

管場所も特定できるため、病棟安全上のモニタリングにも貢献できると考えられる。

さらに、ナースステーション内だけでなく、より広範囲を複数のカメラで撮影し、個人特定の連結方法を検討することにより、看護師業務のうち移動について、移動距離、時間を測定可能と考える。また、移動目的別の検討も可能と考える。たとえば患者移送なども行動検出できるため、移送業務に直接携わる時間の検討なども可能である。

本研究では業務量の一部として看護師の移動に関し解析を行ったが、今後は他の業務についてもビデオ画像処理に基づく方法論を検討する。

E. 結論

本研究では、看護師業務のタイムスタディシステムの一手法として、通常のカメラで撮影したナースステーションの動画像を使用しシンプルな画像処理である差分処理を用いることで、ナースステーション内における看護師の移動動線の抽出を行い、その有効性を示した。

文献

1. 笠原聡子, 石井豊恵, 沼崎穂高, 浦梨枝子, 馬醫世志子, 輪湖史子, 横内光子, 鈴木珠水, 大野ゆう子 (2004). 看護・医療の研究におけるタイムスタディの役割と将来動向. 看護研究 37(4): 3-10.
2. 斎藤慎也, 佐治斉 (2004). テンプレートの可変分割と統合による人物の動作追跡. 情報処理学会. 91. 33-39.
3. 中村匡伸, 趙卉菁, 柴崎亮介 (2002) 熱赤外カメラを用いた歩行者追跡手法の提案, 全国測量技量大会学生フォーラム.
4. 白井良明, 三浦純 (2001). 複雑背景における人の追跡. 情報処理学会研究報告, 66:81-88.
5. 岡田志麻, 大野ゆう子, 高亜罕, 王媛媛, 加藤久美, 毛利育子, 谷池雅子 (2008). 差分処理を用いた就寝中の患者見守り方法の検討. IT ヘルスケア誌, 3(2), 85-95.

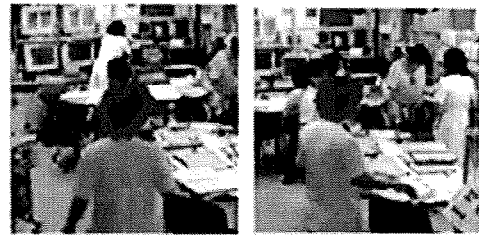


図 4 看護師の追跡

Fig.4 Identification of the specific nurse.



図 5 看護師の移動軌跡

Fig5. Trace of a specific nurse.

6. 奈良先端科学技術大学院大学 OpenCV プログラミングブック制作委員会 (2007). OpenCV プログラミングブック.
7. 永田雅人 (2009). 実践 OpenCV 映像処理 & 解析.

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表

薄雄斗, 大野ゆう子, 山田憲嗣, 金谷一朗, 川崎和男, 岡田千鶴 (2009). 差分処理を用いた看護師の移動距離の測定と業務量の推定. 生体医工学シンポジウム 2009 講演予稿集, 116.

薄雄斗, 大野ゆう子, 山田憲嗣, 金谷一朗, 川崎和男, 岡田千鶴 (2009). ビデオ画像を用いたナースステーション内の看護師移動動線の抽出. 日本行動計量学会第 37 回大会発表抄録集, 208-9

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得
特になし
2. 実用新案登録
特になし

ビデオ画像による特殊行動検出の可能性

研究協力者 喜久元 香（大阪大学大学院医学系研究科）
研究代表者 大野 ゆう子（大阪大学大学院医学系研究科）
研究協力者 山田 憲嗣（大阪大学臨床医工学融合研究教育センター）

研究要旨

病棟においては、いくつかの行動は重篤な結果をもたらす特殊行動として分類・検出される必要がある。たとえばトイレから長時間出てこない、夜間に病棟外に出るなどという行動は、安全管理の視点から対策を講じることが重要であるとされ、患者の様子を無拘束かつプライバシーを侵害せずに見守るシステムの構築は必須である。病院内では日本における一般的な自殺手段の割合と同じく約半数が縊首であるという報告があり、またトイレでの転倒後ナースコールで連絡を取れない場合、発見が遅れてしまうことがあり、密室であるプライバシー空間における動作検出が求められている。本研究では動画の差分処理に加えて肌色抽出法等を用いて特殊行動のパラメータ検出の検討を行った。具体的にはトイレ程度の個室を想定し、個室における縊死手段の一つとして顔と両手を上げる行動を俯瞰画像から検出する可能性を検討した。その結果、差分処理と肌色検出により簡易かつ処理時間も速く動作検出できること、差分画像を残して元画像は破棄することによって患者のプライバシーの配慮も可能であることの示唆を得た。

A. 研究目的

病院において、いくつかの行動は重篤な結果をもたらす特殊行動として分類・検出される必要がある。たとえばトイレから長時間出てこない、夜間に病棟外に出るなどといった行動は、安全管理の視点から対策を講じることが重要であり、患者の様子を無拘束かつプライバシーを侵害せずに見守るシステムの構築が必須である。病院内での自殺は、米国の医療施設評価認証機構（JCAHO）の医療事故報告制度においても最も多い重大事故とされており、日本では入院中の自殺に関して十分な把握がなされていない。

病院内における自殺手段は一般的に日本人の自殺手段として最も高比率である縊首であり、約半数であるといわれている（杉山・岩下ら（2008））。自殺の成功率も99%と極めて高く、手段が容易であ

ることが主な原因として挙げられる。縊首に限定すれば、必要条件として丈夫な紐や布類をかけられる場所や、準備時間を含めて10数分以上は他人から発見されないことなどが挙げられる。

画像情報を用いた患者見守りに関する研究としては、動画の差分処理を用いて就寝中の患者の様子を見守るシステムについての研究があり（Okada, Ohno（2008））、センサ類が非接触、無拘束という完全に切り離れた状態での見守りシステムとして画像を用いることの有効性と、差分画像を残して元画像は破棄することによって患者のプライバシーの配慮も可能であることが示唆されている。

本研究では、就寝時だけでなく病院建築の死角空間における見守りシステム構築を念頭におき、第一段階としてトイレ程度の狭い個室空間における特殊行

動について画像差分処理による検出可能性について実証的に検討した。

B. 研究方法

トイレットは病院内における数少ないプライベート空間であるが、転倒や点滴チューブ類がひっかかり抜けるなど患者にとって事故の起きやすい空間ともいえる。また、場合によっては縊死企図など重篤な結果をもたらすような行動も起こしうる空間でもある。その場合、通常とは異なる不自然な手や顔の動きが予想される。

本研究では動画の差分処理に加えて肌色抽出法を用いて、特殊行動のパラメータ検出の検討を行った。具体的には撮影実験としてトイレット程度の個室を想定し、個室における縊死手段の一つとして顔と両手を上げる行動や他の特殊行動について俯瞰画像から検出する可能性を検討した。

1)撮影実験について

個室は、縦 1.36m×横 1.02m×高さ 2.20mとして、出入りのドアを1つとし、トイレット個室を想定した(Fig.1参照)。カメラの高さは 209cm で天井から約 60度の向きに設置し、俯瞰画像によって撮影を行った。被験者は成人女性とし、私服、寝衣、寝衣で点滴を装着した状態の3条件を仮定し、それぞれの条件で座位、立位の状態をとり、特殊行動の例として以下の行為の状況を撮影した。

行為内容：手を挙げる、手を挙げ続ける、手を挙げて回転させる、食事様動作、ドアを触る、前屈で頭を抱える、上を向く、点滴ラインを触る、転倒、壁を叩く、頭をぶつける、嘔吐様動作、便器に上る、などである。

