

プライバシーを考慮した監視カメラ映像配信システム

土井 美鈴 堀井 洋一†

お茶の水女子大学大学院人間文化研究科 株式会社 日立製作所 基礎研究所†

1 背景と目的

近年、店舗や街角などへの監視カメラの設置が増えている。監視カメラ設置の主な目的は防犯であるが、常時店内に設置されているカメラの映像をユーザにリアルタイムに配信すれば、オンラインショッピングなどに利用できると考えられる。このようなサービスでは、店内の混み状況のほか、店内にディスプレイされた商品の映像をカタログのように配信したり、オフラインのカタログでは不可能な商品の入れ替え状況などを伝えることができる。カタログのように商品だけの映像を配信するためには、監視カメラに写っている来客の部分を除去した映像を作成する必要があるが、これでは店内の混み状況などは伝えることができない。しかし、店内の様子を伝えるために監視カメラと同じ映像を配信すると、来客のプライバシーに関する問題が発生する。

そこで本研究ではまず、商品だけの映像を配信するために、店内の商品を静止物体、来客を移動物体とし、監視カメラの映像から移動物体除去画像を作成する方法を開発した。また、来客のプライバシーを考慮しながら店内の様子を伝えるために監視カメラの映像に写っている人物にモザイクなどのフィルタ処理を適用する方法の試作を行った。

2 関連研究

公共空間に設置したカメラの映像を web 上で複数のユーザに配信するシステムが提案されている [1]。このシステムでは、空間内に人物が存在することが認識できるような画像作成を主な目的としている。人物を表示する際に認識とプライバシーのトレードオフを考慮に入れて画像の作成を行っているが、静止物のみを表示した画像を作成することは出来ない。

本研究では、入力画像の時系列の画素値の輝度変化から、移動物体を検出し、移動物体除去画像を作成することを主な目的とする。

3 画像作成手順

図 1 に画像作成手順を示す。入力画像から移動物体を除去した静止物表示画像バッファと移動物体マスクバッファを作成し、移動物体にフィルタ処理を適用する場合は合成処理を行うことにより出力画像を作成する。



図 1. 画像生成手順

3.1 移動物体の抽出

先行研究 [1] では、閾値以上の輝度変化が入力画像にあった場合、リファレンス画像の対応画素を更新することで、出力画像の作成を行っている。しかし、人物がいない時に撮影した画像を固定のリファレンス画像として使用するため、背景が固定の場合には移動物体を検知できるが、背景画像が変化した場合には検知することができない。そこで、ある時刻 t から T までの各画素の最大値、最小値を調べ、その差が閾値以上なら以下のようにバッファの更新を行う。

値に変化のない画素：

$$Sr(x,y)=Ar(t,x,y), Sg(x,y)=Ag(t,x,y), Sb(x,y)=Ab(t,x,y)$$

値が変化した画素：

$$Sr(x,y)=Sr(x,y), Sg(x,y)=Sg(x,y), Sb(x,y)=Sb(x,y)$$

3.2 マスク画像の利用

プライバシー保護を目的とした画像を作成する場合は、移動物体マスクバッファ ($M(x,y)$) を加重平均計算の重みづけ係数として合成処理を行う。

$M(x,y)$ の値を次式のように決定した。

$$sum(x,y) = |A_s(t,x,y) - S_s(x,y)| + |A_g(t,x,y) - S_g(x,y)| + |A_b(t,x,y) - S_b(x,y)|$$

$$M(x,y) = \begin{cases} 0 & (sum(x,y) \leq B0) \\ 1/(B1-B0) * (sum(x,y) - B0) & (B0 < sum(x,y) < B1) \\ 1 & (sum(x,y) > B1) \end{cases} \quad (0 < B0 < B1 < 765)$$

3.3 画素の時系列輝度変化

図2は $Ar(x,y), M(x,y), Sr(x,y)$ の時系列輝度変化を表したものである。背景が変化しても、時区間 $[t_0, t_1]$ では、出力画像は時刻 t_0 における入力画像のままである。

