

The power of innovative research.

NII SEEDs

2016
年度版

時代を躍進するNII研究者による研究シーズ集

● ● ● はじめに ● ● ●

国立情報学研究所（NII）では、産業応用の可能性を秘めた情報学の研究最前線を紹介するため「NII SEEDS」を発行しています。本年度も、新たな研究進捗や成果を継続的に発信することで産業界や官公庁の皆様とNIIとのイノベーションを目指した連携の契機となることを願い、2016年度版「NII SEEDS～時代を躍進するNII研究者による研究シーズ集」を発行いたします。

近年、社会的課題の解決につながる日本発のイノベーション創出の重要性が叫ばれ、大学や学術機関においても社会貢献や産業化につながる研究開発活動が強く期待されています。NIIでは、長期的視点に立った基礎研究ばかりでなく、社会課題の解決を目指した実践的な研究や学術ユーザ向けの情報基盤技術の開発も実施しており、新たなイノベーションへのシーズとなる素材も少なくないと考えております。しかしながら、研究成果を社会実装や産業応用に結びつける機会が十分であるとはいえず、企業等の皆様との連携によるイノベーションを目指した活動も、これまでは必ずしも活発ではありませんでした。

事業や社会のために技術を利用される産業界や官公庁の皆様に、情報学研究者の活動を知っていただき、その研究成果や産業応用の可能性をご理解いただくことが、NIIがイノベーション創出に向けて貢献するための第一歩であると認識しています。NII SEEDSに目を留めて頂くことで、皆様に NIIの研究活動に興味をもっていただき、共同研究や技術相談等を通じたパートナーシップを作り出すための契機に、あるいは、学術界の方にはNIIとの共同研究のパートナー探しに、役立てれば幸いです。これらのパートナーシップをもとに、皆様とともにイノベーション創出、社会的課題の解決への貢献へとつなげて行きたいと考えております。

国立情報学研究所 副所長
本位田 真一

目次

1 ネットワーク

ネットワーク上の様々な計算資源を活用した高度な情報基盤の実現	合田 憲人	1
学術情報ネットワーク（SINET）とクラウドを活用した産学連携	漆谷 重雄	2
ダイナミック・タイム・ボローイングを可能とするクロッキング方式	五島 正裕	3

2 セキュリティ

サイバー攻撃耐性の高いネットワーク運用支援システムの開発	高倉 弘喜	4
個人が特定されにくいプライバシー保護音	山岸 順一 橋本 佳 越前 功	5

3 アルゴリズム

大規模グラフデータからの高レスポンス情報抽出	秋葉 拓哉	6
------------------------------	-------	---

4 アーキテクチャ

信頼性の高いプログラムを容易に記述するための型エラーデバッグ手法	対馬 かなえ	7
コンテンツ指向ネットワークに適したキャッシング機構	計 宇生	8
グラフ双方向変換におけるトレースに基づく編集可能性および対応関係解析	日高 宗一郎	9

5 量子情報

量子情報技術	根本 香絵	10
--------------	-------	----

6 知識情報学

テキストのリンク技術とその応用	相澤 彰子	11
意志力を補強し目標達成を支援するシステムWillingRing	坂本 一憲	12
学習データ解析：ラーニングアナリティクス	山地 一禎	13

7 人工知能

多様な情報からの知識発見技術	市瀬 龍太郎	14
人間とAIエージェントが協調するシステム	山田 誠二	15

8 メディア

手話の多様な広がり記録・分析する	坊農 真弓	16
3Dモデリングのための直感的なインタフェース	高山 健志	17
Geometric and Photometric Modeling and Inference of Large-Scale Internet Image Collections	鄭 銀強	18

9 社会制度

ブロックチェーン技術の経済社会への応用	岡田 仁志	19
経済物理学の視点から、バブルの法則を解明	水野 貴之	20

並列・分散計算基盤

ネットワーク上の様々な計算資源を活用した高度な情報基盤の実現

アーキテクチャ科学研究系 教授
合田 憲人



研究背景・目的

計算機やネットワーク技術の進歩により、様々な計算資源をネットワーク経由で利用することが可能になりました。私たちの研究グループでは、ネットワークに接続された複数の計算資源を一体的に活用するための並列・分散計算基盤（例えばクラスタ、グリッド、クラウド等）に関する研究を進めています。現在、図に示すような複数のクラウドを一体的に活用することが可能なインタークラウドに注目し、次の研究を進めています。

研究内容

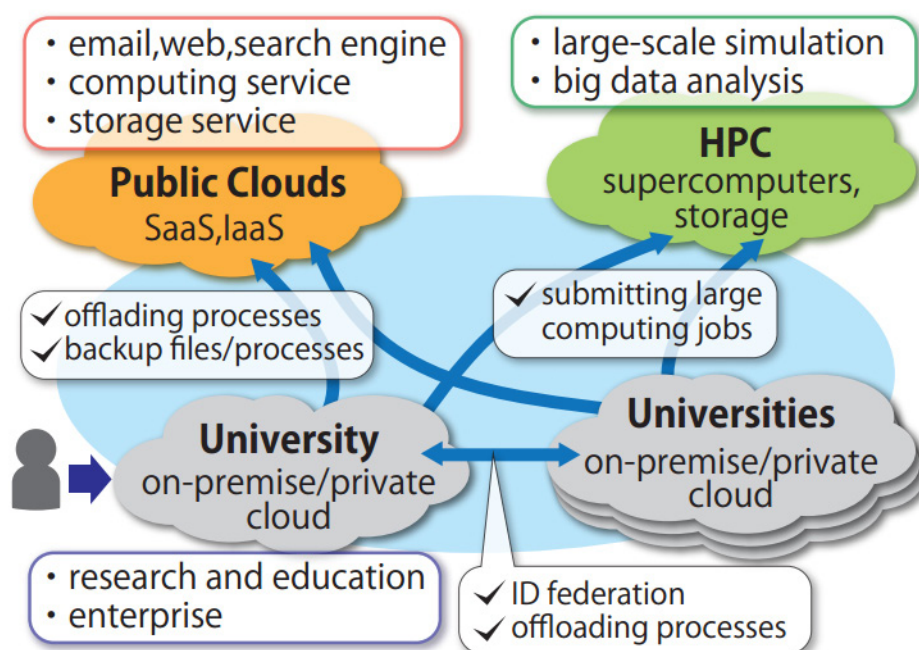
- **アーキテクチャ**：この研究では並列・分散計算基盤のアーキテクチャに関する研究を進め、インタークラウドを構築および運用するためにソフトウェアや認証連携ソフトウェアの開発を行うことにより、誰でも簡単にインタークラウドを利用できる計算基盤の実現を目指しています。
- **アプリケーション**：私たちの研究では、基盤を開発するための研究だけでなく、基盤上で実行可能なアプリケーションプログラムに関する研究も重要です。そのため、最適化問題やシミュレーション等、並列・分散

計算基盤内の計算資源を有効活用するアプリケーションプログラムの開発を進めることにより、応用分野の未解決問題を解決することを目指しています。

- **スケジューリング**：この研究では、並列・分散計算基盤上でアプリケーションプログラムを実行するための最適な計算資源を選択し、選択された計算資源にプログラムを割り当てるスケジューリング技術に関する研究を進め、アルゴリズムやソフトウェアの開発を行うことにより、計算基盤上の計算能力を最大限に活用することを目指しています。

産業応用の可能性

インタークラウド技術は、研究教育のみならず、企業活動や電子行政のための情報システムにおいても、BCPやサービス可用性を向上する技術として注目されています。私たちの研究成果は、企業等の計算サーバとクラウドから構成されるハイブリッドクラウドのオンデマンド構築や、複数のクラウド上での高性能かつ安全なビッグデータ解析等、企業活動や電子行政を支える高度な情報処理を可能とする技術として期待されます。



学術情報ネットワーク（SINET）とクラウドを活用した産学連携

アーキテクチャ科学研究系 教授
漆谷 重雄



研究背景・目的

SINETは大学や研究機関等のための研究教育用ネットワークです（加入機関数：800以上、ユーザ数：300万人以上）。平成28年度からは、全国的な100Gbps回線の導入、各拠点間のフルメッシュ接続による遅延の最小化、多層レベルでの冗長化など、性能および信頼性を大幅に強化した新しいネットワーク（SINET5）に移行します。

SINETでは、学術特有の利用形態（実験施設の共同利用、各研究教育分野での連携力強化、世界各国との国際連携、オープンな学術情報の発信やビッグデータの収集等）を考慮した多様なネットワークサービスに加え、クラウドと連携した高度なサービスの展開が期待されています。

本研究では、SDNやNFV等の新しい技術の適用やSINET直結のクラウドリソース（商用15社以上）の活用等により、革新的なサービスの実現を目指します。

研究内容

SINET上での実用化を目標とした革新的なサービス制御技術を研究しています。システムベンダとの連携によるスペシャルコードの活用とそれらを制御するNII独自機能の開発により、SINET上で多様なサービス（世界初のL1オンデマンドサービスなど）を展開してきました。具体的には、SINETは転送レイヤの機能として、マルチレイヤ（L0～L3＋仮想レイヤ）、各種VPN、QoS、マルチキャスト等を有しており、NIIではリソース（帯域、

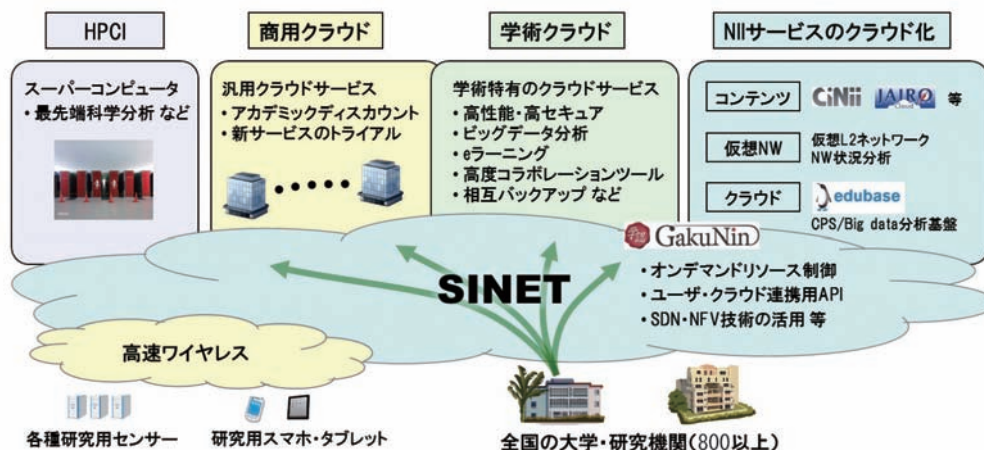
VPN等）のオンデマンド制御機能、ユーザ連携用API、帯域保証型データ転送ソフトウェア等を開発し、実ユーザに提供しています。また、多様なサービスを支える高度な高信頼化機能の導入により、平成23年の大震災時にも各サービスの安定提供を実現しています。今後は、先端的なクラウド機能やSDN・NFV機能等を活用したサービス制御技術を研究開発し、より高度なサービスの提供を目指していきます。

