

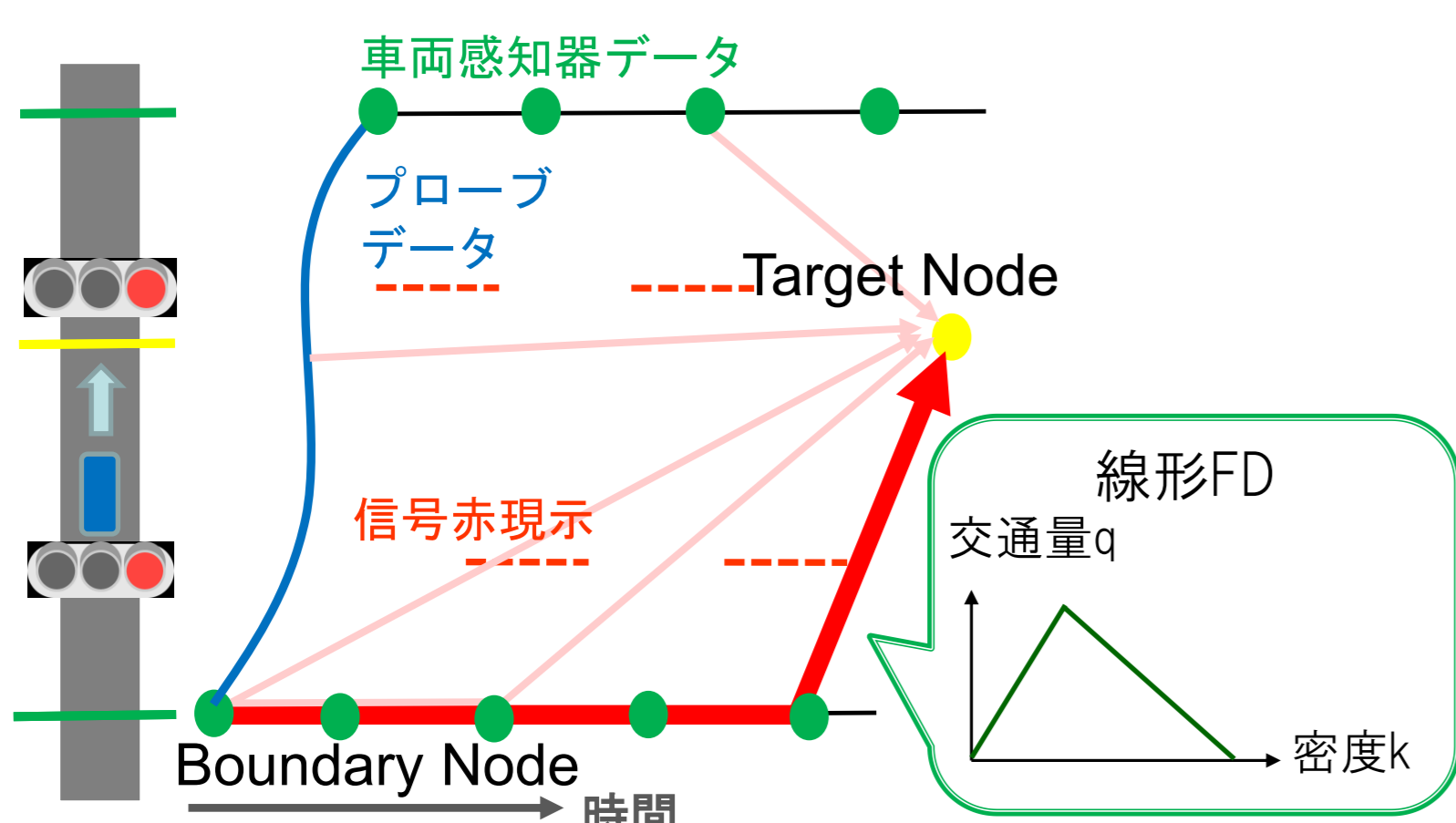
入力データの確率変動を考慮した交通状態推定

東北大学大学院 情報科学研究科 人間社会情報科学専攻
Infrastructure Planning Division, Graduate School of Information Sciences, Tohoku University
空間計画科学研究室 高安杏奈
<http://www.plan.civil.tohoku.ac.jp/kuwahara/index.php>

