

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

Evaluation of visibility on roads under adverse weather conditions using digital photo images

北海道大学大学院工学研究科 ○学生員 岡村智明 (Tomoaki Okamura)
 北海道大学大学院工学研究科 フェロー 加賀屋誠一 (Seiichi Kagaya)
 北海道大学大学院工学研究科 正員 萩原亨 (Toru Hagiwara)

1. まえがき

道路を安全に利用するうえで、道路視環境の評価は欠かせない要素である。近年、視野内の輝度分布を画像解析によって測定する方法が取り入れられてきている。本研究室では、デジタルスチルカメラで撮影されたデジタル画像中の明るさ情報（ピクセル値）と輝度計による輝度を比較し、デジタル画像が適切な条件設定により、人間の目による視野の明るさ情報を捕らえていることを証明した。また、デジタル画像中にある対象物と背景の明るさのコントラストを、画像中のピクセル値からと、輝度計による輝度からのコントラストで比較し、デジタル画像によるコントラストの意味を検討した。被験者を用いた実験も行い、人間の目による視認性評価と、デジタル画像の持つコントラストの比較から、デジタル画像の視認性評価への適用の妥当性を示した。

そこで本研究ではデジタル画像の視認性評価への応用として、デジタルスチルカメラが容易に視環境のデータを収集できるという点に着目し、取得したデジタル画像に2通りの解析を行い、視界不良時における道路視環境の評価を試みる。

2. 道路視環境の評価対象画像

1) デジタル画像の撮影条件

霧発生時における道路上の視覚対象物の視認性を調べるため、デジタル画像の連続撮影実験を実施した。実験場所として、別府湾の駐車場を借用し、霧の多発する2000年3月から7月に渡って行った。画像は、固定されたカメラにより1分間隔ごとに撮影され、カメラサーバー (AXIS 240 camera server) を設置し、デジタル画像を記録した。撮影用のカメラは、ビデオカメラ (Sony) を用いた。画像は、カメラサーバーにて圧縮され隣接のパソコンに送られ、記録された。また、記録用パソコンは携帯電話を通じて操作できるようにした。デジタル画像の圧縮時のファイルサイズは大体20~40KBで、展開時には縦480×横640pixel、900KBになる。

2) 使用画像の選択

実験は連日行われ記録データ中には、夜間行なわれたものや、雨などにより路面状況の悪い場合もある。本研究では、晴れていて、霧の状況に大きく変化の見られる6月21日の記録データを取り上げる。同日午前5時5分より5分間隔で午前10時15分まで撮影された、計63枚のデジタル画像を使用する。

