

ディスプレイ付きカート映像と床面映像が連動するプロジェクションマッピング

水野慎士¹⁾(正会員) 榊原拓実¹⁾

1) 愛知工業大学大学院経営情報科学研究科

A projection mapping that is a collaboration between a cart with displays and an image on a floor

Shinji Mizuno¹⁾ Takumi Sakakibara¹⁾

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

s_mizuno @ aitech.ac.jp

概要

本稿では、前後左右にディスプレイが埋め込まれたソーシャルカート“SC-1”の側面映像と、床面に投影された映像とが連動するプロジェクションマッピング作品を制作したので報告する。この作品は、リアルタイムCGやLiDARを用いたインタラクティブ技術に基づいて制作しており、床面映像とカート側面映像をカートの移動に反応させている。そして、床面映像とカート側面の映像が互いに連動しながら、全体として一つのシーンを作り上げる。制作した作品は2019年8月30日から3日間、愛知県国際展示場“Aichi Sky Expo”のオープニングイベントの中で展示を行った。

Abstract

This paper introduces a projection mapping where the side images of a sociable cart “SC-1” with embedded displays on the front, back, left, and right, and the image projected on the floor are linked. This work is produced using interaction technology with realtime CG, a LiDAR and so on, and the floor image and the cart side image are made to react to the movement of the cart. The images on the floor and on the sides of the cart work together, and a whole scene is created. The produced work was exhibited at the opening event of the Aichi International Convention & Exhibition Center “Aichi Sky Expo” for 3 days from August 30, 2019.

1 はじめに

CGのアートやエンタテインメント分野への応用として、プロジェクションマッピングが盛んに用いられている。プロジェクタの高輝度化やCGの高精細化によって大規模なプロジェクションマッピングが比較的容易に実現することが可能となり、東京駅[1]や大阪城[2]などの建造物に対するプロジェクションマッピングは一般の人にも広く知られるようになっており、現在もイベント等

を盛り上げるためにしばしば用いられている。

そして、近年はユーザなどの動きにインタラクティブに反応するプロジェクションマッピングがいくつも制作されている。例えば、古民家の障子を用いたプロジェクションマッピングでは、観覧者の動きに応じて花火が打ち上がるなど、見るだけでなく参加できるプロジェクションマッピングとなっている[3]。舞台「魔界転生」では、役者の移動に応じた舞台壁面へのプロジェクションマッピングを行い、オーラなどの演出映像を実現してい



図1 ソニー製ソーシャブルカート“SC-1”

る [4]. 動く物体を高速に追従しながらマッピングを行うための技術も盛んに研究されており，ステレオ視用と映像用プロジェクタを用いて人物等の対象を背景と分離しながら移動体への低遅延プロジェクションマッピングを行う手法 [5] や，法線方向を考慮しながら剛体や流動体にプロジェクションマッピングによるマテリアルシェーディングを行う手法 [6] などが開発されている．そして，インタラクティブプロジェクションマッピングは商用コンテンツとしても注目されており，チームラボ [7] やライゾマティクス [8] がイベント実施やアーティストのライブ演出などを盛んに行っている．

このように様々なインタラクティブプロジェクションマッピングが提案されたり技術が開発されたりする中，本稿ではインタラクション技術に基づいて固定位置に投影された映像と移動体に映された映像が連動するプロジェクションマッピングを提案・制作したので報告する [9]. 使用する移動体は，前後左右の側面にディスプレイが埋め込まれたソニー製ソーシャブルカート“SC-1”である (図1) [10]. カートは映像が投影された床面上の軌道を走行する．このとき，カートの位置と方向をリアルタイムで取得して，カートの位置に合わせて床面上の映像を変化させたり音を発生させることで，床面映像にカートに対するインタラクティブ性を持たせる．そして，カートの側面に床面に連動した映像を表示させることで，結果としてカート側面映像にもインタラクティブ性を持たせる．参加者は外からカート映像と床面映像のインタラクティブな連動を楽しんだり，カートに乗りながら床面映像を鑑賞することができる．

本稿で紹介する作品のように固定位置に投影された映像と移動体とが連動したプロジェクションマッピングはいくつか制作されている．例えば，舞台の背景映像と移動する透過型映像装置の映像とのコラボレーシ

ンを行った作品が制作されている [11][12]. この作品では，CG キャラクタが移動体によって舞台上に登場したあとに移動体から降りて，舞台上の半透明スクリーンに移動するという演出を行っている．ただし，CG キャラクタが降りる場所は決まっており，連動も手動のためインタラクション性は難しい．移動体の移動も狭い舞台上に限られている．また，プロジェクションマッピングとドローンがコラボレーションした作品も制作されている [13]. この作品は山中を立体的に用いているが，映像としては岩肌等へのプロジェクションマッピングのみであり，ドローンは LED やフラッシュライトを点滅させながら空中を漂う照明効果を行っている．リオ五輪閉会式では，床面映像と移動可能な物体がコラボレーションしており，周囲 360 度からの観察も可能だが，移動体は立方体フレームの色の変化だけであり，移動しながらの床面とのコラボレーションも行っていない [14].

