

屋内ナビゲーションシステムに関する一考察

高梨 郁子[†] 石渡 要介[†] 斎藤 謙一[†] 久永 聡[†] , 田中 聡[†] ,
山路 晃徳[‡] , 秋間 文和[‡]

[†]三菱電機株式会社 情報技術総合研究所

[‡]三菱電機インフォメーションシステムズ株式会社

GPS(Global Positioning System) 付き携帯電話の増加に伴い、位置情報サービス(LBS : Location-Based Services) へのニーズが高まっているが、屋内で利用できる場所は少ない。我々がターゲットとしているナビゲーションシステムを実現するためには、網羅性を保ちながら高精度な位置を検知する必要があるが、現状のデバイスでは両者を同時に成立させることは困難である。我々は、ブロックをデバイスの精度に合わせて定義して空間上にマッピングすることで、一つの屋内空間を複数のデバイスで位置検知可能とする Mixed-Block Positioning 方式の検討を行った。本稿では、この検討結果について述べる。また、この手法に基づいて構築している展示会場のナビゲーション・プロトタイプシステムについて紹介する。

A Study of Indoor Navigation System

Ikuko Takanashi[†] , Yosuke Ishiwatari[†] , Ken-ichi Saito[†] , Satoshi Hisanaga[†] ,
Satoshi Tanaka[†] , Akinori Yamaji[‡] , Fumikazu Akima[‡]

[†]Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corp.,

[‡]Mitsubishi Electric Information Systems Corp.

Location-Based Services , LBS , such as personal navigation in urban area have been a major concern in the application of GPS-equipped cellular phones. Indoor positioning for a navigation system, needs “high accuracy” and “coverage for entire space”, however, existing devices can not get a position on this condition. We propose Mixed-Block Positioning method for Indoor Positioning. Appropriate devices can be selected to achieve the desired position for each target. Mixed-block is modeled for Indoor Space, where the size of block is defined depending on the accuracy of the devices. Furthermore, we introduce a prototype system for indoor navigation , which has been developed for an exhibition room.

E-mail : {Takanashi.Ikuko@ct , Ishiwatari.Yosuke@dr , Saito.Kenichi@cs ,
Hisanaga.Satoshi@ab , Tanaka.Satoshi@eb} .MitsubishiElectric.co.jp , akima-fumi
kazu@mdis.co.jp , yamaji-akinori@mdis.co.jp

1. はじめに

携帯電話に GPS が搭載され、歩行者ナビゲーションサービス等の位置情報サービス (LBS : Location-Based Services) ^{[1]・[2]}も提供されるようになった。屋内における位置情報サービスへのニーズも高まっており様々な屋内測位に関する研究が進められている^{[3]~[6]}。我々がターゲットとしているナビゲーションを実現するためには網羅性を保ちながら高精度な位置を得る必要があるが、現状のデバイスでは両者を同時に成立させることが困難である。

そこで我々は、ブロックをデバイスの精度に合わせて定義して空間上にマッピングすることで、一つの屋内空間を複数のデバイスで位置検知可能とする Mixed-Block Positioning 方式の検討を行った。本稿では、この検討結果について述べる。また、この方式に基づいて構築している展示会場のナビゲーション・プロトタイプシステムについて紹介する。

2. 屋内測位の課題

2.1. 屋内測位とは

様々な用途・目的に応じた屋内用の測位システムが検討・実装されているが、我々は屋内におけるナビゲーションシステムをターゲットとして屋内測位の検討を行っている。屋内のナビゲーションシステムでは、

網羅的な測位による連続的なナビゲーション情報の提供

局所的にあるスポットごとの情報提供という要求がある。を 提供するために測位すべき場所の例を図 1 に示す。は部屋やロビーなどある空間を網羅的に測位できる必要があり、は離散的でも良いがある場所を高精度に測位する必要がある。

現状、網羅性と高精度を両立できるデバイスは存在しないが、全場所に於いて両者を成立させる必要がないことに着目して、我々は場所ごとに要求精度に合ったデバイスを利用することで同一システムにおける網羅性と高精度を同時に成立する方式について検討した。更に、測位結果の誤差を補正するために、人の動きに着目した補正方式を検討した。

