

25年 6月 17日

電子・情報 工学専攻		学籍番号	D063741	指導 教員	増山 繁
申請者 氏名	脇坂 賢				石田 好輝

論文要旨 (博士)

論文題目	利用者の利便性向上を目的とした鉄道システムのスケジューリングに関する研究
------	--------------------------------------

(要旨 1,200字程度)

本論文においては、鉄道システムにおいて、特に利用者の便益（利便性）の向上を目的として、(i) 終端駅部について運行本数の最大化、(ii) 列車間の乗り継ぎ時の移動について階段移動等を伴わず旅客がスムーズに乗り継げるようにするための列車のプラットホーム割り当て、および、(iii) 列車に万一遅延が生じた場合にも他の列車にその遅延が副次的に波及することを防ぎ定時運行を保つような停車時間配分、の3つの課題について、最適化問題としてモデル化し、現実の事例について適用した結果について論じる。

(i) について、列車の運行において、到着列車と出発列車の進路が干渉しやすいことや、列車の折り返しのために停車時間が必要なことなどから、終端駅が特にボトルネックとなる。このボトルネックを解消することを目的として、複線路線の終端駅を対象とする、駅における列車の発着スケジュールの自動作成について、0-1 整数計画問題として定式化する。さらに、2つの仮定を追加した場合について、多項式時間で計算可能な二部グラフ最大マッチング問題への帰着を示し、極めて短時間でスケジュールを生成できることを示す。また、北陸新幹線の開業や東北新幹線の北海道への延伸などにより、今後さらに増発の需要が見込まれる、東北新幹線東京駅の実例について提案手法を適用した結果について考察する。

(ii) について、利用客の立場で考えるとき、階段移動を伴うような列車間の乗り継ぎは好ましいものではない。列車の発着時刻が与えられたときに、各々の列車にどのプラットホームを利用させるかを決定する問題を列車発着プラットホーム割り当て問題という。利用客の乗り継ぎに関して同一の面上のプラットホームで乗り換えが可能である列車の組み合わせ数を最大とするような列車発着プラットホーム割り当て問題について、0-1 整数二次計画問題で定式化し、さらに、計算速度の向上のために、0-1 整数線形計画問題に変換する。また、本手法を、新幹線の博多駅、および、新大阪駅の実例について適用し、得られた結果について考察する。

(iii) について、列車の運行において、ある列車に遅延(一次遅延)が生じた際に、優等列車の追い抜きや単線路線における列車のすれ違いにより待たされる他の列車に遅延が波及してしまうこと(一次遅延に対して二次的に波及した遅延、以下二次遅延)が起こりうる。列車の運行においては、ダイヤの乱れ等突発的な事態に対応するべく、途中の停車駅において、最低限必要な時間を超える停車時間(以下余裕時分)が随所に配分されている。本研究では、他路線への接続などを考慮し、大域的に影響しない範囲において、余裕時分を適切に再配分し、二次遅延を生じにくい頑健な列車運行ダイヤを生成するアルゴリズムについて論じる。また、実在する3路線の事例について、提案アルゴリズムを適用した場合の運行ダイヤの評価と、遅延に関するシミュレーションを行い、遅延からの回復に関する提案手法の有用性を示す。

year month day
2013 6 17

Department	Department of Electronic and Information Engineering	ID	063741
Name	Ken Wakisaka		

Supervisor	Shigeru Masuyama
	Yoshiteru Ishida

A b s t r a c t

Title	Studies on Railway System Scheduling for improvement of Passenger's Convenience
-------	---

(800 words)

This dissertation addresses railway system scheduling that improves passenger's convenience. Specifically, the following three points are considered: (i) Maximization of the number of trains in a terminal station; (ii) Platform assignment of trains that reduces the number of transits including up and down of stairs; (iii) Stoppage time distribution that prevents the delay affecting other trains i. e. even if delay may arise on a train, it does not propagate to other trains and on-time services are maintained. This dissertation formulates these three subjects as optimization problems, which are solved for some actual examples.

(i) When a train operates, especially a terminal station may become a bottleneck. This is because: At a terminal station, courses of arriving and starting trains tend to interfere there, and the stoppage time of a train is required. Then, in order to dissolve this bottleneck, we formulate the arrival-and-departure schedule of the train in the station for the terminal station of a double-tracked route as a 0-1 integer programming problem. Furthermore, we show that transformation from the bipartite graph maximum matching problem to this problem is obtained in polynomial time in the case when two assumptions are added. In this case, a schedule is obtained for a short time. Moreover, the result of having applied this technique to the example of Tokyo station where demand of extra trains may be caused by extension of Tohoku Akita Yamagata Shinkansen line, Joetsu Shinkansen line and Hokuriku Shinkansen line are considered.

(ii) The transit between trains accompanied with movement through stairs is not desirable for a passenger. When the arrival-and-departure time of each train is given, the problem that determines which platform each train makes use is called Train Platforming Problem (TPP). This problem is formulated by a 0-1 integer quadratic programming problem that maximizes the number of combinations of trains that are on the platform of the same island. Furthermore, this problem is formulated to a 0-1 integer programming problem for improvement in calculation speed. Moreover, results obtained by applying this formulation to examples of Hakata Station and Shin-Osaka Station of the Shinkansen line are considered.

(iii) In operation of a train, when delay (primary delay) arises on a certain train, it may affect other trains following or kept waiting by crossing of a train i. e. secondary delay is caused. In operation of a train, in order to cope with the unexpected situations, such as disorder of a diagram, at an intermediate stop station, the stoppage time (margin time) exceeding indispensable time is distributed. In consideration of connection with

other routes, etc. , in the range that does not influence globally, margin time is re-distributed appropriately and the algorithm that generates the stout train operation diagram that does not cause secondary delay easily is discussed. Moreover, the usefulness of the proposed technique about recovery from delay is demonstrated by simulations on actual three examples.