触覚振動刺激による手指部の快不快感の特徴について

○水野 佑哉, 井口 弘和 (中京大学工学研究科)

Characteristics of the pleasant feeling of fingers with tactile vibrations

Yuya MIZUNO, Hirokazu IGUHI (Chukyo University, Graduate School of Engineering)

1. はじめに

昨今、テレビ電話のような双方向のコミュニケーションツールが発達して、視覚と聴覚を通じて遠距離の人間ともコミュニケーションを取ることが容易となってきている。人は話し合うとき、視覚と聴覚以外にも感覚を使用することで、より直接的な感情が伝わるコミュニケーションをとることが知られていて、手指の触覚もその一つである。触覚により視覚と聴覚で察知困難な感情を伝えることが出来れば、より自然なコミュニケーションが可能となることが期待される。そこで、本研究では、手指に与えられるさまざまな振動から気持ちに影響を与える印象特性を明らかにする。

2. 方法

振動刺激の物理的強度と感覚強度との比較をするため振動子の特性計測と、等振動強度における波形ごとの印象評価を実施する。振動提示時間は5秒間とし、周波数変化時に等振動強度となる電圧条件、振動強度変化時に等周波数となる電圧条件、波形が異なる等強度条件の3条件とした。

被験者は20代の健康な男子10名を対象として同意の下で実験を実施した。

なお、統計解析にはIBM SPSS Statistics 22を用いた。

2.1 振動子の特性計測実験

① 刺激用振動子

振動刺激を与えるために、図1に示すリニア振動アクチュエータ(共振周波数約150Hz、寸法11.2×14.0×2.6mm 日本電産コパル社製)を使用した。

図1 リニア振動アクチュエータ

②物理的振動強度の測定

Vibration Meter (SMART SENSOR社)の測定針をリニア振動アクチュエータに固定し、振動強度を測定した。矩形波の3V、5V、10Vの印加電圧値において、1Hzから200Hzの範囲で振動加速度を測定した。

③感覚強度の測定

被験者を椅子に座らせ、リニア振動アクチュエータを親指と人差し指で軽く挟むように支持し、振動提示後に振動強度感を回答させる。振動強度感は、SD法の7件法を用いて、手指の振動感度条件、等振動強度における微弱振動特性条件、波形別の振動強度条件の3条件を測定した。

2.2 手指による印象評価実験

ラッセルの感情円環モデルや手指の動作に関する46種類の形容詞を用いて、SD法の7件法と評定尺度法にて評価する。

3. 実験結果と考察

物理的振動強度の特性は、共振周波数150Hz時にどの電圧値でも加速度が最大となり、非線形かつ緩やかな減衰変化を示した。印加電圧が増加すると、手指の振動感度は増加するが、増加幅は減少する。

等振動強度における振動特性を図2に示す

図2 等振動強度における振動強度感

150Hz付近が最も振動強度感が強く、100Hz付近よりも200Hz付近において振動強度が減少する。波形別の振動強度を図3に示す。

図3 波形別の振動強度

3V付近では波形ごとの強度感に顕著な差が認められたが、10V付近では波形ごとの強度感の差が少なくなる。3種類の波形において、振動加速度の増加に伴い手指の振動感度は増加するが増加幅が減少する。

矩形波、三角波、正弦波の3種類の波形の違いにおける特徴的な振動感覚の評定結果を図4に示す。

図4 波形ごとの振動感覚

図3における3種類の波形の等振動強度条件 ($3.5\text{m/s}^2 \cdot 150\text{Hz}$ 、矩形波 3 V、正弦波 5 V、三角波 8 V) を図4の条件とした。

「響く」の項目において、矩形波と三角波に有意差が認められた ($p < 0.05$)。「ひっかく」「なでる」「もむ」「弾力がある」においては、有意差は認められないが各波形において印象に差異のある傾向が認められた。

SD法において、矩形波、三角波、正弦波の3種類の波形の違いにおける特徴的な振動感覚の評定結果を図5に示す。

図5 波形ごとの印象

図3における3種類の波形の等振動強度条件 ($3.5\text{m/s}^2 \cdot 150\text{Hz}$) を図5の条件とした。

「落ち着く」「イライラした」「気持ちのよい」「気持ちのわるい」「興奮した」「ゲンナリした」「静かな」「うるさい」「憂鬱」「爽快」の項目において、それぞれ有意差が認められた (*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$)。矩形波・三角波と比較して、正弦波において快の印象に近い傾向が認められた。

4. 結論

振動加速度が増加すると、手指で感じる振動強度感は強くなるが、変化が鈍くなる傾向があり、100～200Hzの中では150Hz近傍が手指の振動感度が高い。振動波形が異なると印象が変化し、矩形波はうるさい印象、三角波はゲンナリした印象、正弦波はもむ印象となる。

参考文献

- 1) 生体医工学 鈴木隆史ほか：“リニア振動アクチュエータを用いた触覚提示デバイスの開発”，日本生体医工学会，54 Annual (28PM-Abstract)，S336-S336，2016。