これらの関連既存作品に対して，本稿の作品では，床面に投影された映像とカートと共に移動する映像が，カートの移動に対するインタラクションを行いながら連動する．そして，一般的なプロジェクションマッピングと異なり，本稿の作品では床面映像とカート側面映像を周囲 360 度から鑑賞することが可能であり，さらにカートに乗り込んで床面映像に没入する感覚で鑑賞することもできる．このような作品はこれまで報告されておらず，従来にはない新しいコンセプトを持つと言える．

本稿の作品は大規模施設のオープニングイベントで一般の人々に披露した．イベントでの移動体の操縦は遠隔でスタッフが行ったため，イベント参加者自身が直接的にインタラクションすることはできなかったが，床面映像と移動するカートの側面映像が連動して構成するシーンを鑑賞したり，カートに乗り込んで床面映像の中を移動しながらカートの移動に反応する床面映像を鑑賞したりして，映像体験を楽しんだ．

2 作品について

2.1 制作の経緯

本稿で紹介するプロジェクションマッピング作品は，2019 年 8 月に愛知県常滑市に新しく開業した愛知県国際展示場“Aichi Sky Expo”のオープニングイベント用に制作したものである．このイベントは新しい国際展示場を先端技術のデモンストレーションで演出するという

テーマが設けられ、5G、自動運転、サービスロボット等の技術やサービスがいくつも披露されることになった。

そして、5G と自動運転に関連するプロダクトの一つとして、側面にディスプレイが装着されたソーシャルカート“SC-1”が用いられ、SC-1 を用いた映像作品を制作することになった。作品は、イベントのテーマである先端技術の披露と愛知国際展示場のイメージカラーである青色を連想できることを念頭に制作した。

2.2 作品の概要

制作した作品は、床面に大きく投影された映像と、床面映像上を走行する SC-1 のディスプレイの映像によって構成される。図 2(a) に作品全体の外観を示す。

本作品は水をテーマとしたコンテンツとなっている。床面の映像が水面を表し (図 2(b))、その上を移動する SC-1 の側面映像が滝を表しており (図 2(c))、水面や滝では鯉が泳ぐ。このように、水をテーマとすることで愛知国際展示場のイメージカラーである青色を連想させるとともに、縁起物の象徴である鯉を泳がせることで新しい国際展示場の開業を祝している。

床面とカート側面に表示される映像はアニメーションである。床面映像は 15.8×13.3m の口の字型で、カート側面映像は 55 インチで 4 方向である。カートの軌道は床面映像上に設定されており、長半径 6m、短半径 5m の楕円軌道を約 4km/h の速度で走行する。

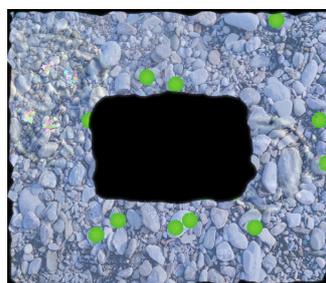
作品全体の流れは、水面、移動する滝、そしてそれらの中を泳ぐ鯉を主な要素として、「鯉が滝を下って水面に登場」「鯉がカートを避けながら遊泳」「鯉がカートを追泳」「鯉が滝を上って退出」という 4 つのシチュエーションのサイクル構成のシナリオとなっている (図 3)。

カートが動き始めると、床面映像ではカートの移動に合わせてタイヤ付近から波紋が発生して水面が揺らぐ。そして、カート側面映像では次々と鯉が滝を下っていき、カートの下の床面映像からしぶき音を発生させながら 100 匹の鯉が水面に放たれる (図 3(a))。床面映像中の水面に放たれた鯉は自由に泳ぎ回る (図 3(b))。ただし、カートが近付くと避けるようにしぶき音を発生させながら急いでカートの反対方向に泳いで逃げていく。

しばらくすると、床面映像中の鯉はカートを追いかけて泳ぎ始める (図 3(c))。そして、カートに追いついた鯉は床面映像からカート側面映像に移り、滝を上っていく (図 3(d))。最終的には全ての鯉が滝を登って退出する。



