

# リズムゲームを応用した視線誘導システム

牧元 勇人\* 小池 英樹\* 宮藤 詩緒\*

**概要.** 遠隔で相手に指示を与える際、視線の動きを正確に伝えることは重要である。特に、サッカーのようなスポーツでは、プレイヤーに対してボールや選手へ視線を誘導することでパスやドリブルなどの動作精度の向上を見込める。しかし、従来の手法では、単位時間あたりに多くの視線誘導タスクを確実に実行することが困難である。本論文では、視線誘導の精度向上を目指し、視線を追従しやすい UI 表示システムと、誘導対象者の共同眼球運動能力向上手法に着目する。具体的には、UI 表示にリズム性を加えた視線誘導システムを提案。本実験を通じて、視線誘導タスクが複雑な場合では、リズムゲーム化した視線誘導システムが正確な視線誘導に寄与する可能性が示唆された。

## 1 序論

遠隔で相手に指示を与える際、視線の動きを正確に伝えることは動作につながる重要な要素である。特にサッカーのようなスポーツでは、多くの選手がいるため、頻繁に他選手の位置を確認し続ける必要がある。しかし、従来手法 [1, 2, 3] では、激しい時間変化や状況の変化を要する視線誘導タスクはされていない。Laura ら [3] の研究では、車の運転中の、認知負荷の少ない視線誘導手法を提案しているが、1 時間あたりに 14 個の視線誘導しか対処しない。Steve ら [2] の研究では、ユーザの視界外へ視線誘導する手法を提案しているが、その表示は控えめで、誘導は絶対的でない。

そこで、本研究では、リズムゲームを用いた、動体視力の基礎となる共同眼球運動能力の向上法及び視線誘導手法について提案する。提案する視線誘導手法は、運動の指示者(コーチとする)が育成対象の人間(選手とする)に求める視線運動を、少ない誤差で選手が行うようにするためのシステムである。ここで、コーチが求める視線運動、即ち正解データが生成されるタイミングは、誘導対象者が行うタスクによって異なる。例えば、ゴルフ等のスポーツにおいては、プロ選手から視線データを正解データとして事前に収集することが可能だ。それに対し、プレイヤーが複数いるサッカー等のスポーツにおいては、周りの環境は収集時から変化するため、視線誘導はリアルタイムで行う必要がある。

また、単位時間あたりに多くの視線指示が送られる場合には、誘導対象者の視線移動が追いつかない場合がある。そこで、リズムに合わせて視線誘導の指示を出すことによって、単位時間あたりの誘導要求数が BPM を超えないことを保証できる。さらに、

リズムゲーム特有の反復による能力向上が生じ、単位時間に対処できる誘導の個数が増えることを期待する。本研究の貢献は以下のとおりである。

- リズムゲームを用いた新たなリアルタイム視線誘導システムの提案
- 提案システムの一部を用いた実験による応用可能性の示唆

## 2 提案手法

### 2.1 対象タスク

視線誘導において、正解データとは、誘導先の座標情報  $\mathbf{x}$  と、誘導する時刻情報  $t$  の組の集合である。選手の周辺情報と、視線情報は、それぞれ映像  $V_t$  と座標  $\mathbf{x}_t$  としてコーチに共有される。また、コーチは映像  $V_t$  を見て、自らの視線情報  $\mathbf{x}'_t$  を正解データとして選手に共有する。このとき、目的は  $|\Delta \mathbf{x}| = |\mathbf{x}_t - \mathbf{x}'_t|$  を小さくすることである。

