

# インタラクティブ映像システム “GAYAIT UP” とその応用システムの開発

内藤将司<sup>1)</sup> 水野慎士<sup>1)</sup>(正会員)

1) 愛知工業大学大学院 経営情報科学研究科

## Development of an interactive video system “GAYAIT UP” and its applications

Masashi Naito<sup>1)</sup> Shinji Mizuno<sup>1)</sup>

1) Graduate School of Business Administration and Computer Science, Aichi Institute of Technology

### 概要

本研究では新しいインタラクティブ映像システム “GAYAIT UP” の提案と開発について述べる。提案システムは、著者らが開発してきたビデオ映像提示システム “GAYAIT” の拡張である。GAYAIT では多数のビデオ素材を同時再生しながら、一つを対話的に選択して強調再生を行う。従来システムでは、映像選択をジェスチャやマウスで行っていた。本研究で開発する GAYAIT UP では映像選択に白いカードを用いるとともに、そのカードに選択した映像を投影する。これにより、多数のビデオ素材の中から一つの映像をカードですくい上げて、手で強調再生するような感覚が得られる。本論文ではシステムの実現方法を述べて実装を行うとともに、その応用システムの提案と開発も行う。

### Abstract

In this paper, we propose and develop an interactive video system “GAYAIT UP”. This system is an extension of our former system “GAYAIT”. GAYAIT displays a lot of videos simultaneously, and a user can select one of them interactively and emphasize it. The former system a user’s uses gestures or mouse operations to select a video. On the other hand, a white card is used to select a video, and the selected video is projected on the card in GAYAIT UP. As the result, the user can feel as if picking up a video from many ones and bringing it nearby. We describe a method for developing the system and we also propose applications of the system.

## 1 はじめに

近年のコンピュータ技術の発達に伴い、CG 等を用いたデジタルコンテンツの制作が盛んになってきている。特にセンサ技術や画像処理技術、音声処理技術などを組み合わせることで、ユーザの動作に対してリアルタイムに反応するインタラクティブコンテンツが可能となり、広告媒体やコミュニケーションツール、エンタテインメントの分野で大きな注目を浴びてきている。例えば、映像によってコミュニケーションの促進を図るツール [1]、塗り絵の絵で描いた魚が CG の水族館に次々と泳ぎ始めるインタラクティブ映像コンテンツ [2]、ジェスチャ操作インタフェースを備えたテーブルトップ型インタラクティブデジタルサイネージシステム [3] などが提案され開発されている。

このような背景の中、著者らはインタラクティブ映像

提示システム “GAYAIT” を開発してきた [4]。GAYAIT はディスプレイ内で多数のビデオ素材を同時に再生して、ユーザはジェスチャ等によってその中の 1 つの素材を対話的かつリアルタイムに選択することができる。そして、選択されたビデオ素材は映像と音声が強調して再生される。これにより、ユーザは多数のビデオ素材の再生方法を対話的に変更しながら楽しむことができる。そのため、GAYAIT は 2012 年 10 月から名古屋市科学館で展示物として使用され始め、2015 年 1 月時点でも好評のため展示を続けている。また、エンタテインメント分野での活用も検討している。

そこで、本論文では GAYAIT を展示やエンタテインメント分野でより活用できるようにすることを目的として、映像提示およびビデオ素材選択に新しい手法を取り入れた “GAYAIT UP” の提案と開発を行う [5]。GAYAIT では映像は通常のディスプレイ内またはプロ

ジェクタで壁面に投影して提示しており、ビデオ素材の選択はユーザのジェスチャまたはマウス等で行っていた。それに対して、GAYAIT UP では映像はプロジェクタでテーブルトップまたは壁面に投影されるが、ビデオ素材の選択は白いカードで行う。すなわち投影された多数のビデオ素材の中にカードをかざすと、かざした位置にあるビデオ素材を選択することができる。そして、選択された映像はカードに投影されるため、まるでカードでビデオ素材をすくい上げたような感覚を楽しむことができる。

