

# メモリベース・キャッシング代理サーバの実装

-アクセスピーク時における応答時間劣化の軽減手法-

奈良先端科学技術大学院大学

梶田 朋己

*tomomi-k@is.aist-nara.ac.jp*

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

Graduate School of Information Science,  
Nara Institute of Science and Technology

## 発表の流れ

---

- 背景
- キャッシング代理サーバのアクセス
- アクセスピーク時の応答劣化
- メモリベースキャッシング代理サーバ
- 実装
- 実験
- 今後の課題

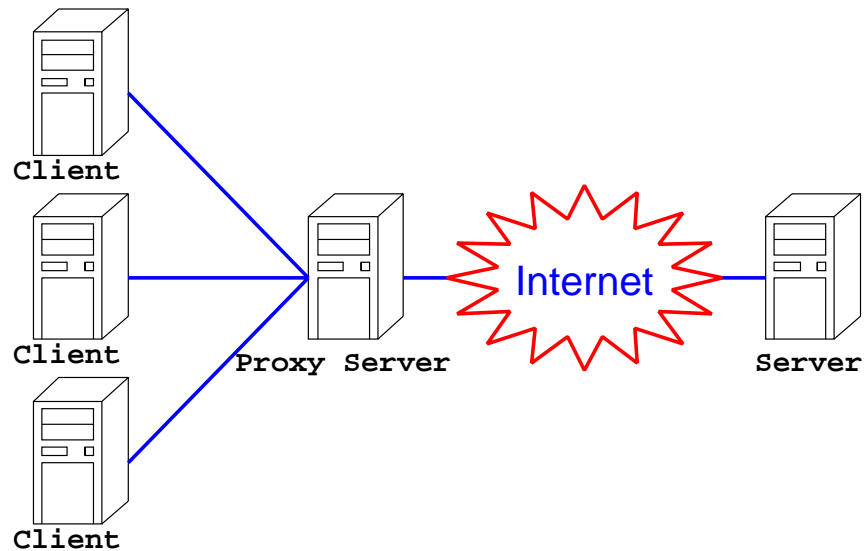
## 背景

---

- World-Wide Web(WWW) の利用者数の増加
  - サーバの負荷上昇
  - トラフィックの増加
- 負荷の軽減に WWW キャッシングを利用
  - クライアントによる WWW キャッシング
  - キャッシング代理サーバ

