

研究内容紹介

この小冊子は、甲南大学知能情報学部の専任教員それぞれの研究内容の一端を、わかりやすい言葉で表現したものです。

人間に優しい賢い情報通信ネットワークを作る



教授 岳 五一

誰もが意のままにあらゆる情報を確実に、いつでも・どこでも・誰とでも通信できる人に優しい快適な情報通信が望まれています。しかし、インターネットやモバイル通信、また無線LANで知られる今の通信ネットワークでは利用者や通信量が増えるにつれ、回線数や周波数帯域、また基地局等の設備を増やさねばなりません。一方、利用できる電波の周波数帯域には限りがあり、また設備の増設には膨大なコストを要します。そのため、このまま通信が増え続けると速度が遅くなるばかりか、通信自体ができなくなる恐れがあります。

静止画や動画、音声等の通信で品質を高く保ったまま、回線や設備を有効利用し、かつ低コストで運営することが重要であるのご理解できると思います。私たちは、通信経路や設備を効率良く利用できる最適な通信方式を研究し、提案しています。同時に、数学的手法とコンピュータシミュレーション等を用いて通信ネットワークがどれだけ良好な性能であるのかを評価し、有効性を明らかにします。例えば、多数

の人が利用する通信手段が特定の利用者に占有されたり、通信が一定の経路にばかり集中して渋滞するのを避ける必要があります。そのため、私たちは高品質の通信を保ちながら、システムにかかる負荷を分散できる方式や競合を避ける多重通信、周波数帯域を有効利用できる割当方式の開発、最適な通信経路の構築、等の様々な研究を行っています。スマートフォンを例に挙げると、光ファイバー通信等で知られる有線通信と比べて不安定ですが、このようなモバイル通信において高速で移動する時でも通信品質の劣化や速度の遅れを感じさせない通信方式を研究しています。また、スマートフォンのような移動通信では端末の電力消費が大きな悩みですよね、そのため省電力可能な通信方式の研究も進めています。

私たちは、これらの様々な研究開発により、情報化社会を支え、誰もが手軽に、いつ、どんな場所でも情報をスムーズにやり取りできる賢い、高度かつ高品質の人に優しい情報通信ネットワークの実現を目指しています。



人工知能とカメラを使って健康増進

教授 田中 雅博

キネクトというセンサーは、マイクロソフト社がゲーム用に、身体の動作を検知するために開発したもので、深度カメラと呼ばれます。普通のデジカメが色や濃淡を検知するのに対して、深度カメラでは、見えている視野中の物の各点ごとの距離を検知したり、体の関節の位置を検知したりする機能があります。このようなカメラなどを用いて、様々な健康増進のためのシステムを開発しています。

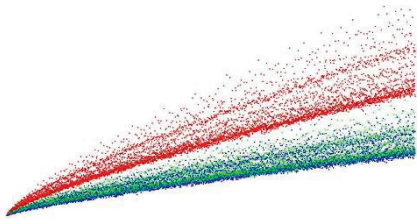
その1つに、体操採点システムというものを作っています。このページの写真がその実施例です。体操にはそれぞれ決まった音楽がありますので、その音楽を聞かせ、お手本動画を見せ、それを見ながら体操してもらう人の体操の出来具合を採点します。その体操を熟知している指導的立場の人の体操をデータ化し、それとの比較で採点します。画面は4枚構成になっており、お手本体操の動画、現在のプレイヤーのモニター動画、お手本体操とプレイヤーのスケルトンを重ねて表示する画面、そして中間的な評価結果を表示する画面です。カラオケの体操版と言えば、わかりやすいかもしれません。

最初は学生の研究によりラジオ体操第一を実装しましたが、その後大幅に構造を改良し、現在ではいろいろな企業体操や、大学体操などにも対応しています。体操を覚えるための自習のためや、点数を競い合うゲームとしても利用できます。ここに掲載している写真は、女子栄養大学の体操（栄大体操）を実施しているときの画面で、演習科目の中で利用されていると聞いています。

体操以外にも、深度カメラを使った健康増進のためのシステムを開発中です。例えば、脳卒中後の機能障害の有無及び程度を調べるテストや、運動してもよいかどうかを確認する体の基本的な動きの確認テストなどを自動化してきました。現在、人工知能を組み込んで、一人暮らしの高齢者の見守りシステムの構築などを行っています。今後ますます増加してくる高齢者向けの健康維持や簡単な姿勢の測定システムを提供して、楽しくトレーニングでき、健康寿命を延ばすことに貢献したいと思っています。

「13日の金曜日」は毎年あります。 さて、その証明は？

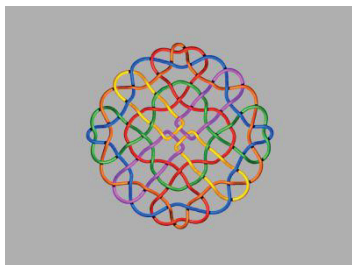
教授 松本 茂樹



「13日の金曜日」が毎年必ずあるということは、誰しも経験的に知っていると思いますが、どうすればこのことが証明できるでしょうか。近年注目を集めつつある「実験数学」という数学の分野ではデータにひそむ規則性やパターンを見抜き、更なるデータで推測を検証しながら予想を立て推論・論証を進めていくという考え方が基本的です。ここでは、これにならって表題の証明を考えてみることにしましょう。まず今年のカレンダーを手元に用意して、5月から11月まで連続する7ヶ月間の各月の13日がそれぞれ何曜日であるかを読み取り、書き出してみてください。2020年は11月13日が金曜日になっていますが、そのことのみにとらわれず、書き出したデータ全体(7ヶ月間の各月の13日の曜日)を注意深く観察すると「曜日がすべて異なっている」ことが見えてきますね。証明の詰めは、今年のカレンダーから読み取ったこの事実(7ヶ月間の各月の13日の曜日がすべて異なるということ)が「どの年にもあてはまる」ということです。これにより、毎年必ず(5月13日、6月13日、7月13日、8月13日、9月13日、

