

低遅延と多数接続の両立に向けた 無線アクセス技術:STABLE

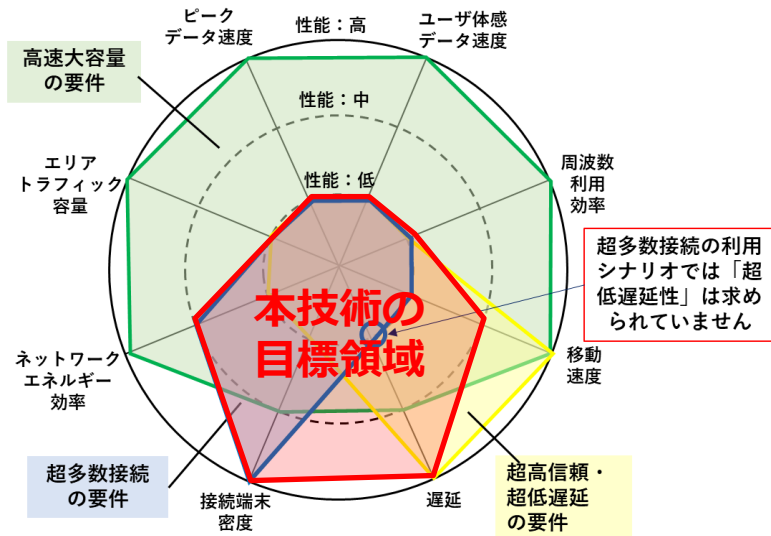
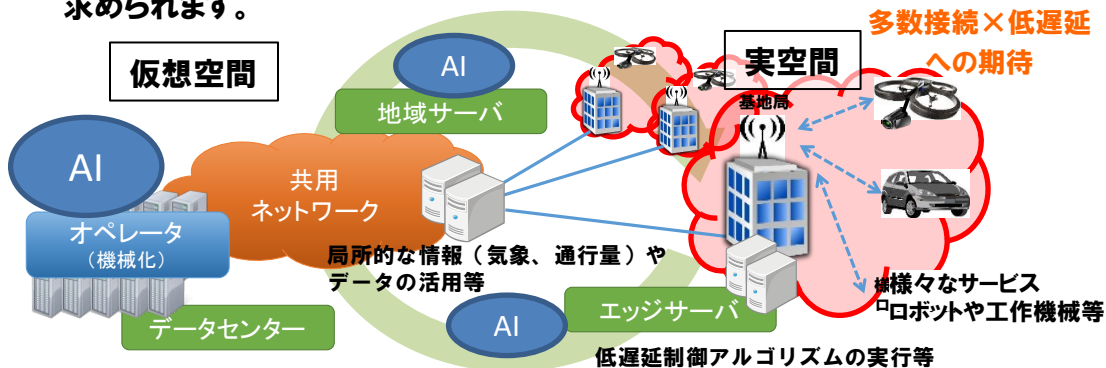
ワイヤレスネットワーク総合研究センター
ワイヤレスシステム研究室
滝沢 賢一

STABLE:低遅延と多数接続の両立に向けた無線アクセス技術



背景

- 将来、ロボット・自動車・ドローン・建機などの制御は、ネットワークに接続し、人工知能(AI)によってリアルタイムに制御されること(自動化)が実現されるかもしれません。
- このような場合、ミリ秒オーダーの低遅延を提供しつつ、限られた周波数資源で膨大な端末(ロボット等)との通信を実現する無線アクセス技術が求められます。



(ITU-R勧告M.2083-0の図4を元に作成)

**多数接続性と低遅延性の
双方を満たす無線アクセス技術(5G要件との対応)**

STABLE: Simultaneous Transmission Access Boosting Low-latEncy

- **多数接続性**: 空間分割や符号分割を用いずに、単一通信資源を複数の端末局で共有(非直交多元接続技術)。基地局アンテナ1本あたり5台の端末局との接続を達成。
- **低遅延性**: コンフィギュラドグラント伝送によって送信許可取得による遅延を最小化。処理遅延を含めて、無線区間で1ミリ秒未満、送信から復元まで4ミリ秒未満を達成(5台接続時)。

