

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 29 日現在

機関番号：53301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700604

研究課題名(和文) 感圧ウェアによる高齢者のライフログ計測とこれを用いた介護支援システムの開発

研究課題名(英文) Development of nursing support system using life log measurement of elderly people with pressure conductive wear

研究代表者

藤岡 潤 (FUJIOKA, Jun)

石川工業高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：20342488

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：高齢者、要介護者の生活情報、健康情報をライフログとして取得し、総合的な健康管理や緊急時の安否確認を行うシステムとして、感圧導電性編物を用いたウェアラブルデバイスを製作し、これにより生活動作の計測とその認識を行った。従来の機械的なセンサデバイスを一切用いることなく、繊維素材のみにより静的、動的な動作の計測が可能となった。さらにNNなどの簡便な識別器を用いることで、高い精度で動作の弁別を可能とした。これらの結果から、本デバイスが高齢者の生活見守りなどの用途に有効であることが実証できた。

研究成果の概要(英文)：In this study, we manufactured a wearable device using pressure-sensitive conductivity knitting for the purpose of measuring living movement and recognizing these. We considered that the health care and safety confirmation in case of emergency of senior citizen and a person requiring long-term care are achieved by using this device. As a result of this study, we measured static and dynamic human movement by only fiber materials without using a conventional mechanical sensor. Moreover we distinguished these movements by the high precision using NN, which use measurement values as the input values. From these results, we proved that this device is effective thing to the use of the elderly person watching system or daily life watching system.

研究分野：メカトロニクス

キーワード：ウェアラブルデバイス 福祉工学 スマートテキスタイル

1. 研究開始当初の背景

(1) 日本における高齢化率は昨年度総人口の 25%を超え、さらに増加の一途にある。これにともない在宅介護、訪問介護が増加しつつあり、在宅要介護者の日常生活スタイルや健康状態のケアが必要な課題となっている。こうした状況を背景とし、高齢者、要介護者の生活情報、健康情報をライフログとして取得し、総合的な健康管理や緊急時の安否確認を行う様々なシステムが提案されている。

(2) ライフログの取得を行う手法として、家電製品の使用状況を検知する方式や、赤外線センサによる宅内行動の監視システムなどがある。また、パルスオキシメータ、加速度センサユニット、センサ内蔵 GPS シューズ等の装着型のセンサデバイスを用いて、より詳細なモニタリングを試みた例もある。こうしたデバイスにおいて、プライバシーを過度に侵害せず、装着負荷の低いウェアラブルデバイスが求められている。

2. 研究の目的

以上を背景とし、本研究では、感圧導電性編物と呼ばれるセンサ機能を有する繊維素材を用いた、違和感、負担の少ない服型の装着型デバイスを開発することを目的とする。さらに同デバイスを携帯型のテレメトリユニットと併用することで、実際に日常生活におけるライフログの取得と、その解析による生活動作の認識、評価を行い、その効果を検討する。

3. 研究の方法

(1) 導電繊維と非導電繊維の混紡糸で編まれた導電性の編物である感圧導電性編物により感圧ウェアを製作した。これは外力によって糸が伸びた状態では導電繊維が接触しあい、糸内に導電パスが発生するため導電性が向上するウェアラブルデバイスである。着用者の動作による衣服の変形の度合いに応じて変形部の抵抗が変化する。これを出力とすることで編物自体が編物の歪センサとして機能する。本研究では関節の屈曲率の範囲内の感度が良い PE70% - SUS30%を使用する。これらを短繊維化し、20 番手の単糸(295dtex 相当)に混紡後、さらに 2 本撚りで紡績する。この糸を 14G-3P で天竺編した生地を使用した。図 1 に本研究で製作したウェアを示す。

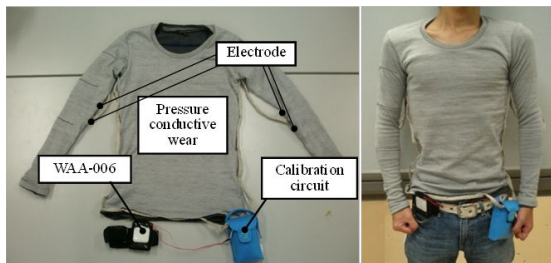


図 1 感圧ウェア

(2) 計測装置は、(1)の感圧ウェアと、校正回路、テレメトリユニット、電源で構成される。校正回路にデジタル可変抵抗器(アナログ・デバイセズ社, AD5206)を用い、計測開始時に比較抵抗の値を無負荷時の編物の抵抗値に設定して出力の校正を行った。さらに体幹部の加速度計測と計測の無線化のため、テレメトリユニットとしてワイヤレステクノロジー社製の小型無線加速度センサユニット WAA-006 を用いる。WAA-006 は 3 軸加速度と 3 軸角加速度の計測、2ch の A/D 変換ポート、Bluetooth による無線通信機能を有する。両肘部からの出力は A/D 変換ポートより最大値 3V、10bit の分解能で取得され送信される。今回各計測値のサンプリングレートは 10Hz とした。