2)画像処理について

撮影時 60fps であった動画を、前処理段階で 30fps の avi ファイルへ変換を行った。個室に誰もいない状況である画像を背景画像として、撮影した動画によって差分処理を行った (Fig.1, Fig.2)。差分画像はグレイスケールで表示される。差分画像の面積値を算出する

ため、グレイスケール画像を 2 値化し、欠損値処理 (Fig.3) を行って画素面積の比較を行った。

C. 研究結果

結果の1例として、私服で個室に入室し、座位、立ち上がり両手を上下、挙げ続けて手を回して下ろす、壁側へ移動、壁を叩く、座位、退室の順に行動をとり差分面積の比較を行ったものを示す (Fig.5 から Fig.11)。

1)入室、退室行動

Fig.5, Fig. 6 は、個室への入退室の行動を示す。対象に対して個人の要素として考える必要があるが、どちらも 5 秒程度の時間を要した。また、各行動の中で最も差分面積が大きかったことも特徴として挙げられる。私服、寝衣、点滴を装着した場合の3条件を比較した場合、入退室の行動では差分面積値の最大値や振幅は異なるが、他の動作と比較すると行動の前後どちらかで背景画像との差分面積が最小になる、行動検出開始から約 2~3 秒で各行動中最も大きな面積値の変化となるという特徴的な動きであり、入退室動作として判別可能と考えられた。

2)座位からの立ち上がり、両手挙上動作

Fig.7 では、便器に座り続けていた状態から立ち上がって立位をとった動作である。座位の状態では 3000 pixel 前後、立位では 6000 pixel 前後の差分面積として表現され、両者を区別できた。

Fig.8 では、立位状態で両手の上げ下げを 2 回行った後、両手の挙上維持を行っている。この場合、両手の動作に対して振幅をもち、約 800pixel の違いが検出された。

3)両手挙上、手の回転動作

Fig.9 では、Fig.8 に引き続き両手を挙上させたまま約 10 秒維持し、さらに挙上させたまま手を合わせるなど、手関節より上の手部を回転させる動作などを行った。撮影画像中では、カメラの設定位置による撮影範囲から、立位で両手を挙げるなどの動作は、身体全てを撮影する

ことはできず手は途切れて撮影されていた。しかし、撮影範囲内の 34~37 秒において、振動状の pixel 変化で両手の動作を検出していることがわかる。

4)両手挙上，壁を叩く動作

Fig.10 では、画面右下の壁側に近づき両手を挙上させたまま、肘関節の屈曲と進展させる動作を素早く 4 回行った結果を示す。Fig.8 と比較すると下半身は映っていないが、カメラレンズに近づいたことで同じ立位の状態でも面積値の平均が異なっていた。

Fig.11 では、画面下の壁側(カメラ側)に近づいた上で壁を両手で叩いた行動を示す。同じ動作でも Fig.8 とは異なり二峰性で面積値が推移した。

D. 考察

従来、患者の見守りは看護師の業務として重要な位置付けにあり、それは今後も変わるものではない。しかし、病院建築の高層化が進み、建物構造上、死角空間が増えてきている現在、限られたスタッフで患者の安全、見守りを 24 時間、定常的に行うことは難しい。特にスタッフが交替する時間帯や夜間は患者見守りに割くマンパワーが落ちることが指摘されており、患者見守りを支援するシステムの需要は高いといえる。

本研究では患者プライバシー保護を考慮し、画像差分処理により被写体を特定不可能にした上で、肌色部分の検出を試み、患者の大きな動きに加えて手や顔の動きの検出、動作特定の可能性を検討した。

患者のプライバシー上、最も死角が多い場所であるトイレ程度個室を想定し、その内部における特殊行動の検出可能性を検討した結果、立ち座りの違い、顔の向きや手を差し上げるなどの動作については検出可能性が示唆された。また、今後周波数解析により、手を振る、上下するなどの動作部分は効率よく検出できる可能性が示唆された。

今回の画像処理プログラムは簡易かつ処理時間も早いため、臨床応用も可能と考える。しかし、座位と立位との区別では、衣服による判別への影響はなかった

が、同一人物でも面積値が異なること、カメラと上半身との位置による動作面積の差が影響していることが示唆され、今後身長による個体差や、腰が曲がった状態での対象者の移動などを考慮していく必要がある、さらに実際のトイレでは照明の都合や体格により肌色設定などの工夫が必要となる可能性がある。

また、カメラ設置の都合上、個室上部からの俯瞰画像となるため、画像の歪みや画角の設定、画像が切れた場合の処理など詳細な実験的検討が必要と考えられる。

E. 結論

画像処理によりプライバシーを考慮した上で、座位、立位を区別し、両手を挙げる動作や、その繰返しを面積変化によって検出できる可能性が見出された。今回用いた差分処理プログラムにより簡易かつ処理時間も速く動作検出できること、差分画像を残して元画像は破棄することによって患者のプライバシーの配慮も可能であることの示唆を得た。

F. 研究発表

1. 論文発表

該当なし

2. 学会発表

喜久元香, 大野ゆう子, 清水佐知子, 石井豊恵, 山田憲嗣. 画像処理による特殊行動抽出のための行動パラメータ検討. 生体医工学シンポジウム 2009 講演予稿集, 2009 ; 115.

G. 知的所有権の取得状況

該当なし

H. 文献

杉山直也, 岩下覚, 川西千秋, 河合桃代, 南良武(2008), わが国の医療施設における自殺事故の現状とその対策 わが国の医療施設における自殺事故の大規模調査, 精神神経学雑誌 110(11), 1038-1044.

Okada S, Ohno Y, Go Y, Wang Y, Kato K, Mouri I, Taniike M(2008),

Investigation into Using Difference Images to Monitor Sleeping Patients, Japanese Journal of Applied IT Healthcare3(2), 85-95.

Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations: Sentinel event,

<http://www.jointcommission.org/SentinelEvents/,2007>

財団法人日本医療機能評価機構 認定病院患者安全推進協議会, 提言 病院内における自殺予防

横浜自殺予防センター

http://www-user.yokohama-cu.ac.jp/~psychiat/WEB_YSPRC/index.htm

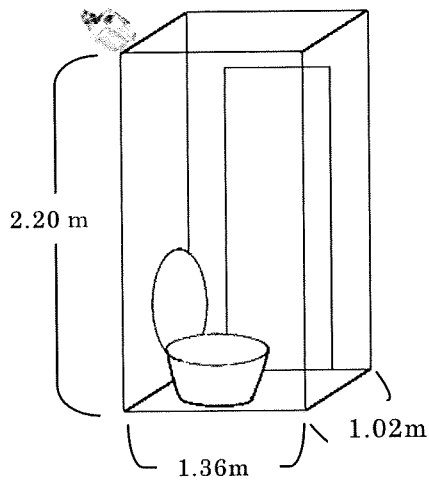


図 1 トイレット個室

Fig. 1 A small room assumed a lavatory with camera; this is cubicle corner of the room.



図 2 元画像
Fig. 2 Ex Image.



図 3 差分画像
Fig. 3 Difference Image.



図 4 2 値化画像
Fig. 4 Binary Image.

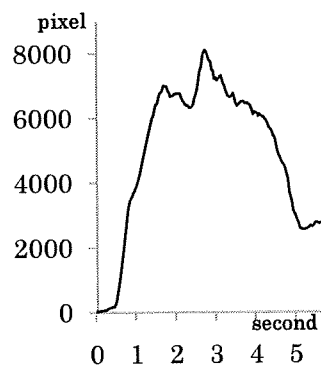


図 5 入室行動
Fig. 5 Entering into the room.

