

公開地図データにおける建物領域の自動生成とその評価

A method of Building Data using Open GIS Data

高橋 寛典*1

Hironori Takahashi

高橋 友一*2

Tomoichi Takahashi

*1名城大学大学院 理工学研究科

Meijo University, Faculty of Science and Technology

*2名城大学情報工学科

Meijo University, Faculty of Science and Technology

Disasters present one of the most challenging themes to various fields. Simulations of disaster environments allows local governments to make effective disaster prevention plans and recovery operations. The simulations that use real data is required, however, houses that are personal assets are not open. This paper proposes a method of generating building data from data on road network that are open to the public, and discusses the evaluation of generated data using RoboCupResuce simulators.

1. はじめに

大災害時の被害を少なくするために、情報システムを活用する事は広く検討されている [中谷 04]。我々は災害シミュレーションと市民や救助隊の活動を統合する災害救助シミュレータ、ロボカップレスキューシステム (RCRS) を用いて、救助エージェントの評価を行っている。RCRS は、市民の活動や救助隊の動きをエージェントで表現・評価できる、さらに地図データを取り替える事で全国の都市でシミュレーションできる事に特徴がある [田所 00]。

エージェント間の関係、環境との相互作用を明らかにするためのアプローチとして、

1. エージェントを固定し環境を変える。
2. 環境を固定しエージェントを変える。

事で、変化前と後の結果を比較する方法がある。2. の範疇の研究例として、プレーヤーエージェントの知覚能力を変化させたり雑音を入れたり、自チームのエージェントを減らす事でサッカーチームとしてのマルチエージェントのロバストさを評価する試みがある [Kaminka 03]。

災害救助シミュレーションは、消防、救急、警察などの異なった機能の救助エージェントの活動、それらの協同作業および災害シミュレーションの計算結果が複雑に絡み合い、エージェント活動を評価する事が難しいタスクである。さらに、実用システムに供するには適応する地域での評価も大切なタスクである。

本論文では、公開地図データに住宅情報を付与し作成した地図の評価、および救助エージェントの評価について述べる。

2. 公開数値地図からのデータ作成

2.1 道路エリアネットワーク

国土地理院は 25000 数値データを全国レベルで公開している [国土地理院]。そこでは、道路ネットワークのデータが公開されている。一方で、災害シミュレーションに必要な建物データは、公共の建物を除いて、個人財産であるので含まれていない。

連絡先: 高橋 寛典, 名城大学理工学部 情報工学科 高橋研究室, 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501、e-mail: m0432026@ccmailg.meijo-u.ac.jp

広く災害救助シミュレーションを評価するに、公開道路ネットワークから建物情報を合せてシミュレーションする必要がある。そこで、ポロノイ分割を用いた建物データの自動生成を提案した [高橋 05]。

2.2 神戸市長田区における比較と評価

作成された建物データは、実際のデータ (復興時には、再建計画後の街並) に似ている事が望まれる。阪神淡路大震災当時の住宅地図を模した RCRS の地図とポロノイ分割に基づく方法で作成した地図の比較を表 1 に示す。

表 1: 神戸市長田区における建物データの比較

	RCRS	ポロノイ分割に基づく方法	
母点密度 (/1000m ²)	-	7	10
建物数	740	603	733
一戸当りの面積 (m ²)	86	103	84
建蔽率	50%	49%	49%
容積率	118%	117%	115%
延焼率	76%	89%	93%

母点数が多くなるとポロノイ分割された領域は小さくなり、その結果、建物数は増加、一件あたりの面積は小さくなる。表 1 は、建物個数、面積、建蔽率 (地図上で道路を除外した面積に対する全建物の敷地面積の比)、容積率 (2 階以上の面積を含む) などの建物に関するデータは RCRS と同じように作成できる事を示している。

表において延焼率は、同じ条件で災害シミュレーションをした時の 300 ステップ経過後の延焼建物面積 / 全建物面積を示す。図 1 に、RCRS の住宅データとポロノイ分割により作成した建物データを示す。建蔽率、容積率の数字以上に、家の配置の相違が延焼率の影響を与えている事がわかる。

3. 名古屋市を例にしたシミュレーション

名古屋市の数値データをもとに、作成した建物データを用い

- 救助エージェントの効果をみるため、救助隊の活動がある場合とない場合:
- 初期火災が多い場合と少ない場合:
 - 多い場合は、表 1 の面積あたりの火災発生数を面積比で求めた数。少ない場合は、阪神大震災において地震発生直

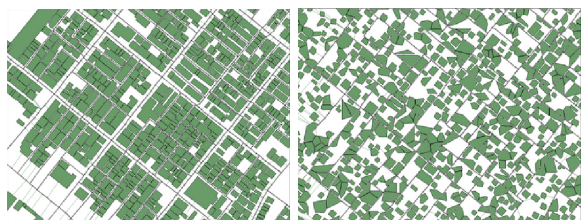


図 1: 実際の建物とポロノイ分割により作成した建物データ

後に同時多発的に発生した火災件数 (50) を、神戸市との面積比で求めた数。

のケースに災害・救助シミュレーションを行った結果を表 2 にしめす。

表 2: 名古屋市における災害シミュレーション例

	千種区	東区	熱田区
節点数	3,711	1,690	1,760
枝数	5,581	2,420	2,690
面積 (km ²)	18.2	7.7	8.2
世帯数	73,215	32,739	27,735
母点密度 (/1000m ²)	1	1	1
建物数	9,924	4,283	4,309
一戸当りの面積 (m ²)	409	397	407
建蔽率	20%	17%	17%
容積率	113%	95%	93%
発火点	2045	949	957
延焼率 (消防なし)	70%	48%	65%
延焼率 (消防あり)	50%	39%	32%
発火点	6	3	3
延焼率 (消防なし)	1.4%	0.2%	0.3%
延焼率 (消防あり)	1.1%	0.2%	0.2%
避難所数	44	26	20

統計データは 2004 年 8 月現在。

広い千種区は、他の区より火災シミュレーションの時間がかかるため、ステップ間隔を長くして実行。

災害シミュレーションは、4 ケースとも同じ条件で行った。市民エージェント数は 200、消防隊・救急隊・道路啓開隊の救助エージェント数は各々 40、30、50 とし、救助エージェントの補給基地にもなる避難所の数は、避難所に指定されている小学校と中学校の数の倍とした。

大きさが似ている東区と熱田区では、災害の状況と消防エージェントの効果において同様の値を示した。広い為にシミュレーション条件を変えた千種区においても消防エージェントの効果においては、他の区と同様な傾向を示している。

4. 考察

Kaminka らは、多種多様な環境に対応するエージェントのロバストさは必ずしもチームの強さに結びつかない事をデータで示した [Kaminka 03]。災害救助分野のエージェントを評価方法によっては、付録に示すように同様な事がいえる。

エージェント固定で環境を変化させた 3. 節で示した結果は、道路ネットワークが異なっても環境条件を揃える事でエージェント比較の可能性をしめしている。初期発火点数が少い場

合は、消火エージェントの活動効果は明かでないが、小数点以下のパーセントであっても実際には大災害である。実際に近い建物作成とあわせて、他の分解能の細かい方法による救助エージェントの評価を検討する。

参考文献

[国土地理院] <http://www.gsi.go.jp/>

[中谷 04] 中谷：大規模災害に対する減災情報システム、情報処理 Vol.45, No.11 & 12 (2004)

[田所 00] 田所他：ロボカップレスキュープロジェクト、人工知能学会誌 Vol.15, No. 5 (2000)

[高橋 05] 高橋他：公開地図データにおける建物の自動生成方法、情報処理学会第 67 回全国大会 1V-8, 2005 3 月 (2005)

[Kaminka 03] Gal A. Kaminka, Ian Frank, Katsuto Arai, Kumiko Tanaka-Ishii, "Performance Competitions as Research Infrastructure: Large Scale Comparative Studies of Multi-Agent Teams", Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, 7, 121-144 (2003)

[RC2004] <http://robot.cmpe.boun.edu.tr/rescue2004/>

付録：ロボカップ 2004 世界大会の結果

1. エージェントを固定で環境を変えた評価例：図 2 は、救助エージェント (A から F の 6 チーム) がマップや初期状態が異なる複数の災害状況 (図の横軸：1 から 6) で救助活動した相対評価を示す。縦軸は、各災害状況でルールで規定された得点の最高点に対する相対値を示している。複数の災害状況において救助エージェントの成績は災害状況によって異なっている。
2. 環境固定でエージェント能力を変えた評価例：表 3 は、同じ災害状況を用い、エージェントのセンシング能力を通常 (s) 状態と、視界を半減 (r_1)、声の届く範囲を半減 (r_2)、両方とも半減 (r_3) させた状態での結果である。

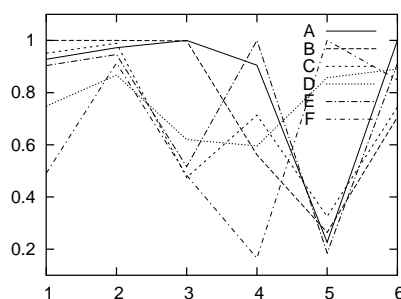


図 2: 環境変化に伴う救助能力の変化

表 3: エージェントセンサ変化に伴う能力変化

救助エージェント	通常設定 (s)	条件 r_1	条件 r_2	条件 r_3
チーム a	78.92	78.92	79.92	78.91
チーム b	97.69	35.41	83.49	90.87
チーム c	88.24	83.30	51.45	45.76