JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	UoQ ： ジェスチャ認識を用いた映像体験環境
Author(s)	高橋，誠史；河原塚，有希彦；桑村，宏幸；宮田，一乗
Citation	芸術科学会論文誌，2(4)：123-127
Issue Date	2003-12-25
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/8506
Rights	Copyright (C) 2003 芸術科学会．高橋 誠史，河原塚 有希彦，桑村 宏幸，宮田 一乗，芸術科学会論文誌，2(4)，2003，123-127．
Description	

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

芸術科学会論文誌 Vol.2 No.4 pp.123-127

UoQ -ジェスチャ認識を用いた映像体験環境-

高橋 誠史 河原塚 有希彦 桑村 宏幸 宮田 一乘
Masafumi Takahashi Yukihiko Kawarazuka Hiroyuki Kuwamura Kazunori Miyata

北陸先端科学技術大学院大学・知識科学研究科
School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology
(masa-t, ykawaraz, h-kuwa, miyata)@jaist.ac.jp

論文概要：
ただ歩きながら目にする風景の移り変わりを，泳ぐという行為で置き換えてみたらどうなるのだろうか．本論文では，そのような身体運動に伴うさまざまな視覚体験を，コンピュータを用いて置換する試みを提案する．両腕に装着された反射板で参照光を反射し，その反射光を天井から吊るされた CCD カメラで観測する．次に，観測された反射光を画像処理して腕の動きを計算し，その動きの変化にあわせて，投影されるビデオの再生速度を制御し，動画の中を泳いでいるような感覚を体験させる．日常的な光景を撮影した映像を泳ぎという動作を通して体験することにより，無意識のうちに我々の行動に影響を与えている重力や，身体そのものについて考えるきっかけを与える場を，この作品は提供する．

Abstract：
What will be affected if the scenery seen with a walk is replaced by the act of swimming? We propose a method of replacing various vision experiences accompanying such body movement by means of computer. Reference light is reflected with the reflector with which both arms were equipped, and the reflected light is observed with the CCD camera hung from the ceiling. Next, the motions of arms are analyzed by means of image processing, and then the speed of video is controlled in accordance with change of the motion. Therefore, an audience may feel swimming in the video. By experiencing the everyday scene through the operation "swimming", our work will offer to reconsider the gravity that has affected our action while it is unconscious, and the body itself.

キーワード：画像処理 反射板 ジェスチャ認識 泳ぎの動作
Keywords：image processing, reflector, gesture recognition, swimming motion

1. はじめに

本作品は，”歩行”に代表される身体運動”を“泳ぐ”という行為にコンピュータを用いて置換することで見える，新たな世界の姿を体験させることを目的としている．これを実現するため，カメラによる両腕の運動認識を用いた，対話的な映像コンテンツの再生システムを構築した．

2. 研究の背景

本章では,作品のコンセプト，および先行例について述べる．

2.1 作品のコンセプト

我々は，普段の生活においては，重力の支配下で地面を代表とする２次元の面上を主に移動している．すなわち，足による移動を主とし，移動時には腕はバランスを取るための補助的な働きをしているに過ぎない．しかし，自分を取り囲む媒体が，水や人ごみのような液体的な性質を帯びると，移動に対する媒体の抵抗力や粘性に打ち勝つために，腕を動かしての移動をするようになる．

本作品のコンセプトは，このような腕の動作による移動の疑似体験を与えることで，人々が忘れかけている身体知を呼び起こし，非日常的な新たな発見を試みることである．なお，本作品は，泳ぐものの代表である「魚（ウオ）」に「歩く=walk」をかけて，UoQ（ウォークと読む）と命名した．

2.2 先行例

映像の中を泳ぐというコンセプトに基づくデジタルコンテンツの先例には，AquaThought Foundationによる映像体感システム“CyberFin”[1]や，ビジュアルサイエンスラボ社が制作したVRアプリケーション”Virtual Sea World”[2]，アートディンクス社のビデオゲーム“アクアノートの休日”[3]などがある．これらの先例は，ジョイスティックやゲームパッドなどを入力インターフェイスに用いており，本研究のように泳ぐ動作を認識して体験するものではない．

一方，学生対抗手作りバーチャルリアリティコンテスト（IVRC）の2001年度大会にて発表された「海中遊泳」というVRアプリケーションでは，ロボットアームにより力覚フィードバックを与え，水中の抵抗感を表現した[4]．また，人間の身振りを入力とする水中ロボットの遠隔操作により，擬似的な潜水体験をさせる試みも報告されている[5].

