

氏名	とみ い のり お 富 井 則 雄
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学位記番号	情 博 第 1 号
学位授与の日付	平 成 11 年 9 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	情 報 学 研 究 科 社 会 情 報 学 専 攻
学位論文題目	列 車 ダイヤ の スケジュールリングモデルとアルゴリズムに関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 上 林 彌 彦 教 授 石 田 亨 教 授 守 屋 和 幸

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、列車ダイヤのスケジューリングモデルとアルゴリズムを論じた結果をまとめたもので、6章からなっている。

第1章は序論で、本研究の背景と目的が述べられている。まず本研究の背景として、近年、鉄道は、自家用車、バス、航空機等の他交通機関との激しい競争にさらされており、このような状況のもとで鉄道が他交通機関との競争を制し、かつ高速大量輸送機関としての社会的責務を果たしていくためには、利用者にとって利用しやすく、効率的な輸送を実現できる列車ダイヤを提供していく必要があるという主張が述べられる。つぎに、列車ダイヤは鉄道会社にとって基本的な情報であるために、列車ダイヤ情報はその業務の多くの局面において出現し、それを扱うシステムも多岐に渡ることが述べられ、各種の列車ダイヤシステムを実現していくための重要な要件として、処理速度、汎用性、知的処理の3つに着目すべきことを主張している。

これらの3つの要件を満たす列車ダイヤシステムを実現するために、本研究の目的として、

- ・線区や駅の事情にとらわれない汎用的な列車ダイヤシステムを構築するための列車ダイヤのモデリング手法の提案
- ・複数の種類の列車ダイヤシステムで共通に用いることのできる汎用的な列車ダイヤモデルの構築
- ・知的な列車ダイヤシステムの構築
- ・列車ダイヤシステムのための高速アルゴリズムの構築

が掲げられている。

第2章は、基本概念で、本研究に関連する鉄道の設備、運転方法、運行計画等に関する基本概念が解説されている。

第3章では、ハイブリッドモデルに基づく列車運転整理シミュレーションで、列車運行が事故等によって乱された時の再スケジュールリングを行なうアルゴリズムを提案している。従来、運転整理アルゴリズムとしては、イベント駆動型のアルゴリズムや、ネットワーク型のアルゴリズムが提案されていたが、それぞれ、処理速度が遅いことや運転整理アルゴリズムの組み込みができない等の欠点を持っていた。本論文では、数理計画的手法であるPERTと人工知能的手法とを融合したハイブリッド型の運転整理シミュレーションモデルを提案している。そして、このモデルに基づいて運転整理システムを実際に構築することにより、従来の方式の欠点を解決した、高速で知的な運転整理シミュレータが構築可能になったことを実証している。

第4章では、確率的局所探索とPERTを組合わせた駅構内入換計画作成アルゴリズムによって、駅構内での車両の入換作業のスケジュール(構内入換計画)を自動的に作成するシステムについて述べている。構内入換計画の作成は、現在まで人手によって行なわれていたが、複雑な作業であるために多大な時間を要していた。本研究では、構内入換計画の作成問題は、ある種の有限資源プロジェクトスケジューリング問題として定式化できるものの、問題解決途中で問題の構造を動的に変化させる必要がある等の性質を有するため、従来の有限資源プロジェクトスケジューリング問題のアルゴリズムをそのまま用いることはできないことが示される。そして、この問題を資源の割当問題と資源の使用時刻決定問題の2つに分離するという方式が提案され、確率的局所探索とPERTを組み合わせた自動作成アルゴリズムを導入している。また、このアルゴリズム

ムを現実の駅の入換作業スケジュール作成問題に適用し、良好な結果が得られたことを示している。

第5章は、カラードペトリネットモデルによる列車ダイヤシステムのフレームワークとその応用についてまとめたものである。列車ダイヤを扱う各種のシステム（列車ダイヤシステム）に対して、汎用的に利用可能な、列車ダイヤシステムのためのフレームワークの構成方法を示している。フレームワークとは、「半完成品のソフトウェアアーキテクチャ」のことで、カスタム化に際して必要な部分だけを拡張するだけで、所望のアプリケーションが得られるものである。著者の提案したカラード・ペトリネットを用いて列車運行スケジューリングモデルに基づいた列車ダイヤシステムのフレームワークを提唱している。そして、このフレームワークを用いて、いくつかの列車ダイヤシステムを実際に開発している。その結果、コンパクトな列車ダイヤシステムが小規模の拡張のみで構築可能であったことが示され、この方式の有用性が実証されている。

第6章は結論で、論文の結論と将来の課題が述べられている。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、列車ダイヤのスケジューリングモデルとアルゴリズムに関して研究した成果をまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

(1) 列車運行が事故等によって乱された時のスケジュール変更案を作成するシステム（運転整理システム）について PERT と知識工学的手法を融合した方式を提案し、これらによって、高速で知的な運転整理システムが構築可能であることを実証した。

(2) 駅構内での車両入換作業のスケジュール（構内入換計画）作成を、ある種の有限資源プロジェクトスケジューリング問題として定式化し、それに対する PERT ネットワークモデルを考案した。この問題を扱うための確率的局所探索と PERT を組合わせた自動作成アルゴリズムを構築し、現実の問題に適用して良好な結果が得られることを示している。

(3) 列車ダイヤを扱う各種のシステム（列車ダイヤシステム）に対して、汎用的に利用可能なフレームワークを考案した。フレームワークは必要な部分だけを拡張するだけで所望のアプリケーションが得られる半完成品のソフトウェアである。カラード・ペトリネットによる列車運行モデルを提案し、それに基づくフレームワークを作成している。このフレームワークを用いて、いくつかの列車ダイヤシステムを実際に開発し、コンパクトな列車ダイヤシステムがフレームワークに対する小規模の拡張で構築可能であることを実証した。

以上、本論文は、非常に複雑な問題として知られている列車ダイヤのスケジューリング問題に関する実用的かつ汎用的なアルゴリズムを示し、それらを実用化したもので、学術的にも実用性の上でも極めて有意義であるといえる。

よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成 11 年 8 月 21 日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。