

プレスリリース
2022年3月16日

国立研究開発法人情報通信研究機構

工場における無線通信安定化に向けた新たな評価方法の実証実験に成功 ～無線システム導入前に課題を把握して、本格導入までの検証ステップを短縮～

【ポイント】

- 工場における無線通信安定化に向けて策定した新たな評価方法の実証実験を行い、有効性を確認
- この評価方法に基づいて、情報収集・処理・制御することで、無線通信の安定化に成功
- 工場の様々な現場での「無線システムの本格導入までの検証ステップ」の短縮に期待

国立研究開発法人情報通信研究機構エヌアイシーティー(NICT、理事長: 徳田 英幸)とトヨタ自動車株式会社は、工場の無線通信安定化を目的として NICT が策定した評価方法「製造現場をガツカリさせない無線評価虎の巻」¹⁾(以下「本評価方法」)の有効性を確認するために、トヨタ自動車高岡工場の部品搬送工程において実証実験を行い、「本評価方法」の有効性を確認しました。

今回、同工場の部品搬送工程で、搬送機器を自動運転化する無線システムの導入実験を行いました。具体的には、「本評価方法」に基づき、搬送機器と工場内のアクセスポイント間の通信状態を把握し(情報収集)、搬送機器から遠いアクセスポイントの除外(処理)と、電波が強まったり弱まったりする状況下で通信の自動切替え(制御)を行い、無線通信の安定化を実現することができました。

このように、「本評価方法」を活用することで、無線システム導入を検討している様々な現場での「無線システムの本格導入までの検証ステップ」の短縮が期待できます。

【背景】

工場の部品搬送工程では、搬送機器の導入が進んでいますが、同じエリア内に複数の独立した無線システムが混在するため、無線干渉により、通信が不安定化します。また、金属体などの遮蔽物が多い場所では、人やモノが移動することで無線環境のダイナミックな変化によるトラブル事例²⁾が報告されています。現場に必要とされるスペックを満たす無線システムを導入しても、実際は無線環境次第で機能を発揮できないことがあり、その原因を特定するために手間がかかることが課題となっていました。

これを受け、NICT のフレキシブル・ファクトリー・プロジェクト³⁾は、2021年6月に、製造現場に無線システムを導入する際に無線環境の課題を把握するための評価方法「製造現場をガツカリさせない無線評価虎の巻」を策定しました。

【今回の成果】

NICT とトヨタ自動車は、トヨタ自動車高岡工場の部品搬送工程で、搬送機器を自動運転化するために導入予定の無線システムに関して、「本評価方法」を用いて、「情報収集・処理・制御」から成る評価実験を行いました。

まず、搬送機器に計測システム(図1参照)を設置して無線の状態を計測し、「①搬送機器と工場内のアクセスポイント間の電波到達距離や受信信号強度、②通信遅延と通信のケットロス数」を把握しました。その結果、「無線システムが現

