

RFID 内蔵ユーザインタフェース実装型モックアップとそのユーザビリティ評価への応用

北海道大学大学院 情報科学研究科 ○堀内 聡、金井 理、岸浪 建史  
札幌市立高等専門学校 細田 彰一、大島 康彰、城間 祥之

要旨

IT 機器の高機能化・多機能化に伴い、ユーザインタフェース(UI)部のユーザビリティ評価の必要性が高まっている。本研究では設計早期に機器 UI 部のユーザビリティを身体的・認知的な観点から同時に評価するシステムとして RFID を内蔵した UI 実装型モックアップを開発し、それを家電リモコンの操作性評価試験に適用した。

1.はじめに

情報機器の多機能化と幅広い普及、ISO13407 の制定に伴い、操作の判り易さ・機器の取扱いやすさといったユーザビリティを考慮した製品設計が求められている[1,2]。このため開発早期段階における、モックアップを利用したユーザビリティテストの重要性が増加している。テストにおいては、筐体部のボタン操作性や表示部の視認性といった身体的観点からの評価と、ユーザインタフェース(UI)ソフトウェアの操作の判りやすさ・効率性といった認知的観点からの評価とが、同一モックアップ上で行えることが望ましい[3,4]。しかし図1のように、従来型デザインモックアップは筐体しか持たないため、UI ソフトウェアのテストは行えず、UI ソフトモックアップでは、筐体部の評価は行えない。また機能モックアップは、両観点からのテストが可能であるが、試作コストが高価であり開発早期での利用が困難である。

そこで本研究では、デザインモックアップ上の操作から、外部のUI ソフトウェアを起動でき、しかも操作データをデジタルに記録可能で、安価に製作可能なRFID 内蔵インタフェースを用いたUI実装型モックアップを開発した。またこれを、家電リモコンのユーザビリティテストに適用した例を報告する。

2.RFID 内蔵 UI 実装型モックアップの概要と特徴

開発したUI実装型モックアップとその制御システムの構成を図2 に、機能概要を以下に示す。

- ① 手作業やRP 等で造形された筐体モックアップ表面の各操作ボタン部に小型RFID-Tag を埋め込む。
- ② ユーザはRFID-Reader の小型アンテナを手指に装着し、その状態で①のモックアップを操作する。
- ③ 手指とボタンの接触がRFID-Reader により無線で検知され、読み取られたTag のID がUI制御システム用PC上のUIシミュレーションソフトウェア(UI ソフト)へ送信される。
- ④ UI ソフトは、入力Tag-ID に応じ、予めプログラムされているUI 表示部の画面遷移や、機器制御信号の生成を行う。
- ⑤ モックアップ上に画面データがPCプロジェクタで投影される。また操作対象機器が別の場合、制御信号をPC で発生させる。
- ⑥ PC は、操作中の②のボタン操作ログ(押し下げボタン・操作時刻・操作指)をファイル出力する。

このデザインモックアップは、以下の特徴を持つ。

- (1)実作業に極めて近い状況で、身体的・認知的両観点からのテストが同一モックアップ上で行える。
- (2) ボタンが無電源・無配線のため着脱が容易で、ボタン形状や配置の再設計とテストを、容易に行える。
- (3) 一個100 円程度の小型Tag をボタン部に埋め込むだけの作業で良く、開発早期段階で安価に製作できる。
- (4) 従来のビデオ等を用いたテスト[4]に比べ、高精度な操作ログを、自動的に記録可能である。

		筐体			身体的観点からの評価が可能
		なし	仮想モデル	実体モデル	
UI ソフトウェア	実装	基板モックアップ	HILモックアップ	機能モックアップ	本研究
	仮想	UIソフトモックアップ	UI可動型3Dデジタルモックアップ(Web3D)	RFID内蔵UI失踪型モックアップ	
	なし		3D-CADモデル	従来型デザインモックアップ	

