

＜基本計画書＞

ミリ波帯におけるロボット等のワイヤフリー化に向けた無線制御技術の研究開発

1. 目的

Society5.0時代における高度なサービスの実現、人手不足の解消、生産性の向上等のためあらゆる分野でのロボットの活用が期待されており、官民を挙げた研究開発等が行われている。

ロボットを社会生活へ導入するためには、これまでのように事前にプログラミングされた作業を行うだけでなく、学習し行動するロボットが必要であり、多能工化などロボット自身の能力の更なる向上が必要不可欠である。このため、これまでロボットの機構、可動領域等を制限してきたワイヤを無くすワイヤフリー化の無線制御技術を実現し、これまでにない革新的なロボットの設計を可能とする必要がある。

一方で、現在、ロボット内部や近傍における通信は、2.4GHz、5GHz等の周波数が利用可能であるが、日本では月に1エクサバイトのトラフィックが2.4GHz、5GHzへオフロードされており、さらにオフロードは年率平均42%の増加が見込まれている。また、公衆無線LANの提供主体が多様化し、公衆無線LANサービスの利用者が増加するとともに、今後、東京五輪や訪日観光客対策としてWi-Fiスポットの増設が見込まれるなど、当該周波数帯の逼迫が進展しており、高信頼・低遅延が求められるロボット等の通信での利用が困難になっていくことが想定される。

そこで、2.4GHz、5GHz帯のさらなるひっ迫を回避するため、ミリ波帯における超高信頼・低遅延を実現する通信技術を確立することでロボット内部や近傍における通信のミリ波帯への移行を実現することが必要不可欠である。

このようにあらゆる分野への活用が期待されているロボット等のワイヤフリー化に向けた無線制御技術を確立するため、高雑音かつ遮蔽・反射が発生する環境下において多数のデバイスとの間で高信頼かつ低遅延な通信を可能とする技術を確立するとともに、現在利用されている周波数のさらなるひっ迫状況を低減するため、比較的ひっ迫の程度が低いミリ波帯を利用可能とする技術を確立することが必要であることから本研究開発を実施する。

2. 政策的位置付け

- ・「未来投資戦略2018」（平成30年6月閣議決定）

「②ロボット技術の社会実装」において「複数ロボットの相互協調やケーブルレスを実現する次世代ロボットの技術開発に取り組む。」とされている。

- ・「科学技術基本計画」（平成28年1月閣議決定）

「第2章 未来の作業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取組（3）「超スマート社会」における競争力向上と基盤技術の強化」において「②基盤技術の戦略的強化 ii）新たな価値創出のコアとなる強みを有する基盤技術 ・コミュニケーション

、福祉・作業支援、ものづくり等様々な分野での活用が期待できる「ロボット技術」が挙げられている

- ・「科学技術イノベーション総合戦略 2017」（平成 29 年 6 月 閣議決定）

「第 2 章 未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取組 （2）新たな経済社会としての「Society 5.0」を実現するプラットフォーム [C]重きを置くべき取組 ②プラットフォームを支える基盤技術の強化 ii）フィジカル空間（現実空間）関連の基盤技術の強化」において「ものづくり現場やサービス分野等での生産性向上に資するロボット技術及び高齢者・障害者の安全・安心な生活に向けた支援ロボット等の研究開発を推進する。」とされている。

3. 目標

ロボット等のワイヤフリー化を実現する技術として、比較的ひっ迫の程度が低いミリ波帯を利用可能としながら、高雑音かつ遮蔽・反射が発生する環境下において多数のデバイスとの間で高信頼かつ低遅延な通信を可能とする技術を確立する。

このため、ミリ波帯において高雑音かつ遮蔽・反射が発生する環境下における高信頼性通信技術や、多チャネル通信と両立可能な低遅延通信技術を確立し、これら複数の技術を組み合わせて協調制御を可能とすることで、現在ロボット等の内部や近傍における通信で利用されている周波数のさらなるひっ迫の低減を目指す。

4. 研究開発内容

（1）概要

本研究開発では、ミリ波帯に加え、必要に応じてその他の利用可能な周波数帯を使用して、ロボット等の多様な状況に応じて確実にワイヤの代替となるよう、高信頼で低遅延の通信を、多数のデバイス間でやり取り可能とするロボット等のワイヤフリー化に向けた無線制御技術を確立する。

また、これらの研究開発成果を広く展開することでロボット等のワイヤフリー化技術等の早期の社会実装に寄与するため、国内及び海外の動向を調査し、実用化や国際標準化を目指した取組を推進する。

（2）技術課題および到達目標

技術課題

ロボット等の制御信号等を伝達するワイヤの代替となる無線制御技術はワイヤと同等の信頼性が必要となる一方、ロボット等には駆動のためのモータ等が複数内蔵されていることが多くロボット周辺には雑音が生じていることから、高雑音かつ遮蔽・反射が発生する環境下においても小電力で高信頼性を確保した通信技術を確立することが重要である。

また、ロボット等は複数のモータを内蔵していることが多く、人型ロボットの場合モータ等への制御信号を伝送するデバイスが 100 程度必要となる場合もある。このためこ

の 100 程度のデバイスとリアルタイムに通信を行う必要がある。特に近年市場に登場した超高速モータの動作をフィードバックし制御を行った場合、実用に耐えうる性能を確保するために必要な遅延時間 0.1m 秒以下の低遅延で伝送することを可能とする必要があり、多チャンネル通信と両立可能な低遅延通信技術を確立する必要がある。

