

Title	ワイヤレス通信における情報源相関を用いたフィードバック付き誤り制御
Author(s)	Irawan, Ade
Citation	
Issue Date	2017-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/14245
Rights	
Description	Supervisor:松本 正, 情報科学研究科, 博士

氏名	Ade Irawan		
学位の種類	博士(情報科学)		
学位記番号	博情第 359 号		
学位授与年月日	平成 29 年 3 月 24 日		
論文題目	Feedback-Aided Source Correlation Exploitation in Error Control Techniques for Wireless Communication Systems		
論文審査委員	主査	松本 正	北陸先端科学技術大学院大学 教授
		田中 清史	同 准教授
		Brian M. Kurkoski	同 准教授
		Markku Juntti	University of Oulu 教授
		Li Ping	City University of Hong Kong 教授
		村田 英一	京都大学大学院情報学研究科 准教授

論文の内容の要旨

The primary objectives of this dissertation are to improve the end-to-end throughput of parallel multihop relaying network and to fully mathematically analyze the performance of one-time retransmission in a single-hop system, with the utilization of the source correlation and the feedback. Hence, we arrange the analyses into two parts: multihop and single-hop transmissions.

In the first part, we consider a parallel multihop transmission where there is no direct link between the source and the destination. We introduce Lossy-Forwarding (LF) concept to Hybrid Automatic Repeat reQuest (HARQ) schemes, referred to as LF HARQ, and propose two techniques of LF HARQ: Fully-LF and Partially-LF HARQs. With Fully-LF HARQ, the relay nodes always forward the packet, regardless of whether or not the information part of the packet contains errors, to the next hop instead of discarding those containing errors as in the conventional lossless decode-and-forward schemes. With Partially-LF HARQ, the relay nodes select either forwarding the erroneous packets or requesting retransmission. The mode selection bases on the confidence indicator (CI) expressing the reliability of the received packets which is. Since the channels are assumed to suffer from block Rayleigh fading, the CI is calculated via online measurement of mutual information, block-by-block. The numerical results show that the average end-to-end throughput performances of the proposed techniques significantly outperforms the conventional techniques. Furthermore, Partially-LF HARQ outperforms Fully-LF HARQ for the packet loss ratio less than 60 percent.

As the number of retransmission in a link increase, the system throughput will be decreased. Therefore, in the second part, we focus on the single-hop transmission with only one retransmission in the form of a helper packet, referred to as M-in-1 helper transmission. The helper is constructed simply by taking binary exclusive-OR (XOR) of the M unrecovered information packets. We

propose a way to analyze the achievable diversity order of M -in-1 helper transmissions taking into account the source correlation. To identify the trade-off between source correlation and performance gain due to coding and diversity relationship, we start in-depth analyses on rate regions and outage probabilities with $M = \{2, 3\}$. We also review the influence of unequal power or redundancy allocation between the helper and information packets. Finally, we provide the analysis of achievable diversity order with arbitrary M . It is shown that the achievable diversity order depends on the correlation among the sources, the bit error probability of the helper packet, and the integer M being whether even or odd.

Keywords: hybrid ARQ, multihop, relay system, correlated sources, source coding with a helper

論文審査の結果の要旨

本学位論文は、帰還通信路付き協調通信ワイヤレス通信に置ける誤り制御の問題、特に(1)協調通信の過程で生じる信号間の相関、(2)複数情報源そのものが持つ相関、を自動再送要求 (Automatic Retransmission request : ARQ)による誤り制御の中で有効に用いるためのアルゴリズム構築と特性解析を行っている。(1)についてはマルチホップパラレル伝送においてリレー局が相互情報量のオンライン測定を行い、①誤りを検出しても中継を継続する Lossy Forwarding (LF)を行うか、②送信局へ再送要求するかを判断するアルゴリズムを提案している。最終宛先局では、LF中継された相関のあるパケットを、相関のある情報源に対する分散ターボ復号を行う。この結果、従来から知られている Smart Hybrid ARQ (SHARQ)方式と比較して、スループットと残留誤り率の点ではるかに凌駕する特性が得られることがしめされた。この結果は、ジャーナル論文 *Wireless Personal Communication, Springer* で発表したほか、本学が参画してきた EU FP7 RESCUE Project の中で正式な成果として認められた。詳細は

http://ict-rescue.eu/sites/default/files/RESCUE_D3.2_Revised_V2.0_final.pdf

を参照されたい。

(2)については、ホップ当たりのスループットを改善するために M 個の誤りを含むパケットに対して 1 ヘルパーパケット (パケット間の排他的論理和から生成される) を送信する M -in-1 再送アルゴリズムを提案し、情報理論的レート領域解析とその結果に基づく劣化場所率解析を行った。その結果、情報源に相関がある場合で M を奇数に選ぶ場合に、非常に大きな符号化利得とダイバーシティ利得が得られることが判明した。この結果は、IEEE のジャーナル論文として投稿し、現在査読中である。

学位申請会はオウルデュアル協働教育プログラムにおける審査会に準じた厳格さのもと(学位申請者は協働プログラム参加者ではない)、テレビ会議システム等を用いて複数両会場、及び外

国人審査委員がお互いを見ることができる環境下で、章毎の審議が行われた。本学位論文の骨格を成す部分は全て関連分野のトップジャーナルで出版(Springer フルジャーナル1本、IEEE フルジャーナル1本(査読中)、国際会議論文3本)されているほか、IEEE Japan Chapter Vehicular Technology Society からも Student Paper Award を受賞するなど、関連ソサエティーに対して大きな貢献を行うとともに、成果が認められている。以上、述べたように本論文は、学術的に貢献するところが大きい。よって博士(情報科学)の学位論文として十分価値あるものと認めた。