

Kinect とプロジェクタ を利用した運動支援プログラムの開発

Development of the Exercise Support Program using Kinect and Projector

○ 鈴木真（東京電機大 情報環境学部） 河村剛光、青木和浩（順天堂大 スポーツ健康科学部）

Makoto SUZUKI, School of Information Environment, Tokyo Denki University
Yoshimitsu KOHMURA, Kazuhiro AOKI, School of Health and Sports Science, Juntendo University

Abstract: Nowadays by advancement of display technology, any contents can be presented to walls, floors and ceilings. In the near future, people will be able to display favorite contents inside their private house, using this technology. In this study, we examine the application of this new display technology for healthcare. Exercise support program was picked as the experimental application, because of urgent needs to reduce medical cost of our society. To induce motivation for exercise, Microsoft Kinect was used to detect the player's motion and a short focus projector was used for presenting virtual space and balls in front of the player. The virtual ball is thrown and the player is asked to catch the ball. Since the ball doesn't fly towards the player, he must move to left or right, and unconsciously the player do exercise. Heart rate and EMG were measured and correlation of moved distance was discussed.

Key Words: Virtual Sports, Exercise Promotion, Human Motion Measurement, Augmented Reality

1. 背景

近年、様々なディスプレイが登場しており、それらが普及することで、壁や天井など周囲のどこにでも映像を表示可能な環境の実現が期待される。今のところ、こうしたディスプレイ技術の主な利用目的は公共の場での掲示や広告などであるが、一般家庭にも広がることで、単なる大画面ディスプレイでの映像提示にとどまらない新たなアプリケーションを生み出す可能性がある。

例えば拡張現実感（Augmented Reality：AR）での利用が考えられる。Oculusなどの、従来より軽量かつ高画質で安価なHMD（Head Mounted Display）の登場により、ARアプリケーションは業務用途から一般向けの娯楽に拡大しつつあるが、装着している本人しか見ることができず、周囲の人々と体験を共有できない。前述のディスプレイ技術の進歩により、現実空間に直接、仮想的な物体を表示可能になれば、複数人が同時に楽しめる魅力的なアプリケーションが実現できる。

このような目的での技術的取り組みは各所で行われており、代表例としてMicrosoftの“Roomalive”がある⁽¹⁾。これはKinectとプロジェクタを組み合わせたものを複数、室内に設置し、距離画像情報を元にリアルタイムでプロジェクションマッピングを行うもので、具体的なアプリケーションとして室内全体をゲーム画面に見立てた例が示されている。将来的には、仮想的な物体とのインタラクションが一般家庭内でも手軽に実現できると考えられる。

ここで、新しい技術が普及する際には、それを使ってどんなアプリケーションを提供すべきかが重要である。人間の心身に悪影響を与えず、良い効果を活用する一つの具体的例として運動のサポートが挙げられる。健康づくりのために身体を動かすことは重要であるが、単調な動作の繰り返しでは人は飽きてしまうため、長く続けるための動機づけとしての娯楽要素の導入は以前から行われてきた。前述した室内空間で仮想物体とインタラクションできるシステムの実現は、楽しみながら身体を動かせるアプリケーションの多様化と普及につながると考えられる。

しかし、そのようなアプリケーションが健康づくりのために有効活用されるためには、単にゲームとして楽しいだけでなく、身体のどこがどの程度動かしているかを分析し、健康面への作用を考察しながら開発を進める必要があ

る。そこで本研究では、仮想物体とのインタラクションを通じて健康づくりのための運動支援を行うプログラムを試作し、その効果を考察している。本報では仮想的なキャッチボールを行わせるプログラムの試作と、筋電図、心拍数およびプレイヤー移動量を計測した結果を述べる。

2. 提示系の構築

実際に仮想物体とのインタラクションを行えるよう、室内壁面をディスプレイとする提示系を構築した。

まず壁面への表示では、短焦点プロジェクタを天井から吊り下げることで、ごく近距離から壁全体に映像を投射することにした。これにより、プレイヤー身体の影響が入り込まないようにしつつ、大きな表示領域を確保している。

