

# 製造工場における自動搬送車の通信品質を考慮した経路走行実験

Experimental Evaluation of AGV Path Planning for QoS Improvement in Manufacturing Site

棚木 拓海  
Takumi Tanagi

安達 宏一  
Koichi Adachi

電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター (AWCC)  
Advanced Wireless & Communication Research Center (AWCC), The University of Electro-Communications

## 1 まえがき

自動搬送車 (AGV: Automated Guided Vehicle) などによる物流業務はスマートファクトリの効率的な運用に必要不可欠である [1]. この時, 高度なセンシング機能を搭載しない比較的到低コストな AGV を用いる場合, 一般的に無線通信ネットワークを介して, 移動や運搬スケジュールが制御される. しかし, 工場内に配置された多数の金属体による電波の遮蔽や強い反射による複雑で劣悪な伝播環境下では通信品質の面でいくつかの問題が生じる可能性がある. 筆者らは以前, スマートファクトリ内を走行する AGV の通信品質向上のための経路計画を提案した [2]. 本稿では, 実際の製造工場で実施した経路走行の実機評価について報告する.

## 2 実験内容

工作機械を含む立入禁止エリアおよび 4.7 [GHz] 帯で動作するローカル 5G 基地局が存在する Learning Factory (図 1) において, 手法 [2] のエミュレーションに基づく提案経路および単純な比較経路を AGV に走行させた. ただし, 本実験は工作機械の動作が停止している期間に行なった. ここで, 5G システムは送信信号の中心周波数が 4804.32 [MHz], 帯域幅が 100 [MHz], 基地局の送信電力は 1 [W], アンテナ利得 5.22 [dBi] であり, 約 2.4 [m] の高さに設置されている. また, AGV は登録された一連の位置, すなわち経路を LiDAR (Light Detection And Ranging) など自己位置を推定しながら最大速度 6 [km/h] で自動走行する. この時, 高さ約 1 [m] の AGV 上部に載せた RF スキャナである PC-TEL IBflex での SSS-RSRP (Secondary Synchronization Signal-Reference Signal Received Power) を受信電力として観測する.

## 3 経路設計

Learning Factory 内の任意の位置は図 1 に示す点  $[0, 0]$  を原点  $x = 0$  [m],  $y = 0$  [m] とする 2次元直交座標系で表されるものとし, 初期地  $x = 5$ ,  $y = 6.5$  付近から目的地  $x = 15$ ,  $y = 5$  付近までを AGV が走行する. ここで, 提案手法 [2] を用いて通信品質向上のための経路を設計する場合は電波マップが必要であり, 本実験では図 2 に示すようなサイズが 1 [m]  $\times$  1 [m] の各メッシュでの任意の位置における受信電力がそのメッシュの中央で観測された平均受信電力と等しい値で与えられるものを使用する. ただし, 中央での受信電力が未観測なメッシュでの受信電力は  $-\infty$  [dBm] として与える. 実際に AGV が登録した各経路を構成する代表点を図 2 に示す.

## 4 結果

各経路を 5 回ずつ走行させた際の受信電力の累積分布関数 (CDF: Cumulative Distribution Function) を図 3 に示す. 図の凡例に関して, “提案経路” は AGV が登録された提案経路の代表点を自動走行した場合を, “比較経路” は比較経路の代表点を自動走行した場合とする. 図 3 より, 比較の経路と比べて, 提案の移動経路は走行中における受信電力の CDF 特性を向上可能であることが分かる. これは, 提案手法による最適な経路は電波マップに基づいて受信電力の総和を最大化するためである.

## 5 まとめ

本稿では, 製造工場における AGV の経路走行実験を行い, 提案した経路設計手法は通信品質を向上させたことを確認した.

謝辞 本研究成果は, 国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT) の委託研究 (JPJ012368C07301) により得られたものです.  
参考文献 [1] IEEE Standard for Logistics Operation Process in a Smart Factory, *IEEE Std 2934-2022*, vol., no., pp.1-62, Sept. 2022. [2] 棚木, 安達, “スマートファクトリにおける通信品質向上のための衝突回避を考慮した柔軟な経路計画,” 信学技法, 2023 年 10 月.

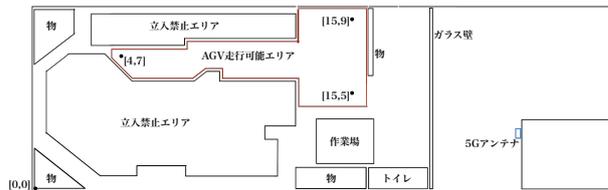


図 1: Learning Factory 内レイアウトの概略

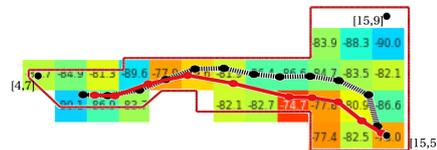


図 2: 提案経路 (赤実線) および比較経路 (黒点線)

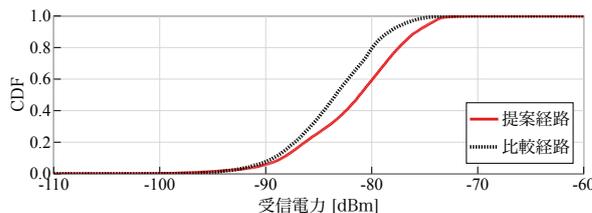


図 3: 各経路走行における受信電力の CDF