



情報理論とその応用学会ニュースレター

嵩 忠雄先生を偲ぶ.....	藤原融 (大阪大学)
副会長就任の挨拶 – S I T A と私 –	河野隆二 (横浜国立大学)
博士論文紹介	
Weight and Stopping Set Distributions of Irregular LDPC Code Ensembles ...	池谷 亮志 (ソニー (株))
Robustness Enhancement Techniques for Low Complexity Wireless Communications Systems	石橋功至 (静岡大学)
Quantum Information Processing under Local Operations and Classical Communications	尾張正樹 (東京大学)
Complexities of Individual Sequences and Their Applications to Universal Source Coding	葛岡成晃 (和歌山大学)
Beamforming and Calibration Technologies in Antenna Arrays for Highly Reliable Wireless Systems	佐藤 正知 (武蔵工業大学)
符号化変調を用いた陸上移動無線通信に関する研究	正本利行 (長岡技術科学大学)
木構造を持つ通信路符号に対する復号の一般化とその誤り指数に関する研究.....	新家稔央 (武蔵工業大学)
スペクトル拡散方式のためのシフト直交実数有限長系列に対する相関処理の高速化 ...	松元隆博 (山口大学)
A Study of Efficient Adaptive Filtering Algorithms and Their Applications to Acoustic and Communication Systems.....	湯川正裕 (理化学研究所)
ワークショップ等開催案内	
第 30 回情報理論とその応用シンポジウム (SITA2007) 開催案内	若杉耕一郎 (京都工芸繊維大学)
LDPC 符号ワークショップ開催案内	
第 5 回シャノン理論ワークショップ (STW07) 開催案内	
情報理論とその応用学会 2007 年度役員	
2007 年度第 1 回理事会報告	
国際会議の案内方法について	
ニュースレター原稿募集	

髙 忠雄先生を偲ぶ

藤原融 (大阪大学)



藤原融 (大阪大学)

本ニュースレターの前号でも報じられましたように、本学会名誉会員、元会長の髙忠雄先生には、平成 19 年 3 月 18 日逝去されました。

先生は平成 15 年 3 月末で第一線から退かれましたが、一昨年の SITA(沖縄)、また、一昨年ハワイ、昨年奈良で開催された HISC (Hawaii, IEICE and SITA Joint Conference) などに、お元気な姿で参加されました。しかし、昨年 11 月に体調を崩して入院されました。2 月頃には随分回復されていたのですが、再び体調が悪化し、3 月 18 日に 77 年の生涯を終えられました。

本年 5 月にハワイで開かれた HISC (Hawaii and SITA Joint Conference) に出席されることを、先生ご本人も参加者も楽しみにしておりましたが、叶いませんでした。HISC では追悼セッションを企画し、Shu Lin 先生をはじめ 5 名が講演しました。講演者が思い出話をすると「そんなことを言うてる暇があったら研究の話をしなはれ」という声が天から降ってきそうでもあり、思い出話よりは研究の話というセッションとなりました。先生にも納得いただけるセッションだったと思っています。

先生は、大阪大学工学部をご卒業になり、同大学博士課程修了後、昭和 38 年 4 月に大阪大学助手に着任、同 7 月助教授、昭和 41 年 4 月には基礎工学部教授になられました。以来、平成 15 年 3 月までの長年にわたり、大阪大学、奈良先端科学技術大学院大学、広島市立大学において、教育、研究並びに後進の育成に情熱を傾けられました。

先生が、符号理論とその応用の分野において、長年にわたり世界における主導的役割を果たして来ら

れたことは、本学会会員の皆様がよく知るところです。また、形式文法の多項式時間認識アルゴリズムに関して先駆的業績をあげるとともに、プログラム理論、ペトリネット理論、並行プロセスの理論、関係データベースの設計理論、ソフトウェアの仕様記述法と形式的検証法、暗号を含んだプロトコルの安全性問題等の広い分野において多大な貢献をされたことも、広く知られているところです。

符号理論とその応用に関する最も代表的な成果としては、2 重誤り訂正・3 重誤り訂正原始 BCH 符号を含むまとまった符号のクラスについて重み分布公式の導出や一群の最大長系列間 (Gold 系列, Kasami 大系列, Kasami 小系列等) の相互相関関数の導出が挙げられます。Kasami 系列の一種から構成される VL-Kasami 符号 (Very Large Kasami Code) は、30 余年後に、国際電気通信連合 (ITU) が定めた第 3 世代高速移動通信の国際標準規格 (IMT-2000) における広帯域符号分割多重アクセス方式 (W-CDMA) のスクランブル符号の一つとして採用されました。

形式文法理論に関する研究においては、文脈自由文法に対する時間計算量 3 乗オーダの認識アルゴリズムを世界に先駆けて発表されました。同時期に独立に本手法を考案した 3 名の頭文字を取って Cocke-Younger-Kasami (CYK) アルゴリズムと呼称されるこのアルゴリズムは、プログラミング言語のコンパイラ構成法や自然言語構文解析法の基礎技術として全世界で広く引用されているだけでなく、最近になって、バイオインフォマティクスにおける Non-Coding RNA 系列の Watson-Crick 塩基対構造の解析に応用され、生物系列の高次構造の解明とそのデータベース化に大きく貢献しています。

これらの業績により数多くの表彰等を受けておられます。平成 11 年に IEEE 情報理論ソサイエティから情報理論分野における世界で最も権威ある賞である Claude E. Shannon Award (シャノン賞) を受賞されています。また、電子情報通信学会より昭和

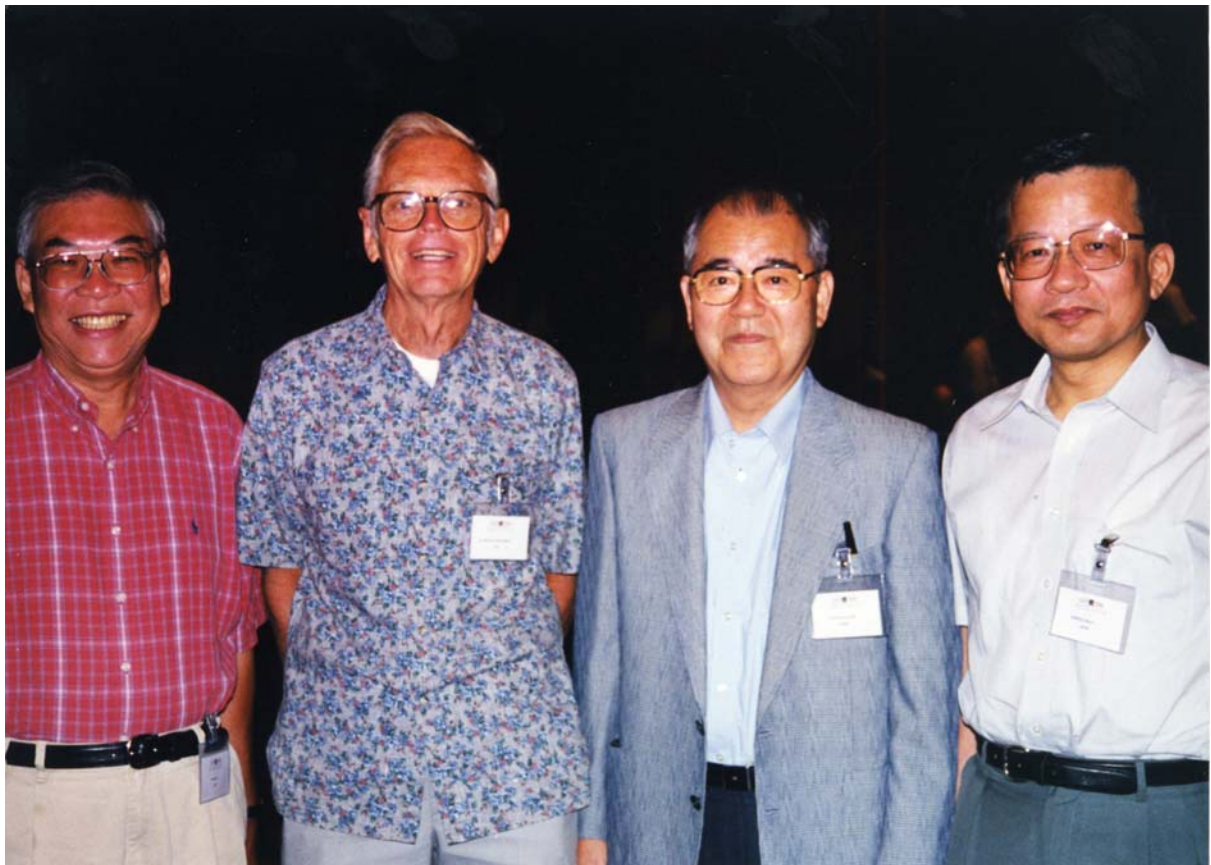
62年に「線形符号の重み構造に関する研究」に対して業績賞を受賞され、平成13年に功績賞を受賞されています。平成1年度には、大川情報通信基金より大川賞、高柳記念電子科学技術振興財団より同じ年度に高柳記念賞を受賞されました。また、本年5月には情報処理学会から顕功賞が贈られました。

先生は、本学会の前身である情報理論とその応用研究会設立にも貢献されました。指宿でのSITAの実行委員長、平成5年には会長として、本学会の発展に尽力されました。昭和63年に神戸で開催されたIEEE ISITの副議長を務められるなど、我が国の情報理論研究の国際化にも大きく貢献されました。

研究においてはもちろん、日常においても、鋭く本質を見抜かれ、有用な示唆をいただいたことも多々

ありました。特に印象に残っている言葉としては、「人生そんなに良いこともないけど、そんなに悪いこともおまへんで」があります。仕事の上では、「最小の努力で最大の効果をあげなはれ」、「無駄なことをすな（するな）」などがあります。日帰りの出張も含め、普段の荷物は風呂敷包み一つであり、その中には紙と2Bの鉛筆が必ず入っていました。ハワイ大学で研究されるときも、愛用の鉛筆は持っていっていたようでした。

先生は、生涯現役で、最後の入院の直前まで、符号の研究を続けられておりました。長年ご指導いただいた者の一人として、感謝するとともに、ご冥福をお祈り申し上げます。



ISIT2000 イタリア、ソレントにて：左から、Shu Lin 先生、Wes Peterson 先生、嵩忠雄先生、今井秀樹先生

副会長就任の挨拶 – S I T A と私 –

河野隆二 (横浜国立大学)



