

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 22 日現在

機関番号：14303

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26502003

研究課題名(和文)高齢者施設での安全安心な入浴介助のためのモーションセンサを用いた視線・視野推定法

研究課題名(英文)Eye-gaze / visual field estimation method using motion sensor for safe bathing assistance at elderly facilities

研究代表者

来田 宣幸 (Kida, Noriyuki)

京都工芸繊維大学・基盤科学系・准教授

研究者番号：50452371

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：モーションセンサを用いて視線・視野情報を推定することを目的とした。モーションセンサとしては、3軸加速度、3軸角速度、3軸地磁気、GPSから構成される小型センサを被験者に固定して1kHzでデータを収集した。その結果、視線ターゲット座標を基準としてモーションセンサを用いた視線推定の精度は最大で16度程度の誤差であった。しかし、90%以上の時間では10度以内に推定できており、高い推定精度であることが確認できた。さらにターゲットの動きが秒速1.5m程度では15度の誤差が生じたが、秒速1mを下回る速度では10度以内であった。入浴介助等のゆっくりとした動作であれば10度以内の推定精度であると確認できた。

研究成果の概要(英文)：In this research, we focused on motion sensors and aimed to estimate gaze / visual field information during bathing assistance. As a motion sensor, data was collected at 1 kHz by fixing small sensors composed of tri-axial acceleration, tri-axial angular velocity, tri-axial geomagnetism and GPS to the subjects. As a result, the accuracy of the gaze estimation using the motion sensor with reference to the line of sight target coordinates had an error of about 16 degrees at the maximum. However, it can be estimated within 10 degrees at a time of 90% or more, and it was confirmed that the estimation accuracy is high. Furthermore, an error of 15 degrees occurred when the target movement was about 1.5 m per second, but it was within 10 degrees at a speed lower than 1 m / s. If it is a slow motion such as bathing aid, it can be confirmed that the accuracy is within 10 degrees.

研究分野：生体行動科学

キーワード：アイトラッキング モーションセンサ 衛生工学

1. 研究開始当初の背景

(1) 社会の変化

高齢化が進む近年、寝たきりや認知症高齢者の増加、介護期間の長期化など、日本では介護に対する重要性が高まっている。平成26年度版高齢社会白書によると、2013年10月1日現在における日本の総人口1億2730万人に対して、65歳以上の高齢者人口は3190万人(前年3079万人)であり、割合としては25.1%にまで上っている。これは、高齢化社会と定義される7%、高齢社会と定義される14%を大きく上回っている状況であり、超高齢社会に突入している。

人口の高齢化に伴って介護を要する高齢者も増加し、2012年10月現在549万人が要支援・要介護認定を受け、日常生活を送る上で何らかの介護が必要な状況となっている。このような高齢化社会の進行に伴い、社会的要請から介護業務の専門性が要求されるようになった。そこで、質の高い介護サービスを確保するため、介護の専門家の必要性が認められ、1987年に「社会福祉及び介護福祉法」が成立し、介護の専門的従事者に対して介護福祉士という専門的な資格が付与されるようになった。

(2) 高齢者介護と入浴介助

日常生活の中でも特に入浴はADLや清潔を保つために必要不可欠である。また、血流を促進させ、新陳代謝を高めるなどの生理的効果や不安や緊張の多い高齢者にとって入浴の時間はリラックスした気持ちになれる貴重な時間であり、入浴を生活の楽しみとする心理的な効果も大きい。さらに、身体の汚れやにおいを洗い流すことで人間関係を円滑にして、社会参加を積極的にするなど社会的効果も期待できる。このように、入浴は非常に重要な日常生活介助であり、質の高い福祉サービスを実現するためには、効果的な入浴介助の実施が期待される。

入浴は、高齢者に対して生理的、心理的、社会的に多くのプラスの効果をもたらす一方、転倒や溺水などの事故の発生可能性が高い危険な日常生活場面でもある。入浴時の事故発生の外的要因としては、更衣を行う際の寒冷暴露、浴槽や浴室内の温熱作用、浴槽内での静水圧が高齢者の身体にマイナスの影響を及ぼすと考えられる。身体的な変化が心肺停止や脳血管障害、めまいや脱力発作といった一過性意識障害を発生させるリスクを高めると指摘されている。これらの要因が複雑に絡み合うことによって、転倒や外傷の危険、溺水や溺死など身体に急変が発生する危険度が高く、質の高い入浴介護を実施するためには多くの課題が存在するといえる。

