

特集： 情報理工学系研究科

画像処理が変える、写真・映像の世界！

数学・電子回路・コンピュータで脳の機能を解明する

ロボットが人を理解する

学生インタビュー：知能機械情報学専攻

システム情報学専攻

電子情報学専攻

やまさき としひこ
山崎俊彦 准教授

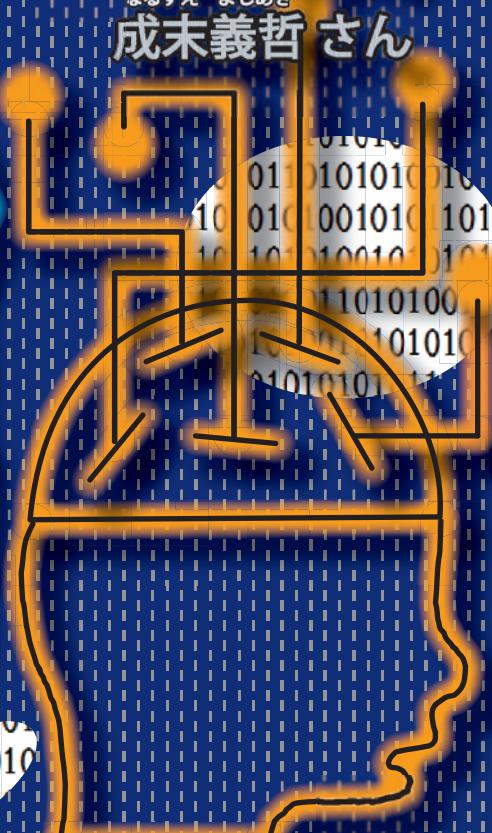
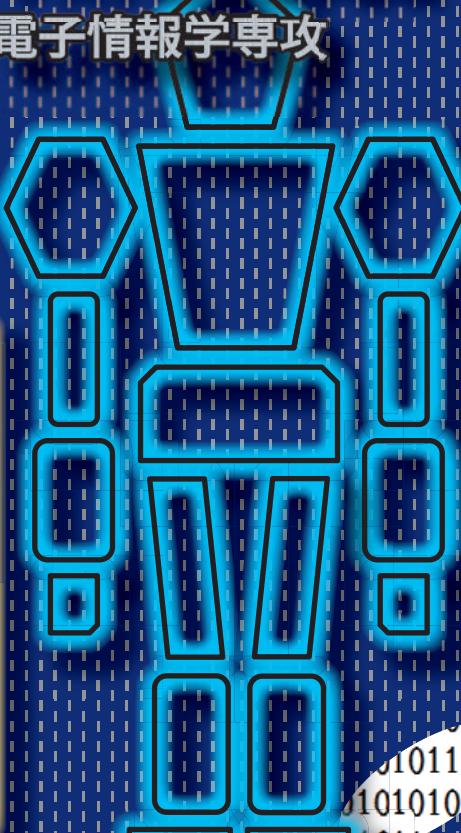
またに あゆむ
眞溪 歩 准教授

なかむら よしひこ
中村仁彦 教授

こう てんい
康 天毅 さん

わたなべ まゆみ
渡邊真弓 さん

なるすえ よしあき
成末義哲 さん





画像処理が変える、 写真・映像の世界！

やまさき としひこ
山崎 俊彦 准教授

大学院情報理工学系研究科 電子情報学専攻
工学部 電子情報工学科 兼担

かっこいい写真、美しい写真などの人気のある写真には、それぞれ理由があります。どう撮影すれば上手く取れるのか、素人には分からなくてもネットに散らばる大量の写真にヒントがあると山崎先生は語ります。更に、2Dから3Dまで幅広く画像処理の研究をされている山崎先生に、3D映像処理の最先端と、現在に至る先生のルーツについてお聞きしました。

