

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 **Mohammed Hassanien Serror**

モハッメド ハッサニエン セロール

本論文は、都市災害時における複数の建造物の挙動を統合的にシミュレートする事で、都市全体の被災状況の事前把握や事後の迅速な対応を可能にするためのソフトウェア環境を提案するものである。

現在、持続可能な都市開発及び再生は世界的に重要な課題となっている。しかし、都市災害への備えや回避方法・迅速な対策に対する支援を行う上で不可欠となる情報インフラの整備はなされておらず、人口や建造物の極度な集中によって引き起こされる都市災害の危険性に見合っていないのが現状である。その様な中、災害時の都市全体の被災状況を予測しうるシステムの構築が望まれ、過去の被災データから統計的に得られる建造物種別毎の被災確率をもとにした被災状況予測システムが構築されている。しかし、この様なシステムでは、建造物の破壊を支配する地盤環境や密集度と言った建造物毎の性格・立地環境を考慮することは出来ず、把握出来る被災状況の解像度は極めて低い。都市災害に対する効率的な対応を実現するには、被災状況を都市全体から一つ一つの建造物まで様々な解像度で統合的にかつ高精度に把握する必要があり、その為には断層から地盤までの地震波動伝播解析や個々の建造物の非線形動的構造解析と言った物理モデルに基づいた解析を統合的に行う必要がある。地震大国である我が国では現在までの多くの研究の蓄積から、個々の独立した現象や建造物の挙動に対しては工学的に十分な精度で予測可能となりつつある。しかし、都市災害は複合的であることから、それら個々の現象や建造物における相互のインターアクションを考慮することが不可欠であり、その様なインターアクションをシームレスに行うソフトウェア環境の構築は、都市災害による被害を低減する上で極めて重要な課題となっている。

以上の背景のもと、本論文では分散オブジェクト型のソフトウェア環境を構築することにより、地震・津波など様々な都市スケールの被災状況を統合的にシミュレーションするためのソフトウェア環境を構築し、最終的には実際の大都市における GIS データや CAD データを用いた地震被災シミュレーションに適用することで、その有効性を示した。複数のシミュレータを統合的に実行し、大規模なシミュレーションを行うには、**Modularity**、**Scalability**、そして **Interoperability** と言う 3 つの基本要素の同時実現が不可欠となるわけであるが、本研究では都市被災予測に関わる個々の行為を、分散オブジェクトとして定義することで、それを実現している。

本論文の第 1 章では、以上の研究背景とシミュレータを設計する上での問題

点、並びに既往の研究事例、更にはシミュレータの設計指針が記述されている。第2章においては、統合地震シミュレータをケーススタディとして、分散オブジェクト型ソフトウェア環境の全体像が示されている。第3章では、Modularityを実現するために導入される、ソフトウェア環境の階層化とその設計理念が記述され、第4章では、Scalability及びInteroperabilityを実現するためのソフトウェア環境の構築方法が記述されている。第5章では、Modularity、Scalability、Interoperabilityを実現するために不可欠となるデータモデルの詳細が示されている。なお、本論文で開発されたデータモデルは、既存のIFC(Industry Foundation Classes)を様々な数値解析手法とシームレスに接続可能にする拡張を加えた物であり、本論文で議論されている統合被災シミュレータに限らず、建設物の設計段階で大きなボトルネックとなっているデータ交換を容易にする物となっている。第6章では、データモデルのソフトウェア環境へのインプリメント方法の詳細が記述されている。第7章では、実際の構造物や地盤に関するデジタルデータを利用した大規模な震災被害予測シミュレーションを行い、本研究で提案するソフトウェア環境の妥当性の検討を行っている。第8章では、本研究で得られた知見を整理し、今後の研究の展開の方向と課題をまとめている。

以上、本研究は、都市の様々な災害に対する被災状況を統合的にかつ合理的に行うことを可能にするシステムのプロトタイプを示したものであり、有用性に富む独創的な研究成果と評価できる。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。