研究展示

ビッグデータの科学

- 01 データに合った解析法を自動で構築します　階層情報を用いた潜在変数モデルの自動生成
- 02 データに潜む本質的パターンを素速く見出す　多次元複合データ分析の高度化・高速化
- 03 ビッグデータ解析から無限データ解析へ　無限次元行列の確率モデルを用いたデータ解析
- 04 CPUを賢く使ってグラフから素早く知識を発見　データ配置の最適化による高速なグラフ分析
- 05 大きなグラフから隠れた関係を素早く見つけます　大規模グラフ向けの高速な構造分析
- 06 アジャイル環境センシング　無線センサノード用汎用超小型仮想マシンCILIX
- 07 リアルタイムな状況予測で集団を快適に誘導　時空間統計技術による人流データ解析
- 08 経路制御効果の高いフローを素早く発見　クラスタ分析によるフローの時変動パターンに基づく分類
- 09 作業記録からノウハウを取り出す「Eskort」　故障対応ワークフロー自動生成技術

計算と言語の科学

- 10 東ロボくんに勝てるかな？　統計的言語モデルによる文の自然性評価
- 11 “わんわん” は “いぬ” より覚えやすい　幼児における育児語と成人語の学習しやすさの違いを探る
- 12 日本語を詳細に読み解けばもっと上手に訳せる！　深い構文解析による事前並べ替え機械翻訳
- 13 ご予算にあう最高の詰合せをすぐに作れます　二分決定グラフを用いた組合せ最適化
- 14 ノイズを逆手にとる量子コンピュータ　量子環境ノイズを推定して計算資源として活用
- 15 でたらめを保証する　物理乱数生成の信頼性を評価する新概念：ノイズロバスト性

メディアの科学

- 16 イントネーションを分析、合成、変換　音声基本周波数パターンの確率モデル
- 17 撮ればわかる　可視光通信で切り開く多チャネル生体信号同時計測への道
- 18 目に見えるものと情報の世界とをつなぐ　メディア探索技術による実世界情報検索
- 19 雑音に埋もれた声を見本のクリーン音声で修復　大量の事例を用いた超高品質音声強調
- 20 コンピュータが音を読み解く　深層学習を活かした実環境下音声認識・音響処理
- 21 9つの眼で蛍光を測る　反射特性と蛍光特性の同時計測による質感の分析と再現

コミュニケーションと人間の科学

- 22 こころの健康を支えるコミュニケーション技術　うつ病患者の家族を支援する情報技術
- 23 次は誰が話す？ いつ話す？　視線と呼吸動作を用いた次話者とその発話開始時刻の予測
- 24 温度 “知覚” は温度計で測れない　人間の温度情報処理メカニズムを探る
- 25 なぞりによる新しいテキストコミュニケーション　“Yu bi Yomu”方式によるダイナミックテキスト作成
- 26 変幻灯（デフォーメーション ランプ）　静止した対象や空間に動きをつける不思議な照明
- 27 自分の手はどれ？　身体感覚の錯覚に誘発される身体反応
- 28 何でも「それっぽく」しゃべりたい！　英語音声コーパスを用いた発話リズム変換則の学習
- 29 運動のコツや選手のコンディションを捉える　心身の状態を解読してフィードバックするスポーツ支援技術
- 30 あなたの “聞こえ” を測ります　生体反応に現れる音の知覚世界

∞ 世界で利用されている基礎研究所発の技術　時代の要請に応え、新たな時代を創るための挑戦

NTT
NTT コミュニケーション科学基礎研究所
〒619-0237 京都府相楽郡精華町光台2-4
（けいはんな学研都市）
TEL: 0774-93-5020 FAX: 0774-93-5015

VEGETABLE OIL INK　VOC FREE

NTT

NTT コミュニケーション科学基礎研究所

オープンハウス 2015

6/4 木 12:00-17:30

5 金 9:30-16:00

Innovative R&D by NTT

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/2015/

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2015」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2015」へご来場頂き、心より御礼申し上げます。

2020年オリンピック・パラリンピックに向けた新たな挑戦や情報爆発、少子高齢化、地方創成、震災復興に代表される緊急課題など社会生活のあらゆるところで情報科学技術が鍵をにぎっています。

こうした中で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も挑戦しています。

オープンハウス2015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、最新の研究成果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愉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
情報科学技術を抱きしめて　世界の解読、探索とデザイン ・・・・・ 4
■ 招待講演
人間拡張工学とその応用 ・・・・・ 5
■ 研究講演
“いつ”、“どこで”、“何が”、“どれくらい”？　IoTビッグデータのための時空間多次元集合データ分析 ・・・・・ 6
これは何？ あの人は誰？ ここはどこ？　実世界メディア検索技術の進歩と未来 ・・・・・ 8
見えてきた“聞こえ”の世界　生体計測で探る聴覚の隠れた働き ・・・・・ 10
■ 研究展示 ・・・・・ 13

ビッグデータの科学

01 データに合った解析法を自動で構築します　階層情報を用いた潜在変数モデルの自動生成 ・・・・・ 14
02 データに潜む本質的パターンを素速く見出す　多次元複合データ分析の高度化・高速化 ・・・・・ 15
03 ビッグデータ解析から無限データ解析へ　無限次元行列の確率モデルを用いたデータ解析 ・・・・・ 16
04 CPU を賢く使ってグラフから素早く知識を発見　データ配置の最適化による高速なグラフ分析 ・・・・・ 17
05 大きなグラフから隠れた関係を素早く見つけます　大規模グラフ向けの高速な構造分析 ・・・・・ 18
06 アジャイル環境センシング　無線センサノード用汎用超小型仮想マシン CILIX ・・・・・ 19
07 リアルタイムな状況予測で集団を快適に誘導　時空間統計技術による人流データ解析 ・・・・・ 20
08 経路制御効果の高いフローを素早く発見　クラスタ分析によるフローの時変動パターンに基づく分類 ・・・・・ 21
09 作業記録からノウハウを取り出す「Eskort」　故障対応ワークフロー自動生成技術 ・・・・・ 22

計算と言語の科学

10 東ロボくんに勝てるかな？　統計的言語モデルによる文の自然性評価 ・・・・・ 23
11 “わんわん”は“いぬ”より覚えやすい　幼児における育児語と成人語の学習しやすさの違いを探る ・・・・・ 24
12 日本語を詳細に読み解けばもっと上手に訳せる！　深い構文解析による事前並べ替え機械翻訳 ・・・・・ 25
13 ご予算にあう最高の詰合せをすぐに作れます　二分決定グラフを用いた組合せ最適化 ・・・・・ 26
14 ノイズを逆手にとる量子コンピュータ　量子環境ノイズを推定して計算資源として活用 ・・・・・ 27
15 でたらめを保証する　物理乱数生成の信頼性を評価する新概念：ノイズロバスト性 ・・・・・ 28

メディアの科学

16 イントネーションを分析、合成、変換　音声基本周波数パターンの確率モデル ・・・・・ 29
17 撮ればわかる　可視光通信で切り開く多チャネル生体信号同時計測への道 ・・・・・ 30
18 目に見えるものと情報の世界とをつなぐ　メディア探索技術による実世界情報検索 ・・・・・ 31
19 雑音に埋もれた声を見本のクリーン音声で修復　大量の事例を用いた超高品質音声強調 ・・・・・ 32
20 コンピュータが音を読み解く　深層学習を活かした実環境下音声認識・音響処理 ・・・・・ 33
21 ９つの眼で蛍光を測る　反射特性と蛍光特性の同時計測による質感の分析と再現 ・・・・・ 34

コミュニケーションと人間の科学

22 こころの健康を支えるコミュニケーション技術　うつ病患者の家族を支援する情報技術 ・・・・・ 35
23 次は誰が話す？ いつ話す？　視線と呼吸動作を用いた次話者とその発話開始時刻の予測 ・・・・・ 36
24 温度“知覚”は温度計で測れない　人間の温度情報処理メカニズムを探る ・・・・・ 37
25 なぞりによる新しいテキストコミュニケーション　“Yu bi Yomu”方式によるダイナミックテキスト作成 ・・・・・ 38
26 変幻灯（デフォーメーション ランプ）　静止した対象や空間に動きをつける不思議な照明 ・・・・・ 39
27 自分の手はどれ？　身体感覚の錯覚に誘発される身体反応 ・・・・・ 40
28 何でも「それっぽく」しゃべりたい！　英語音声コーパスを用いた発話リズム変換則の学習 ・・・・・ 41
29 運動のコツや選手のコンディションを捉える　心身の状態を解読してフィードバックするスポーツ支援技術 ・・・・・ 42
30 あなたの“聞こえ”を測ります　生体反応に現れる音の知覚世界 ・・・・・ 43
∞ 世界で利用されている基礎研究所発の技術　時代の要請に応え、新たな時代を創るための挑戦 ・・・・・ 44

講演スケジュール

● 6月4日（木）

所長講演
（13:00～13:30）
情報科学技術を抱きしめて
世界の解読、探索とデザイン
NTT コミュニケーション科学基礎研究所 所長　前田　英作

研究講演
（15:30～16:10）
“いつ”、“どこで”、“何が”、“どれくらい”？
IoTビッグデータのための時空間多次元集合データ分析
機械学習・データ科学センタ　上田　修功

● 6月5日（金）

研究講演
（10:30～11:10）
これは何？ あの人は誰？ ここはどこ？
実世界メディア検索技術の進歩と未来
メディア情報研究部　村田　眞哉

招待講演
（13:00～14:00）
人間拡張工学とその応用
慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科 教授　稲見　昌彦

研究講演
（14:15～14:55）
見えてきた“聞こえ”の世界
生体計測で探る聴覚の隠れた働き
人間情報研究部　古川　茂人

情報科学技術を抱きしめて

～世界の解読、探索とデザイン～

Embracing information science and technology

Decoding, exploring and designing of the world

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

機械（コンピュータあるいは人工知能）を人間と対峙させて語る時代は終わりつつあるとみています。これからは、情報科学技術を我が身の内に抱きつつ、人間自身も含めた世界全体を読み解き、探り、デザインする力が必要になります。21世紀の15年間で経験した情報環境の激しい変貌を念頭におきながら、さらなる15年後、2030年を想定し、未来に向けての羅針盤となるべき基礎研究とは何かについて考えていかなければなりません。本講演では起こり得る価値の転換について3つの視点からお話ししたいと思います。

■計測から解読へ

第一に、センサーを使って実世界の物理量を捉える計測の時代から、実世界・仮想世界の二つの時空間に流れる多様な情報を理解する解読の時代に移ります。音の収録機器であったマイクロフォンは、音環境理解チップに置き換わり、これは、耳や目などの視聴覚感覚器が大脳前頭野を含めた視聴覚情報処理系に進化することに相当します。実世界において進みつつあるセンシングデバイスの知能化はその端緒とも言えるでしょう。同様のことは仮想世界でも起きています。そこでは新しいセキュリティ技術も必要となるはずです。

■分析から探索へ

第二に、大量に収集されたデータを統計手法によって分析する時代から、制御や判断に必要な結論を即座に獲得する探索の時代に移ります。Big Data時代の探索には大きな特徴が2つあり、まず探索結果が確率値付きで返されるという点、そして高速かつ安価な探索が実用上の鍵になるという点です。Big Dataの到来によって情報科学という学問領野に実験科学的要素が加わりつつありますが、この2つの点は実験科学や製造科学においてアッセイ（スクリーニング）法が生産性向上の鍵であることに似ています。

■実装からデザインへ

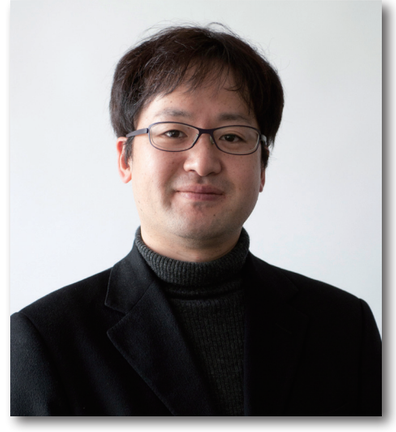
第三に、情報処理の技術を機械から実世界に向けて駆動（アクチュエート）する実装の時代から、実世界・仮想世界とそれらをつなぐCPS（Cyber Physical Systems）との全体を最適化するデザインの時代に移ります。この世界全体をデザインする営みそのものも解読の対象ですから、再帰的な手順によって世界は大きな螺旋を描いていくことになります。今取り組みつつある研究のそれぞれは、この世界の解読、探索、デザインという一連の流れのどこかに位置付けることができます。

【関連文献】

前田英作, “基礎研究は「時代」とともに在り,” NTT技術ジャーナル, Vol. 26, No. 9, pp. 12-15, 2014.（オープンハウス2014所長講演：http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2014/talk/director/index.html）
前田英作, “学術へ向かうことの密かな愉悦,” 電子情報通信学会, 情報・システムソサイエティ誌, Vol. 19, No. 2, pp. 21-22, 2014.

人間拡張工学とその応用

Initial step towards augmented human



慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科 教授
稲見　昌彦
Masahiko Inami
http://www.kmd.keio.ac.jp/jp/experience/faculty/inami.html

（専門分野）

バーチャルリアリティ、ヒューマンインタフェース、ロボット

（プロフィール）

1994年 東京工業大学生命理工学部生物工学科卒業
1996年 東京工業大学生命理工学研究科バイオテクノロジー専攻修士課程修了
1999年 東京大学大学院工学系研究科先端学際工学専攻博士課程修了 博士（工学）
1999年 東京大学国際・産学共同研究センター リサーチ・アソシエイト
2001年 東京大学大学院情報理工学系研究科 助手
2003年 電気通信大学知能機械工学科 講師
2005年 電気通信大学知能機械工学科 助教授
2006年 電気通信大学知能機械工学科 教授
2008年 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科 教授

この間、JST さきがけ研究者、MIT コンピュータ科学・人工知能研究所客員科学者などを歴任。

情報処理学会山下記念研究賞、同学会論文賞、同学会長尾真記念特別賞、日本バーチャルリアリティ学会学術奨励賞、同学会論文賞、同学会貢献賞、IEEE Virtual Reality Best Paper Award受賞、科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞など、受賞多数。日本バーチャルリアリティ学会、ACM、IEEE Computer Society 等各会員。

（主要研究テーマ）

1. 再帰性反射素材とプロジェクターを用い、装着した人の姿を隠すことができる「透明になる」マント
2. 自動車の後部座席を「透明」にして後退時に後方が広く見わたせるようにする「透明プリウス」
3. 眼鏡に眼電位センサー・加速度センサーを搭載し、眼鏡を掛ける人自身の「疲れ」や「眠気」などを測ることができる「自分を見る」眼鏡「JINS MEME」(株式会社ジェイアイエヌと慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科リアリティメディアプロジェクトとの共同開発)
4. 科学とスポーツを融合した「超人スポーツ」を提唱し、2014年10月に超人スポーツ委員会を設立

“いつ”、“どこで”、“何が”、“どれくらい”？
～IoTビッグデータのための時空間多次元集合データ分析～

"When", "where", "what", and "how"?
Spatio-temporal multidimensional data analysis for IoT bigdata

プロフィール
NTT コミュニケーション科学基礎研究所　機械学習・データ科学センタ代表（上席特別研究員）。JST CREST「ビッグデータ統合利活用のための次世代基盤技術の創出・体系化」領域アドバイザー。NII客員教授。京都大学大学院情報学研究科連携教授。

機械学習・データ科学センタ
上田　修功
Naonori Ueda

■モノのインターネット

センサの信頼性、耐久性、給電技術の向上などに後押しされ、社会インフラ、医療、ヘルスケア、交通、農業などのあらゆる領域がセンサに覆われ、大量のデータが収集、分析可能になりつつあり、いわゆる「モノのインターネット(IoT: Internet of Things)」化が加速しています。機械学習・データ科学センタでは、これまで、異種データを融合してデータの背後に潜む潜在的な価値を抽出するための複合データ分析技術の研究開発を推進してきました。IoT時代では、「いつ」「どこで」「何が」をリアルタイムに予測し、社会システムにフィードバック可能な技術が必要となります。そこで、IoT時代のビッグデータ分析技術として新たに立ち上げました「時空間多次元集合データ分析」の研究開発について紹介します。

■時空間多次元集合データ分析

「時空間多次元集合データ分析」では、物理世界（実世界）に存在する人やモノの挙動を分析するために、多次元の軸で「時間」と「空間」を考慮し、過去一定期間のデータから人、モノ、情報等の流れに対する時間と空間の相互関係を学習し、近未来における事象の発生時期と場所の予測、さらに予測に基づく誘導・制御を目指しています。学問的には時空間統計解析理論を土台としています。近年、自然科学における、地球温暖化、地震の発生、鳥インフルエンザの伝播、さらには経済活動の国際化など、環境学・疫学・経済学を含む広範な学問分野においてその時空間的変動メカニズムの解明が重要研究課題となっています[1]。時系列解析は、データ間の時間的な相互作用あるいは因果関係のモデル構築であるのに対し、時空間解析は、さらに空間的なダイナミックスも考慮したモデル構築を目的とする学問分野です[2]。

■リアルタイム・先行的ナビゲーション

近年、全世界的に都市化が進んでおり、それにともなって、混雑、渋滞といった社会課題が拡大しています。2013年の東日本大震災でも、都内では地震発生後に混雑により膨大な数の人達が帰宅困難となりました。都市化に伴う「混雑」という社会課題をＩＣＴ技術を用いていかに解消するかが重要研究課題と言えます。最近では、GPSなどの位置情報計測、高速な無線通信技術が進歩し、人やモノの位置情報が比較的容易に計測できるようになっています。われわれは、これらの位置情報を用いて人々を適切に誘導し、混雑を解消しつつ多くの人々が快適に移動できるような技術開発に取り組んでいます。

既存の誘導技術は、個々人にとって最適なルートを提供するため、空いているルートを推薦すると、多くの人がそのルートに群がり新たな混雑が発生するという問題があります。人の行動は完全に予測できるわけではありません。この問題解決には、個々人ではなく集団にとって最適なリアルタイム誘導が必要です。さらに、単に混雑が解消できれば良いというだけでは不十分で、多くの人達が目的地にできるだけ短時間で到達できるような誘導でなければなりません。

これらの要件を満たす誘導システムを実現するために、われわれは、「予測に基づくリアルタイム、かつ、先行的誘導技術」の研究開発に着手しました。具体的には、時空間統計技術により、人流観測データから、いつ、どこで混雑が発生するかを予測します。そして混雑が発生すると予測された場所に対し、可能な誘導シナリオを想定し、シミュレーションにより最も混雑が緩和し、かつ、ある時間内で、できるだけ多くの人が目的地に到達可能な最良な誘導シナリオを選択するという処理を逐次実行することで、集団最適な誘導を実現しようという技術です。現時点では、実データでの実証実験には至っていませんが、約5000人規模の大規模イベント会場を模した疑似人流データでの実験で、提案アプローチの有効性を確認しています。

■今後の展開

2020年に向けた社会的な課題となっている人流、交通流の誘導・最適化に対して、「時空間多次元集合データ分析」を核として、いつでもどこでも快適な世界を目指していきます。さらに、本取り組みを通信ネットワークの分野にも発展させ、いつ、どこでネットワークが混雑するか等をリアルタイムに予測、制御することで、通信トラヒックの最適化も目指し、いつでも、どこでも快適な通信が利用できる世界を目指します。

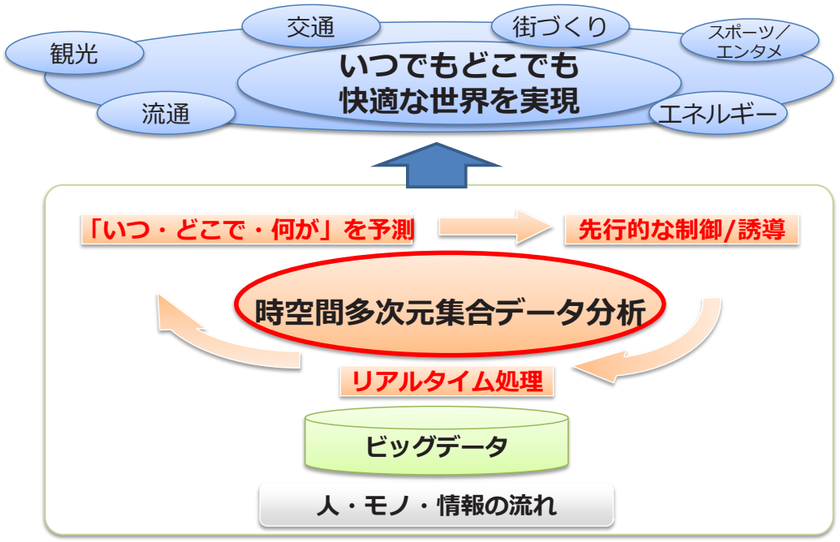


図1：時空間多次元集合データ分析をコア技術とする人、モノ、情報の流れのリアルタイム予測、制御

【関連文献】
[1] 矢島美寛，“時空間統計解析の理論と応用，”「21世紀の統計科学」第Ⅱ巻，第Ⅲ部，2010.
[2] N. Cressie, C.K. Wikle, “Statistics for spatio-temporal data,” Wiley Series in Probability and Statistics, 2011.

