

# 3次元デジタルプロトタイプと眼球運動データを用いた 情報機器の高精度ユーザビリティ評価に関する研究

大学院北海道大学情報科学研究科 ○堀内聡、金井理、岸浪建史  
シーズ・ラボ 菊田幸明  
札幌市立大学デザイン学部 城間祥之

## 要旨

近年、情報機器の設計段階におけるユーザビリティ評価の重要性が高まっている。本報では、本研究で開発した情報機器の3次元プロトタイプを用いたユーザテスト支援システムの機能に加え、視線追跡カメラを用いて注視点移動速度を計測することで、機器の使いやすさに起因する操作中のユーザの心理状態も近似的に評価可能なユーザビリティ評価システムの開発を行う。

## 1 はじめに

近年、情報機器の多機能化・高機能化が進み、UI(ユーザインタフェース)のユーザビリティを考慮した機器開発の必要性が高まっている。製品設計段階におけるユーザビリティ評価のための手法には様々なものがあるが、人間中心設計(Human Centred Design)の考え方から、ユーザ参加型の手法であるユーザテストが望ましい[1]。

本研究ではこれまでIT機器筐体の3DCADデータとUIの状態遷移データから作成した3Dデジタルプロトタイプを用いたユーザテストの実施とその結果解析を支援するシステムの開発を行ってきた[2]。しかし、このシステムでは、操作時間、操作数、間違い率などのユーザパフォーマンスは評価できるが、UIの設計改良等で必要となる機器の使いづらさに起因するユーザの心理状態までは評価出来ない。

本報では、視線追跡カメラを用いてテスト実施時の被験者の注視点移動速度を計測することで、ユーザの迷いなどの心理状態を推定できる、より高精度なユーザビリティ評価システムの開発を行う。

## 2 関連研究

被験者のUI操作時の注視点データから心理状態を推定する手法についてはいくつかの研究例がある。例えば[3]では、注視点移動データから機器操作時のユーザの「戸惑い」を検出している。この手法では人間の意図を自動的に理解し、行動する機器の開発を目的としており、対象機器ごとに予めユーザの行動を観察し、ニューラルネットによる「戸惑い」モデルを作成し、それと実操作を比較する手法をとっている。従って、精度が高い反面ユーザビリティ評価に直接適用することは難しい。一方[4]では、Webユーザビリティ評価において、注視点移動速度とマウスホイール回転量を組み合わせることによって、主観評価により「使いにくいページ」と判断されたページの94%が検出可能であるとしている。これらの研究結果より、注視点の移動速度を検出することにより、ユーザが主観的に「使いにくさ」を感じている状況を検出することが出来る可能性があると考えられる。本報では、前報までに開発した情報機器のユーザテスト支援システムにこの手法を追加することによって、従来の操作時間や誤操作の解析に加え、誤操作時の被験者の心理状態の評価を行うことにより、より高精度なユーザビリティ評価結果を得ることを目的とする。

## 3 システムの概要

本システムの概要を図1に示す。3Dデジタルプロトタイプを活用したユーザビリティ評価システムのモニ

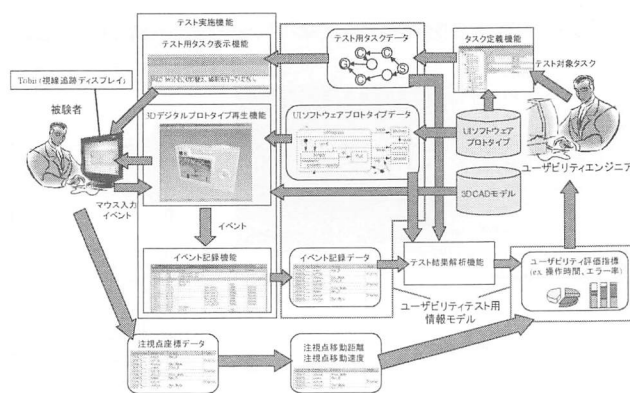
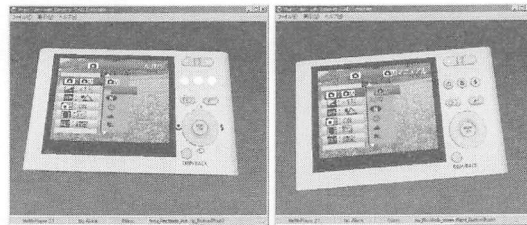


