

## 利用者コンテキストを考慮した 歩行者ナビゲーションシステムの利用可能性について

川端 将之<sup>\*1</sup> 日裏 博之<sup>\*2</sup> 上田真由美<sup>\*3</sup> 上島 紳一<sup>\*4</sup>

### 要 旨

今日の高度情報化社会の進展により、様々な移動体情報端末が開発され、カーナビゲーションシステムだけでなく歩行者を誘導する歩行者ナビゲーションシステムも普及しつつある。しかしながら、既存の歩行者ナビゲーションシステムは利用者に対する視覚的な効果に着目したものが多く、利用者の状況や目的は考慮されていない。そこで我々は、実空間に見立てた論理空間上にメタデータを持たせ、各地点の特徴と利用者の状況・目的から、利用者ごとに移動経路を提供することに取り組んでいる。本稿では、利用者コンテキストを考慮することにより実現する次世代の歩行者ナビゲーションシステムの提案を行い、ユビキタス社会における歩行者ナビゲーションシステムの利用可能性について検討する。

## The Context-adaptable Pedestrian Navigation System and its Possible Applications

Masayuki KAWABATA<sup>\*1</sup> Hiroyuki HIURA<sup>\*2</sup>  
Mayumi UEDA<sup>\*3</sup> Shinichi UESHIMA<sup>\*4</sup>

### Abstract

Recently, the remarkable advance of mobile terminal technologies has enabled us to develop full-scaled navigation systems, including car navigation systems, and a navigation service for pedestrians. In most systems, research has been focused on the visibility of maps and/or a visualization effect for users in order to guide pedestrians to their destination smoothly. The authors here present a context-adaptable pedestrian navigation system, which provides users with the preferable route, considering the conditions of each area and the objectives of the users, as a next-generation system. In our approach, we utilize metadata over the logical space built over real space, and provide a scoring method dependent on context in order to find paths to the pedestrian's destination. We examine the usability of this system in many environments by numerical simulations.

<sup>\*1</sup> 関西大学総合情報学部

<sup>\*2</sup> 日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社

<sup>\*3</sup> 大阪大学サイバーメディアセンター

<sup>\*4</sup> 関西大学総合情報学部

## 1. はじめに

今日の高度情報化社会の進展により、情報機器の高性能化・小型化、さらにモバイル通信環境の整備が進み、高性能な携帯電話やPDAといった様々な移動体情報端末が急速に普及している<sup>[1]</sup>。このような背景から、広く普及している自動車での移動経路探索を提供するカーナビゲーションシステムだけでなく、携帯端末を用いて歩行者を誘導する、歩行者ナビゲーションシステムの研究開発が行われている。「EZナビウォーク」<sup>[2]</sup>や「M-stage」<sup>[3]</sup>など携帯電話での利用を想定した歩行者ナビゲーションサービスがすでに実用化されており、さらにPDAでの利用を想定したサービスも実用化されつつあることから、歩行者ナビゲーションサービスの需要の高さを示している。

現在、表示方式や経路探索に着目した歩行者ナビゲーションシステムに関する研究が盛んに行われている。文献<sup>[4]</sup>では携帯端末の表示性能の制限を考慮し、地図情報のセマンティック情報やジオメトリック情報を利用して携帯端末向けに案内地図を作成する研究について述べている。さらに、人の空間認知の観点から目標物に対する移動方向の記述や空間語表現を行う場所案内文を作成する研究<sup>[5]</sup>や、歩行者の視点に立った指示案内文と風景画像を表示する研究などが行われている<sup>[6]</sup>。また、経路探索に着目した研究として、遺伝的アルゴリズムを利用して動的な情報検索を短時間で可能とする最短経路探索に関する研究<sup>[7][8]</sup>や、道路網を階層化表現し人間の直感にあった最短経路を効率よく求める研究<sup>[9]</sup>などが行われている。

このような状況の中、我々は利用者の状況や目的に応じて移動経路を決定する歩行者ナビゲーションシステムに関する研究を行っている<sup>[10]</sup>。歩行者は車や電車などの移動と異なり、環境の変化に敏感に反応し、個人によって様々な経路が望まれる。すなわち、雨天の場合、歩行者は目的地までの移動に最短経路を用いず、雨の影響を受けにくい経路を選択する可能性がある。また、夜間は街灯の多い経路の選択や、子供づれや高齢者・車椅子を用いた利用者は、混雑や段差を避ける経路の選択が考えられる。すなわち、理想的な歩行者ナビゲーションは単純に最短経路を選択するだけでなく、個人の状態と周囲の状態に応じて、異なる経路を提供することが求められる。

既存の歩行者ナビゲーションシステムは地図を対象としているが、我々の提案手法は現実空間をメッシュ状に分割し、各メッシュに対応する現実空間の持つ特徴をメタデータとして付与した論理空間を用いる。論理空間に状況に応じて得点付けを行うことにより、各利用者の状況に適した経路を提供することを可能にする。また、既存の歩行者ナビゲーションシステムは、市街地での歩行者の移動経路提供を目的としているものが多いが、本研究では市街地での移動だけでなく、SC2004<sup>[11]</sup>など室内型イベント会場(図1)でのブース間の移動経路や、愛知万博など屋外型イベント会場での移動経路の提供を可能にする。

