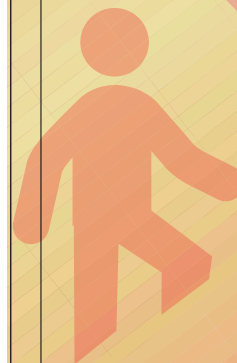




NTTコミュニケーション科学基礎研究所

2007

オープンハウス × 未来想論



6月7日(木) 13:00～17:30

6月8日(金) 10:00～17:30

入場無料, 事前登録不要

会場: NTT京阪奈ビル(けいはんな学研都市)

URL: <http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2007/>

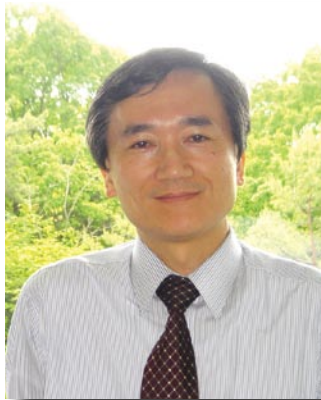


NTTコミュニケーション科学基礎研究所

〒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

E-mail openhouse2007@cslab.kecl.ntt.co.jp



NTTコミュニケーション科学基礎研究所
所長 外村 佳伸

NTTコミュニケーション科学基礎研究所

2007「オープンハウス×未来想論」へようこそ

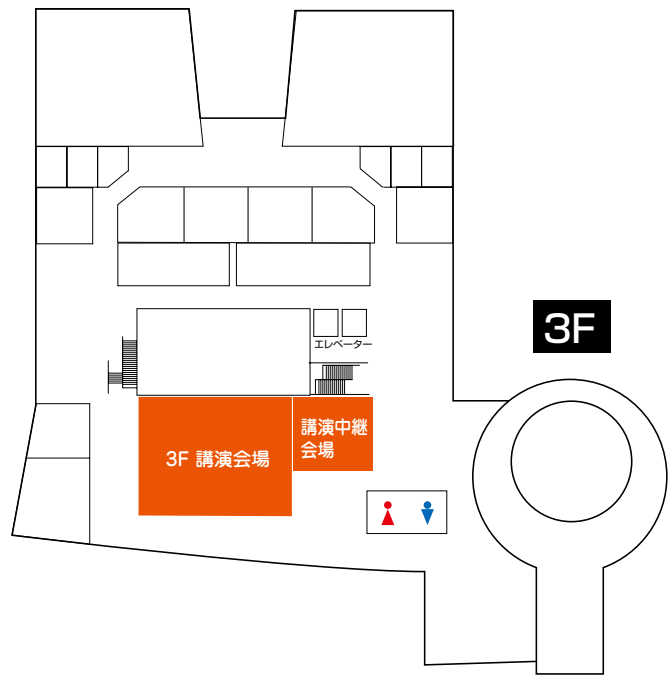
NTT コミュニケーション科学基礎研究所 (CS 研) では、恒例のオープンハウスを皆様との交流の場「未来想論」として昨年刷新し、今年はさらに進化させた「オープンハウス×未来想論」として開催の運びとなりました。最新の成果展示としてのオープンハウスと、未来を想い論ずる場としての未来想論をかみ合せ、今まで以上に味わいのある場にしようという意気込みです。当研究所は、環境知能のコンセプトのもと科学技術の方向性を模索しながら、人間情報や社会情報などの研究と同時に、メディア処理、知能情報処理などの工学的な研究を進める学際的でユニークな研究所です。

CS研の話題の研究者による基調講演、大きなテーマ別の展示、さらに各種テーマによる未来想論セッションなど、盛りだくさんに用意いたしております。技術展開の速さに日々追われる昨今ですが、ご来場の皆様には今後の技術に思いを巡らす機会としてこの場を利用させていただくのもいいのではないのでしょうか。是非よくご覧いただき、ご質問、ご意見を積極的に当所員にぶつけていただくと同時に、一緒に熱く語り合っていただければ大変幸いに存じます。

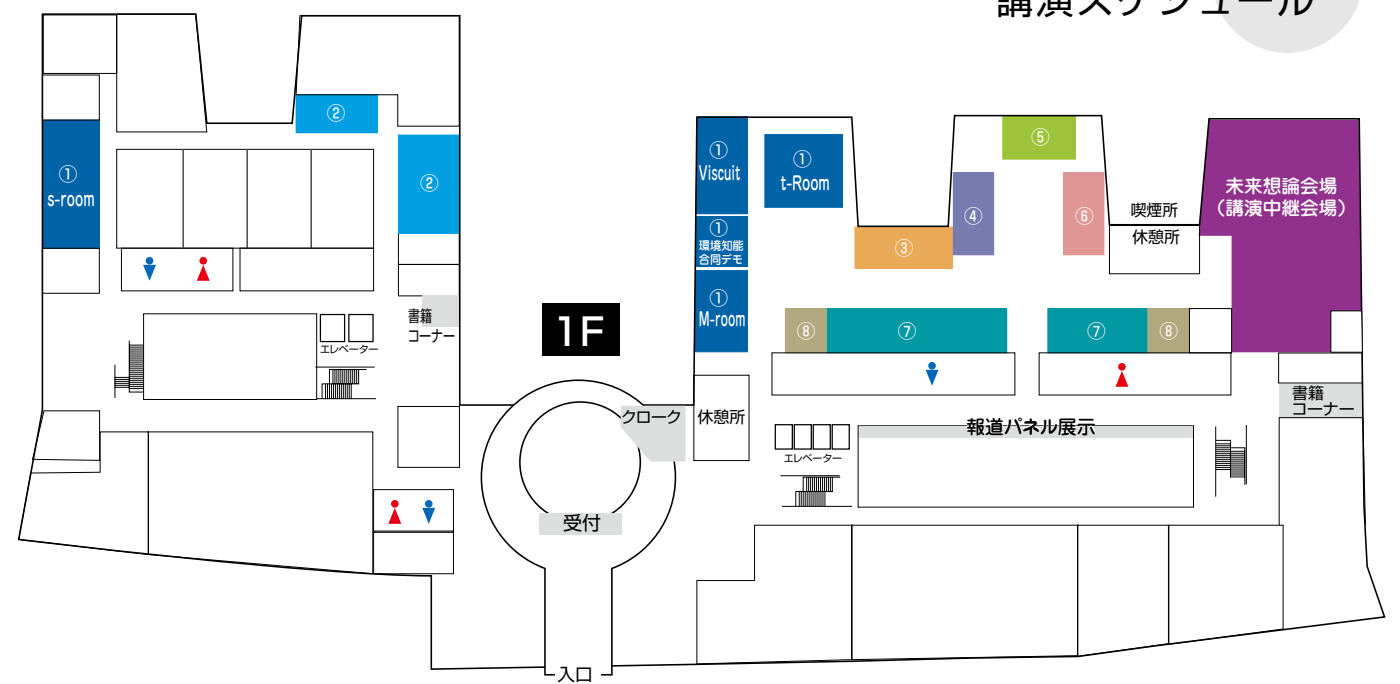
■所長あいさつ	1
■会場案内・講演スケジュール	4
■所長講演	
伝心伝和（でんしんでんわ） ～環境知能が拓くコミュニケーションの未来～	6
■フェロー講演	
音を究め、音を楽しむ	7
未来を拓く暗号理論の研究	7
■研究状況講演	
世界をリードする探索・音声・音響技術	8
「あたま」の仕組みと「きかい」の仕掛け	8
協調し創造する協創情報社会の実現に向けて	9
■未来想論（来場者との交流セッション）	
実世界リアルタイムコンテンツ化 ～s-roomのコンセプトとそのビジネスモデル～	10
次の局面を迎えたユーザ生成コンテンツ ～UGC2.0を目指して～	10
近未来のネットワークセキュリティ ～量子情報処理とフォーマルメソッドへの期待～	11
人間科学が技術／社会を変える ～認知科学・心理学から工学への提言～	11
■テーマ展示	
3つのルームで味わう環境知能 ～t-Room,s-room,M-room～	13
・電話の未来：ミライノデンワ	14
・実世界のモノとコトのリアルタイムコンテンツ化	15
・まっしゅるーむの世界2007	16
・Web2.0的UGCーViscuit2.0	17
実世界コミュニケーションシーンの構造化・理解への挑戦 ～「いつ、どこで、だれが、なにを喋ったのか？」を捉える音声音響技術～	19
・会議シーンにおける話者indexing	20
・自動音声認識のための残響除去	21
世界のメディア自在に選んで賢く見る ～通信・放送連携時代に向けた多言語メディア処理技術～	23
・世界メディアブラウザ	24
・音メディアからの発話内容抽出	25
・統計的機械翻訳	26
・話し言葉を解析する技術	27
・情報爆発時代の機械学習技術	28
・言葉の意味を区別する技術	29

情報大洪水を知識に変える ～膨大な情報を自在に操るマイニング技術～	31
・複数オブジェクト追跡法	32
・イノベータの発見による情報検索とパーソナライゼーション	33
・購買順序を考慮したリコメンデーションシステム	34
・高速類似オブジェクト探索技術	35
・好みの商品を予測する技術	36
・知識共有サイトの投稿行動モデル	37
・遺伝子ネットワークシミュレータ	38
・大規模ネットワークデータの高速可視化手法	39
音楽や映像の次世代サーチに向けて ～ノイズや変動に強い高速メディア探索アルゴリズム～	41
・粗量子化エリア照合法によるロバスト映像探索	42
・自己類似度特徴を用いた転調対応型音楽探索技術 SAME 法	43
超安心・安全の情報科学 ～量子情報処理とフォーマルメソッド～	45
・情報破壊型量子通信プロトコルの提案	46
・量子による電子文書の封印	47
・超高速計算の実現と暗号の安全性	48
・匿名性のためのフォーマルメソッド	49
・知識論理を用いたプライバシーの定式化	50
・フォーマルメソッドによる暗号学的匿名性検証	51
人間を知り、技術／社会を変革する ～CS研における人間科学研究のこれまでとこれから～	53
・“タッチパネルに手触りを付加する”触覚重量装置	54
・“目が動いたときだけ見ることができる”情報提示装置	55
・視覚、聴覚、触覚の補完現象	56
・こどもの言語獲得研究	57
・テーブルトップ・コンピューティングにおける集団行動	58
・違和感を科学する ～止まっているエスカレータに乗るときのあの変な感じ～	59
・質感を見る脳の仕組みとその応用	60
・この唇を思いどおりに動かせますか？	61
■個別展示	
・「データ圧縮」を駆使した賢いセンサーネットワーク	62
・良い音で伝えたい、永遠に残したい	63
■基調講演	
電話の未来：ミライノデンワ	64
赤ちゃん心理学のススメ ～こころの発達とことばの獲得～	66

会場案内 講演スケジュール



会場案内 講演スケジュール



- ① 3つのルームで味わう環境知能 ② 実世界コミュニケーションシーンの構造化・理解への挑戦 ③ 世界のメディア自在に選んで賢く見る ④ 情報大洪水を知識に変える
⑤ 音楽や映像の次世代サーチに向けて ⑥ 超安心・安全の情報科学 ⑦ 人間を知り、技術／社会を変革する ⑧ 個別展示

講演スケジュール

●6月7日(木)

所長講演 13:00～13:30

「伝心伝和
～環境知能が拓くコミュニケーションの未来～」
外村佳伸

研究状況講演 13:30～14:30

- 「世界をリードする探索・音声・音響技術」
牧野昭二(メディア情報研究部長)
- 「[「あたま」の仕組みと「きかい」の仕掛け」
前田英作(人間情報研究部長)
- 「協調し創造する協創情報社会の実現に向けて」
上田修功(協創情報研究部長)

基調講演 14:30～15:30

「電話の未来・ミライノデンワ」
平田圭二(協創情報研究部主任研究員)

未来想論(来場者との交流セッション) 15:40～16:30

「実世界リアルタイムコンテンツ化」
～s-roomのコンセプトとそのビジネスモデル～

未来想論(来場者との交流セッション) 16:40～17:30

「次の局面を迎えたユーザ生成コンテンツ」
～UGC2.0を目指して～

●6月8日(金)

研究状況講演 11:00～12:00

- 「世界をリードする探索・音声・音響技術」
牧野昭二(メディア情報研究部長)
- 「[「あたま」の仕組みと「きかい」の仕掛け」
前田英作(人間情報研究部長)
- 「協調し創造する協創情報社会の実現に向けて」
上田修功(協創情報研究部長)

フェロー講演 13:00～13:40

「音を究め、音を楽しむ」
守谷健弘(守谷特別研究室長、NTTフェロー)
「未来を拓く暗号理論の研究」
岡本龍明
(NTT情報流通プラットフォーム研究所 岡本特別研究室長、NTTフェロー)

基調講演 13:40～14:40

「赤ちゃん心理学のススメ
～こころの発達とことばの獲得～」
小林哲生(協創情報研究部研究員)

未来想論(来場者との交流セッション) 14:50～15:50

「近未来のネットワークセキュリティ」
～量子情報処理とフォーマルメソッドへの期待～

未来想論(来場者との交流セッション) 16:00～17:30

「人間科学が技術/社会を変える」
～認知科学・心理学から工学への提言～

展示

3つのルームで味わう環境知能 ～t-Room,s-room,M-room～

- ・電話の未来:ミライノデンワ
- ・実世界のモノとコトのリアルタイムコンテンツ化
- ・まっしゅるーむの世界2007
- ・Web2.0的UGCーViscuit2.0

実世界コミュニケーションシーンの構造化・理解への挑戦 ～「いつ、どこで、だれが、なにを喋ったのか?」を捉える音声音響技術～

- ・会議シーンにおける話者indexing
- ・自動音声認識のための残響除去

世界のメディア自在に選んで賢く見る ～通信・放送連携時代に向けた多言語メディア処理技術～

- ・世界メディアブラウザ
- ・音メディアからの発話内容抽出
- ・統計的機械翻訳
- ・話し言葉を解析する技術
- ・情報爆発時代の機械学習技術
- ・言葉の意味を区別する技術

情報大洪水を知識に変える ～膨大な情報を自在に操るマイニング技術～

- ・複数オブジェクト追跡法
- ・インベータの発見による情報検索とパーソナライゼーション
- ・購買順序を考慮したリコメンデーションシステム
- ・高速類似オブジェクト探索技術
- ・好みの商品を予測する技術
- ・知識共有サイトの投稿行動モデル
- ・遺伝子ネットワークシミュレータ
- ・大規模ネットワークデータの高速可視化手法

音楽や映像の次世代サーチに向けて ～ノイズや変動に強い高速メディア探索アルゴリズム～

- ・粗量子化エリア照合法によるロバスト映像探索
- ・自己類似度特徴を用いた 転調対応型音楽探索技術SAME法
- ・研究ロードマップの展示*
- ・技術紹介ビデオの上映*

※これらの展示には冊子資料はございません。

超安心・安全の情報科学 ～量子情報処理とフォーマルメソッド～

- ・情報破壊型量子通信プロトコルの提案
- ・量子による電子文書の封印
- ・超高速計算の実現と暗号の安全性
- ・匿名性のためのフォーマルメソッド
- ・知識論理を用いたプライバシーの定式化
- ・フォーマルメソッドによる暗号学的匿名性検証

人間を知り、技術／社会を変革する ～CS研における人間科学研究のこれまでとこれから～

- ・“タッチパネルに手触りを付加する”触覚重量装置
- ・“目が動いたときだけ見ることができる”情報提示装置
- ・視覚、聴覚、触覚の補完現象
- ・こどもの言語獲得研究
- ・テーブルトップ・コンピューティングにおける集団行動
- ・違和感を科学する ～止まっているエスカレータに乗るときあの妙な感じ～
- ・質感を見る脳の仕組みとその応用
- ・この唇を思いどおりに動かせますか?

個別展示

- ・「データ圧縮」を駆使した賢いセンサーネットワーク
- ・良い音で伝えたい、永遠に残したい

でんしんでんわ

■伝心伝和 ～環境知能が拓くコミュニケーションの未来～

ブロードバンド、インターネットを前提にした激しい技術革新が続く昨今、電信電話サービスの会社NTTは、次世代ネットワークに向けて大きく舵取りをしつつあります。私たちはNTTの基本サービス理念はコミュニケーション環境の提供であると考え、ネットワーク以外も含めて将来のコミュニケーション環境のあり方を考え、提示し、先端を走らなければならないと考えています。今も昔も、コミュニケーションの根源は心を伝えることにあり、特に今後ますます人のつながりに資する環境が求められることを考え、私たちは「電信電話」から転じて「伝心伝和」を根幹の目標として掲げています。

一方で、便利さと経済原理に偏重し、当座の視野に陥りがちな従来の技術開発を反省し、今後はより広い視野で、長期的な視点に立った Quality Of Life をめざすべきであると考えています。その環境では、人自身および様々な知恵が活かされるべきであり、環境自身のみならず、考え方、技術、実現過程等を総称して「環境知能」と呼んでいます。この観点から、私たちのめざすコミュニケーション環境では、人間性およびさりげない日常コミュニケーションを大事にすることが重要だと考えています。このためには、人間をとりまく様々な状況を含む「場」を前提とするコミュニケーション環境により、従来意識されてこなかった情報まで含めて伝え、共有することが、さりげない中で心を伝え、和を広げることになるでしょう。

【プロフィール】

1981 年日本電信電話公社（現 NTT）入社。以来、主に画像・映像を中心とした情報処理、インタラクティブ・メディアに関する研究、さらにブロードバンド・サービスに関する研究開発に従事。1987 ～ 1988 年米国 MIT メディア研究所客員研究員。現在、NTT コミュニケーション科学基礎研究所所長、博士（情報学）。



NTT コミュニケーション科学基礎研究所
所長 外村 佳伸

■音を究め、音を楽しむ

現代は長い歴史の中で、激しい情報通信革命、メディア流通革命の真只中にあると考えられています。音に関するものだけでも、携帯電話、インターネット電話、デジタル放送、携帯オーディオプレーヤなどが日常生活に急速に浸透してきていますが、いずれも 20 年前にはまったく存在しなかったものばかりです。これらの新たなサービスや製品の実現のためには数多くの技術開発の結集や標準化が大きな役割を果たしてきました。このうち特に音声や音楽のデジタル信号処理や符号化の 40 年を超える息の長い研究成果の貢献について、エピソードも含めて研究者の側から振り返りかえって紹介します。これらは先輩たちも含めた私たちの研究経歴そのものでもあり、激しい技術競争の中でのささやかな成功と、その裏にある膨大な失敗や無駄が浮き彫りになります。これらの教訓も生かし、現在、性能限界への挑戦や世界への普及に取り組んでいる歪の生じないロスレス符号化技術を紹介します。さらに将来の課題として、使う立場の人がより快適で豊かな品質を楽しめることを目標に、情報通信革命による成果をいかに有効に利用して、どのように技術を発展させていくべきかを展望したいと思います。

【プロフィール】

昭53 東大・工・計数卒、昭55 同大学院修士課程了。同年日本電信電話公社入社。以来、音声・音響信号の符号化の研究開発、標準化に従事。平成元年工博。同年 AT&T ベル研究所客員研究員。全国発明特許庁長官賞、電波産業会郵政大臣賞、電子情報通信学会業績賞 2 回、小林記念特別賞、論文賞、学術奨励賞、日本音響学会技術開発賞 2 回、栗屋奨励賞、情報処理学会論文賞、標準化貢献賞、日経 BP 技術賞、電気通信普及財団賞 3 回、NTT 社長表彰 3 回受賞。著書“音声符号化”電子情報通信学会。現在、NTT コミュニケーション科学基礎研究所 守谷特別研究室長、IEEE Fellow。



NTTフェロー
守谷 健弘

■未来を拓く暗号理論の研究

Web 2.0 に代表されるようなネットワークの利用形態の進展に伴い、ネットワーク上の共通プラットフォーム上で様々なアプリケーションが提供されるようになってきています。そこでは、多くの個人情報や企業機密情報などがネットワーク上の様々なサイトに送信され処理されますが、その場合、プライバシーやセキュリティの保護が大きな問題となります。

つまり、個人情報や機密情報を保護したまま、いかに有用なアプリケーションを提供できるかという問題が生じます。このような問題に答える技術が暗号です。現代の暗号は、単に情報を秘匿するといった基本的な機能を超えて、情報の正当性を保証したり、情報を秘匿したまま計算をするようなことを可能とすることで、上記のような問題を解決することができます。

例えば、検索／蓄積したい情報を秘匿したまま、データベースを検索／蓄積するというようなことを可能とします。このような暗号理論は、数学、物理や計算機科学などの様々な理論の上に構築されています。岡本特別研究室では、このような暗号理論の研究を進めており、私の講演では、そこで行なわれている研究の一端を紹介いたします。

【プロフィール】

1976 年 東京大学工学部計数工学科卒業。1978 年 同大学院修士課程修了。同年 日本電信電話公社に入社。入社以来、計算機ネットワークアーキテクチャ、自然言語処理、情報セキュリティの研究・開発に従事。1989-90 年 カナダ Waterloo 大学 客員助教授、1994-95 年 米国 AT&T Bell Laboratories 客員研究員。電子情報通信学会業績賞、小林記念特別賞、電気通信普及財団賞、科学技術庁長官賞、日経 BP 賞受賞。著書：「暗号・ゼロ知識証明・数論」（共立出版）、「現代暗号」（産業図書）、「暗号と情報セキュリティ」（日経 BP 社）など。現在、NTT 情報流通プラットフォーム研究所 岡本特別研究室長、NTT フェロー、京都大学大学院情報学研究所 客員教授、日本応用数理学会 会長、工学博士。



NTTフェロー
岡本 龍明

■世界をリードする探索・音声・音響技術

メディア情報研究部は、人間のように物を見たり、音や声を聞いたり、人と話すことができるコンピュータを実現することにより、生活を豊かにすることを目指して研究を進めています。特に、メディア情報の高速で高精度かつロバストな探索、音声強調技術と音声モデルの高度化による実環境での音声認識について重点的に研究しています。講演では、雑音や信号の歪みに強いロバストメディア探索技術、雑音や残響を含む音の中から、聞きたい音声を特定し高品質化(音声強調)するブラインド音声強調技術、および、自然に発話された音声を認識する、高速・高精度な話し言葉音声認識技術について、ご紹介致します。



メディア情報研究部長
牧野 昭二

【プロフィール】

1981年 東北大学大学院修士課程修了。同年日本電信電話公社入社。以来、NTT 研究所において、電気音響変換器、音響エコーキャンセラ、ブラインド音源分離などの音響信号処理の研究に従事。NTT 社長表彰、日本音響学会技術開発賞、電子情報通信学会業績賞、ICA Unsupervised Learning Pioneer Award、IEEE Fellow、北海道大学大学院情報科学研究科客員教授、工博。

■「あたま」の仕組みと「きかい」の仕掛け

人間情報研究部では、人間の知覚、理解の仕組みを探る「あたま」の研究と、人間を操る、あるいは人間が操る「きかい」の研究を行っています。「あたま」の仕組みは、多様な感覚、知覚の情報処理と運動、行動の制御とを含めた総合システムとして理解されなければなりません。また、「きかい」の仕掛けとは、人間の知覚特性を利用したインタフェース装置や、セキュリティなど社会的要請を考慮にいった計算システムのことを指します。その意味で、私たちの研究は、単なる脳機能の研究でもなく、単なる装置や計算機の研究でもありません。頭と機械の研究は、「あたま」と「きかい」の世界へ踏み出そうとしているのです。本講演では、人間情報研究部における最近1、2年の研究成果を中心に「あたま」と「きかい」に関する最先端研究の一端をご披露したいと思ひます。



人間情報研究部長
前田 英作

【プロフィール】

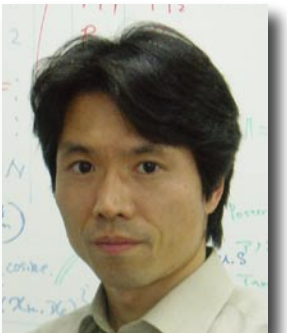
1984年東京大学理学部生物学科卒、1986年同大理学系大学院修士課程修了。同年日本電信電話(株)入社。1995-6年英国ケンブリッジ大学客員研究員。神経生理学、パターン認識、統計機械学習、自然言語処理、環境知能などの研究ならびに研究統括に従事。著書に「わかりやすいパターン認識」(1998年オーム社、共著)、「コミュニケーションを科学する」(2002年NTT出版、共著)。情報処理学会創立45周年記念論文優秀論文賞受賞。大阪大学大学院情報科学研究科招聘教授、工学博士。

■協調し創造する協創情報社会の実現に向けて

協創情報研究部では、人間を超える知能を創出可能な計算機の実現と、それを土台とする新たなコミュニケーション環境の提供を目指し、計算機科学のみならず、社会学、心理学を含めた学際的なアプローチで研究を進めています。

また、多地点間で“同室感”を実現する t-Room システム、および、センサネットワーク環境で起きた“デキゴト”を自動的にインデキシングし、環境を理解する s-room システムの研究開発等、社会に貢献できる新たな情報通信基盤の構築も行っています。

本講演では、これらの研究テーマに関し、最近の研究成果の概要についてご紹介致します。



協創情報研究部長
上田 修功

【プロフィール】

昭和 57 年 阪大・工・通信卒、59 年 同大学院修士課程了。同年日本電信電話公社(現 NTT)入社。以来、画像処理、パターン認識、統計的学習理論、データマイニングの研究に従事。平成 5 年米国 Purdue 大学客員研究員。電気通信普及財団賞(平成 9、18 年)、電子情報通信学会論文賞(平成 12、14 年)、等受賞。著書:よくわかるパターン認識(オーム社、共著)、統計科学のフロンティア 計算統計 I (岩波書店、共著)ほか、NAIST 客員教授、理研 非常勤研究員、博士(工学)。

未来想論

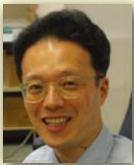
(来場者との交流セッション)

未来想論

(来場者との交流セッション)

■実世界リアルタイムコンテンツ化 ～s-room のコンセプトとそのビジネスモデル～

明確なあるいは有効な出口が見つからないまま盛んに研究されてきたユビキタスコンピューティング。その一方で、Google は、情報の取り扱い方の概念を根本的に変革し、ネットにおけるビジネスモデルを広告に置くことによりかつてない成長を遂げています。未来想論では、ユビキタスコンピューティングを、実世界情報をネットのコンテンツとする「プリプロセッサ」と捉えることにより、研究としての幅が広がるばかりでなく、新たなビジネスの荒野が開ける可能性を示唆したいと思います。そのため、s-room と呼ばれるプロジェクトで研究開発した要素・基盤技術とアプリケーションを紹介し、そのビジネスモデルについて提案させていただき、NTT グループ企業の新規ビジネスを模索している方たちに議論の場を提供したいと考えております。



講演者／岡留 剛(おかどめ たけし)

協創情報研究部 環境セマンティクス研究グループリーダー

1988 年に東京大学大学院情報科学科博士課程終了、同年 NTT 基礎研究所入所。博士(理学)。実世界セマンティクス、ユビキタスコンピューティングに興味を持つ。ACM、情報処理学会、日本認知科学会会員、情報処理学会関西支部幹事、大阪大学大学院情報科学研究科招聘教授、奈良先端科学技術大学院情報科学研究科客員教授、京都大学大学院情報学研究科連携教授。

■次の局面を迎えたユーザ生成コンテンツ ～UGC2.0 を目指して～

これまで、文書、写真、動画が主だったユーザ生成コンテンツ UGC は、うごうごブログ(<http://ugougoblog.com/>)の登場により、Web 上で制作するアニメーションといった未知の領域に向かっていきます。

このパネルディスカッションでは、まず、うごうごブログプロデューサ佐野氏にその狙いと現状についてお話していただいて、そのベースとなった技術ビスケットの考案者である原田が次に狙っている段階を語ります。その後、観客を巻き込んで作品が爆発的に発展するメディアアート：カンプリアン・ゲームの作者である、安斎氏、中村氏に、まったく自由な立場から、このプロジェクトを一刀両断していただきます。