これは何？　あの人は誰？　ここはどこ？
～実世界メディア検索技術の進歩と未来～

What is this? Who is it? Where am I?
Recent advances in real-world media search technology and future

メディア情報研究部
村田　眞哉
Masaya Murata

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員。専門は情報検索、マルチメディア検索、最適フィルタ理論。これまでに「検索ログ解析によるユーザの検索意図の推定」、「ECサイトの売上高のシミュレーション」等に関する研究開発に従事。2015年度システム制御情報学会奨励賞受賞。

■キーワード検索の“次”に向けて

ウェブ検索エンジンの発明により、我々はキーワードを入力するだけでインターネット上の情報に瞬時にアクセスすることが可能になりました。このキーワード入力型の検索スタイルの有用性を支えているのは、自然言語処理や情報検索と呼ばれる分野の研究成果です。情報検索の研究者は大量の電子文書のランキング法を定式化し、文書間の参照関係を考慮することで、所望の文書への効率的なアクセスを実現しました。しかしながらキーワード入力型は万能ではありません。例えば、テレビや海外旅行先で初めて見た名前のわからない物は、その物の名前をキーワードとして検索することはできません。この場合、携帯端末等でその物体の写真や映像を撮るだけで情報を取得できるような、新たなタイプの検索スタイルが役に立つと考えられます。

■画像中の特定物体を検索するインスタンスサーチ

我々のグループでは、キーワード入力型とともに今後重要になると目されるマルチメディア入力型の検索技術の高度化に向けて継続的に研究開発を行ってきました。同一の音や映像を高速に検索するロバストメディア探索技術(Robust Media Search, RMS)はその研究成果の一例です。RMSにより、音や映像の同一の信号を高速かつ頑健に検出・特定することが可能になりました。我々は近年、同一の物体、つまり画像中に写っている特定の物体の検索（インスタンスサーチ）にも力を入れて取り組んでいます。インスタンスサーチでは、画像で与えられるインスタンス（特定の物体や人物、場所）と“同じもの”を、テキスト情報等のメタデータを使用せずに映像中から検索することが要請されます。本技術が実用レベルに達するとその応用範囲は広く、例えば街中で気になったものを携帯端末で撮影するだけで、その情報を検索することが可能になります。このような実世界検索の基礎技術となりうるのがインスタンスサーチです。この技術は、キーワード入力型の情報検索スタイルを一変させる可能性を秘めています。2010年からは、米国国立標準技術研究所(National Institute of Standards and Technology, NIST)が主催する映像検索分野の競争型ワークショップTRECVIDにおいてもインスタンスサーチの種目が設定され、多くのチームが参加しています。NTT コミュニケーション科学基礎研究所はこの種目において上位の成績を獲得し続けています。

■文書検索の知見をメディア検索に適用

ウェブ検索エンジンの実現に自然言語処理や情報検索分野の進展が必要であったように、インスタンスサーチの実現には画像・映像処理分野の高度な技術が必要になります。また、先行している情報検索分野の知見も役に立ちます。実際、我々は高精度な文書の検索アルゴリズムを画像入力型の映像検索タスクへ適用しましたが、そのまま適用しただけでは十分な結果は得られませんでした。そこで我々は画像の局所的な特徴の統計的性質について基礎検討を重ねました。その結果、特徴の重み（検索識別性）の計算法に変更を加える必要があることを見出し、従来の重み（IDF）と比べて、頻出する特徴に対する重みがより軽くなる新しい重み（EIDF, SRIDF）の評価方法を提案しました（図1）。また、EIDFやSRIDFの使用により、インスタンスサーチの精度が大幅に向上することを確認しました。さらに、局所特徴の相対的な位置関係に基づく幾何検証等の高度な画像処理を組み合わせることで、検索精度を向上させる取り組みも進行しています。

■実世界メディア検索の実用化に向けて

インスタンスサーチを実世界に適用しようとすると、画像や映像は通常の文書と比べてデータ量が圧倒的に大きいため、スケーラビリティの問題に直面します。また、たとえ同一物でも、画像上では、機材、撮影環境、アングルなど様々な条件によって見え方が変化します。これらの現実の問題を段階的に解決していくため、我々はプロトタイプシステムを構築し（図2）、ノイズの成分が大きい実データに対する検索精度の実験や大規模化の検証にも精力的に取り組んでいます。このような実環境下での試行錯誤の繰り返しが、実世界メディア検索の成功の鍵になるものと思います。

図2：インスタンスサーチによる実世界検索のデモ

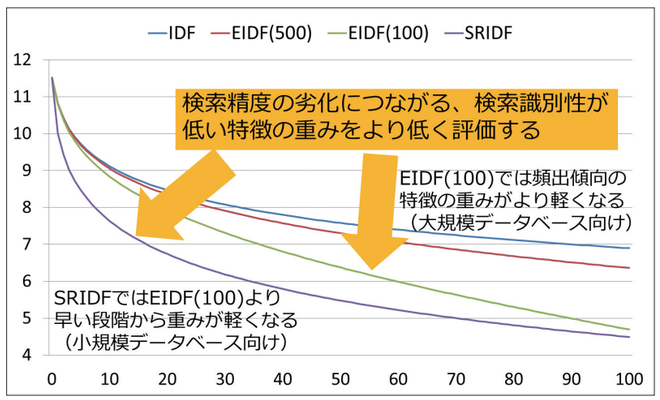


図1：様々な検索識別性の設計.　識別性の値（縦軸）、特徴の出現頻度（横軸）

【関連文献】

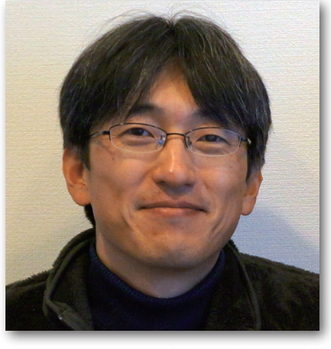
[1] 村田眞哉，永野秀尚，向井良，平松薫，柏野邦夫，“映像中の特定物体を探索するインスタンスサーチ技術，” NTT技術ジャーナル，Vol. 26, No. 9, pp. 16-19, 2014.
[2] M. Murata, H. Nagano, K. Hiramatsu, T. Kawanishi, K. Kashino, "NTT Communication Science Laboratories at TRECVID2014 instance search task," in *Proc. TRECVID2014 Workshop*,2014.
[3] M. Murata, H. Nagano, R. Mukai, K. Kashino, S. Satoh, "BM25 with exponential IDF for instance search," *IEEE Trans. Multimedia*, Vol. 16, No. 6, pp. 1690-1699, 2014.

見えてきた“聞こえ”の世界

～生体計測で探る聴覚の隠れた働き～

Hidden hearing processes unveiled

Exploring auditory mechanisms by biological measures



人間情報研究部
古川　茂人
Shigeto Furukawa

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 感覚共鳴研究グループ　グループリーダ　主幹研究員。Ph. D. (Experimental Psychology) 。専門は聴覚の心理学・生理学。これまでに「音による空間知覚のメカニズム」、「聴覚における音の顕著性」、「聴覚基礎特性の評価」等に関する研究に従事。

家族ドライブでの一場面。熱心に話しかけているのに、話しかけられたほうは実は上の空。カーラジオからの音楽に聞き入っていた。そしてそれが分かったときの気まずい雰囲気・・・。「何がどのように聞こえているのか」を知りたいのは、このような日常の場面だけではありません。聴覚の基礎的なメカニズムを理解するうえで欠かせないだけでなく、音響・補聴技術の評価のためにも重要です。

■“聞こえ”を測る

“聞こえ”の評価には、聞き取りテストのようなものがよく用いられますが、それが適用できる範囲には限界があります。はっきりした正解がなく、言葉やボタン押しなどで回答できない“聞こえ”については、聴取者が的確に知覚内容を報告できるとは限りません。同じ人が同じ音を聞いていたとしても、聞こえ方がその時その時で変化することもありますので、何回も実験をやって平均値を出せばいいや、というわけにはいきません。さらに、どのような生体・神経メカニズムのはたらきによってその知覚が生じているのかを、聞き取りテストの結果から直接知ることはできません。

一方、生体計測に対する期待と注目が高まってきています。生体計測に関する研究は古くからあるのですが、計測技術の高度化・簡便化と認知神経科学的知見の蓄積が進んだおかげで、「何がどのように聞こえているのか」を知るための技術として、近年、急速に道が拓けてきました。生体計測では、聴取者に知覚について明示的な回答を要求することなく、知覚を生じさせる生体・神経メカニズムのはたらきについての情報もある程度得ることができます。我々の研究グループでも早くからこの分野に取り組んできました。その成果の一端をこの講演においてご紹介するとともに、展示30「あなたの“聞こえ”を測ります」でも詳しくご説明いたします。

■神経活動から“聞こえ”を読み取る

“聞こえ”を読み取るために、大脳皮質の神経活動に着目した研究が盛んに行われ、重要な発見も相次いでいます（例えば文献[1]）。ただ、人間の知覚のベースには、感覚器官・中枢神経系・自律神経系の複雑な相互作用・ネットワークがあり、大脳皮質に現れるのはその複雑な活動のごく一部であることを忘れてはなりません。

我々の研究グループでは、聴性脳幹反応（図１）という脳波に着目し、大脳皮質という「高次」のメカニズムのみでなく、情報処理の階層として「低次」レベルに位置する脳幹においても、知覚の内容に関わる情報が表現されていることを確認しました。また、「眼」に着目した聴覚研究も行っています。覚醒レベルの制御や選択的注意と関わりが深い青斑核（脳幹神経核の一つ）は、その神経細胞活動が瞳孔径に反映されるといわれています（図１）[2]。我々は実験を通して、音の呈示によって瞳孔径が拡大し、その拡大量は音による「注意の引付けやすさ」と関連がありそうだという見通しを持つに至りました。これを利用すれば、眼（瞳孔）を観察することによって、音に対する注意の度合いを測ることができるようになるかもしれません。

■聴覚機能の「他覚的」検査

聴覚医学の臨床では、生体計測は「他覚的」検査（聞こえに関する本人の報告に基づかない検査）としてすでに広く活用されています。我々の研究グループでは、独自の視点で、臨床に応用可能な生体計測の研究も進めています。耳音響放射（耳から放射される音）の研究はその一つです。耳は受動的に信号を伝達・変換しているのではなく、さまざまな複雑な機能を持っています。例えば、強大な音によって内耳の細胞が損傷されることを防ぐために、ゲインを自動的に調整するメカニズムがあるとされています。内耳の中で起きているこの現象は、直接観察することができません。そこで我々は耳音響放射という耳からの微小な信号を捉え、内耳の活動を推定することにより、その自動調整機能を評価しようとしています。

他覚的検査が有効なのは、複雑な生理学的メカニズムの評価ばかりではありません。「どこまで弱い音が聞こえるか」を調べる聴力検査は、単純ではありながら、難聴等の診断の基準となる重要な検査です。通常の聴力検査は、聞こえに関する本人の報告に基づく「自覚的」検査であるため、自身の聞こえを適切に報告できない（あるいは意図的に誤った報告をする）受検者の能力を正しく評価することはできません。我々は、これまでの人間科学研究で得られた知見を活用して、新たな「他覚的」聴力検査の提案を行おうとしています。

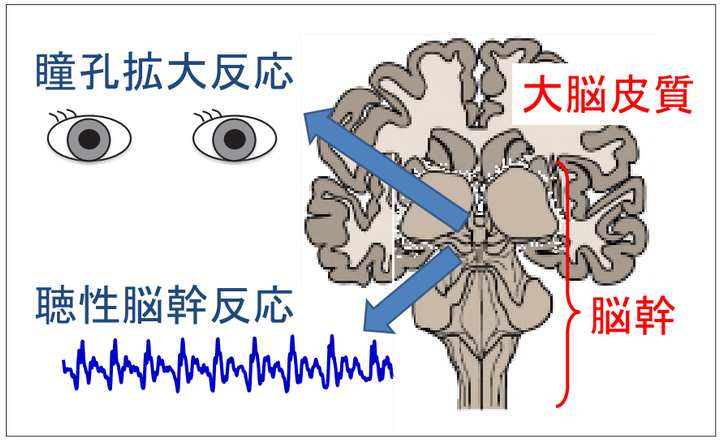


図1：脳幹の活動は瞳孔径の変化や、聴性脳幹反応として現れる

【関連文献】

[1] N. Mesgarani, E.F. Chang, “Selective cortical representation of attended speaker in multi-talker speech perception,” *Nature*, Vol. 485, pp. 233-236, 2012.
[2] G. Aston-Jones, J.D. Cohen, “An integrative theory of locus coeruleus-norepinephrine function: adaptive gain and optimal performance,” *Annu. Rev. Neurosci.*, Vol. 28, pp. 403-450, 2005.

Generating probabilistic models using structure information

01 データに合った解析法を自動で構築します

～階層情報を用いた潜在変数モデルの自動生成～

どんな研究

与えられた**複雑なデータを解析するための潜在変数モデルを自動的に生成する**研究です。例えばブログ記事は、ユーザ、記事、文、単語などの複雑な階層構造を持ちます。提案法はデータの持つ階層構造の中から解析に必要な情報を抽出し、自動的にデータをモデル化します。

どこが凄い

これまで潜在変数モデルの設計は、データと機械学習の双方に詳しい専門家が時間をかけて設計、実装、テストを行っていました。提案手法はデータの持つ**階層構造を反映した多様なモデルを自動生成可能**であるため、これらの工程をすべて自動化できます。

目指す未来

現在、多様なデータが大量に蓄積されています。これらのデータを解析することで様々な情報や知見を得ることができます。本技術を発展させ、**蓄積データの解析、知見の抽出が自動化**できれば、データをただ蓄積するのではなく、**知識や知見を自動的に蓄積するシステム**が実現できると期待されます。

複雑化するデータ

- 多様なデータが大量に蓄積されている。
- 特に **階層構造** を持つデータが増えている。
- データに直接現れない **潜在構造** を自動抽出したい。

階層構造の例

ブログ　：ユーザ - 記事 - 文 - 単語
音楽　　：作曲家 - 曲 - 小節 - 音符
購買　　：日時 - 客 - 店舗 - 商品
センサ　：場所 - 日 - 時間 - 検出量

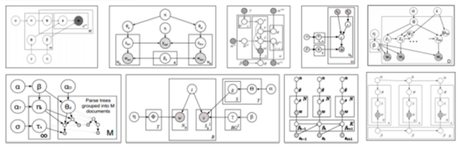
単語トピック
ユーザクラスタ
階層毎の隠れた構造を抽出したい

階層情報を活かした解析は困難 ☹

複雑化する潜在変数モデル

- データが持つ **潜在構造** を **潜在変数** を用いて抽出する。
- データの複雑化に伴い、様々なモデルが提案されている。
- データに合ったモデル設計は専門家しかできない。

潜在変数モデルの例

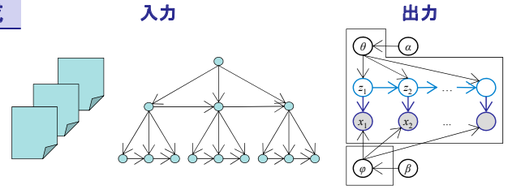


データと機械学習、双方の専門知識が必要 ☹

提案：階層構造を利用した潜在変数モデルの自動生成

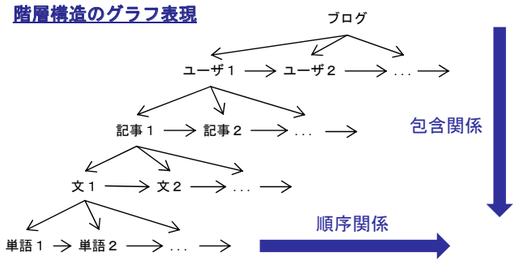
- **適切な階層を自動抽出** することで様々なモデルを生成する。
- **単一の汎用アルゴリズム** で全モデルを学習できる。
- **動的計画法** により、効率的に計算できる。

⇨ **・データが変化しても、再設計、再導出、再実装不要！**
⇨ **・データ中の潜在構造（クラスタ）を完全自動抽出可能！**



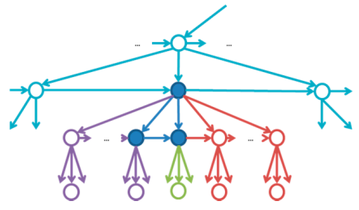
データ ＋ 階層構造を表現するグラフ　　潜在変数モデル

階層構造のグラフ表現



データの包含関係や順序関係を考慮したモデルを生成 ☺

動的計画法に基づく効率的な学習



外側確率
内側確率
前向き確率
後向き確率

４種の確率を再帰的に計算することで効率的な学習を実現 ☺

関連文献

[1] M. Ishihata, T. Iwata, “Generating structure of latent variable models for nested data,” in *Proc. The 30th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI-2014)*, 2014.
[2] 石畠正和, 岩田具治, “データの階層構造を利用した潜在変数モデルの自動生成,” 第28回人工知能学会全国大会, 2014.

連絡先

石畠正和 (Masakazu Ishihata)　協創情報研究部 創発知能環境研究グループ
E-mail：ishihata.masakazu (at) lab.ntt.co.jp

Machine Learning and Data Science Center

Advanced and fast high-dimensional multiple factorization

02 データに潜む本質的パターンを素速く見出す

～多次元複合データ分析の高度化・高速化～

どんな研究

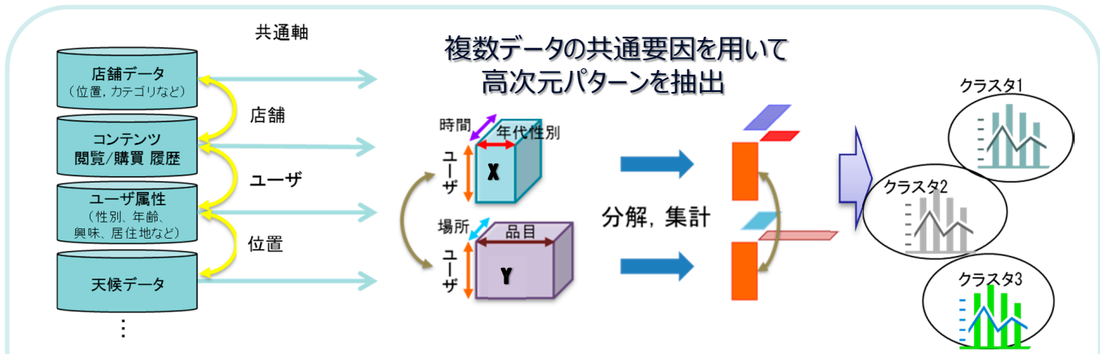
複数の要因を同時に分析できる技術を研究しています。例えば、ユーザ・ユーザ属性・購入品・購入時間・購入店舗など、複数要因を同時に考慮することにより「いつごろ、どんな店で、どんな人たちが、何を購入する傾向があるか」という分析をより詳細にかつ高速にできます。

どこが凄い

高速性：データの疎密を考慮したメモリ通信とアルゴリズムの最適化によって処理の高速化を達成。数億レコードも数時間以内に処理可能です。
整合性：要因間の属性情報を紐付けする制約項を導入し、一部の情報が欠損したデータでも、整合性を保持した分析が可能です。

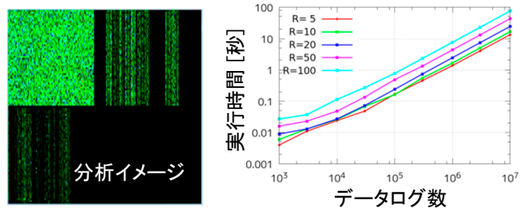
目指す未来

現在、機械や人間行動のログとして莫大な情報量が蓄積され、分析技術のさらなる高速・高度化に対するニーズが高まっています。本技術は、今後増え続ける多くの**超大規模なデータ**を**データ間の関連を深く結びつけ**ながら、これまで知り得なかった因果関係や知識の発見を促します。



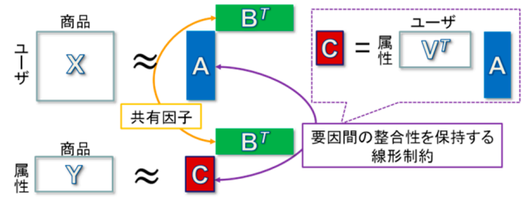
- ☐ 異なるデータも、共通する要因（軸）を利用して複合的に分析が可能
- ☐ 要因間の関係性を考慮しつつ、要因ごとにクラスタ分析が可能

高速化



・スパース性を考慮した超高速アルゴリズム
・1000万ログ（基底数10、反復100回）の非負値スパーステンソル因子分解も30分で可能

高度化



線形制約項によってデータ間の分布を考慮した因子分解手法の様々な拡張

関連文献

[1] 松林達史, 幸島匡宏, 林亜紀, 澤田宏, “非負値テンソル因子分解を用いた購買行動におけるブランド選択分析,” 人工知能学会論文誌, 2015.
[2] 幸島匡宏, 松林達史, 澤田宏, “異粒度データ解析のための非負値行列分解手法,” 2015年度人工知能学会全国大会, 2015.
[3] 幸島匡宏, 松林達史, 澤田宏, “異粒度複数行列の制約付き非負値因子分解について,” 第17回情報論的学習理論ワークショップ, 2014.

