

## エンタテインメント AR アクアリウム

松尾健司 萩原将文

慶應義塾大学 理工学部

## Entertainment AR Aquarium

Kenji Matsuo Masafumi Hagiwara

Keio University

{matsuo, hagiwara} @ soft.ics.keio.ac.jp

### アブストラクト

本論文では、現実環境に情報を付加表示した拡張現実(AR:Augmented Reality)内で、エンタテインメントを求めたアクアリウムのシミュレーションシステムを提案する。WEBカメラでリアルタイムに撮影された利用環境に、コンピュータグラフィックスで作成された魚等の3Dモデルを付加させた映像を、ディスプレイを通して映し出すことによりユーザがあたかも魚が身近にいるように感じられるようになっている。本論文では、エンタテインメントの要素として、「インタラクティブ性」と「コミュニケーション性」、「意外性」に着目してアプリケーションを実装している。「インタラクティブ性」に関しては、ARを用いる事で、リアルタイムに表示されるオブジェクトにユーザの操作を反映させている。「コミュニケーション性」に関しては、ユーザどうしが魚を育成しあい、成長の過程をTwitterに書き込んで行く事で、ユーザ間の関わりができるようになっている。また、入力画像中の色情報より魚の選択が行われ、さらにユーザが発する音に応じて、虹が出現し「意外性」を表現している。評価実験により、「インタラクティブ性」、「コミュニケーション性」、「意外性」の点で、既存のアプリケーションよりも良い結果が得られた事が確認されている。

### Abstract

This paper proposes an entertainment aquarium system using Augmented Reality (AR). In the proposed system, 3-dimensional CG fish are superimposed on the PC screen captured by Web camera. Fish are selected according to the color information in the background image taken by the Web camera. The user can feel a sense of moving real fish. Three kinds of elements for entertainment are introduced: interactivity, communication, and unexpectedness. As for interactivity, the objects displayed in real time are reflected by user's operations using AR. As for communication, users can cooperate to raise fish and can communicate with other users using Twitter. Finally, as for unexpectedness, rainbow appears according to the sound the user utters. We carried out evaluation experiments and obtained good results in terms of the three elements compared with the existing similar application software.

## 1. はじめに

近年、コンピュータグラフィックス技術の発展に伴い、アートやデザイン等の分野で、エンタテインメントを意識した作品や、コンテンツに関する研究が数多く行われている[1]-[6]。

特に3Dの場合には、エンタテインメントの他にも、シミュレーションや仮想空間共有によるコミュニケーション、空間認知能力の分析など、その研究分野は多岐にわたる[7]-[13]。

エンタテインメントの幅は広いが、その中心的存在としてコンピュータゲームがあげられる。ここでコンピュータゲームがユーザを夢中にする要因として、ユーザが操作できるという「インタラクティブ性」、そしてさまざまな状況による「意外性」があると考えられる。また特に通信機能を有するオンラインゲームや通信対戦ゲーム等[14]-[16]の場合には、ユーザ間での「コミュニケーション性」があげられると考えられる。

「インタラクティブ性」と「意外性」の高いツールの一つとして、現実環境にコンピュータを用いて情報を付加表示する拡張現実(AR)がある。例えば2009年には、ARに関するコンテンツが多数発表された[17]-[25]。これらのARコンテンツは、面白さを目的としたもの、情報提供を主としたものの二つに分けることができる。前者は、純粋に視覚的な面白さを求めたものであり、後者は、表示されるオブジェクトに対してその情報を提供するというものである。

インターネットを介したコミュニケーションツールが普及してから約10年が経過している。その通過地点として、手軽で拘束力のないTwitter [26]のような、不特定多数のユーザと希薄につながる「ゆるいつながり」を持つようなコンテンツが求められるようになってきている。政治家から学生まで幅広い層に使われ、そのユーザ数は、2009年6月の時点で4400万人にも及んでいると言われている[27]。

アプリケーションのありかたに関してもここ数年で大きな変化が生じている。クラウドコンピューティングなどの、インターネットをベースとしたコンピュータの利用形態が一般的になりつつある[28]-[31]。これらWEBアプリケーションの利点の一つとして、今までのスタンドアローンのアプリケーションとは異なり、WEBブラウザを開くだけで利用でき、インストールの手間が必要無いということがあげられる。WEBアプリケーションは、コンピュータの使用に慣れていない人でも簡単に利用できることから、ユーザの獲得が容易である、コンピュータゲームの世界でもWEBアプリケーションをベースとしたライトユーザ向けのオンラインゲームが増加している。

以上の事を踏まえ、本論文では、「インタラクティブ性」と「意外性」のツールとしてARを取り入れ、「コミュニケーション性」のツールにはTwitterを取り入れたエンタテインメントWEBアプリケーション、ARアクアリウムを提案する[42]。以降、2.で提案システムの詳細な説明を行う。3.で評価実験について述べ、4.を結論とする。

