

ITSにおける時変動的車両ルーティング

申請中 日本大学生産工学部 ○ 杉山 清史
Nihon University Sugiyama Kiyohumi
01205220 日本大学生産工学部 篠原 正明
Nihon University Shinohara Masaaki

1 はじめに

今日、情報化社会においてITS(*Intelligent Transport Systems*: 高度道路交通システム)の構想や、発展の傾向は右肩上がりである。特に、このITSに対応した車両におけるサービスには大変目を見張るものがある。

本研究ではその中のカーナビゲーションのルーティングシステムとして、時間変化する交通量を考慮し、時間的な拡張ネットワークを用いたDijkstra法に基づく厳密的な解法を提案し、モデルを使って検証をする。

2 ルーティングの種類

2.1 静的ルーティング

様々なネットワークにおいて、出発点から目的地までの最適な経路を選択することをルーティングという。但しネットワークにおいては、必ずトラフィック量が存在する。静的ルーティングとは、このトラフィック量つまり、リンク通過時間等のリンク特性が一定であるネットワークにおけるルーティングのことである。

本研究で取り上げているITS車両に焦点をあてたネットワークにおいては、交通量をトラフィック量と捉えている。

2.2 動的ルーティング

動的ルーティングとは、静的ルーティングのネットワークにおけるトラフィック量が、時間とともに変化する場合を考慮した、ネットワークルーティングである。

このように動的なリンク重みの変化を与えることで、より現実的なモデルが作れるので実用的な考え方ができる。この動的ルーティングは、通信ネットワークの分野において、すでに実用化されているが、超高速でネットワーク自体を通過するので、リンク重みが発生するルータ間を通過する間には、リンク重みが増加するとは考えにくい。よって動的ルーティングは、

時間帯毎に静的ルーティングを適用する多重静的ルーティングという概念で定義する。

従って本研究における動的ルーティングとは、この考えから時間帯幅が非常に大きい場合を意味している。例えば午前と午後といった場合が適当である。

2.3 時変動的ルーティング

ルーティング中にリンク重みが増加する事を考慮したルーティングスキームを時変動的ルーティングと定義する。車両単位での解析においては、通信パケットのように超高速でネットワークを通過するわけではないので、ノード間を移動中にリンク特性重みの変動が起こる場合が考えられる。よって動的ルーティングよりも時間帯幅を細かくとって考える。

ITS車両における、ナビゲーションルーティングシステムでは、このような時変動的リンク重みを考慮する必要がある。

3 拡張ネットワークによる時変動的ルーティング

時変動的ルーティングを次ページの図1に示す拡張ネットワークモデルを用いて、静的ルーティングとして扱うアプローチを提案する。

ここではノード4つ、リンク数5つの単純モデルを使い、 $t=0\sim 5$ の時間帯での変化をみる。時変動的な重みを $t=0\sim 5$ でそれぞれ以下のように仮定し、異なる時間でのノード間を時間枝を用いてリンクさせる。

尚、時間が経過しても、現ノードから移動しない $S\rightarrow S$ のような場合は、その地点に滞在していることを表している。

以下の拡張ネットワークモデルからDijkstra法を適用してルーティングすると、最短のルートは $S\rightarrow\textcircled{1}\rightarrow T$ で $t=4$ 後に到着という結果が得られる。

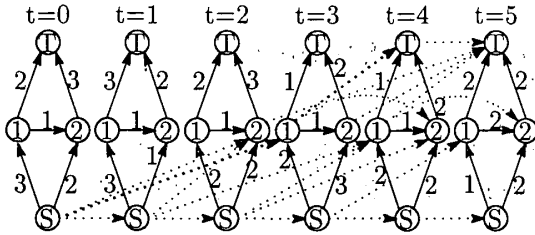


図 1: 拡張ネットワークモデルでの時変動的ルーティング

4 時変動的ルーティングの Dijkstra法探索アルゴリズム

拡張ネットワークで適用した Dijkstra 法によるアルゴリズムを整理し、大規模なモデルにも適用可能であるのかを検討する。

1. 全ノードに $+\infty$ の一時ラベルを添加する。
目的地点（終点）を決定する。
2. 出発地点（始点）を決定し、そこに一時ラベル“0”を添加する。
3. ネットワーク上の、添加された一時ラベルの中から最小値のラベルを選び、永久ラベルにする。
但しこの操作は、一時ラベルが存在し、 t の異なる終点集合（群）のうちどれか1つが永久ラベル化されるまで繰り返され、永久ラベル化された時点でアルゴリズムが終了する。
4. 選択されたノードをピボットとして、1ステップで進める各ノードまでの最短路ラベルの更新を行う。
但し、更新するラベル値がすでにラベル化された一時ラベルよりも小さい値の時だけに限る。
5. 操作3に戻る。

以上のアルゴリズムにより、目的地点集合の中ではじめに永久ラベル化されたノードが、そのモデルにおける最短路を形成する終点となる。又、一時ラベル値 ($+\infty$ は除く) も永久ラベル値も、対応する時間値と同じであるため、更新処理も簡略化される。更に時間は戻りできない (タイムマシン禁止条件) ため、時間枝は時間軸方向にしかリンクされることはない。

また、時間枝だけのネットワークを考えると各ノード間での連結性が確認できる。この連結性をツリーで表現すると、以下の図2のようになる。これは根から遠ざかる、深くなるほど時間が経過していることを示している。

以上のことから、先に述べた最初に永久ラベル化された目的地点までが最短路になることがわかる。

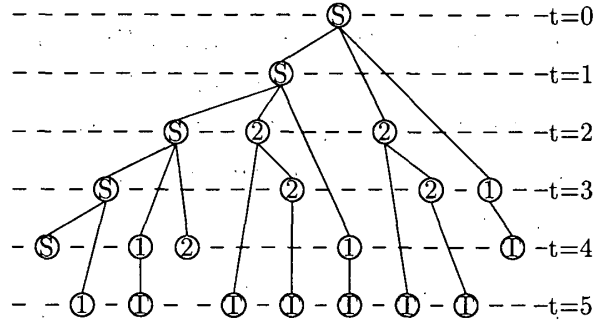


図 2: 連結性を示すツリー表現

5 まとめ

変化する交通量を拡張ネットワークを用いることによって、静的ネットワークとして捉えることができた。そして拡張ネットワーク上で Dijkstra 法を適用することにより、時変動的ルーティングに対する求解アルゴリズムの可能性と有効性を確認することができた。またこのときの拡張ネットワークは時間枝でリンクされたノードだけを連結させたネットワークが適切である。

6 今後の発展

今回のモデルでは車両の追い越しが可能になっているが、追い越しを禁止した場合のモデルで検討したいと思う。

現実性を追求すべく発展の形としてモデルの複雑化をする。その過程で、無向ネットワークとしての展開を試みる。これにより U ターンの進路変更が可能となり、より現実性が増してくると考える。

加えてリンクが貼れない時間帯、つまり通行止めなどの時間帯を条件とした設定、主要道路と裏道といったリンク重みの設定も検討する。

参考文献

- [1] 篠原 正明 「回路網諸問題の代数構造とその算法—特に最短路問題について—」 1973 年度 日本オペレーションズ・リサーチ学会 秋季研究発表会, 2-3-10, pp137-138