

屋内環境向け視覚障害者歩行支援システムの開発

鈴木 慶太† 中村 有貴† 藤井 雅弘† 渡辺 裕†

† 宇都宮大学大学院工学研究科情報システム科学専攻

1 はじめに

現在、視覚に障害を持つ人は国内におよそ 31 万人存在すると報告されており、これらの人々に対する日常生活の様々な面での支援が必要とされている。近年、支援策の一つとして視覚障害者誘導用ブロック (以下、点字ブロック) の敷設が進められているが、点字ブロックにより提供できる情報には限りがあり、点字ブロックの情報のみで目的地に辿り着くのは困難である場合がある。この問題を解決するため、GPS を用いた歩行支援システムの開発も行われているが [1], GPS には屋内環境での利用が困難という問題がある。

そこで、本稿では屋内環境向けの視覚障害者歩行支援システムの開発を行う。本システムでは、利用者の導入負担を少なくするために、視覚障害者にも広く普及している携帯電話 [2] を利用者用の端末とする。また、現在地の把握には、近年、携帯電話への搭載が進んでいる Bluetooth を用いる。

2 提案システム

2.1 提案システム概要

図 1 に本提案システムの構成を示す。本システムは、携帯電話と Bluetooth ノード、サーバの 3 つの機器から構成される。携帯電話は利用者が所持し、本システム用のアプリケーション (以下、アプリ) を利用するために用いる。Bluetooth ノードは本システムを導入する建物に敷設された点状ブロック上部の天井に設置され、携帯電話の位置認識に用いる。サーバは、建物ごとに格納された Bluetooth ノードの配置図等の各種案内用情報を格納したデータベースを持つ。携帯電話上で動作するアプリでシステムを構成することで、利用者はアプリをダウンロードして利用すればよく、アプリの更新なども、現在の携帯電話が通常備えている通信機能 (HTTP アクセス機能など) を用いることで、専用機器と比べてはるかに安価に導入、運用が可能である。

利用者が本システムによる案内を必要とした際に、アプリメニュー画面よりアプリを起動する。アプリは起動後すぐに、付近にある Bluetooth 機器の探索を行う。その後、発見した Bluetooth 機器のアドレス (以下、BD (Bluetooth Device) アドレス) を IP 網を経由してサーバへ送信する。サーバではデータベース内部の BD アドレスと携帯電話から送信されてきた BD アドレスを照合する。これによって利用者が現在いる建物を特定し、その建物内に存在する Bluetooth ノードの情報と案内用音声ファイルを携帯電話へ送信する。携帯電話では受信した Bluetooth ノードの情報を元に建物内の携帯電話の位置を特定するとともに、音声案内によって、利用者による目的地の設定を求める。利用者による目的地の入力が完了すると、アプリは道案内を開始する。道案内では、Bluetooth ノード

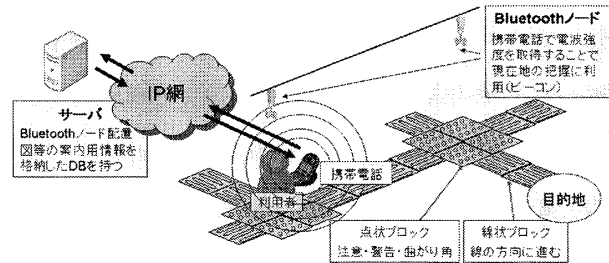


図 1: システム構成

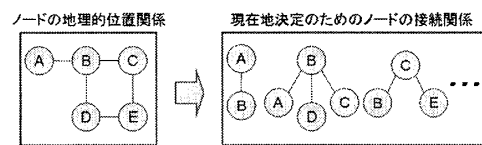


図 2: ノードの地理的配置と論理的な接続関係

からの電波強度を元に携帯電話の移動を検出し、現在地付近に存在する注意箇所の音声提示と、目的地へ到達するための進行方向の指示を行う。

2.2 移動経路の追跡方法

利用者に正確に道案内を行うためには、利用者の移動を正しく追跡できなければならない。本システムでは利用者は点字ブロック上を移動するものと想定し、点字ブロック上の要所に配置された Bluetooth ノードからの電波強度に基づき、携帯電話の移動を追跡する。