なお、本テーマに関連した展示を行っております(P17 参照)。



パネリスト／安斎 利洋(あんざい としひろ)

システムアーティスト

1956 年 東京生まれ。MANDELNET (1986)、連画(1992-)、カンプリアンゲーム(2002-)などの、ネットワークアートプロジェクト。SuperTableau (1986)、マジックペラー (1998)などのペイントシステム。Ramblers (1993)、遺伝的絵画(2004)などのアルゴリズム作品。人間と人間、機械と機械。人間と機械の相互作用によって、いままでにない新しい形や概念が生まれてくる不思議に迫りたくて、仕事をしている。<http://www.renga.com/anzai/>



パネリスト／中村 理恵子(なかむら りえこ)

アーティスト

武蔵野美術大学卒。商用パソコン通信会社でコンテンツ企画を経て、1992 年-、コラボレーテッド・アート「連画」発表。2005 年-、「連画」の進化系「カンプリアン・ゲーム」を愛知万博に出展。現在、アナログ、デジタルが同居した情報空間をキャンパスにみたてて制作をつづけている。<http://rieko.jp>



パネリスト／佐野 恵利子(さの えりこ)

NTT 第三部門

1960 年 東京生まれ。1988 年 3 月 お茶の水女子大学 大学院 理学研究科 修士課程修了。同年 日本電信電話株式会社 NTT 基礎研究所。現在、NTT 第三部門で、研究所の成果を事業化するプロデュース業務に従事。Viscuit の技術を核に、ターゲットをプログラマーに絞り、うごうごブログサービスを構築。2006 年 10 月よりトライアルを開始。現在のご利用ユーザは、ハイティーンから 80 代までと幅広く、また、100 万 PV/月を達成するなど、UGC2.0 の分野に、NTT 技術で、新風を吹き込んでいる。絵を「描き公開することから」、「観る」、「つながる」をキーワードに、サイトの活性化に日々取り組んでいる。博士(工学)。



パネリスト／原田 康徳(はらだ やすのり)

メディア情報研究部主任研究員

1963 年北海道生まれ。1992 年 北海道大学大学院情報工学専攻修了。同年 日本電信電話株式会社 NTT 基礎研究所入社以来、変わったインタフェース、プログラミング言語の研究を行い、2003 年にその集大成である Viscuit (ビスケット)を発明する。1998 年～2001 年 JST さきがけ研究員、2004 年～2006 年 IPA 未踏ソフトウェアプロジェクトマネージャ兼務。博士(工学)。

■近未来のネットワークセキュリティ ～量子情報処理とフォーマルメソッドへの期待～

安全・安心な通信や情報処理のためには、安全な暗号とセキュリティプロトコルが必須です。そのため、情報基礎理論研究グループでは、前者に対し、無条件安全な暗号や電子署名を目指して量子情報処理を用いた研究を、後者に対し、セキュリティプロトコルを厳密に検証するフォーマルメソッドの研究を進めて参りました。

この方向は正しいのでしょうか。また、どのような期待や批判があるのでしょうか。この未来想論では、情報基礎理論研究グループで行っている研究を簡単に紹介した後、暗号理論研究の第一人者である NTT フェロー岡本龍明より、暗号理論の現状と未来像を軸に、量子情報処理やフォーマルメソッドへの期待、批判について、セキュリティ理論を専門としない方々にも理解できるような講演を予定しております。

この未来想論を通して、近未来のネットワークセキュリティについて、皆様と一緒に考えていきたいと思います。



講演者／岡本 龍明(おかもと たつあき)

NTT 情報流通プラットフォーム研究所 岡本特別研究室長、NTT フェロー

1976 年 東京大学工学部計数工学科卒業。1978 年 同大学院修士課程修了。同年 日本電信電話公社に入社。入社以来、計算機ネットワークアーキテクチャ、自然言語処理、情報セキュリティの研究・開発に従事。1989-90 年 カナダ Waterloo 大学 客員助教授。1994-95 年 米国 AT&T Bell Laboratories 客員研究員。電子情報通信学会業績賞、小林記念特別賞、電気通信普及財団賞、科学技術庁長官賞、日経 BP 賞受賞。著書:「暗号・ゼロ知識証明・数論」(共立出版)、「現代暗号」(産業図書)、「暗号と情報セキュリティ」(日経 BP 社)など。京都大学大学院情報科学研究科 客員教授、日本応用数理学会会長、工学博士。



講演者／真鍋 義文(まなべ よしふみ)

人間情報研究部 情報基礎理論研究グループリーダー

1983 年大阪大学基礎工学部情報工学科卒業。1985 年同大学院修士課程修了。同年日本電信電話株式会社入社。入社以来、分散アルゴリズム、暗号理論、グラフ理論、オープンソースソフトウェア等の研究に従事。1994-95 年米国 Johns Hopkins 大学客員研究員。京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻客員准教授。ACM、IEEE、電子情報通信学会、情報処理学会会員。博士(工学)。

■人間科学が技術／社会を変える ～認知科学・心理学から工学への提言～

私たちは、ともすれば「人の心は可塑的(“タブラ・ラサ”)であり、任意の技術や社会制度を導入さえすればいかようにも人の心を改変でき、幸福な社会を実現させることができる」という思考に陥ってしまいがちです。

しかし、そのような考え方は必ずしも正しくないことが近年の人間科学研究から明らかにされつつあります。つまり、人々の心は完全には可塑的ではなく、進化の過程で獲得されてきた心のプログラムがあり、そこから逸脱した知覚や行動はとることが難しいと考えられています。この事実を鑑みるに、私たちのあるべき未来を語るためには人間の本性(human nature)を理解し、それに沿った 技術／社会を作り上げていく必要があります。

この観点から、学術界の研究や CS 研で行われてきた研究を紹介しつつ、人間科学と工学を横断して今後我々が行うべき研究分野についてみなさまと議論したいと思います。



パネリスト／松田 昌史(まつだ まさふみ)

協創情報研究部研究員

2004 年 北海道大学 Ph.D. 社会心理学専門。対人関係における信頼、CSCW システムにおける集団行動に関する研究を行う。2006 年 電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション賞受賞。



パネリスト／柏野 牧夫(かしの まきお)

人間情報研究部 感覚運動研究グループリーダー

2000 年 東京大学 Ph.D. 認知脳科学専門。聴覚や音声コミュニケーションの脳内メカニズムの研究を行う。著書に「脳科学大事典」(2000 年朝倉書店、共著)ほか。科学技術振興機構 ERATO 下條潜在脳機能プロジェクト・グループリーダー、および東京工業大学大学院総合理工学研究科・連携教授を兼務。



パネリスト／小林 哲生(こばやし てっせい)

協創情報研究部研究員

2004 年 東京大学 Ph.D. 専門は心理学。乳幼児の認知発達／言語獲得、チンパンジーやゾウの認知能力の進化、性的魅力に関する進化心理学的研究を行う。著書に「モバイル社会の現状と行方」(2007 年 NTT 出版)、訳書に「脳は絵をどのように理解するか」(1998 年 新曜社)、「動物のこころを探る」(1999 年 新曜社)、「乳児の世界」(2004 年 ミネルヴァ書房)。



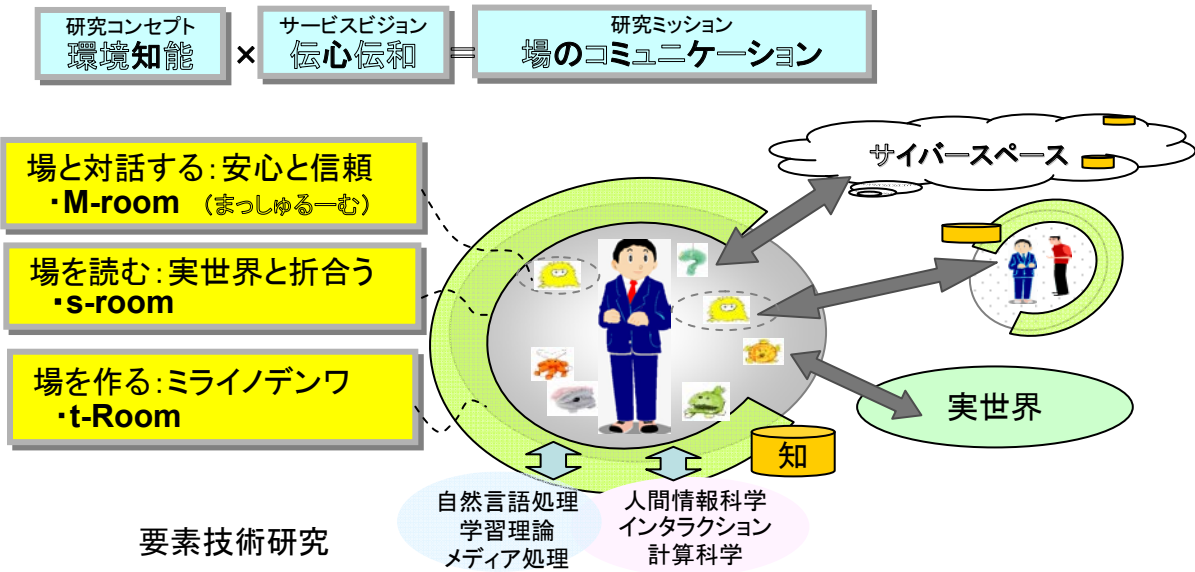
指定討論者／亀田 達也(かめだ たつや)

北海道大学大学院文学研究科 教授。

1989 年 イリノイ大学 Ph.D. 社会心理学専攻。進化ゲーム・シミュレーションと実験を用い、社会行動や認知に関する理論研究を行う。著書に「合議の知を求めて」(1997 年共立出版)、「複雑さに挑む社会心理学：適応エージェントとしての人間」(2000 年有斐閣)、「進化ゲームとその展開」(2002 年共立出版)など。2006 年日本心理学会国際賞(奨励賞)受賞ほか。

3つのルームで味わう環境知能
～t-Room, s-room, M-room～

テーマ展示オーガナイザ: 外村 佳伸



「場のコミュニケーション環境」の研究参照モデル

科学技術が我々の社会や生活に与える影響がますます大きくなりつつある昨今、「環境知能」は、より広い視野で長期的な視点に立ったQuality Of Lifeをめざすべきであるとの考えを根底にしています。この考えのもと、私たちは、コミュニケーション環境の未来を考える視点から、特に人間性や、さりげない日常コミュニケーションを大事にすることが重要であると考え、人を取りまく様々な状況を含む「場」を前提とするコミュニケーション環境が必要であると考えています。

従来意識されてこなかった情報まで含めて伝え、共有し、さりげない中で心が伝わり、和が広がる「伝心伝和」をめざし、私たちは図のような研究推進の取り組みモデルを掲げ、様々な要素技術が融合・駆使されたコミュニケーション環境をめざす3つのプロジェクト t-Room, s-room, そして M-room(まっしゅるーむ)を設けています。これら3つのルームでは、めざすべき未来像の検討、新たな課題の発見、知見の蓄積などをねらい、具体的に目に見える形でのプロトタイプングを通して、日々進化しながら課題に切り込んでいます。

- ・ t-Room : 人の自然な感覚がそのまま活かされ時空を超えた同室感コミュニケーションを可能にする場の実現をめざします。
- ・ s-room : 実世界の場をセンス、蓄積し推論までも行う基本環境を持ち、実世界の出来事の検索、自動コンテンツ化など、いわば実世界と折り合う新しいコミュニケーション環境のエンジンを提案します。
- ・ M-room : 様々な状況、情報、知識を背景としたまっしゅるーむが、さりげなく気の利いた対話環境の場を醸し出す安心と信頼の対話環境の実現をめざします。



Yoshitaka Nomura

電話の未来：ミライノデンワ

背景：NTTの基礎研究には、空間と時間を超えて人々がコミュニケーションし、様々な状況での社会的インタラクショ

課題：従来のビデオ会議システムでは実現できないような遠隔コラボレーションや非同期コミュニケーションの実現、複合メディアにおけるコンテンツ生成の原理の解明、汎用遠隔コミュニケーション基盤システムの実装。

解決策・アプローチ：遠隔多地点と遠隔時刻にいるユーザが、あたかも同じ部屋にいるような感覚（同室感）を得るように同じレイアウトの部屋と音と画像を共有。特殊機器を使わず、実世界と同じ自然なインタラクションが通用。

到達点：同室感を体験するプロトタイプ機実現。現在、大型t-Roomのハードウェア構築、ミドルウェアの全面改良による高画質化、画像エコーキャンセル、過去再生、多地点接続を実現。同室感に関する基本的な実験を実施中。



関連文献

K. Hirata, Y. Harada, T. Takada, S. Aoyagi, Y. Shirai, N. Yamashita, J. Yamato: The t-Room: Toward the Future Phone, Vol.4, No.12, pp.26-33, NTT Technical Review (2006).
平田, 原田, 高田, 青柳, 白井, 山下, 大和: 未来の電話を考える - 遠隔コミュニケーションシステム t-Room, NTT技術ジャーナル, 2007年6月号.

実世界のモノとコトのリアルタイムコンテンツ化

背景：各種センサを利用してモノに関する情報を発信するセンサネットワークやより広くユビキタス環境の画期的な利用が望まれている一方で、いわゆる「ネット」が社会のインフラとして定着しさらに新たな使い方が出現している。

課題：実世界のモノやデキゴトといった「情報化以前の存在」を情報化し、Webのコンテンツとして誰もが利用できるようにする。

解決策・アプローチ：センサネットワークを前提として、モノに各種センサを搭載した超小型ノードを貼付し、モノの加速度情報などを発信させ、実世界に関する知識を利用してセンサ情報を言語化する。

到達点：要素基盤技術として、ノードを貼るだけで貼られたモノが何でありどのような状態にあるかを推定する技術や、ノードを貼付されたモノがブログを書くアプリケーションなど。



関連文献

・岡留 剛, 岸野泰恵, 前川卓也, 柳沢 豊, 櫻井保志 (2007). s-room: 実世界情報の生成とそのリアルタイムコンテンツ化. NTT技術ジャーナル, 19, 3, 13-18.

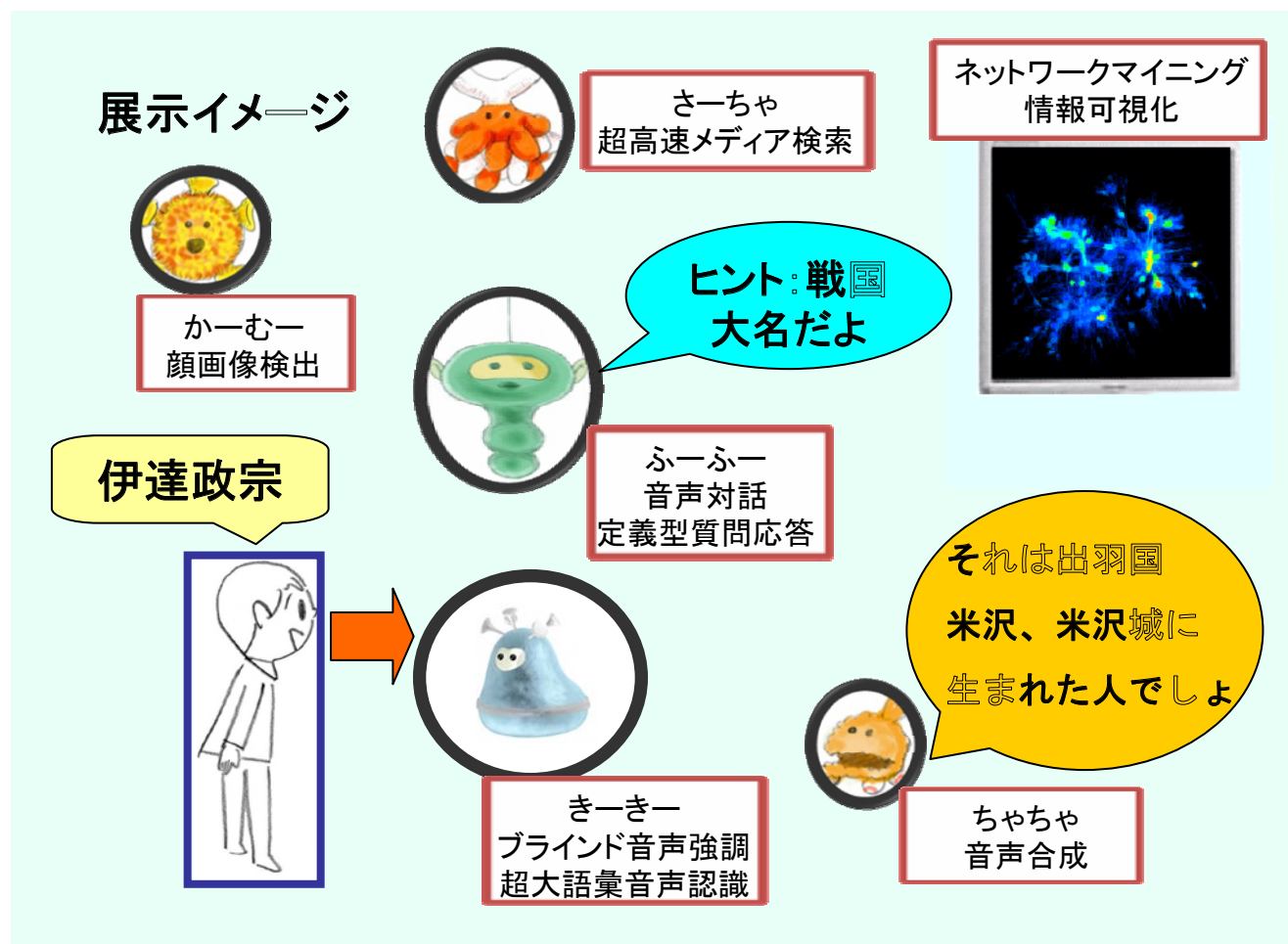
まっしゅる一むの世界2007

背景: CS研では効率性、利便性、合理性を重視していた今までの情報通信技術のあり方を見直し、人に、寧ろ、驚き、楽しみをもたらす「環境知能」の基本コンセプトを提案している。

課題: 人と環境を仲介する存在であるまっしゅる一むを通して、日々の生活に潤いを与えて、人の心に届くコミュニケーションの実現をめざしている。

解決策・アプローチ: コミュニケーションに不可欠な技術を融合し人の行動、環境の変化に即応できる実時間知能統合処理を実現し、解決すべき具体的な技術課題を検討することにより問題の解決を図る。

到達点: まっしゅる一むの世界2007では、その一例として「たくさんいる」をテーマに人名や地名に関するなどを人に出題するまっしゅる一むを組み上げた。



関連文献

前田, 南, 堂坂: “妖精・妖怪の復権—新しい「環境知能」像の提案—,” 情報処理, vol. 47, no. 6, pp. 624-640, (2006)
南, 前田, 堂坂, 近藤, 森: “まっしゅる一むの世界 —5年後に向けた取り組み—,” NTT技術ジャーナル, Vol. 19, No. 6, 掲載予定, (2007)



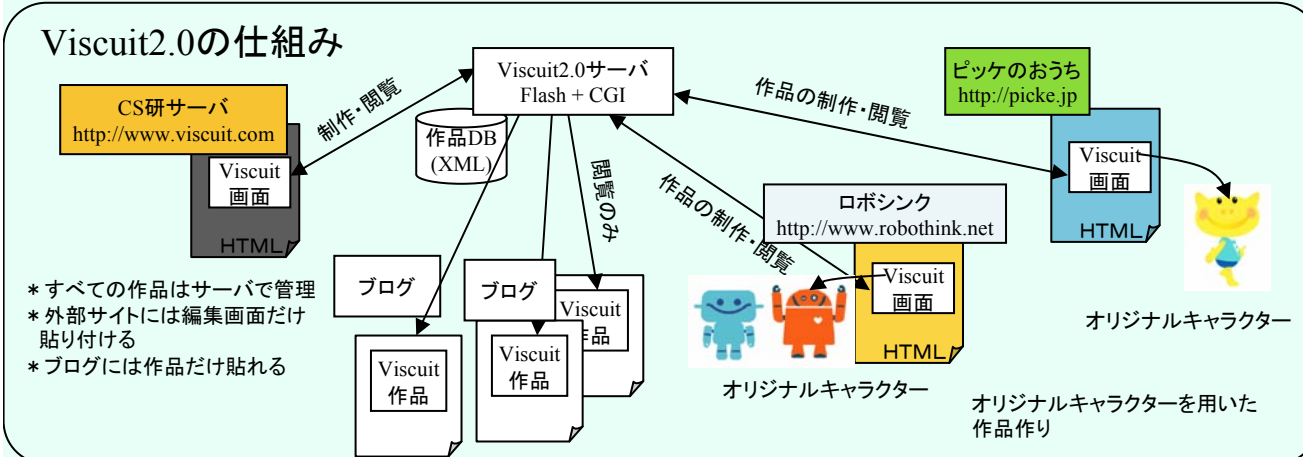
Web2.0的UGC—Viscuit2.0

背景: 文字を中心としたブログやSNSといったUGC（ユーザ生成コンテンツ）は動画やアニメーションにシフトしてきている。また単機能を提供するWeb2.0的なアプローチが注目を浴び、組み合わせやすい技術が求められている。

課題: Web2.0的なViscuit(ビスケット)の再構築。より広いユーザに使用してもらい、運営コストをできるだけ下げ、新しい研究成果を取り入れやすいアーキテクチャを目指す。

解決策・アプローチ: Viscuitの強み（絵の動き）に特化し、それ以外の部分（お絵かき、コメント機能）は他のサービスを利用する仕組みを提供する。

到達点: Flashで全面的に書き直し、Webアプリとして実現した。滑らかな動き、洗練されたインターフェースなどの特徴がある。新たな研究成果も導入しやすい。



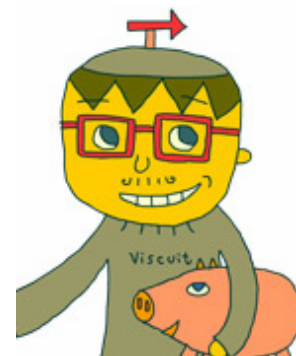
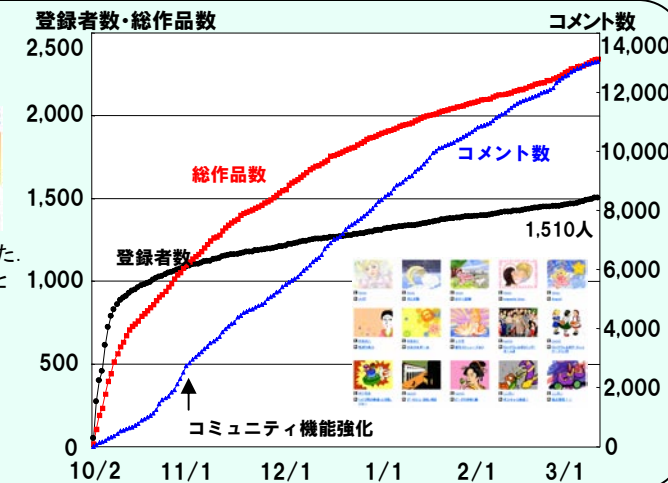
うごうごブログ <http://ugougoblog.com>

Web上のアニメーション制作投稿、コミュニティサイト
2006/10 スタート 50万PV/月 500作品/月

企業のタイアップによるコンテスト
ユーザによる自主的な解説の出現

ユーザの声

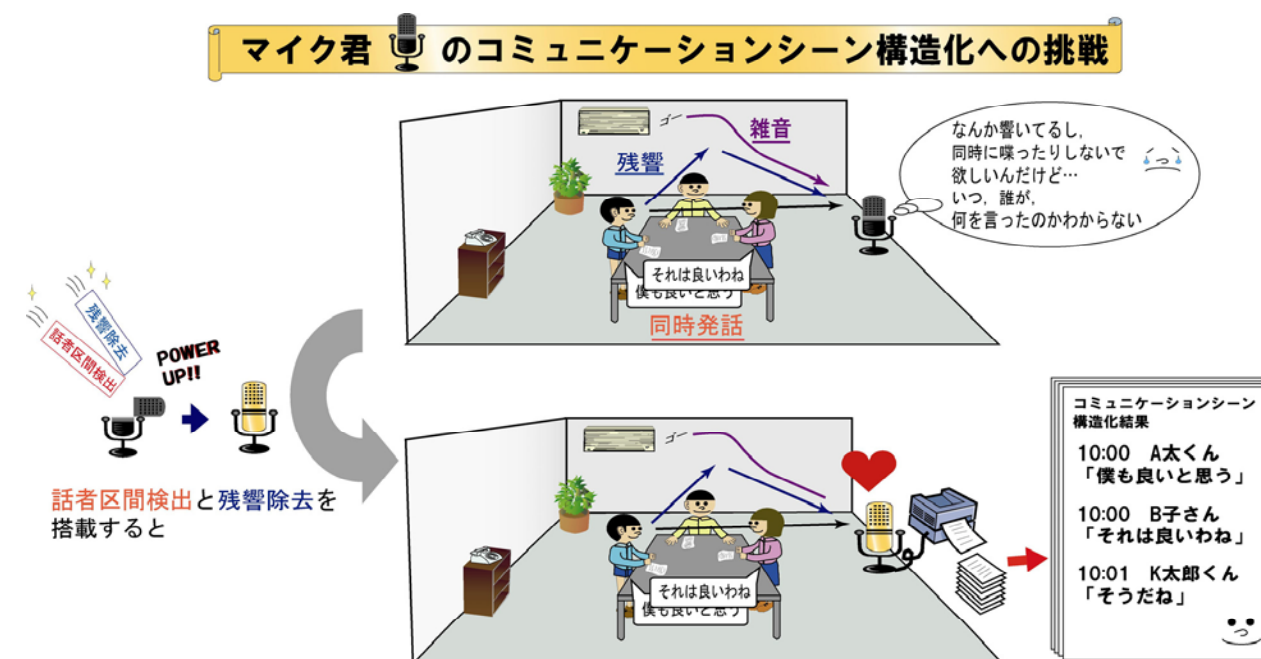
- * こんなにたくさん絵を描いたのは、高校生の頃以来、ああ楽しかった。
 - * 子供に絵を描いてとせがまれたときでも、ここまで気合を入れたことはありませんでした。
 - * 同じハマリ者同士、来年も楽しい作品を披露しましょう。
 - * マウスで絵を描くなんて思いもしなかったのに、すっかりハマってしまいました。
- アニメ制作のためのソフトもいらず、作品公開もネット上の操作だけ、「うごうごブログ」は究極のアニメ制作の簡素化かもしれない。
(アニメ! アニメ! ニュースより)



実世界コミュニケーションシーンの構造化・理解への挑戦

～「いつ、どこで、だれが、なにを喋ったのか？」を捉える音声音響技術～

テーマ展示オーガナイザ: 荒木 章子



音声は、映像や文字情報と並んで、最も自然で使いやすいコミュニケーション手段の一つです。日常会話や会議、電話などの、ひととひととの音声コミュニケーションに加え、携帯電話やリモコンへの音声入力など、機械とひととの音声コミュニケーションも年々広まってきています。

このような中、コンピュータが、生活の中での自然な音声を適切に処理することができれば、より快適な音声サービスを提供できると期待されます。しかし実際の音声コミュニケーションシーンはとても複雑な音事象の集まりであり、目的音声に、雑音や他の人の声、部屋の残響が重なり合うため、コンピュータでの音声処理は必ずしも容易ではありません。

そこで私たちは、このような雑音や残響の影響を取り除き、より快適な音声コミュニケーションを実現するため、音声音響技術を研究しています。さらに音声音響技術を応用し、音声コミュニケーションシーンの中で「いつ、どこで、だれが、なにを喋ったのか？」を分析(=構造化・理解)することで、より高度な音声メディア技術を提供したいと考えています。例えば、自動議事録作成や音声情報検索、シーンに応じたコミュニケーション支援などの技術です。

展示では、会議の中で「いつ、どこで、だれが、喋ったのか？」を捉える“会議シーンにおける話者indexing”と、残響があっても「なにを喋ったのか？」を捉える、“自動音声認識のための残響除去”の2つの技術を、デモを交えてご紹介いたします。



