

VR 環境における視線解析システムの設計

S17010 安西瑠輝

1. はじめに

視線の動きや瞳孔の開きなど、眼球運動を解析することで、その人の心的な状態や認知的な状態を解析することが可能である。これまで、視線解析を行うための様々な眼球運動測定装置が開発されており、眼球の動きをカメラで検出するようなメガネタイプのものや、卓上に設置して利用者の視線を検出するような装置が利用されている。また、VR 空間上において、眼球運動を測定可能な機材も開発されている。これは、シミュレーションの実行のしやすさやデータのとりやすさなどで、有効であり、比較的、現実に近い状況で解析が可能となるものと考えられる。本研究ではバーチャルリアリティヘッドマウントディスプレイ VIVE シリーズの「VIVE Pro Eye」を利用し、サッカード眼球運動¹⁾に基づいて解析を行うシステムを作成した。

2. サッカード眼球運動

人間が眼球運動を行う際に、眼球が静止と急激な移動を繰り返すことを発見されている。この急激な移動をサッカードといい、捕捉されたターゲットが網膜中心窩の位置に来るように眼球を回転させる眼球運動であり、典型的には瞬間的に 100 度/秒以上の眼球の動きを指す。一方、眼球の静止の状態を注視という。一般的に 3 度以下の移動を注視と判断することができる²⁾。

サッカードは、ターゲットの捕捉に関連付けられ、眼球の空間的な選択や特徴の探索など知覚に関するものである。また、注視は、眼球を固定して認識するための認知処理に関するものであると考えられている。したがって、サッカードに基づく解析によって、被験者の知覚の状況や認知状態を把握することが可能である。

3. 視線解析プログラム

プログラムは Unity を利用して作成した。また視線解析用の SDK として「Tobii XR SDK for Unity v2.0.0」を利用した³⁾。以下のプログラムは、視線データを解析して、サッカードが発生したかどうかを判断するプログラムの一部であり、サッカードが発生した場合には、VR 環境内に表示される白色の視線ポインターの色を、緑色に変化させるプログラムである。

```
1 var VX = eyeDirect.x - pre_eyeDirect.x;
2 var VY = eyeDirect.y - pre_eyeDirect.y;
3 var VD = Math.Sqrt(VX*VX+VY*VY)*90.0;
4 if (VD > 3) {
5     var eyeSpeed
6         = VD / (timestamp - pre_timestamp);
7     if (eyeSpeed >= 100) {
8         // サッカードの発生
9         // 視線ポインターを緑で表示
10        s_flg = true;
11        counter = 0;
12    }
13    if(s_flg == false && counter > 10){
14        // 視線ポインターを白で表示
15    }
16    counter++;
17    pre_timestamp = timestamp;
18    pre_eyeDirect = eyeDirect;
```

1 行目の eyeDirect は、視線の角度を格納しているオブジェクトであり、X 方向(横)と Y 方向(縦)の成分を持っている。格納されている値は、90 度を 1 とした値となっている。pre_eyeDirect は、一つ前のループの視線の角度を格納しているものであり、1 行目から 3 行目の処理によって、実際の眼球の移動の角度を計算している。

移動角度が 3 度以下の場合には、注視となるため、4 行目において、移動角度が 3 度より大きいかどうかを確認している。5 行目の timestamp は現

在の時刻であり, `pre_timestamp` は, 一つ前のループの時の時刻である. これによって, 実際の移動速度を計算している. そして, 6 行目で移動速度が 100 度/秒以上かどうかを判断している. サッカーと判断された場合には, 視線ポインタの色を緑で表示させる.

また, 9 行目と 10 行目において, サッカーが発生したことを記録するために `s_flg` の値を `true` に変更し, ループの数をカウントするための `counter` の値を 0 にセットしている. サッカーは一瞬だけ発生するものであり, 発生した時だけ緑に変更しても視認しにくい. そのため, 本プログラムでは, サッカーが発生した後, 強制的に 10 ループだけ緑で表示させるようにしている. 13 行目の処理において, サッカーが発生していない状態 (`s_flg == false`) で, 10 ループ以上経過した (`counter > 10`) 場合に, 視線ポインタの色を白に戻している.

16 行目から 18 行目において, `counter` の値を増加させ, `timestamp` と `eyeDirect` の値を一つ前のループの値としてセットしている.

4. 実行結果

図1は, Tobii XR SDK で予め用意されているサンプルプログラムを実行した様子である. 白く表示された視線ポインタによって, 被験者の視線位置が表示され, 環境内に配置された球や立方体を見ることで, それぞれのオブジェクトが赤く表示される.



図1 通常の視線データ

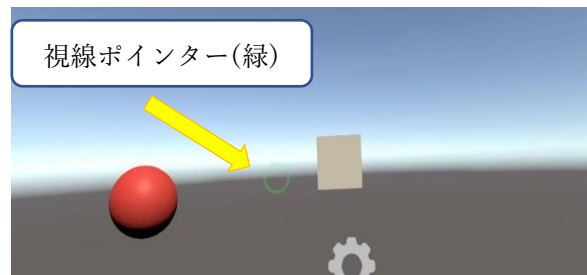


図2 サッカー時の視線データ

図2は, 図1のサンプルプログラムに対して, 本システムを適用して実行した様子である. 視線ポインタは, 通常では白く表示されるが, システムがサッカーを検出すると, 視線ポインタが緑色になる.

5. おわりに

本研究により VR 環境上で, サッカー眼球運動に基づく視線解析を可能とするシステムを作成した. サッカーが生じた場合には, 視線ポインタの値を緑色に表示させるものであり, 利用者に対して, サッカーの発生を視認させることができる. また, 視線の角度情報は実験データとして CSV ファイルに保存するように作成しており, 本システムを利用することで, より詳細な分析が可能である.

参考文献

- 1) J M フィンドレイ, I D ギルクリスト著, 本田仁 視監訳, 「眼球運動の心理・神経科学 アクティブ・ビジョン」, 北大路書房, 2006.9.
- 2) 高橋功次, 中山実, 清水康敬, ドライブシミュレータ操作の視点移動と瞳孔面積による評価, 電子情報通信学会, 信学技報, ET98-79, pp.51-58, 1998.11
- 3) Tobii/xr sdk, <https://vr.tobii.com/sdk/develop/unity/documentation/api-reference/core/>, (Accessed 2021.1)