4. 研究成果

(1) 感圧ウェアを着用して 11 パターンの生活動作を行い、これを計測した。このうち図 2 に洗顔(上図)および歯磨き(下図)を行った際の計測値を示す。両方とも同一の被験者による結果である。洗顔や歯磨きのような動作に関して、体幹部の加速度や角速度についてはほとんど違いが無いが、ウェア肘部の計測値は、洗顔では両肘とも一定間隔でうねりが見られるのに対し、歯磨きでは片肘のみに洗顔より急なピークが生じており、本デバイスにより各生活動作の細かな特徴がとらえられていることが分かる。一方で一般的なセンサと比較するとドリフトやヒステリシスが大きく、歯磨きの往復運動などの、一見同じような繰り返し動作に関しても出力値が大きく変動、変化する様子が確認できた。

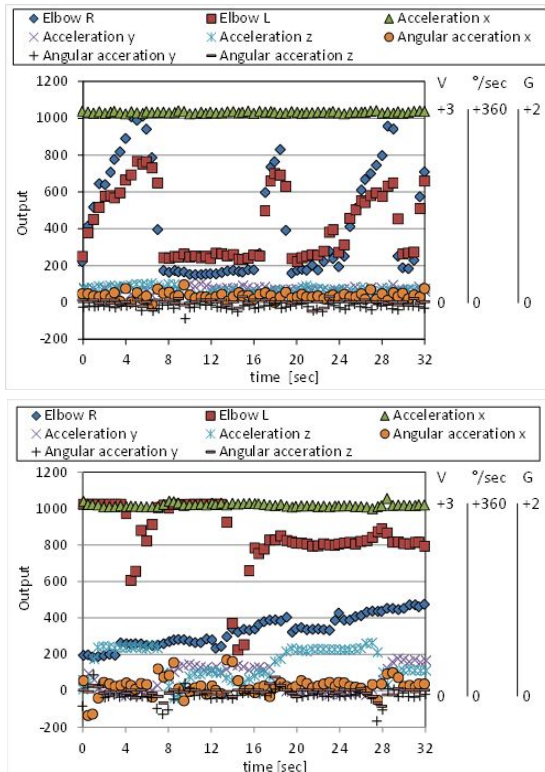


図 2 生活動作の計測結果

(2) 感圧ウェアおよびテレメトリユニットにより着衣者の動作を計測し、その計測結果から活動内容の識別器として、本研究では階層型ニューラルネットワーク (Neural Network, NN) を用いた。NN の入力値として、それぞれの生活動作を2分間ずつ行った際の各計測値の周波数成分のパワースペクトル x_i 、および同時間域 (12.8 秒間) における各計測値の平均値を用いて学習および判別を行った。入力層のユニット数は 264、出力層のユニット数は 11、また中間層のユニット数は実験的に 300 とした。パワースペクトルに関して、2.5Hz 以上のパワースペクトルはノイズが多く、また日常生活動作自体の周波数からも外れると考え、2.5Hz 以上の周波数帯の成分はカットし、0.078Hz から 2.5Hz までの 32 データを入力値として用いた。また、値にばらつきが大きくそのままでは重みがアンバランスとなるため、対数をとりに、さらに正規化した。なお、計測値の平均値も、各データ間で影響が同程度となるように最大値を 1 とした正規化を行った。各行動パターンの判別結果を表 1 に示す。7 つの行動パターンすべての平均判別率は 85.0% と高いものであった。感圧ウェアを用いず、テレメトリユニットの加速度、角加速度のみで学習、判別を行った場合、行動パターンの判別率が 72.5% という結果であり、行動パターンの判別率で 12.5% の差が見られた。特に洗顔・読書において感圧ウェアを併用することで判別率が大きく向上した。これは歯磨と洗顔のような似た姿勢の行動では体幹の運動には大きな差がなく、体幹の加速度、角加速度情報のみでは正しく判別できないためであると考えられる。特に判別率が低かった行動は「読書」と「食事」で、それぞれ行動パターンの判別率が 45.3%, 49.2% であった。判別結果を見てみると「読書」、「食事」、「入力作業」などと誤判別されており、座位での行動であるということは判別できているものの、両ひじと体幹動作のみからは具体的な行動判別が困難であったと考えられる。