荒木 章子

実世界コミュニケーションシーンの構造化・理解への挑戦
～「いつ、どこで、だれが、なにを喋ったのか？」を捉える音声音響技術～

会議シーンにおける話者indexing

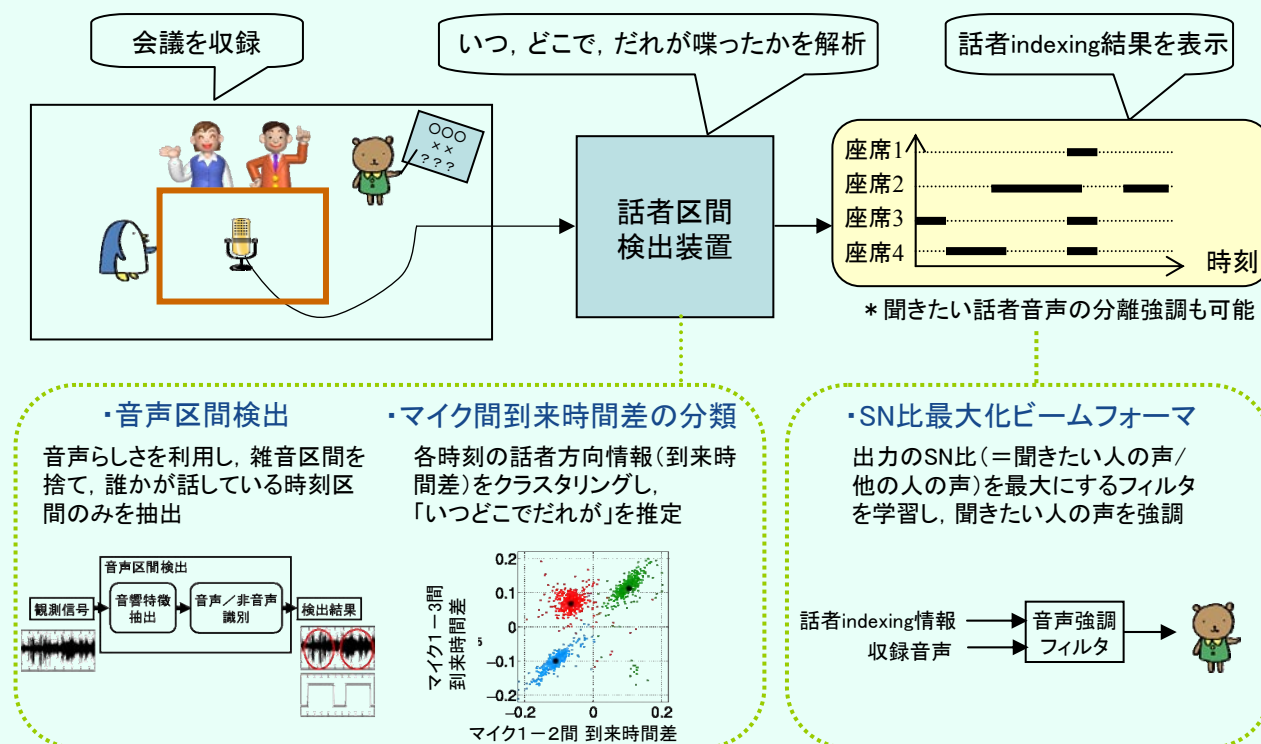
背景：記録媒体の大容量化に伴い、会議音声など大量の音声データの記録が可能となってきた。そこで、「いつどこでだれが」話したかを示す話者indexingを自動的に行い、頭出しや検索を容易にする技術が求められている。

課題：会議や討論では、複数の人の音声が互いに重なり合う状況が頻繁に起こる。プロジェクタなどの雑音も無視できない。そのような中でも高精度に動作する話者indexingを行うことが必要である。

解決策・アプローチ：複数のマイクで収録した音声情報を用い、音声区間検出・各話者音声のマイク間到来時間差推定・クラスタリング等の技術を統合。

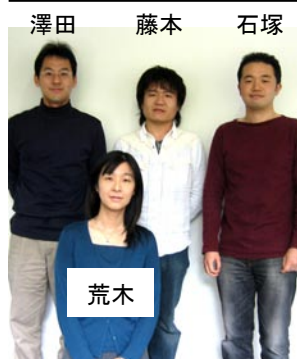
到達点：小規模なマイクアレーを用い、実際の会議室で話者が自然に発話する環境において、話者indexingを行うシステムを実現した。また話者indexing情報を利用し、それぞれの話者音声を分離強調することも可能になった。

■展示の概要



■ここがすごい！

- ・周囲の雑音にも頑健
- ・参加人数が事前に分からなくてもOK



関連文献

- ・ S. Araki, H. Sawada and S. Makino, "Blind speech separation in a meeting situation with maximum SNR beamformers," ICASSP2007, vol. I, pp. 41-45, 2007.
- ・ M. Fujimoto, K. Ishizuka and H. Kato, "Noise robust voice activity detection based on statistical model and parallel non-linear Kalman filtering," ICASSP2007, vol. IV, pp. 797-800, 2007.

実世界コミュニケーションシーンの構造化・理解への挑戦
～「いつ、どこで、だれが、なにを喋ったのか？」を捉える音声音響技術～

自動音声認識のための残響除去

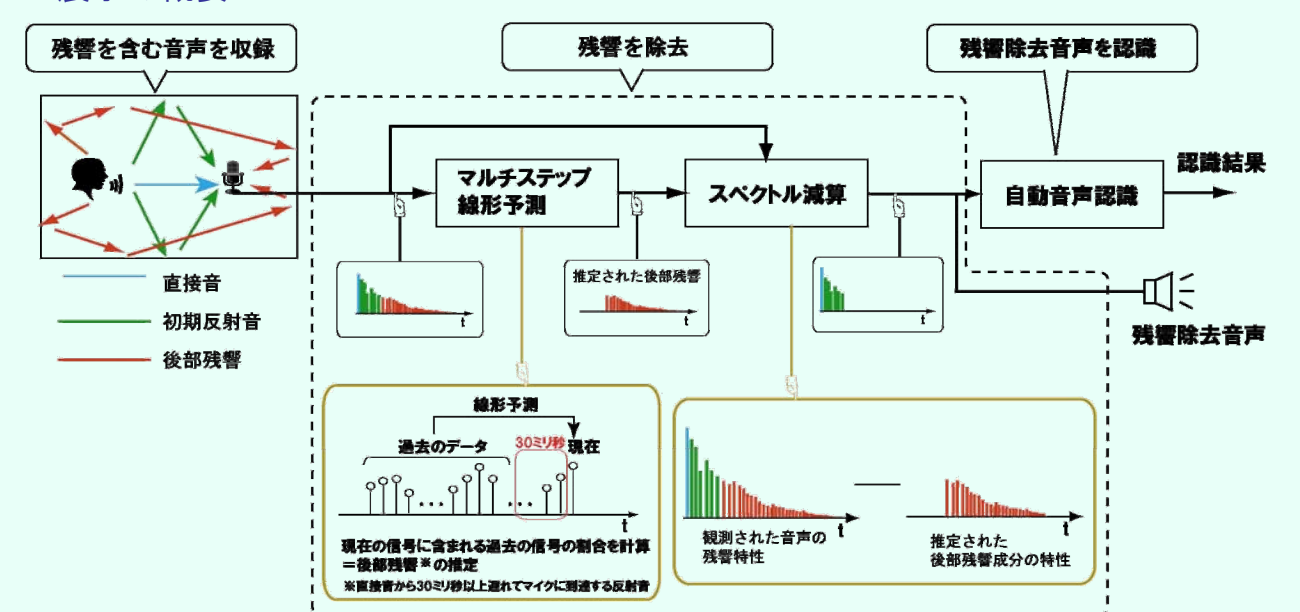
背景：ブロードバンド・ユビキタス社会において、快適かつ安心に、インフォメーションネットワークを利用するための技術として、コンピュータによる自動音声認識を核とする音声インタフェースの重要性が増している。

課題：話者とマイクロフォンとの距離が離れている場合、録音した音声は残響により歪む。この残響は、録音音声やテレビ会議音声の明瞭性を下げる要因になるとともに、音声認識性能を大きく低下させる。

解決策・アプローチ：録音音声から残響歪みを取り除く残響除去技術を提案。提案法は、特に音声認識性能を劣化させる後部残響（直接音から30～50ミリ秒以上遅れてマイクに到達する反射音）の抑圧に効果がある。

到達点：0.5秒の残響時間を持つ環境（10畳の洋間と同程度の音響条件）で、音声認識性能を大幅に改善。計算量の少ないアルゴリズムで、高速処理を実現。

■展示の概要



■ここがすごい！

[処理の特長]

- ・世界トップクラスの残響除去性能
- ・計算量の少ない高速処理

[効果]

- ・音声認識性能の大幅改善



関連文献

- ・ 木下慶介, 中谷智広, 三好正人: "実環境音声処理－音声認識に適した残響除去收音" NTT技術ジャーナル6月号, 2007
- ・ <http://www.kecl.ntt.co.jp/icl/signal/chishinweb/index-j.html>
- ・ http://labolib3.aecl.ntt.co.jp/member_servlet_home/asx/Small/2005-09.aspx

世界のメディア 自在に選んで賢く見る

～通信・放送連携時代に向けた多言語メディア処理技術～

テーマ展示オーガナイザ:堀 貴明, 須藤 克仁

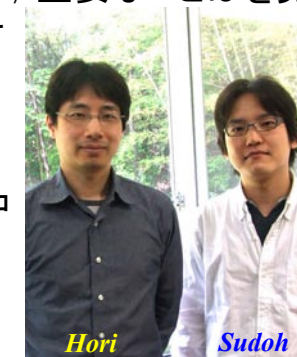


コンテンツはNTTサイバースペース研究所提供

動画共有サイトやネットラジオ, そして地上波・BS・CSと多チャンネル化する放送を通して, 非常に多くの映像・音声コンテンツに触れられるようになりました. 今後の通信・放送連携時代では, 膨大なコンテンツから自分の「見たい, 聴きたい」ものを能動的に選び, 好きな部分を取り出して見聴きするという視聴スタイルが一般化していくでしょう.

私たちは, 映像・音声コンテンツに含まれる言語情報を利用して, 見たいコンテンツを自分の見たいように見られる環境の実現を目標に研究を進めています. そのためには, コンピュータが自動的に音声を聴き取ったり, 重要なことばを見つけたり, ことばの意味を理解したり, 外国語を翻訳したりすることが必要です. また, コンピュータがそれらの処理をする方法を大量のデータから学ぶための技術も重要です.

このテーマ展示では, これらの技術を組み合わせたデモを中心に, それぞれの技術をパネルやデモでご覧いただきます.



Takaki Hori & Katsuhito Sudoh

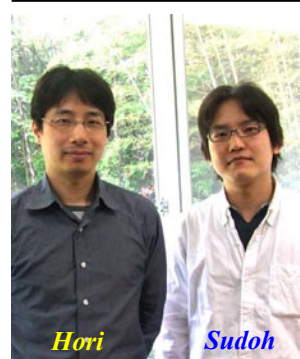
世界メディアブラウザ

背景: 世界中に大量の音・映像コンテンツが氾濫する中で、これらコンテンツに容易にアクセスし、見たいシーンだけを視聴したり、内容を簡単に理解したいというニーズが高まっている。

課題: 世界中の音・映像コンテンツを対象とするため、言葉の壁を越えた音声・言語解析技術が必須である。そして、多言語の様々なコンテンツをユーザにどのような形で提供するかが大きな課題である。

解決策・アプローチ: 言語に依存しない統計・学習アプローチによる音声認識、言語解析、機械翻訳技術を統合した世界メディアブラウザを構築する。ユーザは世界中から検索し、見たいシーンを任意の言語で、リッチな注釈付きで閲覧可能になる。

到達点: 日本語の模擬ニュースをコンテンツの一例として自動解析し、キーワードで任意のシーンを検索、日英字幕・固有表現注釈付きで閲覧可能なプロトタイプシステムを構築した。



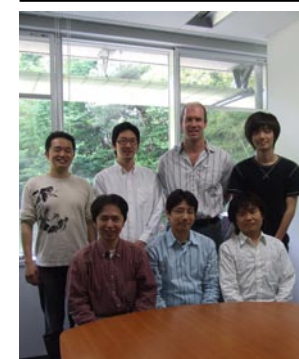
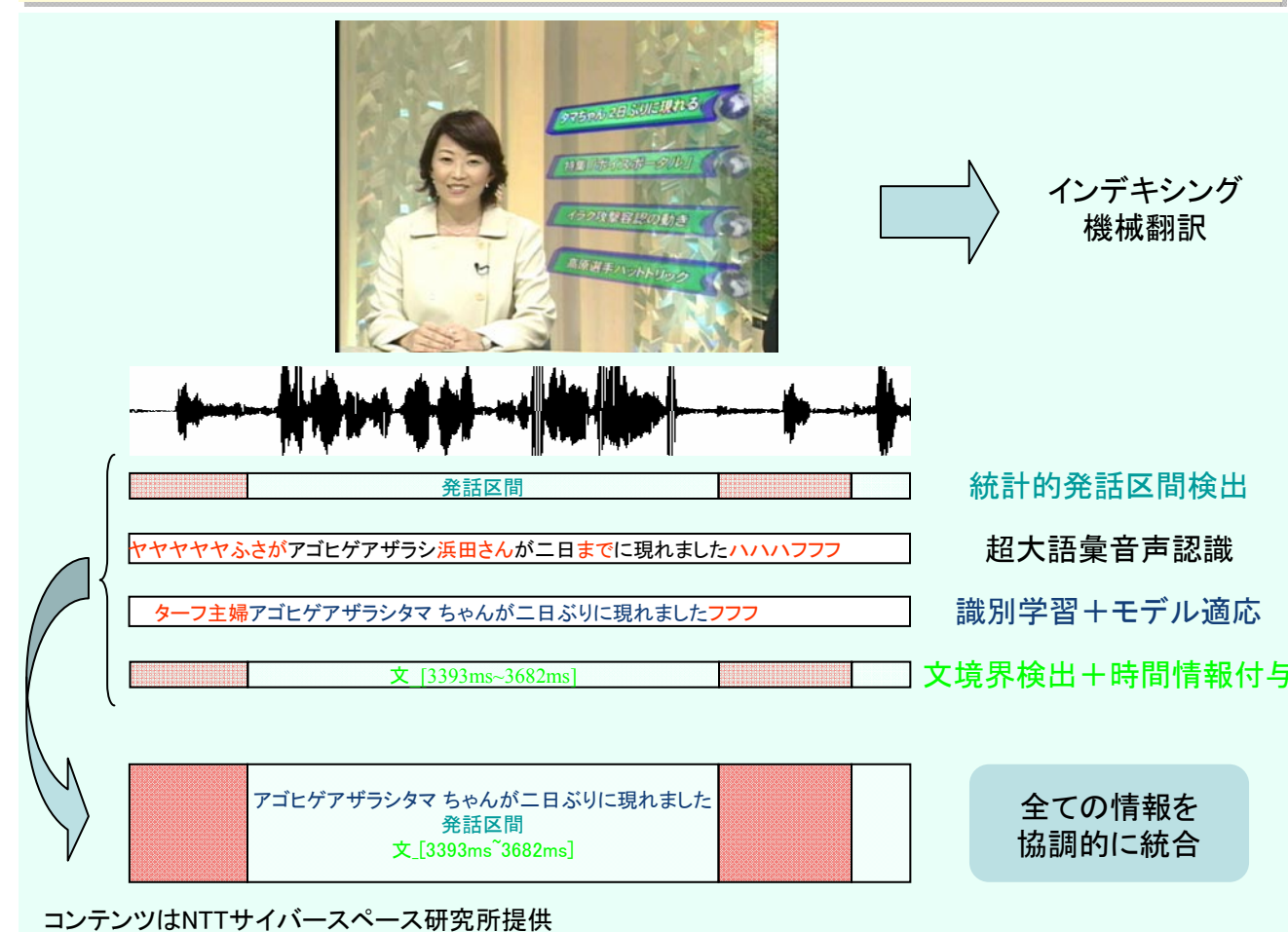
音メディアからの発話内容抽出

背景: 世界中のコンテンツには、発話内容の情報が付与されていない音メディアが膨大に存在。

課題: 音メディアへのアクセスには発話内容の付与が必須である。しかし、膨大な音メディアに発話内容を人手で付与するコストは非常に大きい。

解決策・アプローチ: 統計的発話区間検出、超大語彙音声認識、識別学習、モデル適応、文境界検出及びこれらから得られる多彩な情報を統合して出力。

到達点: 音メディアから発話区間や音声認識結果、文境界、時間情報を抽出。
⇒インデキシング、機械翻訳へ。



関連文献
中村 篤, 大庭 隆伸, 渡部 晋治, 石塚健太郎, 藤本 雅清, 堀 貴明, Erik McDermott, 南 泰浩: 音声認識システムSOLONの日本語話し言葉コーパスによる評価(2006年版), 情報処理学会研究報告, 2006-SLP-64, pp.251-256 (2006)

写真上段左より石塚, 渡部, McDermott, 大庭, 下段左下より中村, 堀, 藤本

統計的機械翻訳

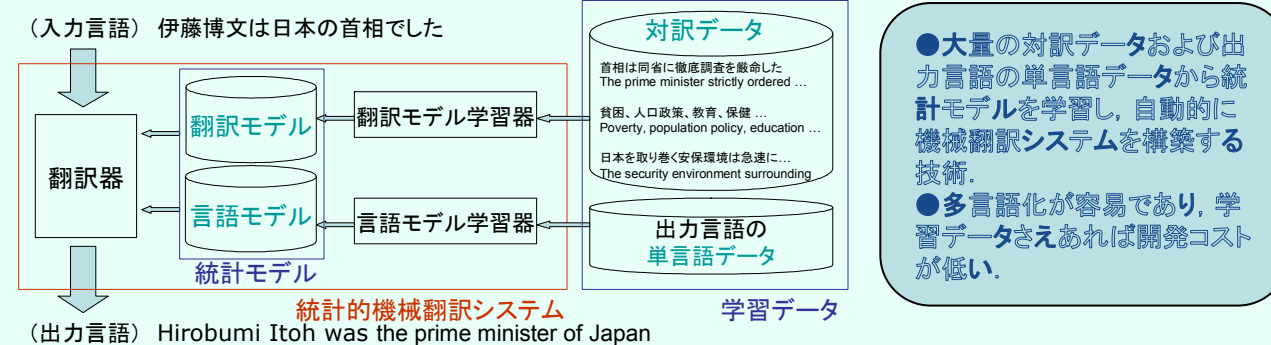
背景：世界中のWebコンテンツ・放送コンテンツを活用するために、多言語の機械翻訳技術が望まれる。

課題：従来のルールベース翻訳技術は、入出力の両言語がわかる言語エキスパートが必要であり、多言語への拡張が困難であった。

解決策・アプローチ：大量のテキストデータから自動的に機械翻訳システムを構築する技術（統計的機械翻訳）を開発する。

到達点：対訳データから自動的に学習される構文（階層的な句）に基づく手法を開発した。提案法は、様々な言語対で、構文を考慮しない従来手法を超える翻訳精度を達成した。

■概要



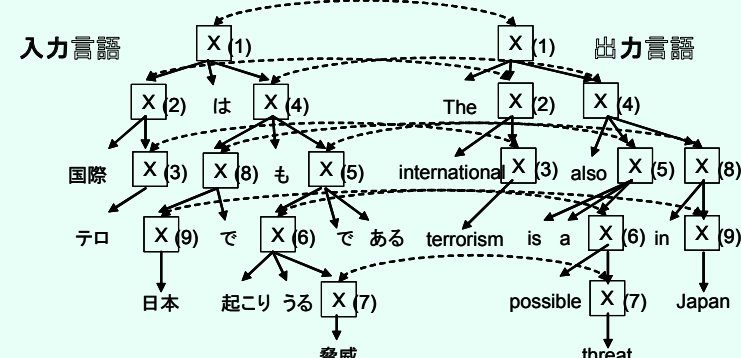
■階層的な句に基づく手法

翻訳モデル例

入力言語	出力言語	
X → <X ₁ は X ₂ , The X ₁ X ₂ >		0.2
X → <国際 X ₁ , international X ₁ >		0.4
X → <テロ, terrorism>		0.5
X → <X ₁ も X ₂ , also X ₂ X ₁ >		0.6

- 自動獲得される構文に基づく翻訳モデルによって語の並び替えを適切にモデル化
- 出力言語側の構文に制約を導入することで、効率的な翻訳処理を実現

翻訳例



※デモシステムではNTTサイバースペース研究所の多言語テキストデータおよび多言語形態素解析技術を利用しています。

関連文献

T. Watanabe, H. Tsukada, and H. Isozaki: "Left-to-right Target Generation for Hierarchical Phrase-based Translation," Proc. of COLING-ACL 2006, pp.777-784 (2006).
塚田, 渡辺, 鈴木, 永田, 磯崎: "統計的機械翻訳," NTT技術ジャーナル, Vol.19, No.6 (2007).



鈴木潤 (Jun Suzuki)



永田昌明 (Masahiro Nagata) 磯崎秀樹 (Hideki Isozaki)

話し言葉を解析する技術

背景：音声コンテンツの内容を正しく理解するには、音声認識によって得られる単語の並びに加え、様々な情報（例えば、コンテンツの内容を整理するための文の境界や、人名・日付を表す名詞句（固有表現））の抽出が重要である。

課題：ある程度音声認識の間違いや話し言葉特有の文法上の乱れの影響を受ける状況であっても、精度よく情報抽出を行う必要がある。

解決策・アプローチ：音声認識の出力である単語列に加え、コンピュータが推定する単語の修飾関係や音声認識結果の自信の度合いを解析に利用することで、文法上の乱れや音声認識の間違いの影響を受けにくいようにする。

到達点：
- 文の境界の検出間違いを20%程度減らすことができた（講演の話し言葉音声を対象）。
- 間違った固有表現を取り出す割合を20%程度減らすことができた（新聞記事を読み上げた音声を対象）。



関連文献

T. Oba, T. Hori, A. Nakamura: "Sentence Boundary Detection Using Sequential Dependency Analysis Combined with CRF-based Chunking," Proc. ICSLP, pp.1153-1156 (2006).
須藤, 塚田, 磯崎: 音声認識の確信度と識別モデルを利用した音声からの固有表現抽出, 第1回音声ドキュメント処理ワークショップ講演論文集, pp.153-158 (2007).



大庭隆伸 (Takafumi Ohnishi)

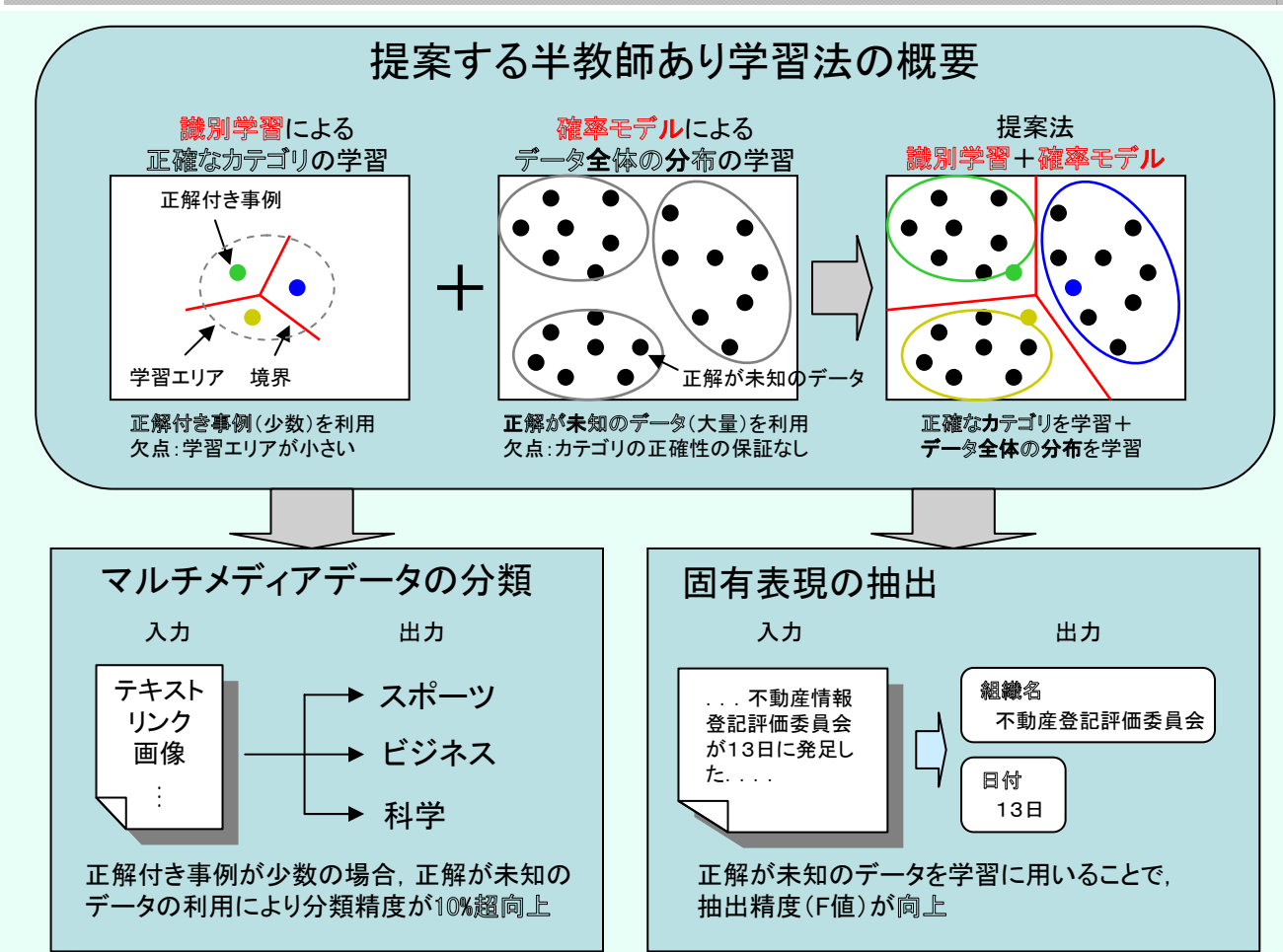
情報爆発時代の機械学習技術

背景: 世界中のメディアやインターネット上のデータは膨大にあり、データの自動分類や情報の自動抽出によって有用な情報を高速かつ正確に見つけられることが重要である。

課題: 自動分類・抽出には数多くの事例から処理方法を学習する技術が有効だが、人手で事例に正解をつける必要があり高コストである。このため、少数の正解付き事例から効果的に学習できることが求められる。

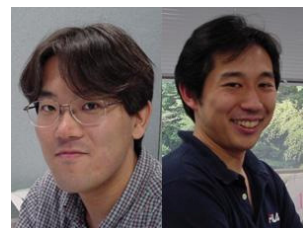
解決策・アプローチ: 正解付き事例とともに大量の「正解が未知のデータ」を同時に用いる「半教師あり学習」の新しい手法を提案する。

到達点: 提案する半教師あり学習法に基づいて、マルチメディアデータの分類や文書データからの固有表現の抽出を高精度化させる手法を開発した。



関連文献

藤野, 上田, 斉藤: 半教師あり学習のための生成・識別ハイブリッド分類器の設計法, 人工知能学会論文誌, Vol.21, No.3, pp.301-309 (2006).
鈴木, 藤野, 磯崎: データの分布特性を利用した半教師有り系列構造学習: 言語解析への適用, 言語処理学会第13回年次大会講演論文集, pp.99-102 (2007).



