



Webプロキシサーバにおける 動的資源管理方式の提案と実装

大阪大学 大学院基礎工学研究科
情報数理系専攻 博士前期課程2年
寺井 達彦



研究の背景

- インターネット利用者の増加によるネットワークトラフィックの増加
 - ネットワークの高速化技術に関する研究
 - TCPの輻輳制御方式に関する研究
- エンドホストの高速化に関する議論はあまり行われていない

ネットワークの高速化によってエンドホストの処理がデータ転送処理においてボトルネックになりつつある



これまでの研究

- SSBT方式 [1]の提案
 - E-ATBT (Equation-based Automatic TCP Buffer Tuning)
 - Webサーバにおける公平かつ効率的なソケットバッファ割り当て手法
 - SMR (Simple Memory-copy Reduction)
 - 送信側ホストの通信処理軽減手法

➡ **Webサーバへの実装実験によって、データ転送処理速度の向上、応答時間の削減などの有効性を示した。**

[1] Go Hasegawa, Tatsuhiko Terai, Takuya Okamoto, and Masayuki Murata, “Scalable Socket Buffer Tuning for High-Performance Web Servers”, in *Proceedings of IEEE ICNP 2001*, pp.281-289, Nov 2001



研究の背景 (2)

- Webプロキシサーバを介したHTTPアクセスの増加
 - HTTPによるアクセス全体の約35%を占める
 - Webプロキシサーバの処理能力の不足によるWebドキュメントの転送スループットの低下

**Webプロキシサーバにおけるデータ転送処理の
高速・高機能化の検討が必要**



研究の目的

- エンドホストにおけるTCPによるデータ通信処理の問題点を指摘
 - ソケットバッファ管理
 - コネクション管理
- 問題点を解決する方式の提案
 - ソケットバッファ管理方式
 - コネクション管理方式



エンドホストにおける TCPデータ転送処理の問題点

- ソケットバッファの割り当て
 - サーバは複数のTCPコネクションを同時に扱わなければならないが、帯域、伝搬遅延時間等のネットワーク環境は各TCPコネクションによって異なる
 - 現在の多くのOSでは、固定長のソケットバッファを各TCPコネクションに割り当てる
 - 各TCPコネクションのネットワーク環境が考慮されていない



エンドホストにおける TCPデータ転送処理の問題点 (Cont'd)

- コネクション管理
 - サーバ資源の管理
 - *mbuf*, ファイルディスクリプタ、コントロールブロック
 - 資源が不足すると、サーバは新規のTCPコネクションの確立を拒否する
 - Persistent TCPコネクションの管理
 - TCPによるデータ転送後、一定時間コネクションを保持する
 - TCPの3 way-handshakeの省略
 - サーバ資源を一定時間占有する
 - 割り当てられた資源が無駄になる可能性もある



提案方式

- ソケットバッファ管理方式 (E²-ATBT方式)
 - E-ATBT方式をWebプロキシサーバの特性に合わせて改良した方式
 - 受信側ソケットバッファの考慮
 - 上向きのTCPコネクションと下向きのTCPコネクションの依存関係の考慮
- コネクション管理方式
 - サーバ資源の管理
 - Persistent TCPコネクションの管理



ソケットバッファ管理方式 (E²-ATBT方式)

- E-ATBT方式
 - 各TCPコネクションのスループットを3つのネットワークパラメータを用いて数学的解析手法により推測
 - p (パケットロス率)、 RTT (Round Trip Time)、 RTO (再送タイムアウト)
 - 推測されたスループットに基づいて、各コネクションに割り当てるバッファサイズを決定する

Webプロキシサーバの特性を考慮してE-ATBT方式を改良



ソケットバッファ管理方式 (E²-ATBT方式) (Cont'd)

- Webプロキシサーバの特性
 - 送信側ホストにも受信側ホストにもなりうる
 - クライアント向けコネクションとWebサーバ向けコネクションを同時に扱う
 - 受信側ソケットバッファの制御の必要性
 - 受信側バッファがボトルネックとなって、スループットの低下を招く
 - 効率的な資源利用のためには受信側バッファの動的割り当て制御が必要
 - 受信側バッファサイズを送信側ウィンドウサイズ以上にする