本稿では、利用者コンテキストを考慮した次世代の歩行者ナビゲーションシステムの提案を行い、今後のユビキタス社会での本システムの利用可能性について検討する。



図1 SC2004会場風景（ピッツバーグ）

以下、2章では論理空間の特徴と構成方法について述べ、3章で利用者コンテキストを考慮した経路探索について述べる。さらに4章ではプロトタイプシステムを用いたシミュレーションと、ユビキタス社会における提案手法の利用可能性について検討し、最後にまとめと今後の課題について述べる。

## 2. メタデータを用いた論理空間

本章では、本システムにおいて提案する論理空間の特徴と構築方法について述べる。

### 2.1 論理空間の表現

通常のナビゲーションシステムでは地図データが用いられている。自治体などが提供する地図をベクトル化し、道路や建築物を抽出したデータを用いてナビゲーションに関する処理を行うことが多い。しかし、ベクトル化されたデータを用いた場合、道路のつながりを把握することは可能であるが、屋根や街灯、段差といった空間に関する情報を把握することは困難である。そのため、本研究の目的となる利用者の状況や目的に応じた経路提供を行うことは不可能である。そこで、本研究では現実空間をメッシュ状に区切り各メッシュに対して空間の特徴を格納した論理空間を構築しナビゲーションに用いる。

現実空間には、様々な情報が存在する（図2）。グレー部分は建物を表し、斜線部分はアーケードを表している。たとえば、アーケードや建物はその空間の持つ特徴である空間属性の1つとして屋根属性を持つ。このように定義することにより、雨天の場合は屋根属性を持つメッシュを優先することで、雨に濡れない経路を提供することが可能となる。表1、図3に本システムで取り扱う空間属性の例、データ構造の例を示す。本システムでは、位置情報をもとに各

メッシュを同列の枝，空間属性を葉として木構造で表現する．XML 表現を用いて表現することにより，拡張性や階層構造を持たせやすいなど XML 形式の持つ様々な利点が得られる．

本研究で用いる論理空間は，現実空間と同様の多層レイヤー構造で構成される．すなわち，現実空間では道路と歩道橋，建物の1階・2階・地下など高さの概念から階層化されているように，本論理空間でも，地面の高さを基準とし，建物の2階や歩道橋を“上位レイヤー”，地下を“下位レイヤー”として階層化して扱う．さらに，各レイヤーは表1に示した移動制限物と状況依存物といった各空間の物理的な情報を格納する“空間オブジェクト構成レイヤー”，表示物など各空間の視覚的特徴を格納する“空間特徴情報レイヤー”を持つ．本システムでは，移動経路の探索に空間オブジェクト構成レイヤーを用い，目的地までの経路案内は空間特徴情報レイヤーの情報を用いて行う．

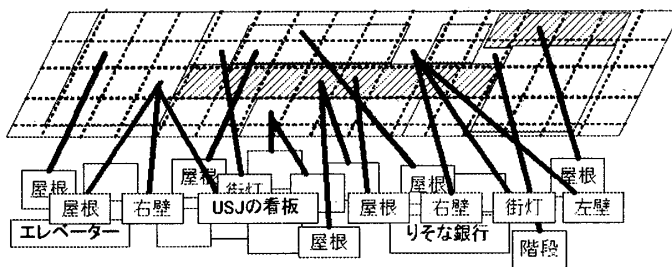


図2 論理空間における各地点の属性の例

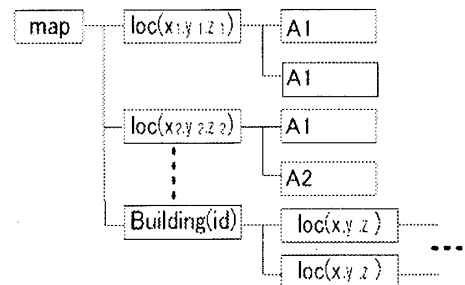


図3 論理空間のデータ構造例

表1 空間属性の種類

種類	オブジェクト
移動制限物 (A1)	建物 (壁), 交差点, 階段, エレベータ, エスカレータ, etc.
状況依存物 (A2)	屋根, 街灯, 路面 (段差), 混雑度, etc.
表示物	店名, 看板, 広告物, etc.

## 2.2 論理空間の構築

現実空間をメッシュ状に区切り論理空間を構築する際，建物や壁などの移動制限物の形状がメッシュに一致しないことが想定される．これはメッシュが離散的であるのに対し，現実空間のオブジェクトは連続的であるためと考えられる．本研究では，メッシュの形状に合わせてオブジェクトの位置情報を修正するために，オブジェクトが重なるメッシュの一番外側に壁が存在すると仮定し，オブジェクトを包み込む形で論理空間を構築している．

メッシュを小さくすることにより，より現実空間に近い論理空間を構築することが可能となる．しかしデータ量の増大が容易に想像できる．また，メッシュを大きくすることにより，データ量を抑えることが可能であるが，精微に表現することができない．すなわち，精度とデータ

量はトレードオフの関係にあると言える。このような問題を考慮し、本研究では、歩行者が余裕を持って歩くことの出来る道幅（およそ1m）をメッシュの1辺の長さとしメッシュを形成する。

論理空間におけるメタデータのスキーマ定義を図4に示す。各メッシュは“location”タグの“id”属性によって管理される。“id”属性はそのメッシュの中心点の緯度・経度情報とする。たとえば、東経192度5分・北緯34度6分の地点Aの場合〈location id=“192.5, 34.6”〈/location〉となり、この空間が持つ属性は“location”タグの子要素として記述する。さらに、移動制限物情報を“top\_wall”, “bottom\_wall”, “right\_wall”, “left\_wall”, タグで記述し、状況依存物情報を“ceiling”, “light”, “crowd”, “steep”タグで記述する。建物のように複数のメッシュで構成されるオブジェクトが存在する。このようなオブジェクトは“building”タグを用いて記述し、該当メッシュの“location”タグの親要素となり、“building”タグは“id”属性と“path”属性を持ち、通り抜け可能なオブジェクトの場合“path”属性は“yes”の値をとる。

