

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：22604

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25750294

研究課題名(和文) 仮想現実を利用した知覚運動結合型トレーニングシステムの開発

研究課題名(英文) Development of a virtual reality training system for perception-action coupling in sport

研究代表者

福原 和伸 (Fukuhara, Kazunobu)

首都大学東京・人間健康科学研究科・助教

研究者番号：10589823

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：スポーツ競技の時間的制約の高い環境において、知覚と運動が高度に結合された際に、アスリートは正確かつ迅速な状況判断を行うことができる。本研究はアスリートの知覚と運動の結合を高める仮想現実(VR)として「知覚運動結合型トレーニングシステム」の開発を目的とした。その結果、以下3つが明らかになった。1) 没入感と双方向性を加味したスポーツ競技場面のVR環境の構築に成功した。2) 構築したVR環境は、アスリートの優れた知覚運動技能を評価する特性を有していた。3) VR環境はアスリートの運動学習を調べるために利用可能であるが、練習環境はアスリートの知覚運動技能の発揮に影響を及ぼす可能性を示唆した。

研究成果の概要(英文)：In highly time-constrained sports, athletes can the accurate and quickly perceptual-motor skills when perception and action are highly linked. The aim of this study was to develop "a training system for perception-action coupling" by using virtual reality (VR) environment in which the athlete's movements are closely linked to the VR stimuli. The following three results are showed. 1) We successfully build an immersive and interactive VR environment in fast-ball games. 2) Our VR environment can potentially evaluate superior perceptual-motor skills by skilled athletes. 3) Although the VR environment can be used to examine athlete's motor-learning, it is possibility suggested that practice environment affect the exertion of their perceptual-motor skills.

研究分野：スポーツ心理学

キーワード：バーチャルリアリティ 熟達 状況判断 知覚運動技能 スポーツ

1. 研究開始当初の背景

スポーツ競技の時間的制約の高い環境では、知覚と運動が高度に結合され (perception-action coupling)、アスリートは正確かつ迅速な状況判断 (例えば、相手プレイヤーの次の行動予測など) を行うことができる。その結果、遂行されるパフォーマンスは成功し、危険なプレーの回避にも繋がりを。スポーツ場面における知覚運動結合の解明は、単なる熟練スキルを明らかにするだけでなく、広く現場へも有益な示唆を与えるテーマである。

従来の研究の多くは、実験参加者が静止した状態で反応する課題であった。しかしながら、近年、アスリートの優れた状況判断能力は、静止した状態よりも、実際の移動行動を伴う知覚運動結合の状態で発揮され易いことが報告されている (Mann et al., 2010)。こうした中で、没入感 (immersive) と双方向性 (interactive) を実現するバーチャルリアリティ (VR) 環境は、実験室実験の厳密に統制された環境で、スポーツ場面の動的なリアリティを体感することを可能とする。従って、VR 環境を利用したアスリートの学習環境は、次世代のトレーニング環境を構築するものとして期待されている (Bideau, 2009)。

2. 研究の目的

申請者はこれまでコンピュータ・グラフィックス (CG) を利用して、アスリートの優れた状況判断能力について検討してきた (Fukuhara et al., 2009; Ida et al., 2012)。これまで申請者が持つ VR 技術を拡張することで、VR 環境下における新しいトレーニング環境を構築するといった着想に至った。

そこで本研究では、アスリートの動きに連動して視知覚環境が変化する「知覚運動結合型 VR」を構築し、その VR 環境での運動学習が知覚運動パフォーマンスを向上させる特性を有するのかについて、以下の3点について検討した。

3. 研究の方法

(1). 知覚と運動との双方向性を表現した VR 環境の構築

観察者の視点が頭部に連動して変化する VR 環境を構築した。スポーツ場面 (テニスやサッカー) の VR 映像を 3D 呈示し、頭部の回転運動に伴い前方視野が上下左右に移動するヘッドトラッキング機能を施す。さらにヘッドトラッキング機能の時空間的なパラメータは、VR 専用スクリプトにより自由に操作できるように構築する。

