

# 手の動きに追従する UI の追従範囲の拡大のための検討

松岡雄介† 岩崎真大† 土屋博雅† 水谷晃三† 荒井正之†

帝京大学理工学部ヒューマン情報システム学科†

## 1. はじめに

プロジェクタを用いてあらゆる場所に情報を投影する研究が行われている。その研究の一つとして WorldKit が挙げられる。WorldKit は、プロジェクタと RGB-D センサを組み合わせたシステムであり、好きな場所にインタラクタと呼ばれる UI (User Interface) を構築できる [1]。

筆者らは手の動きに追従する UI の研究を行っている [2, 3]。この研究では天井に設置したプロジェクタから UI を手のひらに追従するように投影する。現状、RGB-D センサとプロジェクタを 1 台ずつ用いていたため追従できる範囲が限定されている。実用性を高めるには複数台のセンサやプロジェクタを用いてこの範囲を拡大する必要がある。そこで本研究では、2 台のプロジェクタと 1 台の RGB-D センサを利用するケースについて検討、検証する。

## 2. 手の動きに追従する UI の概要

先行研究 [2] では、天井に設置した RGB-D センサで取得した深度情報により頭部の重心座標と指先の座標から手の位置を認識し、この位置に対応させるようにして UI を天井に設置したプロジェクタから投影する (図 1)。

図 2 はシステムの操作画面とプロジェクタへの出力画面の例である。操作画面 (左) では RGB-D センサで取得するセンシング範囲をマウスのドラッグ操作により指定する。UI の投影位置と手の位置を合わせるために、先行研究のシステムではプロジェクタの投影範囲に一致させるようにセンシング範囲を指定する。複数のプロジェクタにより追従できる範囲を拡大するためには、センサとプロジェクタの投影範囲を対応付ける方法を見直す必要がある。

## 3. 複数のプロジェクタによる追従範囲の拡大方法の検討

### 3.1 センシング範囲と投影範囲の対応付け

先行研究では RGB-D センサとプロジェクタの各範囲を 1 対 1 で対応付けすることができた。複

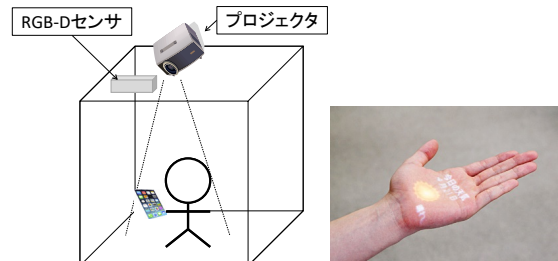


図 1 先行研究のシステム配置と投影結果の例

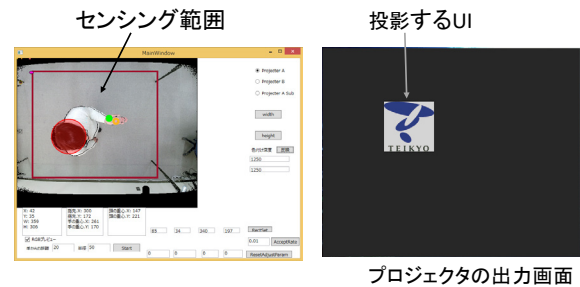
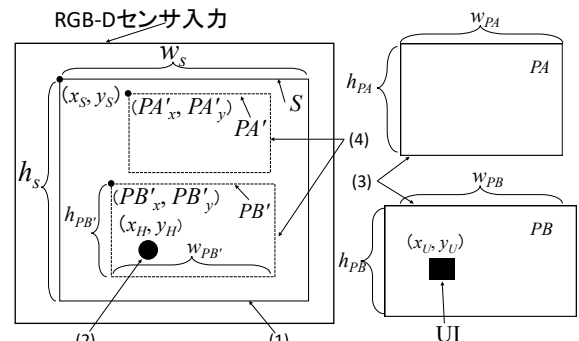


図 2 先行システムの操作画面 (左)、出力画面 (右)



- (1) センシング範囲/プロジェクタ投影範囲 ( $S$ )
- (2) 認識された手の座標 ( $H$ )
- (3) プロジェクタ出力 ( $PA, PB$ )
- (4) プロジェクタ投影範囲の指定枠 ( $PA', PB'$ )

図 3 センシング範囲とプロジェクタ出力の対応数のプロジェクタを用いる場合では、各プロジェクタとセンシング範囲を現状とは異なる方式で対応付けする必要がある。

図 3 に 2 台のプロジェクタ  $PA, PB$  を使用する場合について示す。まず、投影範囲とセンシング範囲を一致させるように指定していた先行研究の方法を止め、各プロジェクタの投影範囲の指定枠  $PA', PB'$  をセンシング範囲とは別に指定できるようにする。センシング範囲のサイズを

### A Consideration for Expanding Areas in Followable User Interface

†Yusuke Matsuoka, Masahiro, Iwasaki, Hiromasa, Tsuchiya Kozo Mizutani, Masayuki Arai : Department of Human Information Systems, Faculty of Science and Engineering, Teikyo University.

$w_s, h_s$  とし、認識された手の座標を  $(x_H, y_H)$  とするとき、例えば認識された手の座標が  $PB'$  の領域に内にある場合では UI の座標  $(x_u, y_u)$  を式 (1) のように求めることができる。

$$x_u = \frac{w_{PB}(1-(PB'_x-x_H))}{w_{PB'}}, \quad y_u = \frac{h_{PB}(PB'_y-y_H)}{h_{PB'}} \quad (1)$$

ここで、 $w_{PB}, h_{PB}$  はプロジェクタ投影範囲の指定枠  $PB'$  に対する、 $w_{PB}, h_{PB}$  は実際のプロジェクタ出力  $PB$  に対するそれぞれの幅と高さである。 $x_u$  を求める際に 1 から引く理由は、RGB-D センサの入力に対してプロジェクタからの出力を左右方向に反転させる必要があるためである。

### 3.2 プロジェクタの投影範囲の境界領域での制御

図 4 は 2 台のプロジェクタからの出力画面と、“A” と書かれた UI が実際に投影される様子を天井から下方に向けた視点であらわしたものである。①手の高さを固定し 2 つのプロジェクタの投影範囲の境界となる高さで手の高さが同じ状態で UI を投影する場合では、図中の (a), (b) に示すようにプロジェクタの出力と投影結果は同じになる。一方、②手の高さが①の状態より低い場合では、プロジェクタからの投影範囲が重なっているためプロジェクタへの出力の際に UI を適切に分割しなければならない (c), (d)。分割の仕方や位置、大きさなどは各プロジェクタの設置の状況と投影する手の位置などによって異なるため、これらを踏まえた UI 出力の制御が必要になる。

### 4. システム試作および考察

前述の方法を実装し、2 つのプロジェクタを用いるケースについて検証した。3.2 の制御については、本研究では 2 つのプロジェクタの投影範囲が大きく重なるように指定することによって②のケースが生じない形で動作検証を行った。

試作したプログラムの画面例を図 5 に示す。図中の赤枠がセンシング範囲で、オレンジ枠、黄色枠がプロジェクタの投影範囲の指定枠である。実際の投影結果を図 6 に示す。図 6 はユーザから見て左側から右側へ手を動かしているときのものであり、2 つのプロジェクタをまたいで UI が手に追従するように投影されることを確認した。しかし手の高さ（プロジェクタからの距離）の位置的関係の違いによって UI の投影サイズが異なってしまうケースが確認されたため、これを制御する方法を検討する必要がある。

### 5. おわりに

本研究では、手の動きに追従する UI において 2 台のプロジェクタと 1 台 RGB-D センサを利用し

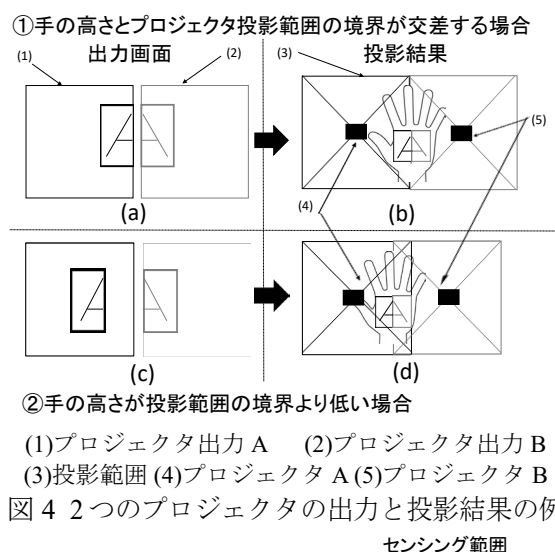


図 4 2 つのプロジェクタの出力と投影結果の例

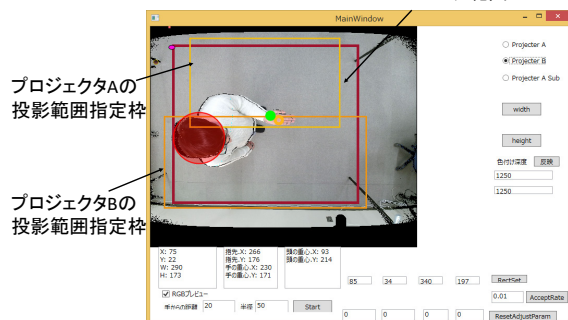


図 5 試作システムの実行画面



図 6 実際の投影結果

て追従範囲を拡大するための方法を検討した。今後は図 4 のケース②、手の高さを考慮した UI のサイズの制御方法について検討したい。

### 参考文献

- [1] Robert Xiao, Chris Harrison, Scott E. Hudson, WorldKit: rapid and easy creation of ad-hoc interactive applications on everyday surfaces, CHI '13 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.879-888, 2013.
- [2] Takuya Yamaguchi, Kozo Mizutani, Masayuki Arai, A Study of Followable User Interface to Hand Behavior, International Journal of Knowledge Engineering, Vol.1, No.3, pp.240-243, 2015.
- [3] 山崎雄太, 大塚友章, 高笠綾華, 水谷晃三, 荒井正之, 複数人の利用者の手の動きに追従するユーザインタフェースの研究, 情報処理学会第 78 回全国大会, 6Y-3, 2016.