

G-09

## スマートフォンを用いた車いす利用者のための路面情報収集システムの開発 Development of the Route Surface intelligence System for Wheelchair Users with SmartPhone

鈴木 貴大† 谷川 佳延 吉田 博哉†  
Takahiro Suzuki Yoshinobu Tanigawa Hiroya Yoshida

### 1. はじめに

高齢者や歩行困難者は、外出の際、段差や勾配といった移動を妨げる要因が存在すると、移動可能な範囲が限られてしまう。そのため、全ての歩行者が快適に移動出来るように、国や地方自治体がバリアフリー推進に関する法律を制定し、特定施設や公共施設におけるバリアフリー化を進めている。それに伴い、エレベータや多目的トイレといった、バリアフリー設備が整備された箇所を利用者に伝達するために、バリアフリーマップも併せて整備が進められている。ただし、バリアフリーマップには、設備に対する情報は掲載されているものの、路面状況に関する情報までは記載されていない。その原因として、経年変化によって劣化する路面情報を収集するには、膨大な作業コストが発生する事が挙げられる。

これらの問題を解決するために、路面情報を収集し、可視化する研究が進められている。岩澤ら[1]は、車いすに加速度センサを取り付け、移動の際に情報を収集する事で路面情報を解析する手法を検討している。ただし、センサを取り付けた特定の車いすでしか路面情報を収集出来ないという問題が挙げられる。

そこで本研究では、スマートフォンに搭載された各種センサを用い、車いすでの移動時に路面情報を収集すると共に、車いす利用者にとって移動し難いエリアを判定し、共有するシステムを開発する。

### 2. システムの概要

本研究では、スマートフォンに搭載された各種センサを用い、車いすでの移動時に路面情報を収集すると共に、車いす利用者にとって歩き難いエリアを判定し、共有する路面状況収集システムを開発する。図 1 に路面情報収集システムの全体像を示す。

路面情報収集システムは、図 1 に示す通り、収集システムと共有システムによって構成される。

#### 2.1 収集システムの概要

収集システムでは、車いす利用者が移動している最中に、路面の状況を収集する。なお、収集システムは、スマートフォンで構築するため、スマートフォンに搭載されている各種センサを利用する。本システムは、1) 路面状況収集機能、2) 路面状況送信機能、といった 2 つの機能を有する。

##### 2.1.1 路面状況収集機能

路面状況収集機能では、スマートフォンに搭載されている各種センサの値を取得し、現在地の路面状況を収集する。

##### 2.1.2 路面状況送信機能

本機能は、路面状況収集機能によって収集された情報をサーバに構築された路面状況 DB に送信する。

#### 2.2 共有システムの概要

共有システムでは、路面状況 DB に蓄積された情報をもとに、車いす利用者にとって移動し難いエリアを判定する。また、判定されたエリアは、特定の場所を指定した際に可視化して表示される。なお、共有システムは、可視化機能のみ Web ブラウザ上で動作する。本システムは、1) バリア情報判定機能、2) エリア情報判定機能、3) 可視化機能、といった 3 つの機能を有する。

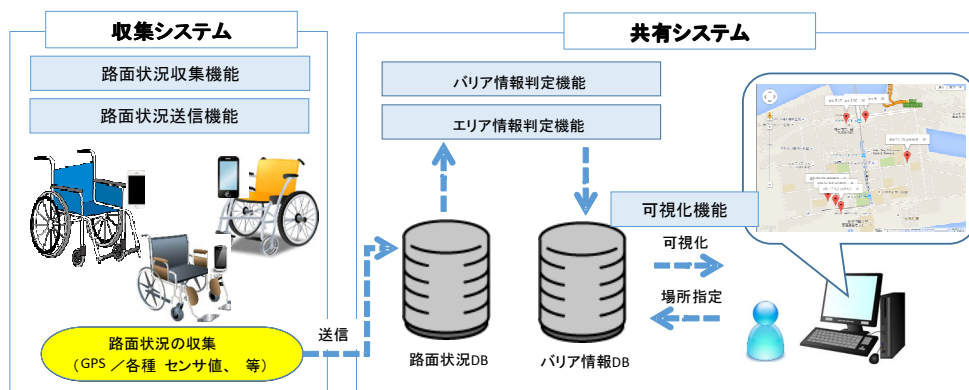


図 1 路面情報収集システムの全体像

### 2.2.1 バリア情報判定機能

バリア情報判定機能では、路面に存在する凹凸や段差を判定する。判定には、路面状況 DB に蓄積された車いす利用者の移動履歴のうち、垂直方向の加速度センサの値を利用する。任意の時間  $t$  の垂直方向の加速度センサの値を  $A(t)$  とした際、式(1)に示す加速度の差  $Ga(t)$  を求め、閾値を超えた場合、路面に凹凸があると判定する。

