

DA02636
2000
(H9)

アクティブネットワーク技術を利用した
名前解決法に関する研究

工学研究科
筑波大学

2001年3月

東村 邦彦

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| 寄 | 贈 |
| 東 村 邦 彦 氏 | 平 成 年 月 日 |

01003459

概要

本論文では、名前解決を系統的にカスタマイズ可能とする多重名前空間システムの提案と、広域環境での名前解決機構においてアクティブネットワーク技術を利用しキャッシュを途中経路上の機器に導入する *intermediate caching* の手法の提案を行う。

分散ファイルシステムにおいては、名前の位置透明性や位置独立性が求められてきた。これらの性質は、ユーザの位置に関わらず同じ名前空間が提供されるという点で、分散システムでは望ましい性質である。しかし、分散環境全てのユーザが全く同じ名前空間を共有するのは望ましくない場合も存在する。例えば、ソフトウェアの開発作業など、個人的にファイルを書き換える必要が存在する場合、一つの名前に対し、複数のバージョンのファイルに対応づける必要がある。単一の名前空間では、それぞれのバージョンのファイルの名前付けに対し、何らかの *ad hoc* な *convention* を取り決めることで、ユーザあるいはプログラムがバージョン管理を行っていた。これを解決するには、一つの名前に対して複数の実体を結びつけ、かつそれを系統的に管理することができる名前解決システムが不可欠である。本論文では、単純な単一名前空間を多重化することにより、系統的な方法で名前空間をカスタマイズ可能にする多重名前空間を提案する。また、提案方式を用いた名前解決のカスタマイズ法を示し、プレフィックス・テーブルを用いた効率的な名前解決法の実装法と実験結果を示す。

広域分散環境における名前解決では、伝搬遅延の問題や、限られたネットワークバンド幅などの理由から、キャッシュ技術を用いて無駄なトラフィックを減らすことが不可欠である。近年、アクティブネットワーク研究と呼ばれる、パケットの通信経路上の機器においてパケットのルーティング以上の処理を行わせる研究が行われている。また、現在、ルータ上に Web のキャッシングを透明に導入する製品も存在し、これら通信経路上の機器に何らかの処理を行わせることは現実的なものとなってきている。本論文では、アクティブネットワーク技術を用いて広域分散環境での名前解決を高速化する一手法を提案する。この手法の特徴は、名前解決クライアントおよびサーバの両端点でなく、その通信経路上の機器でクライアントおよびサーバに対し透明にキャッシングを行う点にある。さらに、それぞれの機器がキャッシュをインクリメンタルに伝播することで、キャッシュが無制限に伝播することを抑制している。本論文では、提案システムのプロトタイプを前述の多重名前空間の名前解決システムとして実現する方法と実験結果を示す。

目次

| | | |
|------------|------------------------------|----------|
| 第1章 | 序論 | 1 |
| 1.1 | 研究の背景 | 1 |
| 1.1.1 | 名前空間と名前解決 | 1 |
| 1.1.2 | 名前空間のカスタマイズ | 1 |
| 1.2 | 研究の目的と成果 | 2 |
| 1.2.1 | 多重名前空間の提案 | 2 |
| 1.2.2 | アクティブネットワーク技術を利用したキャッシュ機構の提案 | 3 |
| 1.3 | 本論文の構成 | 3 |
| 第2章 | 関連研究 | 5 |
| 2.1 | 名前解決 | 5 |
| 2.1.1 | 名前 | 5 |
| 2.1.2 | ファイルシステムと名前 | 5 |
| 2.1.3 | 単一名前空間 | 8 |
| 2.1.4 | Domain Name System | 9 |
| 2.2 | 名前空間のカスタマイズ | 11 |
| 2.2.1 | Prospero | 12 |
| 2.2.2 | Active Names | 12 |
| 2.2.3 | Translucent file service | 12 |
| 2.2.4 | 3-D file system | 13 |
| 2.3 | アクティブネットワーク | 13 |
| 2.3.1 | PLANet | 14 |
| 2.3.2 | ANTS | 15 |
| 2.3.3 | NetScript | 15 |
| 2.3.4 | Active Messages | 15 |
| 2.4 | 広域ネットワーク上のキャッシング | 16 |
| 2.4.1 | Harvest | 16 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 2.4.2 | 広域環境でのキャッシュ一貫性管理 | 16 |
| 2.4.3 | キャッシュを内蔵したルータ | 17 |
| 2.4.4 | Web キャッシングと名前解決キャッシュの関連 | 17 |
| 2.5 | まとめ | 18 |
| 第3章 | 多重名前空間 | 19 |
| 3.1 | 多重名前空間の構成 | 19 |
| 3.2 | 名前空間のカスタマイズ | 21 |
| 3.3 | 設計と実現 | 24 |
| 3.4 | 多重名前空間の効率的な実装法 | 25 |
| 3.4.1 | 単一名前空間内探索の効率化 | 25 |
| 3.4.2 | 単一名前空間間探索の効率化 | 27 |
| 3.5 | 実験 | 29 |
| 3.5.1 | クライアントのレスポンスタイム | 31 |
| 3.5.2 | サーバが受信した要求の数 | 33 |
| 3.6 | まとめ | 34 |
| 第4章 | アクティブネットワーク技術を利用したキャッシュ方式 | 35 |
| 4.1 | Intermediate Caching | 35 |
| 4.2 | 多重名前空間システムの設計と実現 | 40 |
| 4.3 | 多重名前空間システムへの Intermediate Caching の適用法の詳細 | 41 |
| 4.3.1 | キャッシュの形成と利用 | 43 |
| 4.3.2 | キャッシュの無効化 | 44 |
| 4.3.3 | キャッシュのオーバーフロー | 45 |
| 4.3.4 | キャッシュアクセス情報の伝播 | 47 |
| 4.4 | 実装 | 47 |
| 4.5 | 実験 | 50 |
| 4.5.1 | 実験 1: キャッシュサイズ | 53 |
| 4.5.2 | 実験 2: パラメータ N_{acc} と N_{prop} | 56 |
| 4.5.3 | 実験 3: 伝播遅延とレスポンスタイム | 60 |
| 4.6 | まとめ | 61 |
| 第5章 | 結論 | 63 |
| | 謝辞 | 66 |

