

動体検知を用いたカメラ画像処理による混雑状況把握

近藤秀和¹ 堀 幸雄^{1,2} 今井慈郎^{1,2}

(香川大学工学部¹, 香川大学総合情報センター²)

1. はじめに

飲食店などのサービス業において、混雑状況を把握し、より効果的なサービスを提供することが重要である。そこで本研究においては、設置されたカメラから混雑状況下の画像を取得し、人の主観に依存せず混雑の指数を数値化することを目的とする。混雑状況の数値化は、背景差分法を用いた動体検知を行うことで実現する。

混雑状況をソフトウェアで監視し数値化することにより、ユーザは出力結果の数値から混雑状況を把握でき、混雑状況の時間的変化を監視する作業から解放される。

2. 関連研究

Esther らは、銀行のロビーに焦点を当て、来客に対し CONDENSATION algorithm を拡張してトラッキングし、その移動データのみをクラスタリングすることで得られた行動経路を用いて、異常行動の発見に応用している[1]。この研究ではセキュリティに関する応用のみを考えているので、移動行動のみを対象とし、環境下の混雑状況を問題視していない。しかし、混雑状況の把握はマーケティングおよび行動予測の観点からも需要は大きいと考えられる。

一方、藤本らは、全方位視覚センサを用い、店舗内における顧客行動の解析システムを提案している[2]。このシステムでは顧客の停留した位置が得られるが、同時刻内における顧客数に焦点を当てておらず、混雑レベルを数値化していない。このように、人の移動した経路のデータに対し個々の人物の主要な行動パターンを割り出す研究はあるが、混雑レベルに注目した研究は少ない。

3. 動体検知手法

背景差分法による動態検知は背景画像の時間的な変化を考慮した動的背景更新によるロバストな注目物体の検出手法 [3]である。この手法で

は背景領域画素の輝度 I を以下のようにモデル化する。

$$I = \bar{I} + \sigma \sin(2\pi\omega t) + k\xi \quad (1)$$

式(1)は入力画像中の各背景画素について成立し、 \bar{I} は輝度値の時間平均、 σ は輝度の振幅、 ω は輝度の周波数、 t は時間、 k は $-1 \sim +1$ の値をとる係数、 ξ はカメラのみに依存した雑音の最大値を表す。ここで、 $\sigma \sin(2\pi\omega t)$ の項は蛍光灯やCRTディスプレイなどのフリッカーなどの影響を表し、 $k\xi$ の項はゲインアップによるごま塩ノイズなどカメラにのみ依存する雑音を表す。このとき背景画素の輝度値 I は以下の範囲をとり得る。

$$\bar{I} - \sigma - \xi \leq I \leq \bar{I} + \sigma + \xi \quad (2)$$

本手法では、入力画素の輝度 I が式(2)の範囲におさまる場合はその画素は背景の画素、そうでない場合は物体の画素とする。

\bar{I} を \bar{I} の1フレーム後の画素値としたとき、背景と判断されたピクセルについて式(3)のように各パラメータを更新する。このとき、 n は更新速度パラメータである。

$$\bar{I}' = (n-1)/n \times \bar{I} + 1/n \times I \quad (3)$$

$$\sigma' = (n-1)/n \times \sigma + 1/n \times 2 \times (I - \bar{I})^2$$

また、各画素が物体の部分であると判断された場合でも、急激な背景の変化や新たに監視環境中に置かれた静止物体に対応するため、式(4)のように各パラメータを更新する。このとき、 m は $m \geq n$ 条件下における更新速度パラメータである。

$$\bar{I}' = \bar{I} \quad (4)$$

$$\sigma' = (m-1)/m \times \sigma + 1/m \times 2 \times (I - \bar{I})^2$$

これによって、新たな物体などがその場に静止し続けた場合には σ が増加し、しばらくするとその物体が背景と判断されるようになる。式(3),(4)を用いてフレーム毎に \bar{I} と σ を更新することにより背景の変化に対応してロバストに対象を検出することが可能になる。この時、 m を無限大にすることで静止物体は注目物体として検出され続け、背景画像に取り込まれない。上述の動体検知手法を Fig. 1 と Fig. 2 に適用した