<pre> &lt;! DOCTYPE map [ &lt;! ELEMENT map (location   building)* &gt; &lt;! ELEMENT location top_wall   bottom_wall   right_wall   left_wall   ceiling   light   crowd   steep)* &gt; &lt;! ELEMENT building (location   name)* &gt; &lt;! ELEMENT name (#PCDATA) &gt; &lt;! ELEMENT top_wall EMPTY &gt; &lt;! ELEMENT bottom_wall EMPTY &gt; &lt;! ELEMENT right_wall EMPTY &gt; </pre>	<pre> &lt;! ELEMENT left_wall EMPTY &gt; &lt;! ELEMENT ceiling EMPTY &gt; &lt;! ELEMENT light EMPTY &gt; &lt;! ELEMENT crowd EMPTY &gt; &lt;! ELEMENT steep EMPTY &gt; &lt;! ATTLIST location id ID #REQUIRED &gt; &lt;! ATTLIST building id ID #REQUIRED &gt; &lt;! ATTLIST building path CDATA #REQUIRED &gt; ] &gt; </pre>
--	---

図4 空間属性の種類

### 3. 利用者コンテキストを考慮した経路探索手法

本章では利用者の状況に適応した経路探索手法について述べる。

#### 3.1 最短経路の探索

道路ネットワークにおける最短経路の探索には、Dijkstraのアルゴリズムが多く用いられている。Dijkstraのアルゴリズムでは、道路が交差する点をノード、道路をエッジとするグラフ構造とし、エッジの長さや時間を用いてコストを換算し、出発地から目的地までのコストが最低になる経路を選択する。しかし、本システムでは、空間をメッシュ状に区切っているため、通常のDijkstraアルゴリズムのように道路の長さを用いることはできない。そこで、本システムではメッシュ間のつながりを考慮した4方向近傍測とし、メッシュをノード、メッシュ

間のつながりをエッジとするグラフ構造とする。先に述べたように、本システムでは各メッシュ間の長さは一定であり、長さを用いた最短距離算出を行うことができず、Dijkstra アルゴリズムを用いた始点  $(S_i, S_j)$  から終点  $(G_i, G_j)$  のユークリッド距離  $L$  は、 $L = |G_j - S_j| + |G_i - S_i|$  となる (図 5 (1))。一般的にメッシュ 1 マスを移動単位と考えると、論理空間内の最短経路は一意に決定しにくい自由度のある経路集合が解となる。ここでは歩行者を誘導するナビゲーションシステムにおいて必要となる経路は、ユークリッド空間での最短経路に最も近い経路と定義し、出発地から目的地までの最短経路  $L$  は  $L = \sqrt{(G_j - S_j)^2 + (G_i - S_i)^2}$  に最も近い経路であり図 5 (2)の経路となる。

### 3.2 得点付け手法を用いた経路探索

3.1節で述べたように、本システムではメッシュ間の長さは一定であり、リンクの長さをコスト計算に利用する Dijkstra のアルゴリズムを適応させることは困難である。そこで本研究では、出発地の位置と目的地の位置の相対的な距離関係を利用し最短経路に近いメッシュ間のコストを低くし、最短経路から遠ざかるメッシュ間のコストは遠ざかる距離に応じて高くなるように以下の手順で全メッシュ間に得点付けを行う (図 6)。

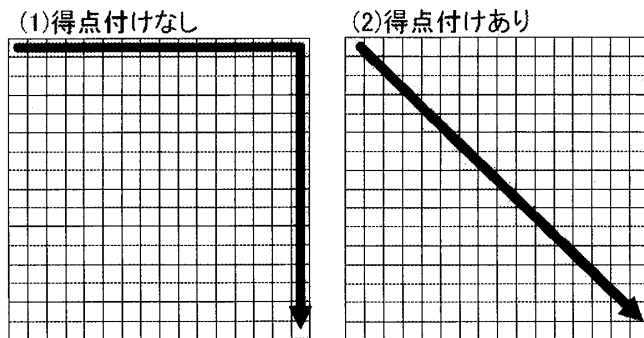


図 5 得点付けによる探索経路の違い

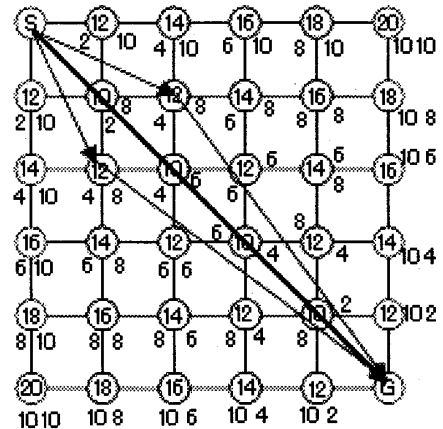


図 6 得点付けの例

- (1)メッシュ空間に対応させた出発地点を始点メッシュと呼び、得点は 0 とする (図 6 左上 S)。
- (2)始点メッシュを基準とし正方形の波が広がるように、メッシュを得点化する。始点メッシュから  $\alpha$  番目の位置に存在する全メッシュの得点は  $f(\alpha) = (dis_\alpha \times 2)$  とする。(ただし、 $dis_\alpha$  は  $\alpha$  番目までの波の数)
- (3)メッシュ空間に対応させた目的地点を終点メッシュと呼び、得点は 0 とする。始点メッシュからの得点とは別に管理する (図 6 右下 G)。
- (4)終点メッシュから(2)と同様の手法で得点化する。終点メッシュから  $\beta$  番目の位置に存在