研究内容について教えて下さい。

私は「画像・映像処理」が専門で、3D映像処理や、最近ではネット上に蓄積された大量のデジタルデータを利用した画像処理を行っています。

大量のデジタルデータを利用した画像処理とは具体的にどのようなものですか？

現在、私が行っているのは、ユーザが自分の写真を最高の状態で撮影できるような研究です。具体的には、ネット上に集まった大量の画像を使って、ユーザがより良い写真を撮れることをサポートする研究に取り組んでいます。

カメラ機能を持つ携帯端末の普及に伴い、ネット上には世界中から何十億、何百億という画像が集まるようになりました。これにより、ネット上の大量の写真の中から有名な物・場所の素晴らしい写真を簡単に入手できるようになりました。ですが、多くの人は旅行に行ったときに、有名なスポットの写真を自分で撮りますよね。たとえネットの画像よりも上手に撮れなくても、ユーザにとっては自分が撮った写真は「自分の体験」としての価値があり、その体験を記録したいと思っているのです。

良い写真を取れるようにサポートすべ

き事は色々ありますが、まずは「どこに行けばより良い写真が撮れるか」ということをユーザに提示することを行っています。最近は画像にGPS情報が入っているので、画像からユーザが「いつ・どこで」写真を撮ってきたかという経路が分かるようになっています。そこから、ネットに集まった大量の経路データに統計処理を行い「次は～～に行けば良い写真が撮れるよ」という情報をユーザに提示しています。

将来的には場所だけでなく、写真を取る際の「位置や構図」の推薦や「撮る時間帯や季節」等も推薦できるようなシステムを作りたいと思っています。例えば図1と図2の滝では、図2の方がきれいですよね。これは季節や時間帯が違うだ



図1 閲覧数の少ない画像

けなんですよ。これをを利用して、「今じゃなくて、『ある季節』の～～時くらいに行く方が良い」みたいに、より良い写真を撮れるような時間帯も推薦できるようにしたいですね。

3D映像処理の研究はどのようなことを行っていますか？

3D映像処理の研究は進んでおり、成果は多くあります。例えば、簡単に作れる3Dスタジオを開発しました。今まで、3D映像を撮るにはわざわざ専用のスタジオに行く必要がありました。図3



http://www.panoramio.com/photo/42882084

図2 閲覧数の多い画像

図1とは季節や時間帯が異なるだけ



図3 カメラと照明だけで作れる3Dスタジオ（12個セット）

はポールにカメラと照明を取り付けて、これらのセットを12個持つていけばどこでも3D映像を撮影できる機材です。これらを使って、図4のように3Dにしたい対象を様々な角度から撮影します。

次に撮影した複数の画像から、抽出したい対象（例えばヒト）の3D形状を高精度に計算する手法を開発しました。今までの方法はモーションキャプチャと言って、体に白いボールをたくさん付けて3Dを抽出する方法が行されていました。この方法はまず準備が大変。次に、人間の骨格の動きは取れるけど服装の微妙な揺れなどは抽出できないんですよ。私たちの方法では、手軽にかつ、図5に示すように、従来では難しかった着物の動きなども撮影動画から抽出できるようになりました。

更に、これらの3Dデータを効率的に圧縮する研究も行っています。



図4 撮影は、複数のカメラを使って様々な角度から行う。

研究の際、必要になってくる知識はどのようなものがありますか？

まずプログラミングですが、これは書けないと研究にならないですね。私の研究室では、学生はツールとしてほぼ毎日使っています。

あとは学部で習う知識も研究のベースになっていますね。先ほどは3D映像のお話をしましたが、3Dのような大きなデータを扱う場合、見た目は変えずに小さなサイズに圧縮するという処理がよく行われます。例えば、画像・映像を圧縮する仕組みは、「人間は細かすぎる変化には気づかない」とか、「映像は短時間では大きく変化しない」という特徴を使っているんですよ。それを工学的に言うと「周波数の高い信号の変化には気づきにくい」ということなんですが、このことを使うと1/10にまでデータを圧縮できることがあります。それ以外にも、映像では時間的な変化は小さいことを利用して、その変化分だけを符号化する、ということも行っています。学部で習う「信号処理」という学問では、このようなことを詳しく習います。もちろん数学も必要ですね。

