

平成 30 年 8 月 31 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26330231

研究課題名(和文)映像・香り・気流の協調的表示技術とその応用に関する研究

研究課題名(英文) Research on Technique of Display with Harmonious Image, Scent and Air Current and Possible Applications

研究代表者

伴野 明 (TOMONO, AKIRA)

東海大学・情報通信学部・教授

研究者番号：90328104

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：嗅覚は記憶や情動に直接作用する感性の感覚情報であるため映像に連動するように香りを提示すると、高い臨場感や記憶の想起など様々な心理的效果が期待できる。しかし、マルチモーダルな情報提示は、提示される各感覚刺激が現実世界の場合と矛盾すると、違和感を生じるなどリスクもある。そこで、画面上の表示物の位置から空気や香りを利用者に向けて放出できる感性マルチメディアディスプレイ(KMMD)を設計・試作し、映像、香り、気流が現実世界と類似するように協調的に表示できることを示した。また、応用としてマルチモーダルコンテンツを制作し、臨場感が向上するなどの心理的影響を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Because the sense of smell is an information that directly acts on memory and emotion, when it is presented by being interlocked with image, high realistic sensation, memory recall and many other psychological effects can be expected. However, there is often the risk that the sensory stimulations by multimodal information presentation contradict those of the real world and cause a sense of incongruity. Therefore, we designed and experimentally manufactured a KANSEI Multimedia Display (KMMD) that can release air and scent from the position of something shown in a display toward users and verified that it could harmoniously present image, scent and air current in a similar way to the real world. Furthermore, we produced multimodal contents as an application and clarified KMMD's effect in increasing the realistic sensation.

研究分野：ヒューマンインタフェース

キーワード：マルチモーダルインタフェース 表示装置 感性マルチメディア 風触覚 香り提示 臨場感評価

1. 研究開始当初の背景

従来の視聴覚を中心とするインタフェースから、近年、それ以外の感覚を取り入れたマルチモーダルインタフェースと呼ばれる技術が進展している。嗅覚は記憶や情動に直接作用する感性の感覚情報であるため、視聴覚に嗅覚を加えたマルチメディアは感性マルチメディアと呼ばれ、匂いの検出、再生、伝送、及び、この応用が研究されている[1]。映像に連動するように香りを提示しようとする、シーンに合わせて香りを切り替える必要があるため、香りを拡散するのではなく、微量の香りの固まりを鼻孔付近に搬送する方式が望ましい。これにより、シーン切り替えの際の残香の影響を軽減できる。

従来システムは、ディスプレイの近くに香り発生装置を設置し、コンテンツに合わせて香りを制御する方式が多い。しかし、大きな香り発生装置は、設置場所が制約されることや目立ってしまい映像に没入しにくい問題がある。また、ディスプレイが大型になると、その脇に香り発生装置を設置した場合、利用者までの距離が長くなり、香りを利用者の鼻先に搬送する制御が難しい問題や、視対象と異なる匂いが提示されれば違和感が生じる問題もある。従って、映像と香りを一体的に提示しようとする、香り発生装置の存在が目立たないシステム構成技術、香りを搬送するための気流を精度よく制御する技術、視対象や吸気に合わせて香りの放出を制御する技術などが課題となる。

代表研究者らは、デジタルサイネージやVRなどへの応用をねらいとして、映像と香りを連動させて表示する装置(KANSEI Multimedia Display: KMMD と呼ぶ)を検討し、上記課題に取り組んできた。KMMD 構成技術としては、気体通過が可能な穴あき特殊画面を用い香り発生装置を画面の裏側に設置する構成を提案し、穴開きスクリーンとプロジェクタからなる表示装置を試作した[2]。この検討を通じ、香りが画面を介して利用者に提示できる基本原理を確認したが、利用者が居る方向に気流や香りの向きを適切に制御するには至らなかった。また、香り付き映像コンテンツを制作し、その心理的な効果について研究してきた。外部から香りを提示する場合、利用者が吸気状態のときでない限り香りを知覚できないので、人の吸気に合わせて香りを放出するいくつかの制御手段を提案し基本原理を確認し、香り知覚率を向上させるための技術課題を明らかにしてきた。

[1] Takamichi Nakamoto, "Human Olfactory Displays and Interfaces," IGI-Global, 2012.7.