Congestion Understanding by Motion Detection Techniques

H. Kondo† Y. Hori†‡ Y. Imai†‡

†Faculty of Engineering, Kagawa University

‡Information Technology Center, Kagawa University

結果を Fig. 3 に示す。

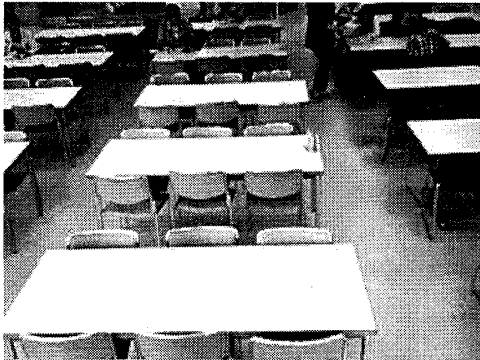


Fig. 1 カメラ画像 No.1

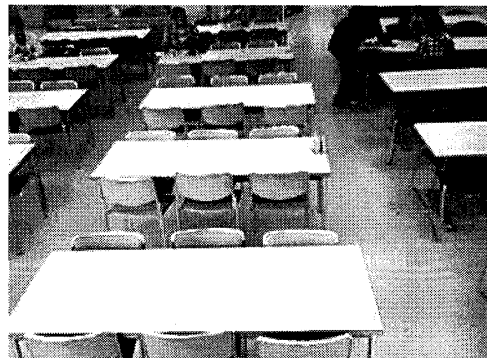


Fig. 2 カメラ画像 No.2

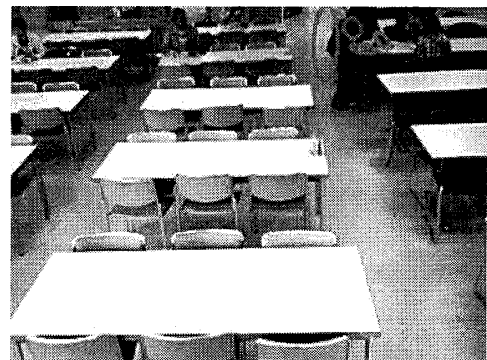


Fig. 3 動体検知結果

Fig. 1 はある時間の画像であり，Fig. 2 はその画像の 1 秒後の画像である．Fig. 3 は Fig. 2 内における動体と認識された部分を赤い円で表現したものであり，動体検知座標データとして Fig. 3 における円の中心座標，楕円の軸の長さ，回転角度を text データで出力する．本研究においては，動体検知座標データを基に数値化を行う．

4. 混雑状況の検証

香川大学内の食堂に設置したカメラにおいて動体検知を行い，時間毎の検知数と目視による人物検出を 10 分毎に行い比較したグラフを Fig.

4 に示す．Fig. 4 において横軸が時間を，縦軸は数を表示し，実線が動体検知数を，破線が目視による人物検出数を示す．

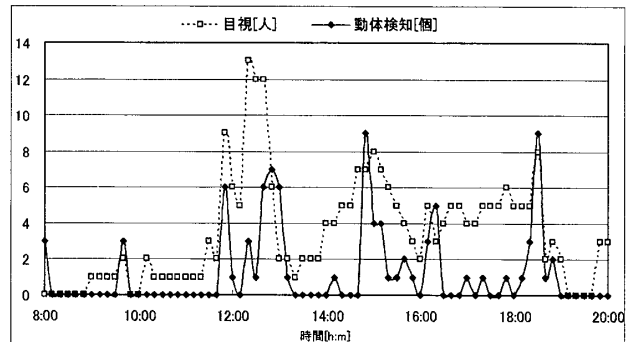


Fig. 4 動体検知結果

Fig. 4 において，目視による人物検出数と本研究で採用した動体検知手法による動体検知数との間の相関係数は，0.5217 であった．この結果より，研究で提案した動体検出手法は，実際の混雑状況を，ある程度機械的に検出できると考える．従って，これを用いて混雑状況の自動的な判断も可能となる．室内での混雑レベルの把握が容易になり，様々なサービスを検討する判断基準の取得が期待できる．

5. おわりに

本稿では，フレーム間の動体検知を行い，数値化することが可能となり，実際の混雑状況を近似的に数値化できることを確認した．

今後は，多様な条件下での検証を行い，数値により環境下に適した混雑レベルを定義し，混雑レベルという指標を提示することで，ユーザが混雑状況を把握し易い仕組みを提供したい．

参考文献

- [1] Esther B. Koller-Meier, Luc Van Gool, "Modeling and Recognition of Human Actions Using A Stochastic Approach" 2nd European Workshop on Advanced Video-based Surveillance Systems AVBS'01, pp.17-28, 2001
- [2] 藤本喜彦, 小原ゆう, 柴田史久, 馬場口登, 八木康史, 店舗内に設置した全方位視覚センサによる顧客の行動解析, 情報処理学会研究報告(CVIM), no.142, pp.17-22, Jan, 2004.
- [3] 森田 真司, 山澤 一誠, 寺沢 征彦, 横矢 直和, 全方位画像センサを用いたネットワーク対応型遠隔監視システム, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J88-D-II, No. 5, pp. 864-875, 2005.