研究においては、一回基礎に戻って学部の時の知識をうまく組み合わせて、圧縮法などの新しい技術を開発してきた事は多いです。

山崎先生はなぜ、情報工学、特に画像処理の分野に進もうと思ったのでしょうか？

情報工学というか、そもそも工学部に進もうと思った理由は、小学校の時に電器屋で買ったラジオキットが原点なんですよ。それまでラジオというと、「買う

もの」と思っていたのですが、キットを買って実際にラジオを作つてみると、「作れること」が面白いと思った。それがきっかけで電子工作に興味を持ち始め、その後も続けてきました。大学に入学する時も回路等の電気電子技術をやりたいと思っていました。

次に画像処理についてですけど、最初は興味がなかったんですよ（笑）。というのも、私が大学に入る前まではPCが普及しておらず、今みたいなグラフィカルな操作もなく、画像処理が身近なものではなかったからです。そんなこともあります、学部4年から博士3年までの6年間はソフトウェア的な研究ではなく、回路技術に関する物理的な研究をしていました。ただ、研究を進めていくうちに物理以外のことやりたいと考え、簡単な画像処理を行う専用回路を作りました。そして「電子回路で簡単な画像処理ができるのなら、本流の画像処理はどうなっているのか研究してみよう」という話になりました。

最後に読者に向けてのメッセージをお願いします。

学生には「自分が、今やっている研究内容が唯一無二だと思うな」とよく言いますね。学生の中には「研究では画像処理しかやりたくないし、就職するなら画像処理をやっている会社だけがいい！」という人がたまにいます。しかし、ある特定の分野…例えば「3D映像処理」だけで一生食べていけるという事はまずないです。私自身、ハードウェアからソフトウェアまで、様々な分野を渡り歩いており、1つの事をずっとやっていける訳ではない、という良い見本ではないでしょうか。

大切なことは、大学での研究を通して、問題の見つけ方や、その解決の仕方、そして自分のやったことをわかりやすく周りに伝えられる能力を身に付けることです。



図5 カメラのみから作成した3D映像
高い精度で、人物の動きはもちろん、着物の微妙な動きも抽出できている。
(NHK、ATRとの共同研究、協力：観世九臘会)

（インタビュアー 新谷 正太郎）

数学・電子回路・コンピュータで 脳の機能を解明する

皆さんは、工学部で脳科学をやっていると言ったらどういう印象を持つでしょうか。脳科学の研究を幅広くされている眞溪先生にお話を聞きました。工学部における脳研究の一端を、ほんの少しだけ味わってみましょう！

先生が研究で目指されているものとは何ですか。

私が目指しているのは、簡単に言うと脳波を読み取ることで夢を叶えてくれる機械を作ることなんです。たとえば、その日の気分を読み取って、その気分に合った音楽を教えてくれる機械や、考えることを脳波で読み取って検索してくれるようなコンピュータ、こういった機械を実現するために、まずは脳の機能の解明を目指して、日々研究しています。

脳科学というと医学部や理学部などの生物学系の学部でやっているイメージがあるのですが…。

工学部ですから、解剖などをするわけではありません。やはり工学を基礎において研究をしています。たとえば脳波の計測です。そもそも脳波とは何でしょうか？脳の神経細胞は、電気を使って情報伝達をしています。よって、神経細胞の活動によって頭部に電流が流れます。一部の電流は頭の表面にも流れることになり、すると図1のように、頭の表面のある点とある点の間の電圧を求める事ができます。これが脳波です。