[2] 伴野明, 感性マルチメディアディスプレイの試作と感性評価に関する研究, 科研費基盤研究C, 研究成果報告書 No.23500157, 2014.6.

2. 研究の目的

マルチモーダルな情報提示は、提示される各感覚刺激が現実世界の場合と異なると、違和感を生じるリスクがあることを考慮し、本研究では、画面上の表示物の位置から空気や香りを利用者に向けて放出できるKMMDを試作し、映像、香り、気流が現実世界と類似するように協調的に表示できる技術を目指す。気流の方向制御の精度を向上し、利用者への空気触覚提示を可能にする。また、応用としてマルチモーダルコンテンツを制作し、その心理的効果として臨場感、体感温度への影響などを明らかにする。また、KMMDの特性を活かしたコンピュータゲームなどについても可能性を検討する。

3. 研究の方法

前記目的を達成するため、3つのサブ課題を設定して進めた。

<平成26年>

(1) 映像・香り・空気触覚提示が可能な KMMD の構成法

映像・香り・気流からなるマルチモーダルコンテンツを提示するための表示装置を試作する。簾状スクリーンとプロジェクタを用いる。画面裏側には気流方向制御可能な特殊送風機構を試作し設置する。気流は利用者が風の向き、又は、香りが来る方向を知覚できる程度の精度を目標とする。

(2) 風触覚付きコンテンツによる吸気誘導と香り知覚率の向上

香り知覚率を向上させるには、利用者の吸気タイミングに合わせて香りを放出できれば望ましい。そこで、KMMD の多様な感覚提示機能を利用して、自然に能動的吸気動作が生じる状況を作り、香りを効率よく提示する方法を検討する。

<平成27年>

(1) 映像・香り・空気触覚提示が可能な KMMD の構成法

前年度試作の気流放出機構を改良する。気流方向制御にはブレード機構を用いるが、ブレードを回転した際の画面前方の気流分布を計測し、方向制御の精度を計測する。香りの切り替えが容易な構成の香り発生装置を設計・試作し、画面裏側に設置する。

(2) 風触覚付きコンテンツによる吸気誘導と香り知覚率の向上

前年度に続き、コンテンツにより誘導される吸気動作を利用した香り提示実験を行い、風触覚の有無による香り知覚率を調査する。

(3) マルチモーダルコンテンツの制作と心理的効果の検討

気流方向を制御できる特徴を活かしたコンテンツとしてバーチャル扇風機を検討する。3次元CGで扇風機を制作し、リアルタイ

ムで首振り動作できる環境を整える。また、風が感じられる映像に合わせて、画面裏側から風を放出する制御手段を検討する。コンテンツの鑑賞が体感温度に及ぼす影響についてクロスモーダル効果の観点から検討する。

<平成 28 年～29 年>

(1) 映像・香り・空気触覚提示が可能な KMMD の構成法

気流方向をコンピュータで制御し、画面前での香り強度を官能評価実験で計測する。

(2) 風触覚付きコンテンツによる吸気誘導と香り知覚率の向上

風で草木などの景色が揺れ、風が被験者の方向に流れるような印象の映像を用いる。これと連動するように被験者に風触覚を提示し、予測される吸気タイミングで香りを提示することによって香り知覚率が変化することを期待する実験を行う。

(3) マルチモーダルコンテンツの制作と心理的効果の検討

バーチャル扇風機の首振り運動と画面から放出される風方向の連動の精度を計測する。被験者実験によって、風触覚有無でバーチャル扇風機の臨場感、清涼感を評価する。夏場に涼しく、冬場に温かいと感じるコンテンツ制作に資することなどをねらいとして、自律神経系に影響しやすい映像コンテンツを制作し、体感温度への影響を調査する。更に、香り付きコンピュータゲームを試作し、香り提示の効果について考察する。