(3) 入浴介助の研究動向

介護者を対象とした生理的負担軽減に関する研究では、衛生工学や建築工学の研究領域で盛んに取り組みが実施され、より快適な

衣服の開発や建物構造の改善が進み生理的な負担が軽減されてきた。また、介護者の身体的負担の軽減については、人間工学やバイオメカニクスなどにより腰部負担を軽減する動作の提案や介助用機械の導入が進んでいる。たとえば、全介助状態の被介護者を車イスに移乗させる介助作業に着目して、リフト介助と人力介助による移乗介助の腰部負担や作業時間、介護者のリフト介助作業の習得度の効果を検討した結果、リフト介助の作業時間は習得が上がると作業時間が有意に短縮し、さらに、リフト介助は介護者の腰部負担軽減に有効であることが報告された(富岡2008)。

また、富岡(2007)は、上体の傾斜角度と表面筋電図を測定して腰部の負担を検討した結果、浴槽の出入りにリフトを使用すると前傾姿勢と筋負担が少なくなり、作業負担軽減に有効であることが報告された。その他にも、着脱衣や洗身時に、利用者が座位姿勢の状態では介護従事者が下肢側の着脱衣や洗身をおこなう場合や車イスのフットレストを設定する際に前傾姿勢や筋負担が大きくなり腰部負担度が高くなることが明らかにされた。

(4) 問題の所在

以上のように入浴介助における介護者や被介護者の生理的及び身体的負担を軽減することを目的とした研究が進められ、具体的な介護技術や新しい方策が多く提案されるようになった。一方、入浴介助中は事故発生の危険性が高いため、一瞬の気の緩みも許されず、高い集中力を維持する必要がある。特に、認知症高齢者の場合には予測不可能な動きが多いため常に意識を集中させる必要がある。しかし、精神的な負担を軽減するための基礎的な研究や実践研究の取り組みはまだ不十分であり、具体的な解決策の提案には至っていない。

転倒や溺水を未然に防ぐ安全・安心な入浴介助を実現させることができれば、精神的負担も軽減すると考えられる。その結果「心のゆとり」を生み出すことになり、より質の高い介護サービスの提供が実現すると考えられる。したがって、本研究では、転倒や溺水などの事故を未然に防ぎ、介護者の精神的負担を軽減することを解決すべき重要な問題の所在と設定した。

2. 研究の目的

(1) 転倒の予測及び見守り

介護対象となる高齢者は様々な心身機能や身体構造の低下を伴っているため、安全・安楽に入浴を行えるよう援助する必要がある。被介護者のリスクを予め予測し、多方面から情報収集できる能力と評価力の向上を目指すことが重要である。

入浴介助において、介護者が被介護者の危険を察知するためには、視覚情報が重要であ

り、介護者が意識的あるいは潜在的に、どこをみているかを理解し、その情報を一般化することが期待される。しかし、危険をうまく察知するために、どこに視線を向けてどのような情報を収集しているかについてもこれまで明らかにされていない。

また、介護者は被介護者の行動にできる限り介入しないようにすることで、被介護者の自立を促すことができると考えられているため、介護の現場においては「見守り」が重要とされている。入浴介助中の見守りについても、その視線の配置に関する定量化は実施されておらず、これまで介護者の勘や経験を頼りにした介護技術であった。これらの介護技術を形式知化することは非常に重要な課題である。

(2) 視線・視野の推定

近年、加速度計や GPS センサが携帯電話に標準的に内蔵されるようになるなど、加速度センサやジャイロセンサ、地磁気センサなどのモーションセンサは、MEMS 技術によって小型化、低価格化が進んでいる。モーションセンサは、身体各部位に取り付けることによって、身体部位の回転や並進運動を簡便かつ計測範囲に制限されない計測が可能であるため、ビデオ映像を撮影せずに位置情報や視野・視線情報を推定でき、プライバシーの観点からも高い期待が寄せられている。

モーションセンサによって得られる計測情報は、加速度や各速度であるため、身体運動の計測において重要な情報である姿勢情報は、角速度の積分演算や重力加速度からの変換によって得ることができる。しかし、角速度を積分演算した場合、ジャイロセンサの出力に含まれているドリフト誤差が蓄積し、計測時間とともに精度が低下する。また、重力加速度からの演算では、方位情報が得られず、加速度センサが検出する動的加速度が誤差となる。ジャイロセンサのドリフトによる誤差を補正するための方法として、様々な手法が提案されており、ジャイロセンサ、加速センサ、地磁気センサからロール・ピッチ・ヨー角度を推定するアルゴリズムやクォータニオンを推定するアルゴリズムが提案されている。したがって、安全・安心な入浴介助の実現を通して、入浴介助場面での「心のゆとり」を生み出し、介護現場での精神的負担の軽減を目的とした実際の入浴介助場面における視線行動を定量化するシステムの構築は非常に重要な課題である。このシステムは、入浴介助時の見守り・介助スキルや死角情報を定量化し、人員配置等を客観的に評価できるものであり、このシステムを実現させるために、基礎的研究としてモーションセンサによる位置・視線・視野情報の推定精度の検証が必要となる。

