

AIを活用した冬期道路の視程障害レベルの自動判別

重度な視程障害の予測手法の検討

キーワード：AI, 冬期道路, 視程障害, 予測手法, 気象ビッグデータ

東北インフラマネジメント技術部 きたむら北村 けいたろう啓太郎・おちあい落谷 たつや達也・にしむら西村 しんや普也

はじめに

積雪寒冷地の山岳道路は、冬期の地域間連携を支援する重要な交通ネットワークとして機能しています。しかし、一般に延長が長く、一旦山岳地帯に進入すると転回や迂回が困難となるため、スタック等が発生した場合には大規模な交通障害を招くおそれがあります。冬期にいかにも道路機能を維持するかは難しい課題ですが、防災や社会経済への影響緩和の観点から、近年、雪害に対する予防的な注意喚起の必要性が高まってきています。

冬期道路の走行環境を悪化させ、スタック等の要因となる雪害の一つが視程障害です（図1）。主に地吹雪や飛雪に起因する視程障害は、気温や降雪強度等の気象要素に加え、雪堤高^{*1}や土地利用等の地理的要素も関係するため、発生メカニズムは複雑です。特に山岳道路の場合、年や時期によって気象条件、積雪・堆雪環境^{*2}が変わり、局所的な地形条件によって視程障害の頻度・強度が増大する特性があり、平野部の盛土構造の路線と比べると不確定要素が多く、防雪対策も単純ではありません。よって、道路管理においては、巡視や除雪に加え、カメラによる監視が重要な役割を果たします。

アジア航測では、視程障害の実態を把握するため、気象ビッグデータの分析や微地形解析、冬期道路の走行調査、管理用カメラの画像解析を行っています¹⁾。本報告では、管理用カメラの静止画像を時系列データとして扱い、AI（人工知能）を活用して視程障害レベルを自動判別した事例を紹介します。AIを用いることにより山岳道路の不確定要素を画像の特徴として捉え、視程障害の強度（レベル）を自動的に評価できると考えられます。AIを活用した視程障害レベルの判別は、将来的な視程障害の予測やリアルタイムの注意喚起に応用できると期待されています。



図1 冬期山岳道路の視程障害

視程障害レベルの自動判別

視程障害レベルの自動判別には、近年、様々な分野で導入されている深層学習（Deep Learning）手法のひとつであるCNN（畳み込みニューラルネットワーク）の中のGAN（敵対的生成ネットワーク）を利用しました。

教師データの作成に当たっては、冬期道路の走行調査従事者が視程を勘案して定点カメラ画像をA～Dの4段階の視程障害レベル（A：通行規制、B：視程警戒、C：

視程注意、D：視程良好）に区分し、Aは赤、Bは緑、Cは青、Dは黒の色枠を原図に重ねた画像を出力する工夫をしました（図2）。また、AIの判別精度を上げるため、視程計測値を活用することにより、A～Dの集合の境界が明瞭になり、さらに多様な積雪・堆雪環境等を網羅できるように学習を繰り返しました。その結果、教師データに対する正答率は90%に達しました。

※1 除雪した道路には雪堤と呼ばれる雪の壁が形成される。その表面からの飛雪の運転者への影響は、雪堤の高さによって変化する。
 ※2 地吹雪・飛雪の要因として、自然に積もった雪だけでなく、融雪や除雪時の排雪により表面形状の変化した堆雪環境が挙げられる。