## キャッシング代理サーバ

---



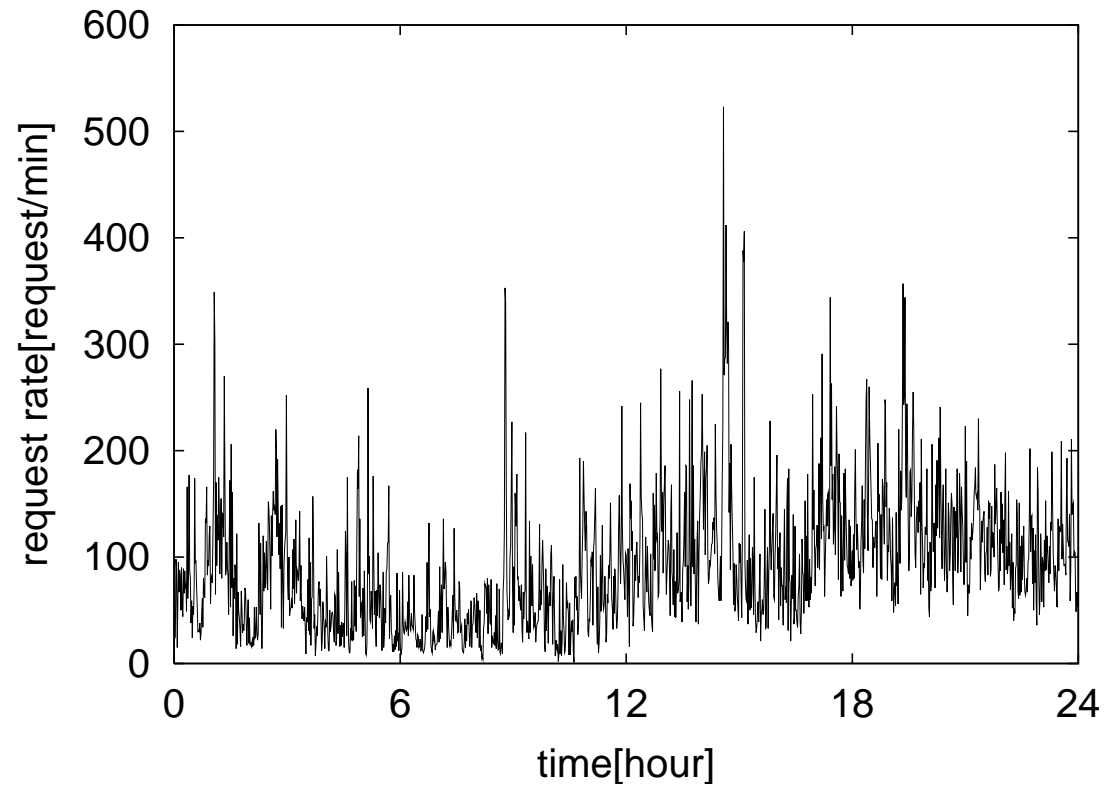
キャッシングを行うと、

- トラフィックの削減
- 応答時間の短縮

代理サーバへのアクセスが増加すると、代理サーバの応答時間が劣化

## 代理サーバへのアクセス

---



代理サーバへのアクセスには、偏りが存在する

## ピークとオフピーク

---

- ピークとオフピーク
  - アクセスの集中する時間帯（ピーク）
    - ▷ リクエストが到着する間隔が短い
    - ▷ 単位時間当たりに到着するリクエスト数が多い
  - アクセスの散漫な時間帯（オフピーク）
    - ▷ リクエストが到着する間隔が長い
    - ▷ 単位時間当たりに到着するリクエスト数が少ない
- アクセスのピークには、オフピークの約 3 倍のアクセスがある（“Sizing up your Web server”, SunWorld, October 1997, B.L.Wong ら）

## 目的

---

アクセスのピークになると、代理サーバの応答が急激に悪化



アクセスピーク時における代理サーバの応答劣化を改善する手法を提案し実装を行う

## 応答時間劣化の原因

---

一つのリクエストにつき、二つのコネクション



- クライアントからみてサーバとして動作
- WWW サーバからみてクライアントとして動作



- 代理サーバの処理能力不足による劣化
- ネットワーク帯域の不足による劣化



## 応答時間劣化の原因 (*cnt'd*)

---

WWW キャッシングには、大きな記憶領域が必要

- キャッシュは、ディスクベースで蓄積
- ピークになると、ディスク I/O がボトルネック



解決策

- ディスクのボトルネック緩和には、メモリを用いる方法が一般的 (OS によるディスクキャッシュ etc.)

## メモリとディスクの併用

---

### 最近の動向 …… メモリとディスクの併用

- アクセスされる頻度が高いオブジェクトはメモリ内に保持
- アクセスされる頻度の低いものはディスク内に保持
- アクセスが少ない時は、効果的である
- アクセスが増加すると、ディスク I/O の影響を受ける

## メモリベースキャッシング

---

- メモリの大容量、低価格化
  - ⇒ メモリのみによる WWW キャッシングが可能
- メモリベースにより、
  - ディスク I/O によるボトルネックの緩和
  - キャッシュヒットしたときの応答時間の向上

メモリベースキャッシング代理サーバの提案はいくつか存在する (“Memory-based architecture for distributed WWW caching proxy”, 7th Internet World Wide Web Conference”, April 1998, Australia, 西川ら )

