

論 文 要 旨

Abstract

論 文 題 目

A Study on GNH econometrics: handling missing data; designing, analyzing and modeling GNH data; constructing GNH index and developing GNH system
(GNH 計量に関する研究: 欠測値処理と GNH 解析モデル構築及び GNH 解析システム開発)

Bhutan's development philosophy of Gross National Happiness has been gaining a lot of attention from governments, international organizations, and civil societies alike both at home and overseas. Recently, the United Nations has adopted "Happiness" as the ninth Millennium Development Goal at the UN summit. But to translate the profound philosophy into implementable plans and policies is a challenge. This challenge is mainly due to the lack of an all-encompassing quantifiable indicator. This dissertation focuses on the design, analysis and development of a robust and composite GNH index. Ensuring that the data is of good quality is the foremost requirement among others for reliable statistical analysis inferences. But as with any questionnaire data, GNH data were also riddled with missing data problem. After having met the missing data problem, the objectives of the research have been achieved by constructing GNH index by a way of causal modeling, and developing a web-based GNH application.

The dissertation proposed a sequential method of identifying missing data mechanism in incomplete data set. A simulation study in the context of GNH data set is designed and executed to validate the proposed method. MCAR test is found to be robust and doesn't suffer from low power and has fewer propensities to produce type II errors. Both MAR and MNAR tests can identify MAR and MNAR data from MCAR data but neither MNAR nor MAR can always rightly identify one from each other. The dissertation then proposed a bootstrap-based EM method of imputing missing data. Validation results showed that the proposed method was the best followed by Chained Equation method. Both these methods of missing data identification and imputation are applied to GNH data set.

With data set ready for analysis the dissertation built a causal model for each of nine domains of GNH based on prior theories by means of causal modeling. It was achieved thus: Observable variables thought to belong to a specific-domain according to prior theories or notions are grouped together. A latent variable has been identified and suitably renamed. Then carried out causal study among/between them, evaluated model fitness, validated the relationships and finally constructed the models, and a composite GNH index was built from these models.

Finally, the dissertation demonstrates a web-based GNH survey application showing how the problems of current approach was rectified and improved upon. In addition, it has an inbuilt web service to handle the issues of missing data.

Name: Sonam Tshering

(様式第5-2号) 課程博士

平成25年2月19日

琉球大学大学院
理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 氏名 遠藤 聡志 印

副査 氏名 アジャリフ モハマト レザー 印

副査 氏名 名嘉村 盛和 印

学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

記

申請者	専攻名 総合知能工学 氏名 Sonam Tshering 学籍番号 098676D	
指導教員名	遠藤 聡志	
成績評価	学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格	最終試験 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格
論文題目	A Study on GNH Econometrics: handling missing data; designing, analyzing and modeling GNH data; constructing GNH index and developing GNH system (GNH計量に関する研究:欠測値処理とGNH解析モデル構築及びGNH解析システム開発)	
審査要旨（2000字以内） ブータンにおいて開発された国民総幸福量は、国内外に問わず、政府、国際機関、市民社会から多くの注目を集めており、最近では、国連が国連サミットでのミレニアム開発目標として「幸福」を採用している。しかし、その開発哲学を実現可能な計画や政策へ置き換えることが課題となっている。この課題は、包括的な定量指標の欠落が主な原因である。本研究は、客観性と多様性を考慮したGNH指標に焦点をあてたうえで、観測データに含まれる欠測値の発生モデル特定、欠測値の補完手法、GNH因果ネットワーク解析手法、Webサービスによる解析システム構築を行っている。		

(次頁へ続く)

以下に各事項の内容をまとめる。

欠測値発生モデルは、Missing Completely at Random (MCAR), Missing at Random (MAR), Missing Not at Random (MNAR)に分類される。従来法では各モデル単独で統計的仮説検定問題として判定を行っていたが、複合的な検定手続きによる3モデル識別手法を提案し、その性能評価を行った。GNHデータをモデル化した検証実験により、従来法より高い識別率を有することを示した。特にMCAR検出は頑健でタイプIIエラーも少ないことが示されたが、MNARとMARについては従来法より高い識別率であるが絶対的なレベルで識別ミスが発生しやすいことが確認された。

欠測値補完法では、欠測値発生モデル識別結果をベースに、EMアルゴリズムとブートストラップ法を組み合わせた推定法を提案した。GNHデータをモデル化したシミュレーション実験により性能検証を行い、従来法（EMアルゴリズム補完、条件付平均補完等）とMASEにより比較した結果、すべての欠測値発生モデルにおいて統計的有意に有効性を示した。また、ブータン国民調査データに対し提案補完法を適用し、実用性を確認した。

GNHに対する定量指標を設計するために、関連研究を参照し、精神的健康・肉体的健康・教育・文化・生活時間・行政状況・地域社会活性・環境多様性・生活水準の9領域に分割した上で、各領域での因果モデルと統合した因果モデルの解析手法を提案した。ここでは構造方程式モデルを多段に適用し、因果パス選択とパラメーター推定を行った。各領域でモデル適合性を適合率、RMSEA、BICにより評価し、総合指標であるGNHの数値表現を可能にした。ブータン国民調査データに適用して獲得された因果ネットワーク自体も、従来提示されていない定量解析結果として有用な成果である。

提案手法を実用化すべくWebサービスによるシステム構築を行った。国民調査データの1次入力から支援するシステムは、ブラウザベースのインターフェースを有し、Database内での欠測値処理を実現し、因果モデル解析をする統合システムである。シミュレーション機能も有し、政策等の意思決定支援も可能にしている。提案したGNH解析手法の実社会での利用に有用となる。

したがって、本研究成果は工学的に有用であり、提出された学位論文は博士の学位論文に相当するものと判断し、学位論文の審査を合格とする。また、論文発表会における発表ならびに質疑応答において、申請者は専門分野および関連分野の十分な知識ならびに琉球大学大学院理工学研究科博士後期課程修了者として十分な研究能力を有していることが確認できたので最終試験を合格とする。