



複数人の触覚共有に向けた同時知覚可能人数の調査

Investigation of the number of persons can we share tactile sensations simultaneously

北海道大¹⁾, 柴崎美奈²⁾, 湯川光¹⁾, 南澤幸太²⁾, 田中由浩¹⁾

Kota KITAMICHI, Mina SHIBASAKI,

Hikari YUKAWA, Kouta MINAMIZAWA, and Yoshihiro TANAKA

1) 名古屋工業大学大学院 工学研究科 (〒 466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 k.kitamichi.854@stn.nitech.ac.jp)

2) 慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科 (〒 223-8526 神奈川県横浜市港北区日吉 4 丁目 1-1
mina0415@kmd.keio.ac.jp)

概要: 相互同時通信により複数人で触覚を共有するシステムを開発し、複数人の触覚共有における同時知覚能力を調べる基礎的な識別実験を行った。試料に素材を指先でなぞったときの皮膚振動を連続的に提示する振動板を用いた。両上腕に他者の触覚情報を提示し、自分の指先と上腕部から自分と他者の試料の識別を行なった。結果から、適当な共有人数が3人であると考えた。遠隔地や同一空間にいる複数人に対して、身体的知覚を拡張させた新しい身体的コミュニケーションによって、相互認識や協調作業に応用が期待できる。

キーワード: 触覚共有, 同時知覚, 複数人

1. 緒言

触覚伝送技術の応用は、モノの触覚の再現から、他者との触覚によるコミュニケーション [1], 他者の感じた触覚を得ることによる経験の共有 [2] まで、その展開は多岐にわたる。触覚は身体と環境との力学的相互作用を認識する感覚であり、個々人の身体に依存し、運動とも双方向に関連している。したがって、個々人の触覚は元来、共有できないが、触覚伝送技術により、個々人の触覚を共有でき活用できれば、私たちの身体に依存した認知行動原理を拡張できる可能性がある。筆者らのグループでは、指先と対象との相互作用によって生じる皮膚振動を触覚情報として検知し他者へ伝送して振動提示することで、他者が行なっている作業を識別できることを示した [3]。触覚は対象の識別だけでなく、巧みな物体操作にも欠かせない。触覚情報を他者と共有できれば、環境の力学的認知の時空間的拡張をもたらし、他者とのより円滑な協調作業の実現や対象知覚の範囲を広げることが期待できる。複数人での触覚の相互通信は、グループ内での作業の質の直感的な統制や多人数の円滑な協調・連携作業、複数の遠隔地にいる人の触覚を同時に体験・比較することによる経験共有を実現し、多人数での身体的な接続を通して共創的活動を促進するかもしれない。

これまでの触覚共有では、一対一の単方向・双方向、一対Nの単方向のブロードキャスト形式が検討されてきた。一方、触覚コミュニケーションの研究では、複数の触刺激を人が識別可能であることが示されている [4]。そこで本研究では、複数人での双方向の触覚共有の実現に向けた基礎検討として、簡易な触覚共有システムを構築し、人が他者の

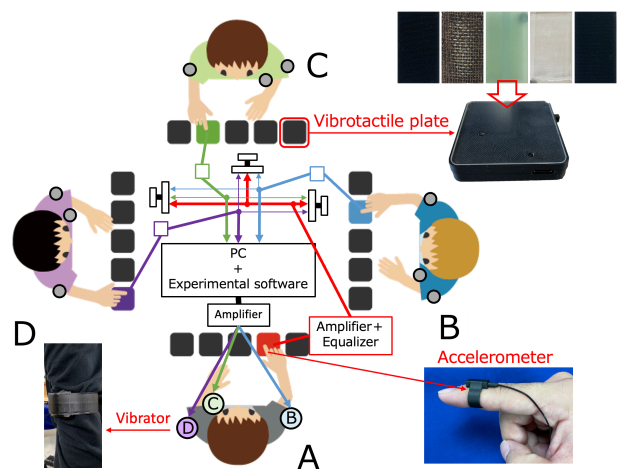


図 1: システム構成図

触覚を同時に識別できる個数を調べることで、最適な触覚共有人数について考察した。

2. 実験方法

2.1 複数人同時触覚共有システム

本システムは、加速度センサ (昭和測器株式会社, 2302B), イコライザー (株式会社モリダイラ楽器, M108S 10-Band Graphic-EQ), パーソナル・アンプ (フォスター電機株式会社, AP05mk2), 振動子 (株式会社アクーヴ・ラボ, Vp210) で構成されている (図 1)。被験者らは、指輪型の加速度センサを右手人差し指の中腹背側に装着し、対象を触ることで生じる皮膚上を伝播する振動を触覚情報として取得する。

