

周辺端末連携機能による動的資源適合型ネットワークシステムの研究

戸川和晃[†] 橋本浩二[†]

[†]岩手県立大学ソフトウェア情報学研究所

1. はじめに

近年ネットワークトラフィックは増加傾向にあり、今後とも増加する見込みである [1][2]。また、自然災害発生時や大規模イベント開催時などは日常よりも多くのネットワーク資源が求められることが分かっている。このことから、増加傾向かつ突発的な増加も予想されるトラフィックの要求を限られた資源で効率よく活用する手法の確立が望まれている。また、資源を効率よく活用するだけでなく、優先度の高いパケットは優先して転送することや、スループットが低下してしまう輻輳をできるだけ発生させないことも同時に求められており、状況に応じて動的にそれらを行うことが重要である。

これまで優先度が高いパケットに広い帯域を割り当てる優先制御機能、輻輳予測を実行し、パケットの転送を制御する帯域制御機能、周辺端末と連携することによって資源を有効的に活用する周辺端末連携機能の3つの機能を提案し、その中でも優先制御機能について評価してきた [3]。これら一連の研究開発において、本論文では提案システムの中でも周辺端末連携機能について述べる。

2. システム概要

本提案システムを図1に示す。本システムはネットワークコントローラ、ネットワークスイッチ、周辺端末の3つによって構成されている。ネットワークコントローラはインターネット回線を介して常にネットワークスイッチと周辺端末に接続しており、ネットワークスイッチと周辺端末を制御する。ネットワークスイッチはイベント開催地や病院、避難所等に設置され、インターネットゲートウェイとして動作する。周辺端末はネットワークスイッチと接続されるもので、ネットワークスイッチに自身の持っている資源を提供する。提案機能の概要は次のとおりである。

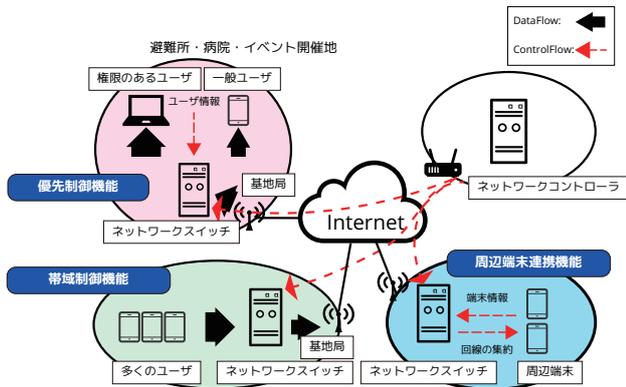


図1: システム概要図

(1) 優先制御機能

優先制御機能は優先度の高い情報を扱う権限の高いユーザに広い帯域を割り当てる機能である。ネットワークコントローラは帯域推定を実行し、保証帯域幅を決定する。また、ユーザ情報を取得し、算出した保証帯域幅に基づいてパケットの転送を制御する。

(2) 帯域制御機能

帯域制御機能は輻輳発生を予測し、輻輳発生前にパケットの転送を制御する機能である。ネットワークコントローラは帯域推定を実行し、同時に帯域の使用状況などの統計情報を取得する。帯域推定の結果と統計情報をもとに、輻輳発生を予測する。発生を予測した場合は優先度が低いパケットに対して転送制御を実行する。

(3) 周辺端末連携機能

周辺端末連携機能は周辺端末が持っている資源を集約することによって可用帯域を向上させる機能である。ネットワークコントローラは周辺端末の情報を収集し、収集した情報をもとに周辺端末の資源を集約する。

3. 機能間の協調

上述した3つの機能は、それぞれ有用な機能であるが、これらの機能を協調動作させることにより、より効果的なネットワーク資源の適合が可能となる。

優先制御機能だけの場合、可用帯域が狭いと保証帯域幅も小さくなってしまふ。優先度の高いパケットが広い帯域に割り当てられるとしても、可用帯域が小さいと帯域保証を実行するのが難しくなってしまう。また、優先度の高いパケットに広い帯域を割り当てるだけでは、可用帯域を上回るトラフィック要求がある場合輻輳が発生してしまう。

一方、帯域制御機能だけの場合、可用帯域が小さいと輻輳が発生する可能性が高く、常に帯域上限が設定されている状態に陥る可能性がある。また、優先度を考慮せずに帯域上限を設定してしまうと、迅速に伝達しなければならぬパケットまで遅延やロスが発生してしまう。

また、周辺端末連携機能だけの場合、可用帯域が増えても、低優先度のパケットが帯域を占領し、優先度の高いパケットの遅延やロスが発生してしまう可能性がある。

次に各機能間の協調的動作について述べる。上で述べた通り、各機能はそれぞれ必要であり、協調して動作する。図2に機能の協調動作について示す。

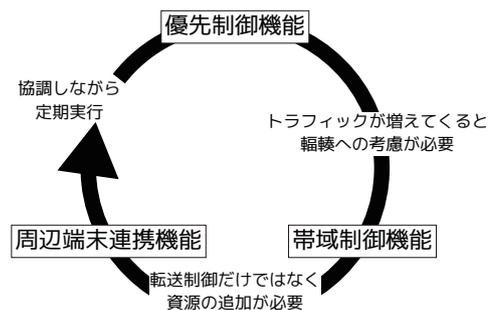


図2: 各機能間の協調動作

Adaptive Resource Control Network System by Cooperated Device Functions

Kazuaki Togawa[†] and Koji Hashimoto[†]

