

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 4 月 30 日現在

機関番号：84510

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23611055

研究課題名(和文)組み込み型機器のためのGUIデザインパターンの体系化および活用

研究課題名(英文)Systematizing GUI design patterns for embedded system's products and its application

研究代表者

平田 一郎 (HIRATA, ICHIRO)

兵庫県立工業技術センター・その他部局等・研究員

研究者番号：80470243

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、操作性を考慮したGUIの設計手法を確立することである。既存のGUIで用いられている汎用的な操作方法や表現方法等をGUIデザインパターンとして定義した。GUIデザインパターンの包含関係を分析する方法として形式概念分析を活用した。

既存製品から84種類のパターンを収集して「デザイン」と「機能」とに分類した後、包含関係について分析した。上記2種類のGUIデザインパターンを7種類に再分類し、GUI設計への活用方法を提案した。

本研究で提案したGUI設計手法は設計初心者が活用しやすい上、複数部門での共同開発や設計項目を伝承する際にも有効であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to develop a graphical user interface (GUI) design efficient. The GUI design patterns are defined as "general operation and expression". In this study, Formal Concept Analysis, one of the popular implements in data mining, was applied on the case of GUI design patterns to systematizing. Firstly, 84 GUI patterns in two categories of "Design" and "Function" were extracted through literatures and GUI cases of some information. And then, these seven categories of GUI patterns were systematized focusing on class hierarchy by using FCA. Finally, effects of GUI patterns extracted by this method were investigated in the application of a GUI design. It confirmed that the design representation can be described quite clearly based on the developed GUI patterns even for beginners in a GUI design.

研究分野：デザイン学

科研費の分科・細目：デザイン学

キーワード：GUI ユーザインタフェース デザインパターン 設計手法

1. 研究開始当初の背景

電化製品やスマートフォン等、我々の身の回りには多機能で便利な情報機器があふれている。しかし、それらの情報機器は、システムのブラックボックス化や操作の複雑化により、機器を使用するユーザと設計者とのギャップが生じている。この問題は、GUI (グラフィカルユーザインタフェース) の設計や評価に関する標準化された方法がないことが原因として考えられる。

このような背景のもと、我々は論理的な製品開発手法であるヒューマンデザインテクノロジー (Human Design Technology 以降 HDT) を用いた GUI 設計手法の構築に取り組んできた。HDT は「構造化デザインコンセプト」と呼ばれるデザインコンセプトを作成するのが特徴の製品開発手法である。構造化デザインコンセプトとは、コンセプトを構成するキーワードをツリー構造により図解し、各コンセプト項目にウェイト付けを行う方法である。コンセプト項目にウェイト付けを行うことにより、製品仕様の優先項目が明確となる。また、開発プロセスの一部を数値化し明確化することにより、経験の浅い設計者でも開発可能な手法となっている。この HDT のデザイン項目は、種々の製品開発でも活用できるよう工夫されているが、その反面、GUI 特有の設計条件である「画面の流れ」や「階層構造の可視化方法」等については言及されていなかった。そこで、GUI 特有の検討項目を HDT プロセスに導入した。HDT のデザインステップにおいてシステムを明確化するための①コンセプトターゲット表を作成し、操作する上で重要となる②操作構造を可視化した後、GUI での実際の操作方法を③シミュレーション可能なプロトタイプによる評価方法を導入している。以上の設計プロセスにより、GUI 設計プロセスが明確となった。そこで本研究課題においては、これまでに提案した GUI 設計手法をより論理的な設計方法にするため、GUI デザインパターンを活用する。具体的には、構造化デザインコンセプトから導き出した UI デザイン項目と関連づけた GUI デザインパターンにより、デザイン案を明確にすることを目的とする。

