

スマートグラスを用いた車いす利用者のための道案内システムの提案 Development of the Route Guidance System for Wheelchair Users with Smart Glasses

鈴木 貴大[†] 吉田 博哉[†]
Takahiro Suzuki Hiroya Yoshida

1. はじめに

平成 18 年にバリアフリー新法が制定され、高齢者や肢体不自由者が不自由なく移動できるように、利便性や移動の支援を目的としたバリアフリー化が進められている。それに伴い、これらの整備状況を伝達する方法として、バリアフリーマップが Web 上に公開され、外出時にでも携帯端末で確認出来る仕組みとなっている。

一方で、車いす利用者に焦点を当てた際、既存のバリアフリーマップでは情報が不十分と言える。例えば、バリアフリーマップにて、エレベータや多目的トイレといった設備情報は提供されているものの、移動の妨げになる道路の勾配や段差といった路面状況の情報までは提供されていない。そこで、路面状況を判断するために、岩沢ら[1]は、車いす下部に設置した加速度センサのデータを分析し、車いすで移動した際の危険な場所を可視化する研究を進めている。ただし、既研究では、センサを設置した車体でしか路面情報を収集出来ず、全ての路面状況を収集するには膨大な時間と労力を要する。

そこで本研究では、スマートフォンに搭載されている各種センサを用いて、路面状況を収集すると共に、それらを道案内に活用するシステムを提案する。特に、車いす利用者は、移動しながら端末の操作が出来ない事から、情報提示装置として眼鏡型ウェアラブルデバイスであるスマートグラスを活用する。

2. 提案システムの概要

本研究では、スマートフォンに搭載されている各種センサを用いて、路面状況を収集すると共に、道案内に活用す

るシステムを提案する。本システムは、図 1 に示す通り、路面状況収集システム、バリア情報判定システム、道案内システムといった 3 つのサブシステムによって構成される。

2.1 路面状況収集システムの概要

路面状況収集システムでは、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。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

本機能は、スマートフォンに搭載されている各種センサの値を記録し、路面の凹凸や勾配といった路面状況の情報を収集する。

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 バリア情報判定システムの概要

バリア情報判定システムでは、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場所を判定し、バリア情報 DB に登録する。

2.3 道案内システムの概要

道案内システムでは、現在地から目的地までのルートを探る上で、車いす利用者が移動し難いと感じる地点を

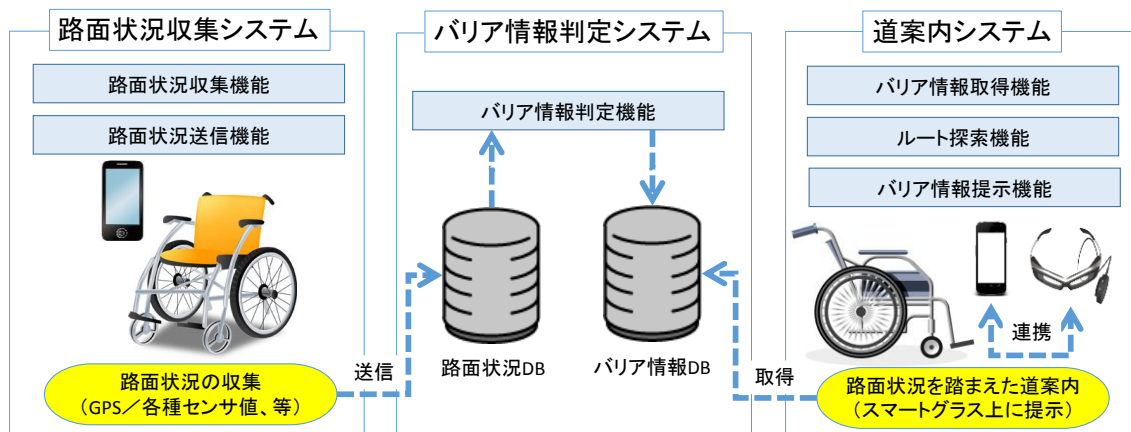


図 1 提案システムの全体像

[†] 神戸情報大学院大学 情報技術研究科
Kobe Institute of Computing;
Graduate School of Information Technology