産業応用の可能性

- 各連携企業は、SINET、SINETノードを設置しているデータセンタ、各種商用クラウド環境を利用可能
- 各連携企業は、SINETを制御するためのAPI等をNIIと連携して開発し利用することが可能
- 各連携企業は、新サービスのための機器類やソフトウェア等の持ち出しだけで、経済的にカット＆トライが可能
- 各連携企業は、将来的にSINETを利用して新サービスを全国に展開可能（ユーザとの直接契約を想定）

研究者の発明

- 特許第5682932号（共願）：制御サーバ、制御方法及び制御プログラム
- 特許第4806466号（共願）：パス管理制御方法、パス管理制御プログラム、パス管理制御装置およびパス管理制御システム ほか



連絡先：漆谷 重雄 [アーキテクチャ科学研究系 教授] Email : urushi@nii.ac.jp

デジタル回路はどこまで速くなるか？

ダイナミック・タイム・ボローイングを可能とするクロッキング方式

アーキテクチャ科学研究系 教授
五島 正裕



研究背景・目的

LSIが微細化されるにつれて、回路素子の性能の「ばらつき」が問題になりつつあります。

本研究では、「今日できなかった分は明日やる」ことで「ばらつき」に対処するデジタル回路の構成方式を研究しています。「ばらつき」の問題を乗り越えて、デジタル回路（コンピュータ）の処理速度の向上・消費電力の削減を目的としています。

研究内容

LSIの微細化が進むと、性能が向上する一方で、製造誤差も相対的に増大しています。現在、LSIの最小加工寸法は原子数十個分程度となっており、原子一個分の誤差でも性能が大きく変わってしまいます。

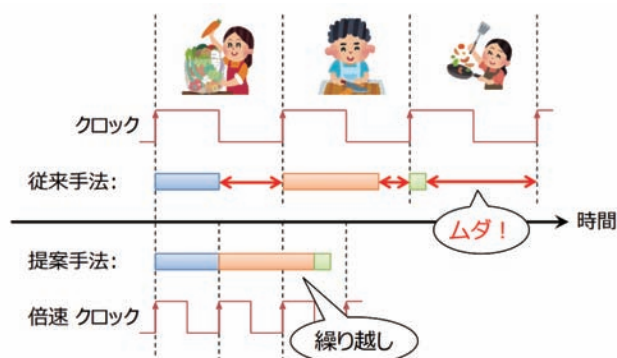
従来の「ワーストケース設計」では、すべての素子の性能が最悪の場合でも間に合うようにクロック速度を設定しており、「ばらつき」が大きいとムダが大きくなってしまいます。

私は、ダイナミック・タイム・ボローイングを可能とするクロッキング方式を提案しています。これは、二相ラッチ方式と、動的タイミング故障検出の組み合わせです。

この方式では、あるステージの実効的な遅延が大きかった場合、超過時間を次のステージへと繰り越すことができます。

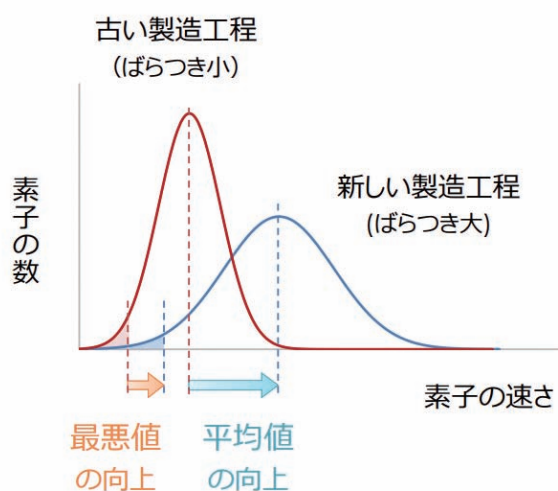
それでも間に合わない場合には、タイミング故障として検出し、回復を行います。

このことによって、ワーストケース遅延ではなく、実際の遅延で、回路は動作することができます。



産業応用の可能性

- 基本的には、すべてのLSIに应用することができます。



平均値の向上ほどには、最悪値は向上しない

サイバー攻撃耐性の高いネットワーク運用支援システムの開発

アーキテクチャ科学研究系 教授
高倉 弘喜



研究背景・目的

インターネット技術の応用分野は急速に広がり、パソコンやサーバに加え、プラント制御、自動車や航空機、ビル設備など様々な分野で当該技術を搭載した情報機器を用いる時代が到来しました。

一方、高度化したサイバー攻撃では、標的の組織を綿密に調査し、その組織が導入した各種セキュリティ対策による検知を回避し、組織内の情報機器を順次攻略しながら、機密情報の窃取や情報システムの破壊を行います。この攻撃では、インターネット技術を活用した全ての情報機器が攻略対象となりますが、攻撃耐性の低い機器が狙われ、攻撃による異常もほとんど発生しないため、攻撃による被害にも気付きにくいのです。

従って、攻撃による侵入の完全阻止は不可能であり、侵入を前提とした対策が必須となります。さらに、情報機器の用途によっては、侵入による被害を確認しても稼働させ続ける場合も想定しなければなりません。

そのためには、攻撃の状況変化を把握し、情報機器の使用者や用途、情報機器が扱う情報の重要度などに基づいた動的な対策設計手法が必要となります。

研究内容

認証情報やネットワーク構成情報を基に、組織構成、職員の役割やその役割の重要度、情報の重要度、情報機器間の関連性を定義することで、情報機器や部署ネットワークへのアクセス制限が業務に及ぼす影響度を求める手法を開発しています。

通常時の業務に影響を及ぼすことないきめ細かなネットワーク分割を実現することで、攻撃が組織ネットワー

クへ侵食していく速度を抑えることができます。

また、サイバー攻撃による被害発生を確認した際には、攻撃による被害の深刻度と対抗策が業務に及ぼす影響度を総合評価し、業務継続性と被害拡大防止のバランスをとった複数の対抗策案を自動設計します。その中からネットワーク管理者が選択した対策をネットワークに適用することで、迅速かつ効果的な対策を実現します。

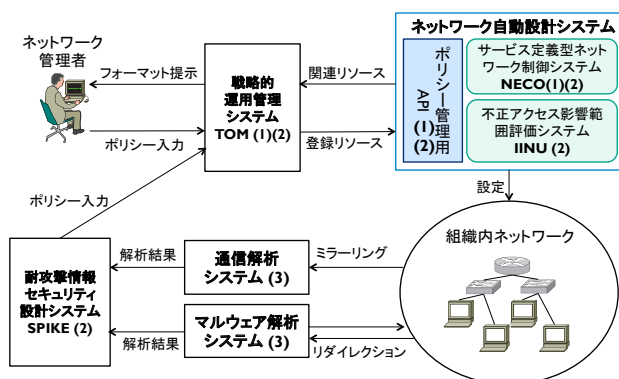
攻撃者側は、これらの対策を察知すれば、戦略を変えて新たな攻撃を仕掛けてきます。攻撃の状況変化を常に追跡し、適宜対抗策を変更することで、攻撃継続を阻止することができます。

産業応用の可能性

- サイバー攻撃下でも業務継続が可能とする企業ネットワーク
- 重要インフラなど無停止性が求められるネットワーク環境におけるサイバー攻撃対策
- サイバー攻撃への耐性が低い組み込み機器ネットワークに対するセキュアな環境の提供

研究者の発明

- 特開2015-058896：書換検出システム、書換検出装置及び情報処理装置
(出願人：国立大学法人名古屋大学、(株)オートネットワーク技術研究所、住友電装(株)、住友電気工業(株))
- 特許第5655191号：特徴情報抽出装置、特徴情報抽出方法および特徴情報抽出プログラム
(特許権者：日本電信電話(株)、国立大学法人名古屋大学)
- 特許第5655185号：マルウェア感染端末検知装置、マルウェア感染端末検知方法及びマルウェア感染端末検知プログラム
(特許権者：日本電信電話(株)、国立大学法人名古屋大学)



連絡先：高倉 弘喜 [アーキテクチャ科学研究系 教授] Email : takakura@nii.ac.jp

どのようにして音声のプライバシーを守るか

個人が特定されにくい プライバシー保護音

コンテンツ科学研究系
准教授

山岸 順一

名古屋工業大学
助教

橋本 佳

コンテンツ科学研究系
教授

越前 功



研究背景・目的

現在、本人の意思によらず音声が集められ、ウェブ上で共有されています。もし最先端の話者認識技術が悪用された場合、収集された音声から発声者が誰であるか、個人を特定することが可能であると言われています。このようなプライバシーの侵害は、深刻な社会問題になると危惧されています。本研究は、人間の自然な会話を阻害することなく、話者照合システムの精度を低下させる新しい個人用防衛音を開発することによって、プライバシーを守ることを目指しています。

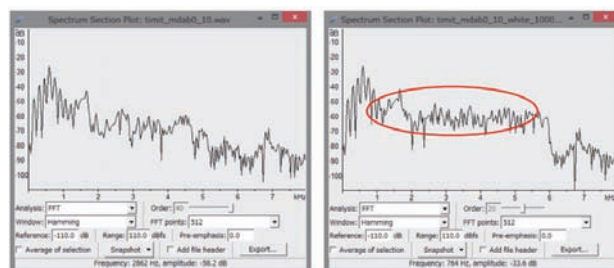


研究内容

情報通信基盤の高度化と携帯デバイスの普及により、動画や写真の撮影、音声録音が、いつでもどこでも可能となり、第三者が簡単に、そして無許可にインターネット上で共有できてしまう状況です。加えて、音声から発声者を特定する話者照合・話者認識の技術も高度化しており、無作為に収集された音声から個人が特定されてしまうという、プライバシーの侵害も表出しつつあります。

本研究では、特殊な雑音を実環境で生成させることで、話者照合・話者認識システムから識別されにくくするという新しいプライバシー保護技術を開発しています。無許可に録音や共有をされても、話者照合システムの性能

を低下できるように話者情報を強く包含している周波数を隠す「プライバシー保護音」を発生させるというアプローチです。

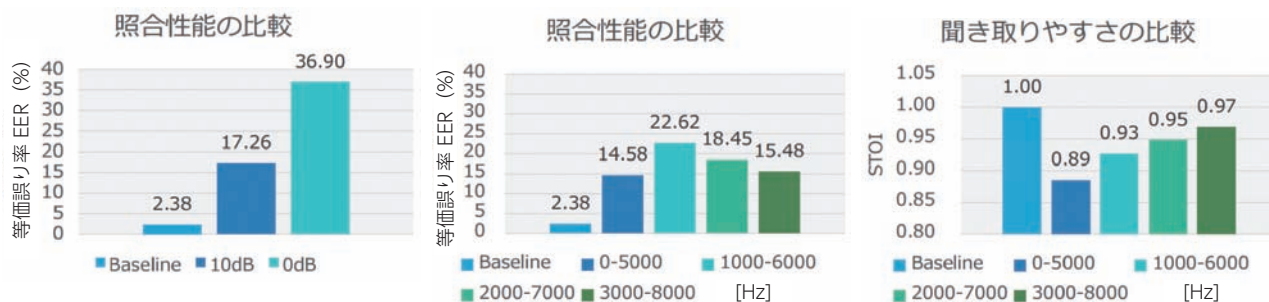


▲プライバシー保護音の例：周波数軸上で部分的に隠す音

比較実験では、図のように、1,000～6,000Hzという中域・高域にノイズを加えると、最も話者照合の性能を低下させることができるということがわかりました。音声の言語情報は、通常、低域周波数に情報が集中しているので、このようなノイズを加えても発話内容の聞き取りやすさにはあまり影響しないということもわかりました。また、SNR (Speech-to-Noise Ratio) が小さいほど話者照合性能を低下させるということもわかりましたが、同時に、雑音は耳障りな音になっていきます。この雑音の不快感の対処が、今後の課題です。