連絡先

松林達史 (Tatsushi Matsubayashi)　サービスエボリューション研究所
E-mail：matsubayashi.tatsushi (at) lab.ntt.co.jp

Machine Learning and Data Science Center

ビッグデータの科学

Stochastic process models for infinite-dimensional matrices

03 ビッグデータ解析から無限データ解析へ

～無限次元行列の確率モデルを用いたデータ解析～

どんな研究

関係データ（SNSでの人のつながりや、ユーザの商品の購買履歴など）から**長方形分割模様の関係**を抽出する研究です。ビッグデータと呼ばれるようなユーザの数や商品の増加とのイタチごっこを本質的に解消するために、潜在的に**無限のデータ**の解析手法の創出を行っています。

どこが凄い

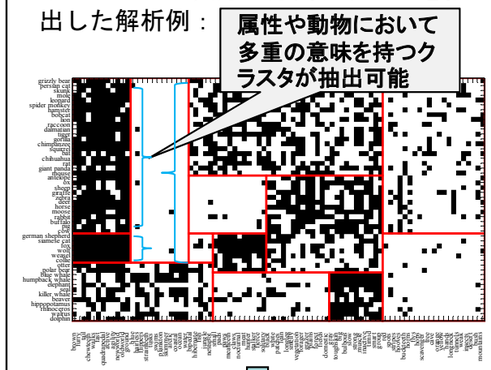
任意の（無限通りの）長方形分割模様を表現可能なモデル(Gilbert tessellation)は古くから知られていましたが、その統計的な性質の解析は極めて難しく、実際のデータ解析に用いることは出来ていませんでした。本研究では**解析に適した新しい表現モデル**を考案しました。

目指す未来

関係データに対するビッグデータ解析においては、増え続けるデータに対応するだけでなく、多種多様なあらゆる関係性に対応していくことが重要になります。現在、多くのデータ解析システムはまだまだ人間の介入を必要としていますが、我々の取り組みは**人間の手を離れた自立的な解析システムの確立**に繋がります。

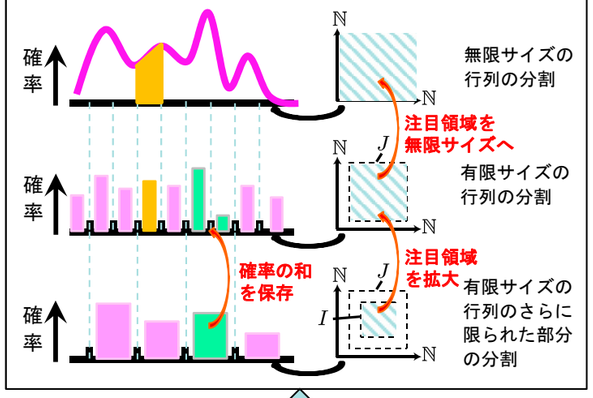
関係データ解析

動物(55種類) x 属性(80種類)のバイナリデータから長方形分割クラスタを抽出した解析例：



確率モデルの無限拡張

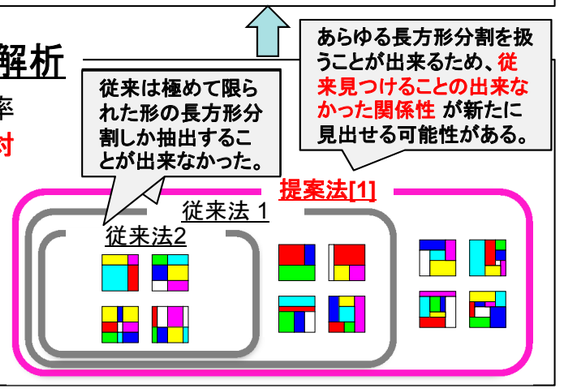
有限モデルの**極限**として無限モデルを構成。



確率モデルを用いた関係データ解析

確率モデルに基づく解析の基本方針：確率モデルを観測データにフィッティング（**対象を表現する確率モデルの設計が重要**）。

本研究の貢献：無限サイズの行列における**全ての（無限通りの）長方形分割**を表す確率モデルの構成に成功。従来は限定された長方形分割が主として扱われてきた。



関連文献

[1] M. Nakano, K. Ishiguro, A. Kimura, T. Yamada, N. Ueda, “Rectangular tiling process,” in *Proc. International Conference on Machine Learning (ICML)*, 2014.

連 絡 先

中野允裕 (Masahiro Nakano)　メディア情報研究部 メディア認識研究グループ
E-mail：nakano.masahiro (at) lab.ntt.co.jp

Scalable parallel graph processing by reordering

04 CPUを賢く使ってグラフから素早く知識を発見

～データ配置の最適化による高速なグラフ分析～

どんな研究

ビッグデータの一種であるネットワーク構造（グラフ）を表すデータの分析において、**CPU本来の性能を引き出すことでグラフ処理を高速化**する研究です。例えばSNS上のつながりから影響力が大きい人を発見したり、仲良しグループを発見したりといった多様な分析を高速化します。

どこが凄い

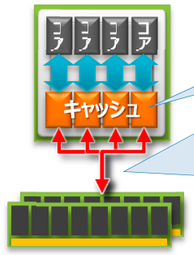
Webページのリンク構造や友人関係など「実世界のネットワーク」と呼ばれる構造の性質と、CPUが持つハードウェア的な性質を共に捉え利用することで、**従来のレイアウト手法を用いる場合と比べ最大2倍、レイアウト手法を用いない場合と比べ最大17倍**の高速化を実現します。

目指す未来

グラフ分析には「知り合いかも？」（友達検索）や商品・動画の推薦、個人の趣味・趣向を捉えたマーケティングなど幅広い応用があります。本技術は分析内容を問わず処理を高速化することで、より**大量のデータを用いた正確な知識発見**や、**瞬時に表示される推薦**などを可能にします。

メモリアクセスの効率化によってCPUの演算性能を引き出し、影響力分析やクラスタリングなど様々なグラフ分析処理を最大17倍高速化します

背景：CPUとメモリの構造



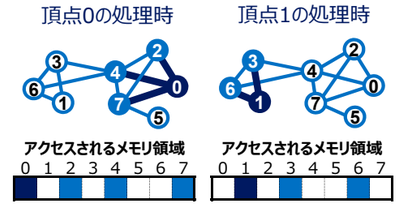
キャッシュ:
最近使ったデータや、それらの近くにあるデータが入っている

キャッシュに欲しいデータがないときはメモリにアクセスする

しかし多数のコアからメモリアクセスが集中するとデータを読み出せない

キャッシュの活用が重要

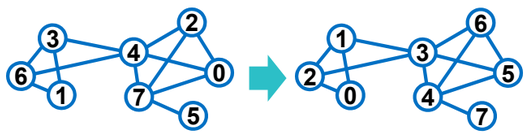
課題：グラフ分析のメモリアクセス



- アクセスされるデータの場所がバラバラ
- 同じデータの再利用が少ない

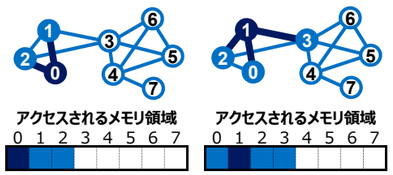
キャッシュを活用できない！

手法：頂点順序の最適化



頂点の ID 番号を振りなおす

隣接頂点のデータがメモリ上で近くに配置されるよう並べ替える



データが密集 & データの再利用が多い

キャッシュを活用できる！

- 頂点順序の最適化により影響力・関連度分析 (Personalized PageRank) を最大12倍高速化 (既存手法比約2倍)
- さらにグラフデータの圧縮によるメモリとの通信量削減を組み合わせることで最大17倍高速化

関連文献

[1] 新井淳也，塩川浩昭，山室健，鬼塚真，“頂点順序の最適化によるスケーラブルなグラフ並列処理，” in *Proc. the 6th Forum on Data Engineering and Information Management*, 2015.

連 絡 先

新井淳也 (Junya Arai)　ソフトウェアイノベーションセンタ
E-mail：arai.junya (at) lab.ntt.co.jp

Efficient structure mining for large-scale graph

05 大きなグラフから隠れた関係を素早く見つけます

～大規模グラフ向けの高速な構造分析～

どんな研究

実世界には情報のつながりを表す膨大なグラフデータが存在します。従来の技術では、大量のデータの分析のために、膨大な時間を要していました。本研究ではグラフデータを対象にした高速な分析を行う理論的なアルゴリズムの研究を進めています。

どこが凄い

グラフデータの構造的な特徴を理論的に解析することで、**高速なグラフデータ分析アルゴリズム**を確立しました。このアルゴリズムを用いることで従来のアルゴリズムよりも**より大規模なデータを短時間で分析**することができるようになりました。

目指す未来

大規模なソーシャルネットワークやメディアのグラフを瞬時に分析し、情報の推薦・予測・理解に活用できます。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、将来的に世界の至る所から得られるデータも瞬時に解析・利用できる社会を実現します。

● グラフにおけるノードの高速ラベリング技術 [1]

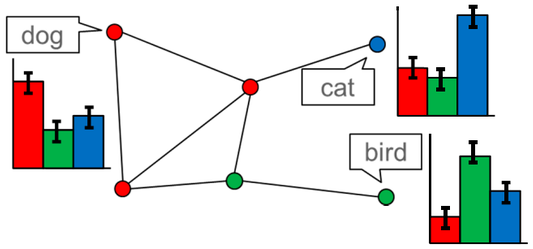
概要 ラベルが与えられた一部のノードからその他のノードのラベルを高速かつ高精度に推定

- 各ラベルのスコアの定義式から上限値と下限値を再帰的に推定

$$F = \alpha SF + (1-\alpha)Y$$
$$= (1-\alpha)(Y + \alpha SY + \alpha^2 S^2 Y + \cdots)$$

F :ノード×スコアの行列　α :定数
S :グラフの隣接行列　Y :与えられるスコアの分布

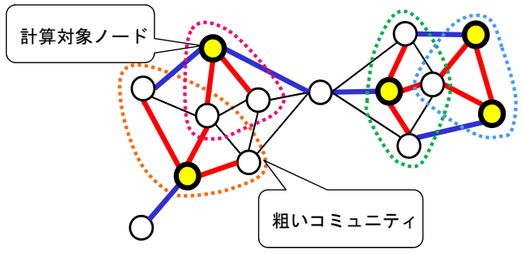
- 推定した各ラベルごとのスコアの上限値と下限値からラベルを決定



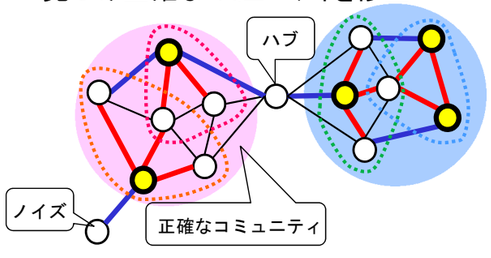
● クラスタリング高速化技術 [2]

概要 人間関係や購買履歴などの大規模なグラフデータの中からコミュニティやハブ、ノイズとなるデータを高速に発見

- 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



- 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



関連文献

[1] Y. Fujiwara, G. Irie, “Efficient label propagation,” in *Proc. the 31st International Conference on Machine Learning (ICML2014)*, 2014
[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

岩村相哲 (Sotetsu Iwamura)　ソフトウェアイノベーションセンタ
E-mail: iwamura.sotetsu (at) lab.ntt.co.jp

CILIX: a virtual machine for wireless sensor network applications

06 アジャイル環境センシング

～無線センサノード用汎用超小型仮想マシン CILIX～

どんな研究

どこでも簡単に環境センシングを可能にする**センサノード用仮想マシンCILIXを開発**しています。環境センシングには、センサデバイス固有のプログラム言語の習熟や、設置後の頻繁なメンテナンスなどの手間がかかります。CILIXは実フィールドセンシングに纏わるこれらの開発、運用・保守コストを低減します。

どこが凄い

CILIXにより、**複数の高級言語で、容易にセンサソフトウェアを開発**できます。また、**遠隔から無線でプログラムを更新できる**ため、現地に行かずにチューニングが行えます。さらに、**非常に軽量で小型マイコンでも動作するため、センサ用電池の長寿命化が可能**になります。

目指す未来

現在、都市部や里山など様々な場所で実証実験を進めています。本技術により、オンサイト保守回数を低減できるため、**膨大な数のセンサを利用した長期に渡る環境センシングが容易**に実現できます。スマートシティやフィールドなど多様な環境のリアルタイムモニタリングを可能にします。

関連文献

[1] 岸野泰恵, 須山敬之, 納谷太, 米澤拓郎, 中澤仁, 徳田英幸, “スマートシティ実現に向けた車載型大気情報センシングシステム,” DICOMO2014シンポジウム論文集, 2014.
[2] Y. Yanagisawa, Y. Kishino, T. Suyama, F. Naya, T. Terada, M. Tsukamoto, “CILIX: a CIL virtual machine for wireless sensor devices,” in *Proc. The 2014 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'14)*, 2014.

連 絡 先

白井良成 (Yoshinari Shirai)　協創情報研究部 知能創発環境研究グループ
E-mail：shirai.yoshinari (at) lab.ntt.co.jp

People flow navigation based on spatio-temporal statistical analysis

07 リアルタイムな状況予測で集団を快適に誘導

～時空間統計技術による人流データ解析～

どんな研究

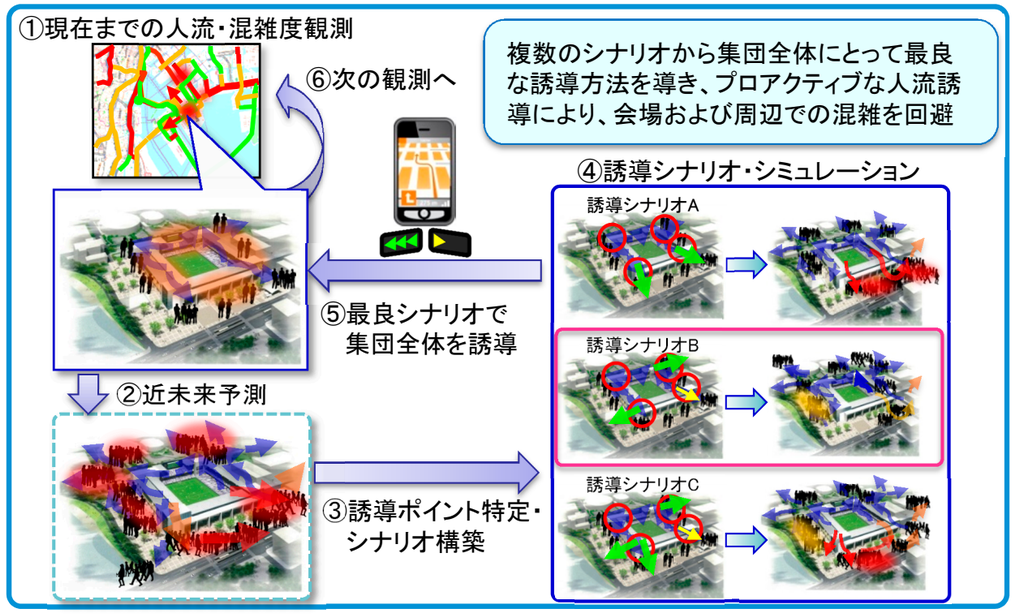
屋内外の施設を巡回するお客様が、安心・安全に移動できるよう支援するため、リアルタイムに観測された人流や交通流、イベント情報等から、近未来の人流・混雑度を予測し、**混雑なく、集団全体が快適に移動できるように誘導する技術**に取り組んでいます。ここでは疑似人流データでの検証結果を紹介します。

どこが凄い

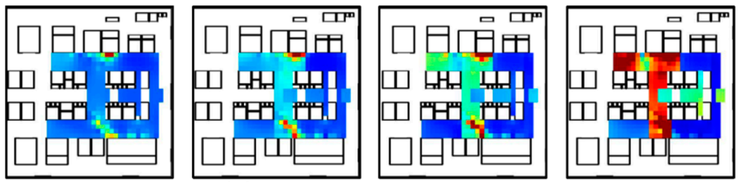
従来の誘導システムでは、現時点の観測データに基づいて個人単位で誘導するため、集団が同時に移動すると新たな混雑が生じる問題がありました。本技術では、**時空間統計技術により混雑が発生する場所と時間を予測し**、新たな混雑を抑制しながら、**集団全体にとって快適な誘導**が実現できます。

目指す未来

スポーツ競技やコンサート、展示会場等のイベントにおいて、大規模な人の移動やそれに伴う交通流、ネットワーク流の変動は社会インフラに重大な影響を及ぼします。**未然にリスクを管理し最良な誘導を行う**ことで、人々に快適な移動経路を提供するとともに、スマートな会場運営や交通インフラを実現します。



①から⑥を逐次繰り返すことにより、リアルタイムかつ先行的な誘導が可能となる



過去5分の人流データから将来の10分の混雑度予測の例

関連文献

[1] NTT R&D フォーラム2015: “周囲の状況を即時に予測し集団を最良ナビでおもてなし”

連 絡 先

上田修功 (Naonori Ueda)　機械学習・データ科学センタ
E-mail：ueda.naonori (at) lab.ntt.co.jp

Flow classification with traffic variation using cluster analysis

08 経路制御効果の高いフローを素早く発見

～クラスタ分析によるフローの時変動パターンに基づく分類～

どんな研究

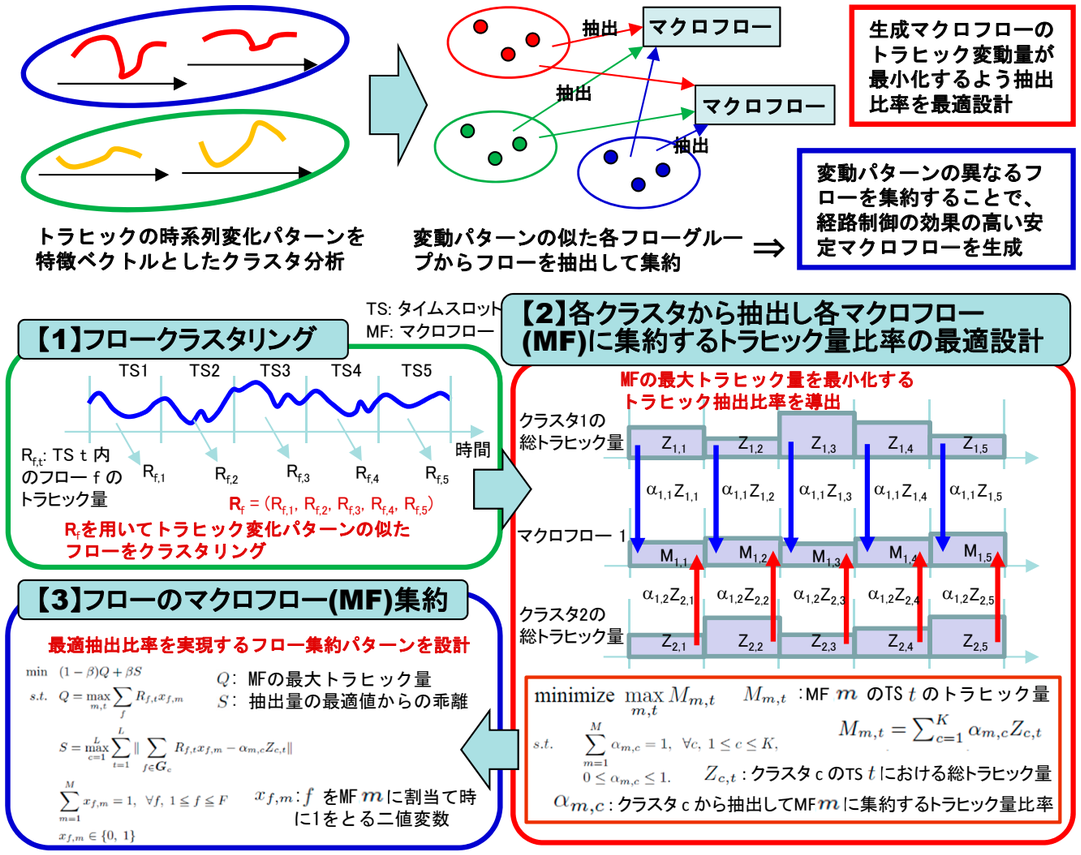
トラヒックが突発的に変動する状況においても、高品質なネットワークサービスを安定的に提供する**プロアクティブ(予見的)ネットワークオペレーション**の実現に向け、リアルタイム測定トラヒックデータに基づき**トラヒック変動量が小さくなるようフローを集約**して、経路制御を行う技術を開発しました。

どこが凄い

トラヒック変動パターンが異なるフローの集約が必要で、**通常のクラスタ分析と目的が逆**であるため、最初に変動パターンの似たフローをクラスタリングし、その後、各グループからフローを抽出して集約する三ステップから構成される**フローの分類法**を考案し、**経路制御に適用**した場合の効果を確認しました。

目指す未来

ネットワークの仮想資源割当、コンテンツ配信サーバ選択、パケット転送経路制御、動画配信レート制御、等の**多様な制御の相互作用**を総合的に考慮した、**ロバストなプロアクティブオペレーション**の具体化を支援、推進していきます。



本研究の一部は総務省SCOPE「フローマイニングに基づくトラヒック変動に適応する予測型トラヒックエンジニアリングの研究開発」の支援により実施

関連文献

[1] N. Kamiyama, Y. Takahashi, K. Ishibashi, K. Shiomoto, T. Otoshi, Y. Ohsita, M. Murata, “Flow aggregation for traffic engineering,” in *Proc. IEEE GLOBECOM 2014*, 2014.
[2] 上山憲昭，高橋洋介，石橋圭介，塩本公平，大歳達也，大下裕一，村田正幸，"経路制御のためのフロー集約法，" 電子情報通信学会NS研究会，2015.
[3] Y. Takahashi, K. Ishibashi, N. Kamiyama, K. Shiomoto, T. Otoshi, Y. Ohsita, M. Murata, “Macroflow-based traffic engineering in SDN-controlled network,” in *Proc. 11th International Conference on IP+Optical Network (iPOP2015)*, 2015.

