

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 9 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350056

研究課題名(和文)高齢者の歩行能力の質を定量評価する簡便な計測システムの開発

研究課題名(英文) Development of a simple measurement system for a quantitative evaluation on walking ability in the elderly

研究代表者

栗田 耕一 (KURITA, Koichi)

近畿大学・工学部・教授

研究者番号：90455171

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：高齢化社会の到来に伴い、高齢者が自分の脚によって歩行し、年を老いても自分の力で移動できる能力を維持することが重要な因子である。ところが、従来法では高齢者の歩行の質やその推移に関して、高齢者自身が簡便に定量評価する手法は存在していない。そこで、高齢者の歩行運動を非接触で検出する技術を用い、従来法では困難だった“歩行の質”の定量評価を行なう技術を確立した。本研究では、被験者の歩行運動による人体電位変動を、被験者から数メートル離れた位置に設置した電極に誘起される静電誘導電流を検出した。これにより非接触で歩行信号を検知し、歩行運動の質の定量評価法を確立した。

研究成果の概要(英文)：We here present a method for measuring human physical activity, which is based on detecting the electrostatic induction current generated by the walking motion under non-contact and non-attached conditions. A theoretical model is proposed for the electrostatic induction current generated due to a change in the electric potential of the human body. This model can be used to effectively explain the behavior of the electrostatic induction current flowing through the measurement electrode. The normal walking motions of daily living are recorded using a portable sensor measurement located in an ordinary house. The obtained results show that detailed information regarding physical activity such as a walking cycle can be estimated using our proposed technique. This suggests that the proposed technique, which is based on the detection of the walking signal, can be successfully applied to the estimation of human physical activity.

研究分野：センシングシステムの開発

キーワード：歩行運動 静電誘導電流 非接触計測 高齢者

1. 研究開始当初の背景

我が国の総人口は平成24年10月1日現在で1億2,752万人であるが、65歳以上の高齢者人口は過去最高の3,079万人となり、高齢化率と呼ばれる総人口に占める65歳以上人口の割合は24.1%である。総務省の予想によると、65歳以上の高齢者人口は、平成27年には3,395万人となり、その後も増加し、平成54年に3,878万人でピークを迎え、平成72年には高齢化率は39.9%に達し、2.5人に1人が65歳以上となる。さらに、平成72年には、高齢者1人に対して現役世代(15~64歳)1.3人が支えると予想されている。従って、高齢化社会においては高齢者自身が年齢相応に元気な生活を営めるような工夫が必要となる。高齢者の元気な暮らしを実現するためには、視聴覚や知力も大切ではあるが、特に重要な要素は自力歩行能力であり、健康の程度を推し量る要素と位置づけられている。つまり、高齢者が自立した歩行能力を維持することは日常活動動作(Activities of Daily Living: ADL)や生活の質(Quality of Life: QOL)の維持・向上に繋がるため、豊かで生き生きとした高齢化社会の実現に不可欠な要素である。このため、自力歩行能力の維持に必要なソリューションを早急に提供すべきである。

歩行運動に関しては、国内外共に、臨床歩行分析に関してはその用途別に以下の手法が使用されている。運動力学的データに関しては床反力計やフットスキャン、キャパシタ方式の圧力マット等が使用されている。また、運動学的データに関しては、関節角の推移を計測するシェイプセンサやジャイロセンサ式回転角度計を用いた計測がされている。動作中の筋活動を計測には表面筋電図(EMG)が利用されている。しかし、これらの歩行分析に用いられる機器は一般に高価であり、一般の高齢者が手軽に使用することはできない。一方で近年、健康をサポートする健康家電が販売され、万歩計に関しても歩数を表示するだけでなく、1日の総消費カロリーを表示、階段上り歩数、早歩き歩数を表示するものが販売されている。しかし、万歩計で計測されるデータはあくまで歩数と歩行周期であり、歩行の質を評価するには至っていない。

