インターフェイスを映像投影する試み

佐々木恵太　諏訪利典　広瀬和也　安本匡佑　太田高志

将来の部屋というテーマを想定し，様々な家電やスイッチが実体としてあるのではなく，壁に投影された「機能」として提供されるような仕組みを提案する．プロジェクターにより，壁紙となる映像と共に電気のスイッチや TV の画像を壁に投影する．投影されたものに対して手で操作できるようなインタラクションを用意することにより，本物と同じような操作を可能とするとともに，配置の自由さや必要なときだけ出現させるなど，柔軟なインテリアのレイアウトを可能にする．始めの取り組みとして，映像の投影と簡単な家電機器の操作を実現した．

Design of a room with projected functionalities

KEITA SASAKI,　TOSHINORI SUWA,
KAZUYA HIROSE,　MASASUKE YASUMOTO,　TAKASHI OTA

Assumes the theme room future rather than as an entity in switches and various appliances, we propose a mechanism such as that provided projected onto the wall as a "feature." The projector to project the image on the wall of the TV and the electric switch along with the video, it may be wallpaper, they are prepared, such as interaction can be operated by hand like the real thing, even a video. As an initiative of the First, the operation was carried out of a simple home appliances and projection of the image.

1. はじめに

本研究は，壁紙として映像を投影することをデザインするなかで，部屋で使われる家電のコントロール機能も投影し，部屋のインテリアの新しい可能性を提示しようとする試みである．

部屋の壁にプロジェクターを用いて映像等を壁紙として投影し，スマートフォンから気軽に変更し動く壁紙を楽しむことができる仕組みを用意する．また，更に様々な家電のスイッチ・リモコン類，また家電自体を壁紙に組み込んで投影し，家電やスイッチ類は「ある場所に固定されているもの」という概念を取り払う．任意の場所で壁に近づくと照明のスイッチが出現するような仕組みも用意する．これにより，部屋の中の煩雑さを解消するだけでなく楽しい生活を支援することができる．壁で家電を操作するとともに操作自体に遊び心を持たせることで，クリエイティビティと機能性を持った部屋を作り上げ，日常生活に楽しみを掛け合わせることを目指した．

昨今の現状では，部屋に照明や家電類のリモコンやスイッチが多数あり，家電を買い足せば，それだけスイッチやリモコンの数が増えていくことが想定される．また家電自体も場所をとることは必至である．この煩雑・窮屈となりかけている現状の部屋に対して新たなデザインを考察・検討した．そこで我々は，現在急速に発達しつつある「プロジェクションマッピング」に注目し，その要素を取り入れる事にした．

プロジェクションマッピングの事例においては，作り込まれた映像を様々な対象に投影するだけではなく，体験者の働きかけに応じて変化や動作する作品が数多くある．我々は生活の一部にインタラクティブなプロジェクションマッピングを取り入れ，体験者との相互作用としてどのようなものを組み込めば日常生活に彩りを与えられるか，ということに着目した．

2. 関連作品

タッチインターフェイスの研究として，マサチューセッツ工科大学 Media Lab の Robert Hemsley と Dhairya Dand の制作した Obake[1]がある．これはタッチしたりつまんだりすることによって変形したスクリーンに追随して，投影される映像も変化するものである．この研究では，人の自然な動作により操作が可能なインターフェイスである．

インターフェイスの投影の研究として奈良先端科学技術大学院大学の土屋らがテーブルに対して家電操作用のリモコン投影する研究[2]がある．この他にも，部屋のどこにでもインターフェイスを投影できる研究として WorldKit[3]がある．これは，カーネギー大学のヒューマン・コンピューター・インタラクション学科（HCII）博士課程の学生 Robert Xiao と Chris　Harrison，Scott Hudson 教授によって開発が進められている技術である．Kinect と小型プロジェクターを設置するだけで，ユーザーがなぞるなどの動作をした場所にインターフェイスを作ることができる．