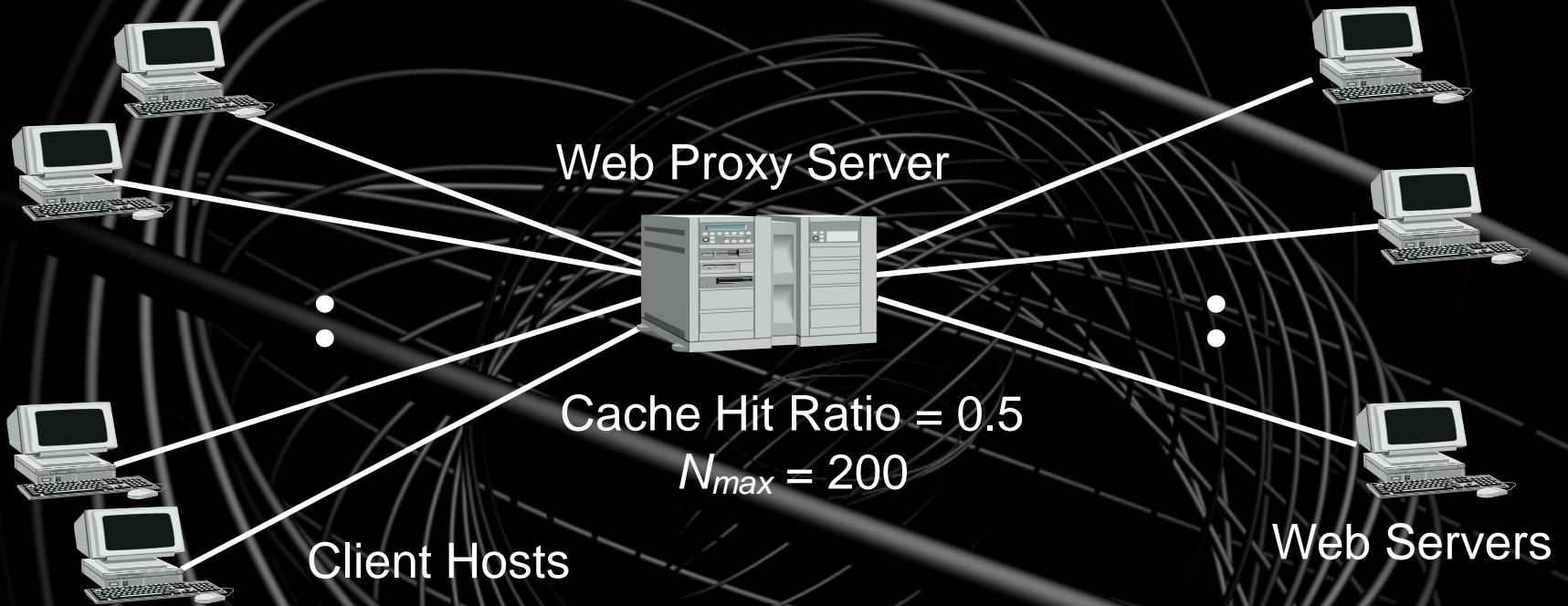


コネクション管理方式

- Webプロキシサーバの残存資源が十分にあるとき
 - 従来通り、persistent TCP コネクションを扱う
- Webプロキシサーバの残存資源が少ない場合
 - データ転送が行われていないpersistent TCP コネクションを切断し、新規TCPコネクションを確立する
 - 最後にデータ転送を終了してからの経過時間が長いpersistent TCP コネクションから切断する
- 一定時間毎にpersistent TCP コネクションが保持しているソケットバッファを半分にする



シミュレーションによる評価



	台数	伝搬遅延時間	パケットロス率
Server	50台	10 ~ 200 [ms]	0.0001 ~ 0.01
Client	50,100,200,500台	10 ~ 100 [ms]	0.0001 ~ 0.01

