

2017年1月17日

国立研究開発法人情報通信研究機構
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
サンリツオートメイション株式会社
富士通株式会社
富士通関西中部ネットテック株式会社
村田機械株式会社

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 ～多様な無線システムの協調制御・安定化をめざし～

【ポイント】

- 工場IoT化に向けて異業種で協力し、稼働中の工場で1年余り無線通信技術を評価・検証
- 無線環境の通信安定化に向けFlexible Factory Projectを立ち上げ、複数の工場で検証
- 複数の無線システムを協調制御して安定化するための無線通信のソフトウェア構成を提案

国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)、オムロン株式会社(オムロン)、株式会社国際電気通信基礎技術研究所(ATR)、日本電気株式会社(NEC)、日本電気通信システム株式会社(NEC 通信システム)、富士通株式会社(富士通)、富士通関西中部ネットテック株式会社(富士通 KCN)、サンリツオートメイション株式会社(サンリツ)及び村田機械株式会社(村田機械)は、製造現場でIoT化を推進するため、業界の垣根を越えて、複数の稼働中の工場で、無線通信技術の基礎評価及び検証を行ってきました。

工場内では様々な無線システムが混在することにより、無線通信が不安定化する課題があり、これらの課題に取り組むため2015年6月から、Flexible Factory Project^{*1}を立ち上げ、現在まで検証を続けてきました。

さらに、ユーザーとなる工場にも協力関係を広げ、音、振動、温度、湿度、電流波形などを取得する多様なセンサーからの情報を無線で送信する評価実験に取り組んでいます。また、これら評価結果の検証とユーザーとなる工場へのヒアリング等の調査を通し、工場で用いられる無線通信の要件を用途別に整理しました。明確化された用途別の通信要件や洗い出された課題を反映させて、複数の無線システムを協調制御して安定化するための無線通信のソフトウェア構成の提案を行いました。

今後、この結果を踏まえて、工場で想定される設備ごとに独立した無線システムのシミュレーションを通じた不安定化のリスク評価や、安定した通信のための無線通信ソフトウェア構成の定義を行い、システムの構築及び実証実験を通して有用性の検証を進めることで、工場内のIoT化に向けた活動を更に推進します。

【背景】

生産性向上のため、工場での生産設備や生産状況の「見える化」が進む中、通信に対する以下のようなニーズが挙げられています。

- ・ネットワークに繋がる無線タグやセンサーなどの機器を導入したい。
- ・有線通信での配線コストや、工場内の設備配置換えで発生するケーブル移設費用及び作業時間が増えるのを抑えたい。

無線通信はこれらの要求を満たす有効な通信手段です。実際、製造設備に付随して工場内に無線システムが導入される事例が増えており、今後も更に増加するものと予想されます。

工場内での無線利用においては、無線システム間の干渉による通信の不安定化や設備稼働への影響といっ

た懸念があります。ところが、複数の無線システムが共存する製造現場において、無線通信の課題解決に向けた試みは、これまで行われてきませんでした。

そこで、NICT、オムロン、ATR、NEC、NEC 通信システム、富士通、富士通 KCN、サンリツ及び村田機械は、この課題の解決を目指し、Flexible Factory Project(本プロジェクト)を立ち上げ、複数の稼働中の工場において、無線環境評価と無線通信実験を1年以上にわたって実施してきました。

【今回の成果】

ユーザー企業である三菱重工工作機械株式会社様の本社・栗東工場内やトヨタ自動車株式会社様の堤工場及び高岡工場内にて、共同実験各社が持ち込んだ音、振動、温度、湿度、電流波形などの情報を取得するセンサーを生産設備に取り付け、複数のセンサーから取得した多様な情報を無線で送信する評価実験を実施しました。

これまで、無線通信の現場の課題事例を利用空間と時間にわたって詳細に確認した結果、無線資源が有効に活用されていない以下のような実態がわかりました。

- ・短期間で急速に無線設備の導入が進んでいるという現状。
- ・設備ごとに無線設備が導入されており、工場全体での無線設備を協調させた制御・管理が必要。
- ・大型モーターから発生するノイズが無線周波数帯に及んでいる。
- ・工場にある大型設備による遮蔽によって無線の通信品質が悪化する。
- ・複数の設備が同時に動くラインでは、通信の衝突を避けるメカニズムにより、送信待ち時間が長くなり、受け手がデータを受信できるまでに時間がかかる。