河野隆二 (横浜国立大学)

S I T A 副会長に就任することになり、大変光栄かつ責任の重大さを感じております。なぜならば、S I T A は私の研究者、学者としてのルーツであり、学会活動の出発点であるからであります。ニューズレターにこうして副会長就任のご挨拶を書かせていただける機会を得て、二つのことを申し上げたいと存じます。一つは過去の S I T A の思い出、もう一つは S I T A の将来についてであります。

S I T A への最初の参加は、1980年に箱根で開催された第3回情報理論とその応用研究会（現在のシンポジウムの前身）であります。当時、指導教官の今井秀樹先生から指導を受け、修士課程で始めたスペクトル拡散通信に用いる拡散符号として、有限体上で設計される Hamming 符号や BCH 符号の双対符号である M 系列や Gold 系列などとは異なるスペクトル拡散通信用に考案した擬似雑音 (PN) 系列を、M2 のときに第3回 S I T A で発表しました。箱根での開催ということで、今井先生のお手伝いとして、故宮川洋先生、原島博先生の実行委員会に参加させていただきました。その関係で、第1回神戸、第2回京都の S I T A を開催された故高先生、笠原先生をはじめ、蒼々たる偉人とお会いし、お話しする機会を得ました。それ以来、S I T A や I S I T A の常連として、講演者、主催者などの様々な形で S I T A に支えられ、支えて参りました。

私にとって S I T A が研究者としてのルーツである理由は、本や論文などでは知らなかった大御所の先生方、企業や他大学の第一線の研究者の方々に発表の場で自分の研究を聞いて頂き、意見を戴くだけでなく、宴会の場や温泉、コタツを囲んだ個室（現在の夜のワークショップのルーツ）などで直接、研究に限らず様々な経験や、ライフスタイル、人生観、世界観を身近に伺うことができたからであります。

Shannon の情報理論は通信の数学的理論という論文から始まっているように、通信システムやそれと同等の数学モデルで表される記録システムなどの基礎理論として発展してきました。情報理論本体における、情報の定量的表現、情報源エントロピー、情報源符号化、相互情報量、通信路容量、歪・速度理論、通信路符号化などから、有限体理論に基づく符号理論の美しい体系と共に、現在の高度情報化社会を支える情報通信インフラストラクチャーへの広範な応用が、「情報理論とその応用」を純粋理論が直接実用に応用される一大領域として認知され、学術的にも産業上も高く評価されてきたと言えます。少なくとも、私自身の理論的な洞察や解析など、ものの考え方の根幹に情報理論があります。客観的には、IEEE 学会の Communication Society において活躍する理論家の多くが Information Theory Society にルーツを置く方々であることから分かります。また、最近では減少しているかもしれませんが、S I T A で活躍される方々には企業の研究所長や C T O , C E O になられた方々も多数おられます。

研究者、技術者として、または教育者、経営者として生きていく中で、何に根（ルーツ）を置き、問題の探査・解決の能力と、成果の体系化・表現の能力を磨くかが重要であります。「情報理論とその応用」は筋のよい体系であり、開放的で居心地の良いコミュニティを構成しているので、ルーツを置くには最適であると思います。S I T A の良いところは、他のルーツをもつ方々にとっても門戸は開放されて

おり、回路・システム、信号処理、確率論、通信方式・処理、ITS、ヒューマンコミュニケーション、暗号・情報セキュリティなどルーツの異なる分野に対しても情報理論の視点に立つ解析や評価、さらに複数のルーツに根ざす基礎・境界領域の学問や産業イノベーションを創生する母体として、SITAは活躍してきました。

SITAの申し子とも自負する私がこれからのSITAに期待することを、副会長の任を仰せつかったこの機に、僭越ながら申し上げます。それは、SITAのこれまでの良さを復活すると共に、今後の世界を予測した新たな進化を議論することであります。

SITAの良さは、情報理論を中心とする周辺理論との連携融合分野の学術的広がりをもつことであり、宇宙衛星通信、デジタル記録、移動通信、ITS、アドホックネットワークなどのように時代と共に変化する広範なる応用が産業上のも大きく貢献しているところと考えられます。つまり、理論と応用が良いバランスで扱われていることから、理論的な研究を中心とする大学と、応用をビジネスする産業が人的にも絡み合える風土ができ上がっています。SITAに参加すれば、少なくとも日本全体の同分野での学際、産業界の動向がわかり、組織を跨る新たなプロジェクトなどが立ち上がる下地を与えてくれるコミュニティとなっていることでもあります。しかし、最近のSITAはどうでしょうか。こうしたバランスが少しずつ崩れていないでしょうか。また、先に述べた私が学生時代に大きなインパクトを得た老若男女がコタツを囲んで日頃は聞けないお話や問答を行う風土は、SITAの夜のワークショップで維持しようとしています。以前ほど役者が揃わず、参加する若者も無理矢理参加させられている兆候があり、主催者の目論見通りには巧くいっていないように思います。

法人（会社）も学会もどのような組織にも、人間と同じように寿命があると言いますが、それは発足当時の新たなものを作り上げるための情熱が何時しか冷め、継承者が既存のルールやイベントなどの活動を疑問も感じず行うだけでは、じり貧になっていくのでしょうか。ではどうしたら、会員の満足度が増

し、若い会員が望んで参加する学会に再生することができるのでしょうか。私自身にも様々な改善策がありますが、会員各位が積極的に意見を出し合い、各位が妙案を積み上げ、自身でそれを遂行することにより、自分が学会を動かしている自覚を持って頂くことにより、学会への帰属意識も高まり、居心地のよいコミュニティとして再生されるものと信じております。

私から提案させていただくことは、2つあります。一つは学術的な活動の中で、将来にわたって中長期的に発展が期待される新たな方向を打ち出し、そのコアになる基礎理論とその代表的な応用を明示することにより、時代に応じた舵取りを行うことが重要であります。もう一つは、ISITAのような国際活動も行っているものの、SITAは日本国内の情報理論とその応用分野に関する同好会のような任意団体であることに起因します。同様の分野を国際的にカバーする国際組織（IEEE学会ITソサイエティなど）との連携と住み分けなどの関連を明確にして、組織として活動するための戦略を明確にすることがそろそろ求められています。

前者の例として、私が現在強く関わっております医療と情報通信技術（ICT）の融合領域である医療ICTについて、SITAの中長期的に目指すべき方向として紹介します。

これまで隆盛を極めてきた情報理論を源泉とするICTが今後20年以上同様に成長し、卒業生が専門家として世界をリードし、ICT産業が世界市場をリードする成長を続けられるかに疑問を感じています。

一方で、少子高齢化が顕著に進む日本や先進国において、医療福祉の効率化と高信頼化が今後、社会に最優先で求められます。この需要に応え、いつでもどこでも誰もが最高水準の医療を受けるユビキタス医療を実現するためには先端ICTが不可欠であると確信しています。この信念に基づき、2005年9月に横浜国立大学・未来情報通信医療社会基盤センターを設立し、先端ICTに基づく医療（医療ICT）の研究開発、標準化、法制化を推進するために、2006年度に独立行政法人情報通信研究機構（NICT）の医療

支援 ICT グループを形成し推進しています。20 社以上からなる医療 ICT コンソシアムを結成し、医療と ICT のインターディシプリナリーな学術領域である医療 ICT の新産業を創生することに邁進しています。具体的には、無線カプセル内視鏡で撮った動画情報のための情報源符号化や通信路符号化、高速伝送、高精度測位が可能な UWB 伝送、身体の回りや体内にインプラントしたセンサーネットワークである BAN(Body Area Network) のためのネットワーク符号化など、情報理論のかんりの基礎理論や要素技術が複合的に応用できる新パラダイムであります。

医療 ICT のプロモーションを長々書いてしまいましたが、もう一つの対策である同分野をカバーする国際組織との連携・住み分けなどの関係を整理し、グローバルスタンダードで S I T A を再組織化すべきことについて、私見を申し上げます。

ご存知の方もおられると思いますが、S I T A の会員各位のご推薦に支えられ、平成 12 年、15 年、19 年の 3 期(6 年間) I E E E 学会 I T ソサイエティの B o G (Board of Governors) の理事に選任され、日本およびアジアパシフィック (Region 10) 活動や ISIT2003 横浜開催などに携わって参りました。その中で、S I T A や電子情報通信学会基礎境界ソサイエティと I T ソサイエティの姉妹ソサイエティ化などに注力してきました。その成果の一つが I S I T A 08 に I E E E I T ソサイエティが共催することが決定し、採択された論文で著者の内諾が得られたものは IEEE Xplore に掲載される交渉をしていることであります。

その活動の中で、障害となる問題は、S I T A が法人格を持たず、そのために S I T A のシンポジウムなどで発表された論文の著作権を S I T A が管理することもできず、I E E E や電子情報通信学会と対等の契約が結べないことにあります。これについては、S I T A 役員会でも意見が分かれるところがあります。つまり、S I T A を社団法人などの組織化を図れば、上記の問題は解決しやすいという利点と、その反面として、任意団体としての同好会的な自由な運営の良さを捨て、組織運営の業務に煩わされる問題点があるからであります。

こうした問題は、当学会に限らず、我々が関わるあらゆる組織でグローバルイゼーションとアンチグローバルイゼーションのバランスをどのように取るかであり、世界標準に対応しつつ、我々固有のアイデンティティをどのように保つのかという大きな課題と言えます。

これらの課題に対するソリューションは我々の世代だけでなく、次の世代を担う若手研究者の皆様が主体的に解決し、その成果を自負することにより得られると思います。またこれを通じて、我が国のリーダシップをとる人材が S I T A から育っていくことを期待しております。

以上、S I T A に寄せる私の熱い思いをつらつら文章にしてみました。諸先輩方も若手後輩諸氏もきっと思いは概ね同じではないでしょうか。そうであれば、これだけ優秀な人材が集う S I T A ならば、きっと解決できると信じております。私もその一助となれればと考えております。

—博士論文紹介—

Weight and Stopping Set Distributions of Irregular LDPC Code Ensembles

池谷 亮志 (ソニー (株))



池谷 亮志 (ソニー (株))

In this thesis, we study the error performance of

low-density parity-check (LDPC) codes employing maximum likelihood (ML) decoding over a memoryless binary-input symmetric-output channel and iterative decoding over a binary erasure channel (BEC).