藤野

鈴木

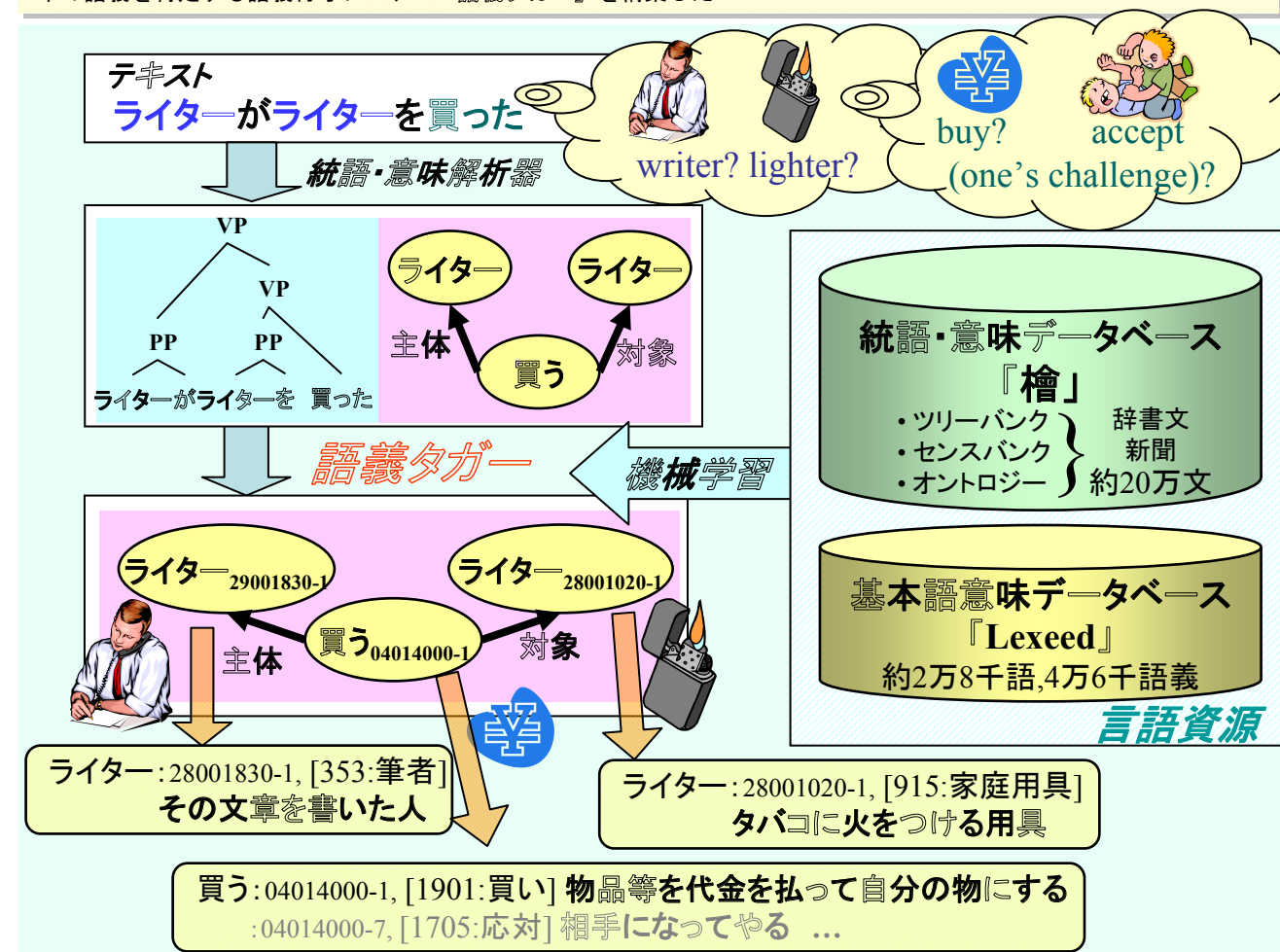
言葉の意味を区別する技術

背景: 近年、多様な電子情報が膨大に流通するようになったため、求める情報だけを検索できる情報検索システムや、正確に意味を伝える機械翻訳システムなど、より高度で精度の高い電子情報の処理システムの実現が望まれている。

課題: 多くの語は複数の意味(語義)を持っており、同じ語が異なる意味で使われたり、逆に、異なる語が同じ意味を表すことがある。こうした多様な表現を正しく扱うには、表面的な語の羅列ではなく、語義に基づくテキスト処理を行う必要がある。

解決策・アプローチ: 語義を定義した基本語意味データベース「Lexeed」、文章に文法的・意味的情報を付与した統語・意味データベース「檜」等を構築。機械学習によって得た知識を用いて、語義を判別する意味解析技術を実現する。

到達点: 表層的な語の共起情報だけでなく、文中に現れる語の抽象的な概念や意味的な関係を捉えて、任意の入力文中の語義を特定する語義付与システム「語義タガー」を構築した。



関連文献

田中貴秋, Francis Bond, 藤田早苗, 橋本力: 語彙的・構造的意味情報を用いたタギング, 言語処理学会第13回年次大会, pp.1086-1089, 2007
Takaaki Tanaka, Francis Bond, Sanae Fujita, Chikara Hashimoto: Word Sense Disambiguation Incorporating Lexical and Structural Semantic Information, Poster presentation at EMNLP-CoNLL 2007, (to appear)



Masaki Nagata

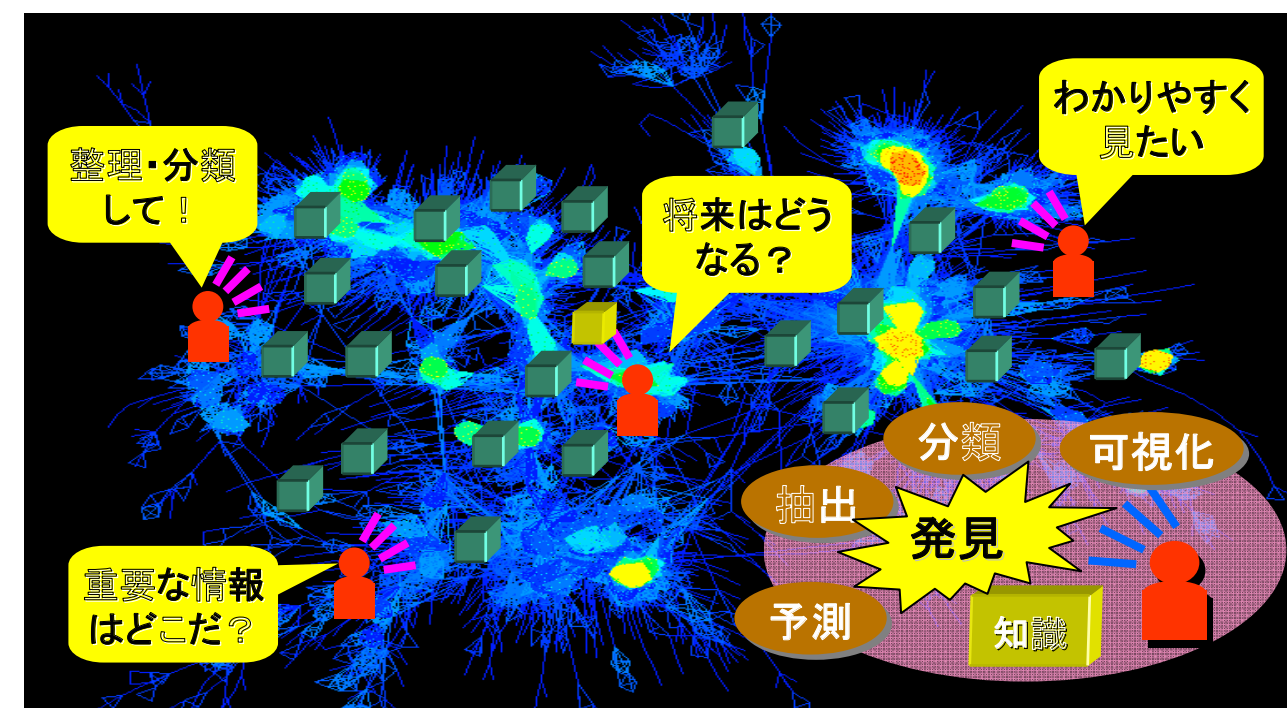
Sen Yoshida

Sanae Fujita

情報大洪水を知識に変える

～膨大な情報を自在に操るマイニング技術～

テーマ展示オーガナイザ: 山田 武士



■現代社会は情報で溢れています。膨大な情報の中から本当に必要となる知識を効率良く抽出し意味を理解するためには、情報を分析、整理、分類し、最終的には人間に見やすい形でわかりやすく提示することが必要です。

■特に世の中の社会現象は、人と人、人と情報の、さまざまなレベルでの係わり合いや相互作用が積み重なった結果として起こっていると言えます。

■私たちは知識発見技術を駆使することで、あらゆる社会現象を関係や相互作用に基づいて解析し、重要で特徴的な性質の発見や理解（マイニング）を通じて、それらの仕組みを解明できると考えています。

■この展示では、ネットワークの可視化や人間の購買行動のモデル化など、これら大規模な関係データマイニングに関する最近の取り組みをご覧ください。



山田 武士

複数オブジェクト追跡法

背景: 人感センサや床圧力パッド、広範囲をカバーする監視カメラ画像などで、時間的に増減する移動対象を追跡したい。

課題: 既存の手法では、事前に正しいパラメータを設定しなければ適切に動作しないことが問題であった。

解決策・アプローチ: 推定プロセス中に、オンラインでパラメータを推定する工夫をすることで、パラメータの初期設定が間違っても徐々にパラメータが修正されるようにする。

到達点: 移動対象数の推定性能が向上した。パラメータの初期値を様々に変えても真の値に近いパラメータへと収束することを確認した。

背景：複数移動対象の追跡

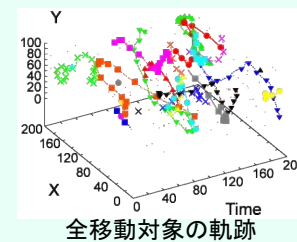
Rao-Blackwellizedパーティクルフィルタ

増減する移動対象数 (C)、ノイズと対象の見分け (J) を表すパーティクル (s)

パーティクル (s) の多数決で観測値 (Y) から移動対象の軌跡 (X) を推定

$$J_t^{(s)}, C_t^{(s)} \sim p(J_t, C_t | Y_t)$$

$$p(x_t | Y_t) \propto \frac{1}{S} \sum_s p(y_t | x_t, J_t^{(s)}, C_t^{(s)}) \cdot p(x_t | J_t^{(s)}, C_t^{(s)}, Y_{t-1})$$

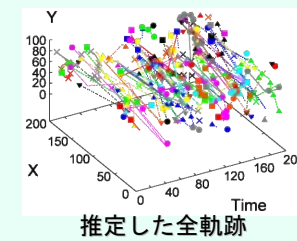
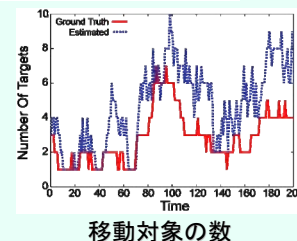


問題点：事前のパラメータ設定

対象の数を決定する確率パラメータ (p_b) を設定しなければならない

$$p(c_t | C_{t-1}) = \begin{cases} p_b & \text{New target birth} \\ 1 - p_b & \text{No new target} \end{cases}$$

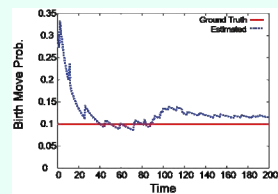
設定を間違えた場合



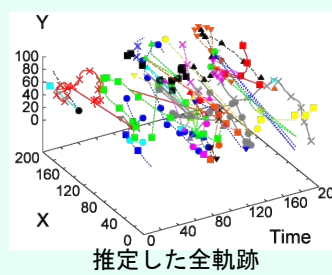
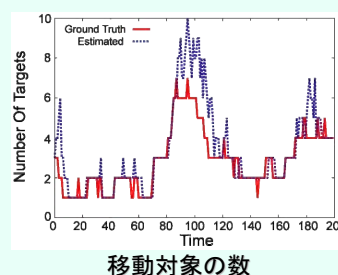
解決法：オンライン推定

初期パラメータ (α, β) と時刻 t までの推定結果 (α_t) でパラメータを推定

$$p_b(t) = \frac{\alpha + \alpha_t}{\alpha + \beta + t} \quad \text{ベータ事後分布期待値}$$



結果：推定精度の向上



関連文献

石黒・山田・上田, “複数対象トラッキングにおける、適応的なパラメータ推定手法”, 信学会PRMU研究会, 2007 (to appear).

イノベータの発見による情報検索とパーソナライゼーション

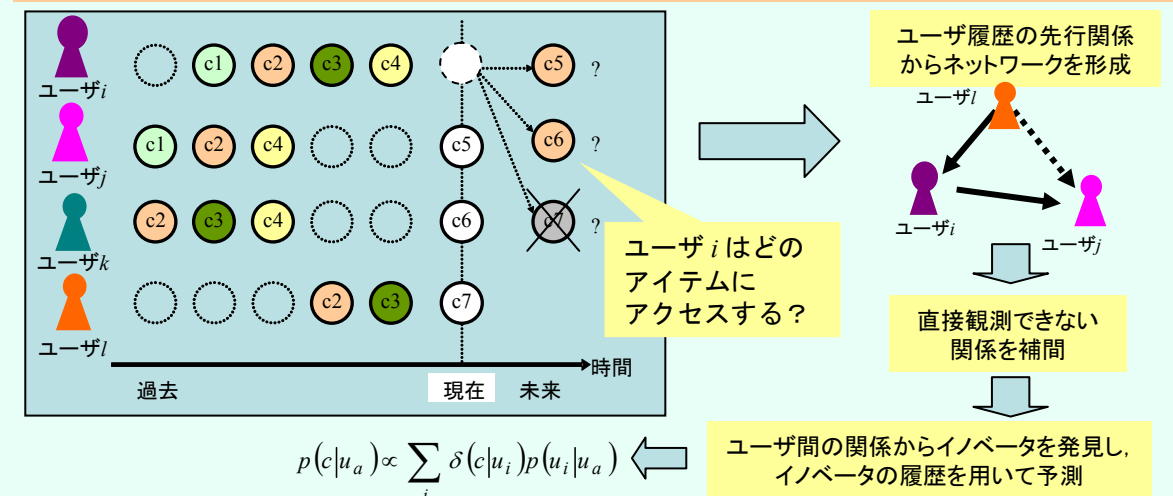
背景: 情報大洪水の中から自分にとって必要な情報を効率的に獲得するために検索のパーソナライズが必要とされている。

課題: パーソナライズの実現の為に、どのように各ユーザの嗜好や興味に合った情報を予測することが重要である。

解決策・アプローチ: 各ユーザ毎に嗜好や興味に似てかつ行動が先行するイノベータを発見し、そのイノベータの行動から該当ユーザの行動を予測することでパーソナライズを実現する。

到達点: ECサイトにおける商品検索や広告配信のパーソナライズから、インターネット空間におけるPageRankに代わる新しいランキングとしてユーザの長期・短期の嗜好や興味に基いたパーソナライズドランキングの実現。

各ユーザにとって嗜好が類似し、行動が先行するユーザ (イノベータ) の発見こそが将来の予測に役立つ



ユーザ行動の相対的な先行関係からユーザ間の関係を定義

ユーザ間で履歴を比較して確率値を計算

確率行列への変形

直接観測できないユーザ間の関係を反映する

$$p(u_i|u_a) = \frac{\sum_{k \in C_{ai}} w_k r_{ai,k}}{\sum_{j \in U} \sum_{k \in C_{aj}} w_k r_{aj,k}}$$

$$\bar{P} = \alpha \bar{P} + (1 - \alpha) \frac{ee^T}{N}$$

$$\hat{P} \propto \sum_n \bar{P}^n$$

従来のリンク構造に基づくインターネット空間のランキングに代わり、ユーザ間の関係に基づく、動的にパーソナライズ可能なランキングが実現

関連文献

川前 徳章, 山田 武士, 上田 修功: Innovatorの発見によるリコメンデーションのパーソナライズ手法の提案. 信学技報, 人工知能と知識処理研究会 (AI), 2007/5 (掲載予定).

情報大洪水を知識に変える ～膨大な情報を自在に操るマイニング技術～

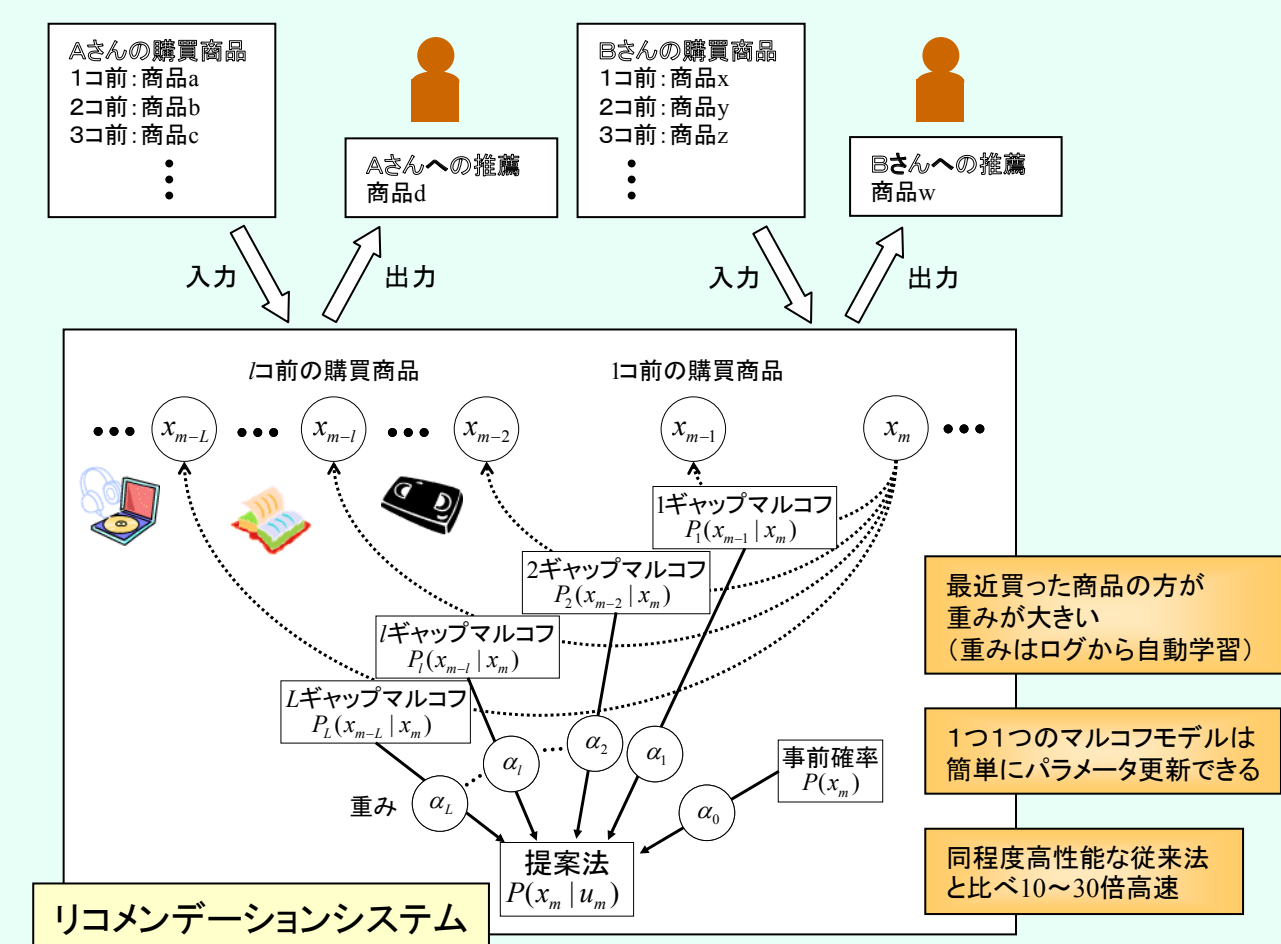
購買順序を考慮した リコメンデーションシステム

背景：リコメンデーションシステムによって、利用者は欲しい商品を早く見つけることができる。またオンラインストアは収益の増加が期待できる。

課題：一般にリコメンデーションシステムでは、新商品の発売や流行の変化などにもとまって、システムのパラメータを定期的に更新し、精度を維持する必要があるが、従来システムでは、更新に時間がかかってしまう。

解決策・アプローチ：機械学習の技術を用いて、1つ1つは単純でパラメータの更新が容易なリコメンデーションシステムを、全体として精度が高くなるように最適な重み付けによって組み合わせる。

到達点：実際の購買履歴データを使って同程度の精度である従来システムに比べて数十倍のスピードでパラメータを計算できることを確認した。



関連文献

岩田, 山田, 上田: 購買順序を考慮した協調フィルタリング, 電子情報通信学会 人工知能と知識処理研究会, 2007

情報大洪水を知識に変える ～膨大な情報を自在に操るマイニング技術～

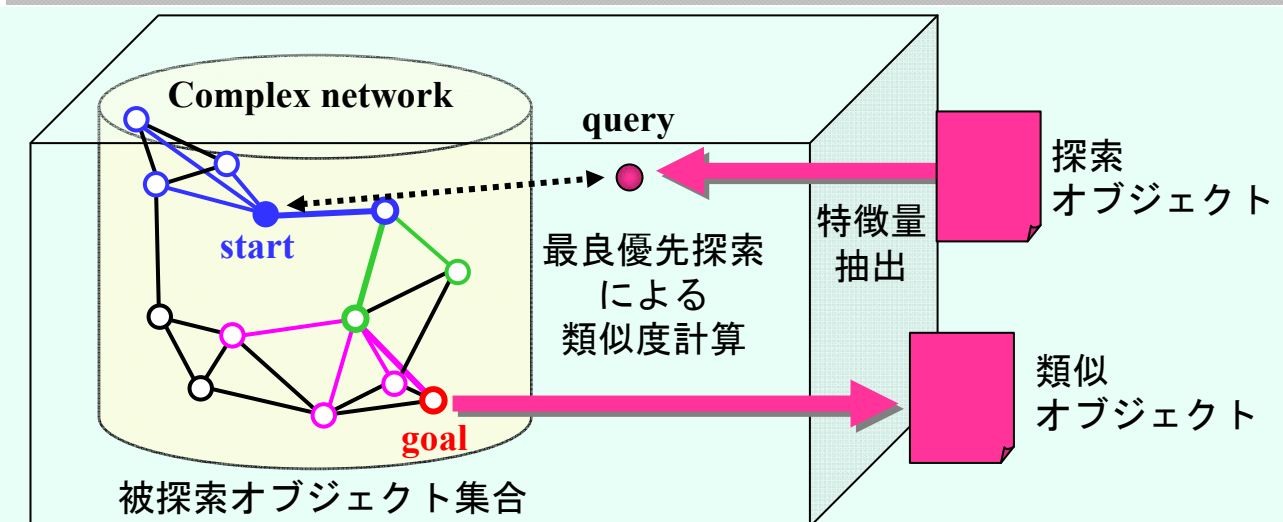
高速類似オブジェクト探索技術

背景：マルチメディアデータベースの類似探索技術は多くの分野で利用されており、その共通プラットフォームとなる超高次元オブジェクト集合に対する高速探索アルゴリズムが望まれている。

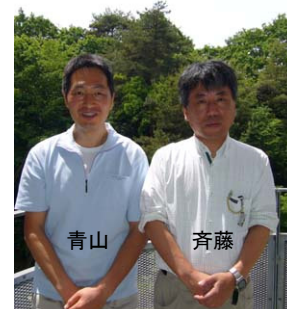
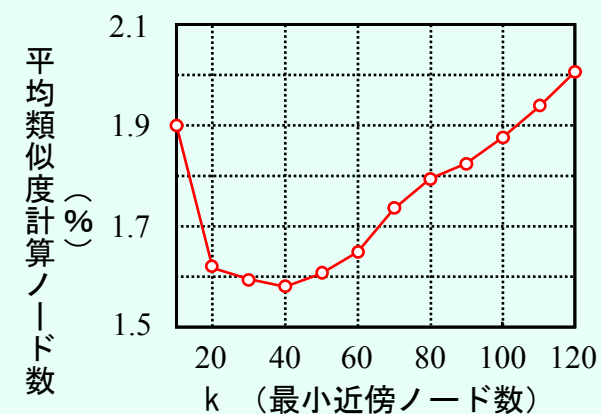
課題：膨大な数の超高次元オブジェクトから類似オブジェクトを高速に探索すること。

解決策・アプローチ：オブジェクトをノードとする複雑ネットワークを構成し、ネットワークの持つ平均最短パス長が小さいという特徴を利用し、類似オブジェクトを探索する。

到達点：新聞(約120万記事, 約80万次元), 特許公報(約80万公報, 約100万次元)等の文書ファイル群に代表されるマルチメディアデータを探索対象とし、全探索コストの数%程度で類似文書ファイルの探索に成功した。



被探索オブジェクト：新聞記事約6万件
に対応するノードから構成される
k-nearest neighbor networkを適用
した場合の探索コスト(変数: k)



青山

斉藤

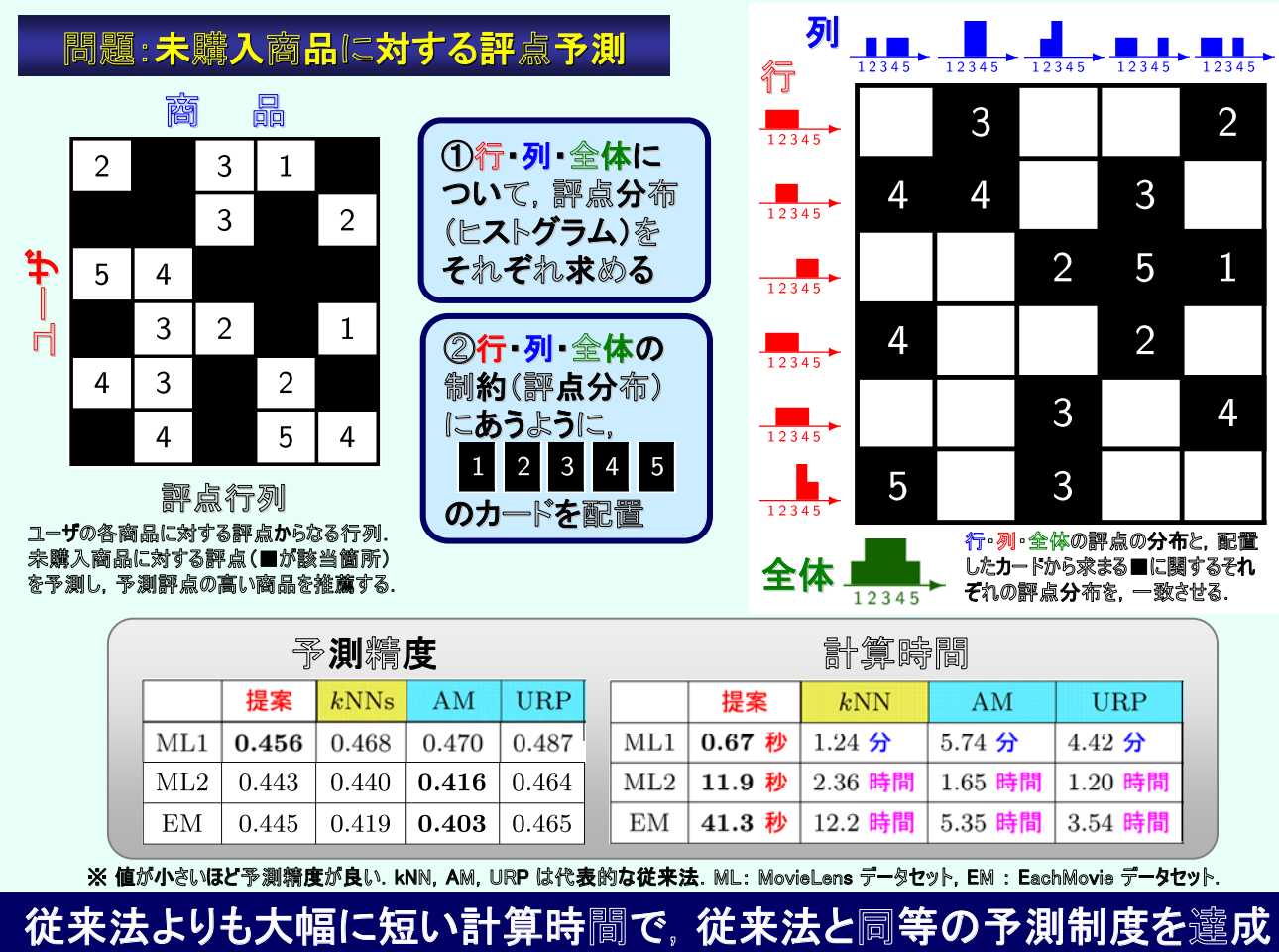
好みの商品を予測する技術

背景：消費者の好みがますます多様化してきたことにともない、過去に購入した商品に対する消費者の評価値の履歴（評点履歴）を用いて、消費者の好みに合わせて商品を推薦する“リコメンデーション”技術に注目が集まっている。

課題：各消費者の未購入商品に対する評点を予測し、予測評点の高い商品を推薦することでリコメンデーションサービスを実現しているが、従来の評点予測技術は、既知の評点履歴のみを用いて評点予測を行っている。

解決策・アプローチ：既知の評点履歴のみならず、未購入商品に対する予測評点も考慮して評点の予測を行う技術を開発した。未購入商品ごとに評点を予測する従来技術とは異なり、複数の未購入商品に対する評点を一括予測する。

到達点：映画に対する評価データ（5点満点評価）を用いた性能評価実験の結果、開発した技術は、（1）従来技術と同程度の予測精度ではあるが、（2）従来技術と比べて大幅に短い計算時間で評点の予測が行えることを確認した。



関連文献

桑田 修平, 上田 修功: 一括予測型協調フィルタリング, 情報処理学会論文誌「数理モデル化と応用」, (採録決定).