するすべてのメッシュの得点は  $f(\beta) = (dis_{\beta} \times 2)$  とする。

(5)上記(1)~(4)で算出された得点を合計したものを各メッシュの得点とする。

(6)メッシュ間のつながりをリンク長のコストとして扱うため、メッシュ間の平均得点を

$$f(\alpha, \beta) = \frac{(dis_{\alpha} \times 2 + dis_{\beta} \times 2)}{2} \text{ で算出する。}$$

上記の手順で各メッシュ間のリンク長に対してコストを与えることにより、Dijkstra のアルゴリズムを適応し、最短経路である図 5 (2)を導くことが可能となる。

### 3.3 空間属性を考慮した経路探索

3.2 節で述べた得点付けを用いた経路探索は、利用者の状況や目的を考慮せず常に最短となる経路を提供する。そこで本節では、本研究の特徴である利用者の状況や目的に応じて移動経路を変更する手法について述べる。歩行者は個人の状況や環境に応じて移動経路を変更することがある。すなわち、

- 普段は最短経路となるルート A と利用するが、荷物が多い時はエレベータのあるルートを利用したい。
- 雨が降っているので、遠回りになっても雨に濡れないルートを利用したい。
- ベビーカーを利用しているので、平坦で人ごみの少ないルートを利用したい。

と、利用者は状況に応じて様々な移動経路を望むことが考えられる。このような利用者の希望を実現するため、本システムでは表 1 に示した属性に該当するメッシュに対して重み付けを行う。すなわち、屋根属性（屋根の有無）や路面属性（アスファルトや砂利道）、混雑度属性などを利用する。

この属性を Dijkstra のアルゴリズムで用いるため、3.2 節で示した得点付けされたメッシュに対して、「雨天時は屋根があるルートを優先する」といった状況に応じて必要な空間属性が存在するメッシュに一樣に負の重み  $d_1$  をかける。これは、Dijkstra のアルゴリズムは総コストが一番低い（または高い）経路を解とする特徴を持つためである。さらに、該当メッシュ以外のメッシュに対しては、一樣に正の重み  $d_2$  をかける。

## 4. 提案手法の利用可能性

本章では、プロトタイプシステムを用いたシミュレーションと提案システムの今後の利用可能性について述べる。

### 4.1 プロトタイプシステムの構築

3 章で述べた手法を用いて利用者の状況に応じた移動経路を提供するヒトナビシミュレーションのプロトタイプシステムを構築した。プロトタイプシステムは Java を用いて構築し、探索時の条件を設定するウィンドウ（図 7）と移動経路を示すウィンドウ（図 8）で構成される。

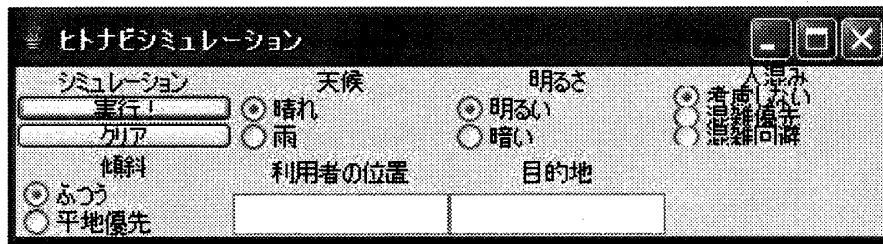


図7 プロトタイプシステム：探索条件設定画面

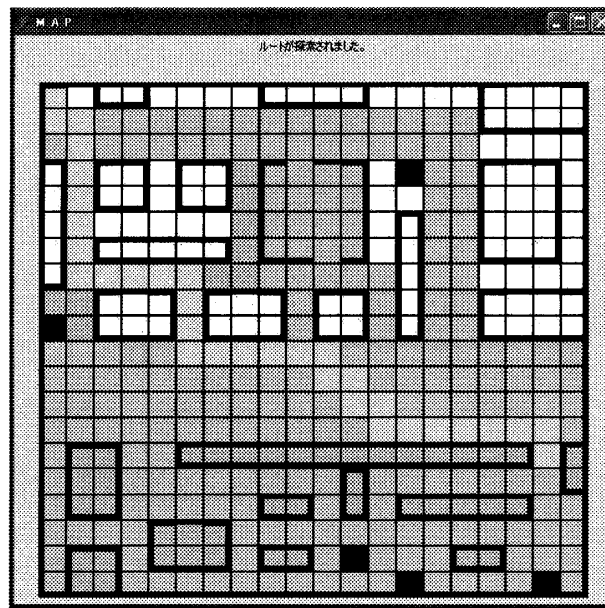


図8 プロトタイプシステム：移動経路表示画面

利用者は、図7の探索条件設定画面に対して、晴雨や昼夜、混雑度などの設定を行い、出発地点と目的地点を入力するのみで、条件にあった移動経路を提示される。本システムでは、利用者が条件設定に用いた各種パラメータを受け取ると、論理空間の解析部分は、XMLで記述された空間データをXMLパーサによって主記憶上に隣接行列として展開する。この隣接行列に、3.3節の手法で算出したスコアを加算し、Dijkstraのアルゴリズムによって最短経路の探索を行う。