We deal with three kinds of irregular LDPC code ensembles, i.e., standard irregular LDPC code ensembles, detailedly represented irregular LDPC code ensembles and two-edge type LDPC code ensembles. The first ensemble is defined by a bipartite graph specifying only degree distribution, the second ensemble by a bipartite graph specifying joint degree distribution and the third ensemble by a bipartite graph specifying degree distributions for each of two types of edges.

The error performance of a code ensemble under ML decoding is determined by its weight distribution. For detailedly represented irregular LDPC code ensembles and two-edge type LDPC code ensembles, we have derived the average weight distributions and their asymptotic exponents. From the fact that a detailedly represented irregular LDPC code ensemble constructed properly appears typically in a standard irregular one, we have a conjecture that these asymptotic exponents coincide and we have given a numerical example which strongly supports the conjecture. We have also clarified some fundamental characteristics for the average weight distributions of two-edge type LDPC code ensembles. Then we have derived upper bounds for the average block error probabilities of a standard irregular LDPC code ensemble and a detailedly represented irregular LDPC code ensemble, and have also proved that the upper bounds asymptotically decrease polynomially with the code length. Compared to the conven-

tional bounds for regular LDPC code ensembles, our upper bounds can be applied to lower SNR channels.

In the analysis of error performance for an LDPC code ensemble under the iterative decoding over a BEC, the stopping set distributions play important roles. For detailedly represented irregular LDPC code ensembles and two-edge type LDPC code ensembles, we have derived the stopping set distributions and their asymptotic exponents, which offer the basic data to derive the average block error probabilities for these systems.

The thesis consists of six chapters. After an introduction, in Chapter 2, we introduce the relation between linear codes and bipartite graphs, and define standard irregular LDPC code ensembles, detailedly represented irregular LDPC code ensembles, and two instances of two-edge type LDPC code ensembles. In Chapter 3, we derive the average weight distributions and their asymptotic exponents of a detailedly represented irregular LDPC code ensembles and two instances of two-edge type LDPC code ensembles. In Chapter 4, we derive the upper bounds for the average block error probabilities of a standard irregular LDPC code ensemble and a detailedly represented irregular LDPC code ensemble. In Chapter 5, we derive the average stopping set distributions and their asymptotic exponents of a detailedly represented irregular LDPC code ensembles and two instances of two-edge type LDPC code ensembles. In Chapter 6, we summarize the contributions of this thesis.

学位取得大学: 東京工業大学

E-mail: Ryoji.Ikegaya@jp.sony.com

Robustness Enhancement Techniques for Low Complexity Wireless Communications Systems

石橋功至 (静岡大学)



石橋功至 (静岡大学)

携帯電話, IEEE802.11, Bluetooth など, 多くの無線通信システムが一般に普及し, 成功を納める中で, さらなる高速通信の実現を目指してさらに活発に研究が行われている. しかし, 数百 Mbps から数 Gbps といった高速な通信が実現される一方で, 通信路の急速な変動に対するロバスト性は従来からそれほど向上しておらず, 安定した通信, 切れない通信に対するユーザの要求は日増しに高まっているといえる. そこで本論文は, “Robustness Enhancement Techniques for Low Complexity Wireless Systems” と題し, より安定したリアルタイム通信を実現するという観点から, いくつかのロバスト性向上手法に関して議論を行ったものである. 本論文では大きくわけて 2 つのシナリオを想定している. 1 つ目のシナリオは物理層になんら制約がない下で, いかに安定したロバストなリアルタイム通信を実現するかというシナリオであり, もう 1 つは物理層に IEEE802.11 や Bluetooth といった既存の規格を用いたとき, リアルタイム性を損ねることなく, いかに簡易に通信の信頼性を向上させることができるかというシナリオである.

第 1 章 “Introduction” では, まず無線通信における種々の問題点と, 本研究の動機と目的について述べている.

第 2 章では, “Low Complexity Bit-interleaved Coded DAPSK for Rayleigh Fading Channels” と

題し, レイリーフェーディング環境下におけるビットインターリーブを伴った符号化差動符号化振幅位相変調 (DAPSK, Differential Amplitude and Phase Shift Keying) 方式について議論している. 様々な遅延検波方式を用いた場合の性能について定量的に明らかにするため, 平均相互情報量及びカットオフレートを理論的に導出している. またその結果にもとづき, 簡易でロバスト性の高い受信器及びビットメトリックを提案している.

第 3 章では, “Cyclic Delay Diversity with Low Complexity Bit-interleaved Coded DAPSK” と題し, 第 2 章で提案した送受信システムの多入力多出力 (MIMO, Multi-Input Multi-Output) チャネルへの拡張について議論している. 周波数選択性対策技術であり, 高い周波数利用効率を実現できる周波数分割直交多重 (OFDM, Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) と複数のアンテナを用いることで安定した通信を実現する MIMO 技術の組み合わせは実用的な観点から非常に重要である. そこで, MIMO 技術と OFDM 技術の組み合わせである巡回遅延ダイバーシティを符号化 DAPSK 方式に適用することについて議論している. また, より現実的な通信路を想定し, 時間変動のある通信路や遮蔽による消失が存在する通信路についても議論し, 提案方式が劣悪な環境下においても安定して通信を保つことができることを明らかにしている.

第 4 章では, “Embedded Forward Error Control Technique (EFECT) for Low-Rate but Low Latency Communications” と題し, 第 2 章, 第 3 章とは異なるシナリオにもとづいて議論を行っている. 第 2 章, 第 3 章では, 物理層の変更が可能であるという仮定のもとで安定したリアルタイム通信実現のための手法について議論したが, 第 4 章では, 既存の規格をベースにして, いかに安定したリアルタイ

ム通信を実現するかについて検討している．その設計について理論的考察を加え，具体的なシステムとして Bluetooth を用いてその効果について明らかにしている．

第 5 章では，本研究の総括を行い，また，安定し

た切れない無線通信システム実現における問題点と今後の展望について述べている．

学位取得大学: 横浜国立大学

E-mail: koji@ieee.org

—博士論文紹介—

Quantum Information Processing under Local Operations and Classical Communications

尾張正樹 (東京大学)



尾張正樹 (東京大学)

量子力学に支配される系を用いることによって我々はあるような情報処理タスクをどれだけの効率で実行することができるか，特に暗黙のうちに古典力学に系が支配されていることを仮定している従来の情報処理に比べてどれだけの利得が得られるか，という問題に対する興味から量子情報の分野は始まった．そして，この物理学と情報科学との学際領域である量子情報の分野は，80 年代における量子力学に基づいた無条件安全性が証明できる量子暗号プロトコルの発見，および 96 年の Shor による素因数分解を高速でできる量子アルゴリズムの発見によって，90 年代後半以降急速に発展を遂げてきた．

我々の現在の情報処理が，多数の遠隔地にある情報処理端末 (PC) とその間の光ケーブルなどの古典的伝送路で行なわれているように，量子情報においても，遠距離に配置された多数の量子コンピューター (PC) とそれらの間の量子状態および古典情報の伝送により量子情報処理タスクが行われると考える．一

方，よく知られているように，量子状態の遠距離伝送は，環境系による情報の散逸 (ノイズ) を受けやすく，古典情報の伝送に比べて著しく困難である．そのため，量子状態の伝送が一切不能である代わりに，古典情報の伝送はいくらでも好きなだけ可能であるという仮定 (Local operation and classical communication, 以下 LOCC と略する) の下の量子情報処理の研究が，遠距離多者間の量子情報処理の本質の理解のために必要不可欠であると考えられている．

このような LOCC による遠距離多者間の量子情報処理に対する量子状態もしくは量子状態の集合の持つ性質として，量子非局所性は次のように操作的に与えられる．すなわち，遠距離多者間で共有された量子状態もしくは量子状態の集合に対して量子情報処理タスクが与えられ，LOCC による量子操作の制限が情報処理タスクの実行を困難にするならば，その困難さを用いて状態もしくは状態集合の量子非局所性を表すというものである．特に遠距離多者間で共有された量子状態を別の量子状態に変換するというタスクに関する量子非局所性はエンタングルメントと呼ばれ，量子情報処理に不可欠なリソースとして盛んに研究されてきた．これまでに，エンタングルメントの理論は少なくとも二粒子純粋状態については，整理された理論体系が出来上がり 1 つの到達点に達した．その後，二粒子混合状態や多粒子状態などのより複雑な系についても多くの研究がなされてきたが，その数学的な困難さより現在エンタング

ルメント理論としての研究は行き詰まりを見せつつあるといっている。

近年、状態識別と状態複製という情報処理タスクを考えることによりエンタングルメントとは異なった新たな量子非局所性として、LOCC 状態識別 (局所量子操作と古典通信 < LOCC > の制限下における量子状態の識別) と LOCC 状態複製 (LOCC の制限下における量子状態の識別問題) に関する非局所性が提唱された。これらの非局所性は個別の量子状態ではなく量子状態の集合に対して定義されているという意味において、エンタングルメントとは異なっており。更に、エンタングルメントを持たない純粋状態からなるにもかかわらず、LOCC では識別できない正規直交基底の発見などより、LOCC 状態識別と LOCC 状態複製に関する非局所性はエンタングルメントだけでは説明できないことが示された。一方、情報理論的視点から眺めても、状態識別と状態複製は様々な情報処理の基盤となる基本的なタスクであり、それらの LOCC 制限下での性質を理解することは、LOCC の下での量子情報処理の理解に必要な不可欠である。しかし現在のところ、LOCC 状態識別と LOCC 状態複製の研究は初期段階にあり、それらの性質もまたエンタングルメントとの関連性のはっきりとは分かっていない。そこで、本論文では、LOCC 状態識別と LOCC 状態複製に注目し、それらの性質の研究、およびそれら 2 つに関する非局所性とエンタングルメントとの間の関係性の研究を行った。

本論文では、第 1 章における量子情報と量子非局所性についての導入の後、まず第 2 章において、LOCC 状態識別とエンタングルメントとの関係を明らかにするための研究を行った。従来の LOCC 状態識別の研究の多くは、状態の集合が特殊な条件を満たしたときの LOCC による状態識別プロトコルを与えているに過ぎず、LOCC 状態識別とエンタングルメントとの関連性を明白に示す結果は得られていなかった。そこで、私達は LOCC より少し広い操作である Separable Operation を用いて、我々は与えられた状態の組の決定論的に (100 パーセントで) LOCC 識別可能な状態数の上限が、Separable 状態 (エンタングルメントを持たない状態) の集合との

