

応用の動作を考慮した DPN スイッチによる応用性能の向上 Application Performance Improvement Based on Application Aware DPN Switch

菫澤 慎之介^{†1} 原 雅貴^{†1} 中尾 彰宏^{†2} 小口 正人^{†3} 山本 周^{†2} 山口 実靖^{†1}

Shinnosuke Nirasawa^{†1} Masaki Hara^{†1} Akihiro Nakao^{†2} Masato Oguchi^{†3} Shu Yamamoto^{†2}
Saneyasu Yamaguchi^{†1}

1. はじめに

DPN(Deeply Programmable Network)[1]では、通信機器を高度に制御することが可能である[2]. 本稿では、通信機器と計算機の統合制御によるアプリケーションの高速化の実現の研究として、通信機器内にてアプリケーションの機能の一部を処理させ、アプリケーション性能の向上を実現する手法について考察する. 本稿では、本研究の初期の段階として本手法により性能向上が期待できるアプリケーションを用いて検証を行い、本手法の可能性について考察を行う.

2. 提案手法

本章にて、DPN スイッチにてアプリケーション機能の一部を処理させ、アプリケーション性能を向上させる手法を提案する.

2.1. 想定アプリケーション

本章で、図 1 に示す関係データベースアプリケーションを想定し、アプリケーションの一部の機能を通信機器内にて実装しアプリケーション性能を向上させる手法を提案する. 本稿では、図 1 に示すアプリケーションを想定して提案を行う. 図の様に、クライアント端末内のプロセスがサーバ内の RDB に対する問い合わせを送信し、問い合わせを受信したサーバ計算機内のプロセスが問い合わせを処理し、応答をクライアントに返す. 問い合わせとしては、表のレコード数の調査(select)や表への挿入(insert)などがある.

2.2. レコード数調査の性能向上手法

本節にて、DPN スイッチにて DPI を行い、アプリケーションにおけるレコード数調査を処理させる手法を提案する. 本手法では、参照系のレコード数調査と問い合わせの結果をスイッチ内でキャッシュし、2 回目以降の問い合わせに対しては DPN スイッチにて応答を行う.

図 2 はレコード数調査における提案手法の動作を示している. ある表に対する最初のレコード数調査時は、図上段の様にスイッチは問い合わせパケットをサーバに転送する. そして、中段の様にその応答をサーバからクライアントに転送するとともに表名とその結果をスイッチ内に記録する. そして、同一表に対する 2 回目以降の問い合わせに対しては下段の様にスイッチが結果を返す.

2.3. 挿入の性能向上手法

本節にて、DPN スイッチにてデータベースへの挿入問い合わせの受信、応答、代理問い合わせを行う手法を提案する. 図 3 は挿入時の提案手法の動作を示している. まず、図の上段の様にクライアントからサーバに対してある表 A に(ID=X, DATA=Y)というタプルを挿入する問い合わせ

^{†1} 工学院大学大学院 工学研究科 電気・電子工学専攻

^{†2} 東京大学 大学院 情報学環

^{†3} お茶の水女子大学 理学部 情報科学科

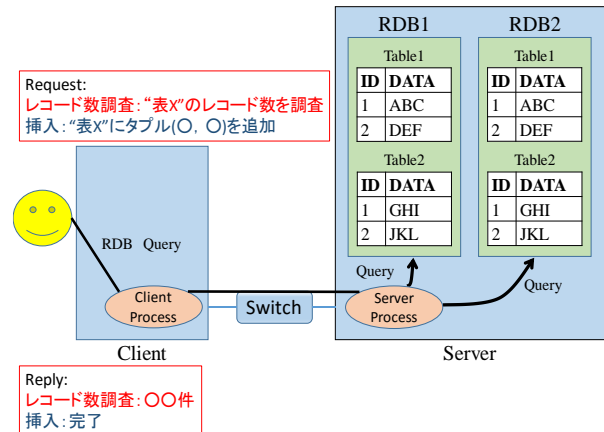


図 1 データベースサービス

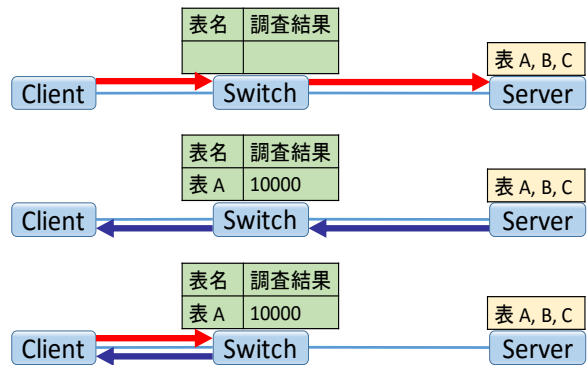


図 2 レコード数調査時の提案手法の動作

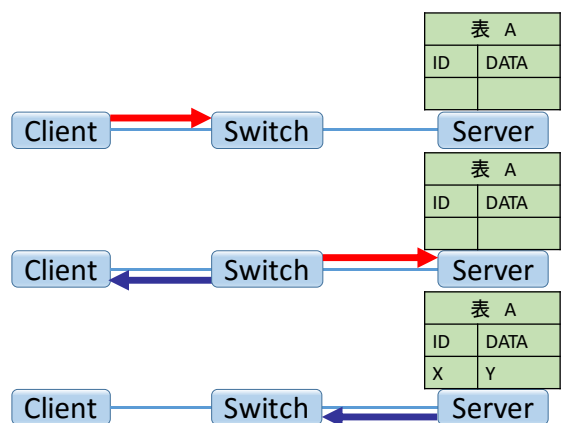


図 3 挿入時の提案手法の動作

が送信される. そして、中段の様にスイッチはサーバに挿入問い合わせを転送するとともに、クライアントに挿入完了通知を送信する. 最後に、下段の様にサーバから送信された応答パケットをクライアントに送信せずにスイッチ内にて破棄する. 複数クライアントから接続される DBMS

