空間融合型の歩行者支援モデル

松村　智彰[†]　濱野　優輝[†]　佐藤　雅紀[†]　岡本　辰夫[††]　劉　渤江[†††]
横田　一正[†]

† 岡山県立大学情報工学部情報通信工学科
岡山県総社市窪木 111
†† 岡山県立大学大学院 情報系工学研究科
岡山県総社市窪木 111
††† 岡山理科大学 総合情報学部
岡山県岡山市理大町 1-1
E-mail: †{matsumura,hamano,msato,tatu,yokota}@c.oka-pu.ac.jp, ††liu@mis.ous.ac.jp

あらまし　本稿では仮想空間と現実空間の融合による歩行者支援モデルを提案し，このモデルの実現方法までを詳細に議論する．対象とする仮想空間はある地点の位置情報を出力できウォークスルー可能な空間であり，対象とする現実空間は RFID が設置されておりデータベースに登録されている空間である．歩行者は，自身を識別する RFID と現実空間の RFID を読み取るリーダ，さらに支援機能を実行するための携帯機器（本稿では PC）を持ち，現実空間を歩行する．支援機能として，ナビのための地図の移動や回転や案内路生成の他に，現実空間での歩行に対応した多層化された仮想的時空間のウォークスルー機能や強化現実機能を持つ．
キーワード　歩行者支援，RFID，AR，位置情報，モバイル

Human Navigation Support Model by Mingling a Real and Virtual Spaces

Tomoaki MATSUMURA[†], Yuki HAMANO[†], Masaki SATO[†], Tatuo OKAMOTO[††], Bojiang LIU[†††], and Kazumasa YOKOTA[†]

† Okayama Prefectural University, Faculty of Computer Science and System Engineering
111, Kuboki, Soja, Okayama, 719-1197
†† Okayama Prefectural University, Graduate School of Systems Engineering
111,Kuboki, Soja, Okayama, 719-1197
††† Okayama University of Science, Faculty of Infomatics
1-1, Ridai-cho, Okayama, 700-0005 Japan
E-mail: †{matsumura,hamano,msato,tatu,yokota}@c.oka-pu.ac.jp, ††liu@mis.ous.ac.jp

Abstract　We propose a human navigation support system by mingling virtual spaces and a real space. The we precisely discuss a way of its implementation. Here virtual space means a walk-throughable space and corresponds with some real places with their location information. Real space, on the other hand, is a place which RFIDs are set and is registered into databases. Users walk around real spaces, with some materials: an RFID for identifying themselves, an RFID reader for getting data from RFIDs in the real space, and a mobile hardware for executing the proposed assistant software. In this paper, we assume PC as the mobile hardware. The assistant software has the following functions: user navigation including moving maps, rotating maps, and generating guidance routes; walkthrough and augmented reality on multi-layered virtual time-and-space corresponding with some real space.
Key words　Human Navigation Support, RFID, AR, Location Information, Mobile

1. はじめに

近年，携帯機器による人へのナビゲーション（以下，人ナビ）が普及してきている．実際に携帯電話上で動作する NAVITIME [1] や，カーナビゲーションシステム（以下，カーナビ）を携帯可能にした機器 [2] などが製品化されている．人ナビはカーナビとは異なり経路の特定が難しく，移動の際には横断歩道や看板などのより詳細な情報が必要となる．また，車と比べて人は移動速度が遅いためにより多くのコンテンツの提示が考えられる．

現状の人ナビには大きく三つの問題が考えられる．一つ目は，位置の正確性という問題である．位置の取得には GPS（Global Positioning System) を用いることが多い．GPS で取得した位置情報には誤差が発生することがあり，文献 [3] のような位置情報の補正が必要となる．二つ目は，ナビゲーションに必要な情報の取得に関する問題である．必要な情報としては，移動する空間の地図，関連する説明文，それ以外にも画像，音声，動画などのマルチメディアコンテンツが考えられる．しかし，それらの情報は種類によってはデータサイズが大きく，全てを一度に取得することは困難である．また，ナビゲーションに必要な情報を最初から保持していたとしても，情報が更新された場合の対処が必要となる．三つ目は，地図を用いた表現の限界という問題である．地図が表現可能な情報と現実空間には大きな隔たりがあり，その隔たりを軽減することは歩行者に対して有用だと考えられる．