## 設計 – メモリベースキャッシング –

---

- 物理メモリのみの使用
- 置換アルゴリズムは、LRU を採用
- 個々のオブジェクトに割り当てるキャッシュ領域のサイズは固定長
- 割り当てたサイズよりも大きいオブジェクトは破棄

## 実装

---

- select() システムコールによる I/O 多重
- キャッシュ領域は、起動時にヒープ領域から確保
- 線形リストを用いた LRU アルゴリズム
- 高速化のためキャッシュの検索は、ハッシュを利用

## アクセスピーク時の応答時間測定

---

メモリベースによって、ピークにおける応答劣化が緩和されるかどうかを調べる

1. ピークにおけるアクセスパターンをモデル化
2. モデル化したアクセスパターンを生成
3. 生成したアクセスパターン上で測定
4. 得られた結果を比較

## 比較に用いた代理サーバ

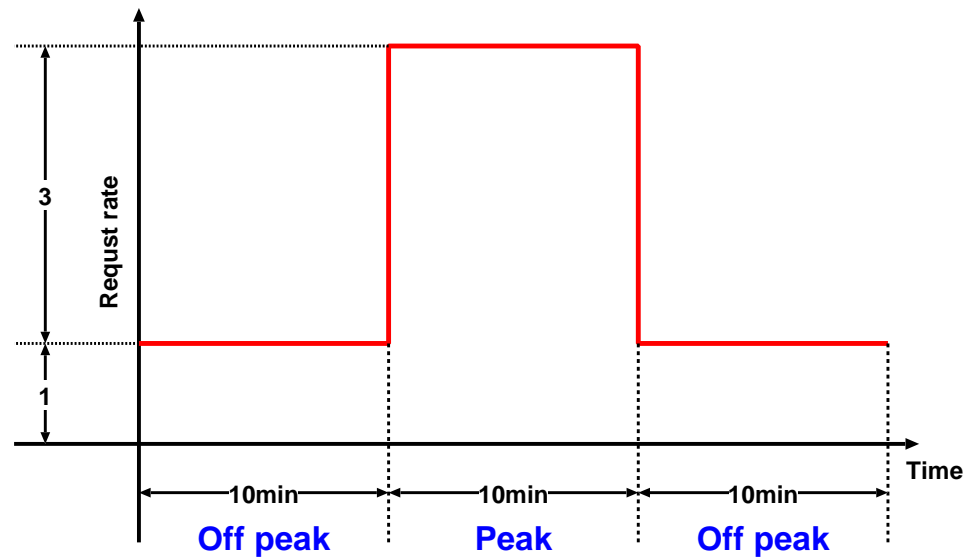
---

- tmproxy(実装した代理サーバ)
- Squid 2.2 STABLE 4
  - ディスク上にキャッシュ
  - MFS(Memory File System) 上にキャッシュ

## アクセスパターンのモデル

---

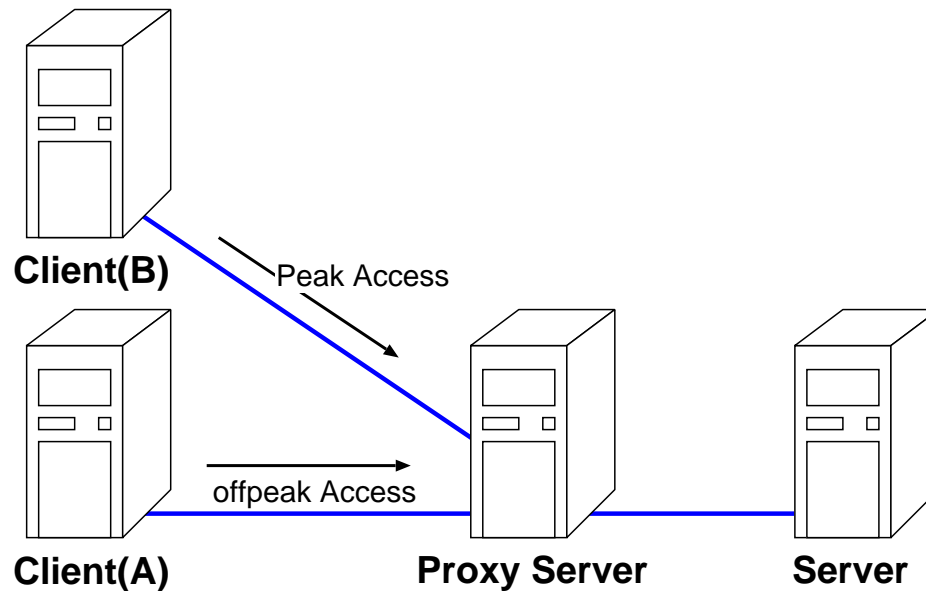
- 一つのピークに注目
- 凸型のアクセスモデル
- ピークの高さは、オフピークの4倍





