

# Wi-Fi CSI による他端末無線通信品質予測の基礎検討

愛知工科大学 工学部 情報システム学科 4年 緑谷 侑季

指導教員 国立 忠秀 教授

## 1. はじめに

現代社会において、無線 LAN 技術は家庭や公共空間に広く普及し、経済活動を支える社会インフラになっている。無線 LAN は限られた周波数帯域を複数の端末で共有するため、利用者密度が増加する環境下では通信品質が著しく低下する。移動環境下においては、通信品質の時間的変動に追従可能なリアルタイムかつ高精度な通信品質予測技術が不可欠である。従来、無線通信品質の推定指標として、受信信号電力を示す RSSI (Received Signal Strength Indicator) を用いる方法が提案されてきた[1]。RSSI は多くのデバイスで取得可能であるが、他の機器からの干渉もあるため、複雑な環境変化を捉えることは困難である。そこで、各サブキャリアにおける送信信号の振幅や位相の変化を示す CSI に注目が集まっている[2]。CSI は、取得可能な情報が現在接続中の AP との通信路状態に限定される課題がある。

本研究では、接続中の AP から得られる CSI を用い、切り替え先 AP の通信品質を機械学習で予測する手法を提案した。

## 2. ターゲットシステムモデル

大学構内やイベント会場、通路などの歩行者移動に伴う通信品質の変化に応じて、最適な AP を選択するハンドオーバーシナリオを想定した。基礎検証を行うために、障害物の存在しない平地環境において、図 1 に示す通り AP 間隔は 10m、AP 間を結ぶベースラインから直線距離 5m 離れた平行直線上を AP1 から AP2 に向かって移動するものとした。端末および AP は地上高 0.75m に設置した。端末の移動速度は、日本人成人の平均歩行速度である 1.3m/s とした。

## 3. 提案手法

本研究では接続中の AP1 と通信中に CSI を取得し、AP2 との CSI の振幅・位相およびスループットを予測

した。予測の回帰モデルに LightGBM (Light Gradient Boosting Machine) を使用し、AP1 との通信で得られた CSI データの振幅・位相、算出した理論スループット、距離を入力特徴量とし、AP2 の振幅・位相とスループットを得た。CSI データには突発的なノイズや変動が含まれるため、取得したデータにハミング窓を適用し、平滑化とノイズの抑制を行った。評価指標には、予測値と実測値の RMSE (Root Mean Squared Error) を用いた。

## 4. 実験結果

従来手法と同様に RSSI を用いた AP2 のスループット予測結果を図 2 に、本提案手法における AP2 の CSI から算出した理論スループットの実測値および予測モデルによる予測値の距離に対する比較を図 3 に示した。全距離で実測値に対して約 10Mbps 程度の過小評価が確認された。一方で、ハンドオーバー区間になると考えられる 600cm から 800cm の一部測定点においては、実測値の変動と同様の傾向が確認された。MCS (Modulation and Coding Scheme) が各 AP で独立に制御されるため、入力特徴量から AP2 の制御変動を推定できない点が影響していると考えられた。

## 5. まとめ

通信中 Wi-Fi の CSI を用いた機械学習により、他の AP 利用時の無線通信品質予測手法を提案した。提案手法により、RSSI を用いた従来手法よりスループット予測出力の安定化の有効性を示した。今後は、入力特徴量の追加等により精度向上を目指す。

## 参考文献

- [1] 山崎他, “無線 AP 接続情報の集計・分析による教室無線 LAN の品質改善の検討,” 大学 ICT 推進協議会 2023 年度年次大会, pp.392-397, 2023 年 12 月.
- [2] 太田他, “Wi-Fi CSI と教師あり学習を用いたミリ波通信品質予測の実験評価,” 電子情報通信学会 技術研究報告, SeMI2023-10, Vol.123, No.31, pp.42-45, 2023 年 5 月.

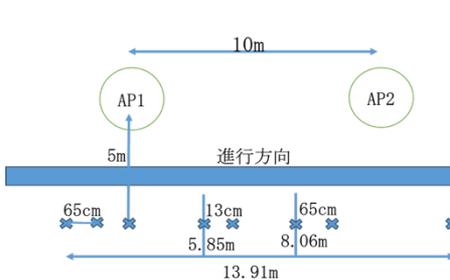


図 1 ターゲットシステムモデル

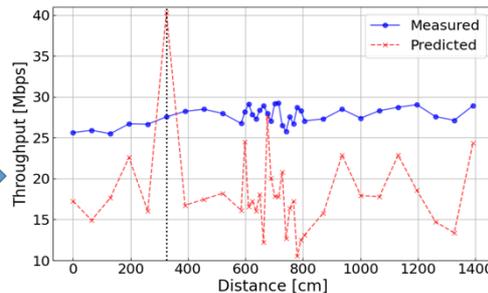


図 2 RSSI ベースのスループット比較

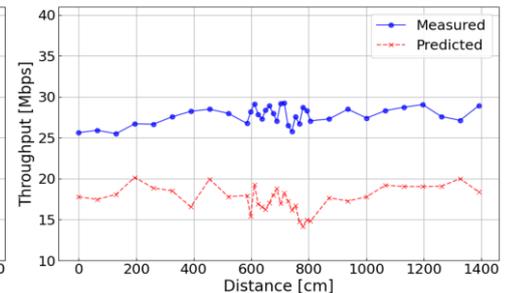


図 3 CSI ベースのスループット比較