

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：34304

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K20329

研究課題名（和文）左右鼻孔間距離の能動的操作によるニオイ源定位能力拡張システム

研究課題名（英文）Enhanced odor source localization with control of the distance between the left and right nostrils

研究代表者

永谷 直久（Nagaya, Naohisa）

京都産業大学・情報理工学部・准教授

研究者番号：10636418

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：ヒトの匂い源探査行動における鼻孔間距離の影響を明らかにすることを目的に研究を行った。探査行動の移動軌跡解析からは、鼻孔間距離が狭いほうがニオイ源の追跡をしやすい傾向があることが示唆された。Covid19の蔓延により被験者を用いた実験が困難になったため、鼻孔位置及び鼻腔形状が呼吸に伴う匂い物質の伝搬にどのように関わるのかを明らかにするための嗅覚ダミーヘッドの開発に研究方針を転換した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

十分な研究成果は得られなかったが、人間の鼻の形状がニオイの知覚やニオイ源の探査行動にどのように影響するのかに取り組んだ成果は、VR空間内でのニオイ提示に援用できる。また、研究方針を転換して開発を進めている嗅覚ダミーヘッドの開発により、メガネが曇りにくいマスクや香りがわかりやすくなるグラスなどの開発に貢献できると考えている。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to clarify the effect of inter-nasal distance on human odor source exploration. The movement trajectory analysis of exploratory behavior suggested that narrower inter-nasal distance facilitated the tracking of odor sources. Since COVID-19 made it difficult to conduct experiments with subjects, the research strategy was changed to developing a dummy head to clarify how the nostril position and nasal cavity shape are related to the propagation of odorants associated with breathing.

研究分野：情報学・人間情報学

キーワード：能動的嗅覚 嗅覚ダミーヘッド 鼻孔間距離 行動軌跡計測

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

感覚インタラクション技術においては、ユーザの行動に対して得られる感覚情報に齟齬がないことを満たす必要があり、感覚ディスプレイには十分な解像度(表現能力)と時間応答、さらには知覚される刺激源の定位位置に対してユーザの違和感がないことが求められる。嗅覚インタラクションにおいては、ユーザであるヒトの解像度に相当するニオイの識別や認識(Identification)と、刺激源の定位であるニオイ源の定位(Localization)の2つの能力に関する知見が他の感覚に比べて少なく、嗅覚ディスプレイ開発や嗅覚インタラクション実現の障壁となっている。また、これまでの嗅覚ディスプレイで試みられてきたユーザの鼻孔付近に如何にニオイ物質を提示するのか、という設計思想では事前に準備したニオイ物質の組み合わせ以上のニオイを提示できないため、限られたインタラクションの実現に留まっていた。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、鼻孔が空間的により離れた条件や鼻孔間距離を動的に変化させた条件での知覚特性と、ニオイ源の探査行動がどのように変化するのかを評価し、ニオイ源定位における鼻孔位置の影響を明らかにすることである。

### 3. 研究の方法

本研究では、ヒトのニオイ源定位能力に関して、以下の2つの項目に着目して実験的にその特性を明らかにし、評価を行う。一般的に、感覚受容器の位置を替えたり左右を逆にすると、視覚や聴覚では大きな違和感を感じることが知られているが、嗅覚ではそのような不快感を感じるのに着目して実験する。

1) ニオイ源定位能力における左右鼻腔の空間的位置の影響

2) ニオイ源に対するヒトの動的探査行動による移動軌跡の計測

ニオイ源に対するヒトの動的探査行動による移動軌跡の計測では、ニオイ源定位能力および探査行動の評価を、刺激物質までの最短ルートからの拡散性という指標を用いて評価する。実験環境は初年度はVR空間内でのニオイ探査行動を、次年度は実空間内でのニオイ探査行動を対象として行う。

### 4. 研究成果

#### 【2019年度】

初年度である2019年度には、モーショントラッキングシステムを用いて両手先に鼻孔があるように調整し、バーチャルに鼻孔間距離および位置を動的に変化させてニオイを提示するシステムの開発と予備的な評価実験を行った。評価実験では鼻孔間距離を動的に変化させた条件での知覚特性と、ニオイ源の探査行動(手先の運動軌跡)がどのように変化するのかを評価し、移動軌跡の解析から鼻孔間距離が狭いほうがニオイ源の追跡をしやすい傾向があることが示唆された。一方で、エアポンプおよびチューブなどで構成されたニオイ提示装置に由来するニオイ提示までの時間遅れを軽減するための対策や、実験中に滞留するニオイ物質の除去などに関して、改良すべき点があることも明らかとなった。

