

低ランク近似を用いた既知データの更新と行列補完による 視界推定手法の高度化に向けた検討

A Study on Advanced Visibility Estimation Method by Updating Data Using Low-Rank Approximation and Matrix Completion

北海道大学工学部	○学生員	福田英輝	(Eiki Fukuda)
北海道大学大学院工学院	学生員	八木雅大	(Masahiro Yagi)
北海道大学大学院工学研究院	正員	高橋翔	(Sho Takahashi)
北海道大学大学院工学研究院	フェロー	萩原亨	(Toru Hagiwara)

1.はじめに

北海道をはじめとする積雪寒冷地では、冬期道路において吹雪などによる視界不良を起因とした交通事故が問題となっている。これらを未然に防ぐために、視界不良の発生状況をリアルタイムかつ面的に把握することで、道路管理等での判断や道路利用者による交通行動の判断などを支援する取り組みが進められている¹⁾。観測手段としては視程計や CCTV カメラを用いることが一般的であるが、設置台数が限られており、面的な把握に十分な量の視界データを入手することが困難である。そこで、既知の視界データから視界を推定する手法が必要である。大鎌らは、行列補完を用いて視界データと気象データから視界を推定する手法を提案した[2]。具体的には、視界データと気象データからなる行列を構築し、視界データの欠損を行列補完を用いて補完することで視界を推定する。これにより、視界データの位置関係および気象データを利用した推定が可能となった。一方で、用いられた視界データは視界状況を5段階に評価したデータであり、気温や風速などの気象データに比べて離散的である。このため、行列補完による視界の推定が期待通りに行われない可能性がある。

そこで本稿では、行列補完のイタレーション時におきかえる視界レベル既知点のデータとして、低ランク近似で得られる数値を用いた行列補完によって視界レベルを推定する手法を提案する。具体的には、行列全体がより低ランクな行列となるように既知点の視界ラベルを連続的な値に更新し、併せて視界データ中の欠損値を補完することで視界を推定する。本手法により、離散的な視界ラベルを更新せずに用いることにより生じていた推定精度の低下を抑制することが期待できる。

2. 手法

本章では、低ランク近似により更新した視界レベル既知点のデータを用いる行列補完による視界推定手法について説明する。

2.1 行列補完による視界推定

行列補完に用いるデータは、文献^{2,3)}に示す通り、GPV 気象データと視界データで構成する。視界ラベルが既知の地点と視界が未知の地点が混在しているデータセットを用い、それぞれの地点の緯度経度に最も近い

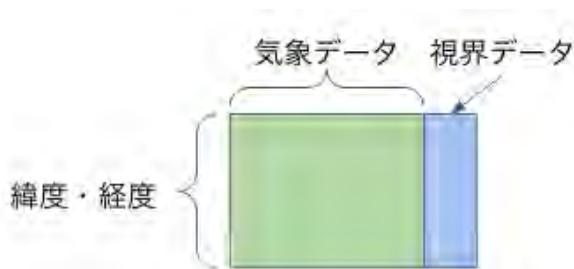


図1 気象データと視界データを要素とする行列

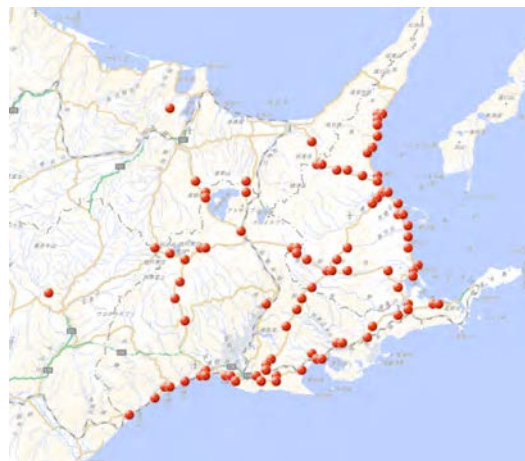


図2 CCTVカメラの設置位置

GPV 気象データを要素ごとに対応させる。それぞれのデータを緯度、経度順に並べることによって行列を作成する。作成した行列の概要を図1に示す。この行列中の視界が未知である点を行列補完によって推定する。

2.2 低ランク近似を用いた既知データの更新と行列補完

行列補完は、データに低ランク性があると仮定し、低ランク近似を用いて行列の欠損値を補完する手法である。行列に低ランク近似を行う際、欠損値が推定値に近づくと同時に既知の値も変化する。一般的な行列補完では、低ランク近似を適用することで変化する既知の部分については、近似を繰り返す際に元の値に戻す初期化の操作を行う。提案手法では、視界データに対してはこの初期化を行わずに低ランク近似による行列補完を進める。なお、気象データについては、近似のイタレーションにお