実は、脳波を読み取って脳で何を考え

ているかを知るのはとても難しく、脳と協調動作する電子回路を作製したり、応用数学を駆使したりして研究を行っています。

情報理工学系研究科というと、プログラミングのイメージがあると思います。研究でも、けっこうプログラミングをするのでしょうか？

実は、作業としては研究の7割くらいがプログラミングです。ちょっと電極装置を見てみましょう…。（インタビュア、電極装置をかぶる（図2））このように電極装置を頭に装着して脳波を測定しますが、この状態でパソコン上での簡単なテストに取り組み、脳波の変化を見ていきますが、このテストはプログラミングをして作成します。このように、実験や解析でプログラミングをする場面が多くあります。

プログラミング以外では、どんなことが重要ですか。

数学も研究のいたるところで使っています。高校2年生でベクトルの内積というのを習うと思います。内積は、2つのベクトルの類似性を見ているわけですよね（図3）。実は、脳の状態を知る時に



またにあゆむ
眞溪 歩 准教授

大学院情報理工学系研究科
システム情報学専攻 システム情報第2研究室
工学部 計数工学科 兼担

も、同じことをやっているんです。

いまかぶってもらったものには、31個の電極があり、それぞれの箇所の脳波（強度）を測っています。そのため、これだけで31個の要素を持つベクトルとして扱うことができます。この脳波の状態を、脳の「状態ベクトル」と呼びます。ある実験をした時の脳の状態と、別の実験をした時の脳の状態の類似性を調べたい時には、この内積を利用します。このときには他の高度な数学もあわせて使う必要があり、直接内積をとればいいほど単純ではないのですが、簡単に言えば、高校数学と同じことをするわけです。

ありがとうございました。最後に、読者へのメッセージをお願いします。

システム情報学専攻や、対応する学部の計数工学科は、いま紹介したように、高校、大学で習う数学が基礎になっています。ぜひ基礎をしっかりと身につけて研究の世界に足を踏み入れて下さい。

（インタビュア 清水 裕介）

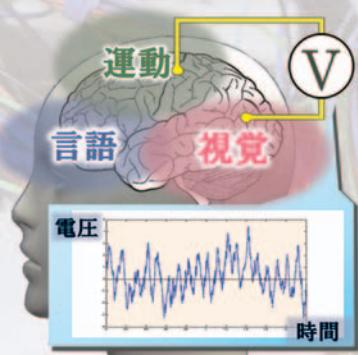


図1 この図のように、頭皮の電圧を読み取ったものが脳波である。



図2 脳波を測定する装置を装着！
奥にある電子回路が脳と協調動作する



内積は1に近い値
→ 2つのベクトル
は類似度が高い

内積は0に近い値
→ 2つのベクトル
は類似度が低い

図3 ベクトルの類似性と、内積

ロボットが人を理解する

～ヒューマノイドと人の自然なコミュニケーションを目指して～

人型のロボットであるヒューマノイドが人の生活を助けるー。そんなマンガの中のことが現実になる時代がくるかもしれません。ヒューマノイドは日常生活の他、宇宙のような人の活動できない環境下など様々な場で活用が期待されています。ヒューマノイドは今どれくらいのことができるのか、また、その将来性についてヒューマノイドの研究をされている中村先生にお話を伺いました。

どのような研究をしていますか？

私はヒューマノイドの頭脳にあたる人工知能の研究をしています。人工知能でキーとなるのが、人を理解する能力です。人を理解するとはどういうことかというと、相手の動きを見て自分がどう動けばいいか、相手がこれからどう動くかを推測して行動することです。人はこの能力で相手とコミュニケーションしています。ロボットがこの能力を持つことができれば、人との自然なコミュニケーションを実現できます。この能力をどうやって作るかが問題で、私はその研究をしています。