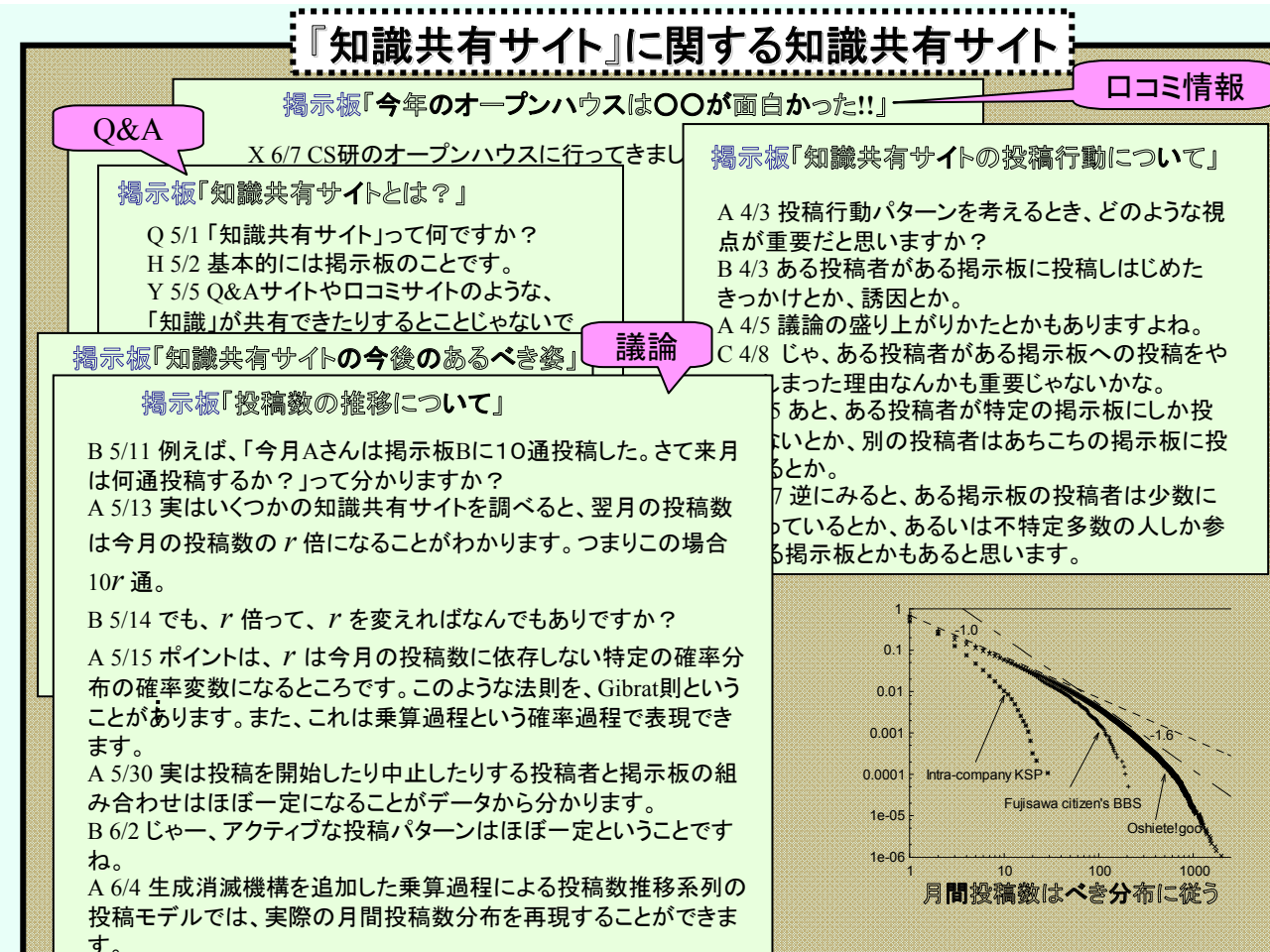
知識共有サイトの投稿行動モデル

背景：近年、知識共有サイト（電子掲示板を利用した口コミサイト、Q&Aコミュニティサイトなど）を利用したユーザ間での情報・知識の共有・流通・獲得が活発に行われている。

課題：知識共有サイトでは、投稿行動パターンがサイト全体のアクティビティに影響を及ぼし、さらにアクティビティが高いほど質のよいサービスの提供を期待できる。しかし、その具体的関係についてはまだあまり分かっていない。

解決策・アプローチ：実際の知識共有サイトにおける投稿行動を解析し、その実証的データから投稿行動モデルを構築する。そのモデルを数理的に解析することにより知識共有サイトの活性化要因を探る。

到達点：各投稿者の各掲示板への月毎の投稿数の推移系列やこの投稿数系列自体の生成消滅に関する実証的データから数理的な投稿行動モデルを構築した。このモデルは投稿数分布など実際の行動をよく再現していることを確認した。



関連文献

新井, 山田, 林: 知識共有サイトにおける投稿数の乗算確率過程の成長モデル, 情報処理学会論文誌: 数理モデル化と応用 (in press)

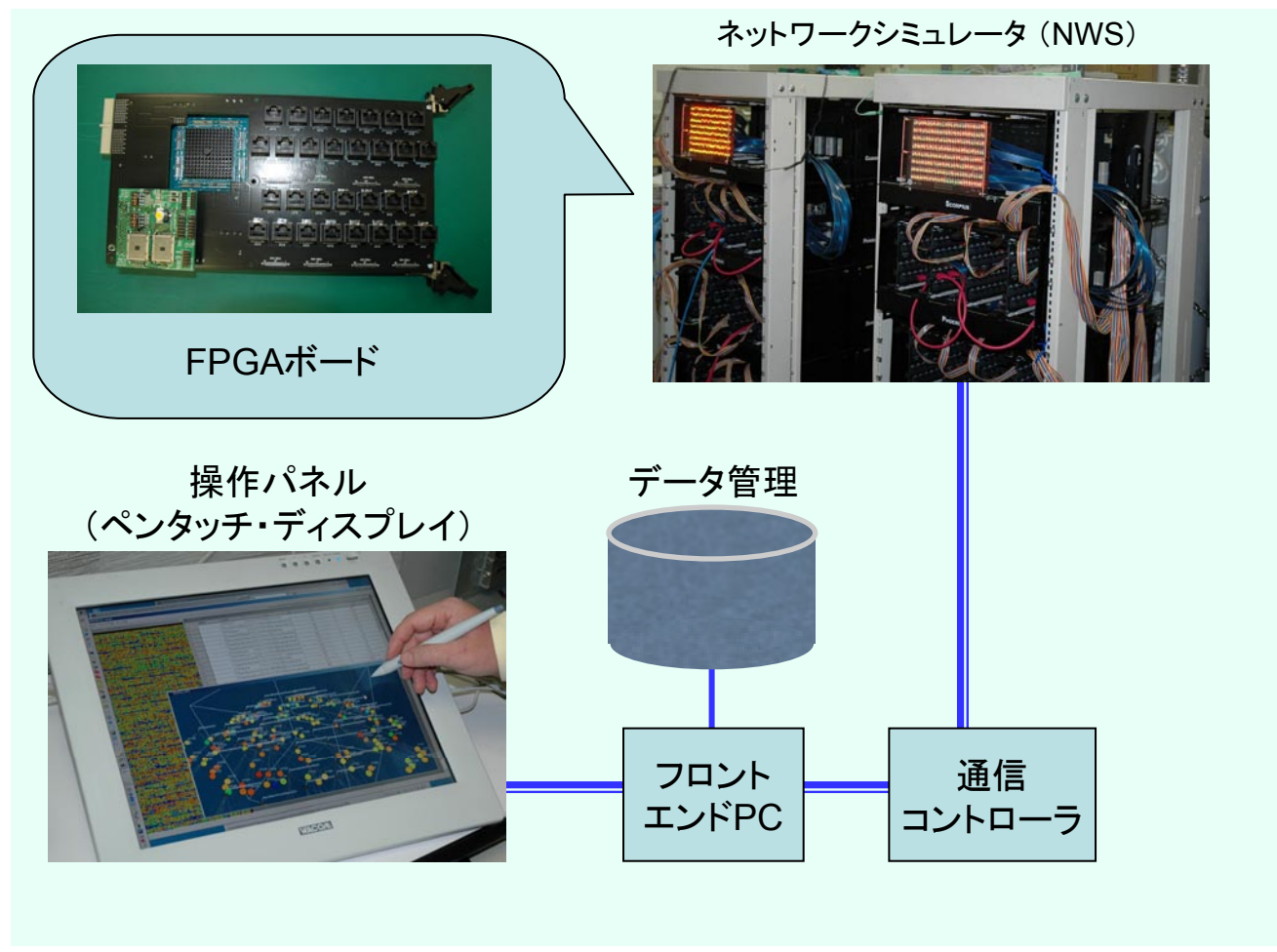
遺伝子ネットワークシミュレータ

背景：近年，社会現象，経済，生化学反応，物流，人間行動など，さまざまな分野において，大規模なネットワークを対象に複雑な現象の分析・解明・予測を目的としたシミュレーションが必要とされている。

課題：創薬等に関する代謝等の細胞内ネットワークは，2万種類以上の生化学分子計約100億個が各々毎秒1万回化学反応を繰り返す超大規模な現象であり，これをシミュレーションするには地球シミュレータ並みの計算リソースが必要。

解決策・アプローチ：ノード動作を抽象化した簡潔な回路機構と，それらの間の相互関係を物理的な配線により直接実現するアーキテクチャを用いて，対象（生化学反応）の実際のスピードを最大5桁程度上回る電子回路で実装した。

到達点：4096PU（計算ノード）を64チップのFPGAで実装した。実効的に地球シミュレータの4割程度の能力があるが，大きさは19インチラック3本と桁違いに小型である。細胞内の2割の現象を速度1,000～10万倍でシミュレーションできる。



関連文献

Hitoshi Hemmi, et al. "New computing system architecture for simulation of biological signal transduction networks", Frontiers of Computational Science, pp. 177-180, Springer (2007)

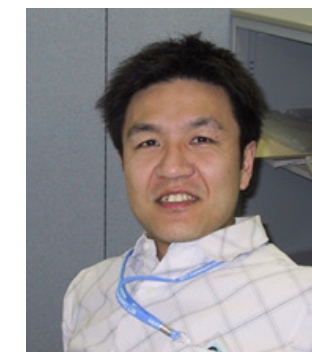
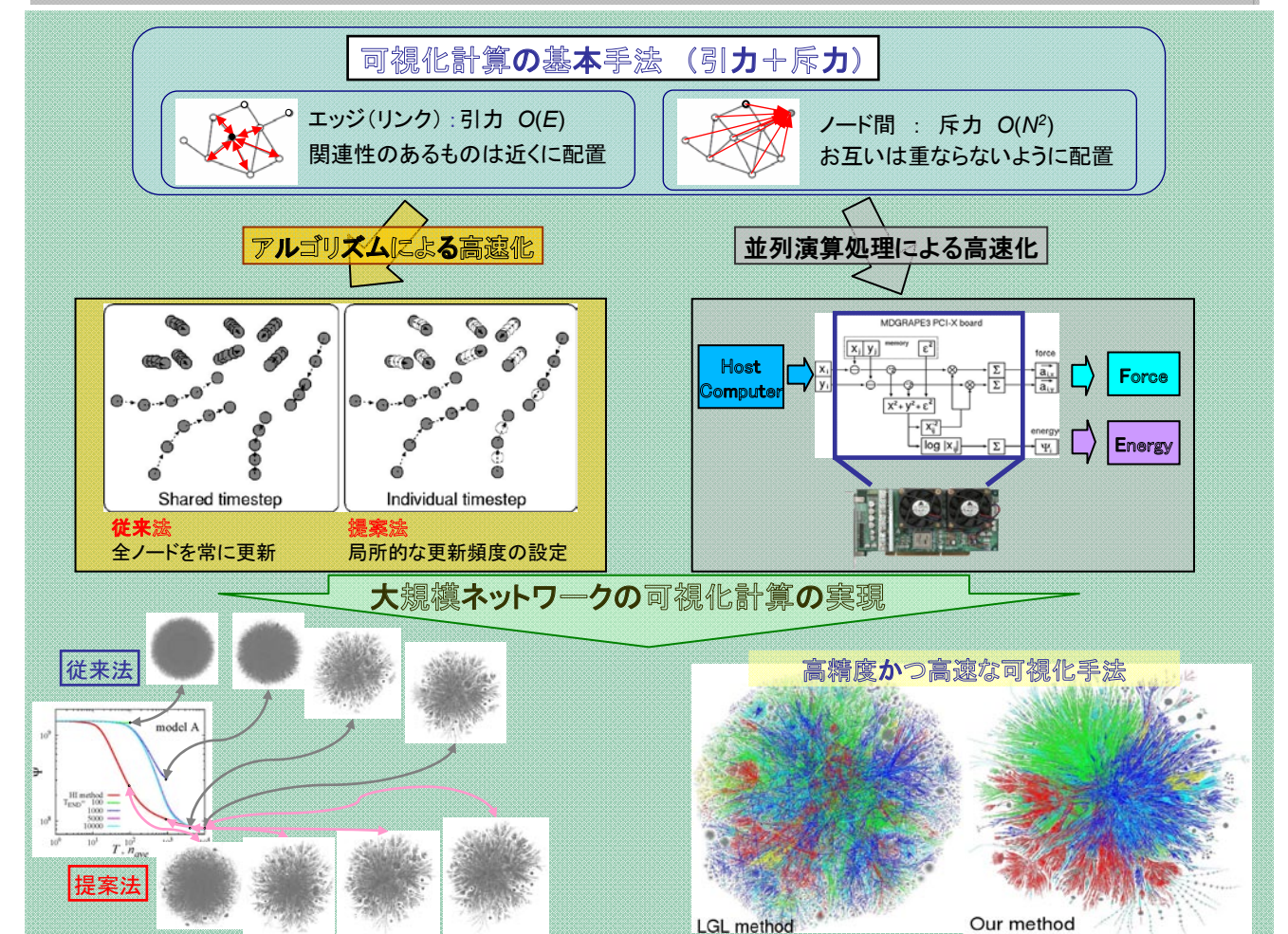
大規模ネットワークデータの高速可視化手法

背景：複雑な関係データを，ネットワークやグラフを用いて可視化するという手法は様々な分野で広く用いられている。データの潜在的な構造を浮き彫りにし，直感的な理解を得やすい利点があるからである。

課題：大規模なネットワークデータの可視化計算は，計算負荷が非常に大きくなる。そのため並列演算処理や，効率的なアルゴリズムによる計算の高速化が必要になる。

解決策・アプローチ：天文学において利用されている階層的独立時間刻み法を可視化計算の手法に拡張し，局所的な更新頻度変更により効率的な座標更新を行う。さらに並列計算機MDGRAPEを利用する。

到達点：提案手法では，従来法よりも計算の高速化を実現し，さらにMDGRAPEへの実装により100倍を超える計算の高速化により，数万ノードを越える大規模ネットワークの可視化計算を可能にした。

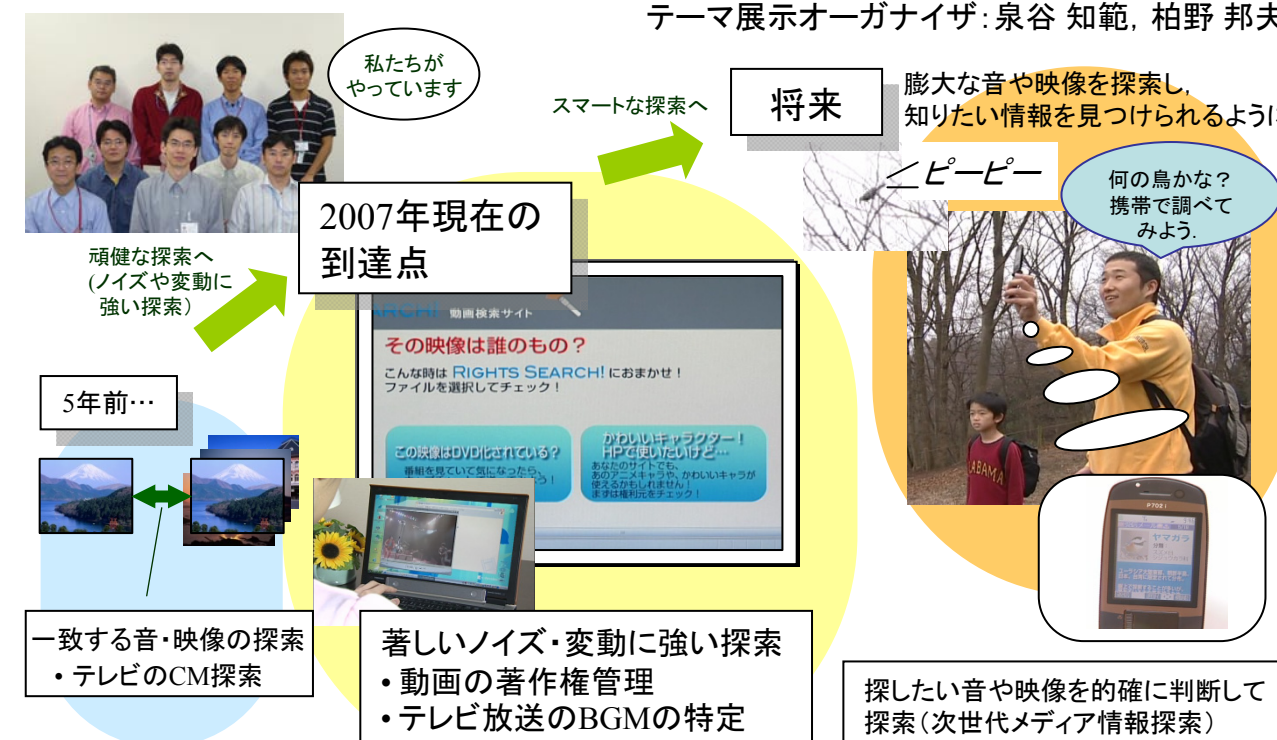


関連文献

松林，山田：階層的独立固有時間刻み法によるグラフ可視化計算の高速化，情報処理学会論文誌：数理モデル化と応用 (in press)

音楽や映像の次世代サーチに向けて ～ノイズや変動に強い高速メディア探索アルゴリズム～

テーマ展示オーガナイザ: 泉谷 知範, 柏野 邦夫



近年、携帯電話や音楽端末などの普及と高機能化により、手軽に音や映像を再生したり取り込んだりできるようになりました。その一方で、ハードディスクなど記憶装置の大容量化と普及により、莫大な音や映像(メディア情報)が蓄積されており、望みのメディア情報を見つける技術がますます重要になっています。

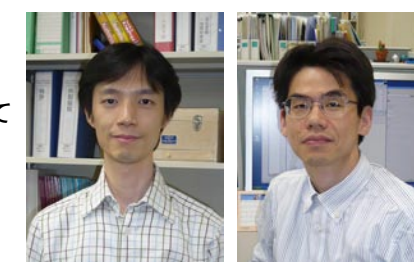
私たちは、その基礎として、音や映像の断片を問い合わせとしてデータベースとの合致を見出す、メディア探索技術の研究に取り組んできました。そして、大きなノイズや変形が加わった音楽や映像などを高速に探索する技術確立しました。

今後は、さらに高速で頑健なメディア探索の実現を目指すとともに、生演奏や鳥のさえずりなど、全く同じ音や映像を事前に準備できないようなものについても、膨大な音や映像の中から見つけたい情報を的確に見つけることができる、スマートなメディア探索を目指して研究を進めていきます。

今回の展示では、

- ・頑健な映像探索技術 CAM法
(テロップや障害物で隠されたり、小型カメラで画面を撮影したりして変形してしまった映像でも、元の映像を高精度に探索できる)
- ・転調対応型音楽探索技術 SAME法
(異なるキーで演奏された音楽を探索できる)

の仕組みと動作を、デモを交えて紹介します。



泉谷 知範, 柏野 邦夫

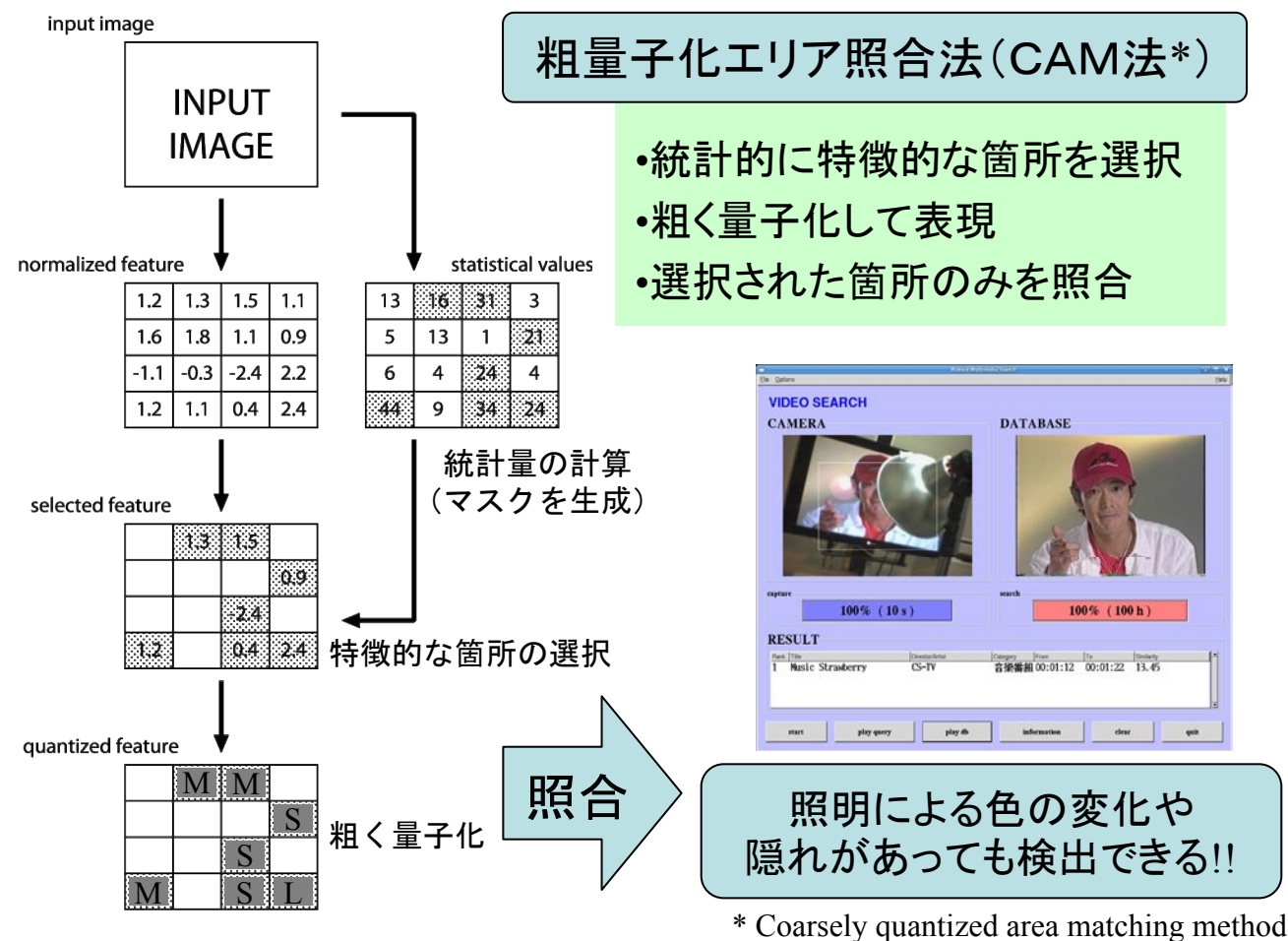
粗量子化エリア照合法によるロバスト映像探索

背景: 近年、個人で手軽にデジタルカメラで取り込んだ映像をウェブで公開できるようになってきている。しかし、このような公開映像は膨大であるため著作権チェックやコンテンツ検索が困難である。

課題: テロップや障害物で隠されたり、ビデオカメラで画面を撮影したような映像であっても、その映像のオリジナルを膨大な映像データベースの中から高速かつ高精度に見つけ出す技術が必要である。

解決策・アプローチ: 映像を、映像中の特徴的な箇所を選び出して粗い値にして表現し、選択された箇所のみを照合して類似箇所を探索することで、効率的な探索を行う。

到達点: 部分的に同一であるコンテンツであっても正確に検出することができる。例えば、加工編集された海賊版映像の検出や実環境で収録した映像をキーとしたコンテンツの検索などが実現できる。



関連文献

黒住、永野、柏野: 実環境で収録された映像断片をキーとする一致映像探索, 電子情報通信学会論文誌 D, 2007 (in press).