回避し、案内する。本システムは、1) バリア情報取得機能、2) ルート探索機能、3) バリア情報提示機能、といった3つの機能を有する。

2.3.1 バリア情報取得機能

本機能は、サーバ上に構築されたバリア情報 DB を参照し、車いす利用者が移動し難いと感じる地点を現在地周辺に限定して取得する。

2.3.2 ルート探索機能

本機能は、目的地を入力する事で、現在地から目的地までのルートを探査する。その際、バリア情報取得機能によって取得したバリア情報を踏まえ、車いす利用者が移動し難いと感じる地点を回避したルートを算出する。

2.3.3 バリア情報提示機能

本機能は、スマートグラスをかけた車いす利用者に、ルート探索機能で算出したルートを提示するため、交差点において歩くべき方向を示す。また、バリア情報取得機能によって取得した情報を随時提示する。

3. バリア判定方法

バリア情報は、スマートフォンに搭載された GPS 及び各種センサの値を格納した路面状況 DB のデータをもとに判定する。まず、路面の凹凸や段差については、垂直方向の加速度センサの値をもとに判定する。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、

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

によって加速度の差 $Ga(t)$ を求め、閾値を超えた場合に凹凸や段差があると判断し、バリア情報 DB に記録する。また、路面の勾配については、GPS で取得した緯度経度および高度の値をもとに判定する。任意の時間 t に対し、

$$Gh(t) = \frac{H(t) - H(t-1)}{Dis(Pos(t), Pos(t-1))} \quad (2)$$

高度の値 $H(t)$ や緯度経度の値 $Pos(t)$ 、緯度経度から求められる距離 Dis によって勾配 $Gh(t)$ を求め、閾値を超えた場合に勾配があると判断し、バリア情報 DB に記録する。

4. 実証実験

本システムのうち、バリア情報判定の有効性を確認するために、路面状況収集システムおよびバリア情報判定システムを開発した。なお、本システムでは、バリア情報として路面の凹凸や段差のみを判定した。

4.1 実験方法

本実験では、路面状況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、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情報判定システムで路面の凹凸や段差を判定し、移動する際に負担と感じた場所と比較した。その際、加速度の差 $Ga(t)$ の閾値を 30 と設定した。

4.2 実験結果と考察

本実験で路面状況収集システムによって収集したデータ件数及びバリア情報判定システムによって判定したバリア情報件数を表 1 に示す。また、移動の軌跡とバリア情報として判定した箇所を地図上に投影した結果を図 2 に示す。

表 1 収集データ件数及び判定データ件数

収集データ	102,150
判定箇所	55



図 2 移動の軌跡とバリア情報

図 2 に示すバリア情報として判定した結果を確認したところ、舗装されていない道や砂利道、坂を下りきった後の勾配変化に伴う段差などが抽出した。このことから、車いす利用者にとって移動し難い場所を抽出できたとと言える。

5. おわりに

本研究は、車いす利用者の移動を支援するため、バリア情報を収集し、道案内への活用を目指している。その方法として、スマートフォンからバリア情報を収集して判定していくことで、利用する度にデータが蓄積される仕組みを実装し、その有効性を確認した。

今後の展望としては、車いす利用者の移動を妨げる要因は他にもあり、例えば、有瀬ら[2]のように勾配の傾度を収集する研究が行われているため、今後はより広い範囲での情報を収集すると共に、スマートグラスと連動した道案内システムの実装を目指す。

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] 有瀬智寛, 清水明宏, “車いす利用者の移動を支援する経路推薦システムの開発”, 高知工科大学大学院 フロンティア工学コース, 平成 21 年度修士論文(2009).