具体的には、モーションキャプチャ（天井に設置した10台くらいのカメラ、ヒューマノイドの目の役割）で人の動きを見て、あらかじめ記憶させておいたどの動きに近いかを計算し、その結果からどう動くべきかを導き出すヒューマノイドを作っています。分かりやすい例としては、この技術を使って相手の動きを見て技を出す格闘技をするヒューマノイドを作りました（図1）。モーションキャプチャで見た最初の何十分の一秒の人の動きから、相手がどう動くか（例えば、右のパンチを出そうとしている）を推論

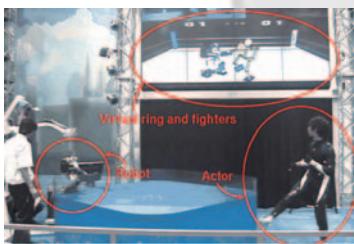


図1 バーチャル上で格闘技をするロボット。相手の動きを見て技を選択する。



図2 人の動きを見て動作を文章化する。

します。そして、自分がどう動くべきかを計算して、技を出します。この計算には統計的数学モデルというのを使っていて、相手の運動の認識と自分の運動の生成の両方ができるようになっています。

さらに、この計算法を言葉に対して使うと、言葉を使った推論ができるようになります。文章から推測される最も確率の高い動きをしたり、逆に相手の動きを見て文章で説明したりできるようになります（図2）。

言葉以外にも動きと結び付けられるものがありますか？

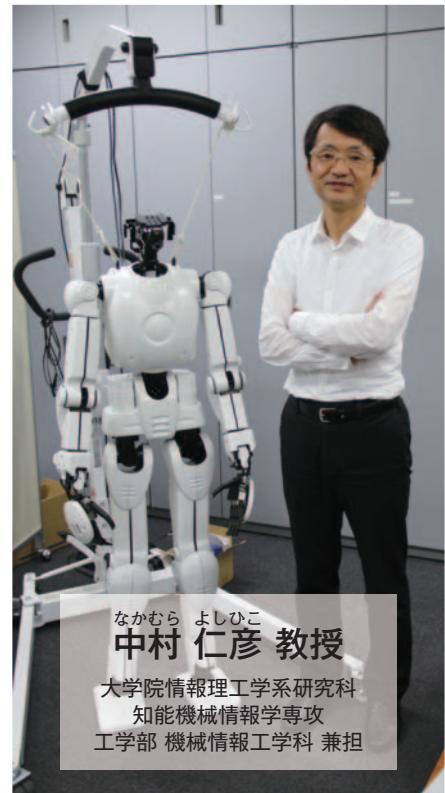
動きから筋肉の使い方や感覚を推測することができます。例えば、サッカー選手がボールを蹴ろうとして地面を蹴ってしまったら痛そうだと思いますよね。この推測をヒューマノイドができれば、相手の体で負荷のかかっている部位を気付いて助けられます。そこで、人の筋肉と骨格のモデルを作り、動きからどの筋肉にどれくらいの力がかかっているかを計算する研究をしています。カメラで見た映像の上に、筋肉の活動をリアルタイムで重ねて表示できるところまで研究は進んでいます（図3）。

現在ヒューマノイドを実用化することはできますか？

まだ実用的ではないのが現状です。大きなデータになると動きの生成の計算に数秒かかり、反応が遅くなるという問題があります。人の神経系はこれを即座に



図3 人の動きからリアルタイムで筋肉の活動が分かる。



なかむら よしひこ
中村 仁彦 教授

大学院情報理工学系研究科
知能機械情報学専攻
工学部 機械情報工学科 兼担

行って反応しますが、これにどこまで近づけるかはセンサ技術と計算技術の向上にかかっています。今のスーパーコンピュータが普通に使えるような時代になれば、相手の行動を見て言葉で説明したり、行動したりするサービスロボットは出てくるでしょう。あとは、ハードウェアの問題です。柔らかい動きができる新しい制御やアクチュエータ（ヒューマノイドの関節）が必要になります。