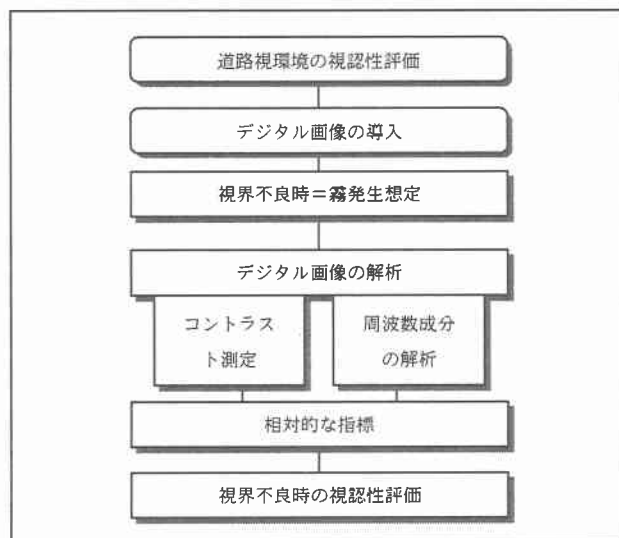


図1 研究フローチャート

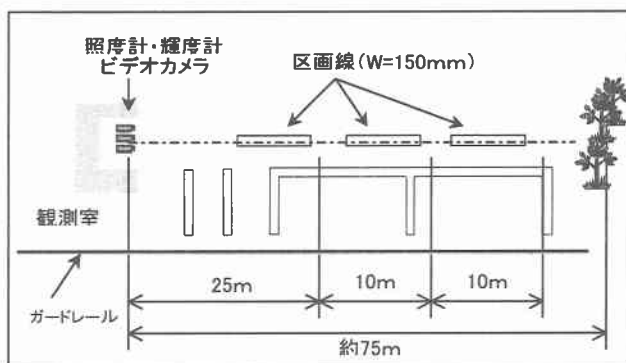


図2 実験配置

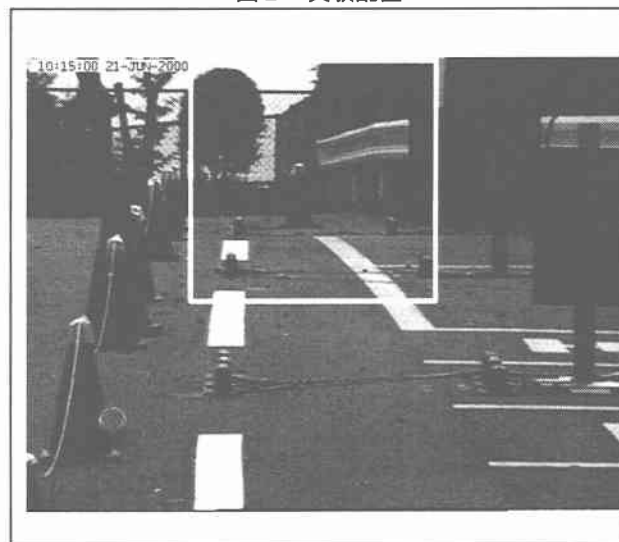


図3 撮影画像 (白枠部は解析範囲 256×256pixel)

3. 画像解析

デジタル画像そのままの状態では、解析作業を行うことができない。デジタル画像を数値化することにより解析を行っていく。本研究では、ピクセル値の周波数成分と、対象物・背景から導かれるコントラストを取り上げ、相対的に視界不良時の道路視環境の評価を行う。一つのデジタル画像から解析範囲部分 (256×256pixel) を指定して切り抜き (図3)、それぞれに対して解析を行う。また、解析に際して、「Visual Basic6.0」を使用し、各種計算プログラム²⁾を利用した。

1) コントラストによる解析

デジタル画像中のコントラストが、視認性評価をする上で有用な意味を持つことはすでに示されている。本研究では、デジタル画像上に仮想対象物と仮想背景を設定し、コントラストを求める。図5, 6, 7における白枠部分の平均ピクセル値の大きな (明るい) 方を仮想対象物、小さな (暗い) 方を仮想背景とした。霧の状態により、対象物・背景の濃度差が小さくなりコントラストが下がることが予想される。

2) 周波数成分による解析

デジタル画像の明るさ成分は、白から黒の256階調で表現されている。デジタル画像中の濃度分布は、周波数成分として数値化できる。本研究では、画像処理分野でよく取り上げられる直交変換の、高速フーリエ変換 (Fast Fourier Transform) ³⁾ を考える。周波数変換によって、画像を周波数成分に分解し、高周波・低周波成分の分布より画像を特徴付ける。視界良好時には複雑な周波数分布が、霧が濃くなると単純な分布となることが予想される。

4. 解析結果

ここでは、現段階までの解析結果として、コントラストによる解析の結果を示す。まずデジタル画像からのコントラストを、昨年までの研究で得られた変換式を用い、輝度による一般的なコントラストに変換する。Blackwellによる限界コントラスト⁴⁾を使用し、各デジタル画像のもつ Visibility Level (VL) として比較している。代表的な3つの状態を例として示す。(図5、6、7) 一般的に道路視環境には10~20程度のVLが必要とされていることから、有効な解析結果が得られたといえる。

5. まとめ

本研究では、デジタル画像のコントラスト・周波数解析により道路視環境の評価を行った。周波数解析の結果と相対的な評価指標については講演時に示す事とする。

参考文献

1) 佐々木拓:道路交通の視認性評価におけるデジタルスチルカメラの導入可能性に関する研究、第18回交通工学研究発表会、P93
2) 酒井幸市:デジタル画像処理入門、コロナ社
3) M.ネルソン/J.-L.ゲイリー:データ圧縮ハンドブック[改訂第2版]、TOPPAN
4) Contrast Thresholds of the Human Eye: JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA :VOLUME36,NUMBER,11,NOVEMBER,1946