距離を用いて定義されたエンタングルメント量 (距離的エンタングルメント量) によって得られること一般の多体系に対して証明した特に純粋状態の集合 $\{|\varphi_i\rangle\}_{i=1}^N$ が LOCC 状態識別可能であるための必要条件是距離的エンタングルメント量 $E(|\varphi\rangle)$ を用いて、 $N \leq D/\overline{E(|\varphi_i\rangle)}$ と与えられる。ここで D は全系の次元 $\overline{E(|\varphi_i\rangle)}$ は $E(|\varphi_i\rangle)$ の平均を意味する。この事実は、『状態集合が LOCC で決定論的に識別可能であるためには、その状態集合の距離的エンタングルメント量の和が次元を超えてはいけな』とも言い換えることができるため、Figure.1 のように図示すると分かりやすい。

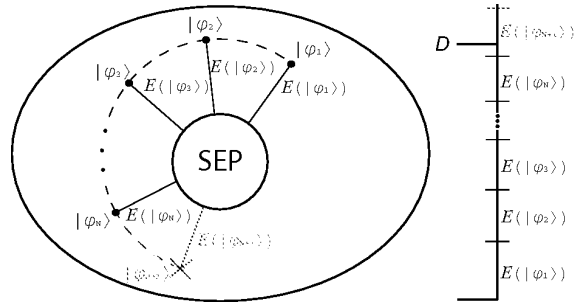


Figure 1: 純粋状態の集合 $\{|\varphi_i\rangle_{i=1}^N$ を LOCC で決定論的に識別可能であるためには、Separable 状態からの距離 (的なエンタングルメント量) の和 $\sum_{i=1}^N E(|\varphi_i\rangle)$ が全系の次元 D を超えてはいけな。

我々がここで得た結果は、状態集合の持つエンタングルメント量が、少なくとも我々の得た上限で与えられる程度には状態集合の LOCC 状態識別の困難さを保障するというを意味する。つまり LOCC 状態識別とエンタングルメントとの明白な関連性を与えることになる。また、一方で一般の多体系で定義された距離的なエンタングルメント量に LOCC 状態識別を用いた操作的な意味づけも与えるという意味でも意義深い。

次に、第 3 章においては、遠距離当事者間の古典情報通信のタイプの違いによる 2 つの LOCC のタイプ、すなわち双方向に古典情報通信が許された一般的な two-way LOCC と古典情報通信が一方に制限された場合の one-way LOCC の違いが、LOCC

識別性にどのような影響を与えるかを研究した．その結果として，one-way LOCC で識別可能な状態数が 2 体の系では Schmidt ランクというエンタングルメント量を用いて表されることを示し．2 量子ビット系においては，具体的に two-way LOCC による状態識別プロトコルを構成することにより，双方向古典通信が一方古典通信に比べて著しく LOCC 識別の困難さを減少させることを示した．このことは，古典情報をエンコードされた状態集合から LOCC のみによって古典情報を得ようとした時に，双方向古典通信によって得られる古典情報が増加するということを意味するため，情報理論にも非常に意義深い．

第 4 章では，最大エンタングル状態の集合に注目して LOCC 状態複製の性質を解析し，また LOCC 状態複製と LOCC 状態識別との関係性の研究も行った．私は，与えられた最大エンタングル状態の集合が決定論的に LOCC 複製可能であることの必要十分条件が，その状態集合が同時 (simultaneously) Schmidt 対角化可能な正準 (canonical) Bell 状態基底の部分集合で与えられることを証明した．更に，Schmidt 対角化可能な基底の部分集合は常に one-way LOCC 状態識別可能であるという事実を用いることで，LOCC 状態複製は one-way LOCC 状態識別よりも困難であることを示した．このことから，最大エンタングル状態 N 個の集合はエンタングルメントという視点だけではなく同じ量子非局所性を有するにもかかわらず，LOCC 状態複製と one-way LOCC および two-way LOCC 状態識別に関する量子非局所性を用いると，Figure.2 に記されるように分類されることが分かった．

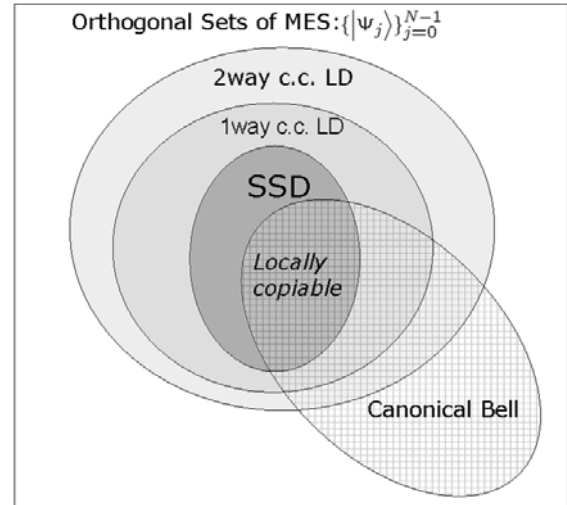


Figure 2: 最大エンタングル状態の集合 $\{|\Psi_j\rangle\}_{j=0}^{N-1}$ の非局所性によるクラス分け．この図において状態集合の量子非局所性は中心に近づくほど少なくなっている．LD, SSD, c.c. はそれぞれ LOCC 識別可能 (Local Discrimination)，同時 Schmidt 対角化可能 (Simultaneously Schmidt Decomposable)，古典通信 (Classical Communication) の略である．

最後に第 5 章では，それまでにこの論文で得られた結果をまとめてある．

我々がこの論文で行った，LOCC 状態識別と LOCC 状態複製という新たな切り口からの量子非局所性の性質の研究は，行き詰まりを見せつつある従来のエンタングルメントを中心とした非局所性の研究に新しい方向性を与えうるという意味で量子情報の分野の発展に貢献していると信じる．

学位取得大学: 東京大学

E-mail: masakiowari@is.s.u-tokyo.ac.jp

Complexities of Individual Sequences and Their Applications to Universal Source Coding

葛岡成晃 (和歌山大学)



葛岡成晃 (和歌山大学)

近年の情報ネットワークの発達に伴い、膨大なデータを効率的に保存・伝送するためのデータ圧縮技術が重要になっている。特に、実際にデータ圧縮を行う際には、与えられたデータを生成した情報源の統計的な性質が未知である場合や、情報源として確率的モデルを仮定するのが適切ではない場合があるため、情報源の性質に依存せずに符号化が行えるユニバーサル符号が必要になる。

これに対して本論文では、情報源の統計的性質を仮定せずに個別に与えられたデータ系列を符号化する問題を研究している。まず、可算無限アルファベットからなる系列の無歪み符号化問題について、達成可能な最適符号化レートを、系列に対して定義される種々の複雑量によって特徴づけている。次に、一般のアルファベットからなる系列を歪みを許容して符号化する問題について、符号化によって生じる歪みと符号化レートとの関係が、系列の経験確率分布に対して定義されるレート・歪み関数によって特徴づけられることを明らかにした。更に、それぞれの符号化問題に対して、系列によらずに最適な符号化ができるユニバーサル符号の構成法を示している。

本論文は英文 6 章から成っており、その内容を以下に述べる。

第 1 章 “Introduction” (序論) では、データ圧縮の理論的な基礎を与える情報源符号化問題について論

じ、従来の研究成果について概説している。なかでも、情報源の統計的な性質が未知である場合には、個々に与えられた系列を符号化する個別系列の符号化問題が重要であることを述べ、本研究の位置付けを明らかにしている。

第 2 章 “Lossless Coding Problem” (無歪み符号化問題) では、可算無限アルファベットから成る系列の無歪み符号化問題について検討し、達成可能な最適符号化レートが、系列の経験エントロピーや自己エントロピーレートと一致し、系列の Lempel-Ziv 複雑量によって下から抑えられることを明らかにしている。本章で得られた成果は、有限アルファベットから成る系列の無歪み符号化問題について得られている従来の結果を、可算無限アルファベットに対して自然に拡張したものになっている。この結果を元に、系列に依存せずに最適な符号化を行なうことができるユニバーサル符号の構成法について検討し、Lempel-Ziv 符号を可算無限アルファベットに対して拡張した符号を提案している。更に、系列の集合に対してユニバーサル符号が存在するための十分条件を与えると共に、得られた十分条件と、定常エルゴード情報源の集合に対してユニバーサル符号が存在するための条件との関係についても明らかにしている。

第 3 章 “Fixed-Rate Lossy Coding Problem” (固定レート有歪み符号化問題) では、一般のアルファベットから成る系列を一定の符号化レートで符号化した場合に、符号化によって生じる歪みを最小化する固定レート有歪み符号化問題について検討し、符号化される系列の経験分布に対して定義される歪み・レート関数によって、固定レート符号化で理論的に達成可能な最適歪みが特徴付けられることを証明している。また、系列に依存せずに最適な符号化を行なうことができる固定レートユニバーサル有歪み符

号の構成法について検討し、Lempel-Ziv 符号や文法に基づく符号に代表されるユニバーサル無歪み符号を一般化した概念である複雑量関数 (Complexity Function) を用いた固定レートユニバーサル有歪み符号の構成法を提案している。更に、定常エルゴード情報源に対して、提案符号によって情報源に依存しない最適な符号化が行なえることも証明している。

第 4 章 “Fixed-Distortion Lossy Coding Problem” (固定歪み符号化問題) では、符号化によって生じる歪みが予め与えられた基準値以下になるように、一般のアルファベットから成る系列を符号化した場合に、符号化レートを最小化する有歪み符号化問題について検討し、第 3 章と同様に、系列の経験分布に対して定義されるレート・歪み関数によって、固定歪み符号化で達成可能な最適レートが特徴付けられることを証明している。また、系列に依存せずに最適な符号化が行なえる固定歪みユニバーサル符号の複雑量関数を用いた構成法を提案すると共に、定常エルゴード情報源に対して、提案符号によって情報源に依存しない最適な符号化が行なえることも証明している。