1. 従来の交通状態把握手法における課題と本研究の目的・アプローチ

交通流モデルの一つであるVariational Theory(VT)を用いることで、車両感知器による通過車両台数データやプローブカーなどの移動データを入力データとして車両軌跡を求める方法は信号制御など様々な研究に応用されてきた。しかし、従来のVTでは、車両感知器の検知誤差や個人の運転挙動の違いといった確率変動を考慮していない。これらの変動は非線形現象である交通流に大きな影響を与える可能性がある。よって本研究では、入力データの確率変動が交通状態に与える影響を解析的に明らかにする手法を提案した。

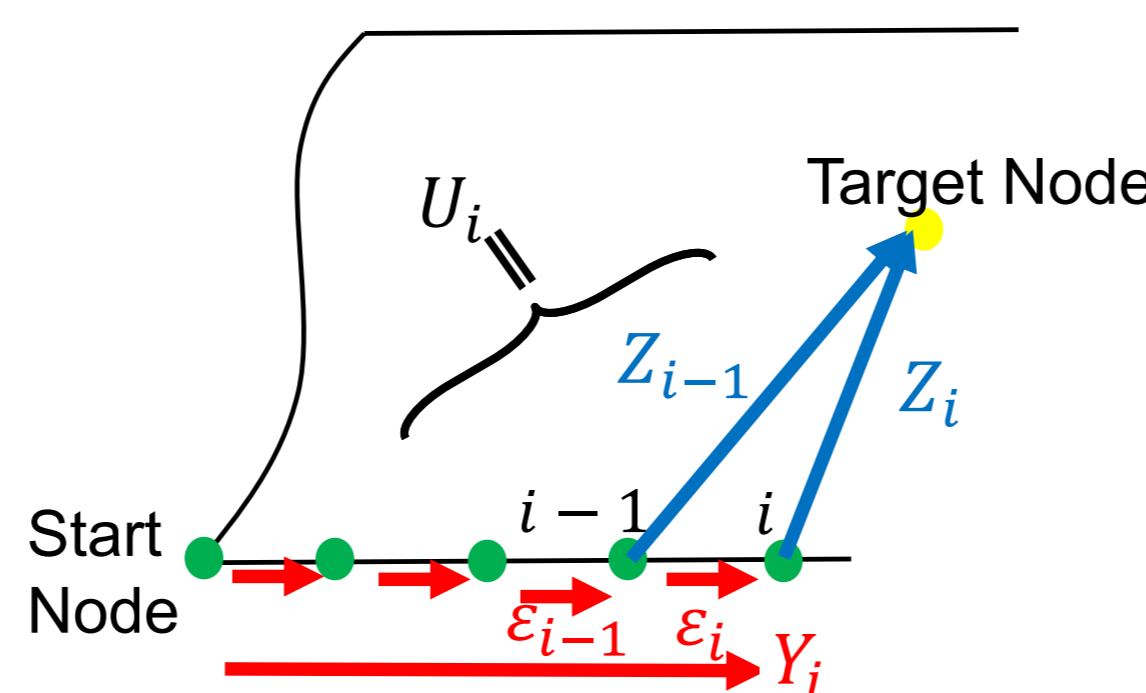
VTを用いた交通状態推定



上図ネットワークのBoundary NodeからTarget Nodeまでの全経路最短経路費用を求めることで、Target Nodeの累積交通量が求められる。求めたい範囲の全ノードの累積交通量を求めることで車両軌跡を描くことができる。

ネットワークのリンクコストは運転挙動を表現できる線形Fundamental Diagram(FD)を用いて求める。

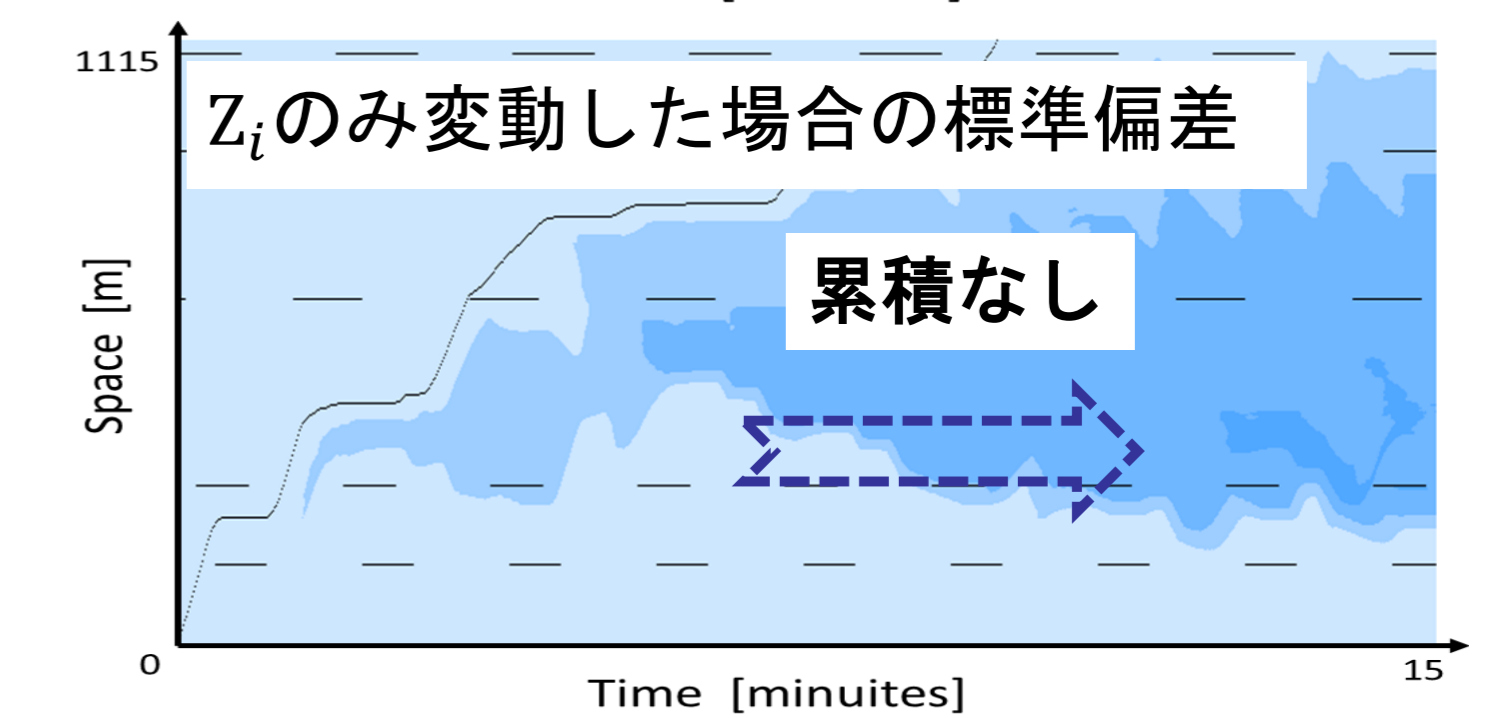
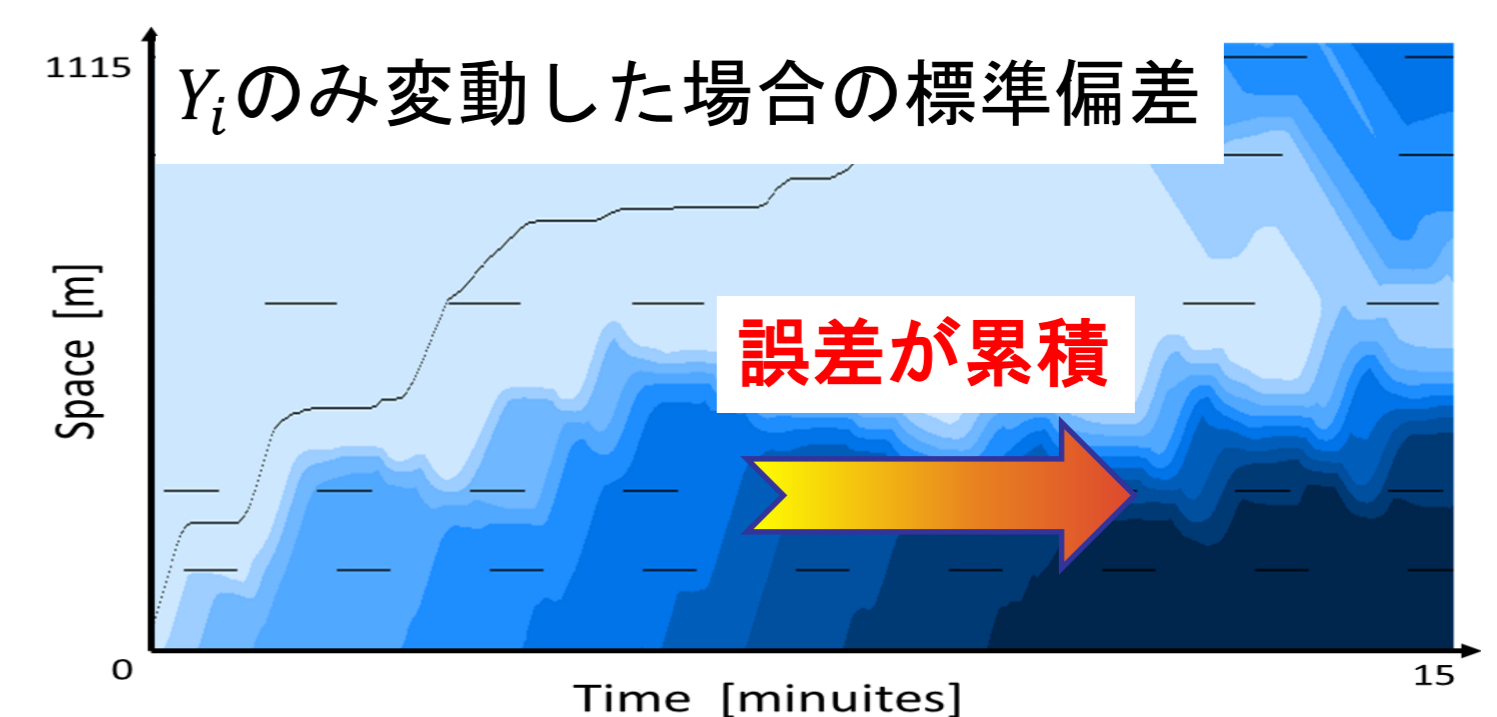
本研究における入力データの確率変動の考慮方法



