

学生番号	17232028	氏名	萱野 友哉
論文題目	情報指向ネットワークにおける輻輳制御方式に関する研究		

1 はじめに

近年、動画ストリーミングなどのコンテンツ配信サービスの増加に伴い、その配信、流通を主体とする新たなネットワークアーキテクチャとして情報指向ネットワーク (ICN: Information Centric Network) が提案されている。ICN では、ネットワークを構成するルータがコンテンツをキャッシュすることで、要求者の受信性能の向上が可能となる。しかし、膨大な要求に対して輻輳の発生が予想される場合、点在するソース/キャッシュノードの位置を意識した制御方式の検討が必要となる。本研究では、ICN における輻輳制御手法の調査と、特に中間ルータが関与する方式の評価を行う。

2 ICN と輻輳制御手法

2.1 NDN(Named Data Networking)

コンテンツには階層構造の識別子が割り当てられ、要求者は Consumer, 提供者は Producer と呼ばれる。要求はコンテンツ名を含む Interest により行われ、Producer に向かってルーティングされる。Interest を受け取った Producer は、そのコンテンツ名に対応する Data を送信する。さらに中継ルータは、ポリシーに従い転送 Data のキャッシングが可能で、以降該当 Interest が到着すると、キャッシングを Data として送信する。

2.2 輻輳制御手法

主な輻輳制御方式として以下の3つに分類される。

- 受信機駆動制御
Consumer による End-to-End の Interest 送信レート制御。
- ホップバイホップ制御
ルータによる局所情報に基づく Interest 送信レート制御。
- 送信機駆動制御
Producer による Data 送信の遅延時間制御。

NDN におけるルータは、Data のキャッシングに加え、転送した Interest の状態を保持するステートフルな転送が可能のため、フローごとの状態情報を保持するホップバイホップ制御は NDN のデータプレーンと相性が良く、NDN に適していると考えられる。

2.3 ステートフルフォワーディング [1]

ホップバイホップ制御の1つであるステートフルフォワーディングは、各ルータにおいて Interest 受信レートから返送が予想される Data の転送レートが転送帯域が超えないように各 Consumer の Interest 送信レートを制御する方式である。ルータは過剰な Data 転送が予想される場合、輻輳と判断して Interest を破棄し NACK を該当 Consumer に送信する。Consumer は、受信したパケットが Data であれば Interest 送信レートを増加、NACK であれば低下させる。

3 シミュレーション環境と評価指標

シミュレーションポロジを図1に示す。Consumer における Interest 送信レートの調整は、Data 受信時は

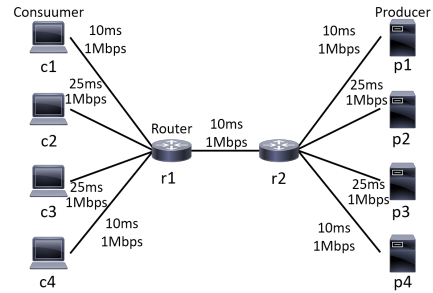


図1. シミュレーションポロジ

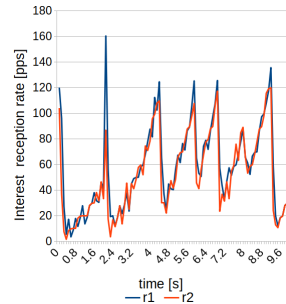


図2. ルータの Interest 受信レート

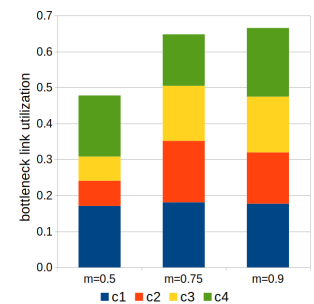


図3. リンク利用率における減少率の影響

1[pps] 増加、NACK 受信時は $m(<1)$ 倍にし、減少量 m がネットワーク性能に与える影響を評価する。c1-p1/c4-p4 間のリンク遅延時間を 30[ms], c2-p2/c3-p3 間を 60[ms] とする。評価指標として、ボトルネック (ルータ間) リンク利用率に関する公平性を評価する。

4 シミュレーション結果と考察

図2に $m = 0.5$ における Interest 受信レート、図3に各 Consumer のボトルネックリンク利用率を示す。図2より、過剰な Data の受信を抑制するように各ルータで Interest をポリシングしていることが確認できる。図3より、 $m = 0.5$ の時、RTT が小さい Consumer ほど Interest 送信レートが早く増加するため、RTT が大きい Consumer のボトルネックリンク利用率は小さくなり、Consumer 間の公平性が低くなる一方、 m を大きくするとボトルネックリンクの総利用率の増加に加えて、Consumer 間の公平性の改善が可能となることが確認できる。以上より、ルータにおける公平性や Consumer のスループットを向上させるためには、RTT 等の環境による影響を考慮した Interest 送信レート調整アルゴリズムの検討が必要となる。

5 まとめ

ICN における輻輳制御としてホップバイホップ制御のステートフルフォワーディング着目し、その効果と改善点について明らかにした。

参考文献

[1] T. Kato, M. Bandai, "Avoiding Excessive Rate Reduction in Rate Based Congestion Control for Named Data Networking," Journal of Information Processing, Vol. 26, 2018, pp. 29-37.