



周期的な変動を付与した空気噴流による力触覚の同時提示

酒匂大輝¹⁾, 山崎陽一²⁾, 井村誠孝³⁾

1) 関西学院大学大学院 理工学系研究科 (〒 669-1337 兵庫県三田市学園 2-1, eyl88484@kwansei.ac.jp)

2) 関西学院大学 感性価値創造研究センター (〒 669-1337 兵庫県三田市学園 2-1)

3) 関西学院大学 理工学部 (〒 669-1337 兵庫県三田市学園 2-1)

概要: 本研究では, ユーザーと非接触な状態においても強い刺激を与えることが可能な空気噴流に着目し, 単一の機構で力覚と触覚を同時に提示可能なデバイス提案する. 力覚の提示にはエアコンプレッサーから噴出される空気噴流による直接的な圧を用い, 噴流強度に周期的な変動を与えることで触覚を刺激する. 周期変動はモーターと円板による開閉機構により付与する. 実験により, 人の感覚や材質感など多様な触感を生成できることが確認された.

キーワード: 力触覚 空気噴流 インタフェース

1. はじめに

力触覚提示デバイスの多くは力覚か触覚を提示するが, 人が対象物に触れるには, 両方の感覚が同時に刺激されることが一般的である. 複数の感覚を同時に提示することが可能になれば, 単一の感覚では再現不可能であった触感を生み出すことができる. 本研究では複数の感覚を提示するため, 空気噴流に着目する. 空気噴流は噴流自体の圧力により, デバイスから離れた位置においても力覚を提示することができる. 空気噴流に周期的な強度の変動をもたらすことで力触覚の提示を行い, 一つのデバイスで力覚と触覚の両方を提示可能なディスプレイを提案する.

また, 従来の力触覚提示デバイスの多くは, 手指にデバイスを装着する方式や, ディスプレイに直接手指で触れる方式を採用している. これらの方式には, デバイスが直接皮膚に接触するため強い提示刺激を保てるという利点があるが, ユーザーを拘束するため物理的制約が生じるという問題がある. 一方, 非接触方式の触覚ディスプレイはデバイスと皮膚が接触せず, ユーザーを拘束しないため, 提示における自由度が高いという利点がある. 本研究では, 空気噴流を用いることで非接触な状態での力触覚提示を実現する.

2. 関連研究

提示に用いる刺激物に周期的な変動を付与する方式には星野らのシャワーを用いた触覚刺激装置がある [1]. シャワーヘッドから出る水流をクランク機構により制御し, 振動触覚提示を行っている. 水流により体全体への提示が可能だが, 提示環境が限定的である. 橋本らは風覚を情報提示に利用するために必要な知覚特性について研究しており, 人間が指先で気づくことのできる風覚の閾値を検証し, 最小の刺激量や知覚できる強さの方向, 知覚誤差などを明らかにしている

Daiki SAKO, Yoichi YAMAZAKI, and Masataka IMURA

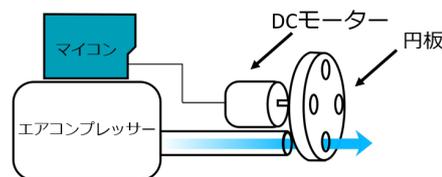


図 1: システム概要

[2]. 甲斐らは水が沸騰した際, 手をかざしたときに生じる指が持ち上げられるような圧覚に着目し, 新たな非接触の提示手法として提案している [3]. Hoshi らは超音波を放射する振動子を二次元的に配列した触覚ディスプレイを考案し, 三次元空間に任意の圧力パターンを生成している [4].

3. 提案手法

本研究では噴出する空気噴流に振動を付与し, 周期的な変動をもたらすことで力覚と触覚を提示するディスプレイを構築する. 図 1 に構築するシステムの概要を示す. エアコンプレッサーにホースを接続し, 空気噴流をホース先端から噴出する. ホースの先端に, 空気噴流の噴出方向と回転軸が平行になるように DC モーターを接続する. DC モーターの回転軸には穴の空いた円板を装着する. 円板が回転し, 円板に空いた穴が噴流を通し, 穴が空いていない部分で噴流を塞ぐことによって噴出口を高速で開閉する. モーターの回転速度をマイコンからの PWM 信号により操作し, 取り付けられた円板が噴出口を周期的に遮る変動周期を操作することで, 噴流自体の力覚に加え振動による触覚を提示する.