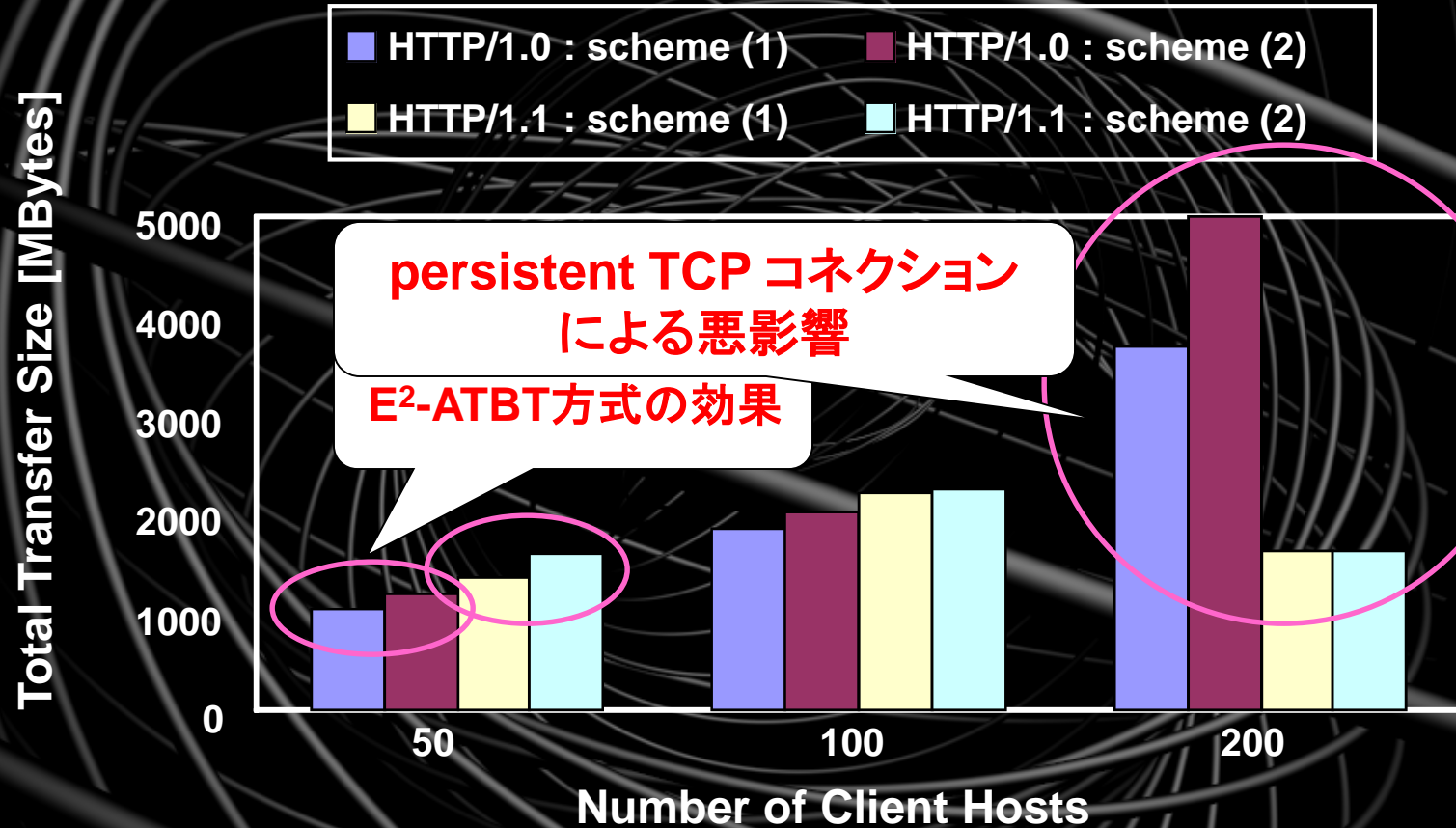


評価対象

- 性能評価対象
 - Scheme (1) : 従来方式
 - Scheme (2) : E²-ATBT方式
 - Scheme (3) : Scheme (2) + コネクション管理方式
 - Scheme (4) : Scheme (3) + ソケットバッファを一定時間ごと減らす方式

