

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

石川 晋也[§] 宍戸 英彦[‡] 北原 格[†] 亀田 能成[†]

^{† ‡ §} 筑波大学 〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

E-mail: §ishikawa.shinya@image.iit.tsukuba.ac.jp, ‡shishido@ccs.tsukuba.ac.jp,

†{kitahara, kameda}@iit.tsukuba.ac.jp

あらまし 我々は一人称視点で没入感のある VR を用いて、バスケットボールにおける視覚探索のトレーニングが実現できるよう研究を進めている。本稿では、視覚探索運動を定量化でき、実際の試合を体験できるバスケットボール VR シミュレータを提案する。バスケットボールでは、素早く複雑に変化する周囲の状況に対する状況判断能力が必要となる。この状況判断能力には周囲の状況を知覚する視覚探索と状況判断の基礎となる経験が必要であると考えられている。視覚探索を数値化するために視線検出可能な HMD を導入する。経験を積めるようにするために実際の試合記録を VR で再構成する仕組みを用意する。この二つによる、視覚探索トレーニングのためのバスケットボール VR シミュレータを提案する。

キーワード VR, 視線計測, バスケットボール, 状況判断, 選手追跡

1.はじめに

バスケットボールでは素早く複雑に変化する周囲の状況に対する状況判断能力が必要である[1][2]。状況判断能力の基礎は周囲の状況を知覚する視覚探索、実際の試合の経験の2つから構成される。上記の2つを向上させることが状況判断の向上につながる。しかし、現在のバスケットボールの指導では、状況判断のトレーニングを行う場合、実戦と同じ状況、すなわち10人とバスケットコートを用意する必要がある。

我々の最終目標はより効率的なバスケットボールにおける視覚探索のトレーニング環境の提供である。

2016年にOculus VR社は一般向けの商品としてOculus Rift CV1(Consumer Version 1)を発売した[3]。CV1は、高解像度(2160×1200、片目で見ると画面解像度は1080×1200)と広視野(最大110度)であり、ジャイロセンサーと赤外線カメラによる頭部回転・位置追跡可能であるため、CV1を使って360度見渡せる鮮明な一人称視点映像を提示できる。360度見渡せる鮮明な一人称視点映像による体験は実際の体験と似たような刺激を与えるため、VRを使った状況判断能力のスポーツトレーニングに関する研究があらわれた[4]。2017年には、Oculus Rift CV1とほとんど同等の画面解像度(2560×1440、片目で見ると画面解像度は1480×1440)と視野(100度)、頭部回転と位置を追跡可能で、視線計測機能も備わっているFOVE0が発売された。2019年には、視線計測機能が備わっており、FOVE0よ

り高画質(画面解像度は2880×1600、片目で見ると画面解像度は1440×1600)なVIVE PRO EYEが発売された。VRスポーツトレーニング中のユーザーの視線計測を行うことで、ユーザーの視覚探索を把握し、状況判断能力が測定可能になると考えられる。

様々なフィールドスポーツで、選手の動きを計測することが可能になっている。バスケットボールでは、マルチカメラによる撮影から選手位置を測定、追跡可能になり、試合の分析に活用されるようになった[4]。実戦の選手追跡データはバスケットボールの競技特性を含んだ軌跡データとなっているため、VRでのスポーツトレーニングにおける仮定の試合状況の設定に実戦の選手追跡データを導入することは有効であると考えられる。

我々の最終目標への第一歩として、HMDによる一人称視点で没入感のあるVRバスケットボールシミュレータに、視覚探索運動を定量化でき、実際の試合を体験できる機能を追加したVRシミュレータを提案する。以下で提案システムの詳細について述べる。

視線計測可能なHMDを用いて、ユーザーにCGのバスケットボールコートでの一人称視点の体験を提供する。構築する仮定のバスケットボールの試合環境は国際バスケットボール連盟の規格、ボールの大きさを採用する。プレイヤーは10人存在する。HMDに内蔵されているジャイロセンサーとポジ

ジョントラッキングセンサーによって、ユーザの頭部の傾きと現在位置を取得し、ユーザーの動きに合わせた仮想バスケットボールコートの一人名視点映像を提示する。

HMD に内蔵された IR カメラを用いて、ユーザーの視線計測を行う。取得した視線計測データからユーザーが CG のバスケットボールコートで何を見ていたか把握できる。