10月13日、11月13日のなかに)「13日の金曜日」があることが分かるのです。Q.E.D

私の研究室では、数式処理システム(Wolfram Mathematicaはその代表例)と人智を融合することで問題の探求と解決に取り組む「実験数学」という新しい数学領域を視野に入れて、教育・研究を進めています。数学というと複雑な計算式の連なりや厳密で一分の隙もない推論の積み重ねというイメージが強いと思いますが、本研究室では最新の情報技術を用いて、手作業だけでは遠く及ばない数学世界をたぐり寄せながら新たな数学上の発見に努めています。コンピュータによる実験で得られたデータから規則性・法則性を読み取り、データを視覚化することなどを通じて、今までにない数学の魅力や可能性を引き出すことが出来ればと考えています。なお、図に描かれているのは「ゴールドバッハのコメント」と呼ばれる彗星状の尾ですが、「4以上の任意の偶数は2つの素数の和として表すことができる」というゴールドバッハの予想を数式処理ソフトで視覚化したものです。



ひも結びの数学と3次元トポロジー

教授 森元 勘治

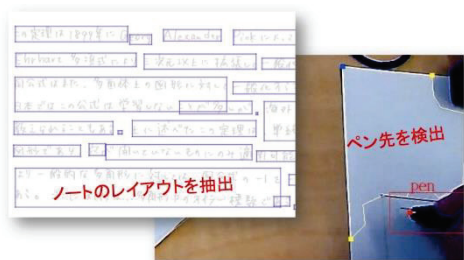
日常生活において、ひもを結ぶということは、いたるところで見受けられます。たとえば、靴のひも、ネクタイ、包み、装飾品、等々。また、知恵の輪のように、ほどけそうでほどけない物や、逆に、複雑に見えても、手品のようにほどける物もあります。そのようなひもの結びを数学的にとらえ、理論的に表現し研究する分野を、結び目理論と言います。この分野は、約100年前から始まりましたが、今では、暗号理論や、統計物理学、高分子化学など、情報科学や自然科学と深く結びついて発展しています。たとえば、DNAの組換えにより新しいDNA分子が作られますが、ある種のDNA分子は決して作られないことが、結び目理論を用いて証明されます。

では、空間に浮かぶひもを、どのようにして数学の理論にするのでしょうか。実は、その発想と思考の柔軟性がこの分野の最も重要なところ。とらえどころのない物に対して、視点を定め、外見ではわからない真の複雑さを抽出し違いを区別するところに、この理論の面白さがあります。

ところで、ひもは2次元(平面)では結ぶことはできません。また、4次元に入ると、どんなに複雑に結んだひもでも、たちどころにほどけてしまうことが知られています。そのため、ひもが結べるのは我々が住んでいる3次元空間のみであり、ひもが結べるというところに、3次元空間で生きていることの複雑さが凝縮されていると言っても過言ではありません。このような、空間の性質を研究する分野を3次元トポロジーと言います。トポロジーという言葉は、一般に物と物とのつながり具合を表すときに使われており、ひもの結びを研究するという事は、空間における曲線のつながり具合を研究することとすることができます。

そして、このトポロジーという考え方は、前述したDNAトポロジーをはじめ、ネットワークトポロジーや、電気回路、マッチング等、社会の様々なところで有効に働いています。

教授 渡邊 栄治



パソコンや携帯電話が普及し、いろいろな情報を簡単に効率よく「記録」できるようになりました。しかしながら、いろいろな情報を「理解」するためには、人間の情報処理能力が非常に大切です。具体的には、人間の知的な情報処理能力として、「読む」、「書く」、「話す」ことが挙げられます。学校では、たくさんの人が授業中に良いノートをとりたいと考えているはずですが、では、「良いノート」とはどのようなものなのでしょうか。また、どのようにすれば「良いノート」をとることができるのでしょうか？

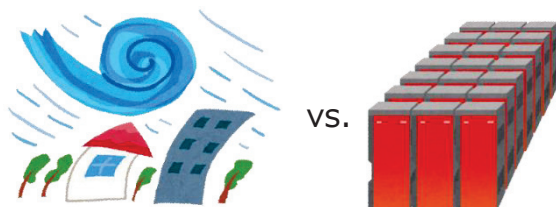
私の研究室では、授業中における「良いノートのとり方」や「良いノートの評価するシステム」に関して研究を行っています。以下では、これらの研究内容について紹介します。授業中にノートをとる場合、黒板の内容を読み取りながら、先生の説明も理解する必要があります。例えば、人によって、ノートをとるタイミングが異なります。話を聞かずに黒板の内容を写す人や、話が途切れたタイミングでノートをとる人

がいるでしょう。そこで、ノートをとるタイミングを計測するために、耳に掛けたカメラを使用して、右の図に示したようにペン先の座標を数値化します。この座標の変化や黒板を見るタイミングの間にどのような関連性があるのかについて調べています。