連 絡 先

上山憲昭 (Noriaki Kamiyama)　ネットワーク基盤技術研究所
E-mail：kamiyama.noriaki (at) lab.ntt.co.jp

Automatic workflow extraction from unstructured texts for network operation

09 作業記録からノウハウを取り出す「Eskort」

～故障対応ワークフロー自動生成技術～

どんな研究

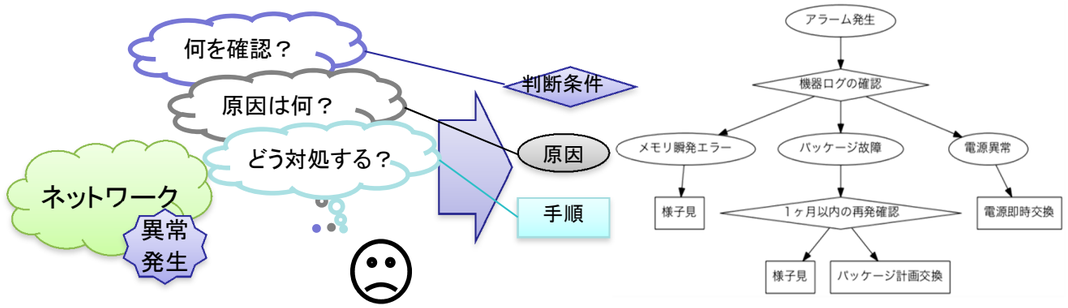
本研究では、故障対応の省力化・迅速化に向けて、保守運用における熟練者のノウハウの形式化・共有化を目指しています。運用者が故障対応時の行動を自由記述した作業記録を分析し、**暗黙知である対処手順を明示したワークフローを自動生成**する技術を確立しました。

どこが凄い

開発に成功したEskort (Experts' Solution Knowledge autOmatic extRacTion)は、1)作業記録からの**作業内容抽出**、2)複数作業記録を解析して故障状態特定および対処作業に**必要な情報(ワークフロー)のみを抽出・可視化**、3)クラスタリングによる**作業分岐ポイントの抽出** を自動実行する、新しいシステムです。

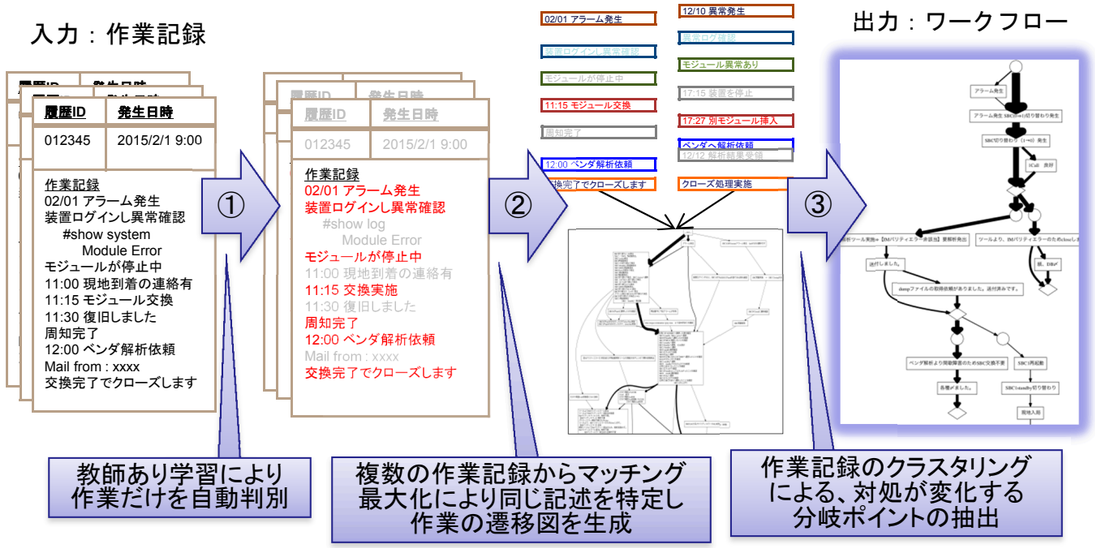
目指す未来

過去の作業記録からワークフローを生成し、蓄積された作業記録からのベストプラクティス抽出によるナビゲーション、さらには運用自動化(Run Book Automation; RBA)ツールへの適用で、**ネットワーク故障対応の省力化と迅速化**を目指します。



入力：作業記録

出力：ワークフロー



関連文献

[1] 渡邉暁, 木村達明, 豊野剛, 石橋圭介, “運用業務手順の獲得に向けた作業ログにおける業務分岐点の抽出,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 114, No. 523, ICM2014-63, pp. 55-60, 2015.

[2] 渡邉暁, 木村達明, 豊野剛, 西松研, “トラブルチケットにおけるオペレータの作業情報抽出手法,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 113, No. 473, IN2013-199, pp. 327-330, 2014.

連絡先

渡邉暁 (Akio Watanabe)　ネットワーク基盤技術研究所

E-mail：watanabe.a (at) lab.ntt.co.jp

Evaluating the naturalness of sentences using language models

10 東ロボくんに勝てるかな？

～統計的言語モデルによる文の自然性評価～

どんな研究

東大に入学できるような人工知能の実現を目指す、「**ロボットは東大に入れるか（東ロボ）**」プロジェクトに英語担当として参加し、**試験問題の自動解答**を題材として、知識処理技術に関する研究を進めています。本展示では、センター模試の英語問題に対する取り組みを紹介します。

どこが凄い

英語問題に正しく解答するには、**常識を正しく理解する必要**があります。しかしこれは、人工知能にとっては難しい問題です。私たちは、NTTがこれまで培ってきた、**対話処理・機械翻訳**の技術を応用することで、実際の**受験生の平均点を超える成績**を達成しました。

目指す未来

人の感情の動きを理解するとともに、Web上の様々な様式の情報をまとめてわかりやすく伝えられる、人に**寄り添う対話システム**の実現を目指しています。英語問題で出題される、会話文完成問題や、長文問題などをベンチマークとして、システムの改善を進めています。

目的：英語試験問題の自動解答

英語問題は常識を問う問題が多い
人間の持っている一般常識をどのようにモデル化するかがポイント

Parker：君のお父さんが入院したそうですね。
Brown：はい、来週手術なんです。
Parker：[19] 僕に何かできることがあったら言って下さい。
Brown：どうもありがとう。

① まさにそうです。
② 問題ありません。
③ ほっとしました。
④ それは大変ですね。

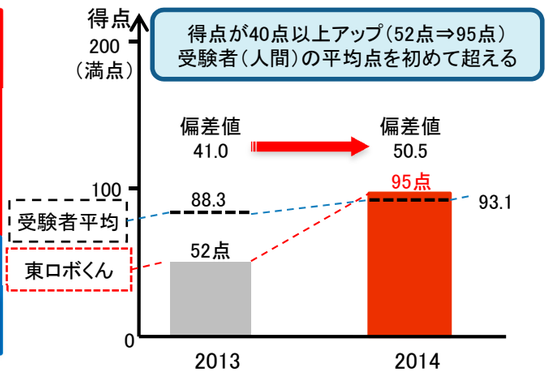
小学生や中学生でも分かるような教科書にないことを聞いている。
コンピュータにとっては一番苦手！

【出典：学校法人高宮学園 代ゼミ模擬試験問題研究課題データ・一部改変】

対話処理・機械翻訳で用いられている技術を応用して解答

例）
【対話の流れの自然さを評価】
評価ポイント
- 発話意図（申し出，感謝，…）
- 感情極性（正，負）

1	発音・アクセント	1A	発音	短文問題
		1B	アクセント	配点：99点
2	文法・会話・整序	2A	文法・語法・語彙問題	
		2B	会話文完成問題	
		2C	語句整序完成問題	
3	読解（文脈把握）	3A	未知語（句）語彙推測問題	
		3B	文脈に合わない文を推測する問題	
		3C	意見要旨把握問題	
4	読解（情報処理）	4A	グラフ・図表問題	
		4B	実用文書読解問題	
5	読解（情報理解）			長文問題
6	読解（論説文）			配点：101点



関連文献

[1] 東中竜一郎, 杉山弘晃, 磯崎秀樹, 菊井玄一郎, 堂坂浩二, 平博順, 南泰浩, “センター試験における英語問題の回答手法,” 言語処理学会第21回年次大会, 2015.

[2] 松崎拓也, 横野光, 宮尾祐介, 川添愛, 狩野芳伸, 加納隼人, 佐藤理史, 東中竜一郎, 杉山弘晃, 磯崎秀樹, 菊井玄一郎, 堂坂浩二, 平博順, 南泰浩, “『ロボットは東大に入れるか』プロジェクト 代ゼミセンター模試タスクにおけるエラーの分析,” 言語処理学会第21回年次大会, 2015.

連絡先

杉山弘晃 (Hiroaki Sugiyama)　協創情報研究部 インタラクション対話研究グループ

E-mail：sugiyama.hiroaki (at) lab.ntt.co.jp

Exploring differences in learnability of IDS and ADS words in children

11 “わんわん”は“いぬ”より覚えやすい

～幼児における育児語と成人語の学習しやすさの違いを探る～

どんな研究

「わんわん」「ぶっぶー」等の擬音語をラベルとして用いる**育児語**。これは日本語の特徴的な傾向で、養育者の多くが使用しています。この育児語が幼児の言語習得にどう影響するかを視線解析実験や大規模データ解析を駆使して研究し、言語習得メカニズムの解明を目指しています。

どこが凄い

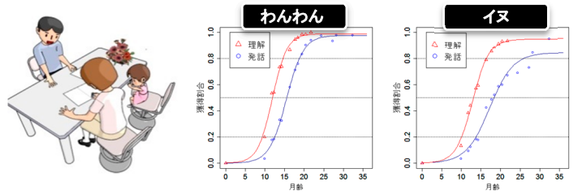
養育者を観察すると「ワンワンだよ犬だね」のように育児語と成人語を併用する場合がよくあります。こうした**複数ラベル**を実験状況下で提示すると、16ヶ月児のほとんどが育児語のみを選択的に学習することがわかりました。これは**育児語が学習しやすい**ことを示す明確な証拠です。

目指す未来

ことばの学習しやすさに影響を与える特徴や要因などが明らかになれば**コミュニケーション能力の発達を支援**する効果的方法を導き出すことが可能です。私たちは、こうした科学的エビデンスをICT技術と連動させることにより、幼児の発達を後押しする革新的技術を提案していきます。

■ こどもは 育児語と成人語のどちらを早期に覚えるか？

- 語彙チェックリスト法による大規模データの収集と解析
- 50%のこどもが該当語を言えるようになる月齢を推定し育児語と成人語を比較

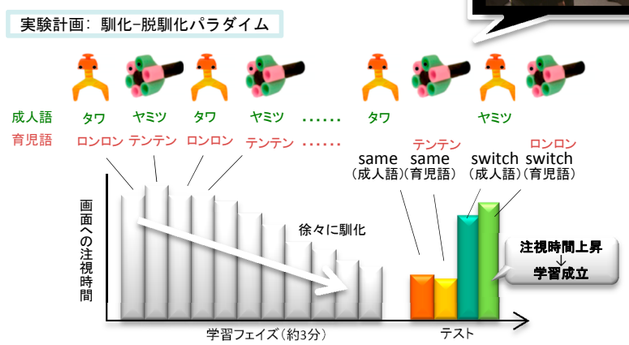


育児語は成人語より早期に習得する傾向あり

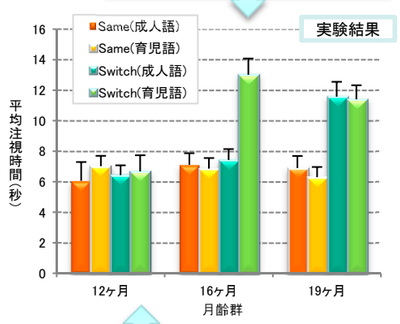
育児語		成人語	
わんわん	15	イヌ	18
ぶーぶー	17	クルマ	19
ママ	17	お母さん	23
パパ	18	お父さん	24
にゃんにゃん	18	ネコ	20
ばーば	18	おばあちゃん	22
じーじ	19	おじちゃん	21
くつく	18	くつ	19
しーしー	20	おしっこ	21
えんえん	21	泣く	26
ぼんぼん	22	おなか	22
がーがー	23	アヒル	30
ちょきちょき	25	切る	28
ごっつん	24	ぶつかる	29
（月齢）			（月齢）

■ 育児語と成人語の学習しやすさの違いを実験的に検証

- 12，16，19ヶ月齢の幼児を対象にして実験
- 新奇な育児語(ロンロン)と成人語(タワ)を同時提示
- 学習が成立したかを注視反応を指標として判定



16ヶ月児は複数ラベルのうち育児語のみを学習



12ヶ月児は両ラベルとも学習せず（複数ラベル提示は学習を阻害）

（本研究は島根大学との共同研究成果を一部含む）

関連文献

[1] T. Kobayashi, T. Murase, “Associating two novel labels with one object by Japanese 1-year-old children,” in *Proc. 36th Meeting of the Society for Research in Child Development (SRCD)*, 2013.
[2] T. Kobayashi, T. Murase, “Learning multiple labels for a single object in Japanese children,” in *Proc. 36th Boston University Conference on Language Development (BUCLD)*, 2011.
[3] 小林哲生，村瀬俊樹，“育児語的複数ラベル提示状況下での1歳児の語彙学習，”電子情報通信学会技術研究報告，Vol. 112，No. 412，HCS2012-68, pp. 83-88, 2013.

連 絡 先

小林哲生 (Tessei Kobayashi) 協創情報研究部 インタラクション対話研究グループ
E-mail：kobayashi.tessei (at) lab.ntt.co.jp

Pre-ordering machine translation by deep syntactic analysis

12 日本語を詳細に読み解けばもっと上手に訳せる！

～深い構文解析による事前並べ替え機械翻訳～

どんな研究

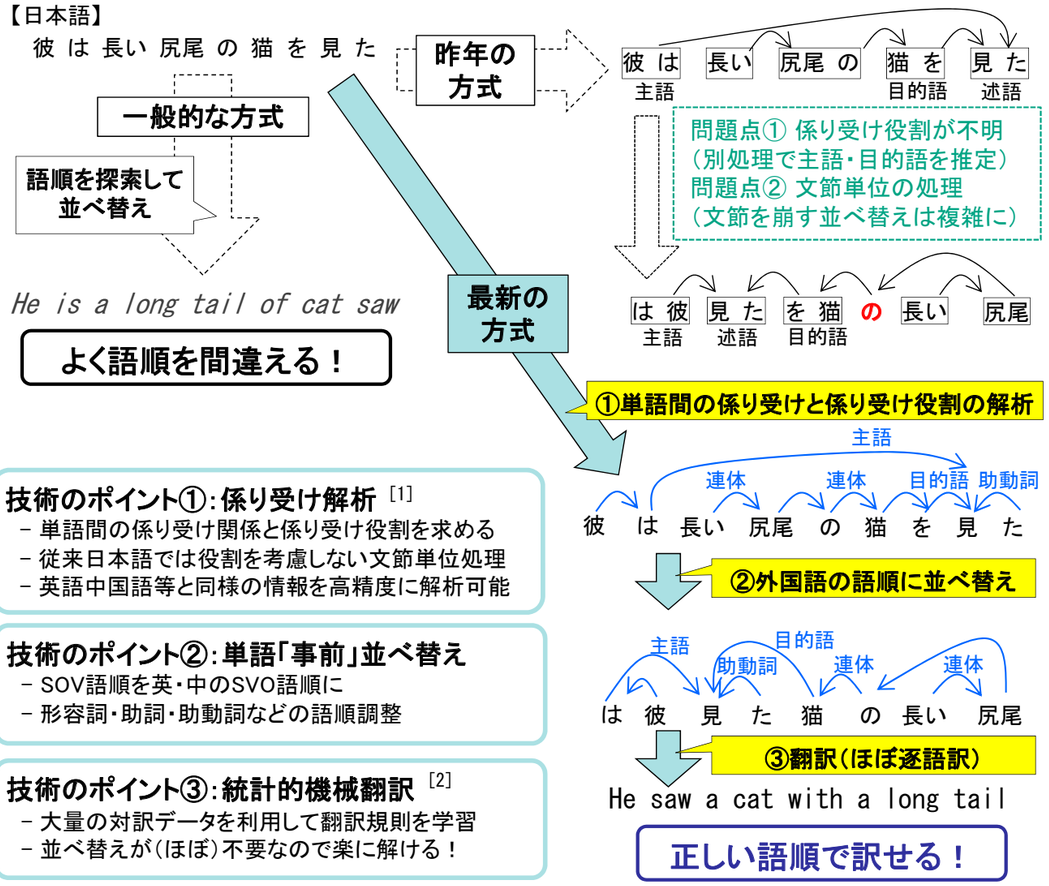
英語や中国語は日本語と語順が異なります。語順は文法で決まるため、各言語の文法に基づいた構文解析が語順の正しい翻訳のためにとても重要です。この研究は、日本語を翻訳する時に、日本語の構文解析を利用して**語順を外国語に近くなるようにあらかじめ並べ替え**て、機械翻訳しやすくする方法に関するものです。

どこが凄い

日本語と英語や中国語は主語･述語･目的語や修飾語等の順番が異なります。私たちは、日本語の構文解析で各単語間の係り受けとその役割を同時に求め、**係り受けの役割に応じて語順を並べ替える**ようにしました。これにより、役割の区別がない文節単位の係り受けを用いた場合より柔軟な並べ替えを可能にしました。