2. 研究の目的

本研究の目的は、操作性を考慮した GUI の設計手法を確立することである。その方法として、GUI で用いられている汎用的な操作方法や表現方法等を GUI デザインパターンとして抽出し、GUI 設計に活用しやすくするために統計手法等を用いて体系化した。なお、本研究の対象は組み込みシステム型の機器 (組み込み型機器) の GUI とした。これまで GUI デザインの分野では、ウェブ画面等のキーボードとマウスによる入力機器を対象とした研究が進んでおり、ウェブ画面よりも制約の多い「組み込み型機器」に特化した設計手法が求められている。

3. 研究の方法

(1) GUI デザインパターンの収集

最初に、「組み込み型機器」に多く用いられている「タッチパネルと物理ボタン」に関する GUI デザインパターンを収集した。ユーザインタフェースに関する書籍やキオスク端末、家電製品等の幅広い分野のサンプルから収集し、収集したサンプルの中から使用頻度の高い表現方法等や操作方法を GUI デザインパターンとして抽出した。

(2) GUI デザインパターンの体系化

GUI デザインパターンを体系化するため、「形式概念分析」により GUI デザインパターン同士の包含関係について分析した。形式概念分析は、数学的理論に基づいた概念分析方法で、定性データの構造化表現や分析が可能な方法である。これまで、カテゴリデータ同士の関係を分析する場合はテキストを一度数値データに変換し、因子分析やクラスター分析を用いてグラフ化した情報から分析することが多かったが、形式概念分析ではテキストデータそのものをコンセプトライス図上に表示することが可能である。

(3) GUI 設計への活用方法の検討

体系化した GUI デザインパターンを「構造化デザインコンセプト」と関連づけ、ユーザインタフェース設計に活用する方法について検討した (図 1)。構造化コンセプトは上位項目と中位項目、下位項目で構成されている。下位項目に基づいて具体的なデザインアイデアを導き出すため、本研究では下位項目と GUI デザインパターンとの対応付けについて検討した。

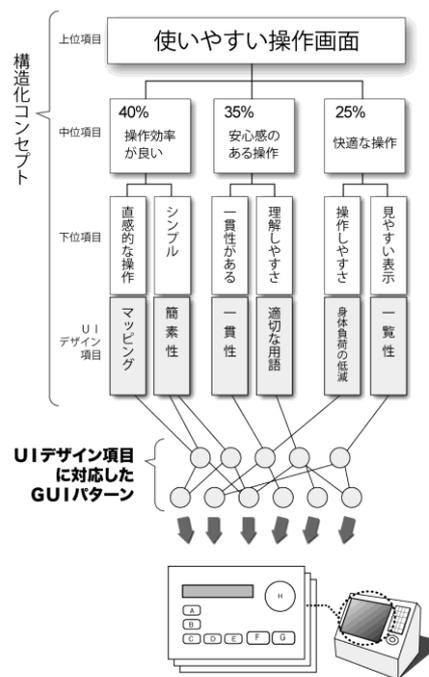


図 1 構造化デザインコンセプトとの対応

4. 研究成果

(1) GUI デザインパターンの分類

ユーザインタフェースに関する書籍やキオスク端末、家電製品等から収集した 128 サンプルの中から「タッチパネル」と「物理ボタン」操作に利用可能な 84 種類の GUI デザインパターンを抽出し、それぞれ「GUI デザインパターン名」と「対応画面サイズ」「活用可能対象」「対象ユーザのレベル」「概要」を記載したリストを作成した (図 2)。



図 2 各 GUI デザインパターンの概要

(2) GUI デザインパターンの体系化

抽出した 84 項目の GUI デザインパターンを表 1 の分類基準に基づいて「機能に関する項目 (45 項目)」と「デザインに関する項目 (39 項目)」とに大別した。大別したグループの GUI デザインパターンをそれぞれ形式概念分析により包含関係について分析した。構造化デザインコンセプトの下位項目には「UI デザインコンセプト項目」というデザインのガイドラインが用意されている。そこで、UI デザイン項目と GUI デザインパターンとの包含関係について分析し、包含関係を可視化した。機能に関する UI デザイン項目を「属性」、機能に関する GUI デザインパターンを「対象」としたクロス表を作成し、それをもとに形式概念分析により可視化した例を図 3 に示す。図 3 のような表現をコンセプトラティス図と呼び、白のラベルが「対象」となる GUI デザインパターンで、グレーのラベルが「属性」(UI デザイン項目) を表している。このような各グループのコンセプトラティス図を作成し、各 GUI デザインパターンの包含関係を可視化した。