また、「良いノート」とは、字が綺麗であるだけでなく、試験前にノートを読み返したときに、授業の内容を正しく思い出せることが大切です。そのためには、ノート内に文章や図が綺麗に配置 (レイアウト) されていることが必要です。例えば、「良いノートのレイアウト」として、箇条書きでまとめられている、適度な空白が配置されている、関連した文章や図が近くに配置されているなどの条件が挙げられます。左の図に示したように、このレイアウトを自動的に評価するためのシステムを開発しています。

豊かな生活のために活躍する並列処理技術

教授 若谷 彰良



「〇〇沖で発生した台風△△号は時速45kmの速さで北西に進んでおり、午前7時には××島の東300kmの沖合に到達する予定です」台風の季節になると、発生した台風がどのように発達し、どこをいつ通るかということが天気予報で報じられ、それを見て万全の備えがされます。では、これらはどうやって実現しているのでしょうか？実は、大気の流れは偏微分方程式と呼ばれる数式で記述できることがわかっているので、それをコンピュータが大量の計算をして、今後の進路及び発達の予想を立てています。このように、コンピュータは我々の生活に密接に役立っています。

コンピュータは約70年前に発明され、10年で約100倍のペースで性能を向上してきましたが、最近はそのペースが落ちてきています。しかし、台風の進路をより正確に予測して、被害を少なくするなど、日常生活を豊かにするためにコンピュータの性能向上は必要不可欠です。そこで、注目されているのは並列処理です。並列処理は、多くのコンピュータが

一斉に計算をすることにより全体として高性能なコンピュータを構成する手法です。世界最高速のコンピュータシステムも並列処理を使っていますし、皆さんが普段使っているスマートフォンの中でも並列処理は利用されています。スマートフォンでは多岐にわたる処理を瞬時にかつ同時に実行できます。これも複数のコンピュータが協調して実現しています。

並列処理の難しさは次の2点にまとめることができます。行うべき計算をいかに均等な処理に分割するか、分割した処理間での通信をいかに少なくするか、です。これらの難しさは、皆さんも、たくさんの友達と一緒に作業をするときに感じる事かと思えます。私は、数値計算や画像処理などのさまざまなコンピュータプログラムを効率よく並列処理として実現するために、スケジューリングやアルゴリズムの改良などの技術を研究し、コンピュータ上に実装しています。

教授 高橋 正



人間が物事を数理的に認識するとは、どのようなことでしょうか？私は、このことをテーマとして、数学と数学教育を研究しています。

私がこの分野を研究しているのは、私自身がコンピュータを使うことによって曲線や曲面の性質を調べた時、その効果に感動し、その感動を多くの人々に感じて欲しいと願っているからです。

数学の理論を理解しようしたり、数学の問題を解こうと考えたり、あるいは数学の新しい理論をまとめようと考えたり、数学を何かに応用して、数学以外の問題を解決しようとする数学に関係した思考活動を一括して“数学的活動”と言います。コンピュータの活用は、数学的活動を支援することができます。これまで多くの研究者が数理認識における究極の問題である“すべての問題を解く普遍的方法”を追究しています。その代表的な存在はデカルトです。デカルトは、あらゆる問題に適用できる“すべての問題を解く普遍的方法”は、次のとおりであると示しました。

第一：どんな種類の問題も数学の問題として考えよ。

第二：どんな種類の数学の問題も代数で考えよ。

第三：どんな代数の問題も方程式で考えよ。

近年、コンピュータのハード及びソフトウェア技術の進歩により、複雑な数学の問題を扱うことが可能になっています。私は、デカルトの思想を現代的に具現化し、コンピュータを活用して、数理認識としての計算代数と数学教育の研究を行う過程において、以下の方法に基づいて研究を行っています。

第一：どんな種類の問題も数学の問題として考えよ。

第二：どんな種類の数学の問題も計算代数で考えよ。

第三：どんな計算代数の問題も連立方程式で考えよ。

この考え方は、計算代数と数学教育をはじめ、数理認識と呼ばれる広い範囲の思考において有効な方法になっています。

Webニュースから漫才台本を自動生成

教授 灘本 明代



みなさん、最近のニュースを知っていますか？ 現在、ニュースはテレビや新聞だけでなくWebにも掲載されていますが、若者のニュース離れは進んでいます。みなさん、漫才は好きですか？ 漫才が嫌いという人は少ないかと思えます。

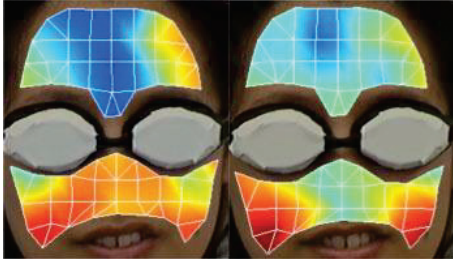
そこで、私の研究室では、Webニュースから漫才台本をプログラムが自動で作成する研究を行っています。ここで作成された漫才台本をロボットやCGキャラクターが演じるわけです。これにより、ニュースを普段読まない人も気軽にニュースを知ることができるようになります。

ご存じの通り、一般に漫才は「つかみ」「本ネタ」「オチ」からなり、ボケとツッコミの対話で構成されています。自動生成する「つかみ」の部分は、その季節の挨拶やニュースのタイトルを言ったりします。「本ネタ」の部分はその漫才の肝になり、「オチ」はニュースのタイトルに掛けたダジャレや謎かけで話をまとめます。「本ネタ」の部分をもう少し詳しく説明しますと、例えば、「あるサッカー選手が来

期の抱負を語った」というニュースの場合、ボケ：「XX選手は来期に向けて豆腐を語ったんだったな。」ツッコミ：「そうそう、豆腐はほんとおいしいな...って、何でやねん！豆腐って、それは大豆の絞り汁を凝固剤によって固めた加工食品やろ！豆腐ちゃうって抱負や！」

