

### 1. 担当 PM

稲見 昌彦（東京大学 先端科学技術研究センター 教授）

### 2. クリエータ氏名

菅野 龍太（北海道大学 大学院情報科学院）

### 3. 委託金支払額

2,736,000 円

### 4. テーマ名

VR を用いた野球球審ジャッジトレーニングシステムの開発

### 5. 関連 Web サイト

なし

### 6. テーマ概要

近年の野球において、球審のストライク・ボールの判定（ジャッジ）のミスが問題視されている。本プロジェクトでは、このジャッジのミス（誤審）を改善するために、VR を用いたジャッジトレーニングシステムを開発する。ユーザは野球場、投手、捕手、打者が配置された仮想空間において審判の視界を体験し、投手が投げる球に対してジャッジを下すことでトレーニングを行う。

本システムは、テストモードとトレーニングモードに分かれており、テストモードではユーザの誤審率を測定し、トレーニングモードではジャッジ技術を高めるための様々なフィードバックをユーザに与える。仮想空間内の各オブジェクトの動作は、実世界でのそれらの動きに基づいた、それぞれの 3D モデルの動作によって再現する。例えばボールの軌道は、弾道測定機器を用いて実世界で投手が投げるボールの軌道を測定してデータ化することで再現することを想定する。

本システムは、ユーザが時間や場所、道具の制限なくトレーニングを実施できるように、スマートフォン用 VR ゴーグルを用いて利用可能なアプリケーションとして実装する。トレーニングを経たユーザの、実世界での誤審率の推移を計測する実験を行い、システムの有用性検証、フィードバックの収集とシス

テムの改善を繰り返すことで、実世界のジャッジ技術向上に有効なシステム『StrikeCall』を開発した。

## 7. 採択理由

スポーツトレーニングのための VR の利活用が注目を集めている。しかしその多くはプレイヤーの能力向上を目的としている。それに対して本プロジェクトは、申請者自身のベースボールプレイヤーとしての経験に根差し、球審にターゲットを絞り、そのトレーニングに用いることを目的としている。球審を機械で代替するのではなく、あくまでも能力向上を目標としている点が人間拡張という観点からもユニークであったため採択した。

## 8. 開発目標

本プロジェクトでは、ストライク・ボールの誤審の減少、及び野球の魅力の向上のために、時間や場所や人の制約にとらわれない効果的な球審のトレーニングの方法を提供することを目的とした。スタンドアロン HMD 用アプリケーションとして作成することで、時間や場所や人の制約を撤廃し、またバーチャル世界ならではの情報提示を行うことで、現実世界よりも効果的なトレーニングができる環境の実現を目指した。

## 9. 進捗概要

本プロジェクトで開発したアプリケーション「StrikeCall」はスタンドアロン HMD の Oculus Quest 2 上で動作する。全ての機能がローカル環境で動作するように実装をしている。以下に実装の内容を示す。

### ▪ 基本仕様

システムは大きく分けてテストモードとトレーニングモードに分かれており、どちらも球審の実際の視界を体験する（図 1）。テストモードでは実際の試合と同様、ユーザは一定時間ごとに自動で投げられる球に対し、どのような球が投げられるかを知ることなくジャッジを下す仕様になっている。また、指定投球数を終えることでユーザの誤審率を提示する。トレーニングモードでは一球ごとに正解のジャッジを表示し、また様々の情報提示機能により効果的なトレーニングを行えるようになっている。



図 1：バーチャル世界におけるユーザの視界

#### ■ 投球軌道の再現

StrikeCall では効果的なトレーニングを行うために、投手が投じる投球軌道をリアルに再現している。具体的には、投球軌道上の 1 点における 3 次元座標・3 次元速度・3 次元加速度の 3 種類×3 軸の 9 つのパラメータから、等加速度運動として軌道を算出する。9 つのパラメータはユーザ自身が調整をすることができ、つまりユーザは自身がイメージする軌道を自由に作り出してトレーニングすることができる。ユーザが球種、球速、軌道変化の大きさ、投球コースをそれぞれ選択することで、それらの特徴を再現するための 9 パラメータを算出し、そのパラメータからさらに軌道を算出することで、ユーザがイメージする軌道をリアルに再現する。

StrikeCall では効果的なトレーニングを実現するために、実世界で球審のジャッジに影響を与える要素である「打者の動作」をリアルに再現している。モーションキャプチャを用いて 11 種類の打者のモーションを取得し、それぞれに対して手作業による細かい修正を加えることでリアルなモーションを再現した（図 2）。



図 2：作成した打者の動作

## ▪ 捕手の動作の再現

StrikeCall では効果的なトレーニングを実現するために、実世界で球審のジャッジに影響を与える要素である「捕手の捕球動作」をリアルに再現している。モーションキャプチャを用いて基本的な捕手の姿勢や動作を取得し、手作業で細かな修正を加えることで自然な動作を再現した。さらに、アプリケーションの中で投げられるあらゆる投球に対して自動で最適なフレーミング動作が再生されるように、投球の到達位置と捕手の位置からフレーミング動作を算出する方法を確立している。このため、あらゆる軌道に対して巧みなフレーミング動作が再生されるようになっており、ユーザはそのような影響の中でも正確なジャッジを下すためのトレーニングが行えるようになっている（図 3）。