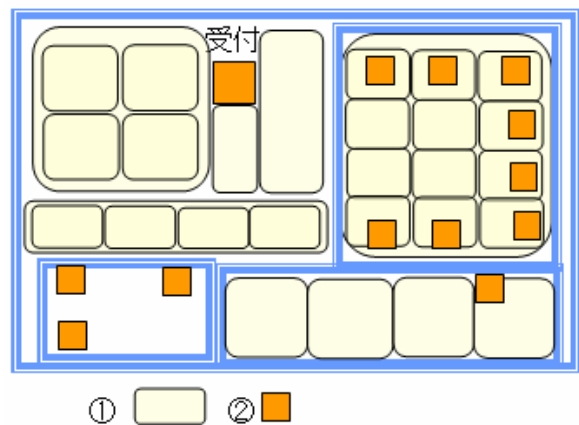


図 1 . 屋内で位置を測位する場所の例

2.2. 位置検知

屋内に於いて場所ごとに必要な精度を定めて、それぞれの精度に合ったデバイスを組み合わせることで、網羅性を保ちながら高精度に位置を検知する。

例えば、無線 LAN や Active RFID タグ等は電波の到達距離が長いので、網羅的に検知したい場合に有用である。超音波、赤外線等は網羅性が低く全域をカバーするとコストと手間が掛かるが、高精度な測位が必要な場所に適切である。

このとき、仕様の異なるデバイスをどのように表現するかが課題となる。

2.3. 位置補正

カーナビの場合、道路をノードとリンクで表現した道路ネットワークとのマッチングにより、デバイスからの測位結果を補正して道

路上にマッチングしている．この補正によって，車の位置をほぼ正確に求めて目的地への誘導を行うことができる．

しかし，人の場合は移動経路が明確ではなく，車の場合のように決まった線上だけを歩くという定義ができないため，ノードとリンクで表現することができない．人の歩行ネットワークを表現するための別の手法が必要である．

歩行ネットワークと測位結果をマッチングすることで，例えば以下のような有り得ないケースを排除してより正しい位置を特定するための補正処理が可能と考える．

- (a) 階段，エレベータ等を使わずに，フロアを移動
- (b) 人が扉，出入り口等を通らず，壁を通過して部屋に入室

3. Mixed-Block Positioning 方式

3.1. Mixed-Block による屋内空間の定義

(1) 屋内空間のブロックによる表現

屋内空間を様々な大きさのブロックで表現することとする．ブロックの大きさは精度に応じて自由に設定できる．

高精度な場所は小さいブロックで表現する．これをスポットブロックと呼ぶ．

また，部屋，ロビー等ある空間をブロックで敷き詰めることで網羅的な検知ができていることを示す．これをエリアブロックと呼ぶ．

ある建物をブロックの集合体で表現した例を図2に示す．ビルは，複数のフロア，部屋，通路，ロビーなどから成り立っているが全てをブロックとして定義可能である．大会議室の東側，西側，ロビーの受付近辺，喫茶エリア等，物理的な仕切りがない空間もブロックと定義できる．

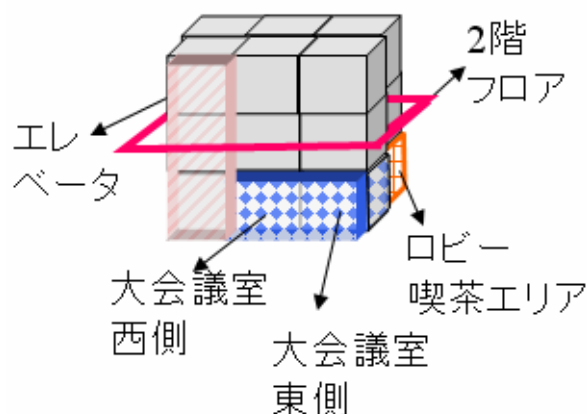


図2．Mixed-Block による屋内空間の表現

(2) ブロックの属性定義

例えば，ブロックの各面に以下のような属性を定義可能とする．

- ・ ブロックの上下面の属性情報
 - フロア移動可能（エレベータ，階段など）
- ・ ブロックの側面の属性情報
 - 出入り口（建物，部屋等の物理的なブロックに出入り可能なブロック）

このような情報によって人が通過できる場所と出来ない場所を判断して，測位結果の補正を行うことが可能となると考える．補正方式の詳細については，3.3 節で述べる．

3.2. Mixed-Block Positioning 方式による位置検知

位置検知を行う屋内空間において，要求仕様に応じてデバイスを選択してブロックを設定する．スポットブロックは高精度なデバイス，エリアブロックには網羅性のあるデバイスを設置し，各々のデバイスの測定結果から，見学者が居るブロックを一つに特定する．

このように要求精度に応じてデバイスを選択してブロックごとの位置検知を行うことで，網羅的に位置を把握しながら，局所的に高精度な位置検知が可能となる．

3.3. Block Matching 方式による位置補正

デバイスの測位結果は、電波の揺らぎ等の原因で曖昧さや誤差を含んだ結果となる。ブロックが保持している属性情報を利用することで位置の補正を行う。カーナビの場合は、ノードとリンクで表現した道路ネットワークとマッチングして測位結果を補正するが、本提案では、人の歩行ネットワークを Mixed-Block のネットワークで表現して、測位結果と合わせることで誤差を補正する。