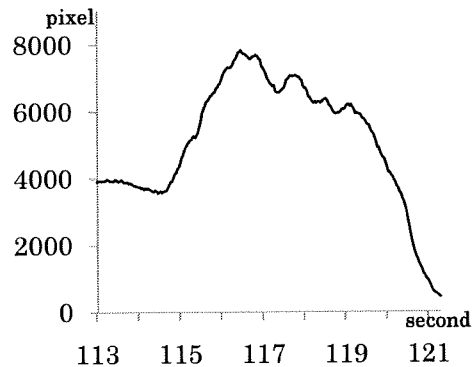


図 6 退室行動
Fig. 6 Stepping outside of the room.

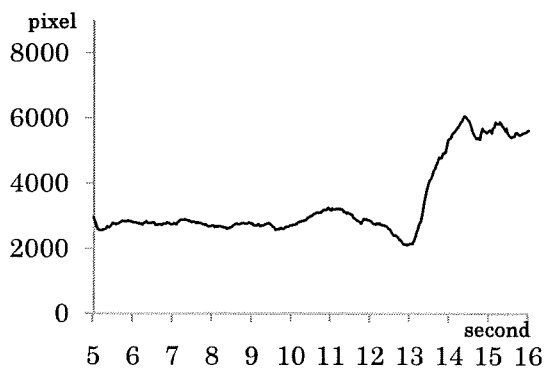


図 7 座位から立位へ立ち上がり
 Fig. 7 Sitting on the chair then standing up.

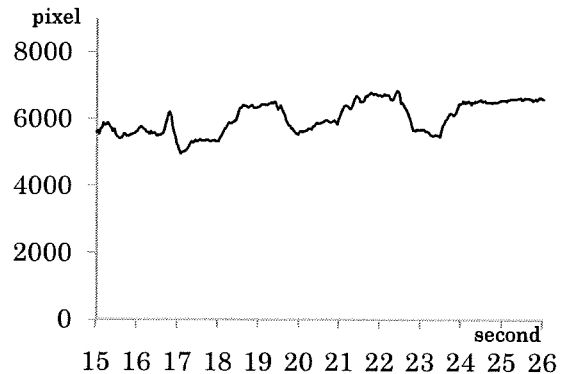


図 8 両手上げ下げ
 Fig. 8 Repeating the gesture of lifting up and pulling down of the both arms.

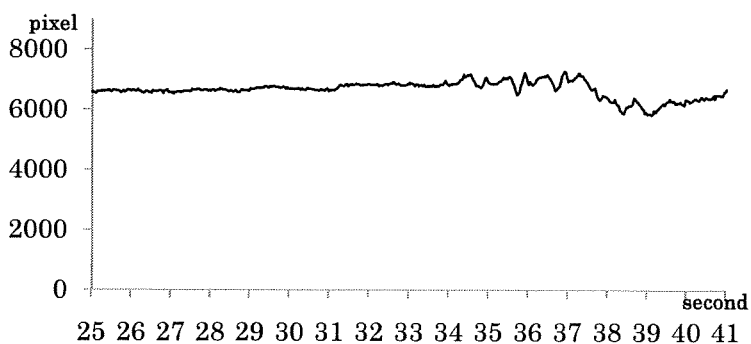


図 9 両手挙上, 手の回転
 Fig. 9 Keeping lifting up both arms then waving the hands.

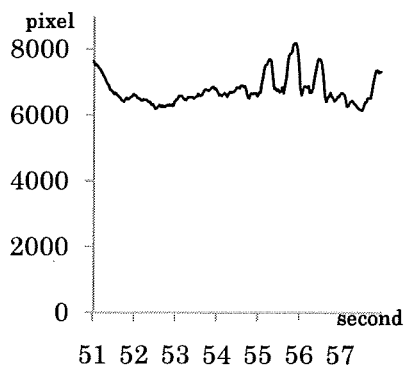


図 10 素早く両手上げ下げ
 Fig. 10 Rapid repeating of the gesture same as Fig.5.

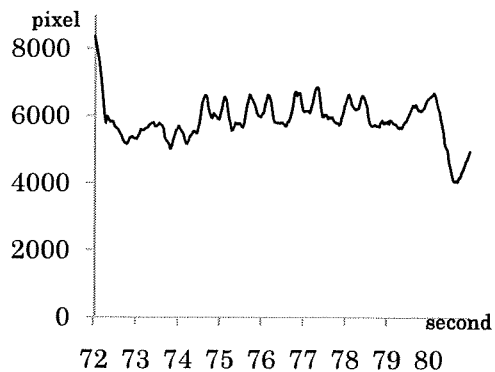


図 11 壁を叩く
 Fig. 11 Beating the wall quickly.

ビデオ画像による診察・相談業務把握の可能性

研究協力者 喜久元 香（大阪大学大学院医学系研究科）
研究代表者 大野 ゆう子（大阪大学大学院医学系研究科）
研究協力者 山田 憲嗣（大阪大学臨床医工学融合研究教育センター）

研究要旨

病院内において、人を対象としたビデオモニタリングはプライバシーの問題があり倫理上難しいとされている。しかし不審な行動や作業危険性などは映像により容易に判断することができ、画像によるモニタリングの有用性は高い。近年、電子カルテ導入が進み、医療の効率化により外来診察時間が確保されることが期待されているが、一方で操作に不慣れな医師は患者と話す時間が減るなどの影響がでる可能性を指摘されている。本研究では外来診察を想定し、医師の診察状況を顔の向きなどを差分処理することによりプライバシーに配慮しつつ把握するシステムを実験的に検討した。具体的には外来診察室における医師の顔の向きに着目し、ロールプレイとして1)医師が患者側を向いている、2)パソコン画面を見ている、3)書類などに向かって行動を撮影し、動画像の差分処理に加えて肌色抽出法等を用いて特殊行動のパラメータ検出の検討を行った。その結果、簡易かつ処理時間も速く動作検出できること、差分画像を残して元画像は破棄することによって、患者が映りこんでもプライバシーの配慮が可能であることの示唆を得た。

A. 研究目的

近年、電子カルテの導入が進んでおり、外来診察において、医療の質や、安全、効率性を上げることが期待されている。これまでの紙カルテと比較すると、電子カルテ化によって物理的な保管場所の限界を解決し、また患者のカルテの行方を検索する時間がなくなるという利点がある。一方、データ入力、情報閲覧に必須であるパソコン操作に不慣れな者などは、対面で患者と話す時間に影響を及ぼす可能性がある。

従来の研究方法では、外来診察のビデオモニタリングの手法が用いられており、診察時間やコミュニケーションタスクの達成度などが外来診察の質の評価指標のひとつとなっている。しかし、特に時間の算出などは研究チームの目視による確認であるために、単純な作業時間の結果を得るのにさえ時間を必要とすることか

ら、解析が少数のサンプリング例に限定されることがあった。このため、電子カルテの導入が外来診療の診察時間に寄与するのかを明らかにするために、特徴検出を用いた画像処理による無人タイムスタディが有用であると考えた。

病院内において、人を対象としたビデオモニタリングは、患者のプライバシーの問題があり倫理上難しいとされる。しかし院内における不審な行動や作業分析などは、映像によって容易に判断することができる。本研究では、倫理上の問題をクリアするため、ビデオ映像を差分処理することにより、プライバシーを考慮した上で医療現場におけるモニタリングの可能性を検討した。

B. 研究方法

本研究では、外来診察における医師の診察行動を単純化し3群にわけて、画像

処理を用いて医師の行動を自動的に検出する方法の検討を行った。特に電子カルテを使用した外来診察行動を想定して撮影実験を行った。診察行動は、1)医師が患者側を向いている、2)患者情報の確認や、情報入力のためにパソコン画面を見ている、3)書類などに向かって、同じく情報確認や記入を行っている行動の3群にわけることとした(図1参照)。