アプリは、サーバより受信した Bluetooth ノード情報を元に、現在地ノードに隣接する Bluetooth ノードに対して電波強度の取得処理を行い、取得した電波強度の大小関係の変化により携帯電話の移動を検知し、移動の追跡を行う。

例えば、Bluetooth ノード (A から E) が図 2(左) のような地理的位置関係で配置されていたとする。本システムではこのような地理的位置関係を、図 2(右) に示すようなツリー構造を用いたノード間の接続関係で記述する。このツリー記述では、あるノードを親とするとき、そのノードに隣接するノードを子とする。本論文では現在地の移動を検出する方法として下記の 2 種類の方法を検討する。

セル ID 方式 現在位置を親ノードとするツリーに属する親子全てのノードから取得された電波強度の大小関係の比較を行い、最大値を示す Bluetooth ノードを現在位置として検出する。

提案方式 現在位置を親ノードとするツリーに属する親子全てのノードから取得された電波強度の内、強い 2 つのノードからの電波強度を用いる。受信強度の 1 番強いノードと 2 番目に強いノードが対象とするツリーの親子関係にあれば 1 番強いノードを現在地とする。両者がともにツリーにおける子ノードである場合には、親ノードを現在位置とする。

A study on walking supporting system for the visually-impaired persons
†Keita SUZUKI †Yuki NAKAMURA †Masahiro FUJII †Yu WATANABE

†Department of Information Systems Science, Graduate School of Engineering, Utsunomiya University

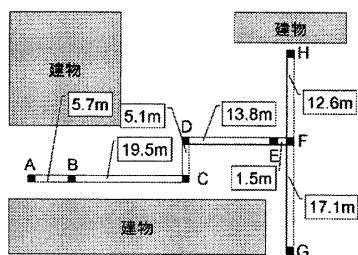


図 3: 実験環境

3 実験

3.1 実験の目的と実験方法

ここでは、開発したシステムの動作確認と問題点の発見、現在位置検出アルゴリズムによる動作の比較を行う。

実験場所は図 3 に示す宇都宮大学工学部情報工学棟横の点状ブロックの付設された渡り廊下で行った。Bluetooth ノードは敷設された点状ブロックの配置に沿って、天井の 8 箇所 (図中■, 高さ:2.5m) に設置した。被験者は晴眼者 1 名とし、目隠しはせず、携帯電話を胸の前で手に持って歩行実験を行った。歩行ルートはノード A から出発してノード G へ向かうものとし、案内ミスが発生した時点でその回の試行は打ち切る。実験機器として、携帯電話は東芝製の au 端末 W44T を、Bluetooth ノードは SENA 社製の ParaniSD200 を用いた。移動経路の指示は現在位置ノードが切り替わる度に行われ、点状ブロックに到達した利用者は必ずその指示に従うものとする。また、利用者が点状ブロックに到達したときに、次の進行方向の指示がなされていない場合は、利用者はその点状ブロック上で立ち止まり、次の指示が提示されるまでその場で待機するものとする。

3.2 実験結果と考察

セル ID 方式では、全 6 回の試行においてノード D からノード E に移動する際に現在位置検出誤りが観測された。これは、利用者によるシャドウイングのために、実際の利用者の位置とノードの位置の関係を受信強度で適切に反映できないためであると考えられる。ノード D を現在位置として、利用者がノード D-E 間をノード E に向かって移動している時、ノード E に近接しているにも関わらず、利用者のシャドウイングのため、受信強度が $C > E > D$ の順となる事象が観測された。このとき、セル ID 方式ではノード C を現在位置とし、 $D \rightarrow C$ の経路を移動しているとアプリは判断してしまう。ノード C と E はともに親ノード D の子ノードであり、C と E を直接結ぶ経路は存在しないので、提案方式を用いることで、親ノードである D を現在位置として判断できる。

