

5. 交通弱者の安全・安心のためのシステムや装置に関する研究

情報・知能工学系 准教授 金澤 靖

5-1 全周プロジェクションシステムを用いた安全・安心のためのコンテンツ作成

(1) 全方位シームレスプロジェクションシステム

全周マルチプロジェクションシステムとは、図5-1-1に示すように、複数台のプロジェクタを用い、部屋の全周の壁に対し、全周パノラマ映像を投影するシステムであり、我々の研究室で開発を進めている¹。本システムの特徴として

- 部屋の四方の壁をスクリーンとし、特殊な設備や機器を必要としない。
- 映像を補正することで、壁の凸凹による投影像への影響が少ない。
- 全周映像を投影することで、より臨場感のある映像を投影できる。

が挙げられる。本研究ではこのシステムを安全・安心のための教育コンテンツの提示システムとして用いることを考える。例えば、危険な交差点での全周映像を撮影しておき、それを本システムで投影することで、実際の現場ではなく、仮想的な、かつ安全な空間において、臨場感のある映像を投影することができ、高齢者や子供に対する交通安全教育や各種シミュレーションなどに利用できる。

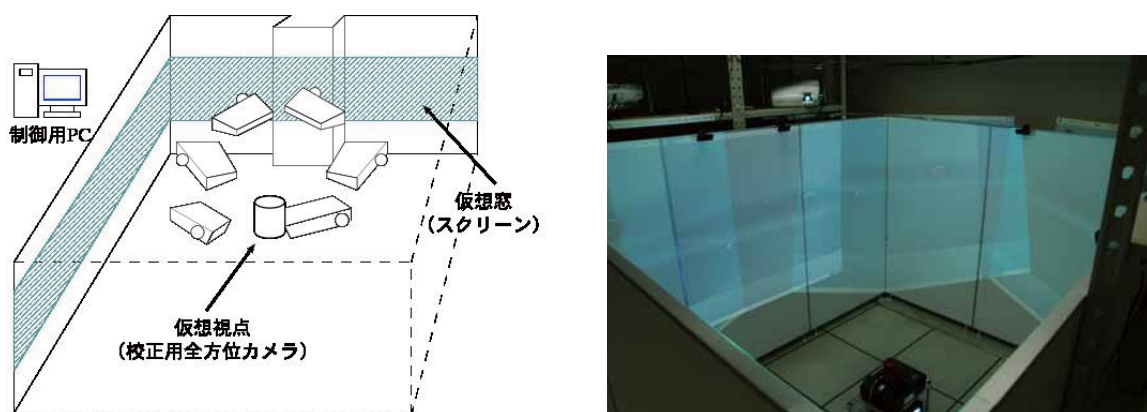


図5-1-1 システムの構成と実際のシステム

(2) 事故多発個所での映像撮影

投影用のコンテンツとして、豊橋警察署の許可を得た上で、全方位カメラを用いて豊橋市内の交通事故の多発する7カ所で交差点および横断歩道を含む近隣の歩道を移動しながら、その周囲の環境の撮影を行った。

