慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	社会のあらゆるところで利用される信号処理：生体ユビキタス信号解析が切り拓く未来
Sub Title	
Author	田井中, 麻都佳(Tainaka, Madoka)
Publisher	慶應義塾大学理工学部
Publication year	2012
Jtitle	新版 窮理図解 No.11 (2012. 9) ,p.2- 3
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	研究紹介
Genre	Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001002-00000011-0002

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

研究紹介

今回登場するのは、信号処理技術を駆使して
革新的なシステムの開発を進める満倉靖恵准教授です。

社会のあらゆるところで利用される信号処理

生体ユビキタス信号解析が切り拓く未来

脳波を計測・解析して、リアルタイムに快・不快やストレス、眠気などの状態を測定するブレイン‐コンピュータ・インタフェースや、小型の web カメラで顔の動きや表情を検出し、瞬時に画面上のアバターに投影できるアバターシステム。高度な信号処理技術を基盤に、こうした画期的なシステムを開発する満倉准教授に話を聞いた。

脳波の周波数の組み合わせから心身の状態を瞬時に測定する

「この装置を額に装着するだけで、快・不快、好き嫌い、ストレス、眠気、集中度、興味度などを測ることができます。おそらく現状ではもっとも簡易で、装着しやすい装置でしょう。性能も他の装置に引けを取りません」と言って満倉さんが見せてくれたのは、ヘアバンド型の脳波測定器だ。測定器からスマートフォンに情報を送ることにより、画面上に計測結果が瞬時に表示される仕組みになっている。

例えば、ストレスを感じていれば、画面上の白い顔のアイコンが青色に変化し、ストレス度がパーセンテージで示される。同様に、集中度や眠気を表示できるアプリケーションを立ち上げれば、時々刻々と移り変わる被験者の状態が手に取るようにわかる。

画面には、取得している生のデータも同時に表示されている。折れ線グラフで示された複数の波形が表わすのは、脳波を一般的に示す言葉として用いられる、周波数の帯域である α 波や β 波、θ 波など。脳波の周波数の組み合わせを解析することで、被験者の状態が測定できるという。

「額につけたセンサで左前頭葉の FP1 と呼ばれる感情や感性を司る場所の状態を測定します。計測されるのはマイクロボルトというごく小さな電圧ですが、これを周波数に変換することにより脳波の種類がわかる。脳波の周波数は 1 ～ 30Hz（ヘルツ）程度に限られていて、このわずかな情報の組み合わせから、心身のさまざまな状態がわかるのです」。

図 1　脳波による眠気の検出

脳波を簡易に取得し、瞬時に解析し、オンラインで眠気を検出する。

例えば、触覚について、○ Hz と × Hz の組み合わせが大きければ「好き」、△ Hz と◇ Hz の組み合わせが大きければ「嫌い」と判定できるといった具合だ。こうしたルールを発見し、最適化手法により瞬時に状態を導き出せるのがこのシステムの最大の特長である。

現在、脳を測定する装置には、脳波計（EEG）のほか、f-MRI（機能的磁気共鳴画像法）や NIRS（近赤外分光法）などの装置があるが、それぞれに観測する対象が違う。f-MRI なら脳の血流量を、NIRS なら血中酸素濃度を測定して脳の状態を調べるが、何か心的変化が起こったときに即応性が高いのが脳波であり、リアルタイムの計測に向いているという。

また、従来の脳波計測装置では、頭皮に複数の電極を密着する必要があるため、時間がかかり、装着自体がストレスになって正しい計測ができなかった。この装置なら簡便に取りつけられ、人が感じていることを正確に測ることができる。すでに、音や味、製品への興味度などに関するマーケティングに、この装置が活用され始めている。

波形の定式化によって、厳密な計測結果を得る

しかし、こんな簡易な装置で、本当に正しい計測結果が得られるのだろうか。じつは、他の装置と変わらない精密な計測を可能にしているのが、満倉准教授の専門である信号処理の技術なのである。

「現在、ゲームなどで採用されている簡易型脳波計のほとんどが、まぶたを動かしたときなどに発生する筋電を取得するもので、脳波計とは言い難い。脳波には多くのノイズが混入し、そのほとんどが筋電ノイズです。純粋な脳波だけを取り