## 2. 提案システム

### 2.1 システムの概要

提案システムの使用には、PCの他にWEBカメラとマイクがあればよい。ユーザがマーカをWEBカメラに映すことでマーカ上に魚が表示される。魚は26種類あり、WEBカメラから入力された画像の色情報を利用して選択される。ユーザの手拍子から感情の推定が行なわれ、「楽しい」と推定された場合は虹が表示され、魚も大きくなる。魚の成長の過程はTwitterに投稿され複数のユーザで観察することができる。

「インタラクティブ性」、「コミュニケーション性」、「意外性」とシステムの内容は以下のように対応付けられている。

<b>インタラクティブ性</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ マーカの利用</li> <li>・ 音の利用</li> </ul>
<b>コミュニケーション性</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 魚の成長と共有</li> <li>・ Twitterへの投稿</li> </ul>
<b>意外性</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 色情報を用いた魚の選択</li> <li>・ 音からの感情の推定</li> <li>・ 虹の表示</li> </ul>

提案システムの実装に関しては、マーカの認識等のARに関する部分にはFLARToolKit[32]、3Dの描画にはPapervision 3D [33]が用いられている。

### 2.2 システムの流れの概要

提案システムは、大きく分けて3つのプロセスからなる。一つ目は「魚の表示」のプロセス、二つ目は「虹の表示」のプロセス、三つ目は「感情の推定」のプロセスである。

#### 2.2.1 魚の表示

魚の表示プロセスは、以下の5つのステップからなる。

- 1: WEBカメラの起動により、現実環境の撮影が開始される。
- 2: ユーザがマーカをカメラに映し、認識させる。
- 3: マーカが認識された際の入力画像は保存され、その画像のHSVの平均値が求められる。
- 4: 得られたHSVの平均値と、予め計算しておいた各魚のテクスチャのHSVの平均値とのユークリッド距離を求め、距離が最短の魚が選択される。
- 5: サーバから選択された魚のデータが読み込まれ、魚の3Dモデルと水槽の3Dモデルがマーカの位置に表示される。図1に示すように現実環境と合成させた映像がディスプレイに表示される。

#### 2.2.2 虹の表示

虹の表示プロセスは、以下の4つのステップからなる。

- 1: マーカが2つ以上認識される。
- 2: 各マーカ間の距離が計算され、最短となるものどうしがペアとなる。
- 3: ペアとなったマーカ間の距離が虹の直径となる。
- 4: マーカが端点となるように、虹が表示される。

#### 2.2.3 音からの感情の推定

音からの感情の推定に関しては、以下のように行われる。

- 1: ユーザはマイクに向かって、手を叩いて音を出す。
- 2: 入力された音から大きさとテンポが求められる。

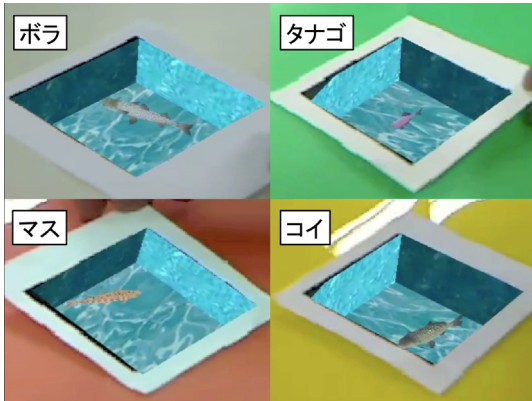


図1 色情報を用いた魚の選択

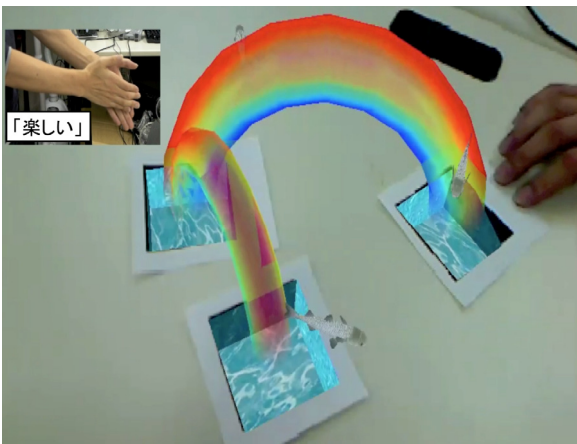


図2 音からの感情の推定

- 3: 得られた音の大きさとテンポから、「楽しい」と「興奮」、「無関心」の推定が行われる。
- 4: 「楽しい」と判別された場合は、図2に示すように魚が成長し虹が表示される。魚はその虹の周りを泳ぐ。「興奮」と判別された場合は、魚は水槽の中に隠れる。「無関心」と判別された場合は、魚は水槽内を泳ぐ。

