

## 歩行者状況に適合する移動支援設備選択を伴う 誘導ルート生成システムの実現方式

多賀 大泰<sup>†</sup> 細川 宜秀<sup>†</sup> 高橋 直久<sup>†</sup>

本稿では、歩行者状況に適合する移動支援設備選択を伴う誘導ルート生成システムの実現方式を提案する。ここで、歩行者状況とは、「目が不自由」や「足が不自由」といった自由のきかない身体の様子を表し、移動支援設備とは、「スロープ」や「急な階段」といった歩行者の移動を援助する設備を表す。また、提案システムが生成する誘導ルートとは、歩行者にとって障害となる移動支援設備を除去し、歩行者状況に適した移動支援設備を通るルートである。提案システムの主要な特徴は、歩行者状況と移動支援設備の外観情報との関係を表す専門知識を利用することにより、移動支援設備の外観情報から歩行者状況に適した誘導ルートを生成する点にある。そうすることで、歩行者ナビゲーションに用いる移動支援設備の収集を容易にし、広域を対象とした歩行者状況に応じた誘導ルート生成が可能である。本方式のプロトタイプを実装し、その有効性を明らかにする。

## An Implementation Method of an Automatic Navigation Route Generation System with a Function for Filtering Barricades According to User's Situations

HIROYASU TAGA,<sup>†</sup> YOSHIHIDE HOSOKAWA<sup>†</sup>  
and NAOHISA TAKAHASHI <sup>†</sup>

In this paper, we present an implementation method of an automatic navigation route generation system with a function for filtering barricades according to user's situations. There are two features of our method. The first is to generate annotations for filtering barricades by joining the descriptions of their exteriors with a new metadatabase. The new metadatabase represents one-to-one correspondence between barricades and situations of users who can go through the barricades. The second is to find a route without barricades for a user by joining the descriptions of his/her situations with the metadata. By the above features, our method makes it possible to find a user-situation dependent route in a wide area when most of citizens describe the exteriors of the barricades in their city, because it is generally easy for citizens to represent the exteriors of the barricades in their city. Moreover, because the exteriors of the barricades do not depend on any user's situation, our method can always provide a more suitable route for any mobile user. We evaluated the feasibility of our method by several experiment.

### 1. はじめに

本稿では、歩行者状況に適合する移動支援設備選択を伴う誘導ルート生成システムの実現方式を提案する。

ここで、歩行者状況とは、「目が不自由」や「足が不自由」といった自由のきかない身体の様子を表し、移動支援設備とは、「スロープ」や「急な階段」といった歩行者の移動を援助する設備を表す。また、提案システムが生成する誘導ルートとは、歩行者にとって障害となる移動支援設備を除去し、歩行者状況に適した移動支援設備を通るルートである。図 1 に歩行者状況と

歩行者の目的に応じた誘導ルート例を示す。このように、同一出発地、目的地であっても利用者の目的、状況に応じて利用者が望むルートは異なるのが一般的である。提案手法は、そのようなルートを自動生成するための一手法と位置づけられる。提案システムで用いる歩行者の目的とは、目的地に対して多少遠回りしてもできるだけ移動支援設備間を狭くしたいのか、移動支援設備の間隔を狭くするよりも近道でいきたいのかという、経路長と移動支援設備間隔のつり合いのことである。

また、提案手法では、移動支援設備の間隔を狭くするメカニズムを実現することにより、移動支援設備間の障害が少ない誘導ルート生成を可能にする。すなわ

<sup>†</sup> 名古屋工業大学大学院工学研究科情報工学専攻




歩行者状況	歩行者の目的		誘導ルート
	経路長	移動支援設備数	
健全者 	◎	△	通行可 表示なし A → [左向き矢印] → E
	△	◎	通行可 階段 表示なし A → [左向き矢印] → [階段] → E
足が不自由 	◎	△	通行可 スロープ A → [左向き矢印] → [スロープ] → E
	△	◎	通行可 スロープ 表示なし A → [左向き矢印] → [スロープ] → E
耳が不自由 	◎	△	EV 表示あり A → [EV] → E
	△	◎	EV 表示あり A → [EV] → E