(a) 全体の様子



(b) 床面映像



(c) カート側面映像

図 2 床面とカート側面を用いたプロジェクションマッピング

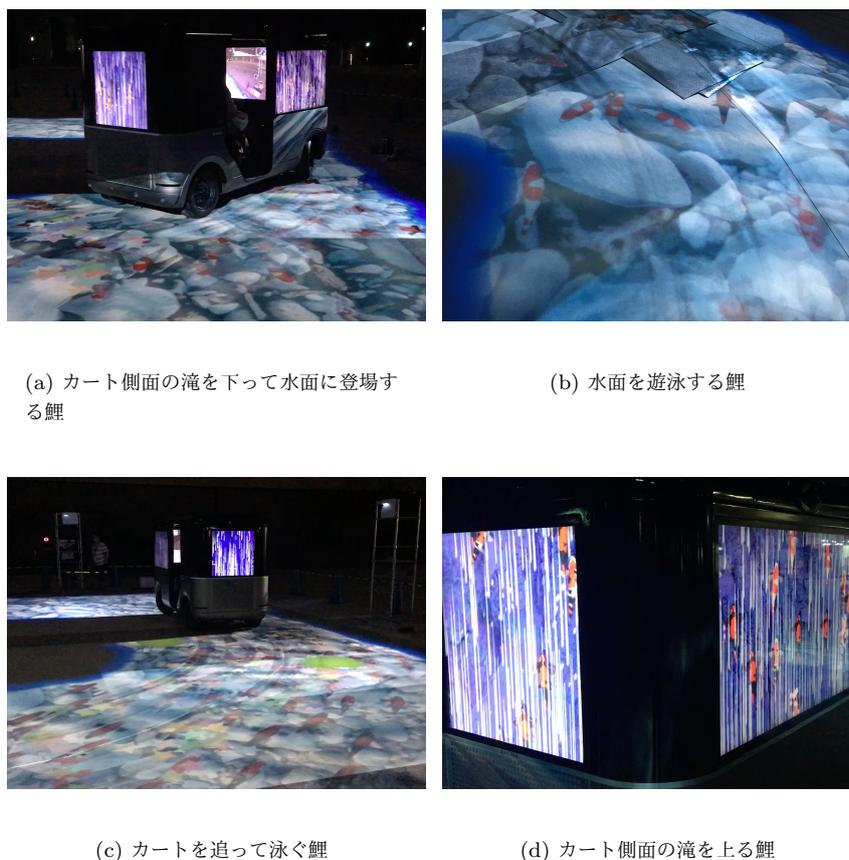
3 実装方法

3.1 システム構成

本稿のプロジェクションマッピング作品の実装環境は、カート追跡システム、床面映像生成システム、カート側面映像生成システムで構成されている (図 4)。各システムはワイヤレスネットワークで接続されており、カートの位置や鯉の移動に関するデータの送受信を行う。

カート追跡システムは、2 台の二次元 LiDAR (北陽電機 UST-20LX) と PC (MacBookPro) で構成される。2 台の二次元 LiDAR はカートの走行軌道の中央に設置しており、カートの位置と方向を逐次取得する。

床面映像生成システムは、6 台の超短焦点プロジェクタと PC (MacPro) で構成される。各超短焦点プロジェクタは高さ約 1.8m の台上に設置して、それぞれ床面に 7.9×4.5m の映像を投影する。そして、6 台のプロジェクタを投影エリア外側に設置して、映像を口の字状に並べることで、全体として 15.8×13.3m の床面映像を投影する。映像をエリア外側から投影するため、エリア外周から映像を鑑賞したときにはカートの影は目立たない。



(a) カート側面の滝を下って水面に登場する鯉

(b) 水面を遊泳する鯉

(c) カートを追って泳ぐ鯉

(d) カート側面の滝を上る鯉

図3 作品のシナリオ中の4つのシチュエーション

カート側面映像生成システムは、カート内に1台のPC (MacBookPro) を設置している。使用したソーシャルカート“SC-1”のサイズは全長3.14m、全幅1.31m、全高1.85mで、乗車定員は3名である。カートの前後左右の側面には55インチの4Kディスプレイが埋め込まれている。また、車内前方には49インチの4Kディスプレイが埋め込まれており、ディスプレイ映像によって車内から前方を観察することができる。運転は車内でのコントローラ操作、5Gによる遠隔操作、GPS等を用いた自動運転、誘導線による自動運転などが可能である。今回は誘導線と5Gによる遠隔操作で移動を制御した。

