



# バスケットボールのパス技量向上を支援する 大空間複合現実感環境

Large-Space Mixed Reality Environment to Support Improvement of Basketball Passing Skills

佐伯逸人<sup>1)</sup>, 廣川暢一<sup>1)</sup>, Modar Hassan<sup>1)</sup>, 鈴木健嗣<sup>1)</sup>

Hayato SAIKI, Masakazu HIROKAWA, Modar HASSAN, and Kenji SUZUKI

1) 筑波大学大学院 システム情報工学研究群 (〒 305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1, saiki@ai.iit.tsukuba.ac.jp)

**概要:** 本研究では, 集団球技における重要な連携技量の一つであるパス技術の向上を目的とし, 実戦に近い環境で身体感覚を維持した XR トレーニングシステムを提案する. ここでは, HMD により実空間上に重畳して提示されたバーチャルプレイヤーへのパスの成否を, モーションキャプチャを用いて計測・判定する手法を開発し, 実験により判定精度の評価を行った. また, HMD の装着負荷を低減するためのモーションベースを用いた免荷機構についても報告する.

**キーワード:** 拡張・複合現実, HMD, スポーツ, XR, バスケットボール

## 1. はじめに

バスケットボールは, パスという連携技量がチームプレイの優劣を決定する重要な役割を果たし, チームの勝利を左右する技術となっている [1][2]. パス技術向上には反復練習が必要不可欠であるが, パス練習には, 複数人の参加が必要であり, 個人で練習することができない. そこで, 人数に依存せずチームプレイの練習を行うことが可能なシステムを考える.

バスケットボールの対個人練習を支援するための手法として, 一人称視点での試合を再現し, 視覚探索トレーニングを支援する VR システム [3] が挙げられる. この手法では実際の試合に近い環境でトレーニングを行うことが可能である一方, 手先の感覚等の身体的感覚が提示できない. これより, パス技術の向上に複合現実感 (Mixed Reality, MR) を用いたトレーニングシステムが有効であると推測する. 可能な限り現実空間の身体的感覚を担保したまま, 実際の試合に近い感覚でトレーニングを行うことが可能なシステムを提案することでパス技術の向上に寄与すると考える.

## 2. 提案手法

### 2.1 大空間複合現実環境

本システムは, 実際のバスケットコートと同等の広さの空間内で透過型 HMD を装着したユーザに対し, バーチャルプレイヤーや適切なパスコース及びポジショニング等, 連携技量の向上に資する情報を空間的整合性を保ったまま現実空間に重畳する, 大規模複合現実環境である. 図 1 に提案手法の概要を示す. ここで, パス技術向上のためのトレーニングではパスを出そうとしているユーザに対し味方プレイヤーであるオフェンスと敵側のプレイヤーであるディフェンスを AR を用いて透過型 HMD を通じて表示する. ユーザが

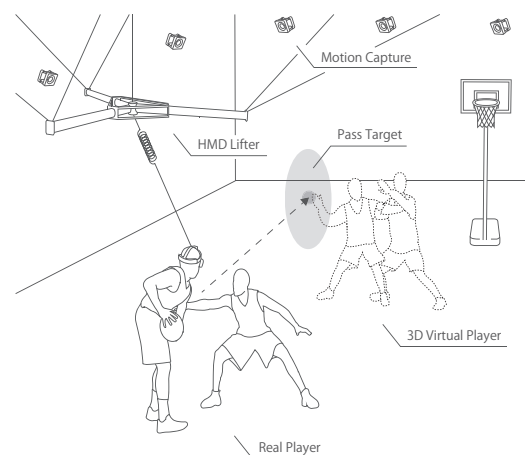


図 1: 提案手法の概要

AR によって表示されたオフェンス側のプレイヤーに対し実際にボールを放つと, ボール軌道の計測に基づきオフェンスにのみ届く範囲に投げられたかをシステムが判定し, ユーザにフィードバックを行うことでパス技量の向上を支援する. なお, 本提案手法では, ユーザ及びボールの位置を実時間で同時に計測する方法として光学式モーションキャプチャを活用する.

### 2.2 HMD 免荷機構

ユーザが装着する HMD は一般的に数百グラムから 1kg 程度の重量がある. そこで本研究では, ユーザの頭上を迫らせるワイヤ駆動型モーションベースに定荷重バネを繋ぎ, その下に HMD を吊るすことでユーザの運動を妨げず HMD を免荷する機構を用いる.

