

## BLE Beacon を用いた視覚障がい者歩行支援法

宮木 洋†

新津 善弘†

芝浦工業大学大学院 理工学研究科†

## 1. はじめに

視覚障がい者とスマートフォンを使用しながら歩いている人（以下、ながら歩きユーザ）との接触事故が増加している。また、障害物と視覚障がい者との接触事故を防ぐための電子白杖の研究が始まっている。

本稿では、ながら歩きユーザに視覚障がい者を認知してもらうことで、視覚障がい者との接触事故を防止する手法を提案し、その有効性を評価する。

## 2. 従来研究と問題点

Wi-Fi Direct を用いて、ながら歩きユーザに視覚障がい者の接近を通知する従来研究がある[1][2]。この研究では、通知内容の種類が一つであり、接近段階ごとの通知がなされていない。そのため、衝突危険性が低い場合でも通知が何度も行われる可能性があり、真に通知が必要で危険性が高い場合が見逃されるおそれがある。また、使用する Wi-Fi Direct のバッテリー消費量が高く、利用可能時間が短くなってしまいう問題点がある。

## 3. 研究概要

## 3.1. 目的

本研究では、視覚障がい者とながら歩きユーザの衝突に関する緊急度に応じ、ながら歩きユーザに適切な通知を行うことを目的とする。

## 3.2. アプローチ

衝突危険性の段階的な通知を実現するため、緊急度は、ながら歩きユーザと視覚障がい者間の距離と、ながら歩きユーザの歩行速度によって設定する。また、消費電力低減のため、比較的電力消費の少ない BLE Beacon を使用する。

## 3.3. 想定環境とシステム構成

想定環境を表 1 に、システム構成を図 1 に示す。ユーザのながら歩き判定に関しては、ユーザのスマートフォンに搭載されている角速度センサによる画面の傾きと加速度センサによる端末の動きを利用して判定する。

ユーザへの通知判定に関しては、Beacon から発信される電波強度を利用する。具体的には、ながら歩きユーザのスマートフォンで Beacon の

電波強度を取得する。次にその電波強度から、ながら歩きユーザと視覚障がい者間の距離を算出する。最後に、算出した距離とユーザの歩行速度から視覚障がい者との衝突の緊急度を決定して通知判定を行う。

表 1 想定環境

想定項目	具体的内容
使用場所	幅の狭い歩道
白杖の振り方	スライドテクニック
白杖の振る速度	歩行速度(3~5[km/h])に依存
視覚障がい者とながら歩きユーザの移動方向	互いに向き合った状況で移動
Beaconの取り付け位置	白杖の柄と先端の中間

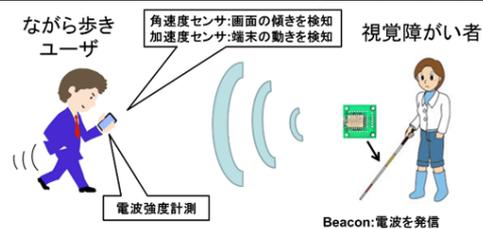


図 1 システム構成

## 3.4. 衝突の緊急度

ながら歩きユーザと視覚障がい者間の距離、及び歩行速度により、緊急度を以下のように決定する

## 緊急度 1(全画面通知)

距離が 10m 未満かつ歩行速度が 3[km/h]以上のとき、衝突可能性が極めて高いとして通知を行う。

## 緊急度 2(ポップアップ通知)

距離が 10m 以上 20m 未満かつ歩行速度が 3[km/h]以上のとき、衝突可能性があるとして通知を行う。

## 緊急度 3(非通知)

緊急度 1、緊急度 2 の条件を満たさない場合で、通知を行わない。

## 4. 提案方式

提案方式は、以下に示すながら歩き判定と通知判定の 2 つの手順から構成される。

## 4.1. ながら歩き判定手順 (図 2)

Step1:画面が起動しているか判定する

Step2:角速度センサにより、画面が傾いているか判定する

Step3:加速度センサにより、端末が動いているか判定する

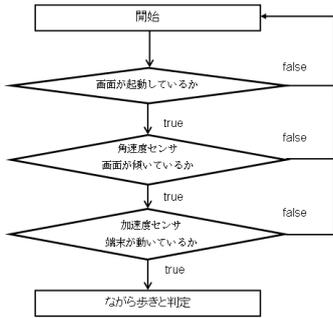


図2 ながら歩き判定

4.2. 通知判定手順 (図3)