先生の最終目標は何ですか？

ヒューマノイドが人間の生活の一部になって、人が普通に物事を頼めるような時代が来ると思います。そういうのを見てみたいし、その実現に貢献したいと思っています。あっという間に計算技術は進歩するので、その時代はすぐにやって来るかもしれません。

学生へのメッセージをお願いします。

ヒューマノイドの基礎になるのは微分方程式や剛体力学ですが、人間との関係を考えるには哲学や文学、言語学といった学問が大事になっています。人について理解することが人工知能の研究に役に立つからです。幅広く勉強してほしいと思います。

（インタビュアー 真弓 智裕）

情報理工の研究室へ「先輩訪問」しに行っちゃおう！

情報系の大学院生ってどういうことを考えているのでしょうか…？高校や大学で何を勉強していたの？

実際に情報理工学専攻に通う康さん、渡邊さん、成末さんに気になることをお聞きしました！

それでは、先輩訪問に出発です！

(インタビュアー 伊藤 秀剛)

趣味や好きなことは何ですか？

康さん：料理です。冷凍食品を自作することがマイブームです。

渡邊さん：私は大学で歌劇団に入ったことをきっかけに、今オペラを習っています。研究もオペラも楽しくて忙しくなっています！

成末さん：昔はラクロスをしていました。でも、今は厚い参考書で勉強かな。体系的にきっちりと学ぶのが好きです。

実際、大学院って大変ですか？

康さん：結構大変です。教員の方々がすごいので要求も高く落ち込んだことも…。でも先輩が励ましてくれて、今ではいい思い出です。

成末さん：私は英語が苦手かつ緊張しがちなタイプなので、国際学会の発表が大変でした。本当に死ぬかと思いましたよ（笑）

渡邊さん：最初は先輩の会話が分からず。でも研究室特有の言葉を知れば大丈夫。研究は敷居が高いと思い込まないことが大切です！

今の研究に勉強は役に立っていますか？

康さん：役に立っています！私の研究の基礎は数学と物理の運動方程式です。高校生の時は知らなかったのですが、実は微分と積分はとても役に立ちます。また、運動方程式は理論と実物を結び付ける素晴らしいものです。

渡邊さん：直接使わなくとも、考え方を利用することもあります。大学で制御理論というのがあるのですが、まさに今、脳の研究に制御理論の考え方方が役立っています。

成末さん：あと英語も必要です。高校生の時は難しい文章を読むことが重要かと感じていましたが、喋れるようになっているとさらによかったなあって思います。英語が喋れると国際学会でも、周りの方の見る目が変わると思います。

今はロボットの研究をされているとのことですね。

そのきっかけは何でしたか？

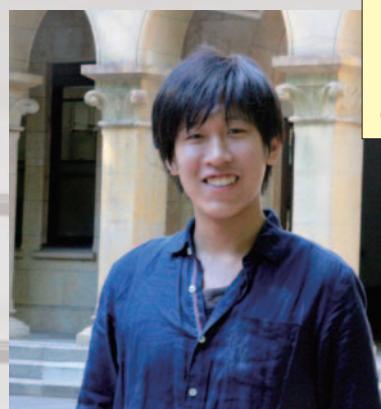
もともと理数科目が好きで、高校生の時からロボットに興味を持ち始めました。実は、それは両親の影響が大きいかもしれません。両親が二人とも機械の業界にいて、私が小さい頃に論文を裏紙として絵をかいていました。それで、疲れた時にふと紙を裏返してみると、論文が書いてありました。論文自体はわからないのですがなんて書いてあるのだろうと興味がわいたのです。

ロボットの魅力は何ですか？

思いを形にできることです。私の学科では大学で学ぶ理論を実際の機械に実装して、世の中に働きかけることができます。

みなさんにメッセージをお願いします！

今、自分が勉強していることは何につながっているか知ることが、モチベーションを向上させると思います。研究でも紙の上に書く式が、実際にロボットの振動を抑えるのに使われたりします。学んでいることの応用例を知っているだけで大分やる気が上がりますよ！