ボケ：「すまん、勘違いしてもうた。」
というように、Webニュースの記事を題材に、ノリツッコミの会話からなる漫才を自動で作成します。この会話の中にも様々な技術が入っています。「抱負」を「豆腐」に間違える手法や、「豆腐はおいしい」とか、「豆腐とは何かの説明」はコンピュータは知りませんので、これらの情報をインターネット上から取得する手法等が含まれています。

このように、様々な技術を用いて、Webニュースから漫才台本を自動で作成する研究を行い、日夜「インターネットを利用した笑い！」について真剣に研究をしています。



顔の振動で歌の上手さがわかるかも？

教授 北村 達也

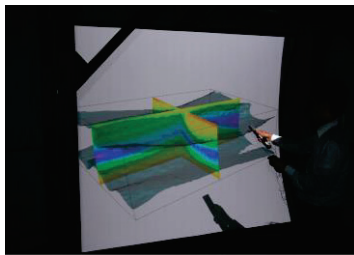
最近のカラオケには歌を採点する機能がついています。あれは歌の抑揚やリズムなどを評価していますが、私の研究室では顔の振動から歌の上手さを評価する研究をしています。

私たちが声を出すときは皮膚がわずかに振動しています。「あー」、「んー」と言いながらのどや鼻に指をあてるとその振動を感じるすることができます。当研究室では、レーザードップラ振動計という装置を使ってこの振動を測っています。この装置は、振動する物体にレーザーをあてると、反射光がドップラ効果（移動する救急車のサイレンの間こえが変わる原理）によって変化することを利用して振動を計測します。

上の図は、プロの音楽家がA4と呼ばれる声の高さ（440 Hz）とF5と呼ばれる声の高さ（698.5 Hz）で歌ったときの顔の皮膚の振動（正確には振動速度）を計測した結果です。左がA4で右がF5です。色が赤いほど振動が大きく、青いほど振動が小さいことを表しています。また、レーザーが目に入るのを防ぐため遮光ゴーグルをかけていただいています。

この2つの図を見ると、声の高さで皮膚振動のパターンが大きく異なることがわかります。A4の皮膚振動パターンに対してF5では鼻の周りの振動が小さく、その一方で額と頬の振動が大きくなっています。この音楽家にうかがってみると、「高い声は突き抜けるイメージで出す」とおっしゃっています。「突き抜けるイメージ」が額の振動が大きくなった理由かもしれません。今後、歌の上級者と初心者の皮膚振動パターンのデータベースを作れば、歌の上手さが顔の振動から判定できるようになると考えています。

この音楽家はまた「高い声は“あてて”出す必要がある」ともおっしゃっています。このように、歌の上級者は独特の表現を用いて歌っているときの身体感覚を表しますが、初心者や素人にはどのような感覚かわかりません。このような表現と皮膚振動パターンの関係が明らかになれば、歌の指導にも大変役立つと期待されています。



五感を拡張する技術、バーチャルリアリティ

教授 田村 祐一

一般の方々のバーチャルリアリティ（以下VRとします）のイメージはどのようなものなのでしょう？まず頭に浮かぶのがなんだかよくわからないが、なんかあやしい技術といった感想かもしれませんし、すごく未来的な印象をいだく方もいらっしゃるかもしれません。やはりVRというと真っ先に思い浮かぶのはコンピュータゲームです。コンピュータゲームに頭を悩ます親御さんも少なくないでしょうから、VRは子供の勉強の邪魔をする悪者のように感じるのかもしれませんが、確かに今、VR技術を最もうまく利用しているのはゲーム業界かもしれません。しかし、「ゲーム＝VR」ではなく、「ゲーム < VR」、特に未来を見据えた場合、VRが作り出すであろう世界の中で、ゲームはそのほんの一部です。

一言でいうとVRは人間の感覚を外部に拡張する技術です。たとえば、馴染みのあるVR技術の一つとしてテーマパークの3次元映像のアトラクションがあります。最近の3次元映像のアトラクションでは、映像が飛び出すだけでなく、席が動い

たり、においを感じたり、水が飛び出したりします。これらに共通することは、そこに“実物がない”にも関わらず、目の前にあるかのように存在させる、また本当は感じるができないものを感じることができる、つまり人間の視覚・聴覚・触覚・嗅覚を拡張していると言い換えることができます。現在世界中で、本当に目の前にあるものと同様の感覚を与えることのできる方法についての研究が行われています。

私が行っている研究の一つは、VR技術を実際的设计に役立てようというものです。大量生産される商品は、安く作ることができますが、一つしか作らないものや大量生産する前の試作品は安く作ることはできません。そこで、VR技術を使って設計しようという発想になります。VR技術では作り直しが簡単にできますので、安価に本当に目の前にあるかのように作ることができます。このような役に立つ、直感的なシステムの構築を目指しています。

ナップサック問題 —最も満足する組み合わせを発見する—

教授 小出 武



みなさんは小学生のとき、スーパーに遠足のお菓子を買に行った経験がありますか？私の場合、予算300円でなるべく自分の好きなお菓子を、そしてなるべく色々な種類のお菓子を買いたい！と思ったものです。お菓子を選ぶ基準は違ってもかもしれませんが、どのお菓子をいくつ買うのが一番満足できるか？を考える点では、みなさんも同じだったのではないのでしょうか。