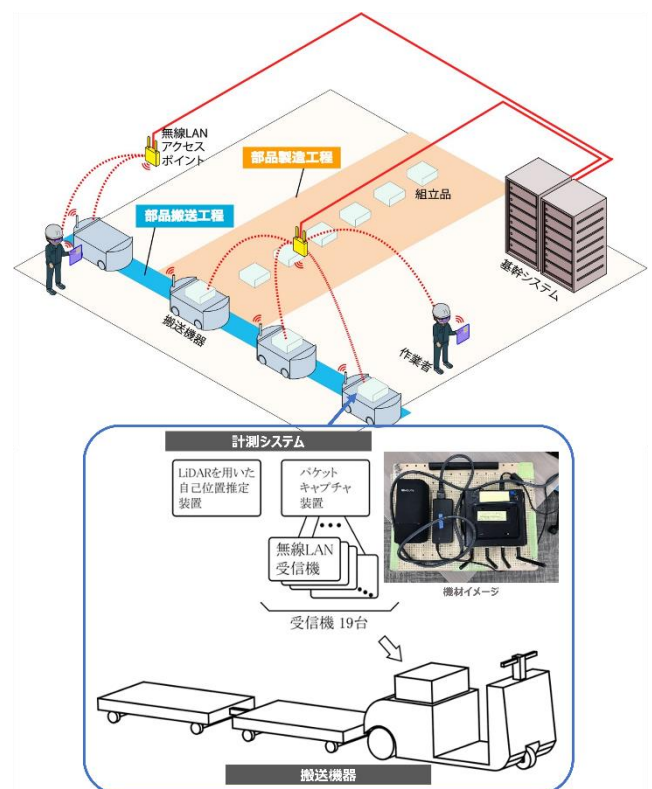


図1 (上) 製造現場の物流エリアと
(下) 搬送機器と計測システム

場で必要なスペックを下回っていること」と、その原因が「適切なアクセスポイントにつながらないことによるパケットロスや通信遅延にあること」が明らかになりました(情報収集)。そこで、導入予定の搬送機器と工場内のアクセスポイントとの間の通信に関して、搬送機器から遠いアクセスポイントの除外(処理)と電波が強まったり弱まったりする状況下で通信の自動切替え(制御)を行い、NICT が策定した「本評価方法」に沿って、無線システムが不安定化する要素を一つずつ排除し、無線通信を安定化することに成功しました(図 2 参照)。

このように、「本評価方法」を用いることで、無線通信の安定化を実現し、その有効性を確認することができました。

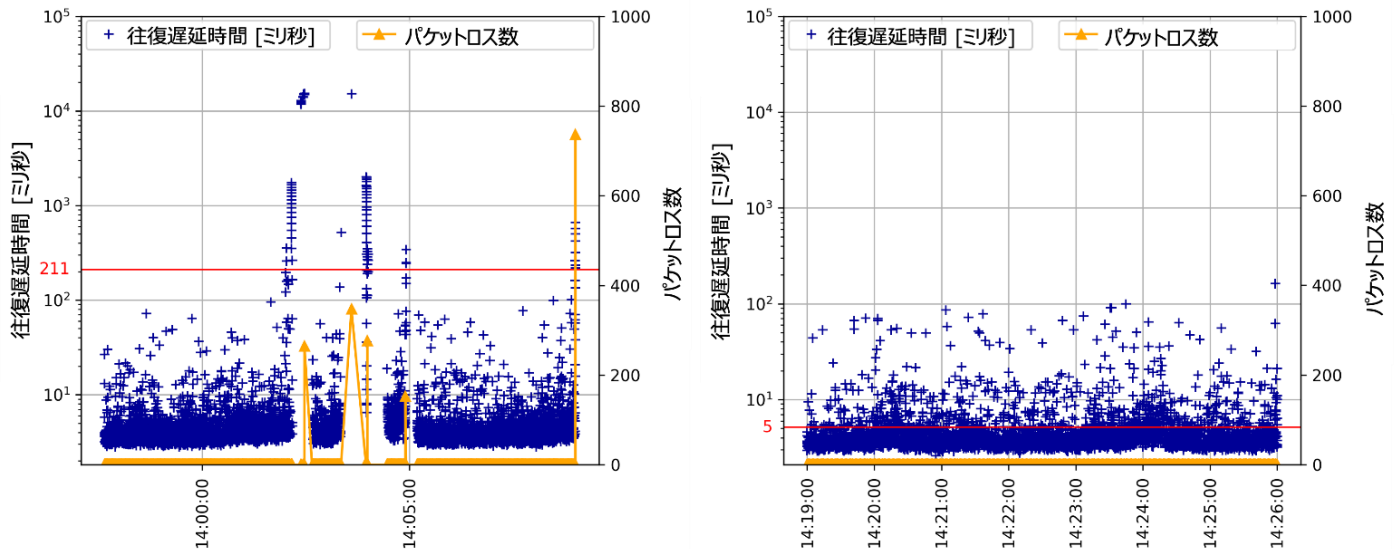


図 2 新たに導入する無線システムの導入評価
(縦左軸: 往復遅延時間[ミリ秒]、縦右軸: パケットロス数、横軸: 時間)

本実証実験では通信安定性として遅延時間を指標として採用し、通信遅延が期待する 1 秒以内に収まるかどうかを確認するために、遅延やパケットロス数を評価した。
左図は、搬送機器から遠いアクセスポイントの除外(処理)と電波が強まったり弱まったりする状況下で通信の自動切替え(制御)を実施する前の性能、右図は実施後の性能を表している。
左図では、無線環境のダイナミックな変化により、往復遅延時間が大きく変動し時折 1 秒を超えているが、右図では、往復遅延時間の変動が小さくなり期待する 1 秒以内の条件を満足していることが分かる。

【今後の展望】

今後、「本評価方法」を活用することで、無線システム導入を検討している様々な現場での「無線システムの本格導入までの検証ステップ」の短縮が期待できます。

NICT は、デジタルトランスフォーメーション実現のため多種多様な無線システムの導入を検討する現場で、専門家がいないでも、無線環境の把握やシステムの安定運用ができるような可視化技術や評価・実証などの研究開発を進めていきます。また、NICT とトヨタ自動車は今後も引き続き協力し、搬送自動化のための無線通信の安定化に共同で取り組んでいく予定です。

<各機関の役割分担>

- ・国立研究開発法人情報通信研究機構: 実験システム構築・実験実施及びデータ分析
- ・トヨタ自動車株式会社: 実験環境整備及び実験実施支援

本研究開発の一部は、総務省の「電波資源拡大のための研究開発(JPJ000254)」における委託研究「高ノイズ環境における周波数共用のための適応メディアアクセス制御に関する研究開発」及び「電波資源拡大のための研究開発(JPJ000254)」における委託研究「リアルタイムアプリケーションを支える動的制御型周波数共用技術に関する研究開発」により実施しています。

< 本件に関する問合せ先 >

国立研究開発法人情報通信研究機構
ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター
ワイヤレスシステム研究室
大堀 文子
E-mail: ffpj-info@ml.nict.go.jp

< 広報(取材受付) >

広報部 報道室
Tel: 042-327-6923
E-mail: publicity@nict.go.jp

<関連する過去のプレスリリース>

- ・2017年1月17日 工場IoT化に向け、業界の垣根を超えて無線通信技術を稼働中の大手工場で検証
<https://www.nict.go.jp/press/2017/01/17-1.html>
- ・2019年3月26日 無線通信システムが導入された製造現場のためのセキュリティ導入ガイドを発行
<https://www.nict.go.jp/press/2019/03/26-1.html>
- ・2019年10月10日 製造現場での安定した無線通信の利活用を強力にサポート
<https://www.nict.go.jp/press/2019/10/10-1.html>
- ・2020年11月25日 製造現場を支える無線システムの安定化技術の実験に成功
<https://www.nict.go.jp/press/2020/11/25-1.html>

<用語解説>

*1 「製造現場をガッカリさせない無線評価虎の巻」

2021年6月に、NICTが発行したホワイトペーパー。無線システムを導入する際、システムがサポートする各アプリケーションが要求する通信性能を満たす設計であっても、実際に使用する現場の無線環境によっては、システム利用者の期待を下回った状態で稼働し、ユーザーを「ガッカリ」させてしまう事態が起こる場合がある。そのような状況を避けるため、本ホワイトペーパーでは、システム評価指標の定義とその測定方法をまとめ、策定した。

<https://www2.nict.go.jp/wireless/ffpj-eval.html>

*2 無線環境のダイナミックな変化によるトラブル事例

製造現場で使用される無線通信機器の多様化が進む中、通信の不安定性や障害などのトラブルに対して工場関係者のみで対処することが難しいケースや、導入した無線通信機器が想定どおりに動作しないといったケースが発生している。これを受け、NICTは、過去に発生したトラブル事例を基に、製造現場に設置される無線システムの動作シミュレーション、設計、不安定化のリスク評価、ガイドライン作成など、製造現場で働く人々が注意すべき点を分かりやすくまとめた「製造現場における無線通信トラブル対策事例集」を2019年10月に発行した。

<https://www2.nict.go.jp/wireless/ffpj-case.html>

*3 フレキシブル・ファクトリー・プロジェクト(Flexible Factory Project)

工場での無線利活用促進を目的として2015年6月に設立した、NICT主導による多種無線通信実験プロジェクト。現在、NICT、オムロン株式会社、株式会社国際電気通信基礎技術研究所、日本電気株式会社、日本電気通信システム株式会社、富士通株式会社、富士通関西中部ネットテック株式会社、サンリツオートメーション株式会社、村田機械株式会社、株式会社モバイルテクノ、パナソニック株式会社、株式会社インターネットイニシアティブ、株式会社構造計画研究所、サイレックス・テクノロジー株式会社、株式会社デンソー、トヨタテクニカルディベロップメント株式会社、PwCコンサルティング合同会社の17社が参加。新たな無線プラットフォームの開発や、無線通信規格の仕様策定、製造現場の通信セキュリティを含む各種ホワイトペーパーの発行などに取り組んでいる。

https://www2.nict.go.jp/wireless/i_ffpj.html

本実験の概要・成果

通信性能評価と可視化

①導入環境におけるシステムの通信性能指標を用い、搬送機器と既設のアクセスポイント間の電波到達距離と受信信号強度について、図 1 の計測システムで計測したデータを基に評価を行った。その結果、「通信性能指標」の受信信号強度を確認するために、走行中の各地点で最も受信信号強度が強く見えるアクセスポイントが明らかになった(図 3 参照)。これを見ると、必ずしも最寄りのアクセスポイントの受信信号強度が一番強くないと分かる。また、単純に受信信号強度を比較して接続先のアクセスポイントを選択した場合、どの位置でどのアクセスポイントに接続されるかを事前に予測することは困難であり、その再現性が低い環境であることも判明した。この結果から、

