空間的に広がりがあるオブジェクトのトラッキングにおいて 参照点検出がトラッキング運動に与える影響

○上田彩子¹, 中島亮一¹, 井関龍太¹, 岩井律子¹, 熊田孝恒^{1, 2}

(¹理化学研究所 理研 BSI-トヨタ連携センター・²京都大学)

キーワード: 視覚運動協応・トラッキング課題・参照点の検出

Influence of reference-points detection on visuomotor tracking task using spatially extended objects

Sayako UEDA¹, Ryoichi NAKASHIMA¹, Ryuta ISEKI¹, Ritsuko IWA¹ and Takatsune KUMADA^{1, 2}

(¹RIKEN BSI-Toyota Collaboration Center, RIKEN Brain Science Institute, ²Kyoto University)

Key Words: visuomotor coordination, tracking task, reference-points detection

目 的

環境イベントに対応した適切な運動を生成するうえで、視覚運動協応は重要である。視覚運動協応のメカニズムを検討する代表的な課題に、運動する目標(ターゲット)をジョイスティックなどの入力装置でコントロールできる自己(エフェクター)でトラッキングする課題がある。上田ら(2015)は、オブジェクトの大きさがトラッキングに与える影響について検討し、オブジェクトが大きくなるほどトラッキング成績が低下するが、エフェクターがターゲットより大きい場合には成績の低下具合が小さいこと(エフェクター優位効果)を発見した。エフェクター優位効果の原因として、ターゲットとエフェクターで、参照点を検出してから運動に協応させるまでの過程に違いがある可能性がある。そこで、本研究では、どちらか一方の参照点の検出を必要とする課題を設定し、この可能性について検討した。その際、次の仮説を設定した。仮説: ターゲットの参照点を検出して運動に協応させる過程のほうが、エフェクターにおける過程よりも難しい。

方 法

実験参加者 96名(男性41名, 女性55名, 平均年齢38.6歳)
刺激 参照点検出が必要なターゲットとエフェクターとして3段階の大きさのオブジェクト(compact, medium, large), および参照点検出が必要でないターゲットとエフェクターとして点刺激(point)を設定した。

実験デザイン (1)ターゲット参照点検出課題と(2)エフェクター参照点検出課題を設定し、ブロックデザインで実施した。(1)は常にエフェクターが、(2)は常にターゲットが点刺激で、互いに組み合わせるオブジェクトの大きさが3条件あった。
結果の予測 仮説のとおり、ターゲットの参照点を検出して運動に協応させるほうが、エフェクターよりも難しいのであれば、(2)よりも(1)で成績が悪くなり、(1)と(2)の間で、オブジェクトサイズの増加に伴う成績の低下具合に違いが認められるはずである。

手続き 実験はPCを用いて個別で実施した。画面上には、ターゲット(上)とエフェクター(下)が提示された。実験参加者の課題は、正弦波の合成に基づいて不規則に左右に運動するターゲットの中央に、エフェクターの中央を、できるだけ差が小さくなるように合わせることであった。1試行は約17秒間継続した。各課題の本試行前に3回の練習試行を実施した。各課題の本試行は12試行(3条件×4試行)であった。

結 果 と 考 察

成績の指標としてトラッキングエラー(RMSE)を算出した。仮説を検証するため、課題とオブジェクトの大きさを参加者内要因とした分散分析を実施した結果、(1)と(2)でともに、オブジェクトの大きさが増加するほど成績が低下することが確認できたが、(1)と(2)で、成績の違いや、オブジェクトサ

イズの増加に伴う成績の低下具合に違いは認められなかった(Fig1)。そのため、ターゲットの参照点を検出してから運動に協応させる過程のほうが、エフェクターについての過程よりも難しいわけではないことが示された。したがって、エフェクター優位効果は、ターゲットとエフェクターの参照点を同時に検出する場合に特異的なものである可能性が高い。

では、なぜ参照点同時検出時にエフェクター優位効果が見られたのか。その理由として、参照点同時検出過程に対して、ターゲットとエフェクターについての参照点検出から運動協応への過程の関与度合いが異なる可能性がある。もし関与度合いが異なるならば、上田ら(2015)の課題成績と、本研究課題の(1)(2)の成績の相関の強さに違いが見られるはずである(関与が大きいほど、強い相関が見られると考えられる)。上田ら(2015)の課題成績と(1)(2)の成績について相関係数を算出した結果、両者とも上田ら(2015)の課題成績と高い相関を示したが、有意に(1)の相関係数が大きかった(Fig 2, (1): $r=.84 > (2): r=.67$)。そのため、参照点同時検出時にどちらの過程も関与しているが、その度合いはターゲットの参照点を検出して運動に協応させる過程のほうが大きいことが示された。つまり、エフェクター優位効果は、こうした過程の関与度合いの違いが成績に反映されたためと考えられる。エフェクターについての過程の関与度合いが低かったことの理由として、エフェクターについての過程は、順モデルによる予測機能によってサポートされている可能性が考えられる。順モデルとは、エフェクターの巧みな操作の理論的なモデルである内部モデルのひとつであり、CNSからエフェクターへの入出力方向と同じ入出力関係を持ち、運動指令(入力)から引き起こされる動作(出力)の予測を可能にする。

Fig 2 上田ら(2015)と各課題の相関