工場内で様々な無線システムが混在することにより、無線通信が不安定化するリスクを確認できました。

また、本プロジェクトの一環として、業種の異なる複数の工場からヒアリングを実施し、現在あるいは近い将来、工場、工場附属施設、物流倉庫で用いられる無線用途を、「品質、制御、管理、表示、安全、その他」のカテゴリに分けて抽出し、無線用途別に通信要件を整理しました。この通信要件は、今後、製造現場に設置される複合的な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に用いることが可能です。

さらに、実際の製造現場で必要とされる具体的な利用シーンを想定し、設備ごとに独立した無線システムを協調させて制御することで安定化するためのソフトウェア構成を無線アーキテクチャ²として提案しました。この無線アーキテクチャは、工場の生産設備の無線化に当たり、無線の非専門家がシステム設計を行うことを想定し、以下を特徴としています。

- ①920MHz 帯、2.4GHz 帯、5GHz 帯、60GHz 帯の周波数を対象としている。
- ②これまでの実験で明らかになった工場ごとの無線環境の違いと、実際に使われる無線用途別の通信要件を踏まえて設計されている。
- ③アプリケーションソフトウェア側の情報のやり取り手法を統一することにより、物理層³によらず制御を可能にした。

なお、本プロジェクトでは、複数の通信方式や周波数にまたがる統合分析と全体の取りまとめを NICT が、実験設計を ATR が、通信メーカーとして通信機器への実装を想定した評価を NEC、NEC 通信システム、富士通、富士通 KCN が、機器メーカーとして実際の利活用を想定した評価をオムロン、サンリツ、村田機械が担当しています。

【今後の展望】

NICT、オムロン、ATR、NEC、NEC 通信システム、富士通、富士通 KCN、サンリツ及び村田機械は、ユーザーと通信・機械・システムの専門家と共に、個々に所有するセンサー、IoT⁴、無線通信、セキュリティー、クラウド、AI⁵等の技術と今回得た知見を活用し、無線通信に求められる機能要件の明確化を通して、製造現場におけるリアルな工場内無線通信の課題を解決するソリューションを提案していきます。

なお、無線用途別の通信要件は、「製造現場における無線ユースケースと通信要件」として、2017年3月に公開する予定です。

今後は、生産性向上を目的に無線接続するデバイスの導入加速が見込まれる製造工場において、無線通信の利活用を促進するため、本プロジェクトでは、複数の無線システムを協調制御して安定化する技術の確立と

標準化を目指します。

製造の現場で無線を活用し、生産設備や生産状況の見える化を進展させて効率化／高品質化を推進し、今後の IoT の進展に伴う新たな「産業革命」への期待に応えるため、NICT と共同実験各社は無線利活用を推進する立場から、主体的にこの課題に取り組んでまいります。

各組織詳細情報

国立研究開発法人情報通信研究機構(本部 東京都小金井市、理事長代行:黒瀬泰平)
オムロン株式会社(本社 京都市下京区、代表取締役社長 CEO:山田義仁)
株式会社国際電気通信基礎技術研究所(本社 京都府相楽郡、代表取締役社長:平田康夫)
日本電気株式会社(本社 東京都港区、代表取締役 執行役員社長 兼 CEO:新野隆)
日本電気通信システム株式会社(本社 東京都港区、代表取締役 執行役員社長:山口昌信)
富士通株式会社(本社 東京都港区、代表取締役社長:田中達也)
富士通関西中部ネットテック株式会社(本社 大阪府中央区、代表取締役社長:野村豊夫)
サンリツオートメーション株式会社(本社 東京都町田市、代表取締役社長:鈴木一哉)
村田機械株式会社(本社 京都市伏見区、代表取締役社長:村田大介)

<用語解説>

*1 Flexible Factory Project

工場での無線利活用促進の目的で設立した NICT 主導の稼働中の工場を対象とした多種無線通信実験プロジェクト

*2 無線アーキテクチャ

用途に応じて組織化された無線技術仕様とそれに基づく無線システムの構成

*3 物理層

ネットワークの物理的な接続・伝送方式を定めたもの

*4 IoT: Internet of Things

モノのインターネット

*5 AI: Artificial Intelligence

人工知能

< 本件に関する問い合わせ先 >

国立研究開発法人情報通信研究機構
ワイヤレスネットワーク総合研究センター
ワイヤレスシステム研究室
板谷 聡子
Tel: 046-847-5101
E-mail: itaya@nict.go.jp

< 広報 >

国立研究開発法人情報通信研究機構
広報部 報道室
廣田 幸子
Tel: 042-327-6923
Fax: 042-327-7587
E-mail: publicity@nict.go.jp



