

マルチタッチインタフェースの認知モデルと教育利用

永野 直*, 林 秀彦**

近年、一部のコンピュータや携帯型音楽プレイヤーで実装されているマルチタッチインタフェースは、人間の直観的な動作によって ICT 機器を操作できる可能性を持つ。このマルチタッチインタフェースを教育分野で利用する際の有意性を明らかにするため、その特徴や利点、マウスやタッチタブレットなど従来のインタフェースとの相違点、授業での有益な利用法などについて、物理的側面と認知的側面から考察した。

[キーワード： ユーザインタフェース、マルチタッチ、タッチパネル]

1. はじめに

近年ゲーム機器、カーナビゲーション、携帯型音楽プレイヤー等の電化製品、ATM や券売機等の操作端末でタッチパネル化が進んでいる。

さらに、2007年9月に発売されたアップル社の iPod touch により、複数の指による操作（マルチタッチ）が、タッチパネルの操作感を一新させた。今までのタッチパネルのように1点のタッチ認識ではなく、左右の指で広げるようなジェスチャーで画像を拡大させるなど、複数のタッチ検出点を用いて、人間の直観に近い操作が可能となった。このマルチタッチはアップル社のコンピュータでも既に採用されている。またマイクロソフト社の次期 OS(Windows7)でも採用されることが決定しており、個人向け製品での普及が急速に進むと考えられる。

一方、授業で使えるような複数で大画面を共有する製品はまだ少ないうえに非常に高価である。そのため、教育現場に普及させるには、かなりの予算と時間が必要になることが現状の課題として挙げられる。これらの課題の解決の1つとして、我々は学校教員が容易に低コストで製作できることを念頭においたマルチタッチパネルを試作した。

本稿では、これらのマルチタッチパネルを効果的に学校教育へ導入することを目的として、その認知モデルの考察と、学校教育での活用場面について述べる。

2. インタフェースの認知モデル

インタフェースのモデルには、様々なものがこれまでに提案されている。ノーマンやラスムッセンのモデルが挙げられるが、どちらもコンピュータなどの複雑な機器を操作する際、目的を達成するまでには、目の

前に現れた現象に対し、一度解釈を行ってから行動に移すという過程が必要とされている[2][3]。たとえば、ノーマンのモデルでは、まずユーザ側からの入力・選択・実行を機械側に伝え、機械側がそれを受け取り、処理結果がディスプレイに表示され、その内容をユーザが解釈・評価するという過程となる。この一連の過程の中には、ユーザの入力を機械に伝える際に存在する「実行の淵」と、機械側が表示した結果に対して人間がどのように評価するかという、「評価の淵」が存在する（図1）。このように、従来のインタフェースは、2つのギャップ（淵）を埋めようと、実行と評価の別々の観点からそれぞれ発達してきた。

それに対し、入力・出力の方法及び、操作方法が従来のシステムとは異なるマルチタッチインタフェースは、2つの淵を意識せず、より人間とシステムの淵を感じないシステムだと考える。

マルチタッチインタフェースのモデルは、ノーマンのモデルと比較すると図1のように対応する。なぜこの淵の2面性がないのかについては、3節以降に記す。

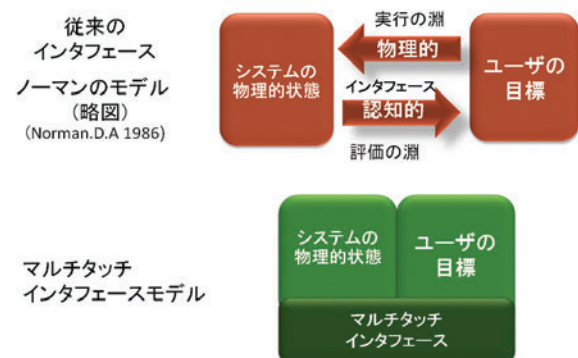


図1 インタフェースモデルの比較

* 鳴門教育大学 大学院（修士課程）教科・領域教育専攻 生活・健康系コース（技術・工業・情報）

** 鳴門教育大学 大学院 自然・生活系教育部

3. タッチインタフェースの種類

入力デバイスにはキーボードやマウスなど様々な機器が使われるが、指や電子ペンを用いて操作を行うものをタッチインタフェースと呼び、その表示方法や操作方法によっていくつかに分類することができる。

まず、タッチする場所と表示される場所についての分類がある。タッチパッド、タッチタブレットといわれるものは、触れる場所と表示される場所が異なるものである。例えばノート型コンピュータのパッドや外付けペンタブレットなどがこれにあたる。

それに対し、タッチスクリーンとは、タッチと表示が同じ場所のものを指し、タッチ認識可能なプラズマディスプレイや、画面を指やペンで操作できるコンピュータディスプレイがこれにあたる。ノート型パソコンではこのような製品はタブレットPCと一般的に呼ばれているが、インタフェースの観点からいえば、タッチスクリーンPCと呼ぶのが相当といえる。

