JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	よくわかるターボ原理 : Tutorial Syllabus (第二部) ターボ原理の新展開と研究動向
Author(s)	松本, 正
Citation	2013年電子情報通信学会 総合大会: 1-1
Issue Date	2013
Type	Presentation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/10861
Rights	Copyright © 2013 Author. 松本　正, "よくわかるターボ原理 : Tutorial Syllabus (第二部) ターボ原理の新展開と研究動向", 2013年電子情報通信学会 総合大会, Tutorial Syllabus ; 会期：2013年3月19（火）～22日（金）, 会場：岐阜大学
Description	2013年電子情報通信学会 総合大会でのTutorial Syllabus

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

- よくわかるターボ原理：Tutorial Syllabus -
ターボ原理の新展開と研究動向
New Trends in Turbo Concept and Applications

松本　正
Tadashi Matsumoto

北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科、オウル大学無線通信研究所
Japan Advanced Institute of Science and Technology, Japan, and
Center for Wireless Communications, University of Oulu, Finland

matumoto@jaist.ac.jp, tadashi.matsumoto@ee.oulu.fi

目標

このチュートリアルコースの目標は、コース履修者に対して、ネットワーク情報理論に基づくターボ原理の新展開に関する理解と、それに基づいた協調通信ネットワーク設計を可能とする技術基盤を提供することである。

方法

コース履修者に配布されるスライドハンドアウトを中心に講義を進める。履修者の理解を確認するために、最終部分で試験のプリントを配布し、回答をメール送付した履修者に対しては添削・採点して返送する。

コースの構成

このチュートリアルコースは、以下の内容から構成される。

(1) 分散ターボ符号

分散ターボ符号は、「複数の軟入力軟出力処理コンポーネントが、中継リンクを介して物理的に離れた位置に配置されたターボシステム」と定義される。この章では、上述の分散ターボ符号のコンセプトをリレー協調通信に用いることが可能で、その場合に直接リンクに対する復号器 EXIT チャートが、中継リンクに対する復号器から提供される事前相互情報量によってどのように変化するのかを明らかにする。

(2) Slepian Wolf の定理

従来の Decode-and-Forward リレー方式では、中継リンクの伝送過程で情報部分に誤りを検出した場合、中継を停止する。一方、リレー方式は前章(1)で説明した分散ターボ符号と見なすことができる。この場合、最終あて先局では、同一の送信者から送信された情報を異なるフェーズで受信（一方は別のインターリーブが行われている）することになるので、このシステムは相関のある複数情報源に対する圧縮システムと見ることができる。すなわち、情報圧縮の限界は送信者が送信する情報のエントロピー$H(S)$ではなく、中継局から中継される情報で条件付けした送信情報のエントロピー$H(S|R)$となり(Slepian Wolf の定理）、明らかに $H(S) \geq H(S|R)$となる。このエントロピーの減少分を受信 SNR の低減に用いることができる（シャノンの分離定理）。

(3) 中継リンクにおける誤りを許容するリレーシステム

前章まで議論をまとめると、以下の事実が導かれる。

A. 中継局で情報部分に誤りを検出しても、再度インターリーブを行い、再符号化して最終あて先局へ中継し、あて先局では、情報系列間の相関を考慮した対数尤度比の更新を分散ターボ符号の復号過程に含めれば、誤り率特性は明確なスレッショルドを呈するようになる。

B. 中継局では、完全に誤りを訂正する必要はなく、誤りを含む情報部分を抽出できれば良い。

この章では、上述の現象を EXIT カーブの変化を示しながら、詳細に説明する。さらに、相関に相当する送信者→中継局リンクの誤り率を、最終あて先局だけの処理で推定するアルゴリズム、中継リンクにおける誤りを許容するリレーシステムにおいて、各リンクがレイリーフェージングを受ける場合のアウテージ確率などを明らかにする。

(4) 情報源の多次元相関を用いる協調通信システム

この章では、複数の受信信号間の相関だけでなく、情報源そのものが持つ相関をも復号過程に取り込むことで、さらにスレッショルド SNR を低減できることを示す。情報源が持つ相関とは、例えばマルコフ情報源の記憶構造や、２次元情報（画像など）など、種々の場合において様々な形で現れる。本章では、分散ターボ符号の復号過程で相関に関する知識を利用するためのさまざまな方法を紹介する。

(5) ワイヤレス CEO 問題

この章では、前章までの議論をさらに拡張し、協調通信ネットワークにおいて符号化を行う前の情報部分に誤りのないリンクが一つも存在しない場合を想定する。このようなシナリオはワイヤレスセンサーネットワークやメッシュネットワークなどに見られる。この問題は、ネットワーク情報理論における Chief Executive Officer (CEO)問題に属する。ここでも、最終局における復号アルゴリズムに相関に関する情報を取り込むことで、スレッショルド SNR の大幅な低減が可能なことを、アルゴリズムを具体的に示しながら説明する。

仮定する予備知識

相関のある複数情報源圧縮、チャネル・情報源分離定理など情報理論に関する深い理解を有していること。Tutorial コース「ターボ等化の基本原理，収束特性と EXIT チャート，及び情報理論的考察」を履修していること。

対象とする聴講者

新しいワイヤレス通信コンセプトの研究に従事する研究者、情報工学科、通信工学科、等に在籍する大学院生。