UoQでは，以上述べた先例のようなCG映像ではなく，実写映像を用いることで，日常の風景を非日常的な泳ぐという行為で体験させることがひとつの目的である．また，特別な装置を身体に装着することなく，画像認識による非接触入力インターフェイスを用いていることが，先行例との違いであると考える．

3. 体験システムの構成

本作品を体験するシステムは，図１に示すような６つの要素から構成される．

(1) 体験者の腕の動きを捉えるためのUSB接続のCCDカメラ（Logitech社QuickCam Pro 4000，320x240の解像度，画角は約48度）
(2) 動きを認識しやすくするために腕に装着する反射板
(3) 反射板を照射する参照光（蛍光灯を使用）
(4) 動きの認識と映像コンテンツの再生を行うためのPC
(5) 映像を投影するためのプロジェクタ
(6) 100インチ程度のスクリーン

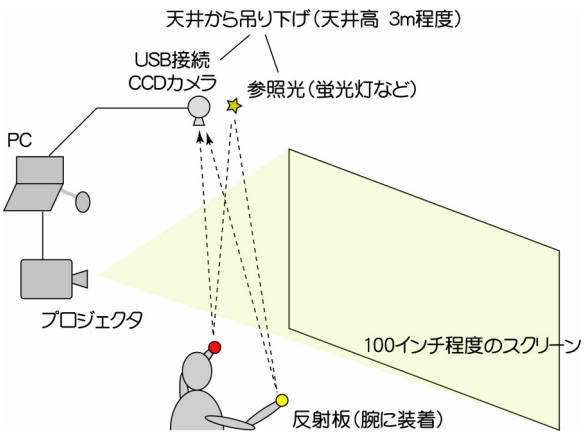

図 1　作品の構成図

4. 運動認識の手法

本システムでは，CCD カメラで体験者を撮影した画像から腕の運動認識を行う．

4-1 マーカの素材

本システムでは，マーカとして，体験者に異なる色の反射板をそれぞれ両手首周辺に装着させ，一つの CCD カメラで反射板の動作解析用の映像を取得する．マーカには，図 2 に示すような赤と黄の反射板シール(エーモン工業(株)：“反射シート DX（丸），品番：5042（黄），5040（赤）)を用いた．図 3 に，反射板の装着の様子を示す．

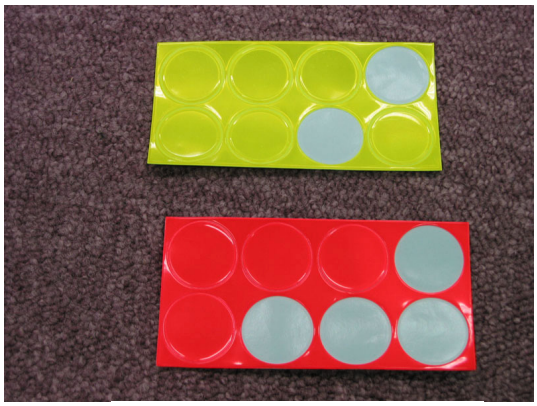

図 2　マーカとして用いた反射板

4-2 マーカの位置認識

CCD カメラが取得した画像から，それぞれの反射板の色に相当する画素を検出する．各色の判定は，輝度値(ここでは高速化のため,画素の 3 つの色成分値の総和とした)

図 3　反射板の装着の様子

が設定された範囲内にある画素を選択し，それらの画素の色成分のコントラストを比較することで行う．各色の判定は，予備測定により以下の条件式を満たすものとなった．ここで，各画素は R,G,B 各 8bit，0～255 で表し，各成分を iR，iG，iB とそれぞれ表記する．

