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

Title	UoQA ：ジェスチャ認識と簡易なモーションベースを用いたＶＲアプリケーション
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，3(3)：200-204
Issue Date	2004-09-20
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/8508
Rights	Copyright (C) 2004 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，3(3)，2004，200-204．
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.3 No.3 pp.200－204

UoQA
－ジェスチャ認識と簡易なモーションベースを用いたＶＲアプリケーション

高橋 誠史† 河原塚 有希彦† 桑村 宏幸† 宮田 一乗‡
†北陸先端科学技術大学院大学・知識科学研究科
‡北陸先端科学技術大学院大学・知識科学教育研究センター
〒923-1292 石川県能美郡辰口町旭台 1-1
E-mail: { masa-t, ykawaraz, h-kuwa, miyata}@jaist.ac.jp

概要 本論文では，ジェスチャ認識と映像提示および，簡易なモーションベースの組み合わせによる VR アプリケーションを提案する．我々は，映像の中を泳ぐ感覚を視覚的に提供するアプリケーション「UoQ」を既に開発したが，泳ぐ腕の動作に伴う身体の姿勢制御を行うことで，さらなる没入感の追及を試みた．提案する VR アプリケーションでは，腕の動きを画像解析し，解析された動きにあわせて，表示される映像コンテンツを演出すると同時に，モーションベースの姿勢制御を行うことで映像の中を泳ぐような感覚を提供する．モーションベースの姿勢制御には，エアブロワによる空気吐出を応用している．実験の結果，腕の動きに合わせて映像の速度や身体の揺れを演出したことに対して，没入感と浮遊感が得られるとの評価を受けた．

キーワード UoQ，エアブロワ，モーションベース，画像処理

UoQA
– A VR application by means of gesture recognition and simple motion base

Masafumi Takahashi†, Yukihiko Kawarazuka†, Hiroyuki Kuwamura†, Kazunori Miyata‡
†School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology
‡Center for Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology
1-1 Asahidai, Tatsunokuchi, Ishikawa, 923-1292 Japan

Abstract This paper proposes a VR application that consists of gesture recognition, computer generated imagery, and a simple motion base. We have already reported a VR application "UoQ" which gives an audience the feeling of swimming in movies. In this VR application, motion feedback is used to produce a more immersive feeling. Arm motions are analyzed by means of image processing, and then the movie and the posture of the motion base are controlled in accordance with changes in the motion. With this mechanism, an audience feels as if they are swimming in the movie. The motion base is controlled by air blowers. The effects of the movies and the roll of the motion base are evaluated according to how well they give an immersive and floating feeling to the audience.

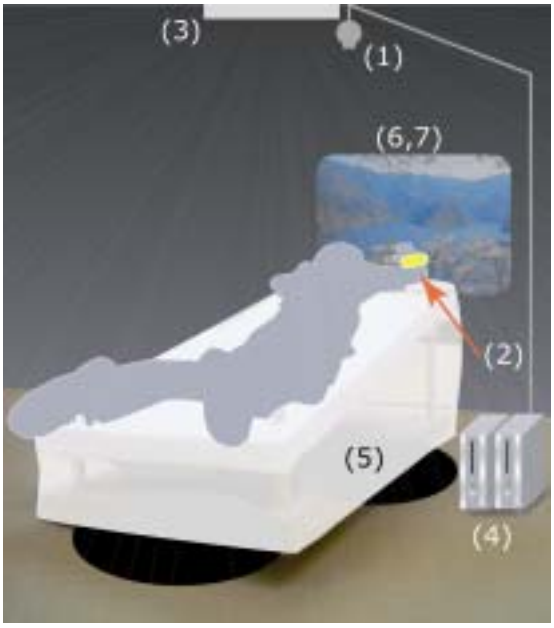
Keywords UoQ, Air Blower, Motion Base, Image Processing

1. はじめに

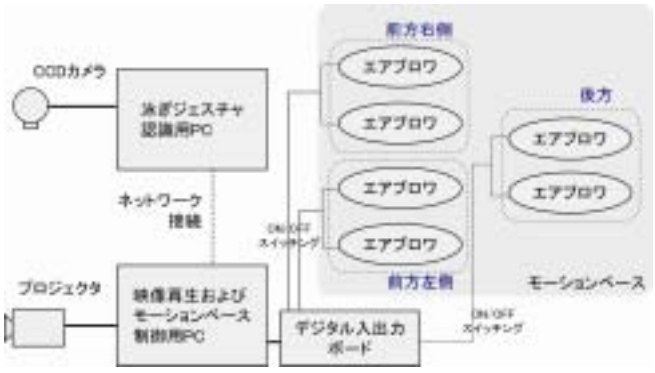
筆者らは,「映像の中を泳ぐ」感覚を視覚的に提供するアプリケーション「UoQ」を既に開発し，大学のオープンキャンパスなどで展示を行った[1]．UoQ は，CCD カメラ