取得した振動は、イコライザを用いて指の振動特性を考慮した周波数変調が行われ、他者にリアルタイムに伝送される。なお、この振動情報は被験者らの前に置かれた PC (Apple Inc, Macbook) へ送られ、事前に指先の知覚強度と同等となるよう求めた係数を用いて強度が調整され、アンプを介して振動子により上腕に提示される。提示位置は触覚を受け取る他者の位置との関係を考慮し、右側の人は右上腕の外側上部、正面の人は左上腕の内側下部、左側の人は左側上腕の外側上部とした (図 1 (ユーザ A))。

2.2 識別刺激

5 種類の素材：ベルクロループ面・かご網・ラッピングフィルム・両面テープ・ベルクロフック面を指でなぞったときの皮膚振動を加速度センサにより記録し、振動子を内蔵しその振動を連続的に再生できるプレート (以下、振動板) を作成して、試料として用いた (図 1 (右上))。振動板は黒い樹脂製のプレート状となっており、見た目からは識別できない。実験の前に、被験者は振動板を指先で把持して 5 種類の振動を学習した。

2.3 実験手順および解析

実験には健康な男性 4 名 (22-23 歳) が参加した。お互いに手元が視認できる丸テーブルに着席させ実験を行い、実験中に席替えは行わなかった。被験者らは、自分の前に置かれた 5 種類の振動板から 1 つを選び、右手の指先で把持する。なお、振動板の配列は毎試行、実験者によりランダムに変更される。全ての被験者が振動板を同時に 30 秒間把持し、条件に応じて自分の指先で感じる触覚と上腕に提示される他者の触覚の識別を行う。初めに、自身の右手の指先の感覚のみで 3 回ずつ試料を識別させた後、2~4 人で他者との共有を行った。4 人の被験者群で実験を行う場合、2 人では 6 通り、3 人では 4 通り、4 人では 1 通りの組み合わせが存在する。2, 3 人で共有する場合、それぞれの被験者が全ての被験者の触覚を 3 回ずつ評価することになるため、4 人での共有時は同じ組み合わせで 3 試行行うこととした。実験は、それらの合計である 13 試行を 3 セット用意し、39 試行をランダムに並び替えて行った。実験から得られた指先と上腕の刺激を識別した回答は、共有人数ごとに 1 試行当たりの正解個数を算出した後、部位ごとの識別率を正解個数を試行回数で除することで求めた。

3. 実験結果

共有人数と識別できた試料の個数の結果を図 2 で示す。各条件における正解個数の平均値とその標準偏差を示している。また、期待値を青線で、上限値 (完全正解の場合) を赤線で示した。その結果、すべての条件で正解個数が期待値よりも多く、3 人までは増加する傾向にあるものの、4 人ではほぼ変化が見られなかった。次に、正解個数が増加した 3 人での共有時における、部位ごとの識別率を図 3 に示す。被験者ごとに求めた各部位の識別率の平均値と標準偏差を棒グラフで、期待値を赤線で示した。その結果、指先、右上腕の外側、左上腕の内側の順に識別率の平均値が低下

