

2020年度 独創的研究助成費 実績報告書

2021年 3月16日

報告者	学科名	情報通信工学科	職名	教授	氏名	榊原勝己
研究課題	Q学習を用いたランダム・アクセス方式の設計とその性能評価					
研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	榊原 勝己	情報通信工学科・教授	通信工学	総括, 理論解析, 検証	
	分担者	高林 健人 香山 和寛	情報通信工学科・助教 大学院学生	通信工学	シミュレータ構築, 実装実験 プログラミング, データ整理, 成果発表	
研究実績の概要	<p>人工知能の進展により, 無線通信システムにおいても, 機械学習, 強化学習の適用が研究されている. 不特定多数端末からのデータを入れるためのランダム・アクセス方式に対しても, 強化学習の一手法である, Q 学習を Framed ALOHA に適用した ALOHA-Q が提案されている(Park, et al., IEEE Access, pp.165531-165542, Nov. 2019). Park らの文献は, 全ての端末が常にパケットを所持している条件(飽和状態)の下, その性能が評価されている.</p> <p>本研究では, Park らの文献の条件を緩和し, 各端末が確率的にパケットを発生する場合(非飽和状態)における ALOHA-Q の性能を, 計算機シミュレーションにより評価する.</p> <p>M 個の端末が, 固定長パケットを共通の受信局に送信するランダム・アクセス方式を考える. 時間軸はパケットを送信するために十分なタイムスロットに分割され, パケットは1つのタイムスロット中で送信される. 以下では, 複数のタイムスロットでフレームを構成する方式を考える.</p> <p>ALOHA-Q の各端末は, 1フレーム内のスロット数(フレーム長)N と等しい長さの実数ベクトル(Q テーブル)を持つ. 第 t フレーム開始時において端末 i が持つ Q テーブルの第 k 要素を Q 値 <math>Q_t(i, k)</math> とする (<math>i=1, 2, \dots, M, k=1, 2, \dots, N</math>). ただし, 初期値 <math>Q_1(i, k)=0</math> とする. 第 t フレーム開始時にパケットを有している端末は, フレーム内で最大の Q 値 <math>Q_t(i, k)</math> を持つタイムスロット k でパケットを送信する. 最大の Q 値を持つタイムスロットが複数ある場合は, その中からランダムで送信スロットを選択する. その後, フレーム終了時に自身の Q テーブルを</p> $Q_{t+1}(i, k) = Q_t(i, k) + a[r - Q_t(i, k)]$ <p>により更新する. ここで, a は学習率 (<math>0 &lt; a \leq 1</math>), r は報酬であり, パケット送信成功時に +1, 衝突時に -1 とする. なお, パケットを送信した以外のタイムスロットでは Q 値 <math>Q_t(i, k)</math> は更新されない.</p>					

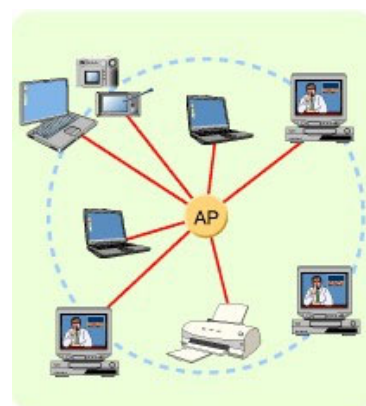


図1. ネットワーク構成

研究実績  
の概要

各端末は、バッファが空であればスロット時間当たり確率  $p$  でパケットを発生するものとする。  $p=1.0$  の際は飽和状態、  $p<1.0$  の際は非飽和状態である。 また、端末と受信局間での伝搬遅延時間及び、通信路誤りは無視できるものとする。 端末数  $M=100$ 、フレーム長  $N=70$  に対し、ALOHA-Q の学習率  $a$  とスループットの関係を測定した。 15000 フレームのシミュレーション結果として図2に示す。 図2より

学習率  $a=0, 1$  の場合にグラフの形が大きく変わる。 これは、学習率  $a=0$  では  $Q$  値が更新されないため、学習率  $a=1$  では  $Q$  値が  $-1, 0, 1$  のどれかをとり、ランダムで送信スロットを決定する端末が多くなるためであると考えられる。 また、飽和状態において、学習率  $0<a<1$  では、学習率を低くするほどスループットが高くなる。 しかし、非飽和状態においては、パケット発生確率が低い際に、学習率  $a=0, 1$  の場合、学習率  $a$  が高い場合のスループットが高くなっている。 これは、送信スロットを学習により決定する ALOHA-Q では、パケットの発生が減少することで、冗長なスロットが増加するためであると考えられる。

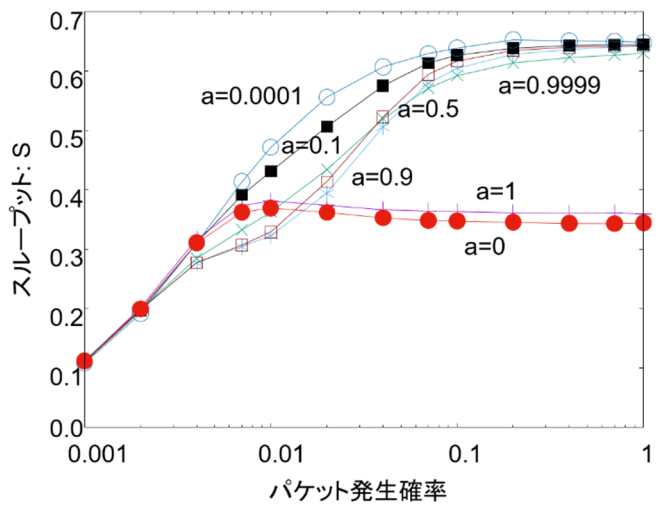


図2. ALOHA-Q のスループット特性

成果資料目録