。

【0 0 8 0】

また、本実施例では、DP マッチングによって類似度 R を算出する際には、約 20 秒の間に計測された移動軌跡 P とする。なお、この「20 秒」という数値は、予備実験から求められたものであり、予測の正解率は 80 % 以上であった。

【0 0 8 1】

図 12 を参照して、たとえば、検出領域 E 内で、20 秒の間に移動軌跡 $P 3$ が検出されると、中央制御装置 10 は移動軌跡 $P_T 1 \sim$ 移動軌跡 $P_T 6$ との類似度 R を算出し、最も似ている移動軌跡 $P_T x$ を特定する。そして、中央制御装置 10 は、特定された移動軌跡 $P_T x$ に対応するトピックス $T x$ の発話内容と、移動軌跡 $P 3$ と対応する人間の位置とをロボット 14 に付与する。そして、ロボット 14 は、付与されたトピック $T x$ の発話内容と人間の位置とに基づいて、移動軌跡 $P 3$ と対応する人間に接近して、コミュニケーション行動の一環としてリコメン

【0 0 8 2】

たとえば、移動軌跡 $P 3$ と最も類似するのが移動軌跡 $P_T 1$ であれば、ロボット 14 は、移動軌跡 $P 3$ に対応する人間に接近して、「こんにちは」と話しかけた後に、「電車の発車時刻は 12 時だよ」と発話する。

【0 0 8 3】

さらに、話しかけた人間が「ありがとう」や「了解です」などの肯定的な反応をした場合には、ロボット 14 は提供したリコメン

10

20

30

40

50

軌跡 P 3 を、移動軌跡 P__T 1 の移動軌跡リストに追加することで、移動軌跡 P__T 1 を更新（再計算）する。

【0084】

一方、話しかけた人間が「いません」などの否定的な反応をした場合には、ロボット 14 は提供したリコメンド情報が受け入れられなかったとして、中央制御装置 10 に通知する。この場合、中央制御装置 10 は、別のトピックスをランダムに選択して、ランダムに選択されたトピックス T x の発話内容をロボット 14 に付与する。ロボット 14 は、新たに付与されたトピックス T x の発話内容に対応して、もう一度、リコメンド情報を提供する。

【0085】

そして、中央制御装置 10 は、2 回目のリコメンド情報が受け入れられれば、移動軌跡 P 3 を移動軌跡リストに追加するが、受け入れられなければロボット 14 にコミュニケーション行動を終了するように動作命令を付与する。

【0086】

このように、情報提供システム 100 は、人間の移動軌跡 P と類似する、移動軌跡 P__T x を特定することで、人間の大局行動を予測することができる。そして、予測した大局行動に基づいて、リコメンド情報をロボット 14 によって提供することができる。

【0087】

図 13 は、図 2 に示す中央制御装置 10 におけるメモリ 18 のメモリマップ 300 の一例を示す図解図である。図 13 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、位置記録プログラム 312 および情報提供プログラム 314 が記憶される。ただし、情報提供プログラム 314 は、類似移動軌跡特定プログラム 314 a をサブルーチンとして含む。

【0088】

位置記録プログラム 312 は、たとえばショッピングモール内に居る人間の位置を逐次記録するためのプログラムである。情報提供プログラム 314 は、リコメンド情報を提供する人間を選択して、ロボット 14 に動作命令を付与するためのプログラムである。類似移動軌跡特定プログラム 314 a は、検出された移動軌跡 P と類似する移動軌跡 P__T x と特定するためのプログラムである。

【0089】

なお、図示は省略するが、中央制御装置 10 を動作させるためのプログラムは、ネットワーク 400 を介してデータ通信を行うプログラムなどを含む。

【0090】

また、データ記憶領域 304 には、移動軌跡バッファ 330 および特定バッファ 332 が設けられる共に、トピックスデータ 334、移動軌跡データ 336 および地図データ 338 が記憶される。また、データ記憶領域 304 には成功フラグ 340 が設けられる。

【0091】

移動軌跡バッファ 330 は、位置記録プログラム 312 によって記録される人間の位置を一時的に記憶するためのバッファである。特定バッファ 332 は、類似移動軌跡特定プログラム 314 a の処理で、特定される移動軌跡 P__T x を一時的に記憶するためのバッファである。トピックスデータ 334 は、図 3（A）に示すトピックスリストのデータであり、特定された移動軌跡 P__T x に対応して発話内容が読み出される。

【0092】

移動軌跡データ 336 は、たとえば図 3（B）に示す移動軌跡リストを含むデータであり、移動軌跡 P__T 1 ～移動軌跡 P__T 6 に対応する移動軌跡リストから構成される。地図データ 338 は、図 8（A）および図 8（B）に示す、ショッピングモールの地図および分割地図のデータを含み、分割地図のデータは、移動軌跡 P を状態列 S に変換する際に用いられる。

