

# トラフィック変化に即時適応する 非対称マルチリンク Ethernet トランキング

米元 大我<sup>†</sup>      三浦 信一<sup>‡</sup>      埜 敏博<sup>†‡</sup>      朴 泰祐<sup>†‡</sup>      佐藤 三久<sup>†‡</sup>

## 1 RI2N++の概要と問題点

非対称なマルチリンク Ethernet トランキングでは、各スイッチに接続されるリンク数及びアプリケーションが発生するトラフィックパターンに応じ、適切な割合でパケット振り分けを行い、TCP によるウィンドウ制御の悪影響を防ぐ必要がある。Gigabit Ethernet を対象とした我々の先行研究である RI2N++[1] では、定期的なトラフィック情報交換をすることにより、ネットワーク構成とアプリケーションの振る舞いに動的に適応した各リンクへのトラフィック制御を行っていた。しかし、RI2N++ではトラフィック情報の交換が比較的長い固定間隔(=HBSPAN)であるため、トラフィックパターン変動への追従性が低かった。本稿で提案する RI2N#では、全ての通常送信パケットにトラフィック情報を付加することで、制御用のパケットを増やすことなく、より短い間隔でのトラフィック制御を行い、トラフィックパターン変動への即時対応を可能とする。本手法を用いることで、非対称なマルチリンク Ethernet トランキング環境において、システム全体でのトラフィックバランスを保ち、通信性能の向上とネットワークの使用効率の向上が期待できる。

## 2 実装・評価

RI2N++におけるハートビートパケットの目的は故障回復検出であり、通信自体に貢献しないため、応答性を高めるために無闇に HBSPAN を短縮することは通信帯域の圧迫を引き起こす。本稿で提案する RI2N#では、通常の全ての通信パケットのヘッダを拡張し、リンク上のトラフィック情報を随時送ることにより、トラフィックバランスの変化に即時適応可能にする。以後、全パケットを用いてリンク情報をフィードバックする本システムをピギーバックシステムと呼ぶ。ただし、ピギーバックシステムで送られる全てのパケットの情報を処理すると CPU 負荷が極端に高くなる可能性があるため、特定のパケット数間隔(=INFO\_UPDATE)をもって情報の更新を行う。

非対称構成のマルチリンクネットワークにおいて RI2N++及び RI2N#を比較・評価する。評価するネットワークを図 1 に、評価環境を表 1 に示す。本評価では、図 1 に示すネットワーク構成において Node-C から Node-A へバースト転送を行っている最中に Node-B から Node-A へは通信・休止間隔が 1 秒の間断通信を行い、その合計平均スループットを比較する。ただし HBSPAN は 2 秒とし、RI2N#の INFO\_UPDATE は 320, 640, 1280, 2560, 5120 を評価対象

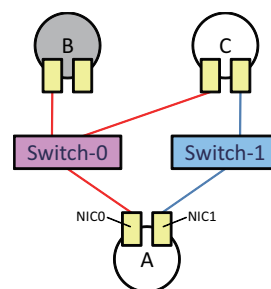


図 1: 非対称構成のマルチリンクネットワーク

表 1: 実験環境

Item	Specification
CPU	Xeon 5110 Dual-Core 1.6GHz
Kernel	2.6.27.24-78.2.53.fc9.x86_64
NIC	Intel PRO/1000PT dual port 1000base-T
Switch	Dell PowerConnect 5324 (24 ports Gigabit Ethernet switch)

表 2: 平均スループット [MB/s] の比較

RI2N++	RI2N# ( INFO_UPDATE [パケット数間隔] )				
	320	640	1280	2560	5120
174.3	171.6	174.2	168.9	148.6	168.9

とする。

結果を表 2 に示す。INFO\_UPDATE = 2560 は大幅なスループットの低下が見られる特異点となっているが、全体的には INFO\_UPDATE が短い設定においてスループットは高まっている。これは間断通信のトラフィック変化にピギーバックシステムが適切に対応したことを意味する。

謝辞

本研究の一部は、JST-CREST 研究領域「実用化を目指した組込みシステム用ディペンダブル・オペレーティングシステム」、研究課題「省電力でディペンダブルな組込み並列システム向け計算プラットフォーム」による。

参考文献

- [1] 米元大我ほか: トラフィック量に適応する非対称マルチリンク Ethernet トランキング, 情報処理学会論文誌コンピューティングシステム, Vol. 3, No. 1, pp. 25-37 (2010).

<sup>†</sup>筑波大学大学院 システム情報工学研究科  
<sup>‡</sup>筑波大学 計算科学研究センター