### 2.3 表示オブジェクト

提案システムでは、表示するオブジェクトとして、魚と水槽、虹の3Dモデルを使用している。以降これらについて詳しく説明する。

#### 2.3.1 魚

提案システムでは図3に示すような、三次元モデリングソフトを用いて作成された魚の3Dモデルを用いる。魚の自然な動きとWEBでの表示の兼ね合いで、一匹あたりの総ポリゴン数は2000前後としている。3Dモデルの上から、図4に示すようなテクスチャを貼付け、リアルな色を表現している。魚の種類については、26種類用意した。魚のモデルは、胴体、尾びれ、胸びれ(左)、胸びれ(右)に独立し、各パーツは関節によって繋がれた木構造からなり、連動するようになっている。

図5にパーツの木構造を示す。各パーツはそれぞれ回転角  $\arg(x, y, z)$  を持つ。この回転角  $\arg(x, y, z)$  は、 $x$  軸を中心として回転する角度  $\arg(x)$ 、 $y$  軸を中心として回転する角度  $\arg(y)$ 、 $z$  軸を中心として回転する角度  $\arg(z)$  をまとめて表記したもので

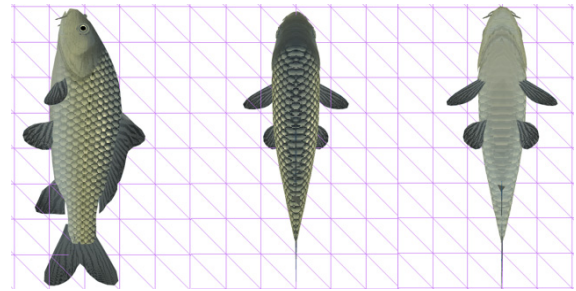


図3 魚の3Dモデル

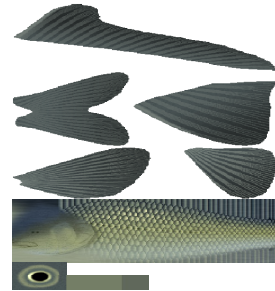


図4 魚のモデルのテクスチャ(コイ)

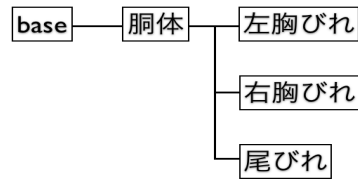


図5 魚のモデルの木構造

ある。

図6に回転角とその向きについて示す。回転角  $\arg(x, y, z)$  は魚の動きを作るために必要なパラメータである。各パーツは接続されている親側の座標を中心として回転する。フレーム毎に各パーツは回転し、魚が止まっても胴体は揺れ、ヒレも動くようになっている。

魚が泳ぎ回る際には、全パーツの親(base)自身の座標が移動する。前フレームと今のフレームとの座標の差から、回転角を求め、親(base)の  $\arg(y)$  を泳ぐ向きに回転し、全パーツを動く方向に向ける。ここで、魚の  $z$  軸方向への移動には回転は行わない。

魚の回転する角度の計算式は以下で求まる。 $i$ 番フレームでの魚の座標を  $(x_i, y_i, z_i)$ 、 $i+1$ 番フレームでの魚の座標を  $(x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1})$  とし、回転角を  $\theta$  とすると、

$$\theta = \arctan \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} \quad (1)$$

となる。

このように、親の回転情報を子パーツに伝搬していくことで、魚の3Dモデルが各部位を動かしながらか泳ぐことが可能になっている。また、各パーツには可動域が定められており、パーツの回転角  $\arg(x, y, z)$  の取りうる値はそれぞれ異なる。表1にパーツの回転角(度)の制約条件について示す。

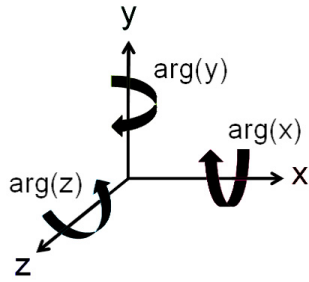


図6 回転角の向き

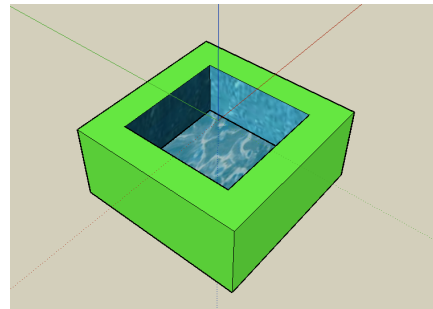


図7 水槽の3Dモデル

表1 パーツの回転角の制約条件

	arg(x) min~max	arg(y) min~max	arg(z) min~max
胴体	-2~2	0	0
右胸びれ	0	-20~20	0
左胸びれ	0	-20~20	0
尾びれ	0	-10~10	0