過去の試合記録から選手追跡データを取り出す。この選手追跡データを用いて過去の試合を仮想バスケットボールコートに再構成する。選手追跡データと仮想バスケットボールコートの空間的・時間的スケールを調整することで、仮想バスケットボールコートに実際の試合と同じ位置にバスケットボール選手の 3D モデルを配置させ、実際の試合と同様にバスケットボール選手の 3D モデル移動させることができる。

以下、本論文では、2 節では本研究の関連研究についてまとめる。3 節では、視線計測可能な HMD による一人名視点について述べる。4 節では、視覚探索運動の検出について述べる。5 節では、選手追跡データの導入について述べる。6 節では本研究のまとめと今後の課題について述べる。

2. 関連研究

César らはサッカーにおける視覚探索運動の測定、トレーニング方法として、HMD による一人名視点で没入感のある VR サッカーシミュレータを提案した[4]。彼らのシステムでは、ユーザーが HMD を被り、仮想サッカースタジアムでディフェンス選手が迫ってくる間に味方選手にパスを送るシーンを体験する。そのあとユーザーに視覚探索運動のスコアをユーザーに提示する。César らは HMD を用いて体験中のユーザーの頭部正面方向ベクトルを取得した。ユーザーを俯瞰して見たとき、ユーザーの周囲を三つのゾーンに分け、体験中のゾーンごとに頭部正面方向ベクトルが向いていた割合を算出し、その割合から視覚探索運動のスコアをつけた。10 人のサッカー初心者と経験者の評価実験の結果、視覚探索運動のスコアと被験者の球技経験に相関があり、提案システムが視覚探索運動を測定できることを証明した。そのシステムでは眼球計測による視線計測データを使った視覚探索運動の測定は行っていない。

石井らはバスケットボールにおける複数のカメラ映像を用い、選手密集状態での選手の追跡対象を頭部に限定して、マ

ルチカメラ選択による選手位置推定手法を提案した[5]。バスケットボールにおけるカメラ映像を用いた選手追跡技術の問題として、選手密集状態に選手位置追跡が失敗することが挙げられる。彼らのシステムでは、選手領域が映像上で十分に確保されている場合、安定した選手追跡が可能である。選手密集時、それまでの追跡データから対象選手の位置を推測し、かつ対象選手の検出部位を頭の方に絞る。また、対象選手が遮蔽されているか、また周囲や背後の選手がいるかを基準に撮影している複数のカメラの検出の優先順序を決定する。優先順位の高いカメラを用いて、選手密集時での高精度な選手位置推定が可能となる。

このシステムは本学の筑波大学に実装されているため、我々は本学のバスケット部の支援によって、実際の試合記録、特に選手追跡データを取得可能である。

3. 一人名視点で没入感のある VR バスケットボールシミュレータ

仮想のバスケットボールの試合環境を作製するプラットフォームには、3DCG 統合開発環境である Unity を使用する。HMD には FOVE0 と VIVE PRO EYE の両方を用する。

バスケットコート、ボール、プレイヤーは、Unity Asset Store の 3D ゲームオブジェクトを使用した[]。使用した 3D ゲームオブジェクトの大きさは、ユーザーの一人名視点でバスケットコートは国際バスケットボール連盟の規格[]、ボールは 7 号球の大きさで見えるように用意する。プレイヤーは 10 人存在する。プレイヤーのモデルは平均的な日本人男性を参考に 170cm に見えるように設定する。

FOVE0 と HTC VIVE PRO EYE のジャイロセンサー、外部カメラによるジョントラッキング、ジャイロセンサーとジョントラッキングセンサーによって、ユーザーの頭部位置と顔の向きを取得する。取得した頭部位置と顔の向きのデータを仮想カメラに反映させ、ユーザーの頭の動きに対応した一人名視点映像を出力する(図 1,2)。



図1 提案するシステム



図2:FOVE0を用いたユーザーの一人称視点

(緑の球は推定したユーザの右目の視線, ピンクの球は推定したユーザの左目の球)



図3:図2の俯瞰図(緑の線は推定したユーザの右目の視線, ピンクの線は推定したユーザの左目の視線)

4.視覚探索運動の検出

FOVE0 と HTC VIVE PRO EYE は、内部の凸レンズ付近にアイトラッキングセンサーが設置されていて、ユーザーの視線計測を行える(図 2, 3)。臉の形と瞳孔を測定し、眼球の表面形状から眼球半径を推定することで眼球中心を推定する。瞳孔中心と眼球中心から視線を推定する。視線推定は 1 秒間に 120 回行われる。