(2). 構築した VR 環境の利用による知覚運動連結反応の有効性検証

(1) で構築した VR 環境が、スポーツ熟練者の知覚運動連結反応を高める特性を有するかを確認するため、こうした環境において熟練者の素早く的確な反応が示されるのか

について検討した。サッカーのフリーキック (FK) 場面の VR 環境において、サッカー熟練者と初心者の反応時間について比較検討した (図 1A)。参加者は頭部にヘッドマウントディスプレイ (HMD) を装着して、3D 呈示されたバーチャルサッカースタジアム内での FK 場面を観察し、ボールの飛来方向に合わせて足踏み動作により反応時間を計測した。

(3). VR 環境での運動学習が知覚運動結合パフォーマンスに与える影響

計画当初は、VR 環境での運動学習が実環境の運動パフォーマンスを促進させる効果があるのかを検証する予定としていた。しかしながら、VR 環境そのものが、「学習者の運動技能を促進する効果があるのか」といった問題が提起された。すなわち、学習者によって獲得された運動技能は練習環境に依存するものであるため、環境によって運動技能の実力発揮が異なる可能性が推察された。そこで実験ではボールのインターセプト課題に着目して、2 日間の短期学習によって、参加者のインターセプト行動に見られる影響について検討した。

4. 研究成果

(1). 知覚と運動との双方向性を表現した VR 環境の構築

VR 構築ソフトウェア (OmegaSpace, ソリッドレイ社製) を利用して、スポーツ場面 (テニス、サッカー) の対峙局面の VR 環境を作成した。呈示環境は HMD と 150 インチの大型スクリーンの 2 つとした。また三次元位置センサー (Fasttrak, ポヒマス社製) によって、観察者の頭部移動に伴って VR 映像が変化するヘッドトラッキング、さらには手の運動に連動するハンドトラッキングを設定した。

以上から、没入感と双方向性を表現した VR 環境の構築に成功した。

(2). 構築した VR 環境の利用による知覚運動連結反応の有効性検証

スポーツ競技の文脈に近似させた状況でのみ、サッカー熟練者は初心者に比べて素早い反応が見られた (図 1B)。特に熟練者の反応時間は初心者に比べて、飛来するボールに対して 60ms ほど早かった。こうした結果は、空手 (Mori et al., 2002) やクリケット (Mann et al., 2011) の先行知見と同様の見解であり、熟練者の優れた知覚-運動スキルは競技場面に近い環境 (文脈) で発揮されやすい「学習の特殊性」を記述した。

以上から、本研究で構築した VR 環境は、熟練者の優れた知覚運動技能を評価する特性を有することを明らかにした。

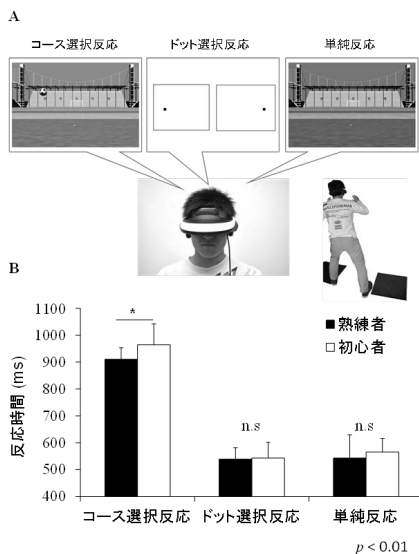


図1: VR サッカーFK 実験 (A) および実験結果 (B)

(A): 参加者は刺激の提示方向に合わせて左右いずれかのマットに下肢を移動する。反応課題は以下3条件とする。1). コース選択反応は実環境と同じボールの飛来方向を選択反応する。2). ドット反応は左右いずれかに“ドット”が出現したら反応する。3) 単純反応はボールが出現したら即座に“単純に”反応する。