### 2.2 リズムゲームを応用した視線誘導システム

提案手法のアーキテクチャを図 1 に示す。コーチのアイトラッキングデータをリズムゲーム用の譜面データ化して送信し、選手にリズムゲームとして視線誘導を行う。

譜面データ変換  $f$  とは、曲開始から現在までのコーチのアイトラッキング情報  $\mathbf{X}$  と、曲開始から現在までの譜面情報  $\mathbf{M}$  を用いて、次に選手に見せる視線情報  $\mathbf{x}'_i$  とその出現時刻  $t'_i$  を求めるものである。ここで、アイトラッカーの座標取得の時間間隔を  $a$ 、現在時刻を  $a_j$  ( $j$  番目のアイトラッカーの座標取得がなされた時刻)、 $N$  をこれまでのノート ( $\mathbf{x}'$  を表す UI) の数とすると、

$$\mathbf{X} = \{(\mathbf{x}_i, a(j-i)) | i \in \mathbb{Z} \wedge 0 \leq i < j\} \quad (1)$$

$$\mathbf{M} = \{(\mathbf{x}'_i, t'_i) | i \in \mathbb{Z} \wedge 0 \leq i < N\} \quad (2)$$

Copyright is held by the author(s). This paper is non-refereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

\* 東京科学大学

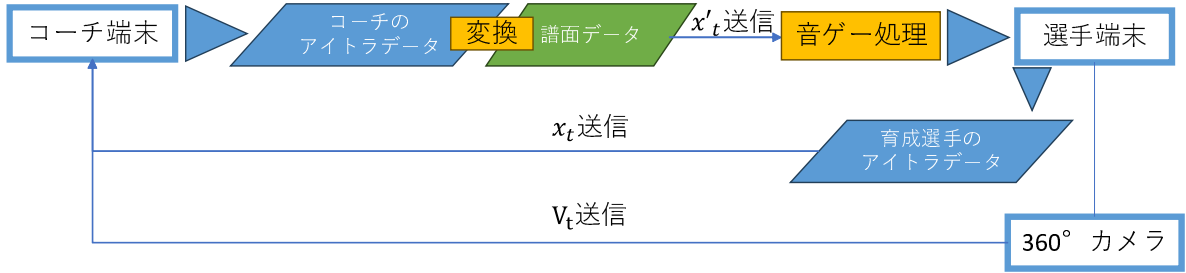


図 1. リズムゲームを応用した視線誘導システムのアーキテクチャ

となる．ここで，リズムを  $s$  BPM とすると， $\Delta t' = 60/s$  であり， $t'_i = k_i \Delta t'$  である必要がある．( $k_i$  は整数) よって， $f$  は時刻  $a_j$  かつ次式を満たすときのみ実行すれば良い．

$$a_j < k_i \Delta t' \leq a(j+1) \quad (3)$$

つまり，アイトラッカーの更新時かつ，リズムの直前のみ， $x'$  を求めれば良いということである．

式 (3) において， $u = k_i \Delta t' - a_j$  の値が小さい場合について考える． $u$  は，選手側に視線情報が送られてから，リズムゲームとして選手の視線を向かせるまでの時間である．ここで，リズムゲームにおいて，ノーツに選手の視線が合うタイミングを合わせるための演出時間  $v$  を確保する必要がある．演出とは，例えばノーツを徐々に大きくし，時刻  $k_i \Delta t'$  において枠 UI に合わせるといったものが考えられる． $u > v$  より，式 (3) は，次式に修正される．

$$a_j + v < k_i \Delta t' \leq a(j+1) + v \quad (4)$$

$f$  は，例えば， $X$  の最新の視線座標が， $M$  の直前のノーツから一定距離離れた場合，次のリズムのタイミングで， $X$  の最新の視線座標を  $x'$  とする変換などが考えられる．

### 3 実験

図 2 のように，アイトラッカーを用いず，マウスの座標を視線座標だと仮定している．緑枠が徐々に大きくなり，一定の大きさの黄色の枠に重なる際，音楽のリズムに合う．

デモについて，図 2 の画面は選手側であり，カメラ映像が映っている．また，選手側はこの映像及びマウス座標をコーチ側に送信し，コーチ側はクリックによってノーツ座標を送る．