我々は、高齢者の歩行数や歩行周期を計測するだけでなく、“歩行の質”を知ることができれば、よりきめ細かな対応が可能ではないかと考えた。そのように考えに至った背景には、従来法で用いられている高齢者が簡単に計測できる手法は、「歩行の量」に基づいたものであり、足の接地や離地の際の詳細な情報を非接触で簡単に低価格で検出することが可能となれば、高齢者の自力歩行能力の維持に必要なソリューションのひとつと成りうると考えた。

従来から歩行データを取得する方法は、様々な方法が提案されている。しかし、従来法では歩行者に計器を装着することなく、完

全非接触で自然な歩行データを取得することは困難であった。人間の体は、歩行等の動作に伴い電位の変動を生じている。この現象は以前から、人体の電位上昇に伴い発生する静電気放電(ESD: Electrostatic Discharge)の問題として研究されている。これらの研究では、人体電位の計測を行う場合は、接触型の電極を被験者が握りながら、歩行や足踏みに伴う電位を計測していた。我々は、人体電位の変化を非接触で検出することができれば、歩行者に計器を一切装着することなく、被験者の自然な歩行運動を検出することができるのではないかと考えた。そこで、我々は歩行に伴う人体近傍に電極を設置することにより、人体電位の変化により電極に誘起される静電誘導電流を検出することにより、非接触で歩行運動の検出が可能であることを明らかにした。この技術はカメラ等を使用しないためプライバシーの問題も無く、高齢者の家庭に電極と信号検出システムを設置するだけで、歩行信号を検出することが可能となる。この技術を応用し、簡便で安価な高齢者の“歩行の質”の評価法を提案したいと考えた。

2. 研究の目的

高齢化社会の到来に伴い、高齢者が自分の脚によって歩行し、年を老いても自分の力で移動できる能力を維持することが、高齢者だけでなく高齢者を支える現役世代にとっても重要な因子である。ところが、従来法では高齢者の歩行の質やその推移に関して、高齢者自身が簡単に定量評価する手法は存在していない。そこで、高齢者の歩行運動を非接触で検出する技術を用い、従来法では困難だった“歩行の質”の定量評価を行なう。本研究では、被験者の歩行運動による人体電位変動を、被験者から数メートル離れた位置に設置した電極に誘起される静電誘導電流を検出する。これにより非接触で歩行信号を検出し、歩行運動の質の定量評価法確立、歩行運動の質の加齢による推移、データ表示手法の最適化、検証実験による課題抽出と対策の具体化を実施する。

3. 研究の方法

人体の歩行運動に伴い人体電位は変動し、これによりサブピコアンペア微弱な静電誘導電流が誘起される。この誘導電流をI-Vコンバータで電圧に変換した。微弱な電流を電圧に変換するため、I-V変換には入力オフセット電圧40 μ V、入力オフセット電流1pAの低ノイズのオペアンプを使用した。帰還抵抗は3Tとし、帰還容量を1pF程度とするために、帰還抵抗にオペアンプの出力側から直径0.6mmのスズメッキ銅線を巻きつけたストレを構成し、これを静電容量として利用した。帰還容量は抵抗に巻きつける位置をオペアンプの入力側に移動すると増加し、オペアンプの出力側に移動すると減少する。さらに、

このような微弱な電流を検出するため、オペアンプの入力での漏れ電流を低減するガード構造を採用した。I-V 変換の変換比率は約 3V/pA である。但し、この信号には主に商用電力(60Hz)に起因するノイズが多く含まれている。そこで、カットオフ周波数 20Hz のローパスフィルターを用い、商用周波数に起因するノイズをカットした。A/D 変換のサンプリング周波数は 100Hz である。