知能機械情報学専攻

こう てんい
康 天毅 さん

（工学部 機械情報工学科 出身）

康さんの研究室は国際色豊かだそうですね。

はい。外国人学生も多いです。研究室の合宿の時にその人たちと仲良くなりました。英語も一段と上達しましたね。日本人に比べると、外国人は少しがつがつしています。合宿の自由時間、日本人学生が温泉でのんびりしているとき、外国人学生はハイキングを計画していて、ついていくとすごいスピードで山を登ることになりました。しかし、いざ歩いてみると景色が綺麗で、面白い発見が転がっているのだと実感しました。私たちも、もっと積極的になれるといいですね。

今は脳の研究をされているそうですね。

脳の研究をされるに至った経緯を教えて下さい。

私は大学で計数工学科という学科を選びました。きっかけは大学で金融工学の授業を受けたことでした。また、具体的に形になるものをやりたいと思い、その中のシステム情報工学コースというコースに進みました。研究室への配属では脳の研究をやりたいと思いました。そこで、脳の状態に応じて電流を流し、効果的に脳の能力を向上させるという、新しい脳刺激の方法を開発する研究を選びました。そして、大学院生になった今もその研究を続けています。

工学部で脳の研究のやり方はどのようにしますか？

脳は複雑ですので、脳の中のことすべてを考えようとしてもできません。そのかわり、脳をブラックボックスに置き換えます。そして、脳への刺激という入力と、計測した脳からの出力だけに集中して考えます。あえて見るスケールを変えて、大きな視点で見てみるのです。脳の研究や様々なことに工学部や計数工学の考え方には有効なのです。そのこともあってか、文系であった人が工学部に来たり、大学で薬学部であった人が情報理工に進学したりすることもあります。

情報理工の女子学生同士の仲は良いですか？

はい！大学3年生から大学院の修士2年生まで集まって合同女子会を行っているくらいです。3年生の時は先輩と直接お会いしてお話しする機会はありませんでしたが、先輩のお話を聞きたいこともあります。そういう時に先輩に色々教えてもらって研究室選びの助けになりました。同学年でも女の子だけで集まって遊びに行くことも何度もあったりして、同学年の男の子がうらやましがつたりもしますよ。これは女性ならではのいいところだったりするのかなあと思ったりします。



システム情報学専攻
わたなべ まゆみ
渡邊 真弓さん
(工学部 計数工学科 出身)

成末さんの研究はどのようなものですか？

私の研究は、無線で電気を送るというものです。昔から、部屋の中に電気を送るためのケーブルがたくさんあるのは、うつとうしいなと思っていました。今の研究を進めて、家の中にケーブルが無くても送電できるようにすることが私の目標です。私が使うのは磁界共振結合という方法です。共振器というものを使って、1メートルくらいの範囲で効率良く電気を送れます。現在でも、電気を送りたいものが一つならば、9割の効率を出すことができます。しかし、それでは電源が高価なため、採算が合いません。そこで、電源ひとつで多くの電化製品をつなぐ、「マルチホップ」という方法を研究しています。

研究室を決められたきっかけは何ですか？

研究室の教授の授業を受けた時、先生のテーマが数学をよく使うことを知りました。自分は数学が好きだったので良いなと思いました。また、准教授の先生が熱くて厳しい先生で、先生に魅力を感じて研究室を決めました。熱い研究室で大変になったり落ち込んだりする時もあります。しかし、先生方や仲間の助けもあり、皆すぐ立ち直りますね。

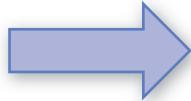
将来のビジョンについて教えて下さい。

考えるのがすごく好きなので、研究したいなと考えています。来年から博士課程に進学します。最初は「博士課程に行くなんて」と否定的に考えていました。しかし、研究で成功体験を積み重ねていき、思い切って博士に行ってみようかなという思いが強くなりました。メーカーは不景気のためなのかビジョンが狭くて、絶対成功できることしかやらないように思えます。私はそのような企業のやれないことを研究機関で博士として、10年、20年のレベルでより広い目線でやっていきたいと思います。