### 2.3.2 水槽

水槽の3Dモデルは三次元モデリングソフトで作成したものをを用いている。図7に水槽を示す。立方体の上部を空け、内部には水をモチーフとしたテクスチャが貼付けられ、外部は緑の枠で囲まれている。水槽を表示する際に、クロマキー合成のように緑の枠と同じ色を透明にするフィルタがかけられている。ディスプレイに出力される際には緑の枠は消え、図8に示すように奥行きのある埋め込み型的水槽にすることが可能となっている。

提案システムではAdobeのFlashのライブラリに含まれるColorMatrixFilterに以下の行列式  $w$  を適用し、RGB(0, 255, 0)の色が表示されないようにしている。

$$w = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

### 2.3.3 虹

図9に虹の3Dモデルを示す。虹の3Dモデルは魚や水槽の3Dモデルと同様に、三次元モデリングソフトを用いて作成したものであり、形状は円柱を中央から曲げて半円になっている[34]。3Dモデルにはテクスチャが貼付けられ、虹の色を再現している。また、テクスチャを半透明にすることで、魚が虹と衝突した際に、虹の中を透過するかのように見えるように工夫されている。虹は複数のマーカが認識された上で、後で説明するように、音の入力によりユーザの感情が「楽しい」と判断された場合に表示される。まず、マーカどうしの距離が計算され、近いマーカどうしがペアとなる。ペアになったマーカの距離が虹の半径となり、その半径に合わせて虹の大きさを拡大し、それらのマーカを端点とするような虹が表示される。

虹の拡大率の計算式は以下の通りである。マーカAの座標を  $a$ 、

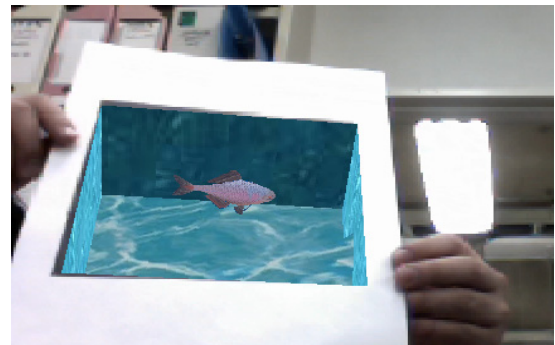


図8 水槽の表示

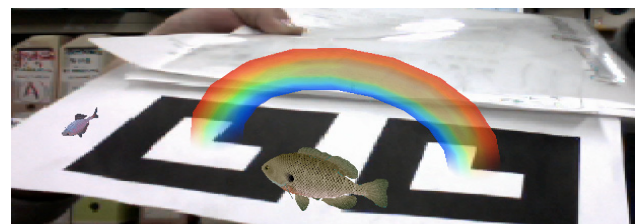


図9 虹の3Dモデル

マーカBの座標を  $b$  とすると、AB間の距離  $d$  は、

$$d = \|a - b\| \quad (3)$$

で与えられる。ここで  $\|\cdot\|$  はユークリッドノルムを与える関数である。拡大率が1での虹の直径を  $D$  とし、虹の拡大率を  $S$  とすると、

$$S = \frac{d}{D} \quad (4)$$

と求めることができる。

### 2.4 魚の選択

表2に提案システムで用いられる26種類の魚の3Dモデルを示す。すでに説明したように、WEBカメラからの入力画像の色情報から表示する魚が選択される。これにより、提案システムを使用する環境に応じた魚を自動的に選択することができるようになっている。ここで、人間が色を覚知する方法と類似しているという点から、色の成分の取り出しにHSVを利用した[35]~[38]。

魚の選択の流れを以下に示す。

- 1: マーカが認識された際、カメラから入力された画像が1フ

表2 魚のリスト

英名	魚名	平均 H	平均 S	平均 V
Scleropages formosus	アジアアロワナ	25	0.51	0.79
Black bass	ブラックバス	32	0.22	0.70
Red spotted masu trout	アマゴ	43	0.19	0.72
Seema	ヤマメ	80	0.07	0.72
Ayu	アユ	30	0.13	0.72
Freshwater minnow	オイカワ	128	0.26	0.59
Blue gill	ブルーギル	39	0.29	0.60
Crucian carp	ヘラブナ	82	0.12	0.59
Gasterosteus microcephalus	ハリヨ	79	0.28	0.57
Mugil cephalus	ボラ	103	0.08	0.65
Carp	コイ	88	0.08	0.64
Brown trout	ブラウントラウト	64	0.22	0.71
Rainbow trout	ニジマス	44	0.30	0.62
Catfish	ナマズ	14	0.16	0.64
Dolly varden	オシロコマ	23	0.22	0.64
Nothern pike	ノーザンパイク	20	0.40	0.66
Coreoperca kawamebari	オヤニラミ	23	0.30	0.71
Snakehead	ライギョ	24	0.26	0.72
Seaperch	スズキ	64	0.14	0.66
Datnioides	ダトニオイデス	44	0.34	0.69
White-spotted char	アメマス	43	0.07	0.69
Oriental weather loach	ドジョウ	23	0.38	0.61
Goby	ハゼ	64	0.13	0.61
Barramundi	バラムンディ	137	0.13	0.69
Acheilognathus melanogaster	タナゴ	143	0.11	0.73
Fluvial sculpin	カジカ	22	0.41	0.58

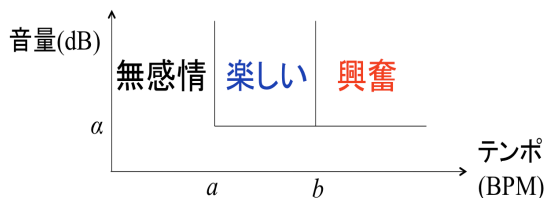


図10 音と感情の対応付け

フレーム分保存される。

- 2: 入力された画像を1ピクセル毎にHSVに分解し、HSVの各平均値を計算する。
- 3: 各魚のテクスチャのHSVの平均値との距離を求める。
- 4: HSVの平均値の距離が最短の魚を選択する。

## 2.5 音と感情の対応付け

ユーザの感情を魚に反映させるため、水族館で見ている人が水槽を軽く叩く行為や、池の鯉に餌を与える人が手を叩く行為などをヒントに、提案システムではユーザの手拍子の音を利用している。

手拍子の音と感情との対応付けには、文献[39]を応用した。この研究では、「スネアドラム演奏における演奏者の意図する感情はどのように表現されるのか」という問いに対して、法則性や傾向を求めるための実験が行われている。この実験結果は、

以下の3点を示唆している。

- 1: 打楽器における感情表現は演奏者が満足のいく水準で可能。
- 2: 表現された感情はほぼ聴取者に伝わっている。
- 3: 全体音量とテンポによって5種類の感情についての分類が概ね可能である。

3において著者らは「悲しい条件→恐れ条件→無感情条件→楽しい条件→怒り条件」の順で右に行くほど音が強くなり、テンポも速くなるという仮説を示している。以上より、打楽器による感情表現が可能であると同時に、音量とテンポとの関連性も明らかになったとしている。

提案システムでは、この研究結果を利用しユーザの手拍子を感情に対応付けしている。ただし提案システムはエンタテイメントを考慮しているため、「悲しい」と「恐れ」の感情は不適切であると考え、これらはまとめて「無感情」とした。また、マイクからの音量がシステムの使用環境に強く依存するため、テンポによる要因を強いものとした。図10に本研究での音量と感情との対応付けを示す。

音の大きさ(dB) は以下の計算式で求める。対象となる音の音圧  $P_1$  (Pa)、基準となる音の音圧  $P_0$  (Pa) とすると、音の大きさは、

$$SPL = 20 \log \frac{P_1}{P_0} \quad (5)$$

と求まる。ここで、 $P_0$  は人間が聞くことの出来る最小の音圧であり、 $P_0 = 2 \times 10^{-5}$  とした[40]。

音のテンポ(BPM)は以下の計算式で求める。

$$TMP = 60 \times \frac{C}{T} \quad (6)$$

ここで  $C$  は  $T$  秒間に音の大きさ  $SPL$  が、図10の閾値  $\alpha$  を超えた回数である。

## 2.6 魚の動き

魚の動きは音からの感情の推定によって異なる。「無感情」、「楽しい」、「興奮」の三つの場合に応じて魚は動きを変える。以降、それぞれの場合におけるプロセスについて詳述する。

### 2.6.1 「無感情」の場合

- 1: 水槽内を魚の移動範囲とする。
- 2: 移動範囲内でランダムに終点を設定し、ランダムに  $n$  個の座標を決める。
- 3: 魚が表示されている座標を始点とし、 $n$  個の制御点のベジエ曲線上を、 $t$  秒間で魚が始点から終点まで移動する。
- 4: 終点に行き着いたらその座標を始点とし、2-4を繰り返す。各パーツが可動域内で回転することによって、胴体を左右に振りながら、胸びれと尾びれが動く。2-4の繰り返しによる魚の移動と、動きの一連を、魚の「基本動作」とする。