## アクセスパターンの発生方法

---



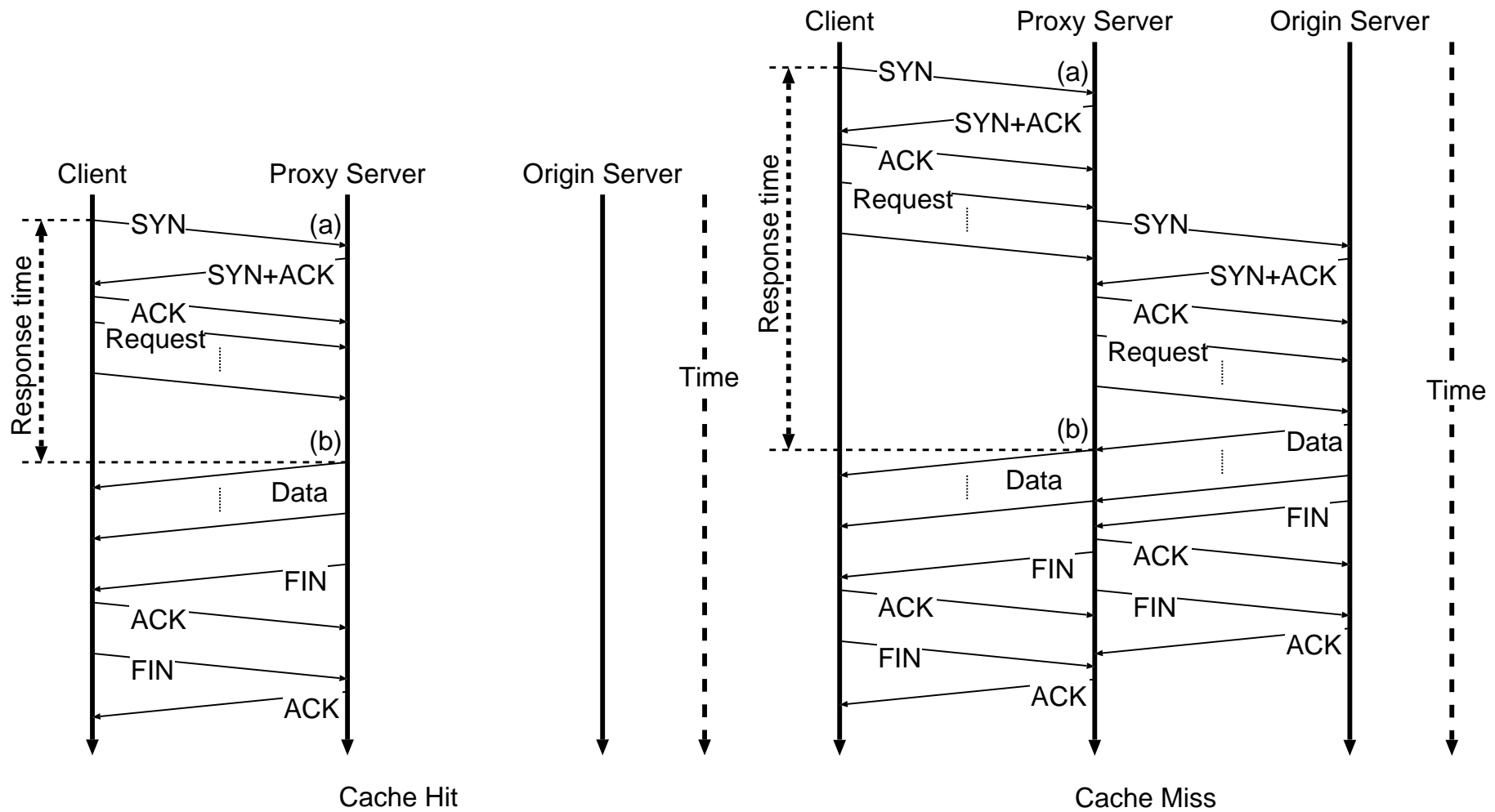
1. オフピークを発生する (A) を起動
2. (A) の起動から 10 分後に、ピークを発生する (B) を起動
3. (B) を起動から 10 分後に停止
4. (A) を起動から 30 分後に停止

