

災害救助シミュレーションにおける道路と建物の特徴について

瀬藤 寛明[†] 伊藤 暢浩^{††} 岩田 員典^{†††} 和田 幸一[†]

[†] 名古屋工業大学院 工学研究科 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町

^{††} 愛知工業大学 経営情報科学部 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247

^{†††} 愛知大学 経営学部 〒470-0296 愛知県西加茂郡三好町黒笹 370

E-mail: †koketu@phaser.elcom.nitech.ac.jp, wada@nitech.ac.jp, ††n-ito@aitech.ac.jp,

†††kazunori@vega.aichi-u.ac.jp

あらまし マルチエージェントシステムの研究における課題の1つに、その評価手法が挙げられている。しかし、エージェントの評価はその活動する環境に影響を受ける。そのため、活動環境を考慮してエージェントを評価するには、活動環境とエージェントとの依存関係を明らかにする必要がある。本研究では災害救助エージェントの活動環境である地図データの特徴と、エージェントの評価値との依存関係を分析し、考察する。

キーワード RoboCupRescue, 地図の特徴, マルチエージェントシステム, 評価手法

The Relevance Between the Disaster Relief Simulation and the Feature About Buildings and Roads

Hiroaki KOHKETSU[†], Nobuhiro ITO^{††}, Kazunori IWATA^{†††}, and Koichi WADA[†]

[†] Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya-shi, Aichi, 466-8555 Japan

^{††} Faculty of Management and Information Science, Aichi Institute of Technology 1247 Yachigusa, Yakusa-cho, Toyota-shi, Aichi, 565-0456 Japan

^{†††} Faculty of Business Administration, Aichi University 370 Kurozasa, Miyoshi-cho, Nishikamo-gun, Aichi, 470-0296 Japan

E-mail: †koketu@phaser.elcom.nitech.ac.jp, wada@nitech.ac.jp, ††n-ito@aitech.ac.jp,

†††kazunori@vega.aichi-u.ac.jp

Abstract In a research area of agents, it is a problem to get a method which evaluates the behavior of agents or multi agent systems. But the evaluation depends on the environment of agents. So, we need to clear relation between the environment and agents, in order to evaluate agents' behavior based on situations of the environment. In our research, we consider and analyze some relations between the evaluation of agents and the feature of a map which is the environment.

Key words RoboCupRescue, Feature of a Map, Multi Agent Systems, Method for Evaluation

1. はじめに

エージェントに関する研究分野では、開発されたエージェントやマルチエージェントシステムを評価する手段や方法を整備することが重要な課題として挙げられている [1]。また、エージェントの評価は、エージェントの動作する環境に依存しているといわれている。そのため、エージェントと環境との依存関係を考慮した上でエージェントの評価をおこなうには、その依存関係を明らかにする必要がある。

本研究では自律ロボット型エージェントによるマルチエージェントシステムの能力とその環境である実世界との依存関係を考察し、マルチエージェントシステムの能力の特徴を分析する。ここで、マルチエージェントシステムとして RoboCupRescue シミュレーションに着目する。また、その環境の中でも建物と道路からなる地図データに着目する。なぜならば、RoboCupRescue シミュレーションの防災戦略の結果は、建物の密集度や道路の接続状況に大きく依存すると考えられるからである。

本研究では、建物および道路に関する特徴を数値化し、地図

の特徴の指標を定義する。そして、地図の特徴の指標と RoboCupRescue シミュレーションにおけるエージェントの評価との関係について統計分析をおこなう。これにより、災害救助エージェントの環境である地図データと災害救助エージェントとの依存関係を考察し、災害救助エージェントのアルゴリズムの特徴を分析する。

2. マルチエージェントシステム

2.1 エージェントの評価方法

エージェントとは、あたえられた目的達成のために自律的に行動する主体であり、社会性・反応性・自発性といった特徴を持つ [1]。また、マルチエージェントシステムとは、複数のエージェント同士が相互作用を通じて、複雑な問題を解決するシステムのことである。

エージェントに関する研究分野では、開発されたエージェントやマルチエージェントシステムの能力を評価する手法を整備することが重要な課題として挙げられている。なぜなら、評価方法が存在しないことが、エージェントに関する理論・実装の発展や実用化の妨げとなっているからである。また、エージェントの評価をあたえる手法を作成しても、その評価はエージェントが活動する環境に依存している。その例を以下に示す。