図1 歩行者状況と歩行者の目的に応じた誘導ルート例

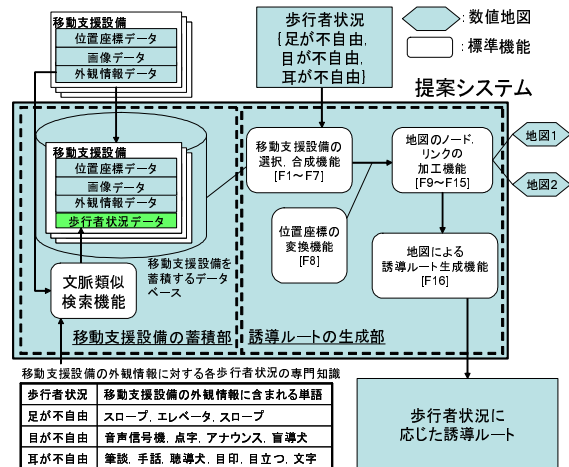


図2 提案システムの構成図

ち「安全」を利用目的とした誘導ルート自動生成を可能にする。

なお、移動支援設備数は多くなるほど、誘導ルート中の障害が少なくなり、安全に目的地にたどり着くことができると思う。

提案システムの主要な特徴は次の二点にある。

- (特徴-1) 歩行者状況と移動支援設備の外観情報との関係を表す専門知識を利用することにより、移動支援設備の外観情報から、その設備利用に適した歩行者状況を表すデータをその移動支援設備のメタデータとして付与する機能を実現することにより、移動支援設備を見た人が、その外観を説明することは一般に容易であるため、本機能により移動支援設備にメタデータを付与するために要するオーバーヘッドが削減可能になる。
- (特徴-2) 移動支援設備に付与されたメタデータと歩行者状況を表すデータ間の相関量計算を伴ってその歩行者にとって障害となる移動支援設備を除去した誘導ルート生成機能を実現する点にある。特徴-1の機能によって、広域における移動支援設備のメタデータ収集が行われると、この機能により、広域を対象とした歩行者状況に応じた誘導ルート生成が可能になる。

提案方式のプロトタイプを実装し、その有効性を明らかにする。

## 2. 実現方式

### 2.1 アプローチ

歩行者状況に適合する移動支援設備を選択し、選択された移動支援設備を用いて誘導ルートを生成するために特徴-1、特徴-2でそれぞれ挙げた次の2機能の実現が本質的である。

- (機能-1) 歩行者状況に適合する移動支援設備の選択機能
- (機能-2) 相関量計算を移動支援設備を用いた誘導ルート生成機能

機能-1は2.3に、機能-2は2.4に、それぞれ機能を実現するための方法を述べる。

### 2.2 システムの構成

提案システム(図2)は、次に示すように「移動支援設備の蓄積部」と「誘導ルートの生成部」という2つのサブシステムから成る。

#### (サブシステム1) 移動支援設備の蓄積部

収集された移動支援設備の外観情報から、その移動支援設備が利用可能な歩行者状況を表すデータを付与し、データベースに蓄積する。

#### (サブシステム2) 誘導ルートの生成部

歩行者状況と移動支援設備に付与された歩行者状況を表すデータとの相関量計算を行い、選択された移動支援設備を用いて、地図上の誘導ルートを生成する。なお、提案システムで用いる地図は、数値地図である。この地図を利用した理由は、1つの直線道路が2つの点(ノード)とその2点を結ぶネットワーク(リンク)が定義されているからである。次に誘導ルート生成部の実行手順(R-STEP)を示す。

- R-STEP1 移動支援設備の選択、合成を行う。
- R-STEP2 移動支援設備の位置座標を地図の位置座標に変換する。
- R-STEP3 地図を加工する。
- R-STEP4 地図上で誘導ルートを生成する。

既成地図のアナログ情報及び新たに付加する各種情報(地形、土地利用、各種施設)を数値化して、記憶媒体(CD-ROM、磁気テープ、フロッピーディスク等)に記録したもの。



図 3 移動支援設備の収集画面の様子

なお、それぞれの R-STEP の実現方式については、提案システムで用意した基本操作機能を用いる。詳細は、2.4 節以降に述べる。

### 2.3 移動支援設備の蓄積部の実現方式

提案システムでは、移動支援設備を図 3 に示すインターフェイスを用いて収集することを想定している。収集するデータ項目として、移動支援設備の位置座標データ、画像データ、設備の外観情報データである。

この収集された移動支援設備の位置情報データ、画像データ、設備の外観情報データをひとつのメタデータとしてデータベースに格納するときに、歩行者状況を表すデータをその移動支援設備のメタデータに付加する。歩行者状況を表すデータは、次の 3 項目を想定している。これは、大半のバリアフリーの施設が、この 3 項目の歩行者状況に分類できるためである。

- (1) 足が不自由
- (2) 目が不自由
- (3) 耳が不自由

歩行者状況と移動支援設備の外観情報との関係を表す専門知識を図 2 の下部に示した。この専門知識は、各歩行者状況 (User's Situation) に対して、移動支援設備の外観情報を表す単語列から成る。