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：係り受け解析 [1]

- 単語間の係り受け関係と係り受け役割を求める
- 従来日本語では役割を考慮しない文節単位処理
- 英語中国語等と同様の情報を高精度に解析可能

技術のポイント②：単語「事前」並べ替え

- SOV語順を英･中のSVO語順に
- 形容詞･助詞･助動詞などの語順調整

技術のポイント③：統計的機械翻訳 [2]

- 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！

関連文献

[1] 田中貴秋, 永田昌明, “日本語のラベル付き依存構造解析の検討,” 言語処理学会第21回年次大会発表論文集, 2015.
[2] 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

Combinatorial optimization using binary decision diagram

13 ご予算にあう最高の詰合せをすぐに作れます

～二分決定グラフを用いた組合せ最適化～

どんな研究

組合せ最適化問題の一種である**ナップサック問題**に様々な**制約を追加**した問題を解くための方法を展示しています。例えば、「この商品の組合せは解に含めたくない」といった制約を追加したナップサック問題を解くことができます。

どこが凄い

制約を追加したナップサック問題を解くためには、追加した制約に応じて専用解法を設計する必要がありました。しかし、追加の制約を**二分決定グラフ（ZDD）**を用いて表現することによって、さまざまな制約を追加しても効率的に問題を解くことができます。

目指す未来

本技術を用いることによって、要望にあわせた最適な詰め合わせを高速に作ることができます。応用先としては、自然言語処理の課題であるテキスト自動要約のほか、荷物の箱詰め問題や、ネットワークの設計問題等に幅広く利用できます。

制約を追加したナップサック問題

重量の合計がしきい値以内である組合せのうち、価値の合計が最大となり、かつ追加の制約を満たすものを選択する

商品一覧

	価値	重量
	500円	3kg
	800円	1kg
	300円	2kg
	1000円	2kg
	800円	4kg

ナップサック問題

重量が6kg以内で価値の合計が最大となる商品の組合せは？

6kg以内で
価値最大の組合せ

効率的に解ける

制約を追加したナップサック問題　現実の問題では様々な要望に応える解が欲しい

ビンは硬いものと一緒にしたくない（排他制約）

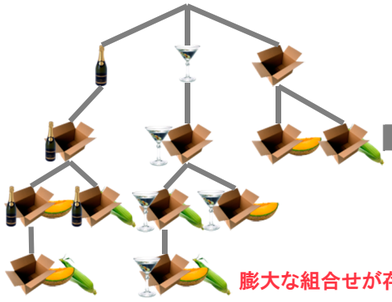
野菜・果物を選ぶなら箱も選びたい（順序制約）

6kg以内で**要望を満たす**価値最大の組合せ

効率的に解けない

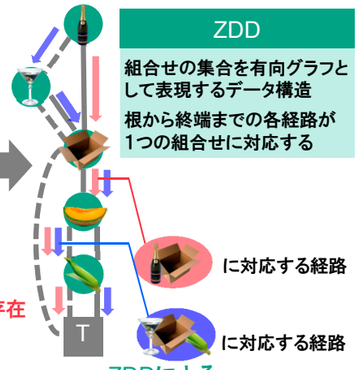
二分決定グラフを用いた最適化

制約を満たす組合せの集合を二分決定グラフ(ZDD)を用いて表現することで、ZDDの節点数に比例する計算時間の動的計画法で問題が解ける



膨大な組合せが存在

要望に応える
商品の組合せの集合



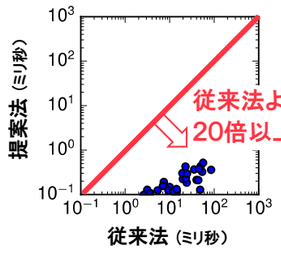
ZDDによる
組合せ集合の表現

ZDD

組合せの集合を有向グラフとして表現するデータ構造

根から終端までの各経路が1つの組合せに対応する

実行時間の比較



手法のポイント

- さまざまな制約を扱える
- 計算時間を見積り可能
- 高速な求解

関連文献

[1] M. Nishino, N. Yasuda, S. Minato, M. Nagata, “BDD-constrained search: a unified approach to constrained shortest path problems,” in *Proc. 29th AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI)*, 2015.

[2] M. Nishino, N. Yasuda, T. Hirao, S. Minato, M. Nagata, “A dynamic programming algorithm for tree trimming-based text summarization,” in *Proc. 2015 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics – Human Language Technologies (NAACL HLT)*, 2015.

連 絡 先

西野正彬 (Masaaki Nishino)　協創情報研究部 言語知能研究グループ

E-mail：nishino.masaaki (at) lab.ntt.co.jp

Identification of untouchable quantum system

14 ノイズを逆手にとる量子コンピュータ

～量子環境ノイズを推定して計算資源として活用～

どんな研究

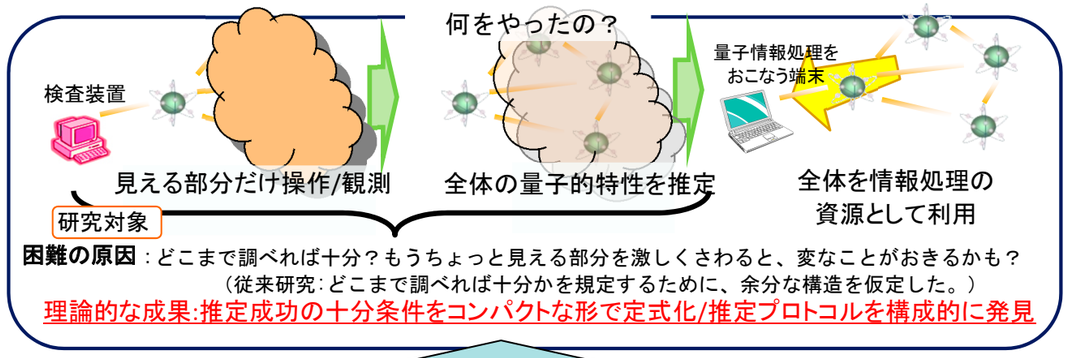
一般的に私たちが物を操作・観測するとき、実際見える部分は、全体の一部です。そのため、**見える部分の情報から、見えない部分を含めた全体を推定**する手法が必要となります。この展示では、量子力学的な微視的世界において、この問題を解決する方法を紹介します。

どこが凄い

見えない部分が**無限には大きくないという自然な仮定**のもとで、推定問題を解決しました。従来研究では、特定の構造の存在を仮定して簡単化した問題を扱っており、**本研究で初めて一般性を持つ方法論が確立**されました。これは、現実の問題に適用するための重要な一歩です。

目指す未来

量子デバイスの周辺にあるノイズ源は、その性質を推定する手段を持たなかったため、邪魔物として扱われていました。実際、量子情報処理は、ノイズに弱いため、その存在は大きな問題でした。しかし、本成果により、**ノイズ源を量子情報処理の資源として使える**ようになります。



関連文献

[1] M. Owari, K. Maruyama, T. Takui, G. Kato, “Probing an untouchable environment for its identification and control,” *Phys. Rev. A*, Vol. 9, 012343, 2015.

連 絡 先

加藤豪 (Go Kato)　メディア情報研究部 情報基礎理論研究グループ

E-mail：kato.go (at) lab.ntt.co.jp

A new concept toward reliable physical random bit generation

15 でたらめを保証する

～物理乱数生成の信頼性を評価する新概念：ノイズロバスト性～

どんな研究

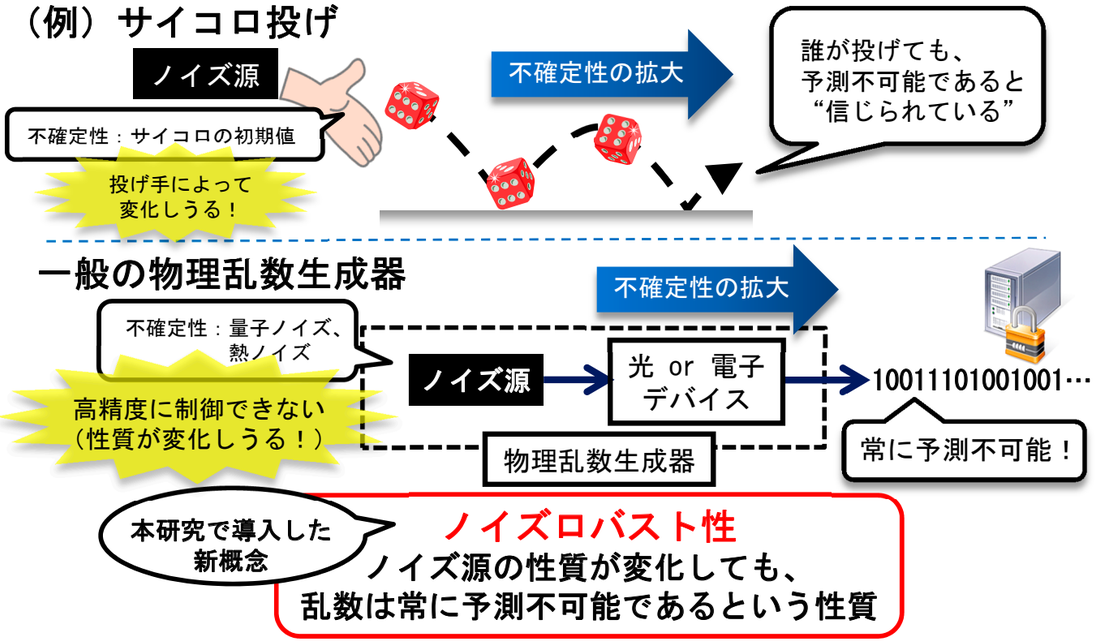
ランダムな物理現象を用いて作られる乱数は**物理乱数**と呼ばれ、近年研究が盛んに行われています。しかし物理乱数が**真にでたらめ（予測不可能）**であることを保証する研究はほとんどありません。本研究では予測不可能性を実現する物理乱数生成器が備えるべき条件を解明しました。

どこが凄い

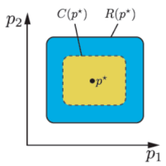
物理乱数が安心して情報セキュリティ技術に用いられるために、備えているべき必要不可欠な性質とは何か？その答えとして**新概念“ノイズロバスト性”を創出し、数理的に定式化**しました。さらに**NTTが提案している物理乱数生成器がノイズロバスト性を持つことを保証**しました。

目指す未来

今後益々発展が期待されるネットワーク社会において情報セキュリティ技術の重要性は増し、**品質の保証された物理乱数生成技術**は必要不可欠なものとなります。我々の物理乱数生成器の信頼性保証の研究により、安心安全な通信が実現することを目指します。

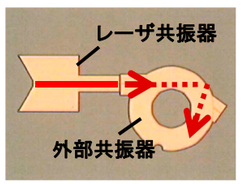


◆ 数理的定式化



定義：物理乱数生成器が
$$C(p^*) \subset R(p^*)$$
を満たすとき、ノイズロバスト性を持つという。
ここでp^*はノイズパラメタの設計値、$C(p^*)$はノイズ制御可能領域、$R(p^*)$はノイズロバスト領域。

◆ NTT方式のノイズロバスト性保証



NTTは半導体レーザーを用いた方式の物理乱数生成器を提案しています。我々はこのNTT方式の物理乱数生成器がノイズロバスト性を持つことを数値的に保証しました。

関連文献

[1] M. Inubushi, K. Yoshimura, P. Davis, “Noise robustness of unpredictability in a chaotic laser system: Toward reliable physical random bit generation,” *Phys. Rev. E*, Vol. 91, 022918, 2015.
[2] M. Inubushi, K. Yoshimura, K. Arai, P. Davis, “Physical random bit generators and their reliability: focusing on chaotic laser systems,” *Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA), IEICE*, Vol. 6, No. 2, 2015.

連 絡 先

犬伏正信 (Masanobu Inubushi)　メディア情報研究部 情報基礎理論研究グループ
E-mail: inubushi.masanobu (at) lab.ntt.co.jp

Generative modeling of voice fundamental frequency contours

16 イントネーションを分析、合成、変換

～音声基本周波数パターンの確率モデル～

どんな研究

線形予測分析(LPC)は近代式の音声分析合成系を誕生させ、携帯電話という新たなコミュニケーション手段と統計的音声情報処理という研究パラダイムをもたらしました。LPCは音声の中でも音韻(言語情報)の分析合成系を実現するのに対し、本研究は、**非言語情報に関係する韻律的特徴の分析合成系**を実現します。

どこが凄い

LPCでは声道の物理モデルによる音声信号生成過程を確率モデル化し、統計的手法により声道パラメータを推定する枠組を与えました。本研究では、**甲状軟骨の物理モデル(藤崎モデル)による基本周波数パターン生成過程を確率モデル化**し、統計的手法により韻律パラメータを推定する枠組を与えることに成功しました。

目指す未来

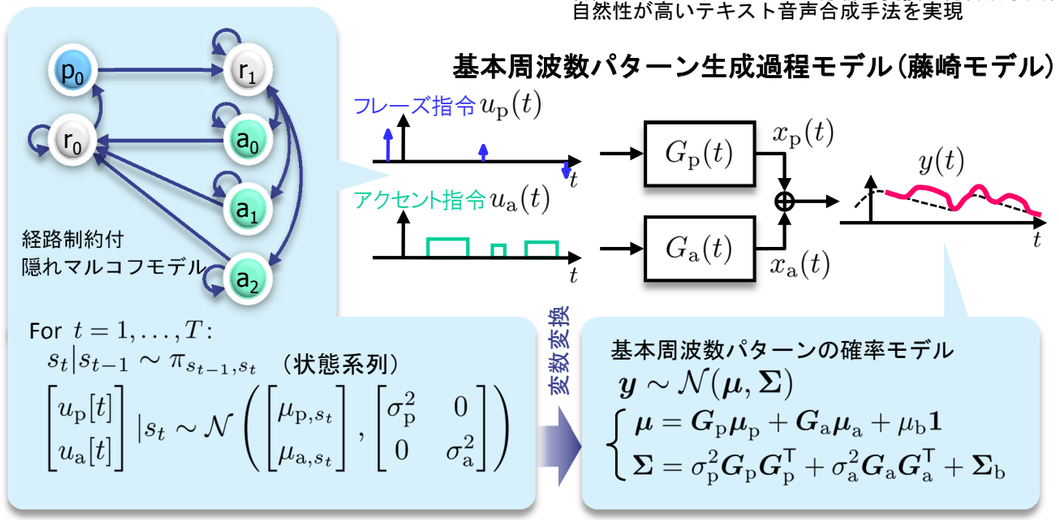
かつてLPCが統計的音声情報処理という研究パラダイムを生んだのと同様、本研究は**音声の韻律に関する情報処理の新分野**を拓くきっかけになる可能性があります。現在、イントネーションが自然な音声合成手法や、音声の表情や個人性などを認識・分析・変換する手法を開発することを目指しています。

基本周波数パターンとは

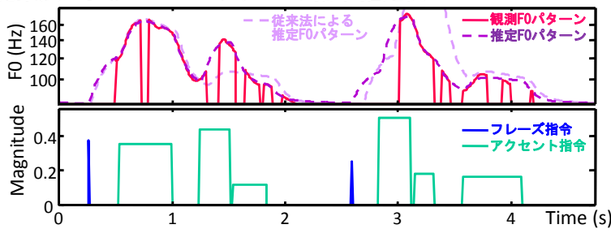
- 音声の個人性・調子・感情・意図などを反映した物理量
- コミュニケーションにおいて重要な非言語的役割を担う

本研究のポイント

- 藤崎モデルを確率モデルに翻訳 ⇒ 統計的手法による藤崎モデルのパラメータ推定法の確立
- 音声のイントネーションの分析・変換・再合成手法、自然性が高いテキスト音声合成手法を実現



提案法によるフレーズ・アクセント指令推定例



音声デモあり

何ができるようになる？

- フレーズ・アクセント指令を操作 ⇒ 自然性を保ったままイントネーションを自在に操作できる
- テキストからフレーズ・アクセント指令を予測する回帰問題に本モデルを適用 ⇒ テキスト入力から自然なイントネーションの音声を合成できる

関連文献

[1] H. Kameoka, K. Yoshizato, T. Ishihara, K. Kadowaki, Y. Ohishi, K. Kashino, "Generative modeling of voice fundamental frequency contours," *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech and Language Processing*, to appear, 2015.
[2] K. Kadowaki, T. Ishihara, N. Hojo, H. Kameoka, "Speech prosody generation for text-to-speech synthesis based on generative model of F0 contours," in *Proc. The 15th Annual Conference of the International Speech Communication Association (Interspeech 2014)*, pp. 2322-2326, 2014.

連 絡 先

亀岡弘和 (Hirokazu Kameoka)　メディア情報研究部 メディア認識研究グループ
E-mail：kameoka.hirokazu (at) lab.ntt.co.jp

Simultaneous multi-biosignal sensing by visible light communication

17 撮ればわかる

～可視光通信で切り開く多チャネル生体信号同時計測への道～

どんな研究

LEDと高速カメラを使い **簡単でかつ拡張性の高い無線ネットワークを構築することができる可視光通信**の研究です。Wi-Fiなど従来の通信手段の安定した運用が困難な環境においても他のネットワークと干渉することなく沢山のデータを集めることができます。

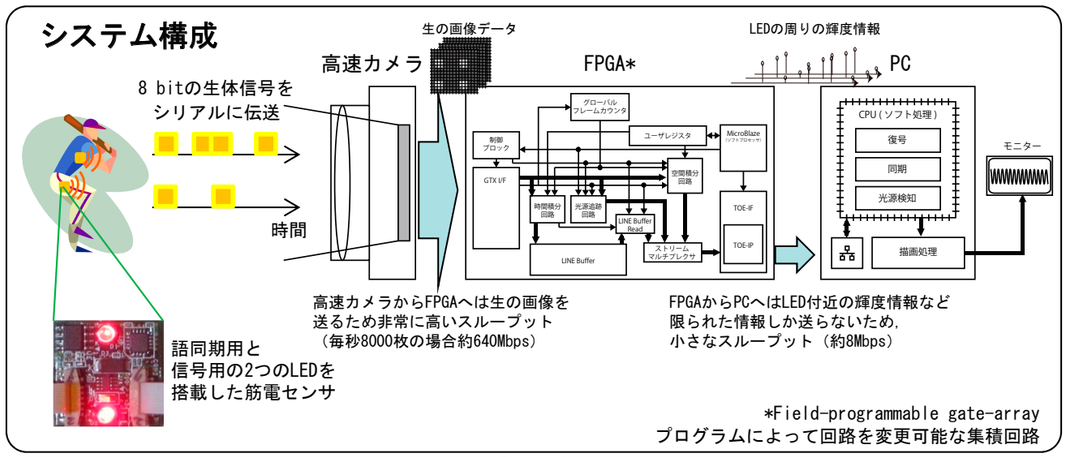
どこが凄い

高速なデータ通信を行うための**高いフレームレート（例えば8000枚/秒）使用時でも、送信機であるLEDの追従が可能**です。さらに、画像処理の大部分をストリーミング処理が得意なFPGAで実装できるように工夫することで、簡単に持ち運びができるシステムを作製できました。

目指す未来

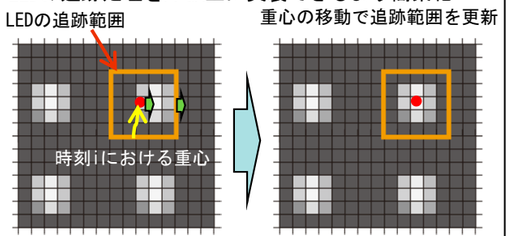
リハビリテーションにおけるリアルタイム多人数同時生体信号測定、さらに**高速なネットワークと組み合わせた遠隔でのスポーツ指導**が可能になります。また、集団における心理物理実験を可能にし、臨場感や盛り上がりの定量化など新たな知見を生み出すことに貢献します。

システム構成



FPGAにおけるLEDの追跡処理*

LEDの追跡処理をFPGA上に実装できるよう簡素化



＊ 白い画素がLEDに対応

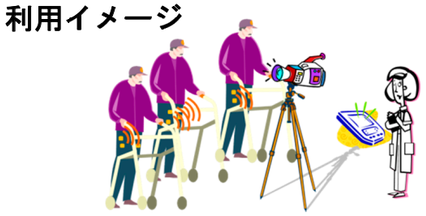
画素値の重み付き平均をとり，重心を移動する

$$\hat{c}(i+1)_{\mathrm{LED}} = \left\lfloor \frac{\sum_{c,r\in R} b(c,r,i+1)c}{\sum_{c,r\in R} b(c,r,i+1)} \right\rfloor$$

$$\hat{r}(i+1)_{\mathrm{LED}} = \left\lfloor \frac{\sum_{c,r\in R} b(c,r,i+1)r}{\sum_{c,r\in R} b(c,r,i+1)} \right\rfloor$$

*立命館大学との共同研究

利用イメージ



多人数がいる場でのリハビリテーション

遠隔スポーツ指導

関連文献

[1] 河合遼, 城圭太, 泉知倫, 白木善史, 鎌本優, “高速カメラによる広帯域光無線通信のための光源追跡ハードウェアの検討,” 情報処理学会第76回全国大会予稿集, 東京電機大学, 2014.
[2] 中原優, 泉知論, 白木善史, 鎌本優, 孟林, “高速カメラによる広帯域光通信の移動体への適用と試作,” 2015年電子情報通信学会・総合大会予稿集, 立命館大学, 2015.

