

平成 27 年 5 月 22 日現在

機関番号：35413

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24603035

研究課題名(和文)直感的インタフェースデザインとその評価

研究課題名(英文)Intuitive interface design and its evaluation

研究代表者

井上 勝雄 (INOUE, Katsuo)

広島国際大学・心理科学部・教授

研究者番号：00352021

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：直感的なインタフェースデザインを解明するために行った各種の調査や心理実験の結果を踏まえて、直感的インタフェースデザインは、UCDの考え方が基本にあることが明らかになった。それはユーザーの認知的、意味的理解、身体的な負荷の最小化、すなわち認知対象や操作回数およびそれらに要する時間の最小化である。それらをどのように具体化するかについて、10原則の指針の提案を行った。一方、直感的なインタフェースデザインの評価を可能にするシステムを開発した。それには研究者らが提案する操作履歴データを階層的グラフ化して解析する手法を用いた。

研究成果の概要(英文)：Based on the results of the various surveys and psychological experiments in order to elucidate the intuitive interface design, it revealed that the basis of intuitive interface design is the concept of UCD. It means the minimization of cognitive, semantic understanding and the physical load of a user. That is, it is the minimization of cognitive subject and number of operations and the time required for them. We have proposed the 10 principles guidelines to how to embody them. On the other hand, we have developed a system to enable the evaluation of intuitive interface design. We were introduced a technique for hierarchically graph of the operation history data that we propose to the system.

研究分野：デザイン学

キーワード：ユーザインタフェース 感性情報 ソフトコンピューティング

1. 研究開始当初の背景

新しいインターネット環境でのインタフェースデザインは、従来の持ちやすさやボタンの押しやすさという物理的なインタフェースデザインから、分かり易いなどの認知的なインタフェースデザインの重要性が高くなってきた。

一方、マルチタッチ操作の「iPhone」(スマートフォン)の登場から、WebのHTML4(文章中心)に対して、動画や音楽などのマルチメディア中心のHTML5とそれによるクラウド環境への移行が加速化された。このような多機能なインタフェース環境では、従来の携帯電話、PC、家電製品などの垣根を意識させずに子供から高齢者まで誰でもが使うことが強く求められた。それを可能にするのが、認知的なインタフェースデザインの中の直感的に操作できるインタフェースデザインである。

2. 研究の目的

インフラ構築が進んでいるクラウド環境でのインタフェースデザインは、子供から高齢者まで誰でもが使うことができる必要がある。それを実現する方策として、「直感」という視点から新しいインタフェースデザインの設計論を構築する。そのためには、設計論と心理学のアプローチから、調査・実験による分析と検証評価を通じて求める設計論(定義とガイドライン化)を策定する。その際に新しいインタフェースデザインの評価手法の確立も行なう。

3. 研究の方法

直感的なインタフェースデザインを解明する方法として、IFデザイン設計論に加えて、「直感」ということから心理学の視点からのアプローチも採用した。そして、それらを検証・評価する新しい評価手法も提案する。

(1) IFデザイン設計論からのアプローチ：直感的なIFデザインに関係する事例の収集を行い、実務者へのアンケート調査やヒアリング調査を通じて、直感的なIFデザインの定義を行なう。その結果を踏まえて、直感的なIFデザインの「ヒューマンインターフェイスの原則」の制作提案を行なう。その原則を基にしたデザイン現場で活用可能なガイドライン化を行なう。

(2) 心理学からのアプローチ：

直感的インタフェースに関する研究は概念についての議論は多いものの、実験的な検証研究は非常に乏しい。数少ない実験研究では、上述した親近性の要因について検討がなされており、親近性が直感的な操作の発動に影響することが確かめられている。普段から先端情報機器に慣れている人はそうでない人より、素早く正確に機器操作が可能である。

さらに、普段自分が使用している機器に近いインタフェースをもつ機器であれば、なおさら操作性は向上したという研究を踏まえて、親近性と行動誘発性(アファードンス)を直感的操作の要因とする2要因の実験を行う。その結果の知見を上記の設計論に反映させる。

(3) 評価・検証：

スマートフォンや多機能情報端末上で、研究代表者らが提案する操作履歴データの階層的グラフ化手法を用いた、直感的なIFデザインの評価と検証が可能な評価システム構築を行う。さらに、上記の定義の行動と知覚の関係性の確認や心理実験なども適用する。

