

氏名	小川 康一
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記号番号	博理工甲第 1126 号
学位授与年月日	平成 31 年 3 月 20 日
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題目	情報基盤運用管理の効率化と改善に関する研究
論文審査委員	委員長 教授 吉浦 紀晃 委員 教授 吉田 紀彦 委員 准教授 小林 貴訓 委員 准教授 後藤 祐一

論文の内容の要旨

近年、インターネットが社会で広く活用されている。インターネットを活用した情報基盤は、メールやソーシャルメディア、業務システムに至るまで、人々が生活する上で今や欠かすことのできないインフラストラクチャーである。しかし、情報基盤の運用管理は、依然として人手に頼った運用が行われており、管理者が労力を費やさなければ情報基盤は安定して稼働しない。

そこで本論文では、情報基盤の運用における管理者の負担を軽減するため、運用管理上の問題点を洗い出し、問題解決のために有用な技術や改善方法の検討を行い、その改善手法を実際のシステムに実装、実験により検証し、情報基盤運用に役立つ技術の開発を目的とする。

本論文は、ネットワークの構造に基づき構成する。前半の 2 章から 4 章では、基幹ネットワークを対象とし、後半の 5 章から 8 章では利用者のネットワーク環境を対象として研究を進めた。

第 1 章で本論文の研究背景と目的、構成について述べた。

第 2 章では、東日本大震災発生後に実施した大学の BCP 対策について述べた。計画停電等により大学の情報基盤システムが頻繁に停止を余儀なくされたため、情報公開を行う Web サーバや、連絡に必要なメールサーバをデータセンター等に移設し、サービスを維持する方法を実践した。結果、震災後の教職員や学生への連絡に問題が起きなかった。

第 3 章では、第 2 章で得た経験をもとに、災害発生時に被災地の情報を優先配送するための「災害 ID 付与方式」について述べた。位置情報と IP アドレスの対応関係をデータベース化し、この情報を組織間で共有することにより、通信に災害 ID を付与する。災害 ID が付与されている通信は優先配送する。本方式を OpenFlow スイッチに実装し、実験を行ったところ、被災地宛の通信が優先配送されることを確認した。

第 4 章では、大学の合格発表時の Web サーバへの急激な負荷への対策について述べた。Web サーバのチューニングと、複数台のサーバを組み合わせて稼働させる手法や、他大学の事例などを含めて検討した。提案手法は、実際の合格発表時に利用し、対策の効果について検証を行った。結果、合格発表は問題なく実施できた。

第 5 章では、利用者のネットワーク機器の監視について述べた。利用者のネットワーク機器は、利用者にとって最低限の機能を果たせばよく、監視プロトコルなどに対応していないため、従来の監視方法を適用で

きない。そこで、ネットワーク障害時の確認に管理者が行う振る舞いの「目視」に着目し、管理者の目の代わりとなるカメラを利用してネットワーク機器のLEDインジケータを監視する方法を考案した。この方法は、小型コンピュータを利用して監視装置として実装した。この監視装置を利用し、監視システムを設計した。大学の構内でメディアコンバータの設置箇所に監視装置を設置し監視実験を行ったところ、単純なLEDの監視であれば、約1分以内で収集可能であるという結果を得た。

第5章で開発した監視装置は、監視情報の収集に移動体通信回線を利用するため、監視対象のネットワーク機器が多数となった場合に、回線費用が問題となる。この問題解決のために、第6章では、移動ロボットを活用し、監視装置の設置された部屋の廊下を巡回しながら情報収集を行う方法を提案した。移動ロボットは、無線ネットワークにより監視装置から情報を収集し、その情報は移動体通信回線によりサーバへ送信する。本手法を実装したシステムを用い、大学の構内で実験を行い、5章の監視装置と同程度の時間で情報収集が可能であることを確認した。

第7章では、第6章の移動ロボットの監視情報の収集時の問題点として、通信を行う場所が必ずしも良好な通信環境ではない点に着目した。そこで、移動ロボットを上下左右中央の5カ所を約30cmずつ移動し、通信が良好な箇所で停止して通信を行う手法を提案した。この方法では、監視装置との間の無線電波強度であるRSSI (Received Signal Strength Indicator) を用い、電波の強い箇所を移動ロボットが探索する。実験の結果、電波強度および通信状態は良好な結果が得られ、提案手法が有効であることを確認した。

第8章では、利用者環境におけるネットワーク障害の解決に焦点を当てた。移動ロボットに対話型インターフェースとタブレットを装備し、監視装置で監視している部屋で発生したネットワーク障害の情報をもとに移動ロボットが訪問し、音声対話によりネットワーク障害対応を行う手法を考案した。IPアドレスを調査して問題解決を行うプロトタイプ実装で実験を行った結果、障害解決のスタートから完了まで平均して約80秒で解決可能であった。単純な障害であれば、短時間に解決に導く可能性があることを確認した。

本論文で得られた知見は、情報基盤の運用管理する管理者の負担を軽減する重要な成果である。本論文の成果は、情報基盤管理運用に留まらず、他の分野にも応用展開が可能である。

