

パーソナルセンシング技術を用いた視覚障害者のモバイル生活密着型調査

An approach to the cultural anthropological survey of visually impaired people's daily lives with personal sensing technology



矢入 郁子 (Ikuko YAIRI, Ph. D.)

上智大学 理工学部 情報理工学科 准教授

(Associate Professor, Graduate School of Science and Technology, Sophia University)

IEEE, Association for Computing Machinery 情報処理学会 人工知能学会 ヒューマンインタフェース学会 日本機械学会

受賞：日本機械学会 交通・物流部門 優秀論文講演表彰(2008) NPO 法人 モバイル・コミュニケーション・ファンド 第5回ドコモ・モバイル・サイエンス賞 社会科学部門奨励賞(2006) 平成17年度情報通信研究機構 部内表彰 優秀賞(個人) (2006) 人工知能学会全国大会近未来チャレンジ第14回大会～第18回大会5年連続サバイバル(近未来チャレンジ初) (2004) ヒューマンインタフェース学会第5回学術奨励賞(2004)

研究専門分野：コンピュータヒューマンインタラクション ユビキタス コンピューティング 人工知能 福祉工学

あらまし 近年、携帯電話の主流が広くて見やすいタッチパネルと OS・フルブラウザ・自由にインストール可能なアプリケーションから構成される Smartphone に移行した。また、モバイル PC でも携帯電話でもない中間の新しいコンピューティング&ネットワークパワー利用形態として iPad に代表される小型・軽量・安価かつ簡単に使えるタブレット型 PC の市場が拡大した。これらの機器の特徴は美しい GUI とタッチパネルを利用した高いインタラクティブ性にあるため、全盲もしくはそれに近い重度視覚障害者の利用は、音声読み上げ機能による補助だけでは困難であるのが現状である。Smartphone を代表とするモバイル機器の本領は、通話・メール・ブラウジング・移動支援といった従来の携帯電話でも可能な機能にあるのではなく、位置・加速度・照度・温度・ジャイロなどの様々なセンサを搭載し、持ち歩く人の生活全てにコンピューティング&ネットワークパワーを提供しうることが本領なのである。このようにモバイル時代のコンピューティングの本質が人間の生活そ

のものを扱うことにあるなか、重度視覚障害者の生活だけが過去の状態のまま置き去りにされる危険性が高まっている。そこで、SCAT 研究助成により遂行された本研究では、H23 年度～25 年度の3年間に渡り、Smartphone に搭載される様々なセンサと高精度位置情報とを利用したパーソナルセンシング技術[1]を用いて、重度視覚障害者の屋外・屋内生活に密着した長・短期の調査を行い、分析の結果から生活特性に適したバリアフリーアプリケーションを提案することを目指した。本稿は3年間の研究報告と、その後の展開について報告する。

1. H23 年度の研究内容および成果

23 年度は、Smartphone 内蔵の振動センサに着目し、振動センサを用いた重度視覚障害者の屋外歩行行動センシングを中心に研究を行った。一つ目の事項として、助成開始前の先行研究で 2010 年度に収集した重度視覚障害者 5 名の屋外・屋内の自由歩行データの詳細な分析を行った。このデータには階段やエスカレータ、片側 3 車線道路の横断歩道、細い路地、坂道などさまざまな条件の歩行空間を含んでおり、かつヘルパーにエスコートされての歩行と一人での歩行の比較、放置自転車との接触および白杖が溝にはまり、腹部に白杖の柄が打ち付けられるという偶然のハプニングの記録も含んでいた。その結果、Smartphone を体幹に腰痛サポート用ベルト等で洋服の上から固定する条件であれば、Smartphone に搭載されている三軸振動センサを用いて、歩行時の踵の接地や足裏前方で地面を蹴り上げる衝撃の個人特性を計測できる可能性を示すことができた。

二つ目の事項として、秋葉原駅のダイビル前の広場に設置された複雑な点字ブロックの経路を利用して、7 名の点字ブロック上の歩行行動データの収集を行った。この秋葉原実験では、被験者の空間認知能力と心理状態、歩行方法の関係を詳細に計ることを目的としており、自分で点字ブロックの分岐点を探して曲がり、事前に指示された経路をイメージしながら目的地にたどり着く際に、迷ったり自信がなくなったりした影響が歩行データにどのように出るのかを探った。

パーソナルセンシング技術を用いた視覚障害者のモバイル生活密着型調査

An approach to the cultural anthropological survey of visually impaired people's daily lives with personal sensing technology

2. H24年度の研究内容および成果

一つ目の事項として、秋葉原実験によって得られた重度視覚障害者7名分の屋外歩行行動データの詳細な分析を行った。分析では機械学習を取り入れ、行動モデルの作成とパターンマッチングによる行動分類を行った。

二つ目の事項として、視覚障害者の屋外でのモバイル生活密着型調査と、自宅（屋内）での生活密着型調査研究を併せて進めた。論文や公的調査で動向が明らかになっている視覚障害者の年齢が高いことから、本研究ではあえて20代を中心としたデジタルネイティブ世代の視覚障害者約10名の屋外での移動中や自宅でのプライベートな時間に、モバイル機器がどのように活用されているかを聞き取るだけでなく、家族やルームメイトによるメモ書きやビデオ撮影を用いたエスノグラフィ調査を行った。その結果、これまでステレオタイプとして語られてきた視覚障害者像とは全く異なる、同世代の晴眼者と全く変わらないモバイル機器使用実態が明らかとなった。