図9にある屋外型イベント会場を想定した20×20マスの論理空間を用いたシミュレーション結果を示す。図中の太線は壁があることを示しており、壁に囲まれた部分は建物を示している。ここでは、会場は夜間でも一様に明るく、かつすべてが平坦な道と仮定し、XMLデータを作成した(図10)。本シミュレーションでは、空間属性を考慮することにより変化する各メッシュのコスト確認が目的であるため、複合的な条件での経路探索ではなく、混雑度属性(<crowd>)のみを考慮した経路探索を行った。図9左に利用者の位置を(1,10)、目的地を(19,4)と設定した際の通常時の最短移動経路を示す。しかし、イベント会場などでは一時的



に混雑箇所が発生し（右図丸部分），子供連れの家族などは，混雑を回避するルートを望むことが考えられる．その際，条件設定画面で「混雑回避」を設定しておくことで，混雑地点を避けた移動経路が提供される（図9右）．図9下は，円部分を拡大したものと該当部分のスコアを表している．各メッシュのスコアSは

$$S = (\text{出発地点からの距離} \times 2) + (\text{目的地からの距離} \times 2) + \text{属性コスト } n \text{ により算出される.}$$

表2 XML地図データの構成

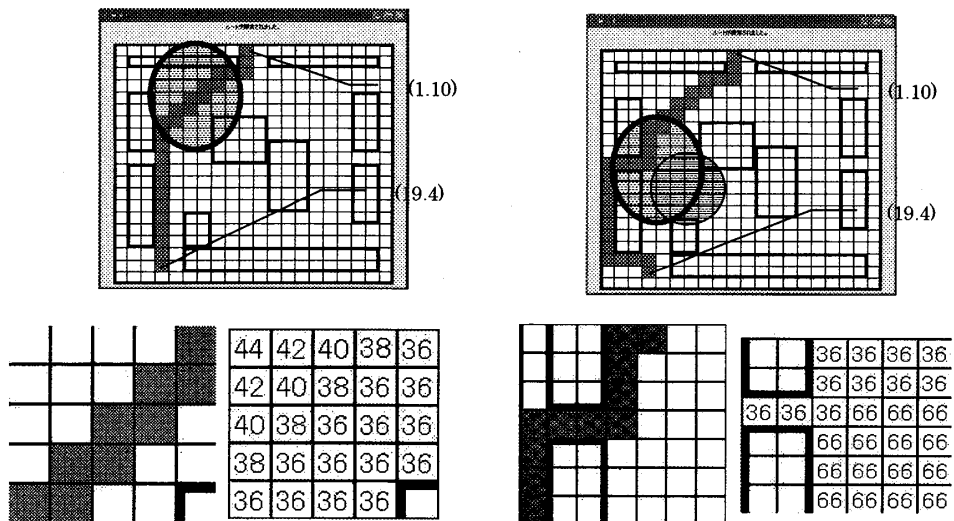
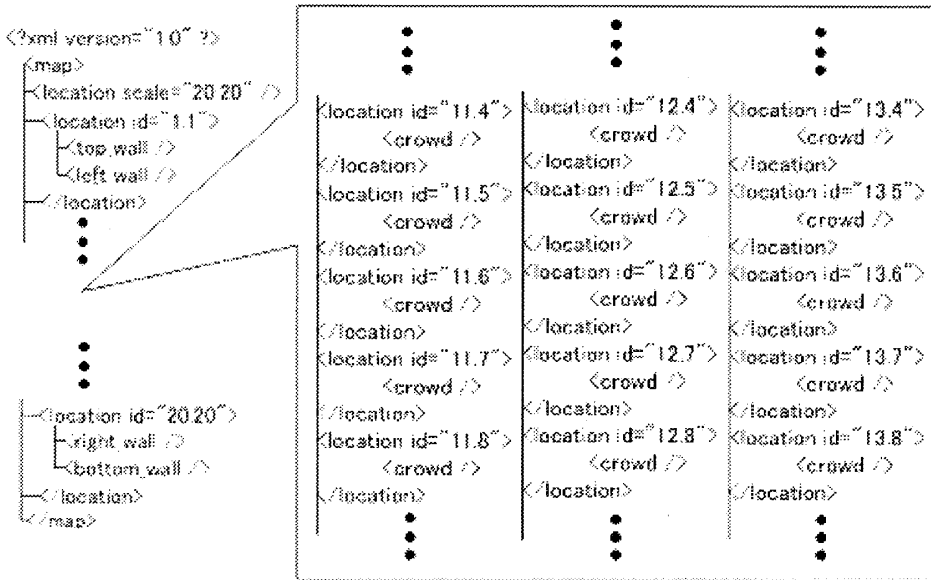


図9 移動経路探索結果

また、図9ではイベント会場を想定した論理空間を構築したため、屋根属性を含む部分が存在しないが、屋根のある空間を優先的に通る経路探索や街灯が多く存在する経路を提供することも可能である。

次例では、会場は、真ん中の大きな道で2つに分かれており、上半分は野外会場、下半分は室内会場になっているような、屋内、野外の両方が混在するイベント会場を想定する。シナリオ1の混雑属性に加えて、段差に対する情報、明るさ、屋根の有無を取り入れる。このモデルによるシミュレーションの目的は、本システムが領域ごとにメタデータを指定できることで、複雑な空間定義を可能にしていることと、空間への得点付け手法によって複数の条件での経路検索にも有効であることを実証することである。