4. 研究成果

前述の研究方法を実施した結果、次の3つのアプローチからの結果を得た。

(1) インタフェースデザイン設計論からのアプローチの研究成果

各種の調査や心理実験の結果を踏まえて、直感的インタフェースデザインは、UCDの考え方が基本にあることが明らかになった。それはユーザーの認知的、意味的理解、身体的な負荷の最小化、すなわち認知対象や操作回数およびそれらに要する時間の最小化である。それらをどのように具体化(物理的に支援)するかを指針(ガイドライン)が次に提案する10原則である。

原則1. 「表示の強調と抑制」

UI要素の数をできるだけ減らすことによって、地に対する図が強調されて、シンプルで視認性が高いUIとなる。ヒックの法則によれば、平均選択反応時間は、選択肢数が少ないほど短くなる。実際、インタフェースにおいても、形、色、光、位置、動きなどの形態的要素や感覚的要素の強調、明確化などによって、見やすさや視線誘導を助け、知覚が成立するようにデザインが行われている。逆に、操作に関係ない部分を隠す表示の制約によって、図を強調することも行われている。

原則2. 「見た目シンプル」

一般的に多機能な情報端末ほどUI要素は複雑になるので、原則1を適用するのはむずかしい。そこで、複数のUI要素を体制化によって認知的に単純化するデザインが求められる。よく知られた体制化の要因として、近接の要因、類同の要因、閉合の要因、共通運命の要因などがある。たとえば、EPG(電子番組表)は、形態の体制化を利用して意味のまとまりを形成することによって、直感的な理解が直感的な操作を誘導する(図1)。



図 1. EPG (電子番組表) の画面

原則 3. 「身体動作を利用した操作」

押す、叩く、握る、踏む、体重移動、発話などの生活の中の自然な身体動作を使ったユーザー体験を NUE (Natural User Experience) と呼び、日常生活で繰り返えされた身体記憶にもとづく動作であり、意識せずに行いが遂行される。NUE を機器の操作に応用したのが NUI (Natural User Interface) である。タッチパネルと単純なタップを使った NUI は、操作意図を形成する必要がなく、直感的な操作を実現する。

原則 4. 「操作の自動化」

単純な NUE だけでは複雑な操作や正確性が必要な操作には向いてない。単純な身体操作と機器の多機能性との間には矛盾がある。そこで、単純な身体操作によって複数の操作を自動化する UI が求められる。方法として機能、生活シーンおよびルールなどを物理的 (ボタン) に置き換えたり、あるいは認知的 (名義やアイコン) に可視化したりする。名義やアイコンは現実世界との関連が深い具体的な名詞や画像を使う (原則 5 と関連する)。図 2 は、機能や撮影シーンをアイコンに置き換えたデジカメの例である。

原則 5. 「視覚的メタファの利用」

情報機器のアイコンやコンテンツなどは、現実世界を模倣した視覚的メタファにすると、形態の親近性が高く、記憶が活性化し、認知に時間がかからない。GUI は、ユーザーの見慣れたメタファを画面の中の UI に取り入れたデザインである。スキューアモルフィックデザイン (Skeuomorphic Design) では、アイコンやコンテンツを現実世界の質感、陰影、立体感、動きなどをリアルに表現する。たとえば、航空券の座席指定をするときに、端末の画面に座席のイラストが配置されていると、すぐに希望の座席を選ぶことができる。

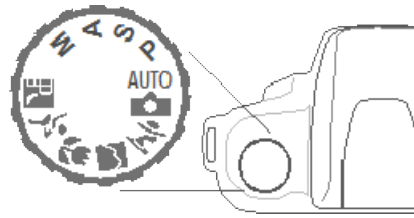


図 2. カメラの目的型インターフェース

原則 6. 「操作のメタファの利用」

ユーザーの日常生活の身体動作を画面の中の UI に取り入れると、操作の親近性が高く、身体記憶が活性化し、直感的に操作ができる。電子書籍のページめくりが、実際の本のページを指でめくるといった身体操作と似たようにデザインするとインターフェースを意識しないで操作することができる。

同様に、電子地図や写真のピンチ、ドラッグ、回転などのタッチ操作によって、現実世界において指で物を移動する速度や方向と同様に、コンテンツが指に吸い付くように移動・伸縮・回転するようにデザインする。これをフィードバックに応用すると原則 9 になる。