次に操作方法における分類である。タッチインタフェースの操作方法に関する観点から分類すると、操作のために指やペンで触れたタッチ部分を1つ認識するものがシングルタッチ、2つ以上のタッチ点を認識できるマルチタッチとに分けられる(図2)。

以上のように、ハードウェアとしてタッチパッド(タブレット)、タッチスクリーンがあり、操作方法ではシングルタッチとマルチタッチがある。これまでタッチインタフェースを搭載した製品でも、それぞれのハードウェアと操作法の組み合わせが存在する。しかし、このうち、タッチパッドおよびシングルタッチは、マウスなどと同じ操作を指で行うだけであり、従来のインタフェースの代替としての意味しか持たず、特に認知工学的に見ても、独自の優位性はないと考える。

次節で述べるように、タッチインタフェースのうち、タッチスクリーンでマルチタッチの組み合わせであることが、従来のインタフェースとの差異をもたらし、独自の効果を上げることができると考えている。

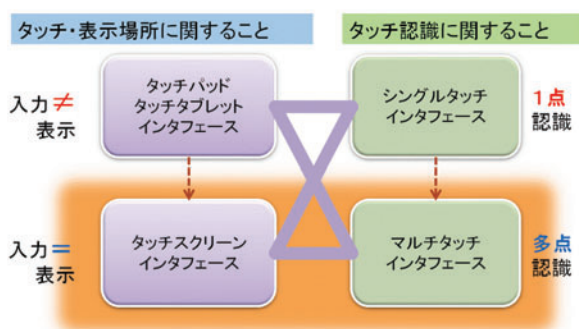


図2 タッチインタフェースの種類

4. マルチタッチの教育利用

4.1 マルチタッチスクリーンの利点

従来のインタフェースに対するマルチタッチスクリーンの優位性について、2つの側面から説明する。1つめは、入出力という「実行の淵」についての優位性、2つめは操作によって得られる結果が人間にどのように評価されるかという「評価の淵」に関する優位性である。

まず、入出力に関する優位性について記す。今までのシステムでは、まず人間の目的があり、キーボードやマウスなどの入力デバイスに向けて操作を行う。その入力に対してソフトウェアが処理をし、結果はディスプレイ上に現れる。つまり、目的に対する操作と結果が表示される場所が異なる。

これはマウスやキーボードだけでなく、タッチインタフェースであるタッチパッドやタブレットについても同様である。

それに対し、タッチスクリーンは、入力箇所と表示箇所が同じであり、操作したい場所をそのまま手で触れて入力を行う。入力と出力場所の同一性により、今までのシステムに比べ、入力時の行動と実行のギャップが少なくなると考えられる。

例えば、マウスやタッチタブレットなどの操作では、手を動かす場所、と表示される距離、手の動かす大きさと表示上の動きの大きさが異なるため、人間は、画面での動きを見ながら手の動きを調節しており、システムに人間が動きを合わせているといえる。

それに対し、タッチスクリーンでは、手の動きとともに操作面での動きも同調しており、人間の意志がそのまま表示に反映される。人間は動きの変換作業に意識を奪われることなく、動かす目的が結果に直結しているといえる(図3)。

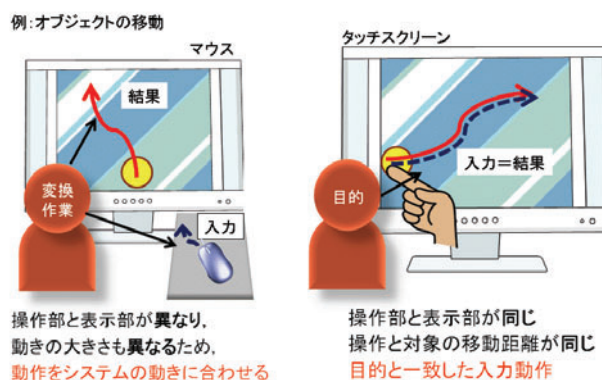


図3 視覚と動作の同一性

また、生体情報システム論のモデルに当てはめると次のように説明できると考える。

今までのシステムでは、目的に対し、視覚情報から脳の処理が行われて運動を行うが、一度の行動では目的を達することが出来ないため、再度視覚情報に戻り、また動きが調節される[4]。つまり何度か感覚器と効果器の処理が中枢神経を介してループを繰り返すことで一つの操作が完了する。それに対し、タッチスクリーンでは、効果器で行われる行動が感覚器で捉えられる情報と一致しているため、ループする回数が少ないと考えられる(図4)。