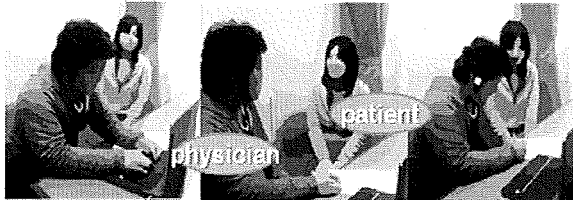


図1 診察行動の例(左から、パソコン画面を見る、患者側を向く、書類に向かう)

1) 撮影実験

外来診察室程度の個室を想定して、机、椅子2脚、Webカメラ付きのノートパソコンを用意してパソコン操作者を撮影した。パソコン操作者を医師役として、その顔の向きを撮影画像から検出する可能性の検討を行った(図2参照)。パソコンの位置を固定し、カメラから約500mmの位置に撮影対象者が座った。背景の壁との距離はパソコンから1200mmであった。

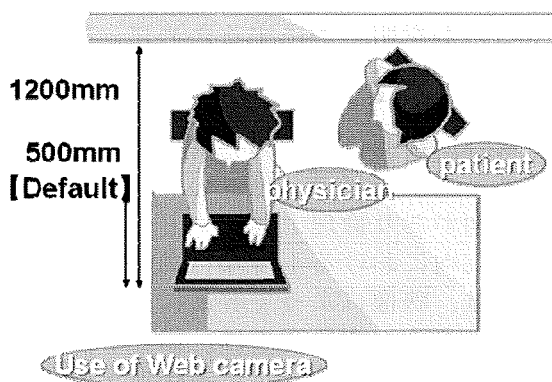


図2 ロールプレイにおける医師役と患者役の基準位置関係

健康な一般成人11名(男性3名、女性8名)を対象とし、単純化した3つの診察行動を含むシナリオに沿って医師役、患者役を配してロールプレイを行った。撮

影は医師側を対象とした。シナリオの流れを以下に示す。

・名前を呼ぶ

パソコンモニタ上の情報を確認し、診察の開始として患者の名前を呼び、確認を行う。

・診察

患者の話を聞く行動をとる。血圧測定のような実際の診察は行わず、来院の理由などを問う。

・データ入力

電子カルテを想定して、診断結果として1、2行の文章をパソコン上へキーボード入力する。

・データ記入

紙カルテなど文書筆記を想定し次回の来院日の記入など1行程度の記入を行う。

2) 画像処理の流れ

・顔領域に対して差分処理を行う

まず、カメラの撮影画像に対して、顔領域の設定を行う。はじめに入力画像から肌色領域を検出する。肌色として設定した値は、実際に被験者の顔領域の色値からHSVで表される平均値の幅を算出した。次に、医師役の顔以外に手部、患者役の顔領域、また算出した肌色と近い色のものが映りこんでいた場合に、検出された肌色領域から医師の顔領域の選択を行う。ラベリング処理を用いて、抽出された肌色領域を大きさの順にラベル付けし、領域面積が最大のものを選択した。

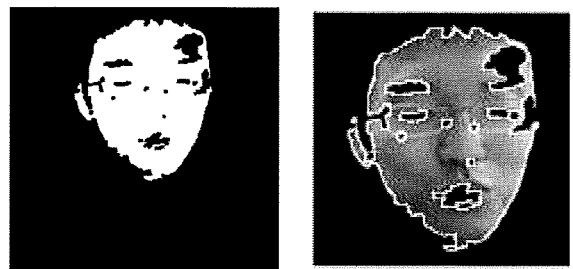


図3 肌色領域の抽出と最大領域の選択

次に顔領域に対して差分処理を行う。個室内に対象者がいない状態の画像を背景画像とする。差分処理を行った画像はグレイスケール画像のため、差分画像を2値化し、差分領域の面積を算出する。

これにより、顔領域の差分面積値は pixel で表される。この面積値は撮影開始時における特徴量として、変化に注目して検討を行う。

・カメラキャリブレーション

撮影に使用したカメラに対してキャリブレーションを行う。1マスの大きさが分かっているチェッカーボード（図4参照）を一定の距離ごとに撮影する。今回の実験では、マスの1辺の長さが27mmのものを使用した。

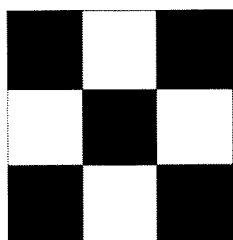


図4 チェッカーボード

ロールプレイに使用する個室で、WEBカメラを撮影時と同様に配置し、カメラからの距離50mm毎にチェッカーボードを配して撮影を行った。撮影画像中の1マスから、カメラからの各距離における1 pixel の実際の大きさ、長さがわかる。

撮影開始時の位置を基準位置として、顔領域である差分面積値と対応させることでカメラからの距離がわかる。キャリブレーションによって各地点における1 pixel の大きさと、実際の面積との関係がわかるため、基準位置の差分面積値をもとに、遠近を把握することができる。

今回の実験では、撮影開始時に医師役はカメラから約500mmの場所に座っている。この位置にある顔領域を撮影対象者それぞれの基準サイズとした。被験者の撮影動画に対して顔領域の差分面積値を算出し、カメラからの距離に変換することで検討を行った。

C. 研究結果

ロールプレイの撮影時間は、一人1～3分であった。

差分面積値は、撮影実験時に定めたパソコンからの距離による基準位置（約500mm）に対し、対象者がカメラに近づ

くか遠ざかるかという変位で表した。単純化した医師の行動について、同様のロールプレイを行っているが、対象者によっては個人の特徴が大きく影響を及ぼしたものの、共通の特徴がみられたものがあった。

図5と図6は対象者11名のうち2名の結果を例として示す。縦軸は+100mmの場合カメラからの一定距離である基準位置から顔領域の差分面積値が100mm遠ざかっていることを示す。横軸は、撮影開始からロールプレイ撮影終了までの経過秒数を示す。

単純化した医師の診察行動について

1) 医師が患者側を向いている行動は、“Turn to patient”として示す。撮影開始時はカメラ正面を向いているが、患者に対する情報収集のために大きく体の向きを変えており、この動きを基準位置からカメラより遠ざかる行動として精度よく検出した。

図5の対象者は、動画の確認時に患者の方向を向いた後、患者に対してうなづく動作を行っているが、このような細かい動作も、図の結果から細かい振幅を伴う結果として検出されていた。一方、図6の対象者では、うなづきなどの動作はなく、細かい振幅は見られなかった。しかし、患者と会話をしているときに、急激な値の変化が見られた。これは、対象者が会話時、顔に手を当てたことによる顔領域の面積値が一時的に大きくなったためである。

このような特徴が見られなかった対象者の例として、髪型の影響がみられた。髪型がショートであったり、髪を括っていないなかったりする女性の対象者では、髪の毛で横を向いたときなどに顔領域に及ぼす影響が大きくなるということがあった。