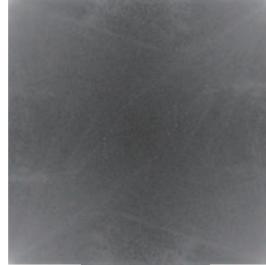


電子情報学専攻
なるすえ よしあき
成末 義哲さん
(工学部 電子情報工学科 出身)

画像処理で遊んでみました！



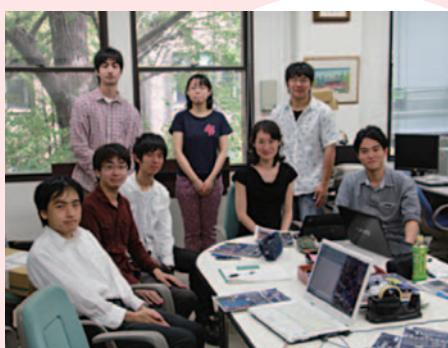
フーリエ変換！



低周波部分と高周波部分に分けてフーリエ逆変換をしました！



低周波部分



10月号では、画像・映像処理の研究をされている山崎先生を取材しました。そこで、今回は「フーリエ変換」という技術を使い、Ttime!のメンバーの集合写真をいろいろ加工してみました！

フーリエ変換によって低周波部分のみを取り出した画像は全体的にぼんやりしています。一方、高周波部分のみを取り出した画像には、人や物の境界線が浮き出ています。

フーリエ変換を駆使することで、人間の目には知覚できない非常に細かな変化を取り除くことができます。こうすることで、画像データを圧縮することができます。みなさんが普段使っているjpeg画像にもこの技術が応用されているのです。

編集後記

情報理工学系研究科は大学院における研究組織で、理学と工学の専攻が共存しています。Ttime!では、その中における工学の部分に焦点を当てました。皆さんの中には、「情報工学」というと「プログラミングを行って何か難しいことをしている」という印象を持たれる方もいるかもしれません。今回の特集では情報工学に関して、画像、ロボット、更には脳科学までの応用を取り上げ、それを支える基礎分野についても紹介いたしました。本特集を通して情報工学の面白さ、そして奥深さを感じて頂ければ幸いです。最後に、取材に協力してくださった先生方にお礼を申し上げます。ありがとうございました。（新谷 正太郎）

<広報アシスタント>

企画：大原 寛司 新谷正太郎、柳光 孝紀
朝倉 彰洋、伊藤 秀剛、伊與木健太、上田 倫久、上野美希子、
岡 功、岡田 彪利、小川 灯、大原 寛司、勝野 真輝、
兼古 寛之、黒川 大地、柴山翔二郎、濱谷 崇、清水 裕介、
徐 夢荷、白畑 春来、新谷正太郎、須原 宜史、龍田 誠、
土屋 美樹、富永 华子、沼田 恵里、長谷川拓人、花村 奈未、
星野彰太郎、間部 悟、眞弓 智裕、本山 央人、森西 亨太、
柳本 史教、柳光 孝紀、山下 洋史

<広報室>

佐久間一郎（広報室長・医療福祉工学開発評価研究センター）
大澤 幸生（副広報室長・システム創成学専攻）
武田 朗子（情報理工学系研究科 数理情報学専攻）
川瀬 珠江、永合由美子

<表紙>

兼古 寛之

Twitter、Facebookでも情報を配信しています。



@UTtime
Follow me



工学部広報誌 Ttime!



WebでTtime!が読めます！

<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/t-pr/ttime/>

ブログはこちらから

<http://d.hatena.ne.jp/ttime/>