

ヒトの運動の生成と知覚プロセスの関係

A Relation of the Generation and Perception Process of a Human Movement

塚本 誠 (PY)[†], 福村 直博[†]

Makoto Tsukamoto(PY), Naohiro Fukumura

[†] 豊橋技術科学大学 情報工学系

tsukamoto@system.tutics.tut.ac.jp

Abstract—This study focuses on the rhythm transfer process in the conducting movement as an example of gesture communication. From results of experiments that subjects were required to tap with a motion of a human or ball in Computer Graphics, it is suggested that the information process for generating a human movement is concerned with the process of perceiving the human movement.

Keywords— Gesture Communication, Rhythm Transfer Process, Conducting Movement, Human Arm Movement

1 はじめに

ヒトとヒトとの間のコミュニケーションには言葉によるもの以外に、身振りによるものも存在する。コミュニケーションが成立するためには、行為者の運動の特徴と観測者が知覚に必要な運動の特徴とが一致する必要があり、その特徴が伝達要素であると考えられる。

身振りコミュニケーションの原理を明らかにするため、その例として我々は指揮運動におけるリズム伝達過程に着目してきた。ヒト腕運動はトルク変化最小や関節角躍度最小といった運動規範に従った運動であると言われている。一方、福村ら [1] が指揮運動を計測したところ、手先軌跡の最下点付近にトルク変化ピークのような運動規範に反する滑らかな特徴を持っていることを示し、守田ら [2] は CG を使ったリズム知覚実験を通して、この特徴によって指揮運動が知覚し易いという仮説を提案した。この仮説は、運動規範のような、ヒトの運動を生成するための情報処理過程が、ヒトの運動を知覚する過程にも関係しているということを示している。

先行研究 [2] によって滑らかな運動 (関節角躍度最小軌道) よりも指揮運動の方が知覚し易いことが示されたが、指揮運動の動きそのものが知覚し易いのか、それともヒト腕の指揮運動が知覚しやすいのかが明らかでない。実験 1 ではボールとヒト腕が上下運動する CG を用いて上記を検証する。実験 2 では CG は全てヒト腕の上下運動であるが、ヒトが通常の姿勢の CG と、上下反転した CG を用いた。さらに手先軌道も指揮者に

対して反転させることで、ヒトが運動をしていてなおかつ運動自体も同じである場合の知覚について調べた。

2 実験方法

被験者はディスプレイの真正面 2[m] の位置に座る。ディスプレイには次に説明する 1[sec/cycle] の様々な上下運動が提示され、被験者はこの運動に合わせてコンピュータキーをタッピングすることを要求された。実験 1 では 5 名の被験者が参加し、実験 2 では 4 名の被験者が参加した。

実験 1 は上下運動の手先軌跡の指揮者から見た最下点を通るタイミングでタッピングするタスクを行う。用いる CG は以下の 3 種類である。

CG1: 背景はなくボールが上下運動する。

CG2: ヒトを背景としてボールが上下運動する。

CG3: ヒト腕が上下運動する。

CG2 は背景にヒトがいることの影響を比較するために加えた。運動パターンは先行研究 [1] で計測した指揮運動軌道と、指揮運動と同じ手先軌跡を通る関節角躍度最小軌道 [2] の 2 種類である。運動パターン 2 種類を 1 セットとして、それぞれの CG で 3 セット行う。ただし、2 種類の運動パターンはランダム順で提示する。提示する CG の順番は、3 名が 1, 2, 3 の順で行い、2 名が 3, 2, 1 の順で行った。

実験 2 では、実験 1 で用いたヒト腕の上下運動の CG3 と、その姿勢を上下反転した CG の 2 種類を用いる。そして、上下運動の手先軌跡の指揮者から見て最下点 (タスク 1) または最上点 (タスク 2) を通るタイミングでタッピングする 2 つのタスクを行う。運動パターンは指揮運動軌道と、指揮運動と同じ手先軌跡を通り手先軌跡の最上点付近にトルク変化ピークを持つ軌道の 2 種類である。運動パターン 2 種類と姿勢 2 種類の組み合わせの 4 種類を 1 セットとして、各タスクで 3 セット行う。ただし、4 種類はランダム順で提示する。タスクの順番は 4 名の被験者全て 1, 2 の順で行った。

解析ではタッピング誤差の平均・標準偏差を評価した。運動パターンは 30 周期提示され、タッピングの始めの

10 回分のデータは除き，11 回目以降 20 回分の安定したデータを解析に用いた。

3 実験結果

実験 1, 2 の代表的な被験者の結果をそれぞれ図 1, 2 に示す。正方向の誤差は実際のタッピングが指定タッピング点より遅れていたこと，負方向の誤差は実際のタッピング点が指定タッピング点に先行していたことを表す。

実験 1 では，指揮運動軌道において CG 間を比較すると，CG1 と CG2 で差が見られないのに対し，ヒト腕の上下運動である CG3 が最も誤差が小さい傾向が得られた。これは他の被験者についても同様であった。指揮運動軌道では，ボールの上下運動よりもヒト腕の上下運動の方が知覚しやすいことを示している。