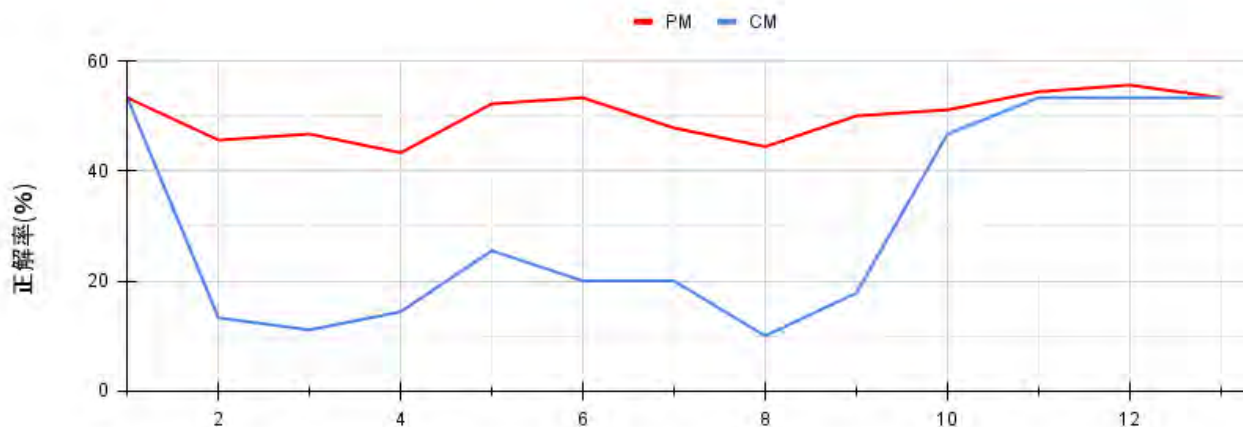


図3 ランク削減数ごとの正解率の推移

表1 視界データのラベルごとの地点数

Level1	Level2	Level3	Level4	Level5
2	31	48	7	2

いて、初期化の操作を行う。これにより視界データの変動を許し、視界データを初期化する場合よりも行列全体が低ランクとなるように視界データの値を更新する。

3.実験

本章では、提案手法の有効性を確認するための実験を行う。視界データは図2に示す北海道東部のCCTVカメラ90台分の画像を目視により5段階に評価したデータを用いる。5段階の分類基準は、文献⁴⁾に採用されているものを用いる。ラベルごとの枚数は表1に示す通りである。

気象データには気象庁から提供されているGPV局地数値予報モデルの、地上部における12種類のデータを用いる。90地点における気象データ12種類と視界データを用いて90行13列の行列を構成する。本実験は1vs ALL交差検証法を用いて行う。具体的には、視界データのうち1つを未観測地点として扱い、残りの89地点により視界を推定する。また、評価指標として正解率を用いる。正解率は、実際の視界レベルと行列補完で推定した視界レベルが一致した数の、評価に用いた全地点数に対する割合を示す。

$$\text{正解率(\%)} = \frac{\text{レベルが一致した地点数}}{\text{全地点数}} \times 100$$

また本実験では比較手法として、視界データの初期化を行う行列補完手法を用いる。

実験結果を図3に示す。ここで、PMおよびCMはそれぞれ、提案手法、比較手法を示す。図2より、提案手法は比較手法と比較して同一ランク削減数での正解率が向上していることが確認できる。また同時に、全てのランク削減数上で正解率の向上が確認できる。以上より、行列補完により視界を推定する際に低ランク近似を用いて視界データを更新する本手法が離散的な視界ラベルに

よる推定精度の低下を抑制することが確認された。

4. まとめ

本稿では、低ランク近似により更新した既知点のデータを用いる行列補完による視界推定手法を提案した。また、実験により推定精度の低下を抑制することが確認された。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP22H01607 の助成を受けて行われた。

参考文献

- 1) 大宮哲, 國分徹哉, 松下拓樹, 高橋丞二, 松澤勝: XバンドMPレーダによる地上吹雪の定量的把握の可能性, 日本雪氷学会誌 雪氷 82 巻 3 号, pp.145-156, 2020.
- 2) G. Ohkama, S. Takahashi and T. Hagiwara: An Estimation Method of Visibility Level Based on Low Rank Matrix Completion Using GPV Data, 2020 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan (ICCE-Taiwan), pp.1-2, 2020.
- 3) G. Ohkama, S. Takahashi and T. Hagiwara: An Estimation Method of Visibility Level Based on Low Rank Matrix Completion Using Positional Relationship of GPV Data, 2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), pp.638-639, 2020.
- 4) 國分徹哉, 武知洋太, 大宮哲, 原田裕介, 松澤勝: インターネットによる吹雪の視程情報提供, 交通工学研究発表会論文集, 36 巻, pp.579-584, 2016.