

## 審査の結果の要旨

氏 名 アブドル ハミド アマドカミル ビン

本論文は「大規模ネットワーク監視のための SNMP キャッシュ最適化手法の設計と実装」(“A Design and Implementation of Optimum SNMP Cache for Large-Scale Network Monitoring”)と題し、現在のキャリアネットワークの管理が、大規模化という観点で大きな問題を抱えていることを示した上で、運用のアウトソース化、企業ネットワーク等の多数の運用者へエンド・ツー・エンドのモニタリング・サービスを提供することを実現するという将来構想の下に、それを実現するための具体的手段として、HTTP リバースプロキシ(Tambourine)に新たなキャッシュ・メカニズムを入れたシステムを提案し、システムを実装とシミュレーションの両面で評価し、その有用性を明らかにしている。本論文は、英文で記述され、7章から構成されている。

第1章は「Introduction」で、インターネットを構成する各事業者(ISP)が自社のネットワークの管理に使っているSNMPというネットワーク管理プロトコルが、本来小規模なLAN向けに開発されており、スケーラビリティに問題があるため、今日の大規模な広域ネットワークの管理には問題があるという本研究の背景と概要を述べている。特に、インターネットの中核を占めるHTTPプロトコル経由で運用者のネットワーク上の位置に寄らず通信機器を管理できるようにするため、的確に設計されたHTTP/SNMP変換器の必要性を述べている。これにより、ネットワーク上の多数の運用者が多数の通信機器を管理できるMulti-Manager Multi-Agent (MM-MA) という新しい運用形態を実現できるとしている。

第2章は「Background and Related Work」と題し、既存のSNMP(Simple Network Management Protocol)によるネットワークのモニタリングを多数のネットワーク運用者が多数の通信機器を同時にモニタできるようにするため、SNMP/HTTP変換を実現するHTTPリバースプロキシ(Tambourine)の仕様を明示している。Tambourineは、Webに対して評価の高いソフトウェアアーキテクチャ・スタイルRepresentational State Transfer (REST)に基づいた設計で、所属研究室で長い開発実績のあるソフトウェアシステムである。次に、管理対象の通信機器のSNMPリクエストに対する応答性能を実験により調べ、負荷に強いものと弱いものが存在することを明らかにしている。また、SNMPによるモニタの実態が、定期的なポーリングとオンデマンド型の2者があること、キャッシュの存在を前提に設計されていないSNMPを対象にしたキャッシュ設計の要求条件を示している。

第3章は「Effective Periodic Polling via Manager-Side Aggregation」と題し、種々の商用ネットワーク管理システム(NMS)から定期的に発せられるSNMPリクエストのパターンを明らかにし、NMS側でリクエストを集約するには、2つのURIが必要であることを示している。一つは、定期ポーリングが収集するOIDのグループを登録するため、もう一つは通信機器をポーリングして得た各OIDの値を收容するである。実際に2章で示したTambourineシステムに提案アルゴリズムを実装し、有効性を示している。

第4章は「Effective On-demand Polling via Four-State Transition」と題し、オンデマンドのポーリングに対して、キャッシュを最適化する手法を述べている。各OIDへのアクセスパターンに対してキャッシュのTTL(Time To Live)を最適化するため、デフォルト状態“0”、値がほとんど変わらないOIDであることを示す状態“+1”、値が頻繁に変わるOIDであることを示す状態“-1”と“-2”からなり、値が変わるたびにTTLを1/2にする4状態遷移モデルを提案している。また、その有効性を機器への1秒間のSNMPリクエスト数の削減率、取得値の変化速度に対する的確性(staleness ratio)の観点から、実装システムとシミュレーションにより示している。

第5章は「Effective On-demand Polling with Feedback Control」と題し、第4章で課題提起したオンデマンドのポーリングに対するキャッシュを最適化に対して、フィードバック制御を行うことを提案している。これはSNMPリクエスト数の削減によりモニタ対象の機器のCPU使用率が過度に上がることを避けることが目標であり、Dynamic TTL Factor (DTF) controllerとBuffer Waiting Time (BWT) controllerを持つMultiple-Input Single-Output (MISO) controllersの設計を行い、まず定性的な長所と短所の検討と実装しすてむによる評価を行っている。DTF controllerは、staleness ratioを削減し、OIDの値の変化に取得値を追従させること、BWT controllerはSNMPリクエスト数を削減するためSNMPリクエストを一旦バッファに収容して送り出す際の待ち時間を調整する。

第6章は「Discussion」と題し、本論文では対象外としたが、研究システムを実用化するために解決しなければならない、スケーラビリティ、運用上のセキュリティなどの課題について検討している。また、ネットワーク機器のモニタ面では、ポーリングによるOID値の取得以外に、機器からOID値を知らせるSNMPトラップという能動的機能もあるため、これに対する対処法、フィードバック制御の安定性についても議論を深めている。

第7章は「Conclusion」で、本論文の目標、成果、将来課題を総括している。

以上のように、本論文は、将来の大規模なネットワーク管理をエンド・ツー・エンドで実現するためのネットワーク管理システムに必要な要求条件を示し、それを実現するためにRESTに基づくHTTPリバースプロキシにHTTP/SNMP変換を実装する際のキャッシュ最適化手法を提案している。既存のネットワーク管理システムが起動するポーリング型、運用者のコマンド投入が契機のオンデマンド型の通信機器状況把握にSNMPの管理実態を分け、いずれにも最適化したものであり、通信機器の負荷を上げずに、モニタの精度を上げることに成功している。このため、提案手法は将来の大規模なネットワーク管理に寄与するものであり、通信事業者において重要なだけでなく、電子情報学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。