表 1 GUI デザインパターンの分類基準

デザイン	<ul style="list-style-type: none"> ユーザが触れない部分のパターン 情報入手に関係するパターン 見た目に関するパターン
機能	<ul style="list-style-type: none"> ユーザが触れる部分のパターン インタラクションもしくは機器側の情報処理に関するパターン

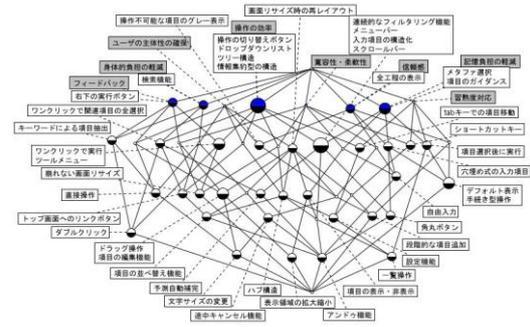


図 3 コンセプトラティス図による可視化

包含関係を分析した結果、さらに細分化できることがわかった。GUI デザインパターンを「操作構造 (4 項目)」「UI ガイドライン (4 項目)」「デザインガイド (16 項目)」「画面構成 (5 項目)」「情報提示 (16 項目)」「操作機能 (12 項目)」「GUI パーツ (14 項目)」の 7 種類に分類し、さらに図 4 の 4 階層に構造化した。

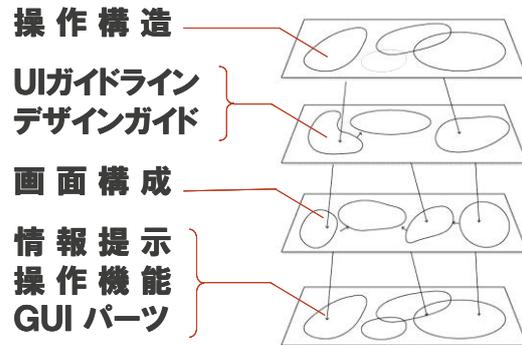


図 4 GUI デザインパターンの分類と階層化

(3) GUI 設計への活用方法の検討

GUI デザインパターンを活用した設計方法として、システム設計と同様の方法でデザイン・設計が可能となる設計プロセスを提案した。提案手法は、下記のフレームワークに基づいて設計する。

- 1) 全体の方針決定
 - ① 目的, 目標の決定
 - ② システムの概要
- 2) 詳細項目の方針決定
 - ③ ユーザ要求事項の抽出
 - ④ デザインコンセプトの作成
 - ⑤ コンセプトターゲット表の作成
 - ⑥ 機能系統図の作成
- 3) 可視化、具現化
 - ⑦ 可視化
- 4) 評価、検証
 - ⑧ 評価

以上の設計プロセスを基本として、GUI 設計が行える方法である。「架空のコーヒー注文システム」のデザイン事例に基づき、本設計プロセスの活用方法について述べる。このコーヒー注文システムは、店頭の待ち時間中にスマートフォンを用いてコーヒーのメニューを確認することができるシステムで、画

面上に表示したメニューを店員に見せることにより、商品の注文をスムーズに行うためのアプリケーションを想定している。

① 目的、目標の決定

最初に、対象システムの目的を記述する。「誰が」「何を」「いつ」「どこで」「なぜ」「どうやって」「機能は」の5W1H(F)の視点から記述する。本事例の目標を「待ち時間に店内または店外でコーヒーを素早く注文する」とした。

次に、目標に関する10項目に基づき目標を具体的に記述する。目標に関する10項目とは「機能性」「信頼性」「拡張性」「効率性」「安全性」「ユーザビリティ」「楽しさ」「費用」「生産性」「メンテナンス」である。本事例の目標は「ひとりひとりが素早く操作(1分程)することができ、安心して注文できるようにする。顧客回転率を向上させる。」とした。

② システム概要の決定

目的と目標を決定した後、下記3項目を明確にすることによりシステム概要を具体化する。

1. 人間と機械との役割分担

HMI(ヒューマンマシンインタフェース)に関してユーザとシステムとの役割分担を決める。本事例では「ユーザはスマートフォンでメニューの選択/登録できるが、実際の注文はユーザが自分で行う。」とした。

2. 制約条件

システムの内外にある内部秩序、外部秩序について検討する。本事例では「約1分でメニュー選択、10秒以内にメニューを注文する。」「スマートフォンの仕様に従う。」を制約条件とした。

3. 構成要素間の関係

構成要素を図化して、それらの関係を明確にする。本事例では、図5に示す「人(ユーザ、店員)、モノ(スマートフォン、商品)、環境(カフェ)」の関係を図化した。

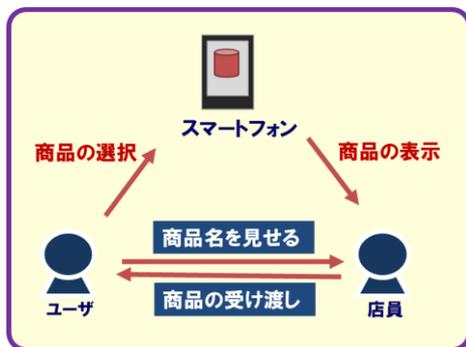


図5 構成要素の関係

③ 状況把握とユーザ要求事項の抽出

5p(ポイント)タスク分析等により使用状況を把握し、ユーザの要求事項や心理状況を抽出・把握する。本事例では「すばやい操作」「お気に入りから商品呼び出す」「一覧性が高い」等の要求事項を抽出した。

④ 構造化デザインコンセプトの作成

抽出したユーザ要求事項とシステム概要から構造化デザインコンセプトを作成する。コンセプトを厳密に決めることができるこの手法は、ユーザ要求事項を抽出した後、関連性のある項目をグループ化し、コンセプト項目を階層化するものである。構成された各項目のウェイト付けを行ない、ウェイト付けされた項目の合計が100パーセントになるよう配分する。ウェイト付けを行うことにより、製品開発の方向性が明確となり、各項目に対するプライオリティが明確となる。

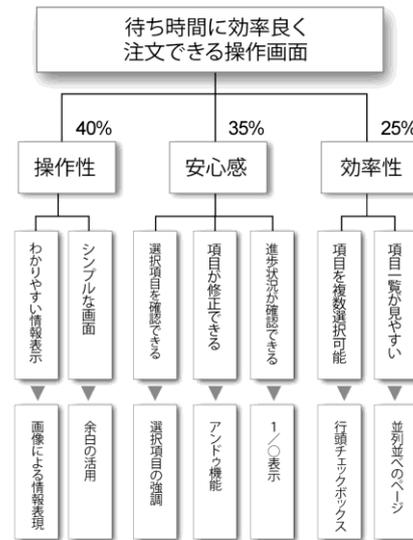


図6 構造化デザインコンセプト

⑤ システムとユーザの明確化

構造化デザインコンセプトの対象となるシステムとユーザを明確化する。システム側では「システム概要」と「システムの構成要素」「使用環境」「使用時間、手順」を明確化する。ユーザ側では「ユーザ属性」「ユーザレベル」「ユーザのメンタルモデル」の3点を明確にする。対象ユーザ層が2種類以上想定される場合は、主ユーザ層、副ユーザ層等に分割したユーザ層を作成する。

⑥ 機能系統図の作成

機能を「目的」と「手段」の関係にブレイクダウンした機能系統図を作成し、操作画面に表示させる内容について検討する。

設計プロセス内における「③状況把握とユーザ要求事項の抽出」「④構造化デザインコンセプトの作成」「⑤システムとユーザの明確化」「⑥機能系統図の作成」の4項目は、相互に影響し合いながら内容が決定される関係である。そのため、逐次的に処理できる事柄ではない。これらを統合的に検討する過程から要求事項が定まり、デザインの可視化が可能になる。

⑦ 可視化

構造化デザインコンセプトに基づきデザイン案を具現化する。本研究で体系化した

GUI デザインパターンは、この可視化プロセスに大きく関与する。構造化デザインコンセプトにより作成した下位コンセプト項目に基づき、関係する GUI デザインパターンを下記の順に選択し、デザイン（可視化）案を作成する（図 7）。

画面構成：画面のレイアウトに関する項目
 操作機能：操作方法に関する検討事項
 情報提示：画面で表示方法に関する検討事項
 アイコン：画面のピクトグラムに関する事項
 GUI パーツ：表示方法や操作方法の項目
 操作フロー：操作手順に関する検討事項
 画面遷移：操作画面の流れに関する検討事項



図 7 GUI デザインパターンに基づいたデザイン案

⑧ 評価

デザイン案について、①GUI チェックリスト、②SUM、③ユーザビリティタスク分析を用いて評価し、問題点やコンセプトとの検証を行う。

以上のプロセスで設計した後、各プロセスでの決定事項を再度検証し、修正・改善を繰り返し行うことで使いやすい操作画面の設計が可能となる。また、本設計プロセスは製品開発時における検討事項が明確になるため、複数部門での共同開発や、設計項目を伝承する際にも有効であると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 6 件）

- ① Ichiro Hirata, Toshiki Yamaoka, A Logical Design Method for User Interface Using GUI Design Patterns, Human-Computer Interaction. Human - Centered Design Approaches, Methods, Tools, and Environments, 査読有、15th International Conference of HCI International 2013 Proceedings, 2013, 361-370
- ② Ichiro Hirata, Kenshiro Mitsutani, Toshiki Yamaoka, A study on systematizing GUI design patterns for the embedded system products, 4th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE) Conference Proceedings, 査読有、8833-8842, 2012

- ③ Toshiki Yamaoka, Ichiro Hirata, A proposal of three useful GUI design usability evaluation methods, 査読有、Proceedings of the 2nd East Asian Ergonomics Federation Symposium, 2011
- ④ 平田一郎、密谷謙士朗、山岡俊樹、形式概念分析による GUI デザインパターンの体系化の試み、デザイン学研究、査読有、第 58 巻 2 号、2011、9-16
- ⑤ 平田一郎、山岡俊樹、やさしいデザインの理論 (35)GUI デザイン 構造化コンセプトに基づいた GUI 設計方法、DESIGN PROTECT、査読無、89 号、2011、28-26
- ⑥ 平田一郎、後藤泰徳、植田貴之、南部貞三、山岡俊樹、操作性評価に基づいた給湯機リモコンの開発、人間生活工学、査読有、Vol. 12、No. 1、2011、39-44

〔学会発表〕（計 10 件）

- ① 平田一郎、前川正実、安井鯨太、山岡俊樹、様々なデザインに適合する汎用システムデザインプロセスの応用 - 1、日本デザイン学会 第 60 回春季研究発表大会、2013 年 6 月 22 日、筑波大学会館
- ② 平田一郎、山岡俊樹、組み込み型機器のための GUI 設計手法の提案、第 48 回人類労働学会全国大会、2013 年 6 月 16 日、和歌山大学システム工学部
- ③ 平田一郎、前川正実、安井鯨太、山岡俊樹、論理的 GUI 設計におけるコンセプトと仕様書の作成方法、平成 24 年度日本人間工学会関西支部大会、2012 年 12 月 8 日、関西大学
- ④ 平田一郎、山岡俊樹、GUI デザインパターンを用いた画面設計手法の提案、Design シンポジウム 2012、2012 年 10 月 17 日、京都大学時計台百周年記念館
- ⑤ 平田一郎、密谷謙士朗、山岡俊樹、画面設計における GUI デザインパターンの活用、日本デザイン学会第 59 回春季研究発表大会、2012 年 6 月 23 日、札幌市立大学芸術の森キャンパス
- ⑥ 平田一郎、後藤泰徳、泉正勝、泉貴章、植田貴之、松岡拓人、兵庫県立工業技術センターでの取り組み事例、日本人間工学会第 53 回大会、2012 年 6 月 10 日、九州大学大橋キャンパス
- ⑦ 平田一郎、密谷謙士朗、山岡俊樹、論理的 GUI デザインのための GUI パターン、フローパターンの提案、第二回日本感性工学会 関西支部大会、2012 年 5 月 20 日、和歌山大学システム工学部
- ⑧ 平田一郎、密谷謙士朗、山岡俊樹、GUI デザインパターンを活用した画面設計、第 7 回日本感性工学会春季大会日、2012 年 3 月 2 日、サンポートホール高松
- ⑨ 平田一郎、密谷謙士朗、山岡俊樹、GUI デザインパターンを活用した設計手法の検討、平成 23 年度日本デザイン学会第 4 支部研究発表会、2011 年 12 月 10 日、岡

山県立大学

- ⑩ 平田一郎、密谷謙士朗、山岡俊樹、ヒューマンデザインテクノロジーに基づいた GUI パターン体系化の試み、日本感性工学会関西支部大会、2011 年 5 月 20 日、宝塚大学宝塚キャンパス

〔図書〕(計 2 件)

- ① 山岡俊樹、前川正実、平田一郎、安井鯨太、デザイナー・エンジニアのための UX・画面デザインデザイン入門、日刊工業新聞社、2013、210
- ② Toshiki Yamaoka、Ichiro Hirata, Ergonomics in Asia: Development, Opportunities and Challenges: Proceedings of the 2nd East Asian Ergonomics Federation Symposium, National Tsing Hua University, 2011

〔その他〕(計 6 件)

- ① 日本デザイン学会 第 60 回春季研究発表大会ベストプレゼンテーション賞受賞、2013 年 6 月 22 日
- ② 人類労働学会第 48 回全国大会優秀発表賞受賞、2013 年 6 月 16 日
- ③ 地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター生活技術開発セクターオープン記念セミナー「色々なモノに活用可能な製品開発手法」講演、製品開発手法の応用方法：情報デザイン編、2013 年 11 月 29 日、東京都立産業技術研究センター
- ④ ソフト産業プラザ イメディオ iMedio 制作技術セミナー「デザイナー・エンジニアのための UX・画面インタフェースデザイン入門」講演、2013 年 11 月 26 日、アジア太平洋トレードセンター内ソフト産業プラザイメディオ 講義室
- ⑤ 特定非営利活動法人人間中心設計推進機構セミナー in 大阪「観察方法、およびそのデータに基づく情報の可視化」講演、2013 年 9 月 3 日、メビック扇町
- ⑥ 特定非営利活動法人人間中心設計推進機構主催 HCD-Net サロン@神戸「ユーザビリティ評価」公演、2013 年 05 月 28 日、兵庫県立工業技術センター

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平田 一郎 (HIRATA, Ichiro)
兵庫県立工業技術センター・生産技術部・主任研究員
研究者番号：80470243

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

山岡 俊樹 (YAMAOKA, Toshiki)
和歌山大学・システム工学部・教授
研究者番号：10311789