



通行可能領域 講演会場 食堂 トイレ



NTTコミュニケーション科学基礎研究所

オープンハウス 2014

研究展示

- ビッグデータの科学**
- 1 異種データ間の隠れた関連性を探り出す 教師なしオブジェクトマッチング
 - 2 多種類のデータに横断的なパターンを抽出 複合非負値行列因子分解法: NM2F
 - 3 大量なデータ間のつながりから隠れた知識を発見 高速グラフクラスターリングと分散クエリ最適化
 - 4 押し寄せる膨大な映像を瞬時に賢く分析する リアルタイム大規模分散データ分析基盤「Jubatus」
 - 5 ネットワークデータ分析による保守運用高度化 機械学習技術によるネットワーク内部潜在状態の推定
 - 6 絶滅危惧種の生育環境を24時間センシング 無線センサネットワークによるオンライン環境モニタリング
- 計算と言語の科学**
- 7 ネットワークの安全性を厳密に評価します フォーマルメソッドを用いた暗号プロトコルの安全性検証
 - 8 “観測の限界”が秘密をつくる 広帯域ランダム光の観測困難性を利用した秘密鍵配送
 - 9 量子コンピュータ実現への布石 定数ステップ量子回路による論理和関数の計算可能性の解明
 - 10 プログラミングをすべての人へ ビジュアル言語ビスケットによるコンピュータ入門
 - 11 コンピュータと雑談、してみませんか? 異なる特性の発話生成手法を融合した雑談対話システム
 - 12 「私、行く、に京都」の方が訳しやすいんです! 日本語の述語項構造(SVO)を利用した日英・日中翻訳
 - 13 お好みの長さで筋のとった要約を作ります 修辭構造木の最適入り込みによる文書要約
- メディアの科学**
- 14 フレーム単位の精度で撮影素材をピタリ当てます メディア探索技術を用いた映像制作コラボレーションシステム
 - 15 カメラで撮ってその場で動画検索 映像中の特定物体を検索するインスタンスサーチ技術
 - 16 「二」斑を見て全豹をたず アフィン不変空間文脈表現に基づく画像照合
 - 17 コンテンツを見ずにコンテンツの内容を理解 ネット上のユーザ行動で読み解くメディアコンテンツの意味
 - 18 光で音をつかまえる LEDと高速カメラで捉む超多チャンネル音響信号の観測
 - 19 どんな環境でも、聞きたい音を聞き分けられるには 確率的モデル統合に基づく音声強調
 - 20 音声認識の大敵「残響」を退治します 音声強調と音声認識の統合技術最先端
 - 21 どれくらい正しく聞き取れるか分かります 正解文が不要な音声認識率推定技術
- コミュニケーションと人間の科学**
- 22 動きに感じる会話の場 映像と機械運動の同時提示に基づく複数人会話の表現
 - 23 目と目が合っていると思う時 視線一致を知覚する心理的要因
 - 24 身体から心を読む 身体運動、自律神経応答、ホルモン分泌に表れる情動
 - 25 コツが掴(つか)める! 身体運動の可視化・可聴化によるスポーツ上達支援システム
 - 26 動きから素材を見抜く 映像中の動き成分に基づく液体の知覚
 - 27 聞きとりの得意な人、不得意な人は何が違う? 聴覚基礎特性の個人差の元を探る
 - 28 まざる触感の科学 皮膚感覚の情報統合メカニズム
 - 29 ぶるなび3: 小さくてもパワフルな引っ張られ感 小型軽量の非対称振動装置による明確な牽引力錯覚の生成

6/5 木 12:00~17:30
 6 金 9:30~16:00



会場: NTT京阪奈ビル (京都府相楽郡精華町光台2-4)

<http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2014/>





NTT コミュニケーション科学基礎研究所
所長 前田 英作

「オープンハウス2014」へようこそ

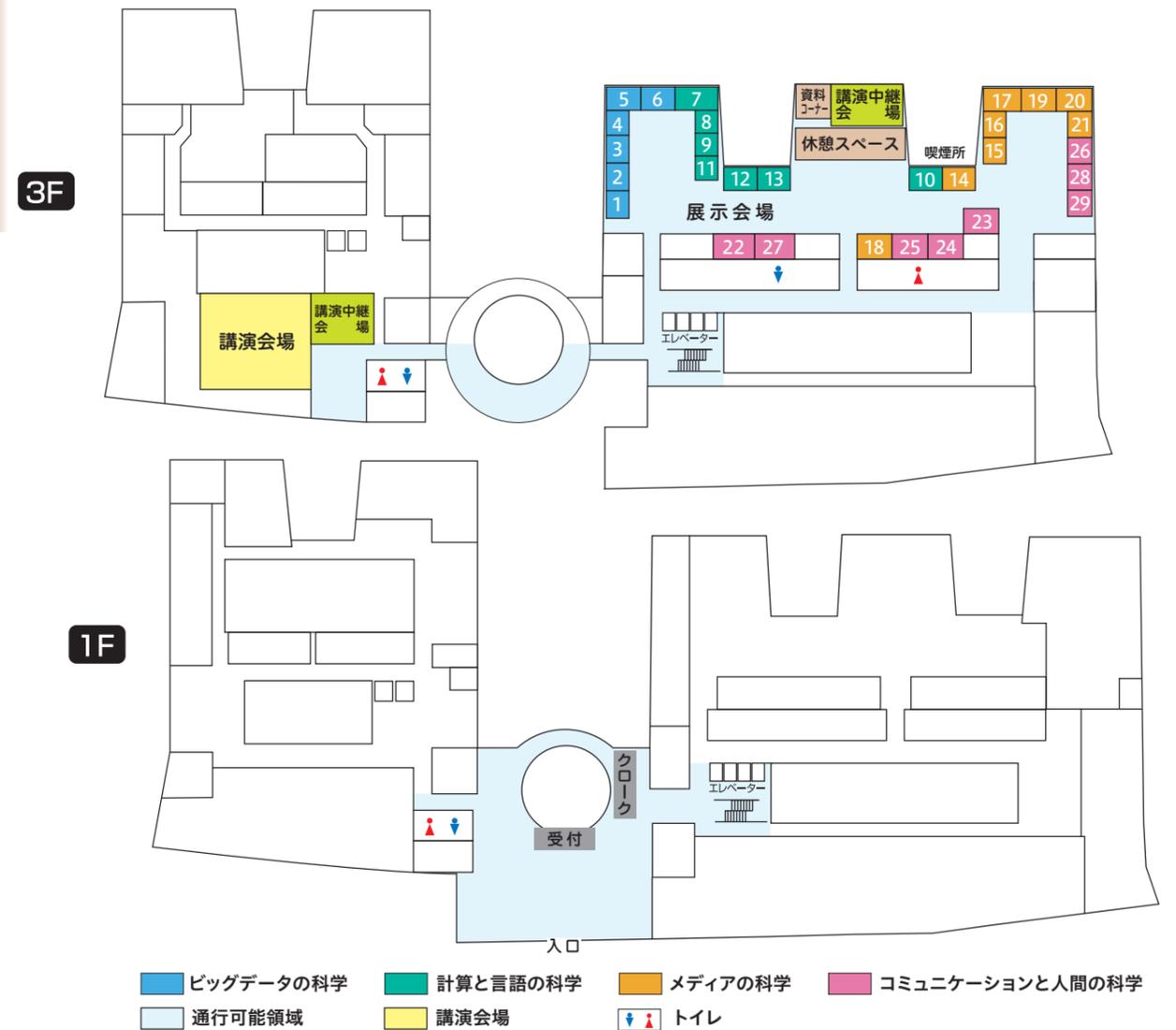
NTT コミュニケーション科学基礎研究所「オープンハウス2014」へご来場頂き、心より御礼申し上げます。

21世紀に入って情報通信技術の開発と普及が急速に進み、日々の生活は大きな変貌をとげました。私たちはその便利さを享受する一方で、あふれかえる情報の中でわが身の処し方に迷い右往左往しているのも事実です。「時代」の様相が目まぐるしく変わりゆく中で、技術進化の袋小路に迷い込むことなく、基礎研究自身もその内容と戦略とを常に見直していかなければなりません。

NTT コミュニケーション科学基礎研究所では、二つの基礎研究について情報科学と人間科学の両面から取り組んでいます。一つは、時代を創る基礎研究です。5年後、10年後に花開くかも知れない技術と知見を少しずつ積み上げていくことにより、新たな時代への準備を世界に先駆けて行います。もう一つは、時代の要請に応える基礎研究です。これまで培ってきた技術と知見を利用して、私たちが今まさに直面している社会課題に挑戦していきます。

オープンハウス2014では、「ビッグデータの科学」、「計算と言語の科学」、「メディアの科学」、「コミュニケーションと人間の科学」の4領域について、当研究所の活動を幅広くご紹介いたします。二日間のささやかな企画ではありますが、ご来場の皆さまにとって有益で楽しいひとときとなれば幸いに存じます。

- 所長あいさつ 1
- 会場案内図／講演スケジュール 3
- 所長講演
 - 基礎研究は「時代」とともに在り アイデアの源泉とイノベーションの種 4
- 招待講演
 - 「ポスト構造主義以後」の観点から情報社会を考察する 6
 - 「フカシギの数え方」から広がる世界 離散構造処理の現在と今後の展望 7
- 研究講演
 - 身体に表れる心、心を導く身体 科学的マインドリーディングの可能性 8
 - 音声をよりクリアに、音楽をより豊かに 残響制御が切り拓く“音”の世界 10
 - 因数分解だけではない量子計算の魅力 量子探索技術の可能性を探る 12
- 研究展示 15
 - ビッグデータの科学
 - 1 異種データ間の隠れた関連性を探り出す 教師なしオブジェクトマッチング 16
 - 2 多種類のデータに横断的なパターンを抽出 複合非負値行列因子分解法：NM2F 17
 - 3 大量なデータ間のつながりから隠れた知識を発見 高速グラフクラスタリングと分散クエリ最適化 18
 - 4 押し寄せる膨大な映像を瞬時に賢く分析する リアルタイム大規模分散データ分析基盤「Jubatus」 19
 - 5 ネットワークデータ分析による保守運用高度化 機械学習技術によるネットワーク内部潜在状態の推定 20
 - 6 絶滅危惧種の生育環境を24時間センシング 無線センサネットワークによるオンライン環境モニタリング 21
 - 計算と言語の科学
 - 7 ネットワークの安全性を厳密に評価します フォーマルメソッドを用いた暗号プロトコルの安全性検証 22
 - 8 “観測の限界”が秘密をつくる 広帯域ランダム光の観測困難性を利用した秘密鍵配送 23
 - 9 量子コンピュータ実現への布石 定数ステップ量子回路による論理関数の計算可能性の解明 24
 - 10 プログラミングをすべての人へ ビジュアル言語ビスケットによるコンピュータ入門 25
 - 11 コンピュータと雑談、してみませんか？ 異なる特性の発話生成手法を融合した雑談対話システム 26
 - 12 「私、行く、に京都」の方が訳しやすいんです！ 日本語の述語項構造（SVO）を利用した日英・日中翻訳 27
 - 13 お好みの長さで筋のおった要約を作ります 修辭構造木の最適刈り込みによる文書要約 28
 - メディアの科学
 - 14 フレーム単位の精度で撮影素材をピタリ当てます メディア探索技術を用いた映像制作コラボレーションシステム 29
 - 15 カメラで撮ってその場で動画検索 映像中の特定物体を検索するインスタンスサーチ技術 30
 - 16 「二」斑を見て全豹をトす アフィン不変空間文脈表現に基づく画像照合 31
 - 17 コンテンツを見ずにコンテンツの内容を理解 ネット上のユーザ行動で読み解くメディアコンテンツの意味 32
 - 18 光で音をつかまえる LEDと高速カメラで挑む超多チャンネル音響信号の観測 33
 - 19 どんな環境でも、聞きたい音を聞き分けるには 確率的モデル統合に基づく音声強調 34
 - 20 音声認識の大敵「残響」を退治します 音声強調と音声認識の統合技術最先端 35
 - 21 どれくらい正しく聞き取れるか分かります 正解文が不要な音声認識率推定技術 36
 - コミュニケーションと人間の科学
 - 22 動きを感じる会話の場 映像と機械運動の同時提示に基づく複数人会話の表現 37
 - 23 目と目が合っていると思う時 視線一致を知覚する心理的要因 38
 - 24 身体から心を読む 身体運動、自律神経応答、ホルモン分泌に表れる情動 39
 - 25 コツが掴（つか）める！ 身体運動の可視化・可聴化によるスポーツ上達支援システム 40
 - 26 動きから素材を見抜く 映像中の動き成分に基づく液体の知覚 41
 - 27 聞きとりの得意な人、不得意な人は何が違う？ 聴覚基礎特性の個人差の元を探る 42
 - 28 まぎる触感の科学 皮膚感覚の情報統合メカニズム 43
 - 29 ぶるなび3: 小さくてもパワフルな引っ張られ感 小型軽量の非対称振動装置による明瞭な牽引力錯覚の生成 44



講演スケジュール

6月5日(木)

- 所長講演**
(13:00~13:30)
基礎研究は「時代」とともに在り
アイデアの源泉とイノベーションの種
NTTコミュニケーション科学基礎研究所 所長 前田 英作
- 招待講演**
(13:40~14:35)
「ポスト構造主義以後」の観点から情報社会を考察する
立命館大学大学院 先端総合学術研究科 准教授 千葉 雅也
- 招待講演**
(14:45~15:40)
「フカシギの数え方」から広がる世界
離散構造処理の現在と今後の展望
北海道大学 大学院 情報科学研究科 教授 湊 真一

6月6日(金)

- 研究講演**
(11:00~11:40)
身体に表れる心、心を導く身体
科学的マインドリーディングの可能性
人間情報研究部 柏野 牧夫
- (13:00~13:40)
音声をよりクリアに、音楽をより豊かに
残響制御が切り拓く“音”の世界
メディア情報研究部 木下 慶介
- (13:50~14:30)
因数分解だけではない量子計算の魅力
量子探索技術の可能性を探る
協創情報研究部 谷 誠一郎

基礎研究は「時代」とともに在り

～アイデアの源泉とイノベーションの種～

Basic research - Defining our age and the future

The origin of ideas and the seeds of innovation

NTT コミュニケーション科学基礎研究所 所長
前田 英作
Eisaku Maeda

コミュニケーション科学基礎研究所 (CS研) が設立されて23年、そしてNTT再編に伴う新体制下で基礎研究を始めて14年が経ちました。この間にCS研の確たる骨格が形成され、基礎研究から生まれた技術が少しずつ世の中で使われるようになってきました。そして私たちは今、次の一步を踏み出すための大きな転換期にあると考えています。

■情報技術の「見えない」イノベーション

技術革新そのものがイノベーションであった蒸気機関や活版印刷機などの機械技術と比べると、情報技術は少し特殊な位置にあります。ある製品やサービスを指して、イノベーションが起きたと世の人は言うけれど、そして情報技術も使われているはずだけれど、情報技術の重要性が世の中の人に伝わっていないと、専門家は嘆きます。それが、【情報技術の見えない】イノベーションです。一方、製品やサービスに直接、あるいはすぐには反映されないうところで、情報技術の各分野で何年かに一度とてもすごい技術革新が起きています。ところが、情報技術のさらにその中の一分野の専門家しかそのことに気がついていません。それが、情報技術の【見えないイノベーション】です。ですから、オープンハウスでご紹介する基礎研究成果の中にも、まだ誰も知らな

いイノベーションの種がたくさん潜んでいるに違いないのです。

■果実のなる樹木を育て、世代を重ねて、進化させる

基礎研究の営みを図1にまとめました。些細な発想の転換や問題の発見が新しい研究の種になります。種を播き、水をやるとしばらくして芽が出てくるものがあります。さらに、肥料と陽の光を与えるといずれ論文や特許として花が咲きます。やがて花は果実となり、摘み取ることができるようになります。この種を播き樹木(き)を育て果実(み)を摘むまで(Phase1)が基礎研究の根幹をなす最も重要な過程です。多様な果実を貯えると同時に、果実から新たな種を採り、再び播くことによって技術のさらなる進化を促します。

基礎研究の使命は、リスクを怖れずに困難な問題に敢えて挑むことにありますから、問題がいつ解けるのかを予測することが担当者でさえ難しいのです。最新の事例では、人間の感覚特性を利用して牽引力錯覚を引き起こす装置、ぶるなび3の発明があります。牽引力効果を維持したままぶるなびを小型化することは難しいだろうとずっと思っていたものが、ある日突然解けてしまって、10年前に開発したぶるなび1の1/20の大きさにすることができました(図2)。

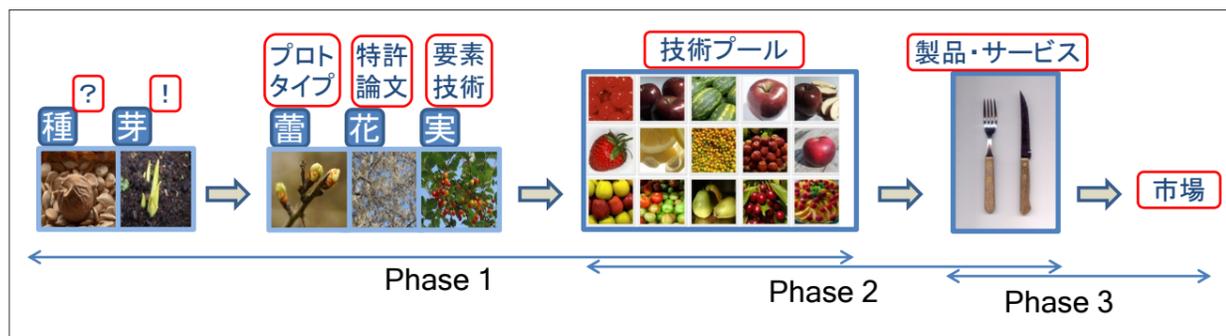


図1: 基礎研究の成果が世の中に出ていくまで

■基礎研究は「時代」とともに在り

果実が人々の口に入ってはじめて滋養となるように、研究成果も技術として使われてこそ価値を持ちます。CS研の基礎研究成果にも、実社会の中へ入っていく技術が生まれつつあり、その代表例を表1にまとめました。これらを分析してみると、種を播いてから10年の時間を要しているものが多いこと、実がなってから食卓に出るまで(Phase2)の時間も多様であることがわかります。技術が完成しても時代のニーズに合わなければ使われることはありません。その時がいつ来るのか、それを予想することも多くの場合困難です。その時まで技術プールを維持し守るとともに、時が来たときにすぐに世に出せる体制を整えておかなければなりません。さらに、NTT研究所全体では、他業種企業とも連携

しCo-Innovationによる市場創出(Phase3)への取り組みを強化しています。

基礎研究の営みは決して世俗から離れた特別なものではありません。時代に寄り添い、時代と共に在るべきものです。ベル研を支えたジョン・ピアースが「優れた発想や計画はイノベーションには欠かせません。ただ何より時機が肝心です。」と言っていますが、市場導入の場合はスピードが勝負になります[1] [2]。基礎研究は、その取り組む課題の選択において時代とともに在ると同時に、時代のスピード感に合わせた市場導入への貢献も求められています。私たちは、こうした時代の要請を見据えた上で、新たな革新技術の創出に向けた努力をなお一層進めてまいります。

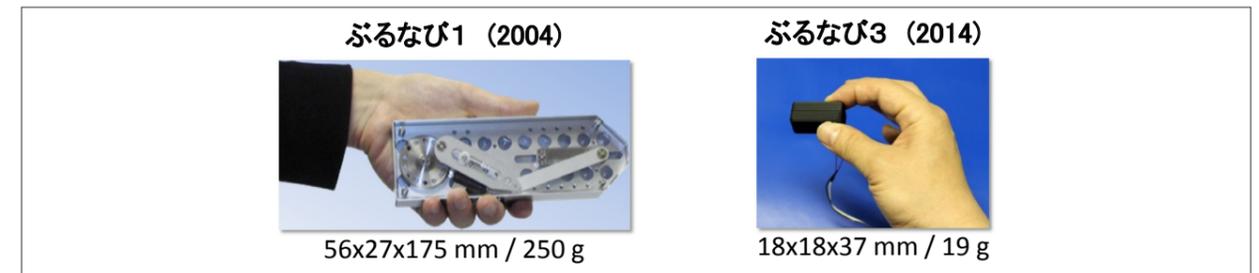


図2: ぶるなびの進化

	研究開始	基礎研究の代表的成果	実サービス等への貢献
メディア探索【RMS】	1993年	1995: 画像の高速探索(アクティブ探索法) 1998: 音・動画の高速探索 2004: 雑音・歪みに強いロバストメディア探索 2013: 高精度インスタンス探索	2004: 携帯電話の音で音楽検索 2007: 放送等における音楽著作権処理 2008: ネット投稿動画のコンテンツ特定 2010: スマホによるセカンドスクリーン
WFST型音声認識	2000年	2004: 超大語彙(200万語)認識デコーダ 2010: 音響・言語一体学習モデル	2011: 衆議院議会録システム
残響制御【REVTRINA】	2003年	2005: 基本原理考案 2009: 残響制御に基づくサラウンド技術	2009: プロ用残響制御ソフト 2012: 民生用サラウンドスピーカ 2013: プロ用サラウンド機器
質問応答	2001年	2003: 日本語質問応答システムSAIQA 2009: なぜに答えるNAZEQA	2012: しゃべってコンシェル
統計翻訳	2003年	2009: 半教師有り学習による係り受け解析 2010: 主辞後置化による事前並べ替え翻訳	2011: ルールベースを超える性能実現 2013: JAPIO中国特許翻訳
質感情報学	2001年	2007: 質感判断の理由解明、Nature誌採録 2012: 物体残効錯視の発見	2010: 新学術領域「質感情報学」発足
牽引力錯覚【Buru-Navi】	2003年	2004: 牽引デバイスぶるなびの実現(Buru-Navi1) 2014: 小型化の実現と効果の検証(Buru-Navi3)	

表1: CS研の成果例 — (研究開始から、問題解決、技術の完成、実サービスに至るまで)

【関連文献】

- [1] ジョン・ガートナー, “世界の技術を支配する ベル研究所の興亡”, 文藝春秋, 2013.
- [2] フレッド・ボーゲルスタイン, “アップルvs.グーグル:どちらが世界を支配するのか”, 新潮社, 2013.