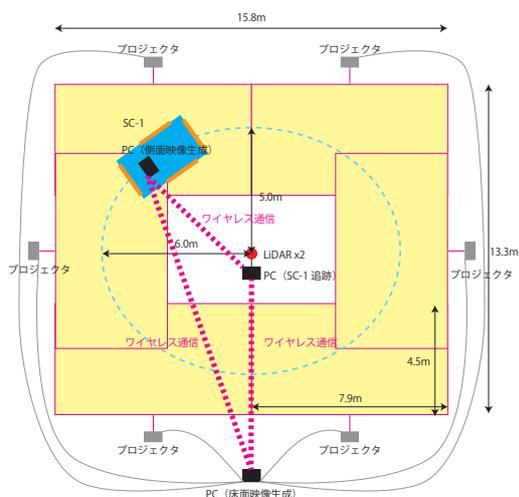
3.2 カート追跡システム

カート追跡システムでは、2台の二次元LiDARをカートが走行する楕円軌道中心の高さ約20cmの位置に設置する。今回使用したLiDARは、1台では270度の範囲内しかスキャンできないため、2台のLiDARの向きを180度ずらして設置(図5)することで、周囲360度を

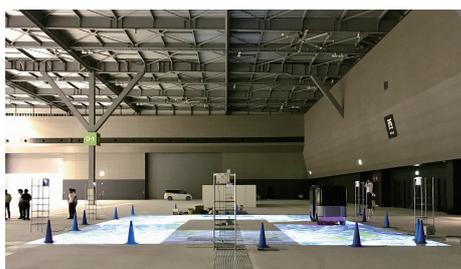
0.125度の分解能でスキャンする。

カートの位置と方向の取得は画像処理手法を適用して行う。初めに、2台のLiDARから得られたスキャン結果のうち、投影エリア内のデータを統合して二値画像(790×665画素、1画素サイズ=2cm)に変換する(図6(a))。このとき、楕円軌道中心に設置したLiDARからは、カートの側面が線分のように観察される。そこで、得られた二値画像に対して確率的ハフ変換を施すことで画像中の線分を抽出する(図6(b))。ここで、カートのサイズは既知であるため、検出された線分の中で最もカートの全長に近いものをカートの側面であると判定する。カートの側面の線分が得られれば、カート自体の位置と方向が計算できる。

取得したカートの位置と方向はワイヤレスネットワーク(UDP通信)によって床面映像生成システムおよびカート側面映像システムに送信する。送信頻度はネットワーク環境によって変化するが、最低でも3fps程度で



(a) 各システムの設置イメージ



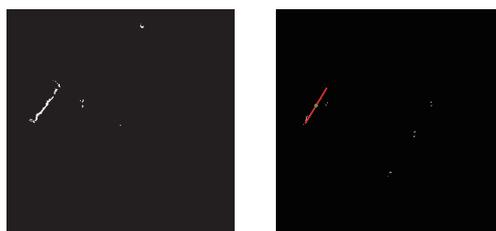
(b) プロジェクタの設置の様子

図4 システム構成



図5 軌道中心に設置した2台の二次元 LiDAR

あった。カートの速度は最高 4km/h であるため、送信遅延による位置ずれは移動中でも最大で 30cm 程度で、カート全長に対して 10% 以下である。カート位置は鯉の泳ぐ方向や水面の波紋の発生位置の決定に用いており、厳密な精度は必ずしも必要ではない。スキャン結果の二値画像化に伴う誤差や遅延による位置ずれは、実際の運用において十分に許容範囲であった。なお、実装は C++ で行い、スキャン結果の二値画像化とカート位置取得のために OpenCV を用いている。



(a) 二値画像に変換した LiDAR のスキャン結果

(b) 確率的ハフ変換による線分検出

図6 画像処理手順に基づくカートの位置と方向の取得

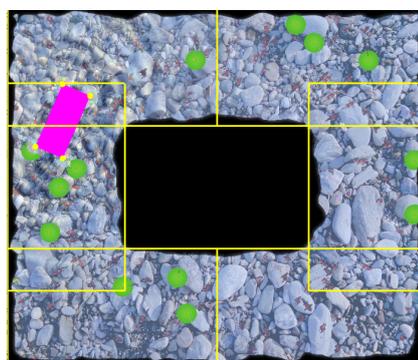


図7 床面映像の全体シーン

3.3 床面映像生成システム

床面映像生成システムでは、三次元 CG によってシーン全体を生成して、シーン中から 6 つの領域を切り出している (図 7)。6 つの領域はそれぞれ床面投影用の 6 台のプロジェクタと対応関係にあり、各領域の映像を対応する各プロジェクタに送出する。なお、6 台のプロジェクタの映像はお互いに重なっている部分があるため、一般的には重なり部分を考慮した領域の切り出しが望ましい。しかし、今回の展示会場は床面の色が均一でなかったことや、調達できたプロジェクタの輝度が継時変化でかなりばらついていたことなどの制約があったため、重なり部分を考慮しない領域の切り出しを行った。

CG シーンを構成する要素は主に、水面、水底、鯉、水草、エフェクト (星) に分類される。水面と水底は二次元格子構造になっており、CG 空間に 2 層で配置している。水面は半透明オブジェクトとしてレンダリングを行い、水底は石のテクスチャを施している。そして、カート追跡システムで取得したカートの位置と方向に基づいてカートの 4 つのタイヤの位置を求めて、タイヤ位置に相当する座標を中心として環状に正弦波を発生させて、

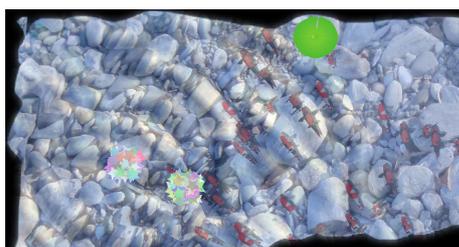


図8 水面上の波紋と擬似的な屈折

水面格子の各頂点の座標を垂直方向に変化させる。これにより、水面のシェーディング時に水面の法線と光源との関係に基づいてハイライトが変化して、カートのタイヤ付近を中心とした波紋が観察される。このとき、水面の各頂点の垂直方向の座標変化量を水底の対応する頂点の水平方向の移動量に適用することで、波紋の変化に応じて水底のテクスチャが変形する。これにより、水による光の屈折を擬似的に再現している(図8)。水草は水面の揺れに伴って揺れる。また星のエフェクトはカートのタイヤの位置に発生しては徐々に消えていく。

鯉は文献[15]の手法をベースにして動きの制御や映像生成を行っており、各鯉が自律的に泳ぐ。図9に100匹の鯉(鯉0~99)のうち鯉0の動きの決定の様子を示す。鯉0の動きは、鯉0の目標点からの引力 f_{T0} 、カートからの反発力 f_C 、投影エリア中央に仮想的に置いた障害物(鯉が映像のないエリア中央に行くのを防止)からの反発力 f_F 、他の99匹の鯉からの反発力 f_{Ki} ($i = 1 \sim 99$)の合力 f_0 によって加速度を計算する。鯉0の目標点の位置を p_{T0} 、カート位置を p_C 、仮想的障害物の位置を p_F 、各鯉の位置を p_{Ki} ($i = 0 \sim 99$)とすると、 f_0 は実験的に以下の式に基づいて計算している。

$$f_0 = f_{T0} + f_C + f_F + \sum_{i=1}^{99} f_{Ki}, \quad (1)$$

$$f_{T0} = a_T \frac{p_{T0} - p_{K0}}{|p_{T0} - p_{K0}|},$$

$$f_C = a_C \frac{p_{K0} - p_C}{|p_{K0} - p_C|^3},$$

$$f_F = a_F \frac{p_{K0} - p_F}{|p_{K0} - p_F|^3},$$

$$f_{Ki} = a_K \frac{p_{K0} - p_{Ki}}{|p_{K0} - p_{Ki}|^3}.$$

なお、 a_T 、 a_C 、 a_F 、 a_K はパラメータで、実験的に決定している。他の鯉に掛かる力も同様に計算する。そして、それぞれの鯉に掛かる合力を逐次計算しながら加速度を決定して、速度の更新と鯉の位置の更新を繰り返す。

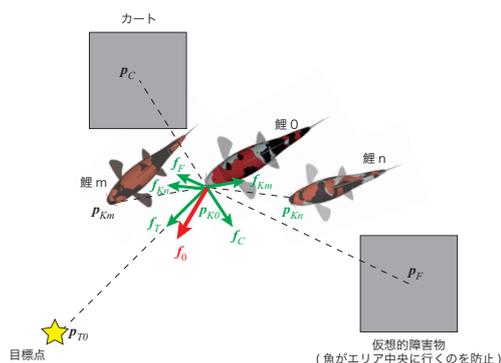
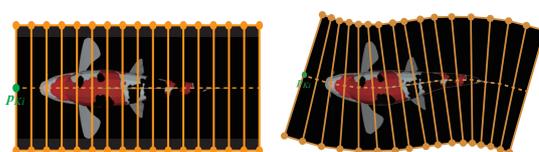


図9 鯉の移動方向の決定方法



(a) 四角形パーツ構造 (b) 体をくねらせる様子

図10 鯉のCGモデル

行う。このとき、速度の大きさにしきい値を設けることで不適切な魚の泳ぎになることを防いでいる。

鯉の映像は図10に示すように短冊状に分割された二次元平面に鯉の画像をテクスチャマッピングしたものである。そして短冊の先頭に設定された鯉の位置 p_{Ki} が決定された速度に基づいて移動して、後方の各短冊は形状を変化させながら前方の短冊に追従する。これにより、魚独特の体をくねらせながら泳ぐ様子を再現している。

本稿の作品では、「鯉がカートを避けながら遊泳」するシチュエーションでは、各鯉の目標点 p_{Ti} を水面エリア中にランダムで決定して、目標点に到達したら新たな目標点をランダムで決定する処理を逐次行う。また「鯉がカートを追泳」するシチュエーションでは、 $a_C = 0$ としてカートを障害物でなくするとともに、 $p_{Ti} = p_C$ としてカートを全ての鯉の目標点とする。このように目標点とパラメータを適宜変更することで、各シチュエーションに合った鯉の遊泳行動を実現している。なお、鯉が登場したり鯉が急に向きを変えるなどの遊泳速度の急激な変化の有無を監視しており、それが観測された場合にはしぶき音を発生している。

床面映像生成システムは、滝と水面との鯉の移動に関する情報をカート側面映像生成システムとワイヤレスネットワーク(UDP通信)経由で送受信している。「鯉

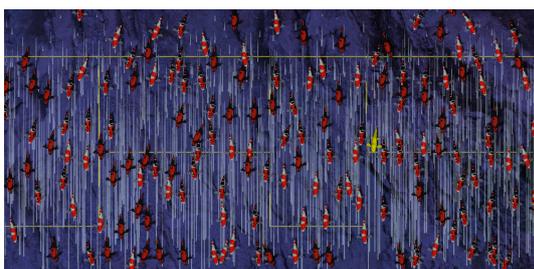


図 11 側面映像の全体シーン

が滝を下って水面に登場」するシチュエーションでは、滝から水面に移動した鯉の情報を取得するたびに、カートの位置から鯉を水面シーンに出現させる。これにより、移動するカートの滝を下った鯉がカートの下から水面に登場する様子を実現している。また、「鯉がカートを追泳」するシチュエーションでは、カートに追いついた鯉を水面シーンから削除するとともに、その情報をカート側面映像生成システムに送信する。なお、実装は C++ で行い、リアルタイム CG 映像生成のために OpenGL、サウンド生成のために OpenAL を用いている。

3.4 カート側面映像生成システム

カート側面映像生成システムでも、床面映像生成システムと同じように三次元 CG によってシーン全体を生成して、シーン中から 4 つの領域を切り出す (図 11)。4 つの領域はそれぞれカートの前後左右側面のディスプレイと対応関係にあり、各領域の映像を対応する各ディスプレイに送出する。

CG シーンの要素は、流水、背景 (岩)、鯉に分類される。流水はテクスチャを貼り付けた多数の細長い格子を、長さや透明度を変化させながら少しずつ下降させることで、滝を流れ落ちる水を表現している。鯉の制御は基本的には床面映像生成システムの場合と同じであるが、滝を上るときには重力を考慮して、滝の上流に配置した目標点への引力を適宜に変化させることで、滝を苦労して上る様子を再現している。目標点への引力が大きい場合には、水しぶきを発生させるとともにしぶき音も発生させている。

「鯉がカートを追泳」するシチュエーションでは、鯉がカートに追いついて水面シーンから削除された情報を床面映像生成システムから取得するたびに、カートの側面映像の全体シーンに鯉を出現させる。これにより、カートに追いついて水面から消えた鯉が、カートのいずれかの側面の滝を上って退出していく様子を実現している。

なお、カート乗客の入れ替え時などの待機状態では制作に関わった団体名を表示した。実装は C++ で行い、リアルタイム CG 映像生成のために OpenGL、サウンド生成のために OpenAL を用いている。

4 イベントでの展示

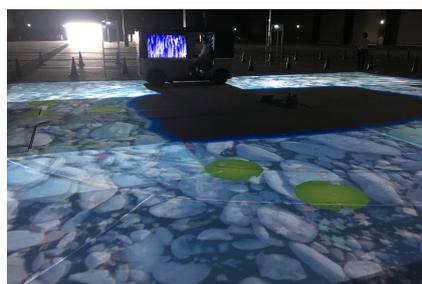
制作したプロジェクションマッピングは、2019 年 8 月 30 日から 9 月 1 日の 3 日間、愛知県国際展示場「Aichi Sky Expo」のオープニングイベントの中で展示を行った。図 12 に展示の様子を示す。

