

Title	Design and Autonomous Control for Disruption Tolerant Network
Author(s)	長谷川, 聰
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49688
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	長谷川 聰
博士の専攻分野の名称	博士 (情報科学)
学位記番号	第 23064 号
学位授与年月日	平成21年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 情報科学研究科情報ネットワーク学専攻
学位論文名	Design and Autonomous Control for Disruption Tolerant Network (耐障害ネットワークの設計および自律分散制御の研究)
論文審査委員	(主査) 教授 今瀬 真 (副査) 教授 村上 孝三 教授 村田 正幸 教授 東野 輝夫 教授 中野 博隆

論文内容の要旨

通信ネットワークは様々な理由により分断され、通信サービス障害が生じる。伝送回線の大容量化が進展した現在、障害によるサービスの影響は甚大なものとなっている。また通信サービスの多様性に伴い、サービス固有の障害回復要求も強まっている。本論文は、ネットワークの分断に対する柔軟な耐障害ネットワークの実現を目指した、ネットワークの自律分散制御および設計方式を、光ファイバネットワークと車間モバイル無線ネットワークについて確立することにある。さらに、実際の耐障害ネットワークの応用例についても言及する。

光ファイバネットワークの障害を各ノードの自律分散制御による迂回路形成で回復する、セルフヒーリングネットワークアルゴリズムを提案する。アルゴリズムは、可能性のある迂回路を探索する“broadcast phase”、探索された迂回路から短いホップ数の迂回路を探索する“broadcast phase”、迂回路の確定を行う“confirmation phase”の3つのフェーズから構成される。シミュレーションおよびT1MUXによる実機テストを行い、アルゴリズムの機能的な動作と数秒以下での高速な障害回復動作を確認した。本提案アルゴリズムは、ノード障害への対応、多重ファイバ障害への対応、さらには各サービス回線毎の柔軟な回復制御が可能となる利点を有している。また、線形計画法による予備チャネルの最適設計方法を提案する。提案方式では、2重ファイバ切断に対する最適設計手法も新たに提案している。さらに、設計と前記自律分散制御との協調による、ネットワーク資源の効率化にも言及している。

次に車間ネットワークへのDelay Tolerant Network (DTN)の適用検討を行う。本論文では、従来研究よりも現実的な車間通信モデル上で、DTNの基本転送制御であるstore-carry-forwardにおけるメッセージ転送遅延の解析方法を提案する。解析結果から、2車線モデルでは対向車線の車の存在により、マルチホップによるメッセージ転送の機会が増大することで、1車線モデルと比較して車両密度の増加により、急激に遅延量が減少することが分かった。解析とシミュレーションによる特性結果は非常によく一致することを確認した。さらに、渋滞時のメッセージ輻輳を回避するため、各車両のメッセージ転送状態を自律分散的に制御する確率的制御方式を提案する。シミュレーションによる動作確認から、制御により車両がより規則的な分布となることが分かり、ランダム車両

配置と比較して遅延特性が改善することが分かった。

実際のセルフヒーリングネットワークの応用例として、SONET/SDHネットワークでのリングアーキテクチャとの統合化を提案する。ADMあるいはDCSといった伝送機器が混在するSONET/SDHネットワークでは予備チャネルの有効利用の観点からも有効な方式である。また実際の車間DTNの応用例として、工事現場での移動重機から、工事状況データを現場センターに転送するためのDTNを提案する。有効な通信インフラが存在しない僻地の工事現場で、低コスト、柔軟かつ迅速にネットワークを構築する場合に極めて有効な方式であると考えられる。

論文審査の結果の要旨

通信ネットワークは様々な理由により分断され、通信サービス障害が生じる。伝送回線の大容量化が進展した現在、障害によるサービスの影響は甚大であり、通信サービスの多様性に伴い、サービス固有の障害回復要求も強まっている。本論文は、ネットワークの分断に対する柔軟な耐障害ネットワークの実現を目指し、光ファイバネットワークと車間モバイル無線ネットワークについて、ネットワークの自律分散制御および設計方法を提案している。さらに、実用的な耐障害ネットワークについても提案している。

光ファイバネットワークでは、ファイバ障害を各ノードの自律分散制御による迂回路形成で回復する、セルフヒーリングネットワークアルゴリズムを提案している。アルゴリズムは、可能性のある迂回路を探索する“broadcast phase”、探索された迂回路から短いホップ数の迂回路を探索する“broadcast phase”、迂回路の確定を行う“confirmation phase”の3つのフェーズから構成され、シミュレーションおよびT1MUXによる実機テストを行い、アルゴリズムの機能的な動作と数秒以下での高速な障害回復動作を確認している。本提案アルゴリズムは、ノード障害への対応、多重ファイバ障害への対応、さらには各サービス回線毎の柔軟な回復制御が可能となる利点を有している。また、線形計画法による予備チャネルの最適設計方法を提案している。設計では、2重ファイバ切断に対する最適設計手法も新たな提案が見られる。さらに、設計と前記自律分散制御との協調による、ネットワーク資源の効率化にも言及している。

次に車間ネットワークへのDelay Tolerant Network (DTN)の適用検討を行っている。本論文では、従来研究よりも現実的な車間通信モデル上で、DTNの基本転送制御であるstore-carry-forwardにおけるメッセージ転送遅延の解析方法を提案している。解析結果から、2車線モデルでは対向車線の車の存在により、マルチホップによるメッセージ転送の機会が増大することで、1車線モデルと比較して車両密度の増加により、急激に遅延量が減少することを示している。解析とシミュレーションによる特性結果は非常によく一致することが確認されている。さらに、渋滞時のメッセージ輻輳を回避するため、各車両のメッセージ転送状態を自律分散的に制御する確率的制御方式を提案している。シミュレーションによる動作確認から、制御により車両がより規則的な分布となり、ランダム車両配置と比較して遅延特性が改善することを示している。

実際のセルフヒーリングネットワークの応用例として、SONET/SDHネットワークでのリングアーキテクチャとの統合化を提案している。ADMあるいはDCSといった伝送機器が混在するSONET/SDHネットワークでは予備チャネルの有効利用の観点からも有効な方式であることを示し、統合設計で、約13%の改善を示している。また実際の車間DTNの応用例として、工事現場での移動重機から、工事状況データを現場センターに転送するためのDTNを提案している。有効な通信インフラが存在しない僻地の工事現場で、低コスト、柔軟かつ迅速にネットワークを構築する場合に、有効な方式であると考えられる。

以上のように、本論文では、自律分散制御による障害などのネットワーク分断に耐性あるネットワークの実現に向けた多くの研究成果をあげている。よって、博士(情報科学)の学位論文として価値あるものと認める。