この遠足のお菓子を買う問題は、ナップサック問題と呼ばれる問題の一種です。ナップサックには体積や重量などの制限があります。その制限の範囲内でなるべく満足度が高くなるような品物の入れ方を決定する問題、それがナップサック問題です。1年間の限られた予算の範囲内で、どのプロジェクトを実施するのが良いかを会社や役所で決める問題も、大きな長方形の木や鉄の板から、決められた形と数の小さな部品をなるべく余りが少なく切り抜くという問題も、ナップサック問題の一種です。

扱う問題の規模（予算の額や対象の品物の個数）が大きなナップサック問題は人間が解くには複雑なので、通常コンピュータに解かせます。でも考えられる品物の入れ方を全部調べて、その中で最も良い入れ方を選ぶ、という単純な方法では、実はコンピュータでも膨大な計算時間が必要となります。具体的に考えてみましょう。1つの品物に対して、その品物を入れるか入れないかの2通りの入れ方があるので、品物が2個の場合は全部で $2 \times 2 = 2^2 = 4$ 通り、品物が3個なら全部で $2^3 = 8$ 通りの入れ方が存在します。そして品物が100個の場合は 2^{100} 通りで、およそ 10^{30} 通りです。1秒間に1京（ 10^{16} ）通り調べることができるスーパーコンピュータでも、全ての入れ方を調べるには約400万年かかるのです！

私は数学や情報科学を応用して、単純な方法では膨大な計算時間を必要とする問題を短時間で解く計算方法（アルゴリズム）を開発する研究を行っています。



学力がアップする睡眠術の研究

准教授 前田 多章

私たちは、良質の睡眠が得られないと記憶を定着させることができません。ヒトの記憶に関して研究をしていると、多くの人が苦勞して勉強した内容を、残念ながら不適切な睡眠習慣により、しっかり記憶できない状況にあることに気が付きます。現代社会において、睡眠の質の劣化や量の減少が急速に進んでおり、低年齢層を含めた日本人の生活の夜型化が指摘されています。そのため、現代日本人は、ヒトが本来持っている記憶能力を十分に引き出せなくなってしまったのです。

そこで、幼児から高齢者まで多くのボランティアの協力を得て、それぞれの睡眠事情と記憶能力や健康との関係を、睡眠日誌、脳波計、睡眠—活動計を用いて調査・研究しています。特に、日中の運動量や学習量を変えて睡眠状態を観察し分析を行っています。得られた成果を活かして公開講座や講演会などで睡眠指導を行っています。

睡眠指導では、次のようなことを薦めています。我々の記

憶能力を十分に引き出すには、最適な睡眠環境で十分な時間をまとめて寝ることが重要です。最適な睡眠時間は・・・個人差はありますが、6時間あるいは7時間半です。そして、午後11時頃に就床し午前6時に起床するといった規則的な生活が理想的です。また、朝食をしっかり摂り、午前中に屋外で日光を浴び、できれば軽いリズム運動を行うことが理想的です。そして、午後には、15分ほどの昼寝をし、夕方、軽いリズム運動をし、早めの夕食を摂ります。近年の生活では、我々の夕食は夕方に摂るのではなく夜に摂る、つまり夜食になっています。できれば夕食を心がけたいものです。習慣的就床時間の2～3時間前には入浴を済ませましょう。また、カフェインなどの刺激物の摂取も避けましょう。午後7時以降はなるべく、部屋の照明のフル点灯は避け、できれば暖色系の光の下で静かに過ごすのが理想的です。これらのことを習慣づけることにより記憶力が十分に発揮できるのみならず、健康で快適な生活を得ることができます。



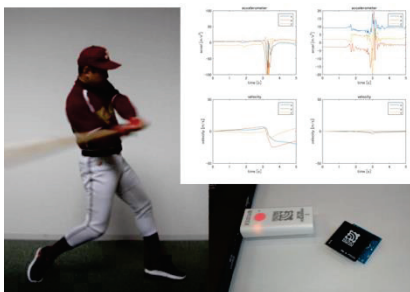
触れる立体？触れない立体？

准教授 阪本 邦夫

飛び出す絵本を知っていますか？閉じた状態では見た目は他の本とほとんど変わらないのですが、ページを開くと絵本の中から絵が飛び出てきます。ページをめくるとこれまで見ていたものとは違う絵が絵本の中から飛び出てきます。飛び出す絵本では絵本の中から絵が飛び出てきますが、残念ながら絵は動きません。飛び出した絵を動かすことはできないだろうか。そんな夢を実現する、飛び出す動く映像を作り出す装置が立体ディスプレイです。立体ディスプレイというと難しく感じますが、赤青メガネ、立体映像、3Dテレビ、3D映画、このようなキーワードやものを見たり聞いたり、体験したりしたことのある人はかなりいるのではないのでしょうか。不思議なメガネをかけた瞬間、画面の中の映像が立体的に見え画面からも飛び出てくる映像装置、それが立体ディスプレイです。普通のテレビや映画でも動く映像を見ることはできますが、不思議なメガネをかけても映像が立体的に見えたり画面から飛び出したりはしません。立体ディスプ

レイにはどんな仕掛けがあるのでしょうか。3Dテレビや3D映画の画面をメガネをかけずによく見てみると、映像がずれて少しぼけたように見えます。3Dテレビや3D映画では、普通のテレビや映画と違い、左眼と右眼の映像が同時に表示されています。不思議なメガネをかけると、この映像が左右の眼にふり分けられるので、映像が立体的に見えたり画面から飛び出したりするのです。立体ディスプレイには、画面とメガネの両方に、こんな仕組みがあったのです。