### 2.6.2 「楽しい」の場合

- 1: 魚が上に移動し水槽から出てくる。
- 2: マーカが複数あった場合、虹が現れ虹の半径が魚の移動範囲の半径となる。1つの場合は、水槽上が移動範囲となる。
- 3: 魚は図11に示すように移動範囲内で「基本動作」を行う。

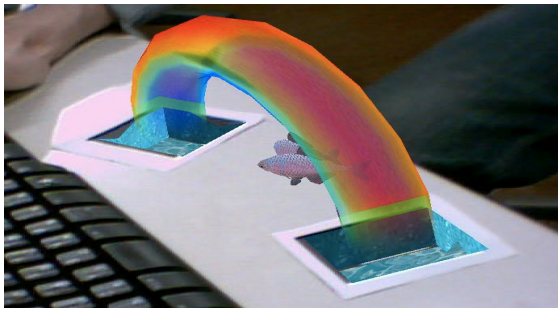


図11 虹を通り抜ける魚



図12 隠れる魚

### 2.6.3 「興奮」の場合

- 1: 魚は水槽の中心に移動する。
- 2: 魚は下に移動し水槽に隠れる。
- 3: 魚の移動範囲の半径は0となり、魚は図12に示すように水槽に隠れる。

### 2.7 魚の成長と共有

「コミュニケーション」をエンタテインメントの要素と考え、魚を介してユーザーどうしがつながりを持てるようにした。「コミュニケーション」の質が、チャットのようにユーザーがシステムを常に使用していなくてはならないような拘束力の強いものではなく、ユーザーの好きな時のみに手軽につながりを感じられる事を目指した。そこで、ユーザー間で同じ魚を育て合い、魚の成長の過程をTwitter[26]に書き出し、ユーザーどうしで魚の成長を観察できるようになっている。

ここで、魚の3Dモデルの拡大率を成長度と定義する。(拡大率が2より大きくなると、水槽から魚がはみ出してしまうため、成長度は2以下の正の数とする)

以降、魚の成長と共有のプロセスについて詳述する。

#### 成長度の読み込み

- 1: マーカが認識され、魚が選択される。
- 2: サーバから選択された魚の成長度が読み込まれる。
- 3: 成長度が魚の大きさとなり、魚が表示される。

#### 成長度の書き出し

- 1: 音が入力され「楽しい」と判別される。
- 2: 音の大きさに合わせて成長度が大きくなる。
- 3: 成長度は魚に反映され、サーバに成長度が書き出される。

成長度は以下の計算式で更新される。入力された音の大きさを  $SPL$ 、図10の閾値  $\alpha$ 、成長前の魚の成長度を  $F_1$ 、成長後の魚

@ogu0423 Bora grows 40 cm !  
8:24 PM Jan 23rd from API

@ogu0423 Tanago grows 26 cm !  
8:31 PM Jan 23rd from API

@ogu0423 Tanago grows 25 cm !  
8:31 PM Jan 23rd from API

@ogu0423 Tanago grows 21 cm !  
8:31 PM Jan 23rd from API

図13 Twitterへの投稿

の成長度を  $F_2$  とすると、

$$F_2 = F_1 + \frac{SPL}{\alpha} \quad (7)$$

と求まる。

#### Twitterへの投稿

ユーザーがTwitterのアカウント名を入力し、魚を成長させると、図13に示すように、ユーザーの名前と魚の名前、魚の大きさが含まれた成長過程のログが「ARuarium」のアカウントに書き出される。魚が成長する毎にログが投稿されるので、ユーザーはどのような魚を誰が育てたか、魚がどのくらい大きくなったかをリアルタイムに知ることが出来る。

## 3. 主観評価実験

### 3.1 実験概要

「インタラクティブ性」、「コミュニケーション性」、「意外性」が面白さとどのように関わっているか、また、ARが面白さに影響を与えたかを評価するために以下の項目に関して評価実験を行った。

- 1: インタラクティブ性
- 2: コミュニケーション性
- 3: ARに関する面白さ
- 4: システムの面白さ

提案システムと同じコンセプトで作成されたアプリケーションは著者らの知る限りない。そこで、インタラクティブ的操作、ユーザー間のコミュニケーション性、そして魚を題材としているという点でmixiアプリの「みんなのイクス」[41]を比較対象とした。

被験者は20代の学生11名であり、提案システムと「みんなのイクス」についての各評価項目に関するアンケートを用意し、5段階（1：悪い～5：良い）で評価を行ってもらった。