においてはデータの一貫性管理や書込のアボートを考慮する必要があるが、本稿ではネットワーク内の DPN スイッチにてアプリケーションの機能の一部を実行することによる性能向上の効果を評価するため、これらのことは考慮せずに評価を行う。

3. 性能評価

本章にて、提案手法の性能評価を行う。前章の想定アプリケーションを実装し、それを用いて既存のネットワークと提案手法を用いる DPN のアプリケーション性能を評価する。

3.1. 性能評価に用いたアプリケーション

性能評価に用いたアプリケーションは図 1 のものである。サーバ上で RDBMS が動作しており、表は整数型と文字列型の 2 列で構成される。問い合わせにはレコード数調査と挿入がある。

3.2. レコード数調査処理(ベアメタル環境)

本節にて、レコード数調査における通常手法と提案手法のベンチマークアプリケーションの性能の比較を行う。サーバには 14 個の RDB が存在し、各 RDB 内には 10 万行の表が 1 つ存在する。各 RDB は 1 つのファイルを有しており、それぞれのサイズは 2GB である。クライアントからは調査対象表名が送信される。クライアントが問い合わせを送信してから応答を受信するまでの時間を評価した。各要求は分離されて送信され、1 パケットには 1 つの要求のみが格納される。サーバ計算機は 1 台である。

測定結果を図 5 に示す。図の縦軸はレコード数調査の平均処理時間である。測定は 300 回行っている。図より提案手法により大幅な性能向上が実現されたことがわかる。

3.3. 挿入処理(ベアメタル環境)

本節にて、挿入処理における通常手法と提案手法のアプリケーション性能の比較を行う。サーバには 1 個の RDB が存在し、RDB には表が 1 つ存在する。クライアントからは挿入対象表名とタプル(ID とデータ)が送信される。クライアントが問い合わせを送信してから応答を受信するまでの時間を評価した。前節と同様に、1 パケットには 1 つの要求のみが格納され、サーバ計算機は 1 台である。処理は 10 回行った。

測定結果を図 6 に示す。図の縦軸は挿入の平均処理時間である。図より提案手法により大幅な性能向上が実現されたことがわかる。

3.4. レコード数調査処理(仮想化環境)

本節にて、仮想化環境におけるレコード数調査の通常手法と提案手法の性能の比較を行う。物理計算機と仮想計算機はそれぞれ 1 台である。測定は 300 回行った。

測定結果を図 5 に示す。図の縦軸はレコード数調査の平均処理時間である。図より提案手法により大幅な性能向上が実現されたことがわかる。

3.5. 挿入処理(仮想化環境)

本節にて、仮想化環境における挿入処理の性能の評価を行う。前節と同様に、物理計算機と仮想計算機はそれぞれ 1 台である。測定は 10 回行った。

測定結果を図 6 に示す。図の縦軸は挿入の平均処理時間である。図より提案手法により大幅な性能向上が実現されたことがわかる。

4. おわりに

本稿では、通信機器の高度な制御を可能とする DPN を用いてアプリケーションの一部の機能を通信機器内に実装する手法

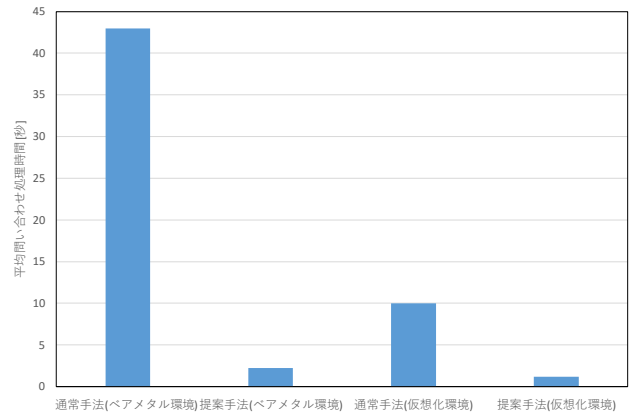


図 5 レコード数調査処理

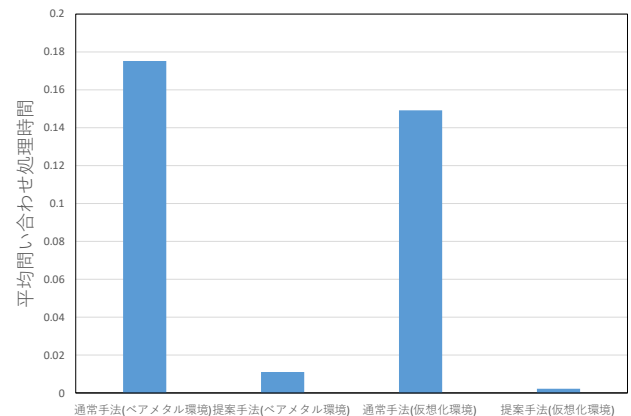


図 6 レコード挿入処理

を提案した。そして、性能評価を行い本手法によりアプリケーション性能の大幅な向上が実現できる例があることを示した。

今後は、TCP コネクションの DPN スイッチにおける制御を行っていく予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 25280022, 26730040, 15H02696 の助成を受けたものである。

本研究は、JST、CREST の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] A.Nakao, "FLARE: Open Deeply Programmable Switch," GEC 16, USA, 2013.
- [2] 蕪澤慎之介, 原雅貴, 中尾彰宏, 小口正人, 山本周, 山口実靖, "DPN スイッチによるアプリケーション性能向上に関する一考察", ネットワークシステム研究会(NS), (24)NS, June. 2016