本研究の目的は，効果的な人ナビの提供，及びその人ナビを行う上で必要となる各種モデルの作成，加えて仮想空間と現実空間の融合である．

2. 空間融合型の歩行者支援モデル

本研究における歩行者支援とは，歩行者の位置や状態に則した情報を提供することで，様々な支援を実現するものである．対象は歩行者であり，経路案内を基本とし観光案内やショッピング案内などの応用が考えられる．歩行者に対しては，対象とする空間に土地勘がない場合などに案内が必要になる．また，対象とする空間にコンテンツが存在する場合は，コンテンツを取得し効果的に提供する必要がある．更に，地図などでは表現できない情報の表現するために仮想空間の利用を考える．

歩行者は情報端末を携帯しており，その端末上に情報を表示することで歩行者支援を実現していく．提供する情報としては，地図，コンテンツ，ナビゲーションなどが考えられる．地図はカーナビや Google マップ [4] のように自由に移動や回転が可能で，歩行者の移動に合わせて地図の表示地点や方向を自動的に変化させることが考えられる．提供するコンテンツは，歩行者の位置や状態を判断し適切なものを選択する．ナビゲーションは歩行者に対して経路や目的地を提示する．

歩行者支援に関しては，自律移動支援プロジェクト [5] などの様々な試みが活発に進められている．自律移動支援プロジェクトにおいては，IC タグを現実世界の様々な場所へと設置し，IC タグから取得した情報をネットワーク上へ問い合わせることで位置を特定している．しかし，ネットワーク環境が使用できない場合には位置の特定やコンテンツの取得ができないという問題が考えられる．

2.1 提案手法

「空間を移動する歩行者」について考える．移動する空間をスポットと定義する．スポットは階層構造を持ち，内部に位置方位点という位置が取得可能な点が複数存在する．

歩行者は ECA ルールとコンテンツの集合として定義する．歩行者支援において必要なコンテンツはスポット単位で管理されており，現地で歩行者へコンテンツを提供するものをエントランスと定義する．後楽園をスポットとして表した例を図 1 に示す．また，仮想空間を用いた情報の提供には後述するパノラマ仮想空間 PasQ の利用を考える．

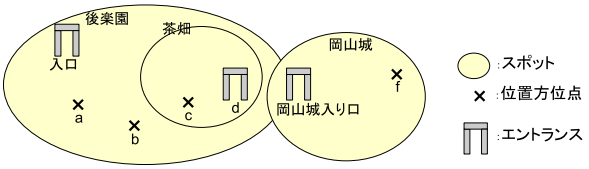

図 1　スポットの例

2.2 歩行者支援の流れ

空間融合型の歩行者支援モデルの動作例を，図 1 の後楽園と茶畑を用いて示す．

2.2.1 歩　行　前

後楽園へ行きたいと思った歩行者は，後楽園というワードで検索を行う．検索の結果は後楽園が持つスポットの一覧として取得できる．取得する情報は内部でスポット，ECA ルール，コンテンツとして処理される．歩行者が実際に茶畑を見てみたいと思った場合は，茶畑のスポットを選択する．その選択を基に現地での大まかな移動の計画である歩行計画の作成を行う．これらの処理を**ナビ計画系**と定義する．

2.2.2 歩　行　中

後楽園へと到着した歩行者は，まず後楽園の入り口に設置されたエントランスと通信を行う．この際に歩行者の認証や，情報の更新が行われる．情報の更新方法としては，エントランスから取得する追加のスポット，ECA ルール，コンテンツを用いる．この追加のデータを用いて，ナビ計画系からのデータに対して更新を行う．更新の操作により位置方位点の修正や，変更されたコンテンツの利用などが可能となる．

歩行者が移動中に現在地がわからなくなった場合や，何か興味を持った物があった場合はその近くにある位置方位点を取得する．取得した位置方位点をスポットから識別し，ECA ルールが発火し，コンテンツが起動する．位置方位点から得られる位置情報を基にナビゲーションやコンテンツの提示を行う．ナビゲーションの場合は位置方位点を連続して取得していくことで実現する．茶畑へと到着した歩行者が，茶畑の詳細を知りたいと場合は情報の更新を行い，茶畑の追加のコンテンツや位置方位点を取得する．これらの処理を**歩行系**と定義する．