3D映画館では、メガネをかけた小さな子供たちが、画面から飛び出した映像に触ろうと、一生懸命に手を伸ばしています。しかし映像は幽霊のように手をすり抜けていき、飛び出す絵本のように直接触れることはできません。触れそうで触ることができない、是非とも解決したい課題の一つです。皆さん自身で本当に触ることのできる立体映像の仕掛け、仕組みを考えてみませんか。



非線形力学で運動を科学する

准教授 和田 昌浩

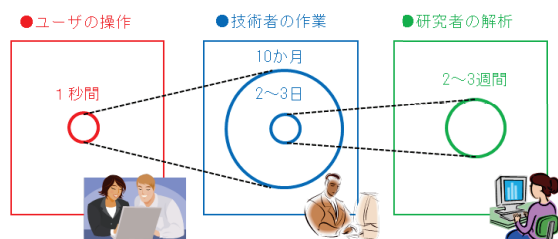
天気予報がなぜ難しいかご存知ですか？一般的には、過去のデータや気象予報士の経験、最新のコンピュータで膨大なデータや計算式を元に予測をしていますが、それでも100%当たるようなことはなかなかありません。昔、アメリカの気象学者が、非線形な微分方程式で表される気象モデルを考え、当時の最新式のコンピュータで計算したそうです。得られた結果が不規則な挙動をしていたため、最初はコンピュータが壊れてしまったのかと勘違いしてしまったという逸話もあります。ところが、後にこれがカオスと呼ばれる現象であることがわかり、身のまわりにこのような非線形現象が数多く見られることがわかってきました。“ブラジルで蝶が羽ばたくとテキサスで竜巻が発生する”、そんな馬鹿げた話はないと思うかも知れませんが、世の中にはほんの小さな動きが、長い将来にわたって影響を与えるなんてこともあるのです。このように非線形現象は予測することが難しく、簡単には計算できませんが、近年のコンピュータ技術の急速な発展により、多

くの現象が解明されつつあります。

これまでは、自然界に見られる非線形現象やカオスの研究が私の主なテーマでしたが、最近はこの研究に加えて、センサー技術を利用したロボット開発、スポーツや運動のレベルアップにつながる可視化技術にも取り組んでいます。近年では、スマートフォンをはじめ、身近なデバイスには様々なセンサーが組み込まれており、日常の行動を記録したり、解析したりすることが容易になりました。日々の生活の中で様々なセンサーが活躍しているのです。また、スポーツは気軽に楽しめる運動ですが、この運動もすべて力学です。これらの運動モデルや各種センサー情報にも非線形要素が含まれます。厳密に言えば、自然も人間もロボットも非線形の集合みたいなものなのです。そのため、非線形を知ることは、世の中の真理を解明することにつながると考えています。現在は、そのような非線形の特徴を利用した解析技術や様々なアプリケーションを開発中です。

社会を支えるソフトウェア技術者を 縁の下で支える技術

准教授 新田 直也



スマートフォン、ATMからロケットの姿勢制御まで、ソフトウェアは社会のいたる所で使われています。自動車やテレビなど、コンピュータを利用した製品の開発費用のうち、ソフトウェア開発費用の割合が半分を超えるほどになっており、ソフトウェアの規模や利用範囲は増すばかりです。そのようなソフトウェアはソフトウェア技術者がすべて手作業で作っています。コンピュータに向かって1行ずつ考えながら打ち込んでいくのです。ソフトウェアはコンピュータシステム上で実行されますが、平均で1秒あたり何万行ものプログラムが実行されます。技術者が1か月で書くプログラムが約1000行ほどであるため、ソフトウェアの1秒の実行には技術者の約10か月分の作業が詰まっている計算になります。

このようにして作られるソフトウェアは非常に巨大で複雑な構造をしているため、ソフトウェアの開発には常に困難が伴います。人間が一度に把握できるプログラムの行数は最大で2000行程度と言われており、誰も全貌が把握できないままソフトウェアの開発が進んで行くことも少なくありません。

私たちの研究室では、そのような困難なソフトウェアの開発を助ける技術の研究に取り組んでいます。

たとえば、ソフトウェア技術者が2~3日間かけて行った作業を詳細に記録し、その記録を2~3週間かけて詳しく追跡していったところ、その中にコンピュータを用いて自動化できる作業があることがわかりました。そこで、技術者の代わりにその作業を自動で行うソフトウェアを約2年かけて開発し、開発したソフトウェアを用いて実験を行いました。その結果、今まで技術者が何時間もかけて行っていた作業を数分で処理できるようになりました。このようにソフトウェア技術者の膨大な作業を支援するためには、それ以上に膨大な時間をかけて研究を行う必要があります。ソフトウェア技術者の作業をすべてコンピュータに肩代わりさせることは難しいかもしれませんが、煩雑で負担の大きい作業を自動化して、ソフトウェア技術者が少しでも楽に開発できるよう縁の下で支える技術を開発していきたいと思っています。



賢く、気の利いたロボットを目指して

准教授 梅谷 智弘

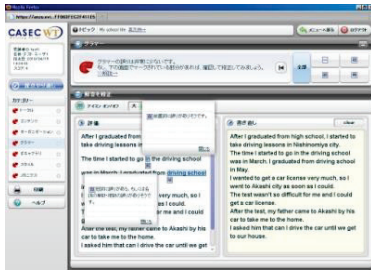
「ロボット」というと、人の形をしたものを思い浮かべることが多いかと思います。いまやロボットは実にさまざまな形があり、世界中では多種多様な研究がおこなわれています。特に最近では、高度で知的なロボットが多く開発され、また、ロボットを用いた教育、ロボットで用いられる技術を利用した機器の開発など、ロボットやそれを利用した技術が盛んに開発されています。