- 撮影月日：平成23年8月8日(月)～9日(火)
- 撮影時間：昼12時前後および夕方5時前後

¹ (株)ファンテックス(愛知県豊橋市)との共同研究による。

- 撮影箇所： 豊橋市内交通事故多発7か所

撮影の様子を図 5-1-2 に示す。また、撮影した映像をマルチプロジェクションシステムで投影した図を図 5-1-3 に示す。



図 5-1-2 撮影風景

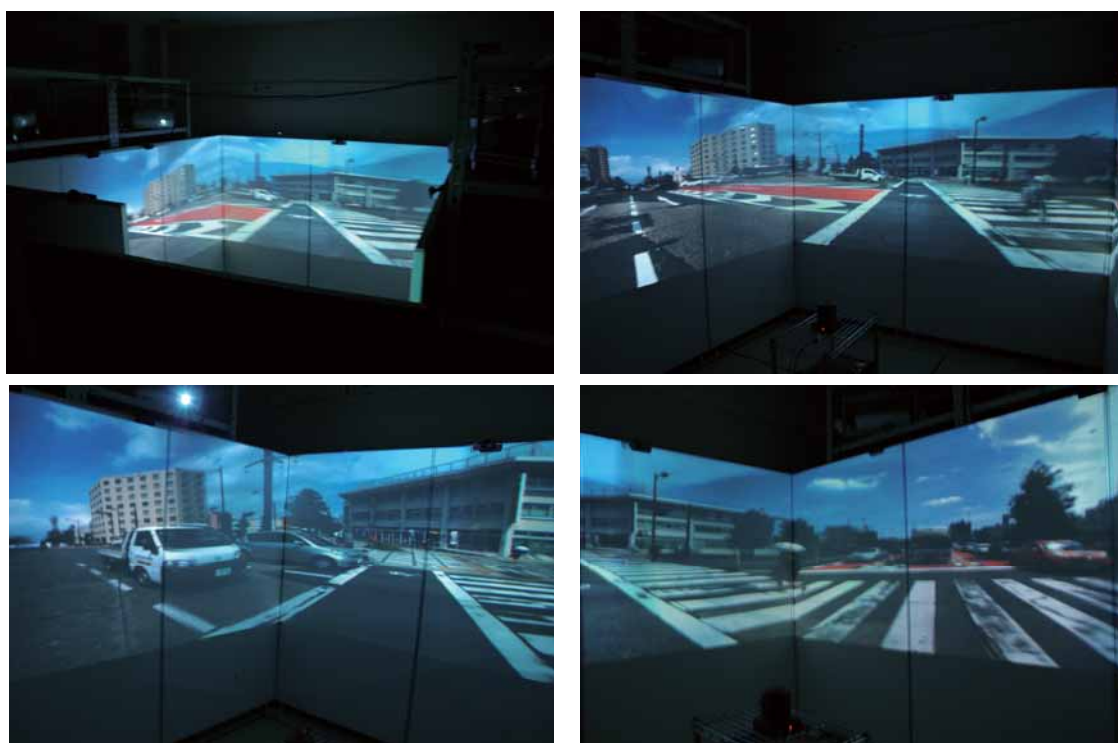


図 5-1-3 全周マルチプロジェクションシステムでの投影

(3) 今後の展開

このように撮影した実際の環境の映像を用いて、仮想的な環境を用いた交通安全教育だけでなく、高齢者の視覚シミュレーションや色覚障害の方の色覚シミュレーション[1]などカラーユニバーサルデザインへの理解を深めてもらうことを進めようと考えている。さらに、これらのシステムを利用し、交通弱者の方々の支援システムの開発を行っていく予定である。

5-2 全方位カメラを用いた危険検知に関する研究

(1) はじめに

現在「高度道路交通システム (Intelligent Transport Systems, ITS)」に関する研究および技術開発が進められており、その中心は情報通信技術を用いた安全な車の開発、道路インフラの利用および管理の効率化など、そのほとんどが車やドライバーを中心とした技術の開発となっている。その一方で、高齢化社会に伴い、高齢者や子供などの交通弱者に対する安全・安心のための技術の必要性が年々高まっている。例えばアイセイフティの「交通安全サービス」実験[2]では、子供に IC タグを持たせ、車載機器によりそのタグを検知した際、ドライバーに注意を促すサービス実験を行ったり、各地の警察署などで導入されている「歩行者等支援情報通信システム(PICS)」[3]では、視覚障がい者や高齢者が携帯情報端末を持ち、その端末を介して、現在の信号の状態を知らせたり、信号の青の時間を延長するなどの対処を行っている。しかし、いずれもドライバーがその注意喚起に気付くことや、ドライバーはきちんと信号を見ていてそれを守るはずといった仮定が前提となっている、言わば間接的な安心・安全であり、本当に個々の交通弱者の安全や安心を保障するものではない。また、特別な車載装置や交通弱者に持たせる IC タグ、そして IC タグと信号の制御装置とのやりとりのための通信インフラや規格の整備などが必要となるという問題点も存在する。交通事故はいつどこで起こるか予想することは極めて困難であることから、これらのような特別な装置やインフラ整備を必要とせず、いつでもどこでも使える安全・安心のための装置やシステムの開発が必要とされている。そこで本研究では、全方位カメラと呼ぶ 360 度の視界を持つカメラを用い、これを交通弱者に持たせることで、自身に向かってくる車などの危険物体の検知を行うことを目的とし、そのようなシステムの開発を行う。

(2) 全方位カメラを用いた危険検知

全方位カメラとは図 5-2-1 に示すようなカメラであり、通常のカメラはカメラの前方しか撮影できないが、全方位カメラは後方も含めて周囲 360 度を全て撮影することができる。