2.2.3 歩　行　後

家へと戻った歩行者は，後楽園で何を見たのかを確認するために，移動経路やコンテンツの確認を行う．次はどこへ行こうかということを考える場合には，後楽園のスポットの中から見ていない場所の確認を行う．これらの処理を**フィードバック系**と定義する．

3. モデルの構成

空間融合型の歩行者支援のシステムを開発する上では以下の 4 つのモデルを基本的な考え方として定義している．

- スポットモデル

空間と位置を定義する．

- 歩行モデル

歩行者の状態に応じた情報の提示を定義する．

- 空間融合モデル

現実空間と仮想空間の融合を定義する．

- 通信モデル

歩行者が必要な情報を取得する際に用いる通信を定義する．

それぞれのモデルの詳細を示す．

3.1 スポットモデル

スポットモデルとは歩行者支援の対象となる空間を定義するモデルである．本研究では対象とする空間をスポットと定義する．スポットの内部には位置と方位を取得可能な地点が離散的に存在するものとし，その地点を位置方位点として定義する．位置方位点は空間を持たないスポットである．

スポットの最新情報を保持している特殊な位置方位点としてエントランスが定義される．歩行者が持つ情報の不足は，エントランスへ移動し情報を受け取ることで解消される．

図 1 においては後楽園の中に茶畑が内包されている．また，位置方位点はスポットでもあるために，位置方位点 a〜e はスポット a〜e でもある．スポットモデルは複数のスポットを扱うことが可能であり，スポットの定義はスポットの名前であるスポット名（$SpotName$）と位置方位点（$Point$）とエリア情報 ($AreaInformation$) により式（1）, (2）で定義できる．エリア情報とはスポットが持つ空間の領域を示す情報である．スポットとそのスポットが内包するスポットは必ずそのエリア情報が示す領域内に存在する．スポットエリア ($SpotArea$）とはスポット定義の集合である．

$$SpotArea = \{\text{ スポット定義}, \cdots\} \tag{1}$$

$$SpotName = (\{Point, \cdots\}, [AreaInformation], \{SpotName, \cdots\}) \tag{2}$$

式（1）をスポットエリア定義，式（2）をスポット定義と呼ぶ．スポット名に対応するスポット定義が存在する場合を，完全なスポットと定義とする．逆にスポット定義が一部でも存在しない場合を，不完全なスポットと定義する．

図 1 で示される空間をスポットモデルを用いて表した例を式（3）, (4) , (5）に示す．

$$\begin{aligned}
\text{後楽園のエリア} = \{\ \text{後楽園} &= (\{\text{ 入口の位置 }\}, \text{後楽園の領域}, \{\text{ 入口}, a, b, \text{茶畑 }\}),\\
a &= (\{a \text{ の位置 }\}, , \{\}),\\
b &= (\{b \text{ の位置 }\}, , \{\}),\\
\}
\end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
\text{茶畑のエリア} = \{\ \text{茶畑} &= (\{d \text{ の位置 }\}, \text{茶畑の領域}, \{c, d\}),\\
c &= (\{c \text{ の位置 }\}, , \{\}),\\
\}
\end{aligned} \tag{4}$$

$$\begin{aligned}
\text{岡山城のエリア} = \{\ \text{岡山城} &= (\{\text{ 入口の位置 }\}, \text{岡山城の領域}, \{\text{ 入口}, f\}),\\
f &= (\{f \text{ の位置 }\}, , \{\}),\\
\}
\end{aligned} \tag{5}$$

また，エリア情報を持つスポット定義に対しては通常の集合演算として和，差，積が定義できる．それぞれエリア情報が示す領域に対して和，差，積を行い，その領域内に含まれるスポットを求めることで定義される．集合演算の例を式（6）にて示されるスポット s_a と式（7）にて示されるスポット s_b を用いて，式（8）, (10）, (9）に示す．この式においては P は位置方位点の集合であり，N はスポット名の集合である．

$$s_a = (P_a, A_a, N_a) \tag{6}$$

$$s_b = (P_b, A_b, N_b) \tag{7}$$

$$\text{和：}\ s_a \cup s_b = (P_a \cup P_b, A_a \cup A_b, N_a \cup N_b) \tag{8}$$

$$\text{差：}\ s_a - s_b = (P_a - P_b, A_a - A_b, N_a - N_b) \tag{9}$$

$$\text{積：}\ s_a \cap s_b = (P_a \cap P_b, A_a \cap A_b, N_a \cap N_b) \tag{10}$$

