

氏名(本籍)	すずきかずや 鈴木 一哉 (神奈川県)				
学位の種類	博士 (システムズ・マネジメント)				
学位記番号	博甲第 5890 号				
学位授与年月日	平成 23 年 7 月 25 日				
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当				
審査研究科	ビジネス科学研究科				
学位論文題目	経路制御におけるネットワーク可用性向上に関する研究				
主査	筑波大学教授	博士 (工学)	吉田 健一		
副査	筑波大学教授	理学博士	久野 靖		
副査	筑波大学教授	博士 (工学)	津田 和彦		
副査	筑波大学准教授	工学修士	大木 敦雄		
副査	筑波大学准教授	博士 (システムズ・マネジメント)	倉橋 節也		
副査	国立情報学研究所教授	博士 (工学)	中村 素典		

論文の内容の要旨

近年、インターネットに代表される Internet Protocol を用いたネットワークは、広帯域化、低価格化が進み、その上で多くの人による様々なアプリケーションの利用が可能となっている。電子メールに代表される IP ネットワーク上で従来から用いられてきたアプリケーションは、ネットワークの一時的な停止などに、比較的寛容であった。仮に、ネットワークが一時的に停止しても、復旧後に再送を行うことで、利用者には停止の影響を感じさせることはなかった。しかし、今日 IP ネットワーク上では、ネットワークの停止が利用者に大きな影響を与える実用的なアプリケーションの利用が拡大し、可用性が従来以上に高いことが求められるようになってきている。

本研究は上記背景を踏まえ、IP ネットワークの可用性を向上させることを目的としている。IP ネットワークにおいては、予め冗長に構成されたノードやリンクを、故障発生時に切り替えて使用するという手段で、障害復旧が行われている。可用性向上のためには、この障害からの復旧時間をより短くする必要がある。しかし、これまでに提案されてきた手法では、ネットワーク中の各ノードへの故障通知や経路の再計算にネットワークの規模に応じた時間がかかるため、大規模なネットワークでは切替時間が長くなるという問題があった。本研究では、故障により影響を受ける範囲の局所性に着目し、この問題の解決を試みている。

具体的には、まず第 2 章において関連研究を概観した後、第 3 章において故障発生時における経路更新の有無がパケット到達性に与える影響を調べ、故障によるトポロジー変化に起因して到達不能ノードが生じる条件を明らかにした後、パケット到達性復旧のために、それぞれの条件に対してどのように対処すべきかを解析している。

次に、第 4 章において、この解析結果を元に、故障発生時におけるパケット到達性を速やかに復旧させるために、経路更新を必要とするノードを特定する条件を示した。さらに、その条件を共に満たすノードのみが経路更新を行うことによりパケット到達性を復旧できることを証明し、これらの条件の判定処理をネットワーク中の各ノードにより分散して行う方法と、この分散判定を行うための局所化アルゴリズムを示してい

る。

そして、この局所化アルゴリズムを使った二つの高速復旧手法を、第5章、第6章において、それぞれ提案している。一つ目の提案である事前計算型経路更新手法では、故障発生時に使用する代替経路表を事前に計算しておくことにより、復旧時間の短縮を実現する。一般的に、代替経路表は故障箇所毎に異なるため、大規模なネットワークでは非常に多くの代替経路表を事前に計算する必要がある。これに対して、本論文の事前計算型経路更新手法では、局所化アルゴリズムを使用することでこの代替経路表数を実装可能な数まで抑え、必要とする代替経路表数を従来と比べ平均で1/100に削減している。

局所化アルゴリズムを使った二つ目の提案である故障箇所高速迂回手法は、故障を検知したノードが、故障の影響を受けないノードまでトンネリングを用いることで、パケットを迂回させる。この手法は、検知ノードを除く各ノードは自身の経路表を更新する必要がないため、検知ノードからの故障通知を必要としない。そのため、本論文の故障箇所高速迂回手法は、事前計算型経路更新手法において故障通知にかかっていた時間を削減できる。

最後に、第7章で以上の研究の成果を総括し、上記研究結果がIPネットワークの可用性向上に貢献できることを述べている。

審査の結果の要旨

近年、IPネットワーク可用性の重要性が高まっている。本研究は、このような背景の中、可用性向上を狙った研究であり、社会的価値の高い研究と考える。また、故障発生時における経路更新の有無がパケット到達性に与える影響を理論的に考察した上で、考察に基づき実用的な経路更新方法を提案し、有効性をシミュレーションによって確認した堅実な研究プロセスは、著者の研究者としての高い素養を示しており、評価できる。

一方、本研究で実施した実験は、シミュレーションに基づくものであり、実際の機器に実装して調べたものではない。論文内で理論的に実用に耐える技術である事を示しているが、実用化にはいたっていないという点で課題を残している。しかし、研究の段階で理論的な考察に基づく手法の性能をシミュレーションで確認することは研究プロセスを遂行する上で堅実であり、自然でもある。

以上、一部に課題は残されているものの、本学位論文、及び、研究の内容は、博士（システムズ・マネジメント）を授与するに十分なものと判断する。

審査委員会による最終試験を平成23年5月30日に行い、全員一致で合格と判定した。

よって、著者は、博士（システムズ・マネジメント）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。