【0093】

成功フラグ 340 は、リコメンド情報が受け入れられたか否かを判断するためのフラグ

10

20

30

40

50

である。たとえば、成功フラグ340は1ビットのレジスタで構成される。成功フラグ340がオン（成立）されると、レジスタにはデータ値「1」が設定される。一方、成功フラグ340がオフ（不成立）されると、レジスタにはデータ値「0」が設定される。また、成功フラグ340は、ロボット14からリコメンド情報が受け入れられたと通知されるとオンになり、ロボット14からリコメンド情報が受け入れられなかったと通知されるとオフになる。

【0094】

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などが設けられると共に、中央制御装置10の動作に必要な他のカウンタやフラグも設けられる。

10

【0095】

具体的には、中央制御装置10のCPU16は、図14、図15および図16に示す処理を含む、複数の処理を並列的に実行する。

【0096】

図14に示すように、中央制御装置10のCPU16は、位置記録処理を実行すると、ステップS1では、各人間の位置を検出する。つまり、検出領域E内にいる各人間の位置をLRF12によって検出する。続いて、ステップS3では、各人間の位置を移動軌跡P_nとして移動軌跡バッファ330に記憶させ、ステップS1に戻る。たとえば、人間の位置を移動軌跡P3（図11参照）とし、移動軌跡バッファ330は移動軌跡P3を記憶する。なお、ステップS1を実行するCPU16は検出手段として機能する。

20

【0097】

図15は情報提供処理のフロー図である。図15で示すように、中央制御装置10のCPU16は、ステップS21で、終了操作か否かを判断する。たとえば、図示しない入力装置などに対して、情報提供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S21で“YES”であれば、つまり終了操作がされれば、情報提供処理を終了する。一方、ステップS21で“NO”であれば、つまり終了操作がされていないならば、ステップS23で情報提供可能な人間を選択する。つまり、リコメンド情報が提供されていない人間を選択する。たとえば、移動軌跡Pが、ロボット14の移動経路と同時刻で交差していない人間を抽出し、抽出された人間の中から、一定の距離以下で、かつ最もロボット14に近い人間を選択する。

30

【0098】

続いて、ステップS25では、選択できたか否かを判断する。つまり、ステップS23の処理でリコメンド情報を提供できる人間が選択されたか否かを判断する。ステップS25で“NO”であれば、つまり選択されてなければステップS21に戻る。一方、ステップS25で“YES”であれば、ステップS27で変数Cを初期化する。つまり、選択された人間に対してリコメンド情報を提供した回数をカウントする変数Cの値を1に設定する。

【0099】

続いて、ステップS29では、類似移動軌跡特定処理を実行する。このステップS29の処理については後述するため、ここでの詳細な説明は省略する。なお、ステップS29の処理を実行するCPU16は特定手段として機能する。続いて、ステップS31では、特定された移動軌跡P__T_xに対応するトピックスT_xを選択する。たとえば、移動軌跡P__T1が特定されていれば、トピックスT1が選択され、トピックスT1に対応する発話内容「電車の発車時刻は12時だよ」が読み出される。

40

【0100】

なお、移動軌跡P__T2が特定されていればトピックスT2が選択され、「お勧めのメニューはカレーだよ」の発話内容が読み出される。また、移動軌跡P__T3が特定されていればトピックスT3が選択され、「15時からパレードがあるよ」の発話内容が読み出される。また、移動軌跡P__T4が特定されていればトピックスT4が選択され、「休憩所には自動販売機があるよ」の発話内容が読み出される。また、移動軌跡P__T5が特定

50

されていればトピックスT 5が選択され、「休憩所は向こうにもあるよ」の発話内容が読み出される。そして、移動軌跡P__T 6が特定されていればトピックスT 6が選択され、「案内図はあっちだよ」の発話内容が読み出される。

【0101】

続いて、ステップS 33では、選択された人間に近づき、リコmend情報を提供する動作命令をロボットに付与する。つまり、選択されたトピックスT xの発話内容を発話するコミュニケーション行動を、選択された人間に対して実行するように、ロボット14に動作命令を付与する。たとえば、ロボット14には、移動軌跡P 3と対応する人間に接近して、「電車の発車時刻は12時だよ」の発話を行うコミュニケーション行動の動作命令が付与される。

10

【0102】

続いて、ステップS 35では、受け入れられたか否かを判断する。つまり、ロボット14によって提供されたリコmend情報が受け入れられたか否かを判断する。具体的には、ロボット14から通知されるデータに基づいてオン／オフが切り替わる成功フラグ340によって判断する。ステップS 35で“NO”であれば、つまりリコmend情報が受け入れられなければ、ステップS 39に進む。一方、ステップS 35で“YES”であれば、つまりリコmend情報が受け入れられれば、ステップS 37で選択された人間の移動軌跡Pを移動軌跡リストに記憶させ、ステップS 21に戻る。つまり、選択した人間の位置をさらに20秒間検出して、移動軌跡P__T xに対応する移動軌跡リストに、移動軌跡Pを記録する。さらに、新たな移動軌跡Pが記録されると、移動軌跡P__T xを再計算する。