現実世界の身近な物体を用いたアナログ操作によってデジタルデータを取り扱うユーザインタフェースは、直感的な操作と人の関心を引き付けることができる手法として最近大きな注目を集めている。例えば、テーブル上の紙の書類を指でなぞるといった簡単な動作だけで書類の切り抜きを電子データとして生成できるシステム“Finger Link”[6]が報告されている。また、スケッチブックにカラーペンで絵を描くことで三次元CGを生成したりCGとのインタラクティブを楽しむことができる“不思議なスケッチブック”[7]も開発されている。“不思議なスケッチブック”を用いた大規模実験では子供たちから非常に高い評価を受けているが、これは三次元CG生成のインタフェースが実物のスケッチブックとペンだけであることが大きく影響している[8]。すなわち、デジタル機器の扱いに慣れていない子供にとっては、似たような操作であっても実物体による描画操作はタブレットに比べて親しみやすいことや、身近な実物体を普通に使いながらデジタルデータを扱うことが人々に大きな興味を惹き付けることを示している。

そこで、GAYAIT UP は身近な実物体としてカードに着目して、カードを普通に用いてビデオ素材の操作と提示を行うことができるシステムを提案する。本システムでは多くのユーザが実物体を普通に操作しながら大きな印象を得ることができるため、企業の受付等でのPR映像の上映、科学館の展示物、デジタルサイネージなどでの活用を想定している。

さらに、名古屋市科学館からの依頼に基づいてGAYAIT UP の映像投影手法を応用したシステムの提案とプロトタイプ開発を行った。これは、椅子など上面が平坦で位置などが自由に变化する物体に上から様々な映像を投影するシステムである。

本論文では、提案システムの基盤となったGAYAITに関する説明、GAYAIT UP の概要と実現法、実装実験、応用システムの提案と実装実験、そして全体のまとめと今後の課題の順に述べる。



図 1: GAYAIT の外観

## 2 GAYAIT について

GAYAIT は図 1 に示すような複数のビデオ映像を同時に取り扱うインタラクティブビデオアートである。ビデオ映像を同時に扱うメディアアートとしては、ビデオアートの先駆者であるナム・ジュン・パイクによるTVモニターを並べて映像を同時に再生する作品[9]や、液晶モニターで制作したクリスマスツリーを展示した“AQUOS Experience in the Grand Central 2008”などが知られている。GAYAIT はこれらのような作品にインタラクティブ的な要素を加えたメディアアートとも言える。

GAYAIT では、一つのスクリーン内で数十本のビデオ素材が同時に再生される。使用するビデオ素材の内容は会話や歌など自由で、それぞれループ再生されるため、長さは異なってもよい。通常の状態では、全ての映像と音声は同じような大きさと同時に再生されており、群衆や雑踏のような映像音声となる。

ユーザはGAYAIT内のビデオ素材から一つを自由に選択することができる。ビデオ素材の選択はユーザのジェスチャをカメラで認識したり、マウス操作で行ったりする(図2)。ジェスチャ操作の場合、ユーザはスクリーンの前に立ち、表示されるビデオ素材の中の一つを指し示して選択する。このとき選択されたビデオ素材の映像は拡大して表示されるるとともに音量が大きくなり、他の素材の音量は絞られる。その結果、選択されたビデオ素材が強調されて再生されるため、群衆のような状態から一つの個が浮かび上がったような状態となる。選択は対話的かつ連続的に行うことができるため、群衆と個を次々に瞬時に切り替えながら映像を楽しむことができる。

GAYAIT では使用するビデオ素材によって表現が大きく变化する。例えば同じ歌を歌うビデオ素材を用いた場合には、合唱とさまざまな人の独唱を自由に対話的に楽しむことができる。GAYAIT は2012年10月から名古屋市科学館で科学館の思い出を語る映像を提示する「デジタルタイムカプセル」として使用されている(図3)。

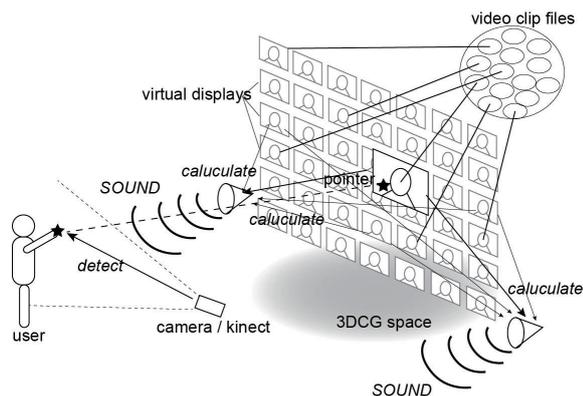


図 2: GAYAIT の実現方法



図 3: 名古屋市科学館に展示中の GAYAIT

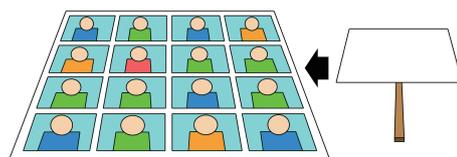
### 3 GAYAIT UP の提案と手法

#### 3.1 動作概要とシステム構成

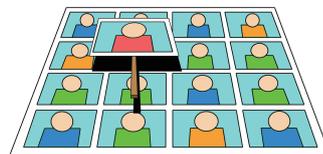
GAYAIT UP は GAYAIT の映像提示およびビデオ素材選択に新しい手法を取り入れたものである。図 4 に GAYAIT UP の動作概要を示す。

