

クラスタデジタル方式空気砲の時間制御による速度向上

小川 牧葉^{1,a)} 待田 航太郎^{1,b)} 大井 翔^{1,c)} 松村 耕平^{1,d)} 柳田 康幸^{2,e)} 野間 春生^{1,f)}

概要: 昨今のメディア作品は、香りを提示することにより臨場感を高め、作品のクオリティの向上を図っている。特に VR では、空間を移動するユーザの動きやシーンに合わせて、的確に顔面に香りを届ける性能が求められる。これらを満たす香り提示ディスプレイには、空気砲型デバイスがしばしば用いられる。しかしこれまで開発された空気砲型香りディスプレイでは、機械的構造により渦輪の性質が一意に決まってしまう。そこで園田らは一つの機械構造システムで様々な渦輪を生成することができるクラスタデジタル方式空気砲 (Cluster Digital Vortex Air Cannon:CDA) を開発した。本論文では、CDA を用いて様々な射出条件で渦輪を生成し、異なる性質の渦輪を評価する実験を行った。

1. はじめに

人類がどのように香りを脳内情報処理しているのかは、未だ明らかにされていない。そのため VR における香り提示は、ユーザの鼻部に直接提示したい香り物質を届ける他ない。空気砲型香りディスプレイは、ユーザの動作に合わせて香りを提示することができ、外部からの提示のため、ユーザはデバイスを装着する必要がないことから、VR における香り提示に適していると言える。しかし従来の空気砲型香りディスプレイは、その渦輪の大きさや速度等の性質が機械的構造に依存するため、ユーザの動きや作品のシーンに応じた香りを提示することが困難である。

園田らの開発したクラスタデジタル方式空気砲 (Cluster Digital Vortex Air Cannon:CDA) は、上記制約を様々な性質の渦輪を生成することができる [1]。CDA の射出部デバイスを図 1 に、システムを図 2 に示す。射出部デバイスのプロトタイプは図 1 中央で、CDA は 10 (cm) 四方の射出部プレート面を射出部とし、そこに複数の小さな空気射出孔が開いている。その射出部にチューブを介して電磁弁と高圧エアタンクを接続しており、電磁弁の開閉によって射出孔から空気を出すことができる。開閉時間と連動するタイミングをコントロールすることで、渦輪の性質の制御が可能になっている。また現在の射出部デバイスは図 1

右側にあるプレートで、3D プリンターで作成した枠に空気パイプを差し込む構造を採用した。また CDA は、香りの切り替えや、複数の香りを切り替えることも示されている [2]。さらにクラスタ方式の構造を利用して、圧縮空気駆動型空気砲を開発しており、流体シミュレーションを行っている [3]。本論文では、CDA によって射出孔から出す空気を制御することで様々な性質の渦輪を生成する手法について述べる。また渦輪を生成した直後に、さらに空気を出し渦輪を後押しすることで渦輪の速度を制御する手法を検討した。



図 1 射出部デバイス

2. CDA と従来空気砲との差別化

CDA の開発は従来の空気砲型香りディスプレイにはできなかったことを可能にした。まず空気砲の性能として、機械的構造を変更することなく、様々な渦輪を生成することができる。大きくて遅い渦輪や小さくて早い渦輪を一つのデバイスでそれぞれを打ち分けられる。他にも後に説明

¹ 立命館大学

² 名城大学

a) mogawa@mxdlab.net

b) kmachida@mxdlab.net

c) SHO.OOI@outlook.jp

d) matsumur@acm.org

e) yanagida@meijo-u.ac.jp

f) hanoma@fc.ritsumei.ac.jp

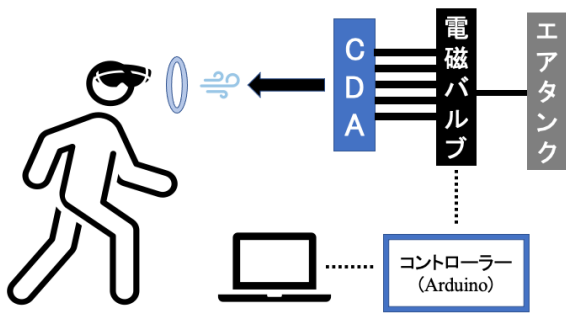


図 2 CDA のシステム

するシーケンシャル射出は CDA 特有のもので、従来空気砲のデバイス構造ではできないものである。また香りディスプレイとしての CDA は、香りをデバイス内に溜めるのではなく、漂わせた少しの香りを渦輪に乗せて射出するため、従来空気砲の課題であった香りの切り替えやデバイスに香料が残ってしまうような問題を解決することができる。

3. シーケンシャル射出による渦輪速度の制御

CDA は複数の射出孔から空気を出し、その集合体として一つの渦輪を生成する。シーケンシャル射出とは、上記のように渦輪を生成した後、さらに渦輪生成のための空気とは別のタイミングで空気を出し、先に生成した渦輪を後ろから押すことを言う。その仕組みを図 3 に示す。シーケンシャル射出による、渦輪を生成するための空気の射出を 1st 射出と言い、その渦輪を押出すための空気の射出を 2nd 射出とする。実験ではこのシーケンシャル射出を利用して渦輪の速度制御を試みた。