第 5 章 “Fixed-Slope Lossy Coding Problem” (固

定スロープ有歪み符号化問題) では、一般のアルファベットから成る系列をブロック毎に有歪み符号化する場合に、符号化によって生じる歪みと符号化レートの線形結合によって定まるコストを最小化する固定スロープ有歪み符号化問題について検討し、系列の経験分布に対して定義されるコスト関数によって、達成可能な最適コストが特徴付けられることを証明している。また、複雑量関数に基づく固定スロープユニバーサル有歪み符号化法を提案し、定常エルゴード情報源に対して、提案符号によって情報源に依存しない最適な符号化が行なえることを示している。更に、得られた成果を、非定常情報源の固定スロープ有歪み符号化問題に応用し、非定常情報源に対してコスト関数を定義すると共に、提案符号によって情報源に依存せずに最適コストを達成できることを証明している。

第 6 章 “Conclusions” (結論) では、本論文で得られた成果を総括し、今後の課題をまとめている。

学位取得大学: 東京工業大学

E-mail: kuzuoka@sys.wakayama-u.ac.jp

—博士論文紹介—

Beamforming and Calibration Technologies in Antenna Arrays for Highly Reliable Wireless Systems

佐藤正知 (武蔵工業大学)



佐藤正知 (武蔵工業大学)

無線システムにおいて、無線機と自由空間を繋ぐ

インタフェースの働きをするアンテナ部を高機能化することで、無線システムの性能を向上することができる。アンテナ部を高機能化する簡単な方法は、複数のアンテナを空間上に配置して組織的に動作させることである。一般に、複数のアンテナを持つシステムをアレーアンテナと呼ぶ。本論文は、無線システムの信頼性を向上するためのアレーアンテナに関する信号処理技術について述べる。本論文は大きく 2 つの部分に分かれており、第一部はアレーアンテナの校正法、第二部ではアレーアンテナのビーム

形成法に関して述べる．また，第二部のビーム形成法は，第一部で論じる素子間相互結合やアレー校正などを含めた解析を行っている．

第一部：アレーアンテナを用いることで無線システムの能力を向上させることができるが，アレーアンテナの性能を十分に発揮するには，アレーアンテナの劣化要因を取り除く必要がある．劣化要因としては，アレーアンテナを構成する各アンテナ素子の製作誤差，アンテナ素子配置における誤差，素子間相互結合などが挙げられる．本論文では，アレーアンテナに本質的に存在する素子間相互結合に着目する．本論文で提案する校正法は，参照信号等を利用しないアレーアンテナ単体で行う自己校正法である．従来の Open circuit voltage 法に代表される自己校正法では本質的に素子間相互結合を取り除けない問題点があった．本論文では，アンテナ素子の端子に流れる素子間結合の影響を含む電流を素子間結合の影響が無い孤立アンテナに流れる電流と素子間結合によって誘起される電流に分けて，それぞれでアレーアンテナの回路方程式を新しく定義する．さらに，定義した回路方程式を元に導いた校正行列を数値的に求める方法を提案する．結果として3素子以上の直線状アレーアンテナでは，安定的に校正行列を求められることを示す．また，ダイポールアンテナで構成したアレーアンテナにおいて，他の方式との比較を計算機シミュレーションを用いて解析し，従来の自己校正法に比べて高い校正性能を示すことを明らかにする．さらに，素子の配置が任意の線形アレーや特性が異なる素子で構成したアレーに対応するように提案方式を拡張している．

第二部：近年の無線システムは高速伝送などの要求から広帯域化が進んでいる．また，伝搬環境によっては角度広がりをもって信号が到来する．したがって，アレーアンテナは素子間結合などのハードウェアの劣化要因以外にも，これらの通信方式や通信路に対しても対応することが要求されている．従

来のヌルステアリングでは，ヌルの幅は狭く角度広がりのある信号や広帯域信号に対して有効に動作しているとはいえない．そこで，本論文では，角度広がりのある信号や広帯域信号にたいして有効な広角ヌルの生成が可能になる方法について述べる．アレーアンテナのウェイト計算時に階層型アレーアンテナの概念を利用して，複数の階層においてヌルを拘束することで実現できる．提案する広角ヌルの応用例として，FDD システムにおけるダウンリンク時のビームフォーミングなどを例に挙げて有効性を示す．

また，広帯域化の無線システムにおいて数ギガの帯域幅をもつ UWB が注目されている．UWB の受信機の多くは狭い範囲に集中することが想定される．よって，他の UWB 機器との相互干渉の問題を克服することが必須である．対策方法の一つとして，適応的に指向性パターンを変更できるアレーアンテナを用いた空間分割技術の適用が有効である．しかし，インパルスラジオ方式のような超広帯域のベースバンド伝送では，信号の振幅・位相を使う従来方法の適用が難しい．そこで本論文では，信号を送信する際に複数の要素アンテナから出力する同じ周波数成分に強度分布を作ることによって，ビームフォーミングを実現する方式を提案する．本方式の有効性を示す結果として，周波数オーバーラップを持つようにモノサイクル波形を複数のサブバンドに分割し，各サブバンドの信号を対応する要素アンテナから送信した際に，超広帯域にわたってサイドローブの無い指向性パターンができることを計算機シミュレーションにより示す．また，実際に長さの異なるダイポールアンテナを用いてビームフォーミングの特性を解析し，提案するアレー校正法を導入したときにビームパターンが改善することを示す．

学位取得大学: 横浜国立大学

E-mail: tadatomo@ec.musashi-tech.ac.jp

符号化変調を用いた陸上移動無線通信に関する研究

正本利行 (長岡技術科学大学)



正本利行 (長岡技術科学大学)

陸上移動無線通信においては、マルチパスフェージングと符号間干渉による特性の劣化が生じる。特に移動端末は送信電力の制約があるため、小さい電力で誤りの少ない通信の実現への期待が大きい。本論文では、無線通信の特性の改善技術として符号化変調に着目した。この符号化変調は、特性改善の他に周波数有効利用と高速化にも寄与するからである。この技術をベースとし、フェージングと符号間干渉の対策技術を組み合わせて、特性の改善を行った。

本論文は7章で構成される。第1章は序論であり、第7章は結論となっている。第2章?第3章はベースとなる符号化変調として多レベル符号化変調を取り上げて検討を行っている。第4章?第6章はベースとなる符号化変調として直列接続トレリス符号化変調(SCTCM)を取り上げて検討を行っている。

第2章では、多レベル符号化変調とフェージング対策技術であるダイバーシチを組み合わせたシステムにおける最適符号化を明らかにした。そのために、フェージング通信路におけるビット誤り率(BER)の近似理論値を求めた。この近似理論値はシミュレーション結果とよく一致しており、シミュレーションによる符号評価の代わりとして利用できることを示した。そこでこの近似理論値を用いて、長さ31のBCH符号を用い、符号化率63/93とした場合の $BER=10^{-6}$ における最適な誤り訂正能力配分をダイバーシチブランチ数2,3について求めた。その結果、

レベル1,2,3に対してそれぞれ(3,2,1),(5,1,1)ビットの誤り訂正能力を与えた場合が最適であることを明らかにした。

第3章では、多レベル符号化変調と符号間干渉対策技術である等化を組み合わせた新しい等化復号システムを提案した。提案システムは、インタリーバを使うことにより、多レベル符号化変調の復号結果を適応等化にフィードバックすることを可能にした。そのシステムにおいてはインタリーブによる時間ダイバーシチ効果と多レベル符号化変調の復号結果を適応等化にフィードバックする効果により優れたBER特性が得られることを示した。提案システムは誤り訂正後の信号をフィードバックすることにより、 $E_b/N_0=22[\text{dB}]$ において、2桁以上BERを改善していることを示した。2ブランチ空間ダイバーシチシステムの特性評価式を用いて、干渉波数が1波の場合における提案システムにおける誤り訂正能力配分の最適化が行えることを示した。レベル1,2,3の誤り訂正能力がそれぞれ3,2,1ビットの割り当てが最適であった。

第4章では、SCTCMと等化を組み合わせたターボ等化システムを周波数選択性フェージング通信路に適用した場合の問題点を明らかにし、その改善策を提案した。明らかにした問題点は、等化器としてソフト干渉キャンセル形等化器(SIC-EQ)を用いた場合、誤り伝搬により大きな特性劣化が起こることである。その対策として、等化信号の平滑化システムを提案した。これは1回前の繰り返し時点の等化信号と現在のSIC-EQ出力の加重和を現在の等化出力とするというものである。このように簡単な処理で誤り伝搬を抑えることができた。平滑化システムは、9波の干渉を受ける準静的周波数選択性レイリーフェージング通信路で $BER=10^{-3}$ において、従来のシステムよりも7.2[dB]の改善が得られ、 $BER=10^{-2}$ において5.2[dB]の符号化利得が得られた。また、

Lindskog の送信ダイバーシチとターボ等化との併用システムを提案し、その特性を明らかにした。この場合の符号化利得は $BER=10^{-4}$ で 10.5[dB] であった。また、ダイバーシチ効果により $BER=10^{-4}$ を実現するために必要な E_b/N_0 が 4.5[dB] 改善された。

第5章では、ターボ等化システムにおける SCTCM の最適符号を明らかにした。そのため、まず、等化が理想的に働いた場合について考えた。この場合、干渉波数の増加はダイバーシチブランチの増加と同じ効果となる。ダイバーシチブランチが多くなった場合には、加法的白色ガウス (AWGN) 通信路で良い特性が得られるものの中に最適符号が存在することを明らかにした。さらに、実際のターボ等化においても成り立つことを示した。そこで AWGN 通信路において、良い特性が得られる符号を探索するために AWGN 通進路における SCTCM の上界値の数値計算方法を提案した。また、低 SNR におけるインタリーバゲインの解析を行った。その結果、SCTCM において大きなインタリーバゲインを得るための指針を明らかにした。その指針が示す条件を満たす符号器に探索範囲を限定することで、十分に良い特性

の符号の探索が行えることを示した。

第6章では、SCTCM のハードウェアデコーダの設計を行った。SCTCM のデコーダ設計の前に多値数の高い変調方式を用いた並列接続トレリス符号化変調 (PCTCM) のデコーダを設計した。PCTCM と SCTCM の基本復号アルゴリズムが同じで、PCTCM のほうがデコーダ構成が簡単となるためである。まず、多値数の高い変調方式を用いた PCTCM の高速復号法を提案した。提案法に基づいて 256-QAM 変調方式を用いた PCTCM のハードウェアデコーダを設計した。Altera HardCopy Stratix HC1S30 を用いた場合、復号速度は繰り返し回数 3 回で、2.33[Mbps] であった。これは従来法の 10 倍の速度であった。これを修正することで QPSK 変調方式を用いた SCTCM のデコーダを設計した。Altera Stratix EP1S10F780C5 を用いた場合、復号速度は繰り返し回数 3 回で、294[Kbps] であった。

