

身体運動が単一光点の運動知覚に与える影響

光松秀倫

名古屋大学大学院情報科学研究科

光点が直線運動した場合、物理的な等速度運動ではなく、初動時に加速する運動の方が等速と錯覚される。加速運動は我々の実環境にありふれており、その加速の程度は幅広い。本研究では、どの程度の加速度の視覚運動が最も等速に知覚されるかという問いに対し、人間の筋運動の加速度を候補に取り上げて検討した。実験はスワイプ課題と光点運動の等速性判断課題から構成された。右手と左手のそれぞれについて、スワイプの平均データを元に、より加速度の高い系列と低い系列の2つを作成し、光点運動刺激として提示した。その結果、全体の傾向として高加速度の光点運動が等速に知覚される傾向があったが、右手のスワイプデータに基づいた光点運動では、平均データの等加速度知覚が上昇した。これは、右利きの被験者は、右手運動がより頻繁であるため、長期記憶に右手運動の速度痕跡がより定着しているためと考察された。

Keywords: hand movement, motion perception, constant velocity

問題・目的

単一光点の単純な曲線運動の知覚は、自己の運動制御系の規則に影響される。すなわち、光点の運動速度が運動軌跡の曲率に応じて変化する場合、光点の曲率-速度の関係が、手の動きの曲率-速度の関係と同一の場合、光点運動が等速と錯覚される(Viviani & Stucchi, 1992)。

さらに、光点が直線運動した場合、物理的な等速度運動ではなく、初動時に加速する運動の方が等速と錯覚される(Runeson, 1974)。これは、自然界における自然落下や摩擦が存在する環境でこのような加速運動が一般的に観察されるからと説明されてきた。

加速運動は我々の実環境にありふれており、その加速の程度は幅広い。本研究では、どの程度の加速度の視覚運動が最も等速に知覚されるかという問いに対し、人間の筋運動の加速度を候補に取り上げて検討した。

実験

方法

概略 実験はスワイプ課題とスワイプデータに基づいて提示された光点運動の等速性判断課題から構成された。

スワイプ課題の刺激 タッチ画面に幅25センチ、高さ3センチのグレーの帯を提示した。グレーの帯の右端に幅5ミリ、高さ3センチの白い領域を描画した。

スワイプ課題 被験者は、人差し指で画面の白い領域に触れてから指を左方向に動かし、グレーの帯の左端を越すように教示された。実験ブロックごとにスワイプにかかる基準時間と許容誤差が設定され、この時間基準を満たすスワイプが20回に達するまで行われた。スワイプ中の指の位置座標は16-17msごとにサン

プリングされた。被験者は13名ですべて右利きであった。

スワイプ課題の要因計画 スワイプで使用する手が2水準(右手、左手)、基準時間が2水準(1100ms ± 100ms, 433ms ± 33ms)の2要因(2 × 2)被験者内計画であった。各条件は、ブロックごとに分けて行われ、合計4ブロックあった。

等速性判断課題の刺激 スワイプ課題で時間基準に達した20試行の各サンプリングデータに対し、サンプリング番号ごとに、1つ前の番号のサンプリングデータからの移動距離とサンプリング時間間隔から速度を算出し、同じサンプリング番号の20個の速度を平均化した。これを平均データとし、この平均データを元に、加速度の異なる2つの系列を算出した。1つは、平均データにおいて連続する3サンプルのうち2つを取り除く操作を全平均データに適用することで、より短時間で定速度に達する高加速系列を作成した。高加速系列の最後に平均データの最後の速度の要素を加えることにより、この系列の全移動距離を平均データと同じにした。低加速度系列は平均データの隣接するサンプルに2つの要素を挿入することによって、定速度に達するまでの時間を引き延ばした。低加速度系列の要素数の全移動距離は平均データと一致するように調整した。

系列の各要素の速度値から座標値を計算し、光点(2mm x 2mm)を各座標に16.6ミリ秒停留させることで視覚運動刺激を作成した。光点の垂直座標値はスワイプデータとは独立に固定された。

等速性判断課題の課題 被験者は3つのボタンを押すことで、高加速度運動、平均運動、低下速度運動を観察し、等速度運動の知覚の強さを順序づけした。被験者は自信を持って回答できるまで何回でも観察することができた。