図 1 NICT と共同実験各社が、複数の稼働中の工場で行った無線環境評価、無線通信実験の様子
 使用している周波数は、920MHz 帯、2.4GHz 帯、5GHz 帯、60GHz 帯

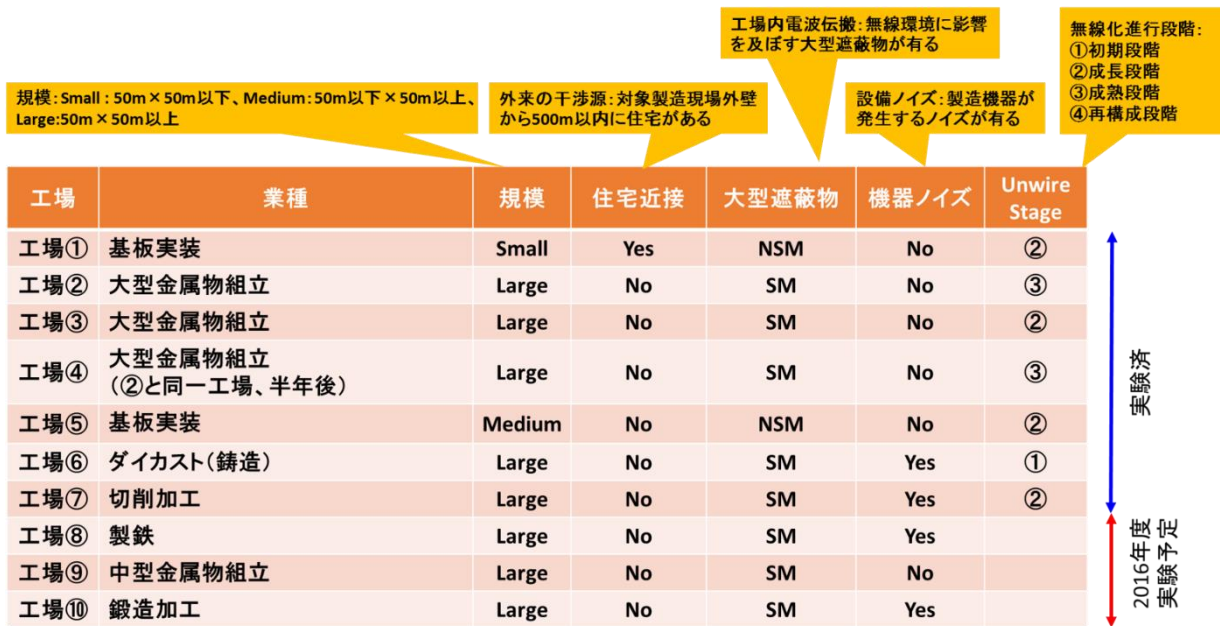


図 2 工場で実施した無線環境評価

工場の規模、住宅地が隣接する立地か否か、工場内の大型遮蔽物の有無、設備ノイズの有無、無線化発展段階 (Unwire Stage) の属性によって分類したもの

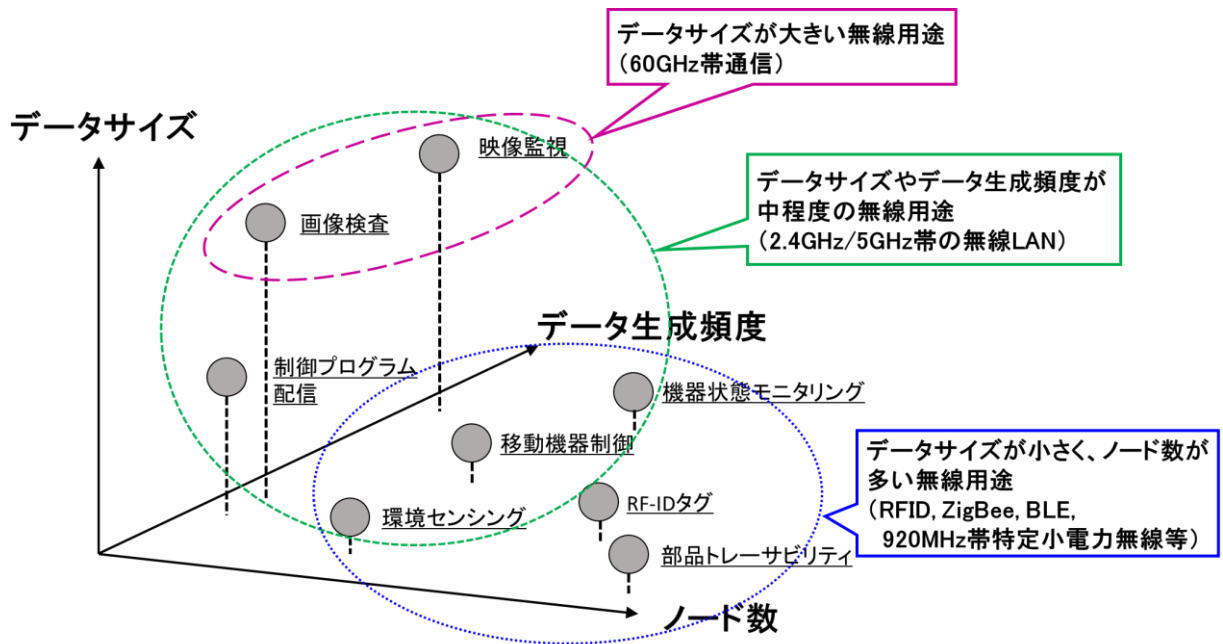


図3 工場における無線用途、通信要件と無線周波数／無線規格の関係

工場では、データサイズ、データ生成頻度、ノード数などがシステムごとにまちまちであり、それぞれに求められる機能によって、利用される無線周波数や無線規格が異なる。