## 性能の指標

---

- 性能の指標は、応答時間
  - Polygraph では、個々のリクエストについての詳細なデータが得られない
    - ⇒ ENMA を利用
  - ENMA とは、
    - ▷ パケットモニタリングにより WWW サーバの性能を測定するツール
    - ▷ “ENMA: The WWW Server Performance Measurement System via Packet Monitoring” INET’99, San Joze, 中村ら
- リクエスト頻度の指標は、リクエストレート

# 応答時間の定義



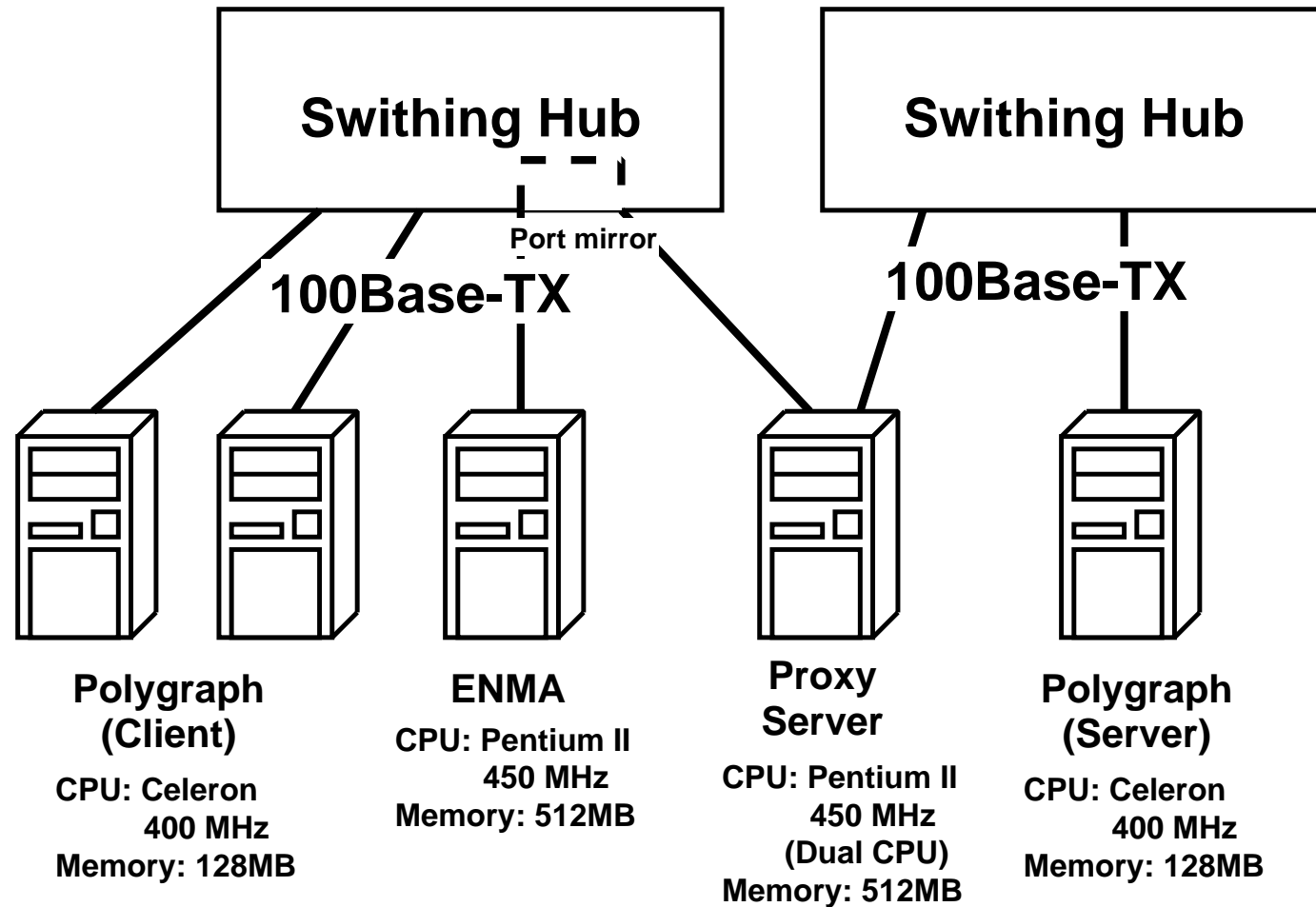