一方で、提案方式では、全 13 回の試行中 9 回の試行で適切な現在地認識が行われた。図 4 に、ノード B からノード G の点状ブロックの位置に対応する各ノードにおける、アプリ内で現在位置ノードの変更を検出した時刻から実際に利用者に対応するノードに到着した時刻の差を示す。縦軸は (アプリでの現在位置の第 n ノードへの変更時刻) - (利用者の第 n 点状ブロックへの到達時刻) を示す。この値が負の場合は、利用者の点状ブロックの到着前にアプリが現在地変更を認識できたことを示す。逆に正の場合は、利用者がその点状ブロックに到着した後にアプリが現在地変更を認識していることを示す。経路案内のためには、それぞれの点状ブロックに利用者が到着する前に、アプリがその到達を認識する必要がある。本システムで用いる携帯電話に搭載されている Bluetooth1.2 では、電波強度を取得するために、

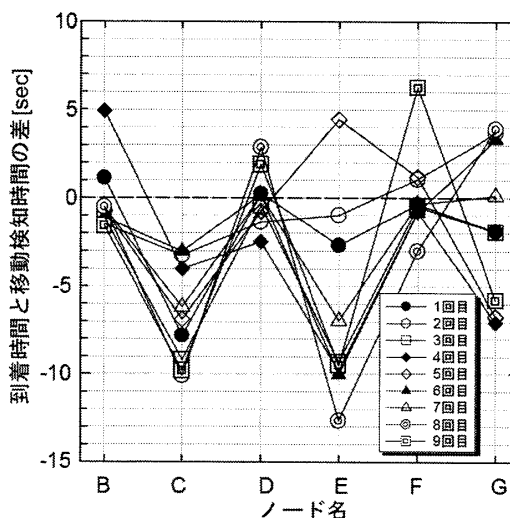


図 4: 利用者の到着時間とシステムの移動検知時間の差

Bluetooth ノードにユニキャストで接続する必要があり、1 つの Bluetooth ノードの電波強度を取得するために、3 秒程度の時間を必要とする。例えば、ノード A を現在位置としてスタートした利用者は、ノード A と B を巡回して電波強度を収集する。ノードへの電波強度取得タイミングが異なるため、ノード B への到着後に現在位置変更が認識されてしまっている場合が観測された。ノード C, E, G では、移動経路における前ノードとの距離が長いので、上記のような電波強度取得プロセスにおいても相対的に取得時間を長く確保できる。この理由により、多くの場合、事前に現在位置切替が可能であることが観測された。一方で、ノード B, D, E では、前ノードとの距離が短いため、電波強度取得時間が利用者のノード間の移動時間より相対的に長くなる場合が存在する。このため、利用者を点状ブロック上に留まらせる (時間差が正となる事象) 頻度が高い。しかしながら、この問題に関しては、接続するノードでの移動指示を複数まとめて行うことで、回避可能であると考えられる。

4 まとめと今後の課題

本稿では携帯電話の Bluetooth 機能を利用して屋内環境で視覚障害者の歩行支援を行うシステムの開発を行った。また、実験によって、セル ID 方式による方法がシャドウイングの影響により適切に動作しない場合があることが確認され、提案方式による方法がこのセル ID 方式に起因する問題を解決する手段となることを示した。

今後の課題として、位置特定アルゴリズムの移動する利用者への追従性の向上が挙げられる。また、本システムの代表的な利用シーンである駅構内を想定した人ごみや障害物のある環境での検証実験も必要である。さらに視覚障害者の方々に被験者となっていただき、システムの評価と改良、信頼性の確認等を進め、実用化を目指したい。

参考文献

- [1] 石川, 他, “GPS による視覚障害者歩行支援システムの開発”, 信学技報, MoMuC2004-96, Jun 2005.
- [2] 渡辺, 他, “視覚障害者の携帯電話利用状況調査”, 情処学ヒューマンインタフェース研報, Vol.9, No.5, pp.125-130, 東京, Dec 2007.