学位取得大学: 長岡技術科学大学

E-mail: masa@vos.nagaokaut.ac.jp

—博士論文紹介—

木構造を持つ通信路符号に対する復号の一般化とその誤り指数に関する研究

新家稔央 (武蔵工業大学)



新家稔央 (武蔵工業大学)

Shannon の通信路符号化定理は、R.G. Gallager による誤り指数 (信頼度関数) を用いて精密化され、極めて多くの工学的示唆を与えるに至った。誤り指数は、符号長の増加に対しどれだけ小さい復号誤り確率を達成できるかという漸近的な評価を結論づけ

る。したがって、用いる符号クラスと復号法がより大きな誤り指数を持てば、その有効性を明快に示すことができる。この目的を達成すべく、多くの誤り指数に対する研究がなされてきたが、その中から以下に示すアプローチが挙げられる。

第1のアプローチは木構造・トレリス構造を持つ符号クラスの利用である。Gallager が通信路符号化に用いたブロック符号は、復号の計算量を抑制するために考慮された構造を持っていない。そこで、符号に構造を与え、少ない復号の計算量で同等の復号誤り確率が達成できるかという研究が行われた。この中で、木構造を与えた通信路符号を木符号と呼び、木符号は畳込み符号と呼ばれる重要な符号クラスを

包含する。

畳込み符号は、Viterbi 復号法を用いて効率的に復号可能である。Viterbi 復号法は DP (Dynamic Programming) と等価なアルゴリズムであることが知られ、Viterbi 復号法を用いた場合の誤り指数はブロック符号の誤り指数より大きい。木符号は畳込み符号の符号器の状態数を無限に大きくすることを許す符号クラスであり、DP を適用することはできない。しかし、近似的に DP を行うアルゴリズムとして、一般化 Viterbi 復号法が知られている。この場合の符号化定理は T. Hashimoto によって導かれ、畳込み符号よりも同じか大きい誤り指数が求められた。木符号を用いて達成できる復号誤り確率は、同等の計算量を要する畳込み符号に比べて、同じか小さいことが知られている。

第 2 のアプローチは復号の一般化である。通常、復号器は、受信系列から復号するメッセージを一意に決定する。ところが、メッセージを一意に決定することをあきらめて全体の計算量の削減を可能とした復号が提案されている。G.D. Forney, Jr. は、ブロック符号に対し、判定帰還 (ARQ) 方式などに用いる「消失判定を行う復号器」と多重符号化などで用いる「可変リストサイズのリスト復号器」を提案し、Gallager の符号化定理の拡張により大きな値の誤り指数の導出に成功した。

第 3 のアプローチはトレリス構造を持つ符号に対する復号の一般化である。すなわち、第 1 および第 2 の 2 種類のアプローチを同時に適用するアプローチである。すなわち、消失判定を行う復号法と構造を持つ符号の復号法を組み合わせ、受信系列が信頼できないと判断する場合に帰還通信路を用いて再送を要求する方式の研究である。このような方式の従来研究には、R. Fang, H. Yamamoto and K. Itoh, A.R. Raghavan and C.W. Baum, Hashimoto らの研究が挙げられる。このアプローチでは、消失判定と畳込み符号の復号法の両者が適切に組み合わせられ、誤り確率を達成するために必要な計算量を小さくできる。Yamamoto and Itoh は判定帰還方式において、判定基準に尤度比検定を適用することを提案し、Viterbi 復号法との優れた整合性を実現

した。

これらの研究に対して本論文では、木構造を仮定した通信路符号に対し、Forney の示した復号の一般化 (判定帰還方式、およびリスト復号法) によって、より大きな誤り指数が得られる復号法の提案を行っている。特に本論文では、畳込み符号に対する Yamamoto and Itoh の畳込み符号を用いた判定帰還方式で用いられた判定基準が、他の木構造を持つ通信路符号の復号においても、復号の一般化を行う場合に非常に優れていることに注目する。そして、木構造・トレリス構造を持つ符号の復号法の一般化において、新しいリスト復号法の提案を行いその有効性を明らかにしている。これらの提案する復号法においては、Viterbi 復号法や一般化 Viterbi 復号法と判定基準を整合がとれるように組み合わせる提案を行っている。また、提案したすべての方式に対して誤り指数の下界を用いた性能評価を行い、明快な有効性の評価を与えている。

第 1 章では、本研究の目的を明確にし、研究の位置づけを行っている。

第 2 章では、誤り指数に関する従来の研究と、木構造をもつ符号のクラスに対する従来復号法について概略を述べている。

第 3 章では、畳込み符号と Vitebi 復号法を用いた復号の一般化において、リストサイズ可変のリスト復号法のアルゴリズムの提案とその誤り指数を導出する。畳込み符号を用いた判定帰還方式は数多くの研究があるが、可変サイズのリスト復号法に対してはアルゴリズムが提案されておらず、誤り指数の導出も行われていなかった。本論文では、Viterbi 復号法と判定基準として尤度比検定を用いた可変サイズのリスト復号法を提案している。また、提案した復号法の誤り指数と、最適性を満たすが大きい計算量の必要な判定基準を用いた従来復号法の誤り指数を比較し、ある情報伝送速度以下でこれらが一致する代表的な通信路の例を示している。すなわち、ある情報伝送速度以下では、提案する方式が少ないで労力であるにもかかわらず、最適方式と同等な性能を持つという示唆に富む結果を得ている。

第 4 章では、一般化 Viterbi 復号法を用いた場合の

判定帰還方式を提案している．従来の一般化 Viterbi 復号法の間段階では，パス選択のための固定サイズのリスト復号法が用いられている．そこで本論文では，中間段階の復号器に消失判定ができるように，従来の尤度比検定を固定サイズのリスト復号器用へ一般化することを提案している．また，誤り指数を導出することにより，提案する一般化 Viterbi 復号法による新しい固定サイズのリスト復号法を用いた判定帰還方式が極めて有効であることを明らかにしている．

第 5 章では，一般化 Viterbi 復号法の間段階で用いられる固定サイズのリスト復号器を可変サイズのリスト復号器に拡張した復号法を提案し，その誤り指数の導出を行っている．従来，可変サイズのリ

スト復号法は，固定サイズよりも大きな誤り指数が得られることが知られていた．この理由から，本論文では，可変サイズのリスト復号法を適用することを提案している．その結果，保持しなければならないパスの本数が確率変数となるが，提案した方式の誤り指数の値が大きく改善できることを示す．

第 6 章では，まとめと今後の課題と結論について述べている．今後の課題として，拘束長の長い畳込み符号の具体的構成法と記憶のある通信路への拡張をあげ，さらに今後の展望を述べる．

学位取得大学: 早稲田大学

E-mail: niinomi@cs.musashi-tech.ac.jp

—博士論文紹介—

スペクトル拡散方式のためのシフト直交実数有限長系列に対する 相関処理の高速化

松元隆博 (山口大学)



松元隆博 (山口大学)

スペクトル拡散方式は，白色雑音に似た性質を持つ擬似雑音系列を用いて，情報信号を遥かに広い周波数帯域に拡散させて送信し，受信側で同じ系列との相関処理を行うことで元の情報信号を復元する通信方式である．この方式の特長は，情報信号を極端に広い周波数帯域に拡散させることで他のシステムに対する影響を抑えられる，復調時の相関処理によって伝送路上で印加される雑音を抑圧することができるため干渉や妨害に強い通信が可能となる，送信時

に用いた系列を知らなければ復調できないことから秘話性のある通信を行うことができる，符号分割多元接続 (CDMA) ができる等が挙げられる．さらにその特長より，この方式はスペクトル拡散通信や CDMA 等の通信だけでなく，GPS に代表されるパルス圧縮レーダを用いた測距・測位システムや，著作権保護を目的とした電子透かしなどの分野にも応用されている．

スペクトル拡散方式では，使用する擬似雑音系列がビット誤り率や誤同期確率等のシステム性能に大きく影響する．擬似雑音系列は有限の長さの系列が周期的に繰り返すと見なされる周期系列と，その有限の長さの系列の両側に 0 値が繋がっていると見なされる有限長系列に大別される．周期系列は相関関数の議論が比較的容易であるため，多くのシステムに適用されている．この系列は電子透かしや符号化したパルス列を繰り返し送出する繰り返し形パルス圧縮レーダには適しているが，データにより系列の

反転が起こりうるスペクトル拡散通信や有限個のパルス列からなる符号を単発的に送信するバースト形パルス圧縮レーダには適していない。一方、有限長系列は相関関数の議論が容易ではないが、スペクトル拡散通信や繰り返し形とバースト形のパルス圧縮レーダに最適である。

実用化においては、システムをなるべく簡単に構成することが重要で、これまで系列要素が1と-1からなる2値系列がよく利用されている。2値周期系列には周期自己相関関数が理想的な、すなわちサイドローブが完全に0となる系列が存在するが、長さが4の系列しか存在しない。その代わりとして長さに限度がないM系列がよく知られているが、サイドローブが完全に0にならない。一方、2値有限長系列では、Barker系列がよく知られており、無線LANの国際標準規格IEEE 802.11に使用されている。このBarker系列は非周期自己相関関数のサイドローブは低いが全て0にはならず、長さが高々13までしか存在しない。それより長い系列は、Golay系列やRudin-Shapiro系列などが存在するが、それらは全てBarker系列より非周期自己相関関数のサイドローブが大きい値となる。このように、2値系列はハードウェア構成が容易である反面、系列長や相関特性に限界がある。

Huffmanや棚田は実数系列として、長さが自由に選べ、非周期自己相関関数のサイドローブが左右のシフトの端点を除いて完全に0となる有限長系列を提案している。ここではそのような系列をシフト直交実数有限長系列と呼ぶことにする。非周期自己相関特性の良い系列は周期自己相関特性も良いことから、この系列は上記応用に最適である。それゆえ、相関関数を求める処理（相関処理）の複雑さを解消できれば、いろいろなシステムに十分に適用できるものと期待できる。

