

無線 LAN 規格 IEEE 802.11 における 強化学習を用いた適応的伝送レート制御

SATテクノロジー・ショーケース2023

■ はじめに

近年、多くの電子機器で用いられている無線LAN(Wi-Fi)は、4K/8K、XR、ドローンの登場により安定した高速通信が求められている。高速通信を実現する上で重要な要素の1つとして、適応的な伝送レート制御が挙げられる。無線LANにおいて伝送レートとは、変調方式と符号化率の組み合わせにより決まるパラメータである。通信環境に合わせて適応的に伝送レートを制御する必要がある。しかし、既存の伝送レート制御手法では、端末の移動やチャネルフェージング、他端末からの干渉などによって適応的な制御が困難な場合がある。また、無線LAN規格IEEE 802.11では安定した高速通信の実現のために様々な新機能が導入されており、それらは規格の制御をより複雑なものにしている。複雑化していく無線LAN規格において、安定した高速通信を実現するため機械学習による通信制御に期待が高まっている。本研究では安定した高速通信の実現に向けて、強化学習の一つであるDeep Q-network(DQN)を用いた適応的伝送レート制御手法の実現を目的とする。

■ 活動内容

1. DQNによる伝送レート制御

Deep Q-network(DQN)は深層強化学習と呼ばれ、多次元の情報から試行を繰り返して、得られる報酬を最大化する学習手法である。ニューラルネットワークを用いることで、複雑な無線通信環境を学習することができる。本研究ではQ-networkの構成を以下の通りとした。

入力層: 離散化したMCSと距離の18ユニット

中間層: ReLU関数の126ユニット

出力層: MCSを上げる・変えない・下げるの3ユニット

システム概要図を図1に示す。観測値である伝送レート(MCS: Modulation and Coding Scheme)と送受信端末間の距離をQ-networkの入力として用いる。スループットはQ-networkの更新に用いる。また、行動決定には ϵ -greedy法を用いる。

2. ns3-aiを用いたシミュレーション

本研究では、ネットワークシミュレータns-3とPythonの連携プラットフォームであるns3-aiを用いてシミュレーションを行った。シミュレーションは送受信端末1台ずつ、受信端末が送信端末に近づくシナリオにて行った。学習シミュレーションでは端末の移動速度を1m/sとし、1000エピソードを行った。検証シミュレーションは学習済みモデルを用いて、受信端末が7m/sで送信機に近づいていくシナリオにて行

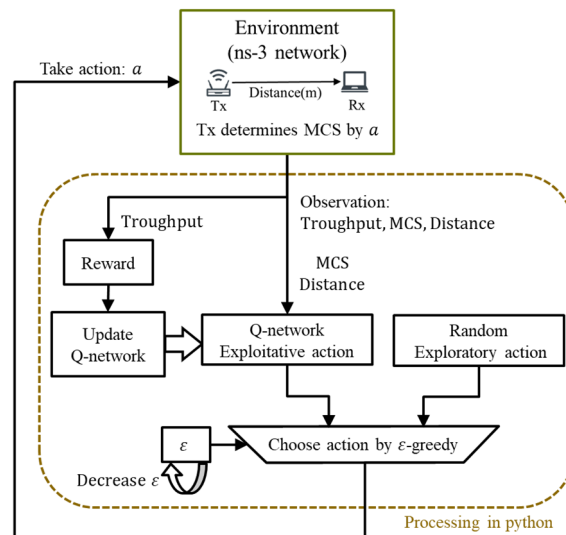


図1: システム概要図

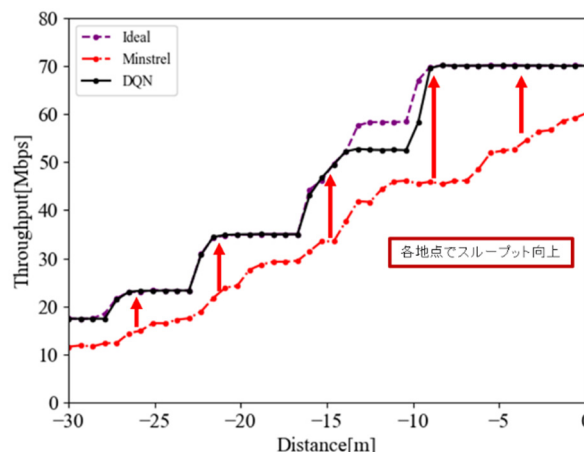


図2: 提案手法と既存手法の平均スループット

った。理想的な伝送レート制御(Ideal)、既存伝送レート制御(Minstrel)、DQNによる伝送レート制御による平均スループットを図2に示す。グラフの横軸は送信端末の座標を0とした際の受信端末の座標とした。結果より、すべての地点で提案手法の方が既存手法よりも高いスループットをとっている。また、多くの地点で提案手法が理想的な制御と同等のスループットをとっている。これにより、DQNによる適応的な伝送レート制御が可能であることが確認できた。

代表発表者 中嶋 智樹(なかしま ともき)
所 属 九州工業大学大学院 情報工学府
先端情報工学専攻 電子情報工学分野
問合せ先 〒820-8502 福岡県飯塚市川津680-4
TEL: 0948-29-7692
nakashima.tomoki125@mail.kyutech.jp

■キーワード: (1) IEEE 802.11
(2) 伝送レート制御
(3) 強化学習
■共同研究者: Leonardo LANANTE (Offino LLC)
黒崎 正行 (九州工業大学)
尾知 博 (九州工業大学)