

デジタル画像を用いた霧発生時の視認性評価に関する研究

Evaluation of visibility under adverse weather conditions using digital photo images

北海道大学大学院工学研究科 ○学生員 寺本 剛 (Teramoto Takeshi)

北海道大学大学院工学研究科 フェロー 加賀屋誠一 (Kagaya Seichi)

北海道大学大学院工学研究科 正員 萩原 亨 (Hagiwara Toru)

北海道大学大学院工学研究科 正員 内田賢悦 (Uchida Kenetsu)

1. 研究の背景

岡村らは、霧発生時において、画像データによって視認性評価を行う場合には対象物のコントラストによる方法と、デジタル画像の明るさに関する周波数を考えることによって画像の「ぼやけ具合」を把握する方法、という2つの解析手法が有効であることを示した。しかし、デジタル画像撮影時の条件によって結果が左右された。また、デジタル画像処理から得られた結果と人間の視認性との関係について実証していない。そこで、本研究では実際に霧発生時に撮影したデジタル画像を用い、フーリエ変換およびフーリエ逆変換を行い、画像解析による視認性評価を行う一方、同時に被験者による主観的な視認性評価を合わせて行い、両者を比較検討していく。研究フローを図-1に示す。

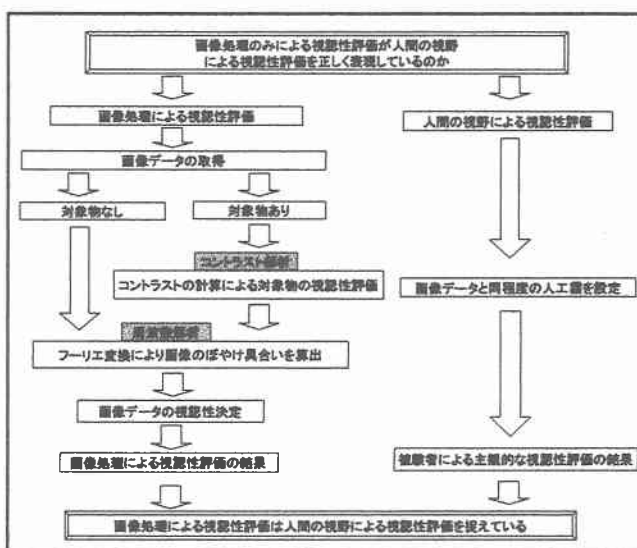


図-1 研究フロー

2. 霧発生時のデジタル画像評価のための周波数を用いた画像処理システム

デジタル画像の明るさ成分は、白から黒の256段階で表現され、その濃度分布を周波数成分として数値化することができる。過去の研究によって、画像を周波数成分に分解し、その分布をパワースペクトルとして特徴づけることが可能であるということが示された。本研究ではパワースペクトルを3次元で表現することによってより明確にした。プログラムの作成には「Visual Basic 6.0」を使用した。図-2にその結果の1例を示す。これはこれまでグレースケールとして表現していたものを4分割し、その1区画を3次元で表現したものである。

また、本研究では周波数分布として出力したフーリエ変換値に処理を行い、フーリエ逆変換することによって元の画像とは異なった画像を出力することを試みた。

次に、画像の平均濃度がパワースペクトルの直流成分に表されているということから、その値と撮影時の照度の値との関係に注目した。散布図で表すと図-3のようになる。これは、縦軸にパワースペクトルの直流成分、横軸に対数表示の照度を示したものである。相関があることが見て取れる。

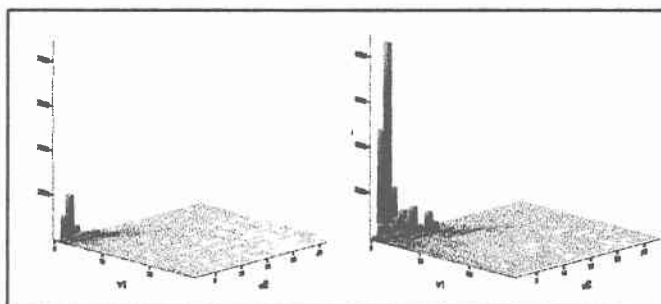


図-2 パワースペクトル

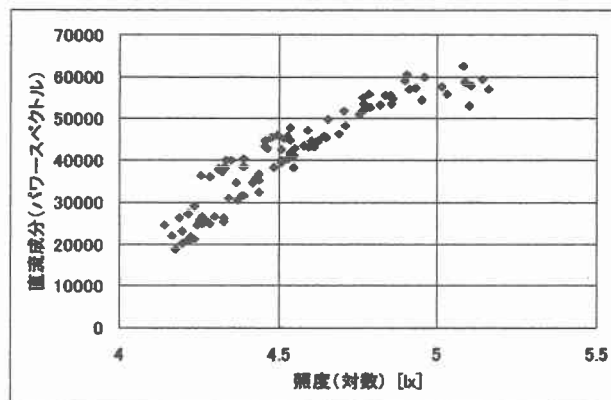


図-3 直流成分(パワースペクトル)-照度(対数) 散布図

さらに、フーリエ逆変換した画像のピクセル値と霧の影響を強く受ける透過率の値に注目した。そこで、この変化の割合を定数として、画像の「ぼやけ具合」を表現することができるのではないかと考えた。