表 1 生活動作の認識結果

Activity	Recognition rates			Average
	Subject A	Subject B	Subject C	
Calm with decubitus	100	100	100	100
Washing face	100	95.6	76.4	90.6
Taking a meal	100	90.3	49.2	79.8
Brushing teeth	66.9	72.8	60.8	66.9
Reading a book	90.3	45.3	71.1	68.9
Cleaning	100	100	85	95
Typing wok	99.4	90.6	90.7	93.6
Average	93.8	84.9	76.2	85.0

(3) ウェアラブルデバイスとしてさらなる着用性の向上と計測精度の向上を目的として、感圧ウェアについて次の点を改善した。まず

加速度センサによる体幹部の加速度計測をやめ、感圧導電性編物のみによるウェアとすることで、日常的な着用性や利便性の向上をはかった。さらに計測部位を両肘のみから両肘・両肩・両ひざ・臀部の 8 箇所に増やした。これらの配線はすべて導電糸を用い、配線はインナーウェアの内側に縫込み、着用時に邪魔にならないよう工夫した。この新しい感圧ウェアにより生活動作の計測を再度行った。図 3 に計測結果を示す。上図はしゃがんだ状態で静止している時の計測結果、中央図は歩行時の出力を、下図は洗濯を行っている時の計測結果を示す。計測点を増やすことで、感圧ウェアのみで動的な動作情報を精度よく計測可能であることや、下半身の情報から移動と手仕事の弁別が容易となることなどが明らかとなった。

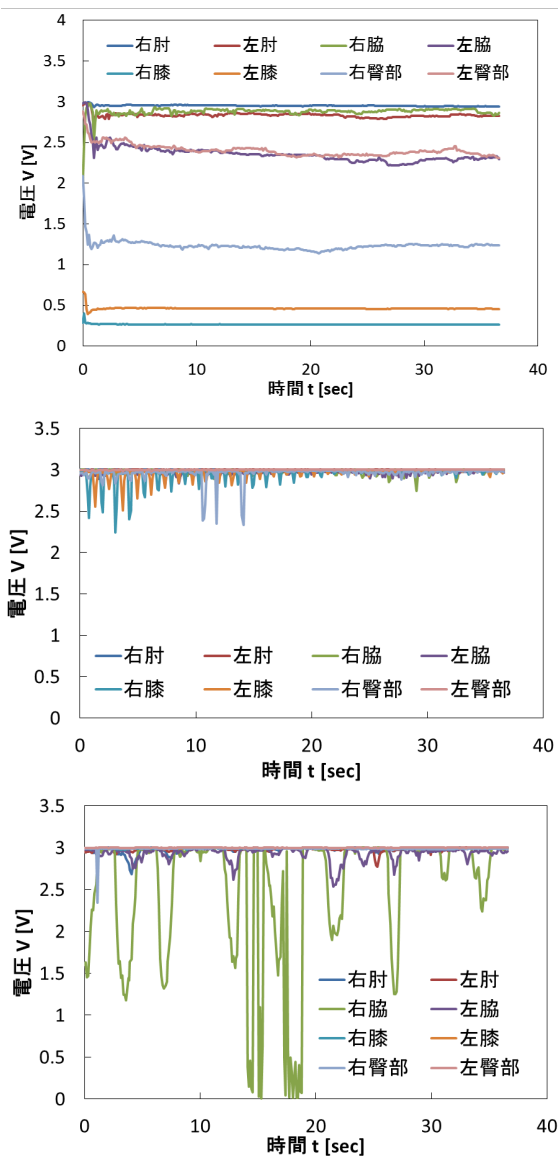


図 3 改良ウェアによる生活動作の計測

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 1件)

藤岡 潤, 感圧繊維を用いた就寝者の生体計測, 繊維機械学会誌月刊せんい, 査読無, 2014, Vol.67, No. 2, pp115-119

〔学会発表〕(計 2件)

藤岡 潤、磯田 悟、黒田成人, 感圧繊維を用いた就寝者の生体計測, 日本繊維機械学会第66回年次大会講演要旨集, 2013年6月1日, pp.110-111, 大阪(大阪科学技術センター、大阪市)

篠崎育子、黒田成人、藤岡 潤, 感圧繊維を用いた生体計測に関する研究, 日本繊維機械学会北陸支部研究発表会講演要旨集, 2012年12月6日, pp.1-2, 石川(石川工業高等専門学校, 河北郡)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤岡 潤 (FUJIOKA, Jun)

石川工業高等専門学校 其他部局等・准教授

研究者番号: 20342488