「ポスト構造主義以後」の観点から 情報社会を考察する

Considering the information society in terms of
“After post-structuralism”



立命館大学大学院 先端総合学術研究科 准教授

千葉 雅也
(ちば まさや)

(専門分野)

哲学及び表象文化論

(プロフィール)

2001年 東京大学教養学部超域文化科学科(表象文化論分科)卒業
 2004年 東京大学大学院総合文化研究科超域文化科学専攻(表象文化論コース)修士課程修了
 2012年 東京大学大学院総合文化研究科超域文化科学専攻(表象文化論コース)博士課程修了 博士(学術)
 2005～2006年 パリ第10大学 文学・言語・哲学科 哲学専攻
 2005～2007年 高等師範学校 外国人研究生
 2007～2008年 独立行政法人日本学術振興会特別研究員DC2
 2008～2009年 独立行政法人日本学術振興会特別研究員PD
 2009～2010年 東京大学グローバルCOE「共生のための国際哲学教育研究センター」(UTCP) 特任研究員
 2010～2012年 東京大学グローバルCOE「共生のための国際哲学教育研究センター」(UTCP) 共同研究員
 2010～2012年 独立行政法人日本学術振興会特別研究員PD
 2012年より 立命館大学大学院先端総合学術研究科准教授
 この間、高崎経済大学経済学部非常勤講師、東京藝術大学大学院映像研究科非常勤講師、慶應義塾大学文学部非常勤講師、跡見学園女子大学文学部現代文化表現学科兼任講師等を歴任。

(主要研究テーマ)

- (1) 20-21世紀フランス哲学(ジル・ドゥルーズなど)と精神分析学から発しての、「変化」「出来事」「物」「関係」といったテーマの考察
- (2) 芸術とポピュラー文化の横断的研究(美術、文学、音楽、服飾など)
- (3) セクシュアリティの哲学
 著書に『動きすぎてはいけない — ジル・ドゥルーズと生成変化の哲学』(河出書房新社、2013年、紀伊國屋じんぶん大賞、表象文化論学会賞受賞)、共著に『ラッセンとは何だったのか? — 消費とアートを越えた「先」』(原田裕規編、フィルムアート社、2013年)など。

「フカシギの数え方」から広がる世界 ～離散構造処理の現在と今後の展望～

Science and engineering of discrete structure
manipulation based on “Power of enumeration”



北海道大学 大学院 情報科学研究科 教授

湊 真一
(みなと しんいち)

(専門分野)

大規模離散構造データ処理

(プロフィール)

1988年 京都大学工学部情報工学科卒業
 1990年 京都大学大学院工学研究科情報工学専攻修士課程修了
 1995年 京都大学大学院工学研究科情報工学専攻博士課程修了 博士(工学)
 1990～2003年 NTT研究所勤務
 2004年 北海道大学大学院情報科学研究科助教授(2007年准教授)
 2009年より 科学技術振興機構(JST) ERATO湊離散構造処理系プロジェクト研究総括(兼務)
 2010年 北海道大学大学院情報科学研究科教授、現在に至る。
 この間、スタンフォード大学計算機科学科客員研究員、慶応義塾大学湘南藤沢キャンパス非常勤講師、早稲田大学先進グリッド技術研究所招聘研究員等を歴任。

(主要研究テーマ)

大規模離散構造データの効率的な表現と処理アルゴリズムの研究に従事。1993年に考案したデータ構造「ZDD」は、Knuthの名著「The Art of Computer Programming」(Vol.4, Fascicle 1, 2009年)において、日本人としては初めて独立した項目として詳しく掲載された。
 2012年8月～2013年4月に日本科学未来館において「フカシギの数え方」出展。同展示で制作・監修したアニメ動画がYouTubeで150万ビューを突破。
 編・著書として「Binary Decision Diagrams and Applications for VLSI CAD」(単著、Kluwer Academic Publishers、1996年)、「英語で学ぶ計算理論」(共著、コロナ社、2009年)、「基礎から学ぶ情報理論」(共著、ムイスリ出版、2012年)等。

身体に表れる心、心を導く身体 ～科学的マインドリーディングの可能性～

Mind changes body, body leads mind
Feasibility and potential of mind-reading technology



人間情報研究部
柏野 牧夫
Makio Kashino

プロフィール

NTT コミュニケーション科学基礎研究所 人間情報研究部 部長(上席特別研究員)。
JST CREST「潜在的インターパーソナル情報の解釈と制御に基づくコミュニケーション環境の構築」研究代表者。著書に『空耳の科学-だまされる耳、聞き分ける脳』(ヤマハミュージックメディア、2012)他。

人の心の状態を、外からの観測に基づいて推定する「マインドリーディング」の技術。これが実現すれば、ICTの適用範囲も質も飛躍的に変わります。言葉やクリックでは表しきれない利用者の意図をスマートフォンが察知。新製品の体感品質をアンケートなしにモニタ。ウェアラブルセンサ付きユニフォームを着たスポーツ選手のプレー中の心理状態を実況中継。夢は広がります。マインドリーディングの実現に向けた私たちのアプローチを紹介します。

■潜在的な心を読む

マインドリーディング技術の一部は、既に現実のものとなっています。脳活動を計測し、その人の見ているものの種類や選びたい選択肢などを当てるBrain-Computer Interface (BCI) がそれです。この10年、BCI研究の発展は目覚ましく、最近では、機能的磁気共鳴画像法(fMRI)で計測した脳活動のパターンから、夢に出てきたものの種類を6割程度当てることができたという論文もあります[1]。

ただ、一口に「心を読む」と言っても、その意味するところは様々です。BCIでは基本的に、見えたものが車か顔かというように、当人の自覚した明確なカテゴリーが解釈の対象となります。各カテゴリーと脳活動のパターンとの対応関係をあらかじめコンピュータが学習し、今観測されたパターンがどのカテゴリーに属するかを判別するわけです。一方、冒頭の例などは、カテゴリーが曖昧で、そもそも当人も明確に

自覚できないようなものばかりです。意識の水面下に隠れた「潜在的な心」を顕在化させる試みと言えるかもしれません(図1)。こうなると、解釈の正解を当人に直接尋ねるわけにはいかないわけで、BCIとはまた別の戦略が必要になります。

そこで私たちは、「身体に尋ねる」ことにしました。理由のひとつは、脳計測のような大がかりな装置がなくとも、カメラや体表のセンサだけで計測できるので、日常場面での利用可能性が大きく広がるということです。しかしこれはむしろ表面的な理由で、より本質的には、身体こそ、潜在的な心を探るのに適切な「場」だからです。人が他者の心を読むときのことを思い返してみましよう。口では「愛している」と言っても、何となく雰囲気がおかしい、ということ、人は直感的に捉えたりします。身体に表れた何らかの情報から、行動(これも身体の挙動ですが)を予測しているわけです。

■心と身体のループ

近代文明の人間観が、人は他者と峻別された自己を持ち、自覚的、合理的に意思決定するというものであったとすれば、現代の認知神経科学は、この人間観に根本的な見直しを迫っています。ノーベル経済学賞を受賞したカーネマンが指摘した通り、人の意思決定は往々にして非合理的です[2]。これは、意思決定のかなりの部分が、意識的な熟考ではなく、比較的単純なやり方で自動的に高速で動作する潜在的な心に依存しているためです。

そして、この潜在的な心は、身体と密接にリンクしているということも、次第に明らかになってきました。例えば、偶然を装って温かいコーヒーカップを持たされた人は、その直後、無関係の人に対して好意的な評価をすることが示されています[3]。身体への単純な刺激が心に無自覚的なバイアスをかけ、しかもその効果は本来無関係な対象に(不合理にも)転移したのです。別の例を挙げれば、二人の顔を見比べてどちらが魅力的か選ぶ際、自覚的な意思決定に先立って、視線はこれから選ぶ方の顔に偏っていきます[4]。無自覚的な身体の動きが意思決定を先導していることがわかります。

さらに、人と人とのコミュニケーションにおいても、互いの無自覚的な身体反応が相互作用し、一種の共鳴状態を生み出すことがあります。これが、言語や意図的な身振りなどとは別に、意思疎通や感情共有の土台となっている可能性があります。心とは、身体を媒介とした相互作用から立ち現れるダイナミックな現象なのかもしれません。

■ブレイクスルーを求めて

このような考え方のもと、私たちは、行動を予測できるような潜在的な心—興味、好き嫌い、緊張、安心、等々—を、

無自覚的な動作や不随意的な自律神経系・内分泌系の反応といった身体の挙動から解釈することを目指して研究を進めています。生体情報を心理状態の指標にしようという研究は従来から広く行われてきましたが、その適用範囲や精度は比較的限られたものでした。克服すべき原理的、技術的な問題がいくつもあります。

現時点では、従来注目されていなかった特徴や、解析が難しかったデータから、潜在的な心の一側面を解釈できる見通しが得られたところです。詳しくは展示24「身体から心を読む」をご覧ください。また、身体動作や生体信号の計測をスポーツの訓練に応用した例を、展示25「コツが掴(つか)める!」で紹介しています。

研究はまだ端緒についたばかりであり、当面は、心と身体の複雑なループのメカニズムを深く理解するための基礎研究が重要です。また、このような研究の推進にあたっては、プライバシーなど倫理的問題に対しても十分な配慮が必要なのは言うまでもありません。

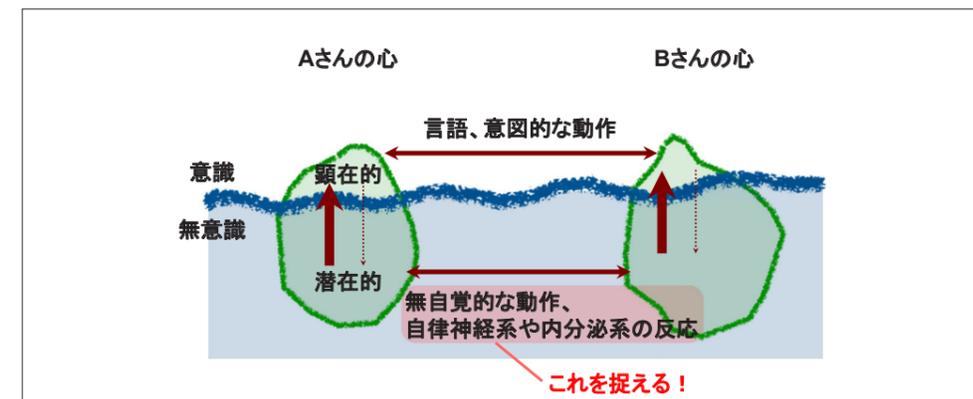


図1: 潜在的な心と顕在的な心

【関連文献】

- [1] T. Horikawa, M. Tamaki, Y. Miyawaki, Y. Kamitani, "Neural decoding of visual imagery during sleep," *Science*, Vol. 340, No. 6132, pp. 639-642, 2013.
- [2] D. Kahneman, *Thinking, Fast and Slow*. Farrar, Straus and Giroux, 2011. (邦訳:ダニエル・カーネマン, *ファスト&スロー あなたの意思はどのように決まるか?*, 村井章子訳, 早川書房, 2012)
- [3] L. E. Williams, J. A. Bargh, "Experiencing physical warmth promotes interpersonal warmth," *Science*, Vol. 322, No. 5901, pp. 606-607, 2008.
- [4] S. Shimojo, C. Simion, E. Shimojo, C. Scheier, "Gaze bias both reflects and influences preference," *Nature Neuroscience*, Vol. 6, No. 12, pp. 1317-1322, 2003.

音声をよりクリアに、音楽をより豊かに
～残響制御が切り拓く“音”の世界～

Enhancing speech quality and music experience
Opening up new vistas for audio experience with reverberation control technology



メディア情報研究部
木下 慶介
Keisuke Kinoshita

プロフィール

NTT コミュニケーション科学基礎研究所 メディア情報研究部 研究主任。
日本音響学会技術開発賞、日本オーディオ協会大賞、各受賞。

■残響の功罪

残響とは、ある音源から出た音が室内の壁や天井などに跳ね返って生じる反射音成分の総称です。残響は人やモノが室内で音を発した時には必ず生じており、知らず知らずのうちに様々な音の効果をもたらしています。

例えば、少しでも残響のある部屋でICレコーダ等を用いて音声を収録すると、目的音に反射音が重なり、収録音声は響いた聞き取りにくいものになってしまいます。また、このように響いた音声は、最先端の自動音声認識技術を使っても正しく認識しにくいものです。このように、コミュニケーションの手段としての「音声」とっては、残響はしばしば邪魔なものになります。

一方、「音楽」の鑑賞や演奏にとっては、残響は非常に重要な要素です。例えば、音楽ホールのステージ上でオーケストラが演奏をすれば、奏でられた音はその音楽ホール特有の豊かな響きである残響を伴い、厚みのある音として聴衆の耳に届きます。残響は歌声や楽音を豊かに響かせ、時にはそれらの芸術性を高めることにさえ寄与します。このように、残響がもたらす音の効果には功罪の両側面があります。

■革新的音響信号処理技術「残響除去・制御技術」の実現

残響により響いた音声をクリアで聞き取りやすい音声に戻したり、一旦収録された音楽をコンサートホールで聴いているかのように豊かなものにするには、収録音に含まれている残響を制御する技術(以降、残響制御技術。図1参照)が必要です。

残響制御技術には、雑音除去技術とならび、長い研究の歴史があり、世界的に見ると1980年代から盛んに研究が行われてきました。しかし、雑音除去とは違い、実環境における

残響制御は近年まで実現されず、困難な未解決問題として残されてきました。我々の初期の検討も困難を極めました。近年、線形予測という数学的手法を発展させることで、世界で初めて、実環境で高精度に動作する残響制御を実現しました[1]。

■様々な応用分野への波及

現在までに、提案の残響除去・制御技術は様々な分野へ以下のように波及し、効果が示されています。

(音声をクリアにする技術として)

映画、TV番組制作のためのポストプロダクション*業界では、作品制作のために様々な場所で音声を収録します。その際に、収録音声には作品に不要な残響が含まれてしまうことがあります。このような状況に対処するため、残響除去・制御技術は長らく登場を待ち望まれていた技術でした。現在、我々の技術はポストプロダクション業界向けのプロ用残響除去ソフトウェアとして、世界の多くの制作スタジオなどに導入され、日々作品制作の役に立っています。また、我々の技術(正確には、メディアインテリジェンス研究所において、我々の技術を基に開発されたリアルタイム残響除去処理技術)は

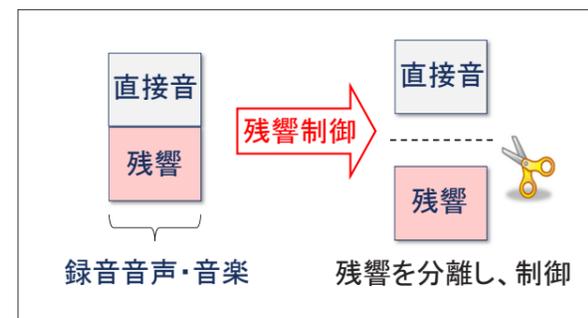


図1: 残響制御の効果

よりクリアな音声通信を可能とする次世代電話会議端末へも導入されようとしています。

また、我々の残響除去技術は自動音声認識性能の向上にも寄与しています。本年度開催された残響下音声認識に関する世界的コンペでは、約30の研究機関が参加する中、我々は残響除去技術を音声認識の前処理として用いることで、多くのタスクで最高性能を達成しました[2]。

(音楽をより豊かにする技術として)

残響制御技術はステレオ音源から立体的な情報である残響を取り出し、過去の名演を元音源に忠実なサラウンド音楽として魅らせることにも使用されています[3]。図2のように、コンサートホールの観客席で音楽を聴いている場合、我々の耳に到来する音は、二つに大別されます。一つは、音源から我々の耳に直接届く音成分(以降、直接音)と、四方八方あらゆる角度から我々の耳に到来する残響です。CDなどには、一般的に、この観客席の位置で録音されたような音楽が記録されています。このようなCDを従来のステレオスピーカを用いて再生すると、直接音と残響が両方とも前方から再生されてしまい、元の音響環境とは異なる音環境が作り出されてしまいます。しかし、我々の技術を用いて音楽信号を直接音成分と残響成分に分離し、図3のようなサラウンド環境にて、前方スピーカから直接音成分、後方スピーカから残響成分を再生すれば、元の録音環境に近い音環境を再構成することがで

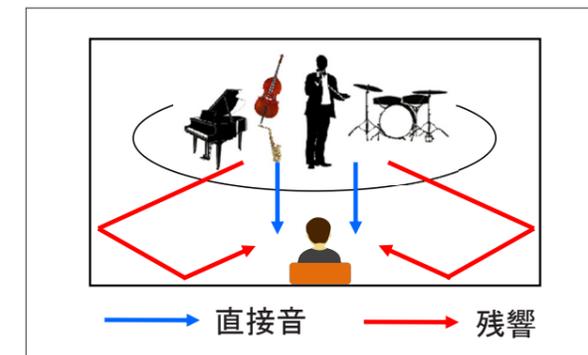


図2: ホールの観客席に届く音

きます。現在までに、残響制御技術は、有名海外アーティストの過去のライブ録音をサラウンド音楽に変換し、映画館などで配信する再現ライブなどで使われ、好評を博しています。また、このサラウンド化機能を搭載したホームオーディオ製品も他社から発売されています。

■残響除去・制御技術が切り拓く音の未来: 今後の展望

残響制御技術の精度がさらに向上すれば、様々な可能性が広がります。例えば、電話や自動音声認識等の音テクノロジーは、現在のようにマイクの位置を気にしながら使用する必要はなくなり、好きな時に好きな場所で自由に使用することが可能になるでしょう。また、手元にある音楽ソースをサラウンド化再生すれば、家に居ながらにして、その音楽を収録したライブ会場や音楽ホールで音楽を聴くのと全く同じ音環境を体験することもできるようになるでしょう。これらの応用を含む様々な場面で、残響除去・制御技術は音テクノロジーの根幹を支える技術となり、これから先の音の未来を切り拓く一助となっていくことでしょう。

※放送やパッケージメディアなどの映像作品、映画の製作における撮影後の作業の総称。

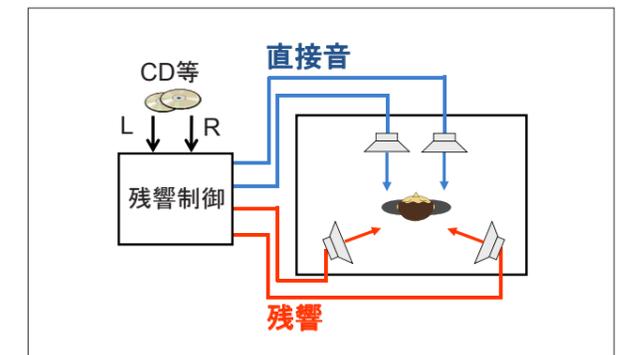


図3: 残響制御を用いたサラウンド化再生

【関連文献】

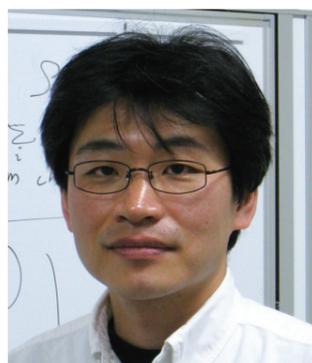
[1] K. Kinoshita, M. Delcroix, T. Nakatani and M. Miyoshi, "Suppression of late reverberation effect on speech signal using long-term multiple-step linear prediction," *IEEE Trans. Audio, Speech and Lang. Proc.*, Vol. 17, No. 4, pp.534-545, 2009.
[2] M. Delcroix, T. Yoshioka, A. Ogawa, Y. Kubo, M. Fujimoto, N. Ito, K. Kinoshita, M. Espi, T. Hori, T. Nakatani, A. Nakamura, "Linear prediction-based dereverberation with advanced speech enhancement and recognition technologies for the reverb challenge," *REVERB challenge*, 2014.
[3] K. Kinoshita, T. Nakatani and M. Miyoshi, "Blind upmix of stereo music signal using multi-step linear prediction based reverberation extraction," in *Proc. of The 34th International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)*, pp.49-52, 2009.