産業応用の可能性

- 自動話者照合システムの普及は広がっており、導入コストも安価になりつつあります。
- 音声から個人が特定されては困る場所への導入などが期待されます。



▲プライバシー保護音の比較実験

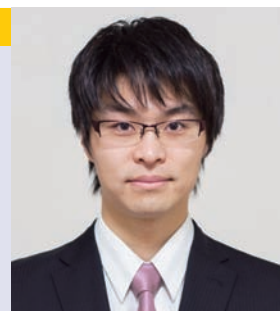
連絡先：山岸 順一 [コンテンツ科学研究系 准教授] Email : jyamagis@nii.ac.jp



大規模グラフデータからの 高レスポンス情報抽出

情報学プリンシプル研究系 助教

秋葉 拓哉



研究背景・目的

ビッグデータを「やっと」の思いで処理する現状を開き、ビッグデータを軽々と処理する時代を実現するための基礎技術を開発します。解析者とコンピュータのより密に連携した解析の実現するためには、インタラクティブな処理に組み込めるような高レスポンスな処理が必要不可欠です。解析者が求める情報を瞬時に突き止めるためのアルゴリズムとデータ構造を開発します。

大規模なデータにおいて高レスポンスでの情報の抽出を可能にするためには、2ステップのデータ処理技術を採用する必要があります。最初に、後の計算を補助するためのデータ構造である索引を、ある程度時間をかけて構築します。そして、索引を用いることにより、ユーザの操作により生じる大規模データに対する質問に、高速に回答します。B木、転置インデックス、接尾辞配列など、表やテキストのデータに対しては、優れた索引が既に存在して広く使われています。一方、グラフデータや高次元データのような複雑なデータに対する索引は、現在ようやく黎明期にあります。

研究内容

【①グラフ経路関連問題】最短経路や到達可能性などの基礎的な問題に対する索引付けの手法は、グラフ上のより複雑な計算のために不可欠とされています。私達は枝刈りラベリング法と呼ばれるアルゴリズムを開発し、今

まで異なるアルゴリズムが独立して開発されてきていた複数の問題に対し、統一的なアプローチで高速なアルゴリズムを与えることに成功しました。私達はまず複雑ネットワーク上の最短経路問題に対しアルゴリズムを与え、それに基づき到達可能性、交通ネットワーク上の最短経路、時間情報付きの最短経路、Top-k 最短経路等の問題に対するアルゴリズムを設計しました。

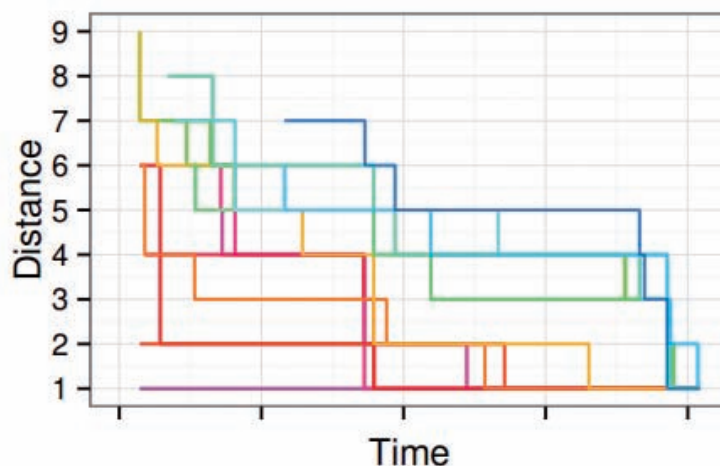
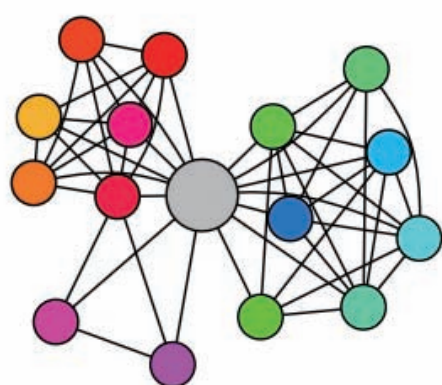
【②インフルエンサー解析】影響力の強い頂点やグループの発見、および影響力の推定・比較は、ソーシャルグラフやウェブグラフの解析の最も基礎的なステップです。我々は、媒介中心性、近接中心性、独立カスケードモデルといった指標・モデルに基づき、それらの処理をユーザの要求に応じて瞬時に行うことのできる索引付けの手法を設計しました。

産業応用の可能性

- ウェブ、ソーシャルメディア、電子メールからのデータマイニング
- 交通グラフを用いた経路探索サービスや配送計画
- ロボットやゲームAIの移動計画

研究者の発明

- 特開2015-184704：ネットワーク管理装置、ネットワーク管理方法及びプログラム



ソーシャルネットワークと、その上での距離の変化によるコミュニティ解析

連絡先：秋葉 拓哉 [情報学プリンシプル研究系 助教] Email : takiba@nii.ac.jp

信頼性の高いプログラムを容易に記述するための型エラーデバッグ手法

アーキテクチャ科学研究系 助教

対馬 かなえ



研究背景・目的

小学校でプログラミングの授業が導入されたことが話題になるなど、プログラミングは特殊な技能ではなく、一般に広く使用される技術へと変わりつつあります。同時に、プログラムは我々の生活のあちこちに深く溶け込んでおり、安全に動作する事を保証することは重要です。よって、これからは安全なプログラムを初心者のプログラマでも書けるようにすることは必要不可欠といえます。

このような背景のもと、我々はプログラムの安全性を保証する一つの手法である「型」に着目しました。型によって、安全でないプログラムは「型エラー」として排除されるためプログラムの安全性は保証される一方で、正しいプログラムを書く事は難しくなります。そのような場合にも、型エラーを容易に修正できる方法が提供されていれば、初心者でも簡単に安全なプログラムを書く事ができるようになります。

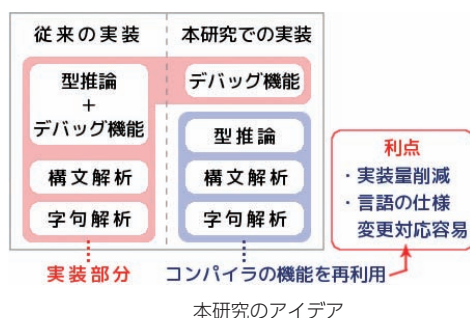
研究内容

これまでの型エラーデバッグ手法が、小さな言語での実験的なものにとどまっていることを問題として捉え、実用的な言語で実装するための手法を研究しています。

既存のコンパイラの機能をうまく再利用するというアイデア（下の図）を使うことで、デバッグ手法自体の実装量を削減し、コンパイラの仕様変更への対応を容易にすることができました。

具体的には以下の三手法を提案・実装しました。

- (1)対話的に型エラーの原因を探す型エラーデバッグ：デバッグの質問に繰り返し答えていくと、デバッグが自動的にエラーの原因を特定します。



- (2)型エラーになる最小の範囲を求める型エラースライス：型エラーの原因が含まれる可能性がある箇所を絞り込むことができます。

- (3)複数のエラーメッセージの作成：通常のコンパイラより多くのエラーメッセージを返すことで、プログラマが自分で役に立つものを選ぶことができます。

産業応用の可能性

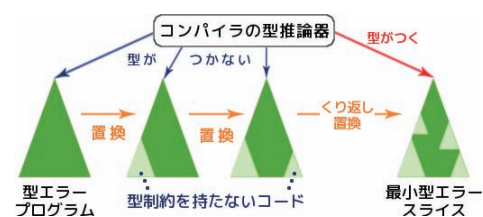
- プログラムデバッグ手法の確立
- プログラミング学習・支援環境の構築
- 初心者を対象としたプログラミング支援



(1)型エラーデバッグ



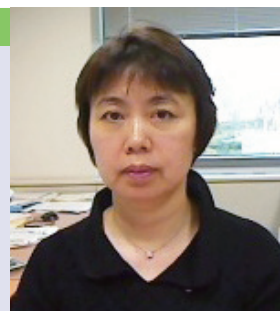
(2)型エラースライス



(3)複数の型エラーメッセージの作成

コンテンツ指向ネットワークに適したキャッシング機構

アーキテクチャ科学研究系 教授
計 宇生



研究背景・目的

コンテンツの配信は今日のインターネットトラフィックの大きな割合を占めています。コンテンツをネットワーク内でキャッシュすることによってトラフィックを削減する方法が取られていますが、現在実現されているキャッシング機構はコンテンツとその場所（ネットワークのノード）との間のネーミングの変換が必要であり、複雑な処理を伴います。このような問題を解決し、ノードの代わりに、コンテンツを指定するコンテンツ指向ネットワーク（Content-Centric Network, CCN）が将来のインターネットアーキテクチャの一つとして提案されています。コンテンツ指向ネットワークでは、各々のネットワークノードでキャッシングを行うことによって、コンテンツの配信を効率的に行うことが期待されます（図1）。しかし、膨大なコンテンツの量に比べ、ノード内のキャッシュとして利用できる記憶容量は限られているため、それを最大限に活用できるキャッシングを行うことが本研究の目的です。

研究内容

ネットワーク内でキャッシングを行うことによって、ネットワークトラフィックとコンテンツサーバの負荷を削減でき、また、配信遅延を短縮できます。一方、イン

ターネットで配信されるコンテンツには無数の種類があり、配信される頻度（コンテンツの人気度）も大きく異なります。限られたキャッシュ空間を有効に使用するため、制御のオーバーヘッドを抑えながら、キャッシングするコンテンツを有効に選択していく必要があります。そのために、どのコンテンツをどこでキャッシングするかを決める「キャッシング方式」と、キャッシュの内容をどのように更新していくかを定める「キャッシュ更新方策」の2つの機構が鍵となります。本研究では、コンテンツ指向ネットワークのためのキャッシング機構について提案しています。コンテンツの人気度を自動的に反映でき、図1の左上のグラフに示すような人気度の変化にも追従できるような、ノード間の分散制御によるキャッシング方式と、ノード内の制御が簡単なキャッシュ更新方策の組み合わせを考案しました。

産業応用の可能性

- 将来のインターネットを実現するための基礎的な技術の一つとして有望
- 多くのノードからなるキャッシュのネットワークを構成するための方法として利用可能
- トラフィックの削減、サーバの負荷分散に有効

