

歩行自立度定量化のための計測システム

丹羽 真隆^{1,a)} 中澤 満^{1,b)} 満上 育久^{1,c)} 山添 大丈^{1,2,d)} 八木 康史^{1,e)}

1. はじめに

近年、高齢化に伴って高齢者が増加しており、日常生活を行うために支援や介護が必要な方の人数も増加している。そのため、要支援・要介護認定を受ける高齢者の人数は年々増加し続けており、平成 25 年度 1 月末の時点で 550 万人を超えている [1]。これらの認定のためには、市町村が指定した医師の意見書に加えて、派遣された認定調査員による認定調査が行われる。また、認定調査では、56 項目に及ぶ運動能力に関わる評価や、認知能力、精神面の状態に関わるものなどの調査を行う [2]。これらの調査では、認定調査員の主観が入りにくいようにするためか、例えば運動能力に関する項目では、「できる」、「人の手助けや、道具を使ったり何かに捉まったりすればできる」、「できない」の 3 段階程度の評価に留まっている。

これらの調査をより多段階かつ客観的に評価できるようになれば、認定調査員による認定のばらつきがなくなるだけでなく、このような評価が介護施設などで手軽に行えるようになれば、要介護者の状態の悪化の検知も可能になるのではないかと考えられる。そこで今回我々は、その中でも特に運動能力に関する能力に注目し、前述の「できる」から「人の手助けや、道具を使ったり何かに捉まったりすればできる」状態において、歩行の様子(歩容)から歩行自立度を評価する事を検討する。そのためには、介護施設において様々な要支援・要介護度の要介護者の歩容を多数かつ定期的に複数回計測する必要がある。

そこで、本研究では以下の要件を満たす計測システムを提案する。

- 広いスペースが必ずしも確保できないため極力省スペースで計測可能である事。
- 被験者の心理的な抵抗を少なくするために、計測装置は被験者への負荷が少なく、見た目にも簡便である事。



図 1 計測装置一式

- 介助者の手助けや手すりを利用していても計測が可能である事。
- 被験者の安全面が確保される事。

本稿では、このような計測を実現するための計測システムの概要について述べる。

2. 計測環境と計測システム

歩容の計測や分析手法としてカメラで撮影した人物のシルエットを用いる手法が知られている [3]。カメラを用いた撮影の場合、進行方向の横や斜め前から撮影 [4] しようとする、カメラの水平視野角の問題から、歩行路から横に離れた位置にセンサを設置する必要がある。また、計測の対象となる要介護者は、自立的に歩行できない方も含まれるため、平行棒(手すり)の利用や、横についた介助者の手助けが必要な被験者の計測も可能とする必要がある。横からカメラで撮影しようとする、被験者が横についた介助者の陰となってしまう計測が行えない可能性もある。そこでこれらの事を踏まえ、歩容を正面から計測する。

計測用センサには Microsoft 社の Kinect を用いる。Kinect は 1 台でカラー画像、レンジデータ、スケルトンを同時に取得する事ができるデバイスである。これによって、PC 1 台とセンサ 1 台のみで計測できるため、図 1 に示すような一式の計測装置のみで運用可能となり、可

¹ 大阪大学 産業科学研究所
〒 567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 8-1

² 大阪大学 大学院国際公共政策研究科
〒 560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-31

a) niwa@am.sanken.osaka-u.ac.jp

b) nakazawa@am.sanken.osaka-u.ac.jp

c) mitsugami@am.sanken.osaka-u.ac.jp

d) yamazoe@am.sanken.osaka-u.ac.jp

e) yagi@am.sanken.osaka-u.ac.jp

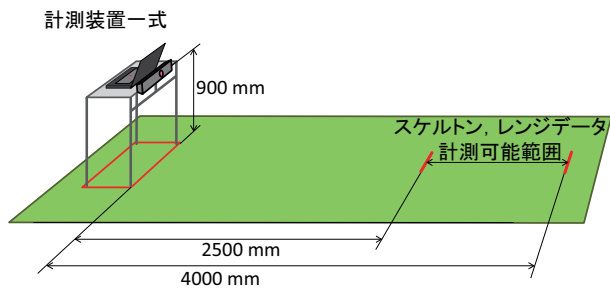


図 2 計測環境

搬性が高くなる。また、被験者はマーカなど何も装着する必要が無く、計測装置から一定距離離れた位置で計測できるため、通常の歩行と変わらない環境で計測でき安全性も高い。また、本センサにおいて金属製の手すりを利用して、スケルトンが計測できる事を確認している。

本システムの計測範囲はセンサの制約と同等となる。Kinect においては、センサから約 2.5 m 以上離れると全身の計測が可能となり、スケルトンおよびレンジデータについては 4 m まで計測可能である(図 2)。これは、成人男性において 2-3 歩分のデータが取得できるということである。

3. 計測内容と解析

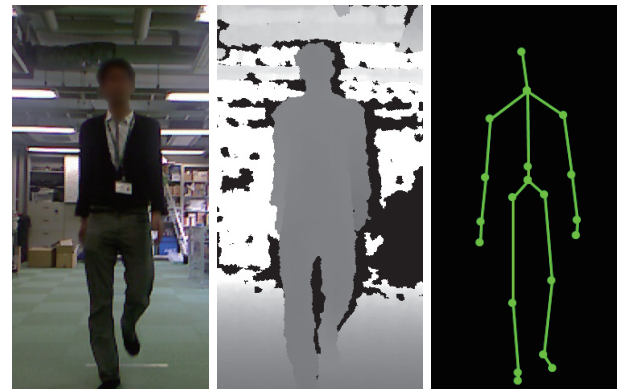
前節で述べたように計測範囲がさほど広くない事から、歩行途中の歩容を取得する。そのため、計測範囲外から歩き始め、歩行が安定した状態で歩行計測範囲を通過し、その後停止する。そのため、停止状態からの加速区間および安定歩行から停止に向かう減速区間を設ける。

また、歩行に加えて足踏みの計測も検討している。もし、計測の結果歩行と同様に足踏みのデータも利用できる事が明らかになれば、歩行よりも被験者への負荷が小さいと考えられ、またより狭いスペースで計測が可能となる。その他にも、足踏みはその場に留まって行く必要があるため、その場にどの程度安定して留まっているかなど、歩行とは異なる要因で評価できる可能性もある。

さらに、これらの計測によって得られた情報を解析し、歩行自立度の評価を行う必要がある。今回 Kinect の利用によって、図 3 に示すような、カラー画像、レンジデータ、スケルトンの 3 種類の情報が取得できる事を確認している。まず、カラー画像を利用し我々がこれまで行ってきたシルエットを用いた歩容特徴の抽出手法 [5] の利用を検討する。また、レンジデータについても、我々が提案しているレンジデータから自動的に人物領域を切り出し歩容特徴を計算する手法 [6] を用いて評価を行う。さらに、スケルトンについても、新たな手法が提案できないかどうか検討する。

4. おわりに

本稿では、歩容から歩行自立度を定量的に評価する手法を確立するための計測システムの提案を行った。そして、



カラー画像 レンジデータ スケルトン

図 3 Kinect で取得可能な情報

想定している計測環境や条件や実現手法について述べた。今後は、要支援者および要介護者の利用する施設と協力し、実際に要支援・要介護者のデータを収集し、解析を行う予定である。

ここでは、1 回および定期的な計測のためのシステムとして提案しているが、装置が簡便な事から、施設に常設し施設職員の方に日常的に計測して貰う事や、単一のセンサを利用している事から、例えば介護施設の廊下などに常設したセンサを用いて常時計測することも考えられる。それによって、施設利用者の運動能力の低下や回復状況を常に把握するこや、朝に比べて夜になると疲労の影響で、歩容の状態が変化するため、この変化の差を継続的に捉える事によって、体力の低下度合いを把握したりすることも可能になるのではないかと期待している。

謝辞

本研究は、独立行政法人科学技術支援機構 (JST) の戦略的基礎研究推進事業 (CREST) 「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」の補助を受け遂行された。

参考文献

- [1] 厚生労働省, “介護保険事業状況報告,” 月報 (暫定版) 平成 25 年 1 月, 2013.
- [2] 厚生労働省, “認定調査員テキスト 2009 改訂版 (平成 24 年 4 月改訂),” 2012.
- [3] J. Han and B. Bhanu, “Individual Recognition Using Gait Energy Image,” IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 28, No.2, pp. 316–322, 2006.
- [4] 赤江 直樹, 榎原 靖, 八木 康史, “歩容認証のための性能モデルによるカメラ最適配置,” 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J95-D, No. 3, pp. 675–686, Mar. 2012.
- [5] Y. Makihara, M. Okumura, H. Iwama and Y. Yagi, “Gait-based Age Estimation using a Whole-generation Gait Database,” Proceedings of the International Joint Conference on Biometrics (IJCB2011), Paper ID 195, pp. 1–6, 2011.
- [6] H. Nakajima, I. Mitsugami and Y. Yagi, “Depth-Based Gait Feature Representation,” IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, to be published.