壁をインタラクションにする研究として，京都産業大学大学院の松浦ら[4]による埋め込み大型ディスプレイを利

† 東京工科大学　メディア学部
Tokyo University of Technology，School of Media Science

ⓒ2013 Information Processing Society of Japan

用した，ディスプレイに本棚を表示し書架の機能をもたせる試みがある．

本研究との違いは，研究においてのインターフェイスの立ち位置である．Obake のようにインターフェイスを制作するのではなく，何もない壁でもインターフェイスとし，WorldKit がインターフェイスを好きな場所に好きな形で投影できることに対して，本研究ではインターフェイスは投影するものの，基本的な考え方としては部屋に遊び心をもたせることである．

3. コンセプト

本研究のコンセプトは「近未来の部屋」である．近未来の部屋というのは，テレビアニメーションや SF 映画などで描かれる「シンプル」でなおかつ「機能性の高さ」と「遊び心」がある部屋と考えられる．そこで我々は，何もない極シンプルな部屋という場所を想定し，家電類の機能は壁に投影することで実装が可能ではないかと考えた．家電の投影は東芝の CM「東芝ホームソリューション」篇[5]を参考にしている．テレビのように，実機が存在せずとも壁への投影だけで機能が果たせるものを積極的に投影することで，壁に部屋をシンプルに保ちつつ機能性をもたせることが可能だと考えられる．

現在では壁紙は模様や柄が選べるだけのものであり，張り替えるにも気分次第というわけにはいかず，自由度が低い．本研究では壁がシンプルであるという前提から，壁紙を生活者の気分に応じて好きに変更することができる．部屋全体への投影は奈良先端科学技術大学院大学の島村潤[6]が近い研究をしており，我々はそれに加えて生活者とのインタラクションにより別空間を体験できることを目指している．

図 1 のように，部屋を生活の場のみではなく生活を楽しくする場という観点で捉え，生活者の遊び心をくすぐる機能の付加により，未来の部屋と生活をデザインすることを目指した．



図 1　映像を投影したシンプルな部屋の例

4. 実装

本研究では，家電を制御するスイッチと投影する壁紙を変更することの 2 つを基本に研究を行っている．

スイッチについては，使用者が壁に近づいた時に家電のスイッチの機能を持つシンボルを使用者の手の届く範囲に表示させることが必要である．また一般家庭において，家電が単一である事はまずないので，複数の家電を操作することを前提とする必要がある．よってここでは「人体と手の位置を認識する」「表示したスイッチのシンボルに触れる事で，複数の家電の動作を制御する」ことが目標となる．人体を検知し，壁との接触を判定する上で，人体骨格や深度データが検出できる Microsoft Kinect を利用する．

部屋の壁紙を変える事については，スマートフォンで視聴していた映像を直感的な操作で壁紙へと反映させることが必要である．また壁紙を自由に変更し，使用者があたかもその風景の中に身を置いている状態を擬似的に再現することで使用者の気分を変えるという観点から，壁紙つまり視聴する映像は一つではなく複数用意する必要がある．よってここでは「スマートフォンで再生している映像を PC に送信し壁紙に投影，また再生中の映像を切り替えた際にも反映させる」「映像を PC に送信する際の使用者の自然な動作を考える」ことが目標となる．システム構成図を図 2 に示す．

4.1 使用機材／ソフトウェア

- パーソナルコンピュータ（Mac OSX）
- depth camera（Microsoft Kinect）
- プロジェクター
- マイコンボード（Arduino Uno）
- スマートフォン（Apple　iPhone5）
- openFrameworks（C++ Library produced by the OF community）
- OpenNI（Kinect ライブラリ）