で観測された両腕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，映像の中を泳いでいるような感覚を体験させるものである．しかし，ユーザが立ったままで腕を動かしての体験環境であったため，泳ぐ感覚を演出できる環境とは言い難かった．

本論文では，UoQ を改良し，空気の吐出機構により姿勢制御可能なモーションベースを用いた，身体の浮遊感を演出する VR アプリケーション UoQA（ウォーカ：UoQ＋Air Blower を意味する）について述べる．



ⓐ システムの概観



ⓑ 構成図

(1) USB 接続の CCD カメラ （320 x 240 画素の解像度）
(2) 腕に装着する反射シール付き腕輪
(3) 反射板を照射する参照光 （天井の蛍光灯を使用）
(4) 泳ぎジェスチャの認識用 PC 1台，映像コンテンツの再生およびモーションベース制御用 PC 1台
(5) 体験者が横たわる可動式ベッド （モーションベース）
(6) 映像を投影するためのプロジェクタ
(7) スクリーン

図1 システムの構成

2. 背景と目的

作品のコンセプトは先行する UoQ に順じており，腕の動作による移動の疑似体験を与えることで，非日常的な新たな発見を試みることである[1]．

ジェスチャ入力による映像インタラクションのシステム例としては，PlayStation2 用のシステムである“Eye-Toy”が挙げられる[2,3,4]．これは，体験者の動きをカメラで映像として取り込み，システムが生成した映像内のオブジェクトとインタラクションを取るものである．体験者自体が映像の中に取り込まれるために，高い没入感を与えるが，システム側からの映像や音以外のフィードバックはない．

本論文では，没入感の追及を試み，泳ぐ腕の動作に伴う身体の姿勢制御を行うことで，映像の中を泳ぐ感覚を与える環境を構築することを目的とする． また，複雑な機構を用いずに浮遊感を演出できる環境の構築を目指した．

3. システム構成とシステム開発

3.1 システムの概観

本作品は，図1(a)に示すような7つの要素から構成される．ここで，2台の PC は，互いにネットワークで接続され，動きの認識用 PC で得られた動きの解析結果を，映像再生およびモーションベース制御用 PC に転送し，必要な処理を行う．図1(b)にシステムの構成図を示す．

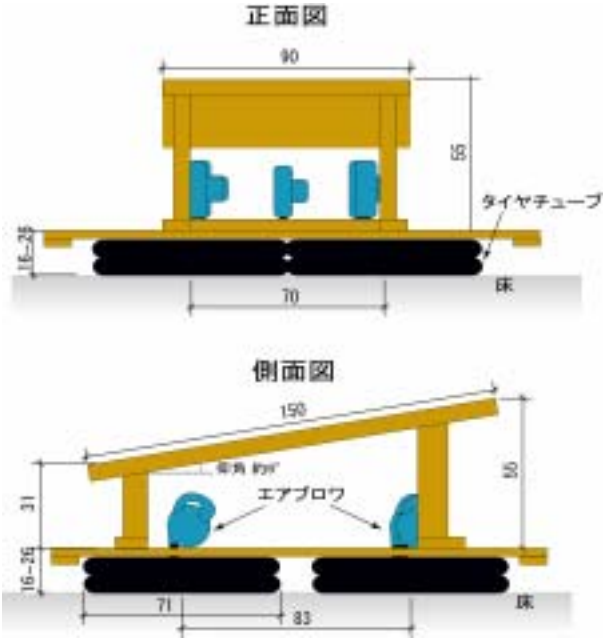


図2 筐体の設計図

エアブロワは，前部の左右に2機ずつ，後部の中央に2機設置される．
タイヤチューブの径は，2段で 16～26cm の範囲で伸縮する．
図中の寸法の単位は cm.

3.2 モーションベースの筐体設計

体験者が横たわるためのモーションベースの筐体設計を図 2 に示す．筐体のサイズは，平均的な大人の身長と肩幅から決めた．また，映像を見やすくするためにベッドに約 9 度の仰角を持たせ，筐体の底面には姿勢制御のためのタイヤチューブを設置する．図 3 に筐体の製作過程を，図 4 に筐体の完成形を示す．

図3 筐体の製作過程

板上に黒く見える3箇所はエアブロワの吐出口

図4 完成した筐体

モーションベースに布団を乗せ，さらに周囲のカメラへの光学的影響を軽減するために，天蓋を付けた．

3.3 腕の動作解析

UoQA では， CCD カメラで取得される画像から，体験者の腕の動作を認識する．

図5 装着する腕輪

小型の浮き輪を利用

体験者には，図 5 に示すような右手に黄色，左手に赤色の反射板付きの腕輪をそれぞれ装着させる．

腕の運動の解析には，まず，カメラから取得した画像から黄色および，赤色と判断された色領域を求める．つづいて，求められた色領域の重心座標値を計算し，前フレームで求めた重心からの移動量を算出する．この移動量から，後述する映像再生の速度を求める [1].