## 他のパラメータ

---

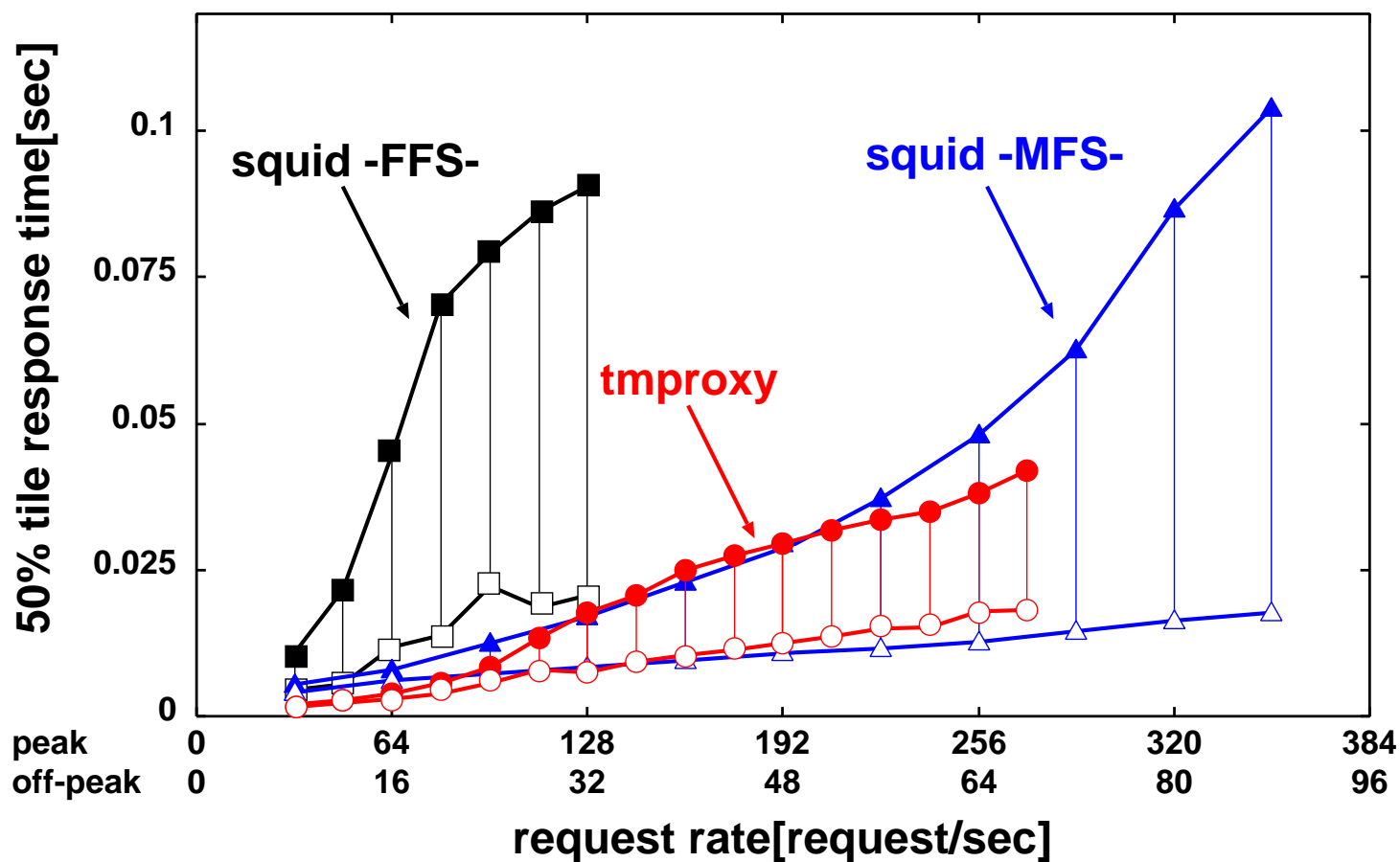
- 代理サーバの設定
  - squid のディスクキャッシュサイズは、100MByte
  - squid のメモリキャッシュサイズは、0MByte
  - tmproxy のキャッシュサイズは、100MByte
- その他のパラメータは、1st Bake-off を参考
  - ヒット率は、55%
  - キャッシュ可能率は、80%
  - オブジェクトサイズは、平均 10KByte
  - サーバが応答を返すまでの遅延時間は、平均  $2 \pm 1.5$ [sec]