60GHz 帯など比較的高い周波数帯はデータ量が多いシステム(画像検査装置など)への利用が期待されており、5GHz 帯や 2.4GHz 帯は制御プログラム配信や移動機器制御などデータサイズとデータ生成頻度が中程度のシステムに、920MHz 帯など比較的低い周波数帯は省電力が要求されるアプリケーション(環境センシングなど)などに利用されている。

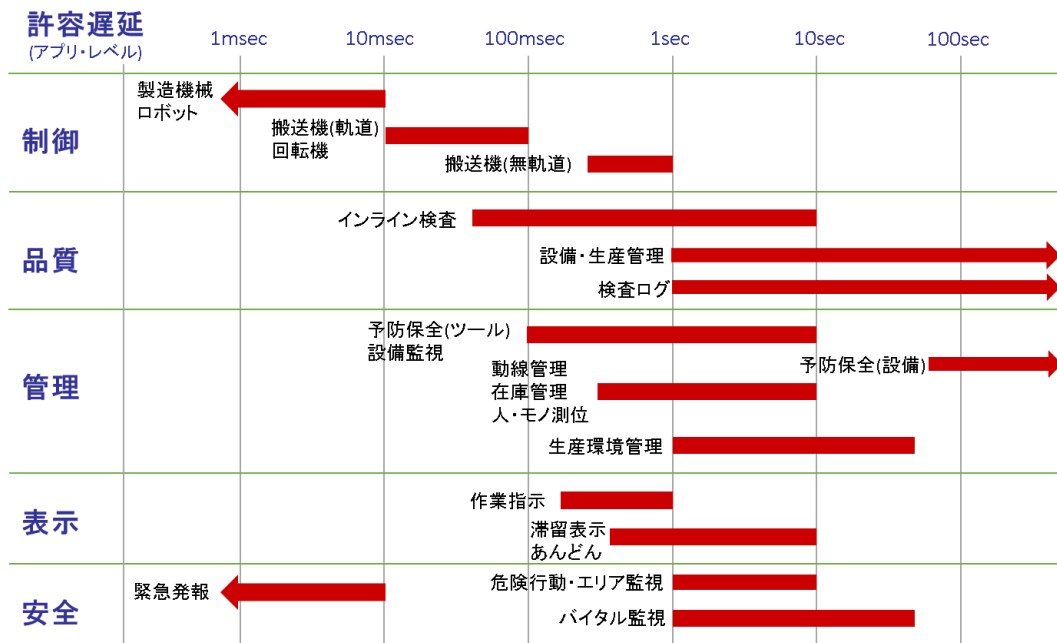


図4 制御、品質、管理、表示、安全のカテゴリ別で示した無線用途における許容遅延時間

工場で用いる無線用途には、制御や安全にかかわる許容遅延時間が短い(100 ミリ秒以下)ものと、許容遅延時間が長い(100 ミリ秒以上)ものなどがあるが、10 ミリ秒～10 秒の許容遅延が求められるアプリケーションが多く、本プロジェクトで目指す最初のターゲットは、この範囲にあるアプリケーションである。