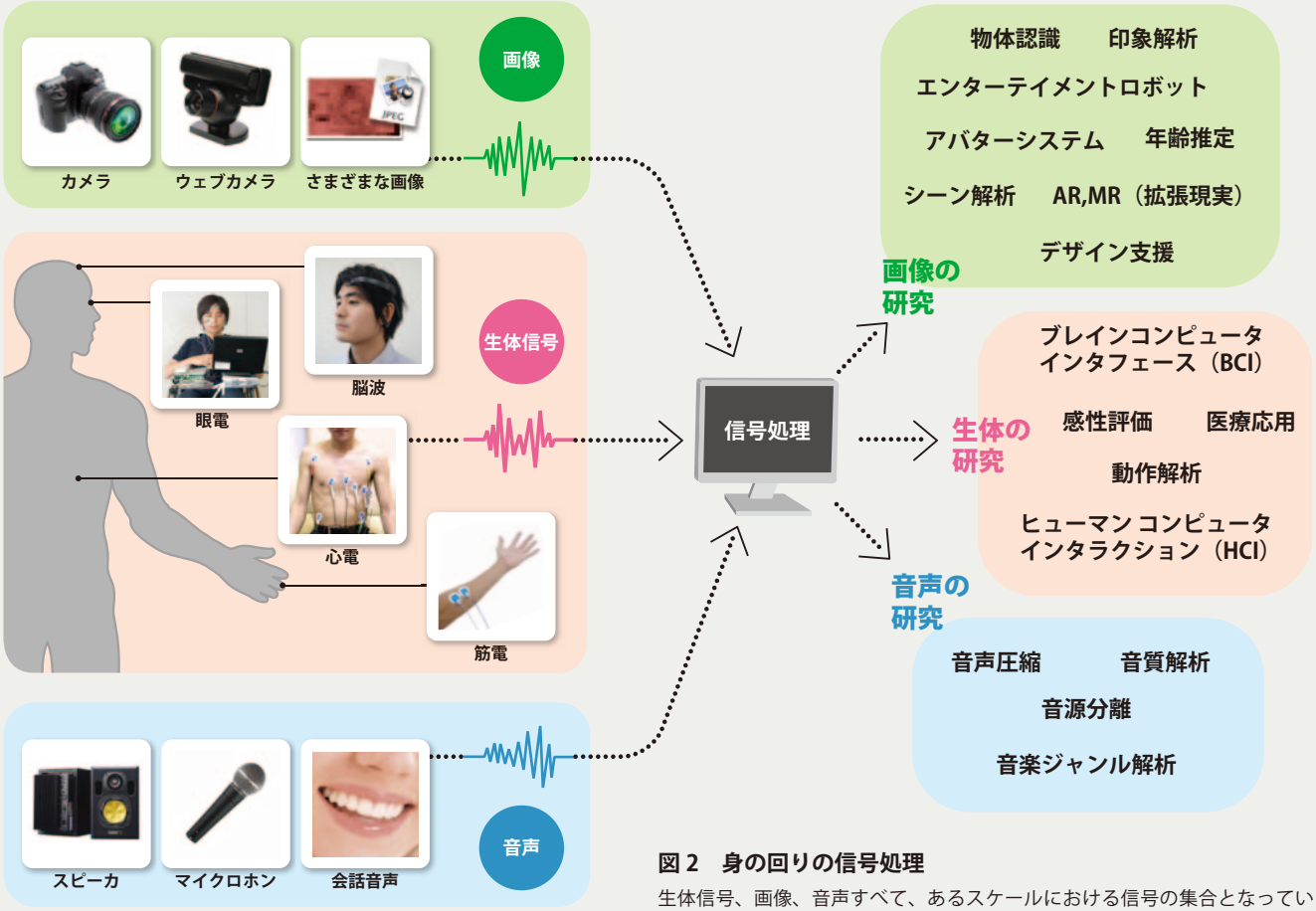

図 2　身の回りの信号処理

生体信号、画像、音声すべて、あるスケールにおける信号の集合となっている。これらの信号から特徴をとらえ、パターンを分類し、意味付けをしていく。一般に生体だとマイクロボルトからミリボルトの電圧値、画像だと 0-255 の RGB 値、音声だと 20Hz-20kHz あたりのスケールの信号を扱っている。これらを信号解析する研究は、身の回りのさまざまな製品と深く関わっている。

出すことは非常に難しく、現在出回っている簡易な装置では筋電がほとんど除去されていない状態です。ノイズを除去しないと使えないため、私たちは信号処理により、瞬時にノイズを除去して、厳密な処理を可能にしているのです」。

そもそも満倉さんはプラントや装置などの挙動を定式化する研究に長年携わってきた。波形を見て定式化するなかで培われた経験が、今回のシステムの開発に大いに生かされることになったという。

「このシステムをつくるきっかけになったのは、ある ALS（筋委縮性側索硬化症）の患者さんとの出会いでした。ALS が進行すると、患者さんはやがて眼球の動きだけでしか外界とコミュニケーションがとれなくなってしまいます。私たちの脳波計測システムを使って患者さんが Yes ／ No を示すことができたとき、ご家族がたいへん喜ばれたのを見て、研究を加速させなければと思いました。今後は、さらに簡便な装置にして、思ったことをそのまま文字にするシステムの開発を目指しています」。

図 3　オンラインアバターシステムで あなたも瞬時に人気キャラクターに

身近で安価なカメラ（図はプレステ用カメラ）と PC さえあれば、顔の動きと表情を瞬時に解析し、アバターで表現できる。

人の顔の動きに瞬時に追従するアバターシステム

もうひとつ、信号処理技術を用いたシステムに、満倉さんの研究室で開発したアバターシステムがある。これは、PC に取り付けた web カメラで人の顔の動きを認識し、PC 画面上のアバターが、その人の顔の動きにリアルタイムに追従するものだ。

「顔の動きや表情を 0.1 秒以内で追跡しようと始めた研究ですが、瞬時に反応させるために、追跡点を目の両端や口の両端など数点程度に絞って計算速度を速めた点がポイントです」という。

このアバターシステムに初音ミクを登用し、動画サイトの YouTube 上にアップしたところ 300 万件を超えるアクセスがあり、現在、アニメやイベント、CM 制作会社など、さまざまな企業からの引き合いが来ているそうだ。

「そのほかにも、口笛で PC 画面をスクロールする技術や筋電を利用して車椅子を動かす技術など、さまざまなシステムを手掛けています」。

いずれも、そのベースには信号処理技術がある。今後も信号処理技術を武器に、社会に貢献できるシステムを開発していきたいと、満倉さんは力強く語った。

（取材・構成　田井中 麻都佳）