2) 患者情報の確認や、情報入力のためにパソコン画面を見ている行動を、

“Gaze monitor”として示す。変位の値の大きさは全対象者それぞれによって異なっていたが、基準位置と比較して、全ての対象者でカメラに近づく行動として

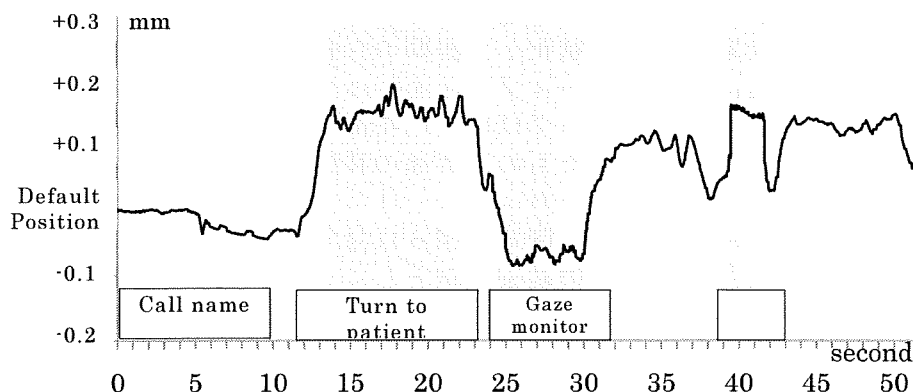


図5 対象者 A: 基準位置からの変位

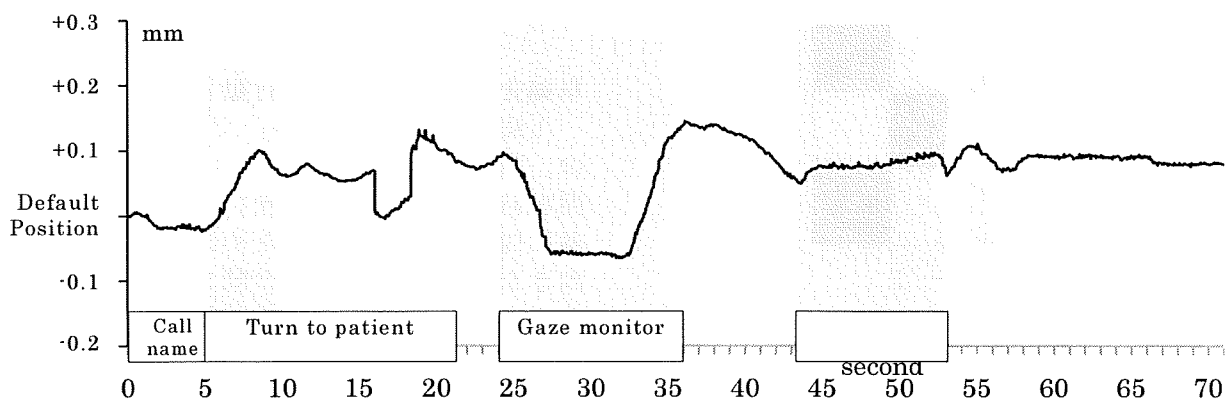


図6 対象者 B: 基準位置からの変位

検出できた。また、カメラに近づいたあと、モニタを見続ける行動はほぼ静止状態となり、差分面積値の結果からもわかる。3)書類などに向かって記入を行っている行動として1, 2行の文字を書く動作を行い、“Writing”として示す。顔を俯きにして記入する場合など、特徴が検出されたものが多かったが、顔を遠ざけたまま筆記を行う場合など、個人差もみられた。

D. 考察

1) 医師が患者側を向いている行動が検出できていた。これは撮影開始の、ほぼモニタの正面に位置している状態から、体幹ごと移動を行うというような大きな動作であったためである。このように患者の話聞く体勢をとる場合、大きな動作となり、外来診察時に医師が患者の方向を向いているかどうか、検出できる可能性がある。

一方、医師の診察スタイルや、患者との様々なコミュニケーションにおいては、

直接顔同士を対面させて話をするのが圧迫感につながる状況も存在する。このような場合には患者の話聞くという行動が、今回の撮影実験で行ったような大きな変化として検出されない可能性がある。しかし他の診察行動の状態と区別を行ったり、うなずきや相槌を検出したりすることで動作を判別できる可能性がある。また、特に口唇に関心領域を設定するなど、新たな処理を加えることで精度を増すことで、撮影動画上で見られる患者とのコミュニケーションを自動的に検出できると考えられる。また音を記録できれば、周波数解析により機械や物質音と話声との区別をつけることにより、画像変化と対応させて自動検出が可能と考える。

2) 患者情報の確認や、情報入力のためにパソコン画面を見ている行動は、正面からモニタを見ている状態として検出できた。撮影実験では、キーボード入力を行っていたが、モニタを見つめて静止し

ている状態が特徴的に検出されているため、予約患者の確認や検査結果の閲覧、またマウス操作やテンキー(numeric key)入力など、実際の外来診察時においても同様に、モニタを注視している行動として検出できる可能性が示唆された。

撮影時に、顔に手を当てるなど、本来の顔領域に比べて、処理の上で大きく領域面積を算出してしまうことがあるが、これらは他の動作を検出したものと比較して変位の急変を伴うため、区別することが可能である。検出したい3つの動作は、ある程度の継続時間と動作の変化を要する。

3)書類などに向かって記入を行っている行動として、文字を書くような動きは、動作が細かく、他の計測システムと同時測定することやペンにマーカーをつけてそれを画像検出するなどが必要である。今回の撮影実験では特に顔領域に注目しているため、顔を俯きにして筆記していても個人差が大きかった。従来、顔の向きについても、マーカーを顔につけてそれを撮影することで容易に精度よく顔の向き、角度を推定することができるが、臨床の現場で医師に非接触とし、処理内容も簡便な方法を用いて行動を推測することは有用だと考えられる。

臨床の外来診察では、5分から30分を診察に要するが、今回の撮影実験においては、各診察行動を単純化しており、2分前後の撮影となっている。臨床では実際に診察を行うことや、また各行動が組み合わされていることを考慮する必要があるが、各行動の特徴が検出されており、臨床でのモニタリングの可能性が示唆された。

動画像の差分処理に加えて肌色抽出法等を用いて特殊行動のパラメータ検出の検討を行った。その結果、簡易かつ処理時間も速く動作検出できること、差分画像を残して元画像は破棄することによって、患者が写りこんでもプライバシーの配慮が可能であることの示唆を得た。

E. 結論

検証実験として健常被験者に対し、差分処理と肌色領域面積の算出を行った。これにより、簡易かつ処理時間も速く動作検出できること、差分画像を残して元画像は破棄することによって、患者が写りこんでもプライバシーの配慮が可能であることの示唆を得た。また、一日の天候、時間などにより補正の必要はあるもののほぼ顔の向きは検出でき、それぞれの時間を算出することができた。

F. 研究発表

1. 論文発表

該当なし

2. 学会発表

喜久元香, 大野ゆう子, 清水佐知子, 山田憲嗣, 松村泰志(2009). 画像処理を用いた医療現場における特定行動の自動検出に関する基礎的検討. 平成 21 年電気関係学会関西支部連合大会, プログラム・公演論文集 (CD), G323.

Kikumoto, K., Ohno, Y., Shimizu, S., Yamada, K., Matsumura, Y. (2009). Fundamental Detection into Using Image Processing to The Consulting Behavior. *6th Asia Pacific Association for Medical Informatics*, 6,13.

G. 知的所有権の取得状況

該当なし

H. 文献

Theadom A, Lusignan S, Wilson E, Chan T(2003), Using three-channel video to evaluate the impact of the use of the computer on the patient-centredness of the general practice consultation, *Informatics in Primary Care*11, 149-156.