GAYAIT UP では映像をテーブルトップ等のスクリーンにプロジェクタで投影する(図 4(a))。そして、ユーザはスクリーンに対して手持ち棒のついた白いカードをかざす。このとき、カードをかざした位置に応じてビデオ素材が選択される。選択されたビデオ素材はカード上に投影されるとともに、音声が強調して再生される(図 4(b))。また、カードを持ち上げることでビデオ素材はカードにすくい上げられた状態となり、カードを手元に寄せれば選択した映像を間近で鑑賞することができる(図 4(c))。

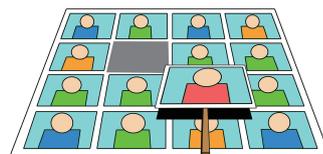
GAYAIT UP ではユーザがかざしたカードの位置によってビデオ素材を選択するとともに、その素材映像をカードに合わせて投影する必要がある。そのため、システムはカードの位置、大きさや向きなどを認識する必要がある。このとき、カードはプロジェクタの投影面にかざしてあり、カード自体にも映像が投影されるため、カメラの色認識でカード位置を認識することは困難である。また、投影面からのカードの距離によって操作が異なるため、カード位置の三次元情報が必要



(a) テーブルトップや壁面に投影された映像



(b) カードをかざしてビデオ素材を選択



(c) ビデオ素材を選択しながらカードを移動

図 4: GAYAIT UP の動作概要

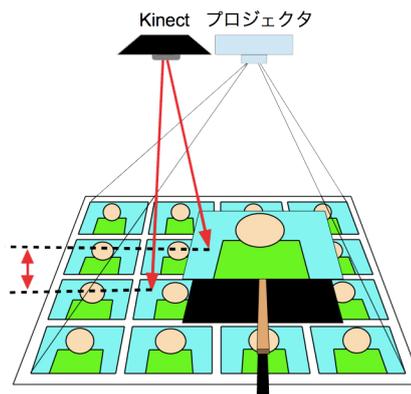


図 5: GAYAIT UP のシステム構成

となる。

そこで、GAYAIT UP ではカード位置や方向の認識のために深度センサである Microsoft Kinect を用いる。GAYAIT UP では図 5 に示すように Kinect をスクリーン上方に設置してスクリーン上の深度情報を取得する。スクリーンにカードを差し出すとスクリーンに比べてカード領域の深度は小さくなるため、深度情報を用いたカード領域の抽出が可能となる。

#### 3.2 カードへの映像投影を考慮した映像生成方法

GAYAIT UP の映像は三次元 CG で生成しており、各ビデオ映像は三次元 CG 空間に配置された四角形面にテクスチャマッピングを行っている。ここで、GAYAIT UP では選択したビデオ映像を差し出したカードに適切に投影する必要がある。そのため、GAYAIT UP で

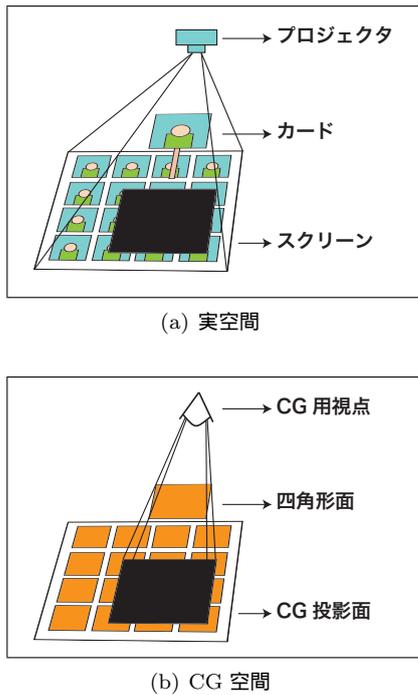


図 6: 実空間に対応した CG 空間構築

はシステムの実空間に対応した三次元 CG 空間を構築して映像を生成する。これは運動視差立体視 CG システムと同様の仕組みである [10]。運動視差立体視システムではユーザ視点を CG 生成用視点に対応させるとともに、スクリーンを CG 投影面に対応させることで、ユーザから見た CG 物体がまるで実空間に存在するように感じられる。それに対して、GAYAIT UP ではプロジェクタの光源位置を CG 生成用視点に対応させるとともに、カードの位置を選択されたビデオ映像の CG 空間中の位置に対応させる。

