

利用者や周囲に適応する柔軟性を有する プロジェクション型ARによる壁付け型ボタン

A flexibly projected AR system of wall-mounted buttons

情報工学専攻 正木 大貴
Daiki Masaki

あらまし

ユーザインターフェース (UI, User Interface) は製品やサービスの使用感に大きな影響を与えるため、ユーザエクスペリエンス (UX, User Experience) の重要な要因である。現実世界でのシステムや機械の UI の一つに壁付け型のボタンがある。しかし、埋め込んで設置する壁付け型のボタンは容易に位置を移動できない。またボタンのラベルやタイプも容易に変えることができない。ボタンの設置場所、ラベル、タイプを容易に変えることができれば、より利用者の状況や感性への対応力を高め、UX の向上を図ることが可能になる。そこで本研究では、プロジェクタによる拡張現実感 (Augmented Reality, AR) を用いて仮想的に壁付け型のボタンを作成する。提案システムはボタンの前に立った利用者の身長を取得し、ボタンの高さを自動で変更する。また、利用者は特定の画面から、ボタンのラベルとタイプを変更することができる。利用者がボタンを押下した際は、色の変化と操作音により、利用者にフィードバックを与える。以上より、提案システムは従来の壁付け型ボタンの位置、タイプ、ラベル変更が容易ではない問題を改善でき、より利用者の状況や感性への対応力を高め、UX の向上を図ることが可能である。評価実験に基づくアンケートの結果、本システムは壁付け型ボタンの問題の解決策として有効であるとの結論を得た。一方で、ボタンの視認性の向上が今後解決すべき課題として明らかとなった。キーワード: 拡張現実感 (Augmented Reality, AR), UX, UI

1 序論

近年、製品やサービスを作る際にユーザエクスペリエンス (UX, User Experience) の重要性が高まっている。UX とは、ある製品やサービスを使用してみてどうだったか、という利用者の体感のことを指す。現在、デジタル機器や WEB サービス等が多様化する中で、様々な競合他社との差別化を図るため、UX を高めることが求められている。UX の構成要因としては、インフォメーションアーキテクチャ、アクセシビリティ、インタラクションデザイン、ビジュアルデザイン、ユーザビリティ、ユーザインターフェース (UI, User Interface) 等がある。これらの要因の中でも特に UI は重要性が高い。UI とはコンピュータシステムあるいはコンピュータプログラムと人間との間で情報をやり取りするための方法、操作、表示といった仕組みの総称であり、UI は製品の体感を大きく左右する。そのため、UI の設計には特別考慮する必要がある。

UI を設計する際にアフォーダンスと呼ばれる概念への留意が重要とされている [1]。アフォーダンスとは、物に備わった、人が知覚できる「行為の可能性」を意味する。例えば、ドアノブがなく平らな板が付いたドアは、押して開けることができることを示している。また、ドアノブが付いたドアは、引いて開けることができることを示している。人はこれらのドアを、体験に基づいて説明なしで取り扱うことができる。このアフォーダンスはスマートフォンやパーソナルコンピュータ (PC, Personal Computer) 等の UI 設計においても多く使用されている。例えば、頻繁に使われる UI の一つに押しボタンがある。押しボタンには、「押せる」というアフォーダンスが有るため、実際には平

面であるタッチパネルの UI として、画面上に擬似的に押しボタンを表示する手法がよく見られる。

現実世界でのシステムや機械の UI の一つに壁付け型のボタンがある。例えば、部屋の照明やエレベータ等の操作には一般的に壁付け型のボタンが用いられている。壁付け型のボタンを設置するには壁に埋め込む必要が有るため、利用者は容易に設置位置を移動できない。また、埋め込まれたボタンのタイプ、ラベルを変更しようとしても容易に変えることはできない。もしも利用者の身体的な理由や部屋の模様替え等で設置位置に不都合が生じた場合や、使いやすさやデザインの観点からボタンのタイプ、ラベルを変更したい場合に、ボタンの設置位置、タイプ、ラベルを容易に変更できないことは UX を損なう原因となる。これらの問題の改善方法として、近年発達している認識技術を用いて、音声やジェスチャーを UI とする方法が考えられる。しかし、これらの認識による UI はボタンのような実態がないため、一見しただけでは行動の指針となるアフォーダンスを得ることができない。そのため、利用者は操作方法を覚えるか別途指示が必要である。しかし、操作方法を覚えることは利用者の負担となる。また、操作方法を提示した場合も、操作方法を見るという作業が増えるため利用者の負担となる。人がアフォーダンスを認識できるボタンという形式を残したままで壁付け型のボタンを仮想化し、ボタンの設置場所、ラベル、タイプを容易に変えることができれば、より利用者の状況や感性への対応力を高め、UX の向上を図ることが可能になる。これを実現するために、現実環境に仮想的な情報を付加する拡張現実感 (Augmented Reality, AR) が有用である。