- ある環境 E で異なる複数のエージェント A, B, C が動作したとき、A, B, C のどのエージェントがその環境 E において適切に動作したかを判断することはできる。しかし、その動作結果に対する優劣の関係が、環境 E 以外の環境においても成り立つとは限らない。

- エージェント X が環境 M で、エージェント Y が環境 N で動作したとき、その動作結果から X と Y どちらのエージェントが優れているか比較することは難しい。

よって、エージェントやマルチエージェントシステムの能力の評価をおこなうためには、環境との依存関係を明らかにしなければならない。そのためには、環境について詳細な分析が必要となる。

このような問題に対し、瀬戸口らは地図上の移動を伴う自律ロボット型エージェントにとって、地図上を移動することは最も基本的で重要な能力であると捉え、この能力と密接な関係にあると考えられる道路に注目した [2]。しかし、道路以外にもマルチエージェントシステムに影響をあたえる地図の構成要素があると考えられる。

そこで本研究では、マルチエージェントシステムの能力の評価と依存関係があると考えられる地図データの構成要素として、建物および道路の特徴について解析をおこなう。また、建物の特徴が影響するマルチエージェントシミュレーションとして RoboCupRescue シミュレーションを用いる。

2.2 RoboCupRescue シミュレーション

RoboCupRescue シミュレーションでは、計算機上で地盤による火災、市民の埋没、道路の閉塞などの災害がシミュレートされる。その仮想的災害空間で、救助活動をおこなうエージェントの防災戦略や有効性を分析、評価することができる。災害前に都市が持つ市民や建物数などから算出される都市価値を

消火・救助活動によって維持することがエージェントの目的となる。

ここで、都市価値 V は次の式で算出される。

$$V = \left(P + \frac{S}{S_{int}} \right) \sqrt{\frac{B}{B_{int}}} \quad (1)$$

ただし、 P は災害救助活動後に生存しているエージェントの数、 S は災害救助活動後におけるすべてのエージェントの残りの体力、 S_{int} は災害救助活動前におけるすべてのエージェントの体力の合計、 B は災害発生後に燃え残った建物の面積、 B_{int} は災害発生前におけるすべての建物の面積である。

エージェントには体力という属性が与えられ、体力が 0 になると活動できなくなる。シミュレーションが進むにつれてエージェントの体力は減り、火災が消火できない場合は建物は延焼する。そのためシミュレーションが進むにつれて減点されていくことになる。

また、式 (1) には、建物に関する情報が含まれている。そのためこの評価方法で導き出されるエージェントの評価値は、エージェントの動作する環境を考慮して算出される値であるといえる。

3. 建物および道路の特徴の数値化

3.1 利用する地図データ

分析をおこなう地図データとして、道路は国土地理院の数値地図 25000 [3]、建物は東京大学空間情報科学研究センターのシェープファイル [4] を利用する。これらの地図データを用いて、建物と道路からなる地図データを作成する。作成した地図データに対して建物および道路の特徴を指標として用いられるように計算項目を定義し、数値化をおこなう。