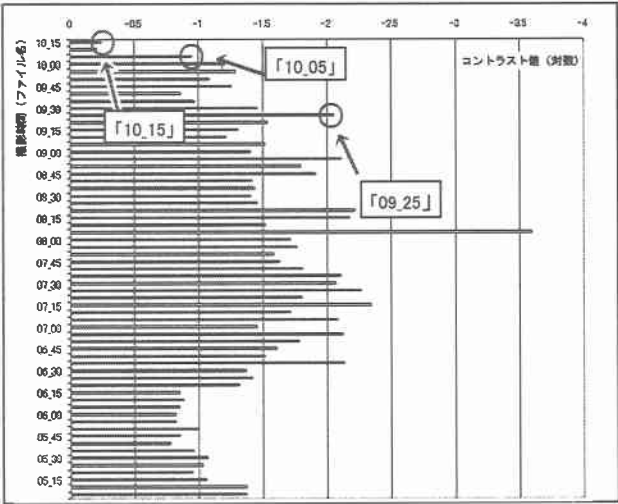


図4 コントラスト比較

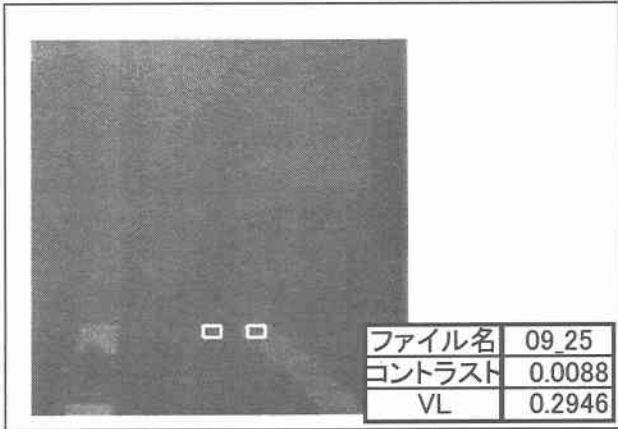


図5 「09_25」濃霧状態 (視界不良)

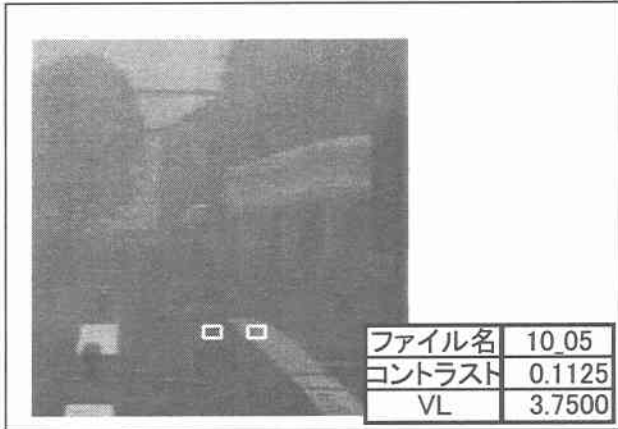


図6 「10_05」やや霧あり

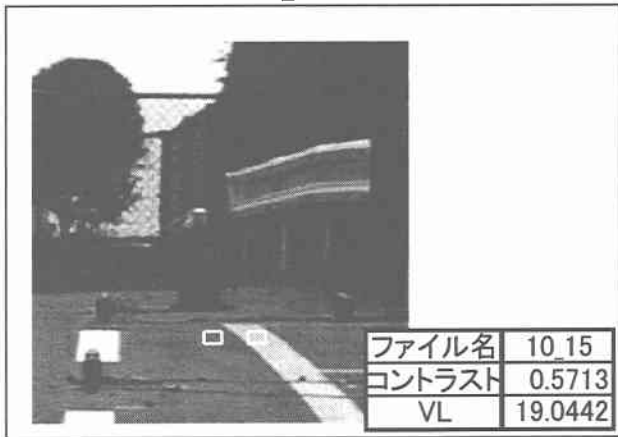


図7 「10_15」 (視界良好)