原則 7. 「表示と操作を対応付けるマッピング」

感覚レベルの認知と身体感覚による操作を対応させることによって、ユーザーは表示を見ただけで、直ちに操作方法や位置などの身体感覚が呼び起こされる。このように、表示と操作を対応付けるマッピングは、操作によって得られる効果を予想させる。表示や操作に意味の解釈やルールを感じさせず、インターフェースを意識しないで操作できる。音量ダイヤル (回転方向) や天井照明のスイッチ (配置) のように表示と操作が一致していることが良いマッピングの条件である。画面の中の UI においても、電子ブックのページめくり、電子地図のピンチ操作、ごみ箱アイコンへのドラッグ (ファイル廃棄) の UI にマッピングを利用すると直感的になる。

原則 8. 「直接操作の利用」

操作対象やコンテンツに対して直接的に操作する「直接操作 (Direct Manipulation)」は、ユーザーは UI を意識しないで操作できる。画面の中における直接操作は、電子地図、電子書籍、写真などのコンテンツだけが表示され (原則 1)、ユーザーはボタンやスクロールバーなどの UI 要素を意識せずにコンテンツを操作できる。この場合、コンテンツがリアルな視覚的メタファであると、より直感的になる (原則 5)。

原則 9. 「リアルで即時的なフィードバック」

複数の操作が連続する場合、リアルで即時的に応答するフィードバックによって、操作全体が直感的になり、ユーザーはインターフェースをあまり意識せずに操作できる。たとえ

ば、最近のデジタルカメラは、タッチ操作によるピント合わせ、絞り、画像効果などの結果が瞬時にディスプレイにフィードバックされ、次の操作のプレビューの役割を果たし、ディスプレイから目を離さずに連続的に操作できる(図3)。原則6で述べた、操作のメタファを利用したUIが、リアルで即時的に応答するフィードバックを実現している。原則3、5、6などと関連する。

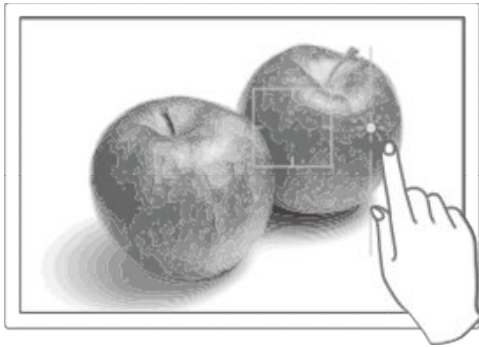


図3. 連続操作のデジカメの露出補正

原則 10. 「表示や操作の一貫性」

前に経験した操作と同一のUIが提示された場合には、ユーザーは素速く操作できる。そのために、ハードウェアの間やソフトウェアの間において、同じユーザー体験ができるようにUIの表示や操作方法に一貫性をもたせる。形態・意味・操作の親近性を利用してユーザーの体制化を促す方法である。画面の中のUIにおいても、視覚的メタファ、操作のメタファ、直感的なマッピング、フィードバック表現などに一貫性をもたせると直感的なインタフェースとなる。カメラは、時代とともに機能や技術は大きく変わっているが、新旧世代間で基本的な形態と操作の一貫性を継承している。また、DVDプレーヤーの再生停止ボタンは電子機器のUIに継承され、直感的なインタフェースとなっている。

上記の成果を小冊子(図4)にまとめ、研究者や企業関係者に配布を実施した。



図4. 設計ガイドラインの冊子

(2) 心理学からのアプローチの研究成果

直感的なインタフェースに関する研究では、ユーザーインタフェースにおける直感の概念についての議論は多いものの、実験的な検証研究は非常に乏しい。数少ない実験研究では、どのくらい当該のインタフェースに慣れているかを示す親近性が直感的な操作の発動に影響することが確かめられている。

そこで、本アプローチでは親近性を獲得する過程を、潜在学習と仮定し、潜在学習が進行することで親近性が向上し、その結果直感的に反応できるようになると考えた。系列反応時間課題は潜在学習課題として知られており、この課題の遂行に伴う直感評価を検討することで、親近性と直感性の関係を探索した。また、1週間以上の間隔を経て、再度実験を繰り返すことで、獲得した直感的操作が維持されているかを確認した。

系列反応時間課題は、刺激の出現する位置に合わせてボタン押し反応する典型的なタイプの課題とした。平均反応時間は課題ブロックの進行に伴い、300msから230ms程度の方に低下した。これに並行して9段階の直感評価得点も上昇した。このことは潜在学習の進行にともない反応が直感的であると感じるようになったことを示した。結論的には、図5に示すように、約250ms以下で直感的と感ずることが示された。

また、1週間後に実施した実験では、初めのブロックから反応時間は低下しており、また直感性評価得点も比較的高かった。このことは一度学習した操作性は、その後も持続し、直感的な操作を促す土台となることを示唆している。

