

論文審査の結果の要旨

氏名 劉 広文

本論文は「Study on Crowd Sensing for Analyzing Human Activities and Urban Environment (人間活動と都市環境分析のためのクラウドセンシングの研究)」と題し、スマートフォンを利用したクラウドセンシングによって人間活動と都市環境を効率的に分析するための諸課題の検討を行ったものであり、全七章から構成されている。

第一章は「Introduction」と題し、クラウドソーシングが IT 分野で活用されている現状に触れ、その中でもスマートフォンに具備されたセンサを利用したクラウドセンシングが、都市環境や人間活動を分析するのに経済的かつ効率的な手法であることを論じている。次に、クラウドセンシング・ユーザ参加型センシング・アーバンセンシングの概念について整理を行いつつ、これらの分野での未解決課題について、本論文でどのように取り組んだかについて概観している。

第二章は「Sensing Platform」と題し、昨今のスマートフォンにはマイクやカメラだけでなく、加速度、気圧、輝度など多様なセンサが搭載されていることを紹介し、これらを用いてクラウドセンシングを行うプラットフォームの必要性を論じている。その上で、これらセンサを統合的に扱うことが可能なプラットフォームである trajectory sensing を開発し、その概要について述べている。また、その世田谷区の騒音調査と中国天津市の租界地区のデジタルアーカイブへの活用事例について述べている。

第三章は「Sensing Trajectory Simplification」と題し、クラウドセンシングを行う際の基礎的なデータである端末の移動軌跡を単純化する手法について論じている。軌跡データを単純化することはデータ蓄積量や転送量の削減のために必須の技術であるが、DCT や LZ 法ではデータ解析時にデータを復元することが必要となり好ましくない。そこで本章ではデータ復元が不要な圧縮法として、軌跡のある範囲を含む最小矩形である Minimum Boundary Area (MBR) が、ほぼ同一の大きさとなるように分割と統合を繰り返すことにより、それぞれの MBR がほぼ同一の情報量をもつようにすることにより全体として最大の情報量を保持する手法を新たに提案し、既存手法との性能比較を行った上で提案手法の有効性を示している。

第四章は「Sensor Data Reduction: REPSense」と題し、複数種類の多次元のデータをデータ復元が不要な形で削減する手法について論じている。ここでは第三章の手法を拡張する形で、得られるデータの diversity を損なうことなくデータ圧縮を行う手法を提案している。また輝度と騒音の実データを対象に提案手法の性能評価を行い、様々な圧縮度で提案手法が最も優れた特性を示すことを解明している。

第五章は「**Sensor Application: iBaro-altimeter**」と題し、スマートフォン搭載の気圧センサを用いて高度を推定する手法の提案を行っている。本手法では、信頼できる観測機関による精度の高い気圧情報を1次参照点とし、これによりGPSによる測位誤差が小さくDEMデータが入手可能なスマートフォンの気圧データを更正すると共にこれを2次参照点、GPSデータの信頼性が低い場所にあるスマートフォンの気圧データを3次参照点とすることにより、高度情報の誤差の最小化を行っている。また手法の実装を行い、同一の高層建物内で0.9m、屋外で3mの最大誤差という優れた性能であることを示している。更に、提案手法の考え方が固定センサとスマートフォンセンサが混在する条件で一般的に利用できることを述べている。

第六章は「**Sensor Data Analysis**」と題し、第五章までの手法を用いて実環境のクラウドセンシングを行っている。まず都市における輝度と騒音のセンシングを行い、これらのデータの相関が小さいことを示している。また世田谷区全域の騒音を測定し、固定騒音計による騒音調査よりも高精度のセンシングが可能であることを実証している。

第七章は「**Conclusion & Future Works**」であり、論文の成果と今後の展開をまとめている。

以上これを要するに、本論文はスマートフォンを利用したクラウドセンシングによって人間活動と都市環境を効率的に分析するための諸課題の検討を行ったものであり社会文化環境学上貢献するところが少なくない。なお、本論文第三章は岩井将行、瀬崎薫との、第四章は岩井将行、戸辺義人、瀬崎薫との、第六章は岩井将行、伊藤昌毅、瀬崎薫との共同研究であるが、論文提出者が主体となって検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（環境学）の学位を授与できると認める。