



古典的無線設計から脱却した極限的性能を実現する無線通信システムの開発

研究開発代表者: 石橋 功至(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・教授)

主たる共同研究者: 佐藤光哉(電気通信大学)・石川直樹(横浜国立大学)・高橋拓海(大阪大学)

グランドチャレンジへの挑戦・研究開発課題での達成目標:

機械学習・量子計算といった技術の急速な発展を踏まえ、既存の無線通信における工学的妥協を見直すことで、伝送速度・遅延性能・安定性の超飛躍的向上に加え、周波数枯渇問題を解決する究極の無線通信を実現する。

研究概要:

- 現在の無線通信は、伝播路の統計的モデル化、干渉の統計的近似、準最適な線形復調等、様々な工学的妥協に基づくものである。
- 提案は、これらの妥協に基づく現在の無線通信設計の常識を、機械学習・量子計算・ベイズ推論といった技術によって打破し、信頼性、遅延、容量不足といった問題に加え、周波数枯渇までをも解決する。
- 提案システムでは、超多数の分散アンテナを配置し、ユーザの通信要求に応じて、時間・周波数・アンテナといった資源を逐次最適化し、ユーザ毎にテイラードセルと呼ばれる仮想セルを介して通信を行う。
- 機械学習や量子計算の進展に基づき、システムの設計を根底から覆す野心的な研究は世界的にも類がなく、高い独創性を有する。

従来型セル設計における常識

ベストエフォート型

セル毎の
制御

セル間干渉に
による品質低下

準最適な
伝送

確率的な
通信路モデル

提案システムによる常識からの脱却

ギャランティ型

機械学習・量子計算・ベイズ
推論に基づくシステム設計

最適資源割当
に基づく全仮想
セルの統合制御

デジタルツインに
に基づく全通信路の
高精度推定

最尤推定に基づく
安定した最適伝送

センサによる
デジタルツインの実現

想定する社会的インパクト:

- 100年以上続いたベストエフォート型の設計から脱却し、ユーザの要求通信品質を常時達成することで、不安定性のない信頼できる無線による新しいサービス・ビジネスの実現を可能にする。
- 周波数枯渇を解決し、技術開発・ビジネス創出の推進を可能にする。



Development of Ultimate Wireless Systems Beyond Classical Design

Principal Investigator : Koji Ishibashi (Professor, AWCC, University of Electro-Communications; UEC))

Co-PI: Koya Sato (UEC), Naoki Ishikawa (Yokohama National Univ.), Takumi Takahashi (Osaka Univ.)

Grand Challenge and Goal:

With groundbreaking leaps in technologies like machine learning and quantum computing, we revisit traditional engineering design principles of wireless communications. Our goal is to realize ultimate wireless systems with revolutionary improvements in throughput, latency, and reliability, while addressing the spectrum scarcity issue.

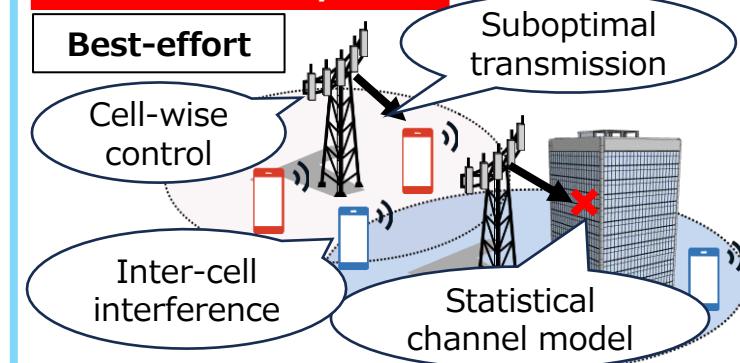
Summary :

- The design of current wireless systems is based on simplifications, as shown in the figure on the right, considering implementation.
- Our proposal aims to break the boundaries of the classical design by leveraging emerging technologies such as machine learning, quantum computing, and Bayesian inference and aims to resolve issues related to reliability, latency, and throughput, while addressing the spectrum scarcity.
- In our proposed system, a large number of distributed antennas are deployed, and all wireless resources are optimized based on user demands, forming virtual cells, referred to as 'tailored cells,' for each user.
- Ambitious project that fundamentally overturns system design based on emerging technologies is unprecedented and possesses high originality.

Social Impact :

- Beyond the best-effort design that has persisted for over 100 years, our proposed design will enable new services.
- Our approach will address the fundamental issue of spectrum scarcity, driving technological advancement and creating new business opportunities.

Conventional System



Our Proposed System

