



バーチャルな視覚的触覚が情動的触覚認知に及ぼす影響

Influence of Virtual Visual Tactile Sensation on Affective Touch

原口岳丸¹⁾, 北崎充晃²⁾

Gakumaru HARAGUCHI and Michiteru KITAZAKI

- 1) 豊橋技術科学大学大学院工学研究科 情報・知能工学専攻 (〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1番地1、haraguchi.gakumaru.hl@tut.jp)
- 2) 豊橋技術科学大学大学院工学研究科 情報・知能工学系 (〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1番地1、mich@tut.jp)

概要: 情動的触覚の知覚に視覚情報が影響を与えるかを調べた。視覚刺激としてバーチャル環境内でアバターの左前腕がブラシで撫でられる様子を提示し、触覚刺激として被験者の左前腕をブラシで撫でた。両感覚ともに5段階の速度を組み合わせて、被験者は視覚刺激を考慮せず、実際のブラシでなでられたときの快感を評価した。その結果、知覚される触覚快感は視覚刺激によって変化し、情動的触覚は触覚のみならず視覚を統合して認知されることが示唆された。

キーワード: 情動的触覚、マルチモーダル、視触覚相互

1. 序論

対人接触または社会的接触は、人の社会的行動を調整し、人の感情に影響を与える[1]。例えば、人との接触は援助行動を促進し[2]、対人魅力を高める[3]などである。ヒトのC触覚求心性神経は、中速(1-10cm/s)で優しく皮膚をなでると強く反応し、その発火率は主観的な快感の評価と相関している[4]。パートナーや赤ん坊をなでる速度は、C触覚求心性神経を活性化できる速度に相当する[5]。このように、C触覚求心性神経は、社会的な触れ合いにおいて、優しく心地よい触覚刺激を処理する神経的基盤である。VRChatのようなバーチャル環境においても、人々は様々な身体的接触を行い、身体的接触が対人関係の魅力やコミュニケーションを向上させると感じている[6]。

しかし、VRChatにおける身体的接触は、実際には触れておらず、視覚上のみの疑似的なものである。人は、視覚刺激の速度を変化させることで、擬似触覚と呼ばれる触覚の錯覚が生じる[7]。また、人の知覚処理系は複数の感覚を統合している[8]。そこで、我々はアバターの皮膚をバーチャル環境で視覚的になでることで、参加者の皮膚への心地よい触覚刺激への知覚が変化すると仮定した。この仮説を検証するために、バーチャル環境において、触覚的ストロークと視覚的ストロークの速度を変化させる実験を行った。

2. 方法

2.1. 参加者

18名の大学生(全員男性、平均年齢22歳、標準偏差 2.1)が実験に参加した。参加者は全員実験の仮説を知らず、正常な視力、または矯正視力を持ち触覚も正常であった。彼らは実験前にインフォームドコンセントを受けた。実験は豊橋技術科学大学人を対象とする研究倫理審査委員会の承認を得た。

2.2. 装置

コンピュータとUnity(2020)を用いて、ヘッドマウントディスプレイ(HMD: Valve Index, 1440[幅]×1600[高]ピクセル、視角130度、リフレッシュレート120Hz)にバーチャル環境を作成、提示した(図1)。ロボット(Dobot Magician Lite, 位置精度0.2mm)を用いて、ブラシの動き

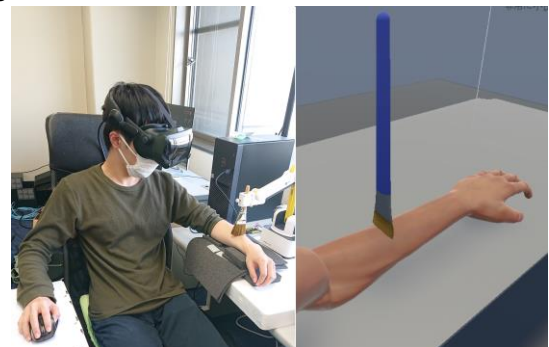


図1 実験中の被験者の様子(左)とバーチャル環境内のアバターの左前腕(右)。

を制御した。ロボットの音が聞こえないように、実験中はノイズキャンセリングイヤホン (SONY WI-SP600N) でホワイトノイズ (61 dBA) を提示した。

2.3. 刺激と条件

触覚ブラシと視覚ブラシの速度は 5 段階 (0.3, 1.0, 3.0, 10.0, 30.0cm/s) 用意した。したがって、速度の組み合わせは全部で 25 通りとなった。被験者の左前腕とアバターの左前腕の上で、実ブラシとバーチャルブラシを 10cm ずつ撫でた。実ブラシとバーチャルブラシは同時に動き出し、触覚刺激と視覚刺激で速度が異なる場合、速度の速い方が遅い方が止まるまで終点に留まった。

