

移動環境におけるビデオストリーミング品質向上のための MPQUIC スケジューラの検討

松下翔太[†] 土居大輝[‡] 竹内一真[‡] 膝睿[§] 佐藤健哉^{‡§}

[†]同志社大学工学部情報システムデザイン学科

[‡]同志社大学大学院理工学研究科情報工学専攻

[§]同志社大学モビリティ研究センター

1 はじめに

近年、ビデオコンテンツの需要が高まっており、2022年にインターネットトラフィックのうち82%がビデオストリーミング(以下、ストリーミング)のトラフィックとなることが予測されている[1]。ストリーミングにおいて、その品質に着目すると、パケットロスや遅延などによりストリーミングが停滞することのないように通信帯域を確保することが必要となる。そこで、LTEや5Gといったセルラー回線や無線LANなどの複数の通信経路を併用することで通信帯域を確保する技術である、マルチパストランスポートプロトコルが注目されている。しかし、無線LANを利用する場合、ユーザの移動によって無線LANとの距離が遠くなり、通信経路を喪失し、パケットロスが発生することで、ストリーミング品質が低下するという課題がある。

そこで本研究では、移動環境下のスマートフォンでストリーミングする状況において、電波強度に応じて通信経路を選択する手法を提案することで、経路喪失によるパケットロスを削減し、ストリーミング品質向上の効果を検討する。

2 関連研究

通信経路を選択するスケジューラとして、ECF(Earliest Completion First)がある[2]。ECFは、最もRTTの短い通信経路と次にRTTが短い通信経路から通信経路を選択する。最もRTTが短い通信経路の輻輳ウィンドウに余裕があれば、最もRTTが短い経路を優先的に使用する。余裕がなければ、送信したいパケットのバイト数と、各経路のRTT及び輻輳ウィンドウから送信経路の決定を行うスケジューラで

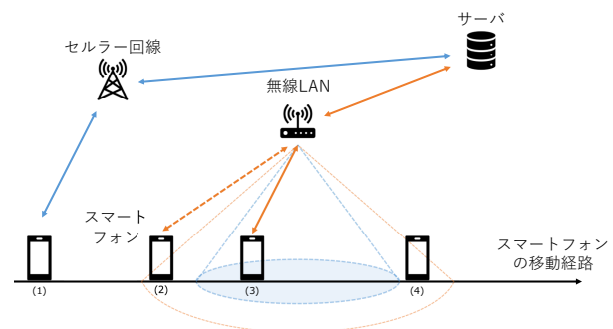


図1: 提案手法の概要

ある。

ECFは、通信帯域が変化する環境でストリーミングを行う場合にスループットが向上することを示したが、経路喪失によるパケットロスについては言及されていない。

3 提案手法

3.1 概要

本研究では、電波強度により通信経路を決定することで、移動による通信環境の変化に対応し、柔軟に通信経路を選択するスケジューラを提案することで、経路喪失によるパケットロスを削減する。また、マルチパストランスポートプロトコルとして、QUICの拡張技術であるMPQUIC(Multipath QUIC)を用いる[3]。

提案手法の概要を図1に示す。セルラー回線を利用しストリーミングをしているスマートフォンが、移動により無線LANの電波強度が閾値以上になると無線LANも併用し通信を行う。

3.2 動作手順

以下に提案手法の動作手順を示す。ここで、図1の番号と、以下の動作手順の処理は対応している。前提条件として、セルラー回線は常に通信が可能であり、閾値以上の電波強度が得られるものとする。

Multipath QUIC Scheduler for Improving Video Streaming Quality in Mobile Environment

Shota Matsushita[†], Taiki Doi[‡], Kazuma Takeuchi[‡], Rui Teng[§] and Kenya Sato^{‡§}

[†]Doshisha University

1. スマートフォンは、セルラー回線で通信を行う。
2. スマートフォンは、無線 LAN の通信可能範囲に入ると、無線 LAN とのコネクションを確立する。
3. スマートフォンは、無線 LAN の電波強度が閾値以上になれば、無線 LAN との通信を開始し、セルラー回線と無線 LAN を併用する。
4. スマートフォンは、無線 LAN の電波強度が閾値以下になれば、無線 LAN との通信を終了し、セルラー回線のみで通信を行う。