「素早く動くもの」と「動いた後静止するもの」を区別することで、人や車の動きを除去し、静止物のみ表示できる。また背景が変化しても移動物体を抽出することができる。

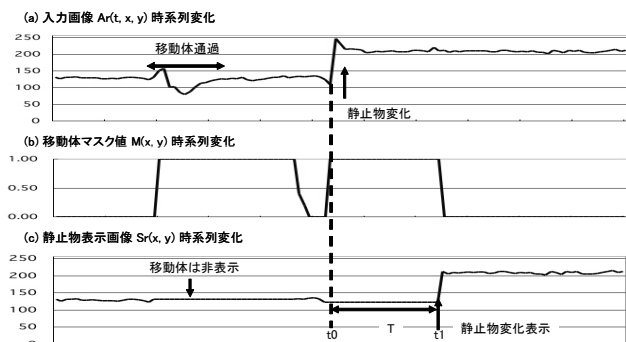
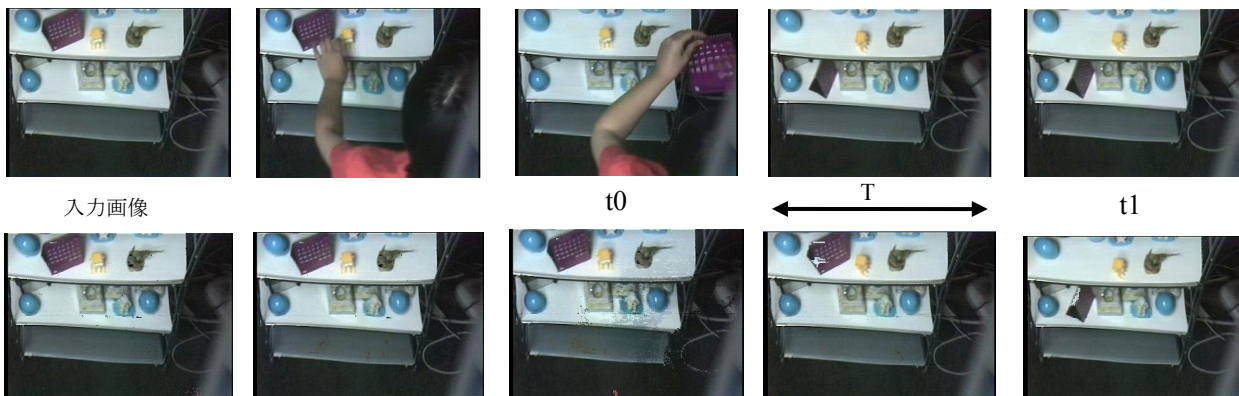


図2. $Ar(t, x, y), M(x, y), Sr(x, y)$ 時系列輝度変化

4 実験

実際の店舗を想定し(図4)、陳列棚に見立てた棚の上方、約 2.4m にカメラを設置し、カメラから約 50cm 前方に設置した鏡に写った画像をカメラで撮影した。入力画像は 320×240 ピクセルのフルカラー画像で、実験はすべてリアルタイムで行った。図5に結果を示す。人物などの素早く動く物体は表示されず、商品などの静止物のみが表示されている。また、静止物が移動された場合、一定時刻(T)後に別の場所に表示される。



出力画像

図5. 移動物体除去画像

輝度変化を調べるフレーム数を 10、15、20 と変更して行った。フレーム数が増加すると移動物体除去の精度は向上するが、画像更新にも時間を要するため、15 フレームくらいが適当であると考えられる。図6は、移動物体にモザイク処理を加えた結果である。顔などの詳細な情報は分からないが、人物の存在は表現したプライバシー保護を考慮に入れた画像を作成できた。

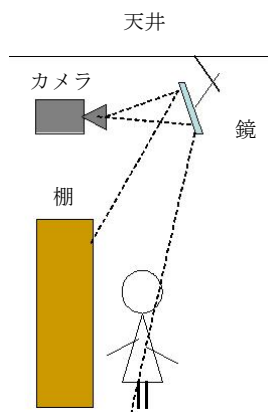


図4. 実験環境

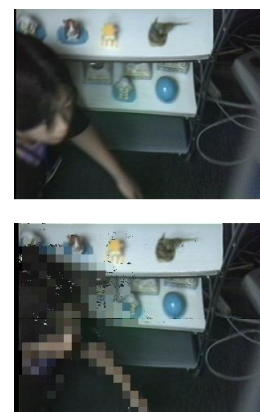


図6. 人物のモザイク表示

5 まとめ

監視カメラの新しい利用の方法を提案し、その画像生成機能のプロトタイプを作成し、実験を行った。実験の結果、棚の色、人物の影の影響によりノイズの発生が見られることが分かった。今後はノイズを減らす処理の検討を行なっていく予定である。

6 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導頂きました(株)日立製作所 基礎研究所 大塚理恵子 氏に深謝いたします。

参考文献

- [1] Scott E. Hudson, Ian Smith, "Techniques for addressing fundamental privacy and disruption tradeoffs in awareness support systems," Proceedings of the 1996 ACM conference on Computer supported cooperative work November 1996