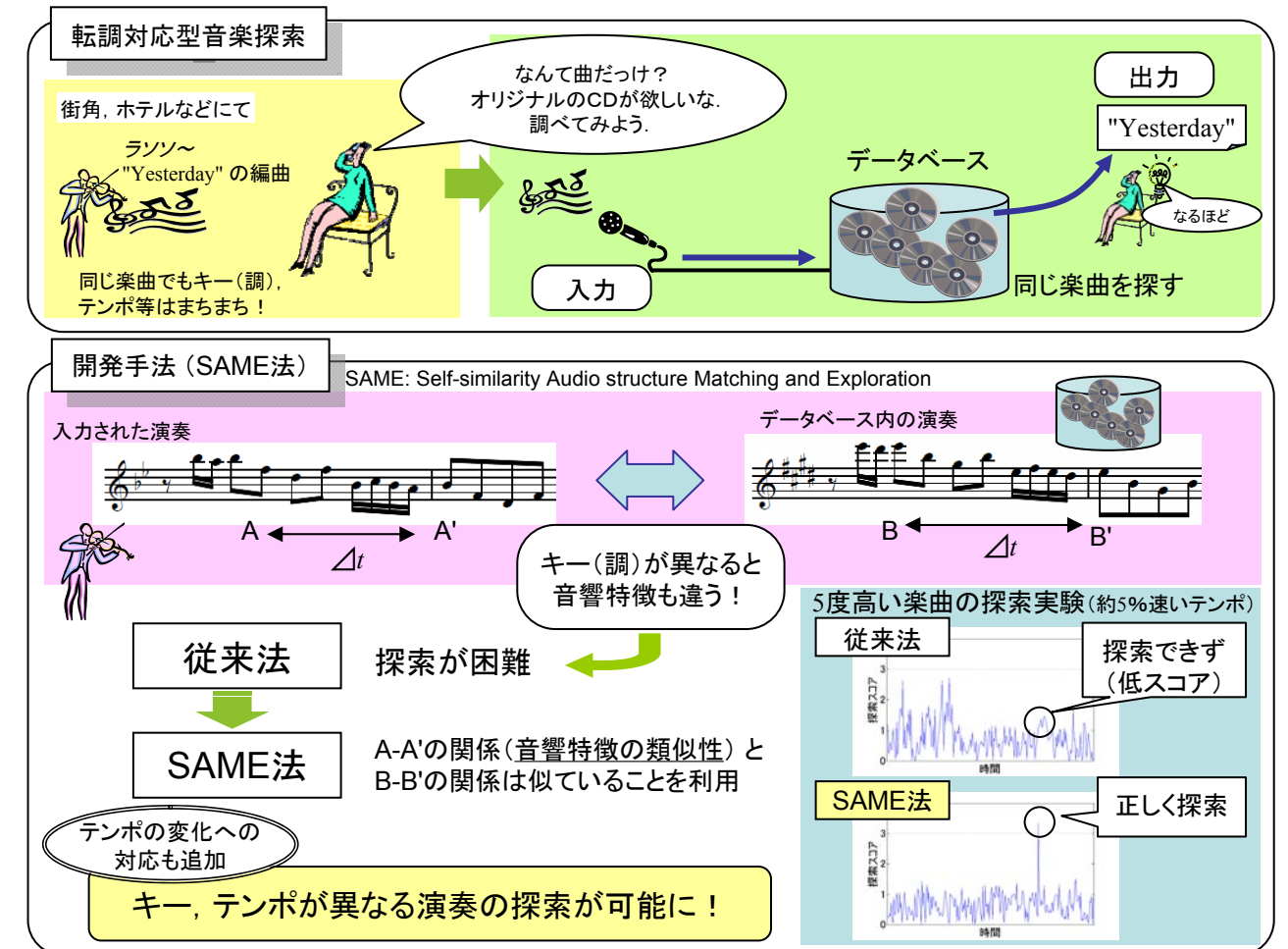
自己類似度特徴を用いた 転調対応型音楽探索技術 SAME法

背景: 近年の携帯音楽端末の高機能化などにより、膨大な音楽データから欲しい楽曲を探し出すという行動が身近なものとなっている。この他にも違法コンテンツチェックなど、音楽探索技術がますます重要になっている。

課題: これまでの音楽探索技術は、同じ音響特徴を持った楽曲をデータベースの中から探すものであり、同一の楽曲であっても、キー(調)、テンポ、楽器などが変わった場合には、音響特徴も変化するため、探索が困難であった。

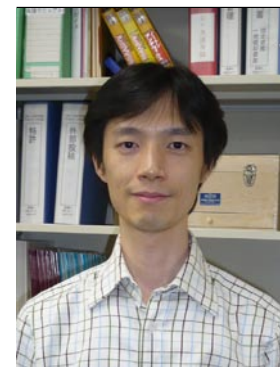
解決策・アプローチ: 同じ曲であれば、演奏されるキーやテンポが変わっても、変化しにくい特徴を捉える方法を考案し、これを利用した音楽探索手法を開発した。

到達点: 実験システムを構築し、入力として演奏された音楽が、データベースに保存されている同じ楽曲に対して5度(ド→ソの差)程度異なっていた場合や、演奏速度が5%程度異なっていた場合にも探索が可能であることを示した。



関連文献

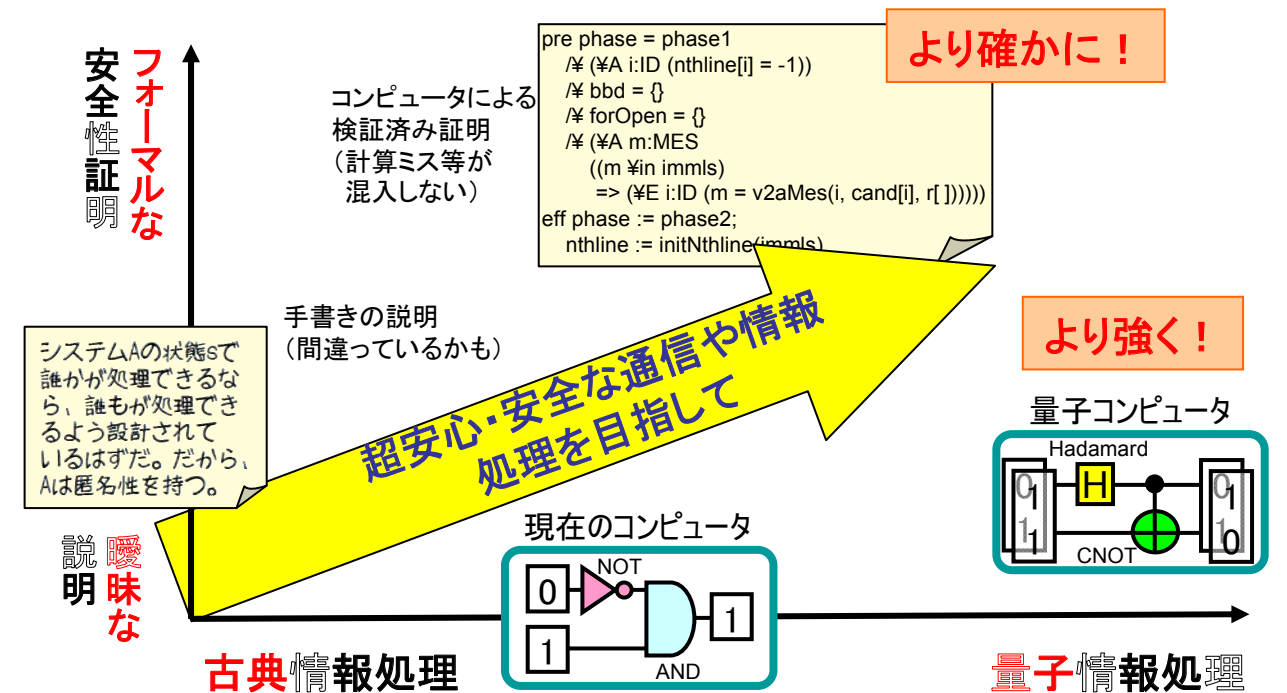
T. Izumitani and K. Kashino, "A Musical Audio Search Method Based on Self-Similarity Features", International Conference on Multimedia & Expo (ICME2007), 2007 (in press).



超安心・安全の情報科学

～量子情報処理とフォーマルメソッド～

テーマ展示オーガナイザ: 関川 浩, 谷 誠一郎, 河辺 義信



安全・安心な通信や情報処理のためには、安全な暗号が必須です。従来の暗号では、現実的なリソース(時間, 計算機)では破ることが難しいということを安全の根拠にしていました。ところが、電子や光子などの一つ一つに情報を載せ量子的な性質を利用することにより、従来は実現不可能だった無条件安全な暗号や電子署名が可能になることが知られています。我々はこのような、従来の計算機では解決できなかった基本問題を量子情報処理を用いて解決する研究や、量子情報処理そのものをさらに効率化する研究を行っています。それでは完璧な暗号があれば十分なののでしょうか？

実はそうではありません。たとえば通信の中身が分からなくても、通信があったという事実だけで個人情報が出てしまう恐れがあります。それを防ぐには、安全なセキュリティプロトコルも必須です。そのため、我々はセキュリティプロトコルを厳密に検証するフォーマルメソッドの研究も行っています。

量子情報処理でより強く、フォーマルメソッドでより確かに、安全で安心な通信や情報処理を目指して我々は研究を進めています。



関川 浩
谷 誠一郎 河辺 義信

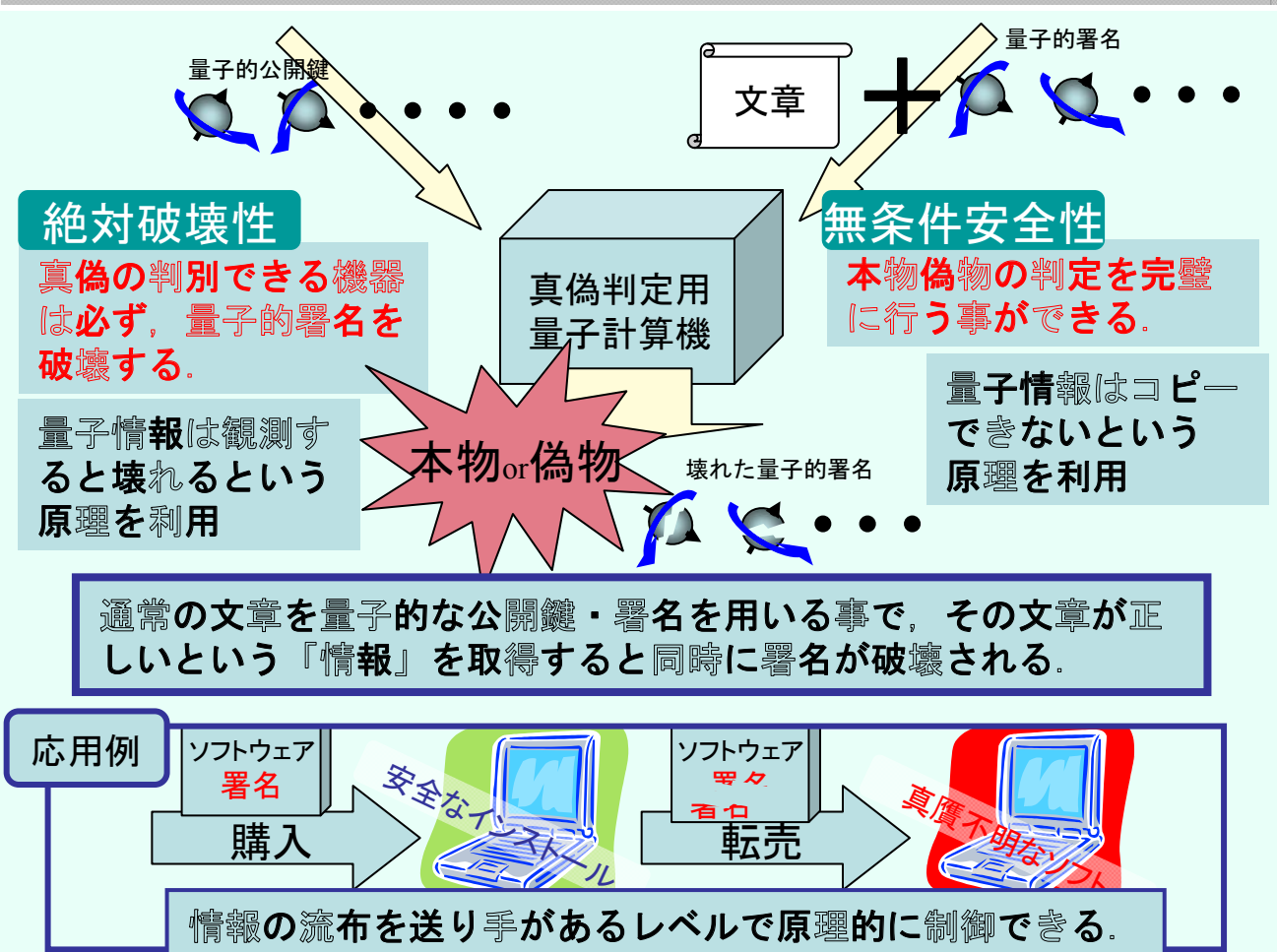
情報破壊型量子通信プロトコルの提案

背景：量子通信という新しい通信スキームが、近未来に実現可能であると考えられている。この通信スキームを用いた絶対に安全な共有鍵配送プロトコルが知られており、更なるプロトコルの発見を目指す研究がなされている。

課題：量子通信(量子力学に基づいた通信)という性質を、今までは絶対に安全な通信を確立する目的のみに用いてきた。そのため、この性質を利用可能な他の目的を見つける事は、量子通信の実装の動機付けとして重要である。

解決策・アプローチ：観測すると、観測された状態が原理的に影響を受けるという量子力学の基本原則を用いて、情報が利用されると消えるような通信プロトコルを提案し、情報の流通を原理的に制御する事が可能である事を示した。

到達点：電子署名に注目し、署名を量子状態で実現する事で、信頼できるという「情報」が認証時に必ず壊れる量子電子署名の具体的なプロトコルを提案し、情報が必ず壊れる事とその署名が絶対に安全である事を示した。



関連文献

加藤, 河野: 署名が破壊する電子署名プロトコル, 第16回量子情報技術研究会, pp. 92-96(2006)



量子による電子文書の封印

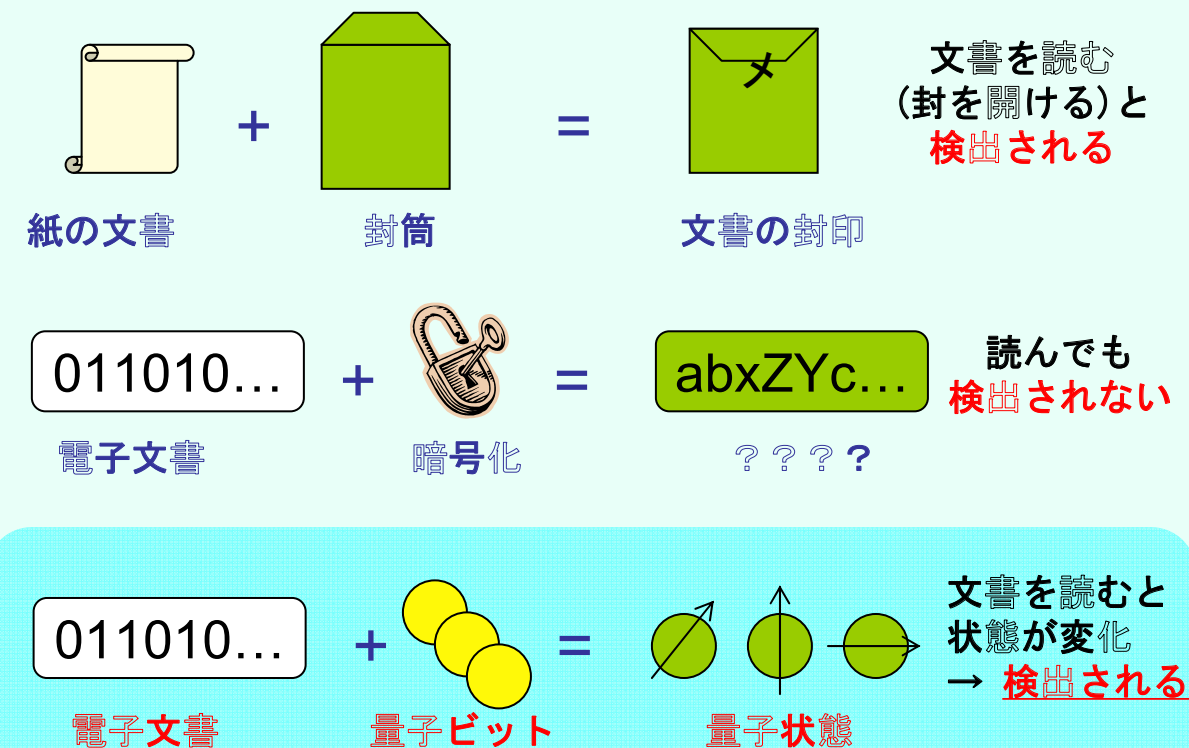
背景：文書を封筒に入れて封印しておくことにより、その文書が読まれたかどうかを簡単に確認できる。電子化された文書も同様に封印できれば大変便利であるが、そんなことが可能なのか？

課題：現在使われている電子化された文書(電子文書)は簡単にコピーすることができる。電子文書のコピーに対して解読を行えば、原本についてはなんら解読の痕跡が残らない。

解決策・アプローチ：文書を量子状態で表現する。量子状態は、コピーが不可能であり、また、正しい鍵を使わずに解読しようとする元量子状態が壊れてしまう性質を持つ。

到達点：文書を盗み見ようとする者が得られる情報量と、盗み見たことが後に検出される確率のトレードオフを明らかにした。

電子文書に封をする



関連文献

中西正樹, 谷誠一郎, 山下茂
“量子文字列封印における復号化率と検出率とのトレードオフについて,”
第15回量子情報技術時限研究会, 電子情報通信学会, No. QIT2006- 98, pp. 233-236, (2006).



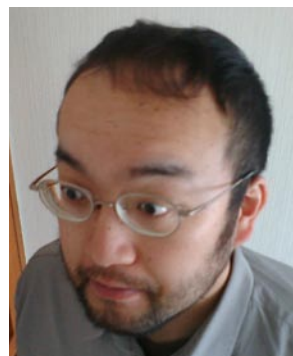
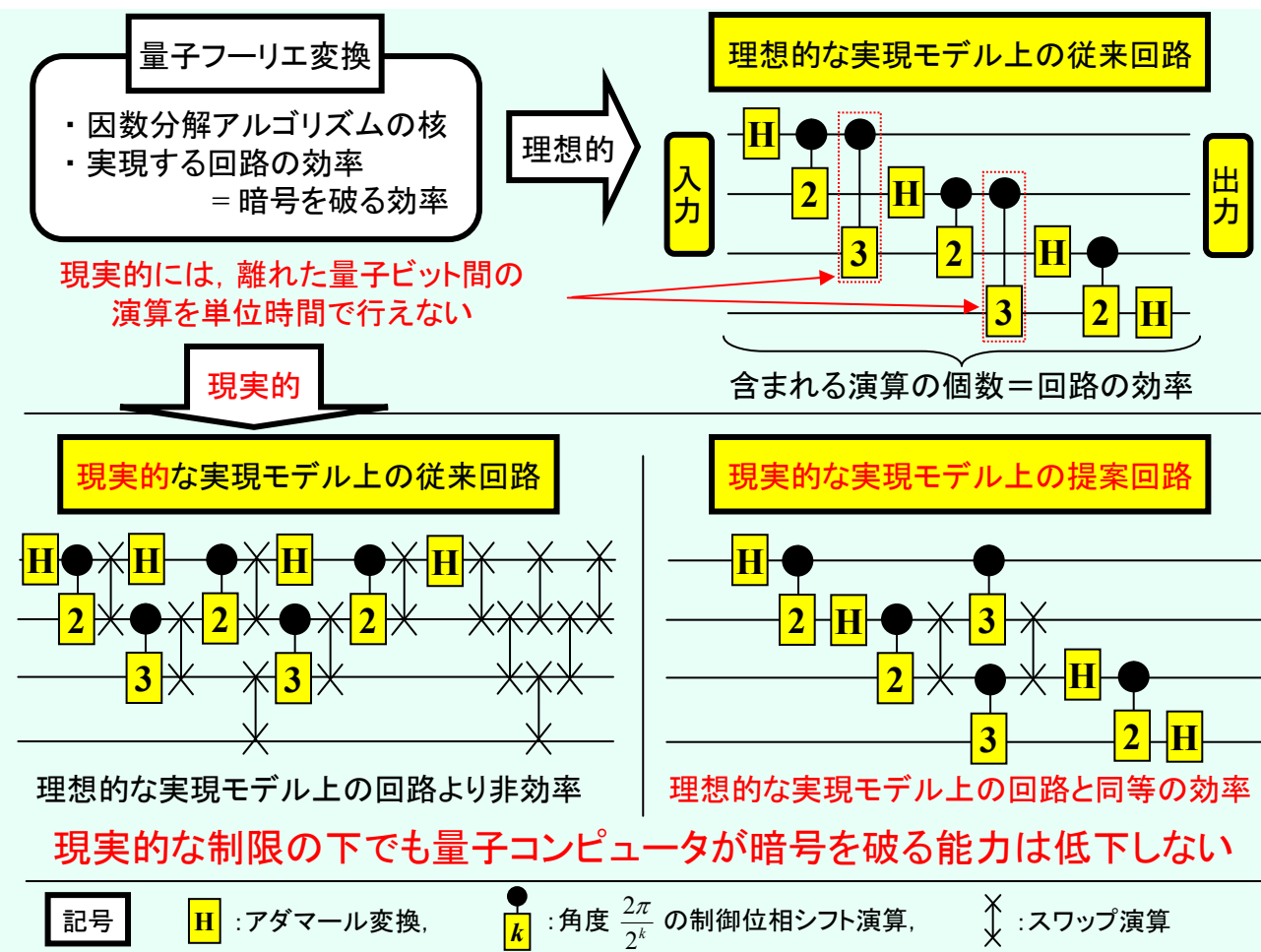
超高速計算の実現と暗号の安全性

背景：暗号の安全性の基礎となる因数分解問題など、現在のコンピュータにとって困難ないくつかの問題に対し、量子コンピュータ上の高速なアルゴリズムが知られており、それらの実現に向けて広く研究が進められている。

課題：実際の量子コンピュータ上で単位時間で行える基本的な演算は、理想的な実現モデル上より少ない。このため、このような制限の下で、量子アルゴリズムを量子コンピュータ上に効率的に実現する方法（量子回路）が必要となる。

解決策・アプローチ：因数分解アルゴリズムの核となる量子フーリエ変換に対し、現実的な実現モデル上の効率的な量子回路を提案した。この回路は、従来より効率的なだけでなく、理想的な実現モデル上の回路と同等の効率をもつ。

到達点：因数分解アルゴリズムは、現実的な実現モデル上でも、理想的な実現モデル上と同等の効率で実現できることがわかった。これは、現実的な制限の下でも、量子コンピュータが暗号を破る能力は低下しないことを意味する。



関連文献

Yasuhiro Takahashi, Noboru Kunihiro, and Kazuo Ohta: The quantum Fourier transform on a linear nearest neighbor architecture, Quantum Information and Computation, Vol. 7 No. 4, pp. 383-391 (2007).

匿名性のためのフォーマルメソッド

背景：電子投票やネットオークションなど、インターネットで使われるセキュリティプロトコルに設計ミスがあると、「誰が投票したか」「商品を買ったのは誰か」などの個人情報が漏洩、悪用されてしまう危険がある。

課題：従来、図1（インターネット投票）にあるような「暗号が完璧でも個人情報が漏れてしまうケース」が問題視されていた。この図では、「返答の有無」などの通信パターンの特徴から、個人情報が漏れてしまっている。

解決策・アプローチ：通信パターンが正しく設計されていることを「フォーマルメソッド」を用いて検証することで、セキュリティプロトコルの匿名性（「誰が」の情報が漏洩しないこと）を保証できるようにした。

到達点：これまでに、インターネット投票（投票者数の制限なし）に対する匿名性検証を行った。この検証を通じて、計算機（定理自動証明器）を用いた匿名性検証の基本的な方法論（図2）を明らかにできた。



図1：インターネットによる政党代表者選挙の例（サーバは党员の投票のみを受け付け、返答する）

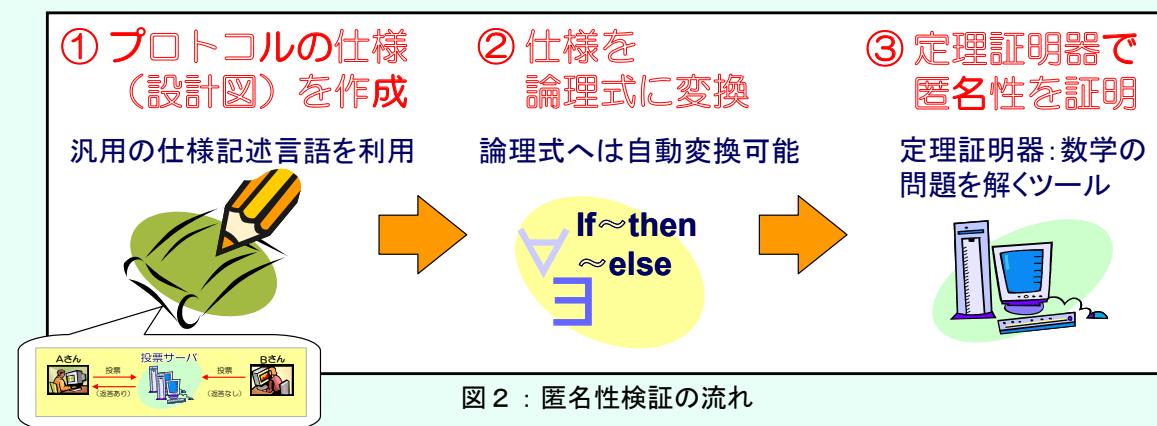


図2：匿名性検証の流れ



関連文献

Kawabe, Mano, Sakurada, Tsukada: Theorem-proving anonymity of infinite state systems, Information Processing Letters, volume 101, No. 1, pp. 46-51 (2007).

