

## ナビゲーションのための屋内位置推定方式の研究

1130332 京極 海 【 島村研究室 】

## 1 はじめに

近年, ユビキタスネットワークに注目が集まる中で, 移動する端末の位置情報を用いたナビゲーションサービスが活用されている. 現在主流である GPS を用いた位置推定では, GPS 衛星の電波が届かない屋内環境において, 位置推定精度が落ちる難点がある. 従来の屋内位置推定方式で有力なのは, TOA(Time Of Arrival) と, TDOA(Time Difference Of Arrival) の 2 種類である. しかし, 前者は電波を発信する 3 つの基地局と端末が正確に時刻を同期する必要があり [1], 後者は 3 次元で測位を行うためには基地局が 4 つ必要になる [2].

本稿では, 電波到達時間から形成される球の重なりを用いて位置推定することで, 基地局と端末の時刻同期を行うことなく, 3 つの基地局で高精度に位置推定を行う方式を提案した. そして, 測定精度に伴う処理時間を測定し, 実用性を検証した.

## 2 提案方式

提案するシステムは, 位置座標を固定させた基地局 A,B,C と, 時刻同期を行う標準局から成り, 利用者の端末の位置推定を行う.

## 2.1 時刻同期

位置推定を行うためには, 基地局と標準局が正確に時刻同期を行う必要がある. 標準局と各基地局は既知位置に固定設置されているため, 標準局から各基地局への電波到達時間は既知である. 標準局は, 各基地局に時刻同期信号を発信する. 各基地局は同期信号の時刻から, 既知の到達時間を引くことで正確な時刻同期が可能である. また, 初めに端末は位置推定サービスを受けるため, 標準局に時刻同期要求信号を送る. それを受けた標準局は, 現在の時刻を端末に発信し, 時刻同期を行う. 従って, 端末は, 標準局と基地局の組が持つ時刻より, 電波の到達時間分遅れて同期される.

## 2.2 端末の位置推定

はじめに, 基地局 A, B, C から同時に信号を端末に送出する. 提案する端末位置取得方式の概念図を図 1 に示す. 端末はそれぞれの信号を全て受信し, 基地局 A,B,C の位置座標から, 端末までの電波到達時間  $r_1, r_2, r_3$  を計測する. この時, 端末の持つ時刻は各基地局の時刻よりも到達距離分遅れているため, それぞれの電波到達距離が  $n$  増える. 点線が, 時刻同期のずれがない場合の円であり, その交点 T は端末の位置である. 時刻同期時の距離によりできる円の交点を,  $\alpha, \beta, \gamma$  とおくと, その 3 点によってできる空間の中心に端末の位置が存在することが分かる. 本提案では,  $r_1, r_2, r_3$  の距離を等しく縮め

ていくことで,  $\alpha, \beta, \gamma$  は T に収束することを利用し, 端末の位置推定を行う.

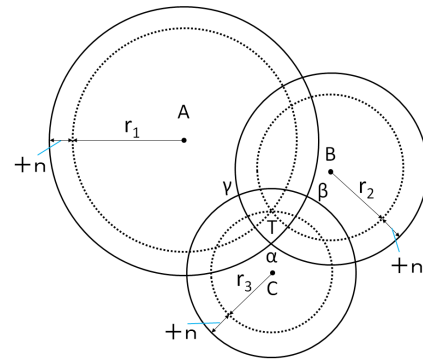


図 1 端末位置取得方式の概念図

## 3 提案方式の検証

本提案方式をプログラミングにより実装し, 測定精度と端末の時刻同期時の距離に伴う処理時間を測定することで実用性を検証した. 推定結果を図 2 に示す. 位置推定精度の最大誤差を 0.0001m に設定した場合でも, 時刻同期時の距離が 100m の時に, 約 0.43 秒で端末の位置を推定できることが分かった. この結果は, 屋内ナビゲーションにおいて要求される, 測定精度, リアルタイム性, 同期距離を十分に満たすと考えられる.

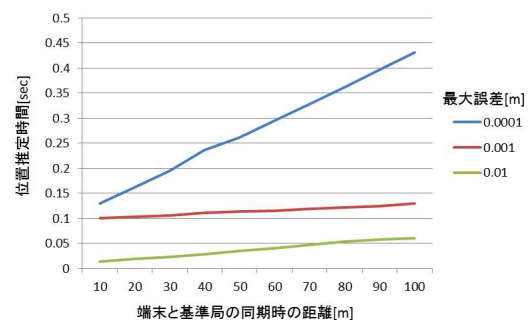


図 2 推定結果

## 4 まとめ

本研究では, 電波到達時間から形成される球の重なりを用いた位置推定により, 基地局と端末の時刻同期を行うことなく, 3 つの基地局で高精度に位置推定を行う方式を提案した. さらに, 十分にナビゲーションに適応できる方式であることを示した.

## 参考文献

- [1] “ロケーションサービスデザインガイド” CISCO, <https://www.cisco.com/web/JP/solution/netsof/designzone/literature/pdf/OL-11612-01-J.pdf>
- [2] “Three-dimensional Hyperbolic Positioning System” Hindawi, <http://www.hindawi.com/journals/v1si/2002/935925/abs/>