ⓒ2013 Information Processing Society of Japan

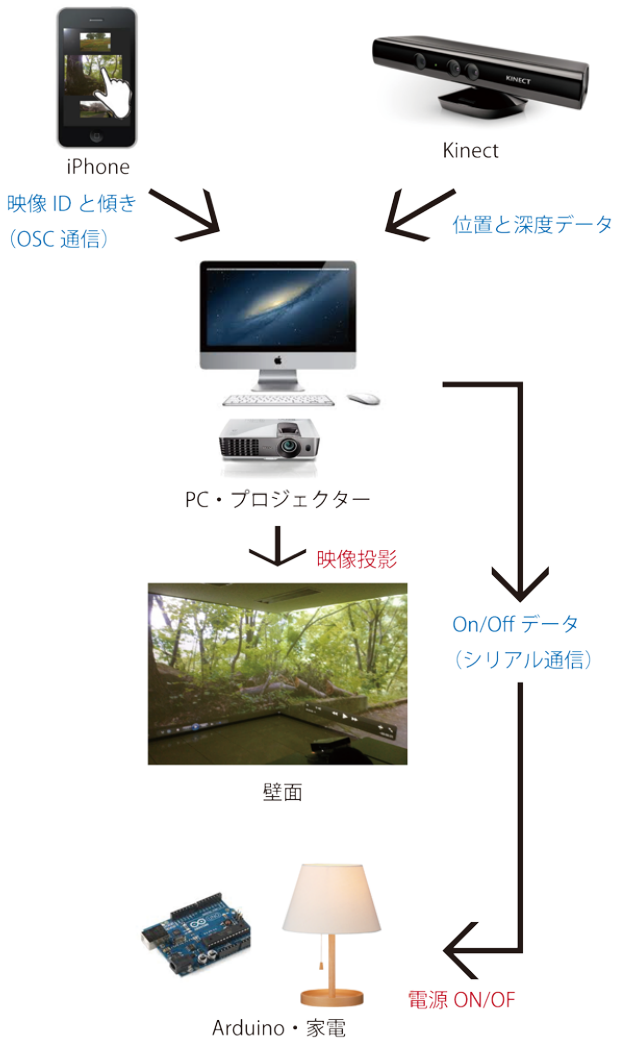


図 2　システム図

4.2 システム概要

壁紙投影を実装するにあたり映像の切り替えに iPhone，映像の投影に PC 及びプロジェクターを用いる．まず iPhone で投影する映像を選択し，iPhone を机の上に置く．それにより PC 側は iPhone で選択された映像の再生時間から同じ映像を再生，プロジェクターで投影する．事前に iPhone ならびに PC へ同じ映像を導入し，映像 ID の番号を決めておく．（図 3）iPhone 内にある openFrameworks のアプリから OSC（通信プロトコル）で PC へ映像の再生時間データならびに映像 ID 番号を送る．そのデータを元に PC 内に保存してある同じ映像を用いて，再生時間を同期し再生させている．プロジェクターを用いて PC の映像を部屋の壁に投影する．投影された映像は iPhone アプリの映像選択により変更可能とする．

壁に人が近づいた時，Kinect が人及び手の位置を読み取り，PC へデータを送信する．次に，受け取ったデータを基に手周辺の壁にスイッチのシンボルを表示する．シンボルへ手を触れる動作を行うことで，PC から Bluetooth 通信経由で Arduino に信号を送る．そして Arduino に繋いだ家電の ON/OFF の切り替えを行う．

（図 4）システム起動時に，プロジェクターでの投影範囲と Kinect の撮影範囲を同期させるため，キャリブレーションを行う．部屋の壁は長方形であり，Kinect は正面に設置し撮影することを想定しているため，Kinect 上で撮影されているプロジェクター投影範囲の左上の開始点と右下の終点を取得する．このようにして，プロジェクター投影範囲と Kinect 撮影範囲の対比を取得し，異なるピクセルであっても撮影した映像に対応した動作が可能となる．部屋にいるユーザーの人体と人の手を Kinect により検知する（図 5）．ある一定距離まで壁へ近づくと，人体の周辺の壁上に ON/OFF のスイッチを登場させる．（図 6）手の座標が投影されたスイッチ座標と近似し，なおかつ手が壁に接触した場合，Kinect がそれを検知し PC へデータを送信する．PC より ON/OFF のデータをシリアル通信により Arduino へ送信し，それを介して電気の流れを制御する仕組みとなっている．

