

BLE ビーコンの車車間連携センシングによる 自動車運転支援システム

江渕 卓郎[†] 山本 寛[†]

[†]立命館大学情報理工学部情報コミュニケーション学科

1. はじめに

近年、自動車と歩行者や自転車・バイクなどが接触する交通事故が後を絶たない。これを防ぐには、自動車が歩行者などの急速な接近をリアルタイムに検知し、運転手へ通知する技術が必要不可欠である。そこで本稿では、歩行者などが持つビーコン装置と、周辺の複数の自動車に取り付けたカーナビゲーション用の端末が連携することで、ビーコン装置の接近及び位置の推定を実現する運転支援システムを研究開発する。

2. 提案システム

図1に、提案システムの全体像を示す。この図のように、歩行者・自転車は、Bluetooth Low Energy (BLE)の電波を発信するビーコン装置を持ち、周辺に自身の存在を広告(最短 20ms 間隔)する。ビーコン装置が発信する電波を自動車に設置された複数のカーナビ装置(スマートフォン)が受信し、電波の受信強度を計測する。カーナビ装置は電波の受信強度を基にビーコン装置までの距離を推測し、また GPS により現在地を測位する。これらの情報を、各カーナビ装置は周辺のカーナビ装置と車車間通信により共有し、三辺測量によりビーコン装置の位置を推定する。

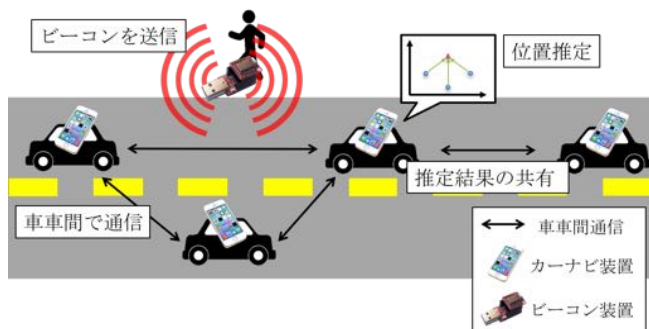


図1. 提案システムの全体像

3. 位置推定アルゴリズムの説明

本稿では、LSMと呼ばれる位置推定アルゴリズムを用いる[1]。位置推定には、各カーナビ装置($i = 1, 2, 3$)の座標(x_i, y_i)と、ビーコン装置までの距離 d_i が必要となる(図2)。これらの値を式(1)に代入することで、ビーコン端末の座標(x, y)を求めることが可能となる。

$$AX = B \dots (1)$$

$$A = 2 \begin{bmatrix} x_1 - x_3 & y_1 - y_3 \\ x_2 - x_3 & y_2 - y_3 \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix},$$

$$B = \begin{bmatrix} (x_1^2 - x_3^2) + (y_1^2 - y_3^2) + (d_1^2 - d_3^2) \\ (x_2^2 - x_3^2) + (y_2^2 - y_3^2) + (d_2^2 - d_3^2) \end{bmatrix}.$$

4. 位置推定の精度検証実験

位置推定の精度を検証するために、図2のように、3台のカーナビ装置を、各頂点から中心までの距離(d_1, d_2, d_3)が5mとなる正三角形の各頂点に配置する。また、三角形の中心にビーコン装置を設置し、その位置の推定を試みる。実験の結果を図3に示す。この図のように、ビーコン装置の位置を正しく推定できていることが分かる。

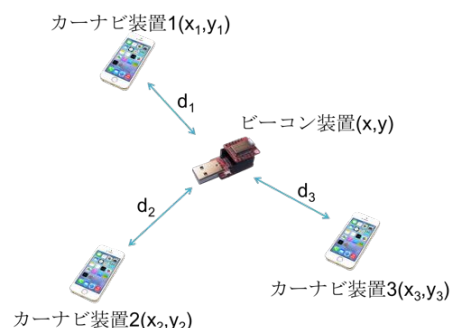


図2. 各装置の配置

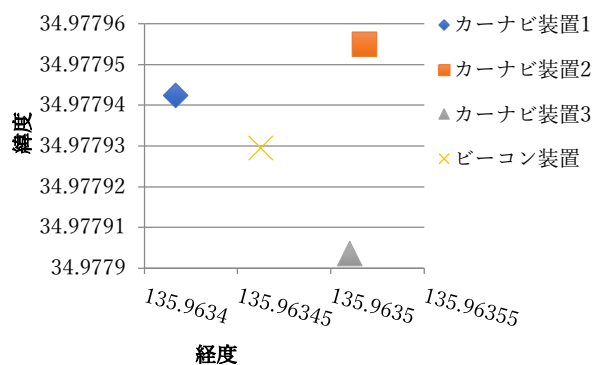


図3. 位置推定の結果

5. まとめ・今後の予定

本稿では、複数の自動車に設置した装置が、歩行者などから送信されているビーコンを連携して計測することで、歩行者などの位置を推定するシステムを研究開発した。今後は、ビーコン装置の位置を運転手に対して直感的に通知する機能や、より通信範囲の広い通信規格の使用を検討する。本研究の一部は、国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)の委託研究(FESTIVAL)として実施した。

参考文献

[1] E. G. Larsson, et al, "Accuracy Comparison of LS and Squared-Range LS for Source Localization," IEEE Trans. Signal Process., Vol. 58, No. 2, pp. 916-923, Feb. 2010.