仮想物体とのインタラクションを実現するためには、プレイヤーの身体位置を把握する必要がある。そこで本研究では、身体に何も装着せずに計測可能な手段であるMicrosoft Kinectを用いることとした。これは距離画像における人体のシルエットを元に各関節のスケルトン情報を計測できる装置として既に多くの研究で利用されており、ライブラリが充実しているためプログラムを迅速に開発できることや入手が容易なことが利点である。今回はプレイヤーの視野を遮って臨場感を損ねないように、Kinectはプレイヤーの背後に設置することとした。

以上に述べた提示系を模式的にFig. 1に示す。

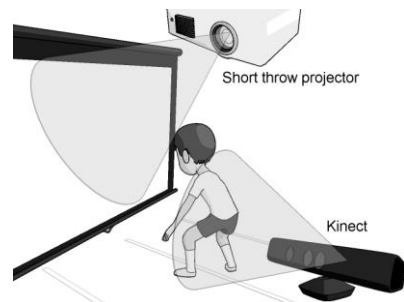


Fig. 1 Schematic Layout of the Projector and Kinect

3. 仮想キャッチボールプログラムの試作

プレイヤーと仮想物体とのインタラクションを行わせる具体的なアプリケーションの試作にあたり、高い臨場感を

持ったものにする事を考えた。そこで壁面に表示する内容は三次元 CG により生成することとし、その透視投影パラメータは、プレイヤーの実際の視点に合致するように設定して、実物大かつ実際の奥行き感での表示が行われるようにした。

また Kinect によりプレイヤー身体のスケルトンから得られる情報について検討した。その結果、ポーズによっては手先や足先がうまく計測できないことがあったため、常に安定して得られる情報として、スケルトンのうち腰の中心の X 座標だけを用いることにした。従ってプレイヤーに行わせる運動は、全身を左右に移動させるものに限定されることになった。

以上に述べた「実際の奥行きに合致した臨場感の活用」および「プレイヤーが行えるのは全身の左右移動に限定」という条件を満たし、さらにルールが簡単で誰でも直感的に理解できる運動内容として、キャッチボールプログラムを考えた。開発には Processing3.0 を用いた。その実行時の画面例を Fig. 2 に示す。

画面中央がプレイヤーから見て奥の方向にあたり、その箇所を起点として、ボールが放物線を描いて飛んで来るように CG で表示される。臨場感をより高めることをねらって、ボールのサイズはちょうど投影面（実際の壁面位置に相当）に達したときに実物のバレーボール大で表示されるようにした。

ユーザーに自身の現在位置をフィードバックする目安として、画面下端に箱を表示している。この箱とボールが重なったとき、ボールを「キャッチ」したと判定している。ボールの飛ぶ方向は毎回、一定距離以上離れたところに到達するよう、左右に変えているため、プレイヤーはボールを「キャッチ」するために左右に移動しなくてはならず、自然と反復横跳びに似た運動を行うことになる。

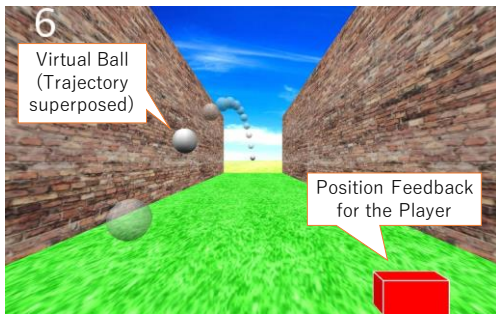


Fig. 2 Example Screen of the Developed Application

4. 開発したプログラムによる運動量の計測

仮想キャッチボールの作用を考察するため、Kinect のスケルトンから算出したプレイヤー腰位置の累積移動量と、筋活動の指標として右腓腹筋の筋電図（時間あたり平均振幅）、身体負荷を見るための心電図（第 I 誘導）からの心拍数をテレメータ（NEC SYNA ACT MT11）で計測した。20 代健常者 4 名を被験者としてインフォームドコンセントの下、レファレンスとして 20 秒間の反復横跳びの後、50 秒間で 20 球の仮想キャッチボールを行ってもらった。

実験時のプロジェクタ、Kinect、被験者の位置を Fig. 3 に示す。予めキャリブレーションを行い、プレイヤーの腰位置と壁面スクリーン上の X 座標は対応づけてある。

心拍数の計測結果を Fig. 4 に示す。反復横跳び時で 150～180[bpm] に対し、キャッチボール時は 113～142[bpm] であり、中程度の運動負荷になったと考えられる。Kinect によ

る累積移動量と筋電図振幅については、反復横跳び時に対する仮想キャッチボール実行時の比率として Fig. 5 に示した。累積移動量は筋電図と関連しており、非装着で運動量を推定できることが示唆された。

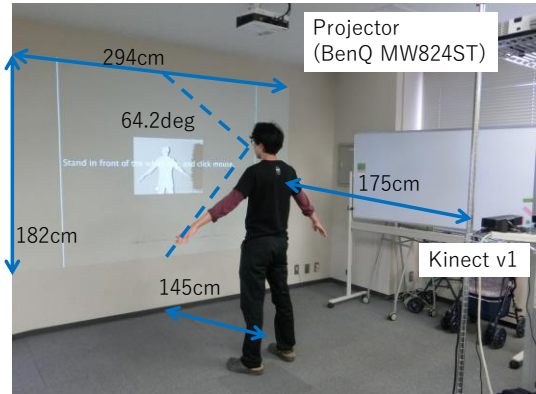


Fig. 3 Configuration in Experiments

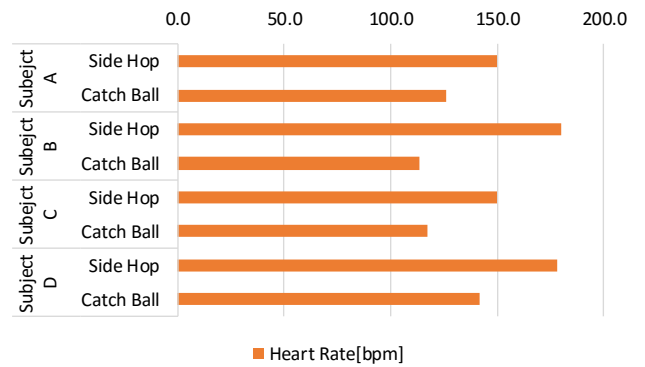


Fig. 4 Heart Rate of Subjects (Side Hop vs. Catch Ball)

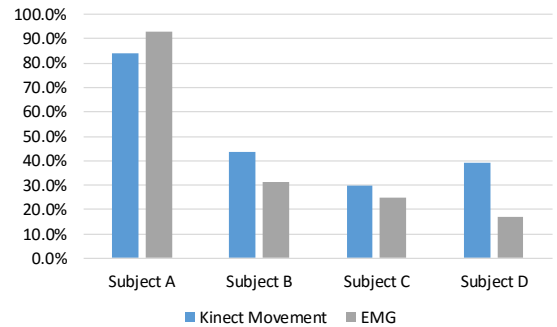


Fig. 5 Ratio of Virtual Catch Ball against Side Hop

5. 結語

アプリケーション実施時の運動量計測については、高齢者も含めてサンプル数を増やし詳しく解析する必要がある。今後は、単純なキャッチボールにとどまっているアプリケーション内容を、現実では実施困難な要素を加えることで、仮想的なインタラクションであることを積極的に活かしたものと改良し、その作用を検討していく。

参考文献

(1) H. Benko, AD. Wilson and F Zannier. "Dyadic projected spatial augmented reality." Proceedings of the 27th annual ACM symposium on User interface software and technology. ACM, pp.645-655, 2014.