(3) 目的と課題

以上より、本研究では、入浴介助中の転倒

を未然に防ぐために介護者の見守りスキル及び被介護者が死角に入らないようにすることを実現することを目的とする。そのために取り組むべき課題として、2 つの課題を設定した。

1 つめの課題は、実際の入浴介助における危険場面の抽出とその対策に関する検討である。2 つめの課題は、モーションセンサを用いた視線・視野の推定法の信頼性および妥当性を明らかにすることである。

3. 研究の方法

(1) 入浴介助における危険場面の抽出

実際の入浴介護現場を、浴室入口付近に設置した 1 台のカメラで撮影した。あらかじめモザイク処理した 43 分 58 秒（半日）の映像を専門職の目で分析した上で、危険だと思われる場面を抽出した。

映像の分析者は、フィリピンで看護師として勤務後、日本に來日し 6 年間有料老人ホームで介護業務に従事した者および有料老人ホーム等で 9 年間介護業務に従事した者の計 2 名で行った。映像の撮影については、カメラを設置して映像を撮影することを事前に有料老人ホームの管理者に承諾を得た上で、プライバシーの範囲を設定した。撮影した映像を目的以外の用途で使用しないこと、保管方法は PC のハードディスク上に保管し、特定の者以外が閲覧できないようにすること、撮影した映像はモザイク処理を施し個人が特定できないようにすることを施設長および施設介護従業員に十分に説明した。

(2) 視線・視野の推定法の開発

実験室にて健常な一般男性を被験者として実施した。実験では、次の 3 つの機器により指標を計測した。(1) ロジカルプロダクト社製の 9 軸モーションセンサを頭部に固定し、頭部における角度（ピッチ・ヨー・ロール）を算出した。(2) ナック社製のモーションアナリシスを使用し、モーションキャプチャデータを導出し、視ターゲットとなる物体の三次元座標を計測した。(3) 被験者が視ターゲットを上手く追視出来ているかのデータを確認するため、ナック社製のアイマークレコーダー EMR8 を使用した。

実験の手続きとしては、初期姿勢によるキャリブレーションを実施し、前方に配置した視ターゲットを静止姿勢において静止状態のターゲットを 5 秒間中心視させた。この時の値をモーションセンサに対しての視線方向とし、視ターゲットが移動する条件を作った上で実際に頭を動かしながら視ターゲットを追視する事によってモーションセンサで得られた角度に対して視線の場所を推定した。

4. 研究成果

(1) 危険箇所の特徴

抽出した 8 ケースの危険箇所の模式図を示

す。図中の赤のポイントは介助者、赤の矢印は介助者の視線であり、青のポイントは被介護者、青の矢印は被介護者の視線とする。黒の点線矢印は介助者、被介護者の進行方向である。また、黄色の印は危険箇所である。危険な状況である被介護者を【危険被介護者】、その他の被介護者は【被介護者】、介助する者を【介助者】と表現した。

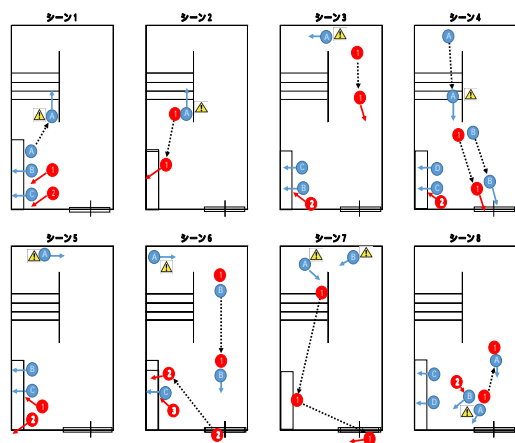


図1 8つの危険場面

【事例1】映像の時間は30秒間。介助者は2名、被介護者は3名の状況であった。危険被介護者Aが自身で洗身し、終了後単独で浴槽に移動しているが、介助者Aは被介護者B、介助者Bは被介護者Cの洗身介助に気をとられ、全く危険被介護者Aを見ていない状態である。危険被介護者Aが浴槽へ移動を開始してから9秒間目を離しており、転倒の危険性が非常に高い。

