

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率の推定

日本大学	学生員	○野村	大智
長岡技術科学大学	正会員	西内	裕晶
日本大学	正会員	轟	朝幸
日本大学	正会員	川崎	智也
首都高速道路株式会社	正会員	割田	博

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¹⁾。

しかしながら、現在の交通管制システムの突発事象検知率は低く、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率を高精度に行うために、Taylor ら²⁾ 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³⁾ は、上述の Taylor らの研究を参考に、首都高速道路の車両感知器データ（交通量、速度、占有率など）を用いて、代々木出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、突発事象が発生した全体の件数に対して 40% 程度であり、突発事象の検知精度を向上することが必要である。

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。それにより、突発事象発生時の交通状況をリアルタイムで検知することが可能となり、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もできる。

2. 研究の方法

本研究では、BN を用いてモデル構築を行う。

BN とは、交通量や速度などの確率変数をノードで表し、因果関係を持つノード間をリンクで表すネットワーク構造となっているモデルである。図-1 に本研究で用いるモデル構造を示す。

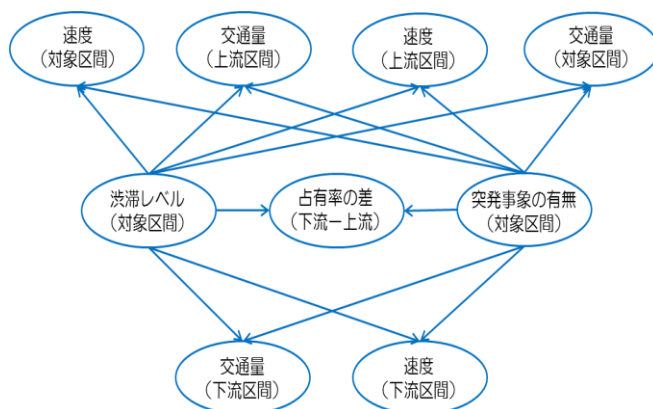


図-1 突発事象検知モデルのモデル構造

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 号線上りを対象としてモデルの精緻化を行う。同路線を対象とした理由は、首都高速道路の中でも 4 号線は事故発生件数が比較的多いためである。

本研究では、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。なお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、構築したモデルの精度検証用データは 2007 年 3 月 22 日から 3 月 31 日までのデータを用いた。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を 5 分刻みで記録しているものである。

4. モデル構築と精度の検証

(1) 本研究で構築したモデル

BN によりモデルを構築する際、前処理として

キーワード 交通管制, 突発事象, ベイジアンネットワーク

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1-744 日本大学理工学部社会交通工学科 運輸交通計画研究室

TEL 047-469-5219 E-mail : csda10108@g.nihon-u.ac.jp

入力データを離散化する必要がある。本研究では、標準偏差で観測データを区切るなどの統計的な処理により離散化したものから、観測データの最大値を区切りたい数で除するなど、様々な方法により離散化を試みた。

西内らの研究では、首都高速道路4号線上りの他区間において発生した突発事象により発生した交通渋滞もモデルによる検知対象としていたが、本研究では、他区間において発生した突発事象は対象とせず、検知対象区間で発生した突発事象のみを検知対象とした。これは、本研究で用いるモデルが上下区間において渋滞流と自由流が発生し、速度や占有率に差が生じるような突発事象の検知をする構造となっているためである。

また西内らは、モデルによる検知対象の事象を、事故を原因とする交通渋滞のみとしていたが、本研究では事故に加え、故障車や道路障害物などを原因とする交通渋滞とした。

(2) 精度の検証

突発事象の検知率の比較を本研究で構築した6つのモデルより行った。ここで、本研究において新たなノードの追加などを行うためのベースとなるモデルを用意した。西内らが構築したモデル構造(図-1)を用いて、本研究において最も検知率の良い離散化であったモデルをベースモデルとした。

ベースモデルでは突発事象を検知する際、突発事象の検知に遅れが生じていた。そこで、検知遅れを解消するために検知対象区間の上流部分を追加し、上流区間を2区間とすることで解消を図った。検知遅れは対象区間で渋滞流が発生しているか否かをモデルが判断できていないと考え、上流区間を加えることにより、渋滞流時の情報を増やして対応した。

また、検知対象区間において突発事象が発生しているものの、速度や占有率等が上下区間で差が出ないような特異な事象を検知するため、検知対象区間の下流部分を追加させ、下流区間を2区間とした場合のモデルを構築した。これは、下流区間とさらに下流区間との間で何らかの不都合が起き、速度などに差が生じた結果、検知対象区間で追突事故などが起きたと仮定したためである。

本研究で構築した曜日などの新たなノードを加えた場合のモデルがベースモデルと比べて約4%検知率が下がっている。検知率低下の原因は、新たな条件を加えたことにより、突発事象発生時における交通状況のサンプル数が減少したことによると考えられる。

一方、上流区間を追加した場合のモデルでは、ベースモデルと比較して約4%検知率が向上した。これは、ベースモデルで発生していた事象の検知遅れがある程度解消したためと考えられる。

最も検知率が向上したのが、下流区間を追加した場合のモデルで約7%検知率が向上し、68.4%の突発事象検知率となった。これは、ベースのモデルでは検知できなかった特異な事象を下流区間を追加することによって検知することができたためと考えられる。

対象区間で突発事象が発生しているものの、その上下区間の交通状況に差が生じていないのは、渋滞中に発生する追突事故などが挙げられるが、その詳細は別途確認が必要である。

5. おわりに

本研究では下流区間を追加した場合のモデルを構築し、その結果は約70%の検知率となり、西内らの結果と比較して約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していく必要がある。

参考文献

- 1)白石智良, 桑原雅夫, 堀口良太: リアルタイム予測交通量シミュレーションシステムの開発, 第30回土木計画学研究発表会講演論文集, CD-ROM, 2004
- 2)Kun Zhang, Michael A.P.Taylor: Towards universal freeway incident detection algorithms, Transportation Research Part C, Vol.14, No.2, pp 68-80, 2006.
- 3)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