論文の審査結果の要旨

学位論文審査委員会は、平成 31 年 2 月 19 日に論文発表会を開催し、論文内容の発表に続いて詳細な質疑と論文内容の審査を行った。以下に審査結果を要約する。

インターネットを活用した情報基盤は、メールやソーシャルメディア、業務システムに至るまで、人々が生活する上で今や欠かすことのできない社会基盤となっている。しかし、情報基盤の運用管理は、依然として人手に頼っており、管理者が労力を費やさなければ情報基盤は安定稼働しない。本論文では、情報基盤の管理運用における管理者の負担を軽減するため、運用管理上の問題を洗い出し、その問題を解決する方法を提案し、その手法を実際のシステムに実装、実験により検証し、情報基盤運用の効率化に役立つ技術の開発を目的としている。

本論文の構成と内容は次のとおりである。

第 1 章では、本論文の背景であるネットワーク管理運用の問題点を述べ、本論文の構成を述べている。特に、ネットワーク管理運用は、基幹部分の管理運用と利用者のネットワーク環境の管理運用の 2 つに分けることができ、本論文では、この 2 つの管理運用に分けて効率化の提案を行うことを述べている。

第 2 章では、東日本大震災発生時における埼玉大学の BCP 対策とその対策から得られた知見を述べている。東日本大震災により情報基盤に被害がなかったとしても、エネルギー供給の問題から生じる管理運用スタッフの出勤の困難や計画停電など震災による影響があり、情報基盤の管理運用を困難にしていた。第 2 章ではこの震災による情報基盤管理運用のための課題をまとめ、実際に行われた対応策を示し、その効果と情報基盤管理運用において必要な機能を述べている。

第 3 章では、東日本大震災で得た経験をもとに、災害発生時に被災地の情報を優先配送するためのパケット配送方式である「災害 ID 付与方式」を提案している。この方式では、位置情報と IP アドレスの対応関係をデータベース化し、この情報を組織間で共有する。送信するパケットには災害 ID を付与し、災害 ID が付与されているパケットは優先配送される。さらに、この方式を OpenFlow スイッチに実装し、災害被災地に関係する通信が優先配送されることを実験により示している。

第 4 章では、大学の合格発表時の Web サーバへの急激な負荷への対策について述べている。Web サーバのチューニングと複数台のサーバを組み合わせて稼働させる手法を提案し、さらに、他大学の事例などを含めて考察している。また、提案手法を実際の合格発表時に利用し、対策の有効性を示している。

第 5 章では、画像処理技術によりネットワーク機器の LED を認識することによる、機器監視の方法を提案している。利用者のネットワーク環境には設置されたネットワーク機器は、ネットワーク機器監視プロトコルを利用できない場合が多いため、監視方法を用意する必要がある。その一つとして LED を利用した障害検知手法を提案している。この提案手法に基づく監視システムを開発し、キャンパスネットワークで利用されているメディアコンバータに監視装置を設置して実際に利用することにより、監視システムの有効性を示している。

第 6 章では、第 5 章で開発した監視装置が多数利用された場合に問題となる回線費用の増加を解決するために、監視装置が設置された場所を、移動ロボットが巡回しながら無線ネットワークを利用して監視装置から監視情報を収集する手法を提案している。さらに、この移動ロボットを作成し、大学の構内で実験を行い監視装置から情報収集が支障なく行えることを示している。

第 7 章では、第 6 章の移動ロボットの監視情報の収集時の問題として、監視装置と通信を行うための移動ロボットの場所が必ずしも良好な通信環境ではない場合があること、そして、日時などにより良好な場所が

変化し、固定できないという問題の解決手法を提案している。具体的には、移動ロボットが監視装置から情報を収集する場合には、監視装置毎に予め定めておいた地点から前後左右中央の5カ所を30cmずつ移動し、通信が良好な箇所を探索しその場所で停止して移動ロボットが監視装置と通信を行う手法を提案する。さらに、この手法を移動ロボットに実装し、実験を行い提案手法が有効であることを示している。

第8章では、利用者のネットワーク環境における障害を解決する手法を提案している。具体的には、移動ロボットに対話型インターフェースとタブレットを装備し、監視装置で監視している部屋で発生したネットワーク障害の情報をもとに、移動ロボットが、障害が発生している部屋へ訪問し、音声対話によりネットワーク障害の解決を支援する手法を提案している。さらに、提案手法を実装し、実験を行い提案手法により障害解決が迅速に行えることを示している。

最後に第9章では、本論文で得られた成果をまとめるとともに、今後の課題を述べている。

以上、本論文では、情報基盤管理運用において管理者の負担を軽減するための手法を、基幹部分の管理運用、利用者のネットワーク環境の管理運用の2つの視点から提案している。本論文により提案された手法は情報基盤管理運用の効率化にとって重要な意義がある。

本論文の主な内容は、査読付き学術雑誌論文7編（数理電子情報コースにおいて学術雑誌論文相当と見なす査読付き国際会議論文を含む）で公表ないしは受理されている。

以上を総合し、本学位論文審査委員会は、本論文が、博士（工学）の学位を授与するに十分に値するものと認め、「合格」と判定した。