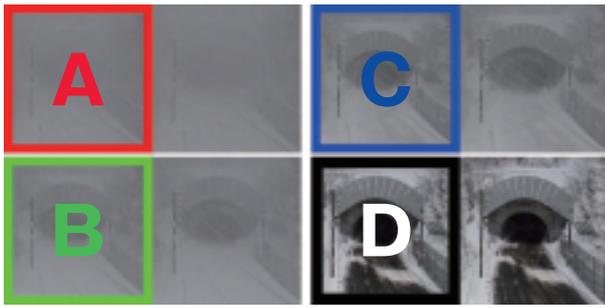


図2 教師データの視程障害レベル区分

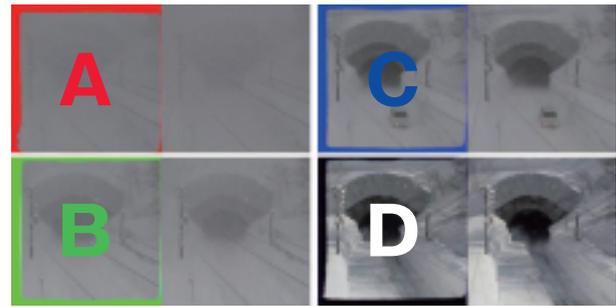


図3 AIが自動判別した視程障害レベル

視程障害レベルの自動判別技術の有効性

構築した教師データを活用し、2017年12月～3月の連続4ヵ月間について、7時～19時の間、10分ごとに画像から視程障害レベルを自動判別しました（図3）。その結果、重度な視程障害に相当するA評価の適合率として84%、再現率96%、F値0.90が得られました（表1）。

本技術は、従来、人が1枚1枚目視確認していた視程障害レベルの判別を自動的に高速処理する手法で、評価の標準化、省力化を可能にします。これにより、気象観測ビッグデータと画像の時系列データを融合させた高度な分析が実現でき、重度な視程障害の予測手法の構築に寄与できました。

表1 AI自動判別結果の精度検証

n=8,773	AIの自動判別結果			
	A	B	C	D
適合率	84%	76%	86%	99%
再現率	96%	70%	92%	98%
F値	0.90	0.73	0.89	0.99

※適合率は、AIがAと判定した画像のうち人もAと判定した割合
 ※再現率は、人がAと判定した画像のうちAIもAと判定した割合
 ※F値は、適合率と再現率の調和平均。適合率、再現率はどちらかの値が増加すると他方の値は減少する関係にある。双方の平均的な値の大きさを評価するためにF値が使われる。

重度な視程障害の予測手法の検討

定点カメラ画像を用いた視程障害レベルのAI自動判別技術を応用し、以下の2つの視点から重度な視程障害の予測手法を検討しました。

1つ目は、画像パターンの分析です（図4）。10分ごとの時系列画像がどんな順序で出現し、重度な視程障害がどれくらいの期間継続するか、膨大なデータを基にして傾向把握を行い、時系列的な特徴を抽出しました。

2つ目は、気象観測ビッグデータとの融合です（図5）。AIが判別した視程障害レベルと気象観測値（気温、風速、視程計測値等）を併せて分析したところ、重度な視程障害が断続的に発生する期間に高い値をとる気象パラメータが特定できました。この気象パラメータを時系列的に追跡すると、視程障害が発生する数時間前に“ある閾値”

を超える特徴があります。この閾値は、視程障害の予測に資する重要なパラメータになり得ると推察できます。



図4 10分ごとの時系列画像の出現パターン

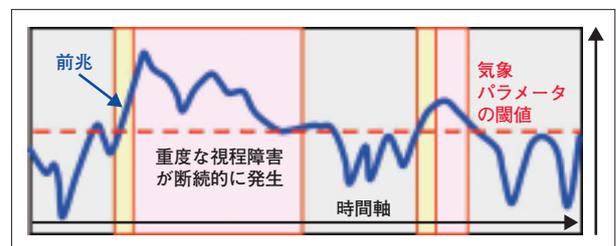


図5 気象観測データと画像判別の融合イメージ

おわりに

冬期山岳道路では、初動措置（例えば、道路情報案内板による注意喚起や事前通行規制など）の遅れが車両滞留や重大事故に至るおそれがあります。アジア航測は、

管理用カメラ画像のAI解析を活用し、視程障害の予測に向けたデータの蓄積・分析、さらにはリアルタイムの見える化による道路維持管理の効率化に貢献しています。

1)平成29年度雪に強いみちづくり事業 一般国道347号冬期交通検証業務