#### 3.1 実験手法

誘導座標の送信間隔は，ランダムと一定の 2 パターンにおいて実験を行った．上記パターンにおいて，テスト全体としての単位時間当たりのノーツ数は等しく BPM200 とした．また，1 回当たりのテスト時間はそれぞれ 30 秒とし，5 回ずつ行った．ノー

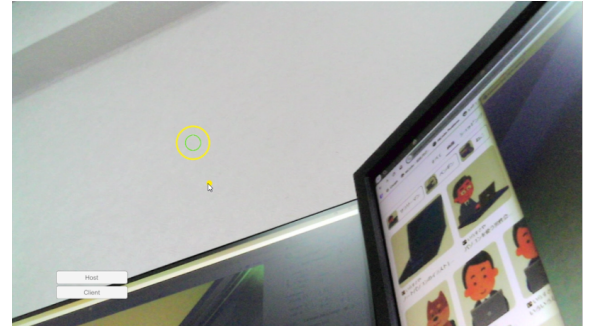


図 2. 選手側 (カメラとマウス座標送信，誘導座標受信)

ツが消える前にクリックできたものは，「対処できた」ものとし，出現順にクリックできたノーツは，「順番通りに対処できた」ものとした．被験者は私 1 人である．

#### 3.2 実験結果

表 1 より，ノーツを一定のリズムで表示した場合は，ランダムな間隔の場合より多くの誘導に対処できていることがわかる．

表 1. 視線誘導実験で対処できた割合

	対処割合	順番通りの対処割合
ランダム間隔	0.840	0.757
一定のリズム	0.932	0.866

### 4 結論

以上より，視線誘導が単位時間当たりに多くなされる場合，リズムゲーム化することで扱いやすくなることが示せた．ここで，遠隔ユーザが求める視線の動きが複雑な場合，誘導対象者へ送られる座標情報は多くなるため，サッカー等のスポーツにおいても，同様にリズムによって，選手が誘導に沿いやすくなることが予想される．また，練習用譜面を済ますことで，対処可能な BPM 値は向上すると予想されるため，それを示すための情報を本デモで収集する．

## 参考文献

- [1] K. Azuma and H. Koike. A study on gaze guidance using artificial color shifts. In *Proceedings of the 2018 International Conference on Advanced Visual Interfaces*, pp. 1–5, 2018.
- [2] S. Grogorick, M. Stengel, E. Eisemann, and M. Magnor. Subtle gaze guidance for immersive environments. In *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Perception*, pp. 1–7, 2017.
- [3] L. Pomarjanschi, M. Dorr, and E. Barth. Gaze guidance reduces the number of collisions with pedestrians in a driving simulator. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems (TiiS)*, 1(2):1–14, 2012.

### 未来ビジョン

遠隔でロボットやドローンを動かす試みは、これまで多くなされてきた。そして、これにはカメラの向きの制御も含まれており、その制御は絶対的なものである。ここで、制御対象が人間の場合も同様に、対象の視線を完全にコントロールしたい場合は、別の試みが必要となる。ここで、完全に制御するのであれば、対象は人間でなくロボットで良いのではないかという指摘が予想される。これに対し、対象が人間である場合の研究の利点を以下に挙げる。

- 練習段階で制御することで、制御していない場合も目的の動きに近づかせることができる。
- 人間の持っているたくさんの運動自由度の中から一部のみ制御し、残りは対象者

に任せることができる。

前者について、例えばスポーツの練習時に、プロの視線に制御することで、それ以降制御なしの場合でもより良い視線の動きになると予想できる。後者について、例えば工場で行う何らかの仕事に対し、機械を導入するより人間の方がコストは安いですが、安全確認などの視線の動きが新人では正しく行えない場合、新人の視線サポートをリアルタイムで熟練者が行うか、正解データを事前に用意可能であればそれを表示すればよい。

よって、リズムゲームを応用した視線誘導システムにより、誘導対象者が単位時間あたりにこなせる視線動作を増やすことは、スポーツや工場などにおける、視線の動きの激しいタスクを、正しい視線で行える人が増えることに繋がる。