連絡先

白木善史 (Yoshifumi Shiraki)　守谷特別研究室
E-mail：shiraki.yoshifumi (at) lab.ntt.co.jp

Real world information retrieval by media search technology

18 目に見えるものと情報の世界とをつなぐ

～メディア探索技術による実世界情報検索～

どんな研究

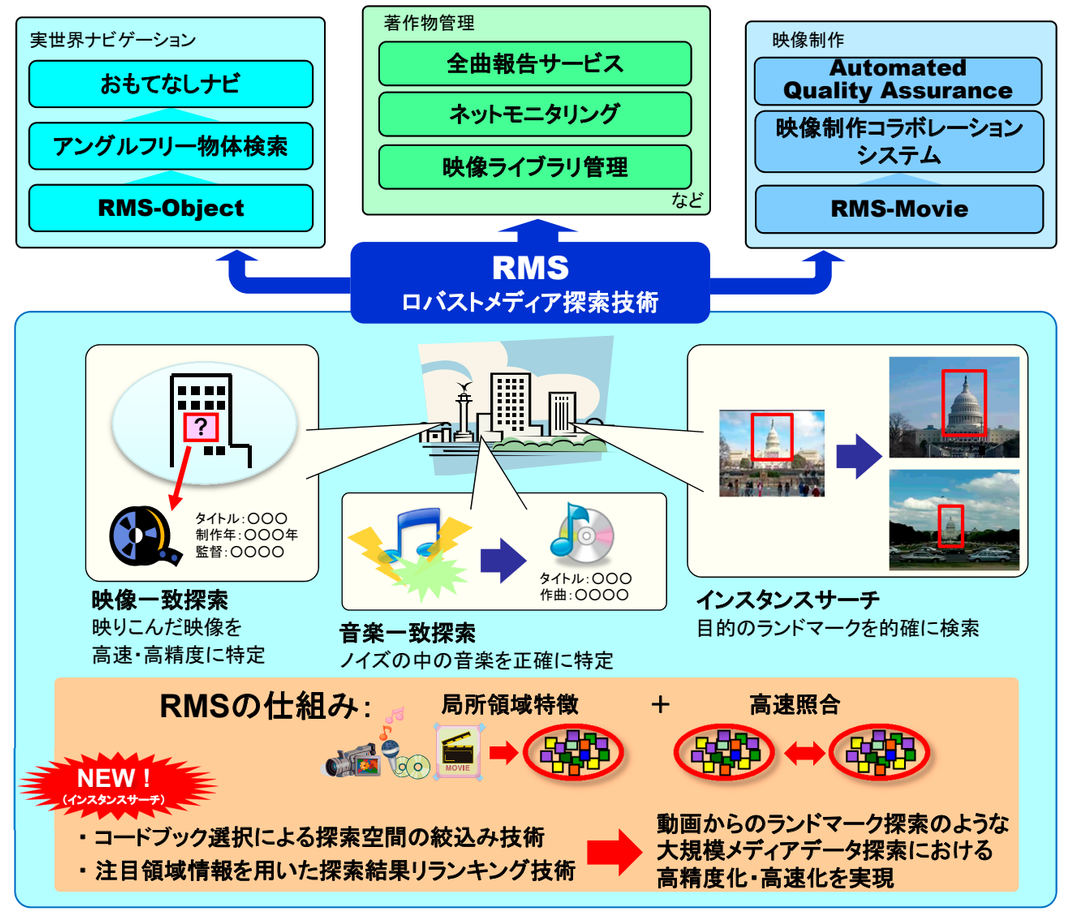
画像・映像・音の断片そのものに基づき、**膨大なメディア情報の中から目的とする情報を高速・高精度に探索する技術**の研究です。キーワードなどのメタデータに依存せず、カメラやマイクで捉えた対象の名前の特定やその関連情報の検索が可能となります。

どこが凄い

画質や音質が劣化していたり、編集や加工により信号が大きく変化していても、目的とする情報を正しく探索できる**頑健性（ロバスト性）**、膨大なメディア情報を実用的な速度で探索できる**高速性**、対象そのものを的確に特定できる**精度の高さ**を兼ね備えています。

目指す未来

目に見えるもの、耳に聞こえる音で、名前がわからない対象を特定する、実世界と情報空間をつなぐインタフェース技術として、また、日々増加するインターネット上の膨大な映像・音声データから必要な情報を瞬時に探し出す検索技術として、メディア社会の発展を支えます。



関連文献

[1] 村田眞哉, 永野秀尚, 向井良, 平松薫, 柏野邦夫, “映像中の特定物体を探索するインスタンスサーチ技術,” NTT技術ジャーナル, 2014.
[2] M. Murata, H. Nagano, K. Hiramatsu, T. Kawanishi, K. Kashino, S. Satoh, “NTT Communication Science Laboratories at TRECVID2014 Instance Search Task,” *TRECVID2014 Workshop*, 2014.
[3] M. Murata, H. Nagano, R. Mukai, K. Kashino, S. Satoh, “BM25 with exponential IDF for instance search,” *IEEE Trans. on Multimedia*, 2014.
[4] 柏野邦夫, “膨大なメディアデータの探索と活用～ビッグメディア時代のボトルネック解消に向けて～,” NTT技術ジャーナル, 2014.

連絡先

平松薫 (Kaoru Hiramatsu)　メディア情報研究部 メディア認識研究グループ
E-mail：hiramatsu.kaoru (at) lab.ntt.co.jp

High-quality speech enhancement using vast amounts of examples

19 雑音に埋もれた声を見本のクリーン音声で修復

～大量の事例を用いた超高品質音声強調～

どんな研究

収録音声に含まれる雑音や残響を取り除く技術（音声強調技術）の研究は今までにも沢山行われてきました。しかし、処理音声には歪み（残留雑音・残響、不自然な音）が残り、聞き取りにくい音となってしまうことがしばしばでした。この研究は、**処理音に歪みが全く残らない音声強調の確立**を目指した研究です。

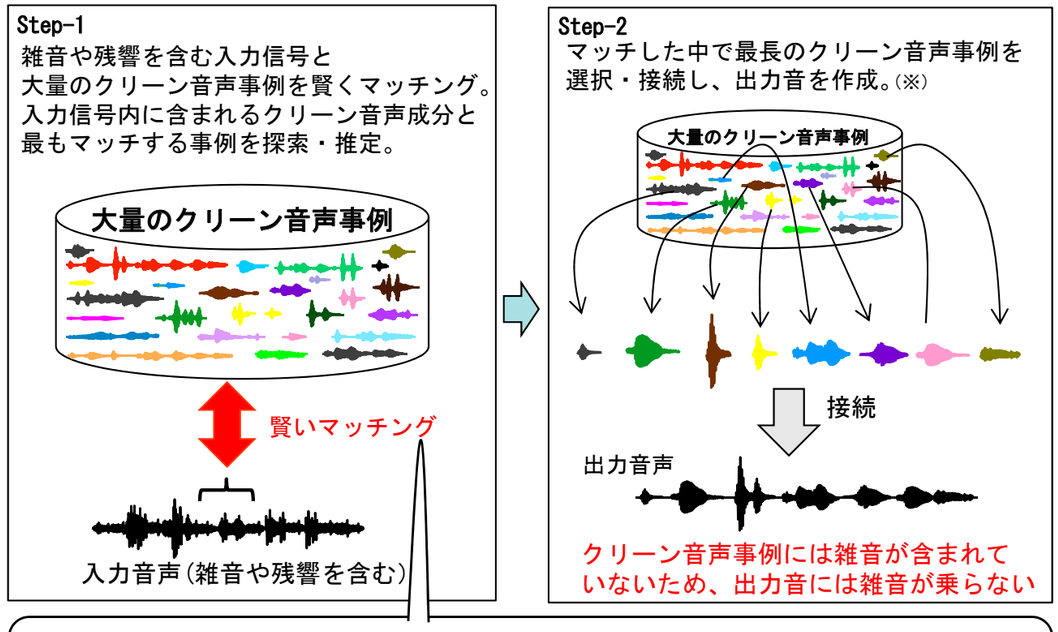
どこが凄い

紹介技術は、膨大な量の学習用クリーン音声事例を背後に持ち、収録音に含まれるクリーン音声に最も合致する素片をその中からうまく探し出して、収録音声をその素片に置き換えます。クリーン音声素片の接続で作り出される出力音には、歪みが入りこむ余地はなく、**超高品質な音声強調が可能**となります。

目指す未来

超高品質音声強調が可能となれば、例えば、今まで快適に行うことが難しかったスマートフォンやウェアラブル端末でのハンズフリー通話や、様々な場面での高品質音声録音等が可能となります。また、この技術は、音声認識性能の向上にも役に立ちます（雑音下音声認識コンペCHiMEチャレンジ2011でトップスコアを達成）。

事例ベース音声強調処理の概念



入力信号に含まれるクリーン音声成分にマッチするクリーン音声事例を探すための「賢いマッチング」とは？

現在までに、以下の2つの方法（相補的な関係）を提案

- マッチングの方策1[1]：マッチングの不確かさを確率的に判断しながら、最長類似事例を探索
- マッチングの方策2[2]：クリーン音声事例と対を成す、雑音音声事例を人工的に大量に作成。そのデータと入力信号の照合を高速探索アルゴリズムを用い、最長類似事例を探索

（※）事例接続により得られた信号を音声強調フィルタ計算に利用し、フィルタリング処理により音声強調を行うことも可能（不特定話者の処理への対応等に有効）

関連文献

[1] K. Kinoshita, M. Souden, M. Delcroix, T. Nakatani, “Single channel dereverberation using example-based speech enhancement with uncertainty decoding technique,” in *Proc. Interspeech*, pp. 197-200, 2011.
[2] A. Ogawa, K. Kinoshita, T. Hori, T. Nakatani, A. Nakamura, “Fast segment search for corpus-based speech enhancement based on speech recognition technology,” in *Proc. ICASSP*, pp. 1557-1561, 2014.

連絡先

木下慶介 (Keisuke Kinoshita)　メディア情報研究部 信号処理研究グループ
E-mail：kinoshita.k (at) lab.ntt.co.jp

Advances in distant speech recognition by deep learning

20 コンピュータが音を読み解く

～深層学習を活かした実環境下音声認識・音響処理～

どんな研究

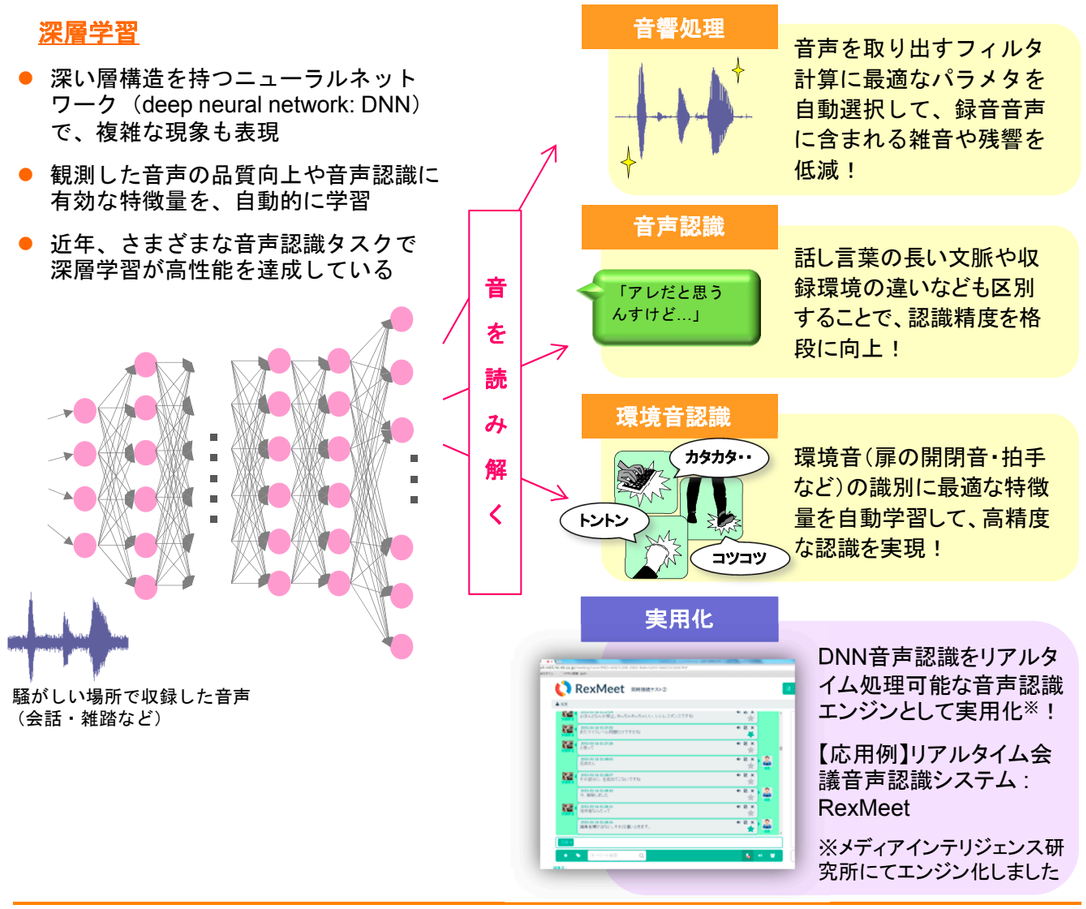
多様な音環境での**会話音声認識や会話シーン分析**の研究を進めています。これに不可欠な基盤技術の一つとして、深層学習を用いた雑音や残響除去技術や、自由な話し言葉音声を高精度に認識する技術を提案しています。

どこが凄い

深層学習が広く検討されている音声認識だけでなく、雑音・残響除去や環境音認識も含めた幅広い音声処理技術について、**深層学習に基づく効果的な方法**を提案しました。これにより、実環境で収録した音から「何が起きているか」「何を話しているか」などを、より正確に推定することができるようになりました。

目指す未来

オフィス打合せスペースでの議論や、カフェやリビングでの会話など、騒がしい所で多くの人が話す場面でも**快適に動作する会話音声認識が可能に**なります。例えば騒がしい場所での打合せの議事録自動作成や、ウェアラブル端末での音声ライフログ記録などが可能となり、**音声インタフェースがより便利に**なります。



関連文献

[1] 久保陽太郎, “音声認識における深層学習の活用とその進展,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 114, No. 52, pp. 39-44, 2014.
[2] S. Araki, T. Hayashi, M. Delcroix, M. Fujimoto, K. Takeda, T. Nakatani, “Exploring multi-channel features for denoising-autoencoder-based speech enhancement,” in *Proc. ICASSP*, 2015.
[3] D.Q. Truong, S. Nakamura, M. Delcroix, T. Hori, “WFST-based structural classification integrating DNN acoustic features and RNN language features for speech recognition,” in *Proc. ICASSP*, 2015.

連絡先

荒木章子 (Shoko Araki)　メディア情報研究部 信号処理研究グループ
E-mail：araki.shoko (at) lab.ntt.co.jp

"Shitsukan" reproduction using reflection and fluorescent of object

21 9つの眼で蛍光を測る

～反射特性と蛍光特性の同時計測による質感の分析と再現～

どんな研究

私たちの生活で身近な物体の多くは、その表面において、光の反射に加え蛍光という現象が生じています。異なる光学特性を持つ**反射光と蛍光を同時に画像として記録した後、それぞれの光成分を分離し、正確に色を再現する**研究です。蛍光は物体の質感に、強く影響しています。

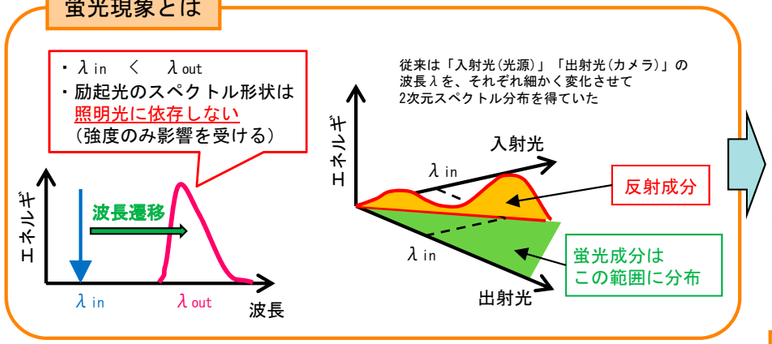
どこが凄い

これまで蛍光成分を計測するには、照明光源やカメラにおいて、それぞれ波長レベルで細かく制御/記録する必要がありました。提案法では、**9台のカメラで、9つの波長帯域に相当する画像を同時に取得する**ので、照明光源のみの制御で、蛍光成分の計測が容易に実現できます。

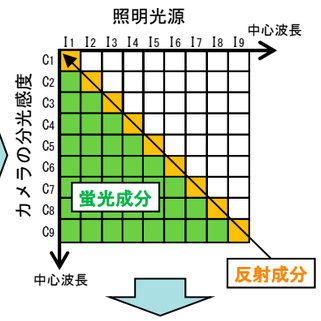
目指す未来

画像入力における、現在の空間解像度（画素数）向上の次のトレンドは、**波長方向（色）の高分解能化**です。被写体の色再現性に加え、材質判別能力が向上します。この技術は**文化財等のデジタルアーカイブ**や**販売促進用コンテンツ**作成、**商品の真贋判定**等への応用が期待されます。

蛍光現象とは

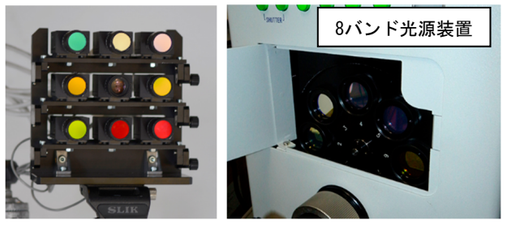


離散化（マルチバンド化）して計測



連続-離散モデルの逆問題として
各成分のスペクトル形状を推定

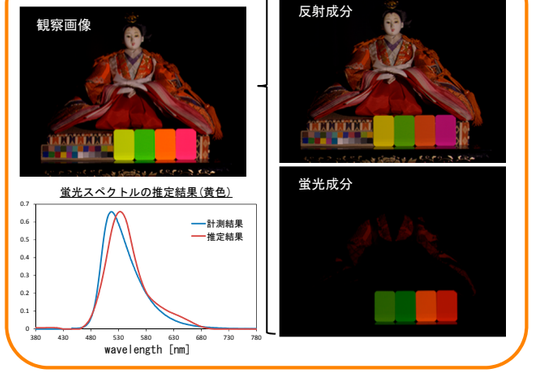
撮影システム



9眼ステレオ式マルチバンド撮影装置 [1, 2]
・ステレオ情報と分光情報の同時計測が可能
・中央にRGBカメラを設置（画像間の位置合わせ用）

光源側のフィルタのみを変化させればよい ⇒ 撮影の簡略化
（従来は単眼カメラ側のフィルタも変化させる必要があった）

実験結果



関連文献

[1] M. Tsuchida, T. Kawanishi, K. Kashino, J. Yamato, “A stereo nine-band camera for accurate color and spectrum reproduction,” in *Proc. ACM SIGGRAPH*, 2012.
[2] M. Tsuchida. K. Kashino, J. Yamato, “An eleven-band stereoscopic camera system for accurate color and spectral reproduction,” in *Proc. The 21st Color and Imaging Conference (CIC21)*, 2013

連 絡 先

土田勝 (Masaru Tsuchida)　メディア情報研究部 メディア認識研究グループ
E-mail：tsuchida.masaru (at) lab.ntt.co.jp

