

電波吸収による電波減衰を利用した Wi-Fi 単独測位手法の提案

飛島建設 技術研究所 正会員 ○松田 浩朗
 飛島建設 技術研究所 正会員 松元 和伸
 関西大学 総合情報学部 田頭 茂明

1. はじめに

災害発生時の人の位置の把握は、被災者救出や避難誘導といった減災の観点において重要である。近年、スマートフォンに代表されるスマートデバイスの急速な普及から、スマートデバイスに標準的に搭載されている Wi-Fi を利用した測位技術¹⁾が注目されている。この技術は、GPS が使用できない屋内でも利用可能、比較的安価にシステムが構築可能、といった特長を有しており、筆者らもトンネル建設工事を対象とした入坑者の位置管理の測位技術として利用している²⁾。ただし、測位に無線基地局による通信インフラを必要とするため、災害発生による停電など、通信インフラダウン時は測位ができないことが課題であった。

本研究では、この課題を解決するために、通信インフラを必要とせず、スマートデバイス単独で他スマートデバイスの相対位置を測位する Wi-Fi 単独測位手法を提案する。本論文では、提案手法の原理を示す。また、提案手法の妥当性を検証する目的で実施した実験の結果について示す。

2. Wi-Fi 単独測位手法の原理

通信電波強度 (RSSI : Received Signal Strength Indicator) は伝搬経路の影響を強く受けることが言われている³⁾。図-1 に示すように、人体など電波吸収体が存在する場合はこの影響を大きく受け、Wi-Fi 測位技術における距離の推定精度が劣化するという問題が生じる。

本研究で提案する Wi-Fi 単独測位手法は、この問題を積極的に利用することで、電波強度から距離だけでなく方向を得ることを特長とする。図-2 に、提案手法の基本概念を示す。まず、スマートデバイスを部分的に電波吸収体で覆い、ある方向からの受信電波強度を意図的に減衰させる。次に、スマートデバイスを回転させながら連続的に測位対象スマートデバイスからの電波の強度を計測する。なお、回転時に電波吸収体の方向 (方位角) をスマートデバイス内蔵の地磁気コンパスや加速度センサで同時に計測する。

ここで、①スマートデバイス間の伝搬経路内に電波吸収体が存在する場合に電波強度は最小値となる、②伝搬経路はスマートデバイスを最短経路で結ぶ直線、と仮定すると、電波強度計測値が最小の時の電波吸収体の方向に測位対象スマートデバイスが存在することとなる。提案手法は、この方向と、電波強度計測値の最大値 (電波吸収体の影響を受けていない値) に基づき推定した距離から、測位対象スマートデバイスの相対位置関係を測位するものである。

3. 提案手法の妥当性検証のための実験

提案手法の妥当性を検証するために、スマートデバイスによる電波強度計測実験を実施した。本実験は、電波吸収体の利用による電波強度の低下と、測位対象の方向の関係を検証するものである。図-3 に実験の状況を示す。実験は室内で行い、電波送信デバイス (LG 社製 Nexus5) と電波受信デバイス (ASUS 社製 Nexus7 2013)

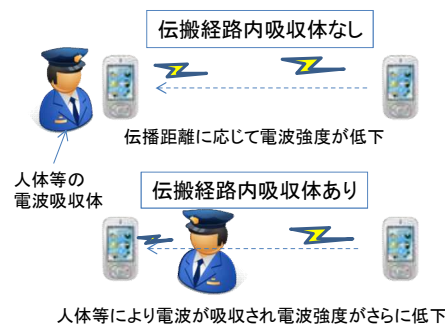


図-1 電波吸収による電波強度の低下



図-2 提案手法の基本概念

キーワード スマートデバイス, Wi-Fi 測位, インフラレス, 被災者, 電波吸収

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472 飛島建設株式会社 技術研究所 TEL 04-7198-7572

をそれぞれ床面から 1.2m の高さで設置した。電波受信デバイスを 45° 間隔で時計回りに回転させ、電波強度を計測した。なお、電波受信デバイス背面方向が電波送信デバイスの方向の角度を 0 としている。通信は IEEE802.11g を利用し、計測間隔は 1 秒で 1 分間のデータの平均値を計測値とした。また、電波受信デバイスに①電波吸収体がない場合と②ある場合においてそれぞれ 2.5m, 5m, 10m の 3 ケースの距離で行った。使用した電波吸収体とデバイス設置状況を図-4 に示す。発泡ウレタン製の電波吸収体によりデバイス背面および側面を覆う構造となっている。