式（3) , (4) , (5）の例においては式（5）の岡山城のエリアだけが完全であり，後楽園のエリアと岡山城のエリアは不完全である．スポットの情報が古い場合や，完全でない場合にスポットに対して更新という操作が必要となる．更新の操作の対象となるのは，内包関係にあるスポットエリア定義であり元々のスポットエリア定義を S_{old} とし，追加するスポットエリア定義を S_{new} とする．S_{old} のスポットエリア定義中に S_{new} が持つスポット定義と同名のスポット定義が存在しない場合は，S_{new} が持つスポット定義を追加する．S_{old} 中に同名のスポット定義が存在する場合は，S_{old} のスポット定義と S_{new} のスポット定義の位置を確認する．位置が異なれば S_{new} のスポット定義に対して適当な名前解決を行い S_{old} へと追加する．位置が同じであれば S_{new} のスポット定義へと書き換えを行う．更新の操作の記号を $\leftarrow$ として，式（3），式（4）を用いた更新の例を式（11）に示す．式（11）においては茶畑のエリアが追加のスポットエリア定義であり，後楽園のエリアが古いスポットエリア定義である．更新の操作により後楽園において不足していた

茶畑の情報が追加され，完全に定義されたスポットとなる．

$$
\begin{aligned}
\text{後楽園のエリア} \leftarrow \text{茶畑のエリア} = \{ & \\
\text{後楽園} &= (\{\text{ 入口の位置 }\}, \text{後楽園の領域}, \\
& \quad \{\text{ 入口}, a, b, \text{茶畑 }\}), \\
a &= (\{a \text{ の位置 }\},, \{\}), \\
b &= (\{b \text{ の位置 }\},, \{\}), \\
\text{茶畑} &= (\{d \text{ の位置 }\}, \text{茶畑の領域}, \\
& \quad \{c, d\}), \\
c &= (\{c \text{ の位置 }\},, \{\}), \\
\} & \qquad (11)
\end{aligned}
$$

3.2 歩行モデル

歩行モデルとは歩行者と歩行者への情報の提示方法を定義するものである．この歩行モデル自体は ECA ルールとコンテンツの集合として定義される．ECA ルールとはアクティブデータベース分野において用いられる言語であり，*Event*，*Condition*，*Action* の 3 つを一組として動作を記述するものである．*Event* はシステム外で起こる事象，*Condition* はルールを実行するための条件，*Action* は実行する動作を表す．

歩行モデルにおいて用いる ECA ルールでは，*Event* は位置・方位情報の取得やユーザからの入力，*Condition* は歩行者のプロファイルや履歴，*Action* は必要な情報の提示となる．また 1 つの *Event* から複数のルールが起動し，複数の *Action* が実行可能になることがある．この場合の競合は歩行者が希望の *Action* を選択することで解消される．この ECA ルールにより動的な処理を行い，歩行者の状態に応じたコンテンツの提供が可能となる．

3.3 空間融合モデル

空間融合モデルとは，歩行者支援の対象となる仮想空間と現実空間との融合を定義するモデルである．

ナビ計画系においては，スポットの選択などのインタフェースとして仮想空間の利用を考える．歩光系においては，実際に移動する現実空間と，仮想空間の利用を考える．歩行者が移動する現実空間においては様々な制限が発生する．立入禁止の場所や池の中などの，移動に発生する制限．他の季節を見れないなどの，時間に発生する制限．建物，岩，人混みなどの障害物による視界に発生する制限．それらの制限を解消するものとして，仮想空間の利用を考える．

利用する仮想空間はウォークスルー機能とシースルービュー機能を持つ．現実の空間と仮想空間の融合は ECA ルールによって対応付けることにより実現する．ここでの ECA ルールは，Event が現実空間，Condition が歩行者，Action が仮想空間となる．

3.4 通信モデル

通信モデルとは，歩行者が必要な情報の取得に用いる通信方法を定義するモデルである．この通信はスポット内で必要となる位置方位点やコンテンツなどの情報の取得を目的としている．必要となる情報は全てエントランスに存在するので，歩行者はエントランスと通信を行う．エントランスはスポットの情報として，そのスポットに関連した地図やコンテンツを保持している．また，歩行者は ID によって識別可能であり，歩行者の認証などが考えられる．