### 3.2 評価実験結果

表3および表4にそれぞれの主観評価実験結果を示す。各評価項目についての質問の評価の平均をとり、提案システムと「みんなのイクス」との比較を行った。

- 1: インタラクティブ性  
表3と表4の質問番号1,2が対象。
- 2: コミュニケーション性  
表3と表4の質問番号10が対象。

表3 提案システムの主観評価実験結果

質問番号	質問内容	評価
1	マーカでの魚の操作は面白かったですか	4.0
2	音の入力は面白かったですか	3.9
3	色情報を用いた魚の選択は面白かったですか	3.8
4	現実環境に魚が表示されて面白かったですか	4.5
5	現実環境に虹が現れて面白かったですか	4.4
6	色々な角度から見る事ができて面白かったですか	4.0
7	魚が成長することは面白かったですか	4.4
8	感情推定は面白かったですか	4.5
9	魚の動きは面白かったですか	4.5
10	Twitter で魚が成長する過程を見て面白かったですか	3.7
11	このシステムは面白かったですか	4.4

表4 みんなのイケスの主観評価実験結果

質問番号	質問内容	評価
1	マウスでの魚の操作は面白かったですか	2.3
2	マウスで色々なアイテムが使えて面白かったですか	2.6
3	レベルアップして色々な魚を購入できて面白かったですか	2.8
4	イケスの中で魚が飼えて面白かったですか	2.6
5	イケスの中がゴミで汚れて面白かったですか	2.8
6	魚に餌を与えたり、治療ができて面白かったですか	2.9
7	魚が時間と共に成長して面白かったですか	1.4
8	魚を売ってお金にすることができて面白かったですか	3.0
9	魚の動きは面白かったですか	1.9
10	他のユーザのイケスが見られて面白かったですか	3.2
11	このシステムは面白かったですか	2.5

表5 各評価項目についての比較

項目	提案システム	みんなのイケス
インタラクティブ性	4.0	2.5
コミュニケーション性	3.7	3.2
意外性	4.3	2.5
ARに関する面白さ	4.3	-
面白さ	4.4	2.5

3: 意外性

表3と表4の質問番号3~9が対象。

4: ARに関する面白さ(意外性に含まれる)

表3の質問番号4,5,6が対象。

5: システムの面白さ

表3と表4の質問番号11が対象。

### 3.3 考察

表5より、提案システムと「みんなのイケス」を各評価項目について比較したところ、全ての項目において提案システムが上回るという結果になり、「インタラクティブ性」、「コミュニケーション性」、「意外性」が面白さの要因になるのではないかと示唆された。また、これらの性質の中でも「意外性」についての評価の差が大きく、面白さと強い関係性があるのではないかと考えられた。意外性の中でもARについての結果は他の質問項目と比べても評価が高く、ARを用いる事で面白さを向上させる可能性を示唆する結果となった。

## 4. 結論

本論文では、「インタラクティブ性」、「コミュニケーション性」、「意外性」に着目して、ARを用いたアクアリウムのシミュレーションシステムを提案しWEBアプリケーションとして実装した。

評価実験により、既存のアプリケーション(オンラインゲーム)よりも面白いという結果が得られた。各性質についても既存のアプリケーションを上回る結果となった。これらの事から、「インタラクティブ性」、「コミュニケーション性」、「意外性」が面白さに影響を与える重要な要因である事が伺える。

これらの性質が、面白さを求めるアプリケーションやゲームを開発する際の指標になることが示唆される。また、ARに関しては「意外性」を高め、アプリケーションの面白さを向上させるツールとして期待が出来ると考えられる。

## 参考文献

- [1] N.D.Doulamis, P.Georgilakis: Adaptive Multimedia Content Personalization, IEEE Int.Symp.Circuits Syst. No.2, pp.189-192, 2004.
- [2] 増本大器, 馬場孝之, 遠藤進, 椎谷秀一, 上原祐介, 長田茂美: 情報の視覚化情報を眺めて選ぶマルチメディア検索システムMIRACLES, 情報の科学と技術, Vol.54, No.11, pp. 582-588, 2004.
- [3] 中津良平: エンタテインメントとAI, 人工知能学会誌, Vol.19, No.1, pp.2-9, 2004.
- [4] 片寄晴弘, 笠尾敦司: マルチメディアコンテンツと情報処理システムとしての評価, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.2, pp.222-226, 2003.
- [5] 中津良平: コミュニケーションとエンタテインメント, 情報処理学会誌, Vol.44, No.8, pp.803-806, 2003.
- [6] 宮里勉: 映像の再利用によるインタラクティブメディアコンテンツの制作, 情報処理学会シンポジウム論文集, No.4, pp.153-154, 2000.
- [7] 飛田博章, 暦本純一: Flat3D: クリエーションとコミュニケーションを可能にする3次元共有仮想空間システム, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.2, pp.245-255, 2003.
- [8] 斎藤直宏: 遊びとビデオゲーム技術, 感性工学研究論文集, Vol.5, No.3, pp.39-42, 2005.
- [9] 望月研二, 山田邦男, 岩沢昭一郎, 吉田俊介, 鳥羽美奈子, 相沢清晴, 森島繁生, 斎藤隆弘: 空間共有コミュニケーションの実験システム:BEOEB, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.26, No.70, pp.13-16, 2002.
- [10] 一色正晴, 井門俊, 村上研二: 空間 GUI システムに基づく VR 空間構築支援アプリケーション, 画像電子学会誌, Vol.34, No.5, pp.522-528, 2005.
- [11] 磯悠記, 床井浩平: VR システムを用いたコミュニケーションツールの開発, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.30, No.17, pp.61-62, 2006.