本博士論文では、シフト直交実数有限長系列による相関処理を行うマッチトフィルタを少ない演算素子で効率良く実現するハードウェアの構成法と、プロセッサで効率良く相関処理を行う計算アルゴリズムを提案する。また、これらを実現するときに生じ

る系列値の丸め誤差による非周期自己相関関数への影響を明らかにする。さらに、周期自己相関関数のサイドローブが完全に0となる実数直交周期系列を、上記シフト直交実数有限長系列から生成する新しい構成法と、それに対して効率よく周期的相関処理を行う計算アルゴリズムを提案する。

第1章では、研究の背景と目的、研究の位置づけ、および本論文の構成について述べる。

第2章では、シフト直交実数有限長系列とその非周期自己相関関数について述べる。ここでは特に本論文で議論する高速な相関処理に適した長さがで端点相関値が負の値となる系列の生成法をまとめる。この長さの有限長系列は個の短い長さの要素系列の畳み込みによって得られる。

第3章では、この有限長系列による相関処理を専用ハードウェア、もしくは汎用のプロセッサで行う場合に問題となる系列値（要素）を実数値から整数値に近似するときに発生する丸め誤差と、それによって生じる非周期自己相関関数の誤差との関係を明らかにする。この有限長系列の相関処理には、入力系列と合成された系列との相関関数を一括して求める一括相関処理と合成に用いた各々の要素系列との相関関数を順次求めていく分割相関処理があり、ここではそれぞれに分けて議論する。

第4章では、この有限長系列に対するマッチトフィルタの小規模な構成法を提案する。このフィルタは各要素系列に対するフィルタを縦続接続させることで構成でき、通常のフィルタの乗算器と加算器が系列長のオーダで増加するのに対して、この構成法によれば、どちらとも のオーダの増加に抑えられる。さらにこのフィルタをユーザの手元でカスタマイズができるFPGA (Field Programmable Gate Array) 上に試作し、小規模な回路で実現できることを示す。

第5章では、この有限長系列を一定範囲に含む入力データに対して相関関数の一定のシフト範囲の各値を出力データとして与える効率の良い計算アルゴリズム、すなわち高速相関アルゴリズムを提案する。このアルゴリズムでは、有限長系列が短い長さの要素系列に分解できることを利用し、相関処理を要素系列ごとの段の相関処理に分け、計算量が最も少な

くなるように相関処理を順序づけている．このアルゴリズムの計算量は，要素系列との相関処理の順序に依存することを示し，通常の計算では乗算回数と加算回数が系列長の 2 乗のオーダで増加するのに対して，このアルゴリズムではどちらともとのオーダの増加に抑えられることを明らかにする．さらに，計算機シミュレーションによって計算時間が短縮できることを示す．

第 6 章では，周期の実数直交周期系列を長さのシフト直交実数有限長系列から生成する新しい構成法とその高速相関アルゴリズムを提案する．このアル

ゴリズムは周期系列を要素系列の畳み込みにより表現できることに基づいている．このアルゴリズムは上記の有限長系列に対する場合と異なり，要素系列との相関処理の順序に依存しない．上記と同様に，計算に要する乗算回数と加算回数の増加をそれぞれからの増加に抑えられることを明らかにし，計算機シミュレーションによって計算時間が短縮できることを示す．

学位取得大学: 山口大学

E-mail: matugen@yamaguchi-u.ac.jp

— 博士論文紹介 —

A Study of Efficient Adaptive Filtering Algorithms and Their Applications to Acoustic and Communication Systems

湯川正裕 (理化学研究所)



湯川正裕 (理化学研究所)

本論文は”A Study of Efficient Adaptive Filtering Algorithms and Their Applications to Acoustic and Communication Systems”(高速適応信号処理アルゴリズムとその音響・通信システムへの応用に関する研究) と題し，英文 7 章よりなっている．

第 1 章”General Introduction”(序論) では，従来の代表的な適応信号処理アルゴリズム (LMS 法，RLS 法など) やそれらの変種が非定常環境で呈する問題点を概観すると共に，凸解析や不動点近似の考え方が，高性能な適応信号処理アルゴリズムを低計算コストで実現するための有力な方針となることを述べ，本論文の目的を明らかにしている．

第 2 章”Preliminaries”(準備) では，本論文の数学的準備として凸射影，非拡大写像，不動点等の定義とそれらの基本性質を整理すると共に，近年，提案

された適応射影劣勾配法の考え方とその主要な性質を概説している．

第 3 章”Efficient Blind MAI Suppression in DS/CDMA Systems by Embedded Constraint Parallel Projection Techniques”(制約埋め込み型並列射影法とその CDMA ブラインド干渉抑圧問題への応用) では，CDMA 無線通信システムにおける多元接続干渉抑圧問題に適応射影劣勾配法を応用することを検討し，トレーニング信号を必要とせずに高速な収束性能と低ビット誤り率を線形オーダの計算量で実現する新しいブラインド適応アルゴリズムを提案している．提案法は，各時刻で過去の複数の観測値から「理想的な干渉抑圧フィルタを高確率で含む複数の凸集合」を与え，適応フィルタを各集合への射影の荷重和方向に更新する．各凸集合は，(i) 所望信号の無歪み受信条件，(ii) 所望信号の送信電力推定値 (単純な EM アルゴリズムによる)，(iii) 送信シンボルの粗い推定値 (判定帰還による)，(iv) 雑音の統計量などを考慮して決定される．数値例により，高雑音環境下においても「高速追従性 (従来のブラインド方式の約 10 倍，RLS 法を用いた従来の非ブ

ラインド方式の性能に近接)」と「理想的な干渉抑圧フィルタと同水準のビット誤り率」が同時に実現されることを確認している。

第4章”Pairwise Optimal Weight Realization —Acceleration Technique for Set-Theoretic Adaptive Parallel Subgradient Projection Algorithm”(最適重み決定法による適応並列劣勾配射影法の高速化)では、適応射影劣勾配法のうち、特に、複数の半空間への射影を利用する”適応並列劣勾配射影法”の「(各半空間に付与される)重み設計問題」を検討し、低計算コストで効果的な重みを算出する新手法を提案している。提案法は、複数の半空間の共通部分への射影を線形オーダの計算コストで良好に近似するために、更新過程を多段階に分割し、各段階で複数の「半空間対の共通部分への射影」を順次算出する。また、「提案法によって実現される重みが更新による利得(最適解との距離の減少量)の下限を最大化すること」、「各段階で更新方向が単調に改善されること」等を理論的に明らかにすると共に、数値例により、提案法によって著しい高速化が実現されることを確認している。

第5章”Efficient Fast Stereo Acoustic Echo Cancellation Based on Pairwise Optimal Weight Realization Technique”(最適重み決定法に基づく高速ステレオ音響エコー消去法)では、ステレオ音響システムを搭載した高品質なテレビ会議システムを実現する際に生じるエコー消去問題を検討し、第4章で提案した最適重み決定法を効果的に利用した新しいエコー消去法を提案している。「複数の入力状態を周期的に切り換える前処理が、所望解を含む複数の線形

多様体を仮想的に生成する」という新しい解釈を与えると共に、各々の線形多様体に付与する重み設計の重要性を明らかにしている。これらの考察に基づき、提案法は、最適重み決定法をステレオ音響エコー消去問題に適した形で利用することにより、効果的な重みを線形オーダの計算量で実現している。数値例により、提案法が従来法の約3倍高速なエコー消去性能を実現することを確認している。

第6章”Adaptive Parallel Quadratic-Metric Projection Algorithms”(適応並列二次計量射影法)では、ユークリッド計量以外の二次計量に基づく距離射影を用いた適応並列二次計量射影法を提案し、その有効性を音響エコー消去問題において検証している。提案法は、先験情報(例えば、音響エコー消去問題では、エコーインパルス応答平均電力の指数減衰特性等)を活かして定義される内積に付随した適応射影劣勾配法から自然に導かれる。更に、事後情報(適応フィルタ係数の更新状況等)に基づく「時間と共に変化する二次計量」を採用することにより、先験情報の獲得が困難である状況や未知系に急速な時間変動が伴う状況に適した適応アルゴリズムも提案している。数値例により、二次計量の選択が適応フィルタの性能に及ぼす影響を明らかにするとともに、既存手法に対する提案法の著しい優位性を確認している。

第7章”General Conclusion”(結論)では本論文で得られた成果と今後の課題を総括している。

学位取得大学: 東京工業大学

E-mail: myukawa@riken.jp

第 30 回情報理論とその応用シンポジウム (SITA2007) 開催案内

若杉耕一郎 (京都工芸繊維大学)

第 30 回情報理論とその応用シンポジウム (SITA2007) は三重県志摩市の賢島において開催すべく準備を進めております。会員の皆様に多数ご参加いただけますよう、実行委員長として SITA2007 のご案内を申し上げます。

2006 年早春に坂庭好一会長よりシンポジウム開催のご指名をいただきました。今回は SITA シンポジウムとして通算 30 回の記念すべきシンポジウムであり、SITA 発祥の地、関西での開催が条件とのことでした。これを受け関西の先生方のご意見も伺い開催地の選定を開始しました。SITA 学会 Web サイトに現在に至るまでのシンポジウム開催地の変遷が掲載されていますが、第 1 回シンポジウムは 1978 年に六甲荘 (神戸) で開催されました。ただ、兵庫県 (神戸と淡路島) では比較的最近にシンポジウムが開催されています。次候補として第 2 回開催の京都を検討しました。当時、会場であった下鴨プリンスホテルでは 1 セッションのみ、規模も高々 100 名弱でした。しかしながら、現在のシンポジウムは 6 並列セッションで参加者も 300 余名の大きなシンポジウムへと発展しています。京都は通年で観光客も多く、このような規模の会場を確保することが非常に困難であることが判明しました。結果として、第 4 回の会場であった三重県賢島を最終候補として選定いたしました (第 3 回は箱根開催でした)。当初から参加されている先生方にこの話をしたところ、懐かしいとのご意見を多数いただき喜んでおります。

SITA2007 実行委員会を組織し、開催準備を進めております。この実行委員会の構成は以下の通りです。

実行委員長	若杉耕一郎 (京都工繊大)
プログラム委員長	常盤欣一郎 (大阪産大)
出版	杉村立夫 (信州大)
	辻岡哲夫 (大阪市大)
登録	村上恭通 (大阪電通大)
会場	笹野 博 (近大)
	境 隆一 (大阪電通大)
広報・渉外	榊原勝己 (岡山県立大)
	野上保之 (岡山大)
会計	和田山正 (名工大)
総務	稲葉宏幸 (京都工繊大)
無任所	地主 創 (青山学院大)
	後藤正幸 (武蔵工大)

