

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 黄 莉萍

本論文は、Development of Automated Structural Damage Estimation System Based on GIS aided Edge Detection of Digital Images (GISを援用した画像解析による構造物被害の自動抽出システムの開発)と題した英文の論文である。

地震など、大規模な災害が発生したときの構造物被害情報の把握のために現在多くとられている手法として、精緻な情報を得るためには現地踏査、広域の情報を得るためには衛星画像の解析などが挙げられる。しかし、専門家による判断を要する、被害指標の客観性の不足、画像取得・解析に時間がかかる、など、構造物被害調査の現状にはさまざまな問題がある。

一方で、最近のGISの整備により、地震などで被害を受ける前の構造物の形状に関する情報の質は格段に向上している。この情報を適切な先験情報として用い、同じく飛躍的な進歩を見せる、撮像装置の対価性能と画像解析技術を行うことにより、都市のいたるところに設置された防犯カメラなどの映像から構造物の輪郭のみを抽出することも可能な状況が生まれつつある。

このような背景の下、本研究では撮像装置の位置、方向、画角、焦点距離などの性質を既知として、GISのデータを加味した画像解析を施すことにより、構造物の輪郭を抽出して、その輪郭変位を計測する手法の開発を目的とした検討を実施している。防犯カメラなど、都市に展開された多数の撮像装置から得られる画像情報を用いて都市部の多数の構造物の変位を計測するシステム開発のための基幹技術となることを目指している。

論文の第1章では、既往の研究を整理したうえで、克服すべき技術的課題を明示している。また、これに基づいて、本研究の目的設定、開発するシステムの概要の提示を行っている。また、これらをまとめて、論文全体の構成について説明している。

第2章では、GISのデータに撮像装置の位置、方向、画角、焦点距離などの情報を加えることにより、仮想的な構造物輪郭群画像を構成する手法について記述している。この、仮想的構造物輪郭群画像は、実際に撮影された画像から構造物の輪郭のみを抽出する際に、探索エリアを限定する先見的窓情報として用いられる。

第3章では、構造物輪郭位置を精度よく同定するためのサブピクセルエッジ検出手法について記述している。本研究ではシャープなエッジをもつ構造物を

輪郭同定の対象としている。このような輪郭は、理想的には階段関数のような輝度分布として記録されるが、レンズの収差、光の散乱特性などの影響により、理想的な分布とはならないことが予想された。複数の構造物輪郭を撮影したデータを分析して、構造物輪郭画像は概ね **cumulative Gaussian** の分布に従うことが分かった。これに基づいて、計測画像と **cumulative Gaussian** とのカーブフィッティングにより、輪郭位置をサブピクセル精度で同定する手法を開発した。

第4章では複数の方向から撮影した画像から抽出した構造物輪郭を3次元空間に再構成する手法について記述している。簡単な座標変換を組み合わせた手法であるが、3次元空間での再構築のために必要な撮像装置同士の角度などについての考察も施している。

第5章ではここまでに開発した全ての手法を統合したシステムの構築と、実証実験について記述している。システム全体とその詳細を **UML** している。また、全ての手法を統合した実験では、50メートル程度離れた位置にある構造物の輪郭位置を1センチメートル以内の精度で同定することに成功している。

第6章では、本研究で得られた成果を結論としてまとめ、今後の課題を整理している。

以上をまとめると、本研究では **GIS** による先験情報を用いた画像解析により、構造物の輪郭位置を精度よく同定する手法の骨格を作成し、その手法の精度、適用可能性を実験結果に基づいて検証している。このことは、地震工学の進歩への重要な貢献である。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。