知識論理を用いたプライバシーの定式化

背景： プライバシと一口に言っても、その日常的な意味は多岐にわたる。セキュリティプロトコルのプライバシーをフォーマルに解析・検証するためには、まずそれをフォーマルに定式化する必要がある。

課題： 従来のプライバシーのフォーマルな定式化は、個別の問題に依存していて一般性がなかった。さまざまなプライバシーを、フォーマルかつ統一的に定式化する方法論は、これまで知られていなかった。

解決策・アプローチ： プライバシを、知識論理を用いて定式化する。知識論理のもつ柔軟な表現力によって、多様なプライバシーを統一的に定式化することが可能になる。

到達点： 知識論理を用いた定式化により、プライバシーが、匿名性の“双対”として捉えられることを明らかにした。また、この双対性を利用した新たなプライバシー検証手法を考案した。

似ているけれど違うもの：匿名性とプライバシー

匿名性

例：寄付

私が、
太郎が、
花子が、
.....
養護施設に
2億円寄付した。

プライバシー

例：残高照会

私が昨日
残高照会したら、
.....
0円だった。
100万円だった。
1億円だった。

知識論理で抽象化して、フォーマルに記述してみると……

$\theta(i, a)$ (i が a をした) を使って、

$\theta'(a, i)$ (a が i にされた) を使って、

$$\bigwedge_{i \in I} P[\theta(i, a)]$$

“ I の中の誰もが a をした可能性がある。”



双対

$$\bigwedge_{a \in A} P[\theta'(a, i)]$$

“ i は A の中のどれでもした可能性がある。”

双対性のご利益：定式化や検証の共通化

[例] 双対な性質は、双対な前提から双対な道筋で導かれる

⇒ 前提がその双対と同値なら、匿名性とプライバシーを一気に導ける



関連文献

K. Mano, Y. Kawabe, H. Sakurada, Y. Tsukada: Role Interchangeability and Verification of Electronic Voting, 暗号と情報セキュリティシンポジウム (2006)

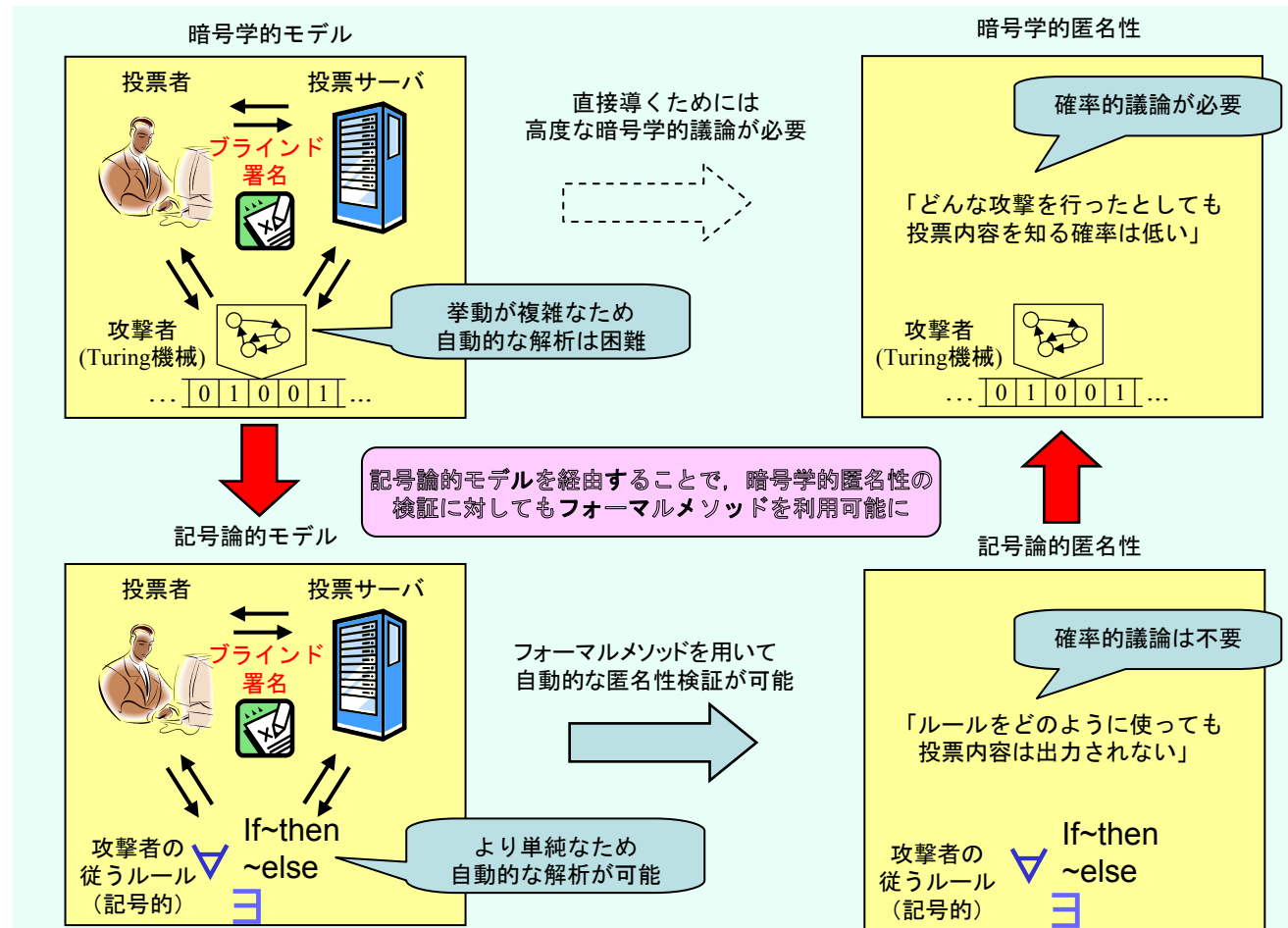
フォーマルメソッドによる暗号学的匿名性検証

背景： セキュリティプロトコルの暗号学的安全性（暗号の強さも考慮に入れた安全性）の検証は一般には難しい問題であるが、近年、記号モデルを介してフォーマルメソッドを用いて行う方法（記号論的方法）の研究が行われている。

課題： 従来の記号論的方法では、公開鍵暗号や電子署名のみを用いるセキュリティプロトコルは取り扱えたが、電子投票のような、ブラインド署名を用いるプロトコルは扱うことができなかった。

解決策・アプローチ： 記号論的方法を拡張し、ブラインド署名とその安全性を記号モデルに取り込むことで、電子投票などのプロトコルについても暗号学的安全性を検証できるようにすることをめざす。

到達点： ブラインド署名とその安全性を記号モデルに取り込む方法を提案した。今後は提案の暗号理論的裏づけを強化し、我々が研究してきた数理的技法による匿名性検証方法との組み合わせによる投票プロトコルの検証をめざす。



関連文献

Hideki Sakurada, Masami Hagiya, Yoshinobu Kawabe, Ken Mano and Yasuyuki Tsukada, “Computationally Sound Formal Blind Signature” The 2nd Franco-Japanese Computer Security Workshop, Tokyo, (2006).

人間を知り、技術／社会を変革する
～CS研における人間科学研究のこれまでとこれから～

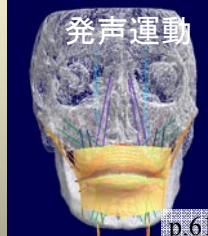
テーマ展示オーガナイザ: 松田昌史, 柏野牧夫, 小林哲生

人間を科学する
From Human Science

新しい技術へ
To New Technology



p.60 質感の原理



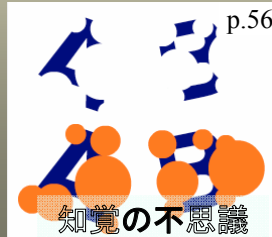
p.61 発声運動



p.58 集団行動



p.55 視覚デバイス



p.56 知覚の不思議



p.57 言語/認知



p.59 違和感



p.54 触覚デバイス

NTTコミュニケーション科学基礎研究所では、人間の総合的理解を深め、革新的なコミュニケーション環境やヒューマンインタフェースの実現を目指しています。そのための基礎的知見の蓄積として、視覚・聴覚・触覚や運動制御における脳情報処理のメカニズムの解明をはじめ、乳幼児の言語獲得プロセスの分析、集団における対人コミュニケーション行動の特徴抽出といった研究をこれまで行ってきました。これらの知見は、人間にとって親和性の高いインタフェースとして応用し、日々検証作業を行い、その実用性が確かめられつつあります。

本展示では、我々が取り組んできた人間科学研究の知見を分かりやすく説明する一方、それらの知見を応用して作成されたインタフェースを体験していただきます。そして、私たちの研究の将来像、未来の社会のあるべき姿を語り合いたいと考えています。



松田昌史, 柏野牧夫, 小林哲生

人間を知り、技術/社会を変革する ～CS研における人間科学研究のこれまでとこれから～

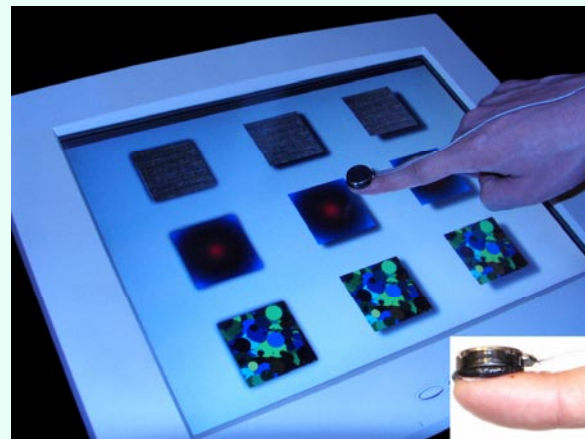
“タッチパネルに手触りを付加する” 触覚重畳装置

背景：現代人は常に新たな情報提示装置を探索し続けている。

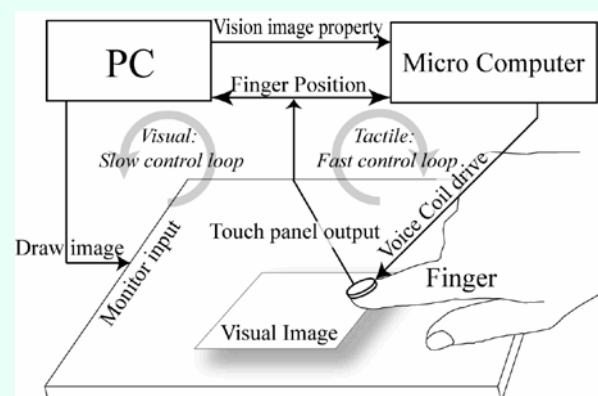
課題：人間があらかじめ有している身体的機能を今以上に活用した情報提示手法は無いのか？

解決策・アプローチ：指でなぞる動作を行っているときに振動を加えると振動感覚ではなく何らかの凹凸の存在を感じる。これを利用してタッチパネルに手触り感を付加することを提案する。

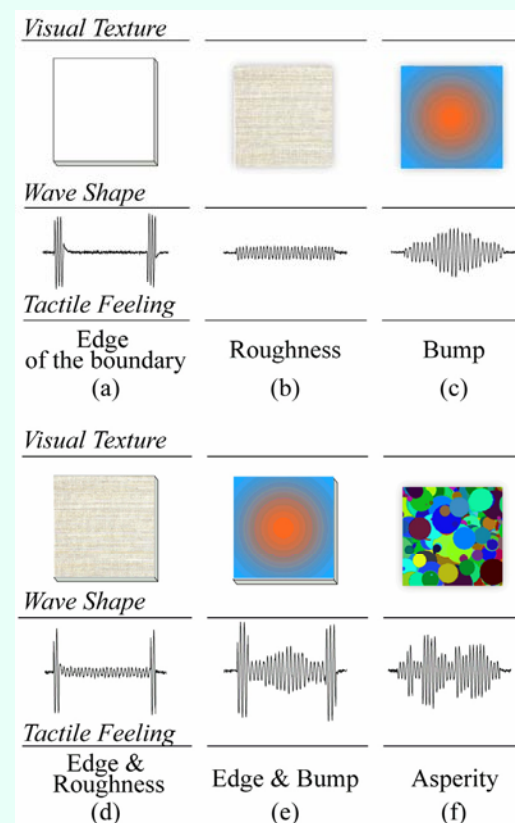
到達点：爪上に小型の振動子を取り付け、ディスプレイの画面上に表示されているオブジェクトに応じた振動を指の動きに同期して行うことで、画面上のオブジェクトに手触り感を付加する。



爪装着型触覚提示デバイス



実現のための2つの制御ループ



触感と駆動波形

関連文献

H. Ando, T. Miki, M. Inami and T. Meda, SmartFinger: "Nail-Mounted Tactile Display", SIGGRAPH 2002 Conference Abstracts and Applications, p.78, 2002.
安藤英由樹, 渡邊淳司, 杉本麻樹, 稲見昌彦, 前田太郎, Augmented Reality のための爪装着型触覚ディスプレイの研究, 通信学会論文誌 D-II, Vol.J87, No.11, pp.2025-2033, 2004.

人間を知り、技術/社会を変革する ～CS研における人間科学研究のこれまでとこれから～

“目が動いたときだけ見ることができる” 情報提示装置

背景：現代人は常に目新しいディスプレイ装置を探索し続けている。

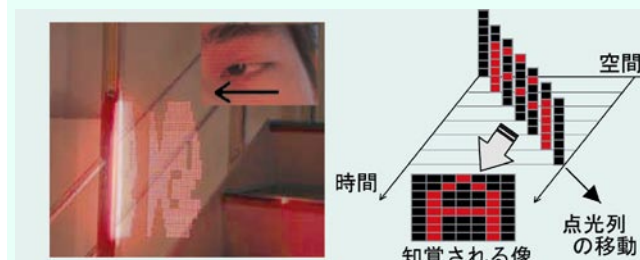
課題：人間があらかじめ有している身体リソースを今以上に活用した情報提示手法は無いのか？

解決策・アプローチ：眼球運動の利用により1本のLED光点列のみで2次元の画像を提示する。また提示タイミングを複数ユーザの眼球運動タイミングに同期させる。

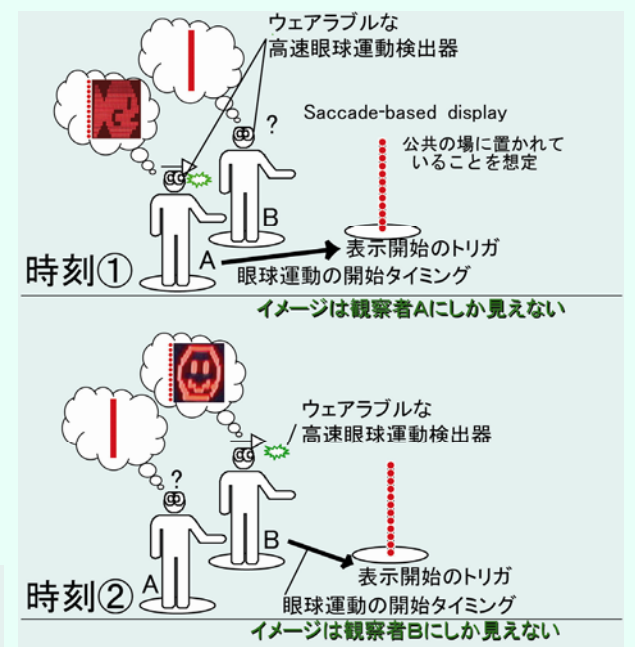
到達点：共有利用可能なフルカラー・フルスケールの映像提示装置に加え、眼球運動計測器と組み合わせることで、複数人がそれぞれ異なった情報を得ることができることを示した。



システムのイメージ



高速眼球運動時に像は網膜に投影される



眼球運動計測器と組み合わせることで一台のディスプレイを「複数人」でしかも「個別な映像」を提示可能

関連文献

H. Ando, J. Watanabe, T. Amemiya, and T. Maeda, "Study of Saccade-incident Information Display using Saccade Detection Device" Proc. of the 15th ICAT, pp. 119-124, 2005.
Junji Watanabe, Hideyuki Ando, Taro Maeda, Susumu Tachi "Gaze-contingent Visual Presentation based on Remote Saccade Detection" Presence, Vol.16, No.2, 2007.

視覚、聴覚、触覚の補完現象

背景：視覚と聴覚には、感覚入力の一部が欠落しているときにも、適切な条件下では欠落部分を補完して知覚する機能が備わっている。このような人間の知覚の特性を明らかにすることで、情報圧縮や情報伝達の技術開発の基礎的な知見を提供できる。

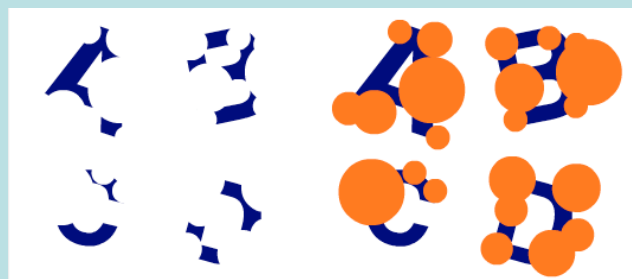
課題：補完の機能が視覚と聴覚に限られたものではなく、複数の感覚に共通した機能なのか。視覚、聴覚、触覚間で共通する特性、異なる特性を明らかにすることが必要である。

解決策・アプローチ：触覚においても補完現象が生じるかどうかを検討した。また、聴覚における補完現象と比較しその類似性を検討した。

到達点：指に与えられる振動が途切れている場合でも、途切れた部分にノイズ振動を加えることで、振動がつながっているように感じられることを明らかにした。この現象は聴覚における補完現象と類似していた。

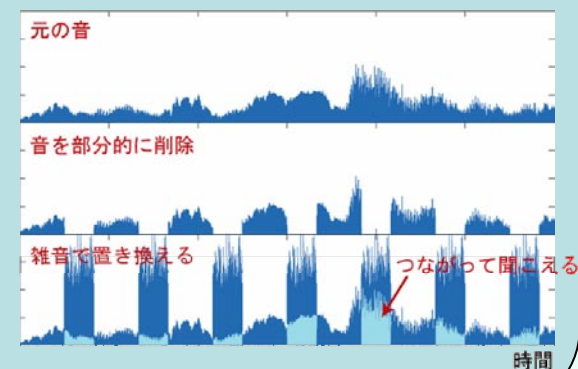
補完現象

視覚

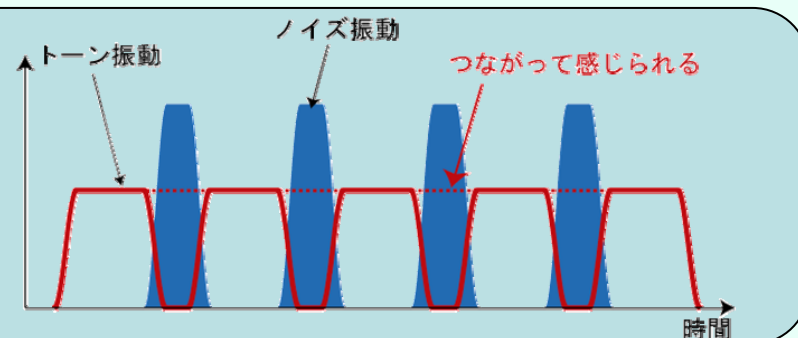


隠されていると読める

聴覚



触覚



関連文献

Nishida (2004) *Curr Biol*, 14, 830-839.
Kashino & Warren (1996) *Percept Psychophys*, 58, 899-905.
Kobayashi, Osada & Kashino (in press) *Percept Psychophys*.

こどもの言語獲得研究

背景：こどもの言語獲得研究は、人間科学の重要な問題のひとつであると同時に、コミュニケーション科学の根幹をなす問題でもある。ここ10年の間に、研究は確実に進展しつつあるが、その獲得メカニズムについては、いまだに謎が多い。

課題：言語獲得過程を解明するには、音声知覚/産出や、語彙、文法の各言語機能が、いつ、どのように発達していくのかを突き止め、それらが概念的/社会的認知機能等と、どのように関連しあいながら発達していくのかを知る必要がある。

解決策・アプローチ：言語の多面的側面を解明するために、(1)心理言語実験、(2)音声データベース解析、(3)日英の言語間比較、(4)ウェブサイトを用いた大規模縦断調査、(5)計算論的アプローチなどを用いて多角的/総合的に検討している。

到達点：音声知覚(特殊モーラ)や語彙獲得(名詞vs.動詞)における日本語に特有の発達過程が明らかになり、言語獲得の普遍性/特異性が徐々にわかってきた。今後は、概念的/社会的認知機能などを統合した言語獲得モデルの構築をめざす。

こどもの言語獲得研究～ 私たちの挑戦

● 音声知覚 speech perception

- 母国語音声の学習 input-specific
- マザリーズの役割 child-directed speech
- 言語間研究 cross-linguistic approach

● 語彙獲得 lexical acquisition

- 音声と意味の連合 word-referent mapping
- 語彙爆発のメカニズム vocabulary spurt
- 大規模縦断データ longitudinal research

● 文法学習 syntactic learning

- 統計学習メカニズム statistical mechanism
- 社会的認知 social cues & cognition
- 言語間研究 cross-linguistic approach

言語獲得モデルの構築
multi-factor interactive
statistical model

私たちがめざすもの・・・
in the future

- ・ こどもを対象とした環境知能の実現
natural/social conversation robots
- ・ 統計的機械翻訳への応用
computational machine translation



幼児用「まっしゅるーむ」



関連文献

Chang, F., Dell, G. S., & Bock, K. (2006). Becoming syntactic. *Psychological Review*, 113, 2, 234-272.

人間を知り、技術/社会を変革する ～CS研における人間科学研究のこれまでとこれから～

テーブルトップ・コンピューティングにおける集団行動

背景：人々は多様な知識や能力を統合し、集団として結果の質を高めている。人々にとって日常的な協調作業場面であるテーブルを介したコミュニケーションを計算機によって促進することを目指したい。

課題：集団成員間には情報の非対称性が存在するとともに、親密さの程度も異なる。互いの親密さがコミュニケーション行動にどのような影響を与え、情報の非対称性を克服するのかを明らかにする。

解決策・アプローチ：実験環境を構築し、コミュニケーション行動を観察する。特に、テーブル型集団支援システムとネットワークを介したパソコンとを比較し、集団作業にとって本質的な要素を抽出する。

到達点：実験の結果、集団成員間が親密であることでスムーズな非言語コミュニケーションが可能になることがわかった。その効果はテーブル型集団支援システムを用いることで、より促進されることが示された。

実験課題「迷路ゲーム」を考案し、2つの条件で比較



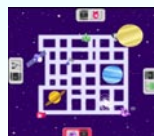
テーブル型ディスプレイ
(Lumisight Table)



通常のパソコン

迷路ゲーム

- プレイヤーは限られた視界のみ (情報の非対称性)
- 仲間と意思疎通をしなければ、解決できない (集団コミュニケーション)



迷路ゲームを実験課題として
コミュニケーション行動を観察

結果

- テーブル型での成績が高まった
- 特に、集団成員同士が親密であれば、よりゲーム達成成績が高まった



親密さがもたらす、非言語
コミュニケーションの理解促進
に関する知見



松下 松田

関連文献

松田昌史・松下光範・苗村健. 2007. 社会的分散認知環境における集団課題の促成要因: 集団成員間の親密さの影響. 電子通信情報学会論文誌D, J90-D, 1043-1054.

人間を知り、技術/社会を変革する ～CS研における人間科学研究のこれまでとこれから～

違和感を科学する

～止まっているエスカレータに乗るときのあの変な感じ～

背景：人間の知覚-運動メカニズムを理解することは、違和感のないテレプレゼンスや遠隔手術などの近未来のインタラクティブ通信をデザインするための基礎的知見として必要不可欠である。

課題：「違和感」については、現在まであまり実証的検討が行われていない。しかし、上記技術の実現のために、その生起メカニズムの解明が求められている。

解決策・アプローチ：習慣化した動作環境と異なる状況におかれた場合に、違和感を覚えることがしばしばある。その一例として、ここでは停止エスカレータへの乗込み動作を検討した。この行動特性を動いているエスカレータ、構造を模した木製階段（1段目の段差が他に比べて低い）と比較した。

到達点：行動計測の結果、エスカレータ乗込み前までは、停止していると適切に認識して振舞っていたのに対して、乗込み後に体幹の前傾動作が認められ、これは木製階段では見られないエスカレータ固有のものであった。

エスカレータへの 乗込み動作

- 通常は、動いている
- 特に意識しなくとも、困難なく乗込み可能

習慣化 自動化

停止エスカレータに乗込むと・・・

違和感

うまくバランス
が取れない・・・

乗込み前

止まっていると理解していても、
動いている時と同様の運動を
行ってしまう？

停止時には、動いている
場合のような歩行速度の
上昇は生じない

確かに止まっている

乗込み後

通常の階段のように
段差が均一でないから？

停止時においてもエスカレータ
乗込み時の前傾動作が起こる
(木製階段では生じない)

?!



関連文献

福井、木村、門田、五味: 運転停止エスカレータに乗込む際の潜在的運動制御 - 違和感の原因を探る -, 信学技報 106(407), pp. 37-42 (2006).

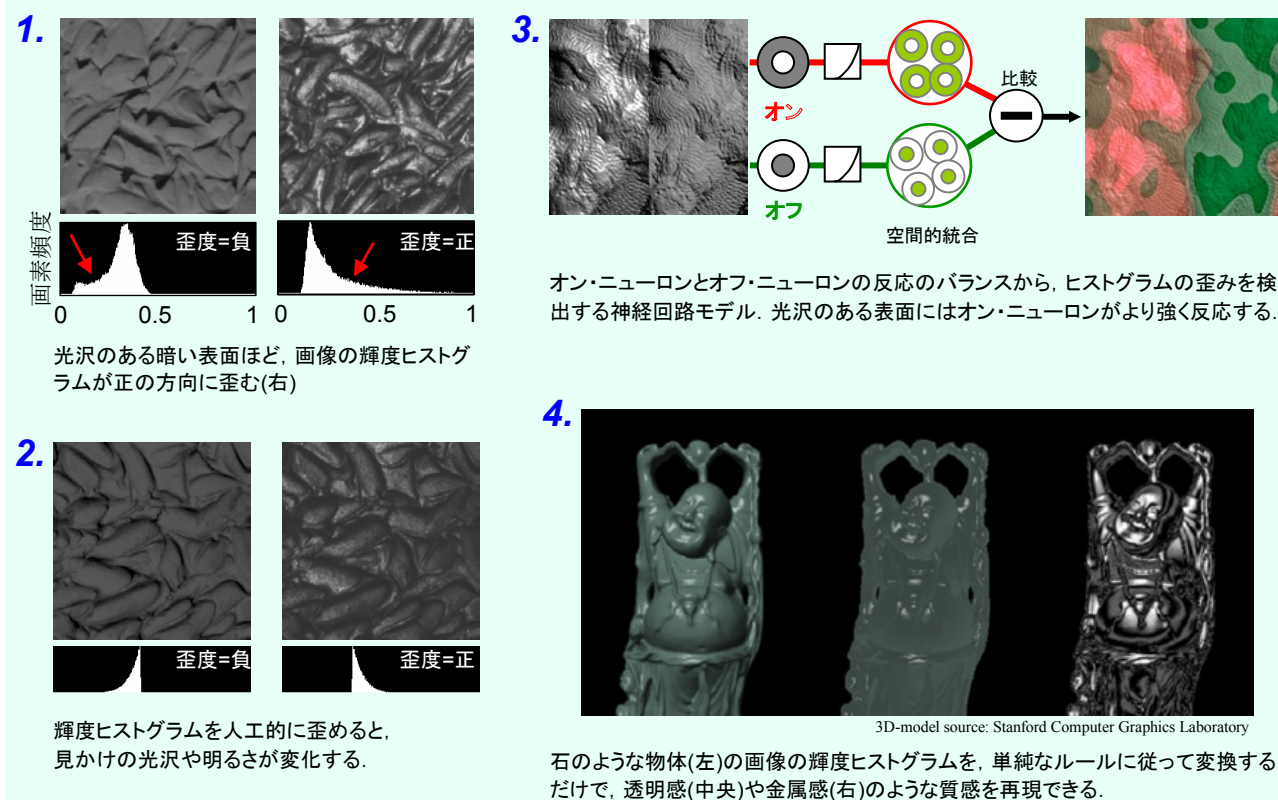
質感を見る脳の仕組みとその応用

背景: わたしたちは光沢や明るさ、透明感といった物の表面の質感を容易に判断したり評価することができる。しかし、脳がどのようにして質感を見わけているのかは謎だった。

課題: 物理的には、質感は物体表面の光の反射特性によって決まる。しかし、多くの物体表面の反射特性はあまりに複雑なので、脳の計算によってそれを復元するのは原理的に不可能に近い。

解決策・アプローチ: いろいろな表面の画像を分析したり、その見かけの質感を心理実験で調べたりしたところ、脳は画像のもっている単純な統計的性質をうまく利用して、質感を推定していることがわかった。

到達点: この発見は、複雑そうにみえる質感の知覚が、実は脳の低レベルの視覚情報処理に基づいていることを示している。この考えを応用すれば、単純な画像処理だけで質感を制御・合成する技術につながるだろう。



関連文献

Motoyoshi, I., Nishida, S., Sharan, L. & Adelson, E.H. (2007). Image statistics and the perception of surface qualities. Nature, advance online publication 18 April 2007 | doi:10.1038/nature05724.