3.2 諸定義

建物および道路の特徴を数値化するにあたり、次のように定義する。

グロス：道路の中心線によって囲まれる最小単位の区画。

道路外側線：道路の中心線からその道路の幅員の半分だけ離れた線。

セミグロス：道路外側線によって囲まれる区画。

図 1 において、破線で囲まれている範囲がグロス、実線で囲まれている範囲がセミグロスである。

建物と建物との距離：ある建物 B_1 と建物 b_2 において、 B_1 の各壁面から B_2 の各壁面までの距離の中でもっとも小さいもの。

隣接建物集合：当該グロス内において、ある建物 B_a の壁面ごとに、もっとも近い建物の壁面を探す。この壁面ごとにもっとも近い壁面を持つ建物の集合。

図 2(建物 B_a の各壁面からもっとも近い建物の壁面を矢印で示している) において、建物 B_a と隣接する建物は B_2, B_6, B_7 である。

建物と道路との隣接：次のいずれかの条件を満たすとき、建物 B と道路 R は隣接するという。

- ある道路 R の外側線から 5 メートル以内に建物 B の壁

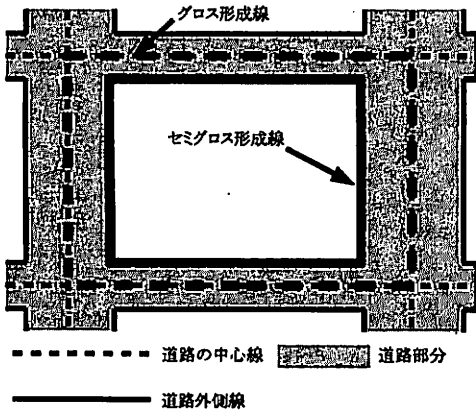


図1 グロスとセミグロス

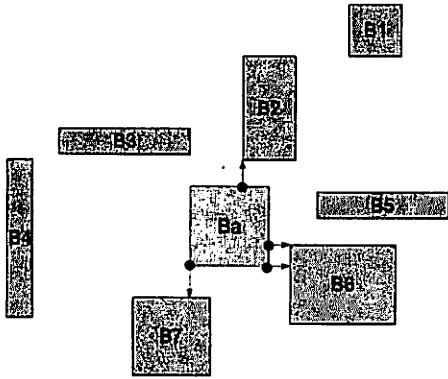


図2 建物と建物との隣接

面がある場合。

- 当該グロス内において、ある建物 B とそのグロスを形成する各道路の中心線との距離の中で、最小の値を D_{min} とする。このとき、建物 B と、グロスを形成する道路のうちの一つである道路 R の外側線との距離が D_{min} より短い場合。

道路外側線に沿って建つ建物：ある道路 R の外側線 R_b から 5メートル以内に建物 B の壁面がある場合、建物 B は道路 R に沿って建つ建物であるという。

図3において、建物 B1, B2 は道路 R1 と隣接し、建物 B2, B5 は道路 R2 と隣接する。また建物 B3 において、道路 R2 の中心線との距離 $D1$ が D_{min} であるとする。このとき、道路 R1 の外側線との距離 $D2$ が $D1$ より短ければ、道路 R1, R2 の両方に隣接することになる。道路 R1 に沿って建つ建物は建物 B1, B2 であり、道路 R2 に沿って建つ建物は建物 B2, B5 である。

従属度：ある建物 B1 の隣接建物集合の中で、もっとも建築面積の広い建物 B2 の建築面積を建物 B1 の建築面積で割る。この数値を建物 B1 の従属度とする。

最大隣接建物距離：ある建物 B1 の隣接建物集合の中で、もっとも近い建物 B2 との距離を建物 B1 の最大隣接建物距離とする。

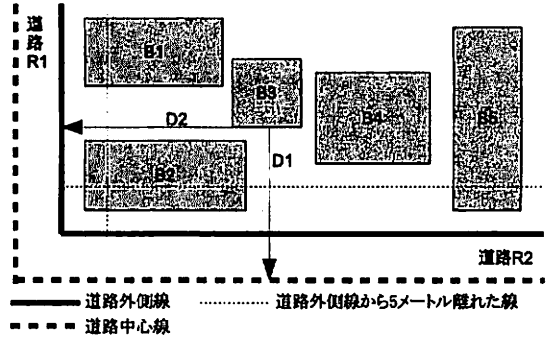


図3 道路と建物との隣接

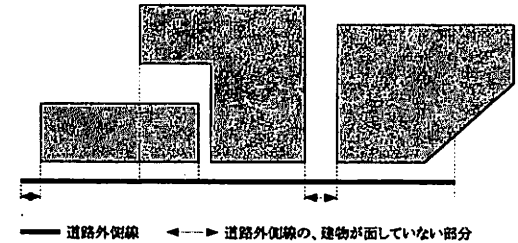


図4 建物が重複する場合の隙間率

最小隣接建物距離：ある建物 B1 の隣接建物集合の中で、もっとも近い建物 B2 との距離を建物 B1 の最小隣接建物距離とする。

配置配分比：ある建物 B の最大隣接建物距離と最小隣接建物距離の差を、建物 B の最大隣接建物距離で割ったものを、建物 B の配置配分比とする。

接道距離：ある建物 B と隣接する道路 R との距離を、建物 B と道路 R との接道距離とする。

建物の道路に面する長さ：ある建物 B の壁面の各端点から道路 R の外側線 R_b に垂線を引き、その交点の中でもっとも遠い 2 点間の距離を、建物 B が道路 R に面している長さとする。ただし、建物 B のある壁面の端点 We から線分 R_b に垂線が引けない場合、 We から R_b への垂線との交点は We に近い方の線分 R_b の端点であるとする。

