

画像処理と AI 手法を利用した冬期路面状況予測システムの開発

八戸工業高等専門学校 学生会員 ○倉内大輝
八戸工業高等専門学校 正会員 杉田尚男

1. はじめに

冬期の積雪地における雪や凍結の影響は、産業経済活動はもとより人命にも大きく影響している。積雪地における冬期の総事故率は冬期以外の事故率に比べ約 3～4 倍に上昇する傾向にあり、路面状況の変化が道路交通安全性に影響を与えていることが分かる。そこで本研究では、非接触かつ広範囲に検出できる赤外線カメラとモノクロ CCD カメラの画像から冬季の路面状況を判別する手法を考案する。

2. 研究方法

2.1 設備概要

観測を行うにあたり透水性アスファルト舗装とコンクリート舗装を用い、1.5mの高さにカメラレンズを設置して観測を行った。夜間に時間帯をしばり、積雪または積雪から融解のデータの取得を主として行うため、路面画像はカメラハウジングで固定し赤外線カメラと CCD カメラからそれぞれ 1 枚/min でデータを取得し、画像処理を施す手法を用いた。

また、赤外線カメラ¹⁾ 画像では物体の放射する赤外線量(温度)と輝度値は比例関係にある。しかし、その比例関係は時間経過や画面内の輝度値分布によって変化する。そのため、本実験では温度を一定に保つことのできる保冷材を二つ設置しその温度を画像取得と同じ間隔で測定することで対象路面の温度を算出した。



図 1 カメラ設置状況

2.2 画像処理概要

撮影画像は約 30 万ピクセル(640×482)で出力される。1つ1つのピクセルが 0(黒)～255(白)の 256 段階の濃淡値を持っており、それらの値(輝度値)を得ることで路面状況を定量的に判断することが可能となる。赤外線カメラ画像は、物体の相対的な温度により濃淡が決まる。今回は、取得画像をコントラストストレッチし、メディアンフィルタによる雑音除去を行った後、輝度値を算出して用いた。

2.3 路面状況推定と予測手法

CCD カメラから得た画像の輝度値に加え、赤外線カメラの画像から得た算出路面温度、測定路面温度のデータを組み合わせ、ファジィ推論を用いて路面状況の推定を行った。本研究は、実用性の検証に目を向けニューラルネットワークによる予測を検討した。図 2 の路面状況判別フローチャートに示すように、赤外線・CCD 各カメラより画像を取得し、ニューラルネットワークでの解析、ファジィ推論での解析の各結果を比較し実用性の検証を行った。

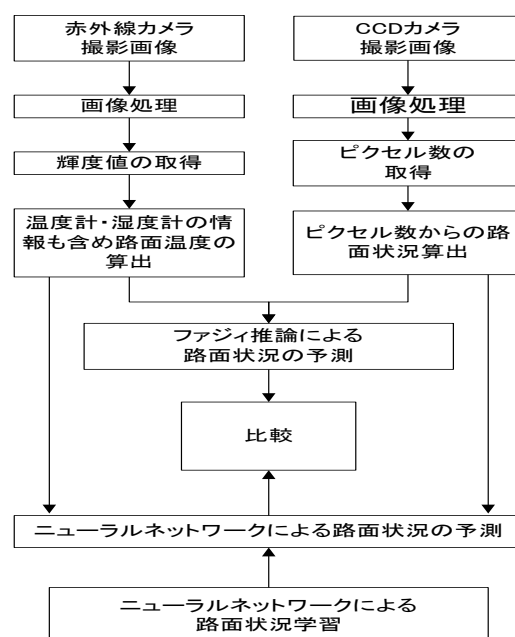


図 2 路面状況判別フローチャート

キーワード：冬期路面状況、画像処理、ファジィ推論、ニューラルネットワーク

連絡先：〒039-1104 青森県八戸市田面木字上野平 16-1 電話・FAX0178-27-7313

3. 解析結果

3.1 ファジィ推論

これまでの研究の結果から、CCD 画像の輝度値だけでは路面の状況を判別しにくいことが判っている。そのため、赤外線カメラの画像から得た路面温度のデータを含め、ファジィ推論²⁾を用いてこれらの路面状況の判別を行った。本実験では輝度値を前件部、路面温度を後件部とした。メンバーシップ関数の重心を、MIN-MAX 合成重心法を用いて路面状況を算出した。