| | |
|--------------|----|
| 参考文献 | 67 |
| 付録 A 著者論文リスト | 71 |

目次

| | | |
|------|------------------------------------|----|
| 2.1 | 名前解決関数 | 6 |
| 2.2 | ハードリンク | 7 |
| 2.3 | シンボリックリンク | 7 |
| 2.4 | リモートマウント | 8 |
| 2.5 | DNSにおける名前の一例 | 9 |
| 2.6 | クライアントから見たDNSの名前解決システム | 10 |
| | | |
| 3.1 | 多重名前空間の例 | 20 |
| 3.2 | 異機種分散環境での利用例 | 22 |
| 3.3 | 計算機を用いた設計作業での利用例 | 23 |
| 3.4 | 多重名前空間のサーバ構成 | 25 |
| 3.5 | プレフィックス・テーブルの初期状態の例 | 26 |
| 3.6 | 情報が追加された状態 | 27 |
| 3.7 | 名前空間選択テーブルの例 | 28 |
| 3.8 | 名前空間順序リンク | 29 |
| 3.9 | 実験時のマシン構成 | 30 |
| 3.10 | クライアントのレスポンスタイム | 32 |
| 3.11 | サーバが受信した要求の数 | 33 |
| | | |
| 4.1 | 提案方式の構成 | 36 |
| 4.2 | キャッシュの形成 | 37 |
| 4.3 | キャッシュの利用 | 38 |
| 4.4 | サーバ側の処理 | 42 |
| 4.5 | Delegation Counterの付加によるキャッシュ伝播の制限 | 44 |
| 4.6 | キャッシュの無効化 | 45 |
| 4.7 | インクリメンタルなキャッシュ構成法におけるアクティブノードでの処理 | 46 |
| 4.8 | ANEPパケット | 48 |
| 4.9 | プロトタイプシステムの概念図 | 49 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 4.10 ANEPd の構成 | 51 |
| 4.11 計算機の構成 | 52 |
| 4.12 リクエスト列の局所性 | 53 |
| 4.13 サーバに到達したリクエスト数 | 55 |
| 4.14 クライアントのリクエストの平均ホップカウント | 56 |
| 4.15 交換されたパケットの総数 | 57 |
| 4.16 交換されたパケットの総数 | 59 |
| 4.17 サーバへ到達したリクエストの総数 | 59 |
| 4.18 クライアントのリクエストの平均ホップカウント | 60 |
| 4.19 クライアントのレスポンスタイム | 61 |

表目次

| | | |
|-----|-------------------------|----|
| 3.1 | 実験環境 | 30 |
| 4.1 | クライアントからの操作要求 | 40 |
| 4.2 | 実験環境 | 50 |
| 4.3 | 実験1で使用したパラメータ | 54 |
| 4.4 | 実験2で使用したパラメータ | 58 |
| 4.5 | 実験3で使用したパラメータ | 60 |