因数分解だけではない量子計算の魅力

～量子探索技術の可能性を探る～

Quantum computing beyond integer factorization

Exploring the potential of quantum search



協創情報研究部
谷 誠一郎
Seiichiro Tani

プロフィール

NTT コミュニケーション科学基礎研究所 協創情報研究部
主任研究員(特別研究員)。
電子情報通信学会 情報・システムソサイエティ 論文賞受賞。

■現在のコンピュータと量子コンピュータ

英国の数学者Alan M. Turingにより計算機モデルが考案されて以来、コンピュータは著しい発展を遂げました。しかし、現在のコンピュータも、原理的にはTuringのモデルと同じです。これからも、この計算機モデルに基づいたコンピュータは、進歩を遂げていくでしょう。一方で、世の中で解くことが要請される問題の中には、そのような進歩を遂げてもなお、原理的に、大幅な高速化が期待できないものがあります。

量子コンピュータは、量子力学的な性質を利用した、将来のコンピュータです。Turingのモデルとは原理的に異なるため、現在のコンピュータの延長線上では解くことが難しい問題でも、高速に解くことが期待され、世界中で研究が進められています。量子コンピュータを動かすためには、現在のコンピュータと同様に、ハードウェアを動かす手順(=アルゴリズム)が必要です。そして、アルゴリズムの善し悪しが計算速度を大きく左右するというのも、現在のコンピュータと同じです。このため、量子コンピュータのハードウェアが完成したとしても、それをを用いて難しい問題を高速に解くためには、優れた量子アルゴリズムが欠かせないのです。従来アルゴリズムは量子コンピュータ上では使えないため、優れた量子アルゴリズムを発見するための研究を行う必要があります。

■素因数分解量子アルゴリズムのインパクト

量子アルゴリズムの代表例が、素因数分解を、現在のコンピュータよりも指数倍高速に行う量子アルゴリズムです。これは、1994年にPeter W. Shor [1] によって発見されました。素因数分解は、長年の研究にもかかわらず、Turingのモデル上で高速に解く方法がまだ見つからない難しい問題です。実際、インターネット等で使用されている暗号は、素因数分解の困難性を安全性の根拠としています。このため、Shorの発見は、「量子コンピュータが完成したら、現在使用されている暗号が役に立たなくなる」という意味でも非常に大きなインパクトがありました。この発見を機に、世界中で量子コンピュータの研究が盛んになったといっても過言ではありません。これまで、Shorの素因数分解アルゴリズムが、量子アルゴリズムの代表選手としてしばしば取り上げられてきたのも当然と言えます。

しかし、よく考えてみると、便利に使われている暗号が破られてしまうことは、うれしくないことです。専門的には、Shorの量子アルゴリズムの拡張もよく研究されており、素因数分解を含むもっと広範な問題群も高速に解けることが知られています。しかし、現時点では、身近な問題との関連は薄く、そのメリットを理解するのは難しいかもしれません。

■量子探索アルゴリズムとその発展

本講演では、1996年にLov K. Grover [2] が発見した、量子探索アルゴリズム(以下、量子探索)に端を発する研究領域を中心に、我々の研究成果を交えてご紹介します。このアルゴリズムが解く探索問題とは、1からの N の番号がついている N 個のデータの中から所望のデータを探し出す問題です(図1)。Turingのモデルに基づくコンピュータであれば、最悪 N 回程度のデータアクセスが必要ですが、量子コンピュータがあれば \sqrt{N} 回程度のデータアクセスで済ませることができます。これは、素因数分解の場合のように指数倍のスピードアップではありませんが、それでも N が巨大であれば、著しいスピードアップにつながります(図2)。探索問題の最大の特徴は、問題設定の単純さと、それゆえの応用範囲の広さにあります。実際、探索問題は、様々な問題の部分問題として現われます。この部分問題を発見し、量子探索を適用することにより、元の問題を極めて高速に(効率良く)解くことができます。例えば、通信ネットワークの形状を最適化する際に重要な、グラフの性質検査を高速化できる事例や、あるいは、量子通信を用いた分散計算では、極めて少ない通信量で計算できる事例が知られています。これらの量子アルゴリズムの特筆すべき点は、Turingのモデルでは理論的に到達し得ない高速化・低通信量を達成しているところにあります。

■今後の展開

量子情報科学の研究は、抽象レベルから、量子回路などの実装レベル(関連展示番号09)にいたるまで、この20年間、世界中で非常に精力的に行われてきました。それでもなお、未解明な問題が数多くあります。量子コンピュータを用いて高速に解ける問題をうまく分類し、その限界を明確にするため、我々は、さらに研究を推進していきます。

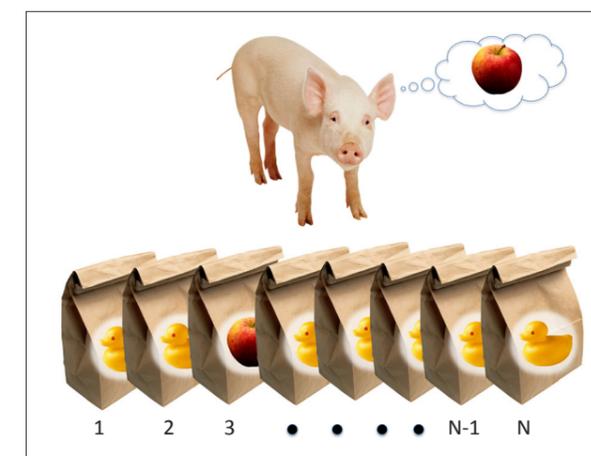


図1: 探索問題のイメージ

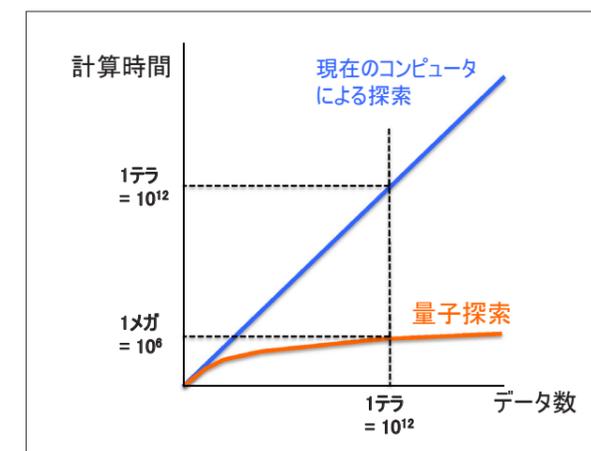


図2: 探索問題を解くため要する計算時間(理論値)の比較

【関連文献】

- [1] P. W. Shor, "Algorithms for quantum computation: Discrete logarithms and factoring," in *Proc. 35th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science*, pp. 124-134, 1994.
[2] L. K. Grover, "A fast quantum mechanical algorithm for database search," in *Proc. 28th Annual ACM Symposium on Theory of Computing*, pp. 212-219, 1996.

研究展示のカテゴリ

NTT コミュニケーション科学基礎研究所は、「時代の要請に応え、新たな時代を創る」ことを目指し、情報科学と人間科学の両面から基礎研究を行っています。

今年のオープンハウスでは、「計算と言語の科学」、「メディアの科学」、「コミュニケーションと人間の科学」の3分野に関する23展示と、当研究所を中心としてNTT研究所全体で取り組んでいる「ビッグデータの科学」に関する6展示をご紹介します。

ビッグデータの科学

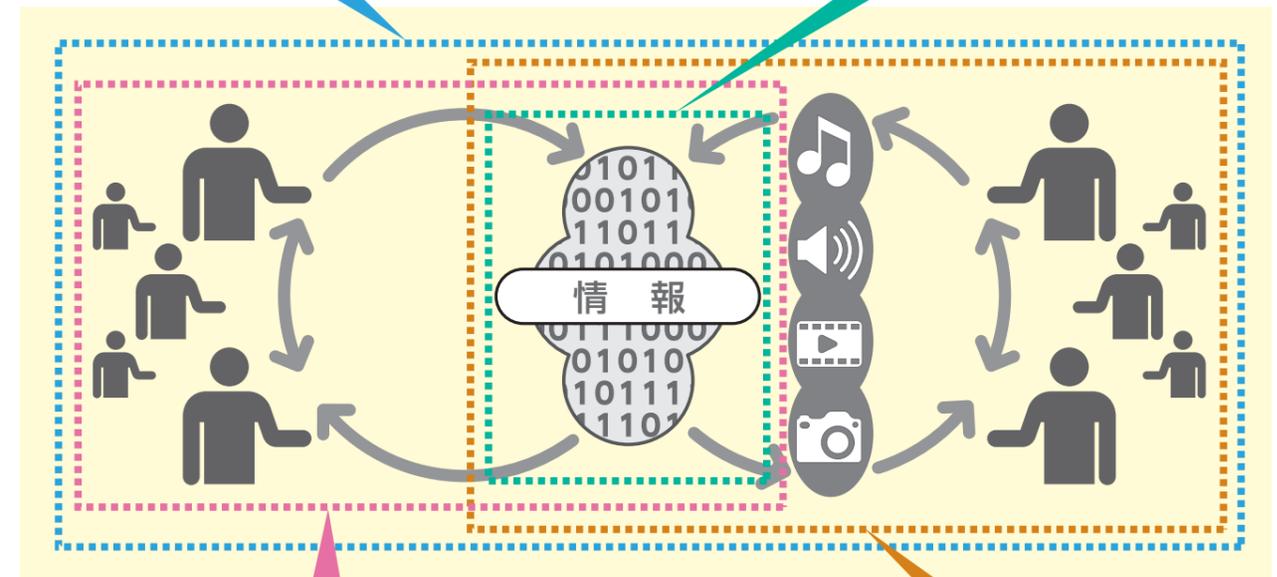
～大規模データを駆使し、役立てる～

膨大なデータに潜む特徴を知り、価値ある知見を取り出したい、将来を予測し、起こり得るリスクに備えたい。このような実践的ニーズに、ビッグデータの高度な解析で応える研究です。

計算と言語の科学

～情報処理をより賢く、安全に～

世界中の人と自由に話し、コンピュータとも雑談し、安全に通信したい、未解決の難問を解決したい。このような普遍的ニーズに応え、計算機の限界に挑戦し乗り越える研究です。



コミュニケーションと人間の科学

～ヒトを知り、人に優しいICT社会へ～

人に優しい社会を創り心豊かなライフスタイルをデザインしたい。そのために人間と情報のかかわりを深く理解し、人間の情報処理メカニズムの科学的解明を目指す研究です。

メディアの科学

～情報を意のままに扱う～

大量の画像映像から目的物を見つけたい、音声を明瞭に聞き分け、認識したい、高臨場感を再現したい。このようにメディア情報の性質を利用し、意のままに扱う研究です。

01

異種データ間の隠れた関連性を探り出す ～教師なしオブジェクトマッチング～

どんな研究

異なる種類のデータ集合の間で**関連するオブジェクトを自動的に見つける**研究です。例えば、意味が同じ英語と日本語の単語の対応付け（辞書自動作成）、画像と文の対応付け（説明文作成）、複数のデータベースのIDの対応付け（名寄せ）に利用できます。

どこが凄い

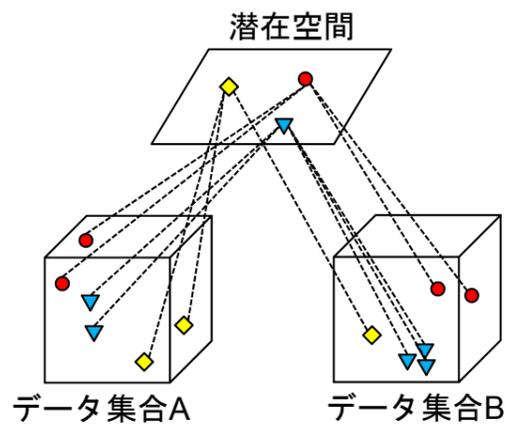
これまでは人手で対応付けたデータや異種データ間の類似尺度が必要でした。提案法は潜在空間に全データを埋め込むことによって、**対応データや類似尺度なしで関連性を発見**できます。また多対多対応がある場合や、2つ以上のデータ集合が与えられた場合でも適用できます。

目指す未来

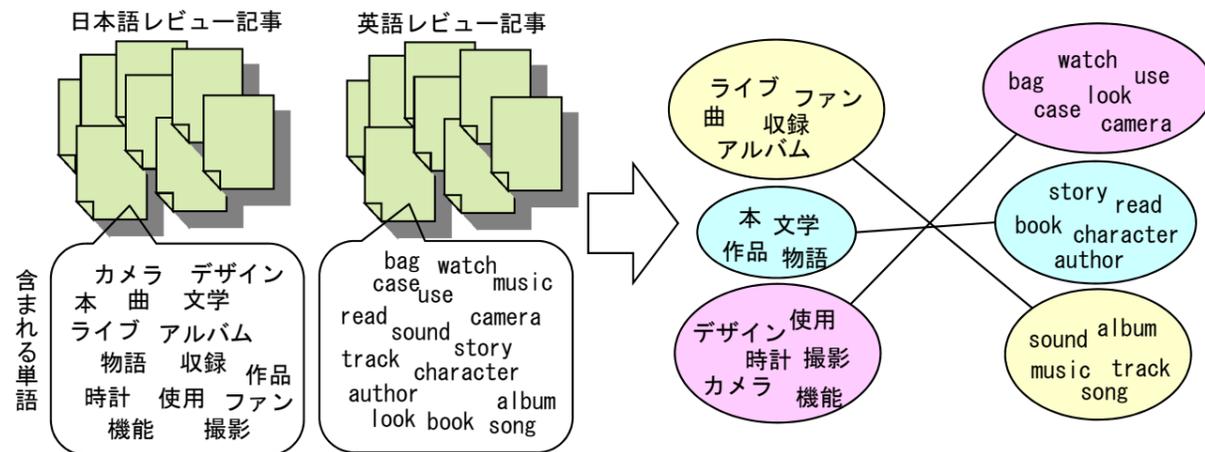
現在、大量のデータ集合が多様な用途で収集・管理されています。そのため異なるデータ集合間の関係を解析することが困難でした。本技術により**複数のデータ集合の統一的解析**が可能となり、これまで知りえなかった因果関係や知識の発見につながります。

一見対応関係のない複数のデータ集合を、性質を保存したまま共通の空間（潜在空間）に埋め込むことによって、要素間の対応を付けることができます。

- ✓ 教師データが不要
- ✓ 特徴数・データ数・統計的性質が異なるデータにも適用可能
- ✓ 多対多の関連性を自動的に推定



【応用例】日本語と英語の商品レビュー記事集合を用い辞書や対訳文なしで関連する単語を対応付け



関連文献

[1] T. Iwata, T. Hirao, N. Ueda, "Unsupervised cluster matching via probabilistic latent variable models," in *Proc. The Twenty-Seventh AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-13)*, 2013.

連絡先

岩田 具治 (Tomoharu Iwata) 協創情報研究部 創発知能環境研究グループ
E-mail: iwata.tomoharu[at]lab.ntt.co.jp

02

多種類のデータに横断的なパターンを抽出 ～複合非負値行列因子分解法: NM2F～

どんな研究

人間が処理し切れない多種類のデータをコンピュータで解析し、データの中に隠れた構造を見つけ出す技術が注目を集めています。本展示では**多種類のデータを同時に解析する機械学習の手法「複合非負値行列因子分解法: NM2F」**とその解析事例を紹介します。

どこが凄い

今回提案するNM2Fは**複数のデータを同時に説明できる整合性のとれたパターン**を抽出することが出来ます。NM2Fは数値的な解析性能が優れているだけでなく、人間が理解しやすい横断的なパターンを抽出するため、データを多角的に分析できます。

目指す未来

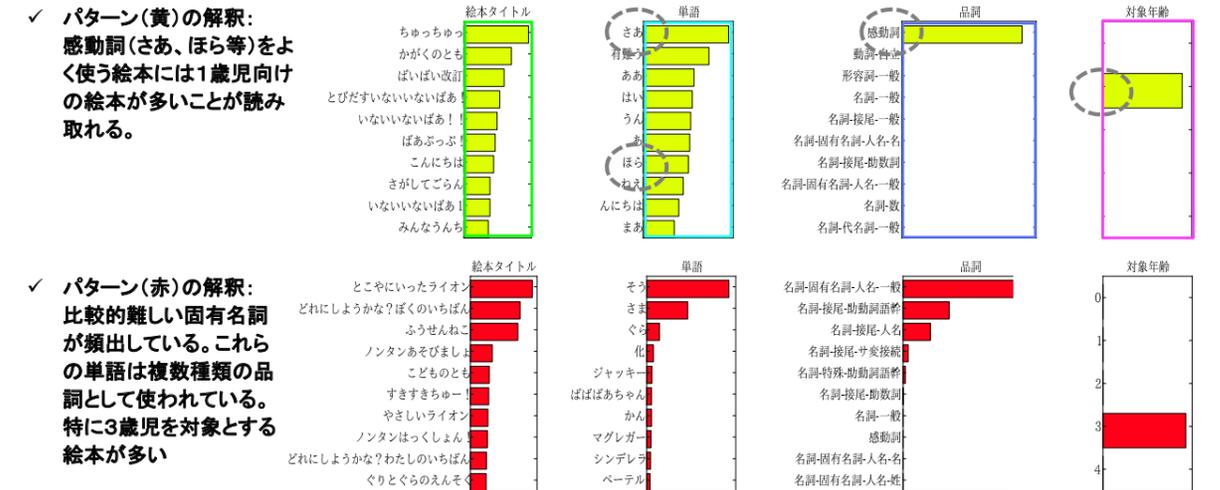
現在、自然気象や人間行動など様々な種類のデータが世界中のあらゆる箇所で観測されています。目的に合わせて**膨大な種類のデータから重要なデータを選び出し、社会に役立つパターンを自動で抽出するシステム**の開発が期待できます。

多種類のデータを同時に解析することですべてのデータと整合性の高いパターンの抽出が出来ます

- ✓ 複合非負値行列因子分解法 (NM2F: Non-negative Multiple Matrix Factorization) ⇒ 複数種類のデータ行列を1つの複合行列として扱い因子行列に分解する



応用例: 絵本データの潜在構造解析
絵本から抽出された潜在構造を可視化した。対象年齢と品詞が加わることでパターンの可読性が高まった。



関連文献

[1] 竹内孝, 石黒勝彦, 小林哲生, 藤田早苗, 平博順, "複合非負値行列因子分解(NM2F)による絵本データセットからの多角的パターン抽出," 人工知能学会全国大会, 2014.
[2] K. Takeuchi, K. Ishiguro, A. Kimura, H. Sawada, "Non-negative multiple matrix factorization," in *Proc. IJCAI*, 2013.
[3] K. Takeuchi, R. Tomioka, K. Ishiguro, A. Kimura, H. Sawada, "Non-negative multiple tensor factorization," in *Proc. ICDM*, 2013.

連絡先

竹内 孝 (Koh Takeuchi) 協創情報研究部 創発知能環境研究グループ
E-mail: koh.takeuchi[at]lab.ntt.co.jp

大量なデータ間のつながりから隠れた知識を発見

～高速グラフクラスタリングと分散クエリ最適化～

どんな研究

本研究は、SNSやWebなどのつながりを表す大規模なグラフデータを従来技術よりも高速に分析する技術です。グラフデータ分析することにより、大規模なデータから仲良し友人グループや影響力のある人物などのデータに隠れた知識を発見します。

どこが凄い

グラフデータの統計的な性質を用いることで、高速なグラフデータ分析手法を確立しました。このアルゴリズムを用いることで、データ数が数百万～数千万件規模のグラフデータを従来手法よりも70%～90%短い時間で分析することができます。

目指す未来

TwitterやSNSなどの大規模なソーシャルメディアやログデータなどを瞬時に分析し、情報推薦や情報予測、情報理解に活用できるような未来を目指しています。本技術は、従来考えられなかった規模のデータの分析に貢献できる可能性があります。

● ページランク高速化技術(関連文献[1])

人間関係などの大規模なグラフデータの中から影響力(ページランク値)の高いデータを従来手法より高速(Wikipedia データで1桁高速)に発見します。

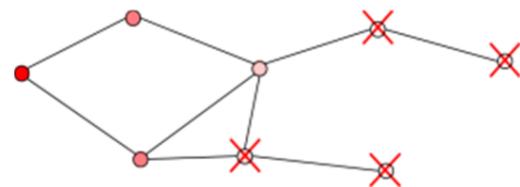
- 以下の式展開に基づきページランクの上限値と下限値を再帰的に算出します

$$s = cWs + (1-c)e$$

$$= (1-c)(e + cWe + c^2W^2e + \dots)$$

S : ページランクベクトル C : ランダムウォークの確率
 W : グラフの隣接行列 e : 全ての値が1/nのベクトル

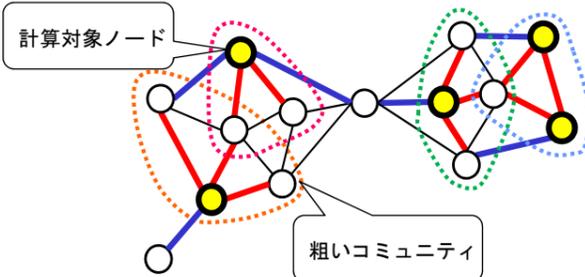
- ページランクの小さなノードを枝刈りしグラフを徐々にコンパクトにします



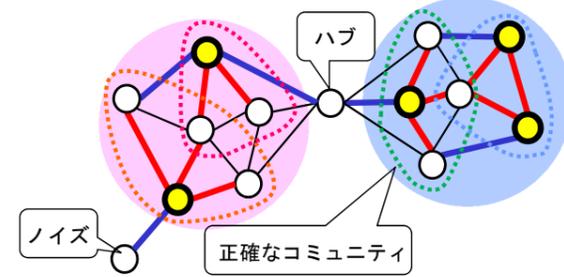
● クラスタリング高速化技術(関連文献[2])

人間関係や購買履歴などの大規模なグラフデータの中に隠れたコミュニティやハブ、ノイズとなるデータを従来手法より70%以上高速に発見します。

- 最短距離が2ホップ離れたノードのみを計算し、粗いコミュニティを算出します



- 複数のコミュニティに所属するノードを見つけ正確なコミュニティを修正します



関連文献

- [1] Y. Fujiwara, M. Nakatsuji, H. Shiokawa, T. Mishima, M. Onizuka, "Fast and exact top-k algorithm for PageRank," in *Proc. the 27th AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI2013)*, 2013.
 [2] 塩川浩昭, 藤原靖宏, 鬼塚真, "構造的類似度に基づくグラフクラスタリングの高速化," 第6回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM Forum 2014), D6-2, 2014.

