



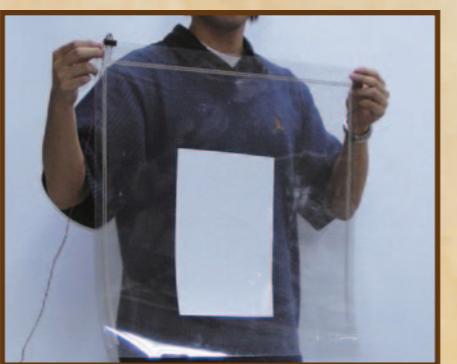
パソコンが我々に伝えてくれる情報は視覚・聴覚で感じるものだと誰もが当たり前に思っているかもしれない。しかし、新たな可能性として、そこに触覚を加えられるとしたらどうだろうか？山本先生の研究のキーワードは「静電気」である。

新しい情報出力デバイスの模索

最近普及しているタッチパネルなどは、触ることで人が直観的にコンピュータへ入力することができる情報機器です。しかし、コンピュータから人に対しての出力はどうでしょうか？人に対して“触る”ことで何かを感じさせるという機器は普及していません。これは、入力と出力で必要とされる機器が違うからです。タッチ操作のような入力は人の動きを検知する既存のセンサを組み合わせることで実現出来ますが、触感を人に感じさせるためには、新たなアクチュエータを開発する必要があります。アクチュエータとは、電気的に制御し動かすことできる駆動装置のことです。センサは薄く作ることができるので、タッチパネルなどのように、携帯電話のような小型の機器にも実装することができます。一方で、アクチュエータは小型化が難しいため、バイオレータ用の小型モータ程度のものしか情報機器に実装されていないというのが現状です。その問題に対して、当研究室では、静電気力を用いたアクチュエータを開発することで取り組んでいます。静電アクチュエータの大きな特徴は非常に薄く作れて、様々な動作を実現できることにあります。

静電アクチュエータとは

具体例を挙げてみましょう。おおよそ60cm四方、厚みは1mm以下、手に持てるサイズのとある透明なフィルムの上に紙をおき、そのフィルムに電圧をかけると、ひとりでに紙が動き出します。なぜ



透明フィルムモータ
一見ただの透明なフィルムだが、中に電極が多数埋め込まれており、電圧をかけると紙が動き出す

紙は動くのでしょうか。このフィルムには多数の電極が埋め込まれており、電圧をかけると上にのせた紙に電流を流すことが出来ます。すると、紙の表面には電極の電圧に応じた電荷が誘導されます。ここで、電極に与える電圧を高速に切り替え電圧のパターンが高速に横に動くようにしておくと、紙の表面に誘導される電荷に遅れが生じます。この時、紙は電圧パターンの動きに追従するように、静止電荷間に働く力、つまり静電気力によって駆動されます。一方、フィルムの上にのせるもの自体に電極を形成することで、紙よりさらに重いものを動かすことが出来るようより強い力を發揮することが出来ます。このフィルムは、電極材料でありながら透明で、薄く、曲げて使うことができます。透明ということは、例えばディスプレイの上に重ねて活用することも可能であるということです。このフィルムを情報機器に組み込むことで革新的な情報出力デバイスを作ることが出来ないかと研究しています。

静電気が導くコンピュータとの新しい付き合い方

いくつか、具体的なイメージを挙げていきましょう。最近では、水平におかれた大型ディスプレイ上でタッチやジェスチャーによってコンピュータを操作する技術が盛んに研究されています。そうした大型のディスプレイの上にこのフィルムを貼ります。そして、コンピュータ相手にトランプをしてみるとしましょう。現在のコンピュータゲームにおいてカードはもちろんディスプレイ内の絵として表現されているにすぎませんが、このディスプレイでプレイされるカードは実物です。対戦相手であるコンピュータもディスプレイにおかれた実物のカードを自分で動かすことができるからです。つまり、コンピュータ相手に本物のトランプを用いてゲームをすることが出来ます。また、このディスプレイを用いて多人数でディスカッションするとしましょう。そこでは、実体のあるものとコンピュータの情報を結び付け、人とコンピュータ両方が物体を操作することができます。このように、ディスプレイ上で様々な物体を自在に動かすことで、実際に触れることのできる物体を介し、コンピュータとの様々な形でのインタラクションを可能にします。

静電気による力の感覚の表現

さらに、より強い力を出せるように静電気のアクチュエータを構成することで、画面の中で操作した物体からの力を人に感じさせることができます。例えば、ゲームセンターで目にするエアホッケーをパソコンでやることを想像してみてください。ここでは、プレイヤーの使うラケットだけが本物であるとします。今の技術をもってすれば、プレイヤーがディスプレイ上で操作するラケットの動きをセンサによって検出し、その動きに



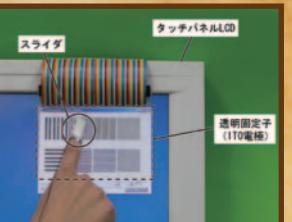
山本 晃生 淄教授

所属/東京大学大学院工学系研究科精密工学専攻 博士(工学)
2000年 東京大学工学系研究科精密機械工学専攻 講師
2005年 同 助教授
2007年より現職

応じて飛んできた円盤を画面内で打ち返すことは実現できます。しかし、今ひとつ臨場感にかけます。ラケットに円盤があたった時のカツンという感じや、フィールドの壁があったらそこにはラケットが進むことが出来ないといった、現実のエアホッケーなら当たり前の事象、それをディスプレイから力のフィードバックとしてラケットに与えてあげることができれば、プレイヤーはよりリアルなエアホッkeeを感じることができるでしょう。

静電気が触感まで表現する

今まで述べてきた静電アクチュエータの技術の延長上に、ものを触った感触を表現しようという研究も行っています。一例をあげてみましょう。指をアルミのフィルム越しに電極の上に置きます。そして、アルミのフィルムと一緒に電極をなぞっていきます。その間、電極に様々な電圧のパターンをかけておきます。すると、指の表面に微細な振動を起こすことができます。その時、まるで何かザラザラしたものになぞったかのような感触を体験することができます。実は、人はザラザラしたものを指で感じる時、その指におこる微細な振動によって判断しています。それを、アクチュエータを用いて擬似的に表現することで、あたかも実際に触ったかのような感覚を人に与えることが出来ます。その他にも、もののやわらかさ、粘着感、温度感などといった触覚・力の感覚を人がどのように体験するのか検証し、その状況を人の皮膚に再現することができれば、様々な触力感体験を演出することができるでしょう。こういった、触力感出力装置を前述のディスプレイとさらに組み合わせることで、今では想像もつかないような画期的な情報機器が近い将来生まれていくと思います。



触感ディスプレイ
表示された電極のパターンに応じたザラザラ感が指表面に表現される



粘着感を表現する装置
表面に多数の穴があいており、真空ポンプによって吸気されている
その空気の引き具合をうまく調整する
と、上においた指をはがす時、まるで
粘ついたものから指をはがす感触を受ける
このように、多様な触感を再現する
ために、静電気力以外にも様々な力を
利用しながら装置の開発を進めている。



AKIO YAMAMOTO