

論文内容の要旨

博士論文題目

インターネットにおける高機能サービス実現のための
通信データに対する処理の選択機構に関する研究

氏名

垣内 正年

論文内容の要旨

ネットワークサービスとは、情報を目的地に送り届ける仕組みだと言える。インターネットは多数の小さなネットワークの集合であるため、通常、情報が目的地に到着するまでには、ネットワーク間を中継する複数のノードを経由する。正しい目的地に情報が送り届けられるためには、各中継点で情報が次の中継点へ正しく転送される必要がある。言い換えると、各ノードは転送先別に情報を分類する必要がある。しかし、インターネットサービスの多様化にともない、情報の分類は複雑化し、複数のサービス間で分類ポリシーが複雑に関係するようになった。この結果、サービス間のポリシーの関係が不明瞭になり、ネットワーク全体の制御が困難になった。本研究ではこの問題に対し、複数のポリシーに対応可能な一般化した分類機構を構築することを目標としている。このために、サービス依存・非依存の分離を中心にモデルを構築し、設計・実装を行い、実証実験を通して検証と評価を行った。

本論文では、従来の分類機構について述べ、複数のサービスが存在するネットワークにおけるポリシーの競合について議論した。そのあと、サービスから分類機構を分離したパラメータフィルタの概念を明確化した。パラメータフィルタはデータを分類するデータベースの要素として、フィルタ規則であるレコードパラメータと処理内容であるアクションの組で構成する分類レコードを持つ。パラメータフィルタは入力データの属性値であるキーパラメータを入力すると、キーパラメータとレコードパラメータを比較し、適合したレコードパラメータに対応するアクションを出力する。つまり、データを分類するためにフィルタ規則が記述された分類レコードを分類する。

次に、サービス非依存部分とサービス依存部分の2段階のステージに分離したパラメータフィルタ、KUMA's Universal Parameter Filter (KUPF)を提案した。サービス非依存部分の第1ステージは、キーパラメータとレコードパラメータの比較方法を定義した分類スキーマに従って、入力データと分類レコードを比較する。サービス依存部分の第2ステージは、サービス毎のポリシーに従って、第1ス

ページの結果からデータに適用するアクションを保持する分類レコードを選択する。これにより、第1ステージは分類スキーマにのみ依存するために汎用的に使用でき、第2ステージ内でサービス依存部分が完結するため、サービス毎のポリシーに依存する処理が明確になる。

上記モデルに基づいたフレームワーク、KUPFフレームワークを構築し、DiffServ, MPLSによるQoS保証ネットワークを構築して実証実験を行い、従来のDiffServ実装と比較した処理性能測定を行った。その結果、本研究の提案モデルが実運用にも耐えうることを示せたが、サービスに特化したデータ分類機構に比べ、処理速度性能が劣ることが明らかになった。

処理速度向上を図るために、パラメータフィルタの第1ステージに多次元空間上での効率的な検索手法として知られるR*-treeを応用した。この結果、フレームワークの汎用性を維持しながら処理速度の大幅な向上を達成し、分類フィルタ数が多い場合にサービスに特化した実装を上回る性能を示した。

本研究で提案するパラメータフィルタをネットワークサービスに適用することで、新たなサービスの導入を容易にし、既存のサービスの組み合わせを柔軟なポリシーで制御可能となる。これにより、今後のネットワークサービスの多様化・高度化に大きく寄与すると考える。

論文審査結果の要旨

本論文は、社会基盤として広く普及したインターネットにおける、複数サービスのポリシーを反映した転送制御の困難さと問題点を明らかにするとともに、高機能サービス実現のための通信データに対する処理の選択機構を提案し、構築・評価している。

本論文の成果は以下に要約される。

1. サービスごとの転送機構からデータ分類機構を分離したパラメータフィルタのモデルを提案し、サービス非依存・サービス依存を分離した2段階選択モデルによるパラメータフィルタ KUMA's Universal Parameter Filter (KUPF) を構築している。これにより、異なるポリシーのサービスが並行する環境において、複数パラメータから構成される複雑なフィルタ規則に基づいた転送制御を可能とする枠組みを実現している。
2. KUPF のモデルに基づいたデータ分類機構 KUPF フレームワークを開発し、実証実験を行っている。これにより、転送機構とパラメータフィルタの分離・独立が提案モデルに基づいて実現され、サービスから独立したデータ分類機構の高機能化および複数サービスの制御が可能であることを示している。
3. 多次元空間検索手法を用いた KUPF フレームワークの検索速度高速化を実現している。さらに、ポリシーの先読みによる検索速度の高速化を行っている。これにより、汎用性・高機能性と高速性を両立を実現し、実際のシステムへの適用が有効であることを示している。

以上のように、本論文は情報基盤としてのインターネット上で、特に高機能サービスを実現するための通信制御を可能とする、通信データに対する処理の選択機構の検討と提案を行い、その有為性を確認している。これは、学術上だけでなく、実際のシステム構築上もその貢献度は大きいと言える。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文としてふさわしいものと認める。