(4) 研究成果のまとめと残り課題の整理

KMMD構成法、効率の良い香り提示法、心理的効果などについて、図書や論文にまとめる。また、残された課題について整理する。

4. 研究成果

4.1 映像・香り・空気触覚提示が可能な KMMD の構成法

< KMMD の試作 >

画面を介して風や香りを放出するには、画面に多数の穴やスリットを設ける必要がある。大きな穴やスリットは画質を損なうため、既存の LED を画素に用いた大型表示装置の画素間隔を参考に画質に影響が少ない穴やスリットを検討した。穴を用いる方式は、気体は画面に垂直方向には流れやすいが、傾斜方向には穴を形成するパネルの壁が妨げになるため流れにくい問題がある。一方、スリット方式は、画面横方向に気流を遮るものが少ないので、風の方向を制御しやすい。

そこで、画面の一部に図 1 に示すような簾スクリーン部を有する表示装置を試作した(主な発表論文(2))。当該スリット方式は、将来的には横方向 LED アレイを縦方向に所定の隙間を設けて並べて画面を構成することを想定しており、試作装置は、当該想定に向

け基本的な気流制御特性を検証するための位置づけである。簾を含む画面には白ペンを塗布し、高輝度プロジェクタで映像を投影した。

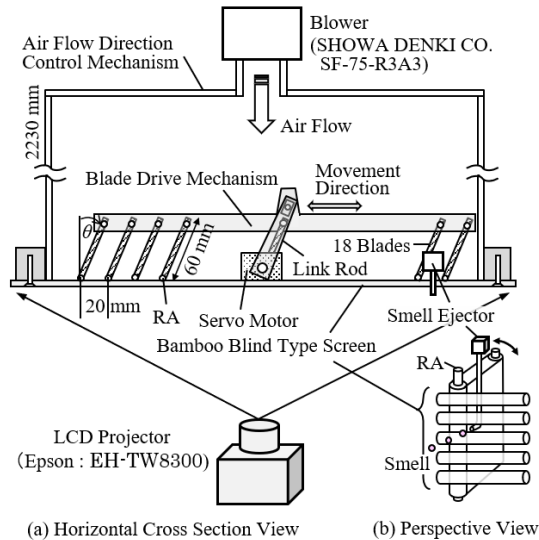


図 1 すだれ状スクリーンを用いた KMMD

当該画面の裏側には、空気箱を設け、箱の先端には、回転ブレード板 18 枚からなる気流方向制御機構を設けた。箱の後ろにはダクトを介して送風機を設けた。ブレード駆動機構は、リンク機構とサーボモータで構成され、サーボモータの駆動により、全てのブレードは協調して回転する。

香りは、香り発生装置で生成し、管などでスリット付近に運び、必要に応じて気流に乗せて利用者に提示した。必要な香りの種類に応じて、当該機構を個別に用意し、電磁弁などで切り替えて使用する。この方法は、スリット部で気流に香りを混入させるため、気流制御機構が香りで汚染されることが少なくメンテナンスが容易な利点がある。

< 気流方向制御特性 >

ブレード板による気流方向制御特性を調べるため、ブレード板の制御角度をパラメータとして、画面前方 15 か所において気流速度分布を計測した。ブレード機構を通過する気体は、概ね、ブレード板角度方向に流れる。

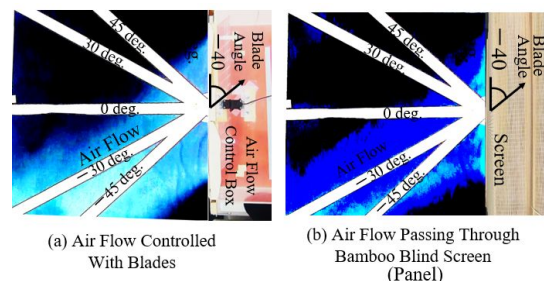


図 2 ブレードにより気流が変化の様子

気流方向制御機構に簾を被せると、気流分布は、ブレード板角度の延長より 10%程度内

側に偏ることがあるが(図2参照)これは気流がブレード板で曲げられ、簾を通過する際に一部が乱れるためと思われる。しかし、偏りは大きくなく、予め計測しておけば補正も可能である。以上の結果より、画面前の利用者をモニターカメラなどで検出できれば、当該利用者を選択的に気流を提示できることを明らかにした。