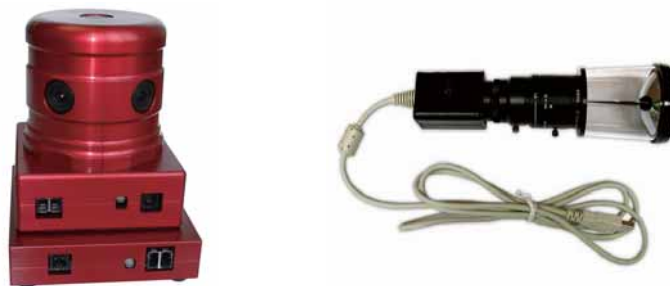


図 5-2-1 全方位カメラ (左: PointGrey 社製 LADYBUG2, 右: Viston 社製全方位センサ)

この全方位カメラで撮影した画像は図 5-2-2 のような画像となり、次のような特徴を持つ。

- 全周撮影できることから死角がなく、画像の中心がカメラの位置を表す。

- カメラに向かってくる物体は画像上で中心に近づいてくるが、カメラに向かってこない物体は画像の中心に向かってこない。

これを歩行者に持たせることで、歩行者自身の視界や視野に関係なく、周りの環境を撮影することができる。そこで本研究では、向かってくる物体の軌跡は画像中心を通ることを用いて危険検知に応用することを考える。

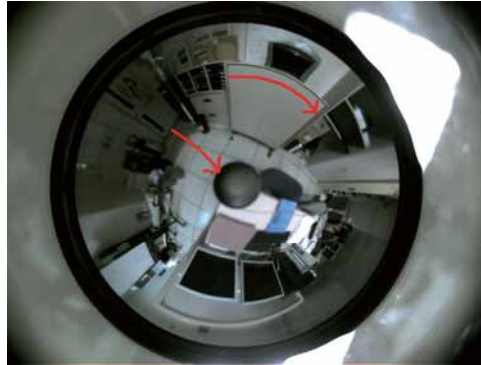


図 5-2-2 全方位カメラでの撮影像と物体の軌跡
(まっすぐ向かってくる物体と横を抜ける物体)

(3) 危険度の計算

ここでは、次のような危険度を定義する。

- 瞬間危険度： D'
- 総合危険度： D

この瞬間危険度 D' は、 Δt 秒内における軌跡に直線当てはめを行った際の精度から求める短時間での危険度を表す。図 5-2-3 左図の黒い点のように、ぶれなくまっすぐ向かってくる物体は画像上でも直線状の軌跡をとり、図 5-2-3 右図の黒い点のようにふら付いたり、まっすぐ向かってこない物体の軌跡は直線状にはならない。そこで、その直線当てはめの精度が高いほど危険度が高いとする。本研究では、この直線当てはめの精度の評価として当てはめた直線に対する標準変位[4]を利用する。この標準変位は 2 本の直線で表され、当てはめ精度の 1 シグマ区間に相当する。もし直線の当てはめ精度が高い場合には、その 2 本の直線とも当てはめた直線に近づいて、その間隔が狭くなる (図 5-2-3 左図) のに対し、直線当てはめの精度が悪い場合、その 2 本の直線の間隔が広がる (図 5-2-3 右図)。従って、この標準変位の間隔を直線当てはめの精度の目安とすることができる。

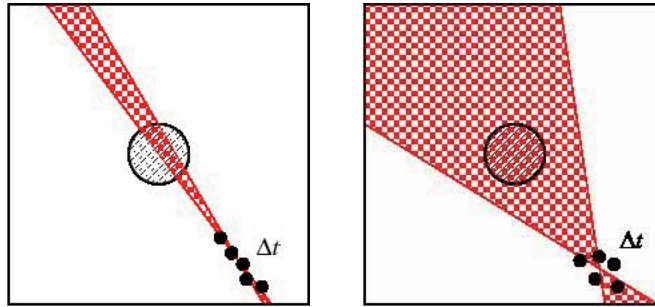


図 5-2-3 直線当てはめの精度と危険性

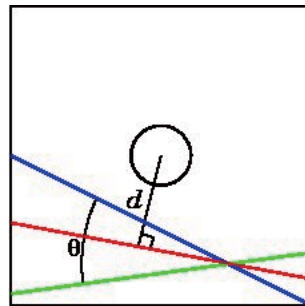


図 5-2-4 瞬間危険度 D' の定義

ここでは、図 5-2-4 のように当てはめた直線が赤で、その標準変位を青および緑の直線とし、次の D_p および D_d から次式で求める。

$$D_p = \cos \theta$$

$$D_d = \exp\left(-\frac{d^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$D' = D_p D_d$$