4. 研究成果

高齢者に対して非接触・無装着で歩行運動を検出するためのワイヤレス小型センサを製作した。このセンサを用いて静電誘導電流を検出することにより得られた歩行信号検出例を図 1 に示す。この結果は、歩行路の長さ 7m、センサは歩行路中央(歩行路の中心 3.5m の位置)から垂直に 1.5m の位置に設置して得られたものである。電極面は歩行路と平行に配置している。被験者は歩行路を歩行し、センサは被験者の左側になるように配置した。前述したように、歩行運動にともない人体と静電誘導電流を検出する電極との間の静電容量 C は変化する。図 1 に検出されているピークの包絡線は静電容量 C の減少に伴い発生している。被験者には運度靴を装着してもらい、足の動きを高速度カメラで撮影しながら歩行信号を検出した結果である。撮影被験者の歩行運動による足の接地、離地のタイミングでピークが検出されていることが分かる。この結果から、この手法により得られた歩行信号波形から、被験者の歩行数や平均 1 歩行周期を算出することにより、被験者の人体活動量の推定が可能であることが分かる。

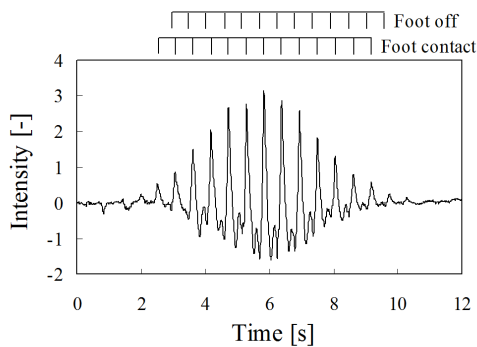


図 1 歩行信号波形の一例

図 2 はポータブルワイヤレスセンサを用いて不自由な歩行運動を模擬するため足の膝を拘束して得られた歩行信号波形をそれぞれ示している。この結果は、歩行路の長さ 7m、ポータブルワイヤレスセンサの真下が歩行路中央(歩行路の中心 3.5m の位置)になる設置で得られたものである。ポータブルワイヤレスセンサはスタンドアロン型に比べ感度を向上させており、天井に設置しているため半径 5m 程度の計測領域がある。Case1 は通常歩行により得られた波形である。左足

によるピークを図 2 中の L で示している。左足の膝を固縛した Case2 や、膝と踝を固縛した Case3 ではピーク形状が変化し、ピーク強度も低下していることが分かる。図 3 は図 2 で得られた歩行信号波形の FFT 解析によるスペクトルをそれぞれ示している。図 3 は上から順番に、Case1 の通常歩行、Case2 の左足の膝を添え木と布で拘束した歩行波形、Case3 の左足の膝と踝を添え木と布で拘束した歩行波形により得られた結果である。これらの計測の被験者は健康な 19 歳の男性である。

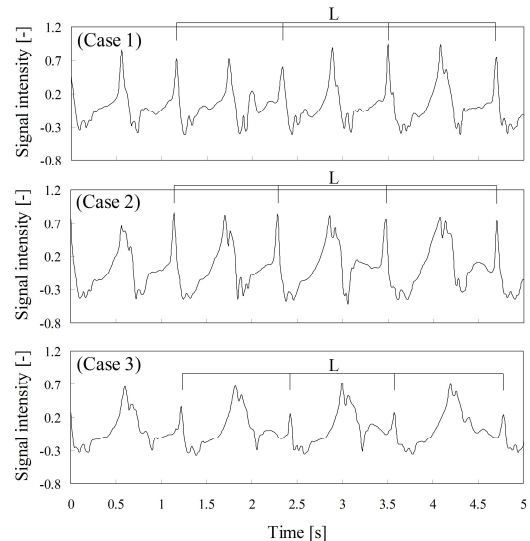


図 2 左足を固縛して得られた歩行波形

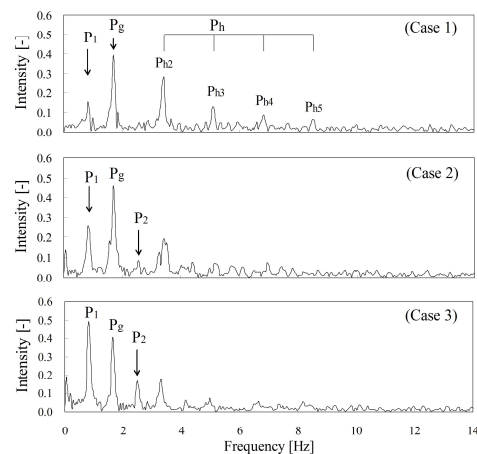
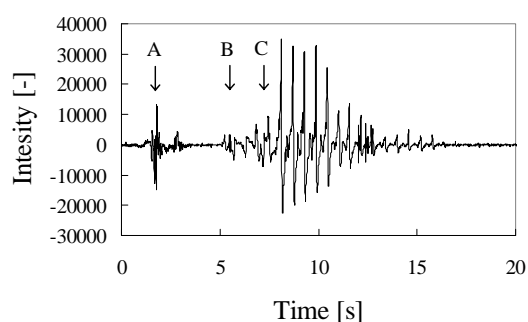