たとえば、みなさんになじみ深いものとして、スマートフォンなど携帯端末を持つ人の現在いる場所を把握する技術も、ロボットがいる場所を確認するために利用されています。この技術は、屋外ではGPS（全地球測位システム）、屋内では無線のネットワーク回線によってインターネットに接続して位置を特定する情報通信技術です。この技術がさらに発展し、他の技術と組み合わせることで、人が希望する場所へ自動的に運んでくれるロボットや、わたしたちの行動や意図を理解し、気の利いた情報を知らせてくれる情報機器が開発されるかもしれません。

一方、ロボットが実際に「賢く、気が利く」ことができるためには、わたしたちが情報機器を使って様々な情報を手に入れるのと同じように、ロボットが動くために必要な情報を、動く状況や場所にに応じて、その時点で手に入れられるようにすることが必要です。わたしたちの研究室では、ロボット技術をより広くとらえ、ロボットが動く場所（空間）を整え、周りからロボットを情報面で支援して、ロボットを「より賢く、気の利く」ものにする研究をしています。さらに、その技術を生かした「さりげない」人の見守りなど、人の生活を安全かつ活発にするための技術を研究しています。

ロボット研究は数多くの領域と関連しているため、様々な分野の研究を総結集したものになります。そのため、研究をきっかけとした、さまざまな分野の人との交流が生まれます。私の研究の根本に「人の生活を安全かつ快適にしたい」という願いがあります。ロボット研究をとおして、この願いを実現できればと考えます。

准教授 永田 亮

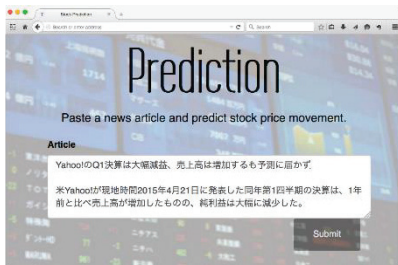


AI（人工知能）の一分野に「自然言語処理」というものがあります。簡単に言うと、人間の言葉を理解するAIを実現するための学問です。例えば、自然言語処理では、ドラえもんや鉄腕アトムのような、人間の言葉を話すロボットを実現することを目指しています。社会で利用されている身近な応用例としては自動翻訳や検索エンジンがあります。また、パソコンやスマホの文字入力機能にも言語処理の技術が使われています。

不思議に感じられるかも知れませんが、人間の言語の振る舞いや機能には数式で表すことができる部分があります。例えば、この数式 $\hat{C} = \arg \max_C \prod_{i=1}^N p(c_i | c_{1:i-1}) p(w_i | c_i)$ は大変複雑ですが、実は、「言語の翻訳」を表しています。この数式に、「ぼくドラえもん。」という日本語を入れると、「I am Doraemon.」という英語が返ってくることを想像してみてください。数式の意味は分からなくとも、複雑難解な数式と人間の言語とが言語処理の世界で結びついているということに、神秘的な感じがするのではないのでしょうか。実際、上の数式はAIソフトによく利用されます。もしかすると、皆さん

が普段利用している自動翻訳ソフトにもこの数式が入っているかも知れませんね。

我々の研究室では、自然言語処理の中でも文章の自動添削というテーマに取り組んでいます。通常、日本人のように英語を母国語としない人が書いた英文には、たくさんの誤りが含まれます。そのような誤りを自動的に修正するためのコンピュータを開発しています。そのために、人間はどのように言語を習得するのか、また、なぜ間違えるかということを数式で表すことに取り組んでいます。出来上がった数式をコンピュータの中に組み込むと、英文の自動添削が可能となるわけです。これまでに、我々の研究室で開発した技術の一部はCASEC-WTという英文自動添削ソフト（上図）に応用されています（CASEC-WTについては、<http://wt.casec.jp/>で詳しくご覧いただけます）。将来的には、英語だけではなく、フランス語やイタリア語など様々な言語を対象にした自動添削に取り組んでいきたいと考えています。



データに埋もれた知識を見つけよう

准教授 関 和広

皆さんは「データマイニング」という言葉を聞いたことがありますか？マイニング（mining）という言葉はもともと鉱山から石炭などの鉱物を掘り出すことで、転じて、データの山から貴重な情報や知識を見つけ出すことをデータマイニングと言います。計算機の登場・進歩とともに発展してきたデータマイニングですが、近年、データの山が山脈に、あるいは奔流の川のようになり、そのような膨大なデータを扱う計算機処理技術も整ってきたことから、応用に対する期待が高まってきています。皆さんの身近にあるデータマイニングの一例としては、たとえば「この商品を買った人はこの商品も買っています」のようなアマゾンの推薦システムがあります。

データマイニングで扱うデータにはどのようなものがあるのでしょうか？ウェブページ、ソーシャルメディア、オンラインニュース、購買データ、位置データ、医療情報、そして最近では行政のオープンデータなど、私たちの周りにはたくさんのデータが溢れており、あらゆるデータがデータマイニング

で扱う対象になります。私の研究室では、たとえばNatureやScienceのような学術文献を計算機で解析することで、生物学的あるいは医学的知識を抽出し、それら組み合わせることで新しい知識を発見したり、オンラインニュースと経済変数（物価指数や株価など）の因果関係を分析することで、経済変数がどのように変動するかの予測を行ったりといった研究を行っています。また、ツイッター上での時間的な話題の盛り上がりを利用することで、検索に役立つより良いキーワードを自動的に見つけたりといった研究も行っています。