(User's Situation) = { 状況単語列 1, 状況単語列 2, ... }

専門知識を用いて、移動支援設備に歩行者状況を表すデータを付与する手順 (A-STEP) を図 4 と次に示す。

**A-STEP1** 収集した移動支援設備から、移動支援設備の外観情報を取り出す。

**A-STEP2** 取り出した移動支援設備の外観情報を字句解析ソフトである「茶筌」<sup>1)</sup>を用いて、単語に分

解し、助詞、助動詞、句読点を削除する。これは、移動支援設備の外観情報に関係のない単語を排除することで、後で行う内積を用いた類似度検索において、単語間の距離を縮め、外観の情報から各歩行者状況に分類する精度を上げるためである。ここで生成される外観情報 (Exterior) の単語列集合を次に示す。

(Exterior) = { 外観単語列 1, 外観単語列 2, ... }

**A-STEP3** 「AS-STEP2 で加工された移動支援設備の外観情報」{ 外観単語列 1, 外観単語列 2, ... } と、「歩行者状況と移動支援設備の外観情報との関係を表す専門知識」{ 状況単語列 1, 状況単語列 2, ... } とを、Namazu<sup>2)</sup>を用いて日本語全文検索を行う。

**A-STEP4** 日本語全文検索によって導出された各歩行者状況に対する類似度から、最も高い類似度である歩行者状況を、移動支援設備の歩行者状況を表すデータとして付与し、データベースに格納する。

なお、移動支援設備は、次のセットによって表現する。 $M = \{(M_x, M_y), \text{Picture}, \text{Exterior}, \text{User's situation}\}$ 次に各要素の説明を示す。

- (M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>) : 移動支援設備の位置座標データ
- Picture : 移動支援設備の画像データ
- Exterior : 移動支援設備の外観描写
- User's situation : 移動支援設備に含まれる設備の外観情報のデータと、各歩行者状況と移動支援設備の外観情報との関係を表す専門知識の内積によって算出された類似度から、最も高い類似度の歩行者状況を表すデータが入る。

移動支援設備の例) {(35.00, 136.00), building.jpg, "バリアフリーが施された建物。入り口はスロープになっており、車椅子での通行が可能", FootHandicapped}

移動支援設備の外観画像は building.jpg であり、位置座標は北緯 35.00 度、東経 136.00 度である。また、"障害者の..." はその外観の説明を表し、外観情報をもとに算出した FootHandicapped (足が不自由) が移動支援設備を利用可能な歩行者状況を示す。

### 2.4 誘導ルートの生成部の実現部

地理空間上に移動支援設備を利用し、かつ地図の加工を実現するために、誘導ルートの生成部における実行手順 (R-STEP) に対応する基本機能を設計した。

**R-STEP1** 移動支援設備選択、加工 (F1 ~ 7)

歩行者状況と歩行者の目的に応じて、適切な移動支援設備を選択、合成する機能である。

**R-STEP2** 位置座標の変換 (F8)

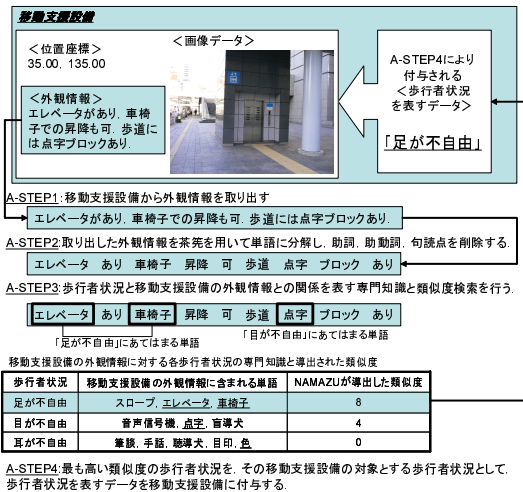


図 4 移動支援設備の外観情報から歩行者状況を決める導出法

提案システムの最終目標である歩行者状況に応じた移動支援設備を通る誘導ルートを図上に描写するための座標変換機能である。

### R-STEP3 地図のノードとリンク加工 (F9~15)

任意の道路を通ることを避けたり、複数の地図を合成したりすることで、歩行者の目的に対応するために、ノードとリンクを加工する機能である。なお、ノードは点の位置座標をもち、リンクは2つのノード番号を持つ。このノードとリンクにより、地図上に任意の道路を生成する。

### R-STEP4 誘導ルート生成 (F16)

歩行者状況に適した移動支援設備を通り、地図上での誘導ルートを生成する機能である。図 6 は、本機能を使用した誘導ルート生成プログラムを表す。

なお、地図の加工で用いるノードは次のセットによって表現する。

$$N = \{nodeID, (N_x, N_y)\}$$

次に各要素の説明を示す。

- nodeID: ノードの ID ex) N1, N2
  - (N<sub>x</sub>, N<sub>y</sub>): ノードの座標 ex) (35.0000, 136.0000)
- また、リンクは次のセットによって表現する。

$$L = \{linkID, nodeID1, nodeID2\}$$

次に各要素の説明を示す

- linkID: リンクの ID ex) L1, L2
- nodeID1: リンクの一端の nodeID ex) N1
- nodeID2: nodeID1 とは異なるもう一方のリンクの一端の nodeID ex) N2

個々の基本機能を次に説明する。なお、F5 から F7, F9 から F14 は、表 1 に示す。

(F1) selectByArea(Min, {x1,y1}, {x2,y2}) Mout  
この関数は、移動支援設備の集合 Min の中で、位置座標 {x1,y1}, {x2,y2} をそれぞれ北東端、南西端とする長方形領域内にある移動支援設備の集合を生成する。移動支援設備の集合 Mout を次のように定義する。

$$Mout = \{t | ((t \in Min) \wedge ((x1 < t.Mx) \wedge (t.Mx < x2) \wedge ((y1 < t.My) \wedge (t.My < y2))))\}$$

(F2) selectBySituation(Min, situation) Mout  
この関数は、移動支援設備の集合 Min の中で、歩行者状況 (User's situation) が situation である移動支援設備の集合を生成する。移動支援設備の集合 Mout を次のように定義する。

$$Mout = \{t | ((t \in Min) \wedge (t.User's\ situation = situation))\}$$

(F3) selectByExterior (Min, cond-Word) Mout  
この関数は、移動支援設備の集合 Min の属性、外観の描写 (Exterior) に対し、条件文 (cond-Word) と合致する移動支援設備の集合を生成する。なお、生成される集合は、外観の描写 (Exterior) と条件文 (cond-Word) との類似度が高い順にソートされる。類似度計量は、Exterior と cond-Word を 2 つの文書データとみなし、2 文書間の類似度計量を行う。提案プロトタイプシステムでは、Chasen<sup>1)</sup> と Namazu<sup>2)</sup> を組み合わせて、その類似度を計量した。

次に条件文である cond-Word に設定する文例を示す。ex) cond-Word = "地下 AND (足 OR 広い) NOT 人ごみ"

(F4) selectByAngle{x1,y1}, {x2,y2}, Min, int Angle) Mout

この関数は、移動支援設備の集合 Min のうち、{x1,y1} と {x2,y2} 間を結んだ直線に対し、角度 Angle で指定された範囲において {x1,y1} に最も近い移動支援設備を選択し、さらに選択された移動支援設備と {x2,y2} 間で同様の操作を繰り返す。これにより、異なる出発点と目的地に対して利用する移動支援設備の選択にかかる手間を省く。また、Angle に設定する角度により、歩行者の目的地に向かう誘導ルートの冗長度を変化させることが可能である。移動支援設備の集合 Mout の選択方法は図 5 において説明する。

(F8) getNearestNodeSet(Nin, Min) Nout  
この関数は、ノードの集合 Nin の中で、移動支援設備の集合 Min のそれぞれの座標が一番近いノード情報の集合を返す



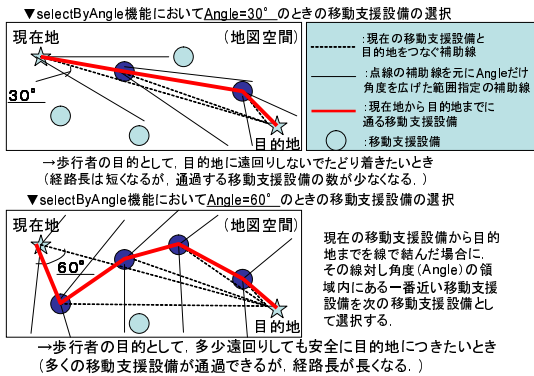


図 5 selectByAngle の角度 (Angle) による移動支援設備の選択方法

(F15) selectLinkByConnectNode(Lin,Nin) Lout  
この関数は、リンクの集合 Lin の中で、ノード番号がリンクのノード情報に含まれているリンクの集合を生成する。リンクの集合 Lout を次のように定義する。

$$Lout = \{t | (t < Lin) \wedge ((t.nodeID1 == Nin) \wedge (t.nodeID2 == Nin))\}$$

(F16) createRoute({x1,y1},{x2,y2},Lin,Nin1,Nin2) Nout  
この関数は、{x1,y1} と {x2,y2} 間を集合 Nin2 のノードを通る最短経路のノードを集合 Lin のリンクと集合 Nin1 のノードから生成する。

図 6 に基本機能の例を示す。このように基本機能を組み合わせることで、歩行者の目的に応じた誘導ルートの生成が可能である。また、歩行者にとって障害となる移動支援設備を通らずに誘導ルート生成することが、基本機能を組み合わせにより可能である。