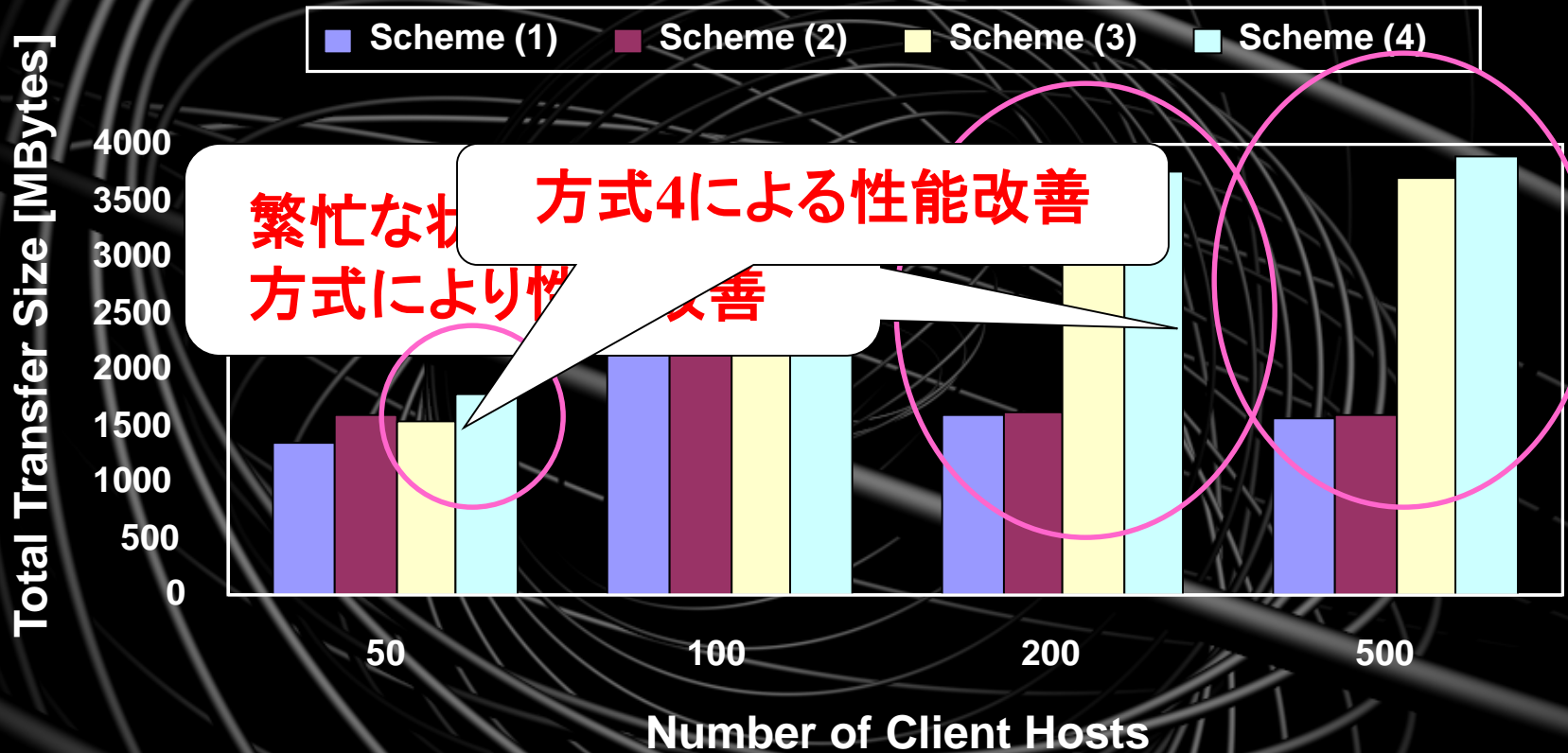


HTTP/1.0とHTTP/1.1の比較





Webプロキシサーバの性能評価

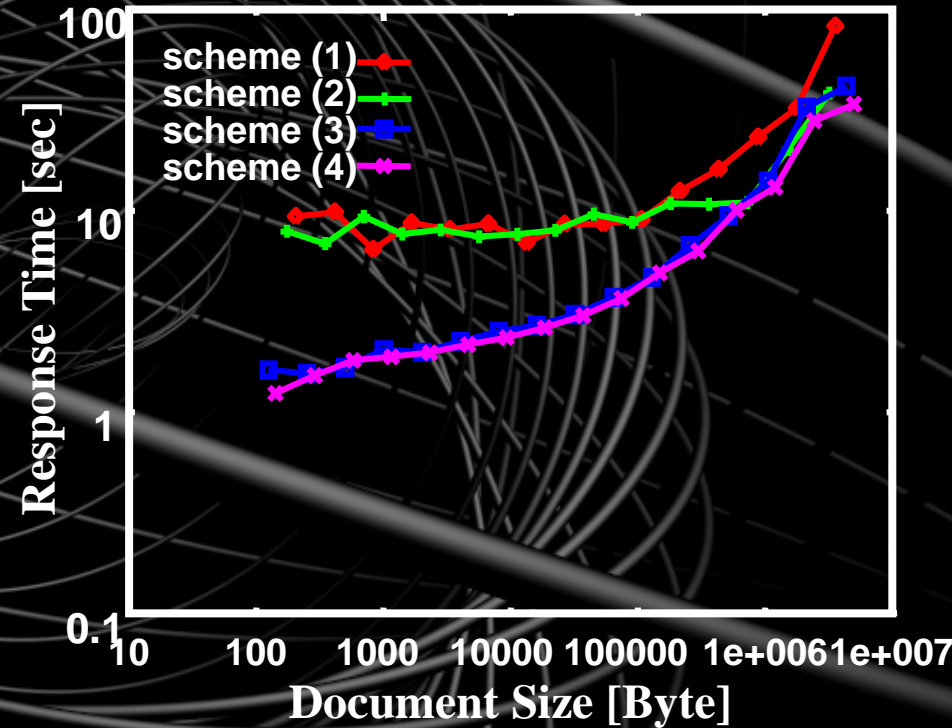
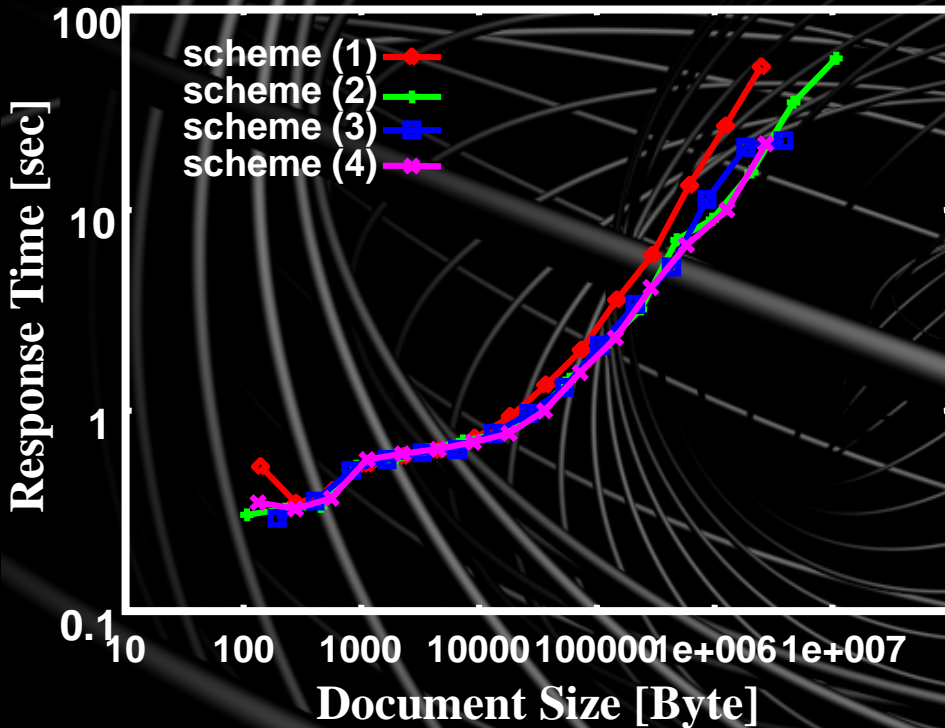




ユーザから見た応答時間の評価

クライアント 50台

クライアント 200台





実装に関する検討

- 動的ソケットバッファ管理方式
 - Webプロキシサーバにおいて、送信側ソケットバッファの使用率を監視し、割り当てられたソケットバッファを使い切れていない場合には割当量を減少させる
 - Webプロキシサーバが、Webサーバにドキュメント転送要求する時に、依存関係、ソケットバッファに関する情報をパケットヘッダに付加する
- コネクション管理方式
 - 新しいシステムコールとカーネル領域に構造体を作成し、persistent状態にあるコネクションを管理
 - 古いpersistent TCP コネクションから順に参照できるようにリスト型のデータ構造を使用



まとめと今後の課題

- Webプロキシサーバの特性を考慮したソケットバッファ管理方式、コネクション管理方式の提案
- シミュレーションによる評価より有効性を確認
 - Webプロキシサーバの性能改善
 - レスポンス時間の短縮
- 今後の課題
 - 実コンピュータ上へ実装し、性能評価を行う



2002年2月14日

情報ネットワーク研究会