

# 琉球大学学術リポジトリ

## A Study on Petri Net-based Formulation and Iterative Optimization for Integer Linear programming

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学 公開日: 2019-05-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 天願, 健 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/44478">http://hdl.handle.net/20.500.12000/44478</a>

平成31年2月14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 名嘉村 盛和  
副査 氏名 玉城 史朗  
副査 氏名 姜 東植



学位（博士）論文審査及び学力確認終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び学力確認を終了したので、下記のとおり報告します。

記

申請者	氏名 天願 健	生年月日
現住所		
成績評価	学位論文 <b>合格</b> 不合格	学力確認 <b>合格</b> 不合格
論文題目	A Study on Petri Net-based Formulation and Iterative Optimization for Integer Linear Programming	
審査要旨（2000字以内）		
<p>最適化問題は計算機科学やオペレーションズ・リサーチにおいて、長らく活発に研究されて来ているが、近年、特に、IoT、ビッグデータ活用に関連する応用面での需要が高まり注目を集めている。また、最適化アルゴリズム研究の急速な発展と計算プラットフォームの進化もあり、NP困難な組み合わせ最適化問題の多くが実用的な時間で解けるようになってきている。</p> <p>しかしながら、数理計画による最適化では、対象問題を数式で表現する必要があるが、それは単なる数学の知識だけではなく、スキルの要素も要求されている。また比較的扱いやすい整数線形</p>		

(次頁へ続く)

計画問題であっても、大規模、複雑な問題は、実用的な時間で解けないという問題がある。

当該論文は、これらの二つの課題を解決するため、整数線形計画問題をペトリネットモデルから自動生成する手法と、整数線形計画問題として定式化された問題の近似解を効率良く求めるための手法を提案している。

整数線形計画問題の自動生成では、組合せ最適化問題を時間依存問題とそれ以外の問題に分類し、前者を時間ペトリネット、後者を自律ペトリネットのクラスでモデリングするものとしている。前者は順序関係を表す基本制約、競合解消を表す基本制約等をペトリネット構造から抽出し、線形一次等式と不等式を生成するものである。後者は、ペトリネットの状態方程式、発火条件等の基本制約や、発火カウントやマーキングの制限から抽出できる制約を組合せることで、多くの組合せ最適化問題の整数線形計画問題を生成できることを示している。具体例として、時間依存問題として生産システムにおける最適資源割当問題、一般的な問題として、ナップザック問題、グラフ彩色問題、巡回セールスマン問題等に適用し、その有用性を示している。

大規模、複雑な整数線形計画問題に対する解法の提案では、厳密解法とメタヒューリスティックスの機能を組合せたハイブリッド解法を開発している。与えられた整数計画問題のいくつかの変数を一つの実行可能解で固定することにより解空間のサイズを削減することで、厳密解法を用いて解を求めるものである。求められる解は原問題の最適解ではなく局所解の一つとなるが、固定する変数を、メタヒューリスティックスを用いて近傍探索をしながら解空間の削減、及び削減問題の最適化を繰り返すことで、より質の良い解を求めるものとなっている。

提案手法の基本性質として、「初期解として何らかの方法で実行可能解を利用すれば、それ以降の繰り返しでは必ず実行可能解が求まること」、「繰り返しが進んでも解の質は悪くならないこと」の二つの重要な性質が成り立つことを証明している。

また、繰り返し毎に固定変数を変更する際に、変更の幅を探索が進むにつれて狭めていく方法を提案している。さらに、初期段階で良質の解空間を見つけるために、線形緩和を用いて固定変数の初期値を改良する工夫も行なっている。

MIPLIB という整数線形計画問題のベンチマークテストデータのうち、解くことが困難という意味で hard とラベルづけされた問題を選択し、提案手法の処理時間と解の質を評価した結果、厳密解法が2週間以上要する問題に対しても90分程度で、誤差率10%未満の質の解を求めることができています。また、最適化処理内で固定変数変更の幅を変える手法、線形緩和で初期解を改善する手法とも探索の効率化に効果的であることを実験結果から示している。

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。さらに学力確認のための外国語筆記試験において優秀な成績を修めたので学力試験を合格とする。