隙間率：ある道路 R の外側線 R_b に沿って建つ建物群が道路に面している長さとして道路外側線 R_b の長さの差を D_g とする。 D_g を道路外側線 R_b の長さで割った値を、隙間率とする。ただし、建物が道路に面している長さに関しては、道路に沿って建つ建物同士で重複している部分は除く。

図4中では、2つの両矢印の長さの和を道路外側線の長さで割った値が隙間率となる。また、図中右端の建物は道路外側線より外に張り出すような形になっているが、この場合、張り出した部分は道路に面する長さに含まない。

沿道建物数：ある道路 R の外側線 R_b に沿って建つ建物の数を、道路外側線 R_b の沿道建物数とする。

3.3 計算項目の定義

上述の諸定義に基づいて、建物および道路の特徴を数値化する

る計算項目を定義する。災害救助エージェントの評価との依存関係を調べるための計算項目であることを考慮し、災害救助活動の特性を踏まえて**建築面積**、**建物の要素**、**建物と建物の位置関係**、**建物と道路の位置関係密度**、の5分類にわけて定義する。

a) 建築面積

地震火災においては、1つの街区内でまとまって延焼する。したがって、1つの街区内にどれだけ建物が建っているかを、以下の6項目で数値化する。

(1) グロス建蔽の平均値

グロスの面積とグロス内の建築面積の割合の平均値。

(2) セミグロス建蔽率の平均値

セミグロスの面積とセミグロス内の建築面積の割合の平均値。

(3) グロス容積率の平均値

グロスの面積とグロス内の延床面積の割合の平均値。

(4) セミグロス容積率の平均値

セミグロスの面積とセミグロス内の延床面積の割合の平均値。

b) 建物の要素

火災や市民の埋没は建物の構造に影響を受ける。よって、建物の階数など建物単独での要素を以下の2項目で数値化する。

(5) 建物の周長の平均値

建物を形成する多角形の周長の平均値。地図データ上の建物の形の特徴を表す項目である。

(6) 建物の階数の平均値

建物の階数の平均を表し、その地図データ上の建物の高さを表す項目である。

c) 建物と建物の位置関係

火災の延焼は、建物の配置に影響を受けると考えられる。そこで、建物間がどの程度離れているか、などの建物間の位置関係を以下の4項目で数値化する。

(7) 従属度の平均値

建築面積のばらつきを表し、大きい値になるほどその地図上の建物の建築面積にばらつきがあることになる。

(8) 最大隣接建物距離の平均値

建物間の距離の特徴を表し、小さい値になるほどその地図上で建物同士が近接していることになる。

(9) 最小隣接建物距離の平均値

建物間の距離の特徴を表し、大きい値になるほどその地図上で建物同士が離れていることになる。

(10) 配置配分比の平均値

建物間の距離のばらつきを表し、1に近づくほどその地図上の建物が均等の間隔で配置されていることになる。

d) 建物と道路の位置関係

街区を越えた延焼は、道路と建物の距離などに影響を受ける。よって、各街区を区切る道路と、建物との位置関係を以下の3項目で数値化する。

(11) 接道距離の平均値

建物と道路の距離を表し、小さい値であるほど建物が道路に近い地図であるといえる。

(12) 隙間率の平均値

道路から見た建物間の距離を表し、小さい値であるほど道路に沿って建物が密集しているといえる。

(13) 沿道建物数の平均値

道路に近い建物が道路1本あたりにどれだけ建っているかを表す。

e) 密度

埋没している市民の探索や、道路を跨ぐ延焼においては、建物や道路がどれだけあるかが問題になると考えられる。そこで、単位面積当たりどの程度あるか、などの密度を以下の3項目で数値化する。

(14) 道路の総延長

地図内の道路の長さの総和であり、これが大きい値である場合、道路がその地図で密集しているか、その地図の面積が広いかのいずれかであるといえる。

(15) 道路密度

地図内で道路の占める面積の割合であり、これが大きい値である場合、その地図は道路が密集しているといえる。

(16) 棟数密度

地図内の建物数を地図の面積で割った値であり、これが大きい値である場合、その地図には建物が密集しているといえる。

3.4 従属関係のある項目の除去

計算項目間で従属関係があると、災害救助エージェントの評価と計算項目との依存関係を正しく分析できない可能性がある。そこで、重回帰分析で説明変数を除去する際に用いられる分散拡大要因(VIF)を基準として、項目間で従属関係が見られるものを除去する。まず、本研究の実験で用いる20地域の地図データに対し前述16項目の数値を算出し、各計算項目のVIFを求める。VIFが10以上のものがあるとき、もっともVIFの値が大きい計算項目を取り除く。これをVIFが10以下になるまで繰り返し、計算項目間で従属関係のあるものを除去する。

3.5 地図の特徴の指標の定義

計算項目間で相関の強いものを除去し、残った計算項目を地図の特徴の指標として定義する。結果、建物および道路の特徴の計算項目のうち(3)、(5)、(6)、(7)、(8)、(10)、(11)、(12)、(14)、(15)、(16)の11項目を総称して、地図の特徴の指標と定義した。

4. 実験結果と考察

4.1 実験目的

定義した11項目からなる地図の特徴の指標と、RoboCup-Rescueシミュレーションの結果から得られるエージェントの評価指標との偏相関係数を調べることにより、地図の特徴の指標とエージェントの評価指標との依存関係を考察する。4.2節以降に、シミュレーションの設定およびエージェントの評価指標について述べる。

4.2 エージェントアルゴリズム

動作するエージェントアルゴリズムによって、地図の特徴の指標と災害救助エージェントの評価との依存関係は変化することが考えられる。よって、本実験ではRoboCup2007の

Rescue シミュレーション競技会において MRL チームの開発したエージェントアルゴリズム (以下, MRL と呼ぶ) [5] と, NAITO-Rescue チームの開発したエージェントアルゴリズム (以下, NAITO と呼ぶ) [6] の 2 種類を用いて実験をおこなう。

4.3 シミュレーションの設定の基準

本実験では, 1つ1つのシミュレーションができる限り現実に近いシミュレーションになるように条件設定をおこなう。しかし, シミュレーションをおこなう地域の, 現実の地震災害のデータを取得することは不可能である。そのため, 本実験のシミュレーションは現実に近い震災シミュレーションの設定として, 東海・東南海連動地震による災害の予測および対策を基準とする。

4.4 対象とする地図データ

東海・東南海連動地震に対して震度や被害の予測が詳細に立てられている名古屋市を対象とする。名古屋市中でも地図の特徴の指標の算出結果に偏りが生じないように, 建物の疎密, 道路の形状を考慮し 1~2km 四方の広さの 20 地域を選択した。

4.5 シミュレーション開始時の設定

RoboCupRescue シミュレーション開始時に設定する事項を以下に列挙する。

震度

東海・東南海連動地震で想定されている震度をもとに設定する。
災害救助エージェントの設定

1つの地図データに対し, 消防署の 1 出張所が担当したことを想定して設定した。

市民エージェントの設定

その地図データの人口密度をもとに設定した。

避難所・出火点の設定

避難所については, 各行政区の避難所数をもとに設定した。出火点については, 名古屋市の被害予測をもとに設定した。

道路閉塞

阪神・淡路大震災における道路閉塞の状況をまとめた家田らの研究 [7] をもとに, 道路の幅員と震度に応じて設定した。

シミュレーション時間

シミュレーションの時間に関しては, 現実の地震災害ではどこまでで終わり, というのではない。よって, この設定項目は RoboCup の Rescue シミュレーション競技会を基準とし, 実時間の 5 時間に相当する時間とする。

