

機械学習を用いた携帯型端末 UI の適応的制御に関する一考察

千葉 愛斗^{†1} 阿部 亨^{†2,†3} 菅沼 拓夫^{†2,†3}

^{†1} 東北大学工学部電気情報物理工学科

^{†2} 東北大学大学院情報科学研究科 ^{†3} 東北大学サイバーサイエンスセンター

1 はじめに

総務省の調査 [1] によると、10代から60代までの年代における携帯型端末（スマホ）の利用率は97%以上であり、スマホは幅広い世代に広く普及している。その利用者層の広さから、スマホの利用方法、利用目的や使用頻度などは多様である。

一方、アプリケーション（アプリ）のユーザインタフェース（UI）の構成、すなわちボタンや画像などのアプリを構成する要素部品の画面上での配置や大きさなどは、予め与えられたものを画一的に使用することが一般的である。このことから、どのような人にも使いやすいスマホ UI の提供は困難である [2]。この問題に対する解決策の一つとして、適応型 UI（AUI）が提案されている [3]。AUI では、システムがユーザのニーズに合わせて UI の構成を適応的に変更することが可能であるが、スマホの画面サイズや、持ち方による指の動作の制約から、複雑な構造を持つアプリにおいては、ユーザ評価を十分に向上させることが困難であるという課題がある。

本研究では、複雑な構造を持つスマホのアプリにおいてもユーザ評価の高い UI の提供を実現する、機械学習を導入した適応的制御手法を提案する。具体的には、対象アプリの UI をユーザ特性を基に再配置した後に、既存アプリの UI を学習した生成モデルで修正を加える手法を提案する。本稿では、提案手法の基本設計について議論する。

2 関連研究

スマホの AUI に関する既存研究では、アプリによる一貫性を保持しつつ、ユーザプロファイルに基づく個別化によって、個々人に快適な使用感を提供することを目的としているが、課題も存在する。

Z. Ruan らの研究では、ユーザ特性とアプリケーションの GUI 特性を反映した UI の適応的制御を提案している [3]。この研究でのシステム概要図を図 1 に示す。ここでは、ユーザがモグラたたきゲームを実行することで画面上の押しやすい位置を計測し、これをユーザ特性とする。そしてユーザと UI デザイナーで対象アプリの GUI 特性を定義する。

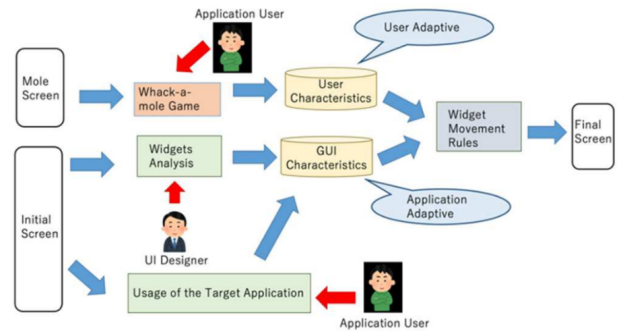


図 1: Z. Ruan らによるシステムの概要図

このユーザ特性と GUI 特性を基にウィジェット移動ルールが求められ、新しいアプリの画面が出力される。ここでは構成要素部品が少ないアプリでは適応的制御によってユーザ評価が改善したものの、要素がより多いものでは逆にユーザ評価は悪化したという結果が得られている。また、B. Lukas らの研究では、GUI をグラフ構造で表現し、グラフニューラルネットワーク（GNN）を用いて GUI 補間タスクを実現する手法を提案している [4]。

これらの既存研究では、複雑なアプリにおいて適応的制御は実現困難であったが、その原因として UI の意味が十分に検討されずに要素が移動されていることが考えられる。例えば Z. Ruan らの研究では、要素の優先度とそれらの使用頻度に応じて制御が行われるため、多くのスマホアプリにおいてデザイナーが考慮する UI 設計ルールから外れた出力が得られる場合がある。

3 機械学習を用いた UI の適応的制御

本研究では、UI の構成要素の意味を考慮した上で GUI をグラフで表現し、UI 設計ルールを出力に反映するためにモバイルアプリデータセットを学習した機械学習モデルで補正を行う手法を提案する。

UI の構成要素はそれぞれの位置関係・整列関係を持つものが存在する。これらの関係性を有向グラフのエッジ、要素をノードとして表現する。このようなグラフ表現を用いることで要素の意味を考慮した上で GUI を形式的に表現することが可能となる。

図 2 で示されるように、本研究では、Z. Ruan らの適応的制御にモバイルアプリデータセット（Enrico）を学習した機械学習モデルを追加する。Enrico に含まれる UI は設計ルールが十分に適用されていると考えられるため、ここでのモデルを追

An Adaptive Control Mechanism of Mobile Device User Interface Using Machine Learning

Manato CHIBA^{†1}, Toru ABE^{†2,†3}, and Takuo SUGANUMA^{†2,†3}

^{†1} Department of Electrical, Information and Physics Engineering, Tohoku University

^{†2} Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

^{†3} Cyberscience Center, Tohoku University

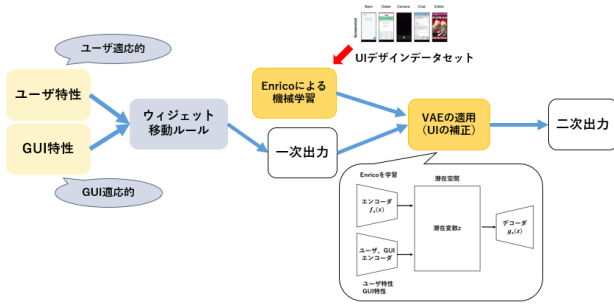


図 2: 提案システムの概要図



図 3: 適応的制御のイメージ

加することによって UI 設計ルールに基づいた補正を可能とする。先行研究同様の出力が一次出力であり、Enrico をエンコードした変分オートエンコーダ (VAE) で UI の補正を行った後の出力が二次出力である。機械学習モデルの作成では、まずデータセットから各 UI における要素の配置、サイズ、カテゴリを抽出する。次に、これらの情報とユーザー特性、GUI 特性を生成モデルである VAE にエンコードする。入力された情報を基に VAE 内部で潜在変数の調整を行い、ユーザ評価の高い出力を得られるものを決定する。

図 3 は Counter アプリと地図アプリにおける適応的制御のイメージであり、初期画面と変更後では要素の配置や大きさが変更されていることが分かる。

4 実験・実装

4.1 使用ツール

データセットに関して、Android アプリ UI の大規模データセット Rico から高品質なものを抽出した Enrico を用いる。本データセットには 1460 の UI が含まれ、20 種類のデザインピックに分類される。実験に使用するデバイスは Google Pixel 7 Pro である。本体サイズが大きいためユーザー特性が現れやすいことが考えられる。

4.2 対象アプリケーション

- Counter

図 3(a), (b) で示すような数字の数え上げ、リセット機能がついた単純なアプリである。

- 地図アプリ

図 3(c), (d) で示すように、一画面に検索バー、ナビゲーションバー、地図などが含まれる複雑なアプリである。

4.3 評価方法

提案方式の評価は、ユーザへのアンケート調査により行う。質問内容は QUIS, SUMI, PSSUQ, SUS を含むユーザ満足度、システム評価アンケートから本実験に適切な項目 21 問を選択したものをを用いる。また、被験者は二つのグループに分けて検証を行う。一つ目のグループは対象アプリを自由に操作した後、その後適応的制御がされた UI を操作した後にアンケートを実施する。自由な操作をさせることでユーザ特有の入力に対して制御がユーザ評価向上につながったかどうかを検証することができる。二つ目のグループは 2 つのアプリでの比較に適した、事前指定操作で対象アプリを操作させ適応的制御前後でアンケートを実施する。これにより、本提案の適応的制御が単純なアプリと複雑なアプリにおいてユーザ評価にどのような影響があるかを検証する。

これらの評価を一次出力と二次出力で行い、本提案によるシステムの有効性を評価する。

5 おわりに

本稿では携帯型端末 UI の適応的制御において、複雑なアプリケーションのユーザ評価を改善する手法について、その基本設計を検討した。今後、提案手法を実装し、ユーザ評価を実施することで適応的制御において機械学習を導入することの有効性について検証を進める予定である。

参考文献

- [1] 総務省情報通信政策研究所: 令和 4 年度情報通信メディアの利用時間と情報行動に関する調査, 入手先 (https://www.soumu.go.jp/main_content/000887589.pdf) (参照 2024-01-04).
- [2] Yahoo!JAPAN コーポレートブログ編集部: 使いやすいシステムを設計するために人間の行動を理解する HCI の研究で実現したいこと, 入手先 (<https://about.yahoo.co.jp/info/blog/20230329/hci.html#anc2>) (参照 2024-01-04).
- [3] Z.Ruan, Y.Fukazawa and J.Shirogane: Automatic generation of user-sensitive and application-sensitive self-adapted UI system for smartphone applications, *International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)*, pp. 1–9 (2022).
- [4] B.Lucas et al.: Learning GUI Completions with User-defined Constraints, *ACM Trans. Interact. Intell. Syst.*, Vol. 12, No. 1, pp. 2160–6455 (2022).