

# 機械学習を活用した車載イーサネット設計自動化システムの検討

森 泰浩 山本 寛  
立命館大学 情報理工学部

## 1. はじめに

近年、車両を制御する様々なコンピュータ(ECU)が相互に通信する車載ネットワークとして、イーサネットの採用が検討されている[1]。また、自動運転技術等の登場により、車載ネットワークを流れるデータは多様化し、特定のスイッチにパケットが滞留してボトルネックが引き起こされ、重要なデータが ECU へリアルタイムに届かない状況が懸念されている。そこで本研究では、現在の車載イーサネットの構成や発生している通信の特徴を元に、ボトルネックの発生を防ぐための適切な QoS 制御の設定を自動的に導出する手法を提案する。特に、低性能な小型コンピュータでも対応できるように、事前に様々なネットワーク・トラフィック・QoS 制御においてシミュレーションを実施した結果を学習し、ボトルネックの有無や度合いを推定する軽量な機械学習モデルを構築する。さらに、メタヒューリスティックの技術を活用し、機械学習モデルによりボトルネックの状態が適切と推定される QoS 制御の設定を自動的に導出する、車載イーサネット設計自動化システムを実現する。

## 2. 提案システムを構成する機能

### 2.1 ボトルネック推定のための機械学習モデルの構築

提案システムは、インターネット上の解析サーバと、車載小型コンピュータから構成される。解析サーバは、様々なトポロジ・トラフィック・QoS 制御パラメータについてシミュレーションを網羅的に実施し、各設定に対応するログを取得する。これを学習することで、車載イーサネット上のスイッチでパケットの滞留が生じているトラフィックの優先度を自動的に特定する機械学習モデルを構築する。本研究では、機械学習モデルの入力は、トポロジの構成、各スイッチを通過するトラフィックの割合、各優先度のトラフィックに設定される QoS 制御パラメータであり、その構築には教師あり学習の一種であるランダムフォレストを用いる。車載小型コンピュータは、構築された機械学習モデルを解析サーバから取得し、現在の車載イーサネットの設定を調査・入力することで、ボトルネックの状態をリアルタイムに推定することができる。

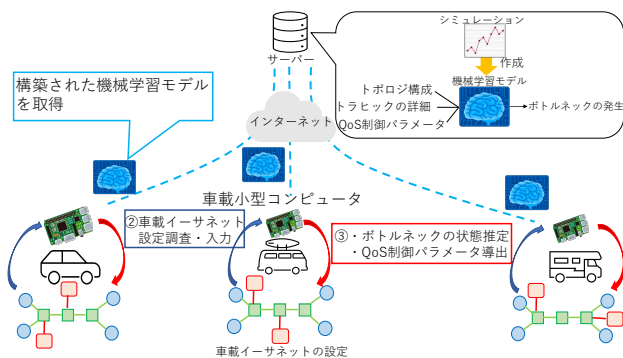


図1. システムの全体像

### 2.2 粒子群最適化による QoS 制御パラメータ自動設定

2.1 節で構築した機械学習モデルを元に、ボトルネックが可能な限り生じない QoS 制御パラメータを自動的に導出する、メタヒューリスティックを活用した手法を提案する。本研究では、メタヒューリスティックとして群知能の振る舞いを応用した粒子群最適化を採用し、QoS 制御パラメータとしてはIEEE802.1Qavに対応したスイッチを対象とし、各優先度のトラフィックにおける idleSlope のパラメータを対象とする。また、高優先度のトラフィックにおけるボトルネックの度合いが重いほど大きな値となる「評価値」を定義し、車載小型コンピュータが把握したトポロジ・トラフィックに関する入力は固定とした上で、評価値がより低くなるような QoS 制御パラメータの値を効率的に探索する。

## 3. 実験結果

本稿では、図 2 のようなトポロジ構成とトラフィックの設定において、提案システムによりボトルネックの発生を防ぐ QoS 制御パラメータを導出する実験を実施する。図 3 に、本実験における QoS 制御パラメータの探索回数と、評価値の関係を表す。この図から分かるように、粒子群最適化によりパラメータの探索を行うことで、7 回という少ない回数の探索の後に、ボトルネックの発生しない QoS 制御パラメータが発見できていることが分かる。



図 2. トポロジ構成とトラフィックの設定

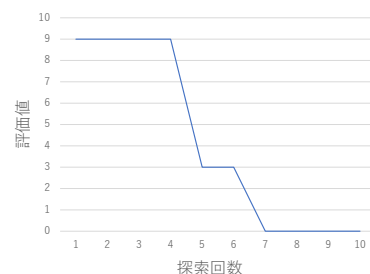


図 3. QoS 制御パラメータの探索回数と、評価値の関係

## 4. まとめ

本稿では、車載イーサネットにおける QoS 制御パラメータを導出するシステムを開発し、その有効性を示した。今後は、より多様なネットワーク・トラフィックの状態を対象として、提案システムの有効性を検証する。

## 参考文献

[1] 平野航平, 伊藤嘉浩, “Credit Based Shaper を用いた車載ネットワークにおける idleSlope の最適値に関する考察”, 電子情報通信学会 信学技報, IA2020-27, pp. 13-16, 2020 年 12 月。