20

【0103】

たとえば、CPU16は、移動軌跡P 3と対応する人間の位置をさらに検出して移動軌跡P 3'を検出する。そして、CPU16は、移動軌跡P__T 1に対応する移動軌跡リストに、移動軌跡P 3'を記録（追加）し、さらに移動軌跡P__T 1を再計算（更新）する。なお、ステップS 37の処理を実行するCPU16は更新手段として機能する。

【0104】

ステップS 39では、変数Cの値が2より小さいか否かを判断する。つまり、ロボット14がリコmend情報を提供した回数が2回を超えていないか否かを判断する。ステップS 39で“NO”であれば、つまりロボット14がリコmend情報を2回提供していれば、ステップS 41で情報提供の終了をロボット14に通知する。つまり、選択された人間に対するリコmend情報の提供を終了する。

30

【0105】

一方、ステップS 39で“YES”であれば、つまりロボット14がリコmend情報を2回提供していなければ、ステップS 43で変数Cをインクリメントする。つまり、ロボット14によってリコmend情報が提供された回数がカウントされる。続いて、ステップS 45では、トピックスをランダムに選択し、ステップS 33に戻る。つまり、ステップS 45では、トピックスリストから任意のトピックスのIDを選択して、選択されたトピックスのIDに対応する発話内容を読み出す。なお、トピックスのIDをランダムに選択する処理には、1～6の範囲で疑似乱数を返す関数を利用する。さらに、すでに選択されたトピックスのIDが選択された場合は、トピックスのIDをさらに再選択する処理を行ってもよい。なお、ステップS 39で判断に利用する値を3以上に設定してもよい。

40

【0106】

図16は図15に示したステップS 29の類似移動軌跡特定処理のフロー図である。図16で示すように、中央制御装置10のCPU16は、ステップS 61では、変数xおよび変数Maxを初期化する。つまり、変数xに1を設定し、変数Maxに0を設定する。なお、個の変数Maxは、算出された類似度Rの最大値が設定される変数である。続いて、ステップS 63では、選択された人間の移動軌跡Pを状態列Sに変換する。たとえば、数1に示す式に基づいて、移動軌跡P 3が状態列S 3に変換される。

【0107】

続いて、ステップS 65では、変数xが6以下であるか否かを判断する。つまり、移動

50

軌跡 P と移動軌跡 P __ T 1 ～移動軌跡 P __ T 6 との類似度が全て算出されたか否かを判断する。ステップ S 6 5 で “ Y E S ” であれば、つまり類似度が全て算出されていれば、類似移動軌跡特定処理を終了して、メインルーチンである情報提供処理に戻る。

【0108】

一方、ステップ S 6 5 で “ N O ” であれば、つまり類似度が全て算出されていなければ、ステップ S 6 7 で移動軌跡 P __ T x を状態列 S __ T x に変換する。たとえば、変数 x が 1 であれば、移動軌跡 P __ T 1 を状態列 S __ T 1 に変換する。続いて、ステップ S 6 9 では、状態列 S と状態列 S __ T x との類似度 R を算出する。たとえば、D P マッチングの処理によって、状態列 S と状態列 S __ T 1 との距離を算出し、算出された距離を類似度 R とする。

10

【0109】

続いて、ステップ S 7 1 では、類似度 R が変数 M a x より大きいかな否かを判断する。つまり、算出した類似度 R が、類似度の最大値が設定される変数 M a x より大きいかな否かを判断する。ステップ S 7 1 で “ N O ” であれば、つまり算出された類似度 R が変数 M a x より大きくなければ、ステップ S 7 7 に進む。一方、ステップ S 7 1 で “ Y E S ” であれば、つまり算出された類似度 R が変数 M a x より大きければ、ステップ S 7 3 で特定バッファ 3 3 2 の内容を移動軌跡 P __ T x に更新する。たとえば、移動軌跡 P __ T 1 を表わす座標のデータを特定バッファ 3 3 2 に格納する。また、特定バッファ 3 3 2 は、格納しているデータをリセット（消去）してから、新たなデータを格納する。続いて、ステップ S 7 5 では、変数 M a x に算出された類似度 R を設定する。つまり、類似度の最大値を更新する。続いて、ステップ S 7 7 では、変数 x をインクリメントし、ステップ S 6 5 に戻る。つまり、次の移動軌跡 P __ T x との類似度を算出するために、変数 x がインクリメントされる。