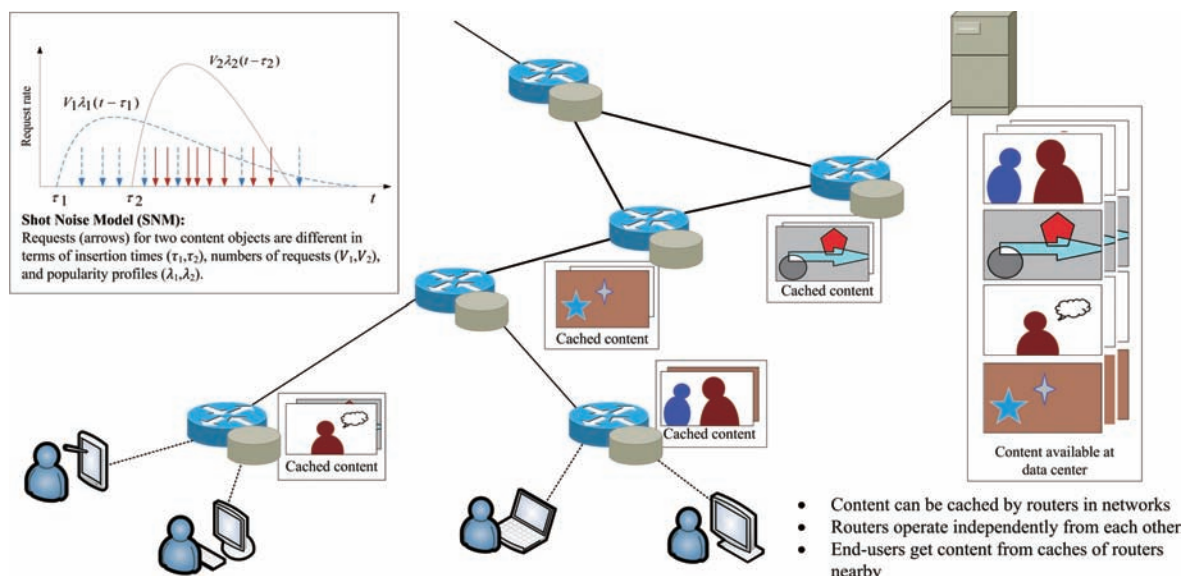


図1 コンテンツの人気度の変化

グラフ双方向変換におけるトレースに基づく編集可能性および対応関係解析

アーキテクチャ科学研究系 助教

日高 宗一郎



研究背景・目的

システム開発の過程で、変換しながら用いられるモデルという抽象表現（グラフ）について、情報が変換を通じて双方向に流れるようにします。双方向対応の変換を、小さな変換の組み合わせで構成でき、変換前後のグラフの対応関係が得られるのが特徴です。設計と実装の同時発展などへの応用があります。

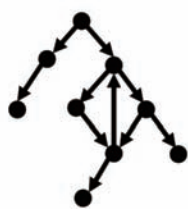


図1：グラフの例
(枝ラベルは略)

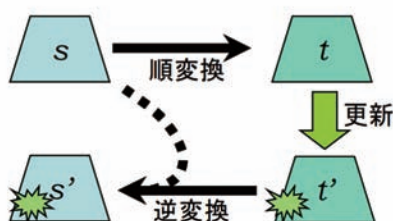


図2：双方向変換とは

モデル（模型）とは、実際のシステムを操作するかわりに、それを抽象化したものです。モデル化により、例えばコンピュータ上でシステムの振る舞いを統計的に分析したり、システム設計段階で必要な性質を満たすかどうか検証することができます。

本研究では、つながりを表現するグラフを用いてモデルを表現します（図1）。枝につけられるラベルにより、つながりの種類や数値などの情報を保持することができます。

モデルは上記利用形態のなかで様々に変換されますが、変換を通じた情報の流れが一方的だったり、変換の記述を、小さな変換から大きな変換を合成する形で効果的に行うことが出来ない問題点がありました。

私達は、合成可能で、振る舞いが明快なグラフ双方向変換の統合環境を開発し、理論的整備を行い、様々な事例に適用して、その有効性の検証や改善点の洗い出しを行っています。その中で、逆方向の更新の流れが拒絶される際の拒絶理由がわかりにくいという問題点が明らかになりました。

変換の個々の構成要素の中には、変換で記述された一

貫性に反するため、変換結果の更新を許さないものもあります。そのようなものから生成されたモデル要素は、変更すると逆変換が拒絶されますが、従来どの部分が該当するか、またどのような理由により更新が一貫性に背くのか変換結果を見ただけではわかりませんでした。

本研究では、双方向変換プログラム開発環境の改良により、各変換工程間の追跡可能性の向上と、従来困難だった逆変換の成否の予測や拒絶の理由の具体的な説明を実行軌跡（トレース）の解析で可能にしました。

研究内容

本研究では、順変換で、より明確な対応関係を表現するトレース情報を計算、生成し、逆変換の前にこの情報を解析することにより、変換元（図2のsやs'）と変換先（図2のtやt'）の間の一貫性を損なうような編集に対して、その具体的な理由を明快に説明できるようになりました。また変換プログラム中でどの部分が結果に繋がっているかも明確に表示できるようになり、各工程の対応関係を明確化できました。

産業応用の可能性

- モデル駆動のソフトウェア開発工程において下流から上流への変更の伝搬を可能にすることにより、上流にあった問題の工程再利用時の下流での再露見を防ぐ。
- 上記伝搬の試みにおいて、下流の特定の変更の上流への伝搬の可否とその理由を明確化する。
- 上記伝搬操作において、特定の変更が同じ成果物の他のどの部分に影響するかを明確化する。
- 既存の単方向モデル変換言語を我々の言語に翻訳することにより、変換プログラム内の影響範囲が、複雑な式の変数参照など細かい粒度で解析可能になることで、開発工程を効率化する。

※本研究はマーティン ビレス（ダルムシュタット大学）、クアン ミントラン（ダイムラーITイノベーションセンター／ベルリン工科大学）、松田一孝（東北大学）各氏と共同で行われました。

量子情報技術

情報学プリンシプル研究系 教授

根本 香絵



研究背景・目的

20世紀は量子力学の時代とも言われるように、トランジスタやレーザーなど、20世紀を特徴づける技術革新は、量子物理学の発展の中から生まれました。ICT技術は、現在の経済、社会の基盤となる技術ですが、21世紀に入り、いろいろなところで限界が見え始めています。例えば、情報処理に用いる電力は増加の一途をたどっており、消費電力とともに機器からの発熱が大きな課題となっています。または通信でも、トラフィックの増加によってファイバーが溶けるほど過度な負担がかかっています。一方で、ネット上の情報と私たちの生活がますます一体化することで、セキュリティやプライバシーの確保も喫緊の課題となってきています。

このような21世紀の様々な課題に対し、技術の原理からその解決へ挑戦するのが量子情報技術です。「量子情報」という言葉から量子コンピュータを想像しがちですが、計測、センサー、通信、セキュリティ、情報処理など、ICTのすべての分野で、これまでの限界を破る新しい技術だと言えるでしょう。

研究内容

量子情報技術の中でも、NII量子情報国際研究センターでは量子計測、量子通信、量子コンピュータの研究に力を入れています。量子計測は、量子センサーなど情報を集める基礎、通信はその情報を量子的に結ぶことを可能にし、そこに情報処理能力をもつことで、さまざまな解析が可能になります。つまり、量子情報技術の中核にあるのが、この3つの技術です。

量子情報デバイスの実現は、量子物理学を中心として、

マテリアル、微細加工など様々な技術の特徴を理解し、これらをデバイスへとデザインしていきます。現在は特に超伝導素子やダイヤモンドNVセンターで、国内外の実験グループとの共同研究で実現を目指しています。

我々が目指す量子情報デバイスは、システムの構築の基礎となる、システムのためのスケーラブルな量子情報素子の開発です。高い実現性とスケーラビリティ、拡張性を追求するため、光、超伝導素子やシリコンなど異なる材料や方法を用いたり、それらの多様なハイブリッド系をデザインして、様々な角度から新しい量子情報システムの実現化方法を研究しています。

産業応用の可能性

- 量子センサー（バイオセンサーや医療センサーなど）
- 低エネルギー量子素子、微弱光通信など
- 量子情報処理（量子コンピュータ素子、量子コンピュータシステム）
- 量子通信素子（安全性の高い量子鍵配送を用いたセキュリティ技術）

研究者の発明

- 特許第5414007号（共願）：量子リピータ、及び、拡張されたエンタングルメントを生成するためのシステム及び方法
- 特許第5414006号（共願）：エンタングルメントを成功裏に生成する速度を高めるための方法及び装置、並びに、該方法及び装置を使用する量子リピータ

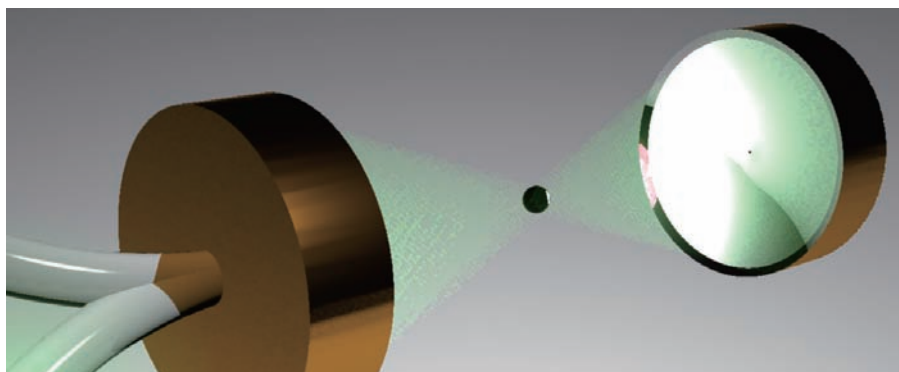


図 量子情報システムの基本素子の概念図
量子通信や量子情報処理を行うための基本素子のあり方を概念的に示したもので、基本素子は、光共振器と単一ダイヤモンドNVセンター（中央のドット）からなる。光共振器につながった導波路（図左下）を通して光子を送ることで、光子とNVセンター中の電子との間に量子的な相関を生成する。

テキストのリンク技術とその応用

コンテンツ科学研究系 教授
相澤 彰子

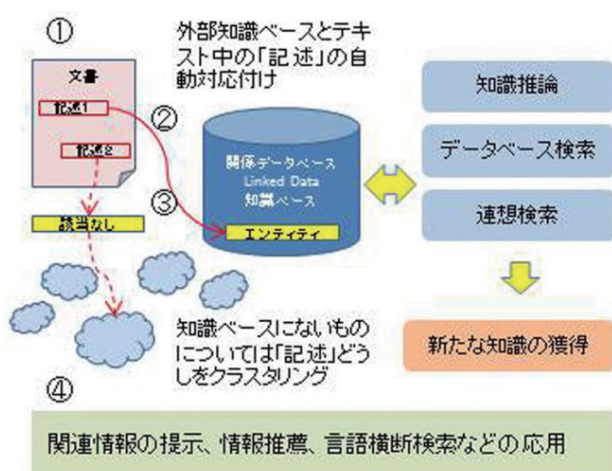


研究背景・目的

情報社会において日々生産・蓄積される膨大な量のコンテンツを活用するために、AIによる知識処理が切実に求められています。文章から知識を自動獲得する言語処理技術はその中核となるもので、その中で文章中の概念や事物の名前を外部知識に結びつける「エンティティ・リンク」は、知識獲得に必須の技術として近年注目を集めています。

文章中の名前や語はそれ自体は単なる文字列の並びですが、対応するデータベースのレコードや知識ベース、Wikipediaなどの大規模知識源と結びつけることで、関連情報を的確にユーザに提示したり、データベース演算や知識ベース推論を活用して新たな情報を見つけたりすることが可能になります。また、得られた外部知識を活用して、文章からさらに隠れた知識を発見することも期待できます。

テキストのリンク技術は、情報検索や情報推薦システムですぐに役に立つ実践的な技術であると同時に、言語や分野を横断する知識発見や、知識ベースどうしの統合を実現するためのグランドチャレンジな研究対象でもあります。