さらに、本研究課題を遂行するための基盤技術である、エアポンプを用いたニオイ提示制御システムおよびモーショントラッキングシステムを用いた実験環境構築、移動軌跡計測と解析手法の確立という3つの取り組みにおいてそれぞれ応用研究の成果を挙げることに成功した。具体的には、エアポンプを用いた空気圧制御による摩擦力提示インタフェースの開発、モーショントラッキングシステムを用いた人の歩行方向制御装置の開発と評価、オカダンゴムシの移動軌跡解析による走光性の評価などを行った。

#### 【2020年度】

2020年度は、新型コロナウイルスの蔓延により、被験者を用いたニオイ提示実験の実施が困難になったため、被験者を極力用いない手法による研究実施方法へと転換を行なった。

具体的には、外鼻孔周辺および呼吸器系内の気流が呼吸によってどのように時間変化するのかの流体構造の解析を行うために、鼻腔や咽頭などの上気道呼吸器系構造を有した呼吸口ボットの開発を行うための設計・試作を行なった。精巧な呼吸器系を有した呼吸口ボットの開発は、生体内への適用が難しい粒子画像流速測定法(PIV: Particle Image Velocimetry)による呼吸器内の動画像解析を容易にするだけでなく、生体では正確に統制することが困難な呼吸間隔および吸気時間と呼気時間の割合を一定にすることや、吸気量や流速が制御可能となるため、同一条件における解析結果の精度向上につながると考えている。

試作した呼吸口ボットは、換気方式として電動ポンプや横隔膜を模したダイヤフラム型の機構ではなく、換気量の時間変化を簡単に制御するために、シリンダを複数本組み合わせる方式を採用した。シリンダはサーボモータとラックアンドピニオン機構による直線動作システムで動

作り、複数のシリンダを個別に電氣的に制御できる構成とした。上気道構造の造形は、光造形型の3Dプリンタを用いて行い、造形可能サイズの制約などから成人男性の平均サイズよりも小さいサイズのものを試作した。

#### 【2021年度】

2020年度までの2年間での研究計画であった本申請研究は、新型コロナウイルスの影響により研究計画を大きく見直し、1年延長したため2021年度が最終年度となった。

研究計画の見直しとしては、被験者を用いた実験がコロナ禍で難しいという環境的な要因があった。さらに、これまでの取り組みにおいて、嗅覚ディスプレイの設計指針となる、刺激の感覚受容器までの伝播特性が明らかになっていないため、最適な提示箇所や呼吸のどのタイミングで提示すればよいのかという問題に直面した。このため、被験者を用いずに従来の嗅覚ディスプレイで試みられてきたユーザの外鼻孔付近に如何にニオイ物質を提示するのかという設計指針をさらに発展させた、左右の鼻腔に対してニオイ物質を時間的空間的に制御する新しい設計指針を有した嗅覚ディスプレイの開発に着手した。

本年度は、光造形型3Dプリンタを用いた作成した頭部模型に対して、自作の換気機構から吸排気を行い、粒子画像流速測定法(PIV: Particle Image Velocimetry)を用いて定量評価を試みた。また、解析のための動画撮影を安定化させるために、アルミフレームなどを用いた測定環境の整備も行った。その結果、上気道経路を有した頭骨模型を用いた呼吸に伴う鼻からの排気(呼気)に関しては、流速や拡散特性などの定量的な評価が可能な実験環境の構築が行えたことを確認した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 川野雄基, 大槻圭一, 阿部真人, 永谷直久, 志垣俊介, 藤澤隆介	4. 巻 33-3
2. 論文標題 昆虫用運動補償装置を用いたオカダングムシの走光性の評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 システム制御情報学会論文誌	6. 最初と最後の頁 67-76
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Yuki Kawano, Masato Abe, Ryusuke Fujisawa, Shunsuke Shigaki and Naohisa Nagaya
2. 発表標題 Evaluation of Phototaxis of Pillbugs ( <i>Armadillidium vulgare</i> ) to Light Stimulus Intensity
3. 学会等名 The 3rd International Symposium on Swarm Behavior and Bio-Inspired Robotics (SWARM2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 若野達哉, 永谷直久
2. 発表標題 装着型靴底傾斜角度制御インタフェースの開発と歩行誘導への応用
3. 学会等名 エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀬尾和也, 永谷直久, 北村武也
2. 発表標題 接触面の空気圧制御によるペン型摩擦力提示インタフェースの開発
3. 学会等名 エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川野雄基, 大槻圭一, 阿部真人, 永谷直久, 志垣俊介, 藤澤隆介
2. 発表標題 オカダンゴムシに走光性はあるのか? -昆虫用運動補償装置を用いた光刺激強度に対する走光性の評価
3. 学会等名 第24回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------