

第1章 序論

1.1 研究の背景

1.1.1 名前空間と名前解決

計算機あるいは計算機のユーザが扱う各種の多様な資源を指し示すために、資源には名前付けがなされる。この名前付けによって初めて、資源を区別することが可能となることから、名前解決の機構は計算機の動作の基礎となる機構として重要なものであると言える。一般に、名前解決システムとは、2つの名前空間の間の対応付けを行う機構と定義することが可能である。例えば、Unix ファイルシステムにおける名前解決システムは、計算機ユーザが扱う木構造をもったシンボリックな名前空間から、i-node 番号の空間への対応付けを行う。

名前解決システムが主に良く使用されるのは、ユーザが扱いやすい名前から、計算機が扱いやすい名前へと変換するという用途である。従来は、名前解決システムは単一の計算機の内部でローカルの資源に対して使用されていた。しかし、計算機ネットワークの広がりとともに、ローカルエリアネットワーク内の資源から、さらに広域ネットワーク上の資源を指し示すことができるようになり、名前解決システムの適用範囲は非常に大きな範囲に広がってきている。

1.1.2 名前空間のカスタマイズ

広域ネットワーク上に散在する各種の資源を指し示すために、Domain Name System(DNS) [18, 19] や Uniform Resource Identifier(URI)[5] などが利用されている。これらの名前付けに共通して言えることは、単一でグローバルな名前空間が構成されているということである。この性質により、場所によらず一定の名前で世界中から資源を指し示すことが可能となっている。この性質は、名前を介して地理的に分散した計算機ユーザが協調作業を行う際には非常に重要な性質であり、名前空間の性質としては非常に望ましいものである。しかし、単純な単一の名前空間では、機能不足となる場合がある。そのような場合の3つの典型的な例を以下に示す。

第一の例は、異機種分散環境に起因するものである。広域ネットワーク上に存在する各種の資源は、プログラムであれば計算機アーキテクチャの違い、文書であれば言語・フォーマットの違いなどがある。このような場合、アーキテクチャや言語が異なっても、その名前は単一として透明性を達成したいが、ユーザの望む資源の実体が参照できるようになっている必要が有る。

第二の例は、計算機を用いた設計作業に関するものである。このような設計作業には、しばしば試行錯誤を伴う。その際に設計者グループなどを単位として、ファイルの修正等を実験的に行う必要が生じることが有る。

第三の例は、利用する資源がユーザからは操作できないが、一時的に他の資源で置き換えたい場合である。例えば、CD-ROMに代表される読み出し専用媒体や、書き換え権限を持っていない他人のファイルなどに個人的な annotation を加えたい場合などがこの場合に当たる。

このような例に対し、ユーザが名前空間の系統的にカスタマイズ可能とすることで、これらの問題に対処できると考えられる。

1.2 研究の目的と成果

1.2.1 多重名前空間の提案

本論文では、単一でグローバルな名前空間を提供しつつ、名前空間を多重化する方式について論じる。多くの名前空間においては、単一の論理資源名を単一の物理資源名に写像することに加え、複数の論理資源名を単一の物理資源名に写像することにより、ある単一の資源に対し複数の視点からみた異なる論理資源名を与えることができる。それらの写像の方法に加え、本提案方式では、一つの論理資源名を複数の物理資源名に写像することができ、かつ写像の方法を名前解決ごとに変更することを可能とする。

多重化された名前空間は、各名前空間の和としてユーザに示される。そのため、各名前空間はより下位に存在する名前空間との差分のみを保持すればよく、名前空間の多重化に伴う記憶域利用効率の低下は最小限に抑えることが可能である。

多重名前空間の実現には、単一名前空間の実現で必要であった単一名前空間内での効率的な名前解決機構の実現に加え、複数の名前空間にまたがった名前探索を効率化する必要がある。本論文では、単一名前空間内の探索を、プレフィックス・テーブル [34] を利用したヒントキャッシュにより高速化する手法について述べる。また、複数の単一名前空間にまたがった探索を、名前空間選択テーブルを用いて不要な空間への

探索をスキップすることで高速化する手法について述べる。

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

広域ネットワーク中で単一の名前空間を共有するためには、名前解決を行うために必要なサーバは地理的に分散することになる。そこで、問い合わせを行う際には、サーバへの負荷の軽減や、解決にかかる時間の短縮の観点から、キャッシュ技術などを用いて無駄なトラフィックを削減することが重要である。

従来、キャッシュはサーバ側やクライアント側など、問い合わせのための通信経路の両端点で行うことが普通であった。しかし、近年、通信経路上に存在する機器において通過するパケットに対して処理を行わせるという、PLANet[13, 12], ANTS[38], NetScript[39]に代表されるアクティブネットワーク研究が出現し、ルータなどのネットワーク経路上のマシンに何らかの処理を行わせることが考えられるようになってきている。

また、現在でも通常のワークステーションやPCをルータとして使用しているサイトや、専用のルータ上にWebのキャッシング機能を導入した製品なども有り、ルータ上で何らかの処理を行うことは現実的なものと言える。

提案方式では、名前解決を行うために必要なパケットが通る経路上に存在するルータなどの上にキャッシュ機構を導入し、名前解決の効率化を図る。名前探索システムの両端点にキャッシュ機構を埋め込むのではなく、途中経路でキャッシュすることには、以下の利点がある。第一に、ネットワーク上で透過的にキャッシングを行うため、端点にあるサーバとクライアントは名前解決のアルゴリズムだけを純粹に記述するだけで良くなり、プログラミング上の利点が得られる。第二に、キャッシュする場所を、サーバ・クライアント間の経路上で任意に設定できることにより、サーバに近い場所にキャッシュを置くことで一貫性を細かく制御したり、クライアントに近い場所に置くことで、レスポンスを向上させたりできるなど、キャッシュする内容によって柔軟な対処を行うことが可能となる。

1.3 本論文の構成

本論文は以下のように構成されている。第2章では、名前解決に関して概観し、名前解決のカスタマイズ、アクティブネットワーク、広域ネットワークでのキャッシングに関する関連研究について述べる。第3章では、ユーザが系統的に名前空間をカスタマイズ可能とする多重名前空間システムに関して述べ、プレフィックス・テーブル

および名前空間選択テーブルによる効率的な名前解決法，およびその方式の性能評価を行う実験に関して述べる．第4章では，アクティブネットワーク技術を利用した効率的な名前解決の方式および実装の詳細と，提案方式の性能を測定する実験の結果について述べる．最後に，第5章で本論文を総括する．