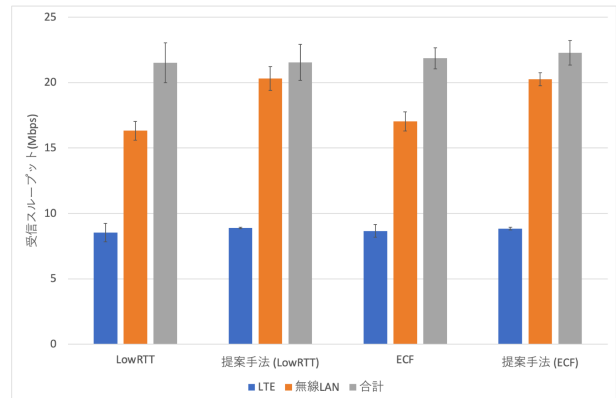


図 2: 受信スループット

4 評価

4.1 評価環境

評価は、LTE でストリーミングしているスマートフォンが、秒速 10m で移動し、50m 地点に設置されている無線 LAN を通過するシナリオでシミュレーションを行う。また、電波強度の閾値を-85dBm とし、シミュレーションを 10 回行いその平均を評価する。

4.2 評価項目

MPQUIC のデフォルトのスケジューラである LowRTT 及び ECF と、提案手法を適用した LowRTT 及び ECF でシミュレーション結果を比較する。LowRTT とは、RTT(Round Trip Time) が最も短い通信経路で優先的に通信を行うスケジューラである。評価項目として、パケットロス及び受信スループットを記録する。ここで、受信スループットとは、スマートフォンが受信した総バイト数を通信時間で除したものとす。

5 結果と考察

パケットロス数の評価結果を表 1 に示す。提案手法において、経路喪失によるパケットロスが、0 及び 0.1 に削減に削減された。これは、提案手法において、無線 LAN の経路喪失が発生する前に通信を終了することができたためである。また、提案手法と既存手法の全体のパケットロスを比較して、LowRTT において約 19%、ECF において約 27% のパケットロスが削減された。これらの結果から、パケットロスに起因するパケッ

表 1: パケットロス数

	経路喪失	全体
LowRTT	65.5(±11.1)	243.4(±22.1)
提案手法 (LowRTT)	0.0(±0.0)	196.6(±38.7)
ECF	66.8(±9.7)	253.3(±24.3)
提案手法 (ECF)	0.1(±0.3)	186.0(±41.6)

トの停滞を削減することができるため、ストリーミングの停滞を減少させることが可能である。

受信スループット数の評価結果を図 2 に示す。提案手法と既存手法の無線 LAN を比較すると、LowRTT において約 24%、ECF において約 19% の受信スループットが向上した。これは、パケットロスが削減されたことに加え、経路選択に電波強度を用いることで、無線 LAN の通信帯域が比較的大きい場合のみ通信を行ったためである。

6 おわりに

ストリーミング品質を向上させるために、複数の通信経路を併用することで通信帯域を確保する技術である MPQUIC が注目されている。しかし、MPQUIC は移動環境下でストリーミングする状況において、移動による通信経路の喪失によりパケットロスが発生することで、ストリーミング品質が悪化するという課題がある。本研究では、複数経路を使用可能な移動環境において、通信経路の電波強度を考慮し、MPQUIC を用いて通信経路を選択する手法を提案した。その結果、パケットロスが削減し、パケットロスに起因するストリーミングの停滞を削減することが可能である。

参考文献

- [1] Cisco, Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017–2022, 2018.
- [2] Yeon-sup Lim, Erich M. Nahum, Don Towsley, and Richard J. Gibbens. Ecf: An mptcp path scheduler to manage heterogeneous paths. CoNEXT '17, pp. 147–159, New York, NY, USA, 2017. Association for Computing Machinery.
- [3] uentin De Coninck and Olivier Bonaventure. Multipath quic: Design and evaluation. In Proceedings of the 13th International Conference on Emerging Networking EXperiments and Technologies, CoNEXT '17, pp. 160–166, New York, NY, USA, 2017. Association for Computing Machinery