

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：82401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26820188

研究課題名(和文) 災害計算用都市モデル構築のための地図情報の要素間の関連付け自動構築技術の開発

研究課題名(英文) Automatic Association of GIS Data Elements for Urban Disaster Simulations

研究代表者

大谷 英之(O-tani, Hideyuki)

国立研究開発法人理化学研究所・計算科学研究機構・特別研究員

研究者番号：80639584

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,400,000円

研究成果の概要(和文)：建物一棟一棟まで詳細にモデル化して地震・津波などの災害を計算するためには、都市モデルの構築を自動化して膨大な数の建物に対応する必要がある。しかし、都市モデルの有力な情報源となる地図情報の多くは、線分や多角形面、文字列などの地図情報の要素の配置を人間が目で見えて理解するものであり、要素間の関連付けをデータとして持たないために自動処理ができない。そこで、本研究では、地図情報の断片化された要素の間の関連付けを位置情報に基づいて自動構築する汎用的技術の開発を目的として、地図情報の基本的な構成要素である線分や多角形面などの図形要素と文字列要素に対して、関連付けを自動構築する手法を開発した。

研究成果の概要(英文)：Detailed disaster simulations for earthquake and tsunami require the detailed urban model, involving the 3D shapes and the seismic models for individual buildings. Since there are numerous buildings in a target city, it is necessary to automate the construction process of urban models for such building-resolved disaster simulations. However, most GIS data sources available to the urban models are designed to be understood with human eyes, lack the descriptions of relationships between GIS data elements, and thus we need to compensate the relationships for automatic constructions. In this study, we developed a method to construct the relationships of GIS data elements for urban disaster simulations.

研究分野：地震工学

キーワード：地図要素の関連付け 都市モデル GISデータ

## 1. 研究開始当初の背景

地震・津波などの災害に対して、都市全域の建物一棟一棟までを詳細にモデル化した地震シミュレーションの実行が可能となりつつある。そして、この実行の入力として必要な都市モデルを構築するためには、都市にある膨大な数の建物に関するデータと、それを地震シミュレーションの入力へ加工する堅牢な手法が必要である。都市の個別の建物に関するデータについて、例えば、カーナビゲーションシステム等に利用されている建物の外形を記録した3次元地図情報(図1)は、都市にある建物の配置を比較的正確に記録しているが、構造種別等の属性情報をもたない。一方で、建物の構造種別等の属性情報が記録され、全国的に整備されている家屋課税台帳のデータは、電子化されていないことが多く一棟一棟の配置を自動抽出することが難しい。一般に、詳細な都市モデルを構築するためには、複数の情報を統合して地震シミュレーションの入力へ加工することが必要となる。しかし、直接入手可能な生のデータは、必ずしもそのままではモデル構築に利用できない。都市モデルの有力な材料となる2次元及び3次元の地図情報の多くは、線分や多角形面、文字列などの地図情報の要素の配置を人間が目で見えて理解するものであり、要素間の関連付けをデータとして持たないために断片化された状態となっている。

## 2. 研究の目的

本研究は、地図情報の断片化された要素間の関連付けを位置情報に基づいて自動構築することを目的としている。多種多様な地図情報の自動処理に共通して利用可能な要素間の関連付け自動構築技術を開発する長期構想の第一歩として、本研究では、地図情報の基本的な構成要素である線分や多角形面などの図形要素と文字列要素を対象として、関連付けを自動構築する手法を開発することを目標とした。図2に、地図情報の要素間の関連付けの例として、矢印によって視覚的に関係が示された土地区画と地番が、地番情報をもつ土地区画として関連付けられる例を示す。