20

【0110】

なお、ステップ S 6 5 ～ S 7 7 における 1 回目のループでは、変数 M a x が 0 に設定されるため、必ずステップ S 7 3, S 7 5 が実行される。つまり、変数 M a x の初期値を 0 とすることで、リコメンド情報が必ず提供されるようになる。

【0111】

図 1 7 は、ロボット 1 4 の C P U 8 0 が実行する全体処理のフロー図である。図 1 7 に示すように、ロボット 1 4 の C P U 8 0 は、ステップ S 9 1 で、終了操作かな否かを判断する。たとえば、ロボット 1 4 に設定された停止スイッチが操作されたかな否かを判断する。なお、遠隔操作されるロボット 1 4 であれば、処理を終了するコマンドが送信されたかな否かを判断する。ステップ S 9 1 で “ Y E S ” であれば、つまり終了操作であれば、全体処理を終了する。一方、ステップ S 9 1 で “ N O ” であれば、つまり終了操作でなければ、ステップ S 9 3 で動作命令を付与されたかな否かを判断する。つまり、リコメンド情報を提供する動作命令を受信したかな否かを判断する。ステップ S 9 3 で “ N O ” であれば、つまり動作命令を受信していなければ、ステップ S 9 1 に戻る。

30

【0112】

一方、ステップ S 9 3 で “ Y E S ” であれば、つまり動作命令を受信すれば、ステップ S 9 5 で選択された人間に対して、受信した動作命令に従ってリコメンド情報を発話する。つまり、動作命令に含まれる座標に基づいて人間に接近し、「こんにちは」と発話してコミュニケーション行動を開始する。さらに、動作命令に含まれる発話内容に基づいて、たとえば「電車の発車時刻は 1 2 時だよ」と発話することで、対話相手である人間にリコメンド情報を提供する。たとえば、「左から右に通り過ぎる」の大局行動が予測される人間は、駅に向かってしていると推定されるため、電車の出発時刻がリコメンド情報として提供される。

40

【0113】

なお、「右から来て、店舗の前に向かう」の大局行動が予測される人間は、店舗に向かってしていると推定されるため、その店舗のお勧め商品（メニュー）がリコメンド情報として提供される。また、「左から右へ通り過ぎる」の大局行動が予測される人間は、アトラク

50

ション会場に向かっていると推定されるため、アトラクション会場でのイベントがリコメンド情報として提供される。

【0114】

また、「休憩している」の大局行動が予測される人間には、休憩スペースの設備（自動販売機）がリコメンド情報として提供される。また、「休憩スペースの周りを歩いている」の大局行動が予測される人間は、休憩しようとしていると推定されるため、他の休憩スペースの場所がリコメンド情報として提供される。また、「歩き回っている」の大局行動が予測される人間は、ショッピングモール内で迷っているか、行き先を決めかねていると推定されるため、ショッピングモール内の案内図がある場所がリコメンド情報として提供される。

10

【0115】

続いて、ステップS97では、発話内容が受け入れられたか否かを判断する。つまり、発話したリコメンド情報が受け入れられたか否かを判断する。また、具体的には、マイク66によって、対話相手が発話する音声を認識して、発話内容が受け入れられたか否かを判断する。なお、ロボット14は、目カメラ70によって対話相手の顔を撮影することで顔のパターン認識を行い、発話内容が受け入れられたか否かを判断してもよい。ステップS97で“YES”であれば、つまりリコメンド情報が受け入れられれば、ステップS99で、受け入れられたことを中央制御装置10に通知して、ステップS91に戻る。つまり、対話相手に提供したリコメンド情報が受け入れられたことを、中央制御装置10に通知する。

20

【0116】

一方、ステップS97で“NO”であれば、つまりリコメンド情報が受け入れられなければ、ステップS101で受け入れられなかったことを中央制御装置10に通知する。つまり、対話相手に提供したリコメンド情報が受け入れられなかったことを、中央制御装置10に通知する。続いて、ステップS103で情報提供の終了が通知されたか否かを判断する。つまり、中央制御装置10から、リコメンド情報の提供を終了する通知がされたか否かを判断する。ステップS103で“YES”であれば、つまり終了の通知がされればステップS91に戻る。一方、ステップS103で“NO”であれば、つまり終了の通知がされなければ、ステップS95に戻る。

【0117】

30

なお、ステップS99の処理が終了するか、ステップS103で“YES”と判断された場合に、ロボット14は、「またね」と発話してコミュニケーション行動を終了する。また、ステップS103で“NO”と判断された場合に、ロボット14は、「じゃあ、他のお勧めを教えるね」と発話して、コミュニケーション行動を継続する。

【0118】

また、ロボット14が発話するリコメンド情報は、対話相手の人間が反応を返しやすくするために、疑問形で発話されてもよい。たとえば、「電車の発車時刻は12時だよ」は、「駅に向かうなら、電車の発車時刻は12時だけど、大丈夫？」と発話される。