研究内容

●エンティティ記述の抽出 ①

エンティティは、実世界にある事物や共通の固有概念などの対象物です。与えられたテキストを解析して、エンティティを指す文字列を自動抽出します。照応関係や共参照関係の解析などの高度な手法も必要になります。

●正規化とクリーニング ②

異体字、区切り文字、長音、文字種の違い等、様々な要因による表記の揺れを吸収するために、正規化ルールの獲得や近似文字列検索などの手法を用いて、自動抽出した用語や辞書をクリーニングします。

●エンティティ同定と用語翻訳 ③

ひとつの記述に対して異なるエンティティの候補が存在する場合に、文脈を考慮した意味処理を適用して、適切な見出し語を見つけたり対訳語を生成したりします。

●TermLink：専門用語リンクングサーバ ④

リンクングによる知識処理の実現に向けて、知識の体系化に役立つ分野固有概念に焦点をあてて、要素技術の研究に取り組んでいます。実践例として、科学技術文書を対象とするリンクングサーバの開発と、それを利用した論文推薦システムの実装を進めています。

産業応用の可能性

- 日本語の文書から英語の関連文書を探すなど、言語を横断して情報を検索する
- 文書中の任意の記述からワンクリックで的確な関連情報を入手する
- 多様な情報を統合して信頼性高くマイニングする（新たな知識価値の探索）
- 社内文書とデータベースをリンクすることで、情報共有を容易にする

ユーザの自己実現や他者からの依頼解決を促す

意志力を補強し目標達成を支援するシステムWillingRing

アーキテクチャ科学研究系 助教
坂本 一憲



研究背景・目的

日常生活における人間の様々な行動の目標達成を支援するための目標達成支援システムWillingRingを開発しています。目標達成のプロセスの中で、特に人間の意志力（セルフコントロール力、自制力）の重要性が見直されています。意志力を補強して目標達成を支援する手法としてコミットメント契約が注目を浴びており、事前に自分自身に制約を課すことで自身をコントロールすることに効果があります。

WillingRingは、Webサービスやウェアラブルデバイスなど多様な情報源からユーザの行動を理解して、コミットメント契約をはじめとする、有効と考えられる幅広い目標達成支援機能を提供します。加えて、WillingRingはユーザの行動情報を蓄積および分析することで、ユーザが目標を設定する際に、より良い目標を提案したり（例えば、設定目標が難しすぎるなど）、最適な目標達成の支援機能を推薦します。

このように、ユーザの目標達成を支援する身近で賢い人工知能システムを実現目標とした研究開発を行っています。



研究内容

WillingRingは以下の4機能で目標達成を促します。

1. ユーザの行動情報の収集と分析

Webページの構造が変化しても、特定の情報を定常的に抽出し続ける技術とウェアラブルデバイスを活用して、運動・勉強・SNSの利用の有無など、ユーザの行動情報を収集して分析します。

2. コミットメント契約（ムチ）

人は双曲割引（近い将来を待てない）の性質を持つため、目の前の誘惑に負けがちです。コミットメント契約では、事前に自分自身に制約を課すことで、前もって誘惑に屈するという選択肢を取り除きます。例えば、禁煙支援では喫煙時に罰金を課すという契約を結ぶことで、従来手法よりも、効果的に禁煙を促せることが分かっています。

3. ゲームフィケーション（アメ）

ゲームが利用する行動促進の機能、例えば、他者との協力／競争、キャラクタの成長、運に依存したゲーム内の報酬の付与などを提供します。

4. If-thenプランニング

「もし～なら、～をする」という形式で計画を立てると、行動の成功率が向上することが分かっています。上述の形式での目標設定を支援します。

産業応用の可能性

- Web上の情報の定常的な収集を実現します。（例：SNS上の評判分析、他社の価格分析）
- 部下のモチベーション管理や、e-learningやスポーツジムの顧客の利用率の維持に活用できます。また、教育分野では、子どもたちの学習意欲を引き出すことに活用できます。

https://www.flickr.com/photos/aigle_dore/16840395246/ by Moyan Brenn (CC BY 2.0) <https://www.flickr.com/photos/68751915@N05/6793826885/> by 401 (K) 2013 (CC BY-SA 2.0)

<https://www.flickr.com/photos/militaryhealth/8652395915/> by MilitaryHealth (CC BY 2.0) <https://www.flickr.com/photos/124247024@N07/13903385550/> by flazingo_photos (CC BY-SA 2.0)

<https://www.flickr.com/photos/intelfreepress/10928087126/> by IntelFreePress (CC BY-SA 2.0) <https://www.flickr.com/photos/wwarby/3296379139/> by wwarby (CC BY 2.0)

<https://www.flickr.com/photos/alancleaver/4222533261/> by Alan Cleaver (CC BY 2.0) <https://www.flickr.com/photos/pestoverde/16677320349/> by pestoverde (CC BY 2.0)

学習データ解析 ：ラーニングアナリティクス

コンテンツ科学研究系 准教授

山地 一禎



研究背景・目的

近年脚光を浴びているMOOC（Massive Open Online Course）のプラットフォームや、各大学で運用されている学習管理・コース管理などの教育支援システムには、学習者からの様々なデータが蓄積されています。この学習履歴を活用し、学習活動や教育活動に役立てる先端技術に、ラーニングアナリティクスと呼ばれるものがあります。ラーニングアナリティクスを適用することで、学習の進捗や理解度を把握し、個々の学習者にとって適切な学習経験を提供することが可能となります。

現在、日本の国立大学の約9割、私立大学の約6割において、教育支援システムが導入されていますが、そこに蓄積される学習履歴の多くが整理、構造化されていない状況にあります。その結果、教育活動の高度化に学習履歴が有効活用されるには至ってはならず、ラーニングアナリティクスに関する欧米の積極的な展開と比べて、大きく遅れをとっていると言っても過言ではありません。

こうした状況を打破し、世界最高レベルの高等教育環境を実現するために、本研究では、複数のシステムに分散管理される学習記録を蓄積する環境の構築や、解析手法、解析結果の可視化手法に関する研究開発を進めています。

研究内容

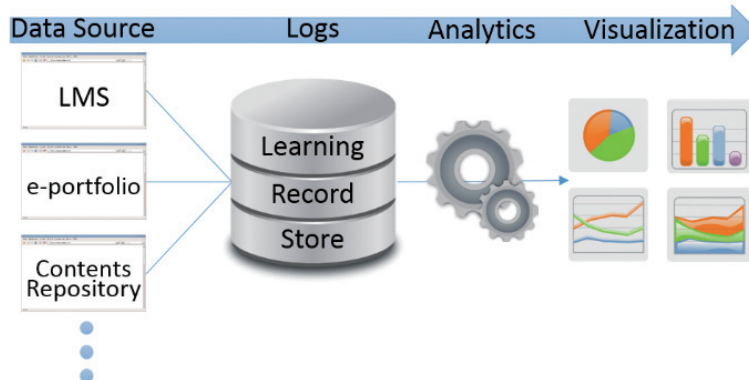
学習履歴を蓄積するための国際標準は既に存在しますが、履歴のスナップショットを単に記録するだけでは、学習行動の本質であるダイナミクスを捉えることはでき

ません。学習者の学習コンテキストを解析対象とするためには、適切な粒度で履歴を残すと同時に、多角的にデータの相互関係を記述しておく必要があります。Learning Record Storeに関する研究では、国際標準に準拠しつつ、学習コンテキストを履歴として表現するためのガイドライン化を目指した研究開発を進めています。また、単一の機関から得られる学習履歴だけでは、分析するデータ密度として不十分な場合があります。現在開発を進めている、学習履歴を組織間で共有するためのシステムは、教育・学習分野におけるビッグデータ解析を目的としたフレームワークです。

ラーニングアナリティクスに関する研究では、大学等と共同研究を進めながら、実データに対する解析手法の確立を進めています。統計解析に加えて機械学習なども活用し、適用学習に向けた基礎的モデリングを進めています。学習履歴を分析した結果を教師や学生に提示するダッシュボードの開発にも着手し、データの取得から学習者へのフィードバックを経て、その効果を学習履歴から評価するという一連のサイクルを確立する統合環境の実現を目指しています。

産業応用の可能性

- 教育機関（高等・中等・初等）向け学習管理システムにおける学習データの蓄積・解析技術
- ラーニングアナリティクスのための、適切な教材開発技術
- 企業内における複数の管理システム間のデータ融合技術



いろいろな情報から新たな知識を発見するには？

多様な情報からの知識発見技術

情報学プリンシプル研究系 准教授

市瀬 龍太郎



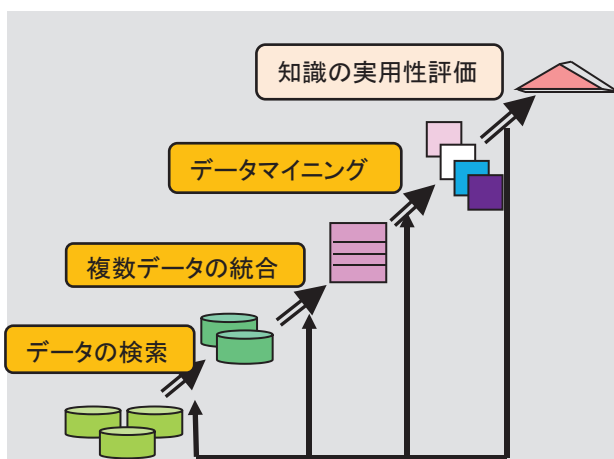
研究背景・目的

情報技術が発達した現在では、多様な情報を容易に得ることができます。しかし、多様な情報を組み合わせて、そこから有用な知識を発見するためには、データの検索、統合、マイニング技術は欠かせない要素技術です。それらを実現する知識処理技術について研究を行っています。具体的には、データから必要な部分を検索する技術、異なるデータスキーマを持つデータを意味的な整合性を持たせながら統合する技術、ソーシャルネットワークデータから知識を発見する時系列データマイニング技術、専門家の持つ知識を併用した医療データからの知識発見技術などを行っています。

研究内容

●データの検索技術

半構造データで書かれた知識は、Googleナレッジグラフをはじめとして、様々な場所で使われるようになってきています。そのようなデータを検索する際には、事前に構造の意味を理解し、適切な検索式を与える必要があるため、利用が困難です。意味を捉えて自動で適切な検索式に変換し、高精度で検索するフレームワークを開発しました。



●複数データの統合技術

複数のデータを統合する際には、意味的な関係を保持しながら統合する必要があります。たとえば、東京に関するデータでも、東京駅の場所を代表とするか都庁の場所を代表とするかで緯度・経度の情報が異なっている場合があります。そのような違いの意味を機械が自動的に検知して、整合性を持たせたまま高精度でデータを統合する技術を開発しました。

●データマイニング技術

- ・Facebookでみられる友人関係や協働関係などを示すソーシャルネットワークは時間とともに逐次変化していきます。その時系列の変化を予測するための研究を行い、従来よりも精度が高く予測できる技術を開発しました。
- ・医師は豊富な知識を利用して患者のデータを分析し最適な治療方針を決定します。医療データのマイニングをする際に、医師の持つ背景知識を利用しながらマイニングする技術を使うことで、背景知識を使わない場合よりも高い精度でカンジダ血症を予測するモデルを構築しました。