4. システムの構成

ナビ計画系，歩行系，フィードバック系のそれぞれのシステム構成について示す．

4.1 ナビ計画系のシステム構成

ナビ計画系において歩行者に検索と歩行計画の作成を行うシステムを計画系システムと定義する．またスポットの一覧を作成するために必要なスポットの検索を実現するためのデータベースとしてグローバルスポットデータベースを定義する．

4.2 歩行系のシステム構成

歩行系においてエントランス上で歩行者の認証と情報の送信を行うスポットシステムを定義する．また歩行者の携帯機器上で動作し，エントランスから取得した情報を用いて歩行者が持つ情報の更新を行うシステムを融合システムと定義する．位置の取得とナビゲーション，コンテンツの表示を行うナビシステムを定義する．エントランスが持つスポットの情報を格納するデータベースとしてローカルスポットデータベースが定義できる．またナビシステムからコンテンツとして呼び出される仮想空間を利用するためのシステムとしてポータブル PasQ が定義できる．

4.3 フィードバック系のシステム構成

歩行後に行う移動経路やコンテンツの確認や見ていない場所の確認などはナビ計画系にて用いた計画系システムを用いる．

本稿におけるシステムが動作する環境はネットワーク，歩行者，エントランスの 3 つに大きく分けられる．システムの全体像を図 2 に示し，その概要を述べる．図 2 においてはデータベースを DB と省略している．

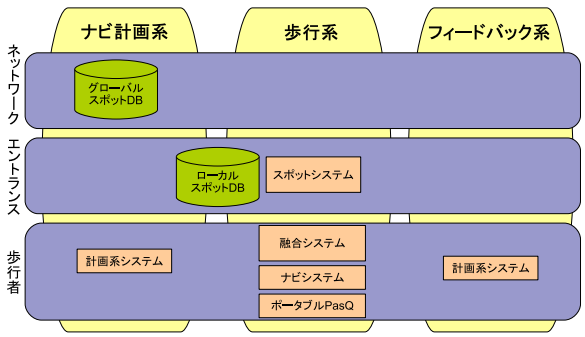

図 2 システムの全体像

上記のシステム間のデータフローを図 3 に示す．また，図 3 にて用いたデータの構造を図 4 に示す．本節では，計画系システム，スポットシステム，融合システム，ナビシステム，ポータブル PasQ，グローバルスポットデータベース，ローカルスポットデータベースの概要について示す．

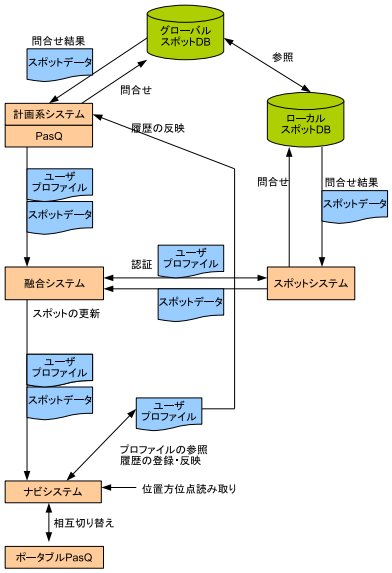

図 3　システム間のデータフロー

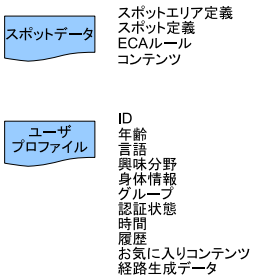

図 4　データの構造

4.4　計画系システム/PasQ

計画系システムとはナビ計画系において歩行者の歩行計画の作成やユーザプロファイルの作成といった歩行前に必要に必要となるデータの構築を行うシステムである．ユーザプロファイルとは図 4 により示されるデータの集合であり，作成された歩行計画やフィードバック情報などもプロファイルとして格納される．

ナビ計画系はシステムの初期状態であり，ユーザプロファイルが存在しない場合はその作成を行う．ユーザプロファイルの作成においては，年齢，言語，興味分野，身体情報，機器情報，グループなどの入力を歩行者に求める．他の機器で使用していたユーザプロファイルを使用する場合には，ユーザプロファイルのエクスポート・インポートという操作が必要となる．エクスポート・インポートの際には機器情報の更新を歩行者に再度要求する．時間，移動履歴，お気に入りコンテンツなどの情報はフィードバック系によりユーザプロファイルにログとして記録される．フィードバック系より記録された情報は，過去の履歴の閲覧などに用いられる．