連絡先

鬼塚 真 (Makoto Onizuka) NTTソフトウェアイノベーションセンタ 分散処理基盤技術プロジェクト
 E-mail: onizuka.makoto[at]lab.ntt.co.jp

押し寄せる膨大な映像を瞬時に賢く分析する

～リアルタイム大規模分散データ分析基盤「Jubatus」～

どんな研究

オンライン機械学習を複数のマシン上に分散させ、性能もスケールアウトできる世界初の技術です。(1) 監視カメラ映像などの複雑で大きなデータを、(2) 事例からルールを学びとりながら、(3) 蓄積せずにその場で素早く分析する仕組みがJubatusです。

どこが凄い

多値分類・異常検知・線形回帰・統計分析・推薦・グラフマイニング・クラスタリングといった多様なアルゴリズムを使って、リアルタイムに流れてくる大量のデータをメモリ上で瞬時に分析することができます。データ量の増加に対しても安価なサーバを追加するだけで性能と安定性を確保できます。

目指す未来

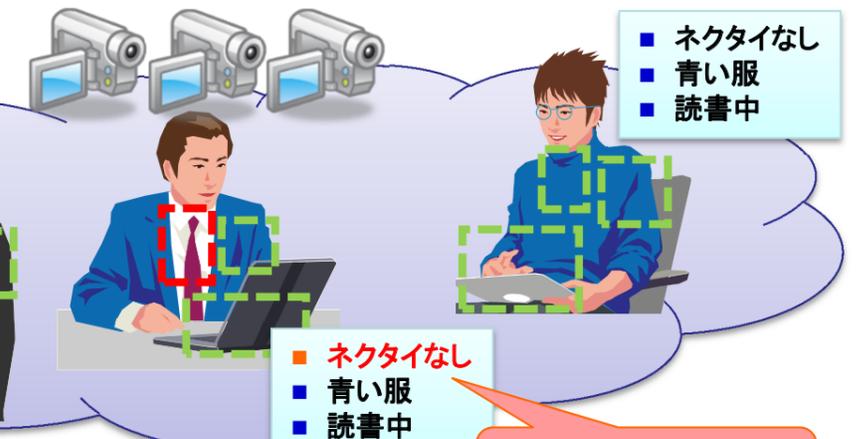
Machine learning for everyone 増え続けるビックデータを、あなたはどのように処理しますか? Jubatusは誰でも気軽に機械学習を使ってデータの分析ができる世界を目指しています。今後もより使いやすいフレームワークの開発を進めていきます。

カメラ映像から人物を特定し、その人の服装や動作に関するタグ付けを瞬時にを行います。また、間違っただタグ付けに対して、正しい情報をオンラインで学習させることにより、学習モデルのリアルタイムな更新が可能です。

すばやい応答

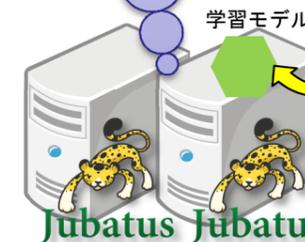
事前に学習したモデルを使って効率的にタグ付け

- ネクタイあり
- 黒い服
- 非読書中



安定した性能

容量や性能が足りなくなったらPCを追加するだけでOK



間違っただ場合は正しい情報を再学習

オンライン学習

JubatusはPreferred Infrastructure社との共同開発です。 <http://jubat.us>
 NTTソフトウェア株式会社にてJubatus商用サポートサービスを提供しています。

関連文献

- [1] 岡野原大輔, 海野裕也, 熊崎宏樹, 小田哲, "大規模リアルタイム解析エンジンJubatusの創り方," 情報処理学会デジタルプラクティス, 4(1), 20-28, 2013.
 [2] S. Oda, S. Nakayama, K. Uenishi, S. Kinoshita, "Jubatus: distributed processing technique enabling realtime processing of big data," *IEICE Tech. Rep.*, Vol. 111, No. 409, IN2011-126, pp. 35-40, 2012.
 [3] H. Makino, "Jubatus: scalable distributed processing framework for realtime analysis of big data," *XLDB*, 2012.

連絡先

塩川 桂太郎 (Keitaro Horikawa) NTTソフトウェアイノベーションセンタ 分散処理基盤技術プロジェクト
 E-mail: horikawa.keitaro[at]lab.ntt.co.jp

ネットワーク分析による保守運用高度化 ～機械学習技術によるネットワーク内部潜在状態の推定～

どんな研究

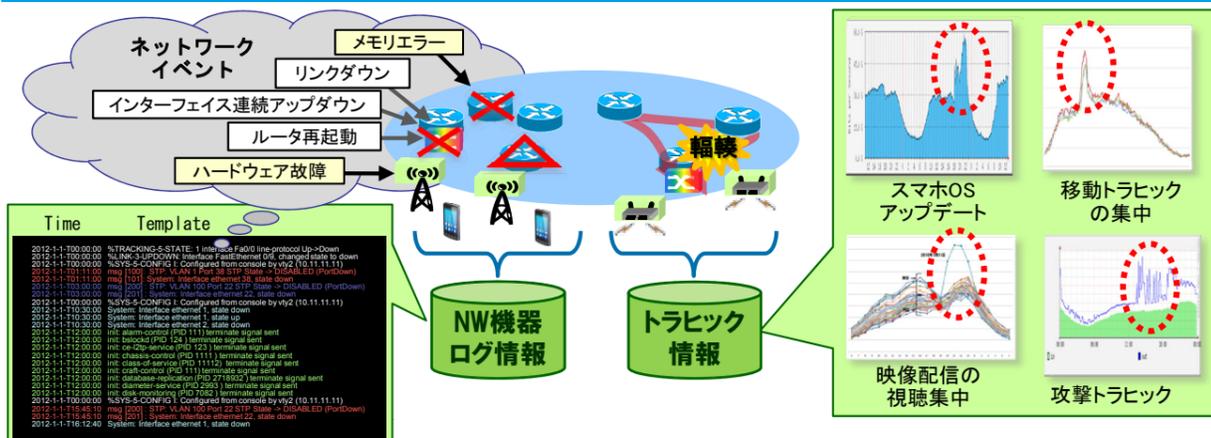
突発的なトラフィック変動による輻輳や、ネットワーク (NW) の大規模故障などの異常を未然に防ぐプロアクティブ (予見的) ネットワークオペレーションの実現に向け、NW状態推定・予測に基づく故障診断技術、予測ベーストラフィックエンジニアリング技術を開発しました。

どこが凄い

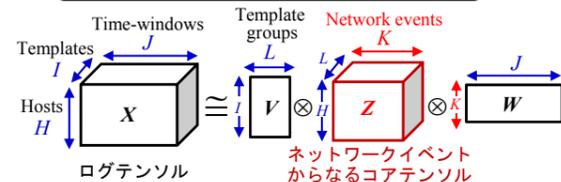
大規模・非構造なNW機器ログから潜在的なログ発生構造を抽出する**ログテンソル分解手法 (LTF)** を考案しました。また予測困難性に依りてトラフィックを分類し、トラフィック制御のポリシーを変更する**トラフィックエンジニアリング技術**を考案しました。

目指す未来

ログデータに加え、トラフィック、品質等の各種計測データを統合した故障予兆検知技術の確立し、突発的な変動の発生を予め織り込んだ、ロバストなネットワーク基盤を構築し、プロアクティブオペレーションの具現化を支援、推進していきます。



技術①: ログテンソル分解法(LTF)



$$X \cong \sum_{k=1}^K \left[\sum_{l=1}^L v_l \otimes z_{lk} \right] \otimes w_k$$

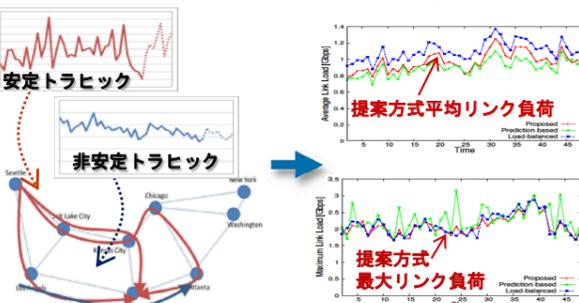
有意なネットワークイベントを抽出

Host Name	TG Weights	Weights	Templates
CoreRouterA	0.666	0.4	TIME: ifmgr [*]: %PKT_INFRA-LINK-3-UPDOWN: Interface *, changed state to Up
		0.4	TIME: ifmgr [*]: %PKT_INFRA-LINK-3-UPDOWN: Interface *, changed state to Down
		0.2	TIME: %SYS-3-LOGGER_DROPPED: System dropped * console debug messages.
EdgeRouterB	0.333	0.17	*: %LINK-3-UPDOWN: Interface *, changed state to up
		0.17	*: TIME: %LINK-3-UPDOWN: Interface *, changed state to administratively down
		0.17	*: *: %LINKPROTO-S-UPDOWN: Line protocol on Interface *, changed state to up
		0.17	*: *: %LINKPROTO-S-UPDOWN: Line protocol on Interface *, changed state to down
		0.05	*: *: %LINK-3-UPDOWN: Interface *, changed state to down

機器ログからのネットワークイベント (故障) 抽出技術

技術②: 予測型トラフィックエンジニアリング※1

トラフィックから安定成分と不安定成分を抽出



安定成分は最適経路、不安定成分は負荷分散と制御ポリシーを使い分けることで、最大リンク使用率と平均リンク使用率の双方を低減

トラフィック変動予測に基づくプロアクティブな制御と予測誤差にロバストな制御

※1 本検討の一部は総務省SCOPE「フローマイニングに基づくトラフィック変動に適応する予測型トラフィックエンジニアリング」の支援による。

関連文献

[1] T. Kimura, K. Ishibashi, T. Mori, H. Sawada, T. Toyono, K. Nishimatsu, A. Watanabe, A. Shimoda, K. Shiimoto, "Spatio-temporal factorization of log data for understanding network events," in *Proc. IEEE INFOCOM 2014*, April 2014.
 [2] 高橋洋介, 石橋圭介, 上山憲昭, 塩本公平, 大歳達也, 大下裕一, 村田正幸, "フローベースネットワーク制御のためのマクロフロー構成手法," 電子情報通信学会インターネットアーキテクチャ研究会, 2014年2月.

連絡先

石橋 圭介 (Keisuke Ishibashi) ネットワーク基盤技術研究所通信トラフィック品質プロジェクト
E-mail: ishibashi.keisuke[at]lab.ntt.co.jp

絶滅危惧種の生育環境を24時間センシング ～無線センサネットワークによるオンライン環境モニタリング～

どんな研究

無線センサネットワークを用いて、さまざまな環境をモニタリングする研究を行っています。近畿大学農学部と連携し絶滅危惧種の生息池にセンサを設置し、**24時間センシング**することで、溶存酸素量や水温の累積値や日較差の検証といった詳細なデータ解析が可能になりました。

どこが凄い

環境データの**時間的・空間的相関性を活用した圧縮手法**、センサノードの**振る舞いを動的に変更できる仮想マシン**などの技術について研究開発を行っています。これらの要素技術を組み合わせることで多様なフィールド環境で効率的かつ臨機応変にセンシングを行えます。

目指す未来

本技術を用いることで長期間にわたって詳細な環境データを計測・蓄積・分析することが可能になります。これにより、今までは計測できなかった生態に関する環境要因を解明し、さまざまな環境での生物多様性保護や、効率的な育成方法の実現に貢献します。

絶滅危惧種生息池モニタリング

目的: 生育環境解明
生物多様性維持



- 新たに溶存酸素センサを無線化して連続センシング可能に (従来は週に一度程度人手で計測)
- 溶存酸素量や水温の累積値や日較差が検証可能に
- 仮想マシンを利用して、センシング間隔やセンサの組み合わせを現場で更新し、確実なセンシングシステムを構築

花卉栽培モニタリング

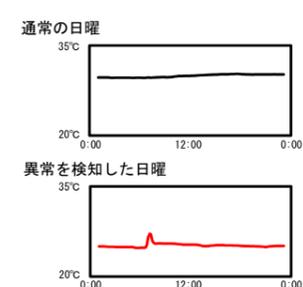
目的: 温度、湿度分布の記録
栽培に適した環境の解明



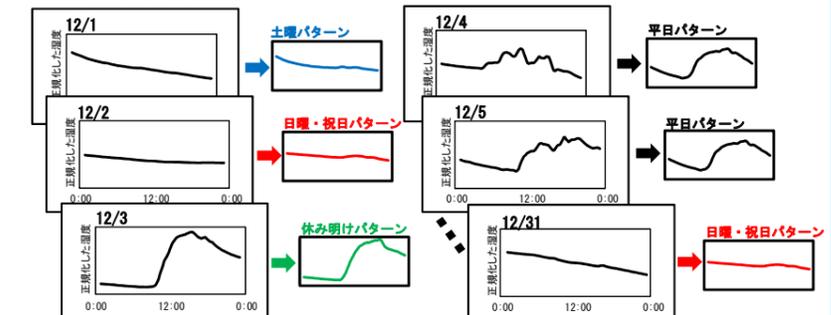
- 日射量を数値化し、日除けによる日射量の差を検証
- 従来不可能と見ていた時期でも栽培可能であることを示唆
- 環境の状況を記録・可視化することによる農家のモチベーションアップ

環境データの分析例 (オフィス内での温度・湿度計測)

温度データによる異常検知 (例: 夏のエアコンの消し忘れ)



湿度データによる生活パターン分類



関連文献

[1] 須山敬之, 納谷太, 柳沢豊, "センサネットワークによるビニールハウス環境センシング," 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム, pp. 938-944, 2013.
 [2] Y. Kishino, Y. Sakurai, Y. Yanagisawa, T. Suyama, F. Naya, "SVD-based hierarchical data gathering for environmental monitoring," *Adjunct Publication of the 2013 ACM Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp 2013)*, pp. 9-12, 2013.

連絡先

岸野 泰恵 (Yasue Kishino) 協創情報研究部 知能創発環境研究グループ
E-mail: kishino.yasue[at]lab.ntt.co.jp

ネットワークの安全性を厳密に評価します ～フォーマルメソッドを用いた暗号プロトコルの安全性検証～

どんな研究

秘匿性やなりすまし防止などのセキュリティが重要となる通信では、暗号技術を組み合わせた**暗号プロトコル**と呼ばれる仕組みを用いますが、その欠陥により思わぬ攻撃が可能になることがあります。本研究はこれを防ぐため、暗号プロトコルの**安全性**を厳密に**評価（検証）**します。

どこが凄い

プロトコルの仕様から、実際にプロトコルを実行することなく膨大な攻撃の可能性を網羅的に調べ、安全性を評価します。膨大な数の攻撃から成功確率が無視できるほど小さいものをあらかじめ除外し、残りの攻撃のみを調べることで**高速化**を可能にしました。

目指す未来

現在の暗号プロトコルは安全性の厳密な保証がないまま使われ、しばしば欠陥が発見されユーザーが危険にさらされたりその修正と再配布に多大な費用がかかるなどします。本技術によりプロトコルの問題点を網羅的に発見でき、広く使用される前に修正できます。

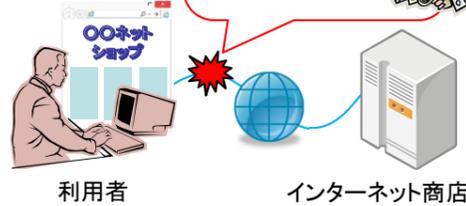
暗号プロトコルの安全性の課題

インターネットショッピングなどの通信は暗号技術を応用した暗号プロトコルを利用して保護されるが、

- その安全性(欠陥がないこと)の評価は十分行われていない
- 高精度な評価方法も確立されていない

暗号プロトコルの欠陥を利用した攻撃

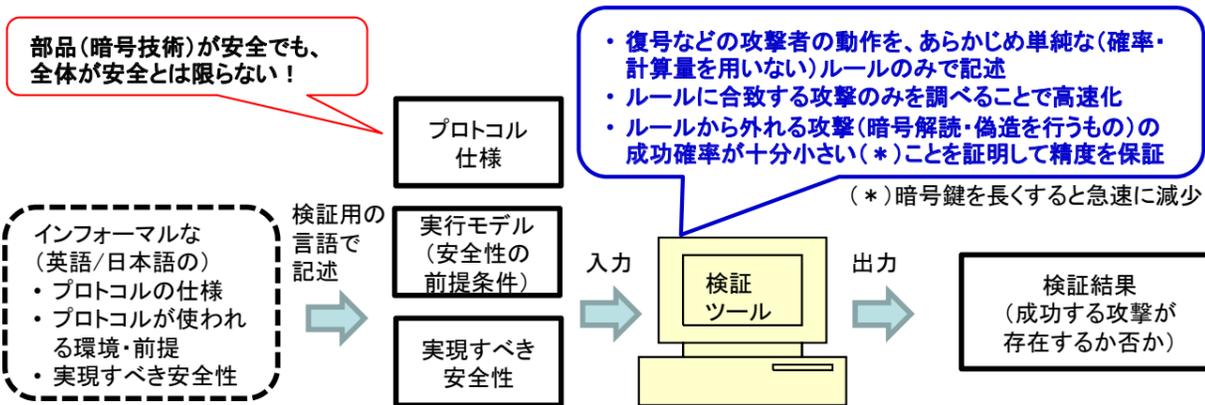
- なりすまし(詐欺)
- プライバシー侵害
- 情報窃盗



安全性評価のためアライアンス



高速かつ高精度な安全性評価(検証)を可能に



関連文献

- [1] NICT, 日立, KDDI研究所, NTT, “「暗号プロトコル評価技術コンソーシアム」の設立について,” NTT報道発表, 2013
[2] H. Sakurada, “Computational soundness of symbolic blind signatures under active attacker,” in *Proc. The Sixth International Symposium on Foundations & Practice of Security (FPS'2013)*, 2013.

連絡先

櫻田 英樹 (Hideki Sakurada) 協創情報研究部 情報基礎理論グループ
E-mail: sakurada.hideki[at]lab.ntt.co.jp

“観測の限界”が秘密をつくる ～広帯域ランダム光の観測困難性を利用した秘密鍵配送～

どんな研究

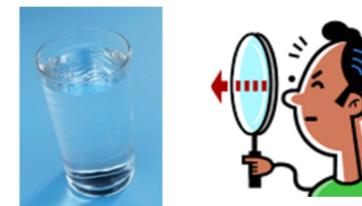
二人のユーザ間で、盗聴者には推測できない秘密鍵を共有する**鍵配送方式**の研究です。提案方式では、高速に変化するランダム光の完全測定は難しく、一方で部分的な測定は容易であることを利用します。ランダム光注入で同期するレーザーを、部分測定器として用い実装されます。

どこが凄い

公開鍵暗号は盗聴者の計算能力の限界を仮定するため、暗号文が記録されれば将来に解読されてしまうかもしれません。また量子暗号では、長距離伝送は現状においては困難です。提案技術は、盗聴者の計算能力に依らない**将来に渡る安全性**と**長距離伝送**の両立を実現します。

目指す未来

- 将来に解読される心配のないセキュア通信
- 大陸を結び、大陸を横断する長距離セキュア通信
- 既存の光ファイバ網をそのまま利用できるセキュア通信



容器内の水について、

完全測定(全ての水分子の位置・速度)は**困難**

しかし、

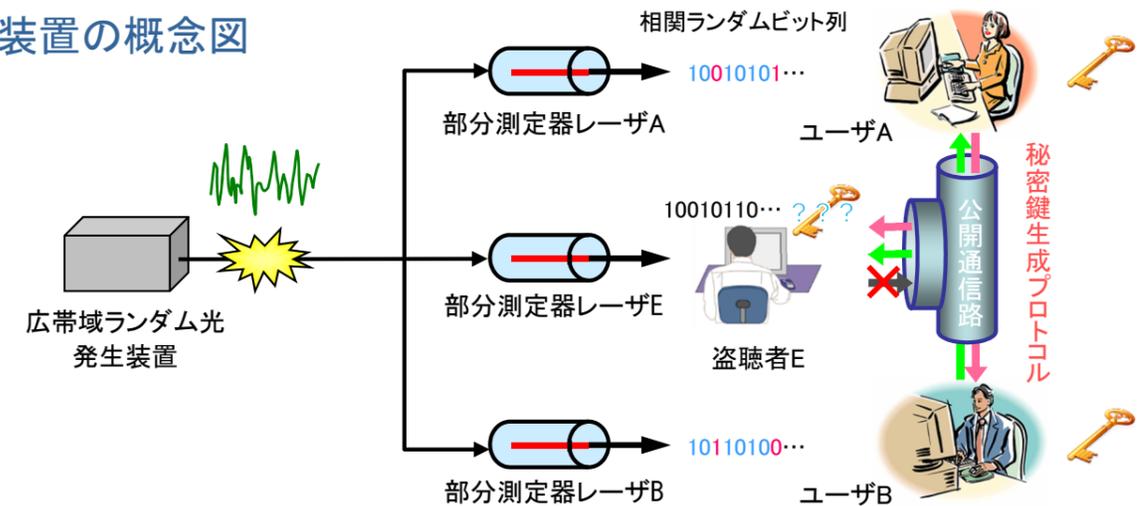
部分測定(例えば、温度、体積 etc.)は**容易**

測定難易度の差を利用して秘密鍵を共有する方式を提案

高速変動するランダム光(完全測定は困難)を利用して本方式を実装

実装のためには、膨大な種類の部分測定法を用意することが重要!