3.4 エアブロワによる姿勢制御

体感ゲームなどに応用されているモーションベースの姿勢制御は，一般に油圧や空気圧シリンダを複数個用いるのが一般的であるが[5]，ユーザの体の下にシリンダを配置することになるため，高価で複雑かつ大がかりな筐体が必要となる．

(a) (b)

図6 エアブロワの動作

エアブロワ：(株) 新興製作所製 SHB-370 (出力 370W/風圧 400mmAq)

タイヤチューブ： ブリジストン社製トラック用チューブ 205/245/70 R 16 (直径 70cm)

本手法では，エアブロワの空気吐出制御による簡易な姿勢制御を行った．図 6 は製作した空気吐出部の断面図を示したものである．エアブロワから吐出した空気はタイヤチューブにより覆われた A 部にたまり，A 部の空気圧が上がる．タイヤチューブは A 部の体積を広げる方向で延伸し，さらに空気を吐出すると，図 6(b)に示すようにホバークラフトと同等の原理で浮揚する．

タイヤチューブには，空気を半量程注入し，二段に重ねて利用した．予備実験では，エアブロワ 1 基につき 100㎜ 程度盤面が上昇し，50kgw 程度浮揚させることを確認した．この結果から，体験者と筐体との総重量を 200kg と想定し，エアブロワを 3 ヶ所（前方の左右に 1 箇所ずつ，後方中央部に 1 箇所）に 2 基ずつ設置した．

エアブロワの制御には，（株）インターフェイス製デジタル入出力ボード（PCI-2747A）を用いた．動作認識用 PC から転送されたデータを，モーションベース制御用の PC がネットワークを通じて受け取り，デジタル入出力ボードが TTL レベル出力を行う．この出力を元にエアブロワの電源をリレースイッチングして on/off させた．

エアブロワの制御は，腕の移動量がある設定値より大きくなった場合に，該当する側のスイッチを通電させる．例えば，右腕が大きく振れたら前方右側のエアブロワを駆動させることで，モーションベースの右側が持ち上が

る．このように，エアブロワを制御することで，タイヤチューブの径の伸縮が制御され，結果としてモーションベースの傾きが変更されて体の揺れを演出する．また，両方の腕の移動量がある設定値より大きくなった場合に，後方のエアブロワを駆動させて体の水平傾斜の制御を行う．ここで，腕が動いている間，後方のエアブロワのスイッチングを一定周期（７秒間噴出，３秒間停止）で行うことで，モーションベースの浮沈による浮遊感を演出した．

図７に，体験者の腕の動作に対するモーションベースの姿勢制御および，後述する映像演出の関連を示す．

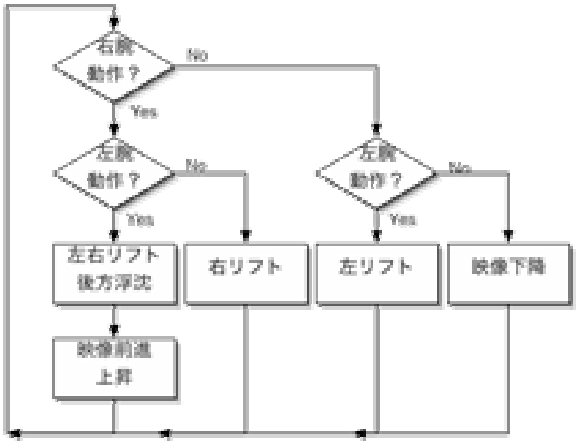


図７ モーションベースの姿勢制御と映像の演出

3.5　映像再生

映像再生は単純な連続再生ではなく，体験者の腕の移動量に従い，動的に再生速度を制御する[1]．ここで，片腕ごとの動きで映像を左右に揺らすことも可能であるが，予備実験の結果，映像内の消失点のずれから体験者に不快感を与えたため実装を見送った．

4．映像コンテンツと映像の演出

再生する映像コンテンツは，以下のようにして制作した．まず，スクリーンサイズと同じサイズのポリゴンに，動画をムービーテクスチャ[6]としてマッピングする．この平面の上方に，青空の静止画を貼り付けた別のポリゴンを設置し，ポイントスプライト[7]として雲を配置した．

図 8 が再生される映像のイメージであり，体験者の腕の動きが速まるにつれて，動画をマッピングしたポリゴンを下に移動させることで，徐々に空に上がっていくような演出をした．さらに雲が移動し，静止画の中でも前進している感覚を提示した．また，体験者の腕の動きが止まると，動画をマッピングしたポリゴンを上に移動させて，降下感を演出した．