2.4. 手続き

実験の前に、参加者ごとに圧力センサーで前腕への触覚ブラシの力を 0.4 N に調整した。参加者に試行中は左前腕を見るように指示し、視覚刺激とは関係なく、触覚刺激の心地よさを VAS (visual analog scale) で回答してもらった。各被験者に全 25 条件 (触覚 5×視覚速度 5 条件) を無作為の順序で提示するのを 3 回繰り返した。VAS データは実験後、-100 - +100 にデジタル化された。

3. 結果

VAS で測定した快感について、Greenhouse-Geisser 補正を用いた 2 元配置反復測定分散分析を行った。その結果、触覚速度条件の主効果 ($F(2.06,35.05)=19.14, p<0.0001, \eta^2=0.530$) と触覚 - 視覚条件の交互作用 ($F(3.13,53.17)=13.42, p<0.0001, \eta^2=0.441$) が有意となった (図 2)。このように、情動的触覚の知覚は視覚的ブラッシングの速度によって修飾されることがわかった。

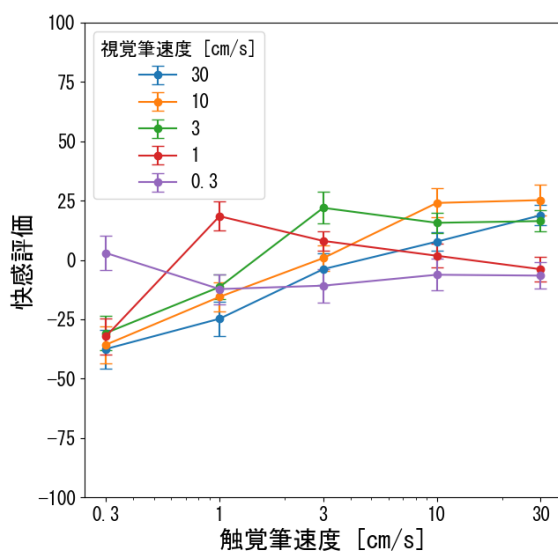


図 2 各視覚筆速度条件における触覚筆速度と快感評価の関係。横軸は触覚筆速度、縦軸は-100 - +100 にデジタル化された快感評価、エラーバーは標準誤差を表す。

4. 考察

実験の結果、視覚刺激によらず触覚の快感を回答させたにもかかわらず、バーチャル環境内のアバターの腕に視覚的にブラシをかける速度が快感の主観評価に影響を与えることがわかった。触覚と視覚の速度が同じであれば、快感は基本的に高く、そのスコアは C 触覚神経反応と同様に逆 U 字型であった。したがって、この実験における快感の指標は、C 触覚の処理に関連していると考えられる。このことから、視覚と触覚の統合によって快感が知覚されることが示唆された。

本研究結果は、バーチャルリアリティにおける視覚と触覚の統合による情動的触覚の提示方法の検討、および情動的触覚における視覚と触覚の統合の神経認知機構の解明に貢献するものである。

謝辞 本研究は、JST ERATO Grant Number JPMJER1701 (稲見自在化身体プロジェクト)および JST OPERA JPMJOP1834 の補助を受けて行われた。

参考文献

- [1] A. Gallace, & C. Spence. The science of interpersonal touch: an overview. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 34(2), 246-259. 2010.
- [2] S. Paulsell, & M. Goldman. The effect of touching different body areas on prosocial behavior. *The Journal of Social Psychology*, 122(2), 269-273, 1984.
- [3] J. K. Burgoon, J. B. Walther, & E. J. Baesler. Interpretations, evaluations, and consequences of interpersonal touch. *Human Communication Research*, 19(2), 237-263. 1992.
- [4] L. S. Löken, J. Wessberg, F. McGlone, & H. Olausson. Coding of pleasant touch by unmyelinated afferents in humans. *Nature Neuroscience*, 12(5), 547-548, 2009.
- [5] I. Croy, A. Luong, C. Triscoli, E. Hofmann, H. Olausson, & U. Sailer. Interpersonal stroking touch is targeted to C tactile afferent activation. *Behavioural Brain Research* SreeTestContent1, 297, 37-40, 2016.
- [6] 加藤優貴, 長町和弥, 杉本麻樹, 稲見昌彦, 北崎充晃. VRChat における疑似身体接触が好感度とコミュニケーション難易度に及ぼす効果に関する調査研究, *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, 26(1), 22-31, 2021.
- [7] A. Lécuyer, J. M. Burkhardt, & L. Etienne. Feeling bumps and holes without a haptic interface: the perception of pseudo-haptic textures. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 239-246), 2004.
- [8] M. O. Ernst, & M. S. Banks. Humans integrate visual and haptic information in a statistically optimal fashion. *Nature*, 415(6870), 429-433, 2002