<空間選択的香り提示特性>

香りは一旦放出すると拡散する性質がある。残香が多いと次の香りを提示しても混在して別の匂いになってしまう。香り提示では、できるだけ少ない量を所定の空間に放出する制御が望ましい。そこで、図3(a)の環境で、香り知覚特性を調べた。香りの発生方法は、香料を小瓶に入れパイプで空気を流す強制揮発方式で、取り出した香りをパイプで簾スクリーンの裏側に導いた。小瓶内の香り蒸気は、ポンプスイッチの動作によって採取され、スクリーンから放出される気流に混ざり利用者近くに搬送される。ここで、搬送中にどの程度香りが広がるか、即ち、空間選択的香り提示特性を調べた。複数の被験者をスクリーン前方2mに配置し、簾スクリーンから所定の方向に気流を放出し、どの被験者がどの程度香りを知覚するかを調べた。

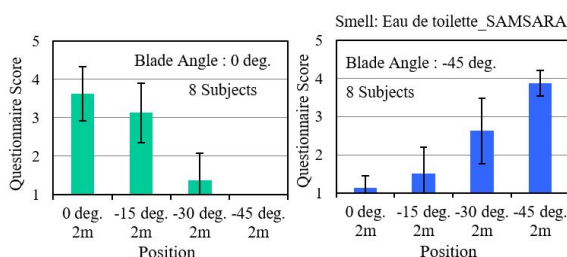
ブレード角は、0度、-45度で実験した。実験結果を図3(c)に示す。当該角方向の香り強度が最も強く、±15度まではある程度香りを知覚する。しかし、±30度を超えると殆ど知覚しない。このように、香りを所定方向に選択的に放出できる。少量の香りで嗅覚提示可能であれば、香りの切替えにも有利である。



(a) Environment of the experiment

(b) Perception and score.

4	Kind of smell can be clearly recognized.
3	Kind of smell can be somewhat recognized.
2	Smell is slightly perceived.
1	Smell is hardly perceived.



(c) Difference of smell perception according to observation place.

図3 香り知覚実験

4.2 風触覚付きコンテンツによる吸気誘導と香り知覚率の向上

KMMDの風触覚提示機能を利用して、コンテンツによって自然に能動的吸気動作が生じる状況を作り、香りを放出する方法を検討した。人は、風を知覚したとき、風の中に含まれる香りを効率的に嗅ごうと能動的な吸気動作を行うことがある。そこで、映像と気流で、画面内の物体から香りが放出されているかのようなシーンを生成し、そのタイミングで香りを放出することにより、香り知覚率向上を図った。バラ園映像を用い、バラ園を訪れた観客が花に顔を近づけた瞬間に風でバラが揺れるシーンを鑑賞中の被験者にバラの香りを提示した。その結果、風触覚に連動するように吸気動作が起き、香り知覚率も向上した(主な発表論文(1))。バラ園を訪れた観客になったかのような感情移入が生じた結果と思われる。

人が臨場感を得る要因としては、現実と同様な感覚刺激を提示する外的要因と共に、過去の経験などの内的要因が知られている。風触覚付き香り提示法は、実際に香りを伴うそよ風を感じるようなシーンの中で有効と思われるので、今後は、エピソード記憶を想起しやすいコンテンツの開発も課題となる。

4.3 マルチモーダルコンテンツの制作と心理的効果の検討

KMMDの特徴は、画面上の対象映像付近から利用者に向けて風を提示できる点である。この装置の特性が生かせるコンテンツとしてバーチャル扇風機を検討した。扇風機を3次元CGで制作し、首振り運動に合わせて風を放出することによって、被験者がそこに扇風機が存在を感じれば、KMMDが臨場感表現に有効である一つの証左になる。図4は制作したバーチャル扇風機の構成である。当該扇風機CGはパソコン上で実行され、プロジェクトで前記スクリーンに投影される。大きさは実寸大で、回転ファンの部分が、風が放出される簾スクリーン部に重なるように表示した。回転ファンの部分は、等速回転で、所定の角度に向けること(首振り運動)ができるようにした。被験者には、スクリーンに相対するように座ってもらい(視距離150cm)扇風機の羽を回し、首振りの連続動作を、映像のみの条件と、映像に毎秒2m程度の気流を伴う条件の2種類について1分間ずつ見てもらった。各条件で見終わった後、VR扇風機の印象に関するアンケート調査を行った。

その結果、気流を伴う条件では、風を適度に知覚し、涼しさも感じている。臨場感に関しては、その場所に扇風機を知覚するかの質問であるが、そのように知覚できる被験者が多い。違和感に関しては、CG扇風機映像と風

の位相のずれや触覚に矛盾を感じたかの質問であるが、矛盾は少なく、自然に感じている様子が分かる。

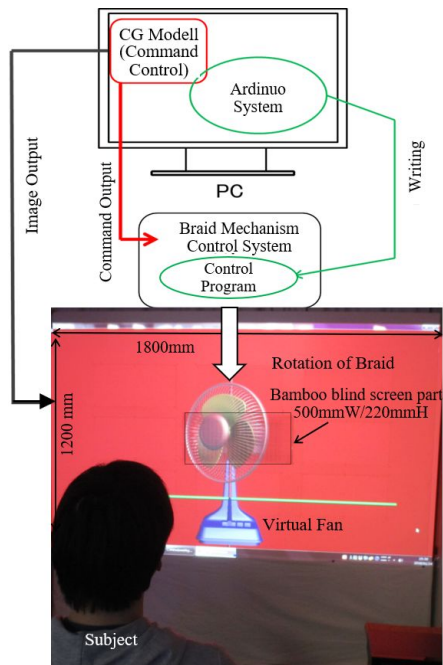


図4 VR扇風機とブレード機構との連動

次に、KMMDの香り提示機能の心理効果を調べる目的で、冬場の景色映像を用い、冷感作用のある香りを付加する条件と映像のみの条件で、体感温度の変化を調べる実験を行った。その結果、映像のみでは、鑑賞前に比べ平均1の低減効果、香り付き映像では平均1.5の低減効果が得られた。後者は映像と香りの相乗効果によるものと考察される。

更に、KMMDの応用として、各種の香り付きコンピュータゲームを試作した。香り提示によって空間認知の向上を図る神経衰弱トランプゲーム、良い香りを成功報酬とする神経衰弱トランプゲーム、香りを手掛かりに迷路を突破するゲームなどである。被験者実験により香り提示効果を計測中である。

4.4 論文・図書の出版

本研究に関連し、5.に示すような論文を発表した。また、研究期間内に行った研究成果をまとめて、図書「口・鼻・耳の感覚メカニズムと応用技術」(S&T出版社)の中で、「映像への香り付加提示法と心理的效果」と題して執筆した(主な発表論文(30))。

4.5 まとめ

視聴覚・嗅覚・風触覚情報を一体的に提示できるKMMDを試作し、基本特性を評価し、風触覚提示機能を活かしてバーチャル扇風機などを試作した。その結果、以下を明らかにした。

(1) 画面の一部に簾スクリーンを用い裏面に

気流方向制御機構を設けた構成により、利用者が居る方向に選択的に風や香りを放出できる。香りを特定の方向に放出できるので、使用する香料も少なく済み、映像シーンに合わせて香りを切り替える際にも有利と思われる。