- [12] 電気学会: バーチャルシミュレーションシステムとその応用, 電気学会技術報告, No.1057, pp.1-43, 2006.
- [13] 橋本興次郎, 萩原将文: カスタマイズと学習が可能な三次元仮想空間作成システム, 感性工学研究論文集, Vol.8, No.3, pp.859-866, 2009.
- [14] 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント: プレイステーション3, <http://www.jp.playstation.com/ps3/>
- [15] 任天堂株式会社: Wii, <http://www.nintendo.co.jp/wii/>
- [16] Microsoft Corporation: Xbox360, <http://www.xbox.com/>
- [17] セイコーエプソン株式会社: 3D 年賀状, <http://3d-hagaki.jp/>
- [18] 住友商事株式会社: 情熱、コソコソ, <http://www.sc-ar.jp/>
- [19] Tonchidot Corporation: セカイカメラ, <http://sekaicamera.com/>
- [20] UnitedStatesPostalService: FlatRateBox, <http://www.usps.com/prices/priority-mail-prices.htm>
- [21] BMW: Das neue MINI Cabrio, <http://www.mini.de/webcam/>
- [22] Ford: GoFindIt, <http://www.youtube.com/watch?v=PrwmHnnSXY>
- [23] metaio: VirtualSanta, <http://www.youtube.com/watch?v=04qiDsgcpal>
- [24] AID-DCC Katamari: Happy New Year' 09, <http://09.aid-dcc.com/>
- [25] GE: Plug Into the Smart Grid, <http://ge.ecomagination.com/smartgrid/>
- [26] Twitter: <http://twitter.com/>
- [27] TechCrunch <http://jp.techcrunch.com/archives/20090803twitter-reaches-445-million-people-worldwide-in-june-comscore/>
- [28] Google Apps <http://www.google.co.jp/apps/intl/ja/business/index.html>
- [29] Amazon EC2 <http://aws.amazon.com/ec2/>
- [30] IBM <http://www-06.ibm.com/innovation/jp/smarterplanet/cloud/>
- [31] 富士通 <http://fenics.fujitsu.com/outsourcingservice/cloud/>
- [32] FLARToolKit, <http://www.libspark.org/wiki/saqoosha/FLARToolKit>
- [33] Papervision3D <http://blog.papervision3d.org/>
- [34] 小山智彦, fla 2 —Idea of Flash Creation—, ワークスコーポレーション, 2009.
- [35] 高木幹雄, 下田陽久監修: 画像解析ハンドブック, 東京大学出版会, 1991.
- [36] 東京商工会議所: カラーコーディネーションの基礎, 中央経済社, 2001.
- [37] 色覚の多様性と視覚バリアフリーなプレゼンテーション, <http://www.nig.ac.jp/color/barrierfree/barrierfree.html>
- [38] 色相環, <http://www.microsoft.com/japan/msdn/columns/hess/hess08142000.aspx>
- [39] 片岡智嗣, 他共著: 打楽器演奏における感情の表現と伝達, ヒューマンインタフェースシンポジウム'03 論文集, pp.449-452, 2003.

[40] <http://www.ateliemonta.com/tips1-4.html>

[41] 株式会社ミクシィ: mixi アプリ, <http://mixi.jp/>

[42] 松尾健司, 萩原将文: “エンタテインメント AR アクアリウム,” 第9回 NICOGRAPH 春季大会 論文 & アート部門コンテスト, IV-3, 2010-03.

### 松尾健司



2010年慶應義塾大学理工学部情報工学科卒業。同年(株)テレビ朝日勤務。画像処理と感性工学に興味を持つ。

### 萩原将文



1982年慶應義塾大学工学部電気工学科卒。1987年同大学院博士課程修了。工博。同年同大助手。以来、ニューラルネットワーク、ファジィシステム、進化計算、感性工学の研究に従事。現在、同大教授。1991-92年度スタンフォード大学訪問研究員。1990年IEEE Consumer Electronics Society論文賞、1996年日本ファジィ学会著述賞、2003年日本感性工学学会技術賞、2004年同学会論文賞、2005年日本知能情報ファジィ学会貢献賞受賞。IEEEシニアメンバ。