【事例2】映像の時間は15秒間。介助者、被介護者ともに1名ずつの状況。介助者Aが危険被介護者Aを手引き歩行で浴槽に誘導中、介助者Aは思い出したかのように、危険被介護者Aが洗身の際に使用したタオルをゆすぐ為、一度危険被介護者Aから離れる。介助者Aは危険被介護者Aからなるべく目を離さないように注意しながら作業しているが、手を放すことにより転倒の危険性が高く、事故の未然防止ができない。

【事例3】映像の時間は35秒間。介助者は2名、被介護者は4名の状況。介助者Bは被介護者Cの洗身介助を行っている。被介護者Dは自身で洗身している。介助者Aが危険被介護者Aを浴槽に一人残し、被介護者Bを浴槽から脱衣所に誘導している。被介護者Bを誘導している間に危険被介護者Aが浴槽から単独で出ようとしており、浴槽内で溺水または床面にて転倒の危険性が高い。また、洗い場にいる介助者Bも危険被介護者Aを見ながら被介護者Cの介助をしているものの、事故の未然発生は防止できない。

【事例4】映像の時間は40秒間。介助者は2名、被介護者は3名の状況。介助者Bは洗い場で被介護者Bの洗身介助をしている。被介

護者Cは自身で洗身している。浴槽でシャワーキャリーを使用して浴槽に入浴している危険被介護者Aを見守りしている介助者Aが、浴槽に浮いているゴミを取ろうと危険被介護者Aから35秒間完全に目を離している。同じ浴槽内にいるものの、目を離している間に溺水の危険性が高い。

【事例5】映像の時間は30秒間。介助者は2名、被介護者は3名の状況。介助者Aは被介護者Cの洗身介助をしており、被介護者Bは自身で洗身している。介助者Bは入浴介助準備等に手をとられており、シャワーキャリーを使用して浴槽に入浴している危険被介護者Aを、映像の30秒間全く注視していない。溺水の危険性が高い。

【事例6】映像の時間は35秒間。介助者は3名、被介護者も3名の状況。介助者Cは被介護者Cの洗身介助をしており、介助者Bは入浴準備等に手をとられている。介助者Aは、危険被介護者Aを浴槽に一人残し、被介護者Bを浴槽から脱衣所に誘導している。介助者3名全員、浴室で入浴中の危険被介護者Aを全く注視しておらず、溺水の危険性が高い。

【事例7】映像の時間は55秒間。介助者1名、被介護者2名の状況。介助者Aは浴槽に入浴している危険被介護者AおよびBの見守りをしていたが、他の被介護者の入浴準備をするため洗い場や脱衣所に移動しており、45秒間完全に目を離している。溺水の危険性が非常に高い。

【事例8】映像の時間は17秒間。介助者2名、被介護者4名の状況。介助者Aがシャワーキャリーを使用している危険被介護者Aのシャワーキャリーを後退しながら浴槽に誘導している。介助者Bは危険被介護者Bにシャワーでかけ湯をしており、かけ湯が終わって危険被介護者Bが浴室へ移動しようとしている。危険被介護者AとBのタイミングと重なったことにより、危険被介護者同士が衝突する危険性が高い。

上記8事例のうち、介助者が被介護者から目を離しているケースが6事例と非常に多い。特に比較的身体的な介助を必要としていない被介護者に対して介助者が目を離す傾向にあった。理由としては、身体状態が安定していることから「目を離しても大丈夫だろう」という過信が生まれて目を離している事が予想される。しかし、身体状態が安定している被介護者でも、体調は常時変化する可能性がある為、身体状態に関係なく十分注意する必要がある。

また、介護者が目を離しているかどうかについて、振り返る機会は少なく、モーションセンサを用いて視線・視野を推定し、自己評価することの有効性についても示唆された。

(2) モーションセンサを用いた推定

モーションセンサによる推定方向とモーションキャプチャのターゲット座標の値の推定精度を検証した。図2は視線ターゲット

の位置とモーションセンサによって推定された注視点の位置を平面上に示したものである。青色が視線ターゲットの位置であり、赤色がモーションセンサによって推定された視線位置である。完全に一致はしていないが、おおよその位置の推定は可能と考えられる。

