

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 24 日現在

機関番号：32409

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22792197

研究課題名（和文） 身体行動制限最小化のための行動解析システムおよび指標の開発

研究課題名（英文） Development of the biological information measurement system for a seclusion room use in order to minimize the restraint and seclusion

研究代表者

加藤 綾子 (KATOH AYAKO)

埼玉医科大学・保健医療学部・講師

研究者番号：30318159

研究成果の概要（和文）：

精神科医療において隔離・身体的拘束は可能な限り縮小されることが望ましい。本研究は患者の状態を詳細に把握し安全で適切な隔離解除指標を導くために必要な、生体情報計測システムの検討を目的とした。非接触で生体情報を計測可能なシステムとして天井設置カメラ用いたシステムを提案した。可視光画像や距離画像による行動パターンの識別、近赤外画像による心電図と関連のあるデータ抽出を検討し、病態判断や睡眠の質の判断などに利用できる可能性が示された。

研究成果の概要（英文）：

Though seclusion and restraint may be used as a control tactic in mental health inpatient settings, the use of seclusion and restraint are desired to reduce as much as possible. In this research, the biological information measurement system for a seclusion room use was studied. The proposed system uses the camera which is recessed to the ceiling to achieve non-contact monitoring. Discernment of the action pattern by the normal image or a distance image, and the electrocardiogram related data extraction method by a near-infrared image were considered. These results could be used for diagnosis of the medical condition and evaluation of the quality of sleep.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：看護学・臨床看護学

キーワード：精神疾患，生体計測，画像処理，精神看護

1. 研究開始当初の背景

精神科急性期治療の現場では、患者の安全・安静の確保や治療の遂行のため、隔離・拘束などの患者の行動制限は避けられないのが現状である。近年の日本における行動制限の

状況は、2003年の「隔離患者数」は7741人、「身体的拘束を受けている患者数」は5109人であるが、2006年にはそれぞれ8567人、6008人と増加傾向にある。行動制限は人権尊重の観点から可能な限り縮小されること

が望ましいが、現実には増加している。隔離・拘束に関しては、精神保健福祉法に基づいた指針やマニュアルがいくつかあるものの、実際の運用は、各病院、医師、看護師の経験に委ねられている。具体的には、隔離・拘束中には最低1回行われる医師による診察と看護師による30分に1回程度の観察により得られた情報が隔離解除の判断に利用されている。つまり、観察の質が隔離解除の判断に大きく影響している。しかし、行動制限の開始や解除の判断を誤れば患者の安全確保や治療妨げとなるため、隔離・拘束の縮小に対して慎重にならざるを得ないという側面も併せ持っている。以上のことより患者の継続的な生体情報を利用して正確な状態把握が行えれば、行動制限の縮小に寄与できると考えられる。

また、隔離されている患者は自傷の可能性もあるため、計測器を室内に持ち込んだり、患者にセンサを取り付けたりすることは、患者の安全を考慮すると避けた方が望ましい。本研究では、適切な隔離解除指標を確立するための、安全で継続的な生体情報収集を可能とするシステムの検討を目指す。本研究では、様々な非接触計測について検討した。

2. 研究の目的

本研究は、隔離室における患者の病態把握を目的として、継続的に患者から生体情報（運動量、行動パターン、バイタルサインなど）を収集するためのシステムについて検討することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 取得する生体情報の種類

どのような生体情報を計測することが有効であるか検討するため、15時間にわたり、のべ20名を視察した。

(2) 行動パターンの識別

(1)の観察結果より、患者の病態によって運動量と行動パターンに違いが表れる可能性が高いため、運動量と行動パターンを非接触に計測することを目指し、天井カメラを用いた計測システムを検討した。

本システムは、天井に設置したカメラ（可視光、近赤外光、サーモグラフィなど）より得られる時系列画像を処理することにより、患者の運動量や行動の種類を求め、それを時系列データとして記録し、患者の病態把握に役立てるものである。

