

体験型展示における身体動作入力のためのピクトグラム

小林桂^{†1} 星野准一^{†1}

概要：デバイスや認識技術の発展により、ジェスチャー入力を利用した体験型展示が多く行われている。しかしこのような展示をする際、ユーザーがジェスチャー入力をどのように行うかを知らせる方法は、あまり検討されていない。そこで本研究では、ジェスチャー入力を利用した体験型展示のためのピクトグラムを利用した行動伝達手段を提案する。入力として考えられる行動を分類し、典型的と考えられる行動について静止画ピクトグラムと動画ピクトグラムを制作した。ピクトグラムが示す行動の理解度や行動を完了するまでの時間について比較検討を行った結果を示す。

キーワード：ピクトグラム, インタラクション, ユーザビリティ, ミュージアム

Pictograms for Gesture input in Experiential Exhibits

KEI KOBAYASHI^{†1} JUNICHI HOSHINO^{†1}

Abstract: With the advancement in recognition technology and devices, many experiential exhibits have been conducted using gesture input. However, few studies have been reported on methods of instructing users on the use of gesture input at these types of exhibitions. Therefore, this study proposes a means of communicating action with pictograms for experiential exhibits using gesture input. Static and animated pictograms were produced for typical actions by classifying those that could be considered as input. This study presents the results of a comparative study on the level of understanding of actions indicated by pictograms and the time required to complete those actions.

Keywords: Pictogram, Interaction, Usability, Museum

1. はじめに

近年のデバイスや認識技術の発展により、手の状態を認識して映像を操作するインターフェース[1]や腕を動かして体験する展示物[2], タブレットのカメラで写したユーザーの手を使った拡張現実メディア[3,4]などジェスチャー入力を利用した体験型コンテンツの実現が多く行われている。また、身体による入力だけでなく、映像表現と物に触れることを組み合わせたシステム[5]も実現されている。しかしこのようなコンテンツを実現する際、ユーザーが身体動作といったジェスチャー入力をどのように行うかを明示する方法は、制作者によって様々であり検討されていない。

本稿では、入力行動を伝達する手段として、公共空間において広く用いられ、多様な国籍や年齢の利用者が理解することができるピクトグラムに着目した。博物館や美術館など体験型展示が多く行われている場所で用いることを想定しているため、まずは入力として考えられる行動を分類し、典型的と考えられる行動について静止画ピクトグラムと動画ピクトグラムを作成した。評価実験では、静止画及び動画ピクトグラムによる行動の理解度や行動を完了するまでの時間について比較検討を行った結果を示す。

2. 従来研究

2.1 コミュニケーションツール

ピクトグラムは施設の内容や指示、注意などを知らせるだけでなく、コミュニケーション手段としても使われている。インターネットを活用した試みでは、Pereら[6]が認知障害を持つ人々の社会的、デジタル的なギャップを埋めようとするためにピクトグラムベースのインスタントメッセージサービスを開発した。予備評価で認知障害のある人に使用してもらい、コミュニケーション能力の向上を確認している。AraTraductor[7]は文章をピクトグラムに翻訳するシステムでウェブやアプリ上で使用できる。従来の翻訳ツールと比較して至適基準に近い翻訳を達成している。Moriら[8]は異国間の子供が使うピクトグラムを使ったソーシャルネットワークサービスを通じてコミュニケーションパターンを明らかにした。主にピクトグラムは構文、絵画的、ストーリーテリングとして使われることが多く、使用者や異なる文化によって多様な使われ方があることを示している。

このようにピクトグラムは障害や国籍を超えたコミュニケーション手段として研究されており、多様な活用方法の可能性を持っている。

^{†1} 筑波大学
University of Tsukuba

2.2 動画ピクトグラム

ピクトグラムを動かすことに関しては、これまでに研究、制作事例がある。例えば日本ボースサイン協会が開発しているアクトグラム[9]は、ピクトグラムサインが動くことで災害発生時取るべき適切な行動を人々に喚起することを目的としている。地震発生時からの時間を4つの段階に分け、それぞれの段階に必要な情報を伝えることを提案している。

大野ら[10]は動詞や形容詞など抽象度が高い品詞は静止画での表現に限界があることを推測し、動詞を意味する動画ピクトグラムを制作した。静止画、動画ピクトグラムを被験者からのアンケートで比較し、わかりやすさの分析、デザイン指針の提案をしている。

