財団法人セコム科学技術振興財団助成研究（2010~2012 年度）

空間関係・統計的性質を保持しつつ空間的個体特定化危険を回避するための空間情報安全化処理方法の開発

2013 年 5 月（2015 年 11 月追加）

東京大学大学院工学系研究科　教授
浅見泰司

全体要旨

本研究では、大別して、(1)収集された空間情報に対してノイズ付加による空間情報安全化処理手法研究および、(2)センシングした空間情報を取得した時点の空間情報の安全化手法の研究を行った。以下、それぞれについて、重要な結果の概要を述べる。

１．収集された空間情報に対してノイズ付加による空間情報安全化処理手法研究

センシティブな目的変数にノイズを付加して、プライバシーを確保しつつ、回帰分析結果は変わらない新たな手法を提案する。ノイズ付加による擾乱の程度は一つのパラメータで制御できるため、実際の適用は容易にできる。

提案する手法では、回帰分析における回帰係数の t 値や決定係数が全く変わらないようにすることができる。この理論を実際の不動産データにあてはめ、不動産価格を目的変数と想定してノイズを加えた数値実験を行った。特に、上記の理論をデータ全体に当てはめた後に、部分的なデータだけで分析しても一定確率で本来の回帰分析結果と有意差がないと言えるようなパラメータの値を求めた。その結果、もとのデータの２割程度を用いて分析する場合を想定すると、個体秘匿は十分に満たされながら、統計的な分析結果は十分に有意差がない結果が得られるパラメータ値を特定することができた。

２．センシングした空間情報を取得した時点の空間情報の安全化手法の研究

センシングした空間データをサーバに収集する前に秘匿化するに当たって二つの手法を考案した。一つは，通信システムを用いて送信中の空間データに対するデータ秘匿化である。無線マルチホップセンサネットワークにおいては，データは各ノードで取得されたのち、シンクノードと呼ばれる外部ネットワークとの境界点まで配送される形の通信形態を取る。この特有の通信形態を積極的にデータ秘匿のために用いる手法として、ある領域の平均値等，演算が必要なデータに対して、各データを送信する際に、Slicing と呼ばれるデータ分割を行い、原データを細切れの形でシンクノードに向けて送信すると共に、中継ノードにおいてこれらの slice されたデータを混合させながら送信を行う方式を提案した。もう一つは、空間データをセンシングした時点でデータにノイズを加えてしまう方法である。Negative Survey の手法を連続的かつ相関のある多次元のデータに適用可能になるように拡張した手法を考案した。本手法において、ノイズを加える処理はセンシング機器の内部だけで処理が完結するため、通信事業者や行政機関等のデータ保持者を信用していないユーザであっても、抵抗なくセンシングに参加できる。センシティブなデータを取り扱うアンケートに対しても、抵抗感の少ない形でデータを取得することが可能となり、得られる

空間データの質と種類の増加に資する。

入力情報を秘匿したままで演算が行える秘匿計算を実現する手法として秘密分散法が知られている。分散情報の記憶容量の削減と計算量的な安全性を実現する新たな秘密分散法の提案を行った。この提案の秘密分散法に加えて、その有効なアプリとして医療システムやライフログシステムへの応用を示した。また、秘密分散法を用いた秘匿演算に関して、秘匿加減算に比べ、秘匿乗算は稼働しているサーバが多くなければならなかった。本研究では、同じサーバ稼働数で、秘密情報の復元，加算・減算に加えて乗算も可能な手法を提案した。乗算法の提案に加えて、従来法との詳細な性能評価をも行った。