4.6 エージェントの評価指標

エージェントの評価指標に関して, RoboCupRescue シミュレーションでは, 2.2 節で示した式 (1) で算出される都市価値 V のシミュレーション終了時の値をエージェントの評価値としている。しかしこの値は, シミュレーション開始時のエージェント数に影響をうける。そのため, 本実験では RoboCupRescue シミュレーション終了時の都市価値 V_{end} をシミュレーション開始時の都市価値 V_{ini} で割った値を都市価値維持率 V_{rate} とする。しかし, RoboCupRescue シミュレーションは乱数成分を含んでおり, また, シミュレーション開始時のエージェントの配置などにも影響を受け, シミュレーションごとにその結果は異なる。よって, 1つの地図データにつき複数回のシミュレ

表 1 地図の特徴の指標とエージェントの評価指標との偏相関係数

地図の特徴の指標	エージェントアルゴリズム	
	MRL	NAITO
セミグロス建蔽率	-0.3462	-0.4816
建物の周長の平均値	-0.1468	-0.1190
建物の階数の平均値	0.1720	-0.3965
従風度の平均値	-0.2274	-0.6171
最大隣接建物距離の平均値	0.1356	-0.1383
配置配分比の平均値	0.06248	0.07780
接道距離の平均値	-0.4950	-0.4476
隙間率の平均値	-0.2787	-0.6477
道路の総延長	-0.8960	-0.5566
道路密度	-0.3155	-0.4091
棟数密度	-0.3659	-0.5868

表 2 相関係数から相関関係の強弱を判断する基準

相関係数 r	相関関係の強弱
$0.8 < r \leq 1.0$	強い相関
$0.6 < r \leq 0.8$	中程度の相関
$0.4 < r \leq 0.6$	弱い相関
$0.0 \leq r \leq 0.4$	相関はほとんどない

ーションをエージェントの配置などを毎回変えておこなう。そして, その地図データでの V_{rate} の平均値をその地図データにおけるエージェントの評価指標とする。

4.7 シミュレーション回数

4.6 で述べたように, 1つの地図データにつき複数回のシミュレーションをおこなう。

ここで, 1つの地図データに対しあるエージェントアルゴリズムを適用したときの都市価値維持率の母平均を μ , 標本の平均を \bar{V} , 標本の標準偏差を σ とする。ある地図データで MRL を用いて 30 回のシミュレーションをおこない, \bar{V} , σ を求めた。そして, 信頼率 95% で $\mu - \frac{\sigma}{2} \leq \bar{V} \leq \mu + \frac{\sigma}{2}$ の範囲に \bar{V} の値が入るためのシミュレーション回数を求めたところ, 約 18 回であった。

このことから, 十分に母平均が推定できるシミュレーション回数として, 1つの地図データとエージェントアルゴリズムの組に対し 30 回のシミュレーションをおこなうこととする。

4.8 実験結果と考察

シミュレーション結果であるエージェントの評価指標と, 地図の複雑さの指標との偏相関係数を求める。表 1 にその値を示す。ただし, 表中の値は有効数字 4 桁で表示しており, 絶対値が 0.6 以上の項目の値は太字で記述している。また, 偏相関係数の強弱については, 表 2 に基づいて判断することとする。

以下では, 表 1 について, 偏相関係数の絶対値がいずれかのエージェントアルゴリズムで 0.6 以上である従風度の平均値, 隙間率の平均値, 道路の総延長の 3 つの計算項目について考察する。

いずれの値についても一方では中程度以上の相関が見られるのに対し, 他方ではそれに比べて相関が弱くなっており, エージェントによって影響を受ける地図の特徴が違ってくる。従風度の平均値とエージェントの評価指標との偏相関係数

は、NAITOにおいては中程度の負の相関が見られるのに対し、MRLではほとんど相関が見られない。ここで、従属度の平均値が高くなるのは建物の建築面積が均等ではなく、不均等であるときである。ここで、火災の延焼は、建物が均等の大きさで並んでいる場合より、不均等である場合の方が1軒あたりの隣接する建物の数が多くなるために広がりやすいと考えられる。つまり、従属度の平均値が高くなると火災は広がりやすい、と考えられる。このことから、MRLでは火災の広がりを早期に止められたのに対し、NAITOではそれができなかったために従属度の平均値とエージェントの評価値とに中程度の負の相関が表れたものと考えられる。

