別紙 1

論文の内容の要旨

論文題目	インターネットにおける通信速度向上とセキュリティ確保に関する研究
学位申請者	三宅　優

インターネットは1990年代から急速に普及し，現在では社会の重要なインフラの1つとなっている．これに従い，旧来のモデム回線，ISDN回線はほぼ姿を消し，より高速なADSL回線，光回線がインターネット通信に広く利用されるようになってきた．

回線速度は向上しているが，必ずしも通信速度が向上しているとは限らない．インターネットでは，信頼あるデータ転送を行うためのプロトコルとしてTCPが利用されているが，TCPには輻輳回避のための手順が組み込まれており，ネットワークの状況を推定して送信するパケットの量を調整している．このため，伝送遅延が大きな回線や，通信を行うホスト間で帯域が異なる複数種類の回線が接続されている場合には，帯域を有効に利用できない可能性がある．このため，回線速度の向上に見合った通信性能を得るために，インターネットで広く利用されているTCP通信の実効スループットを向上させる技術の確立が重要な課題となっている．

また，インターネットを利用する上で，実効スループットと共に重要なものは，セキュリティの確保である．近年はオンラインショッピング，オンラインバンキング等の電子商取引等も行われるようになり，セキュリティの確保がより重要となっている．

本論文では，これら2つの課題に対応するために，次のようなアプローチを提案している．まず，TCP通信のスループット向上に関しては以下の提案を行っている．

第一の提案は，信頼性の高いデータ通信を行う新たな通信プロトコルを，OS内ではなくライブラリとして実装する方法である．このプロトコルでは，現在のネットワークの輻輳状況に応じて，パケットの送信速度を調整するレート制御を導入している点，紛失したパケットの再送について効率的な方式を導入している点などに特徴がある．さらに，このようなプロトコルをライブラリとして実現するために，バッファ管理の実現方法やデータコピーの回数の削減に留意した実装方法を採用している．実際に遅延と伝送誤りを導入した回線上で，従来のTCPの

スループットを大幅に向上できることを示している．

第二の提案は，TCPの輻輳制御機構の改良である．パケットの紛失があった時点の輻輳ウィンドウの値，その半分の値を考慮しながら，従来に比べて積極的に輻輳ウィンドウを増加させる方法を導入している．ネットワークシミュレータを用いたシミュレーション実験により，従来のTCPに比べて高いスループットを得ることができ，さらに従来のTCPのスループットに悪影響を及ぼさないことを示している．

第三は，衛星回線のような伝送遅延が大きな環境下において，各ホストに実装されているTCPを変更することなく通信速度を向上させるゲートウェイ方式の提案である．TCPでは，受信側からの確認応答により送信側が送信するパケットの速度を調整するが，受信側の代わりにゲートウェイ装置が確認応答を送信側に返送することにより，送信側のパケット送信速度が向上し，全体のスループット向上に貢献する．この方式の特徴は，衛星回線のセンタ側にのみゲートウェイ装置を設置するだけで，オフィスや家庭などの加入者側には追加の装置を必要としないことである．提案方式を実装し，その効果を検証した結果について示している．

セキュリティの確保に関しては，電子メールに関するセキュリティを対象とし，スパムメールを判定する新たな方式を提案している．具体的には，セマンティックウェブに用いられるRDF (Resource Description Framework)と呼ばれる技術を用いて，メッセージのサイズやURL情報などの各メッセージの情報をデータベース化し，そのデータを解析することにより，メッセージの間の関連性を抽出し，スパムメールの判定を行うという提案である．従来のスパム判定システムに比べて，より正確な判定ができたという結果を得ている．

本論文では、これらの4つの方式に関して、方式提案，詳細な設計実装，性能評価，実システムへの導入法，既存研究との比較を示しており，その有効性を示している。

別紙２

論文審査の結果の要旨

学位申請者氏名　　三宅　優

審査委員主査　　長岡　浩司

委員　　吉永　努

委員　　大須賀　昭彦

委員　　多田　好克

委員　　笠井　裕之

委員　　大坐畠　智

本論文は，インターネットにおけるTCP／IP通信のスループット向上と，セキュリティ確保を目的として，４つのアプローチを提案している．

本論文は以下の内容から構成されている．

第１章では本研究の背景として，インターネットの普及や高速化に伴い，通信の実効スループットの向上と，セキュリティの確保が重要となっていることを示すとともに，本研究の概要を示している．

第２章では，研究の技術的な背景として，TCP/IPの基本技術を解説するとともに，高速通信を実現するために本研究で行った3つのアプローチについて示している．さらに，高速なインターネットにおける攻撃検知の課題について解説するとともに，その課題を示している．

第３章では，高速化に関する第一のアプローチとして，「高速トランスポートプロトコルのライブラリ形式による実装」について提案している．提案する通信プロトコルの詳細設計，ライブラリにより実装するための独自方式，実際の回線を用いた評価結果，最新の研究との比較などを行っている．

第４章では，第二のアプローチとして，「高速・広域ネットワークにおける輻輳回避手順の改良によるTCPの高速化」について提案している．従来のTCPの輻輳制御の問題点を示し，その改良を提案するとともに，ネットワークシミュレータを用いたシミュレーション評価の結果，関連研究との比較を述べている．

第５章では，第三のアプローチとして，「TCPによるデータ転送速度を高速化する衛星インターネット用TCPゲートウェイの提案」を行っている．ここで提案する方式は，インターネットからのデータを加入者に送信する側の衛星局側にのみゲートウェイを導入する点が特徴であり，その基本方式や詳細な通信シーケンスを示している．さらに，ゲートウェイ装置の実装，性能評価，他の研究との比較を示し，その優位性を述べている．

第６章では，セキュリティに関して，「セキュリティデータベースの提案とスパムメール検出への応用」について述べている．インターネットにおけるセキュリティを確保するためには，多種多様な攻撃を柔軟にかつ高速に処理する必要があるため，ここでは通信データや通信状況を柔軟な形で蓄積することの必要性を述べ，このためセマンティックウェブで用いられている方式を利用することを提案している．さらに，それを用いてスパムメールの検出を行う方式を示し，そのシステムの実装，評価結果，関連研究との比較を行っている．
最後に第７章では本論文のまとめを示している．

インターネットにおけるTCP/IP通信に対する性能向上，高速ネットワークにおける安全の確保は，重要な課題となっている．上記のように，本論文では，性能向上技術に関しては，3つのアプローチを提案しており，それぞれが従来の技術の問題点を解決したものとなっている．特に，第三のアプローチであるTCPゲートウェイについては実際に導入された実績もある．またセキュリティ確保に関しても，新たなアプローチで，スパムメールの判定という重要な課題に対する結果を残していると考えられる．このように，本論文の結果は，重要な課題に取り組み，実装，評価，他の研究との比較を含めた十分な成果を示していると考えられる．このような点を考慮し、本論文は博士（工学）の学位請求論文として、十分な価値を有するものと認める。