

**「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」(平成30年度採択)
研究概要**

番号	研究課題名	研究代表者
No.30-2	交通流理論と AI 学習による非日常の発見とアラート発信	東北大学 教授 桑原 雅夫

本研究では、交通流理論と AI 学習を用いて、移動体データと気象・地形データ等を融合解析し、リアルタイムに非日常の「発見」と「事前アラート発信」を行う手法を開発した。さらに、非日常の発見と事前アラートに関する個別開発技術はリアルタイム可視化システムに組み込み、インターネット経由で管理者にリアルタイムに情報を提供できる仕組みを構築した。

1. 研究の背景・目的

本研究は、交通流理論と AI 学習を用いて、移動体データと気象・地形データ等を融合解析し、リアルタイムに非日常の「発見」と「事前アラート発信」を行う手法を開発するものである。対象とする非日常は、災害時の道路損傷、豪雪時の車両スタック、冠水等を中心として、その発見と事前アラートについて研究開発を行なう。非日常の発見と事前アラートに関する個別の開発技術はリアルタイム可視化システムに組み込み、インターネット経由で管理者にリアルタイムに情報を提供できる仕組みを構築する。

2. 研究内容

研究全体を「①非日常の発見」、「②非日常の事前アラート」、「③リアルタイム可視化システム」という3つのタスクに分け、交通、気象、画像処理、計算技術、地理情報およびプローブデータ収集組織という幅広い専門家を各タスクに配置した。

「非日常の発見」の技術開発としては、Uターン、方向変更、速度変化等の特異な車両挙動に基づいて、局所的な非日常を抽出する方法と、広域的な非日常を発見する手法について、手法の提案と精度検証を行った。また、ドラレコ画像による冠水、落下物、事故等の検出手法について事象の発見精度の向上を図った。

「非日常の事前アラート」については、降雪による車両スタックについて、全国適用を狙ったアラート手法と、局所的なスタック危険性をアラートする手法を提案し検証を行った。また、広範囲の土砂災害危険箇所を抽出するアルゴリズムを提案し、処理の高速化を図った。

これらの個別開発技術は、「リアルタイム可視化システム」に組み込み、インターネット経由でリアルタイムに情報発信するシステムを構築した。本システムは、道路管理者に複数回の試用をお願いし、実務に活用できるシステムとすること心掛けた。

3. 研究成果

「非日常の発見」の技術開発としては、プローブデータを用いたUターン検出による道路損傷の発見を提案して北海道胆振東部地震に適用し、中山間地における発見についての可能性を確認した(図1)。しかし、熊本地震のような都市部においては、Uターンが平常時から数多くみられ非日常の発見に効率的につながらないという問題が見つかったため、車両の進行方向と速度変化をメッシュ単位で観測して非日常を発見する手法を合わせて開発し、熊本地震後の状況に適用して検証を行った。



図1 Uターン検出箇所例
(北海道胆振地震時)

また、数キロ四方を対象とする広域エリアにおける非日常を発見する手法について、MFDを用いた手法開発と仙台市を対象とした検証を行うとともに、2次元ネットワーク上の交通モニタリングについても、状態空間モデルを用いた手法の拡張と適用実験を行った。

ドラレコ画像解析については、大きな人的労力を必要とする教師画像のラベル付けの省力化のために、教師画像の半自動生成技術の開発を行った。また、事象抽出アルゴリズム改良、車両輪郭抽出手法の提案を行い、道路冠水、落下物等の検出精度の向上を図った(図2)。



図2 道路上の落下物検出例

「非日常の事前アラート発信」については、降雪による車両スタックについて、全国適用を狙ったアラート手法を決定木により行い、豪雪地域だけでなく雪の比較的少ない地域に対しても適用可能なアラートの閾値を設定した。一方、局所的なスタック危険性をアラートする手法の構

