

論文の内容の要旨

論文題目 Sensing technology for gesture inputs on ordinary physical objects

(実物体上でのジェスチャ入力を実現するセンシング技術に関する研究)

氏名 佐藤 宗彦

本研究では、物体の電気的な周波数特性を利用する新たなセンシング手法により、身の回りの既存のオブジェクト上でのタッチジェスチャ入力を実現することを目的とした。

我々と情報技術の関わりについて、現在そのインタフェース技術において大きな転換期に差し掛かっている。日常生活における情報技術の利用は完全に一般化し、我々は日常的にプロジェクターにより室内外に常に情報を投影したり、スマートフォンやタブレット端末を身体の延長である「外部脳」の様に利用したりするなどに至っている。ここで、ユーザから情報機器へ渡される情報は、キーボードや音声認識による文字情報入力、マウスやタッチパネルによるポインティングが長く用いられてきた。近年では加速度センサや光学式モーションキャプチャシステムが一般にも使われ始めている。これらの入力インタフェースでは、ユーザがセンサ機器を身につけて動作を行ったり、カメラの前で腕を振ったりといったジェスチャを認識し、入力手段とする。これらジェスチャ認識技術は、特殊なセンサを埋め込んだデバイスや空間を新たに製造・建設する必要があり、ユーザによる入力はそれらの特殊なデバイス上やカメラ視野内の空間に限定される。しかし、このようなジェスチャによる入力方式を人々の生活の様々な場でより自然に利用するためには、建築物そのものや、生活空間に配置される家具、さらにはユーザの身体自体を情報へのインタフェースとして使える必要がある。そこで、本研究では、このような建築物や日用品更には身体自体を入力インタフェースへと変化させるセンシング及びジェスチャ認識技術を実現することを目標とした。

しかし、この実現には大きく二つの問題を克服する必要がある。第一に、生活空間・建築空間・身体は、非常にパーソナルであり多くのバリエーションがあるため、これらバリエーションに対応可能なインタフェース技術を開発する必要がある。今日、ほとんどのものが大量生産で作られており、特にスマートフォンやタブレットなどの情報機器においては、一部のメーカーのごく限定されたモデルが非常に大きなマーケットシェアを占める傾向が強い。このような現代においてもなお、建築や居住空間はほぼカスタムメイドで作られている。居住空間で用いられる椅子やテーブルと言った家具や、食器のような日用品も、それぞれの趣向にそったものを自由に得、自分だけの生活空間を作り出せるということは人々の生の豊かさに不可欠なものである。そのため、このような非常にパーソナルな空間・バリエーションに富んだ空間でも利用可能なジェスチャ認識技術が求められている。

第二に、これら情報技術と生活空間・建築空間・身体の寿命の違いがある。

ジェスチャ入力などが建築空間などで用いられ初めている現在、それらの寿命や更新サイクルの違いによる問題が生じている。建築空間や我々の身体は、数十年から数百年単位で利用される一方、情報技術の更新の頻度は数年から場合によっては一年以下である。情報技術の更新の旅に、既存の建築物や家具等を全てスクラップして入れ替えるのは現実的な回ではない。そのため、今後さらに情報技術が我々の生活空間・建築空間に深く浸透するためには、容易にアップグレード可能なセンシング技術が求められている。

本研究では、このような背景のもとに、導電性を持つほぼすべての物体上でのジェスチャ入力を実現する、センシング手法を提案・開発した。これは、物体や人体組織がそれぞれユニークな電氣的な周波数特性を持つ事を利用し、幅広い複数の周波数で静電容量を計測することでユーザがどのように物体に触れているかをジェスチャとして認識する技術である。本技術(SFCS: Swept Frequency Capacitive Sensing)では、開発した小型センシング基板(36mm x 36mm)からただ一つの電極を既存の家具などの物体に取り付けるだけで、その物体上でのタッチジェスチャを識別することが出来る。具体的には、1KHz から 3.5MHz の 200 の異なる周波数での物体の静電容量を計測する。その物体がユーザの身体の一部でどのように触れられているかにより、各周波数における静電容量のカーブ(静電容量プロファイル)がそれぞれの触れられ方に対して特徴的に変化する。ここで得られた静電容量プロファイルを機械学習で分類することで、ジェスチャの認識を行う。

本論文では、既存のドアノブ・モバイル情報端末・ユーザの身体・水・テーブルの 5 種類の様々な物体・利用シーン・条件において、5~7 種類のタッチジェスチャを識別する実験を行い、いずれにおいても 95~99%の精度での認識が可能であることを確認した。これにより、アップグレードが容易かつ、バリエーションに富んだ実物体をジェスチャ入力のインタフェースとする事が出来るセンシング技術であることを示した。