歩行計画の作成では対象とする空間のスポットの情報を得るためにグローバルスポットデータベースへ問合せを行う．問合せの結果はスポットデータとして取得する．取得したスポットデータに対しては，歩行者が興味を持ったものに対して選択が可能で，その選択を基に歩行時の大まかな経路の生成を行う．経路の生成にはスポットが初期値として持つ優先度を用いる．優先度とはそのスポットがどの程度重要であるのかを示すものである．歩行者毎の経路のカスタマイズもこの優先度の値を変更することで実現する．優先度の変更は歩行者が手動で行う場合と，歩行者の趣味嗜好などをユーザプロファイルなどから解析し自動で行う場合の二通りが考えられる．ツアーなどの場合は移動可能な時間に制限が設定されることが考えられる．その場合は，ユーザプロファイルの年齢や身体的特徴から歩行速度を推察し，優先度を基に閲覧時間を割り振ることなども将来的に考えられる．ユーザの認証やグループの登録・管理には複数の方法が考えられるが，それらについては今後の課題である．

計画系システムとして今回は我々が現在研究開発しているパノラマ仮想空間 PasQ [6]（以下，PasQ）の利用を考える．PasQ とは，複数のパノラマ画像を用いることで仮想空間を構築するシステムである．個々のパノラマ画像に撮影地点の位置情報（緯度・経度）と方位情報を付加し，地図上に配置する．配置の状況によりパノラマ画像間の距離とパノラマ画像のある方位から成る関係を生成する．単体のパノラマ画像を小規模な空間として扱い，生成した関係に基づいてパノラマ画像の自動切替を行うことでウォークスルーを可能としている．実際の PasQ のインタフェースを図 5 に示す．

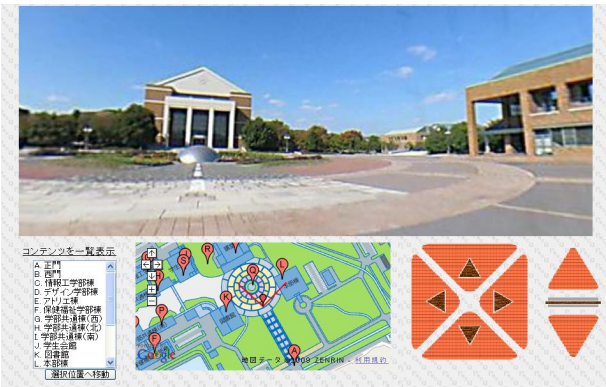

図 5　PasQ のインタフェース

本研究における PasQ にはナビ計画系に対応する為の改良が施される．まず，PasQ で現在表示している空間やコンテンツの中から，歩行者が選択したものに対応するスポットデータの生成が必要となる．また，どのような順路でスポットを移動するかの選択と，その移動の確認が必要である．現実空間の移動後には，歩行者の履歴を様々な形で仮想空間上に反映することが考えられる．スポットの情報の取得は後述するグローバルスポットデータベースを利用することで，実現する．

4.5　スポットシステム

スポットシステムとはスポットデータの管理と歩行者への転送を行うシステムである．エントランス上で動作し，歩行者に対して認証や必要な情報の送信を行う．スポットに位置方位点やコンテンツが大量に存在する場合は，スポットデータのデータサイズが大きくなる．したがって，スポットシステムはスポッ

トデータの格納に後述するローカルスポットデータベースというデータベースを用いる．スポットシステムはローカルスポットデータベースに問合せをかけ，スポットデータを得る．

スポットは情報を歩行者へ送信するだけでなく，ディスプレイや電子ポスターなどを設置することにより，歩行者に適した情報を表示することが可能である．したがって，掲示板としての利用や緊急情報のアナウンスなど様々な利用が考えられる．

4.6 融合システム

融合システムとは歩行者が持つ携帯機器上で動作し，歩行者が持つスポットデータを最新の状態に保つシステムである．また，その際にスポットシステムと必要に応じて通信を行う．

歩行者が持つスポットデータは，そのスポットのエントランスに到達するまでは，完全ではなく，また最新の情報でない可能性がある．実際の運用の場合も位置方位点の位置の変更や，コンテンツの更新が発生すると考えられる．したがって，そのスポットの最新のスポットデータを保持しているエントランスと通信を行い，スポットデータの更新を行う．