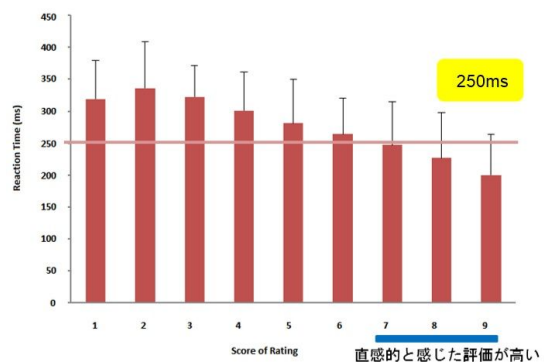


図5. 系列反応時間課題の結果

この心理実験の結果を考察すると、操作時間が短くなるようにデザインされたインタフェースが直感的なインタフェースデザインに結びつくことを示唆している。そのためには、まず、インタフェースを見たら直ぐに操作できる「高い学習性」が求められる。次に、初めはどのように操作していいのかが分からなくても、つまり学習性が高くなくても、一度使用したら次からは迷うことなく操作ができる「高い記憶性」が求められる。これはアップル社の製品で多くの例を見ること

ができる。

また、操作手順が少ない「高い効率性」も重要となる。特に身体的な操作は、操作手続きを簡素化してくれるので効率が高くなる。操作手続きをシステムが代行する目的型インタフェースも効率性が高い例である。なお、この3つの視点が前述の10の原則の中に複数含まれている。

(3) 評価・検証の研究成果

直感的なインタフェースデザインの評価を可能にするシステムを開発した。それには研究者らが提案する操作履歴データを階層的グラフ化して解析する手法を用いた。(株)ホロンクリエイトの支援を得て、ラピッドプロトotypingが可能なHOTMOCKのシステムの中に、その手法を組み込んだ。このシステムは表示画面のタッチ操作だけでなく、ハードウェアのボタンなどの操作系も組み込むことができる汎用性の高いシステムで、その中に新たに操作性評価システムを構築した。

なお、研究代表者は、このHOTMOCKの基本的なシステム設計にも支援している。



図 6. HOTMOCK と評価手法の画面

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

井上 勝雄、岸本 博之、酒井 正幸、操作履歴を用いた階層グラフ化手法の開発と提案、デザイン学研究、査読有、第59巻、第6号、2013、31 - 40

T. Iwaki, N. Nakamura, K. Inoue, Basic study of the intuitive feel for user interface using the serial reaction time task, Proceeding of 5th International Congress of International Association of Societies of Design Research, 2013, 2691-2696

広川 美津雄、井上 勝雄、岩城 達也、加島智子：直感的インタフェースデザインの設計論の基礎的考察、日本感性工学会論文誌、査読有、第13巻5号、2014、543 - 554

〔学会発表〕(計7件)

井上 勝雄、直感的なインタフェースデザインの調査分析、日本感性工学会、2013年03月06日、北九州国際会議場(福岡県北九州市)

広川 美津雄、直感的なインタフェースデザインの設計論の試み、日本感性工学会、2013年03月06日、北九州国際会議場(福岡県北九州市)

広川 美津雄、直感的なインタフェースデザインの設計論、日本感性工学会、2013年09月07日、東京女子大学(東京都杉並区)

井上 勝雄、体制化と直感的なインタフェースデザイン、日本感性工学会、2013年09月07日、東京女子大学(東京都杉並区)

岩城 達也、ユーザーインタフェースにおける直感についての基礎的研究、日本感性工学会、2013年09月07日、東京女子大学(東京都杉並区)

広川 美津雄、直感的なインタフェースデザインの設計論の基本的枠組み、日本デザイン学会、2014年07月05日、福井工業大学(福井県福井市)

広川 美津雄、直感的なインタフェースデザインの原則、日本感性工学会、2015年03月29日、京都女子大学(京都府京都市)

〔図書〕(計1件)

井上 勝雄、丸善出版、インタフェースデザインの教科書、2013、180

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.iris.dti.ne.jp/inouek/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井上 勝雄 (INOUE, Katsuo)

広島国際大学・心理科学部・教授

研究者番号：00352021

(2) 研究分担者

広川 美津雄 (Hirokawa, Mitsuo)

東海大学・教育研究所・教授

研究者番号：40279758

(3) 加島 智子 (Kashima, Tomoko)

近畿大学・工学部・講師

研究者番号：30581219

(4) 連携研究者

岩城 達也 (Kashima, Tomoko)

広島国際大学・心理科学部・教授

研究者番号：70341229