Poissant L, Pereira J, Tamblyn R, Kawasumi Y(2005), The Impact of Electronic Health Records on Time Efficiency of Physicians and Nurses: A Systematic Review, *Journal of the*

- American Medical Informatics Association12(5), 505-516.
- Shachak A, Reis S(2009), The impact of electronic medical records on patient-doctor communication during consultation: a narrative literature review. Journal of Evaluation in Clinical Practice15, 641-649.
- Makoul G, Curry R, Tang P(2001), The Use of Electronic Medical Records: Communication Patterns in Outpatient Encounters, J Am Med Inform Assoc8, 610-615.
- Okada S, Ohno Y, Go Y, Wang Y, Kato K, Mouri I, Taniike M(2008), Investigation into Using Difference Images to Monitor Sleeping Patients, Japanese Journal of Applied IT Healthcare3(2), 85-95.
- 厚生労働省平成十七年医療施設（静態・動態）調査・病院報告の概況
<http://www.mhlw.go.jp/index.shtml>

全方位カメラを用いたナースステーションにおける自動人数検出方法の検討

研究協力者 海老原祥吾（立命館大学大学院総合理工学研究科）
研究分担者 川崎和男（大阪大学大学院工学研究科）
研究分担者 金谷一朗（大阪大学大学院工学研究科）
研究分担者 岡田志麻（立命館大学理工学部ロボティクス学科）
研究協力者 福村 肇（立命館大学大学院総合理工学研究科）
研究協力者 中村昌平（大阪大学大学院工学研究科）
研究協力者 牧川方昭（立命館大学理工学部ロボティクス学科）

研究要旨

患者の安全確保のあり方、患者の需要に見合ったケア提供のあり方を検討する観点から、必要看護業務量の定量的な把握が急務であるとされている。看護業務管理を目的とする業務量把握に関する研究の代表的アプローチ法にタイムスタディに基づく業務量調査がある。業務量調査ではスタッフなどの業務に支障をきたすことなく、低コストで定量的に業務量を測るシステムが必要であり、その1つとして、カメラ撮影を行い、画像を処理することで、動作人数を自動的にカウントするものがある。本研究では、1度に広範囲撮影できる全方位カメラを用いてICU内を撮影し、撮影した画像を各ピクセルの輝度平均と標準偏差を用いた背景差分法で計算することで、同じ場所を撮影し続けたときに起こる微妙な明るさ変化に対処できるソフトウェアを開発した。また、そのデータから、1フレームごとのスタッフ数を検出した。実際の人数と比較することで、その優位さを検討した。その結果、動作している人数の検出可能性が示唆された。

A. 研究目的

看護業務量把握の代表的方法であるタイムスタディ法は、観測者が対象者の行動を時系列にそって観測し、記録するものである。しかし、この方法では特別な技術がないものが観測者となり対象者の行動を記録する可能性があり、業務が複雑になった場合に記録漏れの恐れがある。また観測者が観察対象者の動作の妨げとなり、スタッフの業務に支障をきたす可能性がある。

このことから、ビデオカメラによる撮影など現場に負担をかけずに看護業務を把握する手法が必要となる。

そこで本研究では、病院のICUで撮影した画像を処理することにより、画像上にいる人の数をカウントするアルゴリズムを開発し、その可能性を示唆する。

B. 研究方法

まず、病院AのICUを360度カメラ（全方位カメラ：図1）で撮影を行った。



図1：全方位カメラ

全方位カメラは、CCD カメラの前方に双曲面ミラーを設置しミラーの周囲 360度を撮影できるようにしたものである。ミラーの直径は約 50mm、カメラを含めた光学系全体の高さは約 200mm である。本カメラは奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科画像処理学講座によって設計されたものである。

撮影した 15 [frame / sec] の動画の一部 (60 秒間) を 2 種類の背景差分法で処理した。一つは一般的な手法であり、人が写っていない画像からそれぞれの画像 (撮影した画像 1 枚 1 枚 : オリジナル画像) に対して差分処理を行い対象を抽出する標準的な手法、もう一つは、我々が開発した手法 (以下、提案手法) である。

提案手法は、初めにピクセルごとに輝度値の平均と標準偏差を計算し、オリジナル画像から輝度平均を差分する。この差分結果と閾値との差の大きさから人の抽出を行う。閾値は、輝度値の標準偏差と定数を掛け合わせた数とする。これらの結果をオープニングフィルターを適用し、緑色でグルーピングを行い、その中心を赤でプロットするラベリング処理を行った (図 2)。

これら 2 つの人物抽出方法の結果を実際の人数と比較し、正答率とタイトルの U で評価を行う。正答率とは、実際に人数をカウントした値と差分結果がどれだけ一致していたかを比較するものである。タイトルの U は実際の値と差分結果を比較し、そのばらつき度合いを示す。タイ

ルの U の式を以下に示す。 X は実際の値、 Y は差分手法の結果とする。 0 ほどばらつきが少ない。

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_i (X_i - Y_i)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_i (X_i)^2 + \frac{1}{n} \sum_i (Y_i)^2}}$$

C. 研究結果

図 3 にオリジナル画像の人物抽出結果を示す。

図 4 は、実際の人数とそれぞれの方法の人物抽出結果を比較した結果である。目視で人数カウントした実際の値と比較すると、提案手法の方が標準手法に比べ全体的にばらつきが少ない。また、実際の値と 2 つの差分手法の差とその差が 60 秒のうちのどれぐらいの frame を占めているかを図 5 に示す。提案手法は、標準手法に比べ、実際の値との差が小さかった。正答率とタイトルの U による評価は表 1 に示す。結果、提案手法の方が高い精度となった。また、50frame ごとに正答率とタイトルの U を求めた (図 6)。さらに、検出人数ごとの正答率を調べた (図 7)。これらの結果から検出人数が少ないほど、高い正答率となったことが確認できた。