センサー技術や情報通信技術、記憶装置の容量の増大などによって、現在、多種多様・大量のデータが絶えず記録され、利用できるになってきています。そして、そこから隠された知識を発見するデータマイニング技術は、ますます重要になってきています。大学で、データマイニングについて学んでみませんか？



ユーザ（作業員）を「観察する」 ≡ センサで「ひとを測る」

機器（コンピュータや電化製品など）を操作するとき、戸惑いを感じたことはありませんか？その戸惑いは、人が考えることと機器のハード・ソフトウェアの設計者が考えることとのズレであり、これを解消し、人間と機械をつなぐ部分の使い勝手を向上させることがインタフェース研究の目的です。

近年のヒューマンインタフェース分野では、スマートフォンやウェアラブルデバイスなどに代表される人の生活を大きく変えるような機器やインタフェースを創り出すことを目指した研究が行われています。そのためには、ユーザの声をきくだけでは、隠れたニーズを見つけることはできません。世の中にないものを創るには、ユーザが実際に生活する場においてユーザを観察し、ユーザの気持ちに寄り添い、共感する必要があります。そして、隠れたニーズや問題点を見つけ出し、その解決のためのアイデアを出して、モノでもサービスでも、とにかく早く、ひとにみえる・伝わる「かたちにする」、かたちにしたものをユーザに使ってもらい、反応を観察して問題点を抽出して、．．．という繰り返しが重要になり

ます。このプロセスがデザイン思考で、研究室の学生たちにはあたりまえのようにこの手法を使える技術者になってもらいたいと考えています。

新しいものを創るためには、(1)調査フェーズ、(2)観察フェーズ、(3)モデル化フェーズ、(4)評価フェーズの4つのステップが必要になり、私の研究室では(2)観察フェーズに力をいれて取り組んでいます。「観察する」には、目でみて空気を感ずるということが基本ですが、それだけではなく目に見えないものを各種センサで計測するという事も含めて考えています。IoT時代、取得できるデータは大量にあります。ここから意味のある情報を抽出しモデル化する手法がますます重要になります。これまでの成果としては、企業や他大学との共同研究としてドライバやライダーの情報を計測・モデル化し、状態を推定する手法を開発しました。この技術は、プラントのオペレータをはじめとする作業員の状態推定、子どもや高齢者の見守りシステムなどに応用が可能です。

当学部での研究内容はこれがすべてではなく、まだまだこれ以外にも多くの面白い研究を行っています。この小冊子で本学部の研究内容に興味を覚えた方は、是非本学部のホームページ

<http://www.konan-u.ac.jp/faculty/ii/>

をご覧ください。研究室ごとの研究の詳細や学部メンバーの対外活動など、多くの情報を掲載しています。

研究内容・一覧

- | | |
|--|-----------|
| □ 人間に優しい賢い情報通信ネットワークを作る
(安全かつ賢い高速情報通信システムを実現する設計と性能解析) | 教授 岳 五一 |
| □ 人工知能とカメラを使って健康増進
(知能情報処理) | 教授 田中 雅博 |
| □ 「13日の金曜日」は毎年あります。さて、その証明は？
(解析学, 一般調和解析, 実験数学) | 教授 松本 茂樹 |
| □ ひも結びの数学と3次元トポロジー
(3次元多様体論, 結び目理論) | 教授 森元 勘治 |
| □ 良いノートとは？
(画像処理および知能化技術による人間の知的な動作の分析) | 教授 渡邊 栄治 |
| □ 豊かな生活のために活躍する並列処理技術
(並列情報処理) | 教授 若谷 彰良 |
| □ 数理認識としての計算代数と数学教育
(計算代数, 数学教育) | 教授 高橋 正 |
| □ Webニュースから漫才台本を自動生成
(Webコンピューティング, データベース, データ工学) | 教授 灘本 明代 |
| □ 顔の振動で歌の上手さがわかるかも？
(音声科学, 音響バーチャルリアリティ) | 教授 北村 達也 |
| □ 五感を拡張する技術、バーチャルリアリティ
(バーチャルリアリティを利用したデジタル情報の表現) | 教授 田村 祐一 |
| □ ナップサック問題 – 最も満足する組み合わせを発見する –
(オペレーションズ・リサーチ (OR)) | 教授 小出 武 |
| □ 学力がアップする睡眠術の研究
(脳の発育発達に関する電気生理学的実験および行動実験) | 准教授 前田 多章 |
| □ 触れる立体？触れない立体？
(触れる映像, 飛び出す映像を実現する立体ディスプレイの研究) | 准教授 阪本 邦夫 |
| □ 非線形力学で運動を科学する
(カオス・非線形力学, システム制御工学) | 准教授 和田 昌浩 |
| □ 社会を支えるソフトウェア技術者を縁の下で支える技術
(ソフトウェア解析, ソフトウェアアーキテクチャ評価手法) | 准教授 新田 直也 |
| □ 賢く、気の利いたロボットを目指して
(ロボット工学) | 准教授 梅谷 智弘 |
| □ 言葉の理解を目指す言語処理
(計算言語学, 言語処理) | 准教授 永田 亮 |
| □ データに埋もれた知識を見つけよう
(知的情報処理) | 准教授 関 和広 |
| □ インタフェースは人間に最も近い情報技術
(ヒューマンインタフェース) | 准教授 山中 仁寛 |



甲南大学 知能情報学部

<http://www.konan-u.ac.jp/faculty/ii/>