イベントでは、カートは安全上の配慮でスタッフの遠隔操作で発進、速度調整、停止を行いながら誘導線上を走行させており、参加者自身は操縦することができなかった。そのため、ユーザが映像との直接的なインタラクションを体験してもらうことは叶わず、参加者はカートの移動と映像とのインタラクションを見ることになった。ただし、カートに乗り込むことはできたため、参加者は床面映像とカート側面映像がカートの動きに反応する様子を外から鑑賞するだけでなく、カートで移動しながら、床面に投影されてカートの移動に反応する映像を前方のディスプレイ越しまたは左右の開口部から直接間近に鑑賞することが可能であった。

エリア外周からは、暗い空間の中、光る水面の上を移動する滝を鑑賞している感覚であった。そして、カートの移動に合わせて波紋が広がる、カート側面の滝を下って水面に鯉が登場する、鯉がカート避ける、逆に鯉がカートを追いかけてカート側面の滝を上る、といった場面で、床面映像とカート映像がカートの移動に反応していることがはっきり感じられた。そのため、ユーザ自身がカートを操縦できれば、十分に映像とのインタラクティブ性が感じられると思われる。

そして、カートに乗り込んで鑑賞した場合には、まるで水が張られた水路の上を静かに走っているような感覚が得られた。特に全面のディスプレイ越しに見る床面映像は両眼視差の影響がなくなるため、直接眺めるよりもかえってリアリティがあるように思われた。そして自分の操縦ではないが、カートに乗って移動しながらカートの動きに反応する映像を観察すると、自分の移動に映像がインタラクティブに反応している感覚があった。

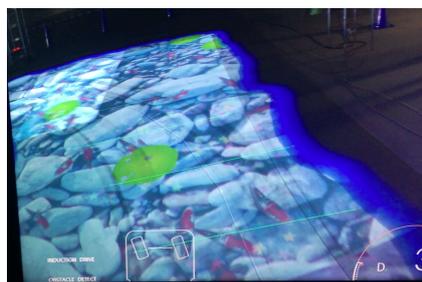
展示中はカートに乗るために並ぶ待ち行列ができた。そして、並んでいる最中でも床面とカート側面の映像を



(a) 走行中のカート



(b) カートに乗るための待ち行列



(c) 車内からディスプレイ越しに見た前方



(d) 後方に波が発生する様子を確認する子供

図 12 愛知県国際展示場 “Aichi Sky Expo” のオープニングイベントでの展示の様子

楽しんでいる様子であった。開業記念イベントのため記述式アンケートは実施はできなかったが、参加者との会話では「水の表現が綺麗だ」「実際にそこに池があるみたい」「鯉が活着ているみたい」などの好評価の感想が多く聞かれた。たくさんの鯉がカートの滝を下って一斉に水路に放たれるシーンでは、参加者から歓声が上がる時もあった。また、床面と側面の映像が連動していることを直感的に示すために 100 匹の魚の中に金色の鯉とシュモクザメを 1 匹ずつ紛れ込ませていたが、これらが床面映像の水路からカート下に潜り込んで側面の滝を上るのを見つけて喜んだり、逆にカート側面を泳ぎ下りて水路の中に登場する様子を一生懸命探す様子も見受けられた。そして、カートの開口部から後方を見ながら波が発生することを確認している子供がおり、自身の移動に伴うインタラクティブ性を感じていた可能性がある。

自動運転の利用に関する専門家からは、広い駐車場の移動や大きなショッピングモールで活用できれば、普通は嫌になる長い距離の移動が逆に楽しくなる可能性がある。人々の注目も集めることからデジタルサイネージ

としての用途も期待できる、という意見が得られた。

なお、展示中はカート乗降の補助やカート発進を行う係員 1 名が常にカートの走行軌道内におり、カートとの位置関係によっては短い時間内でカートが追跡できない場合があったが、映像への影響はほとんど感じられなかった。また、シナリオシチュエーションの切り替えはカートの位置と経過時間によって自動で行うことも可能であるが、待ち行列ができる程の大勢の観覧者がおり、誤作動した場合の影響の大きさを考慮して、手動で切り替えを行った。

5 まとめ

本稿では、リアルタイム CG や LiDAR によるインタラクティブ技術を活用して、床面に投影された映像とその上を移動するカートの側面映像がカートの移動に反応しながら、床面映像と移動体映像を合わせて一つのシーンを構築するプロジェクションマッピング作品の制作を行った。使用したカートは、自動運転に対応することで窓の代わりにディスプレイを埋め込んだソーシャル

カート“SC-1”である。自動運転が普及することで、アナログ的に外を眺めるガラス窓は必ずしも必要ではなくなることも十分に考えられることであり、そのような時代が到来したときの新しい車の活用方法の一つを例示できたのではないかと考えている。なお、本作品は一般社団法人最先端表現技術利用推進協会の第3回羽倉賞を受賞しており[16]、客観的に評価されたことを示している。