まず、基準となる画像を決め、その画像のフーリエ変換値を定数倍する。この定数倍して逆変換を行った画像のピクセル値の平均を求める。そして直流成分を除いたそれぞれの画像のピクセル値の平均を求め、先ほどの定数倍した画像のピクセル値と比較する。最もピクセル値が近かった定数をその画像の定数として定め、この値をぼやけ値とする。ぼやけ値と画像撮影時の透過率との関係を求めると図-4 のようになる。縦軸に画像のぼやけ値、横軸に透過率を示したものである。ぼやけ値を連続的に考えることによってさらに強い相関が見られると考えられる。

3. 霧発生時のランドルト環を用いた視認性実験

画像データの取得および、人間の主観的データを取得するため、実験を行った。実験は、2002年12月10日から12日にかけて、茨城県つくば市にある国土交通省・国土技術政策総合研究所・ITS 研究室の雨霧発生装置を利用して行った。そのときの撮影状況図を図-5 に示す。まず、固定されたデジタルカメラで、約10秒に1枚の割合で写真を撮影した。同時に輝度、照度、透過率も計測器によって計測した。これらの撮影および計測はPCから遠隔操作で行えるようにした。また、5人の被験者がランドルト環の視認性について評価を行った。ランドルト環とは図-6 に示すような、一般に視力検査に用いられるものである。ランドルト環については大きさやコントラストが異なるものを用意し、合計21パターンのもを用いた。ランドルト環を用いた理由として、対象物存在を認知することができるか、また対象物の内容を理解できるかということの2点を同時に測ることができると考えたためである。被験者は、1つのランドルト環について10秒間で、2つの質問に回答する。1つ目は、ランドルト環全体の見え方について、2つ目は、ランドルト環の切れている方向について、というものである。どのような状況が見えやすく、どのような状況が見にくいかを明確に示すために、事前にテスト実験を行い、結果が正解率0%から100%までできるだけ均等に配分されるように実験設計を行った。また、回答を行う際に、視点の場所による影響も考慮に入れた。実験は、21パターンの評価を午前4回、午後4回、3日間で合計24セット行った。

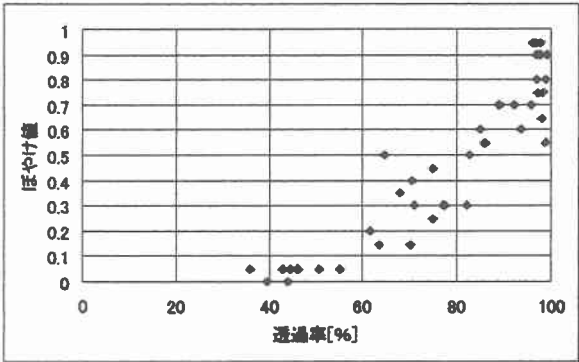


図-4 x 値-透過率 散布図

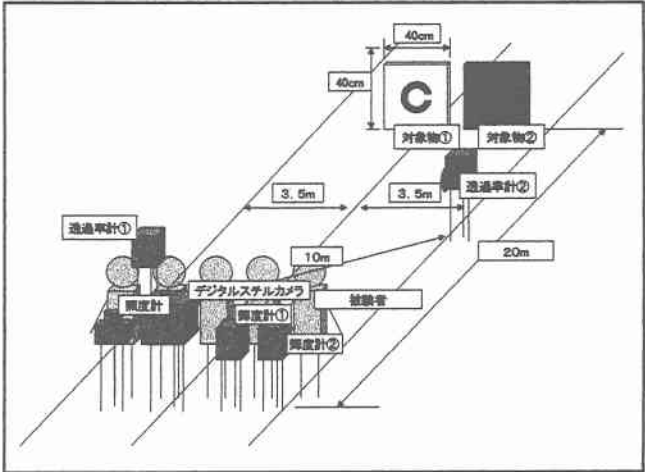


図-5 撮影状況図

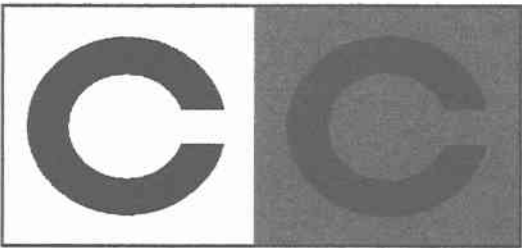


図-6 ランドルト環

4. まとめ

霧発生時の画像を評価するシステムを開発する一方、画像評価手法の結果と視認性を結びつける実験を行った。霧の透過率が人間の視認性に深く関係しているということからも、画像処理によって得られた画像の「ぼやけ具合」の程度が人間の主観的な視認性評価を適切に捉えているということを明らかにできるのではないかと考えている。視認性実験の結果をまとめ、最終的な結論は講演時に示す。

参考文献

1) 岡村智明：デジタル画像を用いた霧発生時の道路視環境評価に関する研究、平成12年度修士論文
2) 酒井幸市：デジタル画像処理入門、コロナ社