

画像処理と AL 手法を用いた冬期路面状況判別システムの開発

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。そのため、冬期において信頼性の高い道路状況の確保、特に凍結路面などによる事故の解消が求められている。

そこで本研究では、非接触かつ広範囲に検出できるシステムとして赤外線カメラとモノクロ CCD カメラの画像から路面状況を判別する手法を考案する。

2. 実験方法

観測用路面には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。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 2 種類設置し、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。

3. 画像処理方法の概要

撮影画像^{2,3)}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。

4. 路面状態の推定と予測手法

本研究では図 1 に示すように、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輝度値、測定路面温度のデータを組み合わせ、ファジィ推論・ニューラルネットワークを用いて解析を行った。その後に CCD カメラ画像から求めた観測値との比較を行った。ここでいう観測値は、CCD カメラ画像から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たものである。また、ファジィ推論とニューラルネットワークの比較も行い AL 手法を用いて路面状況を判別するといった手法の実用性の検証を行った。

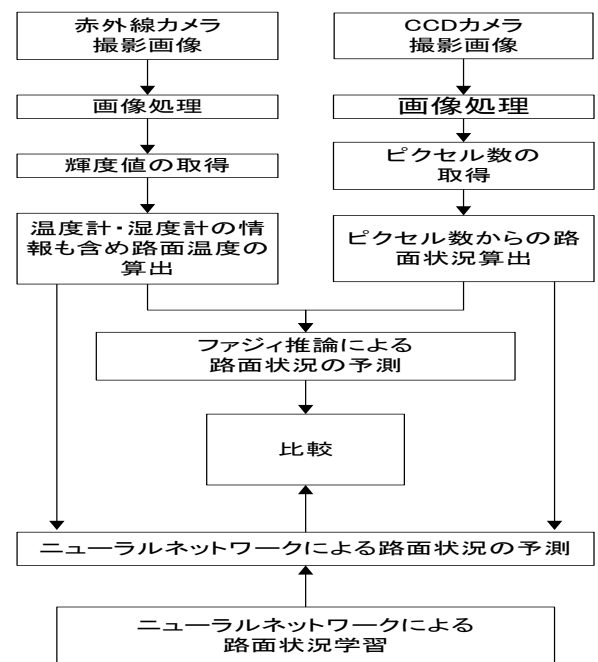


図 1 路面状況判別フローチャート

5. 解析結果

AL とは人工生命 (Artificial Life) という意味であり、生物の特徴や進化の仕組み、遺伝のメカニズムなどをあらかじめソフトフェアに組み込むことによってコンピュータ内で生命の動きをシミュレーションすることである。本研究で用いるファジィ推論やニューラルネットワークはこれに含まれる。

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

(1) ファジィ推論

ファジィ推論⁴⁾とは、ファジィ集合の持つ「あいまいさ」を基に推論のアルゴリズムをモデル化したものであり、多数のファジィルールから演繹的にある1つの別なファジィ命題を導くことを基本としている。また、予測に必要なファジィルール、ラベルは自由に設定することができる。

本研究では CCD・赤外線両カメラより得られた輝度値と赤外線カメラの輝度値から算出した路面温度を前件部、乾燥路面の割合を後件部とし、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。そして、ファジィ推論により求めた対象路面の乾燥路面の割合(%)を推論値とした。図2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。

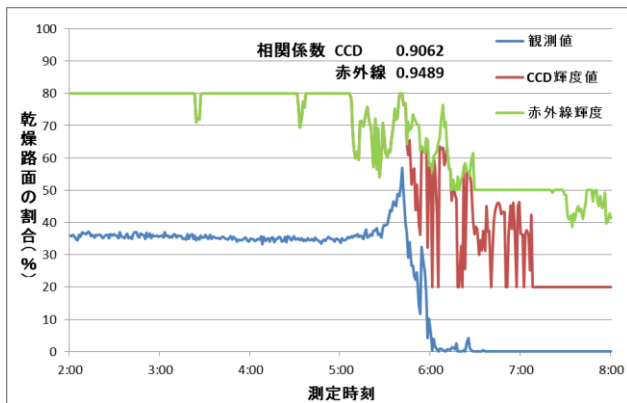


図2 観測値とファジィ推論値の比較

(2) ニューラルネットワーク

ニューラルネットワークとは、人間の神経細胞の人工的なモデルであるニューロンユニットをネットワーク状に接続し、人間の脳の情報処理様式を模したシステムである。これにより様々なパターンを学習し、数個の要素から結果を数個の要素から結果を導くことが可能となる。

本実験では、階層型ネットワーク⁵⁾を用い、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 CCD・赤外線両カメラ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。そして、ニューラルネットワークにより求めた対象路面の乾燥路面の割合(%)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。

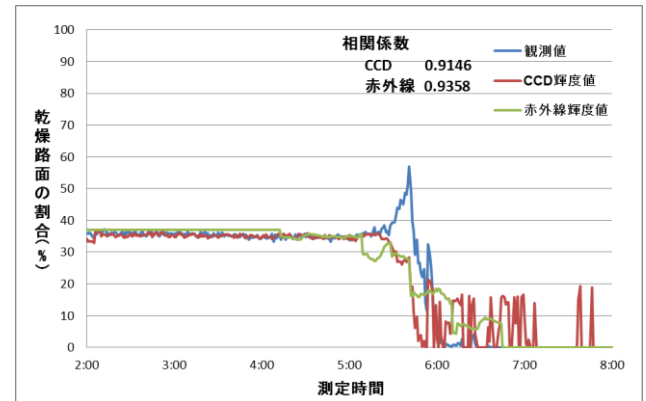


図3 観測値とニューラルネットワーク予測値の比較

6. おわりに

ファジィ推論による推論値と観測値の比較では、積雪前・積雪後の路面割合の一定、積雪中の乾燥路面割合の減少を捉えることができたため路面状況の変化を予測することは可能である。しかし、全体的に乾燥路面の割合が高く算出されてしまうため正確な積雪面積を予測することは困難である。

また、ニューラルネットワークによる予測値と観測値の比較では、予測値は観測値を基に予測されるため観測値に限りなく近い値を示しており、路面状況の変化と積雪面積どちらの予測も可能である。

7. 参考文献

- 1) 波通隆、本間稔規、宮崎俊之、池上真志樹、磯田知志、村上康之、金村直俊、安藤浩司、赤外光を利用した路面凍結検知装置の開発、北海道立工業試験場報告 No.300 研究報告論文集 pp. 111-118
- 2) 坂上和哉、倉内大輝、杉田尚男、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
- 3) 倉内大輝、杉田尚男、画像処理とAL手法を用いた冬期路面状況予測システムの開発、平成24年度土木学会東北支部技術発表会VI-7(CD-ROM)
- 4) 日本ファジィ学会、ファジィとソフトコンピューティングハンドブック、共立出版
- 5) 矢川元基、吉村忍、松田聡浩、感性と設計、培風館