[†]Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University, Japan

図2で示されている通り、最初に行われる機能は優先制御機能である。これは優先度の高い情報は常に迅速かつ確実に伝達される必要があるからである。

次に実行されるのは帯域制御機能である。輻輳は常に発生するものではなく、可用帯域を超えるトラフィック要求があった場合に発生するものである。よって、優先度としては優先制御機能のほうが高くなる。また、周辺端末連携機能によって可用帯域を増やすことが出来れば輻輳を解消することができる。しかしながら、前述したように、可用帯域を増やしただけでは優先度の低いパケットに帯域を占領される可能性があるため、周辺端末連携機能よりも先に帯域制御機能が実行される。

最後に実行されるのは周辺端末連携機能である。優先制御機能によって優先されるべきパケットは優先され、帯域制御機能によって優先度の低いパケットは規制されてから周辺端末連携機能によって可用帯域は増加される。この順序で各機能が協調して動作することによってより効率的なネットワークシステムが提供できる。

4. プロトタイプシステムと評価実験

周辺端末連携機能の有効性を評価するためのプロトタイプシステムを構築した。図3は実機を使用したプロトタイプシステム構成図である。プロトタイプシステムはすべて汎用機器によって構成されている。これは汎用機器を用いることによって、システムの構築を容易にし、冗長性を高めることが出来るためである。ネットワークコントローラはSDNフレームワークであるRyu[4]を使用し、ネットワークスイッチはソフトウェアスイッチであるOpen vSwitch[5]を使用している。また、周辺端末にはAndroid端末を使用した。

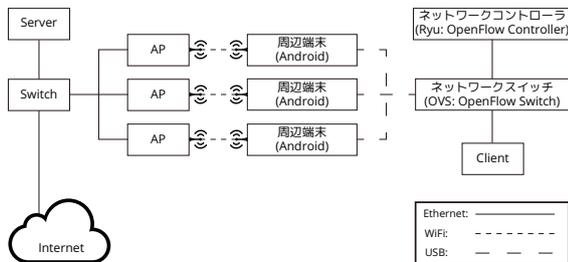


図3: プロトタイプシステム構成図

上記プロトタイプシステムを使用して周辺端末連携機能の有効性を評価した。評価では周辺端末の台数を1台から3台に変化させ、ClientからServerに向けてA, B, Cの3本のストリームを送出し、ストリームごとのスループットをそれぞれ測定した。トラフィックの送出にはiperfを使用し、UDPプロトコルで10Mbps送出した。測定シナリオは以下のとおりである。

1. ストリーム A を送出
2. ストリーム A 送出 15秒後にストリーム B を送出
3. ストリーム A 送出 30秒後にストリーム C を送出

図4, 5, 6でスループット推移の積み上げグラフをそれぞれ示し、表1ではストリームCを送出してからの平均スループットを示している。評価結果より、周辺端末を増加させることによって可用帯域が広がっていることがわかる。これによって転送制御だけでは解消できない輻輳を解消することができる。と予想できる。

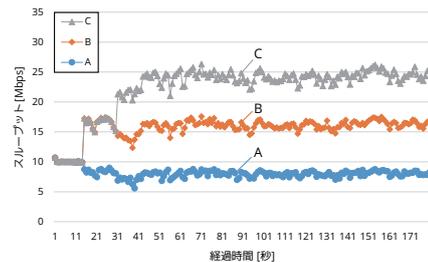


図4: 周辺端末が1台のときのスループット

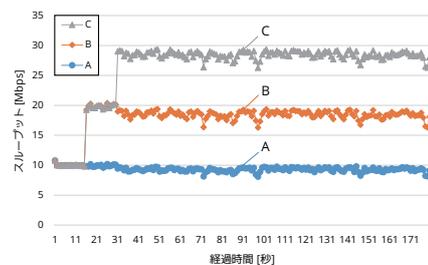


図5: 周辺端末が2台のときのスループット

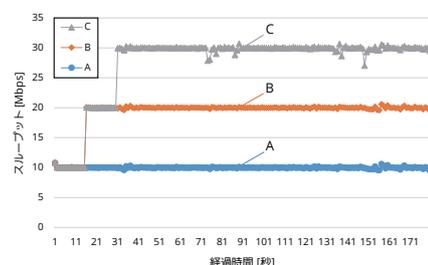


図6: 周辺端末が3台のときのスループット

表1: 平均スループット

周辺端末の台数	1	2	3
平均スループット	24.1Mbps	28.5Mbps	29.9Mbps

5. まとめ

本稿では近年増加傾向にあるトラフィックを限りある資源で効率よく利用すること、また、情報の優先度に応じた処理や輻輳をできるだけ発生させないことに焦点を当て、現在のネットワークの状況に応じて動的に適応させる動的資源適合型ネットワークシステムを提案した。評価実験では周辺端末連携機能の有効性を示した。今後は帯域制御機能と協調動作について実装と評価を行う予定である。

参考文献

- [1] 総務省：“我が国のインターネットにおけるトラフィックの集計結果（平成27年5月分）”http://www.soumu.go.jp/main_content/000402062.pdf (2016/12/13参照)。
- [2] Cisco：“Cisco Visual Networking Index：全世界のモバイル データ トラフィックの予測、2014～2019年アップデート”http://www.cisco.com/web/JP/solution/isp/ipngn/literature/pdf/white_paper_c11-520862.pdf (2016/12/13参照)。
- [3] 戸川和晃, 佐藤剛至, 橋本浩二, 柴田義孝：“自然災害発生時における回線利用状況を考慮した資源適合型ネットワークシステム”，第78回全国大会講演論文集 2016(1), pp325-326 (2016)。
- [4] Ryu SDN Framework: <https://osrg.github.io/ryu/> (2016/12/13参照)。
- [5] Open vSwitch: <http://openvswitch.org/> (2016/12/13参照)。