「聖徳太子」のような基地局をめざして

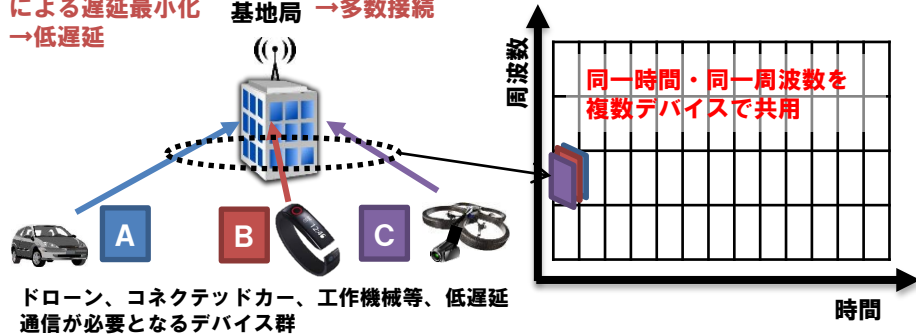
概要

- 低遅延(無線区間は1ミリ秒未満、受信側データ復元まで4ミリ秒未満)と多数接続(同時に5台からの信号を受信)を実現します。
- 空間分割(複数アンテナの利用)や符号分割(拡散符号の利用)を用いることなく、同一時間・同一周波数で送信された信号を、基地局がまるで「聖徳太子」のように聞き分けます。

要素技術

■ コンフィギュアドグラント通信、デバイス間干渉抑圧・除去技術

事前に送信許可を与えるコ
ンフィギュアドグラント通信 除去による同時接続
による遅延最小化 基地局 → 多数接続
→ 低遅延

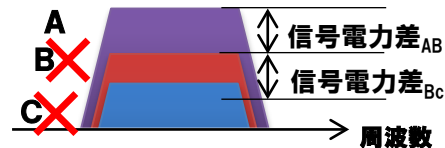


デバイス間干渉抑圧・除去技術：同一周波数・同一時間の使用によるデバイス間干渉を約2ミリ秒の低遅延で抑圧・除去（5台接続時）



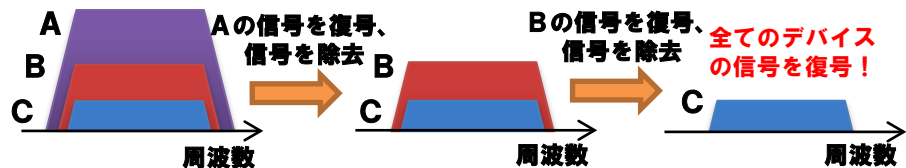
従来方式の処理

信号電力差_{AB}が十分ならば**デバイスAの信号のみ**復号可、BとCは不可。



提案方式の処理

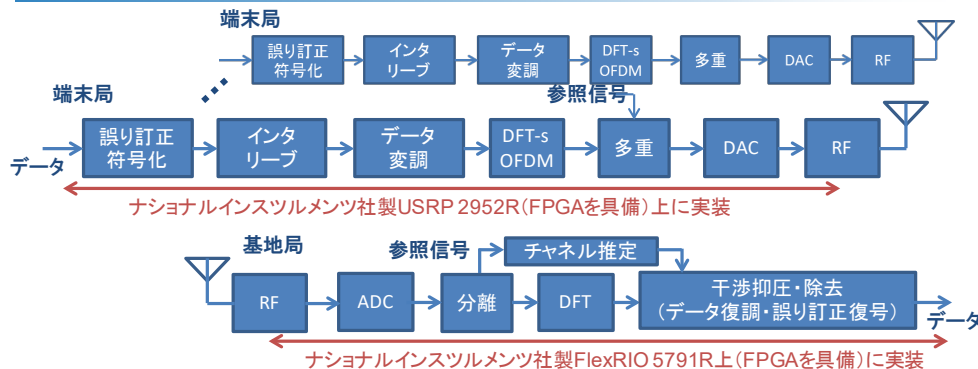
信号波形を再生して受信信号から差し引く「干渉抑圧・除去処理」を繰り返し行うことで、**すべてのデバイスからの信号を復号できる。**



STABLE:低遅延と多数接続の両立に向けた無線アクセス技術



システム構成



この方式は3GPPへ寄与文書として入力し、TR38.812に引用されました。

フィールド実験(物理層)

- 横須賀リサーチパーク1番館屋上に基地局アンテナを設置。館内に固定デバイス3台、自動車に移動デバイス2台を設置。計5台の端末から同時に電波を送信。データサイズは3GPP TR38.913のmMTC要件に従って20バイトに設定。
- 結果、通信資源(帯域幅:1.4MHz、サブフレーム長:1ミリ秒)あたり4.5台(平均値、基地局アンテナ1本あたり)の端末との通信に成功。このときの通信遅延(端末局及び基地局における信号処理遅延含む)は4ミリ秒未満、無線区間は980マイクロ秒。