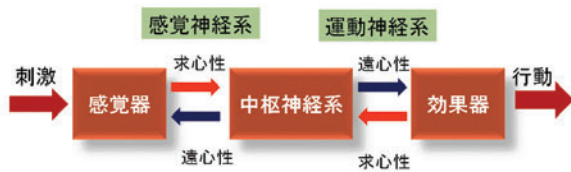


図4 生体情報処理モデル

次に、タスクに対する人間の評価に関する利点について記す。

たとえば、図形を回転させようとしたとき、従来のインターフェースではメニューをたどり、クリック、ドラッグを繰り返すことで操作を行う。それに対し、マルチタッチの場合は、回転させたい対象を2本の指で押さえ、回転動作を行うことによって実現する。

従来のインターフェースでは、物を回転させる人間の行動と、実際の動作が大きく異なるが、マルチタッチでの操作は、人間の目的に対する自然な動作に近く、より認知的なギャップが少ないと考えられる。

つまり、タッチスクリーンによる操作と表示の同一性と、マルチタッチによる目的と動作の同一性、その両者を備えたマルチタッチスクリーンインターフェースは、人間の心理的世界に近く、意図をシステムに伝えやすいといえ、人間とコンピュータの対話性に優れていると考えられる。

インターフェースはコンピュータを人間が扱いやすくするために、発達を繰り返してきた。それらインターフェースの変化と、実行の淵、評価の淵の変化がどのように関連しているかをモデルに表した(図5)。

紙テープなどからマウスなどへ発達してきたことによって、実行の淵は次第に小さくなり、タッチスクリーンの登場によって、入力と出力の物理的なギャップはほとんどなくなったといえる。しかし、タッチスクリーンであっても、操作そのものはマウスの代替でしかなく、人間の動作とはかけ離れていたため、まだ認知的なギャップは存在していた。

その後マルチタッチの登場によって、評価の淵に対するギャップもほとんどなくなり、現時点では、もっとも物理的、認知的な溝が少ないインターフェースであると考えている。

しかし、今までのインターフェースがマルチタッチに劣っているというわけではない。タッチスクリーンではクリック感などのフィードバックがないことが多く、連続的に文字入力を行う際に、ミスタッチに気が付きにくいという特性がある。この点についても様々な研究が行われてはいるが、まだ製品として実現されておらず、文書作成などについては、今までのキーボードでの入力が最も効率的であると思われる。

マルチタッチスクリーンが今までのインターフェースにとってかわるということではなく、目的に応じてインターフェースを選択することが重要であり、マルチタッチスクリーンというインターフェースが新たに選択肢に加わったと考えるべきである。

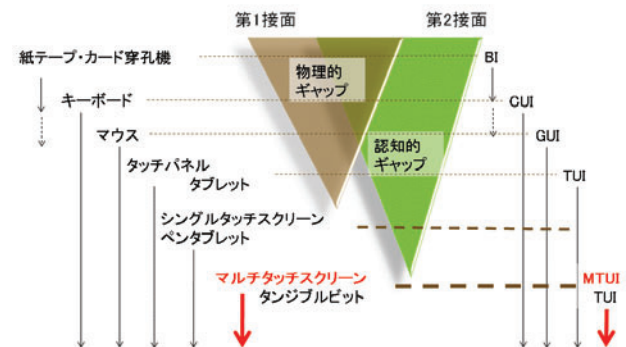


図5 インターフェースの変化とギャップの大きさ

つまり、マルチタッチにはマルチタッチに向けた利用法があるということであり、マウスやキーボードで行うべきタスクをマルチタッチスクリーンで行えば効果が得られるということではない。

マルチタッチインターフェースで効果が得られるのは、操作と評価のギャップが少ない場面である。つまり人間の動きがタスクとなるものであり、紙に出力するレポート作成などという用途でなく、画面の中で完結するものである。たとえば分類したり整理したり、動かしたり、直接書き込んだりすることに効果が挙げられると考えている。

また、操作方法や手の動きに意識が奪われないので、コンテンツ内容や作業目的に集中でき、その結果、複数人が協力しながら一つのコンテンツにかかわることができる。以上の理由によって、誰かが操作している画面を見るのではなく、操作している人々に直接メリットがあると考えている。

4.2 教育利用

このマルチタッチインタフェースを教育現場で活用する場合、文字入力などではなく、デジタル教材の提示装置として扱う際には、受け取る情報は特に今までのインタフェースと変わらないので、従来の機器を利用した場合と同様の効果がある。

それに加え、マルチタッチ独自の利点を考えると、第1に、拡大、縮小、移動、手書きによる文字入力などの自然な操作によって、教材提示や、説明がしやすいという利点があると考えられる。

第2に、複数の児童生徒が一つのコンテンツに同時に操作を行うことが可能となる。従来ではグループ学習でコンピュータを使う場合、共同作業をしているようには見えても、操作する人間は1人であったため、グループの人の意見を代理して代表者が操作を行ったり、その都度交代する必要があった。マルチタッチであれば、一つのインタフェースに複数の人がかかわることによって、より主体的に作業を行うことができる。これにより、KJ法やブレインストーミングなどのグループ学習を主体的に行うことができ、かつ共同作業の意識が高まると考えられる[1]。

WYSIWYG(What You See Is What You Get)という考え方があがるが、マルチタッチでは、WYSIWIS(What You See Is What I See),つまり画面・コンテンツ共有という概念が実現できる(図6)。

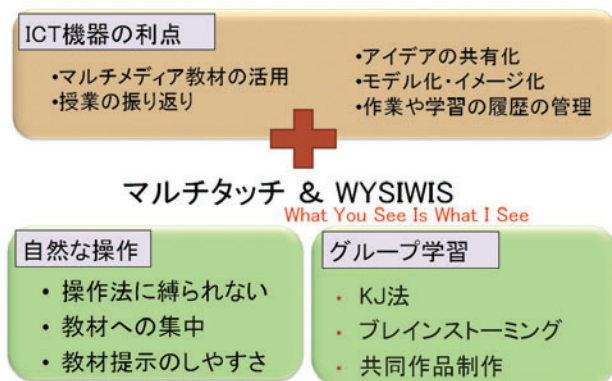


図6 マルチタッチの教育利用

4.3 教育利用への課題

これまでに記したようにマルチタッチは教育利用への可能性を秘めているが、実際に学校現場に導入するにはいくつかの課題がある。

一つはコストであり、マルチタッチスクリーンインタフェースを持つシステムはまだほとんど製品化されておらず、特に大画面の製品はごくわずかで、数百万円という価格のものしか存在していない。

また、何に使うか、どんな効果があるのかがまだ明確

になっていないという課題もある。

本研究では、マルチタッチを自作することにより、学校現場へ安価にマルチタッチスクリーンシステムを導入することを目的とし、マルチタッチが学校に普及することで、新たな授業モデルが開発できると考える(図7)。

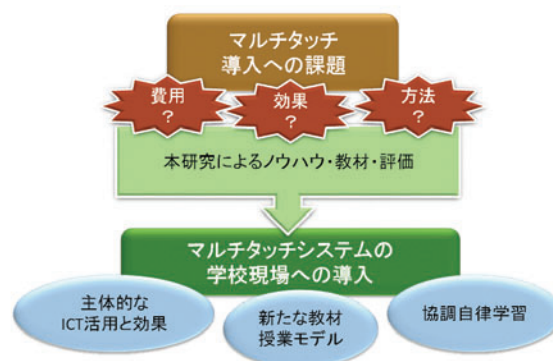


図7 導入への課題と解決

4.4 マルチタッチインタフェースの製作

マルチタッチシステムを自作することには3つの利点がある。先ほども述べたように、第1にコストを抑えることで現場への導入がしやすくなることである。サイズにもよるが、液晶ディスプレイとコンピュータを除けば、3万円以下でマルチタッチシステムを作成することが可能である。第2に、普通教室や特別教室などの場所、使用目的など、学校現場の条件に合わせたサイズ、デザイン設計が可能である。

第3に、自作することによって、動作の原理がわかり、最適な操作法、活用法を理解することができるという利点もある。

どのように動くかを知っているほうが、より効果的な活用ができるというのは、情報教育の目的でもある「情報の科学的な理解」にもつながる。教員は生徒へ操作や活用のアドバイスを適切に行うことができるし、高等学校教科情報の授業などで、生徒が実際に作ってみるといった実習も考えられる。

5. まとめ

本稿では、マルチタッチインタフェースを学校教育で活用していくことに先駆けて、マルチタッチインタフェースの認知モデルについて整理し、教育利用した際の効果について考察した。現在のコンピュータやICT機器は子どもや初心者にとって扱いやすいものとはいえず、自分の意思が結果に反映しにくいのではないだろうか。今後、機械と人間の対話性に優れたマルチタッチインタフェースは自然な動作が可能であるため、学

校教育での活用が進むものと考えられる。本研究は、その際の導入の一助になると考える。

今後は、現在作成している教員が自作可能なマルチタッチインタフェースについて研究開発を進めていく予定である。

参考文献

- [1] 永野直, 野村林太郎, 藤村裕一, 林秀彦:赤外線を用いたマルチタッチシステムの製作 —教育現場への活用と普及に向けて, 日本教育工学会研究報告集, 日本教育工学会, JSET09-1, pp.149-156, 2009.
- [2] D. A. Norman, 野島久雄訳:誰のためのデザイン?, 新曜社, 1990.
- [3] 海保博之, 原田悦子, 黒須正明:認知的インタフェース, 新曜社, 1991.
- [4] 福田忠彦:生体情報システム論, 産業図書, 1993.