築もあわせて行い、プローブ速度、台数、降雪量、気温などの説明変数を用いた状態空間モデルを提案し、61か所のスタック事象に適用して検証を行った(図3)。

さらに、豪雨による土砂災害危険個所を抽出するアルゴリズムを、地形と土壌雨量指数を用いて提案し、全国の土砂災害のアラート発信が可能となるよう計算の高速化を図った(図4)。

以上の個別開発技術は、「リアルタイム可視化システム」(図

5)に組み込み、リアルタイムで交通状況、気象状況を提供するとともに、1kmメッシュ単位の特異な交通状況、車両スタックや土砂災害のリスクを、インターネット経由で事前アラートするシステムを構築した。リアルタイム可視化システムは、道路管理者に複数回の試用をお願いし、実務ニーズを把握しながら実用できるシステムとすること心掛けた。

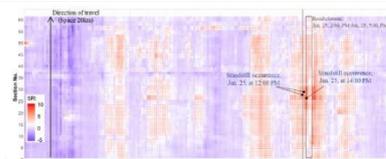


図3 時空間上の局所的なスタックリスク評価例



図4 土砂災害リスクの表示例



図5 リアルタイム可視化システム

4. 主な発表論文

1. Shogo Umeda, Yosuke Kawasaki, Masao Kuwahara, Akira Iihoshi, Risk evaluation of traffic standstills on winter roads using a state space model, Transportation Research Part C, 125, 2021.
2. Yosuke Kawasaki, Yusuke Hara, Masao Kuwahara, Traffic state estimation on a two-dimensional network by a state-space model, Transportation Research Part C, 113, 2020.
3. Le Trung Nghia, Akihiro Sugimoto, Shintaro Ono, Hiroshi Kawasaki, Attention R-CNN for Accident Detection, 2020 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV2020), 2020.
4. 森本裕治, 吉井稔雄, 坪田隆宏, AIを用いたネットワーク交通流ブレイクダウン発現予測モデル, 第61回土木計画学研究発表会, 2020.
5. 丹治和博, 桑原雅夫, 梅田祥吾, 堀口良太, 飯星 明, DOMINGO プロジェクトとリアルタイムモニタリング・アラートシステムの開発—大雪時の道路交通障害の検知に向けて—, 雪工学会誌 2020年7月号, 2020

5. 今後の展望

1. 継続的な開発技術の検証
本研究で開発した技術は、研究期間内にも検証を行ってきたが、災害の種類、日時、場所を網羅したより多くの検証が必要と考える。継続的な検証の蓄積は、本研究で開発した技術の改善のためだけでなく、これから行われるであろう災害関連の研究開発にも大いに役立つと思われる。
2. 継続的なデータ蓄積
災害などの非日常事象は、災害の種類、日時、場所によって状況が変化するので多くのバリエーションがある。一方、平常時の事象に比べればきわめて稀有な事象であり、関連データの継続的かつシステムティックな蓄積が必要と考える。
3. 研究開発フェーズから実用化への移行
新道路技術開発の性格上、本研究では学術研究だけではなく、実務に利用できる技術開発を心がけてきた。しかしながら、開発技術を実務利用してもらうためには、利用者との調整、技術検証の蓄積、システム故障対応など、多くの課題が残されており、実用化への移行のためには、行政の支援をいただきたい。

6. 道路政策の質の向上への寄与

1. 地震、豪雪といった災害に対して、非日常を早期に発見するとともに、そのリスクを事前にアラートすることは、安全で迅速な避難支援、通行規制や情報提供、道路復旧、救命救急、支援物資輸送に貢献する。特に、近年頻発している豪雪時の車両スタックによる長時間の通行不能に対して、そのリスクを事前にアラートするシステムは、予防通行止め、除雪、融雪剤散布などのスタック防止策について、行政の意思決定に貢献する。
2. 道路管理者との緊密な連携をとりながら研究開発を進めてきており、地域特有のニーズに合致するようにカスタマイズすることで、比較的短時間で道路管理業務や運送事業に利用できるシステムである。

7. ホームページ等

リアルタイム可視化システム <<https://trafficscope.info/test2020snow/>>