【0119】

また、ステップS33の処理を実行する中央制御装置10のCPU16と、ステップS95の処理を実行するロボット14のCPU80とは情報提供手段として機能する。さらに、ステップS35の処理を実行する中央制御装置10のCPU16と、ステップS97の処理を実行するロボット14のCPU80とは判断手段として機能する。

40

【0120】

この実施例によれば、情報提供システム100は、中央制御装置10、ショッピングモール内に設置されるLRF12およびロボット14を含む。中央制御装置10が備えるメモリ18には、ショッピングモール内の店舗や、周辺の駅およびアトラクション会場に関するリコメンド情報であるトピックスT1～T6と、店舗、駅およびアトラクション会場に向かう大局行動を表わす移動軌跡P__T1～移動軌跡P__T6とが記録されるトピックスリストが記憶されている。

50

【0121】

また、ショッピングモール内に居る人間は、L R F 1 2によって移動軌跡 P が検出され、トピックスリストに記録されている移動軌跡 P __ T 1 ~ 移動軌跡 P __ T 6 との類似度 R がそれぞれ算出される。そして、中央制御装置 1 0 では、類似度の最大値 M a x より大きく、かつ最も大きい類似度 R が算出された移動軌跡 P __ T x に対応するトピックス T x の発話内容が読み出される。ロボット 1 4 は、人間とのコミュニケーション行動を行いながら、読み出されたトピックス T x の発話内容に基づいて発話することで、リコメンド情報を提供する。

【0122】

このように、人間の移動軌跡 P を検出することで、その人間が行う大局行動を予測することができるため、その大局行動に応じたリコメンド情報を提供することができる。

10

【0123】

また、中央制御装置 1 0 は、リコメンド情報を受け入れた人間の移動軌跡 P に基づいて、リコメンド情報に対応する移動軌跡 P __ T x を更新する。このように、リコメンド情報に対応する移動軌跡 P __ T x を更新することで、大局行動を予測する精度が向上する。

【0124】

また、提供するリコメンド情報が複数用意されているため、複数の人間から異なる移動軌跡 P を検出したとしても、情報提供システム 1 0 0 は、複数の人間のそれぞれに適したリコメンド情報を提供できる。

【0125】

そして、リコメンド情報は、コミュニケーション行動を行うことができるロボット 1 4 によって提供される。

20

【0126】

なお、本実施例では、1つのトピックス T に対応する移動軌跡 P __ T は1つだけに限らず、複数の移動軌跡 P __ T が対応するようにしてもよい。また、移動軌跡リストに記録されている各移動軌跡を k-means 法によってクラスタリングすることで、トピックス T x に対応する移動軌跡 P __ T x を算出するようにしてもよい。

【0127】

また、本実施例では、ロボット 1 4 によってリコメンド情報を提供したが、人間が所持する携帯電話などの携帯端末にリコメンド情報を発信することで、リコメンド情報を提供するようにしてもよい。この場合、携帯端末は、音声ではなく、文字列や画像によってリコメンド情報を提供する。また、人間が所持する携帯端末は、携帯端末との無線通信における電波強度を利用して特定されてもよいし、加速度センサを有する携帯端末であれば、加速度のデータを利用して特定されてもよい。

30

【0128】

また、さらに多くの大局行動を抽出することで、提供するリコメンド情報を増やしてもよい。

【0129】

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。

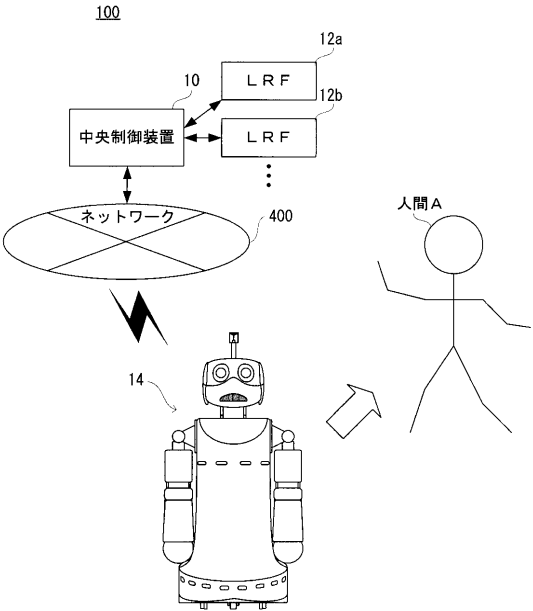
40

【符号の説明】

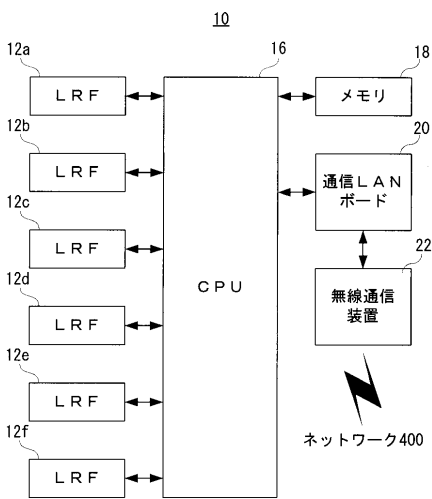
【0130】

- 1 0 …中央制御装置
- 1 2 a - 1 2 f …L R F
- 1 4 …ロボット
- 1 6 …C P U
- 1 8 …メモリ
- 8 0 …C P U
- 4 0 0 …ネットワーク