# 測定環境

---



# 測定結果



- メモリベースによる応答時間劣化の大幅な緩和を確認

## 今後の課題

---

- アクセスピークの過渡解析
  - polygraph-1.3 では、過渡解析が困難
    - ⇒ polygraph-2.0 から、アクセスの細かい制御が可能
- WAN 環境のエミュレート
  - dummysnet などによる WAN 環境のエミュレートが必要
- 効率の良いキャッシュ管理アルゴリズムの開発
  - パフォーマンスを損なわずにキャッシュサイズを縮小
  - ピーク・オフピークを考慮したキャッシュ管理

## まとめ

---

- 代理サーバへのアクセスには偏りが存在
- アクセスのピークになると代理サーバの応答が劣化
- 応答時間劣化の原因の一つが、ディスクI/Oであることに注目
- メモリベースでキャッシュを行なうことで改善できることを提案
- 実際にメモリベースキャッシング代理サーバを実装
- 測定の結果、大幅な改善が可能であることを確認



- 代理サーバのベンチマークソフトウェア
- 開発元は IRCache
- 入手先は、<http://polygraph.ircache.net/>
- クライアントとサーバから構成されており、間に代理サーバを挟んで測定
- レスポンスレート、平均応答時間、キャッシュヒット率、エラーの発生数が測定可能
- リクエストレート、ヒット率、アクセスパターンなどのパラメータが設定可能
- 1.2.1 から、オブジェクト生存期間( Expire タグ )の設定も可能
- 2.x からは、より細かいアクセスの設定が可能

## ENMA (Enhanced Network Packet Measurement Agent)

---

- パケットモニタリングによって WWW サーバの性能測定を行うツール
- 開発者は、奈良先端科学技術大学院大学の中村ら
- 入手先は、<http://enma.aist-nara.ac.jp/>
- 詳しい話は、開発関係者がその辺にいるのでとっ捕まえて聞いて下さい。

# 測定結果 with async mount