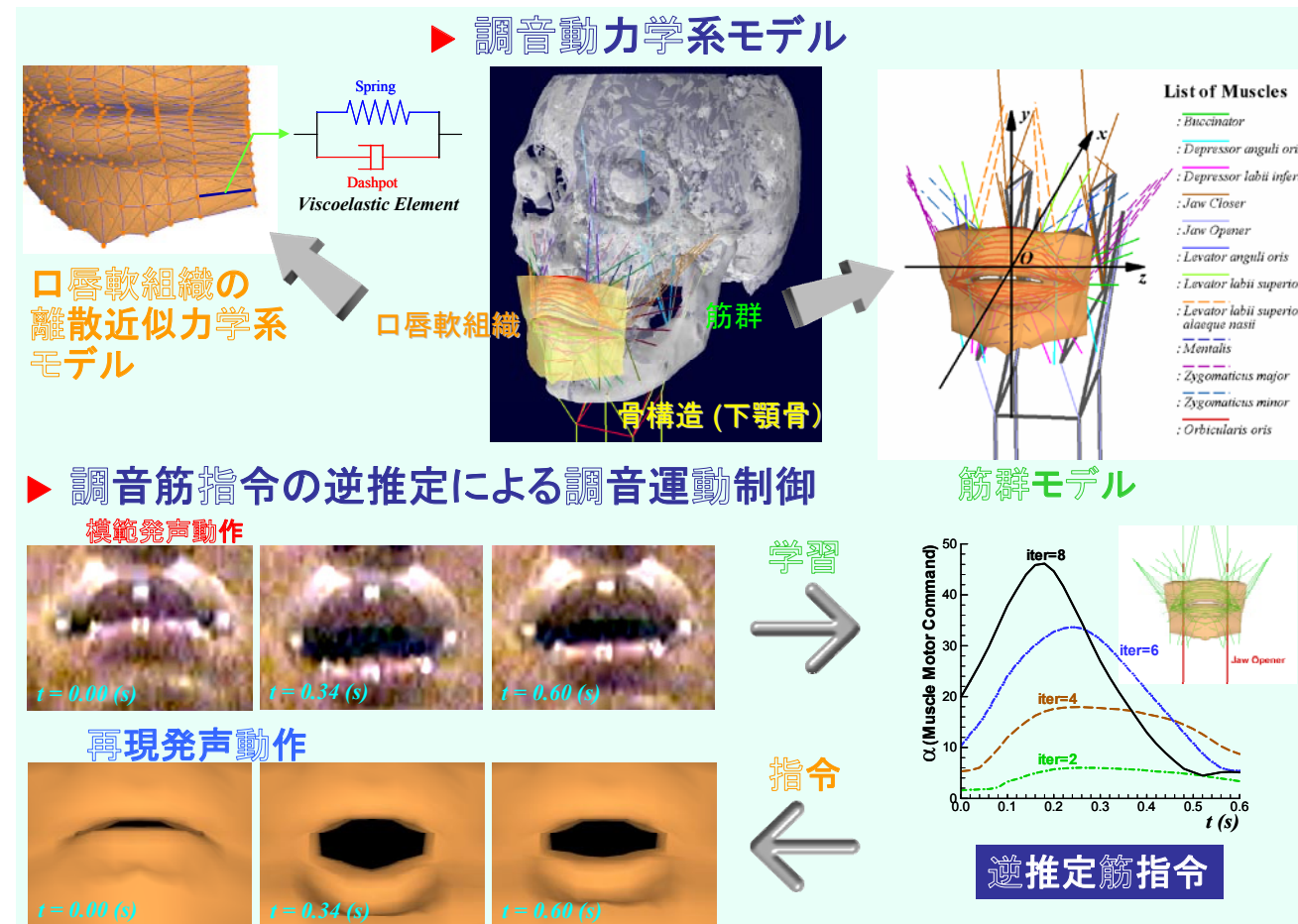
この唇を思いどおりに動かせますか？

背景: 人間は上下口唇、舌、喉などの調音器官を用いた一連の運動を通じて発声音を生成している。人間の発声行為をその根本である調音運動から探ることで、人間の音声生成及び認識を新たな視点から理解することが必要である。

課題: 調音運動は筋力による口唇や舌の高度な多自由度柔軟体変形及び、顎の剛体運動や口唇などによる衝突が同時に行われる複雑力学系運動である。また、特定の発声音に対応する筋指令を直接計測するのは困難である。

解決策・アプローチ: 調音動力学系モデルを用いて人間調音運動を再現することを試みている。口唇間衝突や顎の剛体運動など、発声運動における力学的制約のモデル化を図った。調音筋指令は、口唇運動のダイナミクス情報に基づいた逆推定の手法で求めている。

到達点: 様々な発声動作に対応可能な動力学系モデルを構築しつつあり、幾つかの簡単な発声動作に対応する筋指令を逆推定することに成功している。



関連文献

Kim and Gomi : Human Perioral Dynamics Model for Labial Interaction in Speech Articulation and its Motor Control, Proc. of ISSP2006, pp167-174 (2006).

ノイズに強い環境認識の新展開

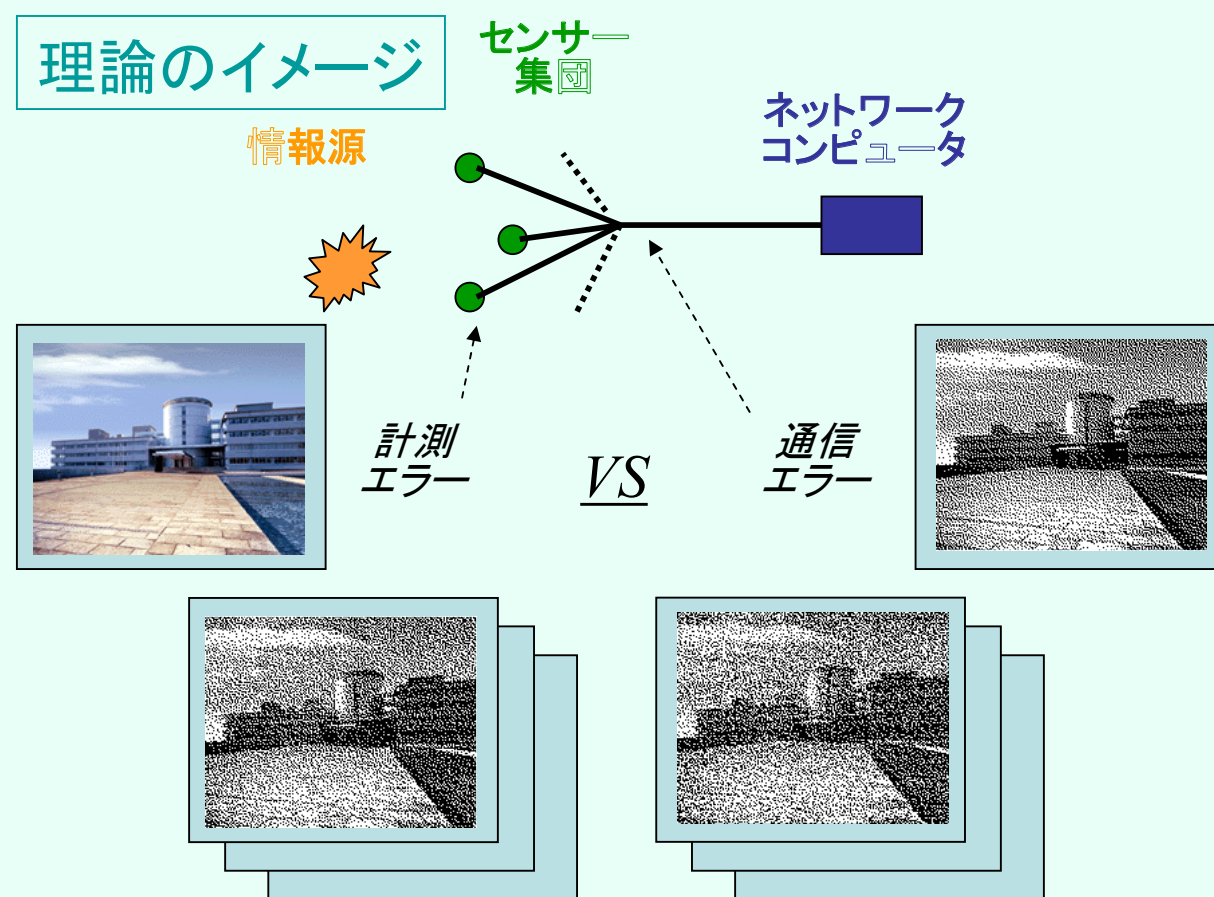
「データ圧縮」を駆使した
賢いセンサーネットワーク

背景：現在、半導体技術の革新による無線センサー端末の劇的な低価格化と、それに起因するセンサーネットワークの広域化・高密度化の進展が期待されている。

課題：巨大なネットワークシステムで天文学的分量のセンサー情報がやりとりされることが常態化し、従来型の情報統合の枠組が破綻する可能性が高い。

解決策・アプローチ：不可逆データ圧縮の先端技術を駆使することによって、センサー数が飛躍的に増加してもシステムが処理するセンサー情報の合計量が一定になる枠組を提案している。

到達点：計測におけるノイズレベルとネットワークが許容する合計通信容量に対応して、センサーネットワークには最適なシステムサイズが存在することが数学的に証明された。



関連文献

Tatsuto Murayama and Peter Davis: Rate Distortion Codes in Sensor Networks, Advances in Neural Information Processing Systems 18, pp. 931-938 (2006).

良い音で伝えたい、永遠に残したい —音の情報を歪無く圧縮する可逆符号化技術とその国際標準化—

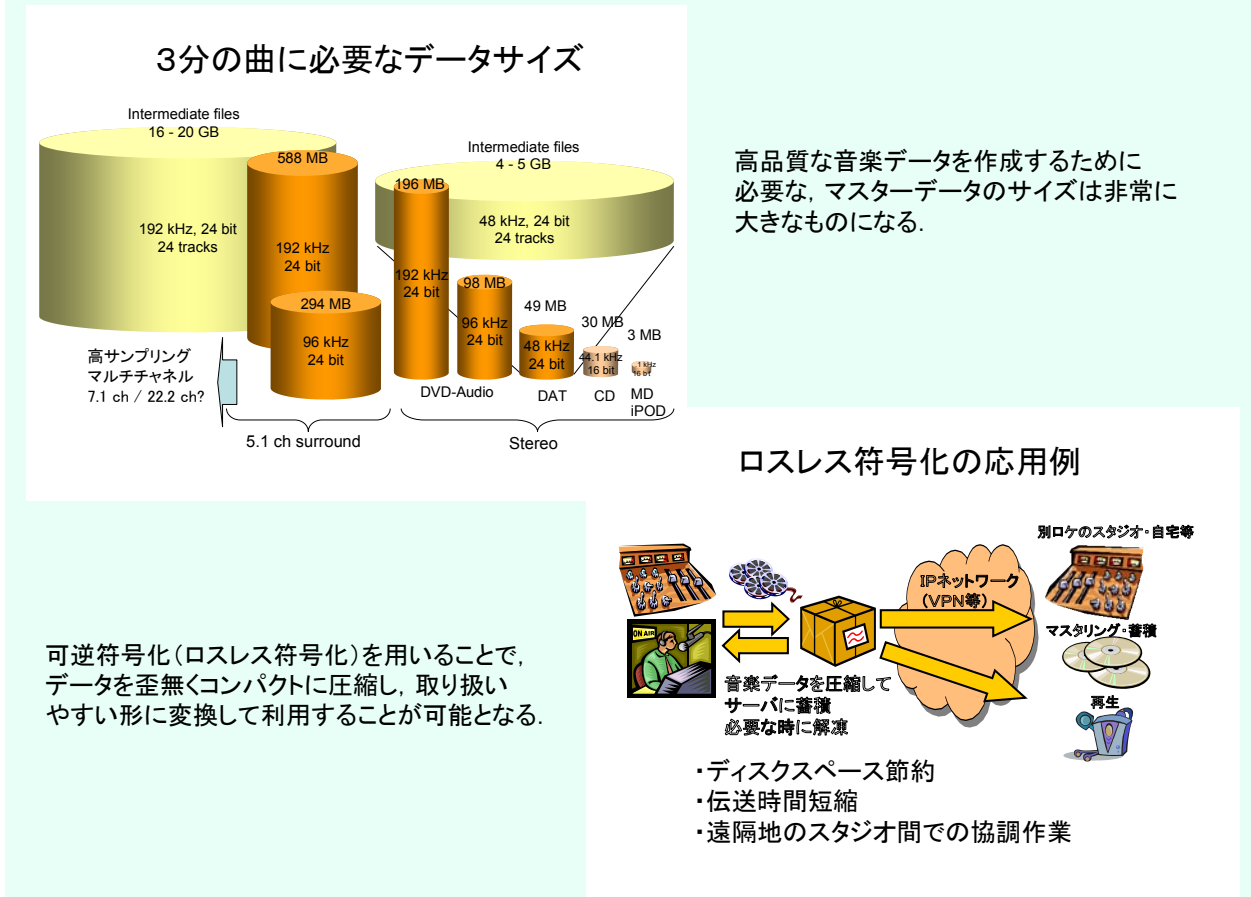
良い音で伝えたい、永遠に残したい

背景：近年、ネットワークやデジタル機器のブロードバンド化が進展する一方、オーディオ信号の高品質化（高サンプリング・高振幅分解能・多チャンネル化）の要望が高まり、蓄積や配信のための情報量も飛躍的に増大しつつある。

課題：遠隔地間での音楽データのやり取り、マスターデータの長期的な保存、高品質な音楽のネットワーク購入、PCや家電製品への蓄積等を効率的に行うために、膨大な音情報を歪無く圧縮する可逆符号化方式が必要である。

解決策・アプローチ：本研究では、音の情報を歪無く圧縮するために、整数信号、多チャンネル信号、浮動小数点信号等に適用可能な可逆圧縮アルゴリズムを検討している。また、平行して国際標準化提案も行っている。

到達点：さまざまな形式の高品質オーディオ信号を歪無く15%～70%程度のサイズに圧縮することが出来る可逆圧縮符号化方式を提案した。提案技術は、他の機関の提案技術と共に国際標準MPEG-4 ALSに採用された。

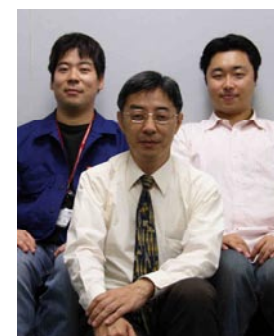


可逆符号化(ロスレス符号化)を用いることで、データを歪無くコンパクトに圧縮し、取り扱いやすい形に変換して利用することが可能となる。

- ・ディスクスペース節約
- ・伝送時間短縮
- ・遠隔地のスタジオ間での協調作業

関連文献

ISO/IEC 14496-3:2005/Amd. 2:2006, Information technology, Coding of audio-visual objects - Part 2: Audio, 3rd Ed. AMENDMENT2: Audio Lossless Coding (ALS), new audio profiles and BSAC extensions, March 2006.



電話の未来：ミライノデンワ

協創情報研究部主任研究員
平田 圭二

電話から t-Room へ

一口に「電話」と言っても、単なる会話の道具、人を結びつけるメディア、そして自分の分身などと、いろいろな役割や意味を持っており、我々はもはや電話なしの生活、文化、社会を考えることができない。電話の未来はこれからも様々に発展、変容するだろう。私もはその未来の電話の1つを提案したいと思っている。

電話とは、声や音に何の加工や処理もせず(少なくともユーザーはそう思っている)遠方に送り届ける無色透明なメディアであり、無色透明であるが故に電話は広範な用途を持ち、他の道具やメディアと容易に組み合わせることができる。これに対し現在筆者らが研究開発中の t-Room は、地理的、時間的に離れた複数のユーザーに音だけでなく画像情報も共有する部屋サイズの空間を提供するメディアである(図1)。t-Room 内の複数のユーザーがあたかも同じ部屋に居てコミュニケーションしているような感覚を同室感と呼び、同室感のある空間の上に様々なコミュニケーションサービスを創出・展開しようと考えている。

これまでの電話(携帯電話)と t-Room のアプローチの対比を図2に示す。これまでの電話が小型・安価・個人を指向していたのに対し、大型・(安価・)グループを指向した「電話」がようやく現実的になりつつあるのではないかと考えている。詳細については、文献[2,3]や Web ページ[6]等をご覧ください。

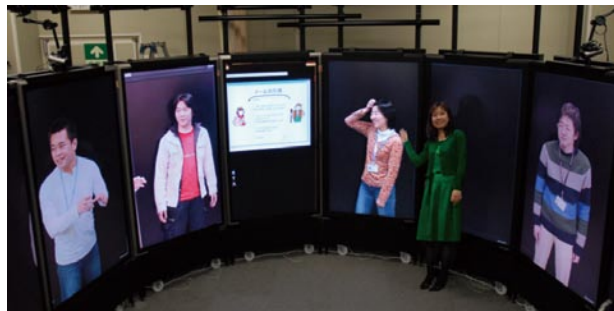


図1 t-Roomで打合せをしている様子

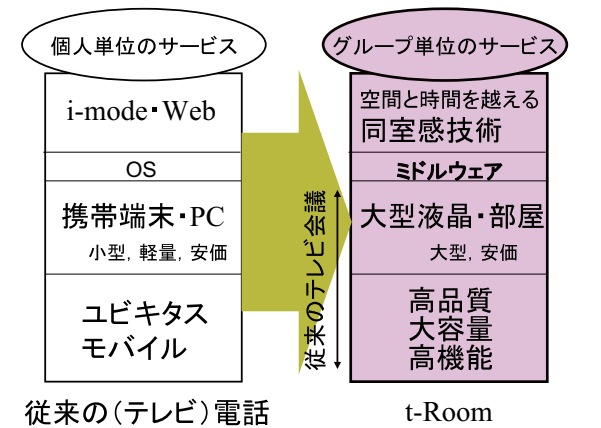


図2 これまでの電話からt-Roomへ

本来の使い方の発見

我々は t-Room を通じて社会的インタラクション活性化に貢献しようと考えている。ドナルド・ノーマンは「エモーショナルデザイン」[1]の中で「成功する製品の正確な予測は不可能だとしても、はっきりしているのは、ほとんどいつも成功を保証されたカテゴリが1つあるということだ。それは社会的インタラクションである」と述べ、その例として郵便、電話、電子メール、携帯電話、インターネット、マスコミなどのメディアを挙げている。しかし最初に発明した人は自分が発明した物の価値や意味を正しく理解していなかったらしい。では、ノーマンが挙げた製品はどのようにして本来の社会的インタラクションに寄与するような使われ方をするようになったのだろうか。

電話の場合を見てみよう。ベルは1876年に電話を発明するが、当初、米国の電話会社はその広告の中で、ビジネスの公式発表、発注や警告、サービス要請等のビジネス利用を勧め、実用性の高さや緊急時に役立つことを強調していた[4]。これは、電話がそれ以前に普及していた電信から派生した機械であり、電話で社交的な会話をするという行為自体が当時の電話会社の技術理解にそぐわなかったからである。ここで社交的な会話というのは、例えば親戚や子供どうしの長電話や世間話など、非手段的で個人的な関係の創出・発展・維持に寄与するようなものを指す。このように限られた利用法をユーザーに教育指導する状況が1920年代ま

で40年以上続くが、その後、より広範で庶民的な利用法、つまり社交的な会話があることをユーザーが発見していく。

その他の電子メール、携帯電話、インターネット(例えばMOSAICブラウザ)などのメディアでも、発明された後に、発明者だけでなく他の開発者やユーザーが共同してその「本来」の使い道(つまり庶民的な使い方)を発見していく過程が生じている。

t-Room をよろしくお願いします

とりあえず t-Room は発明されたが、本来の用途はまだ発見されていないのだろうと思う。t-Room が本当に未来の電話になるかどうか誰も知る由もないが、筆者らは我々自身で用途発見の努力を続ける一方、皆様が t-Room に興味を持ち本来の用途を発見して下さるようにも努めたい。そのために我々が目指している方向性を述べる。

(1) 汎用性

電話が電話であるためには汎用でなければならない。多目的に活用できる基本的な機能だけを精選して t-Room に取り込み、それらを柔軟に組み合わせることができる環境をユーザーに提供する。1980年代に専用マシンの全盛時代があり、「何も得意な処理がないマシンを汎用マシンと呼ぶ」とまで言われたこともあった。しかしそれは非力なハードウェアと効率の悪いソフトウェア開発環境という前提条件のもとでのソリューションを追求した結果であった。現在は富豪的プログラミングの時代である[5]。あらゆる種類のコミュニケーションを支援する電話が実現できる状況は整っていると考える。また汎用であると同時に、既存メディアとの整合性も考慮したい。

(2) 24時間常時オンライン

t-Room を日常生活の中で皆様に使っていただくシステムに仕上げるには、まず開発者自らが日常生活の一部になるまで使い込んで日々改良していかなければならない。そういうものこそ UNIX のように一般に普及した後も永く使われることになるだろう。実際に私たちは t-Room を使って過去2年間ほぼ毎週のように打ち合わせを実施しているが、週40時間勤務として、t-Room 滞在率は10%程度にすぎない。これを1年以内に50%まで引上げることが目標である。

(3) コスト低廉化

t-Room 導入時の障壁を下げるため、小型廉価版 t-Room の開発や携帯電話や Web ブラウザから t-Room の提供する時空間への安価なアクセスを考えている。現在は富豪的プログラミングの時代であるが、同時に「mottainai」の時代でもある。価格を下げることは、t-Room の新たな利用方法の発見につながるだけでなく、消費電力や重量の低減にもつながることが期待され、これがさらに新たな利用方法の発見にもつながるであろう。

私もは皆様と一緒に未来の電話について真剣に議論し作りあげていきたいと思っています。

ひらた けいじ

【参考文献】

- [1] ドナルド・ノーマン, エモーショナルデザイン, 新曜社(2004) .
- [2] Keiji Hirata, Yasunori Harada, Toshihiro Takada, Shigemi Aoyagi, Yoshinari Shirai, Naomi Yamashita, Junji Yamato, The t-Room: Toward the Future Phone, NTT Technical Review, Vol.4, No.12, pp.26-33 (2006) .
- [3] 平田, 原田, 高田, 青柳, 白井, 山下, 大和: 未来の電話を考える—遠隔コミュニケーションシステム t-Room, NTT 技術ジャーナル, 2007 年 6 月号.
- [4] クロード・S・フィッシャー, 電話するアメリカ, NTT 出版(2000) .
- [5] 増井, 富豪的プログラミング, <http://pitecan.com/fugo.html>
- [6] 未来の電話プロジェクト, <http://www.mirainodenwa.com>

赤ちゃん心理学のススメ ～こころの発達とことばの獲得～

協創情報研究部研究員
小林 哲生

赤ちゃん心理学

近年、赤ちゃん学(baby science)が話題となっている。これは、赤ちゃんを研究対象とした医学や心理学、脳科学、ロボット工学、霊長類学などの複合領域のことを指す。赤ちゃん学では、赤ちゃんそのものをサイエンスすると同時に、育児や医療、教育などの支援を視野に入れた応用的研究も積極的に行っている。少子化が進み、育児不安やストレスが蔓延する現代日本社会で、この赤ちゃん学への期待はますます高くなりつつある。

その中でも、赤ちゃん心理学(正式には、乳幼児心理学 infant psychology)はこれまで中心的な役割を果たしてきた。心理学とは、感覚や知覚、認知、記憶、言語、思考、感情など、心(つまり、脳)で生じると考えられるあらゆるものを研究対象とする。この立場は、赤ちゃん心理学でも同様である。だが、赤ちゃんの心は発達途上にあり、非常に混沌としている。その上、言語的教示ができないために、研究手段も非常に限られる。こうした研究上の難しさから、研究の進展が遅かったのも事実である。

とはいえ、ここ10年で、赤ちゃん心理学は大きく前進した。それは、方法論が徐々に確立され、多くの研究者が参入するようになったからである。そして、赤ちゃん心理学は、「心の起源」や「人間のルーツ」を知る上でも貴重な知見を提供するため、人間科学という大きな枠組みの中で重要な分野と見なされるようになってきている。

こころの発達

心理学では、長い間、赤ちゃんの心を「タブラ・ラサ(白紙)」の状態と仮定する立場(行動主義やピアジェ理論、サピア・ウォーフ説など)が主流だった。だが最近の研究から、赤ちゃんは非常に幼い時期から、ある特定の知識を獲得していることが徐々にわかってきた。

例えば、赤ちゃんは数がわかる。人形劇の舞台上で人形を出し入れして、簡単な計算場面を作り出す。その際に、赤ちゃんの注視時間を測定すると、正しい計算場

面(1+1=2、2-1=1)よりも間違った計算場面(1+1=1、2-1=2)を見た場合に、注視時間が増大する。これは、赤ちゃんが初歩の計算を理解していることを意味している。赤ちゃんはまた、物理法則も理解している。物体同士はお互い通り抜けることはなく、衝突した場合は一方がもう一方を動かすことを理解している。もしこうした法則に違反する場面を見た場合は、赤ちゃんの注視時間は増大する。

こうした数(number)や物体(object)に対する知識は、空間(space)や動作(action)に対する知識とともに、核知識(core knowledge)と呼ばれている。これは、領域固有の知識と考えられており、発達初期にはお互い独立して働いている。そのため、数と空間の処理が同時に要求される課題には、赤ちゃんはまだうまく対応できないという制約もある。つまり、大人の知識のような柔軟性はまだないが、それらの萌芽的な知識は赤ちゃんにも備わっている。また、この核知識は、進化的に近縁な霊長類においても共有されていることがわかっており、系統発生的な連続性が仮定されている。さらに脳画像研究の進展から、核知識と脳機能の対応性も徐々に明らかになりつつある。

このように、赤ちゃんの心には核知識が存在し、白紙の状態ではない。赤ちゃんはまだ心の内容を言語で表現できないが、まわりの世界のことをある程度は知っている。こうした核知識を基礎として、赤ちゃんは、環境との相互作用を通じて、徐々に高度な認知能力を洗練させていくのである。

ことばの獲得

人間は言語を操る唯一の動物であり、その言語を赤ちゃんがどのように獲得するかを解明することは、赤ちゃん心理学の最重要課題である。だが、言語獲得過程を明らかにするのは非常に難しく、依然として不明な点が多い。

赤ちゃんが言語を獲得するには、まず入力される母国語音声からある一定の特徴を抽出して正確に知覚する必要がある。こうした能力は、生後間もなく調整が始まり、生後

1年頃には母国語の音声特徴に特化した知覚能力がほぼ達成される。次に、知覚された音声表象を、概念や知識と結びつけ、語彙が獲得される。一般には12ヶ月頃から初語が出始め、18ヶ月頃を過ぎると語彙獲得が急速に進む(語彙爆発 vocabulary spurt)。さらに、この頃から二語文発話が出始め、覚えた語彙をある一定の規則で連結させていき、文法らしきものが誕生する。

こうした音声・語彙・文法の各言語機能の発達過程は驚くほど複雑であり、まずはどんな機能(what)が、いつ(when)、どのように(how)、発達するのかを突き止める必要がある。私たちのグループでは、(1)心理学的行動実験、(2)親子会話を長期間録音したデータベースの解析、(3)語彙チェックリスト、(4)ウェブサイトを通じた日誌法、(5)日英の言語間比較研究、(6)計算論的アプローチなどの、様々な手法を用いて、言語獲得研究を多角的かつ総合的に進めている。これまでの研究成果により、音声知覚や語彙獲得の普遍性と特異性が徐々に明らかになりつつある。これらの知見に基づき、言語獲得モデルの構築を、現在めざしている(詳細は個別展示にて)。

未来への第一歩

赤ちゃん心理学の発展により、心の発達と言語獲得過程がより明らかになれば、それらの知見をもとに、育児や知育への支援が可能となる。例えば、核知識の発達過程に関する知見を土台にして、こどもの発達を緩やかに後押しする知育支援システムを開発することができる。こうした取り組みの一環として、私たちは、NHK教育テレビの赤ちゃん向け番組「いないいないばあっ!」(月～金、午前8:15-8:30)にて、数と物体の核知識を意識した映像コンテンツを制作し、2年前から継続的に放映している。このコンテンツでは、彼らの理解レベルの範囲内で数や物体への知的好奇心を促進させ、親子間のコミュニケーションを促進する狙いがある。だが公共放送は幅広い年齢層のこどもが対象となるため、発達段階に応じた知育支援を考える際には不向きでもあり、今後はウェブを利用した月齢別映像配信なども視野に入れている。

また、赤ちゃんの言語獲得は、研究者だけでなく、養育者にとっても興味のある情報である。赤ちゃんがいつ、どんなことばを覚えるのかという情報は、そのまま育児支援につながるように思われる。そこで私たちは、育児支援サイトのgooベビー(NTTレゾナント)と連携して、日本全国の多

くの方に、こどもが覚えた単語を随時記録・投稿してもらっている。今後はそのデータを集積・解析して、「こども語辞書」をサイト上に構築しようと考えている。この大規模かつ縦断的な語彙獲得データは、育児支援として機能するのはもちろん、貴重な学術資料ともなるだろう。そして将来的には、自閉症や言語発達遅滞などの発達障害のスクリーニングや、その支援にもつなげたいと考えている。また、こども語辞書のデータを利用すれば、発達段階に応じた音声対話システムの実現も近い将来可能になるかもしれない。

このように、赤ちゃん心理学で得られた知見は、育児や知育などの新しいサービスへのアイデアや素材を提供し、さらには情報通信技術の研究開発と連携することで、安心・安全な育児環境の実現に大きく貢献できる可能性を秘めている。CS研では、今後も赤ちゃん心理学に注目し、やさしいまなざしで赤ちゃんとお親を見守っていきたいと考えている。

こばやし てっせい