産業応用の可能性

- 各種のデータベースのデータ統合支援プラットフォーム技術
- マーケティング予測、広告効果予測支援
 - ・ 購買データ、視聴データ
- 医療診断支援、専門家の故障診断支援システム

研究者の発明

- 特許第4734559号：時系列データ分析装置および時系列データ分析プログラム

人間とAIエージェントが協調するシステム

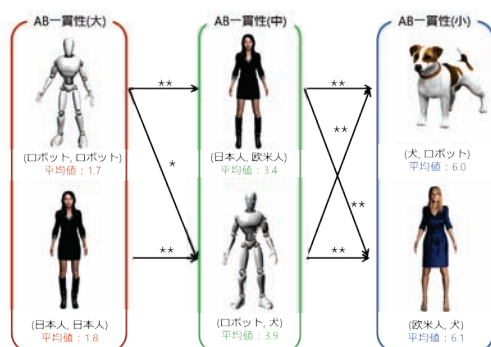
コンテンツ科学研究系 教授
山田 誠二



研究背景・目的

これまで人工知能AIを実装した様々なAIエージェントやデータマイニングシステムが研究開発されてきましたが、それらのシステムが人間の助けなく単独で実稼働するケースはそれほど多くはありません。例えば、機械学習を初めとする実際のAIアルゴリズムは、様々なパラメータ調整を必要とし、ユーザは現場で実稼働をしつつ、複雑なパラメータ調整を行う必要がある場合が多いからです。このような状況に関わらず、これまでのAIエージェントやデータマイニングは、システム単独での利用を想定して研究されてきました。

このような背景から、我々は実際の応用場面で役に立つ、人間と密に協調することを指向した人間-AIエージェント協調系の枠組みを開発しています。そして、その枠組みで必須となる要素技術である、人間とインタラクティブに問題解決を行うAI、GUIデザインの技術、人間の認知モデルを積極的に取り込んだ人間とAIエージェントのインタラクションデザイン技術を研究しています。応用領域は、オンラインショッピングにおける推薦エージェント、視覚的分析システム、意思決定における人間とAIの競合解消など多岐にわたります。



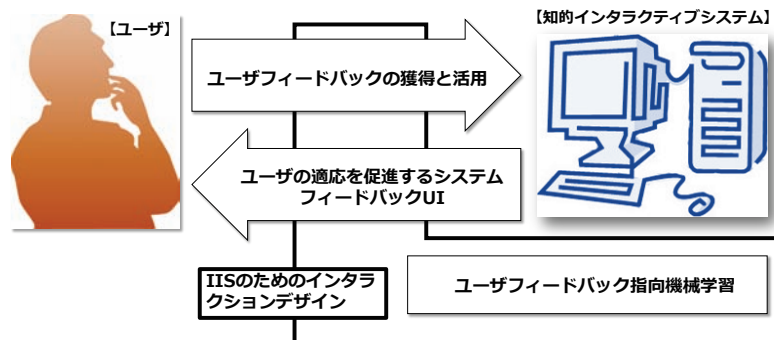
研究内容

人間とAIエージェントが協調するシステムの枠組みと要素技術の開発のために、我々の研究チームでは、以下の2つの研究を行っています。

- **ヒューマンエージェントインタラクションHAI**：人間とAIエージェントが効率的に協調するために、有効なインタラクションデザイン方法論の確立を目指しています。具体的には、新しい探索的UIデザインの枠組みを提案します。そして、探索空間を特徴付けるために、ユーザの認知モデルによる特徴点の選択方法を開発し、様々なケーススタディにおいて、参加者実験による検証・結果分析までを行っています。
- **知的インタラクティブシステムIIS**：方法論的には、上記のHAIにおける探索的UIデザインを用いて、人間とデータマイニング、機械学習システムの効果的な協調を実現するためのインタラクションデザイン研究を行っています。研究テーマは、AIによる非明示的ユーザフィードバック最大限利用のためのインタラクションデザイン、インタラクティブパラメータ探索システム、人間の能動学習用GUIなどです。

産業応用の可能性

- オンラインショッピングで購買意欲を向上させる推薦AIエージェントの外見や振る舞いをいかに設計するか設計アドバイス
- エンドユーザが探索を自由にコントロールすることで大きくパフォーマンスを向上できる視覚的分析システムの設計論
- AIエージェントの意思伝達方法の設計支援



「生きたことば」をつかまえる

手話の多様な広がり記録・分析する

コンテンツ科学研究系 准教授

坊農 真弓



研究背景・目的

私は、これまで手話の相互行為の研究を進めてきましたが、現代社会における手話使用の実態はまだそれほど明らかになっていません。これまでの取り組みは次のようなものです。

- (1)遠隔通信環境での手話使用の実態分析
- (2)日本手話の話し言葉を全国で収集し、言語情報を付与したコーパスを構築する試み
- (3)ろうベース盲ろう者の一部が用いる触手話コミュニケーションの分析
- (4)手話通訳者が果たしている役割の分析

本研究では、手話の多様な広がりを研究対象として扱い、誰もが研究目的で利用できるデータ集の作成を進めています。

研究内容

手話には書き言葉がありません。例えば、「日本手話はこれまでどのような変化を遂げて現在の形になったのか」と考えると、参照できるデータがありません。そのような中、我々は日本手話の話し言葉を全国各地で映像収録し、コーパスとしてまとめる研究をしています。

手話は世界共通ではありません。日本には日本手話、アメリカにはアメリカ手話、イギリスにはイギリス手話があり、どれも全く違う言語です。最近の我々の研究では、国ごとだけでなく、地域によっても表現にバラつき

がある場合があることが分かってきました。驚いたことに「野菜」の表現など、家庭内で頻繁に使用する単語が地域によって、年代によって、ときには個人によって表現が違ってきます。これは手話が言語として確立されていないということを意味するわけではありません。手話は類像性の高い言語です。それゆえその場で現象をイメージ通りに描写して、表現を創造し、相手に意味を伝えることができます。我々は手話の相互行為を詳しくみていくこととすることで、音声言語を対象に作られた様々なコミュニケーション理論の再考を進めています。

産業応用の可能性

- マルチモーダルインタラクションのアノテーション手法の提供、コーパス構築のノウハウ共有
- インクルーシブ・デザインを考慮したシステムの開発

研究者の発明

- 特開2006-127353：会話参与手続き認識装置および会話参与手続き認識システム（出願人：株式会社国際電気通信基礎技術研究所）
- 特許第4183645号：会話先導者判別装置および会話先導者判別方法（特許権者：株式会社国際電気通信基礎技術研究所） ほか



図1 プロジェクトのホームページ



図2 ELANを用いたデータ分析例

3Dモデリングのための直感的なインタフェース

コンテンツ科学研究系 助教

高山 健志



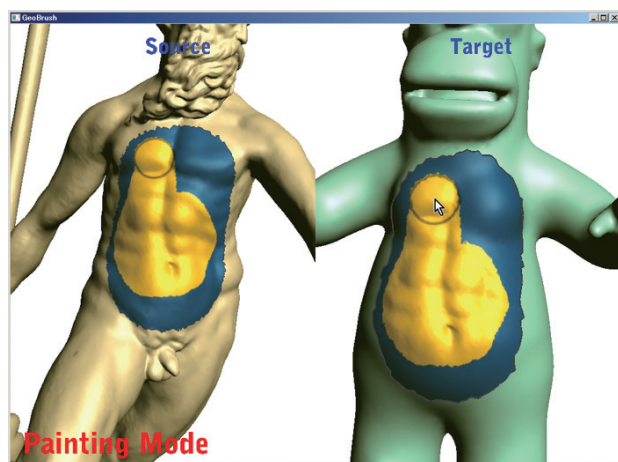
研究背景・目的

CG技術は映画やゲームといった映像作品の形で広く親しまれていますが、それ以外にも、例えば医療における手術シミュレーションや診断補助、3Dプリンタを活用した個人ベースのモノづくり、建築や服飾など、実に様々な分野で活用されており、近年ますますその重要度が高まっています。その基盤の一つが、三次元物体の形状や材質をデジタルデータとしてモデリングする技術です。CG分野において特徴的なのは、ユーザ（アーティスト）の頭の中にあるデザインの意図をコンピュータ上に忠実に表現できるような技術が求められている点です。このような背景のもと、インタラクティブな3Dモデリングのための直感的なインタフェースに関する研究を行っています。

研究内容

三次元物体の表面形状をモデリングする技術

CG制作の現場では、粘土を彫刻していくような感覚で三次元形状をモデリングする「デジタルスカルプティング」と呼ばれる手法が広く使われていますが、一つ一つのモデルを作るのには膨大な手間がかかっています。そこで既存のモデルの一部を再利用することで、新しいモデルを簡単に生成できる手法を研究しています。



三次元物体の内部構造をモデリングする技術

果物や肉など自然物の多くは、物体表面だけでなくその内部にも複雑な構造を含んでいますが、こういったデータをモデリングするための技術はまだまだ発展途上です。その一つとして、3Dテクスチャに基づく手法やスケッチインタフェースに基づく手法を研究しています。

入力形状を高品質なメッシュで分割し直す技術

CGでは、入力の表面形状を高品質な四角形メッシュで分割し直すことで、より高品質な形状表現が可能になることが知られています。また様々な物理シミュレーションにおいては、二次元的（三次元的）な領域形状を高品質な四角形（六面体）メッシュで分割し直すことで、計算効率を改善できることが知られています。こうしたメッシュ生成のための技術として、スケッチインタフェースを活用した手法を研究しています。

産業応用の可能性

- 3Dモデリング作業の効率化
- 内部構造を考慮した3D物体表現
- 一般的なCG・CADソフトへの技術移転



Geometric and Photometric Modeling and Inference of Large-Scale Internet Image Collections

コンテンツ科学研究系 助教

鄭 銀強



研究背景・目的

The famous landmarks and tourism sites around the world, such as the Rome Trevi Fountain and the Tokyo Train Station, have been photographed hundreds of thousands of times, at different time and places by different photographers. Nowadays, as the online photo and video sharing sites, like Flickr and YouTube, are becoming popular, a portion of these images are publicly available on the Internet. These Internet image collections are tremendously huge in quantity and extremely diverse in viewpoints, color tones, light/shadow effects and so on. If the embedded viewpoint and appearance variations could be properly exploited, large-scale Internet image collections are capable of offering us abundant in-depth information, including 3D geometric structure, surface reflective properties, texture and more, which are not available in small scattered image sets.

研究内容

Our first-hand experiences indicate that traditional models and inference algorithms are inadequate for large-scale Internet image collections, due to their poor accuracy or (and) unfavorable computational efficiency. Therefore, the primary research topics include:

- Incremental 3D reconstruction pipeline without using intermediate 3D information;
- Fast minimal problem solvers for the relative and absolute pose estimation;
- Reflectance and texture recovery via intrinsic image decomposition guided by sparse correspondence.