認知的観点からの評価が可能

図1 情報機器開発用モックアップ分類

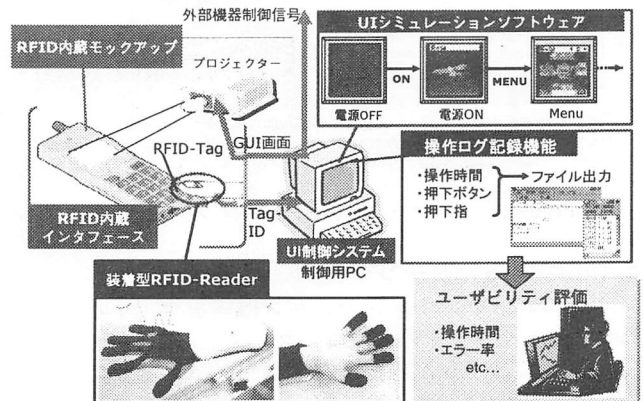


図2 RFID内蔵UI実装型モックアップの構成

3. RFID 内蔵インタフェース

3.1 RFID システム

RFID システムとは、RFID-Reader/Writer を用い、無線でRFID-Tag にデータを読み書きできるシステムである。無電源Tag への非接触通信が可能、Tag が小型、Tag の個体識別機能を持つことなどが特徴である。

本研究ではボタン部への埋込みという利用法を考慮し、Tag が小型(2.5mm角)でアンテナが内蔵された日立マクセル製Coil-on-Chip RFID[5](図3)を利用した。

3.2 RFID 内蔵インタフェースの構成

RFID 内蔵インタフェースは、ユーザが手に装着する装着型RFID-Reader と、RFID内蔵モックアップで構成される。筐体ボタン部分に埋め込まれたRFID-Tag と、装着型RFID-Reader との近接通信により、ユーザのボタン操作を認識する。Reader アンテナ部は、指先に装着しても操作感を阻害しないよう小型化するため、線径0.16mmホルマル線を直径5mmのコイル状に巻いた小型円形ループアンテナ(図3)を自作した。このアンテナを取付けたRFID-Reader とTagとの通信可能範囲の測定結果を図4に示す。本図より、Tag 表面から約2m

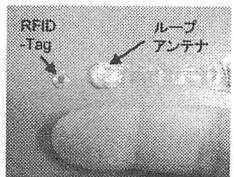


図3 RFID-TagとReaderアンテナ部

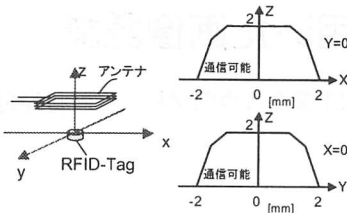


図4 RFID-Tag 通信可能範囲

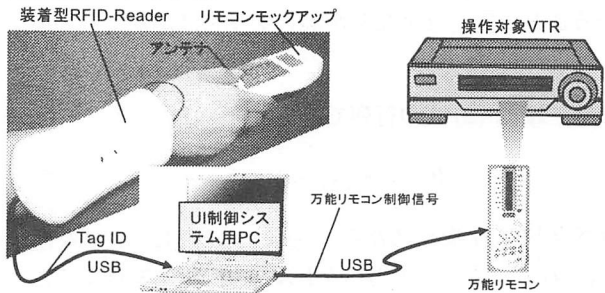


図5 リモコンのユーザビリティテスト用機器構成

m以内の距離に指先に装着されたアンテナが進入すると、ボタン押し下げ操作と認識される。尚、一度のTag読み取りにかかる処理時間は0.23秒であった。

#### 4. UI 制御システム

UI 制御システムは、UI ソフト部と操作ログ記録部からなる。UIソフト部は、識別されたボタン押し下げ操作に対応し、予めプログラムされていたUI 表示部の画面更新や、対象機器の制御信号生成を行う。一方操作ログ記録部は、ユーザのボタン操作に応じ（操作時刻(1ms単位)・操作ボタン名・操作指）の対データを自動記録し、ファイル出力が可能である。これにより高精度に記録された操作データに基づいた、操作時間・操作エラー率などの評価が可能となる。

#### 5. 家電リモコンのユーザビリティテスト事例

##### 5.1. 試作モックアップと機器構成

提案手法の有効性確認のため、TV/ビデオ一体型リモコンを対象とし、RFID 内蔵 UI 実装型モックアップの試作、ならびに簡単なユーザビリティテストを行った。実験機器構成を図5に示す。硬質ウレタンフォームを削り出し造形したりリモコンモックアップに対し、図6のようにその表面のボタン位置にRFID-Tag を埋め込んだ。このモックアップのボタンを操作すると、ボタンに対応したTag-ID が制御用PC に送られ、PC にUSB 接続された万能リモコン (クワッド+2) から操作用赤外線信号が実機 VTR に送信される。同時に操作ログのデジタルデータがシステムに記録される。