画像処理によって人物領域を抽出し重心位置の移動量を求めることにより運動量を求め、頭部、体幹、腕、脚という体の部位毎のオプティカルフローを求めた時系列データをニューラルネットワークに学習させることにより、行動を識別する方法を開発した。

方式の検証のため、模擬的な隔離室を想定したベッドだけが置かれた空間で、歩行、寝返りなどの26種類の行動を撮影し、どの程度の行動が識別可能かを検討した。ニューラルネットワークの学習には、全ての行動パターンが含まれるシーンを選び、全部で9分間の画像を用いた。

(3) バイタルサインの非接触計測

十分な睡眠がとれているかどうかは、患者の病態を把握するうえで重要なポイントの一つである。そこで、実質の睡眠時間や睡眠の質を計測するための非接触計測を検討した。睡眠と関連する生体情報には脳波、心電図、脈波、体動などがあげられる。この中で体動は(2)の行動識別でも認識できると考えられるが、脈波などのバイタルサインの収集を目指した。

近赤外カメラを用いて30fpsで胸より上の画像を撮影し、その画像から心拍と同期した信号成分の抽出を試みた。撮影に用いた近赤外光の波長は880nmである。撮影は30秒行い、撮影と同時に同時に心電図も計測した。

撮影した画像から、顔全体、額、頬、鼻、首などの体の部位と背景を選び、部位ごとの平均輝度値を算出した。まず平均輝度値の時系列信号に含まれる信号の周波数成分を調べるために、13Hzをカットオフ周波数としたローパスフィルタをかけFFTを求めた。次に、心拍に同期した信号成分を抽出するため0.8Hzをカットオフ周波数としたハイパスフィルタもかけた。この信号から1s間を切り出し、切り出された信号と信号全体との自己相関関数を求めた。

(4) プライバシー保護に関する技術

① 顔部分のモザイク化

(2)で得られたアルゴリズムを用いて識別される行動パターンの時系列変化を用いて、患者の病態変化を捉えることが可能であるか検証するためには、隔離室に入った直後から隔離解除までの患者の映像の取得が必要である。提案するシステムでは途中の画像は全て破棄され、システムによって算出される運動量や行動パターンの時系列変化から判断される患者の状態だけをデータとして保存することを想定しているが、研究途中ではアルゴリズムの検証のために画像データを必要とする。しかし、これらの患者データの取得は、患者のプライバシー保護の観点から協力を得るのが困難であった。そこで対策の一つとして、取得された画像から顔部分を判断し、顔部分にのみモザイクをかけた画像データを保存するプログラムを開発した。

② 距離画像を用いた行動パターンの識別

(2)で検討したアルゴリズムは、画像から頭

部、体幹、腕、脚を識別して、これら部位毎のオプティカルフローにより行動パターンを識別するものである。一方で、近年距離画像を計測できるカメラ (Kinect) がゲームのインターフェースをはじめ様々な場面に応用されるようになってきた。Kinect では距離画像を基に人物を認識し、20 か所の骨格部位を認識することが可能である。骨格の移動ベクトルを用いることにより、プライバシーを保ちつつ(2)と同等の情報を得ることができ、行動パターン認識も可能であると考えられる。そこで、Kinect を天井に設置した場合を想定し、骨格の各部位の移動量と活動量との関係を調査した。

4. 研究成果

(1) 観察された行動の種類

観察された行動の種類には①寝る、②ベッドに横になる、③ベッドに座る、④部屋を歩く、⑤軽い運動、⑥ベッドを整える、⑦トイレ、⑧脱衣などがあげられた。このうち①～⑤に関しては、行動軌跡である程度認識が可能であると考えられる。また、⑤と⑥などプライバシーへの配慮が必要であることも多いことが分かった。さらに、モニタリング用カメラが導入されている病院ばかりではなく、モニタリング用にカメラが導入されていても利用していないケースも多く、患者のモニタリングに対する医療従事者の抵抗感が高いことも分かった。表 1 に観察された行動の中で、病態と関連のある行動を示す。この中で①～⑤の番号を付与した項目については移動軌跡や体の各部位の動きを継続的に計測することにより識別可能であり、病態把握にとって有用な情報になると考える。

表 1 観察された行動と病態の関係

病態	行動・観察で気づく点
そう状態	①うろついて止まらない
精神運動興奮状態	①うろついて止まらない
妄想状態	②ゆっくりうろつする、③たまに止まる、一点を見る
幻覚状態	④身振り手振りがある(腕を払うようなしぐさ)
暴力の直前	顔面の筋緊張、大量の発汗
状態が悪い	⑤睡眠がとれない(自分で休めない)、会話が成立しない

(2) 行動パターンの識別

体各部位のオプティカルフローを求め、その時系列変化を入力として、行動の種類を出力するシステムを開発した。システムの検証のため、学習・識別した 26 種類の行動パターンを表 2 に示す。また、26 種類の行動パターンに対するそれぞれの正答率を図 1 に示す。27 種類の行動パターン全体の正答率は学習済みのデータに対しては 93.7%、それ以外のテストデータに対しては 67%となった。同じ

行動パターンでも多少異なるため、学習データを増やすことにより精度向上が図れると考える。

表 2 行動パターン

1 ベッドで座位	2 ベッドで仰臥位
3 寝返り	4 ベッドで腹臥位
5 右足を動かす	6 左足を動かす
7 ベッドに座り右腕を振る	8 ベッドに座り左腕を振る
9 ベッドに座り両腕を振る	10 立ち上がる
11 床に座る	12 ベッドの端に座る
13 仰臥位から起きる	14 ベッドに寝て両腕を振る
15 左下に歩く	16 下に歩く
17 右下に歩く	18 左に歩く
19 立ち止る	20 右に歩く
21 左上に歩く	22 上に歩く
23 右上に歩く	24 ベッドに仰臥位で右腕を振る
25 ベッドに仰臥位で左腕を振る	26 ベッドに腹臥位で足を動かす

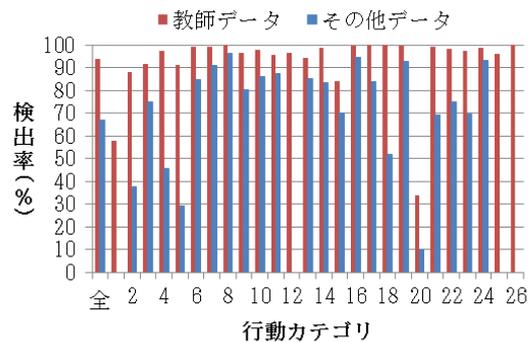


図 1 各行動パターンの正答率

(3) バイタルサインの非接触計測

頬と鼻と背景の平均輝度値の時系列データを図 2 に示す。頬や花の輝度値変化は背景の輝度値変化と比較して大きく、輝度値変化を引き起こす情報として体動や心拍の情報と重畳していると考えられる。

図 3 に 13Hz のローパスフィルタ後の FFT の結果を示す。他の周波数と比較して 1Hz 付近にピークがみられた。これは心拍に関連した信号成分であると考え、次に 0.8Hz 以下をカットして再度 FFT をかけた。