【図 1】



【図 2】



【図 3】

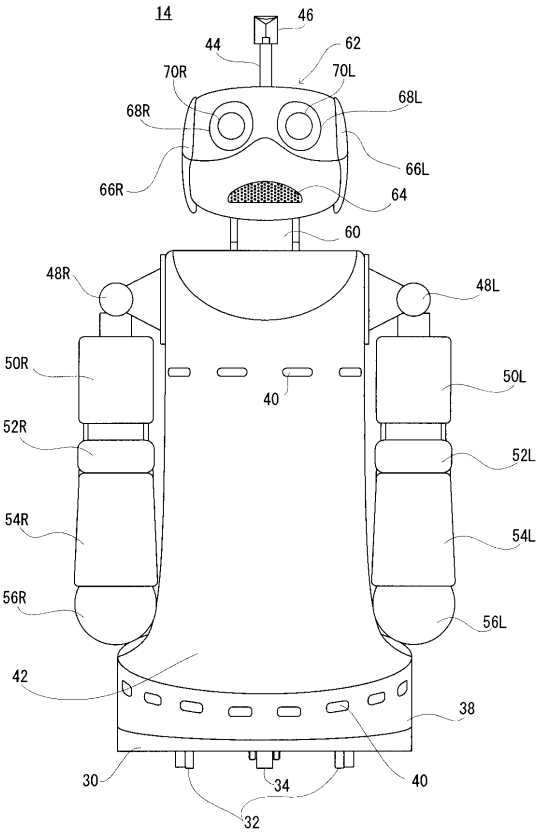
(A) トピックスリスト

トピックス	移動軌跡	発話内容
トピックスT1	移動軌跡P_T1	電車の発車時刻は12時だよ
トピックスT2	移動軌跡P_T2	お勤めのメニューはカレーだよ
トピックスT3	移動軌跡P_T3	15時からパレードがあるよ
トピックスT4	移動軌跡P_T4	休憩所には自動販売機があるよ
トピックスT5	移動軌跡P_T5	休憩所は向こうにもあるよ
トピックスT6	移動軌跡P_T6	案内図はあっちだよ