4.7 ナビシステム

ナビシステムとは歩行者が持つ携帯機器上で動作し，歩行者に対してナビゲーションの提供や，関連するコンテンツの提示を実現するシステムである．ナビシステムは一般的なナビゲーションシステムと同様の地図によるナビゲーションが可能である．地図の表示中に位置方位点を取得すると，その位置と方位に地図を移動させる．その位置に関連するコンテンツが複数存在した場合には，関連するコンテンツの一覧をメニュー形式で表示し歩行者に選択を求める．動的な処理が必要な場合はスポットに関係した ECA ルールを利用する．

ナビシステムは地図によるナビゲーションだけでなく，後述するポータブル PasQ を用いた仮想空間を用いたナビゲーションも可能である．

ナビシステムが扱うコンテンツには画像，音声，動画だけでなく，Flash の使用も可能である．現在，本研究室ではマルチメディアデータとシナリオ記述 [7] から多様な Flash を自動生成するシステムを開発中である．そのシステムではシナリオ記述を変更することで，一組のコンテンツから様々な Flash を能動的に生成可能である．したがって，そのシステムを用いた案内用 Flash の利用が考えられる．案内用 Flash とは歩行者に対して様々なコンテンツの提示を含めたナビゲーションを提供する Flash である．Flash の利点を活かしつつ，通常の Flash よりも柔軟に歩行者に適応させることが可能となると考えられる．

移動の履歴や閲覧の履歴はユーザプロファイルに格納し，ナビゲーションの精度の向上や，より適切な歩行者への対応を実現していく．

4.8 ポータブル PasQ

ポータブル PasQ は歩行者 PC 上で動作し，歩行者に対して実空間のパノラマ画像を基にした仮想空間を提供する．また取得した位置方位点の位置情報と方位情報から，該当するパノラマ空間の位置と方位への移動が可能である．歩行時にはオフライン環境の可能性があるので，ポータブル PasQ はオフラインでも動作するようにエントランスから必要な全てのデータを取得し保持している．

対象となる地点に複数の仮想空間が存在する場合には，歩行者が任意の仮想空間に切り替えることが可能である．例としては，歩行者が現在歩行している空間とは異なる季節の空間に切り替えることなどが考えられる．ポータブル PasQ においては，障害物などを通過し目的の場所の表示を行うシースルー機能というものを開発中であり，その活用も考えられる．

4.9 スポットデータベース

スポットデータベースにはローカルスポットデータベースとグローバルスポットデータベースの二種類が定義される．それぞれについて以下に示す．

4.9.1 ローカルスポットデータベース

ローカルスポットデータベースとはエントランスに設置され，スポットに関連する情報を格納するデータベースである．保持するデータは主に，スポット，ECA ルール，コンテンツの三種類である．スポットとはスポットモデルにより定義される情報で，空間の定義や位置方位点を示す．ECA ルールとは歩行モデルにより定義される情報で，様々な動的な処理に用いられる．コンテンツとは歩行者支援にて用いられる画像，音声，動画などのマルチメディアコンテンツである．また，PasQ や Flash などもコンテンツとして利用可能である．

機能として，位置方位点の位置の変更，スポットの領域の管理，コンテンツ・メタデータの管理，範囲や距離などを用いた計算がある．領域や経路の計算に対しては GIS の利用が有効であると考えられ，ローカルスポットデータベースは PostGIS で実装している．

4.9.2 グローバルスポットデータベース

グローバルスポットデータベースはナビ計画系における検索を提供するデータベースである．スポットの各種データはスポット毎にエントランス上のローカルスポットデータベースで管理されており，複数のローカルスポットデータベースにそれぞれ検索を行うのは効率的でない．そのために，検索を一括で行うためのグローバルスポットデータベースというものを定義する．グローバルスポットデータベースは事前に各エントランス上のローカルスポットデータベースから必要な情報を収集を行う．ナビ計画系から検索が発生した場合は，事前に収集した情報に対して検索を行い高速な検索を実現する．またナビ計画系からコンテンツの取得を要求された場合，ローカルスポットデータベースからコンテンツを取得し，ナビ計画系へ転送する．この際に，保護されたコンテンツが存在するローカルスポットデータベースが存在した場合にそのローカルスポットデータベースからコンテンツの取得を行わないなどの処理が考えられる．検索のクエリーとしては，緯度と経度，ある地点からの距離や範囲，コンテンツ名などを想定している．

