

モーションセンサを用いた上半身姿勢の動的計測システム ～より良い和服の着こなしを目指して～

伊藤瑶恵[†] 越中谷直利[†] 松井健浩[†]
内田智也[†] 今海斗[†] 藤崎響[†] 松下宗一郎[†]

概要: 日本の伝統的な服装として和服があるが、一般に美しい着こなしは困難である。本研究では和装における歩き姿の美しさが上半身の姿勢により大きく左右されることに着目し、首から肩甲骨の間に下げるカード型のモーションセンサデバイスによる歩行の客観評価を試みた。重力加速度による傾斜角情報を高精度な角速度センサにより補完することで歩行振動等の影響を低減した結果、リアルタイムにて和服の着こなしの評価が行える可能性を見いだした。

Dynamic Posture Measurement using Wearable Motion Sensor for Dressing up with Japanese Kimono

TAMAE ITO[†] NAOTO ETCHUYA[†] TAKEHIRO MATSUI[†]
TOMOYA UCHIDA[†] KAITO KON[†]
KYO FUJISAKI[†] SOICHIRO MATSUSHITA[†]

Abstract: It is quite important for beautifully wearing Japanese traditional clothes like Yukata and Kimono to keep the correct posture while walking. In particular, the wearer's upper body should be perpendicular to the ground. In this study, we have investigated a card type motion sensing device to be attached to the wearer's back with a neck strap. By predicting the direction of the gravity with the motion signals, the developed device successfully showed the wearer's posture angle in real time.

1. はじめに

日本の伝統的な服装として和服がある。現代では普段着としては洋服を着用することが多いが、祭りなどの場面では和服を着用する人も多い。ここで、一般的に着物が着崩れていると美しさは著しく損なわれるが、着用者の立ち姿勢の善し悪しによって着崩れが誘発されると言われている。一方、和服の着用時の着崩れを評価する手法としては、従来は経験者による主観的な判断が用いられており、適切な着付けと所作にて美しさを維持する手法が確立されている。しかしながら、昨今では和服を着る機会は減少の一途を辿っており、文化としての美しい和装の着こなしは存続の危機に直面しているものと思われる。

和服は着用して日常的な動作を行うだけでも着崩れが生じると言われており、着用する方法や和服の設計によって着崩れを改善しようとする研究が知られている。例えば、画像処理を用いて着崩れを定量化し、和服の設計最適化を試みる研究が報告されている[1]。しかしながら、カメラ撮影をベースとした手法では、和服の着用者が自身の状態を手軽に確認することは困難である。そこで、本研究では着崩れにつながる要因となる姿勢の崩れを、利用者の身体に装着する少数の運動センサにて検出することで、いつでもどこでも気軽に利用することのできるシステムを考えた。

ここで、身体に装着するセンサを用いた姿勢角の計測では、加速度センサにて重力を検出する手法が一般に用いられているが、歩行時の振動等の影響により正しい姿勢角を精度よく常時測定することは困難である。一方、角速度センサにて角度の変動分を補完することで、振動等により大きな外乱加速度が加わっている状況においても、姿勢角をリアルタイムで推測することができる。そして、着崩れにつながる最も大きな要因の1つが、上半身の立ち姿勢を決定づけている背中の傾斜角であるという予備実験の結果に基づき、姿勢の動的計測を行うシステムの作成を試みた。

2. 上半身の歩行時姿勢計測方法

上半身の姿勢計測の際のモーションセンサは、呼吸運動等によるアーチファクトを回避するため一般に背中側に取り付けられる。例えば10個のモーションセンサを用いた座位における体幹姿勢の計測事例が報告されており、最低2個のセンサにて目視での姿勢とよく一致する計測結果が得られている[2]。しかしながら地面からの衝撃等による加速度のため、利用者が歩いている状態での背中の姿勢推定は困難であることが予想される。そこで、本研究では背中側の様々な部位にセンサを設置し、歩行時の姿勢角変動を観測する実験を行った結果、利用者の左右の肩甲骨間に、身体に軽い摩擦力にて接する構造とすることで、外乱の影響を大きく軽減できることを見いだした。そして、カード型のモーションセンサを肩甲骨の間に1か所だけ、着脱の容易なネックストラップを用いて設置するデザインを採用した。

[†] 東京工科大学コンピュータサイエンス学部
School of Computer Science, Tokyo University of Technology