今後は、本稿と同様に位置固定映像と移動体映像を組み合わせながら、体験者自身が移動体を手軽に操縦できる環境を構築して、直接的なインタラクティブ性に基づくエンタテインメント分野に特化したコンテンツを開発することを検討している。

謝辞

本論文で紹介したプロジェクションマッピング作品の制作にあたり、ソーシャルカート“SC-1”やプロジェクタ等の機材、展示機会等を提供していただいたソニー(株)および(株)NTTドコモに感謝する。

参考文献

- [1] JR 東日本, NHK エンタープライズ: “TOKYO STATION VISION 2012”, <https://www.nhk-ep.co.jp/service/media/projection-mapping/tokyo-station-vision/> (2012).
- [2] “大阪城 3D プロジェクションマッピング 2014-2015”, <https://youtu.be/iXBAxt2YeWo> (2014).
- [3] 水野慎士, 小栗真弥, 小栗宏次, 安田孝美: “日本の伝統的住宅を用いたインタラクティブプロジェクションマッピング”, 情報処理学会論文誌・デジタルコンテンツ, Vol. 7, No. 1, pp. 22–32 (2019).
- [4] “日本テレビ開局 65 年記念舞台「魔界転生」”, <http://makaitensho.jp/> (2018).
- [5] 山岸成多, 藤畝健司, 山本淳: “高輝度プロジェクターを支える要素技術とプロジェクションマッピングの最新事例”, Panasonic Technical Journal, Vol. 65, No. 2, pp. 9–14 (2019).
- [6] L. Miyashita, Y. Watanabe, M. Ishikawa: “MIDAS Projection: Markerless and Modelless Dynamic Projection Mapping for Material Representation”, ACM Transactions on Graphics, Vol. 37, No. 6, Article 196 (2018).
- [7] teamLab: “FUTURE WORLD: WHERE ART MEETS SCIENCE, ArtScience Museum”, https://youtu.be/gE4eF_JO0mA (2016).
- [8] Rhizomatiks: “ARTECHOUSE - Lucid Motion by Daito Manabe x Rhizomatiks Research”, <https://youtu.be/KCAN4GldQ34> (2020).
- [9] 榎原拓実, 水野慎士: “ディスプレイ付きニューコンセプトカートと床面を用いたインタラクティブプロジェクションマッピング”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2019-DCC-23, No. 15, pp. 1–6 (2019).
- [10] ソニー(株): “ニューコンセプトカート「SC-1」”, <https://www.sony.co.jp/SonyInfo/News/Press/201710/17-096/> (2017).
- [11] 巻口誉宗, 高田英明: “両面透過型多層空中像表示技術の提案と実装”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2019-DCC-21, No. 50, pp. 1–6 (2019).
- [12] NTT 公式チャンネル: “超歌舞伎 2018「積思花顔競 -祝春超歌舞伎賑-」 Supported by NTT”, <https://youtu.be/VYMHkVJT3p4> (2018).
- [13] インテグラル・ヴィジョン・グラフィックス: “頼朝の洞”, <https://youtu.be/FhnbDb9qqo> (2017).
- [14] “日本のトップクリエイターが生み出した「2016 リオ五輪閉会式」”: https://hataraku.vivivit.com/column/creator_olympic (2016).
- [15] 岩崎妃呂子, 水野慎士, 秋葉陽児: “いけばなとCGによるインタラクティブデジタルコンテンツ デジタル枯山水といけばな影絵”, 情報処理学会論文誌・デジタルコンテンツ, Vol. 5, No. 1, pp. 1–7 (2017).
- [16] 一般社団法人最先端表現技術利用推進協会: “第3回「羽倉賞」受賞作品”, <http://soatassoc.org/news/news191122> (2019).

水野 慎士



1998 年名古屋大学大学院工学研究科博士後期課程修

了。博士(工学)。1999年豊橋技術科学大学情報処理センター助手。2009年愛知工業大学情報科学部講師, 2010年同准教授, 2014年同教授, 現在に至る。CG, 画像処理, インタラクション, VR, メディアアート, エンタテインメントコンピューティング, デジタルコンテンツ等に関する研究に従事。ACM SIGGRAPH, 芸術科学会, 情報処理学会, 他会員。

榊原 拓実



2018年愛知工業大学情報科学部卒業。2020年愛知工業大学大学院経営情報科学研究科博士前期課程修了。同年よりドコモ・テクノロジー(株)勤務。在学中はVRやインタラクション技術に関する研究に従事。