この式において、 D_p および D_d はいずれも最大で 1 であるから、瞬間危険度 D' も最大で 1 となる。ここで、 θ は標準変位間の角度、 d は画像中心から当てはめた直線までの距離、 σ は適当な実数定数とする。

総合危険度 D は、比較的長時間での危険度であり、過去 n 回分の瞬間危険度を重み付き平均をとることで、次式で求めることができる。

$$D = \frac{1}{\sum_{\alpha=1}^n w_{\alpha}} (w_1 D^t + w_2 D^{t-1} + \dots + w_n D^{t-n})$$

ここで、 w_{α} は重みであり、例えば直前の危険度の重みが高くなるように、例えば

$$w^{\alpha} = \frac{1}{2^{\alpha}}$$

を用いる。本研究でこの総合危険度を歩行者に対する危険度として評価する。

(4) 実験

提案法の有効性を確認するためにシミュレーション実験および実画像による実験を行った。図 5-2-5、5-2-6 および 5-2-7 にシミュレーションで与えた物体の軌跡と危険度を示す。

図 5-2-5 はまっすぐ向かってくる場合、図 5-2-6 はまっすぐ向かってくるが途中で引き返す場合、図 5-2-7 は相手が避けながら向かってくる場合であり、それぞれの軌跡の図において、赤い点が始点、水色の点が終点を表している。またグラフの横軸は時間経過、縦軸は危険度を表す。いずれもまっすぐ向かってくる期間は危険度が高いが、逸れるに従って危険度が減少していることがわかる。折り返す場合において、自分に向かってこない後半でも危険度が高いのは、提案する危険度が進行方向に関する情報を持たないためであり、これに関しては早急な改良が必要となる。

図 5-2-8 に実際に全方位カメラで撮影した画像を示す。このケースでは、カメラに向かって物体が真っすぐ向かってきている状態を表している。ここでは、移動物体は人手で検出した。この時の求められた危険度を図 5-2-9 に示す。見てわかる通り、期間中ずっと近づいているため、常に危険度が高い状態が続いている。