産業応用の可能性

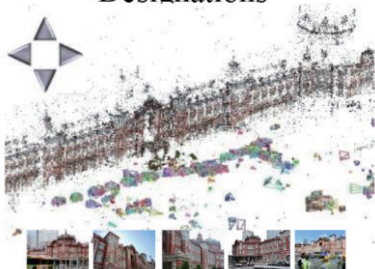
- Photo tourism with user designations
- Mobile image-based localization
- Posterior high-fidelity image editing

Large-Scale Internet Photo Collections (Tokyo Station)

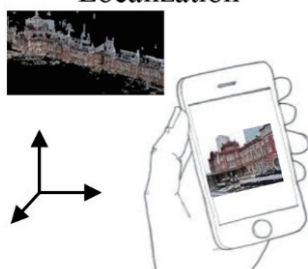


Novel Applications in Interactive Services

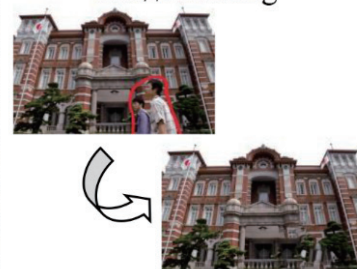
Photo Tourism with User Designations



Mobile Image-Based Localization



Posterior High-Fidelity Image Editing



ブロックチェーン技術の 経済社会への応用

情報社会相関研究系 准教授

岡田 仁志



研究背景・目的

2008年に登場した分散型仮想通貨の技術は、インターネットを流通するデファクトの通貨として世界中で利用されています。

分散型仮想通貨は、これまでの電子決済では不可欠とされてきた信頼できる第三者機関の設置を必要としません。代わりに、P2Pネットワークの参加ノードが記録の正当性を検証する、ブロックチェーン技術によって支えられています。

ブロックチェーン技術は、仮想通貨のような決済の用途に限らず、ある出来事が起こったことを不可逆的に記録する仕組みとして、インターネット取引のあらゆる場面に応用できます。

国際的な企業グループ間における契約関係の記録や、IoTにおける機器間コントラクトの証明など、ブロックチェーン技術は無限の応用可能性を秘めています。

ブロックチェーンの実用化には、消費者の技術受容や法制度の整備など、社会的課題を解決する必要があります。

- 岡田仁志・高橋郁夫・山崎重一郎【2015年】『仮想通貨』（東洋経済新報社）



研究内容

ブロックチェーンを応用すると、地域内で流通する電子マネーや商店街のポイントなどを軽量に設計することができます。

ブロックチェーンの動作可能性を検証するため、国産のRuby言語を用いてプログラムを実装している研究者コミュニティと共同して、ブロックチェーン電子マネーの試験的システムを構築し、研究室環境において流通実験を行っています。

従来の電子マネーと比べて、ブロックチェーンで構築した電子マネーは人から人へと転々流通する汎用性と、特定のデバイスに依存することなくインターネットで接続された誰にでも支払うことのできる普遍性を兼ね備えています。

ブロックチェーン電子マネーの特性である汎用性と普遍性は、全ての取引をインターネットにつなげて、経済を可視化する可能性を有します。

仮想通貨の技術・制度・法律に関する諸問題を学際的に分析する共同研究ネットワークを構築して、ブロックチェーンを経済社会に応用する可能性と課題について検証しています。

産業応用の可能性

- ブロックチェーン技術を応用したインターネット向け電子マネー
- スマートフォンで動作する普遍性・汎用性の高いモバイル電子マネー
- コミュニティ内で可視的に流通するブロックチェーン応用型の電子マネー

経済物理学の視点から、バブルの法則を解明

情報社会相関研究系 准教授

水野 貴之



研究背景・目的

コンピューターネットワークの普及によって、人々の行動が次々とクラウドに記録されるようになりました。この人間行動のビッグデータを利活用して、経済・社会現象を自然科学と同じように実証に基づいて解き明かそうというのが経済物理学とよばれる新しい学問です。私は経済物理学の立場から、ブームやバブルに潜む法則を解き明かしたいと考えています。そうすれば、市場のルール作りや経済政策の面でも役立てられるのではないかと思います。将来的には、時々刻々と流れるデータから、ブームの終焉やバブル崩壊のリスクを監視し、経済の熱気を科学的に制御できる社会が実現できるはずです。

研究内容と産業応用

1. 不動産バブルの察知

- リクルート提供のデータ

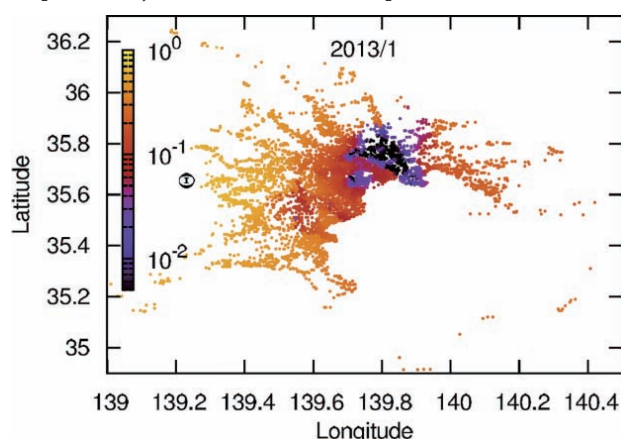
場所：関東全域

期間：1986～現在の28年間

物件数：72万物件（全取引の95%以上をカバー）

- 同一属性を持つ物件間の価格の格差に注目することにより各物件のバブル度を抽出

[Ohnishi, Mizuno et.al. 2012]



2. ニュースによる金融バブルの検出

- NYSE, S&P, Thomson Reuters等提供のデータ

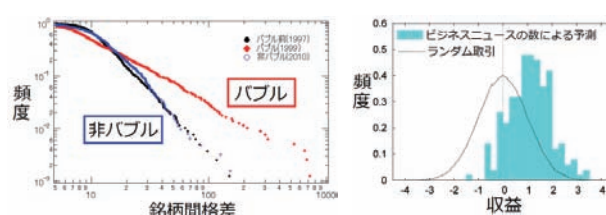
金融取引：250テラバイト

ニュース：30テラバイト

- 株価の銘柄間格差から投機マネーの集中によるバブル

の検出が可能

- 報道されるニュース数から価格の予測が可能
- 同一内容のニュースに対する【新規性】【話題性】の抽出により、予測精度が向上



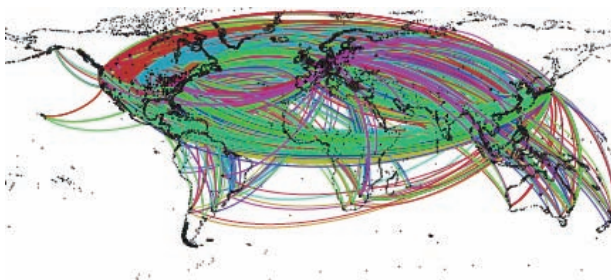
3. 経済ネットワークによるお金・物・情報の波及予測

- Bureau Van Dijk, FactSet, Sansan, Dow Jones 提供のデータ

企業数1億社、企業関係者1億人、要注意人物150万人

企業間関係400万ペア、名刺交換6500万件

- 紛争にお金・物を流さないサプライチェーンの健全化
- 経済ネットワークを介したグローバル金融危機の予測
- 人脈という無形資産の見える化



その他、移動ログを使った商業地の地価分析、POSを使った企業業績・株価の予測、ネット市場の値崩れ対策など

研究者の発明

- 特開 2003-216883：インフレーション分析処理装置、インフレーション分析処理方法、並びにコンピュータ・プログラム（出願人：ソニー株式会社）

連絡先：水野 貴之 [情報社会相関研究系 准教授] URL : <http://research.nii.ac.jp/~mizuno/>

実践的な研究開発の推進と 産官学連携活動

NIIは情報学分野の研究と情報基盤事業に取り組み、社会が抱える課題を解決する実践的な研究開発の推進を目指しています。そのためには産官学の連携が不可欠であり、一層の連携強化を推進するため、企業や自治体の皆様のご要望に沿えるよう産官学連携活動を推進していきます。

企業・自治体等のご期待

先端技術・シーズ発見

ソリューション探索

スキル獲得・人材育成



NIIの産官学連携活動

NII 湘南会議

世界最先端研究情報の共有

産官学連携交流会

産官学連携塾

先進成果情報の提供

トップエスイー

トップレベルIT人材育成

NII 公募型共同研究

包括連携共同研究

共同研究
受託研究

新成果の協働創出

コンサルティング

技術指導・アドバイス



産官学連携へ向けた活動プログラム

企業・自治体等のご期待

先端技術・シーズ発見

- 研究構想段階での意思決定支援
世界最先端の研究動向や技術潮流、それらに基づく有力企業、研究機関、研究者の情報を把握したい。
- 研究着手判断・準備
企業内での研究着手の見極めや準備をしておきたい。

ソリューション探索

- 研究推進のアウトソーシング
研究人材の交流を図り、内部ではカバーできない研究スキルやノウハウとして外の研究力を活用したい。
- 総合的な協働連携
幅広く多様な情報学領域の研究課題を抱えるため、総合的な協働連携に取り組みたい。

スキル獲得・人材育成

- 研究人材育成
将来の研究人材育成、新しい研究スキルを獲得したい。
- 事業貢献人材育成
事業推進に必要な高度な技術スキル獲得や人材育成に取り組みたい。

NIIの産官学連携活動

NII 湘南会議

企業オーガナイザーとしてセミナー課題の提案

産官学連携交流会

先進研究テーマを基にした交流・意見交換

産官学連携塾

最先端研究紹介による連携マインドの醸成

研究者によるコンサルティング（学術指導）
技術指導やアドバイスによる課題解決

NII公募型共同研究

テーマに応じたアカデミアパートナーの探索

包括連携共同研究

多様な研究領域課題を継続的に協働

共同研究（研究者受入れを含む）

研究リソースの持ち寄りによる課題解決

受託研究

企業等からの委託による研究成果の提供

トップエスイー教育プログラム

トップレベルIT人材の育成



NIIが提案する産官学連携活動

NII 湘南会議の活用

世界トップクラスの研究者が一堂に集い、情報学分野の課題を合宿形式により集中的な議論を目指す NII 湘南会議。セミナー企画の募集は産業界にも広く開かれており、企画が採択されれば、企業がセミナーの運営責任者（オーガナイザー）となります。提案した課題領域における世界トップクラスの研究者を集めることにより、世界最先端の研究動向や見解を一度に把握することができます。

● <http://www.nii.ac.jp/shonan/>

産官学連携交流会

情報学における NII の精鋭研究者が、プレゼンテーションやデモ・ポスター展示で最新研究成果を発表します。NII の若手研究者の技術トピックスを幅広く紹介すると同時に、参加者の方々が自組織内の抱える課題に対して、その解決シーズ発見の一助として頂けるよう「産官学よろず相談所」を設けています。年に 1 度の NII オープンハウスの場で開催しています。

産官学連携塾

産官学連携塾では、情報学における最先端の課題を取り上げ、これに取り組む研究者自らがその背景や最新の成果を分かり易く説くことによって産業界や自治体等の皆様と課題や成果を共有し、イノベーション創出に向けての連携を目指しています。最新技術動向に対する理解が深まり、それぞれが取り組むビジネスあるいは技術開発における着想のヒントを掴んで頂ける場になることを期待しています。

研究者によるコンサルティング

まだあいまいな状態にある課題や企業が抱えるビッグデータなどの扱い、あるいはセキュリティなどの全社対応といった、企業方針を決定するための対応サービスとして、研究者の先端的な専門知識による指導・アドバイスをを行うコンサルティング（学術指導）。企業が直面する難しい課題に対して、情報学の精鋭研究者ならではの深い専門的な知恵やノウハウを生かし適切なアドバイスを行うためのソリューションを提供します。