主な諸元(上り回線)

項目	仕様
中心周波数	2586MHz(実験試験局)
サブキャリア間隔	15kHz
信号波形	DFT-s-OFDM
誤り訂正符号	ターボ符号またはLDPC符号
変調	QPSK/16QAM
チャンネル帯域幅	6RB(1.4MHz)
空中線電力	200mW(最大)



国土地理院撮影の空中写真(2007年撮影)を加工して作成

フィールド実験の結果

社会実装に向けた取り組みの例

日本電気株式会社(NEC)様との安全運転支援に向けた実証実験

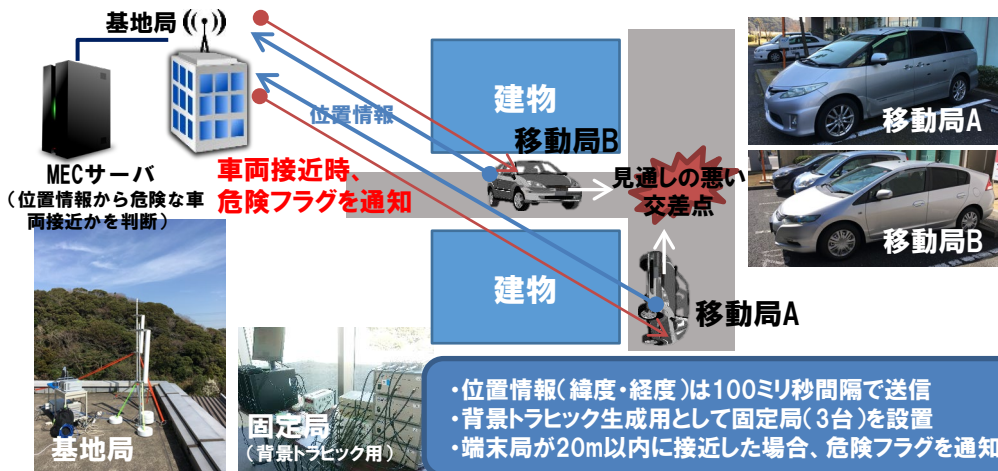


自動運転の安全性向上に向けて

- NICTが開発した無線アクセス技術の上で、NEC様が開発した商用基地局用ネットワーク制御技術及び安全運転支援アプリを動作。
- アプリの機能は、交通事故の高リスク地点に、アプリ利用端末(位置情報を0.1s毎送信)が複数接近すると、端末に危険フラグを通知。
- 結果、アプリ動作サーバと端末(車両)との往復遅延時間は20ミリ秒以下に制御することを確認(1MHz帯域幅)。アプリ上の要求遅延である100ミリ秒以下を達成し、本技術が適用できる可能性を示した。



実証を行ったエリア(横須賀リサーチパーク内)



日本電気株式会社プレスリリース(2019年8月)、「NEC、自動運転の安全性向上に向けた適応ネットワーク制御技術のフィールド実験をNICTと共同で実施」、
https://jpn.nec.com/press/201905/20190523_03.html



システム実証(危険エリアへの車両接近を通知、移動局A設置カメラ)

まとめ

- 多数のロボット等がクラウドやエッジから遠隔制御される時代を想定し、多数接続と低遅延を両立する無線アクセス技術の実現をめざして、要素技術に関する研究開発及び実証実験を行いました。
- 本研究開発成果が広く活用されるよう、日本電気株式会社様との共同実験(「**NEC**、自動運転の安全性向上に向けた適応ネットワーク制御技術のフィールド実験を**NICT**と共同で実施」)や、国内企業様との共同研究・受託研究の実施、また国際標準化への寄与文書の入力を行っています。

今後の取り組み

- 今年度より国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業／先導研究(委託)」を受託しています。この受託研究においても、今回の研究開発成果にもとづく。群ロボットの遠隔制御の実現に向けた研究開発に取り組んでいきます。
- また、本研究開発の要素技術は、LPWAにおける周波数の高効率利用にも適用できると考えており、920MHz帯における通信実験も実施しています。
- 共同研究等を通じて、一緒に研究開発を進めていただけるパートナーを探しています！