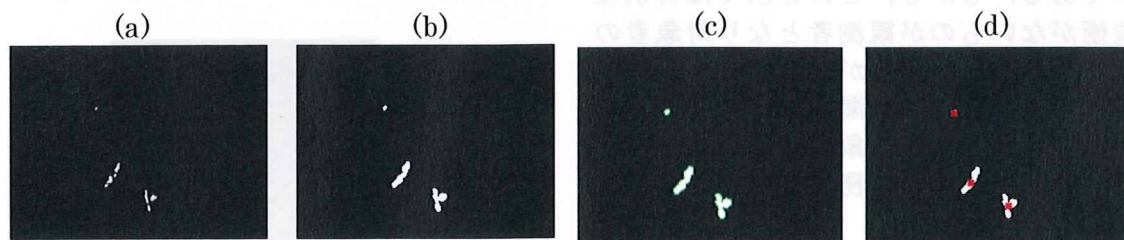


図 2 : ラベリング処理 (a)オリジナル画像 (b)オープニング処理後の画像 (c)グルーピング後の画像 (d)プロット後の画像

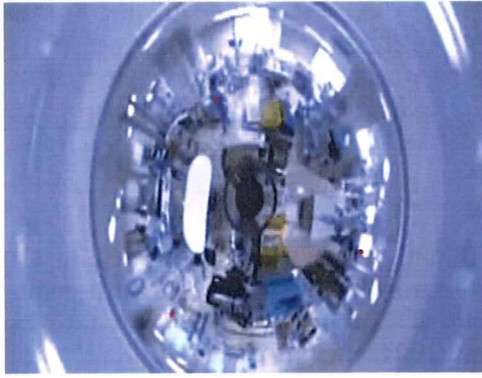


図 3 : 人物抽出結果

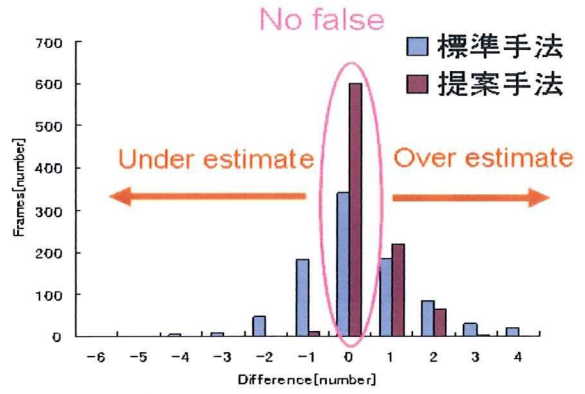


図 5 : 実際の値と差分手法との差

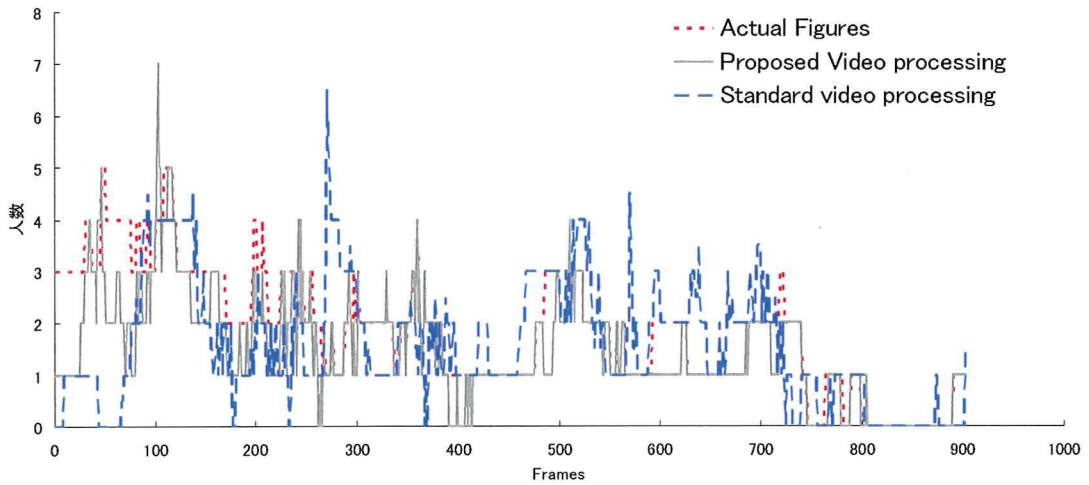


図 4 : 実際の人数と差分結果の比較

表 1 : 正答率とタイトルの U

	正答率[%]	タイトルの U
標準方法	37.8	0.322
提案手法	66.7	0.191

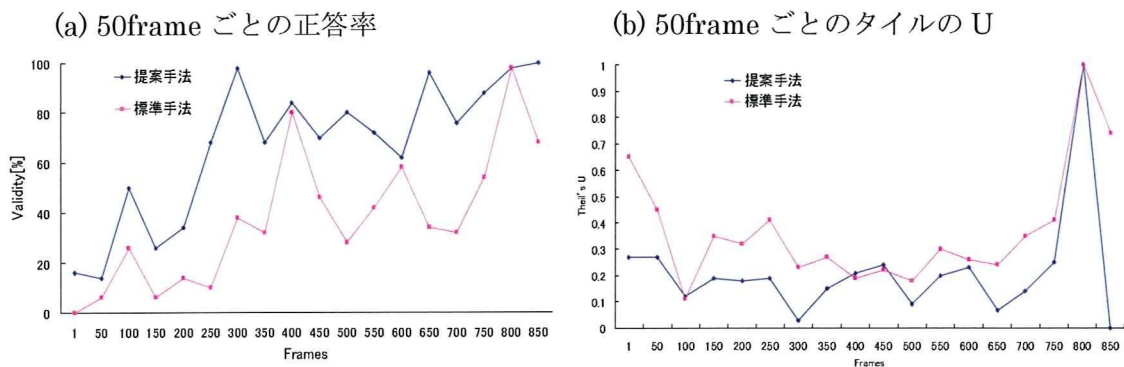


図 6 : 50frame ごとの正答率とタイトルの U

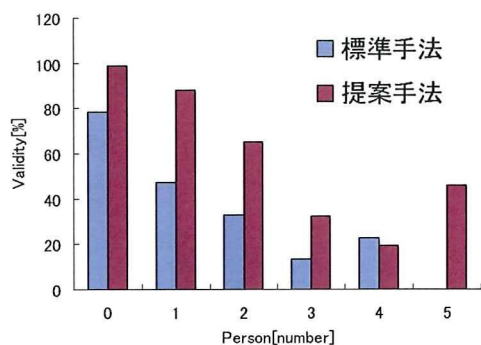


図 7 : 検出人数ごとの正答率

D. 考察

正答率とタイトルの U の結果により、提案手法が標準方法より対象物体の検出・追跡ができていることが確認できる。しかし、検出・追跡困難であった時刻も散見された。検出・追跡が困難となった原因として下記 3 点があげられる。

- 単一の対象物体だが差分の過程で 2 つ以上に分離し 2 人以上と認識した
- 目視での人数カウントよりもプログラムのほうが見えてからの初期動作が遅く、検出が遅れる
- 対象物体が部屋からいなくなるときの反応について、目視での人数カウントよりもプログラムのほうが速かった

また、提案手法の方が高検出率となった原因として、人がカメラの近くを歩くことによるカメラの振動（ノイズ）により対処できていたためだと思われる。標準手法は、カメラの揺れに対処するために自動的に閾値を変更するプログラムをさらに加える必要がある。

しかし、提案手法では閾値決定時に、あまりに不自然な変化をはずれ値として対処し、ノイズを除去できるようになっている。そのため、提案手法は標準手法に比べ輝度変化に柔軟であり、振動に強いため検出率の向上に繋がったといえる。

また、提案手法は人がいない画像を取得する必要がないため、人がいない状況を作りにくい場所で使用できるという利点もある。

E. 結論

各ピクセルの輝度平均と標準偏差を用いた差分法を提案した。この手法は、輝度変化に対して柔軟であったため、標準手法で対処できなかったカメラの揺れによるノイズを除去できた。また、人がいない状況を作る必要がなくな

った。よって、ビデオカメラによる看護業務把握法は有効であると考えられる。

今後は、さらに精度向上に向けて、新しい画像フィルタリングの選別を行う予定である。

文献

- [1] Baumberg A, Hogg D. Learning flexible models from image sequences. Proceedings of the third European conference on Computer vision. 1994; vol.1: p.299-308.
- [2] Davies ER. MACHINE VISION. 3rd ed. San Fransisco; Morgan Kaufmann Publishers; 200
- [3] Fermüller1 C, Aloimonos1 Y. Tracking facilitates 3-D motion estimation. Biological Cybernetics. 1992 July; vol.67 no.3: p.259-268.
- [4] Gonzalez RC, Woods RE. Digital Image Processing. 2nd ed. New Jersey; 2002
- [5] Hendrich A, Chow MP, Skierczynski BA, Lu Z. A 36-Hospital Time and Motion Study: How Do Medical-Surgical Nurses Spend Their Time?. Permanente Journal. 2008 summer; vol.12 no.3: p.25-34.
- [6] RN Boyle CA. Using a Time-Flow Study to Identify Ambulatory Surgical Delays. Journal of PeriAnesthesia Nursing. 1996 April; vol.11 issue 2: p.71-77.
- [7] Wang M-L, Huang C-C, Lin H-Y. An Intelligent Surveillance System Based on an Omnidirectional Vision Sensor. IEEE Cybernetics and Intelligent Systems. 2006 June; p.1-6.

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

画像解析によるタイムスタディ自動化手法の提案

研究協力者 松川玄太（立命館大学大学院総合理工学研究科）
研究分担者 岡田志麻（立命館大学工学部ロボティクス学科）
研究協力者 福村 肇（立命館大学大学院総合理工学研究科）
研究協力者 高林泰央（立命館大学工学部ロボティクス学科）
研究協力者 牧川方昭（立命館大学工学部ロボティクス学科）

研究要旨

本研究では、タイムスタディを自動化する手法として、画像解析により特定の看護師を追跡する方法を提案する。まず、1人の看護師が赤いカーディガンを身につけて薬剤業務を行い、その様子をビデオカメラで撮影した。次に赤いカーディガンを身につけた看護師が、仕事を行わずに机の周りを移動する様子を撮影した。この2つの動画を対象に画像解析を行い、特定の看護師のタイムスタディを行った。画像解析では、赤いカーディガンのみを抽出し、その重心を計算することで重心部分の移動軌跡を算出した。また、机の一部を関心領域に設定し、関心領域内への進入検出と、関心領域内の滞在時間を算出した。

実験結果より、画像解析により特定の看護師の移動軌跡と机に向かった時間を計測することが出来た。この手法を薬剤業務以外にも適用することで、看護師長など特定の業務習熟者のタイムスタディを行うといった応用が考えられる。