- 赤色
  60 < iR + iG + iB < 700 の範囲にあり，
  iR / iG > 1.5　かつ
  iR / iB > 1.8　の色コントラストを持つ
- 黄色
  60 < iR + iG + iB < 700 の範囲にあり，
  iR / iB > 1.8　かつ
  iG / iB > 1.8 の色コントラストを持つ

その後，赤もしくは黄と判定された画素の集合に対して重心を求め，その重心の位置をマーカの位置とした．

4-3 運動認識と映像の再生速度

算出されたマーカの重心の移動量から速度(ピクセル/フレーム)を求め，さらに加速度を算出する．ここで，重心の移動量がある閾値以下の場合は，腕は静止の状態にあると判定する．ここでは，マーカの実際の移動量で 20mm 以下の微動を静止状態と定義し，実測値（撮影距離約 170cm，カメラの画角 48 度)から，設定する閾値は画像上の 5 ピクセル分(正確には 5.3 ピクセル

分)とした.

算出された加速度を上限値付きの速度バッファに加算し,速度バッファの値は，時間の経過に伴い一定値で減衰させるものとする．そして，ある時刻における映像コンテンツの再生速度を，その時点での速度バッファの値で決定させた.具体的には,速度バッファの最大値は 30 とし，映像再生処理の１ループごとに速度バッファの値を 2 ずつ減衰させる．ここで，速度バッファの値がｘの時に映像の再生速度は0.1xになるように,すなわち，速度バッファの値が 10 の時は等倍速で，最大値である 30 の時は 3 倍速で映像が再生されるようにした.なお，これらの数値は，実験を繰り返しながら，心地よく泳いでいるように感じる再生速度を実現できるように経験的に求めた値であり，予備実験の結果，腕を振る速度が約 40cm/秒で映像が１秒(30 フレーム)分進むように設定した.

以上の処理により，スクリーンに投影する映像コンテンツの再生速度を慣性を持たせながら変化させることで，実写映像の中を滑らかに泳いでいる効果を演出する.

4.4 システムの実装

本システムの実装風景を図４に示す．実装にあたり，高さ3m弱の天井からCCDカメラを下向きに吊るした．この場合，CCD カメラの地上高は，285cm である.

光源に関しては，腕に装着した反射板に十分な照度で光が当たるように，その位置に留意した．図４の実験環境では，天井に設置された 32 ワットの蛍光灯(東芝製：FHF32EX-N-H，色温度 5000K)２本を主光源として用いている.

体験者の前方，約 280cm に 100 インチスクリーンが設置され，天井吊り下げのプロジェクタで映像が投影される．なお，プロジェクタは，体験者の影がスクリーンに投影しないような場所に設置する必要がある.

システム内の PC の主要スペックは，Pentium4 2.8GHz，RAM 1GB，グラフィックカード RADEON 9700 Pro 128MB，OS は WindowsXP HomeEdition である．また，CCD カメラの制御 API には，DirectShow を用いた.

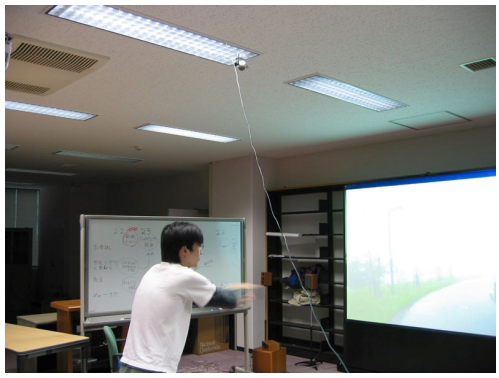

図4　作品の体験の様子

5．映像コンテンツの制作

再生する映像コンテンツの制作にあたり，自動車に DV カメラを固定して動画像を撮影した．ここで，カメラの移動速度が，ほぼ等速度になるように，動画像編集ソフトを用いて時間軸を操作して映像編集をした.