三重県賢島は志摩半島英虞湾に浮かぶ風光明媚なリゾート島で、海の幸にも恵まれた土地です。賢島へのアクセスは真珠で有名な鳥羽や志摩スペイン村を車窓に見ながら、近鉄特急で名古屋から 2 時間、大阪からは 2 時間 20 分で到着できます。SITA2007 の開催期間と開催場所は以下の通りです。

開催期間:	平成 19 年 11 月 27 日 (火)
	— 11 月 30 日 (金)
開催場所:	賢島宝生苑 (近鉄賢島駅から 徒歩 10 分、送迎バスあり)
	〒517-0593 三重県志摩市阿児町賢島
TEL:	0599-43-3111
FAX:	0599-43-5371
E-mail:	hojoen@wonder.ocn.ne.jp
URL:	http://www3.ocn.ne.jp/~hojoen/

開催地は 30 回記念に相応しい場所となりましたが、シンポジウムのプログラムにおいても通常の研究発表に加え、第 30 回の記念講演等を計画しますのでご期待下さい。また、新しい試みとして従来はハードコピーで配布されてきました予稿集に関しては CD-ROM 予稿集としての配布できるよう準備を進めております。

今後の詳細に関しては ,SITA2007 公式ホームページを介して会員の皆様に情報提供をしてまいります .
今後のスケジュールの概略を以下に示しておきます .

最後に重ねまして ,第 30 回情報理論とその応用シンポジウム (SITA2007) に会員皆様の多数のご参加をいただけますよう ,ここにお願い申し上げます .

8 月 1 日 (水) 参加・発表・宿泊申し込み受け付け開始
9 月 14 日 (金) 発表申し込み締め切り
10 月 1 日 (月) カメラレディ原稿締め切り
10 月 10 日 (水) 参加費早期割引支払い締め切り
10 月中旬 アドバンスプログラム公開
10 月 26 日 (金) 宿泊・懇親会申し込み締め切り
11 月 9 日 (金) 参加申し込み締め切り
11 月 20 日 (火) PDF 原稿公開

SITA2007 実行委員会事務局
〒606-8585
京都市左京区松ヶ崎御所海道町
京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科
情報工学部門 気付
Tel: 075-724-7499
Fax: 075-724-7400
URL: <http://www.sita.gr.jp/SITA2007/>
E-mail: sita2007@kit.ac.jp

LDPC 符号ワークショップ 開催案内

日程 2007 年 8 月 23 日 (木)–8 月 24 日 (金)
会場 工学院大学 (東京都新宿区) 新宿校舎高層棟
28 階第 4 会議室
主催 LDPC 符号ワークショップ実行委員会
協賛 情報理論とその応用学会, IEEE IT Society
Japan Chapter, 電子情報通信学会 情報理論

研究専門委員会
詳細 講演および参加 (聴講) 申込については ,ワークショップホームページ
<http://www.ldpcworkshop.org/> をご覧下さい .
問い合わせ先 wadayama@nitech.ac.jp

第 5 回シャノン理論ワークショップ (STW07) 開催案内

日程 2007 年 9 月 6 日 (木)~8 日 (土)
会場 静岡県伊豆市大平字大城 1529 ラフォーレ
修善寺
主催 情報理論とその応用学会

共催 IEEE IT Society Japan Chapter, 電子情報
通信学会 情報理論研究専門委員会
URL <http://www.it.ss.titech.ac.jp/STW2007/>
実行委員長 植松友彦 (東工大)

情報理論とその応用学会 2007 年度役員

顧問

平澤 茂一 (早大) , 今井 秀樹 (中央大) , 田中 初一 (神戸情報大学院大) , 原島 博 (東大) , 韓 太舜 (早大) ,
中川 正雄 (慶大) , 小林 欣吾 (電通大) , Shu Lin (カリフォルニア大)

理事

会長 坂庭 好一 (東工大)
副会長 藤原 融 (阪大)
河野 隆二 (横国大)
国際担当理事 松嶋 敏泰 (早大)

森田 啓義 (電通大)
 庶務理事 若杉 耕一郎 (京都工繊大)
 古賀 弘樹 (筑波大)
 会計理事 大槻 知明 (慶大)
 大橋 正良 (KDDI)
 編集理事 植松 友彦 (東工大)
 杉村 立夫 (信州大)
 企画理事 山里 敬也 (名大)
 新家 稔央 (武蔵工大)
 監事 山本 博資 (東大)
 平田 康夫 (KDDI)

幹事

国際担当幹事 野村 亮 (青学大)
 小嶋 徹也 (東京高専)
 庶務幹事 稲葉 宏幸 (京都工繊大)
 岩田 賢一 (山形大)
 会計幹事 佐波 孝彦 (千葉工大)
 楫 勇一 (奈良先端大)
 編集幹事 松本 隆太郎 (東工大)
 西新 幹彦 (信州大)
 企画幹事 和田 忠浩 (静岡大)
 八木 秀樹 (早大)
 web 担当幹事 桑門 英典 (神戸大)

岩本 貢 (電通大)

幹事補佐 長谷川 浩 (名大)

評議員

伊丹 誠 (東京理科大), 井原 俊輔 (愛知江南短大), 大濱 晴匡 (徳島大), 岡 育生 (大阪市立大), 金子 敏信 (東京理科大), 鎌部 浩 (岐阜大), 川端 勉 (電通大), 川村 信一 (東芝), 久保 博嗣 (三菱電機), 地主 創 (青学大), 白木 善尚 (湘南工科大), 高田 豊雄 (岩手県立大), 内匠 逸 (名工大), 田島 正登 (富山大), 常盤 欣一郎 (大阪産大), 鳥居 直哉 (富士通), 中川 健治 (長岡技科大), 中村 勝洋 (千葉大), 西島 利尚 (法政大), 松嶋 智子 (職業能力開発大), 山田 功 (東工大), 山崎 浩一 (玉川大), 山西 健司 (NEC), 横尾 英俊 (群馬大), 吉田 進 (京大), V.K. Bhargava (ブリティッシュコロロンビア大), Han Vinck (エッセン大), B.S. Vucetic (シドニー大)

実行委員長

SITA2007 若杉 耕一郎 (京都工繊大)

ISITA2008 横尾 英俊 (群馬大), Ulrich Speidel (オークランド大)

インターネット契約担当

山本 博資 (東大)

2007 年度第 1 回理事会報告

情報理論とその応用学会

2007 年度第 1 回理事会

2007 年 3 月 24 日 (土) 13:30 ~ 16:30

於 名城大学 理工学部 第 1 会議室

議事

1. 2006 年度第 3 回理事会議事録確認
2. 2007 年度役員 (評議員, 幹事) について
3. 2006 年度事業報告
4. 2006 年度ニューズレター発行報告
5. SITA2006 開催報告
6. ISITA2006 開催報告
7. 2006 年度予算執行状況
8. 2007 年度事業計画

9. 2007 年度ニューズレター発行計画

10. SITA2007 開催計画

11. ISITA2008 開催計画

12. SITA2006 奨励賞選考について

13. SITA 財務に関する WG 報告

14. 会計処理と監査方針について

15. SITA シンポジウム予稿集 DVD-ROM について

16. 学会メーリングリストの運用について

17. 入退会者の承認について

18. 会費長期滞納者について

19. 細則変更について

20. その他

国際会議の案内方法について

ニュースレターに従来掲載していた「国際会議のお知らせ」を、より敏速に読者の皆様にご案内するために

<http://www.sita.gr.jp/jpn/conf/index.html>に国際会議の情報を掲載し、随時更新することと致しました。

ニュースレター原稿募集

ニュースレター編集担当では、会員の皆様からの原稿をお待ちしております。研究会やワークショップなどの call for papers や国際会議などの参加報告、会員の声など、気軽に投稿して下さい。

今年は、あと 2 回のニュースレターの発行を予定しております。原稿の締切は、8, 11 月末ですが、随

時投稿を受け付けており、原稿を頂いた時点での最近号に掲載する予定です。原稿は、できるだけ L^AT_EX のソースファイルが望ましいですが、その他の形式でも受け付けます。写真などの掲載も歓迎します。詳細は、巻末の編集理事・幹事にお尋ね下さい。

編集後記

今回は編集担当者が ISIT2007 に出席していたため発行が遅れてしまったことをお詫び申し上げます。次号では ISIT2007 および ITW2007 の参加報告をお届けできる見込みです。今回のニュースレターでは博士論文の特集を企画しましたが、9 名の方々より貴重な研究成果についてご報告いただきました。これらの内容は会員の皆様にとっても大変興味深いものと思っています。また今号には、SITA2007 等

の開催案内が掲載されておりますので、それぞれの記載情報に注目していただければ大変にありがたいと思います。またそれらの開催が今から大変楽しみです。最後に、博士論文の特集にご投稿いただきました方々、そして、原稿の執筆を快くお引き受け下さいました皆様に心よりお礼を申し上げます。（植松，松本）

編集担当者

植松友彦 (編集理事)

〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1

東京工業大学大学院理工学研究科集積システム専攻

Tel. 03-5734-3243

Fax. 03-5734-2905

E-mail: uematsu@it.ss.titech.ac.jp

杉村立夫 (編集理事)

〒380-8553 長野県長野市若里 4-17-1

信州大学工学部電気電子工学科

Tel. 026-269-5237

Fax. 026-269-5220

E-mail: tsugimu@gipwc.shinshu-u.ac.jp

松本隆太郎 (編集幹事)

〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1

東京工業大学大学院理工学研究科集積システム専攻

Tel. 03-5734-3864

Fax. 03-5734-2905

E-mail: ryutaroh@it.ss.titech.ac.jp

西新 幹彦 (編集幹事)

〒380-8553 長野市若里 4-17-1

信州大学工学部電気電子工学科

Tel. 026-269-5249

Fax. 026-269-5220

E-mail: mikihiko@shinshu-u.ac.jp

情報理論とその応用学会事務局

〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎御所海道町

京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科情報工学部門 若杉耕一郎 気付

Tel. 075-724-7481

Fax. 075-724-7400

E-mail: sita-office@sita.gr.jp

URL: <http://www.sita.gr.jp/>