結果

スワイプ課題

図1にスワイプ課題の位置データから計算された3つの系列の時間-速度グラフを示す。

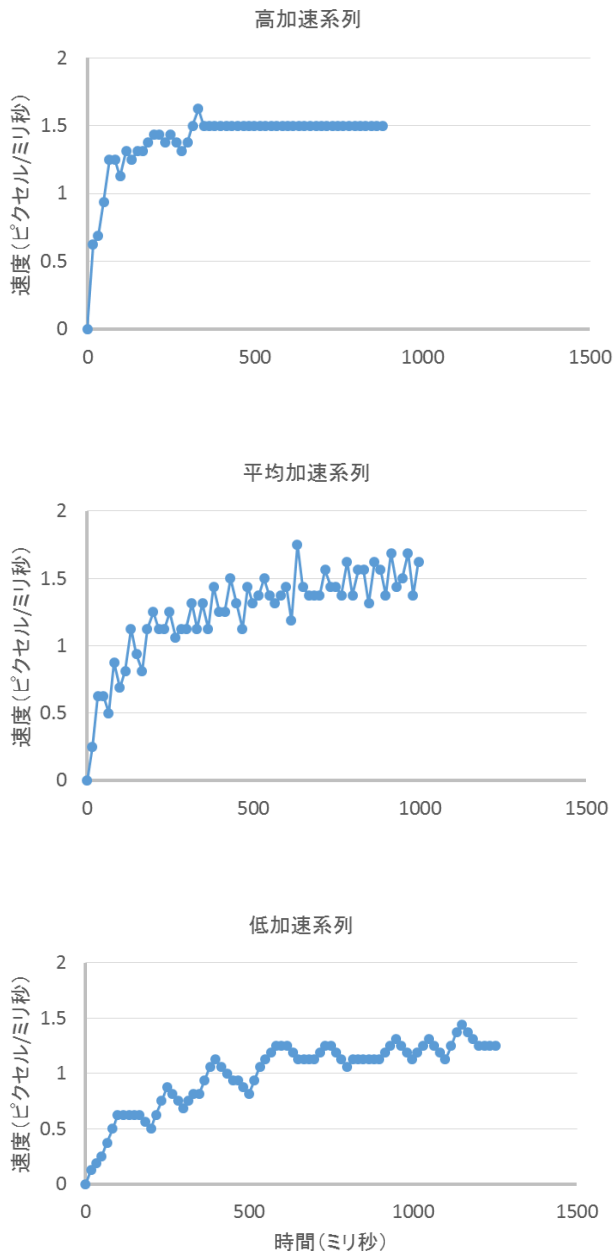


図1. 3種類の系列における時間-速度グラフ

	高加速	平均加速	低加速
右手-1100	2.23	1.46	2.31
右手-433	1.46	1.54	3.00
左手-1100	1.77	2.08	2.15
左手-433	1.15	2.00	2.85

表1. 各条件(ブロック)における各加速系列の平均順位

スワイプで使用した手と基準時間の組み合わせによる4条件(ブロック)における、3つの加速運動の平均順位を表1に示す。

使用した手、基準時間、加速系列の3要因の分散分析の結果、加速系列の主効果と手と加速系列の交互作用、基準時間と加速系列の交互作用が有意であった、 $F(2,11)=10.5, p<0.01, F(2,11)=7.6, p<0.01, F(2,11)=7.1, p<0.05$ 。すなわち、等速知覚の程度は、高加速、平均加速、低加速の順に高かった。さらに右手で基準時間が1100ミリ秒の条件では、平均加速の順位が高加速を上回った、 $t(12)=2.54, p<0.05$ 。

総合考察

本研究では、人間の手の動きと等しい加速度の光点運動と、より高加速、低加速の2種類の光点運動を比較し、それぞれに対し、等速に知覚された程度を判断する課題を行った。その結果、全体的により高加速度なほど、等速に知覚される傾向があった。この理由としては、高加速度系列では、加速している時間がきわめて短く、加速が知覚されにくかったことと、初動から高速であるため速度の弁別閾が高かったことが考えられた。

注目すべき結果として、右手の11000ミリ秒基準条件においては、平均加速系列が最も等速に知覚された。さらに右手の433ミリ秒基準条件においては、高加速系列と平均加速系列の等速知覚が同程度であった。左手では、このような傾向は見られなかったことから以下の理由が考えられた。

右利きの被験者は、右手運動がより頻繁であるため、長期記憶に右手運動の速度痕跡がより定着している。物理的に異なるものでも反復経験すると同一に知覚されることから(Fujisaki et al., 2004)、本研究の等速度知覚は、この知覚特性が反映されたと考えられた。

引用文献

Viviani, P. & Stucchi, N. (1992). Biological movements look uniform: evidence of motor-perceptual interactions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 602-23.

Runeson, S. (1974). Constant velocity — Not perceived as such. *Psychological Research*, 37, 3-23.

Fujisaki, W., Shimojo, S., Kashino, M. & Nishida, S. (2004). Recalibration of audiovisual simultaneity. *Nature Neuroscience*. 7, 773-778.