今回試験対象に用いたTV/ビデオは、ビデオに対する操作がTV 画面に表示され、録画予約等もテレビ画面で操作状況を確認しながら行うタイプの製品である。

##### 5.2. 実験結果と設計改良

本実験では、被験者にリモコンのモックアップ(図6)を利用させたVTR録画予約のタスクを行わせ、その操作ログと、実験時のユーザ行動を撮影したビデオ(図7)からボタン配置上の問題点を分析した。被験者は4人で、各被験者に対し4度の録画予約を行わせた。実験結果を図8(a)に示す。横軸がボタンの操作順序、縦軸が前ボタン操作後から当該ボタン操作開始までの所要時間を表している。値は4人の被験者各々の2回目から4回目までの録画予約操作データ(計12回分)の平均値である。ユーザ行動のビデオを分析した結果、特に時間のかかっている「番組表」「(最初の)カーソルキー操作」「(最後の)電源ボタン」操作は、それぞれ「TVの起動待ち」「TV画面に表示される番組表データの確認」「入力した録画予約

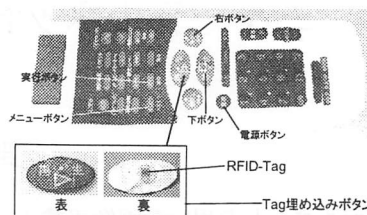


図6 RFID内蔵リモコンモックアップ(初期設計)



図7 実験風景

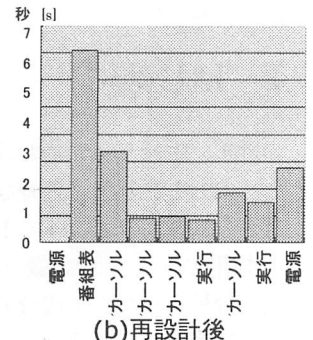
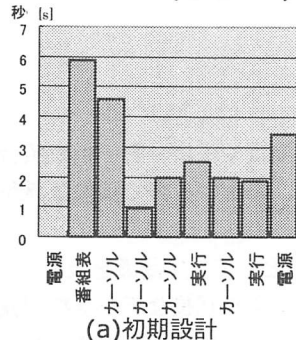


図8 録画予約時のリモコンボタン操作時間評価結果

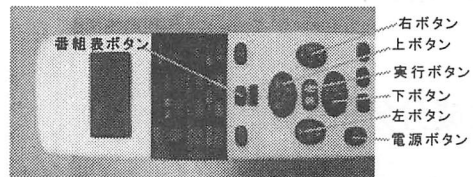


図9 リモコンモックアップ(再設計後)

の確認」が原因である。そこで、それらを除いたリモコン上のボタンに対する操作のみについて考えると、最も時間を要したのは「実行」ボタンの操作であり、ユーザ行動のビデオからも、操作時に多くのユーザが手元を確認していることが確認できた。「実行」ボタンは、電源や上下左右のカーソルボタンからやや離れた位置にあり、サイズも小さく発見しにくいと思われる。そこで、図9のように「実行」ボタンのサイズを大きくし、位置をカーソルキーの中央部に移動して別の被験者4人に対して同様の実験を行った。実験結果(図8(b))より、平均操作時間の短縮、ボタンごとの操作所要時間のばらつきの減少が確認できた。

この結果より、ボタン配置の再設計によって録画予約タスクにおけるリモコンの操作性が向上したと言える。

#### 6. まとめ

RFID内蔵インタフェースを用い、UIソフトを実装した新たなモックアップを提案した。また実験より、本モックアップが、設計初期段階でのユーザビリティテストに利用可能であること、ボタンの位置・サイズの再設計・再テストの効率化に有益であることを確認した。

#### 参考文献

- [1] 黒須正明:「ユニバーサルデザインとユーザビリティ」, 設計工学, 38-4 (2003) pp.151-158.
- [2] ISO13407: Human-centered design processes for interactive systems, (1999)
- [3] 深谷美登里:「家電分野でのユーザビリティへの取り組み」, 情報処理, 44-2(2003), pp145-150
- [4]黒須正明:「ユーザビリティテスト: ユーザ中心のものづくりに向けて」 共立出版(2003)
- [5] <http://www.maxell.co.jp/products/industrial/rfid/index.html>
- [6] S.Kanai and S.Horiuchi: "UI Design Evaluation Method and System", USA. Patent Application No.10/812455, June 25 (2004).