図 3：作成した捕手のフレーミング動作

## ▪ トレーニングのための情報提示機能

StrikeCall では、バーチャル世界ならではの情報提示を行うことで効果的なトレーニングを実現している。以下、それらの情報提示機能について記述する。

- 球種球速情報の提示  
投げられた球に対する球種や球速を提示する（図 4）。
- 正解のジャッジの提示  
投げられた球が物理的に定義上のストライクゾーンを通過していたか、つまりストライク・ボールのどちらだったかを提示する。
- 軌道の可視化  
投げられた球の投球軌道を可視化する。ストライクゾーンに触れている部分は赤色で表示する（図 5）。
- ゾーンの可視化  
定義上のストライクゾーンを可視化する（図 6）。
- 異判定類似軌道の提示  
投げられた球の定義上の正解に対して、それと反する類似の軌道を投じる。つまりギリギリのボール（ストライク）球に対しては、ほとんど同様の軌道でギリギリのストライク（ボール）球を投じる。

- 球速の変化
  - 投じられた球に対して、0.8 倍、0.9 倍、1.1 倍、1.2 倍それぞれの球速の投球を行う。
- 過去の結果の表示
  - 過去のテストの結果から、総誤審率、球種毎の誤審率、コース毎の誤審率等を表示する（図 7）。



図 4：投球情報の提示



図 5：軌道の可視化



図 6：ゾーンの可視化

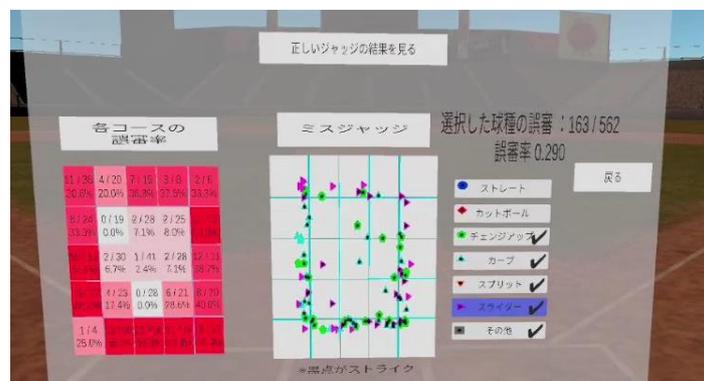


図 7：過去のテスト結果の表示

## 10. プロジェクト評価

クリエイターの菅野龍太氏は、学部まで、継続して野球をプレーし続けてきた。プレイヤー当時の誤審による不満を解決すべく開始したのが本プロジェクトである。

プロジェクト期間中に StrikeCall を用いたトレーニングによる実世界のジャッジ技術向上効果を検証する実験を行っており、ジャッジ技術向上の効果があることを確認している。今後 StrikeCall を野球界に普及させることで、野球界における誤審の問題が軽減することが期待できる。また、StrikeCall で誤審率やジャッジ技術の測定を行うことで、これまで漠然と捉えられていた球審のジャッジ能力を定量化することができる。審判員のライセンス取得において、今現在はジャッジの正確性という観点はないが、その要素を組み込むことができるかもしれない。

さらに、球審の未経験者が StrikeCall を用いて球審のジャッジタスクを体験することで、審判員を行うことへのハードルが下がり、審判人口の減少といった球界の問題の解決につながることも期待できる。さらに本プロジェクトでは、VR を用いたバーチャル世界ならではの情報提示を行うことで、これまで言語化が難しく、効果的なトレーニング方法がなかった人間の能力を拡張できることを示した。これらは元 NPB 審判の株式会社運動通信社坂井遼太郎氏、および元高校野球審判の筑波大学川村卓准教授からも高く評価されている。

今回開発された VR 技術は、野球以外のスポーツやスポーツ以外の分野に応用することができる。今後、菅野龍太氏は本プロジェクトの成果を学術論文等で発表することを予定しているそうであるが、効果の客観的な検証を行うことで、学術的エビデンスに基づいたトレーニングシステムということで、よりユーザー層を広げることにつながると考えられる。

## 11. 今後の課題

菅野龍太氏は、現在札幌学生野球リーグや北海道野球協議会に協力の要請をしており、広くアプリケーションを利用してもらうための打ち合わせを行っている。これを手掛かりとして、まずは北海道のアマチュア球界への普及を目指してほしい。また、元 NPB 審判員の方にシステムを試験的に利用してもらう目処も立っており、これらを足掛かりに、球界全体へより広く普及させることで、ビジネスとしての展開も期待できよう。