入力データの変動をネットワークのリンクコストの確率変動として、ネットワーク上の特徴から2つに分けて考える。

- ・需要変動, 車両感知器の検知誤差 = Boundaryの変動(上図 Y_i)
- ・個人ごとの運転挙動の違い = ネットワーク内部(FD)の変動(上図 Z_i)

需要変動や検知誤差といったBoundaryの変動は、過去の誤差が累積して、誤差がどんどん拡大していく。(右図:交通流シミュレーション結果)



よって、Boundaryのリンクコスト Y_i は独立な変動をする単位リンクコスト $\epsilon_1, \dots, \epsilon_i$ を足し合わせたものであると考える。

2. 入力データの確率変動を考慮した交通状態推定モデルの理論解析と精度検証

需要変動や車両感知器の検知誤差といった累積する誤差と個人ごとの運転挙動の違いのような独立な誤差を同時に考え、厳密な解析解を求めることは非常に困難である。そこで、本研究では入力データの変動を全て正規分布であると仮定し、Clark近似法を用いることで、求めたい累積交通量の期待値と標準偏差の近似値を求めることに成功した。そして、追従モデルを用いた一般的な交通流シミュレーションと比較した結果、その近似精度は十分に高いことが判明した。

理論解析における課題と解決策

Target Nodeの累積交通量を求めるには、 $U_i = Y_i + Z_i$ の最小値が必要である。今回は Y_i, Z_i が確率分布なので、 U_i の最小値分布を求める必要がある。計算の都合上、 Y_i, Z_i を正規分布に従うと仮定する。

Y_{i-1} と Y_i の相関が無い場合は、 U_{i-1} と U_i が同じ正規分布に従うと仮定することができ、Logit Modelとなり解析解が求められる。

しかし、実際には、 Y_{i-1} と Y_i には相関がある為、 U_{i-1} と U_i は違う正規分布に従う。このような場合は U_i の最小値分布を求めるのは困難である。

そこで、Clark近似を用いることで、 Y_{i-1} と Y_i の相関を考慮してTarget Nodeの累積交通量を求める。

Clark近似は2つの正規分布に従う確率変数の最大値を新たな正規分布に従う確率変数として近似する手法である。これを用いて、 Y_i と Z_i の変動をまとめて考える。

本研究の提案手法の精度検証

交通流シミュレーションとによって求められた累積交通量の期待値・標準偏差との比較により、精度は十分に高いことが判明した。

提案手法で求められた累積交通量から交通流率など別の評価指標への転換も可能である。