さらに、現在周波数がひっ迫している 2.4GHz 帯や 5GHz 帯ではなく 50GHz 帯や 60GHz 帯といったミリ波帯において、低い周波数帯域に比べ直進性が強く回り込みにくく、遮蔽により通信が途切れやすいという課題を克服する技術の実現を目指す。

以上を踏まえ、本研究開発ではアンテナの検討や伝搬特性の取得を通じた検討に基づき以下の技術を確立することで、比較的ひっ迫の程度が低いミリ波帯を利用可能とし、現在ロボット等の内部や近傍における通信で利用されている周波数のさらなるひっ迫の低減を図る。

- ・高雑音かつ遮蔽・反射が発生する環境下における高信頼性通信技術
- ・多チャンネル通信と両立可能な低遅延通信技術
- ・高雑音かつ遮蔽・反射が発生する環境下における高信頼性通信技術及び多チャンネル通信と両立可能な低遅延通信技術をミリ波帯の無線通信で使用可能とする技術

到達目標

ロボット等のワイヤの代替となる通信技術であることから信頼性（パケット到達率）は限りなく 100%に近い必要がある。ロボット等のモータ等による雑音環境化において、2020 年を目処に実用化が予定されている 5G と同等の 99.999%の信頼性を実現する。

ロボット等にはその駆動のため多数のモータ等が搭載されており、多くの産業用ロボットではモータ等への制御信号を伝送するデバイスが 100 程度になることから ISO 11898 に相当する通信速度である 1M bps 以上の通信チャンネルが同時に 100 以上の利用可能とし、併せて駆動部のリアルタイムな制御を実現するために遅延時間 0.1m 秒を目標に通信を行う技術を実現する。

これらの高雑音かつ遮蔽・反射が発生する環境下における高信頼性通信技術及び多チャンネル通信と両立可能な低遅延通信技術をミリ波帯の周波数を使用し、無線通信を行う技術を実現する。

さらに、研究開発を行った通信技術を産業用のロボットアームに実装可能な通信装置の試作機に導入し、実環境を模した環境において動作することを確認する実証を行う。

なお、上記の目標を達成するに当たっての毎年度の目標については、以下の例を想定しているが、提案する研究計画に合わせて設定して良い。

(例)

<2019 年度>

- ・高雑音かつ遮断・反射が発生する環境下における高信頼性の通信方式の検討
- ・多チャンネル通信と両立可能な低遅延の通信方式の検討

- ・ ロボット等のワイヤの代替となるミリ波帯周波数を用いた無線通信に適したアンテナの調査・検討及び当該アンテナのロボット等の表面における遮断や反射などによるマルチパスの影響を考慮したミリ波帯周波数の電波伝搬特性の取得

<2020 年度>

- ・ 高雑音かつ遮蔽・反射が発生する環境下における高信頼性の通信方式のシミュレーションによる評価
- ・ 多チャネル通信と両立可能な低遅延の通信方式のシミュレーションによる評価
- ・ 高雑音かつ遮蔽・反射が発生する環境下における高信頼性の通信技術及び多チャネル通信と両立可能な低遅延の通信技術をミリ帯の周波数による無線通信に適用する技術の検討
- ・ 駆動し、かつ、モータ等により振動する環境下において通信可能で、ロボットアーム等のロボットの部位に実装可能な通信装置の試作

<2021 年度>

- ・ 高雑音かつ遮蔽・反射が発生する環境下における高信頼性の通信技術及び多チャネル通信と両立可能な低遅延の通信技術をミリ波帯の周波数による無線通信へ適用した技術の検証
- ・ ロボットアーム等における試作した通信装置の実証

5. 実施期間

2019 年度から 2021 年度までの 3 年間

6. その他 特記事項

(1) 成果の普及展開に向けた取組等

① 国際標準化等への取組

国際競争力の強化を実現するためには、本研究開発の成果を研究期間中及び終了後、速やかに関連する国際標準化規格・機関・団体へ提案を実施することが重要である。このため、研究開発の進捗に合わせて、国際標準への提案活動を行うものとする。なお、提案を想定する国際標準規格・機関・団体及び具体的な標準化活動の計画を策定した上で、提案書に記載すること。

② 実用化への取組

研究開発期間終了後も引き続き取り組む予定の「本研究開発で確立した技術の普及啓発活動」及び 2026 年度までの実用化・製品展開等を実現するために必要な取組を図ることとし、その活動計画・実施方策については、提案書に必ず具体的に記載すること。

(2) 提案及び研究開発に当たっての留意点

提案に当たっては、基本計画書に記されている目標に対する達成度を評価することが可能な具体的な評価項目を設定し、各評価項目に対して可能な限り数値目標を定めること。また、従来の技術との差異を明確にした上で、技術課題や目標の達成に向けた研究方法、実用的な成果を導出するための実施計画及び年度目標について具体的に提案書に記載すること。

研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くと共に、実際の研究開発の進め方について適宜指導を頂くため、学識経験者、有識者等を含んだ研究開発運営委員会等を開催する等、外部の学識経験者、有識者等を参画させること。

なお、本研究開発において実用的な成果を導出するための共同研究体制又は研究協力体制について、研究計画書の中にできるだけ具体的に記載すること。