



VR 野球における高速投球の知覚補助

Perception Assistance System for High-Speed Pitching VR Baseball.

正木智也¹⁾, 加藤義春²⁾, 水谷賢史³⁾

Tomoya MASAKI, Yoshiharu KATO, and Kenji MIZUTANI

- 1) 東海大学 工学研究科医用生体工学専攻 (〒259-1193 神奈川県伊勢原市下糟屋 143, 4CEYM007@tokai.ac.jp)
- 2) 東海大学 工学部医用生体工学科 (〒259-1193 神奈川県伊勢原市下糟屋 143, 1CEY1112@tokai.ac.jp)
- 3) 東海大学 工学研究科医用生体工学専攻 (〒259-1193 神奈川県伊勢原市下糟屋 143, mk3149@tokai.ac.jp)

概要: VR における仮想空間を利用した研究は大きく発展しており、さまざまな分野で活用されている。VR のビデオレートは 60 フレーム/秒が一般的であり、高速で移動する小さな物体をユーザーに知覚させることは困難であり、大きな物体と比較すると知覚率が低下する。本研究では、VR 野球における高速投球の知覚に焦点を当て、さまざまな物体残像の残し方を利用することで、どの映像法が高速物体を知覚させ易かったかを示した。

キーワード: 仮想現実(VR), 高速投球, 知覚, 物体残像

1. はじめに

スポーツ分野の中でも、テニスや野球などのヒッティングにおいては高速移動する物体を捉える能力=動体視力を向上することが成績向上へとつながる。例として、Liu ら[1]は 2020 年に動体視力の向上のためのトレーニングドリルの提案を行っている。

ドリルの価値を見極めるためには、動体視力を評価する方法が必用であり、Chen ら[2]は、2021 年に野球選手と一般人との間に基本的な視覚運動能力差があることが示された。

対して、こうした多数のドリルが、実際に選手の能力向上につながっているかを懸念し、Laby ら[3]は 2021 年に批判的な批評論文を報告した。

しかしながら、VR を利用した野球トレーニングシステムの提案は続いており、Kincade ら[4]はバッティング向上に向けてのアプリケーション、Yanase ら[5]や Sugizaki ら[6]はアンパイアの判定向上システムを提案している。これらの論文の特徴は、アプリケーションをより現実近似させることであり、高速物体の知覚に関する対応は重要視されておらず、ゲーム性や没入感の高さが評価され、アプリケーションは違和感なく動作している。これらの動作に対し、VR のビデオレートが 60 Flame/sec であり、野球の投球速度は 150 km/h を超えることも踏まえ、本研究では、動体視力向上をもたらす適切 VR ドリルの開発に向け、定時

間解像度映像における高速物体の移動表現方法へ焦点を当て、描画方法の違いによる感知率や知覚率を比較する。

2. 実験方法

2.1 VR アプリケーション

アプリケーションの概要を図 1 に示す。実際の野球におけるマウンドからホームベースの距離(18.44 m)を仮想空間上に設定し、マウンドに投球マシンを用意した。投球なしを含む計 8 種の物体パターン(図 2)から 1 種が選ばれ、ベース上に向けて直線的に発射される。被験者はホームベース横から仮想の投球マシンより発射された物体がホームベースを通過する様子を観察した。被験者は VRHMD (Oculus Rift S (Oculus 社)) を装着し、図 3 に示す実験プロトコルに従ってアプリケーションを実行した。



図 1: アプリケーション外観

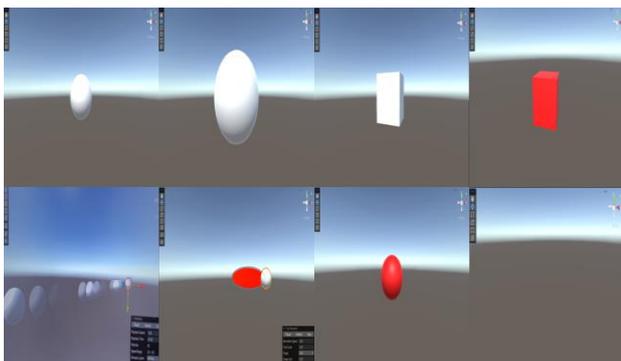


図 2：発射される物体{普通の球(左上)，大きい球(真中左上)，立方体(真中右上)，赤い立方体(右上)，残像が球として残る球(左下)，残像が線として残る球(真中左下)，赤い球(真中右下)，何も飛んでこない(右下)}