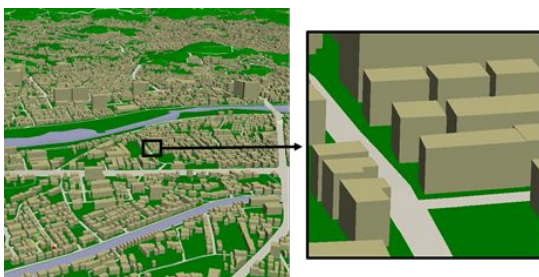


図1 3次元地図情報



図2 地図情報の要素間の関連付けの例：地番参考図では、土地区画と地番が関連付けられる。

## 3. 研究の方法

本研究では、

- (1) 図形要素間の関連付け自動構築手法
  - (2) 図形要素と文字列要素の間の関連付け自動構築手法
- の2種類の関連付け自動構築手法を開発し、さらに、
- (3) 各種地図情報の異種性を吸収するシステムの開発
- を実施することにより、多種多様な地図情報を自動処理するための基盤を構築した。
- (1)では、3次元地図情報と地番参考図を題材とした。3次元地図情報には、建物の外形を表す多角形面の集合が記録されており、地番参考図には、土地の区画を表す実線や点線が記録されている。3次元地図情報では、多角形面の関連付けを行い、建物形状を表す立体の情報を構築し、属性情報が紐づけられた点群と関連付ける手法を開発した。また、地番参考図では、互いに交差する実線や点線の間に関連付けを行い、土地の区画を表す領域の情報を構築することを目標とした。両者ともに、図形要素は重なりや微小な隙間など、人間の目で理解する際には無視される一種のエラーを含んでおり、このエラーを処理するための汎用的アルゴリズムを開発することが重要である。
- (2)では、地番参考図を題材とした。地番

参考図には、(1)で扱う図形要素の他に地番を表す文字列要素が記録されている。(1)で構築した土地区画を表す領域と、地番を表す文字列要素との対応づけを目標とした。この対応づけは、領域内に文字列要素が位置しているか否かで示される他に、地番参考図に含まれる矢印を表す図形要素との位置関係で示される場合があり、この場合にも対応した関連付けの自動構築アルゴリズムを開発した。

(3)では、(1)と(2)から抽出した関連付け手法が多種多様な地図情報に対して適用可能となるよう、地図情報の異種性を吸収するシステムを開発した。具体的には、処理の対象となるデータの抽象データ型を設計し、異種の地図情報をその抽象データ型に変換することで異種性を吸収した共通処理が可能なシステムを開発した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 図形要素間の関連付け自動構築手法

市販されている建物の3D形状データと、家屋課税台帳から作成した属性情報データを位置情報に基づいて自動的に関連付ける手法を開発した。この関連付けでは、データの不備等の理由により、建物の3D形状データと属性情報データとが必ずしも1対1に対応しないため、図3のように、3D形状データと属性情報データがお互いに最近接データである場合にのみ関連付けることとし

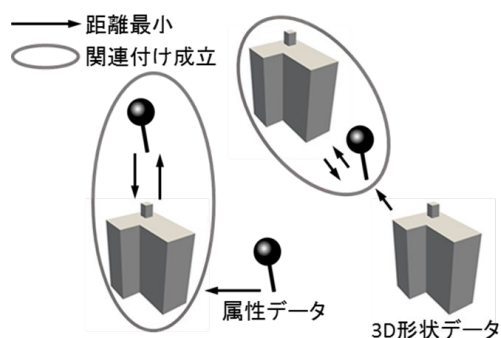


図3 3D形状データと属性データの関連付け自動構築：お互いが最近接データである場合に関連付けを成立させている。

た。この処理はkd木を利用することで効率化をはかった。実際の都市のデータにこの手法を適用し、手作業による関連付けの結果と比較したところ、手作業と遜色のない信頼度で関連付けが自動化できる可能性が示されている。

##### (2) 図形要素と文字列要素の間の

###### 関連付け自動構築手法

地番参考図に対して、ベクター形式で記録された図から線分と文字列の集合を属性情報付きで抽出し、地番区画の境界線で囲まれた領域を抽出する頑強な手法を開発した。さら

に、抽出した領域を、位置情報を基にして地番文字列と引き出し線に関連付けるアルゴリズムを開発した。図4に、地番参考図中の矢印の位置を基に、地番区画と地番文字列が自動的に関連付けた例を示す。