### 3. 実験

実験では、提案方式のプロトタイプを実装し、異なる歩行者状況に応じた誘導ルート生成を本プロトタイプシステム上で開発することによって、提案方式の有効性を確認する。

この有効性の確認とは、人が手で一から作成する誘導ルートにどれだけ提案システムによって生成された誘導ルートが近いのか、つまり提案システムがどれだけ人の感性に近い誘導ルートを自動生成可能であるかを調べることである。

本稿では、次の 2 つの実験により、提案方式が歩行者状況に適合する移動支援設備を選択し、誘導ルートを自動生成可能であることを示す。

(実験-1) 本実験では、外観情報をメタデータとし

NinとLinはそれぞれ用意された地図のノードとリンク集合であり、Minは移動支援設備の集合である。

#### <標準機能の使用例(1)>

```
selectBySituation(Min,footHandicaped)→M1
// 歩行者状況が「足が不自由」であるものを選択する。
selectByAngle(35.10,135.10},{35.20,135.20},M1,int 45°)→M2
//角度(angle)を45°で移動支援設備を選択する。
getNearestNodeSet(Nin,M2)→N1
// M2に最も近いノードを取り出す。
createRoute({35.10,135.10},{35.20,135.20},Lin,Nin,N1)→Nout
//現在地と目的地に対して、リンク集合Linとノード集合Ninを用いてN1のノード集合を通る誘導ルートを生成する。
```

#### <標準機能の使用例(2):「工事中」を通らない誘導ルートの生成>

```
selectByExterior(Min,「工事中」)→M1
//「工事中」が外観に含まれる移動支援設備を選択する
getNearestNodeSet(Nin,M1)→N1
differenceNode(Nin,N1)→N2
//N1をノード集合から削除する(障害のある道路の削除)
selectBySituation(Min,「FootHandicap」)→M2
getNearestNodeSet(Nin,M2)→N3
selectByAngle(35.10,135.10},{35.20,135.20},M2,int 45°)→M3
createRoute({35.10,135.10},{35.20,135.20},Lin,N2,N3)
//現在地と目的地に対して、リンク集合Linと障害のある道路が削除されたノード集合N2を用いてN3のノード集合を通る誘導ルートを生成する
```

<上記の標準機能を用いたときの誘導ルート生成の様子>

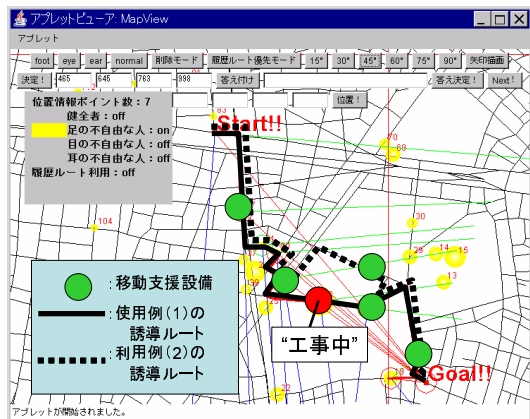


図 6 提案基本機能の適用による利用者の状況、目的に応じた誘導ルート生成例

て扱うことの有効性を確認する。外観情報を移動支援設備のメタデータとして利用することが有効であるということは、同一の移動支援設備に対するメタデータの外観表現の差異が小さくなることである。すなわち、異なる人によって同一移動支援設備の外観情報の差異が小さいため、不特定多数の人からの外観情報の収集が可能となる。

(実験-2) 移動支援設備に付与されたメタデータと歩行者状況を表すデータ間の相関量計算を伴うことで抽出された移動支援設備を用いて、その歩行者の選ぶ誘導ルートにどれだけ適合するのかを確認する。

#### 3.1 実験-1の実験方法

提案システムは、移動支援設備の外観情報をもとに、各歩行者状況へ分類する。このとき、広く Web 上から移動支援設備を収集することを想定しているが、移動

表 1 基本機能の一部

基本機能	説明
(F5)unionSet(Min1,Min2) Mout	移動支援設備の集合 Min1 と集合 Min2 を合わせた集合を生成する。
(F6)differenceSet(Min1,Min2) Mout	移動支援設備の集合 Min1 から集合 Min2 を引いた集合を生成する。
(F7)intersectionSet(Min1,Min2) Mout	移動支援設備の集合 Min1 と集合 Min2 の共通集合を生成する。
(F9)unionNode(Nin1,Nin2) Nout	ノードの集合 Nin1 にノード集合 Nin2 を加えた集合を生成する。
(F10)differenceNode(Nin1,Nin2) Nout	ノードの集合 Nin1 とノードの集合 Nin2 において共通した集合を生成する。
(F11)intersectionNode(Nin1,Nin2) Nout	ノードの集合 Nin1 とノードの集合 Nin2 において共通した集合を生成する。
(F12)unionLink(Lin1,Lin2) Lout	リンクの集合 Lin1 にリンクの集合 Lin2 を加えた集合を生成する。
(F13)differenceLink(Lin1,Lin2) Lout	リンクの集合 Lin1 から集合 Lin2 を引いた集合を生成する。
(F14)intersectionLink(Lin1,Lin2) Lout	リンクの集合 Lin1 とリンクの集合 Lin2 の中で共通した集合を生成する。