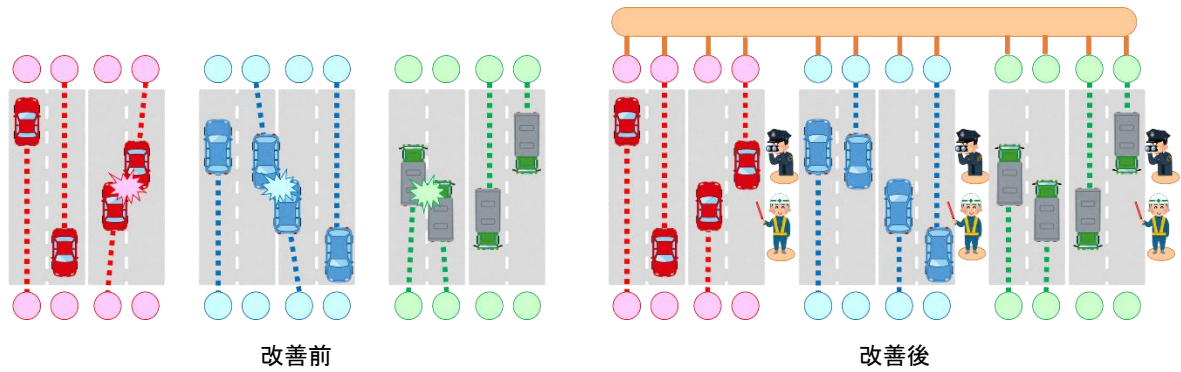


図5 無線安定化技術による通信状況の改善イメージ

既存のアプリケーション(既設の自動搬送システムやセンサーシステム、無線型トルクレンチを用いた組立てシステムなど)は、それぞれが独自の周波数、タイミングで通信を行うため、互いに干渉し、通信品質の劣化が発生する。アプリケーション内、アプリケーション間で通信の交通整理を行うことで、干渉による通信品質の劣化を抑制し、アプリケーションや製造現場の装置の安定稼働を目指す。

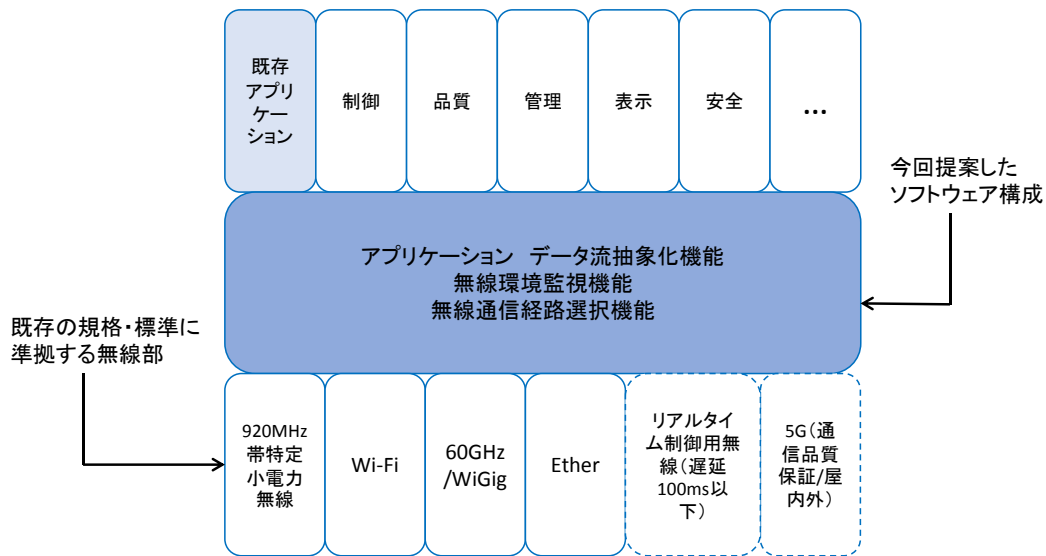


図6 無線安定化技術で用いられる情報のやり取りを実現するソフトウェア構成

アプリケーションソフトウェア側の情報のやり取り手法を統一することにより、物理層によらず制御を可能にするためのソフトウェア構成で、既存のアプリケーション(既設の自動搬送システムやセンサーシステム、無線型トルクレンチを用いた組立てシステムなど)に関しては機能追加することが可能になるよう、調査に基づく6つ(制御、品質、管理、表示、安全、その他)のカテゴリに分類に基づき要求仕様を定義している。

今回追加したソフトウェア構成部は、アプリケーション データ流抽象化機能、無線環境監視機能、無線通信経路選択機能を有し、既存の無線通信規格/標準に準拠することが可能である。

将来、カテゴリ内のアプリケーションや新しいカテゴリを追加する場合は、共通のやり取りの手法に個別に必要な機能を追加定義することで拡張可能である。