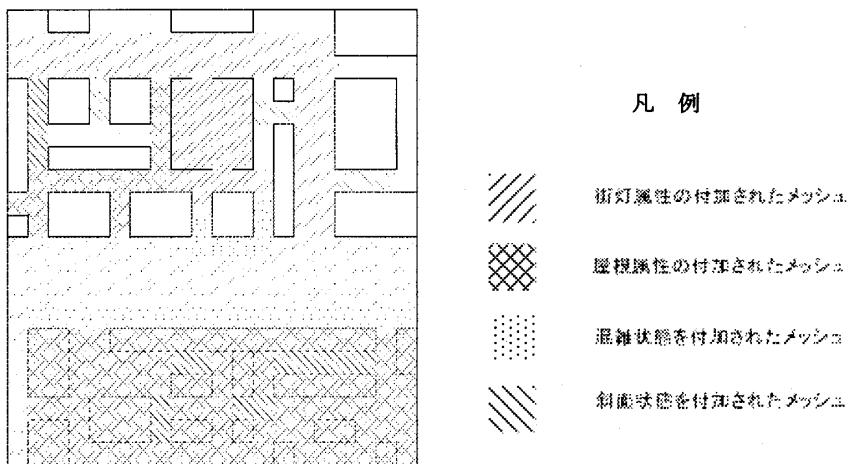


図10 イベント会場内の空間属性

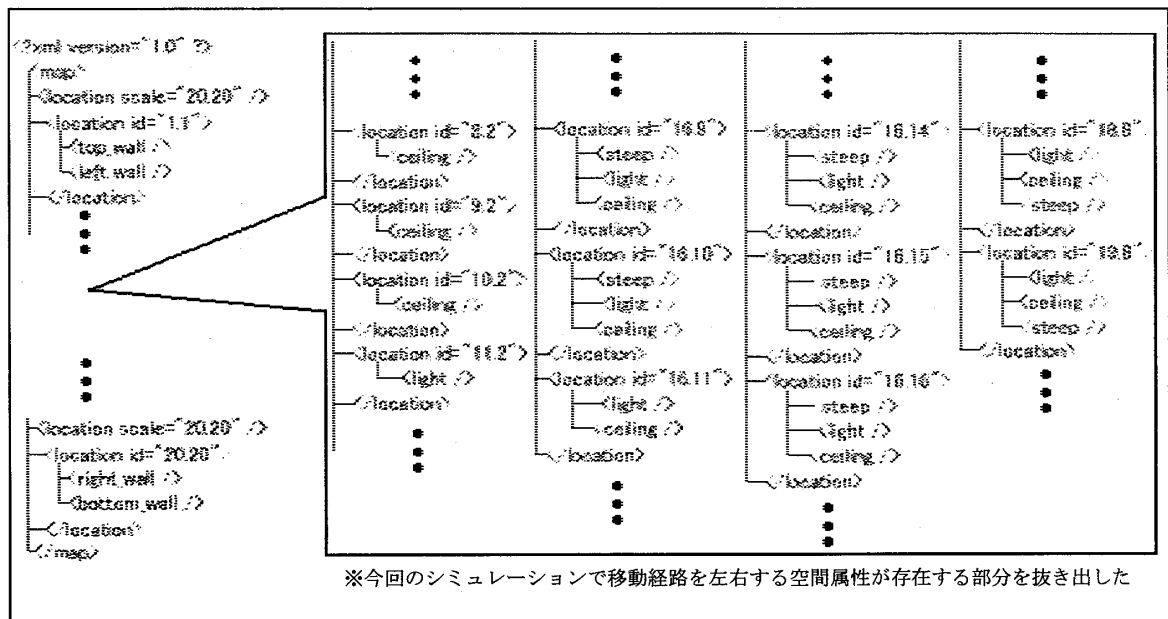


表3 XML 地図データの構造 (map1.xml)

シミュレーションの条件として、出発地点を(1.1)、目的地点を(15.19)の座標値にした。比較対照のために、まず天候「晴」、明るさ「明るい」、混雑「考慮せず」、段差「考慮せず」の条件で移動経路を検索した。結果は、図10に示すとおりである。ここでは、見やすさを考慮して矢印を表示している。「混雑、段差考慮せず」の場合は空間属性が考慮されないので、2地点間の最短経路が表示されている。また、2地点間を結ぶ直線上に障害物が多い場合でも、本アルゴリズムは人間が考えるような最短経路を検索できているということも図11から見て取れる。

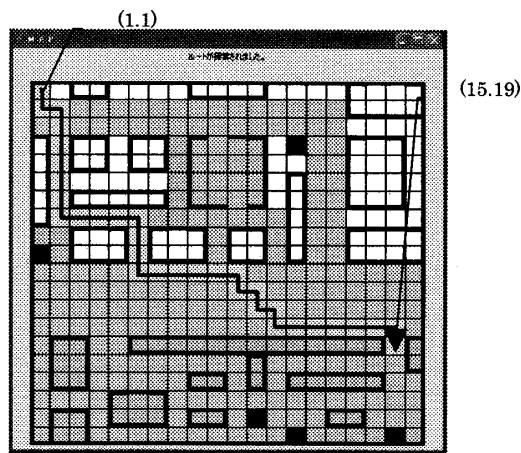


図11 最短移動経路の検索結果

次に、出発地点、目的地点の座標値はそのまま、天候「雨」、明るさ「明るい」、混雑「回避」、段差「回避」という条件で経路を検索した。結果は、図12に示すとおりである。図9同様、見やすさを考慮して矢印を表示し、網掛け丸印は混雑している場所、斜線丸印は段差がある所をそれぞれ表す。