5. 機器の構成

本章では 3 章のモデルを実現するために使用する機器について示す．機器の構成は図 8 に示す．位置方位点としては RFID タグや，QR コード [8]，携帯電話の基地局などの様々な方法が考えられる．今回は非接触であることの利便性や読み取り速度

の優位性 [9] などから，短距離でのみ読み取り可能な非接触型の RFID タグを利用し，これを位置 RFID と定義する．位置 RFID は設置場所により位置情報を示し，読み取り時の向きにより方位情報を示している．また，歩行者は位置 RFID を読み取る為の RFID リーダを持つ．

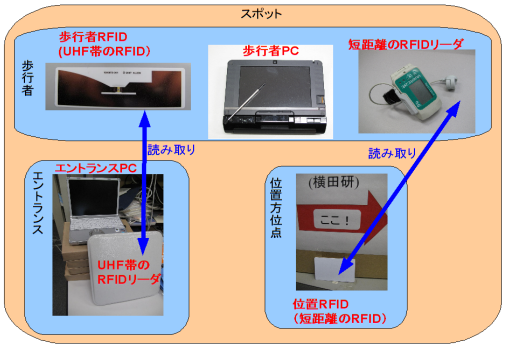

図 6　機器の構成

歩行者の ID には遠距離でも読み取りが可能な UHF 帯の RFID タグを利用し，これを歩行者 RFID と定義する．また，エントランスは歩行者 RFID を読み取る為の UHF 帯の RFID リーダを持つ．RFID タグとリーダの距離が離れていても読み取りが可能で，歩行者が複数人の場合も同時処理が可能である．

歩行者が持つ携帯機器には Bluetooth 機器を持つモバイルタイプの PC（以下，歩行者 PC）を利用する．歩行者 PC に Bluetooth 機器が必要な理由は，歩行者が持つ RFID リーダとの通信に Bluetooth を用いるからである．

エントランスには Bluetooth 機器を持つ PC（以下，エントランス PC）を利用する．エントランス PC には UHF 帯の RFID リーダが接続されており，歩行者 RFID の読み取りが可能である．またエントランス PC と歩行者 PC は Bluetooth を用いて通信が可能で，歩行者支援に必要な情報の転送が可能である．

謝　　辞

本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究 C(#20500099) によるものである．

6. おわりに

本稿では，仮想空間と現実空間の融合による空間融合型の歩行者支援モデルを提案し，そのモデルの実現方法を検討した．実際のモデルは現在実装中である．今回は主に GPS やネットワークを必要としない方法の考察を行ったが，それらを利用できる場合にはより安定した歩行者支援が可能になると考えられる．ネットワーク環境をどのようにこのモデルに取り込んでいくかは今後の課題である．

今回はフィードバック系については概要だけを示したが，どのようにユーザの行動を分析し反映させるかは重要な課題である．フィードバック系を更に検討し，より歩行者に適した情報の提供方法を研究していく．また，どのように空間融合を活かしたコンテンツをユーザに提示していけるかということも今後の課題である．

文　　献

[1] “NAVITIME”, http://www.navitime.co.jp/.
[2] “NV-U3”, http://www.sony.jp/products/me/products/nv-u3/.
[3] 正克, 武志：“組み込み型 GPS・自蔵式センサシステムによる屋内外歩行者ナビ (一般セッション (3), 人の検出・計測・認識)”, 電子情報通信学会技術研究報告. PRMU, パターン認識・メディア理解, **106**, 73, pp. 75–80 (20060519).
[4] “Google マップ”, http://maps.google.co.jp/.
[5] 国土交通省：“自律移動支援プロジェクト”, https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/jiritsu/.
[6] 池田, 國島, 横田：“パノラマ画像を用いた仮想空間の構築”, 日本データベース学会 Letters, **5**, 1, pp. 97–100 (2006).
[7] 辻, 國島, 横田：“ディジタルミュージアムにおけるコンテンツ演出のための記述言語の拡張”, 平成 18 年度電気・情報関連学会中国支部第 57 回連合大会, pp. 261–262 (2006).
[8] “QR コードドットコム”, http://www.qrcode.com/.
[9] 総務省：“ユビキタスネットワーク時代における電子タグの高度利活用に関する調査研究会 最終報告”, http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/040330_6.html.