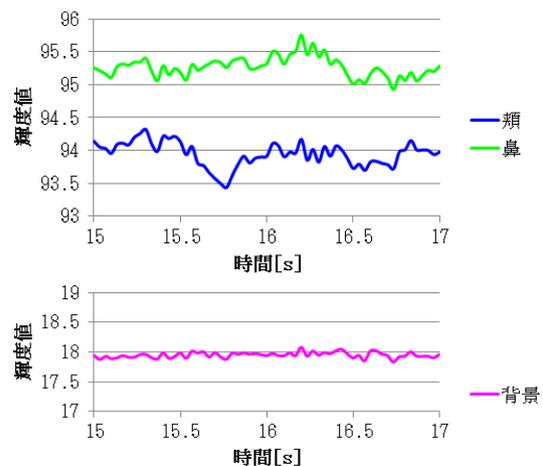


図 2 平均輝度値の時系列データ

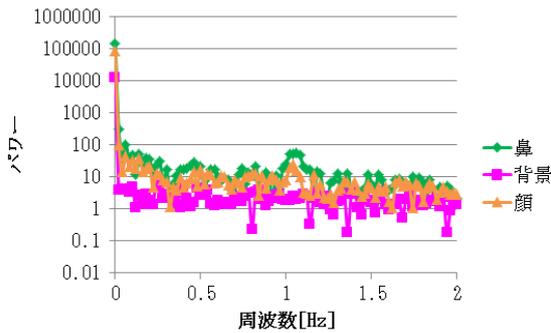


図3 13Hz以下の成分のFFT

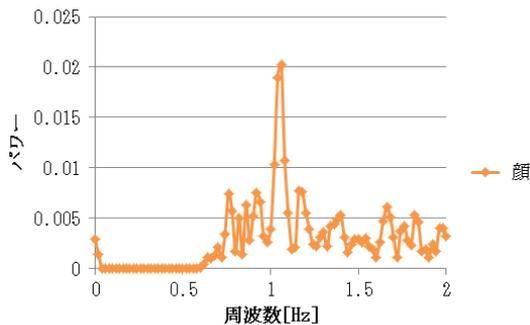


図4 0.8~13Hz成分のFFT

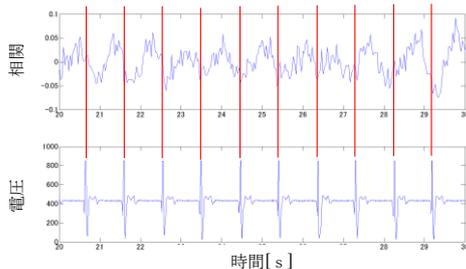


図5 1秒間のデータとの自己相関

この0.8Hzから13Hz成分の信号に対するFFTの結果を図4に示す。1.06Hzにピークが表れた。同時に計測した心電図から求めた本被験者のRR間隔は0.94秒であり、1.05拍/sとなることから、本信号は心拍と関連のある信号であると考えられる。

さらに1秒間のデータを切り出したものとの自己相関を求めた結果を図5に示す。図5上部は相関値、下部は同時に計測した心電図である。相関値の立ち上がりとは心電図R波の立ち上がりには位相差はあるものの、心拍とほぼ同期した信号が抽出された。今後さらに信号処理方法を改良することによって脈波相当の信号を抽出できれば、睡眠との関連が指標化できる可能性が示された。

(4) プライバシー保護に関する技術

①顔部分のモザイク化

OpenCVのhaar-like特徴を用いたカスケード分類器を使って顔領域を認識すると、頭部の

ロール軸での回転では -23° から 14° 、ヨー軸の回転では -20° から 20° の範囲で顔を認識し、モザイクをかける事が出来た。実際に耐えうるためには分類器のさらなる学習が必要であることが分かった。

②距離画像を用いた行動パターンの識別

隔離室での行動を想定して、歩行(早い、遅い)、座位(椅子、床)、仰臥位、寝返り動作などを計測した。病態によって日中の運動量や睡眠状態が変化するため、運動量として体の各部位の総移動量を算出した。この結果、歩行スピード、座位では違いが表れた。しかし、ベッドに横になった状態での人物識別の精度が低く、背景との差が少ない場合や撮影される人の向きが通常(画面上部が頭、下部が脚)と異なる場合の処理には改善が必要であることが確認できた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計1件)

加藤綾子, 宇賀神恵理, 松下年子, 福井康裕, 精神疾患患者の行動解析のための計測データの検討, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会, 2010年9月19日(大阪大学, 大阪)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加藤 綾子 (KATO AYAKO)

埼玉医科大学・保健医療学部・講師

研究者番号: 30318159