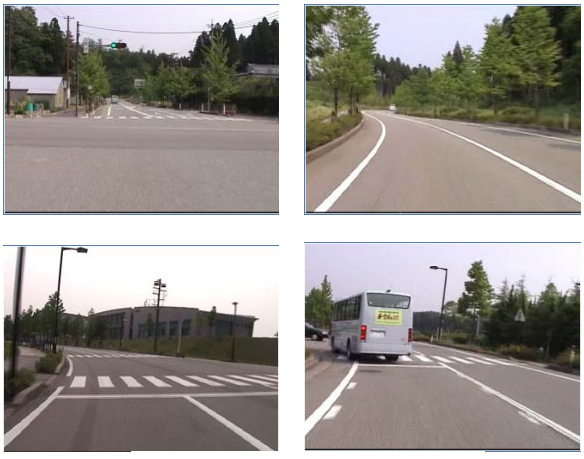

図5　体験映像の数シーン

また，再生する映像の長さは，体験者の疲労などを勘案して 2 分以内に収まる程度（図 5 のコンテンツで 106 秒）にした．2 分の映像を体験するには，約 40cm/秒の移動速度で腕を 120 回程度振り続けることになる.ただし,腕の振りが速ければ，映像の再生速度は増すので，腕を振る回数は減る.

図 5 に，制作した映像コンテンツのいくつかのシーンを挙げる．この映像は，大学前の坂道を走行するシャトルバスを追尾して撮影したものである．本論文では，日常的な移動のシーンを，非日常的な動作を通じて視覚体験してもらうことを目的としているため，敢えて水中の移動映像ではないものを素材として選択した．

6．結果と考察

本作品は，大学のオープンキャンパスにおいても，子供から大人までたくさんの方々に体験していただいた．現状では立ち泳ぎのような体験環境であるために，真の浮遊感のようなものを演出するには至らなかったが，大画面のスクリーンに没入した感覚下での映像の中を泳ぐ体験は，普段体験する視覚情報の変化とは異なった不思議な感覚を呼び起こしたとの意見を，体験者からいただいた．

図6　子供の体験の様子

本システムの画像認識の方式は，精度および処理時間ともに十分なパフォーマンスを提供し，スムースな映像体験が可能であることを確認した．しかし，現在の方式では，体験者の頭上に設置された一つのカメラで動きを追うため，平泳ぎのような，カメラから見て平面的な動きのみ解析が可能である．この問題に対しては，2 台のカメラを使うことで 3 次元の動きを検出することが可能であり，クロールやバタフライのような，より複雑な腕の動きを取得できることが予想される．さらに，識別するマーカの数を増やすことで，複数の CCD カメラを用いた簡易モーションキャプチャシステムへの発展が期待できる．

一方，体験者の体格の違いによる，動き解析の誤差も確認された．すなわち，身長や腕の長さの相違により，検知されたマーカの移動量の大きさに個体差が生じ，体験映像の再生スピードが大きく異なる現象が観察された．具体的には，小さな子供が本作品を体験した場合，大人と比較してカメラとマーカとの距離が 1 メートル近く長くなる．かつ，腕の長さも数十センチ短いため，速く大きく腕を動かしたとしても，算出されるマーカの移動速度および加速度は，大人の半分以下になることが確認され，期待した再生速度を実現するのは困難であった．この問題に対しては，個体差を軽減するためのキャリブレーション機能を用意する必要がある．

7．おわりに

本システムでは，インタラクティブでスムースな映像体験が可能であることを確認した．今後は浮遊感を演出するための装置を開発し，映像を泳ぐ体験環境の実現に取り組みたい．また，映像コンテンツに関しては，日常の視覚体験の非日常的体験をより浮き彫りにする対象を探り出したい．

参考文献

[1] http://www.aquathought.com/cyberfin.html

[2] http://www.vsl.co.jp/results/01_works_04.html

[3] http://www.artdink.co.jp/

[4] http://ivrc.net/2001/documents/authorsinterview/authors04.html

[5] 王家寧，眞溪歩，大城理，千原國宏：身振り情報による水中ロボットの遠隔操作，第 39 回自動制御連合大会講演会，pp.361-362 (1996).