装置の概念図



成果: レーザを組合わせて多種の部分測定を実現する手法を提案 & 実験実証

関連文献

- [1] K. Yoshimura, J. Muramatsu, P. Davis, T. Harayama, H. Okumura, S. Morikatsu, H. Aida, A. Uchida, “Secure key distribution using correlated randomness in lasers driven by common random light,” *Phys. Rev. Lett.* Vol. 108, 070602, 2012.
[2] H. Koizumi, S. Morikatsu, H. Aida, T. Nozawa, I. Kakesu, A. Uchida, K. Yoshimura, J. Muramatsu, P. Davis, “Information-theoretic secure key distribution based on common random-signal induced synchronization in unidirectionally-coupled cascades of semiconductor lasers,” *Optics Express*, Vol. 21, pp. 17869-17893, 2013.

連絡先

吉村 和之 (Kazuyuki Yoshimura) メディア情報研究部 信号処理研究グループ
E-mail: yoshimura.kazuyuki[at]lab.ntt.co.jp

量子コンピュータ実現への布石

～定数ステップ量子回路による論理和関数の計算可能性の解明～

どんな研究

量子コンピュータの実現を阻む大きな問題は、情報を表現する量子ビットの状態が短時間で崩壊しアルゴリズムの正しい実行を妨げることです。ここでは**状態の崩壊前にアルゴリズムの実行を完了させる技術**の核となる、論理和関数を定数ステップで計算する量子回路を紹介します。

どこが凄い

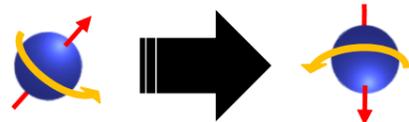
論理和関数を定数ステップで計算する量子回路が構成可能かどうかは**10年来の未解決問題**でした。本研究では、このような回路の構成に**世界で初めて成功**しました。また、この成果を応用し、従来より少ないステップの量子回路で多様な計算が可能であることを証明しました。

目指す未来

量子ビットの状態が崩壊する前にアルゴリズムの実行を完了させる技術を構築し、**量子コンピュータの実現に貢献**します。量子コンピュータにより、最適化問題に対する超高速計算等、**現在では不可能な計算が可能**となり、実社会における様々な課題の解決が期待されます。

量子コンピュータの実現を阻む大きな問題

情報を表現する量子ビットの状態が短時間で崩壊



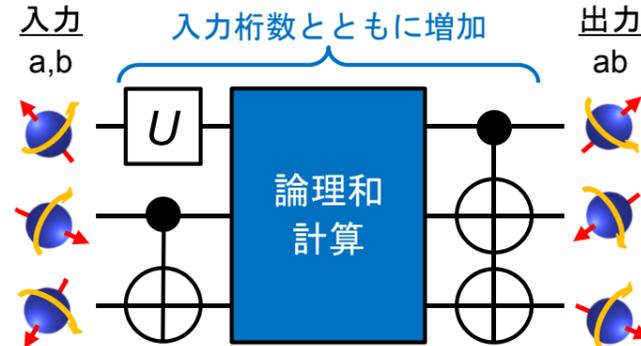
所望の状態

意図しない状態

乗算アルゴリズムを実行する量子回路

ステップ数は

入力桁数とともに増加



入力桁数増加→ステップ数増加→量子ビットの状態が計算途中で崩壊

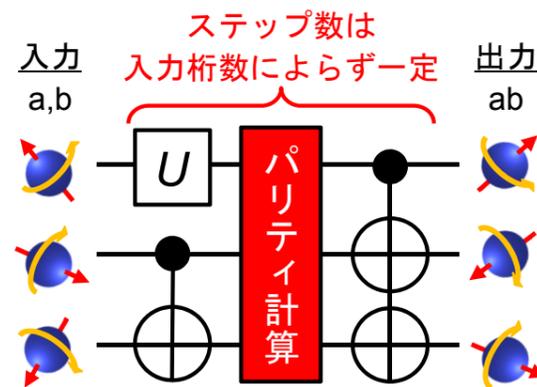
本研究の成果

論理和関数を計算する定数ステップ量子回路の構成に成功

応用

パリティ関数による論理和関数の表現が鍵

乗算アルゴリズムを実行する定数ステップ量子回路の構成



入力桁数増加→ステップ数不変→量子ビットの状態の崩壊前に計算完了

関連文献

[1] Y. Takahashi, S. Tani, "Collapse of the hierarchy of constant-depth exact quantum circuits," in *Proc. 28th IEEE Conference on Computational Complexity (CCC2013)*, pp. 168-178, 2013.

連絡先

高橋 康博 (Yasuhiro Takahashi) 協創情報研究部 情報基礎理論研究グループ
E-mail: takahashi.yasuhiro[at]lab.ntt.co.jp

プログラミングをすべての人へ

～ビジュアル言語ビケットによるコンピュータ入門～

どんな研究

プログラミングが簡単にできるビジュアル言語ビケットを使って、プログラムを学ぶだけでなくコンピュータとはどういうかを理解する**入門カリキュラム**を構築しました。実際に専門家ではない大人を対象に講座を開き、好評でした。

どこが凄い

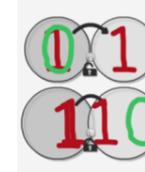
コンピュータとはどういうものかを非専門家が理解するのは非常に困難でした。本や座学での知識習得だけではコンピュータの本質を理解することはできません。**プログラミングが簡単にできるビケット**を用いることで、低い敷居で教えることができました。

目指す未来

コンピュータへの正しい理解が社会全体に広がることで、**全員参加型のIT社会**を構築してゆけることができます。

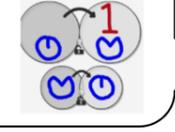
カリキュラムの例

(1) 二進数の仕組みを学ぶ



・二進数の1ケタの足し算を実現
0と1が重なると1になる
1と1が重なると10になる

「1」を同じ場所に生成し続けると...

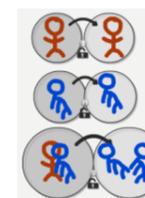


簡単なプログラムで二進数で数を数えているのがわかる

・三進数、十進数をつくり、複雑さを比較する

⇒二進数の方が圧倒的に簡単と実感できる
人間は足し算を暗記しているので十進数の方が簡単に感じるだけ！

(2) コンピュータシミュレーション



・風邪の感染プロセスを模擬
健康な人と風邪の人がぶつくと風邪が感染する

次々にぶつかる...

風邪の人を一人だけ入れると、指数関数的に感染が広がる様子が体感できる

⇒指数関数と線形関数の性質の違い。情報が本質的に持っている性質(複製しても減らない)について考える。

参加者の感想 二進法: こんな形で習っていたら... 視覚で感じる面白さ
シミュレーション: 本来の可能性を感じた わかるより感じる

関連文献

[1] 原田康徳, "一般人にプログラミングの重要性を伝える," 第5回プログラミングシンポジウム, 情報処理学会, 2014.
[2] 原田康徳, 勝沼奈緒美, 久野靖, "公立小学校の課外活動における非専門家によるプログラミング教育," 情報処理学会論文誌, Vol.55, No.8, 2014 (to appear).

連絡先

原田 康徳 (Yasunori Harada) メディア情報研究部 メディア認識研究グループ
E-mail: harada.yasunori[at]lab.ntt.co.jp

コンピュータと雑談、してみませんか？

～異なる特性の発話生成手法を融合した雑談対話システム～

どんな研究

どんな話題についても応答できる、**雑談対話システム**の実現を目指しています。**発話の適切さと話題の広さを両立**するため、ルールを用いて発話を生成する手法と、Web上の大量の文章から自動的に発話を生成する手法を**融合**した、新しい雑談対話システムを目指しています。

どこが凄い

ユーザ発話ごとに相性の良い発話生成手法へ切り替えることで、発話の適切さと話題の広さを両立しています。ルール中のパターンとの一致率や、ユーザ発話に含まれる単語の出現頻度を用いることで、**各手法を単独で用いる場合よりも適切な発話を生成**することができました。

目指す未来

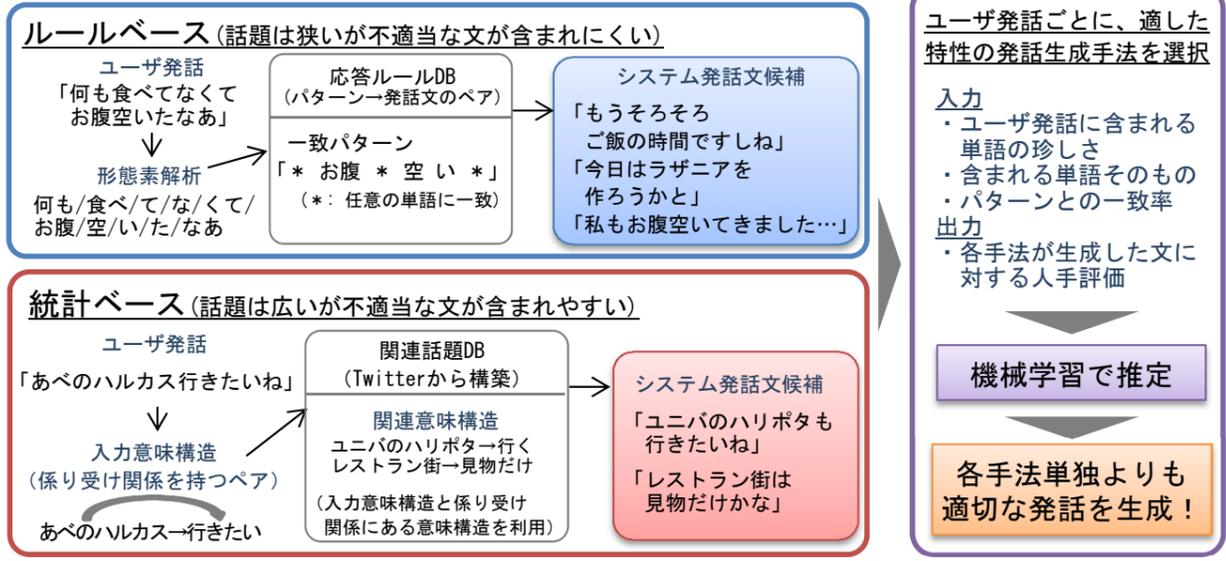
旅行のプランや今日の夕飯の献立を、家族と話すようにコンピュータに相談できる。雑談で話題になった曲を聴くうちに、新しいジャンルの音楽が好きになる。**コンピュータとヒトをつなぐ自然なインターフェース**を実現することで、生活を彩る豊かな情報がより身近になります。

「雑談」はコンピュータにとってとても難しい！



様々な話題を持つユーザ発話に対して雑談対話システムは適切な発話を生成できる必要がある

異なる特性を持つ2つの発話生成手法を組み合わせる



関連文献

[1] H. Sugiyama, T. Meguro, R. Higashinaka, Y. Minami, "Open-domain utterance generation for conversational dialogue systems using web-scale dependency structures," in Proc. SIGDIAL, pp. 334-338, 2013.

[2] 日黒豊美, 杉山弘晃, 東中竜一郎, 南泰浩, "ルールベース発話生成と統計的発話生成の融合に基づく対話システムの構築," 人工知能学会全国大会, 2014.

連絡先

杉山 弘晃 (Hiroaki Sugiyama) メディア情報研究部 コミュニケーション環境研究グループ
E-mail: sugiyama.hiroaki[at]lab.ntt.co.jp

「私、行く、に京都」の方が訳しやすいんです！

～日本語の述語項構造(SVO)を利用した日英・日中翻訳～

どんな研究

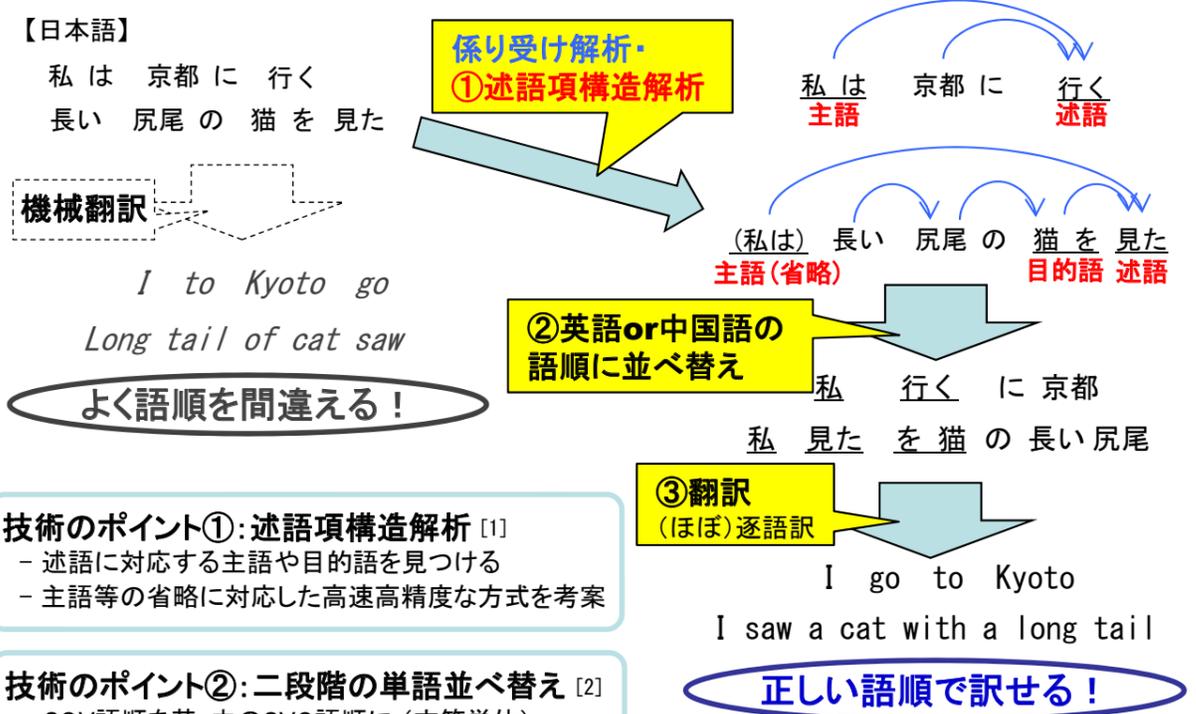
英語や中国語は日本語と語順が異なるため、翻訳するときに正しい語順になるように並べ替える必要があります。この研究は、日本語を英語や中国語に翻訳するときに、日本語の語順を英語や中国語に近くなるように**あらかじめ並べ替えて**、機械翻訳しやすくするためのものです。

どこが凄い

日本語は主語・目的語・述語(SOV)の語順、英語や中国語は主語・述語・目的語の語順なので、**日本語の述語を主語と目的語の間に移動**します。そのために、述語と主語・目的語の関係を見つける「**述語項構造解析**」を高精度に行うことで、翻訳精度を高めることができました。

目指す未来

日本語と外国語の間の双方向の機械翻訳を高精度に行うことで、言語の壁を越えて情報収集、情報発信、コミュニケーションを円滑にします。今後はより多くの対象分野、言語で高精度の翻訳を行うことができるように、言語の解析と翻訳の研究を進めていきます。



- 技術のポイント①: 述語項構造解析** [1]
- 述語に対応する主語や目的語を見つける
 - 主語等の省略に対応した高速高精度な方式を考案
- 技術のポイント②: 二段階の単語並べ替え** [2]
- SOV語順を英・中のSVO語順に(文節単位)
 - 助詞等を文節先頭に移動 or 削除(単語単位)
- 技術のポイント③: 統計的機械翻訳** [3]
- 大量の対訳データを利用して翻訳規則を学習
 - 並べ替えが(ほぼ)不要なので楽に解ける！

正しい語順で訳せる！

手法	RIBES	BLEU
従来手法	68.48	29.19
本手法	72.26	30.65

語順に注目した翻訳評価尺度 (NTTが考案)

語句の翻訳に注目した翻訳評価尺度

* この研究は国立情報学研究所の宮尾祐介准教授らと共同で行ったものです

関連文献

[1] 平博順, 永田昌明, "述語項構造解析を伴った日本語省略解析の検討," 言語処理学会第19回年次大会, 2013.

[2] 星野翔, 宮尾祐介, 須藤克仁, 永田昌明, "日英統計的機械翻訳のための述語項構造に基づく事前並べ替え," 言語処理学会第19回年次大会, 2013.

[3] 永田昌明, 須藤克仁, 鈴木潤, 秋葉泰弘, 平尾努, 塚田元, "革新的発展期を迎えた統計翻訳," NTT技術ジャーナル vol.25, No.9, 2013.

連絡先

須藤 克仁 (Katsuhito Sudoh) 協創情報研究部 言語知能研究グループ
E-mail: sudoh.katsuhito[at]lab.ntt.co.jp

お好みの長さで筋のとった要約を作ります

～修辞構造木の最適刈り込みによる文書要約～

どんな研究

従来の自動要約法は、文書を文の集合としてとらえ、その部分集合を要約としていました。しかし、作成された要約に一貫性が欠け、作ってしまい読みにくいという問題がありました。本展示では、文書が本来持つ**話題構造**を利用して**一貫性のある要約**を生成する技術を紹介いたします。

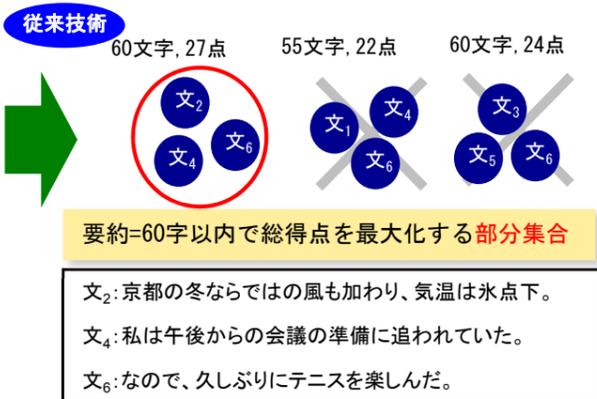
どこが凄い

文書を文間の依存関係、文の重要度を反映した木として表現し、根付き部分木を抽出することで一貫性のある要約を生成する手法を考案しました。これは、**ツリーナップサック問題**という計算困難な問題として定式化されるので、効率的に解くためのアルゴリズムも考案しました。

目指す未来

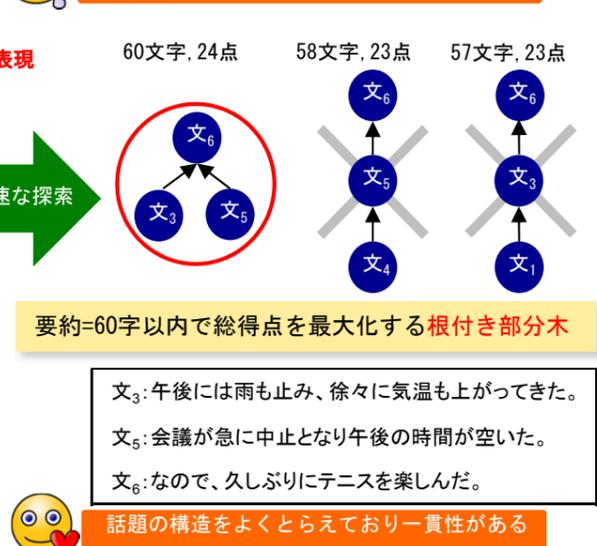
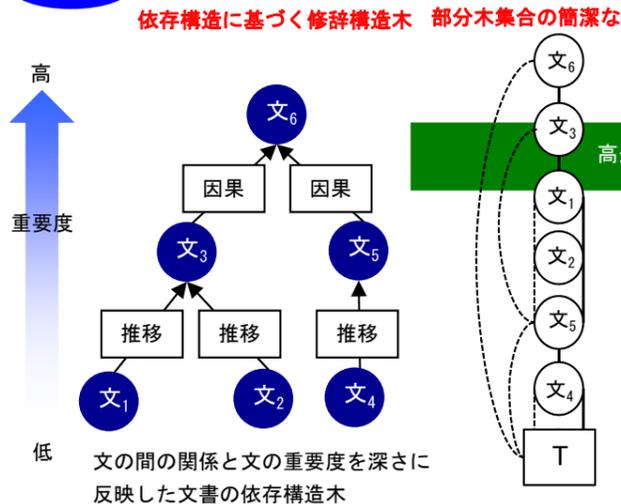
一貫性のある要約を生成することによって、文書を素早く、正確に理解できるようになります。文章を読む時間を減らすことができれば、より時間を有効活用できるようになります。将来的には文短縮を用いてより少ない文字数でも一貫性を保った要約を生成できるようにします。

文書	得点	文字数
文 ₁ :今日は朝から粉雪が舞って寒かった。	5	17
文 ₂ :京都の冬ならではの風も加わり、気温は氷点下。	10	22
文 ₃ :午後には天気も回復して、気温も上昇してきた。	8	22
文 ₄ :私は午後からの会議の準備に追われていた。	7	20
文 ₅ :会議が急に中止となり午後の時間が空いた。	6	20
文 ₆ :なので、久しぶりにテニスを楽しんだ。	10	18



話題の一貫性に欠けるため読者に誤った解釈を与えてしまう

提案技術 【本展示のポイント】



話題の構造をよくとらえており一貫性がある

関連文献

[1] T. Hirao, Y. Yoshida, M. Nishino, N. Yasuda, M. Nagata, "Single-document summarization as a tree knapsack problem," in *Proc. EMNLP-2013*, pp. 1515-1520, 2013.
 [2] 安田宜仁, "制約をともなう動的計画法のZDDを用いた解法," ERATO 湊離散構造処理系プロジェクトセミナー, 2013.
 [3] 吉田康久, 鈴木潤, 平尾努, 永田昌明, "係り受け木に基づく談話構造の提案," 言語処理学会第20回年次大会, pp. 468-471, 2014.