Understanding the burden of family caregivers of a depressed individual

22 こころの健康を支えるコミュニケーション技術

～うつ病患者の家族を支援する情報技術～

どんな研究

うつ病の早期改善には、良好な家庭環境が重要です。そのためには、家族看護者がうつ病によるストレスにうまく対処できる必要があります。本研究では、**家族看護者のストレスをICTを用いて軽減**することを目標とし、まずその第一歩として、うつ病患者の家族看護者が抱える社会的負担の構成要素を解明しました。

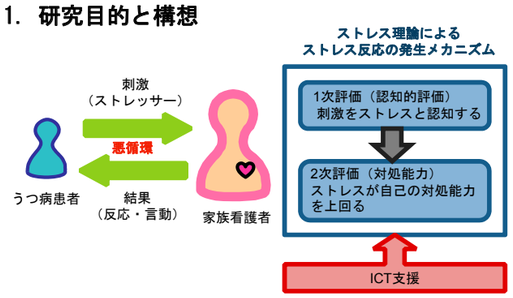
どこが凄い

情報分野におけるヘルスケアに関する研究の大半は患者の治療や介護を効果的・効率的に行う方法に焦点を当て、**家族看護者自身の生活の質の向上を目指したものは殆ど存在しません**。本研究は、うつ病患者からの影響が最も大きい家族看護者に注目し、彼らのストレスの軽減を目指すところが独創的であると言えます。

目指す未来

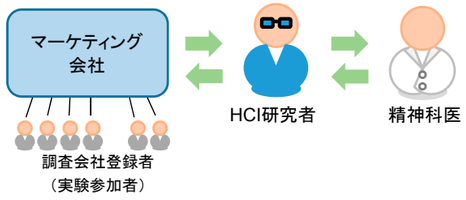
家族看護者の社会的・心理的ストレスの軽減により、家族看護者のQuality of Life (QoL)が向上し、家庭内環境が改善されます。これは、うつ病患者の症状緩和にもつながります。社会的な波及効果としては、自殺率の低下や生産活動の拡大が期待されます。

1. 研究目的と構想



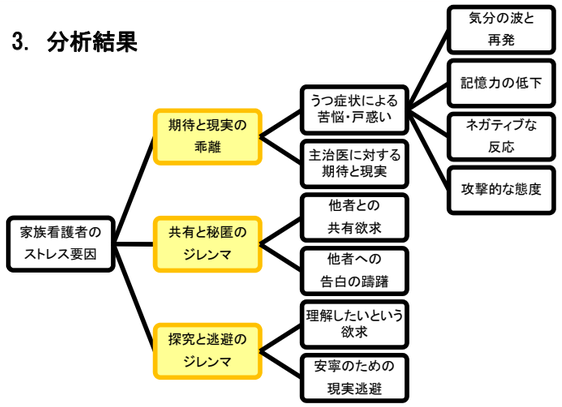
うつ病患者の家族看護者が直面する困難を明らかにし、家族看護者が生活の質を維持するために必要なICT支援について提案を行うこと。

2. インタビュー調査



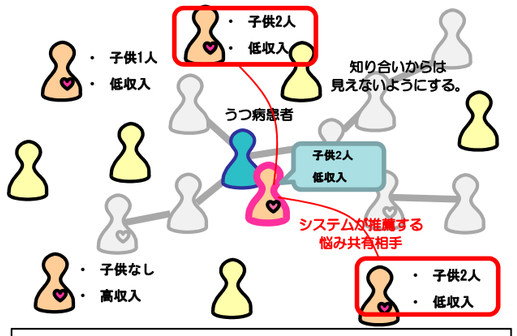
参加者（家族看護者）:
－ 家族のうつ病患者を看護した経験がある成人**15**名。
－ 女性**11**名、男性**4**名、平均年齢**41.9**歳。
全ての患者はうつ病になる前は有職者。
患者のうち**12**名は主たる稼ぎ手で、うつ病発症後に休職。

3. 分析結果



うつ症状には個人差があり、予測が困難。
悩みを共有したい、理解したい、といった単純な要求ではない。

4. 「共有と秘匿のジレンマ」に対する支援例



知り合いから自分のブログ・情報が見えないようにする。
匿名性を向上し、安心して悩みを共有できるようにする。

関連文献

[1] N. Yamashita, H. Kuzuoka, K. Hirata, T. Kudo, “Understanding the conflicting demands of caregivers caring for depressed family members,” in *Proc. ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'13)*, pp. 2637-2646, 2013.
[2] 山下直美, 葛岡英明, 平田圭二, 工藤喬, ”うつ病患者の家族看護者が抱える社会的負担を構成する要素の解明,” 情報処理学会論文誌, Vol. 55, No. 7, pp. 1706-1715, 2014.

連 絡 先

山下直美 (Naomi Yamashita)　協創情報研究部 インタラクション対話研究グループ
E-mail：yamashita.naomi (at) lab.ntt.co.jp

Predicting next speaker and timing using gaze and breathing

23 次は誰が話す？いつ話す？

～視線と呼吸動作を用いた次話者とその発話開始時刻の予測～

どんな研究

複数人が参加する対面会話において、私たちは同時に発話（発話衝突）することなく、円滑に話者交替をおこなうことができます。本研究では、このような円滑な**話者交替の機序を解明**し、さらに**次話者とその発話開始の時刻を予測**するという新しい研究に取り組んでいます。

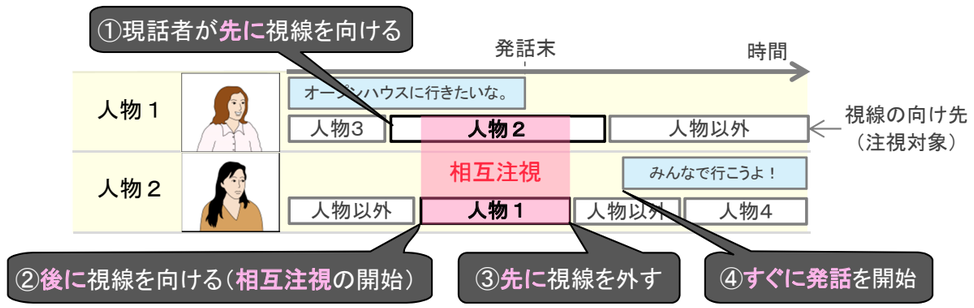
どこが凄い

誰が誰にどのような順番で視線を向けたかという**視線の遷移**と、**息の吸い方**が、次話者とその発話開始時刻に深く関係していることを発見しました。さらに、視線行動と呼吸動作の情報から、次話者とその発話開始時刻を予測できることを明らかにしました。

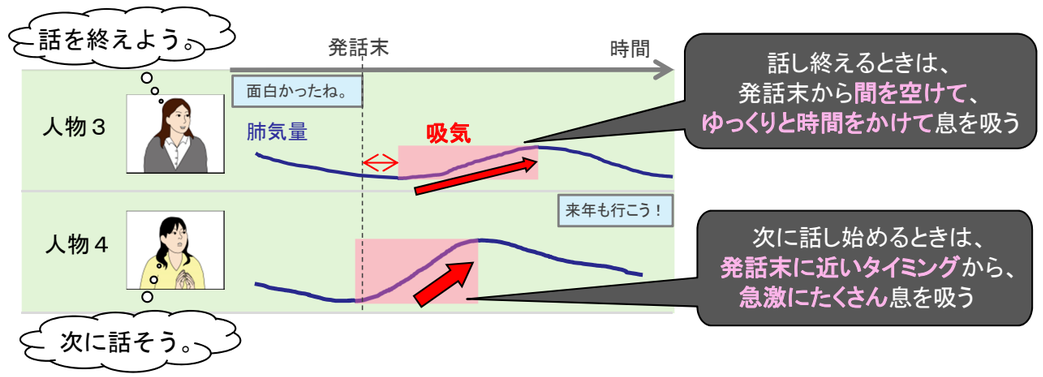
目指す未来

予測された次話者を事前に参加者に知らせることで、**ＴＶ会議システムにおける通信遅延を克服する**ことや、複数人対話に参画する**対話ロボットを適切なタイミングで発話させる**ことができると考えられます。このように、将来的に様々な会話システムへ応用されることが期待されます。

視線行動　発話末付近の視線の遷移から、次に誰がいつ話すかが分かる！



呼吸動作　息の吸い方から、次に誰がいつ話そうとしているかが分かる！



関連文献

[1] R. Ishii, K. Otsuka, S. Kumano, J. Yamato, “Analysis of respiration for prediction of “who will be next speaker and when” in multi-party meetings,” in *Proc. ACM International Conference on Multimodal Interaction (ICMI)*, pp. 18-25, 2014. (Outstanding Paper Award)

[2] 石井亮, 大塚和弘, 熊野史朗, 大和淳司, “複数人対話での話者交替に関する呼吸動作の分析 ～次話者と発話開始タイミングの予測モデルの構築に向けて～,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 114, No. 189, pp. 35-40, 2014.（ヒューマンコミュニケーション賞（HC賞））

[3] 石井亮, 大塚和弘, 熊野史朗, 松田昌史, 大和淳司, “複数人対話における注視遷移パターンに基づく次話者と発話開始タイミングの予測,” 電子情報通信学会論文誌A, Vol. J97-A, No. 6, pp. 453-468, 2014.

連絡先

石井亮 (Ryo Ishii)　人間情報研究部 感覚共鳴研究グループ

E-mail：ishii.ryo (at) lab.ntt.co.jp

Exploring mechanisms of human thermal information processing

24 温度“知覚”は温度計で測れない

～人間の温度情報処理メカニズムを探る～

どんな研究

人間の温度知覚は、**皮膚と接触するものの温度差**によって生みだされます。しかし、私たちの感じる“温かさ”や“冷たさ”は、皮膚と対象の間の熱交換だけでなく、**視覚からも大きな影響を受けます**。本研究では、視覚が温度知覚へ影響を及ぼす原理を明らかにします。

どこが凄い

“赤は温かい” “青は冷たい”といった概念的な連想が、温度の感覚自体に影響を与えることを世界で初めて示しました。青い物体は赤い物体よりも冷たいと感じるまでの時間が短くなる一方で、同じ温度では、**青い物体のほうが温かいと感じやすい**ということがわかりました。

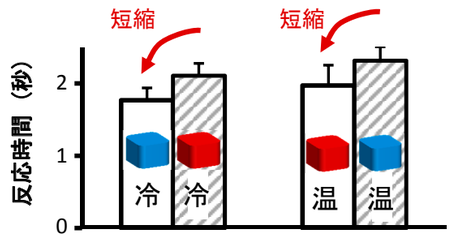
目指す未来

リアリティのある材質感の提示や、温もりある手触りの伝達に温度情報は不可欠です。温度情報と視覚情報の統合メカニズムを解明し、**高臨場感ディスプレイ**や**豊かなコミュニケーション**を効率的に実現する技術の開発に寄与します。

物体の温度知覚に視覚的な色情報が与える影響

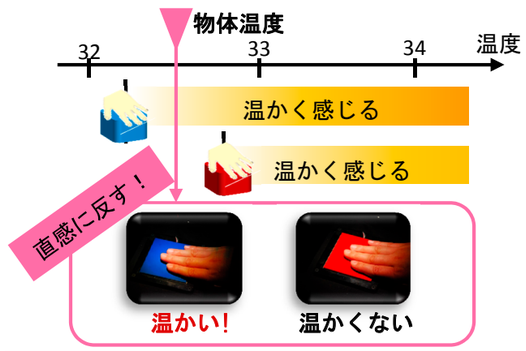
知覚処理の速い視覚情報により、物体温度を予測する。
その結果、温度判断にかかる時間の短縮や、感じられる温度の変化が起こる。

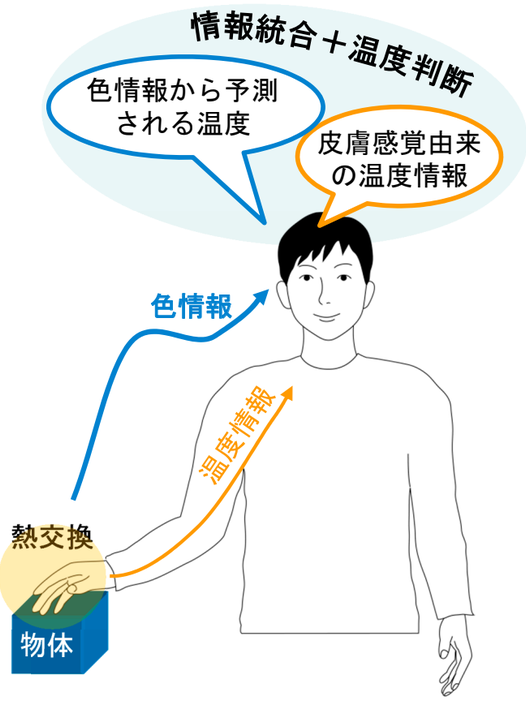
温度判断にかかる時間への影響



連想しやすい組み合わせ→処理時間が短い

感じられる温度への影響





関連文献

[1] H.-N. Ho, D. Iwai, Y. Yoshikawa, J. Watanabe, S. Nishida, “Combining colour and temperature: A blue object is more likely to be judged as warm than a red object,” *Scientific Reports*, Vol. 4, 2014.

[2] H.-N. Ho, G.H. Van Doorn, T. Kawabe, J. Watanabe, C. Spence, “Colour-temperature correspondences: When reactions to thermal stimuli are influenced by colour,” *PLoS One*, 2014.

[3] H.-N. Ho, “Color-temperature correspondence: Its nature and its impact on object temperature perception,” *NTT Technical Review*, Vol. 13, No. 1, 2014.

連絡先

何昕霓 (Hsin-Ni Ho)　人間情報研究部 感覚表現研究グループ

E-mail：ho.hsinni (at) lab.ntt.co.jp

Creating dynamic texts using "Yu bi Yomu" applications

25 なぞりによる新しいテキストコミュニケーション

～“Yu bi Yomu”方式によるダイナミックテキスト作成～

どんな研究

私たちが提案した、指でなぞると文章が現れる**“Yu bi Yomu”方式による読文の印象や読み手の行動**を調べています。これまで行ったいくつかの実験・展示を通して、**音声を付加**した動的な文章表示を行った場合の特性や**学習教材への応用**の可能性を明らかにしました。

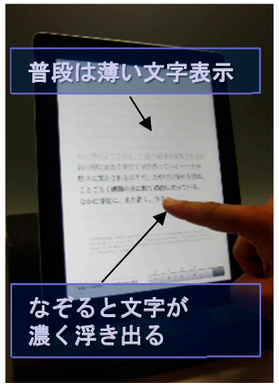
どこが凄い

タブレットの長所を活用した文章表示方式はほとんど考えられてきませんでした。“Yu bi Yomu”方式は、なぞり動作と動的な文表示を使って、これまでの読文行為を拡張します。**自分の気持ちを豊かに伝えたり、文の内容についてのより深い理解を促進したり**する事が可能になります。

目指す未来

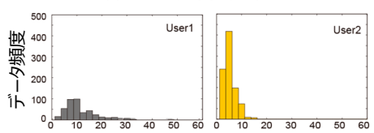
携帯電話を使ったショートメッセージでニュアンスを伝えたり、親しい人の読み上げ音声と動く文字を使って自分だけの絵本の作成をしたり、といった応用シーンが考えられます。**だれでも、より深く文章と関わることができること**を目指します。

“Yu bi Yomu”：なぞり動作を使った動的文表示方法

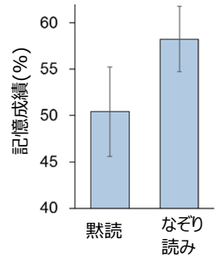


1. **文字の出方で印象変化**

2. **なぞり動作に個人差**

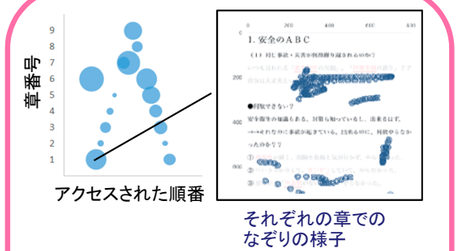


3. **なぞることで記憶向上**



4. **なぞりで作った動画は読みやすい**

なぞりデータ保存の利用



- 学習教材への応用で、学習者の行動解析が簡単に可能

音声機能との組み合わせ

- なぞり時の録音機能
- 文字表示と同期した音声再生機能

ニュアンスを伝える短いメッセージ・親しい人がそばにいるような絵本・難読な教材の学習サポートなどに利用可能

関連文献

[1] 丸谷和史，植月美希，安藤英由樹，渡邊淳司，“ユーザのなぞり動作に基づく動的文章表示，”情報処理学会論文誌，Vol. 54，No. 4，pp. 1507-1517，2013.

[2] K. Maruya，J. Watanabe，H. Takahashi，S. Hashiba，“A learning system utilizing learners’ active tracing behaviors，”in *Proc. The 5th International Conference on Learning Analytics and Knowledge*，2015.

連絡先

丸谷和史 (Kazushi Maruya)　人間情報研究部 感覚表現研究グループ
E-mail：maruya.kazushi (at) lab.ntt.co.jp

Amazing illumination to make static objects dynamic

26 変幻灯（デフォーメーション ランプ）

～静止した対象や空間に動きをつける不思議な照明～

どんな研究

対象に新しい印象を与える手法として、プロジェクタを使って対象に映像を投影する「**プロジェクションマッピング**」が有効です。今回、人間が自然な動きを知覚する際に働く脳の科学的知見に基づき、**印刷物などの静止した対象に様々な動きの印象を与える技術「変幻灯」**を開発しました。

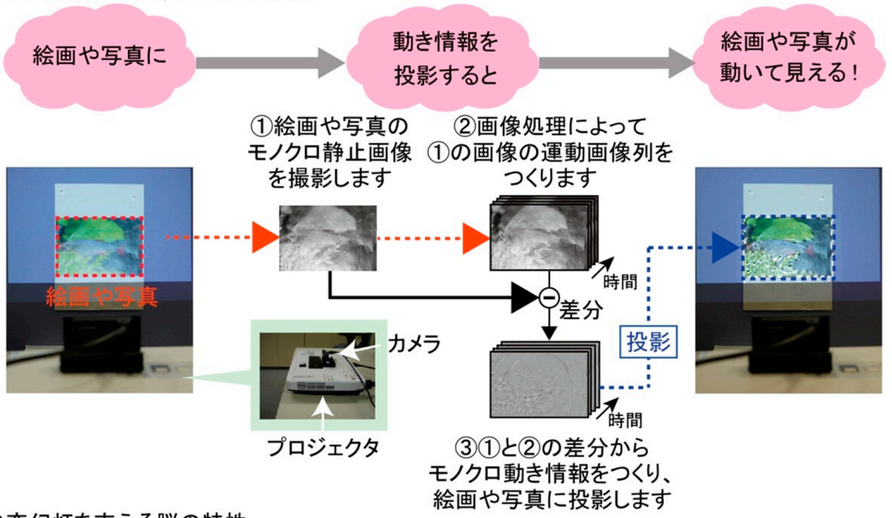
どこが凄い

従来技術では、静止した対象自体が動いているという印象を与えることはできませんでした。**変幻灯では人間の錯覚を利用して、静止画に動画のような動き印象を与えることができます。**炎のゆらめきや、風の印象、人物が生きているような動きなどを絵画や写真に加えることができます。

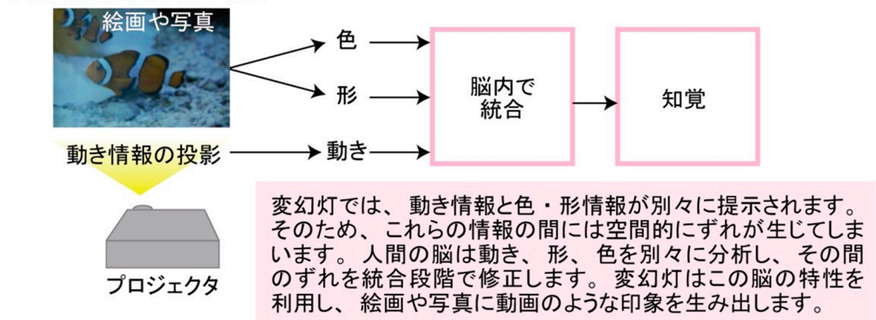
目指す未来

変幻灯を活用することで、情報表現の幅が広がるとともに、**静止対象の注目度が向上**します。例えば、**広告、インテリア、芸術・エンターテインメント**分野において、止まった対象に動きを与える**新しい情報表現**を提案し、ユーザーに豊かで**新奇な視覚体験を提案**できます。

●変幻灯に用いる装置と画像処理



●変幻灯を支える脳の特性



変幻灯では、動き情報と色・形情報が別々に提示されます。そのため、これらの情報の間には空間的にずれが生じてしまいます。人間の脳は動き、形、色を別々に分析し、その間のずれを統合段階で修正します。変幻灯はこの脳の特性を利用し、絵画や写真に動画のような印象を生み出します。

関連文献

[1] 河邉隆寛，澤山正貴，丸谷和史，西田眞也，“静止した2次元対象を運動情報によって錯覚的に変形させる光投影手法，”映像情報メディア学会 2014年年次大会講演予稿集，5-3，pp. 1-2，2014.