自宅（屋内）での視覚障害者のありのままの状態での行動分析を行うためには、プライバシーに配慮したセンシングデバイスの開発が重要である。そこで三つ目の事項として、8×8の画素からなる赤外線センサアレイチップと、SDメモ리카ードと充電電池を搭載したセンシングデバイスを開発した。当該装置は、テープ等で天井に貼付ければ数日の間メンテナンスフリーで、室内での人の移動をモニタし続けることが可能である。開発したセンシングデバイスを用いて、研究室での行動計測実験を実施し、モニタ領域内の人数と着座行動の推定が9割以上の精度で可能なことを確認した。

3. H25年度の研究内容および成果

重度視覚障害者の歩行分析研究では、視覚障害者の諸特性と分岐点検知方法との関係や、歩行能力と心理特性との相関を把握することを目的に、6名の重度視覚障害者を対象として、iPod touchに搭載された3軸加速度センサによって取得した歩行データの詳細な分析を行った。視覚障害者の歩行においては、点字ブロックの分岐点検知の重要性が高いことから、分岐点検

知行動を中心とした分析を行った。分岐点検知の成否率から、分岐点検知能力が高いグループと低いグループに分け、3軸加速度センサデータを教師付き分類学習も含めて詳細に分析した結果、分岐点検知能力の高い被験者は常に同じ荷重負荷で歩いていること、両足ともに同じ荷重負荷で歩いていること、類似の加速度パターンが周期的に現れ、周期のずれやイレギュラーな波形が少ないという特徴がみられることが確認された。このようにセンシングデータをもとに個人個人の特徴を可視化し、歩行訓練などに活かせることができれば、視覚障害者の更なる自立支援につながる可能性がある。

重度視覚障害者の屋内行動分析のための見守りセンサ開発研究に関しては、赤外線アレイセンサを用いたデータロガーを被験者がいる室内の天井や壁に取り付け、人の状態・行動モニタリング実験を行った。その結果、ビデオカメラのようにプライバシーを侵害する不快感なしでの人の状態・行動モニタリングが可能であること、取り付けが容易な壁面の場合でも2~3個のロガーを配置すれば、天井に設置した場合と同様に死角なく、人の状態・行動モニタリングが可能であることがわかった。さらに、赤外線アレイセンサデータと3軸加速度センサデータの統合を試みた。その結果、2つの抽象度の高いデータを組み合わせることによって、座りながら居眠りをしているのか、人と話しているのかといった屋内における人の具体的な行動を正確に抽出できる可能性が確認された。また、モニタリング実験結果からは、視覚障害者だけでなく、高齢者を含めた様々な人々の行動推定が可能であり、センサの抽象度が高いためにプライバシーを侵害されるストレスを感じる事が少ないことがわかった。

4. 助成期間終了後の展開

研究助成終了から1年以上を経て、本原稿を書く機会に恵まれた。5年近く前に書かれた研究助成の申請書ファイルを久々に開いて読んでみたところ、現状の技術状況に既に即さない文面があちこちに見られ、SmartphoneやInternet of Things[2]などのこの5年の技術の進歩に愕然とした。実際、3年間の助成期間中に、当初に掲げられていた研究目標：「重度視覚障害

パーソナルセンシング技術を用いた視覚障害者のモバイル生活密着型調査

An approach to the cultural anthropological survey of visually impaired people's daily lives with personal sensing technology

者の屋外・屋内生活に密着した長・短期の調査を行い、分析の結果から生活特性に適したバリアフリーアプリケーションを提案すること」が技術状況に合わせて見直され、重度視覚障害者の屋外行動の中心となる歩行分析の基礎研究と、屋内の行動分析のための基礎技術となる赤外線グリッドセンサを用いた見守りシステム開発に焦点を絞って研究が遂行されることとなった。

重度視覚障害者の歩行分析の成果は、現在、歩道の車椅子走行のデータの分析結果とともに、パターン認識処理によって歩道のバリア・バリアフリーを地図上に可視化する研究に引き継がれている。赤外線グリッドセンサを用いた見守りシステムは、現在、視覚障害者や高齢者の自宅に設置して、開発者が生の生活データを得るとともに、新しい福祉機器の開発に役立てるためのシステムの研究に引き継がれている。

おわりに

本稿は、5 年程前に申請書を書き、3 年間に渡り研究費の補助を受けた SCAT 研究助成期間中の成果と終了後の現在の展開について報告した。当研究助成のもとで7名の学生の卒論・修士論文研究が実施され、研究室を無事巣立って行ったことを追記するとともに、深く感謝したい。

参考文献

- [1] Campbell, Andrew T., et al. "The rise of people-centric sensing." *Internet Computing, IEEE* 12.4 (2008): 12-21.
- [2] Kortuem, Gerd, et al. "Smart objects as building blocks for the internet of things." *Internet Computing, IEEE* 14.1 (2010): 44-51.

この研究は、平成22年度SCAT研究助成の対象として採用され、平成23～25年度に実施されたものです。