図1 システムの概要



(a) 3DプロトタイプA (b) 3DプロトタイプB

図2 実験に用いた3Dプロトタイプ

ターとして、視線追跡モニターTobii[5]を接続することにより、テスト実施時の被験者の注視点移動データを記録する。Tobiiはディスプレイに内蔵された赤外線カメラによって非接触でユーザの注視点を検出するシステムである。

## 4 ユーザテストの実施

本システムを用いて2種類のデジタルカメラのプロトタイプを用いてユーザテストを行い、その結果比較を行った。プロトタイプは市販のデジタルカメラ(富士フィルム FinePix Z1)を3Dモデル化し(図2(a))、図2(b)のようにボタンを3箇所追加したプロトタイプを作成した。

### 4.1 3Dデジタルプロトタイプとその作成環境

デジタルカメラ実製品の測定データより3DCADを用いて筐体のモデリングを行った。このデータをMagicCube+3.2[6]に読み込み、3DCADモデル上のボタンや画面などのUI要素に挙動定義を与えることで、マウス操作によりインタラクション可能な3DデジタルプロトタイプA(図2(a))を作成した。また、ボタンの一部を変更したプロトタイプB(図2(b))を作成した。プロトタ

表 1 実験結果

	実製品プロトタイプ			改変版プロトタイプ		
	平均操作時間	平均操作数	達成率	平均操作時間	平均操作数	達成率
タスク 1	130	28.5	6/8	104.2	19.8	5/8
タスク 2	48.9	8.9	7/8	31.8	4.4	9/9
タスク 3	90.7	21.3	6/7	83.4	20.0	8/8

イブ B は、実製品にはカーソルボタンと兼用されている「セルフタイマー」、「マイクロモード」、「フラッシュ」の機能をそれぞれ単独のボタンに割り当てた。いずれのモデルも表面材質やボタン形状、UI 挙動などは同質であり、本実験で評価する 3 種類のタスクで必要な部分を含む 36 状態、224 状態遷移の UI 挙動をプロトタイプ内に実装した。

#### 4.2 テストタスク

テストタスクとして以下の 3 種類を用意した。

##### タスク 1：タイマー撮影設定：最短所要操作数 3

通常撮影モードから、タイマー撮影モード(シャッター押下げの 2 秒後に撮影)へ変更するタスク。正面のレンズカバーの電源と、液晶画面のある背面の操作を要する。

##### タスク 2：フラッシュ撮影モード：最短所要操作数 3

フラッシュ撮影モードの設定をする。必要な操作の種類、流れはタスク 1 とほぼ同様。

##### タスク 3 シーンセレクション変更：最短所要操作数 8

撮影状況に合わせて「人物」、「風景」などのモードを選択出来る「シーンセレクション」をデフォルトの「マニュアル」から「風景」へ変更するタスク。タスク 1、2 で経験済みの操作以外は一面の操作のみで達成できる。

#### 4.3 テスト実施環境と被験者

ユーザテストは図 1 で示したシステムを用いて行った。被験者は大学生 18 名で、各プロトタイプに対して 9 名ずつ実験を行った。

#### 5 実験結果と考察

実験の結果を表 1 に示す。表より、タスク 1、タスク 2 においては改変版プロトタイプの方が操作数・時間ともに小さく、タスク 3 ではほぼ同じ結果が得られた。従って、改良版プロトタイプではタイマー、フラッシュ設定専用のボタンを配置した効果により、それらのボタンがユーザに認識されやすくなったと考えられる。