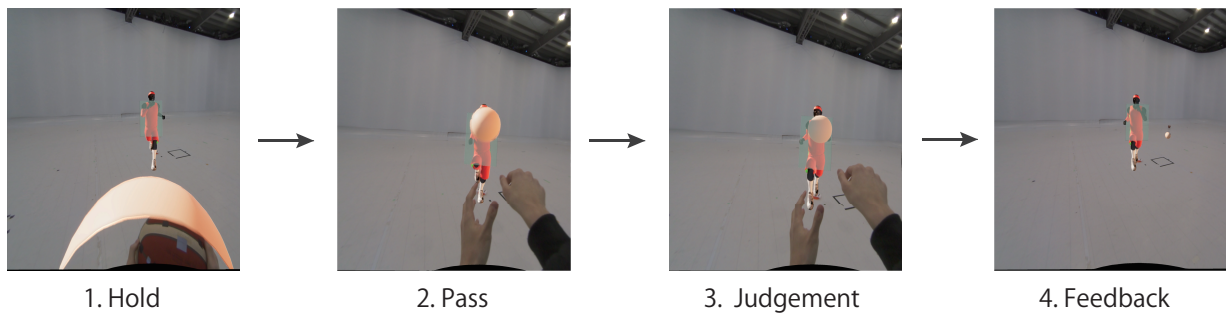


図 2: パス判定実験の様子

### 2.3 MR によるパス成功判定

バーチャルな味方プレイヤーの進行方向において、中心位置を高さ  $H$  を 1.4 m とした半透明な四角柱を設置し、パスによるボールが通過したかどうか判定する部位とした。この当たり判定を持つ四角柱の体積  $V$  を構成する幅  $w$ 、奥行き  $a$ 、高さ  $h$  を変化させることによって、任意にパスの練習難易度を変化させることが可能である。ユーザが放ったパスが当たり判定のある四角柱を通過したかどうかをシステムが判定し、その結果に応じてユーザにフィードバックを返すことができる。

## 3. 実験

### 3.1 定荷重バネによる HMD の免荷

はじめに、定荷重バネによる HMD の免荷量を調査することを目的として実験を行った。まず、モーションベースに定荷重バネを固定し、そこに接続した糸で HMD を繋ぎ、HMD の重量を電子ばかりによって計測する。その後、モーションベースの直下及び 2.5 m 離れた位置においてフォースゲージによって定荷重バネの弾性力を計測する。本実験では張力が 7.84 N の定荷重バネを使用した。

免荷された HMD の重量を測定した結果、234.3 g であった。また、計測した定荷重バネの張力はモーションベースの直下、2.5 m 離れた位置ともに 8 N であった。

### 3.2 パスの成功判定

次に、本研究で作成したシステムを用いて、パスの成功判定の精度評価実験を行った。ここでは、実験参加者 1 名が 5m 離れた位置からバーチャルプレイヤーに向かってパスを 10 回繰り返し放つようにした。バーチャルプレイヤーは、常に所定の位置でユーザの方向に向かって走る動作を行っており、パスが成功したと判定された場合、動作を停止するようにした。図 2 に本実験における参加者から見た MR 環境の様子を示す。なお、システムの当たり判定である四角柱の大きさは幅 0.4 m、奥行き 0.5 m、高さ 0.8 m とした。表 1 に 10 回パスを行った時の判定結果を示す。

## 4. 考察

定荷重バネによる HMD の免荷実験では、バネによって HMD が 745.7 g 免荷する効果が得られることがわかる。定

表 1: パスの判定結果

投球回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
判定	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○

荷重バネの張力が 7.84 N であり、理論値で 0.799 g 免荷されるため、計測された値が妥当であることがわかる。

一方、パスの成功判定における実験では概ね良好な判定結果が得られた。一方、判定システムが一度動作しなかった原因として、実験時に使用したモーションキャプチャのフレームレートが 125 fps であったため、判定可能範囲において適切にボールのトラッキングが行われなかった可能性が考えられる。

## 5. おわりに

本稿では、構築したシステムにより、実際のボールを用いてボールを投げ渡すというパス動作を実現するとともに、HMD の免荷機能を果たしたまま、高い確率でパスの成功判定を行うことが可能であることを明らかにした。

今後はモーションベースの揺れによる HMD 装着者の違和感についての調査や、バスケットボール経験者によるシステムの評価実験を行いたい。

## 参考文献

- [1] Sergio J. Ibanez, Jaime Sampaio, Sebastian Feu, Alberto Lorenzo, Miguel A. Gomez, Enrique Ortega: Basketball game-related statistics that discriminate between teams season-long success, *European Journal of Sport Science*, vol.8, pp.369-372, 2008.
- [2] Javier Garcia, Sergio J. Ibanez, Raul Martinez De Santos, Nuno Leite, JAmie Sampaio: Identifying Basketball performance Indicators in Regular Season and Playoff Games, *Journal of Human Kinetics*, vol.36, pp.161-168, 2013.
- [3] 石川晋也, 宍戸英彦, 北原格, 亀田能成: 視覚探索トレーニングのためのバスケットボール VR シミュレータ, 電子情報通信学会, 2019.