5.試合の再構成

現在の我々が取得可能な過去の試合の記録データには、選手毎に名前、背番号、選手位置情報、パスシュート、ドリブルの基本的なアクションのタグが記録されている。また、選手がアクションをした際にボールの位置情報も記録されている。この試合記録データにはこれらの情報が 30fps で記録されている。我々はこの試合記録データから選手追跡データを得る。

選手追跡データと 3 章の仮想バスケットボールコート空間的・時間的スケールを調整する。

選手追跡データと仮想バスケットボールコートの空間的スケールを一致させる。選手追跡データの単位は 1cm である。仮想バスケットボールコートの単位は 1m であるため、選手追跡データのデータ単位を 1/100 倍することで選手追跡データと仮想バスケットボールコートの空間的スケールを一致させる。仮想バスケットコートに実際の試合と同じ位置にバスケットボール選手の 3D モデルをそれぞれ配置する。経過時間ごとに上記に取得した位置座標を更新することで、バスケットボール選手の 3D モデルが実際の試合と同じく移動させることができる。

図 2, 3 は実際に試合を再構成した仮想バスケットボールコートのスナップショットである。図 4,5 は図 2,3 とは別の時間の仮想バスケットボールコートのスナップショットである。

現在のシステムでは構成した試合を等倍速で再生可能である。等倍速以外の再生速度もトレーニングに有効になるかもしれないという意見を本学のバスケットボール関係者から頂いたので、再生速度可変の機能も実装してある。

6.終わりに

本研究では、視覚探索運動を定量化でき、実際の試合を体験できるバスケットボール VR シミュレータを提案した。3DCG 投稿開発環境である Unity を用いて仮想空間上での 3D オブジェクトの作製や設定を行い、仮想のバスケットボールの試合環境を作製した。

実際の試合の選手追跡データと仮想のバスケットボールの試合環境の空間的・時間的スケールを調整することで、仮想バスケットボールコートにバスケットボール選手の 3D モデルを実際の試合と同じ位置にそれぞれ配置可能になり、また、時間経過に合わせた移動が可能となった。

今後は作製した VR シミュレータを用いた視覚探索トレーニングでの評価実験を行っていく。バスケットボールでは多種類のトレーニング状況があり、作製した VR シミュレータが有効である状況を考察していく必要がある。

本研究の一部は科研費(19K22857)の助成を受けて行われた。ここに謝意を表する。



図 4:図 2 とは別の時間における一人称視点

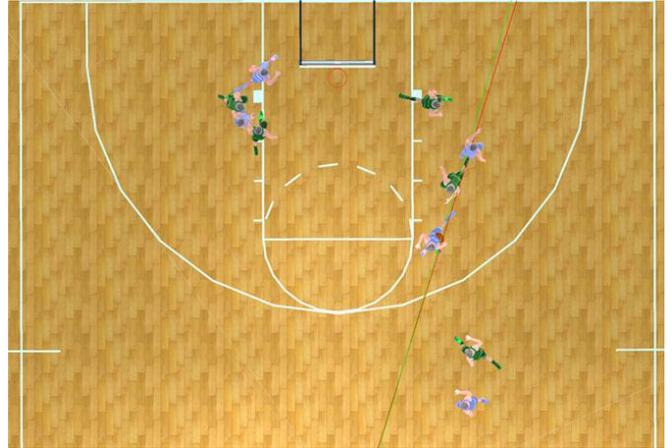


図 5:図 4 の俯瞰図

参考文献

- [1] C. Bjurwill, "Read and React: The football formula," *Perceptual & Motor Skills*, vol.76, no.3, pp.1383-1386, 1993.
- [2] B. Albernethy, K. T. Thomas, and J. R. Thomas, "Strategies For Improving Understanding Of Motor Expertise (or Mis-takes We Have Made And Things We Have Learned!)," *Advances in Psychology*, vol.102, pp.3 17-358, 1993.
- [3] T. Parisi, "Learning Virtual Reality: Developing Immersive Experiences And Applications For Desktop, Web, And Mobile," O'Reilly Media, Inc., 2015.
- [4] C. D. R. Ferrer, I. Kitahara and Y. Kameda, "Read-The-Game Skill Evaluation By Analyzing Head Orientation In Immersive VR," 2017 3DTV Conference: The True Vision - Capture, Transmission and Display of 3D Video (3DTV-CON), pp.1-4, 2017.
- [5] 石井大祐, 秋山深一, 都市雅彦, 山本琢磨, "「夢のアリーナ」を実現する映像解析技術", *FUJITSU*, vol.69, no.2, pp.21-28, 2018.