同様に，関節角躍度最小軌道において CG 間を比較すると，ヒト腕の上下運動である CG3 が最も誤差が小さいという傾向は得られなかった。他の被験者の結果からも，関節角躍度最小軌道ではヒトとボールの運動間で，統一した誤差の傾向を見出すことはできなかった。これは，関節角躍度最小軌道はヒト腕の自然な運動であるにも関わらず，リズム情報の伝達という観点からは，知覚しやすい軌道ではないということを示している。

実験 1 の結果より，指揮運動軌道は動きそのものではなくヒト腕が行うことによって知覚し易いと言える。これは，知覚プロセスに，運動規範と反する部分に注意を集めやすいプロセスが含まれている可能性があることを示している。

次の実験 2 において，指揮者から見て最下点でタッピングをするタスク 1 では，ヒトの姿勢が上下反転しても指揮運動（図 2 では conduct と表示）と最上点付近でトルク変化ピークを持つ軌道（図 2 では inv_ conduct と表示）のタッピング誤差の大小関係が同じである傾向が得られた。通常の姿勢でも，反転した姿勢でも，指揮運動の方が誤差が小さい傾向が得られ，ヒトの運動規範に反する部分でタッピングする場合にタイミングを合わせ易いことを示している。これより，ヒトの姿勢が上下反転しても知覚のし易さの傾向は変わらないと言える。これは，ヒトの運動として知覚していることを示しており，実験 1 の結果を支持している。

指揮者から見て最上点でタッピングをするタスク 2 でも，ヒトの姿勢が上下反転しても 2 種類の軌道のタッピング誤差の大小関係が同じである傾向が得られた。また，タスク 1 での結果と逆に，最上点付近でトルク変化ピークを持つ軌道の方が誤差が小さい傾向が得られている。ヒトの運動規範に反する部分でタッピングする場合にタイミングを合わせ易いことを示しており，タスク 1 と同様の傾向が得られたと言える。

最後に，指揮運動を通常姿勢で指揮者から見て最下点でタッピングする場合と最上点付近でトルク変化ピー

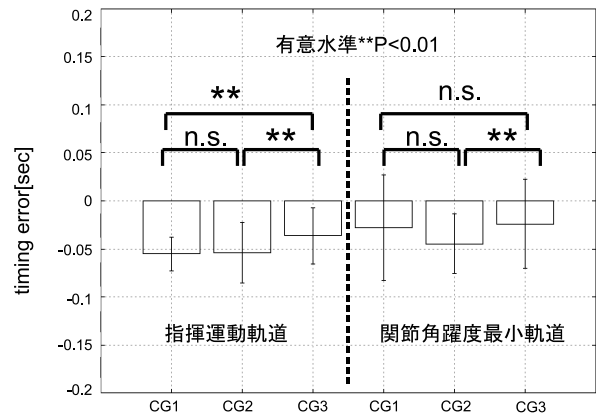


図 1: 実験 1 の結果 (被験者 SH)

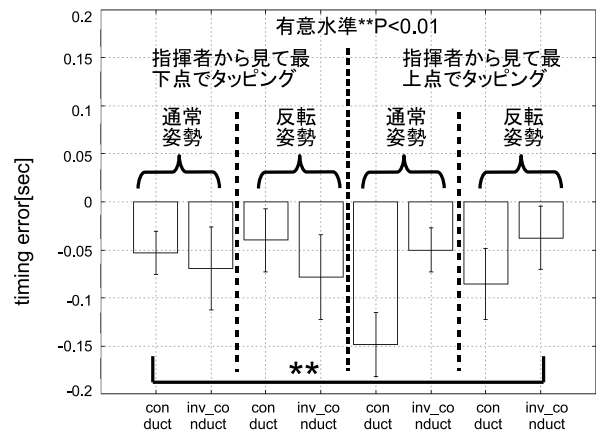


図 2: 実験 2 の結果 (被験者 MI)

クを持つ軌道を反転姿勢で指揮者から見て最上点でタッピングする場合と比較すると，被験者 4 名中 3 名で有意差が認められたが，誤差の大小関係は被験者ごとに異なり，顕著な差は見られなかった。すなわち，ヒトの姿勢や軌道に関わらず，ヒトの滑らかさに反する特徴に合わせやすい傾向が確認できた。

4 まとめ

ヒトは運動規範に加えて様々な拘束条件を加える事で複雑な運動を生成することができ，その拘束条件が結果的に運動規範に反する部分となって現れる。実験の結果，ヒトの運動を知覚する際にはこのような運動規範に反する部分が重要であることが示され，運動を生成するための情報処理過程がヒトの運動を知覚する過程にも関係していることが示唆された。

参考文献

- [1] 福村，今，宇野 (2002) “リズム表現に着目した指揮運動の解析。” 信学技法, NC2001-206, 81-88.
- [2] 守田，福村，宇野 (2005) “リズムを表現する運動の生成と知覚実験による身振りの伝達過程の検討。” 信学技法, NC2004-150, 77-82.