図 6 に GAYAIT UP での実空間と三次元 CG 空間との対応を示す。実空間のプロジェクタの光源位置に CG 生成用視点を配置して、スクリーンの位置に CG 投影面を配置する。GAYAIT UP において、ビデオ映像が選択されていない状態では各ビデオ映像はスクリーン上に表示されるため、ビデオ映像表示用の四角形面を CG 投影面上に配置する。そしてカードを差し出すと、カード位置の投影面垂線下にあるビデオ映像を選択されたと判定する。そして、カードに対応する三次元 CG 空間中の位置と姿勢で四角形面を生成して、選択されたビデオ映像をその四角形面にテクスチャマッピングして表示する。その結果、選択されたビデオ映像は差し出したカード上に適切に投影されることになる。

### 3.3 カード位置の取得とビデオ素材選択

GAYAIT UP では、投影面に対して垂直になるように設置された Kinect を用いて投影面の深度画像を取得

して、深度画像からカード領域を抽出する。以下にカード領域抽出処理手順を示す。

1. 深度画像を取得 (図 7(a)) .
2. しきい値処理により、投影面よりも上部にある領域を抽出 (図 7(b)) .
3. オープニング処理を施して、カードの持ち手など小領域を削除 (図 7(c)) .
4. ユーザの手を削除するため、画面端に接する領域を削除。残った領域のうち、最も面積の大きいものをカード領域と判定 (図 7(d)) .
5. カード領域の四角形近似を行い、カードの 4 頂点を決定 (図 7(e)) .
6. 四角形の対角線の交点をカード中心点として決定 (図 7(f)) .

手順 5 で得られたカードの 4 つの頂点の二次元座標に対して、各点での深度情報を組み合わせることで、4 頂点の三次元座標が得られる。この座標を用いてビデオ映像表示用の四角形面が三次元 CG 空間内で決定する。そして手順 6 で得られたカード中心点の投影結果を用いて選択するビデオ映像を決定して、四角形面にテクスチャマッピングを行う。

### 3.4 ユーザ操作の認識

カード位置は三次元座標のため、スクリーンからのカードの距離によってシステムの操作モードを変更する。

スクリーンからのカードの距離がしきい値より低い場合、ビデオ素材選択モードとなり、ユーザがかざしたカード位置によって選択されるビデオ素材は変化する。選択されたビデオ素材はカード領域に合わせてサイズや方向が変更されて、カード上に投影される。このとき、スクリーンからのカードの距離に応じて選択されたビデオ素材の再生音量が変化する。

そして、1 つのビデオ素材が選択された状態で、スクリーンからのカードの距離がしきい値を超えた場合、ビデオ素材移動モードとなる。ビデオ素材移動モード中はカード位置によって選択されるビデオ素材は変化せず、同じビデオ素材がカードに合わせて投影され、再生音量も最大となる。

