

視覚情報にもとづいてヒトの運動制御

～視覚情報遮断時の運動制御の変化～

Motion Control Based on Visual Information in Human

～Tracking experiment in intermittent visual information～

○ 田村友里恵, 林叔克, 菅原研, 沢田康次

○ Yurie Tamura, Yosikatu Hayasi, Ken Sugawara, Yasuzi Sawada

東北学院大学 教養学部 情報科学科, ナチュラルサイエンス, 東北工業大学

Department of Information Science, Tohoku Gakuin University

Natural Science

Tohoku Institute of Technology

キーワード: フーリエ変換(Fourier transform)、リズム(rhythm)、視覚情報(visual information)、
運動制御(motor control)

連絡先: 〒981-3193 仙台市泉区天神沢 2-1-1 東北学院大学教養学部情報科学科

田村友里恵, Tel:080-3145-9022, E-mail: s0657141@izcc.tohoku-gakuin.ac.jp

1. 背景

人間は五感を通して環境を知覚する。環境とは自分を取り巻くものすべてを指す。われわれ人間は環境に適応しなければならないが、その際、環境を知覚することは欠くことができない。いま、五感のなかでも特に視覚に注目し、視覚をもとに運動制御が行われていると考える。運動制御をするとき、位置に対する運動制御と、速さに対する運動制御が考えられる[1]。

速さに対する運動制御がいかに行われるのか。人間が速さを知覚するメカニズムは未だ明らかになっていない。それは時間情報をどのようにして得られるのかがわかっていないためである。速さに対する運動制御がいかに行われているのか、そして、その運動制御の方法から、速さの知覚がいかに行われているのかを明らかにする事が、本研究の目的である。

2. 実験方法

2.1 実験条件

視覚刺激が運動制御にどのような影響を与えるのかを調べるために、視覚刺激を与えた実験と、視覚刺激を断続的に遮断した実験のふたつを行った。

実験はパソコン上で行う。画面上に、円が表示され、その上に赤丸と青丸があり、赤丸は、等速で円軌道上を進む。そして、それをマウスと連動した動きをする青丸で被験者に追いかけてもらう。赤丸をターゲット (T)、青丸をトレーサ (X) と呼ぶ。詳しい実験条件としては、まず、ターゲットの速さは四種類に設定した。ターゲットが円周を一周するのにかかる速さが①10sec, ② 約 3.3sec, ③2sec, ④約 1.4secである。一回 30 秒の実験を各速さ 10 回ずつ行う。視覚刺激を遮断する実験では、円周上でターゲットが見える所と、見えない所を固定した。今

回は、ターゲットが見えなくなるところは60%以上とした。全軌道でターゲットがみえる実験でも、途中でターゲットが見えなくなる実験でも、被験者にはターゲットとトレーサの位置をできるだけ正確に合わせるというタスクを課した。

2.2 解析手法

2.2.1 解析手法 1

全軌道表示の実験と、intermittentの実験でのトレーサの動かし方の違いをみるために、トレーサの相対速度の時系列をフーリエ変換した。

2.2.2 解析手法 2

ターゲットが見えない所でもターゲットとトレーサの位置を合わせているのかを調べるために、円周上のどこでターゲットとトレーサの位置が合っている回数を調べた。

3. 結果と考察 1

3.1 実験結果

解析手法 1 を用い得られた結果を、全軌道表示の実験と、intermittentの実験とで比べる。

図 1 が実際の実験結果である。この図はターゲットが一番遅い時の実験結果で、横軸が周波数、縦軸が強さである。

速さ①では全軌道の実験と遮断の実験で合わせ方が異なる。全軌道の実験結果はブロードな山の形をしているのに対して、遮断の実験ではピークがでてくる。このピークの出ている場所は、ターゲットの速さを周波数に直したとき、その二倍の周波数と、三倍の周波数であった。

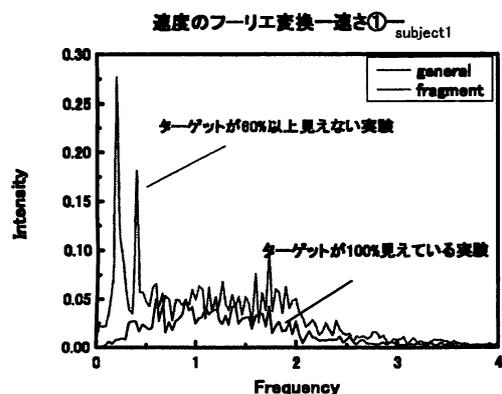


図 1. 速度のフーリエ変換—速さ①—

他の速さの実験結果は、全軌道の実験と遮断の実験ではともに、ターゲットの二倍の周波数にピークがみられた。

異なる点は、速さ②では、 $2f$ のピークの大きさが全軌道の実験よりも、遮断の実験のほうが二倍以上強くでていた。

次に、速さ③でも、全軌道の実験よりも、遮断の実験のほうが、 $2f$ のピークが強くでていた。

最後に速さ④であるが、この速さについては、グラフの形もピークの強さもあまり変化はない。

3.2 考察

ターゲットの速さを周波数に直すと、その二倍の周波数 ($2f$) でピークが顕著にみられることから、この $2f$ のピークに注目する。すると、 $2f$ のピークは、ターゲットが速くなればなるほど強く出る。また、速さ①、②、③に関しては、全軌道の実験よりも、遮断の実験のほうが $2f$ のピークが強くでている。

この $2f$ のピークはターゲットが円周を一周する間に、トレーサがターゲットよりも速い動き、遅い動き、速い動き、遅い動き (または遅・速・遅・速) という動きであると考えられる。

この速い、遅いという周期をもった動きをリズムと呼ぶ。

この実験結果からわかることは、ターゲットの速さによって、トレーサの動かし方が異なるということである。

ターゲットの速さが遅い時には全軌道の実験と遮断の実験で合わせ方は異なるが、ターゲットの速さが速い時には全軌道の実験と遮断の実験で合わせ方が同じである。

これらのことから、ターゲットの速さが速い時には、トレーサの動きに周期性を持たせてターゲットを追いかけ、その結果ターゲットが見えていない所でもターゲットとトレーサの位置を合わせているのではないかと考える。

4. 結果と考察2

4.1 実験結果2

実際の実験結果が図2と図3である。図2はターゲットの速さが一番遅い時の速さ①、図3はターゲットの速さが速い時の速さ③である。グラフの四角で囲んである部分はターゲットが見えているところである。

結果として、速さ①と速さ②ではターゲットが見えているところでターゲットとトレーサの位置を合わせていることが多い。しかし、速さ③と速さ④では、全軌道上でターゲットとトレーサの位置を合わせている。

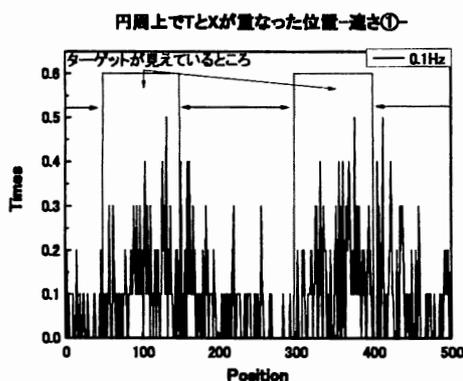


図2：円周上でターゲットとトレーサが重なった回数(速さ①)

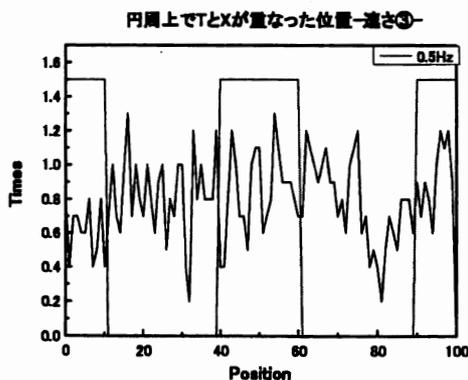


図3：円周上でターゲットとトレーサが重なった回数(速さ③)

4.1 考察

これらのことから、ターゲットが速い時にはターゲットが見えている時にターゲットとトレーサの位置を合わせているのではなく、ターゲットの速さにトレーサを合わせていると考えられる。速さを合わせるにより、全軌道で位置が合わせられる。

5. まとめ

ターゲットの速さが遅い時にはターゲットが見えている時にターゲットとトレーサの位置を合わせている。これはつまり、位置に対する運動制御であるといえる。

これに対してターゲットの速さが速い時にはターゲットが見えていなくても全軌道上で合わせられる方法であり、つまり、速さを合わせているといえる。

そして、ターゲットが速い時ほど、リズムの生成が強くみられるため速さを合わせるためにリズムの生成が必要であると考えられる。

5. 今後の予定

今後の予定として、いかにしてターゲットとトレーサの速さを合わせているのかを調べる。そのためにまず、速さを合わせるために、リズム生成が必要であると考え、トレーサの速さの変化を調べていく予定である。

参考文献

- [1]F. Ishida and Y. Sawada, Phys. Rev Lett. 93. 168105 (2003).