ピクトグラムの活用方法は多岐にわたり、動きのあるものも既に存在する、しかし本研究ではメディアアートや博物館の体験型展示で入力のための行動を伝えることを目的としている。また、従来研究と異なり、ユーザーのコンテンツへの集中を妨げないようにピクトグラムのデザインや表示方法についても考慮して制作している。

2.3 行動伝達手法

行動伝達の観点からは、小川ら[11]が公共空間で手と指を使った入力の操作を誘導、指示する手法をディスプレイ上にアイコンとテキストで示した。利用者は自身の動きに反応することがわかるとインタラクションに熱中するが、文字や文章の操作説明は積極的に読もうとしないことがわかっていてる。

大隈ら[12]は科学ミュージアムのガイドシステムの中で体験型展示の体験方法をハンドヘルドPCにテキストで表示している。しかし利用者からは端末が大きくて、重いという意見が多数寄せられた。また展示物よりも端末の画面を見てしまうという評価結果があり、体験方法の伝達に限って言えば、端末を持ち運ぶことなく、同コンテンツ上で行動伝達を行うことのできる手法の方が望ましい。

3. 行動を伝えるピクトグラム

3.1 行動の分類

本研究で対象とする体験型展示は、実空間に投影された映像をユーザーの行動によって変化させるものと定義する。映像を変化させる行動は、主にジェスチャー入力を対象とする。ジェスチャー入力は従来のディスプレイのタッチ操作に比べ、楽しさや魅力を感じる手段であるため重要である[4]。

よく使われるジェスチャー入力の特徴は、これまでの作品や研究を見ると腕や手を使った入力手法が多い[1,2,3,4,5]。足を使った入力は特定の場所に立つこと[13]が従来研究で取り入れられているが、手と腕に比べて少ない。足はハンドサインのような指を使ったものがなく、移動や体を

支えるための基本姿勢に関連することもあるため、展示空間で留まり、入力のための行動を考えると行動の種類は制限されてしまう。特定の場所に立つこと以外にも足を上げるような種類の行動も考えられるが、転倒などの危険性がある。そのため本研究では、対象とする行動を手と腕を使うものとし、1.従来メディアの操作を活用した入力手法、2.外部オブジェクトを使った入力手法、3.手の状態を使った入力手法、4.手と腕を使った入力手法の四つに分類した。すべての種類を評価することでピクトグラムを使う効果のある行動の特徴を明らかにし、実際の展示物でも応用できるようにする。

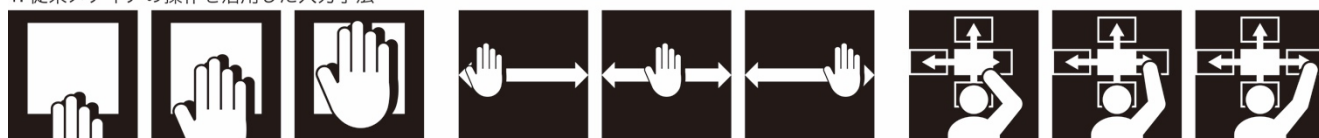
3.2 実践

ピクトグラム(図1)は分類した行動を元に制作した。1.従来メディアの操作を活用した入力手法として「手をかざす」、「シークバーの操作」、「スワイプする」の行動を伝えるピクトグラムを制作した。これらの行動は、従来のインターフェースで行われてきた入力手法のため、ユーザーがわかりやすく操作できる手段であると考え、実空間での入力手法としても取り入れた。「手をかざす」はボタンやアイコンを押す、クリックする、タップするなどスイッチの役割を果たし、本研究では投影されたアイコンに手をかざすことで投影映像を切り替えることができる。「シークバーの操作」は動画サイトなどで取り入れられているインターフェースを実空間でユーザーの手だけで操作できるものとし、投影されたシークバー上で手を左右に動かすことで映像を操作することができる。「スワイプする」は主にスマートフォンやタブレットで取り入れられているインターフェースであり、画像などを意図した方向に移動させることができる。従来では主にディスプレイ上で指を使い行っていたが、実空間で投影された映像を操作するために腕を使って行う。

2.外部オブジェクトを使った入力手法として「オブジェを置く」ピクトグラムを制作した。本研究では、展示空間に置かれているオブジェをオブジェ上面と同じデザインが投影されている映像上に置くと投影映像が切り替わる。この行動は従来の物を使う行動とは異なる。例えば物に取っ手が付いていればユーザーはそこを持って、物の形状から引く、押すなどの判断ができる[14]。しかし本稿で挙げる外部オブジェクトを使った入力手法は、物の形状から行動を連想しがたい。普段使うようなインターフェースとしては、わかりやすく制作すべきであるが、アートやエンターテインメントの領域では、物の形状と行動に関連性がないことで、行動の結果が予想しにくいいため、オブジェを置くことで何が起きるのかユーザーに期待させることを目的とした。

3.手の状態を使った入力手法は、これまでに研究されている入力手法でもある。本研究では「正面に向かい手を広げる」、「正面に向かい手を握る」を伝えるピクトグラムを制作した。手の状態が操作内容を表し、例えば「正面に向

1. 従来メディアの操作を活用した入力手法



2. 外部オブジェクトを使った入力手法



3. 手の状態を使った入力手法



4. 手と腕を使った入力手法

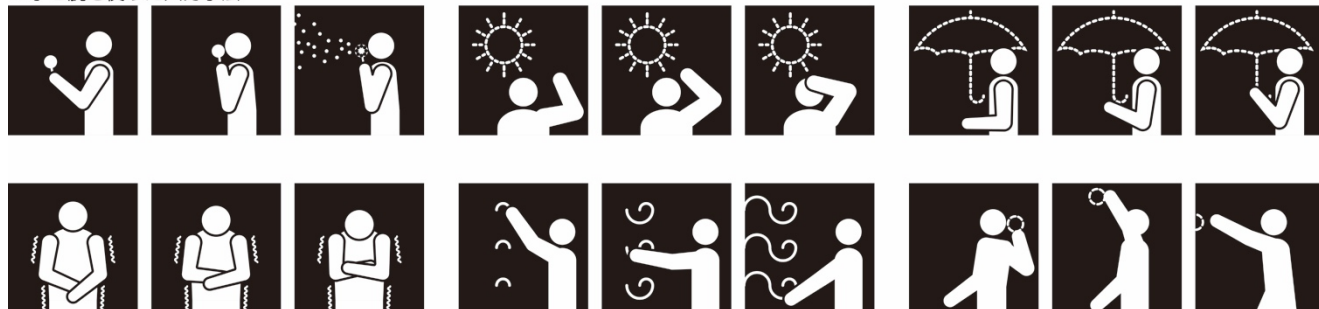


図1 動画ピクトグラム

Fig.1 Animated pictograms

かい手を広げる」が映像再生,「正面に向かい手を握る」が映像を一時停止するなど操作内容を割り当てる。

4.手と腕を使った入力手法は,行動の終わりが目的になるものと行動の始まりから終わり全てが一つの行動として認識されるものがあると考え,行動の終わりが目的になるものは「吹く」,「日差しを遮る」,「傘をさす」,「寒がる」とした。そして行動の始まりから終わりまでが行動として認識されるものとして「扇ぐ」,「投げる」を制作した。これらの行動は,腕の位置や動きが多様になるように選択した。また,物が関連する行動があると考え,「吹く」,「傘をさす」,「投げる」のピクトグラムがそれに該当する。それぞれ蒲公英,傘,ボール等球状の物が行動に関わっている。

3.3 デザイン

提案するピクトグラムは,幅広い分野の展示で使ったとき,ユーザーのコンテンツへの集中を妨げないようにするために,行動を伝えること以外の要素を持たない単純な図形でデザインした。動画ピクトグラムは行動の始まりと終わり,その中間の三コマの絵でアニメーション表示させる。それぞれの二コマ目と三コマ目は0.25秒ずつ表示し,三コマ目は動画をループ再生する際に,一つの行動として区切るため,0.5秒表示する。静止画ピクトグラムは,動画ピクトグラムを元に矢印を補足するなどして静止画としても成立するようにデザインした。

色は視認性を維持しつつ,使う色を最小限にするため白と黒のみで制作し,明度差を最大にした。有彩色は安全標識で赤は禁止,青は指示,黄色は注意警告など役割ごとに

分けて使われている[15]。色ごとに意味が定着しており,ユーザーに余分な情報,連想を与えることを避けるため有彩色の使用は控えた。

表示方法はユーザーが体験するための行動が容易にわかるように,プロジェクターで投影するコンテンツ映像上に表示する。ピクトグラムが作品体験を妨害しないようにピクトグラムは,センサーがユーザーの行動を認識できる範囲にユーザーが入ると表示される。効果音と共に動くピクトグラムがループ再生されるので,常に表示していなくてもユーザーが気付けるようにした。

4. 評価用システム設計

システムは RGB-D カメラで設定した空間座標にユーザーが入ると骨格検出をすることで,プロジェクターで投影された動くピクトグラムが効果音と共にループ再生される。表示された行動をユーザーが行うとピクトグラムが消え,行動の結果が映像として再生される。または行動をせず,展示物から離れるとピクトグラムは消える。

「手をかざす」,「シークバーの操作」は投影したアイコンとシークバー上の座標を RGB-D カメラが取得し,同じ RGB-D カメラで検出したユーザーの骨格の手部分とその座標に入ると投影した映像が切り替わるようにした。「オブジェを置く」はカスケード分類器[16]を活用し,ユーザーの手がオブジェを置く位置を示したアイコン上にあり,且つ RGB-D カメラがオブジェを認識していると映像が切り替わる。「正面に向けて手を広げる」,「正面に向けて手を握る」の認識は Kinect の SDK を利用した。

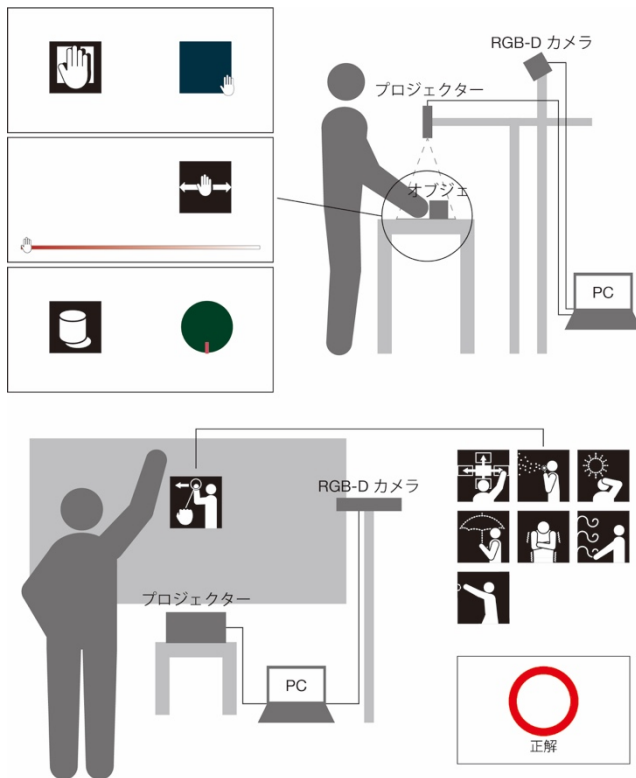


図2 実験環境

Fig.2 Experiment environment

「スワイプする」、「吹く」、「日差しを遮る」、「傘をさす」、「寒がる」、「扇ぐ」、「投げる」の動作は Visual Gesture Builder[17]で動作を認識するファイルを制作し、システムに利用した。

5. 評価

5.1 実験環境

アイコンやシークバーの操作とオブジェを置くために「手をかざす」、「シークバーの操作」、「オブジェを置く」のピクトグラムは卓上に投影し、それ以外のピクトグラムは壁面に投影して行動してもらう(図2)。壁面のピクトグラムは、全て中央の同じ位置に表示した。今回のシステムでは、RGB-Dカメラが評価者の行動を認識すると、正解画像を表示するようにした(図2右下)。

また、ピクトグラムが伝えている行動を評価者が正しくしているにも関わらず、RGB-Dカメラが認識しにくいものは、それぞれの行動の定義を決め、その定義を満たした場合も正解とすることにした。「オブジェを置く」は投影されたオブジェを置くアイコン内にオブジェの底辺が全て入っているとき、「扇ぐ」は腕を正面に向けて伸ばし、手が頭部より高い位置から縦方向下に移動するとき、「吹く」は手を握った状態で頭部正面に位置したとき、「傘をさす」は腕を曲げ、手を握り、上腕が胴側面に接しているとき、「日差しを遮る」は腕を曲げ、手が額に接しているとき、「スワイプする」は腕を内側に曲げた状態から外側に腕を広げたとき、

	正答率(%)	平均時間(秒)
手をかざす	20	3.75
シークバーの操作	80	4.25
スワイプする	100	2.06
オブジェを置く	60	4.07
手を握る	100	2.38
吹く	100	2.12
日差しを遮る	100	1.79
傘をさす	100	1.85
寒がる	100	1.46
扇ぐ	80	3.08
投げる	100	2.24

表1 正答率と平均時間

Table.1 Correct answer rate and average time

「寒がる」は両腕を胸の前で内側に曲げたとき、「投げる」は手を頭部の後ろから頭部の前方へ動かしたとき正解とした。

5.2 ギャラリーでの評価

ピクトグラムを幅広い年代層に体験してもらい、行動伝達効果の確認と意見を得るために2018年3月8日から11日までシステムをつくば市民ギャラリーで一般公開した。8名に意見、感想を聞くことができ、内5名には動画ピクトグラムが伝えている行動を全種類してもらい、正答率を計測した。またインターフェースとしてピクトグラムを見て即座に行動を理解できることがわかりやすさやストレスの観点から重要であると考え、ピクトグラムが表示されてから行動を完了するまでの時間を計測した。行動をしてもらった評価者5名は10代以下男児、30代女性、50代男性、60代女性、70代男性だった。正答条件はRGB-Dカメラが評価者の行動を認識して表示映像を切り替えることができたとき、もしくは行動ごとに定めた定義を満たしたときとした。誤答はピクトグラムが表示されてから5秒経過しても評価者の行動をRGB-Dカメラが認識できないとき、評価者が行動の定義を満たさないときとした。但し「オブジェを置く」は、投影面に隣接したオブジェ置き場からオブジェを手を取るという工程があるため、8秒に設定した。また「正面に向かい手を広げる」と「正面に向かい手を握る」は基本動作が同じであるため、評価者の負担を考え「正面に向かい手を握る」のみ評価に使用した。

正答率、平均行動完了時間を表1に示す(平均時間は少数第三位を四捨五入)。ほとんどの行動は伝えることができたが、「手をかざす」の正答率が低かった。主な原因は評価者が投影したアイコンに手をかざすのではなく、ピクトグラム自体にかざしてしまうことがあり、3名がこの行動をした。「オブジェを置く」の正答率が低かったのは、投影面横に設置したオブジェの存在に評価者が気付かないことが

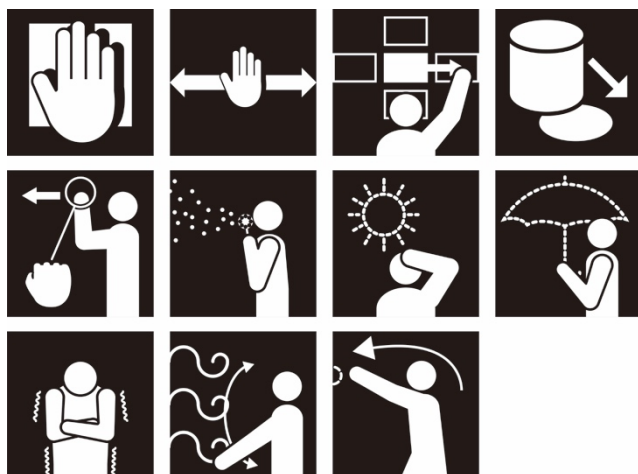


図3 静止画ピクトグラム
Fig.3 Static pictograms

原因だった。制限時間が経過した後、オブジェの存在を知らせるとオブジェをすぐに投影されたアイコン上に置いた評価者が1名いたので、ピクトグラム自体は伝わっていることがわかった。「扇ぐ」は風の描画を手でなぞるような動作をした評価者が2名いて、そのうち1名が時間切れとなり不正解になった。

全ての動画ピクトグラムが示す行動をしてもらった5名に加え、3名の評価者に静止画ピクトグラム(図3)を見せ、動画ピクトグラムと比較してもらい意見を聞いた。

感想では「動画の方が動きがどうやるのかわかる。(30代女性)」,「動く方が面白いのかな。そういうもの(動画を使ったシステム)の方がわかりやすいんじゃないかな。(70代男性)」,「やっぱり動いている方が良いかな。連続性とか勢いとかエネルギー感じるんですよ。(60代女性)」,「動画が、わかりやすい方がいいよね。(静止画ピクトグラムを)貼っているだけだったらわからない。(10代以下男児の保護者)」,「動くのとわかりやすいですね。ものによるんですけど。アクションが二段階になるものは動画の方が良いですよ。一個だけだったら静止画の方が良いのかなと思います(40代女性)」,「動画よりもこちらの方(静止画ピクトグラム)が良い。ただ何をすれば良いのか静止画から想像できれば良いですけどもしこれ(静止画ピクトグラム)が貼られていたらちょっとわからない。ものによっては静止画だと分かり難いものがある。(50代男性)」など全体的、部分的に動画ピクトグラムがわかりやすさ、面白さで支持された。

また、理解するためには学習、経験も必要であり「何回かやらなくちゃわからない。今までに脳がインプットしてないとなんだかわかんないんです。(60代女性)」と述べた評価者は最初の卓上で行う行動では、理解に時間がかかっていたが、その後はテンポよくピクトグラムが表示する行動をしていた。



図4 改善したピクトグラム
Fig.4 Improved pictograms

デザインの改善案

つくば市民ギャラリーで行った評価実験を踏まえ、ピクトグラムのデザインを改善した(図4)。「手をかざす」はアイコンとピクトグラムを分ける(図2左上)のではなく、アイコンを削除し、ピクトグラムに直接手をかざすデザインにした。「扇ぐ」は評価実験から風の描画が不要だとわかったので取り除いた。「吹く」は蒲公英の綿毛を吹くことを表現し、行動自体は伝えることができた。しかし評価者2名の感想からシャボン玉だと理解されていることがわかったため、飛んでいる綿毛のデザインを変更した。「オブジェを置く」はオブジェの存在を気付かせるために映像を投影するスクリーンをオブジェを置く場所まで広げ、投影映像と一体感を持つように変更した。またこの改善に伴い、静止画ピクトグラムのデザインも変更した。

5.3 静止画との比較

デザインの改善の効果と分類された行動によって静止画ピクトグラムと動画ピクトグラムのわかりやすさに違いがでるのか確認するために、2018年3月から4月にかけて情報工学分野の大学生、大学院生20名(男性18名、女性2名)に静止画ピクトグラム、動画ピクトグラムそれぞれ11種表示し、10名ずつピクトグラムが示す行動をもらい、正答率とピクトグラムが表示されてから正しい行動をした人の行動完了時間の平均時間を計測した。行動を完了する時間の比較の有意差は $p<0.05$ とした。

静止画ピクトグラム、動画ピクトグラムの正答率と行動完了時間の比較をそれぞれ図5に示す。卓上で行う「手をかざす」、「シークバーの操作」、「オブジェを置く」は、3種のうち2種は動画ピクトグラムの正答率が高く、残りの1つは同率だった。また動画ピクトグラムの「手をかざす」では5秒経過したため不正解となったが、2名は正解になる行動をした。

壁面に表示するピクトグラムでは、手と腕を使った入力手法の中で行動の始まりから終わりまでが一つの行動として認識される「扇ぐ」、「投げる」は両者とも動画ピクトグラムの正答率が高かった。また物が関連する行動である「吹く」、「傘をさす」、「投げる」の分類で見ても全て動画ピクトグラムの正答率が高かった。

ギャラリーで正答率が低かった「手をかざす」、「オブジ

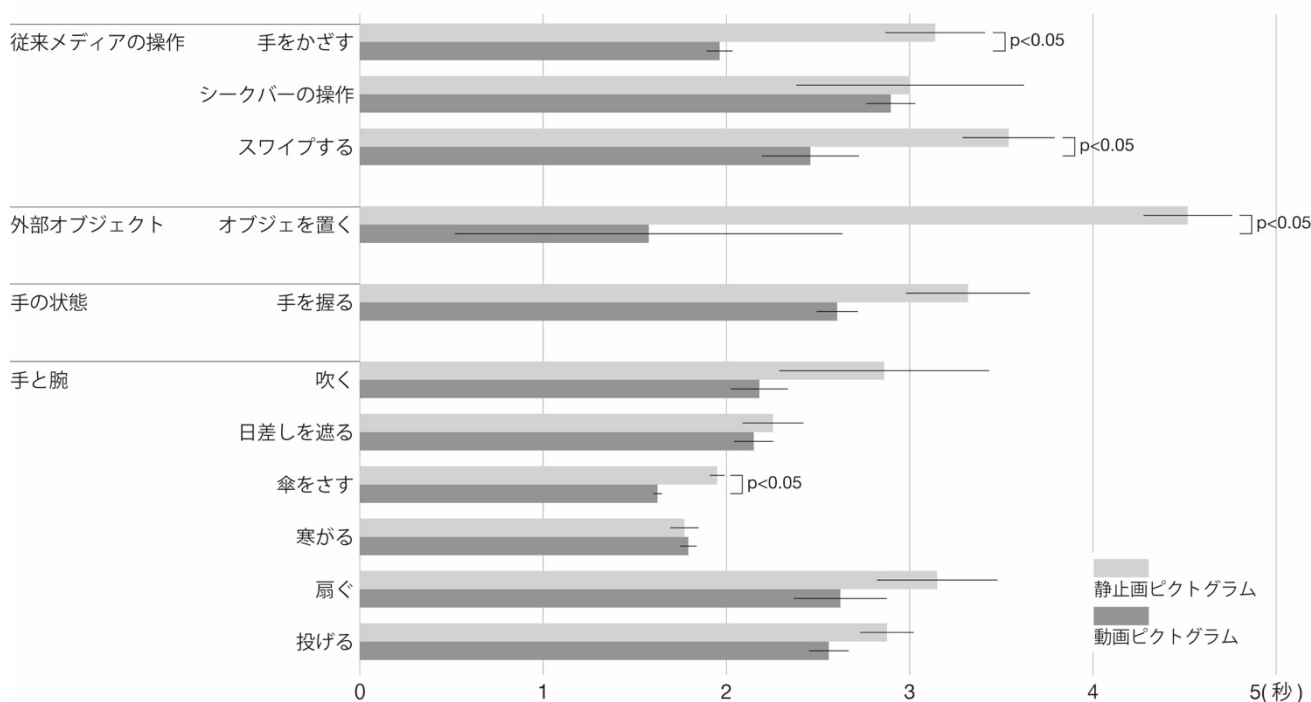
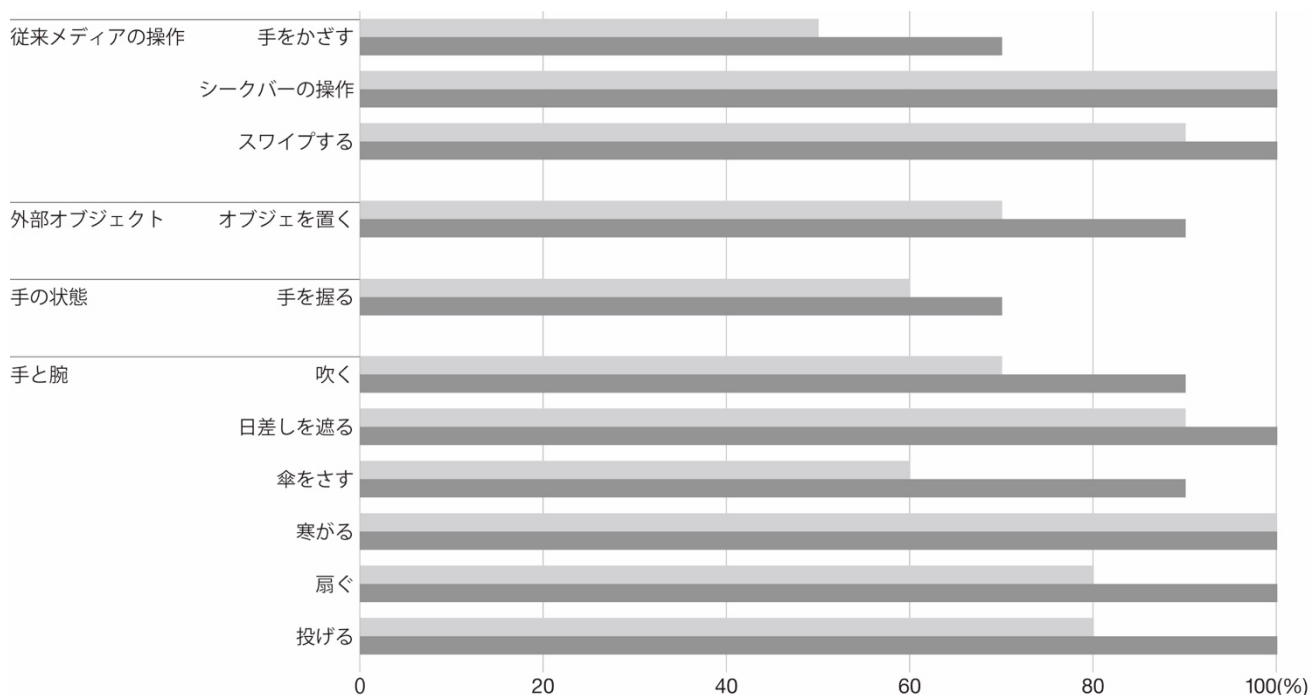


図 5 静止画と動画の比較

Fig.5 Comparison of static images and animated images

「オブジェを置く」のピクトグラムは正答率が上がっているため、評価者の層は異なるものの、学生層にはデザインの改善が効果的であったと言える。

行動を完了する時間で有意差があったのは「手をかざす」、「スワイプする」、「オブジェを置く」、「傘をさす」だった。他の行動の統計的有意差は見られなかったが、動画ピクトグラムの方が全体的に行動を完了する時間は短かった。分類した行動で評価の結果を見ると従来メディアの操

作を活用した入力手法 3 種類中 2 種類と外部オブジェクトを使った入力手法が行動を完了する時間に有意差が見られた。

6. まとめと展開

本稿では、ジェスチャー入力を利用した体験型展示において、体験のための行動をユーザーに伝えるピクトグラム

を提案した。静止画ピクトグラム、動画ピクトグラム共に行動を伝えることはできたが、動画ピクトグラムの正答率が 11 種類中 9 種高かった。行動完了時間も動画ピクトグラムが全体的に短く、有意差のあるものもあった。時間が短いことはピクトグラムの理解速度に影響し、ユーザーは快適に行動入力できると考えられる。実際にギャラリーで静止画と動画ピクトグラムを評価者に比較してもらったところ、動画ピクトグラムの方がわかりやすいという意見を多数得た。主に動画ピクトグラムは、従来メディアの操作を活用した入力手法、外部オブジェクトを使った入力手法、手と腕を使った入力手法の中で、行動の始まりから終わりまでが一つの行動として認識される入力手法と物が関連する入力手法を伝えることに特に効果を発揮する。

展開として表示方法の効果を検証していくことが考えられる。例えば接近による表示や子供であれば子供の目線に合わせて低い位置に表示する。高齢者であれば大きく表示することに加え、音声でも補足して伝えることが考えられる。

フィードバックも行動を伝えるためには重要であり、行動ができていないときは間違っていることを伝え、正しい行動に導くことを伝える方法も検討していく必要がある。

参考文献

- [1] Eyal Krupka, Kfir Karmon, Noam Bloom, Daniel Freedman, Ilya Gurvich, Aviv Hurvitz, Ido Leichter, Yoni Smolin, Yuval Tzairi, Alon Vinnikov, Aharon Bar Hillel. Toward Realistic Hands Gesture Interface: Keeping it Simple for Developers and Machines. CHI2017.
- [2] Brigid Costello, Lizzie Muller, Shigeki Amitani & Ernest Edmonds. Understanding the Experience of Interactive Art: Iamascope in Beta_space. IE2005.
- [3] MANOMOTION. <http://www.manomotion.com>
- [4] Huidong Bai, Gun Lee, Mark Billinghurst. Free-hand Gesture Interfaces for an Augmented Exhibition Podium. OzCHI2015.
- [5] 廣瀬通孝. デジタルミュージアムプロジェクト. 映像情報メディア学会誌 Vol.64, No.6, pp.783~788(2010).
- [6] Pere Tuset, Pere Barberán, Léonard Janer, Esteve Buscà, Sandra Delgado, Nuria Vilà. Messenger Visual: Apictogram-based IM service to improve communications among disabled people. NordiCHI 2010.
- [7] Susana Bautista, Raquel Hervás, Agustín Hernández-Gil, Carlos Martínez-Díaz, Sergio Pascua, Pablo Gervás. AraTraductor: Text to Pictogram Translation using Natural Language Processing Techniques. Interacción '17.
- [8] Yumiko Mori, Toshiyuki Takahashi, Toru Ishida. Patterns in Pictogram Communication. IWIC 2009.
- [9] BoSign; <http://actgram.org>
- [10] 大野森太郎, 原田利宣, 宗森純. 動画表現を用いたピクトグラムにおけるデザイン指針の提案. BULLETIN OF JSSD Vol. 60 No.1 2013.
- [11] 小川正幹, マルコ ユルム, 米澤拓郎, 中澤仁, 徳田英幸. 公共メディアへのジェスチャ入力のためのユーザに対する操作指示手法. 情報処理学会論文誌 Vol.56 No.1 316-328(2015).
- [12] 大隈隆史, 興梠正克, 七田洗一, 蔵田武志. 科学ミュージアムガイドにおける三次元地図提示のための仮想視点制御と体験誘導コンテンツ提示の効果. 日本バーチャルリアリティ学会 TVRSJ Vol.14 No.2 pp.213-222(2009).
- [13] Jessica Roberts. Exploring Effects of Full-body Control in Perspective-based Learning in an Interactive Museum Data Display. TEI2015.
- [14] D.A. ノーマン. 誰のためのデザイン? 増補・改訂版. 新曜社 (2015).
- [15] 中野豊. 改正 JIS Z 9101・JIS Z 9103 の概要及び解説. セイフティダイジェスト vol.64(2018).
- [16] 北山洋幸. OpenCV3 基本プログラミング. カットシステム (2016).
- [17] 中村薫, 杉浦司, 高田智広, 上田智章. KINECT for Windows SDK プログラミング Kinect for Windows v2 センサー対応版. 秀和システム(2014).