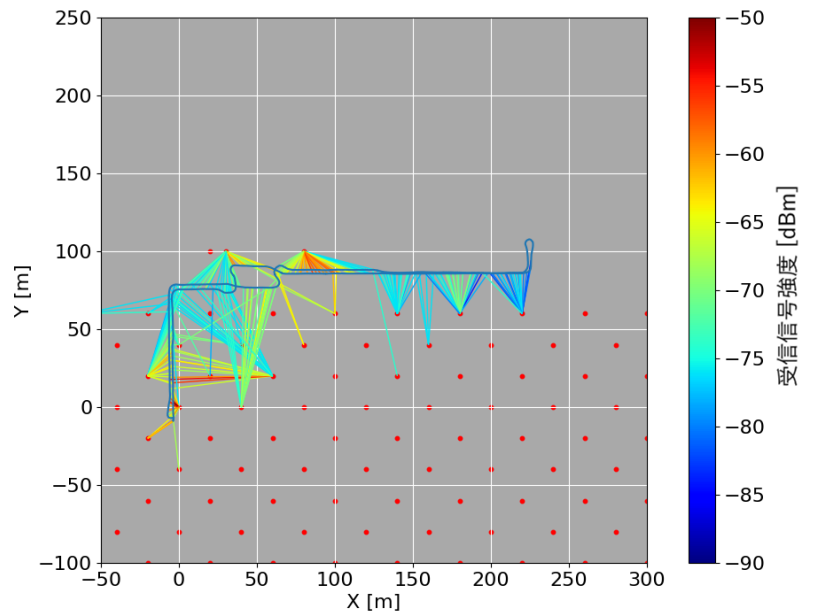


図3 走行経路上で電波が最も強く見えるアクセスポイント
X、Y は距離[m]、赤い点はアクセスポイント、線色は受信信号強度の強さ、青い線は搬送機器の走行ルートを表す。

- (ア) 走行中は遠くのアクセスポイントからの信号であっても瞬間的に強くなる場合があること
- (イ) 同じルート上であっても毎回同じアクセスポイントへ接続できるわけではないこと

が、無線通信品質の劣化原因であることが明確になった(情報収集)。

②通信遅延及び通信のパケットロス数について、今回のシステムに期待する指標として「通信遅延 1 秒以内」を設定し、評価を行った。その結果、瞬間的にパケットロス数が増加し、通信遅延が 1 秒を超えてしまうことが分かった。これは、無線が不安定になっても通信リンクを使い続けてしまうローミングの特性により、期待する要件が満たせてないことが原因であることも判明した。

上記①の、搬送機器から距離が遠いアクセスポイントで電波が瞬間的に強まる課題については、あらかじめ遠くのアクセスポイントを除外するように無線機に対しフィルタリング設定を行った(処理)。

同じく、上記②の、ローミングに係る課題については、電波の強弱で不安定となるリンクは早めに手放し、適応的にアクセスポイントを選択できるような安定化機能を有効化した(制御)。

まとめ

通信遅延が期待する指標内に収まるかどうかを確認するために、遅延やパケットロス数を評価した結果を図 2 に示す。左図は、搬送機器から遠いアクセスポイントの除外(処理)と電波が強まったり弱まったりする状況下で通信の自動切替え(制御)を実施する前の性能、右図は実施後の性能を表している。左図では遅延時間が 1 秒を超えているが、右図では、期待する通信遅延 1 秒以内の性能指標を満足していることが分かる。

このように、指標を用いた評価結果を基に無線機に対して「情報収集・処理・制御」を実施することにより、図 2 右のように評価環境において、パケットロス数や通信遅延の悪化がなくなり、無線システムが期待する性能を満たせることが分かった。

実験で用いた評価指標

無線通信システムが解決すべき問題が解決されない事態を避けるためには、まず、無線通信システムが満足すべき理想的な状態を明確に定義する必要があり、その手段としては、無線通信システムが実現すべき機能の有無や性能の水準を明らかにすることが考えられる。無線通信システムの機能の多くには、その機能を実現する上で必要な性能があり、様々な指標が存在する。

NICT が発行したホワイトペーパー「製造現場をガツカリさせない無線評価虎の巻」では、無線通信システムの性能に関する指標を大きく四つにカテゴライズし、各指標の関係性を示している。今回の実験では、それらの指標を用いて評価を行い、評価方法の有効性を実証した。

