

名古屋大学工学部 正 員 ○林 良嗣
 東京大学工学部 正 員 中村英夫
 東京大学工学部 学生員 横谷博光
 東京大学工学部 学生員 大島邦彦

1. はじめに

地域計画の分析を行うにあたり、交通条件が重要な要因であることは周知の通りである。そのうち鉄道による地域間の交通所要時間を求めるために従来から種々のネットワーク計算モデルが開発されてきた。しかしながらこのような従来の手法のほとんどは、首都圏のような広域の鉄道ネットワークに対してそのまま適用しようとする、膨大な計算機容量および計算時間を必要とした。これは従来の経路探索手法が主として最短経路の計算を中心としたものであり、また鉄道ネットワークの構造の特徴が十分に検討されていなかったことなどにより、必要以上に複雑なネットワーク探索が行われる傾向があったためと考えられる。本研究は、従来のように実際のネットワークをそのままの形で探索することと避け、ネットワークを階層的に再構成することにより、大規模鉄道ネットワークを効率的に解く手法の構築を行うものである。

2. ネットワークの構成方法

鉄道ネットワークでは乗換えが存在するという点で他と異なる特徴であるが、この乗換えは各々に仮想的なリンクを対応させてもとのネットワークに付加することにより処理される。従来の手法でこの作業を全ネットワークに対して同時に行おうとするものが多く、そのためできたネットワークはもとのネットワークの数倍の規模となり、首都圏のような大規模ネットワーク（駅数約800）への適用は困難であった。

本研究における階層的なネットワークの構成方法を模式的に示したものが図1である。従来の手法ではネットワーク上の全ての駅を同等に扱っていたのに対し、本研究ではこれを分岐駅（別線との交差駅及び始発・終着駅）及びそれ以外の駅とに階層化し、これに応じて次のような2段階のネットワーク構成を行う。即ち2つの分岐駅にはさまれた区間毎に従来と同様の方法でネットワークを構成したアプローチネットワーク、及び分岐駅間を列車種別毎に1本のリンクに統合して得られる分岐駅ネットワークという2つに階層化し、各々について経路探索を行ってその結果を駅間所要時間テーブルとして計算機内に蓄えておく。なお、本研究ではネットワークの構成を考慮してアプローチネットワークにはDP型のアルゴリズムを、分岐駅ネットワークにはMoore型のアルゴリ

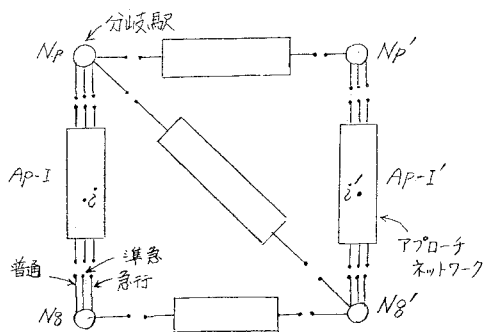


図1. 階層モデル説明図

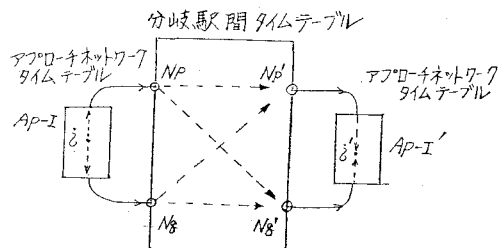


図2. 階層モデルによる経路探索の過程

ズムを用いて計算を行った。

3. 経路探索の方法

先に述べたような2段階のネットワークを用いて任意の2駅間の最短経路を求める過程を概念的に示したものが図2である。図において任意の2駅*i*、*j*間の最短所要時間を求める場合、まず*i*、*j*それぞれの属するアプローチネットワークの所要時間テーブルより最寄の分岐駅までの所要時間を求める。この際、同一路線に複数の列車種別を有するので、これらの乗換えも考慮して最短経路の厳密性を保証するためには通常の経路探索よりも複雑なアルゴリズムを必要とする。本研究ではこのような厳密解を与えるための解法のみでなく、例えば分岐駅間には必ず最速列車を用いるなどの仮定の下に一定の誤差範囲内で計算時間の大幅な短縮を図るための近似解法もいくつか開発している。

4. 従来の手法との比較

本研究では、首都圏の全線道ネットワークの約1/4に相当する部分について、従来の手法(Dijkstra法)をそのまま適用した場合と階層モデルを用いた場合についてそれぞれ計算を行った。図3はこので用いたサンプルネットワークを、図4はこれより構成した分岐駅ネットワークをそれぞれ画像出力したものである。

結果は表1及び表2に示す通りであるが、近似解法ではかなり小さい誤差範囲内で大幅な計算時間の短縮が可能であることがわかる。

通常の地域分析においては数分の誤差ならば無視できる場合がほとんどであることを考えると、本研究による解法は十分実用に耐えるものであると考える。

5. 結語

本研究の成果を要約すると以下のようになる。

- (1) ネットワーク計算が効率化され、大規模鉄道ネットワークへの適用が可能となった。
- (2) 地域計画の分析の精度に応じて柔軟に対応できる計算アルゴリズムを用意することができた。
- (3) ネットワーク構成が容易であり、路線変更などの代替案に対し柔軟に対応することが可能となった。

なお、本研究ではIBM System 370 Model 158を用いている。
最後に、計算を進めるにあたり日本IBMの松家、杉本の両氏には大変お世話になった。ここに記して感謝の意を表する次第である。

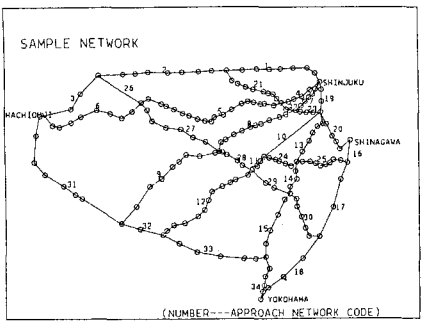


図3. サンプルネットワーク(駅数188)

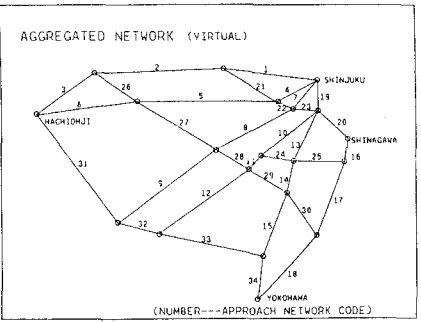


図4. 分岐駅ネットワーク

	従来のモデルによる計算時間	階層モデルによる計算時間
全駅→全駅	9分09秒	6分47秒
全駅→新宿	9分09秒	0分05秒

表1. 厳密解法と従来の手法との比較

	計算時間	精度
従来の手法	9分09秒	(厳密)
Model-1 (分岐駅間最速)	2分43秒	$m = 1.9$ 分 $\sigma = 2.66$ 分 MAX = 10分
Model-2 (分岐駅間、アプローチネット共に最速)	0分37秒	$m = 2.1$ 分 $\sigma = 2.73$ 分 MAX = 10分

(*m*: 誤差絶対値平均, σ : 標準偏差)
(MAX: 誤差の最大値)

表2. 近似解法と従来の手法との比較