A. 研究目的

病院での業務改善において、タイムスタディは有効な手段である。従来のタイムスタディの手法では、看護師が自分で業務記録を行うか、観察者が常に看護師の側に付いて記録行う[1]。この手法はマンパワーを要し、看護師にとっても、観察者にとっても大きな負担となる[2][3]。そのため、タイムスタディを自動化する手法が望まれている。

本実験では、習熟した看護師のタイムスタディを行うことを想定し、特定の看護師が仕事をしている様子と仕事をしていない様子を撮影し、画像解析を行う。解析結果より看護師の移動軌跡と関心領域内への滞在時間を算出し、看護師の業務を自動的に記録する手法を検討する。

B. 研究方法

1. 撮影条件

薬剤業務の撮影はビデオカメラ（ソニー社製、DCR-PC300NTSC）1台を用いて行った。撮影はO大学保健学科実習室にて行った。図1に示すように、まず赤いカーディガンを身につけた看護師が他の看護師と薬剤業務を行う様子を撮影した。次に、図2に示すように、赤いカーディガンを身につけた看護師が、薬剤業務を行わず、机の周囲を歩く様子を撮影した。動画は30 fpsで撮影し、記録サイズは720×576 pixelであった。

2. 赤色領域抽出

まず、動画像から1フレームを抜き出し、ノイズ除去のため、メジアンフィルタを用いて画像の平滑化を行った。次に色調の閾値を調整し、赤いカーディガンの部分のみを抽出した。

赤色領域の抽出後、抽出部分の重心を算出するために、その画像を2値化し、

モーメント特徴を計算する.

今, x 軸方向に p 次, y 軸方向に q 次のモーメントを $m_{p,q}$ とするとモーメント特徴は以下のように定義される.

$$m_{p,q} = \sum_x \sum_y x^p y^q f(x,y), f(x,y) = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad (1)$$

式(1)より, 画像を 2 値化した場合の抽出部分の面積は以下の 0 次モーメントで算出することができる.

$$m_{0,0} = \sum_x \sum_y f(x,y) \quad (2)$$

撮影した画像の座標を図 3 に示す. 式(1)より 1 次モーメントを以下の式(3), (4)のように定義すると, 式(2), (3), (4)を用いて重心座標 (x_G, y_G) は式(5)のように定義することができる.

$$m_{1,0} = \sum_x \sum_y x f(x,y) \quad (3)$$

$$m_{0,1} = \sum_x \sum_y y f(x,y) \quad (4)$$

$$(x_G, y_G) = \left(\frac{m_{1,0}}{m_{0,0}}, \frac{m_{0,1}}{m_{0,0}} \right) \quad (5)$$

重心座標の算出後, 重心部分を可視化するために, 重心点を中心とした青い円を描画した.

3. 関心領域の設定

赤いカーディガンを身につけた看護師が薬剤業務を行う位置として, 関心領域を設定した (図 3). 関心領域は x 軸方向に 360 - 660 pixel, y 軸方向に 142 - 280 pixel とした. 看護師が関心領域に入ると, その滞在時間だけ信号を出力した.



図 1. 業務を行っている (左より撮影開始時, 5, 10, 15 秒後)



図 2. 業務を行っていない (左より撮影開始時, 5, 10, 15 秒後)

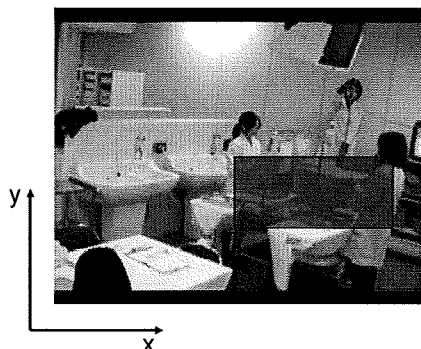


図 3. 画像の座標と関心領域

C. 研究結果

1. 赤色領域抽出結果

図4に図1（薬剤業務を行う）の赤色領域を抽出した結果を、図5に図2（薬剤業務を行わない）の赤色領域を抽出した結果を示す。図4, 5より、重心座標を中心とした円により看護師の追跡に成功していることが確認できる。

しかし、図6のように、赤いカーディガンを着た人物が人影に隠れてしまうと看護師の追跡ができなかった。この問題を解決するためには、赤いカーディガンが人影に隠れないよう、机やビデオの配置を工夫する必要がある。

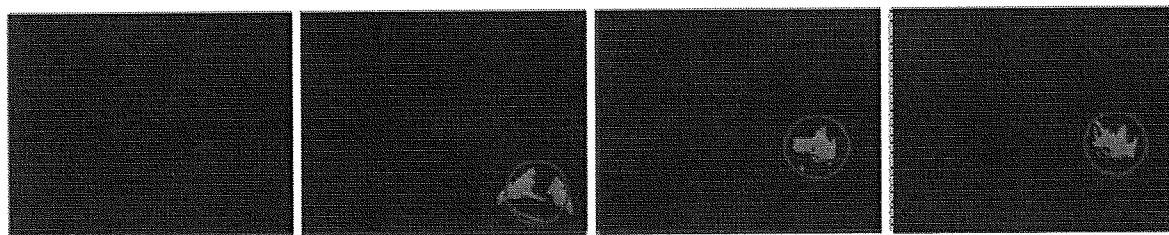


図4. 業務を行っている動画の抽出結果（左より撮影開始時，5，10，15秒後）

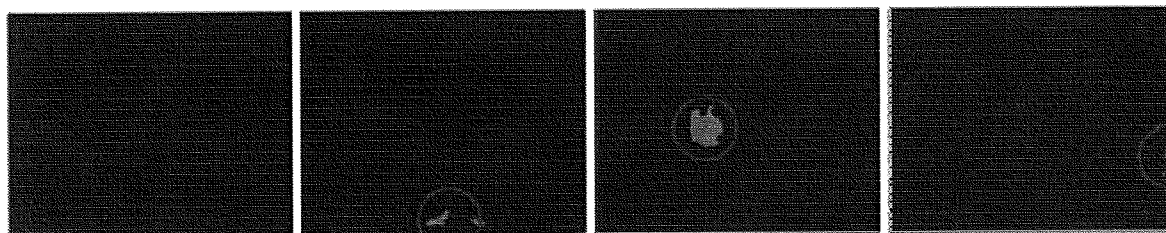


図5. 業務を行っていない動画の抽出結果（左より撮影開始時，5，10，15秒後）

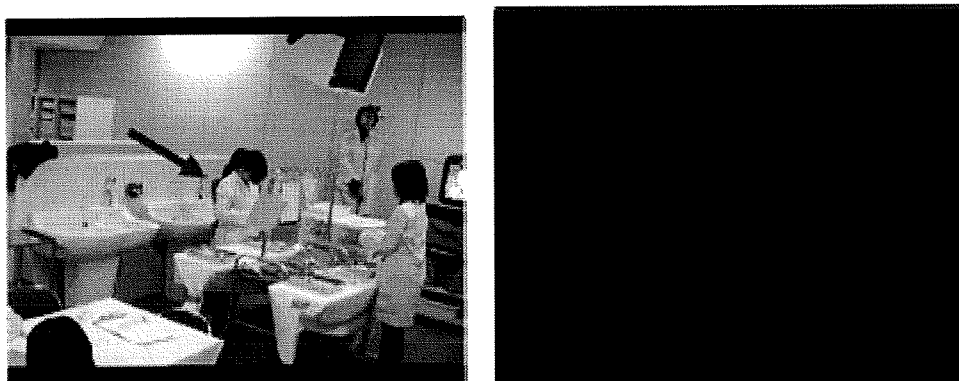


図6. 赤色領域が隠れる様子（左図：元画像，右図：抽出画像）