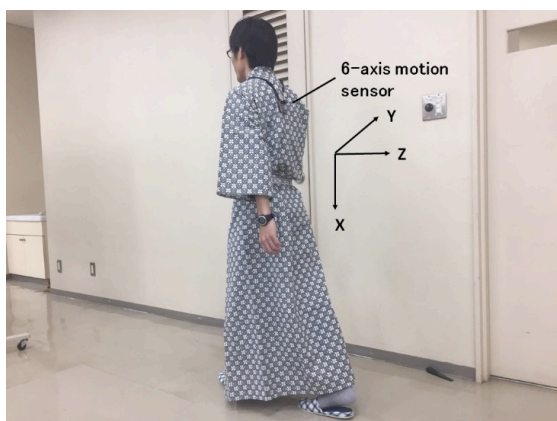


図 1 歩行時の上半身の姿勢計測の実験風景

Figure 1 Experimental setup for walking posture measurement

3. 上半身姿勢の動的計測実験

図1にカード型モーションセンサによる上半身姿勢の計測実験風景を示す。ネクストラップにて被験者の肩甲骨間の位置に吊るされるデバイスは、市販の6軸モーションセンサIC（3軸加速度±16G，3軸角速度±2000dps），16ビットマイクロコントローラ，2.4GHz帯ワイヤレス通信モジュールにて構成されており，充電式の電池等を含めた総重量は約40グラムである。ここで，被験者の背中に対する鉛直方向への加速度（図1におけるz軸方向）信号Azは，重力に対する傾斜角度を良く反映する一方で，歩行に伴う衝撃等により重力以外の加速度成分にも敏感に反応してしまう。そこで，被験者が静止している際の加速度から姿勢角を検出し，歩行等の運動により重力以外の加速度が発生している期間では角速度センサの信号出力を時間積分することにより，リアルタイムで姿勢角を推定することとした[3].この結果，静止時点より60秒間以内においては，姿勢角の絶対計測誤差を約4度以下に抑えられることが確認されている。

続いて，和装の美しさを大きく損ねる歩行姿勢の1つである，上半身を前方に向かって湾曲させる「猫背」の状態を，カード型モーションセンサにて検出する実験を行った。ここでは最初は猫背とならないように気をつけつつ約15mの直線路を一往復し，続いて猫背の姿勢となるよう意識して歩行するよう被験者に指示を行った。また，モーションセンサによる計測と並行して目視での観察を行った結果，姿勢が悪化する様子が実験参加者において認識された。ここで，加速度センサの計測値をAzとした時，加速度が重力のみによって発生しているのであれば，被験者の背中に鉛直な直線の地面に対する角度θは， $\theta = -\sin^{-1}Az$ にて計算することができる。一方で，歩行に伴う衝撃にてAzの絶対値が1を超えてしまった場合には，この方法では正しく姿勢角θを計算することができなくなる。そこで，被験者が静止している際のAzの値から姿勢角θを計算し，歩行が開始された後の姿勢角変動を角速度の時間積分にて推定すること

とした。図2は15mの直線路を2回往復歩行した際の加速度-Az並びに姿勢角θの時間変化を示したものであり，下段に示す加速度の時間変化からは，歩行に伴う周期的なピークが観測されていることが分かる。また，上段に示す角速度を用いた姿勢角θの時間変化では，歩行時の接地衝撃に伴う比較的微小な角度変化が見られるものの，歩行姿勢の変化がより明瞭に観測されることが分かった。ここで，加速度信号から歩行時の接地タイミングを検出し，加速度の時間平均値から姿勢角θを計算したところ，角速度センサによる姿勢角推定値の挙動とほぼ一致する結果が得られた。

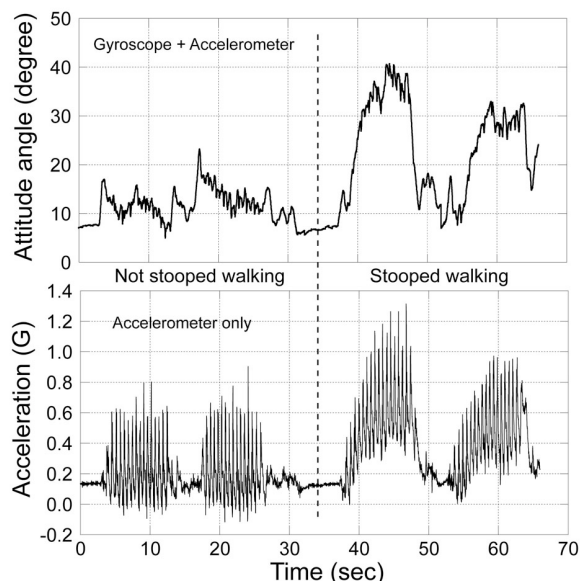


図 2 歩行時の背中傾斜角計測値の変化

Figure 2 Changes in measured attitude angles while walking

4. まとめと今後の展望

本研究では，首から肩甲骨の間に吊り下げたカード型モーションセンサにより，歩行姿勢の動的な変化を客観評価できる可能性を見いだした。そこで今後は，和装における立ち姿の美しさと歩行姿勢との詳細な関係を調査するとともに，着用者への的確なフィードバックにより正しい和装となっていることを手軽にチェックできるインタラクティブシステムの実現を図って行きたいと考えている。

参考文献

- [1] 鬘谷要， 山田悦代， 小平志乃， 仲村洋子， 羽生京子： Study on Quantification of the Shape Loss in the Field of Kimono Making 平面構成学分野における着崩れの定量化法の検討， 和洋女子大学紀要 家政系編， Vol.44, pp.1-10 (2004)
- [2] 鷺澤史歩， 中田康之， 猪又明大， 柳沼義典： Posture Measurement Using Small-size Wearable Sensors 小型のウェアラブルセンサを用いた姿勢計測， 情報処理学会 コンシューマ・デバイス&システム， Vol.5, No.4, pp. 21-30 (2015)
- [3] 松下宗一郎， 菅野谷知佳， 甲斐美月， 鹿野雄輝： 手首装着型モーショントラッキング機器による精密作業評価， 日本コンピュータ外科学会誌 Vol. 18, No. 4, pp.239-240 (2016)