4. システム構成

振動を付与した噴流を生成するためにエアコンプレッサー, ホース, ギアードモーターでデバイスを構築した. 外観を図 2 に示す. 静音オイルレスエアコンプレッサー (TAKAGI 社製, 13L ACP-13SLA) にホースを接続する. ツ

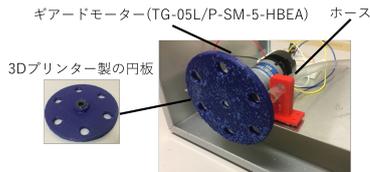


図 2: 提示部

カサ電工社のギヤードモーター (TG-05L/P-SM-5-HBEA) を固定し、モーターには円板を接続した。円板は 3D プリンターで作製し、直径 60mm で 6 つの穴が同心円状に等間隔配置されている。中心からあなまでは 23mm である。円板とモーターの固定にはシャフトカラーを用いている。円板の穴がをホースの先端に位置するよう設置する。モーターの回転速度の制御は FET (TOSHIBA 社製, 2SK2232) とマイコンボードの Arduino Uno R3 による PWM 信号を用いて行った。PWM 信号のモーターの回転速度は、FET に送信する、duty 比で制御するものとした。

5. 実験

提示される触感の特徴を明らかにするため、実験を行った。

5.1 実験手順

実験参加者は提示部に人差し指をかざし、提示される刺激に対しどのような感触であるか、どのように感じたかについて感想を述べ、その感想とその時点での指の位置を記録する。

提示部には定規を置き、手の位置を測った。PWM の値を duty 比 0.2, 0.4, 0.6 の全 3 通りとした。参加者は 21 歳から 22 歳までの男女 7 名である。エアーコンプレッサの吐出空気圧は 0.5MPa に設定した。

5.2 実験結果と考察

集計結果からから触感に関する感想を、人の感覚、材質感、風・圧の 3 つのカテゴリーに分け距離ごとにプロットした。提示部からの距離約 3cm 以内では、人が受け取る感覚に関連する「かゆい」や「こそばゆい」のような、言葉が多く見受けられた。提示部からの距離約 3~5cm では対象物に触れるような感覚が生じ、記述された言葉には「何かに触れている」や「粗い質感」のような対象物の性質に言及する言葉が見受けられた。さらに提示部から離れた位置では「圧」や「風」といった言葉が多く、噴流自体の特性が顕著に見受けられた。

6. おわりに

本稿では空気噴流に振動を付与することで、ユーザーにデバイスと非接触な状態で力覚と触觉を提示するディスプレイを提案した。アンケートの結果、提示部からの距離によって提示される触感の特性が異なることが示唆された。提示される触感には人が受け取る感覚や対象物に触れるような感覚から圧覚まで幅があった。今後は流量のシミュレーションと時間周期の計測を行うとともにパラメータと噴流の特性対応関係を調査する。

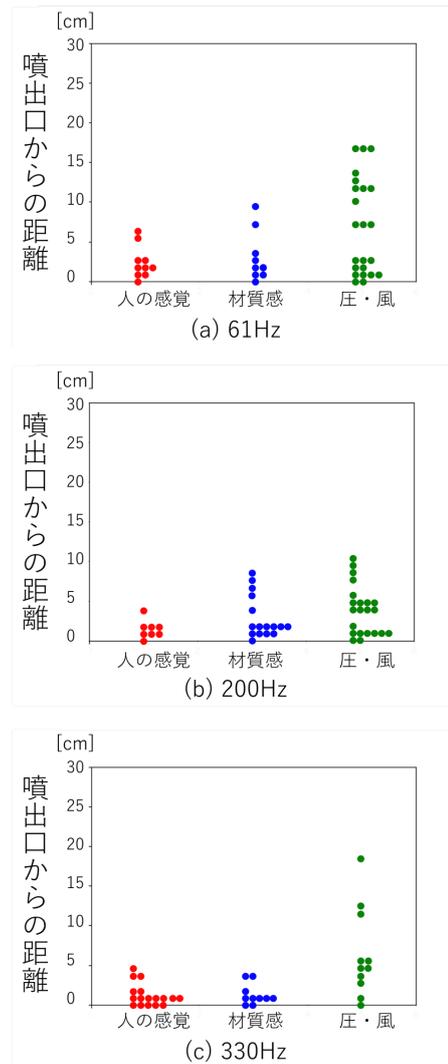


図 3: 得られた感覚の分布

参考文献

- [1] 星野圭祐, 高下昌裕, 梶本裕之, シャワーを用いた浴室での触覚刺激装置の提案, エンタテインメントコンピューティング (EC2014), pp.151-154, 2014.
- [2] 橋本渉, 今枝良司, 人間の指先における微風の知覚特性に関する研究, 映像情報メディア学会技術報告 Vol.29, No.20, pp.35-40, 2006.
- [3] 甲斐卓弥, 小島雄一郎, 橋本悠希, 梶本裕之, 蒸気圧覚に関する研究, 第 14 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 2009.
- [4] T. Hoshi, M. Takahashi, T. Iwamoto, and H. Shinoda: Noncontact Tactile Display Based on Radiation Pressure of Airborne Ultrasound, IEEE Transactions on Haptics, Vol. 3, No. 3, pp. 155-165, 2010.