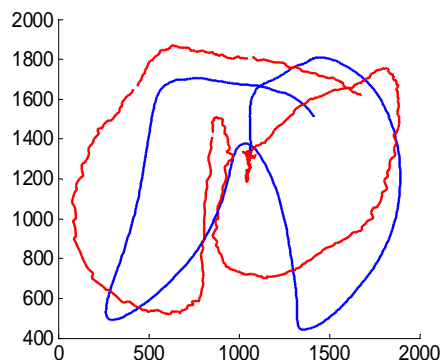


図2 注視点の推定

図3は、視線ターゲットと推定された注視点の誤差を時系列で示したものである。縦軸は推定誤差(度)であり、横軸は時間(秒)を示す。その結果、最大で16度程度の誤差はみられたものの、90%以上の時間では10度以内に推定されていた。

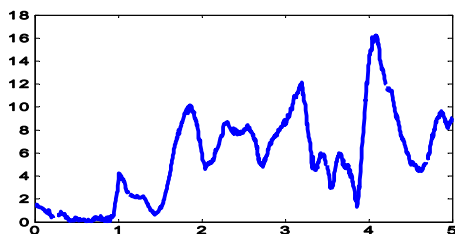


図3 注視点の推定誤差

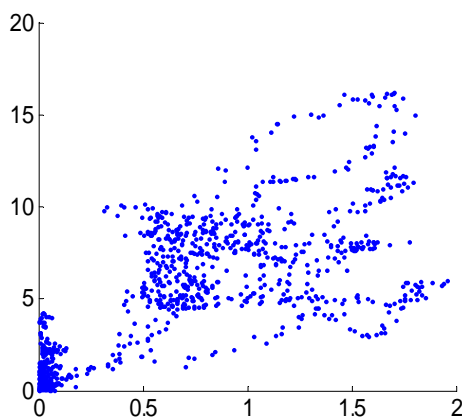


図4 移動スピードと推定誤差の関係

図4は、視線ターゲットの移動スピードと注視点の推定誤差の関係を示したものであ

る。縦軸に推定誤差(度)を示し、横軸に視線ターゲットの移動スピード(m/秒)を示した。その結果、秒速1.5mでは15度程度の誤差が発生したが、秒速1mを下回るスピードでは10度以内であった。入浴介助等のゆっくりとした動作であれば10度以内の測定精度であると確認できた。

また、モーションセンサを取り付ける位置については、頭頂部に添付する場合が最も推定誤差が少なく、膝の屈曲伸展動作などが推定誤差に影響を及ぼす程度は小さいことが確認された。以上の結果より、モーションセンサを用いて視線及び視野を推定する技術は実現可能性が高く、この手法を用いることで、入浴介助の現場における危険位置予測のスキルを評価する手法開発に繋がれると考えられる。また、この評価法を用いることで介助者自身のスキル向上等に繋がる教育実践教材の開発にも繋がる点において有用な成果が得られたといえる。

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)

〔雑誌論文〕(計2件)

1. Yamamoto A, Azuma T, Barrameda H Jr., Kida N, Goto A, Ota T, Caregiver's Eye Gaze and Field of View Presumption Method During Bathing Care in Elderly Facility, Human-Computer Interaction, 17: 524-532, 2015 (査読有) DOI: 10.1007/978-3-319-21070-4_53
2. Yamamoto A, Kida N, Goto A, Ota T, Azuma T, Yamamoto S, Barrameda H Jr, Caregiver's Gaze and Field of View Presumption Method during Bath Care in the Elderly Facility. Lecture Notes in Computer Science, 8529, 78-87, 2014(査読有)DOI: 10.1007/978-3-319-07725-3_8

〔学会発表〕(計3件)

1. 来田宣幸, 伝統みらいにおける介護領域への挑戦, 日本人間工学会第57回大会(三重県津市), 2016年6月26日
2. Akiyoshi Yamamoto, Tatsunori Azuma, Henry Cereno Barrameda Jr., Noriyuki Kida, Akihiko Goto, Tomoko Ota, Caregiver's Eye Gaze and Field of View Presumption Method During Bathing Care in Elderly Facility, HCI International 2015, Los Angeles, CA, USA, 2-7 August 2015
3. 山本晃嘉, 来田宣幸, 後藤彰彦, 太田智子, 山本周二, 東辰紀, パッラメダヘンリージュニア, 高齢者施設における入浴介助の視線・視野推定法, 日本人間工学会第55回大会(神戸), 2014年6月

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況（計0件）

取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

来田 宣幸 (KIDA, Noriyuki)
京都工芸繊維大学・基盤科学系・准教授
研究者番号：50452371

(2) 研究分担者

後藤 彰彦 (GOTO, Akihiko)
大阪産業大学・デザイン工学部・教授
研究者番号：50257888