以上により、選択モードで視聴したいビデオ素材を選択して、移動モードで選択したビデオ素材をすくい上げて、映像と音声をしっかり視聴するということが実現している。

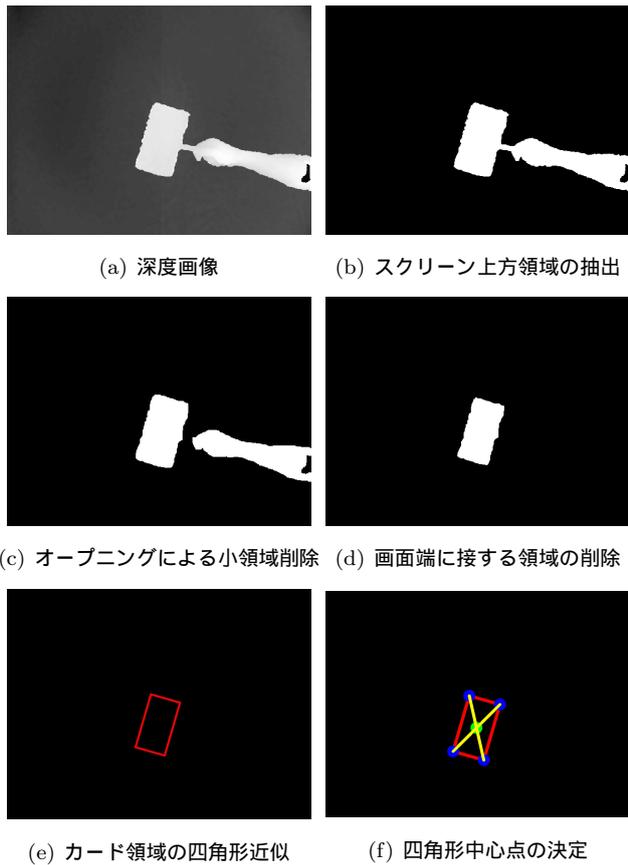


図 7: カードの認識手順

## 4 実装実験

### 4.1 実装環境

提案した GAYAIT UP を実装して実験を行った。使用した PC は MacBook Pro (OS 10.8, Core i7 2.8GHz, 8GB メモリ) で、システムは C++ を用いて開発した。映像生成に OpenGL, カード認識に OpenCV と OpenNI, 音声コントロールに OpenAL を使用している。ビデオ素材データは映像サイズが 320 × 240 画素で、それぞれの映像が 36 枚の四角形パッチにテクスチャマッピングされて表示されている。フレームレートは 10 (フレーム/秒) である。システムは起動時に Kinect のカメラで映し出されたスクリーン面を表示する。そしてユーザがスクリーンの 4 つの端点をクリックすることで、プロジェクタとスクリーンの位置関係のキャリブレーションを行い、実空間と同等の CG 空間を生成している。

### 4.2 予備実装実験

初めに、壁に投影した映像を長い持ち手が付いた大きなカードで選択する実験を行った。投影面のサイズは 120 × 90cm で、カードサイズは 17 × 13cm である。使用したプロジェクタは投影距離が 2m 程度の通常のプロジェクタである。

図 8 に実験の様子を示す。各ビデオ映像は同じ歌を歌っている様子を撮影したものである。カードを差し出していない状態では、すべてのビデオ映像が同じ大きさ、同じ音量で再生されている (図 8(a))。そのため、大勢が合唱しているような映像と音声となる。次に棒の先についたカードをスクリーンに差し出すと、カードの影の位置にあるビデオ映像が選択されて、カード面に正しく投影されることが確認できた (図 8(b))。このとき、選択されたビデオ映像の音量が大きくなるとともに、それ以外のビデオ映像の音量が小さくなるため、カード上のビデオ映像の独唱を視聴することができる。そして、カードを持ち上げると選択中のビデオ映像の音量がさらに大きくなり (図 8(c))、その状態でカードを移動すると、選択中のビデオ映像がカードに追従して投影され続けた (図 8(d))。ただし、素早い動きに対しては計算で得られたカード位置と実際の位置がずれる場合があった。

### 4.3 テーブルトップ投影実験

次に、実用時の使用状況を想定してテーブルトップに投影した映像をカードで選択するプロトタイプシステムを開発して実験を行った。実装に用いたハードウェアや開発環境は予備実験時と同じである。投影面のサイズは 96 × 54cm である。また、カードサイズは 14 × 11cm ではがきとほぼ同じサイズであり、12cm の持ち手が付いている。プロジェクタと Kinect はテーブルトップの 135cm 上方に設置している。プロジェクタ映像はテーブルトップに斜めに投影されており、プロジェクタ自体の台形補正機能で映像が長方形になるように補正している。

図 9 に実験の様子を示す。ユーザはテーブルの前に立って操作を行うことができる (図 9(a))。カードを差し出していない状態では、壁投影と同様にすべてのビデオ映像が同じ大きさ、同じ音量で再生されている (図 9(b))。そして、カードを差し出すと、カード位置に相当するビデオ映像が選択されて、カードの位置や角度に合わせてカード面に投影されることが確認できた (図 9(c), 9(d))。また、映像の移動やカード持ち上げによる音量変化も壁投影と同様に行えることを確認した (図 9(e))。その結果、カードを用いて多数のビデオ映像の中から一つをすくい上げるような感覚が得られた。ただし、壁に投影した場合と同様に、カードの動きに対してビデオ映像の投影が遅れて追従する様子が確認された。

プロジェクタはテーブルトップに斜めに映像を投影しており、カード自体も様々な位置に様々な角度で移動するため、カードに正しく映像を投影するにはカー



図 8: 壁投影での実装実験

ドの状態に応じて投影映像を適切に射影変換する必要がある。本研究では実空間と同じ構成やオブジェクトを持つ CG 空間を構築する手法により、様々なカードの状態に合わせて投影できることを確認した。システムの設定では、カードがテーブルトップから 30mm 上方に離れた時点で映像選択、200mm 上方で選択モードから移動モードへの切り替えを行っている。実験ではスクリーン全面において 10mm 程度の誤差範囲で映像選択やモード切り替えが行えることを確認した。また、映像を選択した状態でカードを様々な位置に移動して投影映像のずれを測定したところ、映像はカード中心から約 8mm 前方にずれていたが、ずれの大きさや方向はカードの位置（前後・左右・上下）に関わらずほぼ一定であり、映像はカード内に十分に正しく投影されていた（図 10）。以上のことから、提案システムは映像選択と映像鑑賞の使用に十分な精度を持つと考える。なお、ずれの原因は手動による初期キャリブレーションの精度不足が考えられるため、自動キャリブレーション手法を開発する必要がある。

また、GAYAIT UP を 5 名の大学生に体験してもらった実験を行い、以下のような感想や意見が得られた。

- テーブルトップに並んでいる映像からカードですくい上げることで、その映像を手元でじっくり鑑賞することができた。
- 操作は簡単、誰でもできると思う。そして面白い。

- 映像をすくい上げることはとても面白い感覚である。金魚すくいをやっている感じがする。
- カードに投影される映像が予想以上に鮮明で、ディスプレイを手持っている感じがする。
- 移動モードのときかなり乱雑にカードを動かしても、動きを止めるとカードに映像が付いてくるのに驚いた。
- 選択 / 移動モードの切り替えがわかりにくい。
- カードを大きく持ち上げると、映像が少しぼける感じがする。

システムのコンセプトについては概ね好評であったが、選択モードと移動モードの切り替えの明示、プロジェクタの焦点距離設定の調整など、実用化に向けて解決すべき課題も確認できた。

#### 4.4 うちわを用いた実験

企業などでは広報用に柄付きうちわや丸穴うちわを用いることがある。そこで、企業受付での PR 映像上映などの実使用を想定して、カードの代わりにうちわで映像選択・投影を行う実験を行った。なお、3.3 節の手順 4 の後に領域収縮処理を適用することで、手順 5 で検出する矩形のサイズを調整している。



(a) システム設置状況



(b) 選択されていない状況



(c) カードでの映像選択



(d) 別の映像の選択



(e) 映像の移動

図 9: テーブルトップ投影での実装実験

図 11 に実験結果を示す．柄付きうちわを用いた実験では，3.3 節で述べた手法によってうちわの柄の扇部の抽出が行われた．そして，うちわの位置に応じて映像が適切に選択され，扇部の大きさに合わせて映像の大きさも自動的に調整されて適切に投影されることを確認した (図 11(a))．また，丸穴うちわを想定して紙皿を用いた実験では，うちわを摘むように持った場合に映像の選択と投影が適切に行えることを確認した (図 11(b))．

実験ではカードの代わりにうちわを用いることが可能であることを確認した．ただし，持ち方によっては抽出領域にユーザの腕が含まれてしまい，映像選択と投影が適切に行えない場合があった．また，扇部が円形に近い場合には抽出矩形の角度が固定せず，うちわに投影される映像が回転してしまう場合もあった．

GAYAIT UP では，カードを用いてビデオ素材を選択したり，選択したビデオ素材をカードに投影して提示したりする．そして実験では，身近にあって実際に触れることができる物を用いてデジタルデータを取り扱うため，直感的に操作できるとともに，身近なカードが映像を捕まえることができる特別な物に変化したような感覚を得ることが確認できた．

## 5 応用システムの提案と実装実験

GAYAIT UP では，かざした 1 枚のカードの位置によってカードに投影する映像を変更したり調整を行っている．この技術を用いることで，複数のカードをかざした場合にそれぞれにカードに異なる映像を投影したり，カードを隣接することでさらに異なる映像を投影するなどの応用が考えられる．