天候が雨であるため、図中のAが指すように、屋根属性のあるメッシュのコストが下がり、反対に屋根属性の無いメッシュのコストが上昇する。図中A付近のコストを計算しただけでは、この条件下でも最短経路のほうがコストは低くなるが、室内会場は全て屋根属性があるので、コストが一様に減少しており、かつ真ん中の道路は全てコストが上昇しているため、図12右図のような室内会場へ入るための最短経路を選択している。

室内会場では、座標(15.4) → (18.8) → (18.11) → (18.19) → (15.19)を通る経路が最短経路であるが、この経路の中には段差が存在するメッシュが含まれている。条件として段差回避を選択しているため、段差の存在するメッシュのコストが上昇し、段差の無いメッシュのコストは減少する。結果、図中Bのように、段差の存在するメッシュを避けて通ることが可能な経路を選択していることがわかる。

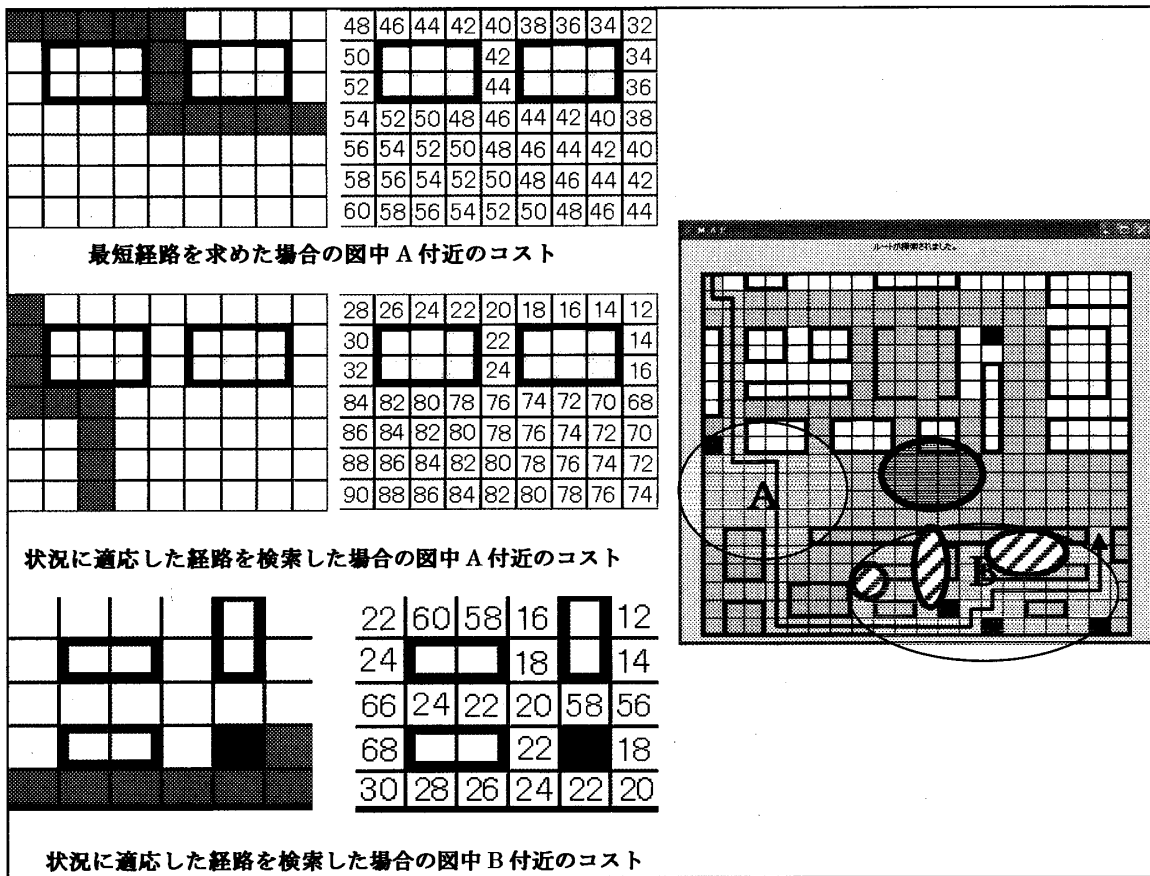


図12 状況による移動経路の検索結果

#### 4.2 提案システムの利用可能性

本システムは、現実空間から論理空間を構築し移動経路を探索するため、ユビキタス社会の発展により様々な利用が考えられる。つまり、出発地点と目的地点の入力による一様の移動経路提供だけでなく、気温や湿度などの物理的条件や、天井や路面状況、街灯設置状況、人の混雑度などを状況データとして捉え、論理空間に反映することで、利用者の状況や周囲の環境を考慮した個人用の移動経路を提供することが可能となる。ここでは、提案システムの利用可能性について述べる。

##### 4.2.1 システムの構成法

本提案をシステムとして実装するには、以下の観点を考慮した実現方法が考えられる。

- パーソナル

状況を記述する XML データを個人データ定義とシステムデータ定義に分けて定義することにより、個人の状況や周囲の環境を考慮した個人用の移動経路を提供することが考えられる。システム定義には一般的な気温・湿度といった物理的要因を記述し、個人定義データとしては歩行速度・巡回の目的などに依存して個々の利用者の条件をモバイル端末に登録する機構を組み込む手法が必要である。これにより、一般的な利用者のた