前節で述べたようにブロックとブロック各面に移動可否や通過可否の属性を持たせているため、

- (a) フロア移動が可能なブロックを通過していないのでフロアを移動していない
- (b) 扉を通過していないので部屋に入室していない

というような判断が可能であり、2.3 節(a)(b)のような有り得ない測位結果を排除することが可能となる。

4. 展示会場ナビゲーションのプロトタイプシステム

4.1. システム構成

アクティブRFIDと赤外線センサを組み合わせ、展示会場における見学者の網羅的な位置と展示スポットに於ける情報提供を行うプロトタイプシステムを構築している。システム構成図を図3に示す。

エリアブロックである展示エリア(1~6)を図4に、スポットブロックである展示スポット(a~e)を図5に示す。

(1) 連続的なナビゲーション

展示会場の全エリアに於いて、網羅的に見

学者の位置を把握することで、連続的なナビゲーションを行うことが可能である。

アクティブRFIDタグは一定間隔での電波の発信が可能であり、全リーダーが受信した電波の強度とリーダーの設置位置から、タグの位置を展示エリアの一つとして特定する。

更に、測位結果から見学者のブロックを特定する場合に、Mixed-Block ネットワークを利用して誤差の補正を行うことにより、展示エリアごとの見学者の位置を網羅的に検知できるため、見学者がいつでも自分の位置に応じたナビゲーション情報を得ることができる。

(2) 展示スポットごとの情報提供

見学者が、展示会場の入口や展示スポットに来たことを検知して、その場所に関する情報を提供することができる。

発光側センサノードを展示のある壁面に設置し、見学者は受光側センサノードをバッジとして身につける(図6)。各センサノードは識別IDを保持しており、受光センサが発光センサからの赤外線を受光するとセンササーバにノードのIDを通知する^{[9],[10]}。

各スポットに見学者が居ることを検知できるため、入口における見学者ごとのメッセージ配信や、展示スポットごとに展示内容のコンテンツを携帯端末に提供することが可能である。

4.2. 評価

本システムにおいて、連続的なナビゲーションを行いながら、展示スポットに於ける情報提供を行うことが可能であり、提案している Mixed-Block 方式が有用であることを確認できた。