図4 地図情報の要素間の関連付け成功例：地番参考図中の矢印の位置を基に、地番区画と地番文字列が自動的に関連付けられている。

地番参考図から抽出された線分データを処理し土地区画を抽出する手法としては、まず、曲線があれば折れ線で近似し、線分同士が交差するすべての点で線分を細分割して細分割した線分の集合がつくるループを探索することで行った。ループの探索は線分の端点となる頂点ごとにその頂点を共有する線分の集合を特定することで効率化をはかった。

##### (3) 各種地図情報の異種性を吸収するシステムの開発

(1)と(2)で扱った基本的な地図情報の要素に加えて、多種多様な地図情報に対して本研究の成果が適用可能とするため、処理の対象となるデータの抽象データ型を設計し、異種の地図情報をその抽象データ型に変換することで異種性を吸収した共通処理が可能なシステムを開発した。このシステムでは、研究開発の過程において抽象データ型が頻繁に追加・更新されることを考慮し、抽象データ型の定義を動的ライブラリとして自由に追加可能としている。これを応用して、地図情報やシミュレーションの入出力データを、データ変換せず直接読み込み、さらに抽象デ

ータ型に対応する任意のデータ処理を実行可能な GIS システムを開発可能である。図 5 は、読み込みのためにシステムに合わせた形式へのデータ変換が必要な従来型と直接読み込み・書き込みができる GIS システムの比較を、地物に関するシミュレーションの結果とその可視化結果を同定する場合について示している。

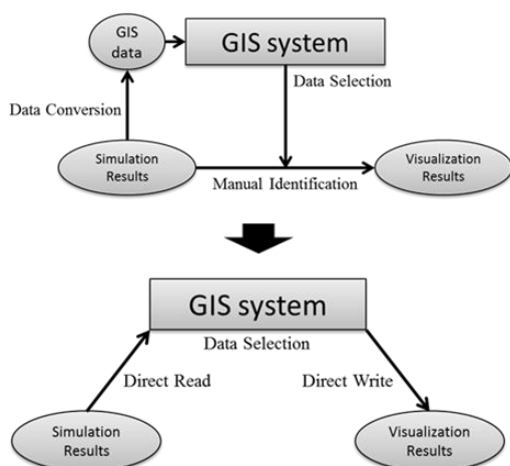


図 5 地物に関するシミュレーションの結果とその可視化結果を同定するデータ処理の効率化

## 5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

大谷英之、陳健、堀宗朗、異種 GIS データに記録された構造物の 3D 形状と属性情報の自動関連付け、土木学会論文集 A2 (応用力学)、査読有、Vol. 70、No. 2、2014、I\_631-I\_639、DOI: 10.2208/jscejam.70.I\_631

[学会発表](計 4 件)

Hideyuki O-tani, Jian Chen and Muneo Hori, Data Integration and Simulation Modeling for Urban Earthquake Simulation, 14th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, July 7-10, 2015, Cambridge, MA, USA

大谷英之、陳健、堀宗朗、非構造化データに対する図・グラフを通じた選択的データ処理の効率化、第 18 回応用力学シンポジウム、2015.5.17、金沢大学(石川県金沢市)

大谷英之、陳健、堀宗朗、3D 地図と家屋課税台帳を情報源とした災害計算用個別建物データの生成、第 14 回日本地震工学シンポジウム論文集、pp. 1070-1074、2014.12.4、幕張メッセ国際会議場(千葉

県千葉市)

大谷英之、陳健、堀宗朗、異種 GIS データに記録された 3D 形状データと構造物属性データの関連付け、第 17 回応用力学シンポジウム、2014.5.11、琉球大学(沖縄県中頭郡西原町)

## 6 . 研究組織

(1)研究代表者

大谷 英之 (O-TANI, Hideyuki)

国立研究開発法人理化学研究所

・計算科学研究機構・特別研究員

研究者番号：80639584