NII 公募型共同研究

NII の教員を連絡担当教員として含める形で、毎年、共同研究の公募を行っています。企業において意思決定前の研究の明確化や深化を図りたいとき、または外部競争的資金獲得の提案にあたりアカデミアのパートナーを探したいときなど、テーマに応じて有効な活用を図ることができます。

● <http://www.nii.ac.jp/research/collaboration/>

包括連携共同研究

複数の研究領域にまたがる総合的な研究課題を対象に、継続的かつ複数の共同研究が見込まれる場合、基本的な契約事項を包括連携共同研究として契約することができます。個々の研究課題は研究内容の合意を行うだけで、NII の研究者との間での研究課題の分担研究を速やかに着手でき、事務手続き等の負担の軽減を図ることができます。

共同研究 (研究者受入を含む)

企業から研究費や研究員を受け入れて、NII の研究者が企業と共同で、企業の抱える研究課題解決に向け、共同研究を実施します。分担研究を行う企業研究者の受け入れ有無により、共同研究のタイプが選択できます。情報学分野の研究の場合、特殊な設備に依存する研究ケースは限られるため、企業内で不足しているスキルやノウハウ習得等の研究人材育成が期待できます。

● <http://www.nii.ac.jp/research/collaboration/>

受託研究

民間企業や中央省庁機関等から委託を受けて、NII の研究者が実施責任を負う形で研究を行い、その研究成果を委託者に報告します。研究に要する経費は委託者が負担します。企業と NII の研究者との事前協議により、研究課題の達成が客観的に確認できる研究の目的、プロセス、成果および研究費について合意ができた研究課題を受託研究として研究費を受け入れて、NII の研究者が研究を実施します。

● <http://www.nii.ac.jp/research/jyutaku/>

トップレベルの IT 人材を育成する教育

IT に関する専門スキルを持ち、社会情勢の変化に先見性を持って対処できる世界最高水準の IT 人材を育成するため、トップエスイー教育プログラム、高度 IT 人材のための演習環境 (edubase Cloud)、IT 教育環境 (edubase Space)、そして優れた IT 教材を普及・活用させるためのサイト (edubase Stream) を提供しています。主に企業の若手エンジニア・研究者向けに演習を主体とした実践的な教育を行います。

● <http://www.topse.jp/>

研究者によるコンサルティング（学術指導）のご案内

NIIの産官学連携の仕組みを拡充し、新たなパートナーとの連携の可能性を拓き、広く社会への貢献を目指したコンサルティングのサービスを提案します。企業等の当事者と研究者とのコミュニケーションを通して、社会貢献や産学連携によるイノベーション創出に結び付く可能性を持つ諸課題において、研究者自らによる適切な方針アドバイスによりスタートアップを支援します。

- ◎ 保有データの持つ妥当な価値目標を知りたい
- ◎ 分析など技術的に可能なことを知りたい
- ◎ 短い期間で方針を決めたい



NII コンサルティング

◎ 研究者ゆえに知っていること

- 先端研究から見た、技術的にできることの限界（目標設定アドバイス）
- 新規開発への知恵やノウハウ、助言、相談
- 見落としがちなキーパーソンとは（体制のアドバイス）
- 有効な取り組みの進め方（方針・計画のアドバイス）



NIIからのご提案

- レクチャー、グループミーティングによるアドバイス
- 短期間の契約での方針づくりの指導
- 研究領域の異なる複数教員によるグループ指導も可能

学術指導例

事例1



山岸 順一 准教授 （NIIコンテンツ科学研究系）
×
精密機器製造業

課題であった平均声・話者適応で、本来のスペックが発揮できない問題、雑音に強い音声合成の開発などの課題でアドバイスを行う。

事例2



宇野 毅明 教授 （NII情報学プリンシプル研究系）
×
製造業者（情報システム部門、技術開発部門）

企業が保有するデータを研究者が読み解きビジネスにおける活用目標や分析方針をアドバイス。

コンサルティングについてのご相談・お問い合わせ

コンサルティングを申し込みたい研究者もしくは課題目標をお伺いしコーディネートいたします。
くわしくは下記へお問い合わせください。

国立情報学研究所
研究戦略室

TEL: **03-4212-2080** E-mail: nii-ura@nii.ac.jp

産官学連携塾のご案内

NII では、情報学における最先端の課題を取り上げた塾を開催しています。NII の研究者自らが研究背景や最新の成果を分かりやすく解説することにより、産業界や自治体等の皆様と課題や成果を共有し、イノベーション創出に向けての連携を目指すものです。本塾をきっかけに、新たなビジネスや技術開発に着手する際、NII との共同研究やコンサルティング（学術指導）のパートナーとしてご検討いただければ幸いです。

情報学 × ものづくり × 地方創生

PrivacyVisor の研究開発から社会実装へー

コンテンツ科学研究系 教授

越前 功

第4回

2015 年
10 月 13 日
開催

2012 年に越前が着想した PrivacyVisor は、被撮影者の着用により、着用者の顔検出を妨害することで、プライバシーを保護する世界初の技術であり、海外のトップメディアに大きく取り上げられました。さらに、2013 年より眼鏡フレームの世界的シェアを持つ福井県鯖江市の眼鏡製造企業と共同で、電源を用いず、装着感や見た目のデザインに配慮した PrivacyVisor の研究開発に着手し、2015 年 8 月に鯖江市が実施・運営しているクラウドファンディング事業による資金調達を経て、PrivacyVisor が製品化されることが発表されました。今回の塾では、NII の研究成果が地域に根差した企業の技術協力や自治体のサポートを通じて、製品化されるまでの一連のプロセスを紹介し、ゲスト講師を交えた講演およびパネルディスカッションを行いました。



ビッグデータを始める前に おさえておくこと

情報学プリンシプル研究系 教授

宇野 毅明

第3回

2015 年
7 月 22 日
開催

イノベーションの創出に向け、ビッグデータをいかに有効に活用できるかは、社会の改革のみならず今や業種を問わずビジネスの改革と創造に不可欠な取り組みとして注目されています。ビッグデータの研究や取り組みは今に始まったわけではなく、既に様々な取り組みが行われてきた一方で、データの分析・活用にはこれといった万能的な処方箋がなく、他の事例との類似性も薄いため、参考とすべき解析技術、手法があまりない状態にとどまっています。今回の塾では、ビッグデータに対する「感覚」を掴んで頂けるような講義を目標に、最近のビッグデータとはどのようなもので、どんな感じで取り扱おうと、どの程度のことが得られるのかなど、ビッグデータを活用する際の「コツ」をご紹介します。

産官学連携塾 最新情報

NII 産官学連携塾は、年間 3 ～ 4 回隔月で開催しています。

また、NII 産官学連携交流会は、NII オープンハウスの中で開催しています。

最新の開催情報は、ウェブサイトでご確認ください。

<http://www.nii.ac.jp/research/iga/juku/>

テキストデータから 未知の情報を得るマイニング技術

コンテンツ科学研究系 准教授

宮尾 祐介

第2回

2015 年
5 月 20 日
開催

従来からの Web 情報のほか、Facebook、twitter 等の SNS の普及により、インターネット上には一般ユーザが生成する膨大なコンテンツがあふれています。特に、ネット上での商品や店などに関する口コミや消費者から企業に寄せられるクレームなどのテキストデータは、マーケティングや新ビジネスの種が隠されている宝の山とも考えられ、ここからいかに有効な情報を抽出し、次の戦略に迅速に反映できるかは、その活動や企業自身の浮沈までも左右する可能性があります。今回の塾では、本研究領域において異なる立場・視点から研究開発をリードされている 3 名の技術者、研究者を招き、パネル討論を交え、テキストデータを中心とした知識処理、AI 研究の動向について幅広い議論を提供しました。

画像の意味解析

コンテンツ科学研究系 教授

佐藤 真一

第1回

2015 年
3 月 24 日
開催

近年、画像・映像メディアは、デジタル TV 放送、WEB 等における放送業界に限らず、社会の幅広い分野での利用が進み、社会的な重要性、存在感が増してきています。従来のテキストのみならず、画像・映像メディアが日常的に利用される社会では、大量の画像・映像メディアから必要な情報を効率的に検索する技術、読み取りたい情報を発見する技術などに対する期待が高まっています。今回の塾では、利用価値の高い実際の画像・映像メディアを用いて、応用範囲が広く、実際に使える技術の研究・開発を進めている佐藤による講義を行いました。「画像の意味解析」をテーマに、技術の進展の歴史や技術の適用方法についての情報提供を行い、技術者と活用ユーザーとのディスカッションにより交流を深めました。



NII公募型共同研究のご案内

国立情報学研究所は、わが国の情報学分野での「未来価値創成（学術創成）」を目指し、国内外の大学及び研究機関の研究者との共同研究を推進しています。情報学には、人と社会に今までにない実価値を生み出す新しい理論、方法論、応用展開が求められています。そのような研究のさらなる推進と他の学問分野との連携による研究の開拓を進めるため、研究所内外の研究者から共同研究を募集しています。

応募資格

- ① 国内の民間企業に所属する研究者
- ② 国内の大学・短期大学・高等専門学校及び大学共同利用機関等に所属する研究者ならびにそれらに準ずる研究者

※「研究者」には、企業・大学等の職員、大学院生も含まれます。ただし、大学院生（社会人学生は除く）は申請者にはなりません。

募集する共同研究の種類

- ① 戦略研究公募型（年間 150 万円以下）

情報学の動向を踏まえて本研究所が戦略的に設定した研究課題を選択の上、具体的な研究テーマを自由に設定するもの

（平成 28 年度）次世代学術情報基盤のための革新的アーキテクチャ／SINET 上での新サービス・新基盤機能の実験・検証／オリンピックのための IT／IT による食と健康／教育と IT／実世界理解のためのフィールドインタラクティブ／自然言語処理と人工知能技術を融合する手法／ダイナミック環境下における推論・学習／地方自治体と大学群と企業の協働による社会データ駆動型政策科学／ICT 基盤を変革させるアーキテクチャ

- ② 研究企画会合公募型（年間 80 万円以下）

以下どちらかを満たす研究テーマを自由に設定し、会合（交流会、対話型議論、実習、打ち合わせ等）を実施するもの

- ・異分野と情報学との連携
- ・情報学同士の連携強化

※会合は原則 NII 軽井沢国際高等セミナーハウスで実施し、共同研究員 5 名以上で実施することとします。

- ③ 自由提案公募型（年間 100 万円以下）

申請者が自由に研究テーマを設定し、実施するもの

応募・お問い合わせ

NII 公募型共同研究は、毎年 10 月ごろ募集を開始しています（12 月中旬申請書提出締切予定）。このほか、民間機関等との共同研究については通年で募集をしています。

国立情報学研究所

総務部企画課 連携支援チーム

TEL: **03-4212-2170** E-mail: kyoudou@nii.ac.jp

<http://www.nii.ac.jp/research/collaboration/>

NII SEEDS 2016 年度版
時代を躍進する NII 研究者による研究シーズ集

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構

国立情報学研究所

National Institute of Informatics

2016 年 3 月 発行

〒101-8430

東京都千代田区一ツ橋 2-1-2 学術総合センター

TEL : 03-4212-2000 (代表)

URL : <http://www.nii.ac.jp/>

Facebook : <https://www.facebook.com/jouhouken>

Twitter : <https://twitter.com/jouhouken>

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構

国立情報学研究所

National Institute of Informatics