ファジィ推論により対象路面の乾燥路面の割合(%)を求め推論値とし、また、対象路面の乾燥に当たる輝度値範囲をもつピクセル数を計測し、乾燥路面の割合を求め、これを観測値とした。図 3 においてファジィ推論を用いた推論値と観測値を比較したグラフを示す。このグラフは、前件部の輝度値に CCD カメラ画像から求めた輝度値と、赤外線カメラ画像から求めた輝度値を用いた。

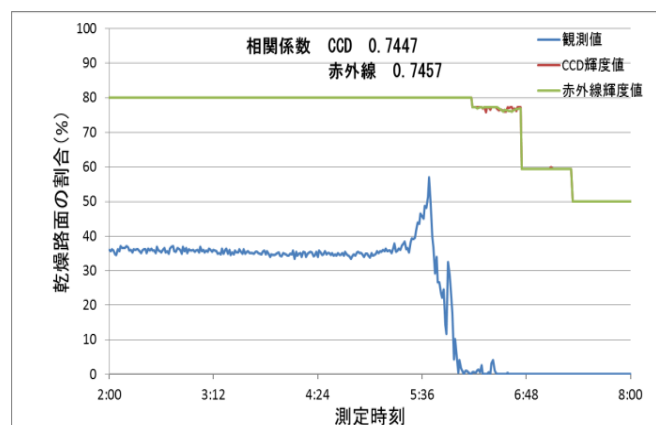


図 3 観測値とファジィ推論地の比較

3.2 ニューラルネットワーク

本実験では、階層型ネットワーク³⁾で、学習にはクロスバリデーション法(CV 法)を用い構築した。階層型ニューラルネットワークでは、多入力 1 出力のニューロンを 1 つのユニットとして多数のユニットが層状にグループ化される。入力信号は入力層から出力層へ一方方向にのみ伝達される。各層ユニットは次の上位層のユニット全てに結合しており、同一層内のユニット相互の結合はない。学習データとして、入力層にはアスファルト路面の輝度値と路面算出温度、中間層のユニット数を 3 とし、出力層には観測値を用いた。また、学習回数は試験の結果、相関のよかった 5000 回を選択した。対象路面の温度・輝度値からニューラルネットワークにより乾燥面積の割合(%)を求め、これを予測値

とした。図 4 においてニューラルネットワークから求めた予測値と観測値を比較したグラフを示す。このグラフもファジィ推論と同様、輝度値に CCD カメラ画像から求めた輝度値と、赤外線カメラ画像から求めた輝度値を用いた。

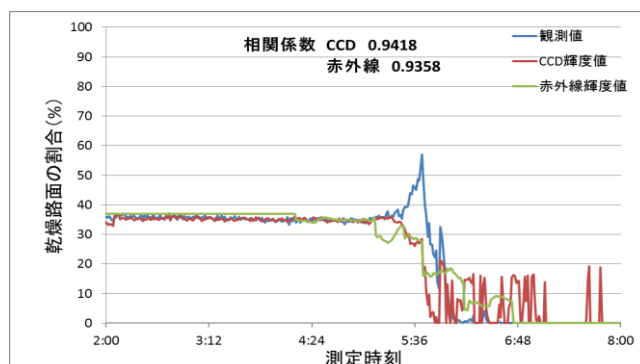


図 4 観測値とニューラルネットワーク予測値の比較

4. おわりに

過去 4 年間のデータ⁴⁾からファジィ推論を用いた推論値と、ニューラルネットワークを用いた予測値では、ファジィ推論を用いて路面状況を判別するのは相関特性の問題から難しく、ニューラルネットワークを用いた予測値の方がより正確な路面状況の把握が可能である。また、相関特性から見て概ね近似な値となることから短時間における路面の状況を把握することが可能である。

今後の課題としては、ファジィ推論におけるメンバーシップ関数の調整、赤外線カメラの輝度を用いた算出路面温度の精度向上、二値化処理を行う場合の輝度値の基準の検討、光の反射による CCD カメラ画像の輝度値への影響を考慮した手法の開発を行なっていく必要がある。また、観測期間が増加すると再現性が低下する傾向にあるので、学習データの精選、入力変数の選別などを行なっていく必要がある。

6. 参考文献

- 1) 近赤外光を利用した路面凍結検知システムの開発
波, 本間, 宮崎, 池上, 磯田, 村上, 金村, 安藤
北海道立工業試験場報告 No. 300
- 2) ファジィとソフトコンピューティングハンドブック
日本ファジィ学会 共立出版
- 3) 感性与設計
矢川元基, 吉村忍, 松田聡浩 培風館
- 4) 坂上, 倉内, 杉田, 画像処理 AL 手法を用いた冬期路面状況
検知システムの開発, 寒地技術論文・報告書 Vol. 27 pp. 304