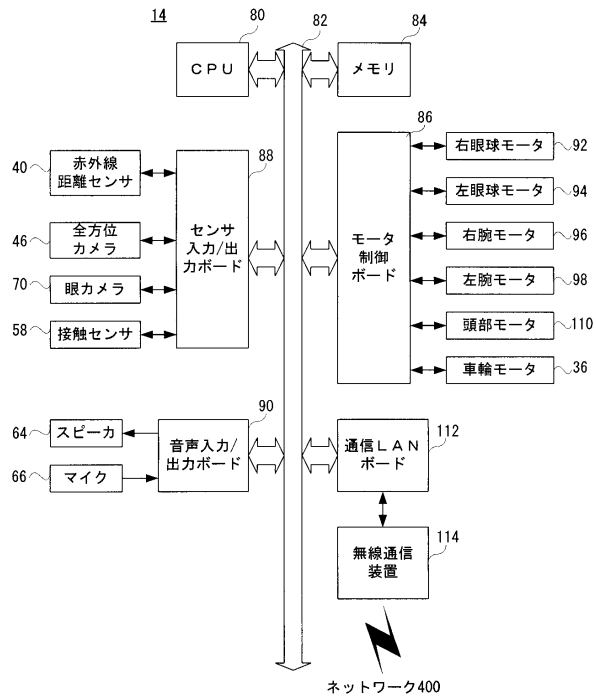
(B) 移動軌跡リスト

移動軌跡P_T1
移動軌跡P1_T1
移動軌跡P2_T1
⋮

【図 4】

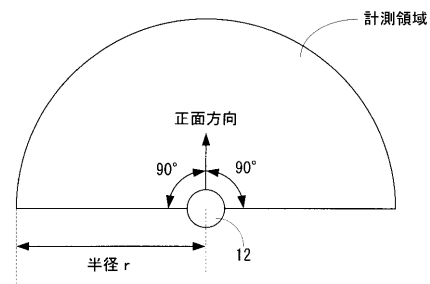


【図 5】



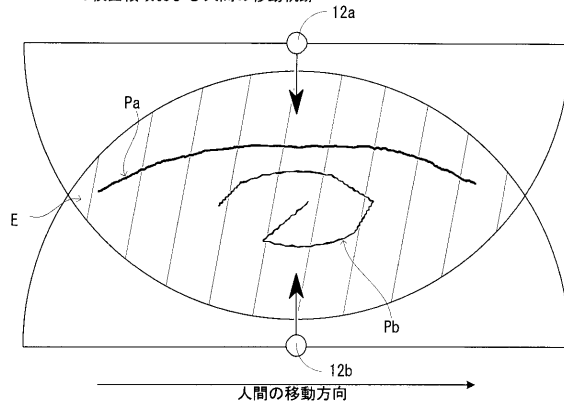
【図 6】

LRFの計測領域

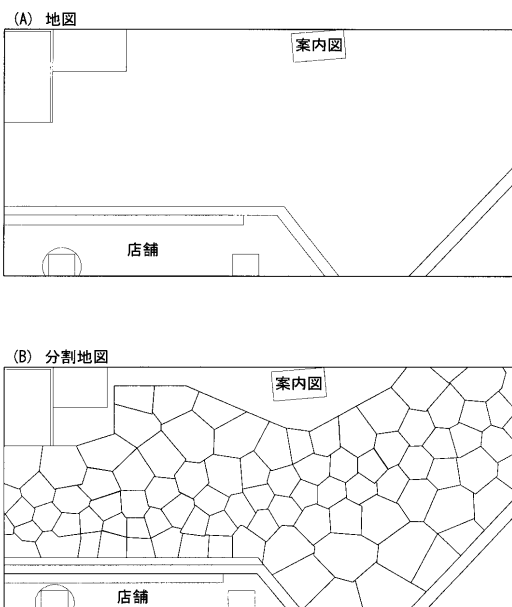


【図 7】

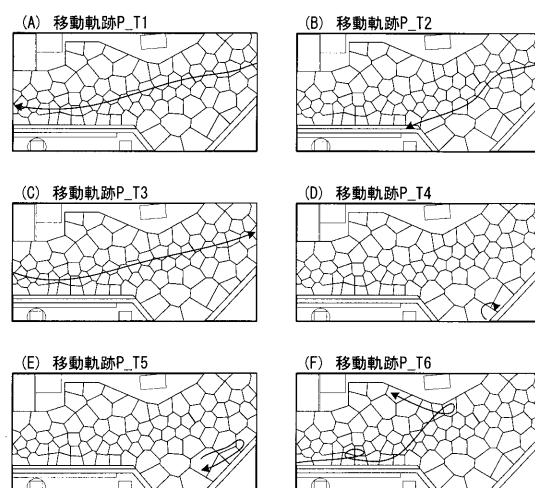
LRFの検出領域および人間の移動軌跡



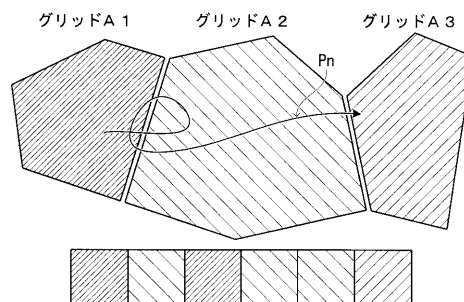
【図 8】



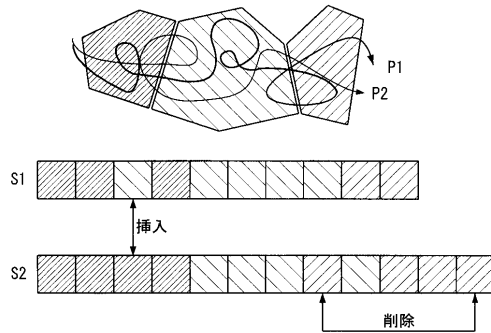
【図 9】



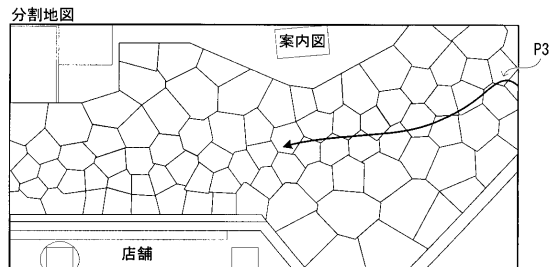
【図 10】



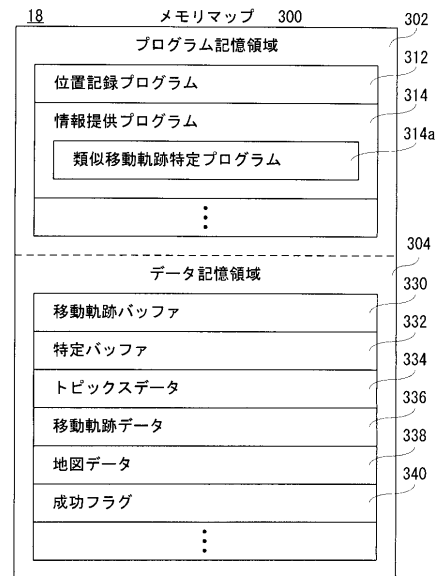
【図 1 1】



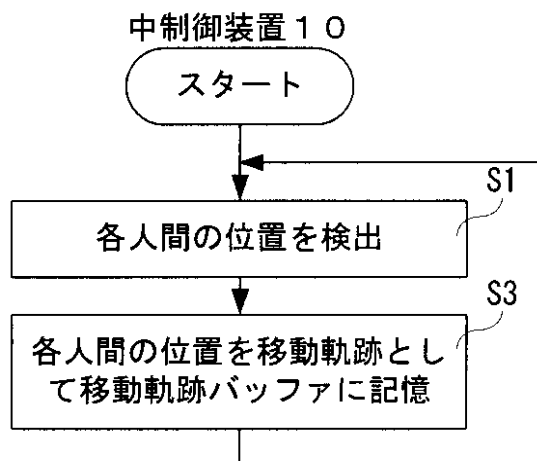
【図 1 2】



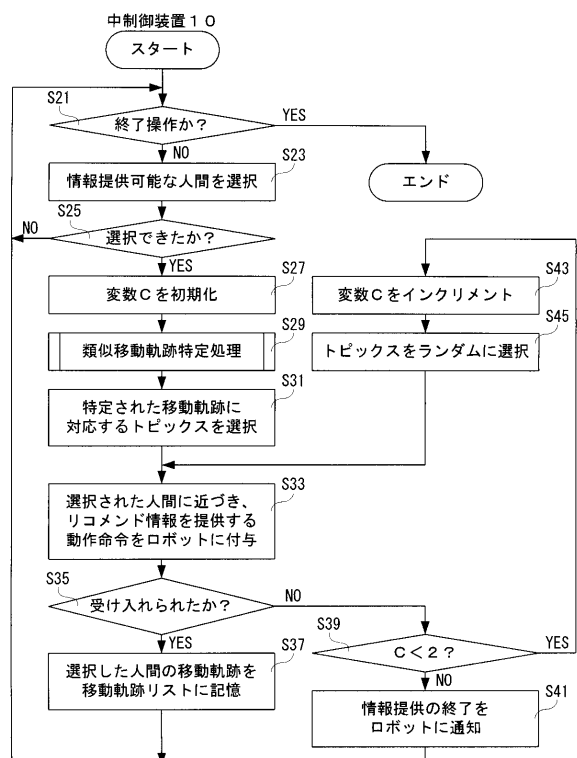
【図 1 3】