しかし、タスク 1 に関しては、プロトタイプ B においても最短所要操作数に比べて非常に大きな操作数・操作時間となっている。そこで、表 1 に示した被験者のパフォーマンス評価に加え、注視点移動データを解析することで、タスク実施時の被験者の心理状況の推定を試みた。図 4 にプロトタイプ B を用いてタスク 1~3 を実施中の被験者の注視点移動速度変化を示す。

これらのグラフより、タスク 2、3 においては、注視点移動速度は 1000pixel/sec 程度で安定しているが、タスク 1 においては、タスクを達成した被験者、達成できなかった被験者共に、注視点移動速度の変化量とその変化頻度がタスク 2、3 と比較し、非常に大きいことが分かる。これは、操作時に被験者が次に操作すべきボタンの選択に迷いが生じ、より広範囲で操作候補となるボタンを素早く探索したり、画面上報の確認を行う等といった眼球動作を頻繁に行っている為であると考えられる。実

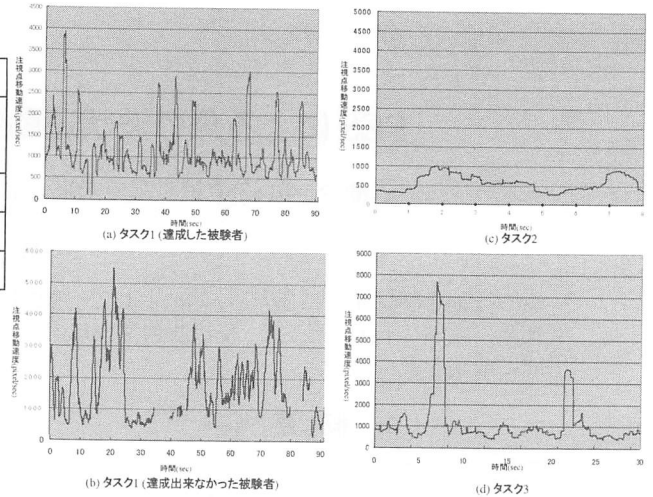


図 4 注視点移動速度の推移

際に、注視点移動速度の変化が大きい時点での被験者の操作状況と注視点位置を詳細に調べたところ、多くの場合、マウス操作を中断し、広範囲にある複数ボタンを高速に走査していることが観察された。従って、注視点移動速度の大きな変化は、次に行うべき操作の迷いを表していると推定でき、タスク 1 を行っている被験者は、操作が和からないという心理状態に陥っている可能性が高いと思われる。従って、タスク 1 を構成する UI 状態遷移には、改善すべき問題が含まれると言え、その改善方法としては以下のような方法が考えられる。

- 1) タイマー設定ボタンをより気付きやすい形状・表示にする。
- 2) 階層メニュー内からもタイマーを設定出来るようにする。

#### 6 まとめ

本報では、3D デジタルプロトタイプと視線追跡カメラを用いたユーザビリティ評価システムについて紹介した。本システムを用いてデジタルカメラを対象としたユーザテストを実施した結果、注視点移動速度データを用いることで、操作時のユーザの心理状態を把握することが出来、UI の設計の改良に有効となる可能性が見いだされた。

#### 参考文献

- [1] ISO13407: Human-centred design processes for interactive systems, 1999
- [2] 堀内聡, 金井理, 他, デジタルプロトタイプを用いた情報機器ユーザビリティ評価システムの開発, 2006 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集 p.p. 21-22
- [3] 青山憲之, 田中靖哲, 中村正士, 福田忠彦, "眼球運動データを指標とした戸惑い状態検出手法の開発と評価", ヒューマンインタフェースシンポジウム 2005 講演集 p.p. 833-836
- [4] 中道上, 阪井誠, 島和之, 松本健一, "ユーザの振る舞いによる Web ユーザビリティの低いページの検出", ヒューマンインタフェース学会論文誌 Vol.8, No.1, p.p. 31-40, 2006
- [5] Tobii, [http://www.creact.co.jp/jpn/j\\_n\\_tobii01.html](http://www.creact.co.jp/jpn/j_n_tobii01.html)
- [6] Magic Cube+ 3.2, <http://www.cslab.co.jp/magiccube/>