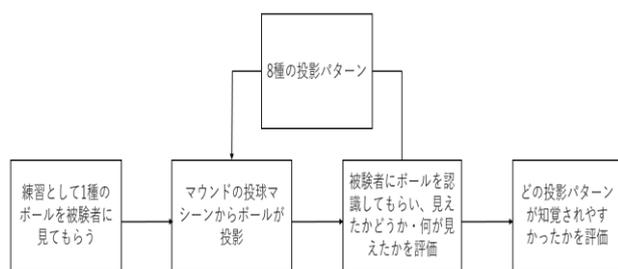


図 3：実験プロトコル

2.2 実験タスク

被験者として 20 代の大学生 12 名に参加してもらった。実験者は、被験者に対し事前に実験について説明し、HMD を装着してもらった。VR に慣れてもらうことも含め、練習として普通の球の投影パターンを見てもらった。その後、被験者には飛んできた物体を評価してもらった。実験後、実験者の指示に従ってもらい、被験者は HMD を取り外してもらった。

2.3 評価方法

本実験における評価方法として、感覚評価と知覚評価を行うため、①物体が通過したかどうか(感覚評価)、②ホームベース上を通過した物体は何だったか(知覚評価)の二つの質問を被験者に回答してもらった。

3. 実験結果

3.1 感覚評価

感覚評価として、被験者に物体がベース上を通過したかどうかを「感知できた」か「感知できなかった」の口頭評価を行ってもらい、その結果を図 4 に示す。グラフの縦軸における物体感知率を評価すると、すべての被験者が飛んてくる物体の種類{(何も飛んでこない)を含む)に関係なく 100%の感知率を記録しているという結果であった。

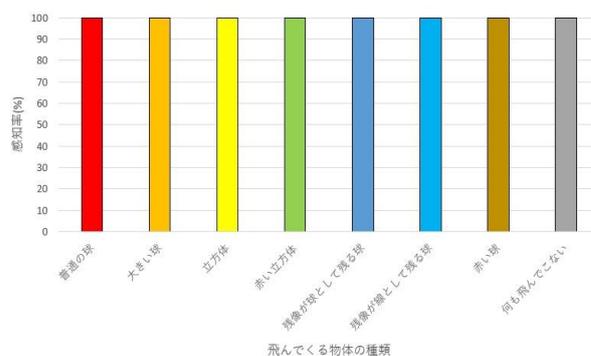


図 4：各物体が飛んできたときの感覚評価

3.2 知覚評価

知覚評価として、被験者にベース上を通過した物体は何であったかを図 2 に示される画像を確認しながら回答してもらった。各球種における正答率の平均数値に標準偏差を添えて図 5 に示した。グラフの縦軸における物体知覚率{(何も飛んでこない)を含まない)を評価すると、最も正答率が高かったのは残像が線として残る球の 95.8%であり、最も正答率が低かったのは残像が球として残る球の 70.8%であった。この最も差が生じた球種において t 検定を行ったところ、有意差が見られなかった。実験終了後の被験者のコメントとして、「赤い物体・大きい物体は識別し易いと感じた」、「残像が線として残る球は感知の補助にはなるが、その物体自身の知覚を向上させいるかはわからない」や「立方体と球の判別が難しい」という結果が得られた。また、本実験におけるすべての誤答において、半分以上(29のうち 15)が、「球を立方体と、あるいは立方体を球と」間違える結果であった。