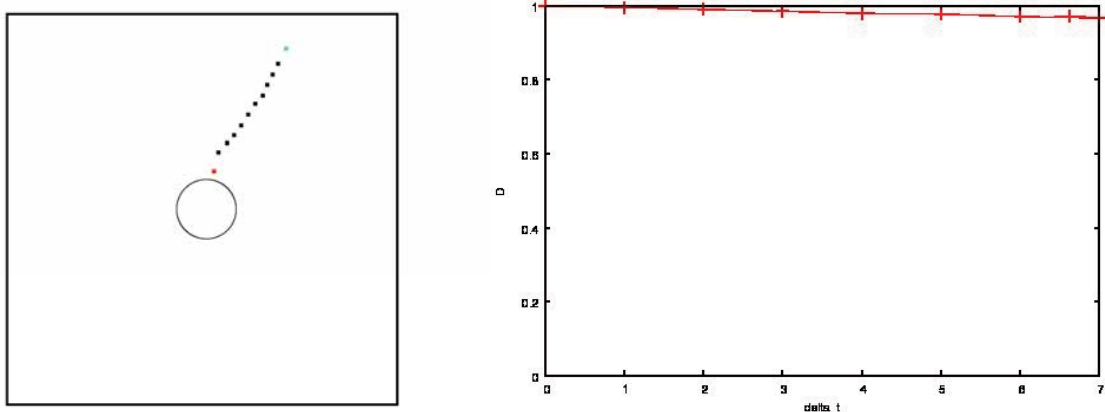


図 5-2-5 シミュレーション実験 1. 右：軌跡，左：危険度

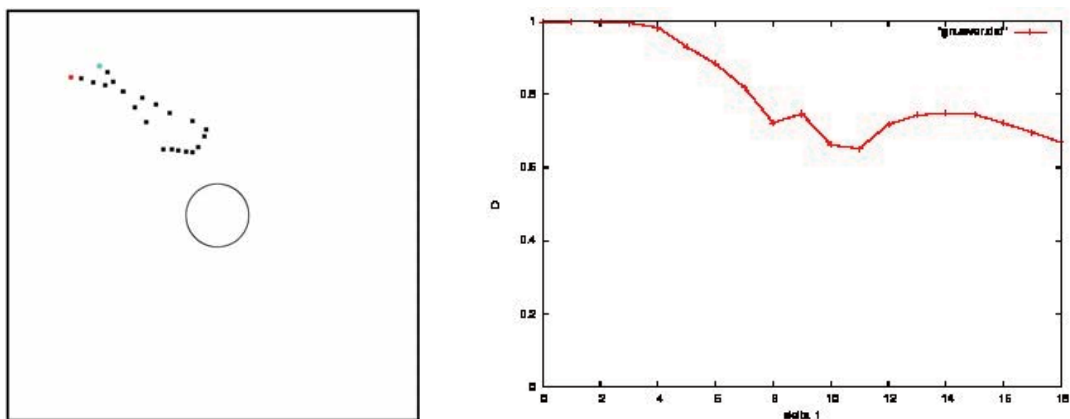


図 5-2-6 シミュレーション実験 2. 右：軌跡，左：危険度

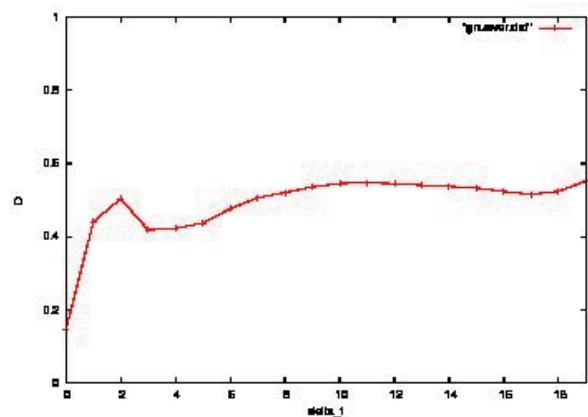
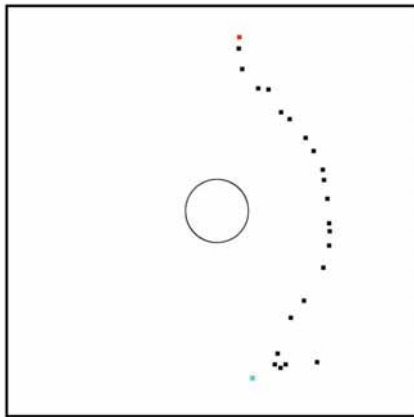