電波吸収体がない場合の電波強度計測結果を図-5 a) に示す。デバイス間距離に対する電波強度を計測時の電波受信デバイスの角度別に示している、図より、それぞれの距離・角度においてばらつきはあるものの、全体としてデバイス間距離が長くなると電波強度が小さくなる傾向があることがわかる。次に、電波吸収体がある場合の結果を図-5 b) に示す。図より、角度 0 が最小値とならず、デバイス間距離 2.5m, および 10m では 45° , 5m では 315° で最小値となっており、 45° の誤差となっている。これは、デバイス背面に配置した電波吸収体が矩形形状のため、角度 0 に比べ 45° , または 315° の方向が、デバイス間の直線経路における電波吸収体の厚さが厚くなり、より電波を吸収したものと考えられる。電波吸収体の構造の改善により、誤差を低減できると考えられる。

ここで、デバイス間距離 5m の電波強度が全体的に小さな値となっている。これは、床面からの反射波の影響がケースごとに異なったことが原因と思われる。電波強度から距離を推定するためには、反射波の影響を排除する必要があると考えられる。

4. おわりに

通信インフラダウン時においても人の位置を把握できる Wi-Fi 単独測位手法を提案し、実験により本手法の妥当性を検証した。実験結果から、電波強度値から測位対象デバイスの方向を 45° の誤差の範囲内で検知できる可能性がある。また、測位精度を向上させるためには、電波吸収体の構造を改善することや反射波の影響を排除する必要があること。

本研究では、発泡ウレタン製の電波吸収体を使用した。実用性の観点から、人体による電波吸収を利用する手法など特別な機器・材料を使用することなく適用できる手法の開発が望まれる。測位精度の向上とともに実用性の向上について今後検討していく予定である。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 25871249 の助成を受けたものです。

参考文献 1)河川信夫:Locky.jp:無線 LAN を用いた位置推定とその応用, 電子情報通信学会 ITS 研究会, Vol.107, pp.37-40, 2007. 2)松田浩朗, 松元和伸, 藤本克郎, 武市直人, 田頭茂明: 坑内測位技術による位置情報に基づく安全監視システムの開発, 土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集, pp.25-26, 2013. 3)阿瀬川稔, 田頭茂明, 荒川豊, 中西恒夫, 福田晃: 無線 LAN 位置推定における誤差補正手法の一検討, 電子情報通信学会技術研究報告 MoMuC, Vol.109, No.122, pp.13-18, 2009.



図-3 通信電波強度計測実験状況

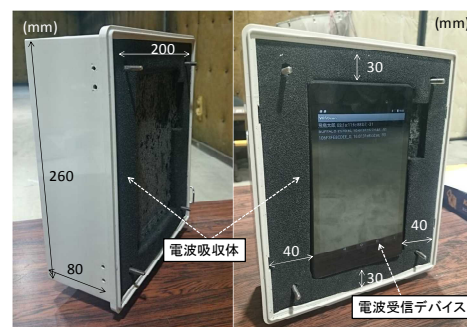


図-4 電波吸収体とデバイス設置状況

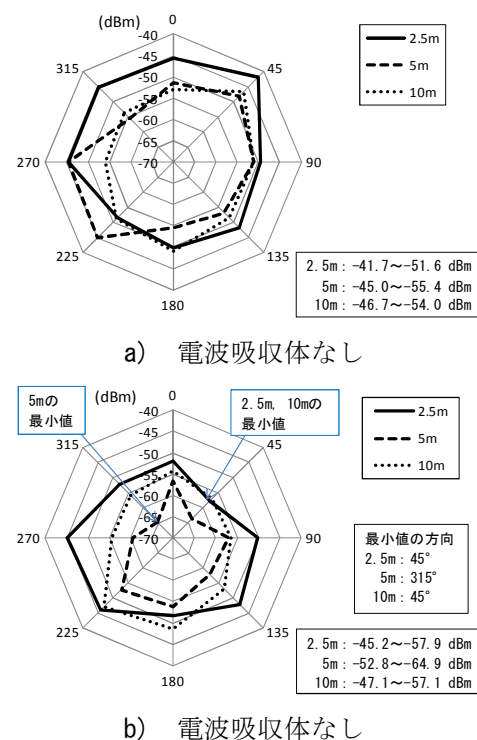


図-5 角度・距離別通信電波強度