AR を実現する方法は、タブレットやスマートフォンのディスプレイを利用する方法、HMD を利用する方法、プロジェクタを利用する方法が有る。壁付け型のボタンの用途を考慮すると、その場の任意の位置にいる全員が視認できる必要が有る。また、ボタンを操作するのはその時最もボタンに近い者が一般的であり、予め特定することが困難なので、個々に機器を装着しなくても視認できる必要がある。これらの理由から、壁付け型ボタンにはプロジェクタを用いた AR が適切である。

従って本研究では、プロジェクタによる AR を用いて仮想的に壁付け型のボタンを作成する。ボタンはタッチ操作が可能である。提案システムはボタンの前に立った利用者の身長を取得し、ボタンが投影される高さを自動で変更する。また、利用者は設定画面からボタンのラベル、タイプを変更することができる。

2 提案システム

提案システムはボタンの前に立った利用者の身長を取得し、ボタンが投影される高さを自動で変更する。また、ボタンが表示されている画面には常に設定ボタンも表示されており、利用者はこの設定ボタンを押下することで設定画面に遷移できる。利用者は設定画面でボタンのラベル、タイプを変更することができる。

ボタンの表示とタッチの認識には Android OS を搭載した小型プロジェクタである SONY の Xperia Touch[2] を使用する。利用者の身長の取得には Microsoft の Kinect[3] を使用する。システムは Xperia Touch, Kinect, PC で構成される。Xperia Touch と Kinect は USB ケーブルによって PC に接続されて

いる。

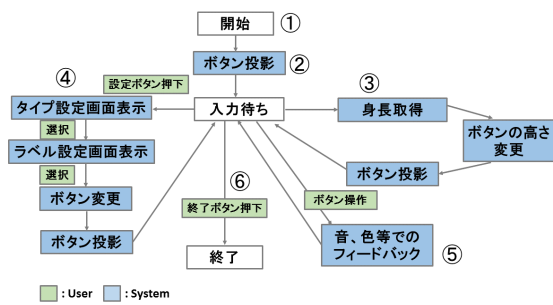


図 1: システム遷移図

図 1 は提案システムのシステム遷移図である。それぞれの機能の詳細は以下の通りである。

1. アプリケーション起動

利用者がアプリケーション起動ボタンを押下することで Xperia Touch のアプリケーションが起動し、Kinect で利用者の身長を取得する。

2. ボタン表示

利用者の身長に対応した高さにボタンを表示する。今回はボタンの数を 2 つに限定する。

3. ボタン位置調節

ボタンの高さは床から 100cm, 110cm, 120cm の 3 段階用意されている。Kinect によりボタン表示位置の前に立っている利用者の頭の高さを取得する。取得した値が 150cm 未満の場合ボタンの高さは 100cm となる。170cm 以上の場合、ボタンの高さは 120cm となる。150cm 以上 170cm 未満の場合、ボタンの高さは 110cm となる。

4. タイプ・ラベル設定

ボタンが表示されている画面には常に設定ボタンが投影されている。このボタンを押下することで、タイプ・ラベル設定画面に遷移する。この画面では、最初にボタンのタイプを選択する。タイプが選択されると選択したタイプに対応したラベル選択画面に遷移する。そこでラベルを選択すると、選択したタイプ・ラベルのボタンが表示される。利用者が実際の使用状況を想像しやすいように、ボタンタイプ・ラベルは照明スイッチとエレベータの開閉ボタンを想定した物を用意する。ボタンのタイプは 5 種類有り、それぞれに 3 つのラベルが用意されているため、合計で 15 種類のボタンが存在する。

5. ボタン操作のフィードバック

利用者が投影されたボタンを操作した際、フィードバックとして効果音を再生し、ボタンの色を変化する。

6. アプリケーション終了

Android のアプリケーション終了ボタンを押下することでアプリケーションが終了する。

このシステムの特徴は以下の通りである。

- 利用者の身長を取得して、ボタンが表示される高さを変更可能
- 利用者は壁付け型ボタンのラベル、タイプを変更可能

3 実装結果

図 2 は実際のシステムの全体像である。図 3 は投影されたボタンと設定ボタンの画像、図 4-6 はボタンの三段階の高さ別の画像である。図 7-12 はシステムのタイプ設定画面と、ラベル設定画面のスクリーンショットである。



図 2: システムの全体像

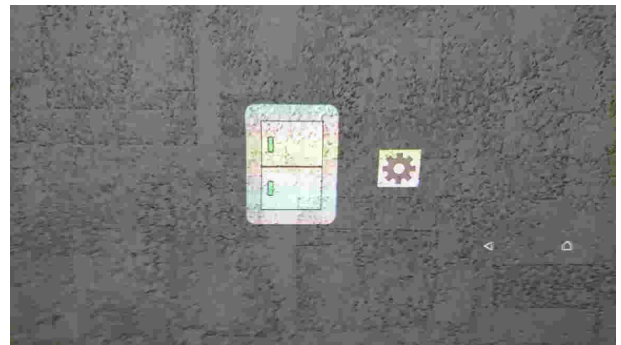


図 3: ボタン表示画面

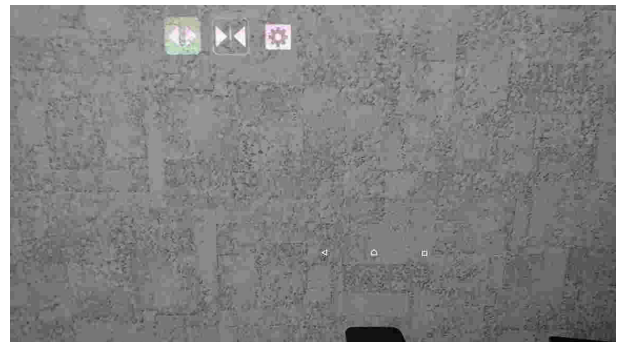


図 4: ボタン位置 (120cm)

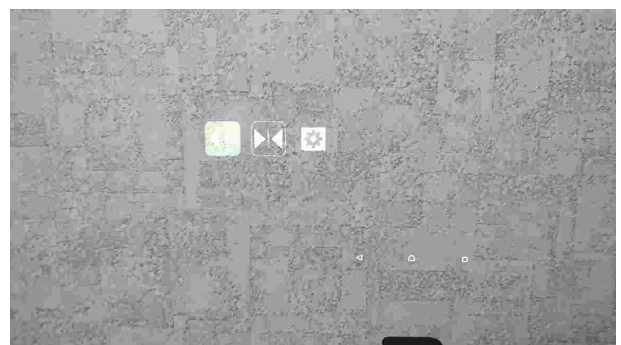


図 5: ボタン位置 (110cm)

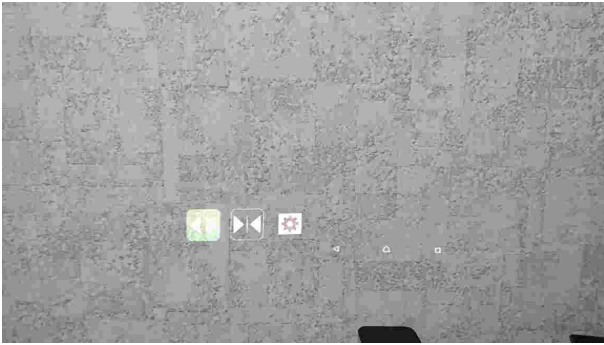


図 6: ボタン位置 (100cm)

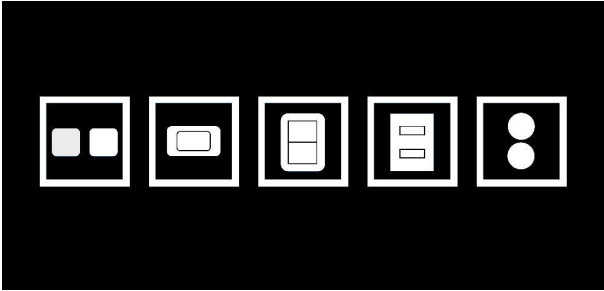


図 7: タイプ設定画面

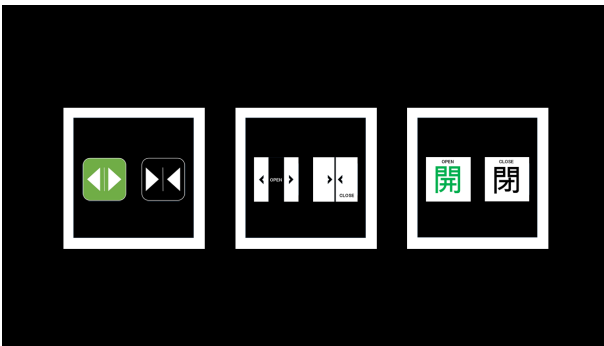


図 8: ラベル設定画面 1

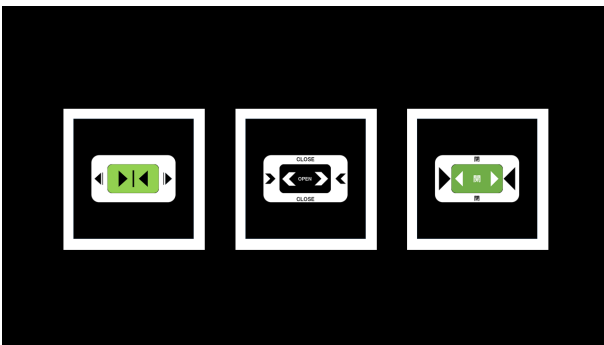


図 9: ラベル設定画面 2

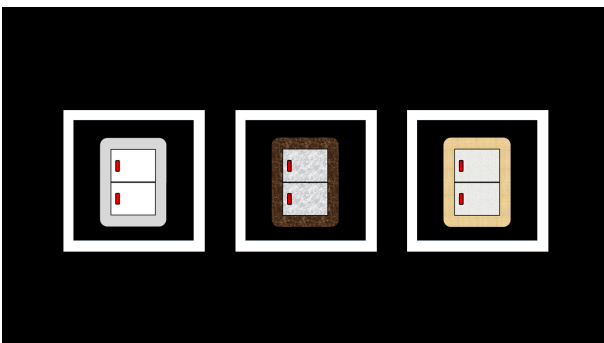


図 10: ラベル設定画面 3

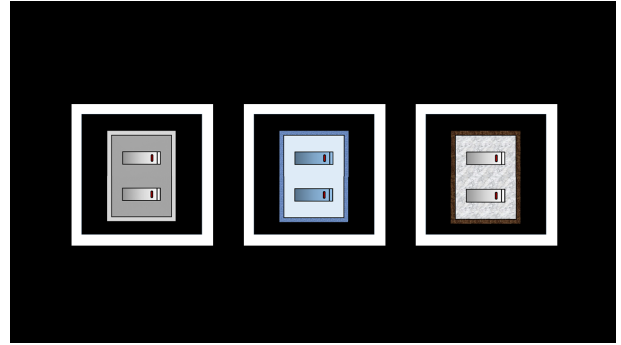


図 11: ラベル設定画面 4

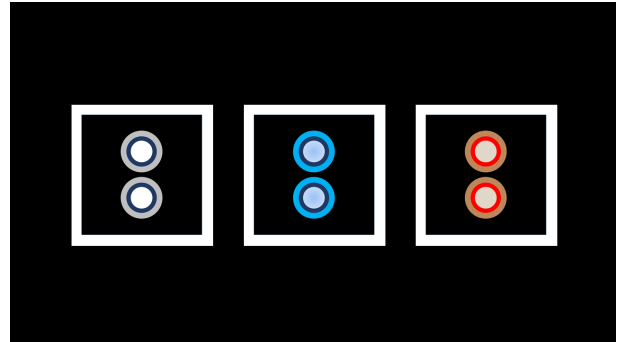


図 12: ラベル設定画面 5

4 評価

評価は実験に基づくアンケートによって行った。被験者は 20 名である。被験者は 5 分間システムを自由に使用した。アンケートは 5 段階評価で、a に近いほど高評価で、e に近いほど低評価とする。

表 1: システムの操作性について

	評価				
	a	b	c	d	e
1.1 タッチによる操作に、反応の遅れ等の支障は無かったか	7	10	3	0	0
1.2 見ただけで操作方法が理解できたか (ボタンだとわかったか)	7	9	3	1	0
1.3 現実のボタンと同程度の操作性があったか	5	9	3	3	0
1.4 自身のボタン操作に対するフィードバックは十分に得られたか	9	7	3	1	0
1.5 設定変更の手順に支障はなかったか	10	10	0	0	0
1.6 アイコンの意味は見ただけで理解できたか	6	9	5	0	0
1.7 ボタンの大きさは問題なかったか	6	7	6	1	0
1.8 ボタンの視認に支障は無かったか	5	7	3	4	1
1.9 ボタンは押しやすい高さに表示されたか	14	3	3	0	0

システムの操作性に関するアンケートにおいて、全ての項目で被験者の過半数から高評価を得た。項目 1.1 の結果より、タッチ操作に反応の遅れ等の支障はなかったといえる。項目 1.2, 1.3 の結果より、利用者は仮想ボタンから現実のボタンと同程度のアフォーダンスを得られ、同様に操作できたとと言える。項目 1.4 の結果より、ボタン押下の際の見え目の変化と音を用いたフィードバックは効果的だったといえる。項目 1.5 の結果より、設定変更の手順は分かりやすい物だったといえる。項目 1.6 の結果より、アイコンは見ただけで理解できる物だったといえる。項目 1.7 の結果より、ボタンの大きさは問題なかったと言える。低評価の理由としてはラベルによって表示が見えにくい場合があったことが挙げられた。項目 1.8 では他の設問よりも低評価が多かった。理由として、ラベルに文字が書いてある場合に小さくて見えにくかったこと、プロジェクタの光量が少なくボタンが見えにくかったこと、手の角度によってはプロジェクタからの投影が手で遮られてしまうこと等が挙げられた。項目 1.9 の結果より、ボタンの高さは適切に判定されていたと言える。

表 2: システムの機能について

	評価				
	a	b	c	d	e
2.1 タッチ操作に誤認識はなかったか	8	7	5	0	0
2.2 ボタンの表示位置変更は正しく行われたか	12	5	3	0	0
2.3 ボタンの表示位置変更の応答時間に問題はなかったか	11	6	3	0	0
2.4 ラベル変更機能によって問題なくラベル選択・変更ができたか	12	6	2	0	0
2.5 タイプ変更機能によって問題なくタイプ選択・変更ができたか	12	6	2	0	0
2.6 位置変更機能はボタンの設置位置が容易に変更できないという問題の解決策として有効だと思うか	7	7	4	2	0
2.7 ラベル変更機能はボタンのラベルが容易に変更できないという問題の解決策として有効だと思うか	12	8	0	0	0
2.8 タイプ変更機能はボタンのタイプが容易に変更できないという問題の解決策として有効だと思うか	13	7	0	0	0

システムの機能に関するアンケートにおいて、全ての項目で被験者の過半数から高評価を得た。項目 2.1 の結果より、タッチ操作の認識は正確だったといえる。項目 2.2, 2.3 の結果より、ボタンの表示位置変更は正しく行われ、その応答時間にも問題はなかったといえる。項目 2.4, 2.5 の結果より、タイプ・ラベル変更機能は障害無く使いやすい物だったといえる。項目 2.6, 2.7, 2.8 の結果より、本システムで実装したボタン位置、ラベル、タイプ変更の機能はそれぞれの問題の解決策として適切だったと言える。

表 3: 総合評価について

	評価				
	a	b	c	d	e
3.1 通常の壁付け型ボタンよりも UI の満足度が向上しているか	5	8	3	4	0
3.2 本システムを照明の UI として導入した場合、UX は向上すると思うか	9	5	4	2	0
3.3 本システムをエレベータの UI として導入した場合、UX は向上すると思うか	5	7	5	3	0

項目 3.1 の結果より、本システムは現実の壁付け型ボタンよりも UI としての満足度が向上していると言える。高評価の理由としては、ボタンの位置で困った経験が有るからというものや、ラベルやタイプの変更により部屋のインテリアの幅が広がるということが挙げられた。低評価の理由としては、ボタンを押した感触が無い、ボタンが見えにくいといったことが挙げられた。項目 3.2, 3.3 の結果より、照明やエレベータは本システムを UI として導入することにより UX が向上する可能性があると言える。

以上より、提案システムは被験者にとって使いやすい UI だったと言える。

5 結論

本研究では、プロジェクタによる AR を用いて仮想的に壁付け型のボタンを作成した。提案システムはボタンの前に立った利用者の身長を取得し、ボタンが投影される高さを自動で変更する。また、利用者は設定画面から、ボタンのラベル、タイプを変更することができる。

評価実験に基づくアンケートの結果、本システムは壁付け型ボタンの問題の解決策として有効であり、システムや機械の UX を高める可能性が有るとの結論を得た。一方で、ボタンの視認性の向上が今後解決すべき課題として明らかとなった。

謝辞

本研究を通じ、懇切丁寧な御指導、御鞭撻、及び多くの御支援を賜りました、中央大学理工学部情報工学科牧野光則教授に深く感謝致します。また、多くの御助言並びに御助力を頂きました、中央大学院理工学部研究科情報工学専攻牧野研究室諸先輩方、よき同僚としてご協力いただいた同輩諸氏、アンケートにご協力いただいた方々に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] Don Norman. 2013. The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition : Basic Books
- [2] SONY, “Xperia Touch”
<https://www.sonymobile.com/us/products/smart-products/xperia-touch/>,
掲載日不明 (最終アクセス 2018 年 2 月 13 日)
- [3] Microsoft, “Kinect”
<https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect/hardware/>,
掲載日不明 (最終アクセス 2018 年 2 月 13 日)