図5-2-7 シミュレーション実験3. 右：軌跡, 左：危険度

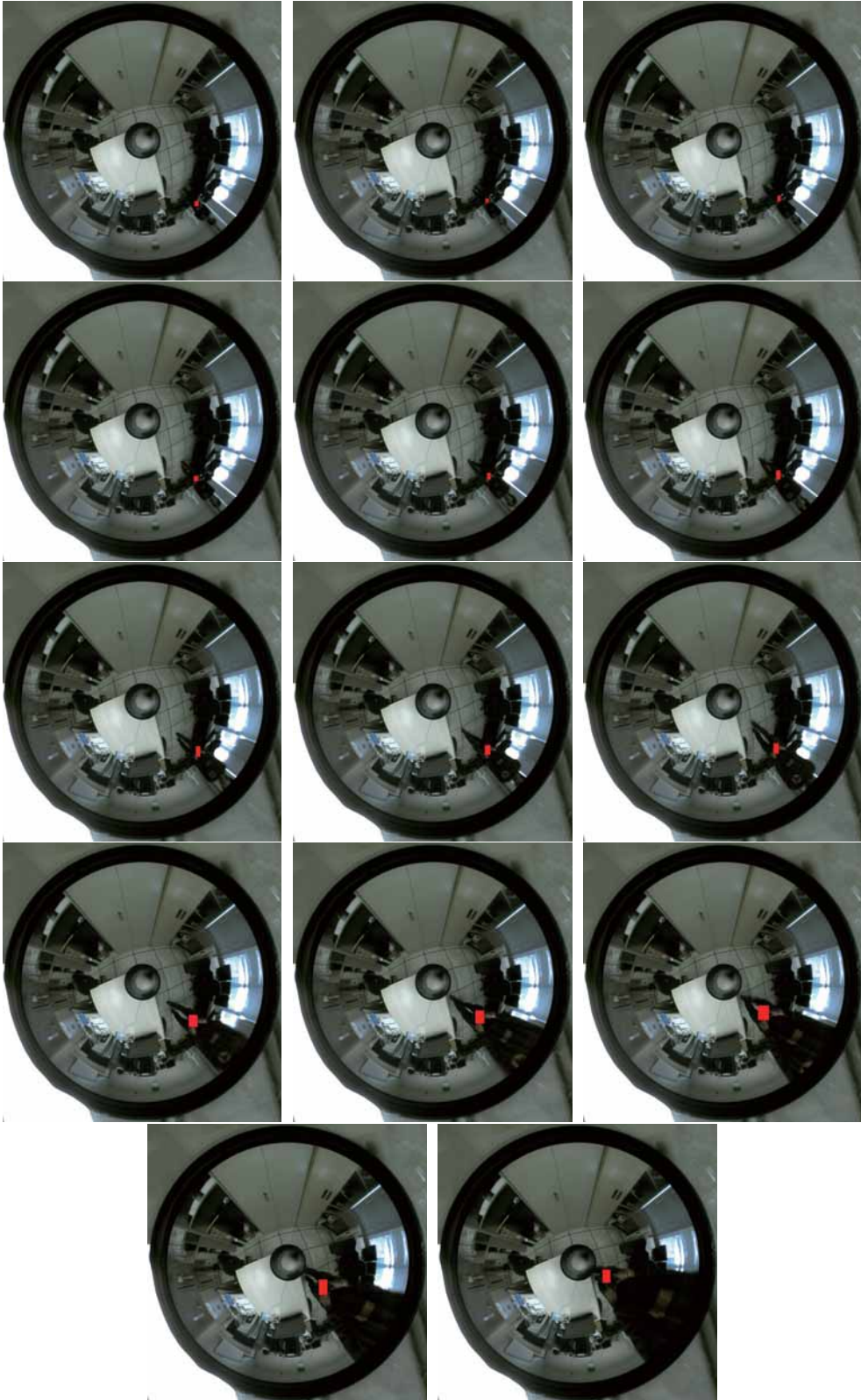


図 5-2-8 実画像と移動物体 (赤)

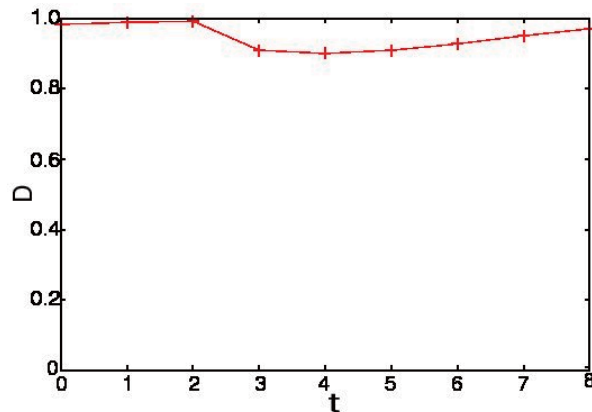


図 5-2-9 実画像から得られた危険度の推移

シミュレーションおよび実画像による実験を見てわかる通り、提案した危険度は実際の危険度と相関があり、有効な量であると考えられる。

(5) おわりに

本研究では、交通弱者自ら自身の安全・安心を保障するために、全方位カメラを用いた危険検知の手法を提案した。そして、シミュレーションおよび実画像による実験により、その有効性を確認した。今後の課題として

- 画像からの移動物体の自動検出
- 移動物体の進行方向の考慮
- システム化の検討

など、実際に小型のシステムの開発を目指す。

謝辞

本研究を行うにあたり、豊橋市内の交通事故多発個所に関する情報を提供し、全方位カメラでの路上撮影を許可して下さった愛知県豊橋警察署交通課長奥村敏彦様ほか皆様に感謝します。

参考文献

- [1] 小佐 亮太, 金澤 靖, 交通弱者のための道路交通標識の強調提示の一検討, 電子情報通信学会技術報告, 福祉情報工学研究会, WIT2011-17, pp.91--96, 2011
- [2] I-Safety「交通安全サービス」, NTT データ, <http://www.nttdata.co.jp/release/2005/111600.html>
- [3] 歩行者等支援情報通信システム(PICS), <http://www.utms.or.jp/janapese/system/pics.html> ほか
- [4] Y.Kanazawa and K.Kanatani, [Optimal line fitting and reliability evaluation](#), IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E79-D, No. 9, pp.1317--1322, 1996