$$Ga(t) = A(t) - A(t - 1) \quad (1)$$

### 2.2.2 エリア情報判定機能

エリア情報判定機能では、バリア情報判定機能によって判定された複数の凹凸や段差をエリアとしてグループ化する。エリアとしてグループ化するには、バリア情報判定処理によって判定された地点間の距離  $D$  を求める。

$$D = H(pos(i), pos(i + 1)) \quad (2)$$

式(2)に示すように、GPS で取得した 2 地点の緯度経度を示す  $p(i)$  および  $p(i+1)$  をもとに、ヒュベニの公式  $H$  から距離を算出した。その後、距離  $D$  が閾値以下であった場合は、同一エリアとしてバリア情報 DB に保存した。

### 2.2.3 可視化機能

可視化機能では、エリア情報判定機能によって蓄積されたバリア情報 DB を地図上に投影する。本機能では、利用者が任意の場所を指定すると、それら周辺にある車いす利用者にとっての歩き難い場所を表示する。なお、可視化画面には、エリアの位置をマーキングすると共に、エリア範囲や凹凸箇所の数を表示する。

## 3. 実証実験

本実証実験では、バリア情報判定機能及びエリア情報判定機能の有効性を確認する。

### 3.1 実験方法

本実証実験の方法として、収集システムが動作するスマートフォンを車いすに設置し、実際に車いすに乗った状態で移動し、移動履歴データを収集した。なお、本実験では、六甲アイランド内にある遊歩道（全長約 5.3km）にて、位置情報（緯度、経度）と垂直方向の加速度センサの値を収集した。その後、収集したデータをもとにバリア判定機能で路面の凹凸箇所を判定した。その際、凹凸判定の閾値を 30 とした。その後、エリア判定機能で凹凸エリアを判定し、車いす利用者にとって歩き難い箇所を抽出できたか確認した。その際、凹凸箇所間の距離が 30m 以内であれば同一エリアとし、複数の凹凸箇所をグループ化した場合に限りバリア情報 DB に蓄積した。

### 3.2 実験結果と考察

本実験によって収集したデータ件数、及び前述の機能によって判定したバリア判定箇所、エリア判定箇所のデ

ータ件数を表 1 に示す。また、可視化機能によってバリア情報 DB の情報を地図上に投影した結果を図 2 に示す。

表 1 データ件数

収集データ	102,150
バリア判定箇所	55
エリア判定箇所	6



図 2 可視化機能による情報提示

表 1 および図 2 に示す通り、バリア判定が 55 件に対してエリア判定が 6 件となったため、必要な情報に限定されて提示出来たと言える。また、実験の最中に目視で確認した箇所と本システムで抽出したエリアが一致した事からも、本機能が有効であると言える。

## 4. おわりに

本研究では、バリアフリーマップを作成する上で、路面情報を扱う場合、膨大な作業コストが発生するという課題に着目し、課題解決に向けた路面情報収集システムを開発した。本システムでは、車いす利用者が移動の最中に路面情報を収集する事で情報収集の負担を軽減した。また収集した情報をもとに、凹凸箇所や凹凸エリアを特定し、車いす利用者にとって歩き難い場所を共有する事で、その有効性を確認した。

なお、本研究では、凹凸エリアのみを扱ったが、道路の勾配や幅員、歩行者量などの情報も車いす利用者にとっての歩き難い指標となり得るため、これらを扱う方法を模索する。また、車いす利用者は、移動中に両手が塞がるため、現システムで開発した可視化機能を移動中に利用出来ない問題が挙げられる。そのため、移動しながらでも情報を確認できるように、スマートグラスと連動した情報提示手法を今後検討する。

### 参考文献

- [1] 岩澤有祐, 矢入郁子, “3 軸加速度時系列データからの車いす走行行動分析の研究”, 第 26 回人工知能学会全国大会論文集, 3D2-R-13-9, 2012.
- [2] 野村智洋, 牧野友哉, 白石陽, “スマートフォンを用いた路面状況変化の検知手法”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM2013 シンポジウム), pp. 131-138, 2013.