連絡先

河邉隆寛 (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

27 自分の手はどれ？

～身体感覚の錯覚に誘発される身体反応～

どんな研究

私たちの「自分の身体」という当たり前のようにある感覚は、感覚情報を統合することで成立しています。その一例である「ラバーハンドイリュージョン」という、**身体の錯覚**が起きている時にどのような**主観的印象**および**身体反応**が生じるのかについての研究をご紹介します。

どこが凄い

ゴムの手を自分の手のように感じてしまうラバーハンドイリュージョンが起こっている時に、どのような身体反応が見られるでしょうか。本研究では、まるで**ゴムの手になりたがっている**ように、自分の手がゴムの手の方へ**無意識的に動いてしまう**ことを明らかにしました。

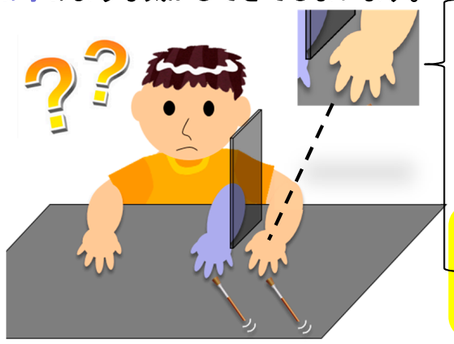
目指す未来

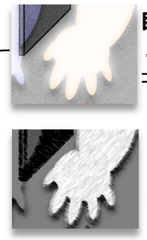
本研究は、「自分の身体」という感覚の成立過程とその結果生じる身体反応を明らかにしました。その成果は、明瞭な身体感覚を持ちにくい方々の原因特定や治療といった、医療分野への貢献が期待されます。例えば、**リハビリ方法の構築**や手助けする**デバイスの開発**につながります。

ゴムの手が自分の手になっちゃうと、手に何が起こる？

ラバーハンドイリュージョン中の身体反応

ゴムの手と自分の手を、ブラシで同時に撫でられると、なんだかゴムの手が自分の手のような気がしてきてしまいます。





自分の手の「場所が分からなくなっちゃう」

・・・見えない状態で自分の手の位置を答えてもらうと、ゴムの手に近い所に手があると報告します。
※[2] (Botvinick+, 1998)

自分の手に「血が通わなくなっちゃう」

・・・手の温度を測定すると、錯覚が起きている最中に、皮膚温度がだんだん下がってきます。
※[3] (Moseley+, 2008)

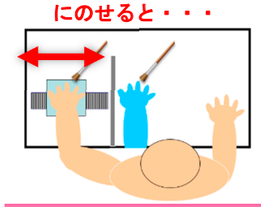
自分の手が「動いちゃう」

・・・錯覚が強く起きているほど、自分の手がゴムの手に近づこうとする運動が無意識的に現れます。

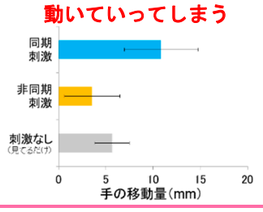
発見！

実験１

●手を左右に動く台の上にのせると・・・

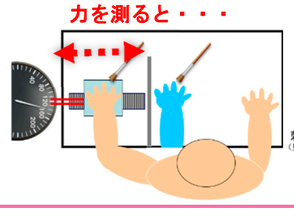


➔手がゴムの手の方へ動いていってしまう

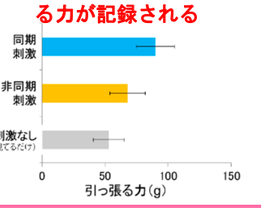


実験２

●手を動かそうとする力を測ると・・・



➔ゴムの手の方へ引っ張る力が記録される



関連文献

[1] T. Asai, “Illusory body-ownership entails automatic compensative movement: for the unified representation between body and action,” *Experimental Brain Research*, Vol. 233, pp. 777-785, 2015.
※[2] M. Botvinick, J. Cohen, “Rubber hands 'feel' touch that eyes see,” *Nature*, Vol. 391, pp. 756, 1998.
※[3] G.L. Moseley, N. Olthof, A. Venema, S. Don, M. Wijers, A. Gallace, C. Spence, “Psychologically induced cooling of a specific body part caused by the illusory ownership of an artificial counterpart,” *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Vol. 105, pp. 13169-13173, 2008.

連絡先

浅井智久 (Tomohisa Asai)　人間情報研究部 感覚共鳴研究グループ
E-mail：asai.tomohisa (at) lab.ntt.co.jp

28 何でも「それっぽく」しゃべりたい！

～英語音声コーパスを用いた発話リズム変換則の学習～

どんな研究

日本語母語話者が発話した英語音声は、ネイティブに伝わりにくいことがよくあります。これまで、言語による**発話リズム**の違いに着目した、「**それっぽくしゃべります**」という発話リズム変換技術を考案してきました。今回、**任意の英語音声の発話リズム変換**技術を紹介します。

どこが凄い

日本語母語話者132名の英語音声を用いて、**機械学習**により日本語母語話者の発話リズムを**ネイティブっぽく変換する規則を構築**しました。これにより、予めネイティブによる同一文章の読み上げ音声が変換に必要とされた従来技術の問題が解消されます。

目指す未来

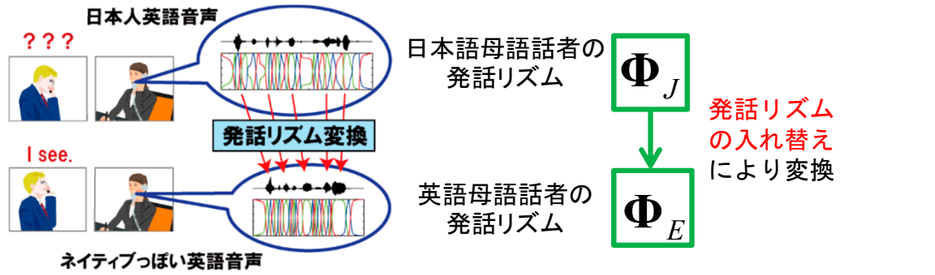
任意の英語音声の発話リズムをネイティブっぽく変換できることにより、**携帯端末**を通じて、あるいは**TV会議やプレゼンテーション**において、リアルタイムに日本語母語話者の英語音声を**ネイティブに聞き取りやすい音声に変換**するなどの応用が考えられます。

日本語と英語の発話リズムの違いに着目

強勢拍リズム（英語） 緩急のあるリズム（'on a' を速く発話）・強勢間の発話時間が一定
Humpty dumpty sat on a wall.　赤字は強勢
モーラ拍リズム（日本語） 単調なリズム・モーラ（カナ１文字）の発話時間が一定
ハンプティ ダンプティ サットオンア ウォール

発話リズム変換技術「それっぽくしゃべります」

※発話リズムの抽出にはNTD法[1]を使用



従来技術　ネイティブによる同一英語文章の読み上げ音声が必要

本技術　**ネイティブによる同一文章の読み上げ音声なしに発話リズム変換を実現**

日本語母語話者の発話リズムをネイティブっぽく変換する規則を
日本語母語話者と英語母語話者の英語音声を用いて機械学習により構築

$$\Phi_E \approx \boxed{F}\Phi_J$$

発話リズム変換則

1. 日本語母語話者特有のモーラ単位での英語発話（カタカナ英語）をモデル化
2. 音素単位での発話リズム変換則の構築

関連文献

[1] S. Hiroya, “Non-negative temporal decomposition of speech parameters by multiplicative update rules,” *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, Vol. 21, No. 10, pp. 2108-2117, 2013.
[2] S. Hiroya, “Speaking rhythm extraction and control by non-negative temporal decomposition,” *NTT Technical Review*, Vol. 11, No. 12, 2013.

連絡先

廣谷定男 (Sadao Hiroya)　人間情報研究部 感覚運動研究グループ
E-mail：hiroya.sadao (at) lab.ntt.co.jp

29 運動のコツや選手のコンディションを捉える

～心身の状態を解読してフィードバックするスポーツ支援技術～

どんな研究

生体電極が縫いこまれたインナーウェアを着るだけで、筋肉や心臓が働く際に発生する電気信号（筋電位・心電位）をスポーツ運動中に簡便に計測できます。それら生体信号から**筋の活動パターンや心拍の変動などを評価し、可視化・可聴化する研究**です。

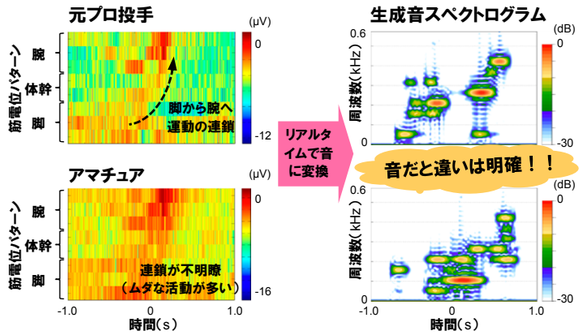
どこが凄い

自分の心身の状態を適切に認識することは、運動を習得・改善するための重要な一歩です。本技術は、スポーツ実環境下で、選手やゲームにあまり干渉することなく、**運動のコツや力み度合い、メンタル状態などを直感的に分かりやすくフィードバック**することができます。

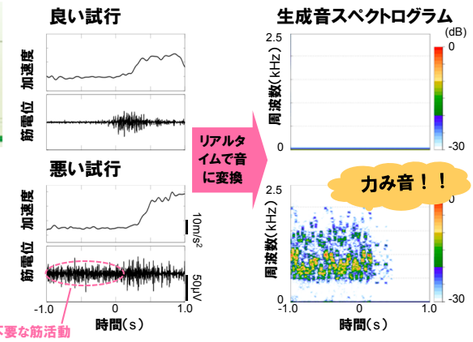
目指す未来

ウェアラブル電極をはじめとする情報工学技術と人間の感覚運動情報処理に関する知見を融合して、今までにない**実践的で効果的なスポーツ支援ソリューション**を提案してゆきます。また、リハビリやエンタメなどスポーツ以外での利活用にも展開してゆきます。

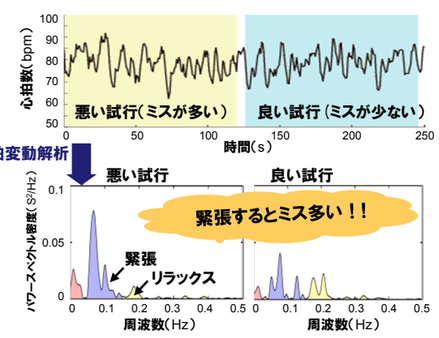
コツを聴く



力みを聴く



メンタルを視る



注1 “hitoe”は東レ株式会社と日本電信電話株式会社で共同開発した生体信号が計測できる機能素材です。

関連文献

[1] T. Kimura, T. Mochida, T. Ijiri, M. Kashino, “Real-time sonification of motor coordination to support motor skill learning in sports,” in *Proc. 2nd International Congress on Sports Sciences Research and Technology Support (icSPORTS2014)*, 2014.
[2] 井尻哲也, 持田岳美, 柏野牧夫, 木村聡貴, “運動パターンの聴覚フィードバックは投球動作の学習を促進させる,” 第23回日本バイオメカニクス学会大会, 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

30 あなたの“聞こえ”を測ります

～生体反応に現れる音の知覚世界～

どんな研究

「今、どのように聞こえているのか」を、**聞いている本人以外が推し量ることはできるのでしょうか？**
私たちは、様々な生体反応を調べることにより、本人の主観的な報告によらずに、**聞こえ方を「客観尺度」で評価する方法**を考案し、知覚メカニズムの解明を進めてきました。

どこが凄い

今どのように聞こえているのか？どのくらい注意を向けているか？聞こえないふりをしていないか？といった、これまでは、**本人に聞かなければわからないこと**が、この客観尺度で調べられるようになってきました。大きな音から耳を保護する聴覚の仕組みも見えてきました。

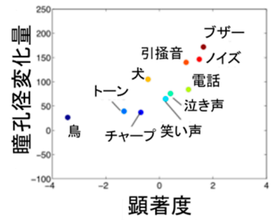
目指す未来

その人ごと、その時ごとに変わる「聞こえ方」を測ることができれば、聞きやすい、心地よい音を状況に合わせて提示することもできるでしょう。また、**既存の聴覚検査でとらえることのできなかった**様々な「難聴」を診断・補聴することも可能になるでしょう。

目で測る

注意をひきつける音

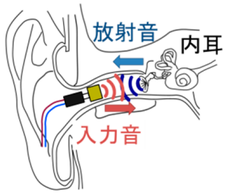
瞳孔径（注意や覚醒に関わる青斑核と呼ばれる脳部位の活動を反映）が、知覚的に顕著な音（注意をひきつける音）に対して広がることがわかりました。



耳から出る音で測る

大きな音から耳を守る機能

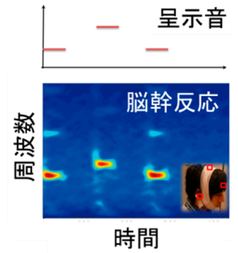
大きな音からセンサとなる細胞を保護する機能を**耳音響放射**（耳から出る音）をたよりに推定しました。保護機能の強弱から、個人の騒音性難聴に対するリスクを予測できることがわかりました。



脳波で測る

あいまいな音の解釈

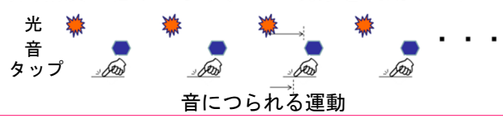
同じ音を聞いても、その時々で聞こえ方が変わることがあります。脳波の一種である**聴性脳幹反応**をとらえることにより、この聞こえ方に対応した活動が、脳幹という「低次」な処理段階ですでに起こっていることがわかりました。



指で測る

ごまかせない“聴力検査”

光に合わせてリズムを刻む**タッピング運動**では、光と時間的にずれた音が呈示されると、音につられて時間精度が低下します。この現象を利用して、「聞こえないふり」ができない聴力検査方式を考案しました。



関連文献

[1] S. Furukawa, H.I. Liao, S. Kidani, M. Yoneya, M. Kashino, "Evaluating the salience of auditory events through eyes," in *Proc. 7th Forum Acusticum*, 2014.
[2] 大塚翔, 津崎実, 園田順子, 古川茂人, “練習中の楽器音への暴露がバイオリニストの聴覚末梢に与える影響,” 日本音響学会 春季研究発表会 講演論文集, 2015.
[3] 古川茂人, 鬼鞍和輝, 木谷俊介, 加藤正晴, 北川智利, “光同期タッピング課題による客観的可聴閾値推定,” 日本音響学会 春季研究発表会 講演論文集, 2015.

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

世界で利用されている基礎研究所発の技術
～時代の要請に応え、新たな時代を創るための挑戦～

どんな研究

コミュニケーション科学基礎研究所が生み出した研究成果は、ICTの新サービスを支える要素技術として、既に様々な用途や場所で使われています。ここでは特に、メディア探索や音声認識、残響制御、対話処理など、実世界で利用されている代表的技術をご紹介します。

どこが凄い

様々な用途や場所で使われています。

- ■地方議会、特別支援学校
- ■レコーディングスタジオ
- ■携帯音楽プレーヤー
- ■スマートフォン・アプリ
- ■音楽アーカイブシステム
- ■ＩＣレコーダ

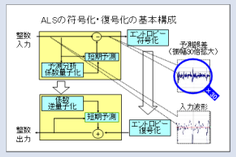
目指す未来

時代の要請に応えつつ、数年先もしくは数十年先に花開くことを目指して技術を丹念に磨き上げ、新知見の創出とその検証を辛抱強く積み重ね、他の誰も辿りつけない新たな世界の創造に向けて果敢に知的挑戦を続けること、それが私たちの使命です。

国際標準MPEG-4 Audio Lossless Coding（ALS）

技術内容

オーディオ信号の波形データを完全に再構成することを保証しつつ、データ量を圧縮できる**国際標準規格の符号化技術**



どんなサービスで利用されている？

- **音楽アーカイブシステム**の圧縮方法として利用
- いくつかの**メディアプレーヤ**もサポート

※詳しくは守谷特別研究室HP参照 http://www.brl.ntt.co.jp/cs/mrl/ja/research.html

音声・音楽の残響制御技術（Revtrina）

技術内容

収録済みの音声信号や音楽信号から、直接音と残響を分離するとともに、残響を除去したり加工したりして、音声を聞き取りやすくしたり、音楽のサラウンド再生を可能にする技術

どんなサービスで利用されている？

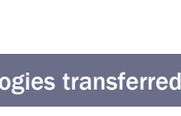
- スタジオでの音声調整用残響除去プラグインソフト「**NML Revcon-RR**」として世界的に広く利用（NTTLS）
  https://www.nttls.co.jp/topics/2009/090209.html

関連展示 19

ロバストメディア探索技術（RMS）

技術内容

映像・音・画像などのメディア情報を対象として、信号の歪みや雑音に左右されずにメディアコンテンツを高速に探索・特定する技術



どんなサービスで利用されている？

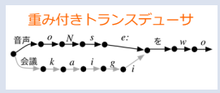
- TVやラジオ等の番組で使われた全楽曲を特定する**全曲報告サービス**
- 特定コンテンツのネット上での流通を監視する**ネットモニタリング**
- 音楽配信サイトの配信実績管理と利用料の一括処理（**著作権情報集中管理**）

関連展示 18

重み付きトランスデューサ高速オンザフライ合成技術

技術内容

1000万語といった超大語彙リアルタイム連続音声認識を可能にするデコーディング技術



どんなサービスで利用されている？

- 地方議会向け議会録作成支援システム「**VoiceAir**」（NTT東日本）
  https://www.ntt-east.co.jp/business/solution/minutes/
- 聴覚障がい者向け支援ツール「**こえみる**」（NTTソフトウェア）
- 音声ビッグデータ・ソリューション「**ForeSight Voice Mining**」（NTTソフトウェア）

※いずれもNTTメディアインテリジェンス研究所との連携で実現

関連展示 20

音声区間検出技術（DIVIDE）

技術内容

背景雑音を伴って録音された音声から音声が含まれる時間区間を検出する技術
（**DIVIDE**：**D**ynamic **I**ntegration of **V**oice **I**dentification and **DE**-noising）

どんなサービスで利用されている？

- オリンパス社のICレコーダに「**声だけ再生**」機能として搭載され世界中のユーザに利用されている。2015年現在、通算100万ライセンス以上の売り上げ実績（NTTエレクトロニクスから提供）

関連展示 19

質問応答技術・対話処理技術

技術内容

大規模データに基づいて幅広い質問に回答する技術や、雑談対話中のユーザ発話の意味を解析し自然な流れとなるよう対話を制御する技術

どんなサービスで利用されている？

- 音声エージェントサービス「**しゃべってコンシェル**」（NTTドコモ）
- 気軽に雑談対話システムを作れる「**雑談対話ＡＰＩ**」（NTTドコモ）
  https://www.nttdocomo.co.jp/service/developer/smart_phone/analysis/chat/

※いずれもNTTメディアインテリジェンス研究所との連携で実現

関連展示 10

関連文献

[1] 前田英作，“基礎研究は「時代」とともに在り:アイディ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オープンハウス2014所長講演, 2014. ※webサイトから閲覧可 http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2014/talk/director/index.html
[2] 守谷健弘, “高品質音響信号処理と符号化～感動を伝えるための挑戦，” NTT技術ジャーナル, pp. 25-26, 2008.
[3] 政瀧浩和，浅見太一，山畠祥子，藤本雅清, “サービスや利用環境の変化に柔軟に対応する音声認識技術，” NTT技術ジャーナル, pp. 16-23, 2013.

連 絡 先

森稔 (Minoru Mori) 研究推進／情報戦略担当
E-mail：cs-kensui (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 2015 実行委員会

（委 員 長） 小林 哲生
（副委員長） 櫻田 英樹
（委 員） 熊野 史朗／藤田 早苗／伊藤 信貴