

論文審査の結果の要旨

氏名 杉本 千佳

本論文は、日常の生体情報の簡易な計測と、取得した情報の生活支援への活用を目的に、ウェアラブルセンサシステムの開発及び、その行動認識・健康管理への応用を行ったものである。従来取得されてこなかった日常での生体情報により、生活・産業の様々な領域において個に対応したサービスが可能であることを示し、ニーズに対応した簡易で無拘束な計測システムを構築している。

本論文は5章からなっている。第1章では、序論として、来るべきユビキタス社会においてウェアラブルセンサが必要とされている背景とセンサシステム開発の意義を述べ、本論文の研究目的を示している。

第2章では、生体情報センシングの対象として足圧分布を取り上げている。日常において歩行分析を行うことに対するニーズが高いことを具体的に示し、歩行分析や足圧計測の従来手法を考察して、ウェアラブルセンシング手法を検討し、基礎データの取得を行っている。歩行時や転倒時における足圧変化の特徴を検証し、足裏の数箇所の足圧測定から歩行状態及び転倒の判断が可能であることを明らかにし、必要計測機能を精査して、ウェアラブルで足圧を計測するための靴内蔵型装置（足圧計測シューズシステム）を開発している。

第3章では、開発したウェアラブルセンサシステムを行動認識や健康管理に応用するシステムを構築している。足圧分布に基づき、基本行動となる歩行、走行、立ち止まり、座り、しゃがみの状態識別を行う行動認識アルゴリズムを作成し、新たな行動識別手法を構築している。このアルゴリズムを開発した足圧計測シューズに搭載し、腕の動きから行動を識別する腕時計型センサ、眼鏡装着型ディスプレイ、GPSと組み合わせることで、インターネットを利用したプッシュ型情報提供サービスが可能であることを示している。さらに、用途に応じて必要なウェアラブルセンサを統合し容易にシステム化できるようにするためのプラットフォームを設計し、ウェアラブル生体情報システムのプロトタイプとなるバイタルケアネットワークシステムを構築している。運動効果を定量的に表すための汎用的な健康管理デバイスが必要とされていることから、運動効果を正確に算出するためのパラメータである酸素摂取量と心拍数の各個人毎の相関関係を用いて、消費エネルギー量を身体活動度に基づきウェアラブルに測定できることを実証し、それを実現する新たな腕時計型センサを開発してシステムへの組み込みを行っている。

第4章では、実用化に向け、日常生活での使用に適したウェアラブル計測システムの開発を行っている。プロトタイプをもとに、長時間連続計測可能で小型・軽量の計測モジュールを作製し、屋外での使用に十分耐える足圧計測シューズを完成している。また、食事や会話を認識するための咀嚼・発話センサや超音波により屋内・屋外を判断する屋内外センサを新たに開発し、より多くの行動の認識を可能として、開発したウェアラブル計測システムを実際に装着して計測することで、日常行動を把握できること、また健康科学や医療福祉分野に応用可能であることを示している。

第5章では、本研究を統括し、開発したウェアラブル計測システムの今後の発展性を述べている。

以上のように、生体情報を日常生活において簡易に、無拘束に、長時間計測できるシステムを構築している。とりわけ、足圧計測シューズシステムは、従来計測が困難であった屋外での日常生活における無意識下の足圧分布を取得でき、長期にわたるデータを蓄積して変化を分析することを可能とするものであり、健康管理に大きく寄与するものといえる。また、足圧分布からは、立位や座位といった停止時における動作状態を細かく識別することや、平地・坂道歩行、階段昇降の特徴を捉えられることがわかり、加速度センサやジャイロセンサからでは識別できなかった状態の識別を可能にしている。ウェアラブル計測システムの応用範囲は広がっており、開発した技術を用いて更なる発展が期待できるものである。

なお、本論文第2, 3章は、辻昌彦氏、ギョームロペズ氏、ハルタマンアリエサント氏、保坂寛氏、佐々木健氏、山内規義氏、廣田輝直氏、板生清氏、龍田成示氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（環境学）の学位を授与できると認める。