図 3 歩行波形のスペクトル

元気の良い通常歩行では、足裏接地面積の時間変化は大きく、これに応じてインパルス的な信号が歩行波形に検出される。しかし、足の膝を拘束した場合の歩行では足裏接地面積の時間変化は拘束の度合いが高まるにつれて小さくなり、スペクトルにおける高調波の減少や消失の原因となっている。他の異なる 3 名の被験者により得られた結果もこの結果と同様の結果を示した。これらの結果から、歩行運動により誘起された静電誘導電流波形には、歩行周期等の情報に加えて足の

引き摺り等の“歩行の質”を推定する情報が含まれていることが明らかになった。

また、本研究では歩行動作だけでなく、起床動作やその後の歩行動作による静電誘導電流も検出した。図4は起床動作とその後の歩行動作により誘起された静電誘導電流波形の一例である。この図中の矢印Aはベッド中での起床動作に起因した波形である。さらに、矢印Bはベッドの横に置かれたスリッパを履く際の波形であり、矢印C以降は歩行運動により誘起された波形である。歩行運動による足の接地や離地に伴い周期的なピークが検出されていることが分かる。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

栗田耕一, “寝床上の非接触寝返りモニタリング技術” 電気学会論文誌 C、135(5) 492-497 2015年5月 (2015) 査読有

Koichi Kurita, “Non-contact Moving Vehicle Detection Method Based on Electrostatic Induction Technique”, Journal of Science and Engineering; Vol. 06 (01), pp.024-028 (2015) 査読有

Koichi Kurita, “Non-Contact Hand Motion Classification Technique for Application to Human Machine Interfaces”, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol.50, Issue 3, pp.1-6 (2014) Digital Object Identifier: 10.1109/TIA.2013.2284294 査読有

〔学会発表〕(計 48 件)

[1]栗田耕一, “高感度静電誘導型センサを用いた着座・退座動作検出技術”, 2017年電子情報通信学会総合大会, H-2-31, (平成29年3月24日), 名城大学(愛知県名古屋市)

[2]栗田耕一, “超高感度静電誘導を用いた椅子への乗移り動作の検出”, 平成29年電気学会全国大会, 3-126 (平成29年3月16日), 富山大学(富山県富山市)

[3]栗田耕一, “人体動作非接触検出技術を用いた個人固有の特徴の検出”, シンポジウム「モバイル'17」, 1212, (平成29年3月9日), 大阪大学(大阪府吹田市)

[4]武久尚矢, 栗田耕一, “リカレンスプロットを用いた歩行信号波形の解析”, 平成28年度(第67回)電気・情報関連学会 中国支部

連合大会, 14-6, (平成28年10月22日), 広島大学(広島県東広島市)

[5]栗田耕一, 武久尚矢 “前方歩行運動と後方歩行運動の際に誘起される静電誘導電流波形の比較”, 日本機械学会 Life2016, pp. 667-669 (平成28年9月6日), 東北大学(宮城県仙台市)

[6]栗田耕一, 武久尚矢, 服部紘明 “静電誘導を用いた日常動作に現れる個人固有の特徴の可視化”, 平成28年電気学会 電子・情報・システム部門大会講演論文集, MC3-5, pp. 946-949 (平成28年9月1日), 神戸大学(兵庫県神戸市)

[7]武久尚矢, 栗田耕一 “後方歩行運動の際に誘起される静電誘導電流波形の計測と解析”, 平成28年電気学会 電子・情報・システム部門大会講演論文集, PS2-2, pp. 1269-1270, (平成28年8月31日), 神戸大学(兵庫県神戸市)

[8]Koichi Kurita, “Walking Activity Estimation Method by Using Electrostatic Induction”, Joint 8th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 17th International Symposium on Advanced Intelligent Systems, Japan, 25-28 Aug, pp. 949-950 (2016), (平成28年8月27日), 北星学園大学(北海道札幌市)

[9]Koichi Kurita, “An Analysis Method Using Recurrence Plot for Walking Signal Generated by Electrostatic Induction”, 2016 Global Conference on Engineering and Applied Science (2016 GCEAS), Japan, 20 - 21 July, pp. 1186-1187 (2016), (平成28年7月20日), ルネッサンスサッポロホテル(北海道札幌市)

[10]Koichi Kurita, “A Feature Amount Extracting from Walking Signal Generated by Electrostatic Induction”, Annual Conference on Engineering and Information Technology 2016, 1193-1194 (2016), (平成28年5月29日) 京都市リサーチパーク(京都府京都市)

[11]栗田耕一, “歩行運動により誘起された静電誘導電流波形のリカレンスプロットを用いた解析”, 平成28年電気学会全国大会, 3-127, (平成28年3月18日), 東北大学川内北キャンパス(宮城県仙台市)

[12]Koichi Kurita, “Evaluation of Educational Attempt of Reverse Engineering on Electrical Engineering Class”, 2016 Asia-Pacific Symposium on Social Science and Management (APSSSM), 65-68 (2016), (平成28年2月20日) シンガポール

[13]Koichi Kurita, “Detection System for Survivor Under the Rubble Based on Electrostatic Induction”, Asian Conference on Engineering and Natural Science (ACENS 2016), 721-728 (2016),

(平成 28 年 2 月 2 日)福岡コンベンションセンター(福岡県福岡市)

[14]Koichi Kurita, "Temporal Change in Plantar Surface Contact Area in Walking Motion", The 21th International Symposium on Artificial Life and Robotics 2016 AROB 21th, 857-860 (2016), (平成 28 年 1 月 21 日)B-Con プラザ(大分県別府市)

[15]武久尚矢、栗田耕一、“静電誘導を用いた歩行中の足裏接地面積経時変化の推定法”,平成 27 年度(第 66 回)電気・情報関連学会中国支部連合大会, 14-6,(平成 27 年 10 月 17 日)山鹿内大学(山口県宇部市)

[16]栗田耕一、福田朋大“歩行運動により誘起される静電誘導電流波形の歩行速度依存性”,日本機械学会 2015 年度年次大会, J2320102,(平成 27 年 9 月 15 日)北海道大学(北海道札幌市)

[17]栗田耕一、“超高感度静電誘導電流検出法を用いた非接触・無装着人体動作検出技術”,ヒューマンインタフェースシンポジウム 2015 論文集, pp. 401-404,(平成 27 年 9 月 2 日)函館未来大学(北海道函館市)

[18]栗田耕一、福田朋大“非接触歩行信号計測による運動機能推定法”,平成 27 年電気学会 電子・情報・システム部門大会講演論文集, pp. 1633-1638,(平成 27 年 8 月 27 日)長崎大学(長崎県長崎市)

[19]Koichi Kurita, "Personal Verification Using Electrostatic Induction Generated due to Walking Motion", International Scientific Conference on Engineering and Applied Sciences 2015, Japan, 29 - 31 July, pp. 581-589 (2015), (平成 27 年 7 月 30 日)ロワジーホテル沖縄(沖縄県沖縄市)

[20]Koichi Kurita, "Monitoring Technique for Movement of Human Body under Noncontact Conditions", International Conference on Engineering and Applied Science 2015, Japan, 20 - 22 July, pp. 796-803 (2015), (平成 27 年 7 月 21 日)ルネッサンスサッポロホテル(北海道札幌市)

[21]栗田耕一、宮川 翔太郎“静電誘導電流波形を用いた歩行中の足裏接地面積推定法”,平成 27 年電気学会全国大会講演論文集, 3-037, pp.51,(平成 27 年 3 月 24 日)東京都市大学世田谷キャンパス(東京都世田谷区)

[22]Koichi Kurita, "Analysis of electrostatic induction current generated due to walking motion", The 20th International Symposium on Artificial Life and Robotics 2015 AROB 20th, 717-720 (2015), (平成 27 年 1 月 22 日)B-Con プラザ(大分県別府市)

[23]Koichi Kurita, "Cepstrum Analysis of Human Walking Signal", 2014 Tokyo

International Conference on Engineering and Applied Science (TICEAS 2014), 1100-1110 (2014), (平成 26 年 12 月 19 日)都市センターホテル(東京都千代田区)

[24]Koichi Kurita, "Electrostatic Induction Methods for Human Walking Motion Detection", Joint 7th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 15th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS 2014), 1591-1594 (2014), (平成 26 年 12 月 5 日)北九州国際会議場(福岡県北九州市)

[25]福田朋大、栗田耕一、“ワイヤレスセンサを用いたリアルタイム歩行動作解析システム”,第 23 回計測自動制御学会中国支部学術講演会, pp. 604,(平成 26 年 11 月 29 日)福山大学宮地茂記念館(広島県福山市)

[26]福田朋大、栗田耕一、“歩行信号波形の歩行周期変動依存性”,平成 26 年度(第 65 回)電気・情報関連学会 中国支部連合大会, pp. 306,(平成 26 年 10 月 25 日)福山大学(広島県福山市)

[27]宮川翔太郎、栗田耕一、“非接触歩行信号波形検出技術による歩行動作の解析”,平成 26 年度(第 65 回)電気・情報関連学会 中国支部連合大会, pp. 305,(平成 26 年 10 月 25 日)福山大学(広島県福山市)

[28]中村広樹、栗田耕一、“静電誘導を用いた非接触人体電位計測方法”,平成 26 年度(第 65 回)電気・情報関連学会 中国支部連合大会, pp. 114,(平成 26 年 10 月 25 日)福山大学(広島県福山市)

[29]日原大輔、栗田耕一、“自動車運転動作の非接触検出と解析”,平成 26 年度(第 65 回)電気・情報関連学会 中国支部連合大会, pp. 113,(平成 26 年 10 月 25 日)福山大学(広島県福山市)

[30]栗田耕一、“歩行中の人体電位変動に起因する静電誘導電流検出技術”,静電気学会論文集 2014, pp. 191-196,(平成 26 年 9 月 9 日)広島国際大学(広島県呉市)

[31]栗田耕一、“非接触歩行信号計測による運動機能推定法”,平成 26 年電気学会 電子・情報・システム部門大会講演論文集, pp. 1633-1638,(平成 26 年 9 月 4 日)島根大学(島根県松江市)

[32]福田朋大、栗田耕一、“静電誘導電流検出技術を用いた個人認証システム”,平成 26 年電気学会 電子・情報・システム部門大会講演論文集, pp. 1807-1808,(平成 26 年 9 月 3 日)島根大学(島根県松江市)

[33]Koichi Kurita, Tomohiro Fukuda, "A LabVIEW Based Personal Authentication System using Electrostatic Induction Technique", The Inaugural Asian Conference on the Life Sciences & Sustainability (ACLS) 2014, 0115 (2014), (平成 26 年 8 月 29 日)KKR ホテル広島(広島県広島市)

[34]Koichi Kurita, " Noncontact and Nonattached Human Physical Activity Measurement Method by using Variation in Electric Potential of Human Body ", The Inaugural Asian Conference on the Life Sciences & Sustainability (ACLS) 2014, 0118 (2014), (平成 26 年 8 月 29 日) KKR ホテル広島 (広島県広島市)

[35]Koichi Kurita, " Human Respiration Detection Technique based on Measurement of Current Generated by Electrostatic Induction ", International Conference on Engineering and Applied Science 2014, Japan, 23 - 24 July, pp. 2273-2281 (2014), (平成 26 年 8 月 24 日) ルネッサンスサッポロホテル (北海道札幌市)