- Step1': ながら歩きをしているか判定する
- Step2': Beacon 発信端末の検索を行う
- Step3': 電波強度, 歩行速度を取得する
- Step4': 電波強度から距離を算出する
- Step5': 距離と歩行速度の閾値判定を行う

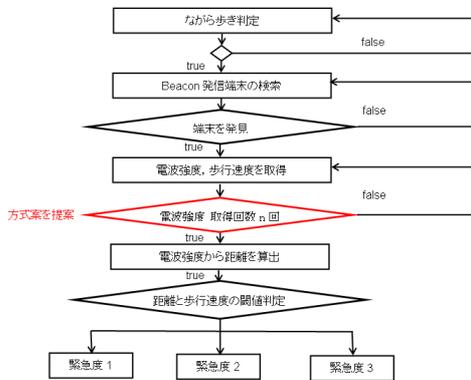


図3 通知判定

4.3. 方式案

上記通知判定手順の Step3 における電波強度の取得において, 方式案を2つ提案する.

4.3.1. 方式案1 (図4)

電波強度の取得回数を固定値にする.

この方式のメリットは, 処理が複雑にならないため処理途中の失敗が少なくなることが挙げられる. しかし, デメリットとしてながら歩きユーザの歩行速度が速いと, 判定が間に合わない可能性がある.

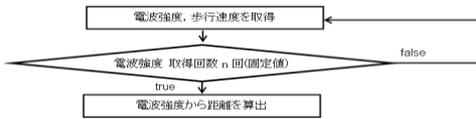


図4 方式案1

4.3.2. 方式案2 (図5)

電波強度の取得回数を, ながら歩きユーザの歩行速度によって変動させる.

この方式のメリットは, ながら歩きユーザの歩行速度が速い時, 電波強度の取得回数を減らすことで判定速度を上げることができる. しかし, デメリットとしては, 歩行速度に応じたデ

ータ取得回数を決定する制度に方式案の精度が左右される.

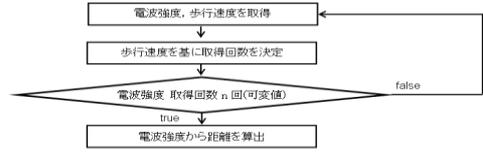


図5 方式案2

4.4. 距離算出

上記通知判定手順の Step4 におけるながら歩きユーザと視覚障がい者間の距離については, 式(1)により算出する.

$$X = 10^{\frac{A-RSSI}{10B}} \quad (1)$$

- X[m]: ながら歩きユーザと視覚障がい者間距離
- RSSI[dBm]: 計測した電波強度
- A[dBm]: Beacon から距離 1m で計測される電波強度(固定値)
- B: 減衰定数(2~4)

5. 評価項目

主として, 以下の3つの項目を評価する.

- 緊急度判定の正解及び誤り率[%]
  - 通知処理時間[s]
  - 消費電力改善率 [%]
- 従来研究の Wi-Fi Direct 方式との比較

6. 電波強度計測実験

Beacon とスマートフォン間の距離が 3m, 10m, 20m の場合で電波強度の計測を行い, 計測結果を図6に示す.

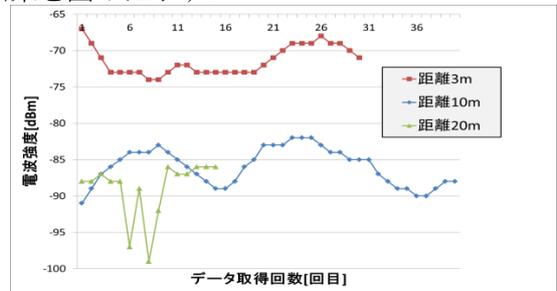


図6 電波強度計測結果

図6より, 距離 3m の場合は電波強度の変動が最も小さい. また, 距離 10m の場合周期的に電波強度が遷移していることがいえる. しかし, 距離 20m の場合, 変動が非常に激しく外れ値が多いことがいえる.

7. むすび

今後はながら歩き判定及び通知判定手順を組み込んだ提案システムを実装し, 実験により評価する.

参考文献

- [1] 谷口, 新津, "電子白杖とスマートフォンを活用した視覚障がい者のための歩行支援に関する研究", 信学会 IN 研究会, IN2013-117(2014)
- [2] 新津, 谷口 "ながら歩きユーザに対する視覚障がい者接近通知システム", 第4回 NWS 研究会, P20(2014)