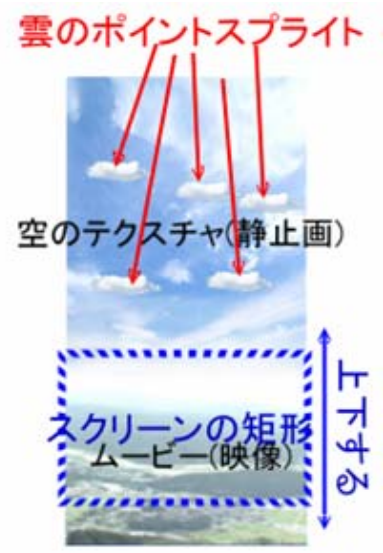


図８ 映像コンテンツのイメージ

5．結果と評価

実験の結果，画像キャプチャレートは平均で 15 フレーム/秒となり，滑らかな映像体験が可能になった．

UoQA の体験風景を図９に示す．展示の際に，体験者の一部に簡単なアンケートをとり，客観的評価を行った．評価項目は表１に示す３項目で，「よくない」，「どちらでもない」，「よかった」の３段階で評価してもらい，各-1, 0，１点として数値化した．

図９ IVRC2003 東京予選における展示の様子

2003 年 8 月 20 日に東京科学未来館のイノベーションホールにて開催

(展示に使用した PC：Pentium4 2.8GHz, RAM 1GB,

RADEON 9700 Pro 128MB, Windows XP Home)

表１の結果から，腕の動きに合わせて映像の速度や揺れを演出したことに対して，ある程度満足できるとの評価を受けていることがわかる．特に，動作していた腕の静止に伴いモーションベースが沈み込む姿勢制御と映像演出のリンクが，高い没入感と浮遊感を感じる体験者が多かった．また，腕の振りにあわせて，モーションベー

スに預けた体の重心が前後左右に移動することによる浮遊感の演出を評価するコメントも寄せられた．一方で，映像コンテンツに対しては改善の余地があるとの評価を受けており，映像の中を自由に泳ぎたい，ストーリー性を盛り込んで欲しいなどのコメントが多かった．

評価項目	よくない (件)	どちらでもない (件)	よい (件)	平均点
体の動きに合わせて映像が動く	1	2	32	0.89
体の動きに合わせてベッドが動く	3	2	30	0.77
表示された映像の質	6	14	15	0.26

表1 アンケートの評価結果

回収したアンケートの件数:35 件
性別:男性 23 名, 女性 12 名
年齢層:20 代 19 名, 10 代 7 名, 他

６．考察および今後の展開

モーションベースを用いることで，浮遊感を演出することができた．また，身体動作と映像および，姿勢制御の統合により，没入感を高めることができた．

実写映像をベースにした映像コンテンツのため，ある程度の現実感は再現できたが，映像空間内の自由な移動は表現し切れなかった．また，単調な空の映像に対して，雲を配置し動かすことで，映像内を前進する感覚は与えられたが，構造上，前進のみの演出であるために，その単調さは大幅には改善できなかった．この点が，表１における映像の質の評価が低い一番の理由であると考える．これらの問題に対しては，パノラマムービ[8]を応用するなどの解決法が考えられる．また，本手法とは逆の発想で，ベッドの上で自由に身体を動かして揺れを感知し，ベッドの揺れに応じた映像を表示させるなどの手法も考えられる．

参考文献

[1] 河原塚，高橋，桑村，宮田，“UoQ ‐ ジェスチャ認識を用いた映像体験環境”，芸術科学会論文誌，Vol.2，No.4，pp.123-127，2003

[2] R. Marks，“Medieval Chamber，”Emerging Technologies，88，Conference Abstracts and Applications，SIGGRAPH2000

[3] R. Marks and T. Scovill，“Enhanced Reality: A New Frontier for Computer Entertainment，” Emerging Technologies，117，Conference Abstracts and Applications，SIGGRAPH2001

[4] R. Marks，et. al.，“Real-Time Motion Capture for Interactive Entertainment，” Emerging Technologies，SIGGRAPH2003 (Conference DVD に収録)

[5] 宮田一乗，“ディジタルアミューズメントを支える技術：ハードウェア技術”，映像情報メディア学会誌，Vol.56，No.6，pp.902-904，2002

[6] マイクロソフト社，msdn DirectShow SDKサンプル [Texture3D] ，Ver.9，2002

[7] マイクロソフト社，msdn Direct3D SDK サンプル [Point Sprites]，Ver.9，2002

[8] 栗原, 安生,“3DCG アニメーション”, 技術評論社, pp.257-258，2003