めの経路提供に加えて、よりパーソナルな経路選択を可能にすることができるものと考えられる。

#### ● S/C 形式と P2P 形式によるシステム

現在のプロトタイプシステムでは、状況データをサーバに蓄積して処理し、サーバからクライアントへ情報を提供するサーバ・クライアントシステムを想定している。現在のプロトタイプシステムは Java アプリケーションとして各端末で移動経路の探索を行っているが、携帯端末での利用を考慮した場合、各端末での処理を軽減させるため、サーバレットなど処理結果のみを端末に提供する枠組みが必要である。また、歩行者ナビゲーションでは個人間でのデータ交換も有効であると考えられ、クライアント同士の P2P ネットワークを構成することでネットワークの負荷軽減を図りながら、後述するイベント会場などでの利用形態に適応できる。さらに、S/C システムと P2P システムを併用したハイブリッド型システムとして構築することで、両者の利点を融合し様々な利用形態に適応するシステムとしての拡張が可能である。

空間全体へのブロードキャストを避けて、指定した領域や範囲からの情報集約や、領域や範囲への情報の撒布なども有効な手法である。このような手法は、空間に基準点を配置し、各利用者が持つ携帯端末と併用することによって、指定した範囲の状況データを取得することにより実現する。

#### 4.2.2 論理空間の構成法

本システムは、論理空間内の各メッシュに対して状況を埋め込む形によって実現するが、動的に状況属性を埋め込むことを可能にすることにより、災害時の避難場所への誘導や移動経路の提供などに効果的である。災害時は、通常利用する移動経路が利用できないことが多い。図 9 では人の混雑度を円で示しているが、円の部分を火災場所に仮定した場合、移動経路は最短距離の図 9 左ではなく、円を回避した図 9 右となる。さらに、避難時には、高齢者や子供連れの同行も考えられ、段差の少ない移動経路の提供が望まれる。また本提案では、独自の XML タグを用いているが、GXML などの地理情報の標準データ形式を用いることにより、より広範囲な適用を目指すことも考えられる。

#### 4.2.3 適用事例

遊園地や万博など屋外型イベント会場や SC2004 やビジネスショウなど室内型イベント会場での利用が考えられる。入場券として携帯端末を貸与し、会場内に無線 LAN の基地を設置することによって、すべての利用者の動きを把握することが可能となり、入場者の少ない展示物への誘導や混雑を避けて目的の会場やブースへ誘導することが可能である。また無線 LAN に接続した携帯端末を持つことで、主催者からの PUSH 型情報の提供を受けることも可能となる。こちらも上記の災害時と同様、サービスの軽量化が必要であるが、イベント会場など限られた空間での利用は比較的容易に実現可能であると考えられる。

イベント会場では、予めデータ収集・撒布の基準点として、簡易ポールなどを配置しメッシュ

の有線ネットワークを張り巡らすことで、データ取得の信頼性を高め、メッシュの構成を行うことも有効な方法であろう。

## 5. まとめ

本稿では、空間の特徴を論理空間に埋め込むことによって実現する、状況や目的に応じた歩行者ナビゲーションシステムについて述べた。本システムは、出発地点と目的地点から移動経路を一様に提供するのではなく、各利用者の要望に応じて利用者ごとに異なる移動経路を提供することが可能である。

## 謝辞

本研究の一部は文部科学省私立大学学術研究高度化推進事業オープン・リサーチ・センター整備事業（平成15年度－20年度）ならびに同サイバーキャンパス整備事業（平成14年度－16年度）の支援を受けて実施された。

## 参考文献

- [1] 総務省通達：  
[http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/pressrelease/japanese/sogo-tsusin/031128-1.html](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/pressrelease/japanese/sogo-tsusin/031128-1.html)
- [2] KDDI au：EZナビウォーク：  
[http://www.au.kddi.com/ezweb/au\\_dakara/ez\\_naviwalk/index.html](http://www.au.kddi.com/ezweb/au_dakara/ez_naviwalk/index.html)
- [3] M-stage：[http://www.nttdocomo.co.jp/p\\_s/mstage/](http://www.nttdocomo.co.jp/p_s/mstage/)
- [4] 藤井 憲作, 杉山 和弘：携帯端末向け案内地図作成システムの開発, 情報処理学会論文誌, Vol. 41, No.9, pp.2394-3003 (2000).
- [5] 藤井 憲作, 杉山 和弘：歩行者ナビゲーション支援のための場所案内文作成手法, 電子情報通信学会論文誌, D-II Vol.J82-DII, No.11, pp.2026-2034, 1999.
- [6] 福井良太郎ら：携帯電話における歩行者ナビゲーション情報の表示方法に関する提案と評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 44, No.12, pp.2968-2978, 2003.
- [7] K. Lynch：The Image of the City, MIT Press, 1960.
- [8] 狩野 均：遺伝的アルゴリズムを用いたカーナビのための経路案内方式, 情報処理学会研究報告, 02-ITS-8, pp.51-58, 2002.
- [9] 狩野 均, 小塚 英城：CA法による広域道路交通シミュレータを用いた経路案内方式の評価, 情報処理学会研究報告, 02-ITS-8, pp.37-43, 2002.
- [10] 日裏 博之ら：仮想空間を用いた状況適応型歩行者ナビゲーションシステムの提案, 電子情報通信学会 第15回データ工学ワークショップ (DEWS2004), 2C-5, 2004.
- [11] SC2004：<http://www.sc-conference.org/sc2004/index.html>