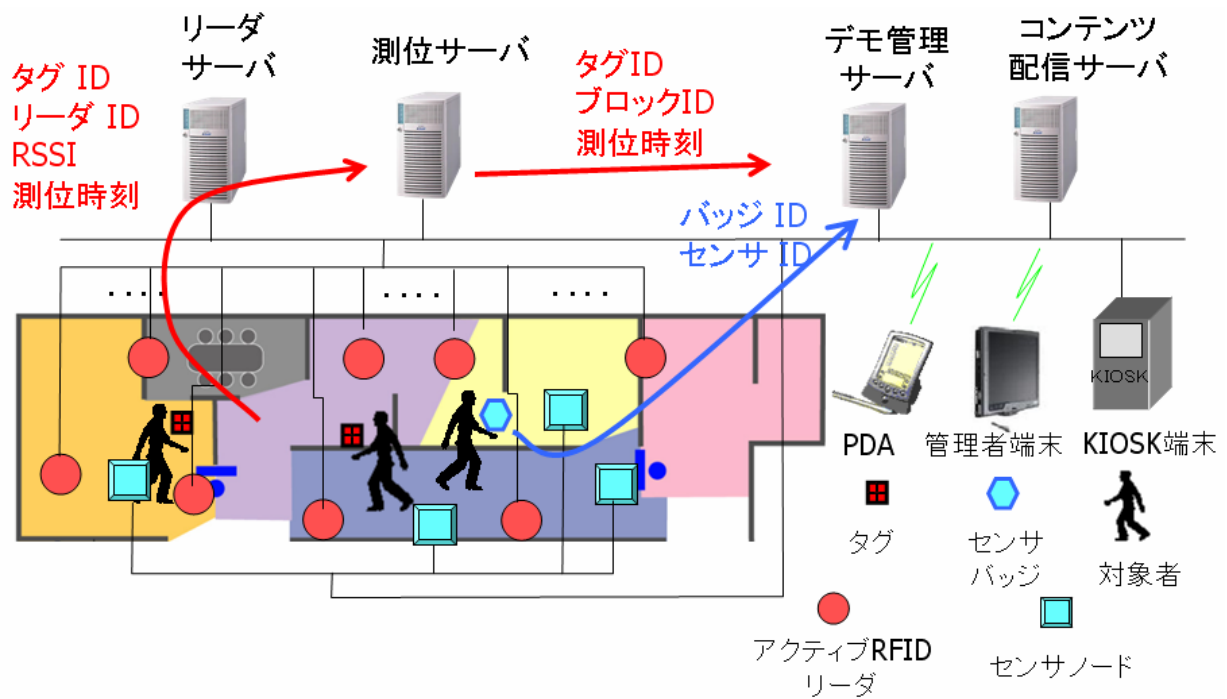


図3. システム構成 展示会場におけるナビゲーションシステム

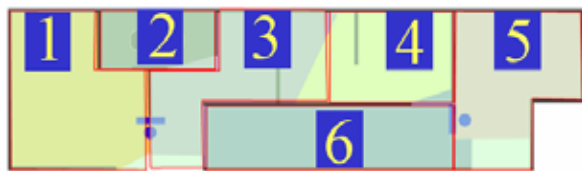


図4. 展示会場で検知するエリア (1~6)

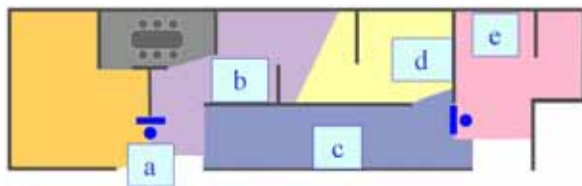


図5. 展示会場で検知するスポット (a~e)

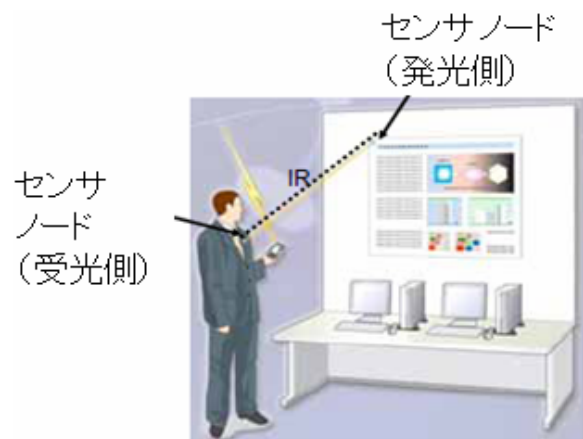


図6. 見学者の位置検出イメージ

5. おわりに

屋内に於けるナビゲーションシステムをターゲットとして、屋内を Mixed-Block で定義してブロックごとに位置検知する方式、及び Block Matching による位置補正の方式について検討した。

また、この方式を適用したナビゲーションのプロトタイプシステムの例を紹介した。複数のデバイスを組み合わせてエリア検知とスポット検知を行うことで、見学者の連続的な位置を把握して連続的なナビゲーションを実現すると共に、局所的な展示エリアを精度高く検知して情報を提供することが可能である。

更に、Mixed-Block で表現した人の歩行ネットワークを利用して、測位結果の誤差を補正できることを確認し、屋内におけるナビゲーションシステムにおいて有用性を確認することができた。

参考文献

- [1] KDDI, 「EZ ナビウォーク」,
http://www.au.kddi.com/ezweb/au_dakara/ez_naviwalk/index.html
- [2] SECOM, 「ココセコム」,
<http://www.855756.com/top.html>
- [3] 小西勇介 他, 「自律方式による歩行者ポジショニングシステムの開発」地理情報システム学会講演論文集, 10, pp.389-392 (2001)
- [4] 萩野敦 他, 「無線 LAN 統合アクセスシステム - 位置検出方式の検討 - 」, DICOMO2003, pp.569-572 (2003)
- [5] 貝沼達也 他, 「Active RFID を用いた情報配信実証実験」雑誌 FUJITSU ,VOL.55 ,No.4 , pp.308-312 (2004)
- [6] 北澤桂 他, 「Personal Positioning System におけるマップマッチング法の提案」全国測量技術大会 2001”学生フォーラム” (2001)
- [7] 椎尾一郎, 「RFID を利用したユーザ位置検出システム」, 情報処理学会研究会報告 00-HI-88, pp.45-50, (2000)

[8] Roy W., Andy H., Veronica F. and Jonathan G., “The Active Badge Location System”, ACM Trans. Inf. Syst., Vol. 10, No. 1. (January 1992), pp. 91-102.

[9] 鷲尾元太郎 他, 「センサネットワークの機能を利用したマンナビゲーション(1)～システム全体構成～」, 情報処理学会第 67 回全国大会, (2005)

[10] 石渡要介 他, 「センサネットワークの機能を利用したマンナビゲーション(2)～センササーバの役割と実装～」, 情報処理学会第 67 回全国大会, (2005)