(B): 熟練者の反応時間は初心者に比べてコース選択反応課題のみで有意差が確認され、ドット選択反応および単純反応の両課題では有意差は認められなかった。

(3). VR 環境での運動学習が知覚運動結合パフォーマンスに与える影響。

参加者の運動パフォーマンスは、VR 環境下での学習によっても改善された。Pre テスト(1日目)と Post テスト(2日目)の結果では、学習者の運動パフォーマンスの改善率は約 30%であった。さらに練習環境とは異なる環境において、転移テストをおこなった結果、学習者の運動パフォーマンスの低下が確認された。このことから、学習者は運動技能を単に学習するだけでなく、身体と環境との協調によって成り立つ可能性を示唆した。

以上から、VR 環境は学習者の運動学習を調べるために利用できるものの、こうした環境の選択は慎重に考慮する必要があることが明らかになった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計6件)

- Hara M, Pozeg P, Rognini G, Higuchi T, Fukuhara K, Yamamoto A, Higuchi T, Blanke O, Salomon R. Voluntary self-touch increases body ownership. *Frontiers in Psychology*6,doi:10.3389/fpsyg.2015.01509. 【査読有】
- 緒方貴浩, 福原和伸, 井田博史, 高橋まどか, 福林徹. テニスサーバー動作と熟

練者の予測との定量的関係性-ビデオ映像を用いた時間的遮蔽法による評価-. *人間工学*, 51 (2), p96-102. 2015. 【査読有】

- 加藤貴昭, 中本浩揮, 福原和伸, 國部雅大, 永野智久: 「先を見る」ための視覚システムと実践的な取り組み, *バイオメカニクス研究*, 19, 150-157. 2015. 【査読無】
- Kawasaki T, Yasuda K, Fukuhara K, Higuchi T. Relationship between mental rotation of body parts and postural stability during quiet stance. *Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity* 9, 39-46. DOI: 10.1515/jirspa-2014-0001,2014. 【査読有】
- 井田博史, 高橋まどか, 緒方貴浩, 福原和伸, 石井源信, 井上 哲理. ヴァーチャル環境での片手捕球パフォーマンスに対する立体呈示の効果. *スポーツ心理学研究*, 41, 5-18. 2014. 【査読有】
- Ida H, Fukuhara K, Ishii M, Inoue T. Perceptual response and information pick-up strategies within a family of sports. *Human Movement Science*. 32(1), 106-120. 2013. 【査読有】

[学会発表](計3件)

- 緒方貴浩, 福原和伸. サービスコース予測事態における知覚と行為の結合に関する検討 -ビデオ映像を用いて-. *日本スポーツ心理学会 42 回大会*. 九州共立大学 (福岡県北九州市) 2015年11月21日-23日.
- 高橋美紗江, 福原和伸, 樋口貴広. 幼児の運動模倣に有効な手本は幼児モデルか? -運動模倣に有益な模倣モデルの検討-. *日本スポーツ心理学会第42回大会*. 九州共立大学 (福岡県北九州市), 2015年11月22-23日
- Fukuhara K, Nakamura Y, Higuchi T. Skilled Soccer Players' Reaction to a Flying Ball: A Virtual Reality Investigation. 7th Asian-South Pacific Association of Sport Psychology, Tokyo, August 7-10, 2014.

[図書](計1件)

- 福原和伸. 「一流選手がプレー中に見ているものとは?」. "脳イメージングと3次元ヴァーチャル空間を使い新しい予測判断トレーニングを開発する"その研究が描く未来像. *スポーツサイエンスマガジン*. ベースボール・マガジン社. 58-59. 2015

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.comp.tmu.ac.jp/sports-perception/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福原和伸 (FUKUHARA, KAZUNOBU)
首都大学東京人間健康科学研究科・助教
研究者番号：10589823

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし