

ベイジアンネットワークを用いた都市内高速道路における突発事象検知モデルの構築

Development of Incident Detection Model in Urban Expressway Using Bayesian Network

指導教授 轟 朝 幸 川 崎 智 也 0108 野 村 大 智

1. はじめに

都市内高速道路では、安全かつ円滑な交通管理や、利用者への正確な交通状況の情報提供を目指し、リアルタイムな交通流シミュレーションなどの交通管制システムにより、数時間先の交通状況予測が行われている。しかしながら、現在の交通管制システムの事故などによる突発事象の検知率は低く、交通管制官らの経験に基づいて突発事象の検知をしているのが実情である。

交通管制システムによる突発事象検知を高精度に行うため、Zhang ら¹⁾は豪州の高速道路を対象とし、検知対象区間で発生した突発事象をその前後の交通状況から自動で検知する仕組みをベイジアンネットワーク（以下、BN）により構築している。西内ら²⁾は、上述の Zhang らの研究を参考に、首都高速道路の車両感知器データを用いて、代々木入口付近を対象として突発事象発生時の交通状況も検知可能なモデルを BN により構築した。しかし、西内らが検知できた突発事象件数は全件数の 40% 程度であり、突発事象検知の精度を向上させることを課題としている。

そこで本研究では、西内らが構築したモデルによる突発事象の検知率向上を目的とする。具体的には西内らが構築したモデルをもとにデータセットの見直しや新規ノードの追加などを行う。それにより、突発事象発生後の処理対応の高速化が期待され、交通管制官の意思決定を補助することができる。

2. 研究の方法

本研究で提案する突発事象検知モデルでは、BN を用いてモデル構築を行う。BN とは、複数の確率変数間の定性的な依存関係をグラフ構造で表し、個々の変数間の定量的な関係を条件付き確率で表す確率モデルである。条件付き確率の分布は、蓄積されたデータの学習により推定される。本研究では、Zhang らや西内らの構造を参考に交通量、速度、占有率などの変数を図-1 のようなネットワーク構造とした。

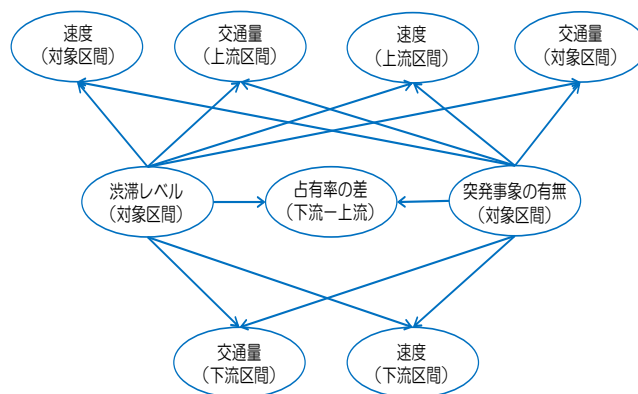


図-1 突発事象検知モデルの構造

3. 研究対象路線と使用データ

本研究では、西内らの研究と同様に、首都高速道路 4 号線上り（図-2）を対象としてモデルの精緻化を行う。これは、首都高速道路の中でも事故発生件数が比較的多とされるためである。

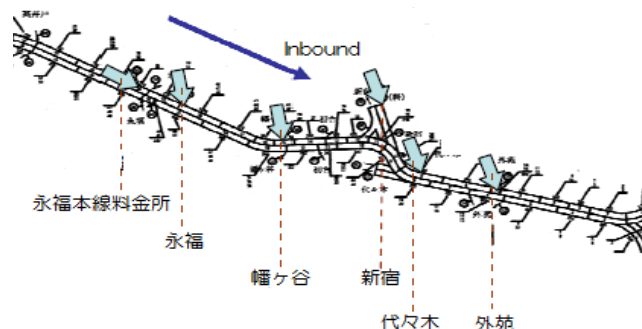


図-2 首都高速道路 4 号線の概要

使用データとして、2006 年 6 月から 2007 年 3 月に記録された車両感知器データを用いる。車両感知器データは、交通量、速度、占有率、突発事象の有無などの交通情報データが 5 分刻みで記録されている。BN にて突発事象の発生確率を推定するための学習用データは、2006 年 6 月 1 日から 2007 年 3 月 21 日までに収集されたデータを用い、2007 年 3 月 22 日から 3 月 31 日までのデータを、構築したモデルの精度検証用データとした。

4. モデル構築と精度の検証

(1) モデル構築に用いるデータについて

BN の各ノードの変数は離散値を取る。よって、モデルを構築するにはデータを離散化する必要がある。しかしながら、その組み合わせ数は膨大であ

る。よって、本稿の離散化では、交通量、速度、占
有率について、平均値から標準偏差ごとに区分され
るような離散化など、多面的な方法により離散化を
試みた。

西内らの研究では、検知対象区間以外で発生した
突発事象が原因による事故渋滞も検知対象としてい
た。しかし、それは現象として自然渋滞と特徴が同
じであるため、対象区間の上下流区間の違いを参考
にする本モデルでは、その検知が困難である。そこ
で本研究では、検知対象区間で発生した突発事象を
検知対象とする。これは、検知対象区間をボトルネ
ックとする突発事象が発生した際に、その上下流区
間における交通状況の差異が大きくなると考えられ、
本モデルの変数設定より、それは本モデルが本来検
知しようとする事象であると考えたためである。

また西内らは、モデルによる検知対象の事象を事
故のみとしていたが、本研究では、検知対象区間
における事故以外の故障車や道路障害物などの突発事
象も交通渋滞発生の原因となり得ると考え、それら
も検知対象の事象とした。

(2) 本研究で構築したモデル

表-1 に、本研究で構築した各モデルを示す。

表-1 構築したモデル

モデル1	ベースモデル
モデル2	曜日(二値)を追加したモデル
モデル3	天候(二値)を追加したモデル
モデル4	事前(5分前)の情報を追加したモデル
モデル5	上流区間を2区間としたモデル
モデル6	下流区間を2区間としたモデル

モデル1は、モデル構造のみ西内らのモデル構造
(図-1)を用いて、離散化、検知対象区間、検知
対象事象を変更し、構築したモデルである。本研究
では、モデル1をベースモデルとする。これに、曜
日などの新たな要因を加え、モデル2から6までの
複数のモデルを構築した。

モデル2から4は交通流に影響するであろう要因
を追加した。さらに、モデル5は上流部の観測区間
を1区間から2区間に増やし、ボトルネックから延
伸する渋滞現象を捉えることを試みた。同様にモデ
ル6は、下流部の観測区間を1区間から2区間に増
やした。これは速度差などが発生しにくい渋滞流発
生時の追突などを再現するためである。具体的には、
交通流が流れている中、下流部の区間で渋滞流が
徐々に発生し、それがショックウェーブとなり上流

(3) 精度の検証

表-2は、西内らが構築したモデルと本研究で構
築した各モデルの検知率を比較した結果である。ま
た、表-3は、西内らが比較対象にした Chung らに
よる突発事象検知率の結果である。

表-2 事象状態検知精度

構築したモデル	事象状況発生件数	事象状態検知件数	検知率
西内らが構築したモデル	58件	23件	39.6%
モデル1	99件	61件	61.6%
モデル2	99件	58件	58.6%
モデル3	99件	57件	57.6%
モデル4	99件	60件	60.6%
モデル5	72件	47件	65.3%
モデル6	98件	67件	68.4%

表-3 Chung らによる突発事象検知精度

構築したアルゴリズム	検知率
カリフォルニアアルゴリズム	62.5%
UCパークレーアルゴリズム	37.5%
首都高速道路アルゴリズム	41.7%
ニューラルネットワーク	50.0%

最も検知率が向上したのが、モデル6で約7%検
知率が向上し、68.4%となった。検知率の向上が見
られた理由は、速度差などが発生しにくい渋滞流発
生時の追突などの事象を下流区間を2区間としたこ
とでモデルが再現できたためと考えられる。

5. おわりに

本研究では下流区間を2区間したモデルが、約
70%の検知率となり、西内らの結果から約30%の検
知率向上を図ることができた。

今後の課題としては、他路線にもモデルの適用を
進め、モデルの精度を確認する必要がある。また、
検知対象区間で突発事象が発生しているが、上下区
間の交通状況に差が生じない事象を特異な事象とし
ている。これは、渋滞中に発生する追突事故などが
挙げられるが、その詳細も別途確認が必要である。

参考文献

- 1) Kun Zhang, Michael A. P. Taylor : Towards
universal freeway incident detection algorithms,
Transportation Research Part C, Vol. 14, No. 2, pp
68-80, 2006.
- 2) 西内裕晶, 割田博 : 都市内高速道路における交
通現象診断モデル構築のための基礎的検討, 土
木計画学研究・講演集, Vol. 47, CD-ROM, 2013.