

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 加藤 博光

工学修士 加藤博光提出の論文は、「対話空間遷移を用いた人間・機械協調計画立案システムに関する研究」と題し、7章からなっている。

有限なリソースをいかにして適切に配分するかという計画問題は、我々の生活・経済・知的生産活動の様々な場面で現れる。たとえば、航空宇宙分野においては、航空管制・運行計画問題、宇宙ステーション等におけるスケジューリング問題、衛星の設計問題等があり、またそれ以外にも列車のダイヤ計画や水道・電気の流路計画問題など枚挙にいとまがない。このような問題では、複数与えられた目的・評価基準を完全でないにしても、できるだけ満たすような意思決定を行うことが一般的であり、多目的計画問題または多基準意志決定問題と呼ばれている。

本論文は、このような多目的計画問題を取り扱うにあたって、ユーザが意図する解を迅速に探索するための、人間・機械協調計画立案システムのフレームワークを提案するものである。ここで重要な考慮事項は、解を探索する最中でのユーザの問題に対する理解度の向上に伴って、ユーザの意図する最適の概念自体が変化することが多いという点である。本論文で提案する新しい方法論である対話空間遷移 (TRANSITION BETWEEN INTERACTION SPACES: 「TRABIS」) においては、ユーザが支援システムと対話するインタフェースとして「パラメタ空間」「評価空間」「解空間」という3つの対話空間を定義し、それらをユーザが自由に選択して利用できる環境を提供し、また支援システム側には現在までの解をそれらの空間の間で自由に移動させられるメカニズムを持たせることで、ユーザが問題に対する理解度に応じて適切な空間で意図を伝えられるフレームワークを提供している。それを実現するための数学的枠組みの考察の中では、特に、評価空間におけるパレート曲面上への解の移動方法に関して、パレート解を接点とする接平面を直接求めることが困難である場合に、対話結果から得られる点から原点に向かって引いた直線とパレート曲面の交点によってユーザの意図に近いパレート解を求める「意図直線法」を提案している。提案された対話空間遷移の方法論は、水道の運用計画問題および人工衛星間の通信ネットワークの計画問題という二つの応用事例を通じてその有効性が評価・検証されている。

第1章は序論であり、多目的最適化問題の概要と特徴を述べ、それを支援する人間・機械協調システムを構築するという本研究の目的について述べている。

第2章では、関連研究の動向を概観し、従来技術の問題点を整理することで、ユーザ意図に沿った最適解の導出と、得られた解の効率的なカスタマイズが未解決の課題として残っていることを示している。

第3章では、その問題を解決する新しい方法論として対話空間遷移「TRABIS」のコンセプトを提案している。ユーザ意図の伝達の重要性を述べ、ユーザが計算機システムと対話するインタフェースとなる3つの対話空間を定義している。また、「TRABIS」を実現する

数学的枠組みとそれをさらに強化する「意図直線法」を説明し、各空間を遷移することの意味と実現性について示している。

第4章では、線形計画問題の代表例として上水道の運用計画問題に提案手法を適用した応用事例について述べている。対話型計画システムの試作・評価を通じて、3つの空間を通して解をカスタマイズするための設計自由度が確保されることと、最適化のための計算量の削減の両立を実現できることを検証している。本システムはすでに現場で実用されており、その有効性も確認されている。

第5章では、非線形計画問題の代表例として、多数の衛星によって形成される無線通信ネットワークを対象として通信時間と経路の割当運用計画の立案に提案手法を適用した事例について述べている。特にユーザが直接的に理解できる解空間内での対話を可能とするユーザインタフェースを充実させ、他の対話空間とも合わせて計画者が解をカスタマイズするための設計自由度を高めている。また、本論文で提案した意図直線法は汎用性があり、重み法に比べてもユーザが所望する解に直接的に辿りつける可能性が高いことを確認している。

第6章では、提案手法の意義について、上記の2つの応用事例への適用結果を俯瞰することで考察し、TRABIS コンセプトによる対話型計画立案システムは、特に緊急時における選択肢提示とそこからの選抜の支援や What-if 解析において有効性が高いものとして特徴付けている。

第7章は結論であり、提案した方法論の特徴と検討の結果得られた知見をまとめ、今後の課題と展望を述べている。

以上要するに、本論文は、多目的計画問題において、ユーザ意図に沿うように解を効率的にカスタマイズできる人間・機械協調計画システムの実現に向けて、ユーザが対話空間を自由に選択して利用できる環境を提供する対話空間遷移のコンセプトを提案し、現実的な問題への応用を通してその有効性を検証したものであり、宇宙工学・情報工学上貢献するところが大きい。

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。