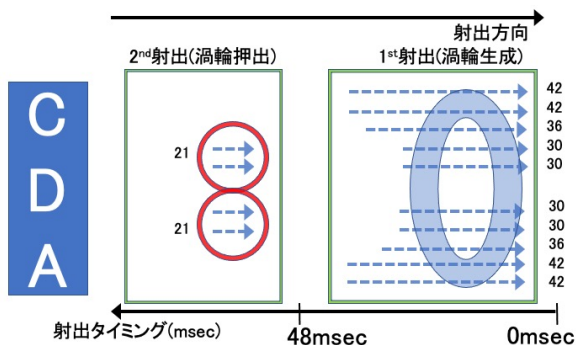


図 3 シーケンシャル射出の仕組み
※図中の数字はポートの開口時間 (msec)

4. 実験

図 4 に実際の実験環境を示す。CDA を固定した位置から 2.0 (m) の距離に的を設置し、設定した射出パラメータによる渦輪が、的に届くまでにかかる時間を計測した。使用する渦輪は、シーケンシャル射出を行わない通常射出の

射出パラメータの渦輪とシーケンシャル射出を行う射出パラメータの渦輪の二種類である。これらが的まで到達する時間を計測し、速度を比較する。

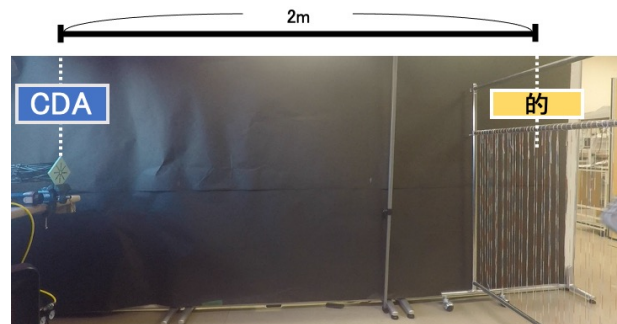


図 4 実験環境

5. 結果

実験の様子を図 5 に示す。図上はシーケンシャル射出の結果であり、図下は通常射出の結果である。2.0 (m) の位置への到達はシーケンシャル射出をしている方が早く、速度が早いことが分かる。

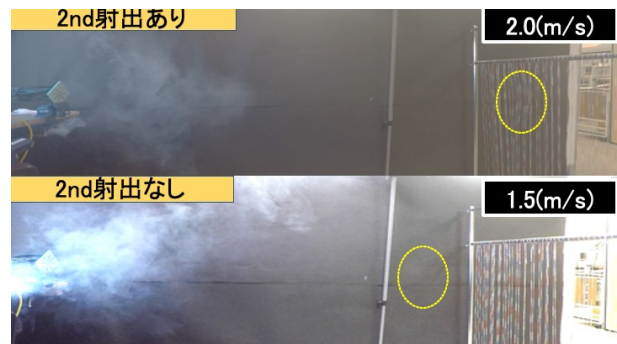


図 5 射出 1.0 秒後の様子

実験結果を図 6 に示す。計測した結果、シーケンシャル射出の場合は速度 2.0(m/s) となり、通常射出の場合は速度 1.5(m/s) となった。シーケンシャル射出を行うことで渦輪の速度を上げることができた。

6. まとめ

本論文では、CDA を用いて一つのデバイスから速度の異なる渦輪を生成した。シーケンシャル射出という CDA のみでできる手法は、一つのデバイスで性質の異なる様々な渦輪を打ち分けられる可能性を秘めている。2nd 射出の空気量によって渦輪の速度を制御できることも考えられるため、今後も実験を重ねる。

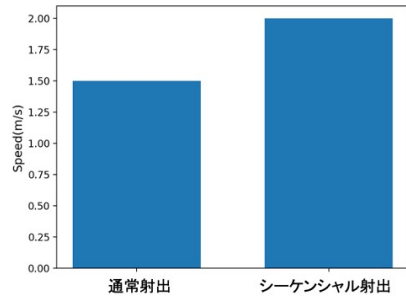


図 6 シーケンシャル射出の有無比較

謝辞 本研究は JSPS 科学研究費 20H04233 の助成を受けた。

参考文献

- [1] Yuma Sonoda, Koji Ohara, Sho Ooi, Kohei Matsumura, Yasuyuki Yanagida, and Haruo Noma. Fraxer: Fragrance mixer using cluster digital vortex air cannon. *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces*, 3 2019.
- [2] 小原光二, 園田祐馬, 大井翔, 松村耕平, 柳田康幸, 野間春生. クラスタ方式空気砲を用いた香りブレンディングマシンの開発. *インタラクション 2019 論文集*, pp. 765–766–, 2019.
- [3] 林崎智和, 渡辺久馬, 野間春生, 柳田康幸. 圧縮空気駆動型空気砲における渦輪制御に関する検証. *日本バーチャルリアリティ学会大会論文集*, 2020.