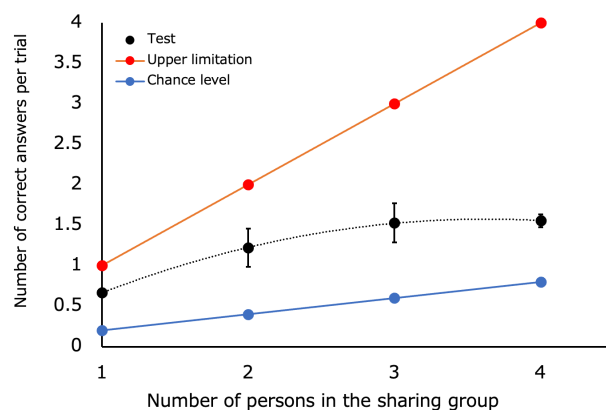


図 2: 共有人数と正解個数の結果

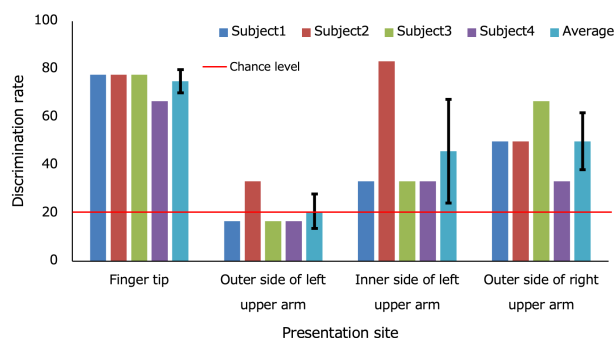


図 3: 部位別の識別率の結果

し、左上腕の外側では期待値に近い値であった。

4. 考察

提案したシステムでは、図 2 の結果における期待値と得られた正解個数の推移から、触覚共有の適当な人数が 3 人であると考えられる。ここで、図 3 より刺激箇所が単一である右上腕が上腕の中で最も識別率が高く、左上腕の外側は最も識別率が低かった。左上腕の外側の知覚が左上腕の内側に提示される情報によって阻害されたと考えられる。共有人数が 2 人と 3 人の時は、左上腕の外側に刺激が提示されない組み合わせが存在する。一方で、共有人数が 4 人の時は組み合わせにかかわらず左上腕の外側に刺激が提示されるため、左上腕の外側の知覚機能が阻害された影響が図 2 の正解個数に現れたとも考えられる。したがって、知覚が干渉し合わない部位を設定できれば、適当な共有人数を 4 人まで伸ばすことができる可能性がある。

5. 結言

自分と他者の触覚情報を同時に知覚し識別する実験を行なったところ、触覚共有が適当な人数は 3 人であった。しかし、他の刺激により左上腕の外側における知覚が阻害された可能性が高く、他者の空間的な位置と提示位置の整合性を保ちつつ提示部位の検討を行うことで、共有可能な人数は向上できる可能性がある。また、提示時間など他の影響因子についても検討し、本システムの応用や改良に向けて、共有可能な人数とその条件を明らかにしたい。

謝辞 本研究は、JST ムーンショット型研究開発事業 Cybernetic being プロジェクト (JPMJMS2013) の支援を受けて行われた。

参考文献

- [1] 早川裕彦, 大脇理智, 石川琢也, 南澤孝太, 田中由浩, 駒崎掲, 鎌本優, 渡邊淳司: 高実在感を伴う遠隔コミュニケーションのための双方向型視聴触覚メディア「公衆触覚伝話」の提案, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.25, No.4, pp.412-42, 2020.
- [2] 小野寺将, 三岳裕玄, 長谷川晶一, Panut Wibulpolprasert, Alfonso Balandra Antelis: 広範囲にわたる振幅と周波数の振動を用いた常時触覚通信, 第 24 回 日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 2019.
- [3] Takumi Katagiri and Yoshihiro Tanaka and Shimpei Sugiura and K. Minamizawa and J. Watanabe and D. Prattichizzo: Operation Identification by Shared Tactile Perception Based on Skin Vibration, 2020 29th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), pp. 885-890, 2020.
- [4] Hong Z., Reed, Charlotte M., Jiao, Yang, Perez, Zachary D., Wilson, E. Courtenay, Jung, Jaehong, Martinez, Juan S. and Severgnini, Frederico M.: Acquisition of 500 English Words through a TActile Phonemic Sleeve (TAPS)", IEEE Transactions on Haptics, Vol. 13, No.4, pp. 745-760, 2020.