

氏名（本籍）	水谷 香織（愛知県）
学位の種類	博士（工学）
学位記号番号	甲第192号
学位授与年月日	平成15年 3月25日
専攻	生産開発システム工学専攻
学位論文題目	ソフトコンピューティング手法を用いた交通行動分析 (Travel Behavior Analysis with Soft-Computing Techniques)
学位論文審査委員	(主査) 教授 秋山 孝正 (副査) 教授 宮城 俊彦 教授 本城 勇介 助教授 高木 朗義 教授 北村 隆一

論文内容の要旨

近年、都市交通計画において、交通需要追従型の計画から将来ビジョンに基づく計画への転換が求められている。また、都市交通政策に関しても、目的を明確化した戦略的交通政策が必要とされている。このように都市交通計画・交通政策が新たな展開をみせる中、従来からの大規模集計的な交通現象解析や、効用最大化理論に基づく確率・統計的分析を中心とした交通行動モデルの利用指針の見直しが行われている。また、精緻な交通行動分析に基づく交通行動原理の解明と、低計算コスト・高操作性を有し、多様な交通政策の検討が可能な交通行動モデル構築が重要な課題とされている。

交通行動原理の解明には、従来から必要とされている時空間制約、トリップ連鎖性、交通の発生源となる活動等を考慮した上、交通行動者の内的側面に着目してモデル化するアプローチが必要であると思われる。ここで、交通行動者の認知・判断を対象とする研究においては、人間の情報処理システムを模擬したソフトコンピューティング手法が多数利用されている。ソフトコンピューティングとは、1990年代に L.A.Zadeh により提案・構成された人間の情報処理を模擬する知的システムの構築に役立ついくつかの技術を融合した方法論の集合体である。とくに、不正確さや不確実性のある程度許容しつつ、取り扱いやすさ、頑健性、低コストの実現を目指している。中心的方法論としては、ファジィ理論、ニューラルネットワーク理論、確率的推論、遺伝的アルゴリズム、カオス理論などがある。

本研究では、交通行動の多様な局面に応じたソフトコンピューティングモデルを構築し、交通行動者の内的側面を考慮した交通行動分析を行うことを目的とする。ここで、ソフトコンピューティング手法の代表的な手法といえるファジィ推論は、交通行動者の制約、選好を言語変数を有する IF/THEN のルール形式で明示的に記述することが可能である。また、高度非線形パターン認識が可能なニューラルネットワークを用いることで、複雑な交通行動パターンを記述することが可能になるとと思われる。具体的には、「交通機関選択」、「交通行動パターン」、「個人一日の交通行動」の3種類の交通行動局面を対象とする。

最も基本的な「交通手段選択行動」を対象とした分析では、ファジィ推論により記述した効用関数をもつ

ロジットモデルを構築した。具体的には、人間の満足度を表す効用関数に着目し、あいまい性を伴う人間の認知・判断をファジィ推論により記述することで、統計的な検証が可能な上、人間の意思決定を柔軟かつ明確に記述できることが分かった。これは、交通機関選択行動における重要な因果関係の解明と交通行動の根源的分析に寄与するものと思われる。

また、トリップチェーンと各トリップの利用交通手段から成る「交通行動パターン」を対象とした分析では、高度な非線形関係をパターン認識として記述可能なニューラルネットワークモデルを構築し、因果関係を明記可能なファジィ推論モデルとの比較検討を行った。これより、ニューラルネットワークでは因果関係が非常に複雑で、選択肢が理論上無数に存在する交通行動パターンの分析が可能であることがわかった。

さらに、「個人一日の交通行動」を対象とした分析では、ファジィ性を考慮した検索により、大量の交通行動事例データベース中から、あいまい性を有する類似制約下の交通行動事例を抽出することができた。これは、過去の交通行動事例に基づく推計のため、現実的な交通行動を提示することが可能である。また、抽出された類似制約下の交通行動事例群は、交通行動可能領域を同程度に限定している交通行動といえ、物理的には互いに変容が可能であるため、交通行動変容可能性の検討を行うことが可能になったといえる。

以上の結果を整理することで、今後の交通計画・交通政策検討において必要なソフトコンピューティング手法を利用した交通行動分析においては、従来から多数利用されている確率的モデルとソフトコンピューティング手法との融合を含む多様な目的に応じたモデル形態の開発、膨大なデータから傾向や因果関係を探るデータマイニング技術の開発、専門家や地域住民の意見の反映が可能なモデル開発が新たな研究課題として挙げられる。

論文審査結果の要旨

本論文は、都市交通計画のなかで交通現象を個人行動に基づいて推計する「交通行動分析」の研究を行ったものである。とくに、「ソフトコンピューティング」を中心に知的情報処理を用いて、①ファジィ推論型効用を用いた個人行動モデル構築に関する研究、②高度非線形関係を有する交通行動パターン分析、③ファジィ時空間制約下の交通行動事例分析を行っている。

具体的には、第2章において、交通行動分析とソフトコンピューティング手法に関する基本的知識として、ソフトコンピューティングの理念とファジィ推論等の代表的な手法に関する整理が行われている。また、制約理論と効用理論を考慮した交通行動者の思考の概念モデルが提示され、ソフトコンピューティングを用いた交通行動分析における本研究の位置づけを明らかにしている。

第3章では、交通機関選択問題において、交通行動におけるファジィ性ともつランダム性を同時に考慮した現実的モデルを構築している。とくに、人間の知識に基づき制約と選好とをあいまい性を考慮しながら記述可能なファジィ推論形式の効用関数をもつロジットモデルは、高い推計精度と意味論的整合性を有する交通行動推計を可能にしている。

第4章では、因果関係が非常に複雑で、選択肢が理論上無数に存在する交通行動パターン分析を行っている。ここでは、ニューラルネットワークを用いることで、高度非線形関係を記述し高い現況再現性ととも、交通行動の微視的な分析を可能にしている。

第5章では、大規模な交通行動事例データベース中から類似制約下の交通行動事例を検索し、

ファジィ時空間制約下の交通行動事例を提示することで、交通行動変容可能性の検討を含めた分析を可能にしている。また、本手法はデータベース更新の容易性から、時間軸に対する交通行動の変化にも対応できる。

第6章では、各構築モデルの特徴、確率モデルを含めたソフトコンピューティング手法の補完的融合形態、モデル構築に必要な知識獲得手法についての整理が行われている。また、研究展望として、①問題解決を図るためのブレインストーミング的利用や、複数の現実的な解を提示する選択肢創造型のモデルなどの精緻な予測に加えた新たなモデルの役割に柔軟に対応したモデル開発、②専門家、地域住民、実際の交通行動者等の「知識」と「感情」をモデルに反映し各事業に応じた分析が可能なモデル開発などが示されている。

これらの研究の独創的な点として、①多様化する都市交通現象を研究対象としており、今後の交通計画を検討するための方向性が示されること、②人間行動を確率論的な方法とファジィ論的な方法で併せて表現しておりモデリング手法としての新規性が高いこと、③交通行動原理の実証的な解明方法として期待できることが挙げられる。

最後に、本研究で得られた人間の思考モデルに関する成果は、近年になって特に市民参加が重要となってきた土木計画学の分野においても重要な情報を与えるものであり本研究の意義は大きいといえる。したがって、本論文は学位論文として認定するに値すると判定した。

最終試験結果の要旨

土木計画学に関連する専門的知識および単位取得状況、学会・学術雑誌等への論文公表状況について口頭試問を行った。

その結果、論文提出者は学位を授与するに十分な専門的知識を有し、履修必要単位を取得し、学位論文の内容に関する学会発表・学術雑誌への公表も行っているため、最終試験を合格と判定した。