[36]栗田耕一、" 高感度静電誘導センサを用いた歩行信号検出技術 ", 電子情報通信学会 2014 年総合大会講演論文集, pp.73 (平成 26 年 3 月 20 日)新潟大学(新潟県新潟市)

[37]栗田耕一、" 静電誘導センサと加速度センサを併用した歩行リハビリ支援技術 ", 第 26 回バイオエンジニアリング講演会論文集 pp. 187-188, (平成 26 年 1 月 11 日) 東北大学 (宮城県仙台市)

[38]栗田耕一、" 静電誘導型ワイヤレスセンサを用いた寝返り検出技術 ", 平成 25 年 第 22 回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集 pp. 120-121, (平成 25 年 11 月 27 日) 山口大学 (山口県宇部市)

[39]宮川翔太郎、栗田耕一、" 非接触無装着歩行信号検出技術とその応用 ", 平成 25 年 第 22 回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集 pp. 114-115, (平成 25 年 11 月 27 日) 山口大学 (山口県宇部市)

[40]福田朋大、栗田耕一、" 高感度静電誘導型ワイヤレスセンサを用いたセキュリティ技術 ", 平成 25 年 第 22 回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集 pp. 112-113, (平成 25 年 11 月 27 日) 山口大学 (山口県宇部市)

[41]日原大輔、栗田耕一、" 日常の所作により誘起される静電誘導電流の解析と応用 ", 平成 25 年 第 22 回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集, pp. 110-111, (平成 25 年 11 月 27 日) 山口大学 (山口県宇部市)

[42]栗田耕一、" 静電誘導電流検出による寝床の体動モニタリング技術 ", シンポジウム: スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス 2013, 13-34 号 pp. 238, (平成 25 年 11 月 1 日) 工学院大学 (東京都新宿区)

[43]Koichi Kurita and Daisuke Hihara, " Measurement of Foot Contact Area in Walking Motion ", International Conference on Instrumentation, Control, Information Technology and System Integration 2013, pp. 1679-1682 (2013), (平成 25 年 9 月 16 日) 名古屋大学 (愛知県名古屋市)

[44]Koichi Kurita and Tomohiro Fukuda,

" Human Identification Technique from Walking Motion based on Electrostatic Induction ", International Conference on Instrumentation, Control, Information Technology and System Integration 2013, pp. 1673-1678 (2013), (平成 25 年 9 月 16 日) 名古屋大学 (愛知県名古屋市)

[45]Koichi Kurita, " Human Physical Activity Measurement Method Based on Electrostatic Induction ", 11th International Symposium on Measurement and Quality Control 2013, pp. ID127 (2013), (平成 25 年 9 月 12 日) ホテル オイロペルスキー イン クラクフ (ポーランド クラクフ)

[46]Koichi Kurita, " Estimation Technique of Friction Caused by Robot Walking Motion ", IIAI International Conference on Advanced Applied Informatics 2013, pp. 268-269 (2013), (平成 25 年 9 月 3 日) く にびきメッセ (島根県松江市)

[47]Koichi Kurita, " Differences between Individuals with Temporal Change in Plantar Surface Contact Area in Walking Motion ", 2013 International Conference on Biometrics and Kansei Engineering, pp. 87-90 (2013), (平成 25 年 7 月 6 日) 首都東京大学秋葉原サテライトキャンパス (東京都千代田区)

[48]Koichi Kurita, " Human Respiration Detection Technique based on Measurement of Current Generated by Electrostatic Induction ", 35th Annual International Conference of the IEEE EMBS Osaka, Japan, 3 - 7 July, 2013, pp. 6877-6880 (2013), (平成 25 年 7 月 6 日) 大阪インターナショナルコンベンションセンター (大阪府大阪市)

〔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〕
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

栗田 耕一 (KURITA, Koichi)
近畿大学・工学部・教授
研究者番号: 9 0 4 5 5 1 7 1

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし