

早稲田大学審査学位論文  
博士（人間科学）  
概要書

タッチパネルの表面性状と感知領域が  
操作性に及ぼす影響

Influences of Surface Property and Sensitive Area on  
Operability of Touch-Sensitive Screens

2014年1月

早稲田大学大学院 人間科学研究科

西村 崇宏

NISHIMURA, Takahiro

研究指導教員： 藤本 浩志 教授

タッチパネルは、スマートフォンや PMP などの携帯端末、タブレット PC、ATM、駅の券売機、製造現場の FA モニタ、車載モニタ、電子黒板、医療モニタ、POS レジスタなど、多岐の分野にわたって様々なデバイスに搭載されており、我々の生活になくてはならない入力インタフェースとして位置づけられている。こうしたタッチパネルの市場は年々飛躍的な成長をみせており、2011 年には出荷枚数で約 11 億枚、出荷金額では約 1 兆円に達する市場規模となっている。この需要増加は今後も継続していくことが予想されており、関連技術の研究開発などが盛んに行われている。しかし一方で、ユーザインタフェースとしてのタッチパネルについて、その操作性に関する課題も指摘されている。それは、タッチパネルのハードウェア及びソフトウェアのデザイナーが設計の際に参考とすべきヒトの操作特性に関する基礎的知見が不十分であるが故に、ユーザに対して設計上の配慮が十分になされていないデザインが多く存在するといった問題である。具体的には、デジタル教科書として教育分野での活用が注目を浴びているタブレット端末において、ディスプレイの表面性状による指先の滑り易さの違いが操作性に及ぼす影響が明らかになっていないといった問題が挙げられる。また、搭載デバイス別の市場で最も高いシェアを占める携帯端末において、ある広がりをもった指先の接触面で操作するが故に自身の意図した位置をポインティングすることが困難であり、ミスタップが頻発するといった問題も依然として存在している。

そこで本研究では、タッチパネルの操作性向上に向けて、ヒトの操作特性に関する基礎的知見を得ることを目的とした。具体的には、タッチパネル市場を牽引するタブレット端末と携帯端末の各デバイスについて、“ディスプレイの表面性状”と“タッチ感知領域”にそれぞれ着目し、各因子と操作性の関係を明らかにするための評価実験を実施した。

本論文の第 1 章では、序論として、本研究の背景と目的、タッチパネルの操作性に関する基礎的知見、本論文の構成について述べた。

第 2 章では、デジタル教科書として教育分野での活用が期待されているタブレット端末について、ディスプレイの表面性状による指先の滑り易さの違いが操作性に及ぼす影響を評価した。本実験では、指先の滑り易さが異なるディスプレイ表面を再現するために、まず指先の滑り易さが主観的に異なるフィルムを選定した。次に、指先の滑り易さを算術平均粗さ及び動摩擦係数により定量的に評価した。そして、選定したフィルムを用いてタブレット端末の操作性評価実験を行うことで、ディスプレイ表面の指先の滑り易さの違いが操作性に及ぼす影響を調べた。その結果、フィルム表面の算術平均粗さが大きいほど動摩擦係数は小さくなり、反射防止性能をもつアンチグレアフィルムの動摩擦係数は、耐擦傷性能をもつハードコートフィルムのおよそ 3 分の 1 であることがわかった。さらに、曲線をトレースする操作では適切な範囲の摩擦抵抗を表面に施すことによって操作の正確性が向上し、斜線や直線をトレースする操作や指先の止め・方向転換を伴う操作では表面の摩擦抵抗を大きくすること

で操作の正確性は向上することが明らかとなった。本実験で得られた知見は、タッチパネルディスプレイやディスプレイ保護フィルムの表面設計に際して参考になるとともに、指先の滑り易さに配慮したソフトウェアの設計指針を示すものであると考える。

第3章では、搭載デバイス別の市場シェアで最も高い割合を占める携帯端末について、GUIの設計指針に供する操作特性の基礎的知見を得ることを目指し、ポインティング特性を明らかにすることを目的として実験を行った。本実験では、携帯端末の操作方法に着目し、片手操作と両手操作の双方におけるポインティング位置の分布、ポインティング精度、ポインティング時間の各指標を調べた。その結果、いずれの操作方法においても、ディスプレイ上の表示位置によってターゲットに対するポインティング位置の分布傾向は異なることが明らかになった。また、片手操作では、母指手根中手関節を基点とした円弧状の領域において、ポインティングの精度及び速さは向上することがわかった。そして、両手操作では、ディスプレイ上の表示位置によるポインティング精度の違いはみられないが、指の初期位置から遠い距離にあるターゲットに対して、ポインティング時間は長くなることがわかった。さらに、実験によって得られたポインティング位置の分布が楕円で近似的に表されることを示し、楕円によるタッチ感知領域の設計手法を検討した。その結果、楕円のタッチ感知領域では、特定の方向にポインティング位置の分布が偏るような特徴をもつターゲットに対して、市販製品などで一般的に使用されている正方形による設計手法よりも効率的にタッチ感知領域を設計できる可能性が示唆された。

第4章では、結論として、第2章と第3章で得られた研究成果を統括し、本研究によって得られた知見と意義についてまとめるとともに、今後の展望を述べた。

以上で述べたように、本研究は入力インタフェースとして我々の生活のあらゆる場面で活用されているタッチパネルに関して、ユーザがより正確かつ効率的に操作できるインタフェースとして利用できるよう、端末やソフトウェアの設計時に参考となるヒトの操作特性に関する基礎的知見を示したものである。近年、タッチパネルは、個人が使用する情報端末への搭載のみならず、駅の券売機や銀行のATMなどの公共情報端末、産業現場で使用されるFAモニタ、教育現場で本格的な導入が検討されているデジタル教科書や電子黒板、医療現場で用いられる電子カルテや医療モニタといった様々なデバイスへの搭載が急速に進んでいる。これらタッチパネルの操作性向上を指向した本研究は、入力インタフェースとしてタッチパネルを使用する際のエラーを減少させ、操作の効率性を向上させるための設計指針を示すことができた点において、社会的にも非常に意義のあるものだと考える。

本研究で得た知見が、タッチパネルのハードウェア及びソフトウェアの設計に関わるデザイナーに活用され、ヒトの操作特性に配慮したデザインが施されることで、タッチパネルの操作性向上につながることを期待したい。