

高機能靴を用いた歩行訓練システムの開発

早川恭弘*, 金崎和馬**, 河中祥吾**, 土井滋貴***

Development of Walking Training System using High-Performance Shoes

Yasuhiro HAYAKAWA*, Kazuma KANEZAKI**, Shogo KAWANAKA**, Shigeki DOI ***

In this study, we produce High-Performance Shoes that can show the status of walking balance on Android-powered device. To show the status, we create an android application for presentation of status of walking balance in real time. Further, we also produced Walking Assist High-Performance Shoes that can change stiffness of the insole.

Key Word: Rehabilitation, Shoes, Walking Training, Android, Head Mounted Display

1. 諸言

現在,日本では少子高齢化の急速な進行に伴い,高齢者の転倒事故が増加している¹⁾. 転倒に至る高齢者の歩行は,一般的に加齢による身体能力の低下から歩行時の重心が身体の外側に大きく傾き,転倒に至ると報告されている. そこで,転倒を防止するためには,低下した身体能力を回復させる必要がある. 近年,高齢者の老化防止のため,ジョギングや水泳などの有酸素運動が注目されている. しかし,これらは身体能力の低下した高齢者には身体的負担が大きく,継続も困難である. そこで,高齢者にあまり負担をかけず,日常的に行うことが可能な方法として歩行訓練があげられる.

現在,転倒事故防止のため,安定歩行に関する研究がなされている²⁾. しかし,歩行補助具の多くはどれも大型であり,普段の生活の中で手軽に使用することは難しい. そこで,本研究では日常的使用頻度の高い靴に着目し,歩行状態の視覚的提示が可能なシステムの開発を行う.

2. 歩行提示システム

Fig.1 は,若年者と高齢者の歩行時における重心位置軌跡を示している. Fig.1 より高齢者は歩行時に重心位置が外側に振れることにより,不安定な歩行となり,身体を支え切れず転倒に至ることがわかる. このことより,高齢者の転倒を防止するには,重心位置の振れを防止し,身体を支えることが可能な筋力を維持することが必要であると言える. 本研究では,安定した歩行を実現するために,歩行状態を計測し提示することが可能なシステムの開発を行う.

* 奈良工業高等専門学校電子制御工学科
(〒639 - 1080 奈良県大和郡山市矢田町 22 番地)
(E-mail: hayakawa@ctrl.nara-k.ac.jp)

** 奈良工業高等専門学校専攻科機械制御工学専攻
(〒639 - 1080 奈良県大和郡山市矢田町 22 番地)
(E-mail: a0728@stdmail.nara-k.ac.jp)
(E-mail: a0768@stdmail.nara-k.ac.jp)

*** 奈良工業高等専門学校電気工学科
(〒639 - 1080 奈良県大和郡山市矢田町 22 番地)
(E-mail: doi@elec.nara-k.ac.jp)

*, **, *** Nara National College of Technology

本システムは高機能靴部及び視覚提示機能部から構成され,高機能靴部では足裏荷重による歩行状態検出及び中敷部の剛性変化による歩行アシスト,視覚提示機能部では Android デバイス画面上への視覚的表示を行う. 本研究では,持ち運び可能であり,軽量で被験者である高齢者の負担を軽減するシステムを開発することを目的とする. システムの構成概要を Fig.2 に示す. 次項以降で,システムに用いている各種装置の説明を行う.

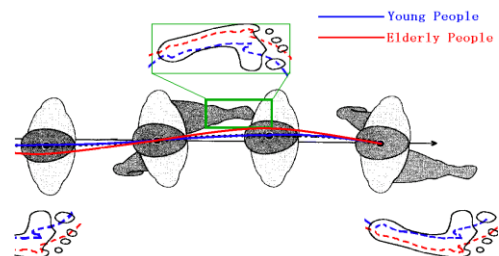


Fig. 1 Trajectory of Gravity Point³⁾

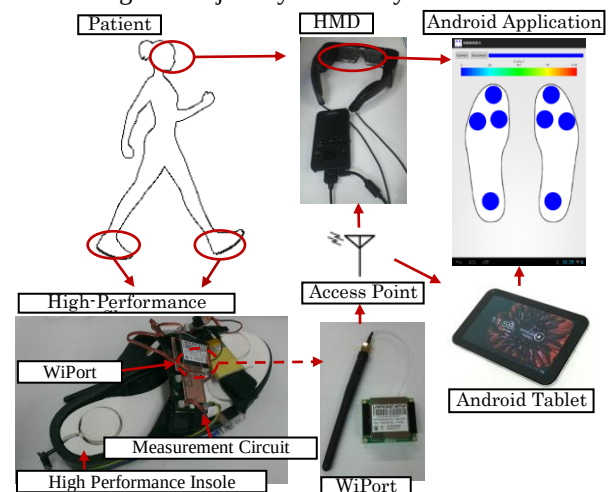


Fig.2 Walking Training System using High-Performance Shoes

3. 高機能靴

3.1 中敷き部

本研究で高機能靴の中敷き部に使用するアクチュエータを Fig.3 に示す. 本アクチュエータは, スポンジコア・ソフトラバーアクチュエータ (Sponge - Core - Soft Rubber - Actuator 以下 SCSRA) と呼ばれる.

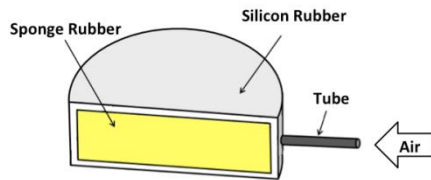


Fig.3 Structure of SCSRA

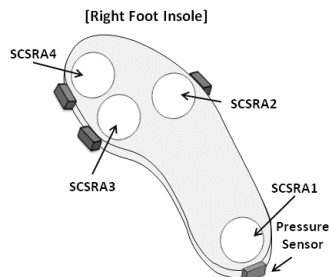


Fig.4 Arrangement of SCSRA

そして、本アクチュエータは、連泡型スポンジをシリコンゴムで覆った構造を有しているため、硬質なアクチュエータに比べ 人間親和的であり、外圧に対し内部圧力を変化させることができる。また、スポンジ部に空気を充填することでアクチュエータの剛性を変化させることが可能である。これらの特徴から、本研究では、この SCSRA を足裏部の踏み込み圧検出用要素として使用し、Fig.4 に示す歩行時に力のかかりやすい4ヶ所に配置した。

3.2 測定回路

高機能靴に搭載している測定回路を Fig.5 に示す。歩行時に足部に違和感なく、負担をかけないように縦 40[mm]×横 40[mm]×高さ 9[mm]と小型化している。また、制御部には、Atmel 社の AVR マイコンを用いている。通信方法としては、PC 画面に表示するために、従来 ZigBee 規格の XBee という通信モジュールを用いた通信方法を用いていた。今回 Android 端末と通信するために、新たに Wi-Fi 規格の WiPort という通信モジュールを用いた通信方法を可能とした。Fig.6 に測定データの通信システムを示す。

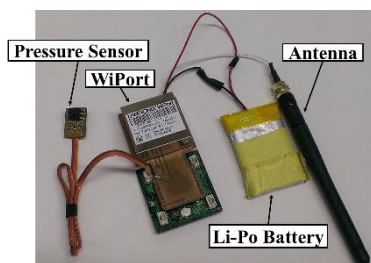


Fig.5 Measurement Circuit

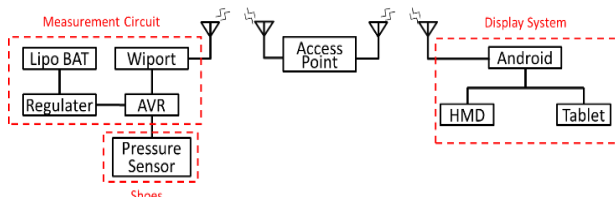


Fig.6 Construction of data sending system

3.3 提示アプリケーション

歩行状態を表示するディスプレイとして、Android 搭載の HMD とタブレット端末を用いるため、JAVA 言語を基本とする Android のアプリケーションの開発を行った。今回開発したアプリケーションのフローチャートを Fig.7 に示す。また、例として各 SCSRA に一定の圧力を加えたときのアプリケーション実行結果を Fig.8 に示す。

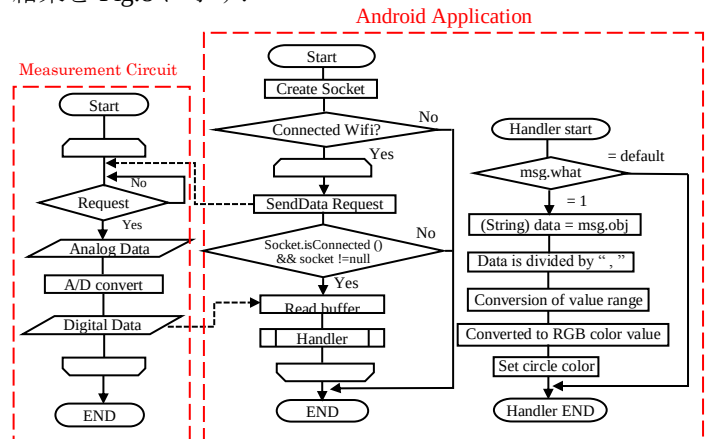


Fig.7 The Flowchart of Application

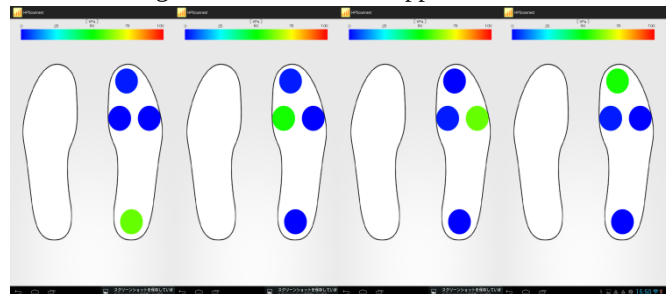


Fig.8 The results when each SCSRA pressured

4. 結言

本研究では、高齢者に負担をかけることなく安全な歩行訓練を実現するために、歩行状態を計測し提示可能なシステム開発を行った。そして、Android 用提示アプリケーションを作成したことにより、Wi-Fi 環境が整っていれば、Android 端末で歩行状態を色相変化で視覚的提示が可能となった。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金基盤研究(c)(No.245006699)により行われている。また、実験装置の一部を提供していただいた SMC 株式会社に感謝いたします

参考文献

- 1) 総務省 統計局 政府統計の総合窓口人口推計年齢 (5 歳階級及び 3 区分), 男女別人口 (各年 10 月 1 日現在) - 総人口 (大正 9 年~平成 12 年) .xls
- 2) 和田 親宗,「靴型歩行計測装置を用いた歩行訓練支援システム / 歩行ナビゲーションシステム」
(<https://www.jstshingi.jp/abst/p/11/1143/kit7.pdf>)
- 3) 高嶋 孝倫: “歩行中のヒト足部に着目した力学モデル解析とその応用に関する研究”, 早稲田大学, pp.40-41, 2003