表 2 実験 1 の実験環境

(a) 専門知識		(b) メタデータ付与対象移動支援設備	(c) メタデータ付与被験者
歩行者状況	単語数	20 箇所	5 人
足が不自由	7		
目が不自由	7		
耳が不自由	7		

(a) は、歩行者状況と移動支援設備の外観情報との関係を表す専門知識である。

支援設備の提供者によって異なる移動支援設備の外観情報から適切に各歩行者状況に分類可能かを確認する。

なお、実験では、移動支援設備の外観情報を文で入力するのではなく、あらかじめ各歩行者状況に移動支援設備の外観情報を表す項目をいくつか用意し、その項目内容に対し、適合するかどうか被験者が判断する。外観を文ではなく、あらかじめ用意した項目の二択にした理由は、誰が見ても同じように外観に対する情報を判断するののどうかを見るためである。

### 3.2 実験-1 の実験環境

実験 1 の実験環境を表 2 に示す。この環境のもとで次に示す指標 (割合) によって評価した。

割合 (%) =  $\frac{X}{(b)}$  ((b) は表 2 と同じものを示す.)

ただし、X は被験者間で代表歩行者状況が一致した (b) の数のことであり、代表歩行者状況とは被験者が選択した単語が最も多い歩行者状況のことである。

### 3.3 実験-1 の結果と考察

表 3 に実験-1 の結果を示す。21 項目を用いて、5 人の被験者に実験を行ったところ、20 枚中 15 枚の移動支援設備の写真に対して 5 人も全員が同じ歩行者状況であり、5 人中 4 人以上が同じ歩行者状況と判断した写真は 20 枚中 18 枚となった。これより、誰が移動支援設備の外観情報をつけてもほぼ同じ歩行者状況に分類できることがわかった。このことから、広域における移動支援設備のメタデータ付けとして、個々の地域ごとの住民からメタデータを収集することが提案方式のメタデータ収集の一手法として有効であることが示された。すなわち、さまざまな地域から情報配信し

表 3 移動支援設備の外観情報から各歩行者状況へ分類したときの歩行者状況が一致した移動支援設備の写真枚数 (20 枚中)

歩行者状況の一致人数	歩行者状況が一致した写真数 (割合)
5 人	15 枚 (75%)
4 人もしくは 5 人	18 枚 (90%)

ているウェブログを利用することにより、広域における誘導ルートの生成が可能になる。

### 3.4 実験-2 の実験方法

移動支援設備に付与されたメタデータと歩行者状況を表すデータ間の相関量計算により、抽出された移動支援設備を用いて誘導ルートを求める場合に、提案システムが生成する誘導ルートがどれだけ人手により生成する誘導ルートに近いかを、情報検索の尺度として広く使われている再現率、適合率によって確認した。

なお、人の手で生成する誘導ルートは、任意の歩行者状況と、任意の現在地と目的地において、提案システムの相関量計算によって抽出された移動支援設備をどのように通過して現在地から目的地まで行くのか、あらかじめ決めてあるとする。そして、人の手で誘導ルートを決めたと同じ歩行者状況、同じ現在地と目的地に対して、提案システムが生成する誘導ルートにおいて通過する移動支援設備を求め、再現率、適合率を次の導出法により算出した。

再現率 =  $\frac{A}{B}$ , 適合率 =  $\frac{A}{C}$

A = { 同じ現在地と目的地の組み合わせに対して、提案システムによって生成された誘導ルートに含まれる移動支援設備と、あらかじめ正解として設定した誘導ルートに含まれる移動支援設備が一致する数 }

B = { 同じ現在地と目的地の組み合わせに対して、あらかじめ正解として設定した誘導ルートに含まれる移動支援設備の総数 }

C = { 同じ現在地と目的地の組み合わせに対して、提案システムによって生成された誘導ルートに含まれる移動支援設備の総数 }

ただし、人手により生成する誘導ルートをあらかじめ生成する場合は、同じ歩行者状況、同じ現在地と目

的地に対して生成するの適合する誘導ルートは単一であるとは限らず、複数の誘導ルートを適合する誘導ルートとしてよいものとした。この人手により複数の誘導ルートが生成できる場合は、その中で、提案システムが導出した誘導ルートとの再現率、適合率が最も高い誘導ルートを用いた。複数の誘導ルートを適合する誘導ルートとして用いることにした理由は、移動支援設備を選択して生成する人手による誘導ルートは、唯一に決まることが少なく、似たような誘導ルートに対しては大差がないと判断することが一般に言えるためである。

また、基本機能である selectByAngle の角度 (Angle) を変化させた場合の再現率、適合率を算出した、歩行者の、「あまり時間がないから遠回りしないで目的地去きたい」や「時間があるから多少遠回りしても多数の移動支援設備を通して目的地去きたい」といった個々の目的に柔軟に対応可能であることを示すためである。

### 3.5 実験-2 の実験環境

実際に、愛知県名古屋市栄付近を歩くことで移動支援設備を収集した移動支援設備 120 個を用いて、さまざまな現在地と目的地を設定したときの手で生成する誘導ルートが通過する移動支援設備と、提案システムが生成する誘導ルートが通過する移動支援設備を比較することで、再現率、適合率を求めた。

### 3.6 実験-2 の結果、考察

図 7 の角度 (Angle) が 90 度のとき、再現率、適合率の平均値がそれぞれ、0.78, 0.66 であることから、提案システムが生成する誘導ルートに含まれる移動支援設備が、人の手によって生成される誘導ルートに含まれる移動支援設備と似ていることがわかる。これにより、提案システムが生成する誘導ルートが、人の手によって生成される誘導ルートに近く、人の手を煩わせることなく、提案システムが歩行者状況に応じて適切な誘導ルートを自動的に生成可能であることが示された。また、角度 (Angle) によって、再現率、適合率が変化しているのは、人手では現在地から目的地に対してできるだけ多くの移動支援設備を通過しようとするため、角度が小さければ小さいほど、手で作成した誘導ルートと異なったためである。ただし、再現率、適合率ともに 0 でないことから、誘導ルートの方向は正しく、誘導ルートの経路長が角度を小さくすれば短くなることから、歩行者の目的に柔軟に対応可能であることがわかった。また、図 7 は、誘導ルートに対する再現率、適合率に対してばらつきがあることを示した。このばらつきのある部分を見てみると、格子状の

道路網を持つ住宅集合地域に対しては、グラフの右上を占める高い再現率、適合率を示した。愛知県名古屋市栄の久屋大通付近の地図に対しては、久屋大通をまたぐ道路がないため、選択される移動支援設備によって、地図上の道を後戻りする結果になってしまい、人の手で生成する誘導ルートと大きく異なるため、グラフの中央を占める比較的低い再現率、適合率になった。これは、歩行者状況に応じて選択される移動支援設備のうち、現在地と目的地に対して抽出、順序付けるときに、道路の形状によらないで移動支援設備を使って誘導ルートを生成しているためである。解決案としては、移動支援設備をつなげて誘導ルートを生成するときに、後戻りするような場合には、その後戻りしてしまふ次の移動支援設備を通らないで、後戻りをしない移動支援設備を次に選択する必要があると考える。

## 4. 関連研究

歩行者ナビゲーションにおける研究は、一様の経路ではなく、実際の利用場面において、状況に応じた経路を求めること<sup>3)</sup>が進められている。これは、利用者のコンテキスト情報を、提案システムのフォーマットにしたがって入力する上で、さまざまな重み付けのアルゴリズムによるアプローチを用いて、歩行者の状況に適した経路を生成している。我々は、利用者のコンテキスト情報を入力する場合に、そういったシステムのフォーマットを意識することなく、広く Web 上から blog 等を利用して指導支援設備を収集することで、利用者のコンテキスト情報入力にかかるオーバーヘッドを減らし、広域を対象とした歩行者状況に応じた誘導ルート生成を可能にする。

最短経路ではなく、最適経路探索を求める研究<sup>4)</sup>が行われている。これは、地図の道路を形成するノードとラインに歩行者を支援するデータを付与し、それを利用して歩行者の状況に応じた誘導ルートを生成するものである。我々は、ノードとライン (リンク) を歩行者の支援データとして扱うのではなく、移動支援設備をつなぐための道路として利用し、歩行者の目的によってそのノードとリンクを制御することで任意の誘導ルートを生成可能にする。

また、誘導ルートの見せ方として、三次元地図を用いた研究<sup>5)</sup>が行われている。これは、三次元地図を用いて建物の段差や傾斜を計算することで、適切な誘導ルートを生成し、利用者を三次元地図上で誘導可能にするものである。我々は、バリアフリーである経路がどこにあるのか調べるために、三次元地図を使うのではなく、広く Web 上から集めることを想定してい

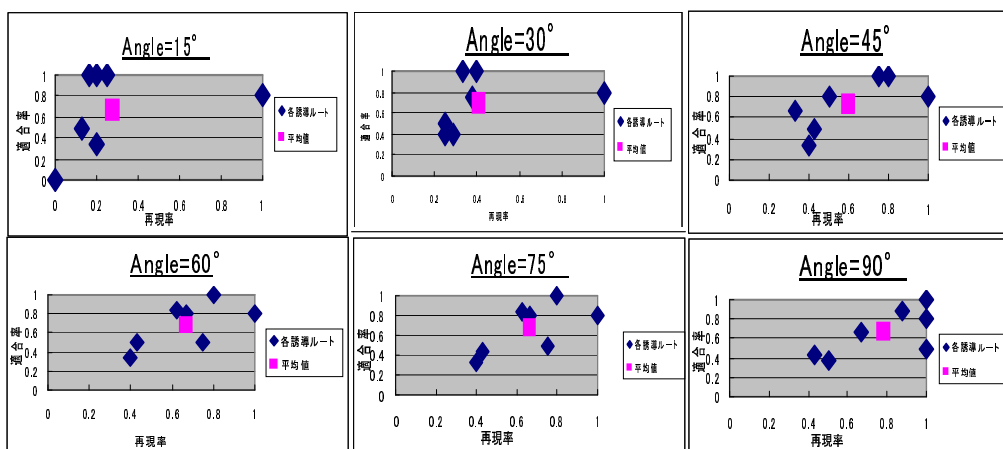


図7 誘導ルートの自動生成における再現率・適合率 (Angle は selectByAngle に与える角度を示す.)

る。これは、三次元地図を用意するためにかかるオーバーヘッドを削減し、かつ、情報を発信したいWeb利用者から収集される移動支援設備を用いることで、広域における誘導ルートの生成を可能にするためである。

## 5. 終わりに

本稿では、歩行者状況に適合する移動支援設備選択を伴う誘導ルートを生成するためのシステムの実現方式を提案した。提案方式の主要な特徴は、次の2点であった。

(特徴-1) 歩行者状況と移動支援設備の外観情報との関係を表す専門知識を利用することにより、移動支援設備の外観情報から、その設備利用に適した歩行者状況を表すデータをその移動支援設備のメタデータとして付与する機能(機能-1)を実現する。

(特徴-2) 移動支援設備に付与されたメタデータと歩行者状況を表すデータ間の相関量計算を伴ってその歩行者にとって障害となる移動支援設備を除去した誘導ルート生成機能(機能-2)を実現する。提案システムの評価として、実験により、愛知県名古屋栄周辺の移動支援設備を収集し、提案方式のプロトタイプを実装し、移動支援設備が各歩行者状況に分類可能であるか、また、歩行者状況ごとに移動支援設備を用いて適切な誘導ルートの生成が可能であるかを調べることで、提案方式の有効性を確かめた。

これによって、設備利用に適した歩行者状況を表すデータを、移動支援設備にメタデータとして付与するために要するオーバーヘッドが削減可能であり、移動支援設備に対するメタデータ付与の促進が可能になる。

さらに、歩行者にとって障害となる移動支援設備を除去して誘導ルートを生成可能であり、広域における移動支援設備のメタデータ収集が行われると、広域を対象とした歩行者状況に応じた誘導ルート生成が可能になることが示された。

## 6. 今後の課題

現在の提案システムでは、専用のインターフェイスを実装し、移動支援設備の収集を行う。今後は、情報発信媒体であるウェブログ等を利用した移動支援設備の収集を行うことで、地域ごとの住民からの移動支援設備をもとに、広域における移動支援設備を利用した誘導ルートを生成可能にしたい。

## 参考文献

- 1) 松本裕治, 北内啓, 山下達雄, 平野善隆, 松田寛, 高岡一馬, 浅原 正幸: 日本語形態素解析システム『茶釜』
- 2) <http://www.namazu.org/>
- 3) 川端将之, 日裏博之, 上田真由美, 上島紳一: 利用者コンテキストを配慮した歩行者ナビゲーション方式の提案. 電子情報通信学会 DEWS2005 online(2005)
- 4) 矢入郁子: 歩行者支援地理情報システムの開発, CRL 第 105 回研究発表会, <http://www2.nict.go.jp/kk/e414/105kenpatsu/ronbun/ronbun105.html>
- 5) 中山大輔, 小林剛, 吉田隆一: 個人に応じた身障者用三次元案内図の提供, 情報処理学会九州支部火の国情報シンポジウム 2004(2004), <http://www.mickey.ai.kyutech.ac.jp/ipsj/event/sympo2004/papers.html>