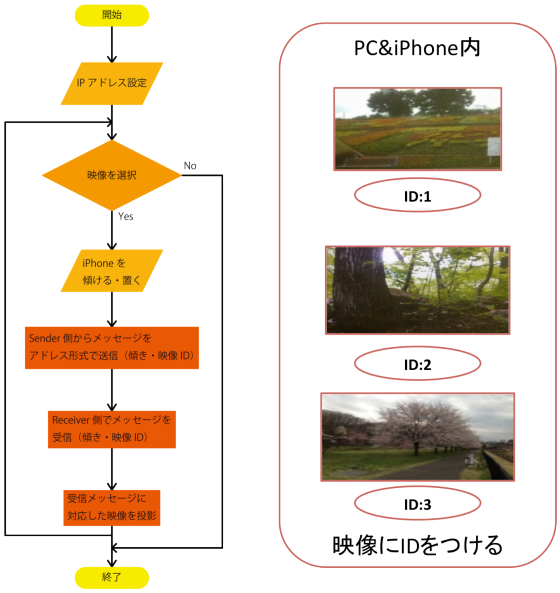


図 3　OSC のシステム図

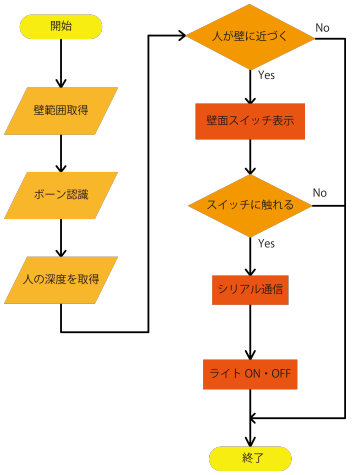


図 4　Kinect のシステム図

ⓒ2013 Information Processing Society of Japan



図 5 読み取った深度画像

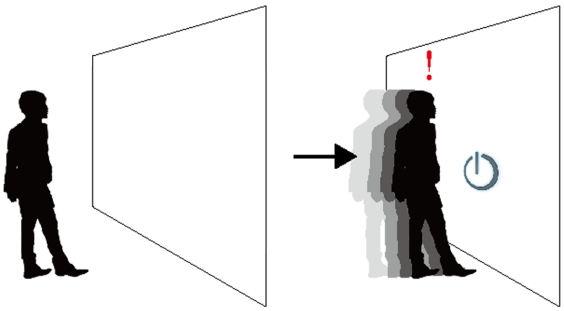


図 6　スイッチの投影条件

5. 動作実証

本研究は現在以下の 3 点が実装できている．

- iPhone の加速度センサーを利用しテーブルに置いた状態の加速度を検知することで，iPhone 上で再生していた映像の再生時間データを OSC で PC へ送信し，プロジェクターを通して壁面に映像を投影すること可能になった．（図 7）

- Kinect を用いて人体及び人の手を感知し，手を壁へ一定の距離まで近づけることにより，その周辺にスイッチを表示させることが可能になった．（図 8）

- 壁面に表示されたスイッチに手を触れる動作を Kinect で読み取り，PC からスイッチ ON/OFF のデータを Arduino へ Bluetooth 通信にて送信することで，ソリッドステートリレーを介してスタンドライトの ON/OFF の切り替えが可能になった．（図 9）

本研究では Kinect によるユーザー認識と深度データを軸に制作されているため，壁とユーザーの手の深度が近似しすぎると手が認識できないようになり，ユーザーの壁への接触を的確に認知できないといった障害が発生した．キャリブレーションのシステムにまだ改善の余地があり，アプリケーション起動時に壁にマーカーを投影し，壁の深度を設定しておくといった対策が必要と考えられる．

また，Kinect で取得したデータの安定性が高くはないため，システム側よりもコンテンツとしての面白みを更に引き立たせていくことが必要という印象を得た，壁紙をせっかく投影しているにも関わらず，壁紙にタッチするインタラクションが現在実装されていないため，それを研究・実装することで壁をインタラクティブコンテンツにより近づけると，更に楽しみが生まれるのではないかと考えられる．



図 7　部屋に投影された映像

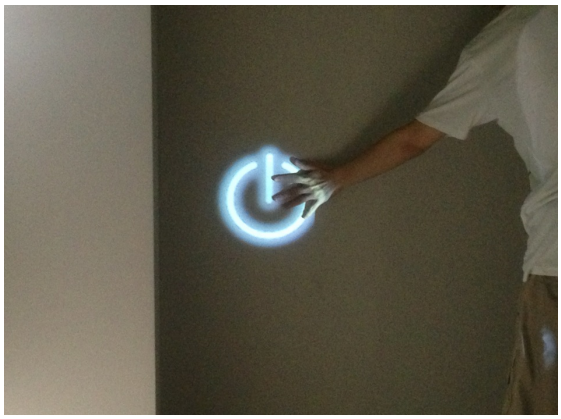


図 8　投影されるスイッチ

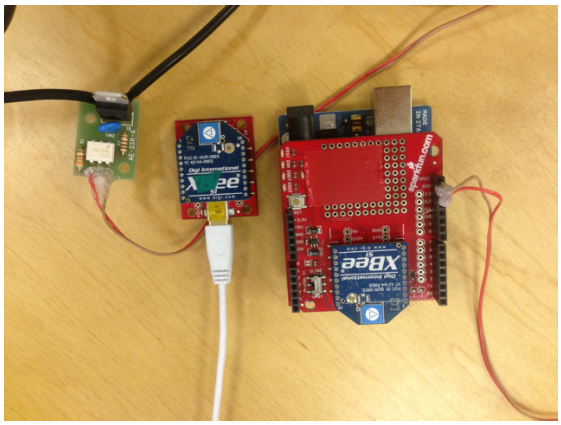


図 9　家電の電源操作装置

ⓒ2013 Information Processing Society of Japan

6. 今後の展開

今後研究を重ねる事で，動画サイトなどで視聴している（iPhone 本体に保存されている映像からは再生していない）映像との同期を図り，視聴していた状態そのままに壁に投影することを想定している．更に壁に投影することに適する映像の選定，映像素材制作を行い，映像のバリエーションを増やしていく予定である．

プロジェクターの設置に関して，床にプロジェクターを置き前面投影を行う方法では，壁面のスイッチに触れようとする際に使用者の体が投影される映像を大きく遮り，操作に支障を来してしまうことが分かった．また，プロジェクターと Kinect の設置位置のズレにより，投影される映像と実際に読み取れる範囲に大きな差が出来てしまうことが分かった．今後はプロジェクターと Kinect は天井から吊るすことを想定しつつ，投影範囲や読み取り範囲の実験検証を重ねて精度を高めていく．現在は映像のみの投影であるため，より臨場感を味わえるために同時に映像の音声を再生する方法を考える．

iPhone － PC 間の通信には OSC を使用しているため，無線 LAN 環境がある部屋を前提に研究を進めてきた．しかし無線 LAN を設置できず，動作が行えない状況があったため，OSC を使うための環境に制限があることが分かった．よって今後は新たな通信方法を取り入れる事も視野に入れつつ，OSC を使うための環境について再考していく必要がある．

新たな壁紙のインタラクションとして，バーのような雰囲気の壁紙映像を用意し，自分が撮影したお酒のボトル画像を壁へ追加することで，自由にカスタマイズできるといった仕組みも検討している．更にボトルをタッチすることで，そのボトルの産地や飲み方などの様々な情報を壁に投影することも検討している．

家電の制御に関して，現段階ではスタンドライトの ON/OFF 切り替えのみの導入にとどまっており，今後は制御できる家電のバリエーションを増やし，またそれらを同時に制御できる仕組みを考える事で，より様々な機能を壁へと集約させていくことを目指す．それに加え，家電の機能自体の投影を検討している．例としては，プロジェクターで投影する白を強くすることによる間接照明の実装，テレビ自体を壁に投影しその枠に動画を再生させる機能などの実装に向けて制作をしている．

この他にも壁に投影できる家電や機能を検討し，どのようなインタラクションで利用するかを研究・実験を行い，よりクリエイティビティのある生活を支援できるアプリケーションを開発していきたい．

参考文献

1）Robert Hemsley，Dhairya Dand：Obake: Direct Interactionswith Deformable Shape ChangingSurfaces（2013）
2）土屋 太二，山澤 一誠，横矢 直和：家電操作のための投影型リモコンシステム：社団法人 電子情報通信学会（2011）
3）Robert Xiao， Chris Harrison， Scott E. Hudson : WorldKit: Ad Hoc Interactive Applications on Everyday Surfaces
4）松浦 祐樹， 平井 重行：マルチタッチ壁ディスプレイを用いた実寸大電子書架システム：情報処理学会 インタラクション 2013（2013）
5）東芝，「東芝ホームソリューション」篇，
http://www.toshiba-adscope.jp/?p=6818
6）島村潤：全周型複合現実環境の構築と投射型提示方式に関する研究 48-53，2006-3-24

ⓒ2013 Information Processing Society of Japan