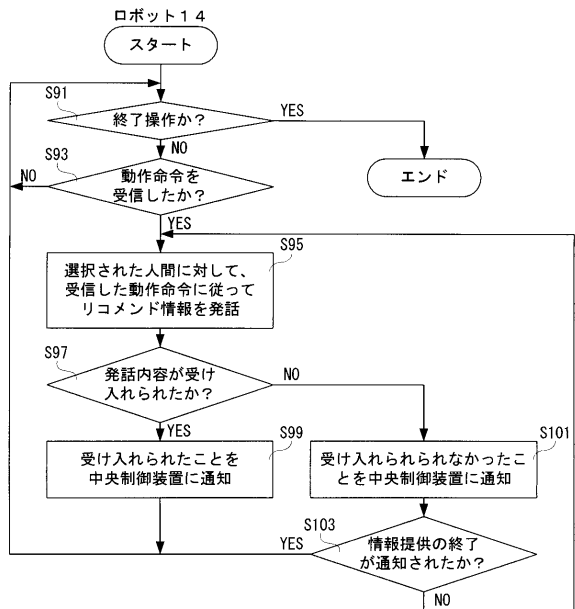
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 17】



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 小原 正信

(56)参考文献 特開平07-168995 (JP, A)

石塚 淳, 内容を考慮した移動軌跡データの類似検索手法, 電子情報通信学会 第18回データ工学ワークショップ論文集 [online], 日本, 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会, 2007年 6月 1日, [検索日2013年4月19日], Internet<URL:http://www.ieice.org/iss/de/DEWS/DEWS2007/pdf/e1-7.pdf>

神田 崇行, RFIDタグを用いた科学館来館者の移動軌跡の分析, 情報処理学会論文誌 論文誌ジャーナル Vol. 49 No. 5, 日本, 社団法人情報処理学会, 2008年 5月15日, 第49巻, 第1727-1742ページ

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06Q 50/10

B25J 13/00

G06Q 30/06