連絡先
 平尾 努 (Tsutomu Hirao) 協創情報研究部 言語知能研究グループ
 E-mail: hirao.tsutomu[at]lab.ntt.co.jp

フレーム単位の精度で撮影素材をピタリ当てます

～メディア探索技術を用いた映像制作コラボレーションシステム～

どんな研究

映像制作の効率化・高付加価値化を目的に、**メディア探索技術とコンテンツ管理システムとを統合したコンテンツコラボレーションシステム**を実現しました。メディア探索技術に基づく編集映像の使用素材の解析により、編集工程やコンテンツ管理を効率化します。

どこが凄い

離れたロケから複数の手段でコンテンツにアクセスする際、編集情報は共有出来ません。本システムにより、使用された素材・部分を**1フレームのずれもなく**探索し、コンテンツ管理と統合することで、**離れたロケ間でも効率的に編集結果の表示・共有・修正が可能**となります。

目指す未来

編集工程の効率化のみならず、アーカイブの管理を含めた、映像制作前後の全工程での効率化を実現します。また、類似ショットのリスタイピングなどにより、コンテンツ自体の付加価値化・多様化も実現し、視聴者の満足度も向上させます。

映像制作のデジタル化

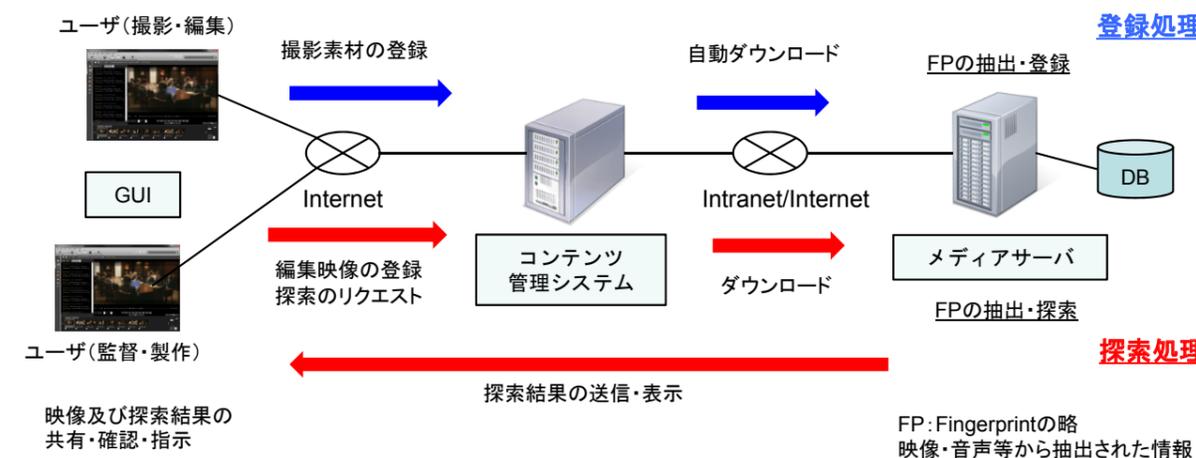
- 全コンテンツ・工程をオンラインで管理
- 離れたロケーション間で共同作業
- 撮影素材及び編集映像をリモートから異なるアクセス環境で共有・確認・指示
- 編集映像に編集結果をメタデータとして自動付与する必要有り

使用素材のファイル名及び正確な使用箇所の時間情報の探索

- 何度も撮影し直した極めて類似した撮影素材から、使用素材や使用箇所(ショット)を特定
- Fade等の特殊効果や画質調整、キャプションの挿入等があっても、1フレームの誤差もない同期した開始・終了時間を検出
- 登録作業は完全自動化

- コンテンツ管理システムとメディア探索を統合したコラボレーションシステム
- 映像制作の工程を効率化及び高付加価値化

システムの概要



関連文献

[1] M. Mori, H. Kimiyama, M. Ogawara, "Search-based content analysis system on online collaborative platform for film production," in *Proc. International Conference on Pattern Recognition*, 2014 (to appear).
 [2] M. Mori, T. Kurozumi, H. Nagano, K. Kashino, "Video content detection with single frame level accuracy using dynamic thresholding technique," in *Proc. International Conference on Pattern Recognition*, 2014 (to appear).

連絡先
 森 稔 (Minoru Mori) メディア情報研究部 メディア認識研究グループ
 E-mail: mori.minoru[at]lab.ntt.co.jp

カメラで撮ってその場で動画検索 ～映像中の特定物体を検索するインスタンスサーチ技術～

どんな研究

大量の映像の中から、インスタンスと呼ばれる特定の人物、物体、場所などが映っているシーンを検索する技術の研究です。インスタンスが映った画像や動画をクエリとするこのような映像検索は**インスタンスサーチ**と呼ばれ、現在、国際的な研究コミュニティであるTRECVIDの重点課題の一つになっています。

どこが凄い

現在世界最高レベルの検索精度を記録しています。技術のポイントは以下の二つです。

1. 画像特徴の重要度をその出現頻度に基づき統計的に決定
2. クエリ画像特徴量と映像特徴量のダイレクトマッチングにより精度の高い検索を実現

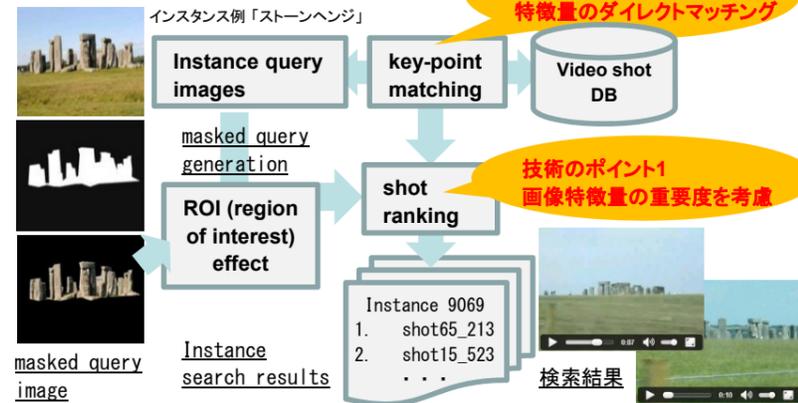
目指す未来

ノイズがあったり、目的のもの見た目が異なっても情報検索を可能にするスマートなメディア探索技術の実現をめざします。本技術は、身のまわりの音・画像・映像を用いて、大量の音や映像の中から必要な情報を瞬時に探し出せるメディア社会の実現に寄与します。

・インスタンスサーチとは：インスタンスと呼ばれる特定のもの（人物、物体、場所など）が映っている映像を、メタデータ付与無しの映像データベースから検索し、ランキングして出力



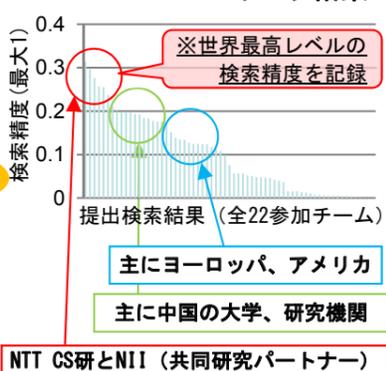
検索システム概要



技術のポイント2
特徴量のダイレクトマッチング

技術のポイント1
画像特徴量の重要度を考慮

TRECVID2013 タスク結果



関連文献

[1] M. Murata, H. Nagano, K. Kashino, S. Satoh, "NTT Communication Science Laboratories and National Institute of Informatics at TRECVID2013: Instance Search Task," in *Proc. TRECVID2013 Workshop*, 2013.
[2] 村田真哉, 永野秀尚, 柏野邦夫, 佐藤真一, "Exponential BM25Iによるインスタンスサーチ," 信学技報PRMU2013-111, pp. 189-194, 2014.

連絡先

村田 真哉 (Masaya Murata) メディア情報研究部 メディア認識研究グループ
E-mail : murata.masaya[at]lab.ntt.co.jp

「二」斑を見て全豹(ぜんびょう)をト(ぼく)す ～アフィン不変空間文脈表現に基づく画像照合～

どんな研究

局所特徴に基づく、アフィン変換に頑健な画像照合法では、きめ細かい模様起因する誤認識が生じやすいという問題がありました。本展示では、特徴のアフィン不変性を犠牲にすることなく、**雑音となってしまう細かいパターンへの耐性を飛躍的に向上させる技術**を紹介しします。

どこが凄い

雑音の影響を抑えるため、アフィン形状適応法を単一の特徴ではなく複数の局所特徴の関係に対して適用する**空間文脈表現法**を考案しました。これにより、雑音パターンによる誤認識を大幅に低減でき、FLICKR LOGOS 32 データによる評価で**世界最高の探索精度**を実現しました。

目指す未来

「タワー」を探すのではなく、「東京タワー」を探したい！似たようなものが見つければ良いのではなく、**まったく同じものを見つけなければ意味がない！**そのような、あなたにとっては「特別な」ものを 100% 正確にかつ素早く探索・特定できる技術の実現を目指しています。

空間文脈特徴抽出では、各局所領域に対し、局所領域（中核領域）から他の局所領域（衛星領域）へ指す位置ベクトルを計算し、中核領域の幾何学的係数をもとに、位置ベクトルを正規化し、局所特徴の空間文脈を記述する新たな特徴と見なす。

実験結果

DATASET	FL32	HD	OB
ACCURACY	MAP	MP@4	MAP
BOVW	54.3	79.8	54.7
MSDT	54.8	81.1	49.5
MSDT-ASA2	61.9	87.2	55.9
SCK	63.4	87.5	63.0
Liu et al.	65.3	89.5	66.2
KNN-ASA2	67.5	90.9	67.4
GSP-ASA2	68.0	91.2	66.9

関連文献

[1] X. Wu, K. Kashino, "Image retrieval based on spatial context with relaxed Gabriel graph pyramid," in *Proc. IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, 2014.
[2] X. Wu, K. Kashino, "Image retrieval based on anisotropic scaling and shearing invariant geometric coherence," in *Proc. The 22nd International Conference on Pattern Recognition*, 2014.

連絡先

武小萌 (Xiaomeng Wu) メディア情報研究部 メディア認識研究グループ
E-mail : wu.xiaomeng[at]lab.ntt.co.jp

コンテンツを見ずにコンテンツの内容を理解 ～ネット上のユーザ行動で読み解くメディアコンテンツの意味～

どんな研究

画像・音楽等のメディアコンテンツをウェブ上で利用するユーザの行動は、メディアコンテンツの内容と密接に関連しています。本研究では、これらユーザ行動の分析を通じて、メディアコンテンツの内容を理解する手がかりを自動的にかつ大量に獲得することを目指します。

どこが凄い

画像共有サイトには、ユーザ独自の基準で収集分類された画像が大量に蓄積されています。この収集分類の過程を解析するだけで、内容が類似する画像群を大量かつ自動的に獲得できます。獲得した画像群をコーパスを利用すると、特定の内容を表示する画像特徴量を獲得できます。

目指す未来

ウェブ上のメディアコンテンツが互いにどのような関連にあるのか？ どのような知識やイベントが背後にあるのか？ コンテンツが生成・拡散・消費されるプロセスや多様な付加情報を横断的に解析することで、それらを自動的に獲得し、可視化する技術の確立を目指します。

ウェブを利用するユーザの行動はメディアコンテンツの内容を浮き彫りにする。[3]



1. 画像を収集分類するユーザの行動を多数集積することで、画像分類間の類似性を獲得 [1]

- 各画像分類をノード、画像の共有関係をエッジとするネットワークを構成。
- ネットワーク上での近さで、画像分類間の内容の類似性を表現。

2. 分類を表現する画像特徴量を、画像分類間類似性から学習 [2]

- 新しい画像をネットワーク上に配置、隣接ノードから画像の内容を推測可能に。



関連文献

[1] A. Kimura, K. Ishiguro, A. Marcos Alvarez, K. Kataoka, K. Murasaki, M. Yamada, "Image context discovery from socially curated contents," in *Proc. ACM International Conference on Multimedia (ACMMM)*, 2013.
 [2] A. Marcos Alvarez, M. Yamada, A. Kimura, "Exploiting socially-generated side information to improve dimensionality reduction," in *Proc. International ACMMM Workshop on Sociality-Aware Multimedia (IWSAM)*, 2013.
 [3] 木村, "コンテンツを見ないコンテンツ解析—人間行動を介したアプローチ," 日本音響学会春期研究発表会 招待講演, <http://bit.ly/1gduDdo>

連絡先

木村 昭悟 (Akisato Kimura) メディア情報研究部メディア認識研究グループ
 E-mail: kimura.akisato[at]lab.ntt.co.jp

光で音をつかまえる ～LEDと高速カメラで挑む超多チャンネル音響信号の観測～

どんな研究

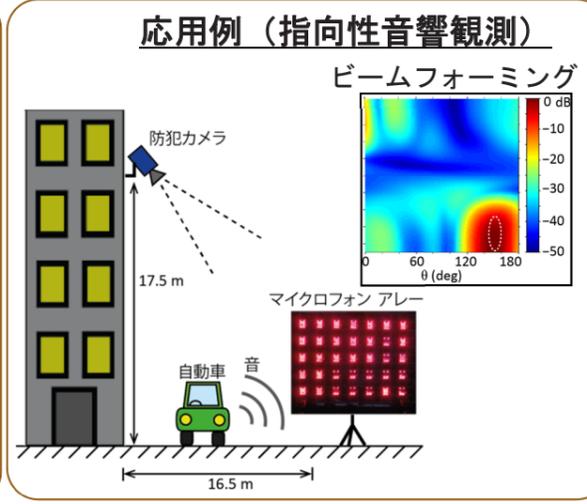
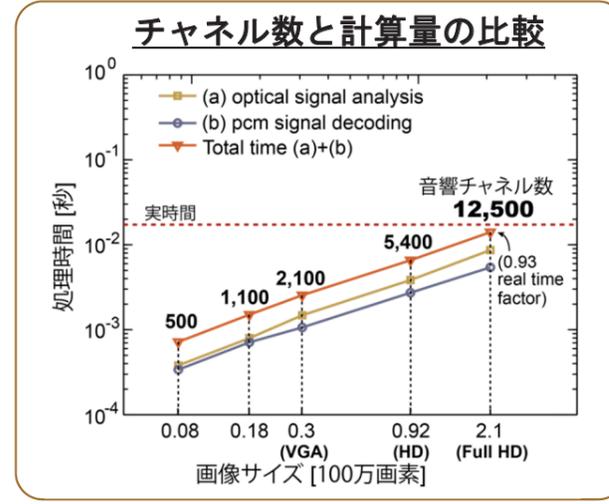
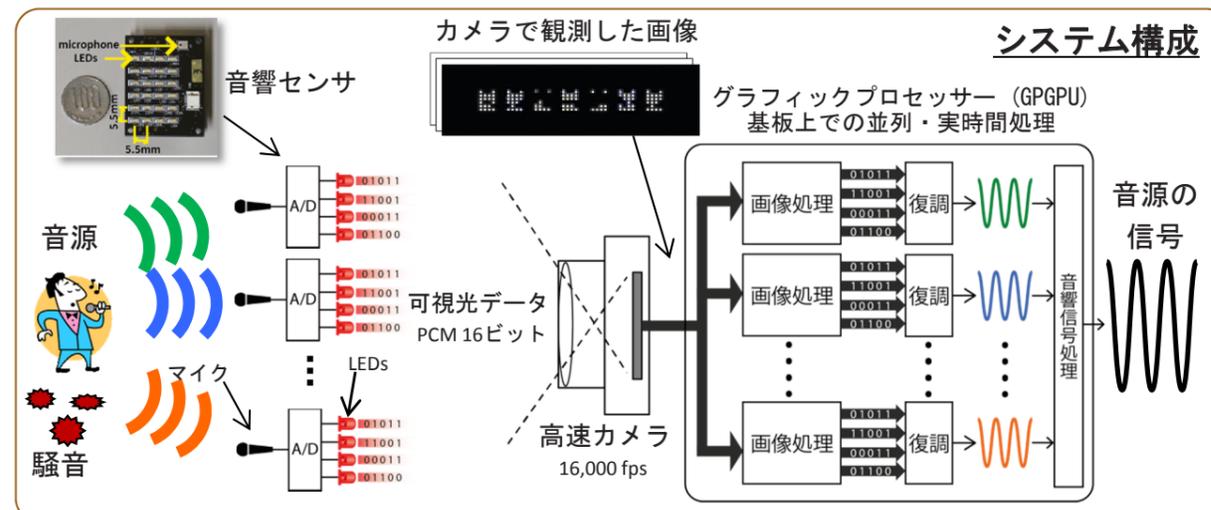
複数のマイクを並べるマイクロホンアレーは、マイク数を増やすことで、音響空間をまるごと観測し臨場感再現、指向性收音、雑音除去などの機能を高めることが可能です。我々は並列性に優れた可視光通信を利用し、従来にはない大規模アレーの実現を目指しています。

どこが凄い

大規模なマイクロホンアレーを作成することは、配線の煩雑さやコスト面から困難でした。我々はLED送信機を搭載する音響センサと受信用の高速カメラ、GPGPUを使った高速並列画像処理により、配線や電波帯域に制約されない自由度の高いマイクロホンアレーを実現しました。

目指す未来

現在のGPGPUでも10,000チャンネル以上の実時間処理が可能です。加えてカメラなどの性能向上を考慮すれば、近い将来、より大規模な音響計測システムの実現が可能になる見込みです。これにより頑健性の高い指向性收音や超臨場感音場伝送などへの応用が期待されます。



関連文献

[1] G. Pablo Nava, Y. Kamamoto, T. G. Sato, Y. Shiraki, N. Harada, T. Moriya, "Image processing techniques for high speed camera-based free-field optical communication," in *Proc. IEEE Int. Conf. Signal and Image Processing Applications (ICSIPA)*, 2013.
 [2] G. Pablo Nava, Y. Kamamoto, T. G. Sato, Y. Shiraki, N. Harada, T. Moriya, "Simultaneous acquisition of massive number of audio channels through optical means," in *Proc. 135th Convention of the Audio Engineering Society (AES)*, 2013.

連絡先

パブロ ナバ ガブリエル (Gabriel Pablo Nava) 守谷特別研究室
 E-mail: gabriel.pablonava[at]lab.ntt.co.jp

どんな環境でも、聞きたい音を聞き分けるには
～確率的モデル統合に基づく音声強調～

どんな研究

目的音を、離れたマイクで収録すると、雑音や残響により、明瞭性や音声認識性能が低下します。そこで、雑音や残響を除去する音声強調技術が研究されてきました。しかし、従来技術は**特定の環境**でしか使えません。我々は、**どんな環境でも**使える音声強調技術を目指しています。

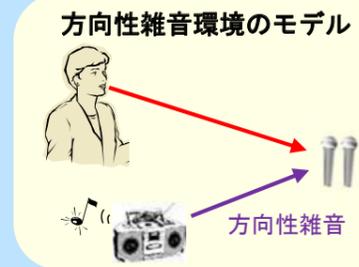
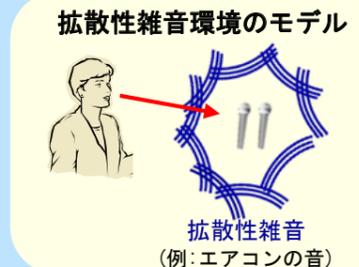
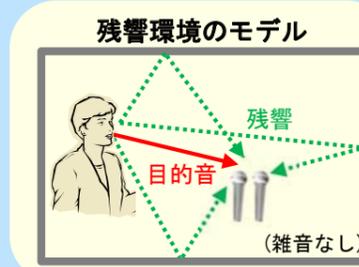
どこが凄い

どんな環境でも使える音声強調技術の実現には、様々な環境のモデルを**確率的に統合する統一モデル**の構築が必要です。本研究では、残響環境のモデルと拡散性雑音環境のモデルを統合した環境モデルを構築し、より広範囲の環境に適用可能な音声強調技術を実現しました。

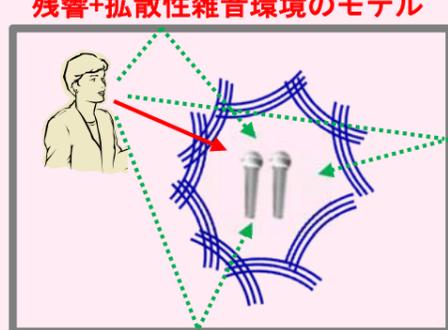
目指す未来

本研究により、どんな環境でも音声強調技術が使えるようになり、**音声サービスの利便性が大きく向上**します。例えば、雑音の多い居酒屋や車内をはじめ、どんな環境でも快適に、スマートフォンで音声検索したり、テレビ会議に参加したりできるようになると期待されます。

【従来】特定環境のみ扱えるモデル



【現到達点】残響+拡散性雑音環境のモデル



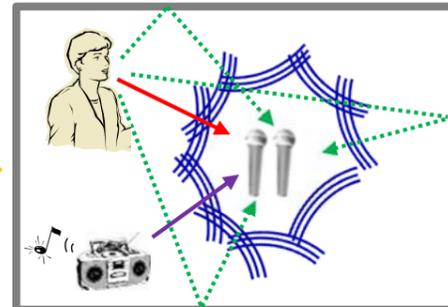
より広範囲の環境に適用可能に！

(例) 家電の遠隔音声操作
居酒屋で音声検索

確率的に統合
(時変ガウス分布に基づくモデル化)

確率的に統合

【最終目標】どんな環境でも扱える統一モデル



狭 ← 扱える環境の範囲 → 広

関連文献

- [1] N. Ito, S. Araki, T. Nakatani, "Probabilistic integration of diffuse noise suppression and dereverberation," in *Proc. International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)*, May 2014.
- [2] 伊藤信貴, 荒木章子, 中谷智広, "確率的モデル統合に基づく拡散性雑音と残響の同時ブラインド抑圧," 日本音響学会講演論文集, pp. 667-668, March 2014.

連絡先

伊藤 信貴 (Nobutaka Ito) メディア情報研究部 信号処理研究グループ
E-mail : ito.nobutaka[at]lab.ntt.co.jp

音声認識の大敵「残響」を退治します
～音声強調と音声認識の統合技術最先端～

どんな研究

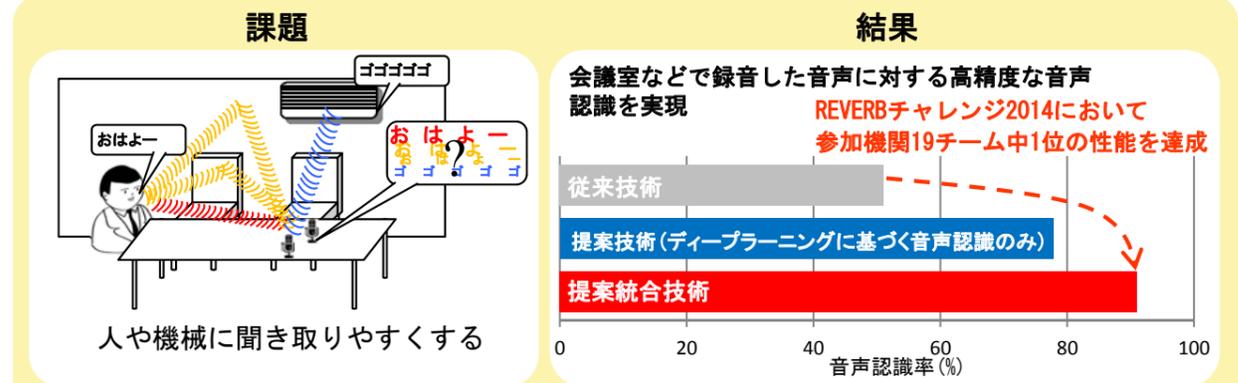
会議室などで音声を録音するとき、**音声**が壁などに**反射した残響**も録音されてしまいます。また雑音も録音されてしまいます。このような残響・雑音を含んだ音声は人や機械にとって**聞き取りにくいもの**になります。この展示では、残響下音声強調と音声認識の最新技術を紹介します。

どこが凄い

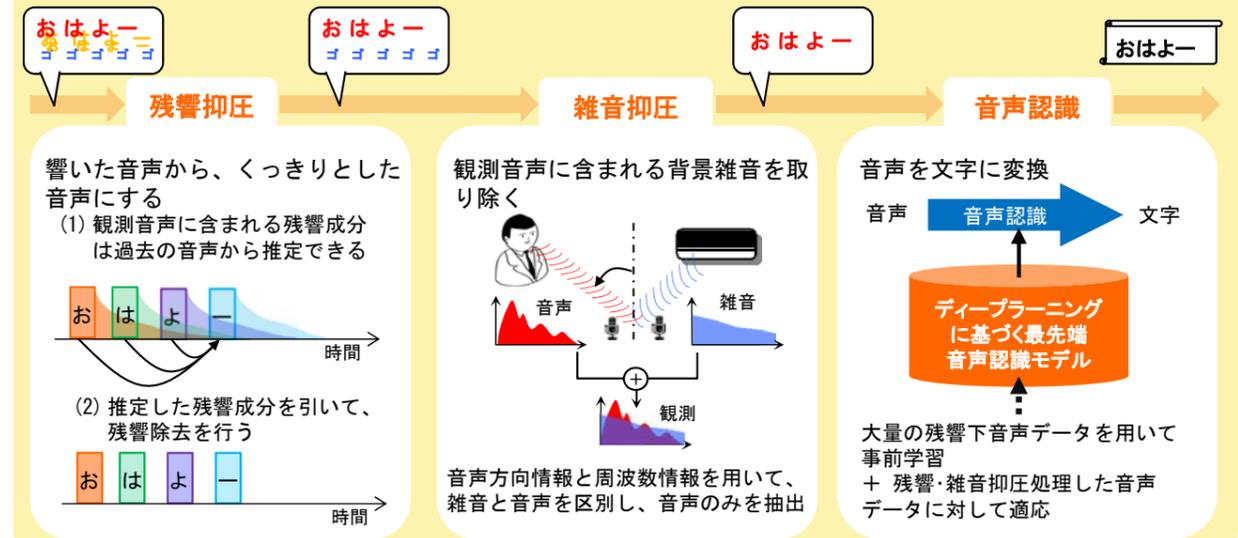
長年研究してきた高性能な残響抑圧・雑音除去・音声認識の技術を統合した残響下音声認識技術を構築しました。その結果、残響下音声認識性能が大幅に向上しました。また残響下音声認識に関する**国際学会コンペティション**で**世界トップの成績**を達成しました。

目指す未来

「どこでも高品質な音声を録音できる」、「コンピュータがその音声を理解できる」などの技術を作るには、残響・雑音環境での音声強調・音声認識が必要不可欠です。会議議事録の自動作成やパソコン・ロボットとの**自然なインタラクション**などに役立つと期待されます。



残響下音声認識技術 (提案統合技術)



関連文献

- [1] M. Delcroix, T. Yoshioka, A. Ogawa, Y. Kubo, M. Fujimoto, N. Ito, K. Kinoshita, M. Espi, T. Hori, T. Nakatani, A. Nakamura, "Linear prediction-based dereverberation with advanced speech enhancement and recognition technologies for the REVERB challenge," in *Proc. REVERB workshop*, 2014.

連絡先

デルクロア・マーク (Marc Delcroix) メディア情報研究部 信号処理研究グループ
E-mail : marc.delcroix[at]lab.ntt.co.jp

どれくらい正しく聞き取れるか分かります

～正解文が不要な音声認識率推定技術～

どんな研究

音声認識システムの性能を示す音声認識率は、認識結果文と正解文を比較して算出します。しかし事前に人が音声を聞いて正解文を作成する必要があるため、そのコストが非常に高いという問題点がありました。本展示では、**正解文を用いずに音声認識率を推定する技術**を紹介し

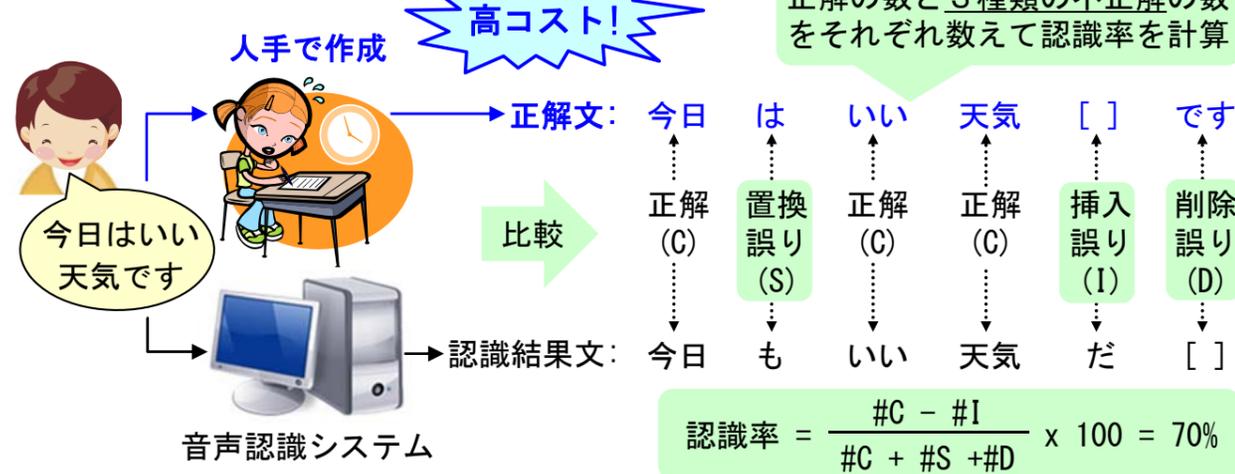
どこが凄い

認識率は認識結果文中の各単語を正解または**3種類の不正解**のいずれかに分類することで計算します。本研究では、正解文を用いずに、この分類を確率的に行う**誤りタイプ分類技術**を開発しました。本技術によれば、**認識率が高精度に推定可能**であることを確認しました。

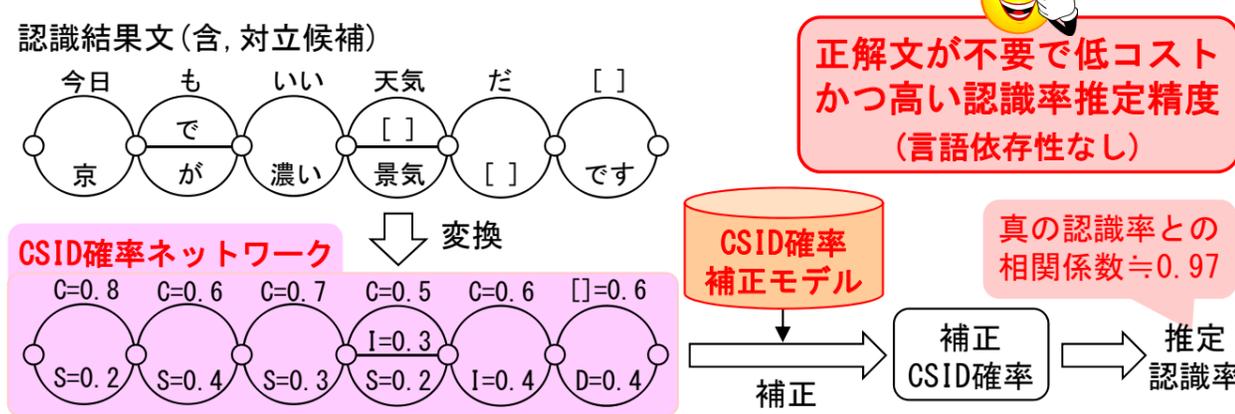
目指す未来

音声認識技術は着実に進展し応用例も増えていますが、話者や環境などの変動への頑健性は十分ではありません。本技術を用いれば、音声認識技術の導入判断やシステムの自己診断と性能改善が**低コスト**で可能になるなど、**音声認識技術の応用先の拡大に貢献**すると期待できます。

音声認識率の計算手順



誤りタイプ分類 (CSID確率推定) に基づく認識率推定



関連文献

[1] A. Ogawa, T. Hori, A. Nakamura, "Recognition rate estimation based on word alignment network and discriminative error type classification," in Proc. IEEE Workshop on Spoken Language Technology (SLT), pp. 113-118, 2012.
 [2] A. Ogawa, T. Hori, A. Nakamura, "Discriminative recognition rate estimation for n-best list and its application to n-best rescoring," in Proc. IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), pp. 6832-6836, 2013.

連絡先

小川 厚徳 (Atsunori Ogawa) メディア情報研究部 信号処理研究グループ
 E-mail: ogawa.atsunori@lab.ntt.co.jp

動きを感じる会話の場

～映像と機械運動の同時提示に基づく複数人会話の表現～

どんな研究

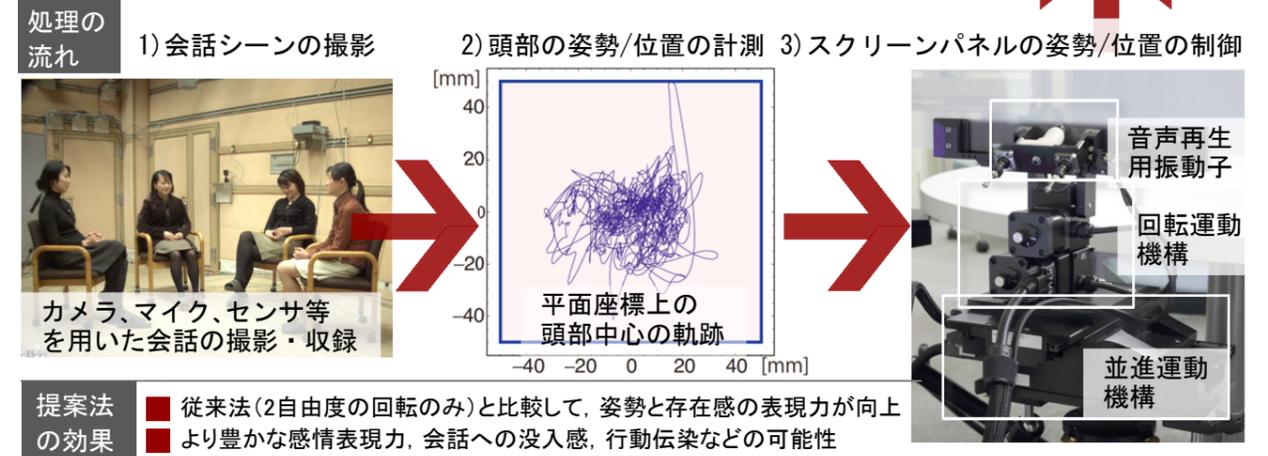
遠隔コミュニケーション環境の改良・革新を目指し、人と人とのコミュニケーションの仕組みを探っています。特に複数人の対面会話において、やり取りされる**非言語情報**に着目し、その役割や機序の解明、及び、それらを工学的に再現するための原理・方式の研究を進めています。

どこが凄い

映像と機械運動の同時提示による会話表現のデモ展示を行います。従来法(2年前に展示)の頭部回転(傾き・首振り)に加えて、今回は、**前後左右の運動**を導入しました。この運動自由度の増強により、人物の姿勢や**存在感**をより明瞭に表現することができるようになりました。

目指す未来

将来的には、遠隔にいる人があたかもその場にいるかのような存在感を感じながら会話ができる遠隔会議の実現が期待されます。また、コミュニケーション科学分野において、非言語情報の役割とその伝達・知覚の仕組みを探るための研究ツールとしても活用が期待されます。



関連文献

[1] K. Otsuka, S. Kumano, R. Ishii, M. Zbogor, J. Yamato, "MM+Space: n x 4 degree-of-freedom kinetic display for recreating multiparty conversation spaces," in Proc. ACM International Conference on Multimodal Interfaces (ICMI), 2013.
 [2] 大塚和弘, 熊野史朗, 松田昌史, 大和淳司, "MM-Space: 頭部運動の物理的補強表現に基づく会話場再構成," 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 4, pp. 1450-1461, 2013.

連絡先

大塚 和弘 (Kazuhiro Otsuka) 人間情報研究部 感覚共鳴研究グループ
 E-mail: otsuka.kazuhiro@lab.ntt.co.jp

目と目が合っていると思う時

～視線一致を知覚する心理的要因～

どんな研究

人は相手の視線が自分の目に向いていなくても視線が一致していると思うことがあります。例えば、視線が鼻に向けられていても目が合っていると思います。この展示では、視線一致知覚が**視線の物理的な方向だけではなく、心理的要因に影響を受けて**変化することを紹介します。

どこが凄い

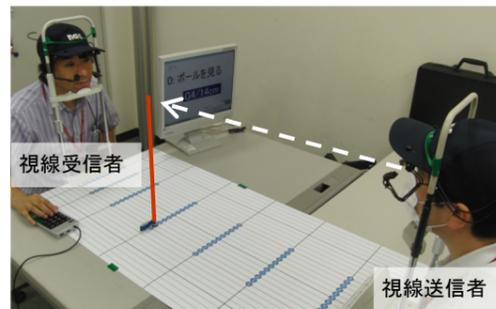
個人の**社交性不安**や、**相手の性別**などによって視線一致知覚の有無が影響を受けることを実験で計測し、世界で初めて発見しました。コミュニケーションの基本的要素である視線認知について個人差だけでなく相手との関係など環境の影響も受けることがわかりました。

目指す未来

ビデオコミュニケーションでは厳密な視線一致が困難です。本研究の知見を応用することで、利用者に**視線一致を意識させた自然な対話**を行わせることが期待できます。また、人が視線を重要視する心のメカニズムについて理解を深め、**視線恐怖などの問題**に迫ります。

目的 視線知覚に関与すると予想される社交性不安(個人特性)および、相手の性差(環境特性)を検討し、視線コミュニケーションの基礎的理解を深める。

実験方法



本当はボールを注視しているのに、「**自分の目が見られている**」と誤答した箇所を視線一致範囲とする。

- ・ 2人の間にボールを立てる
(両目の中心を原点、2cm刻み20×20箇所)
- ・ 送信者は**ボールか受信者の目**いずれかを注視
- ・ 受信者(左)は送信者の注視先を回答

社交性不安

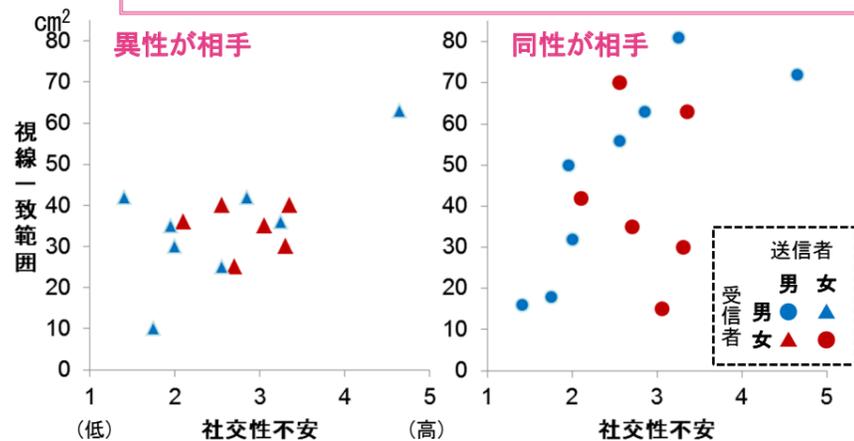
他者から注目されることに緊張し強い不安を感じることを質問紙で測定。個人特性を検討。

視線送信者

1人の視線受信者(実験参加者)は男女それぞれと対峙。環境特性による変化を検討。

結果

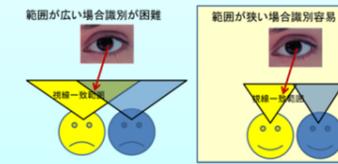
社交性不安(個人特性)と共に、相手の性別(環境特性)も視線一致範囲に影響をあたえることがわかった。



視線知覚の広狭はなぜあるか?

→ 有効な環境が異なる

- (1) 危険回避のため過剰知覚が有利
e.g. 捕食者からの逃走、社会関係の拒絶(社交性不安)
- (2) 視線シグナルの混信を避ける
e.g. 自分への興味への識別



関連文献

[1] 松田昌史, 本間元康, 石井亮, 熊野史朗, 大塚和弘, 大和淳司, "アイコンタクト知覚範囲の性差に関する探索的検討: 社交性不安およびアイコンタクト相手の性別の影響," 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 112, No.1, pp. 77-82, 2013.

連絡先

松田 昌史 (Masafumi Matsuda) メディア情報研究部 コミュニケーション環境研究グループ
E-mail: matsuda.masafumi[at]lab.ntt.co.jp

身体から心を読む

～身体運動、自律神経応答、ホルモン分泌に表れる情動～

どんな研究

人間の心理状態を、生体信号から解読する**マインドリーディング**。カメラや体表のセンサなどによって、対象者になるべく負担をかけずに計測したデータから、行動やコミュニケーションを予測できる情報がどこまで読めるでしょうか。解析法の工夫で、その可能性が広がりました。

どこが凄い

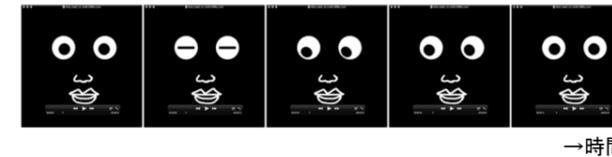
無自覚的な身体動作や、瞳孔や視線の動き、心拍変動やホルモン分泌などの不随意的な生理反応に注目しました。そして、各計測対象の性質に即した独自の解析手法を開発し、従来捉えにくかった、本人も自覚していない潜在的情報を取り出すことに成功しました。

目指す未来

ウェアラブルセンサと組み合わせると、利用者の気持ちを自然に汲み取る情報端末、マルチメディア環境の臨場感や心地よさなどの定量的評価法、心理状態まで考慮に入れたスポーツや音楽のトレーニングシステムなど、**心を読むICTの実現可能性**が見えてきます。

目の動きで誰だかわかる

- ・ 自由発話をしている時の眼球運動には、話の内容や視覚的環境によらず、個人ごとに固有のパターンが見られることを発見。
- ・ 計測された眼球運動のパターンのみをCG動画で再現すると(下図)、観察者は、それが誰のものか高精度で識別可能。



音の目立ちやすさや好みを眼から読む

- ・ 規則的な音列中に稀に出てくる音(予測を裏切るゆえに目立つ音)に対して、マイクロサッカド(固視中に生じる、小さく跳ぶような不随意的眼球運動)の動特性(制御特性)が変化することを発見。
- ・ マイクロサッカドや瞳孔径の動特性から、音楽聴取中の各時点での好みの程度を推定する手法も開発。



唾液・心拍で音のリラックス効果を捉える

- ・ 唾液中のオキシトシン(コミュニケーションに重要な役割を果たすホルモン)の濃度を世界で最も正確に測定できる手法を開発(東大・川戸教授との共同研究)。
- ・ ゆっくりしたテンポの音楽は、オキシトシン分泌を促進し、副交感神経を賦活することを実証。
- ・ 通信環境における音の臨場感や相手の実在感が、自律神経活動とオキシトシン濃度に反映されることを確認(明治大・上野准教授との共同研究: 右図)。



歩調の同期が対人印象を左右する

- ・ 二人が並んで歩いているときの、両者の足首の加速度を計測。力学系モデルを用いて、二者間の位相同期(引き込み)が生じていることを実証。
- ・ 位相同期が生じている時間の割合が高いほど、初対面の相手への好感度が上昇することを発見。



関連文献

[1] A. Shirama, A. Koizumi, N. Kitagawa, "Your eye movements tell who you are," *Perception* Vol. 42 ECVF Abstract Supplement, p.38, 2013.
[2] Y. Oishi, H. Mukai, K. Watanabe, S. Kawato, M. Kashino, "The effect of the tempo of music on the secretion of steroid and peptide hormones into human saliva," in *Proc. The 35th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society*, 2012.
[3] M. Yoneya, H.-I. Liao, S. Kidani, S. Furukawa, M. Kashino, "Sounds in sequence modulate dynamic characteristics of microsaccades," in *Proc. The 37th ARO (Association for Research in Otolaryngology) MidWinter Meeting*, 2014.

連絡先

柏野 牧夫 (Makio Kashino) 人間情報研究部
E-mail: kashino.makio[at]lab.ntt.co.jp

コツが掴(つか)める!

～身体運動の可視化・可聴化によるスポーツ上達支援システム～

どんな研究

自分の身体の動きや状態を正しく捉えることは、スポーツ動作を習得したり改善したりするうえでとても重要です。私たちは、どのように情報を与えれば運動学習を促進できるのか、効果的な**運動情報の提示(フィードバック)の仕方**について研究しています。

どこが凄い

有効なフィードバックとするには、運動の時間的・空間的特徴を直感的に把握しやすい形で示すことが大切です。本研究では、運動のポイントとなる**“ばらつき”**や**“リズム”**などを映像や音で可視化・可聴化し、運動の**コツを掴みやすく提示する**手法を提案します。

目指す未来

フィードバックを実用的に利用するうえで、運動を簡便に計測できることも重要です。今後は、筋活動など**生体信号記録システムのウェアラブル化**を目指します。また、これらの手法は、スポーツシーンだけでなく、リハビリやエンターテイメントでの利用も期待されます。

運動の“ばらつき”を見る

再生映像では試行間の動きの違い(変動)が見えづらい。。。

運動の“リズム”を聴く

映像から身体部位間の協調関係(タイミング)は捉えにくい。。。

関連文献

[1] D. Mikami, T. Kimura, K. Kadota, A. Matsumoto, H. Kawamura, A. Kojima, "A video feedback system providing motions synchronized with reference examples for motor learning," in *Proc. 14th Congress of the International Society of Biomechanics (ISB)*, 2013.
 [2] 三上弾, 松本鮎美, 門田浩二, 川村春美, 小島明, "動作学習のための遅延同期ビデオフィードバックシステム," *情報処理学会論文誌コンシューマ・デバイス&システム(CDS)*, Vol.4, No.1, April, 2014.

連絡先

木村 聡貴 (Toshitaka Kimura) 人間情報研究部 感覚運動研究グループ
 E-mail: kimura.toshitaka[at]lab.ntt.co.jp

動きから素材を見抜く

～映像中の動き成分に基づく液体の知覚～

どんな研究

身の周りにある物体の表面は様々な素材でできていて、時に輝いて見えたり透明に見えたりします。このような素材の状態に関する知覚を**質感知覚**と呼び、その仕組みを調べてきました。今回、決まった形をもたない素材の一つである**液体の質感**を見抜く視覚の謎に迫りました。

どこが凄い

流れる液体を撮影した映像に含まれる**動きの情報**に注目し、動きの情報のみからでも液体を知覚できることが分かりました。さらに、**粘性**や**透明感**といった**複雑な液体の質感**でさえも、動きの情報から判断可能であることを示しました。

目指す未来

視覚の仕組みを利用し、**人間にとってのリアリティを鮮やかにかつ効率よく伝達する情報提示手法**の指針を提案します。複雑で大量な物理計算をしなくとも、動きの情報を単純に操作するだけで、**映像に含まれる物体の見た目の質感を操作**できるようになります。

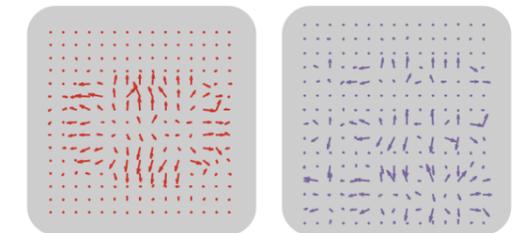
発見 1

流れる液体の映像の動きの情報だけから液体を認識できることを発見!

ノイズの動きを見るだけで液体の流れだと認識できる!

発見 2

動きの速さから液体の粘り気を知覚できること、また、動きが空間的に滑らかにつながるほど液体に見えやすくなることを発見!



滑らかな運動成分 → 液体に見えやすい
 滑らかでない運動成分 → 液体に見えにくい

発見 3

画像の変形から透明な液体層を知覚できることを発見!

関連文献

[1] T. Kawabe, K. Maruya, S. Nishida, "Seeing transparent liquids from dynamic image distortion," Abstract presented at the *12th Annual Meeting of the Vision Sciences Society, Journal of Vision*, 13(9):208, 2013.
 [2] K. Maruya, T. Kawabe, S. Nishida, "Material from motion - Human perception of fluid properties from motion vector fields," Abstract presented at the *12th Annual Meeting of the Vision Sciences Society, Journal of Vision*, 13(9):207, 2013.

連絡先

河邊 隆寛 (Takahiro Kawabe) 人間情報研究部 感覚表現研究グループ
 E-mail: kawabe.takahiro[at]lab.ntt.co.jp

聞きとりの得意な人、不得意な人は何が違う？

～聴覚基礎特性の個人差の元を探る～

どんな研究

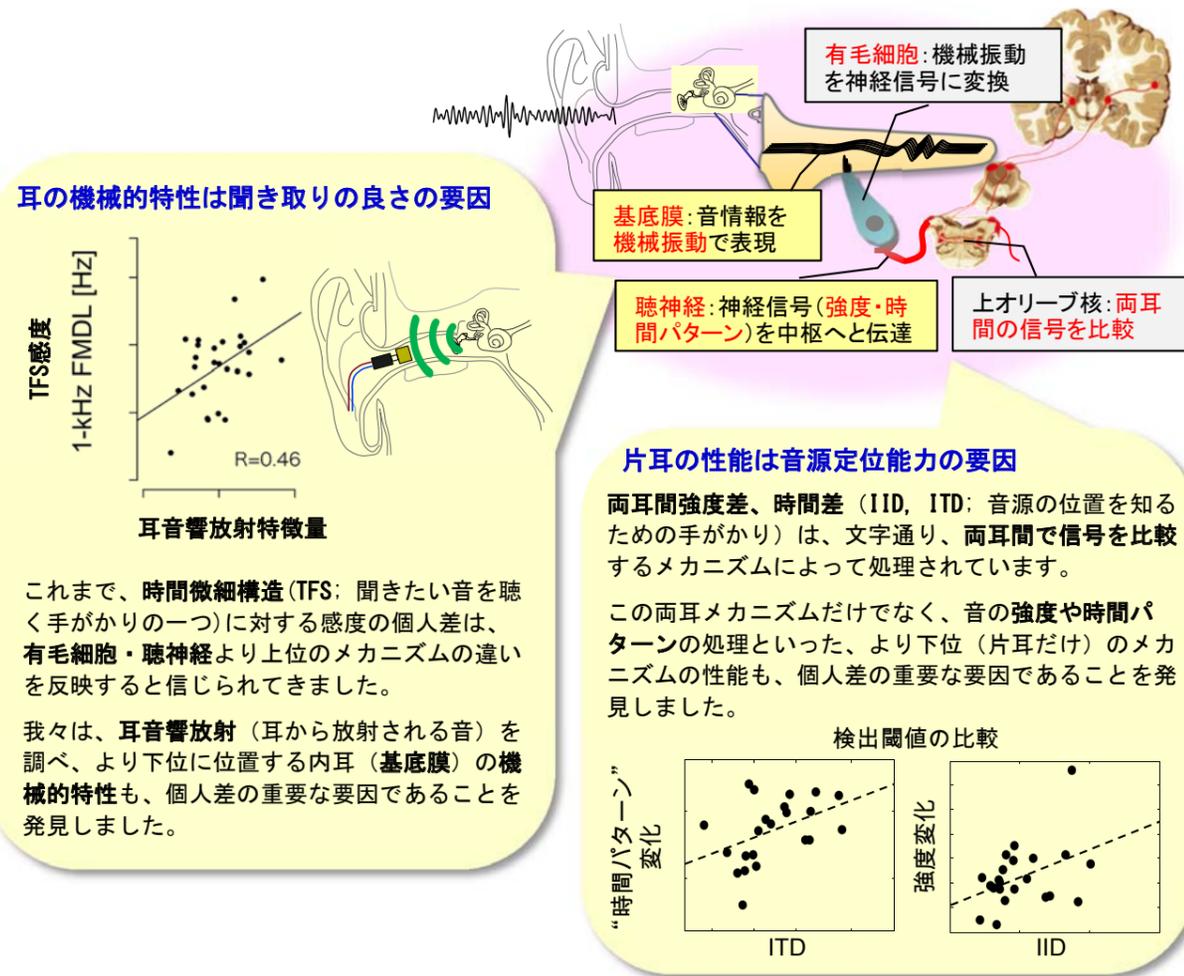
私たちの「聞こえ」は、耳から脳に至る経路で、並行かつ多段階の情報処理が行われることで成立しています。「聞こえ」に関わる**基本的能力の個人差**が、どの程度あるのか？また、どの情報処理メカニズムの違いによるものなのか？を明らかにする研究をご紹介します。

どこが凄い

医学的に難聴とは診断されない人の中にも、**聴覚の基礎能力に個人差**があることが分かりました。また、その個人差が、従来信じられていたよりも**初期（下位）レベルのメカニズム**の違いによって、ある程度説明できることを明らかにしました。

目指す未来

研究成果は、高齢者など、日常生活で聞こえの困難を訴える方々の原因特定、診断や治療といった医療分野への波及効果が期待されます。さらに、補聴器の性能向上ばかりでなく、聞きとりやすい音の設計、言語や音楽の聞き取り能力の訓練方法の開発につながります。



関連文献

[1] S. Otsuka, S. Furukawa, S. Yamagishi, K. Hirota, M. Kashino, "Inter-individual variation of sensitivity to frequency modulation: Its relation with click-evoked and distortion-product otoacoustic emissions," *J. Assoc. Res. Otolaryngol.*, Vol. 15, pp. 175-186, 2014.
 [2] A. Ochi, T. Yamasoba, S. Furukawa, "Factors that account for inter-individual variability of lateralization performance revealed by correlations of performance among multiple psychoacoustical tasks," *Front. Neurosci.*, doi. 10.3389/fnins.2014.00027, 2014.

連絡先

古川 茂人 (Shigeto Furukawa) 人間情報研究部 感覚共鳴研究グループ
E-mail: furukawa.shigeto[at]lab.ntt.co.jp

まざる触感の科学

～皮膚感覚の情報統合メカニズム～

どんな研究

皮膚の中には複数の種類の触覚センサがあり、それらは体中に分布しています。脳は複数の入力をどのように処理して、外界を知覚しているのでしょうか。私たちは、脳における情報処理の仕組みを調べることで、将来の**触覚伝送**や**触覚合成**の技術につながる研究を進めています。

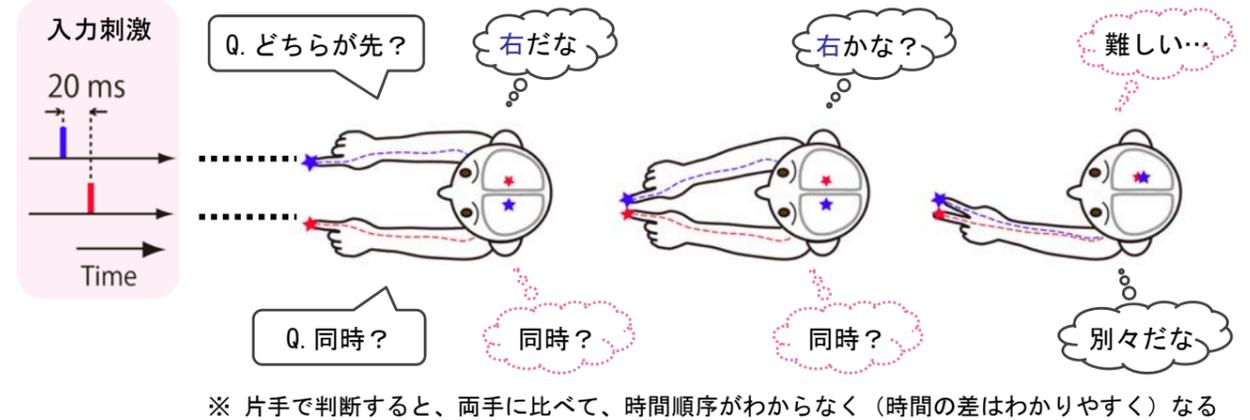
どこが凄い

刺激部位や刺激時間、姿勢を変えながら、生じる知覚の変化を心理物理的に調べました。右手と左手のように、体の上の異なる部位に入力を加えた場合でも、感覚の干渉が起こり、入力タイミングや、テクスチャのような内容について、**知覚が変わってしまう**ことがわかりました。

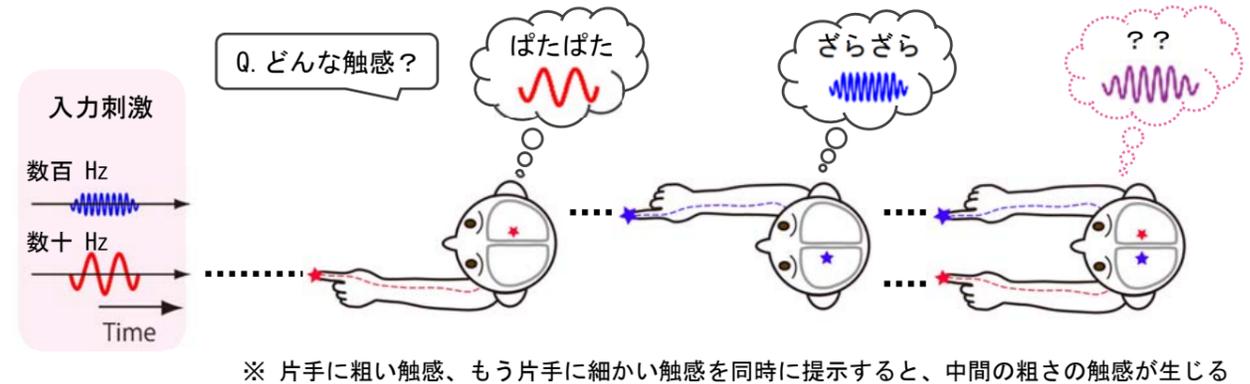
目指す未来

入力部位や姿勢によらず安定して生じる知覚や、同じ知覚を生む複数の条件を調べることで、**触覚の提示信号を賢く設計**し、装置の大きさや使用エネルギーに制限のある携帯端末においても、**情報のエッセンスを確かに伝える**ことを目指しています。

時間がまざる 複数入力の時間関係が、入力部位によって変化して知覚される



触感がまざる 異なる入力 (周波数) を同時に加えると、両手でもまざって知覚される



関連文献

[1] S. Kuroki, J. Watanabe, N. Kawakami, S. Tachi, S. Nishida, "Somatotopic dominance in tactile temporal processing," *Experimental Brain Research*, Vol. 203, pp. 51-62, 2010.
 [2] 黒木忍, 渡邊淳司, 西田真也, "異なる周波数の振動を用いた知覚周波数の合成," 日本バーチャルリアリティ学会第18回大会, 33E-1, 2013.
 [3] S. Kuroki, J. Watanabe, S. Nishida, "Synthesis of tactile frequencies," in *Proc. 36th European Conference on Visual Perception*, 2013.

連絡先

黒木 忍 (Scinob Kuroki) 人間情報研究部 感覚表現研究グループ
E-mail: kuroki.shinobu[at]lab.ntt.co.jp

ぶるナビ3: 小さくてもパワフルな引っ張られ感 ～小型軽量の非対称振動装置による明瞭な牽引力錯覚の生成～

どんな研究

これまでに人間の感覚・知覚の**非線形特性**をうまく利用して、あたかも手を引かれるような感覚を作り出すことに成功しましたが、装置が大きいという問題がありました。この展示では、新しい機構によって従来の試作機より**9割以上サイズと重量を小さくした装置**を紹介します。

どこが凄い

親指サイズの装置で、一方方向にすばやく、その反対方向にゆっくりと振動させることによって、すばやく動かす方向に連続的に**引っ張られているように感じさせる**ことに成功しました。この成果は携帯端末やウェアラブル機器との連携において不可欠なものです。

目指す未来

視覚や聴覚だけでなく、人間の**五感や身体を活用した情報技術の確立**を目指しています。従来ではあまり考えられていなかった、携帯端末における触覚情報提示として、手を引っ張る携帯電話や、手応えを与えるようなゲームなどを実現できる可能性があります。

「牽引力錯覚」を作るための装置の小型化

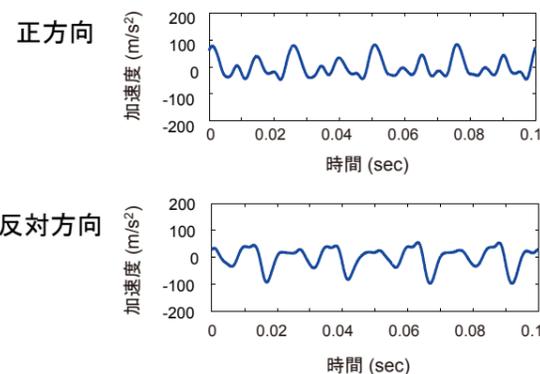
1自由度



2自由度



ぶるナビ3の非対称振動パターン



従来の試作機より小型軽量にもかかわらず牽引感覚の効果に遜色なし

牽引力感の明瞭度の比較

力方向知覚における明瞭度の定量化 (サー斯顿対比較)



装置と周波数をうまく組み合わせることで、明瞭な「牽引感」を生み出すことを発見

関連文献

- [1] 兩宮智浩, 五味裕章, "牽引方向知覚における能動的探索の有効性を利用した屋内歩行ナビゲーションシステムの開発," 電子情報通信学会論文誌, Vol. J97-D, No. 2, pp.260-269, 2014.
[2] T. Amemiya, H. Gomi, "Directional torque perception with brief, asymmetric net rotation of a flywheel," *IEEE Trans. Haptics*, 2013.
[3] T. Amemiya, H. Gomi, "Buru-Navi3: Movement instruction using illusory pulled sensation created by thumb-sized vibrator," in *Proc. ACM SIGGRAPH 2014 Emerging Technologies*, August 2014 (to appear).

連絡先

兩宮 智浩 (Tomohiro Amemiya), 五味 裕章 (Hiroaki Gomi) 人間情報研究部 感覚運動研究グループ
E-mail: burunavi3[at]lab.ntt.co.jp

NTT コミュニケーション科学基礎研究所
オープンハウス 2014 実行委員会

(委員長) 青山 一生
(副委員長) 永野 秀尚
(委員) 安部川 直稔 / 田中 貴秋 / 水谷 伸