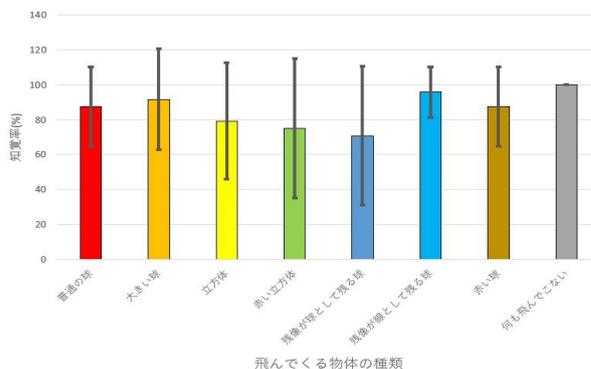


図 5：各物体が飛んできたときの知覚評価

4. 考察

本研究における感覚評価として、すべての物体に関係なく感知率が 100%であり、知覚評価として、本研究では最も差が生じた部分における t 検定を行った結果、有意差が見られず、すべての物体において高正答率を記録した要因として、ヒトの物体の感知に必要な時間が影響していることが考えられる。

Johnson ら[7]は、事象関連電位(Event Related Potential: ERP)測定を行った実験によると、皮質において 150 ミリ秒

の処理時間があれば感知には十分であることを示唆。また、Rieger ら[8]は、シーン画像を用いた実験として、脳磁図 (Magneto Encephalography:MEG)データから、皮質において約 60~90 ミリ秒の処理時間があれば課題が遂行できることを示唆。本研究では仮想野球を想定しており、150km/h の物体がホームベース上を通過し始める距離は 18.01m であるため、被験者が物体を目視できる時間は約 434 ミリ秒であり、被験者にとって通過した物体を感知することが比較的容易に感じたのではないかと考えられる。また、感覚評価と比較して知覚評価の正答率数値が低下した要因として、単純反応時間が挙げられ、感覚評価は物体が通過したかどうかを感知するのに対し、知覚評価は物体が通過したかどうかを感知する+その通過した物体は何だったのかを知覚しなければならぬため、正答率が低下したことが考えられる。

5. むすび

本研究では、VR 環境を利用した高速物体の知覚補助の提案を行い、高速物体を知覚するための知覚能力を向上させる役割を担うことが目的であった。本実験終了後における被験者のコメントや全体としての物体知覚正答率の高さが見られたことから、本研究が高速物体を知覚するための知覚能力を向上させる役割を担えることが示されたといえるのではないだろうか。しかし、最も正答率で差が生じた球種を用いて t 検定を行った結果、有意差がなく、どの物体知覚補助が有効であるかを示す部分においては疑問が残ったため、被験者を増やす、被験者のコメント等を

参考に、今後の実験の再考に役立てていく必要がある。

参考文献

- [1] Liu et. Al. “Dynamic vision training transfers positively to batting practice performance” *Psychology of Sport and Exercise*, Vol. 51, pp. 1-13, 2020.
- [2] Chen et. Al. “Visumotor predictors of batting performance in baseball” *Journal of vision*, Vol. 21, Issue. 3, pp. 1-16, 2021.
- [3] Laby. et. al. “Review: Vision and On-field Performance: A Critical Review of Visual Assessment and Training Studies with Athletes” *Optometry and Vision Science*, Vol. 98, Issue. 7, 2021.
- [4] Kincade et. Al. “A Study on VR Training of Baseball Athletes” *SPRINGER LINK*, pp. 187-204, 2021.
- [5] Yanase et. Al. “A system for Practicing Ball/Strike Judgment in VR Environment” *Association for Computing Machinery*, Article No. 51, pp. 1-2, 2021.
- [6] Sugizaki et al. “Umpire Assistance System in Baseball Game” *Association for Computing Machinery*, pp. 287-294, 2024
- [7] Johnson et al. “Timecourse of neural signatures of object recognition” *Journal of vision*, Vol. 3, Issue. 7, pp. 499-512, 2003.
- [8] Rieger et al. “The dynamics of visual pattern masking in natural scene processing: A magnetoencephalography study” *Journal of vision*, Vol. 5, Issue. 7, pp. 275-286, 2005.