次に、隙間率の平均値とエージェントの評価指標との相関について考える。隙間率の平均値と棟数密度との偏相関係数は-0.3292とほとんど相関が見られなかった。つまり、隙間率の平均値の変化と地図上の建物数との相関はほとんどなく、隙間率の平均値が低くなくても、地図上の建物数はあまり変わらないといえる。隙間率の平均値は道路から近い建物がどれだけあるかに影響を受ける計算項目であることから、隙間率の平均値が低くなるということは道路から遠い建物が多くなるといえる。道路から建物の距離は、災害救助エージェントが各建物に埋没している市民を探索する時間に影響する。このことから、NAITOはMRLと比べ埋没市民の探索が効率的ではないと考察される。

最後に、MRLは道路の総延長とエージェントの評価指標とに強い相関があるのに対し、NAITOは中程度の相関である。ここで、道路の総延長が長くなるのは(a)対象領域の面積が広いために1本あたりの道路が長く、それにより増加する、(b)道路が密集しているために道路の本数が増え、総延長が伸びる、の2つが考えられる。しかし、道路の総延長と道路密度の偏相関係数は0.4625と弱い相関である。(b)が原因である場合、地図の面積に対する道路の面積が増えるはずであるから、本実験では(a)が原因で道路の総延長が伸びた標本の方が多いと考えられる。このことから、MRLはNAITOに比べて対象領域の面積が広がるほど能力が発揮できなくなるアルゴリズムであると考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、地図の特徴の指標を定義した。そして、その指標とRoboCupRescueシミュレーションにおける災害救助エージェントの評価との依存関係を考察した。

これにより、地図の特徴の指標とRoboCupRescueシミュレーションにおけるエージェントの評価指標との間には依存関係があること、エージェントアルゴリズムによってその依存関係は異なることがわかった。また、どの計算項目とエージェントの評価指標との間に相関がみられるかを調べ、他のエージェントアルゴリズムと比較することで、そのエージェントアルゴリズムの特徴を推測できることを示した。

今後の課題として、以下のことが挙げられる。

他の地図データでの実験

本研究では、地図データの対象を名古屋市のみとした。しかし、

これにより名古屋市特有の特徴が検出されてしまっていることが考えられる。よって、他地域の地図データを取得し、実験することで、これと同様の結果が得られることを確認する必要がある。

重回帰分析を用いた災害救助エージェントの評価の予測
地図の特徴の指標の各計算項目を独立変数とし、都市価値維持率を従属変数として重回帰分析をおこない、都市価値維持率の予測式を作成・検証をする。これにより、地図の特徴の指標でそのエージェントアルゴリズムの能力をどれだけ説明できているかの評価をおこなう。

能力の評価方法の提案

地図の特徴の指標を用いたエージェントアルゴリズムの能力の評価方法を提案する。

謝 辞

本研究の一部は、東京大学空間情報科学研究センターの研究用空間データ利用を伴う共同研究(研究番号170)による成果であり、以下のデータを利用した。

ゼンリン提供: ZmapTownII(shape版) 愛知県名古屋市など

また、本研究は日本学術振興会の科研費19700032の助成を得て、行われたものである。

文 献

- [1] 木下哲男, 菅原研次. エージェント指向コンピューティング～エージェントの基礎と応用～. ソフトリサーチセンター, 1995.
- [2] 瀬戸口陽一, 荒井亮太, 伊藤暢浩, 岩田貞典, 金田洋平, 犬塚信博, 和田幸一. 道路ネットワークの複雑さとマルチエージェントシミュレーションとの関連性についての考察. 2007年人工知能学会全国大会投稿論文2E5-7, 2007.
- [3] 国土地理院. <http://www.gsi.go.jp/>
- [4] CSIS. <http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/japanese/index.html>
- [5] Index of/robocup2008. <http://www.robocuprescue.org/robocup2008/>
- [6] RoboCup. <http://www.wada.elcom.nitech.ac.jp/study/Agent/public.html/robocup.html>
- [7] 家田仁, 上西周子, 猪股隆行, 鈴木忠徳, 阪神・淡路大震災における「街路閉塞現象」に着目した街路網の機能的障害とその影響. 土木学会論文集 No.576 / IV-37 pp.69-82, 1997.10.