そこで，カードの代わりに投影面として複数のブロックを置き，各ブロック上面に異なる映像を投影する応用システムを提案する．応用システムの概要を図 12 に示す．ブロックの大きさや形状はそれぞれ異なるが高さは同じである．そして，投影面に複数のブロックを単独または複数個を結合して配置する．このとき，ブロックの位置や結合状況に合わせてブロック上面に映像を投影する．結合されたブロックは一つのブロックと見なし，異なるブロックには異なる映像を投影する．

なお，応用システムは名古屋市科学館から展示室の椅子 (図 13) の活用法について依頼を受けたことから始まり，位置や組み合わせを自由に換えられる椅子の座面に映像を投影することを想定している．

実装において，ブロックの位置の取得はカードを用いたシステムの場合とほぼ同様である．ただし GAYAIT UP と異なり，抽出する領域の個数は複数に対応して



(a) カード位置：スクリーン左下付近



(b) カード位置：スクリーン中央付近



(c) カード位置：スクリーン右上付近

図 10: カード位置による投影精度の検証実験

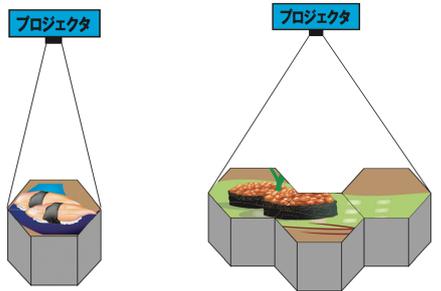


(a) 柄付きうちわへの投影



(b) 紙皿(丸穴うちわ)への投影

図 11: うちわを用いた映像選択・投影



(a) 一つのブロックの場合

(b) 複数のブロックの場合

図 12: 応用システムの概要

おり、領域を包含する矩形を角度固定で検出している。そして、検出矩形に基づいて CG 空間にブロックの高さに合わせて四角形面を生成して、映像をテクスチャとして貼り付ける。このとき、抽出した領域形状を投影映像のマスクとして使用することで、ブロック形状に合わせて映像が切り取られてブロック上面のみに映像が投影される。

図 14 に実験の様子を示す。用いたのは直径が約 30cm の六角形および円形のブロックで、高さは約 15cm である (図 14(a))。従って、使用を想定する実空間のおよそ 3 分の 1 のスケールである。実験ではブロックの位置や上面形状の合わせて適切に映像が投影されることを確認した (図 14(b))。またブロックを結合した場合でも、結合したブロック上面形状に合わせて適切に映像が投影されるのを確認した (図 14(c),14(d))。なお、今



図 13: 応用システムの使用想定場所 (名古屋市科学館)

回の実験では投影映像は静止画を用いたが、GAYAIT UP と同様に動画を用いることも可能である。

## 6 まとめ

本稿では、インタラクティブ映像音声提示システム GAYAIT を拡張した GAYAIT UP を提案した。ビデオ素材選択および映像投影にカードを用いることで、ビデオ素材をそのまま手の中で持ち運ぶような感覚が得られた。GAYAIT UP と GAYAIT のコンセプトは大きな違いはないが、操作方法や映像提示方法を変化させることで、コンテンツとしては大きく変化させることができたと考えている。そして、現在は GAYAIT UP を用いた科学館向けコンテンツの開発を行っているところである。

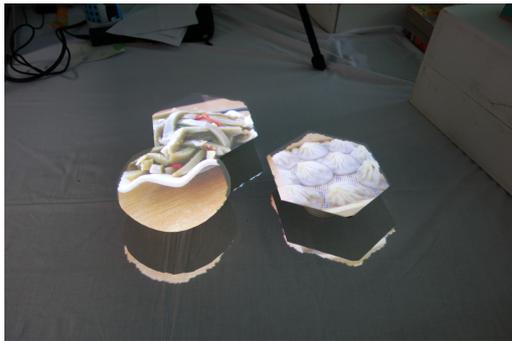
また、GAYAIT UP を応用して、単独または複数の



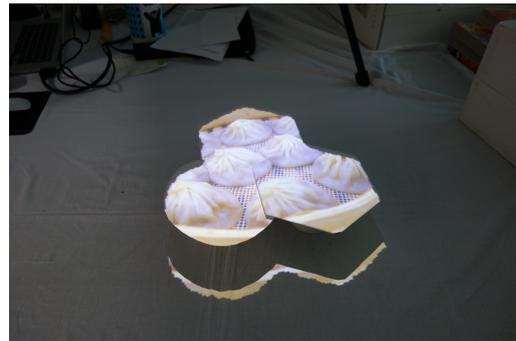
(a) 複数の四角形ブロックの配置



(b) 一つの六角形ブロックの配置



(c) 複数の六角形ブロックの配置と結合 1



(d) 複数の六角形ブロックの配置と結合 2

図 14: 応用システムの実装実験

ブロックの上面の形状に合わせて、それぞれに異なる映像を投影する応用システムを提案して実装実験を行った。本論文ではテーブル上で実験を行ったが、今後は使用を想定している椅子への投影を考慮して、実用に近いサイズでの実験を行う予定である。

今後の課題として、現在の GAYAIT UP は持ち手の付いたカードを用いているが、今後はカードを直接手で持って操作することが挙げられる。これにより、科学館などで来館者に配布するイベントパンフレット等をそのまま GAYAIT UP の操作に用いることが可能となり、パンフレット配布の促進やイベント広告に効果があることが期待できる。また、素早いカード移動に対応するためのカード位置移動予測、スクリーンとプロジェクタ、カードの位置関係のキャリブレーションを自動的に行う手法の開発などが挙げられる。

なお、本研究の一部は科学研究費補助金 (26330420) による。

## 参考文献

- [1] 大島直樹, 岡澤航平, 本田裕昭, 岡田美智男: TableTalkPlus: 参与者の共同性や社会的つながりを引きだすアーティファクトとその効果, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 11, No. 1, pp. 105–114, 2009.
- [2] チームラボ: お絵描き水族館, 入手先: <http://www.team-lab.net/all/products/aquarium.html>, 2015.9.1.
- [3] 松原孝志, ボンダンスティアワン, 松本和己, 徳永竜也, 中島一州: 3次元ジェスチャ操作による テーブル型インタラクティブデジタルサイネージの開発, 情報処理学会研究報告, Vol. 2014-DCC-6, No. 6, 8pages, 2014.
- [4] S. Mizuno, R. Hirano, Y. Tsutsumi: GAYAIT: An Interactive Video and Sound Art System handling a Large Number of Video Clips and its Applications, 芸術科学会論文誌, Vol. 11, No. 4, pp. 149–156, 2012.
- [5] 内藤将司, 水野慎士: インタラクティブ映像システム “GAYAIT UP” とその応用, NICOGRAPH2014 論文集, pp. 95–100, 2014.
- [6] 富士通研究所: “FingerLink”, CEATEC JAPAN, 2013.
- [7] 近藤菜々子, 水野慎士: スケッチブックでのお絵描きを三次元 CG で拡張する映像ツールの提案とその実現方法, 情報処理学会論文誌・デジタルコンテンツ, Vol. 1, No. 1, pp. 1–9, 2013.

- [8] 近藤菜々子, 水野慎士: 不思議なスケッチブックを用いたワークショップ実施とシステム拡張, 情報処理学会研究報告, Vol. 2015-DCC-9, No. 2, 2015.
- [9] Num June Paik Studios,  
入手先: <http://www.paikstudios.com/>, 2015.9.1.
- [10] 塚田真未, 水野慎士: 運動視差立体視を用いた三次元 CG 天体ビューアの開発, 芸術科学会論文誌, Vol. 13, No. 3, pp. 134–143, 2014.

内藤 将司



平成 25 年愛知工業大学情報科学部情報科学科コンピュータシステム専攻卒業．平成 27 年愛知工業大学大学院経営情報科学研究科修了．在学中は画像処理技術，CG 技術，音声認識技術を用いたデジタルコンテンツに関する研究に従事．

水野 慎士



平成 5 年名古屋大学工学部情報工学科卒業，平成 7 年同大学大学院博士前期課程修了，平成 10 年同大学大学院博士後期課程修了．博士（工学）．平成 11 年豊橋技術科学大学情報処理センター助手，平成 21 年愛知工業大学情報科学部講師を経て，平成 22 年同准教授，平成 26 年同教授，現在に至る．コンピュータグラフィックスや画像処理に関する研究やそれらを用いたデジタルコンテンツの開発に従事．画像電子学会奨励賞，インタラクション 2005 プログラム委員特別賞，DICOMO2012,2013,2014,2015 野口賞受賞．芸術科学会，情報処理学会，画像電子学会，日本バーチャルリアリティ学会各会員．