(2) バーチャル扇風機を用いた実験では、映像と風刺激が矛盾なく提示されると臨場感や清涼感の向上に繋がる。

(3) 寒冷地映像を提示すると体感温度は低下し、清涼感のある香りを組み合わせると相乗効果で体感温度は更に低下する傾向が見られた。

(4) 多様な感覚提示機能を用いることで、魅力的なゲーム制作が期待できる。

以上、概ね当初計画通り実施し、所望の結果を得た。今後は、大型の薄型LEDパネルを用いたKMMDへの発展を期待したい。また、感性マルチメディアは、クロスモーダル効果や記憶向上効果など様々な可能性があるため、これらへの応用も検討したい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者に下線)

[雑誌論文](計23件)

- (1) 伴野明, “風発生可能な映像表示装置と吸気誘導による香り提示法, 感性マルチメディアコンテンツ制作を目指して,” 日本工業出版、月刊「画像ラボ」, G1606-25, pp.51-58, (2016.10).
- (2) 伴野啓介, 伴野明, “気体通過型映像表示装置によって生成される清涼感心理効果,” 電気学会論文誌E, IEEJ Trans. SM, Vol. 138, No. 8, pp.1-11, (2018.08).
- (3) Keisuke Tomono, Rei Shu, Mana Tanaka and Akira Tomono, “Image Display System Using Bamboo-blind Type Screen that Can Discharge Smell,” Proceedings of SIGMAP 2014, pp.248-254, (2014.08).
- (4) Akira Tomono, Mana Tanaka, Rei Shu, Keisuke Tomono, “Food Image Presentation System that Discharge Smell Through Screen and Psychological Effect,” Proceedings of SIGMAP 2014, pp.261-268, (2014.08).
- (5) Mana Tanaka, Rei Shu, Rie Shinohara, Keisuke Tomono, Akira Tomono, “KANSEI Multimedia Display System That Can Control Smell Discharge Direction and the Psychological Effects,” Proceedings of the 21st IDW, pp.925-928, (2014.12).
- (6) Keisuke Tomono, Mustafa Z Ozel, Avtar S Matharu, James H Clark, Mana Tanaka and Akira Tomono, “Application of Starbons on Olfactory Display,” Proceedings of Digital Olfaction Society World Congress 2014, No.49, (2014.12).
- (7) Rei Shu and Akira Tomono, “Kansei Multi-Media Display That Uses Air to Express a Sense of Touch and the

- Application of a Virtual Fan,” Proceedings of SIGGRAPH, VRCAI 2015, No.53, pp.1-2, (2015.10).
- (8) A. Tomono, K. Hirano, R. Enomoto, “Methods of Studying Idioms Using KANSEI Multimedia,” Proc. SIGGRAPH, VRCAI 2015, No.46, pp.1-2. (2015.10).
 - (9) 伴野明, 飯野裕貴, 田中真奈, 石川琢康, “香り付き食品映像提示装置の提案と心理的効果,”HIシンポジウム2014論文集, No. 2506P, pp.533-538, (2014.9).
 - (10) 伴野明, 杉山葉月, 福永俊一, “感性マルチメディア視聴による体感温度の変化と自律神経系計測からの考察,”HIシンポジウム2014, 2508P, pp. 543-546, (2014.9).
 - (11) 伴野明, 高梨将也, 鄒玲, 伴野啓介, “すだれ状スクリーンを用いた香り付き映像表示装置の感性主観評価,”HIシンポジウム2014, 2510P, pp. 551-556, (2014.09).
 - (12) 田中真奈, 飯野裕貴, 石川琢康, 伴野明, “NIRSを用いた香り付き食品映像広告の臨場感評価,”HIシンポジウム2014論文集, No. 3242, pp. 815-820, (2014.09).
 - (13) 伴野明, 石川琢康, 田中真奈, 飯野裕貴, “香り付き映像提示における瞳孔径変化と自律神経系変化の計測,”HIシンポジウム2014, No. 3243, pp. 821-824, (2014.09).
 - (14) 鄒玲, 伴野啓介, 高梨将也, 門脇匡吾, 伴野明, “香る風が通過する簾状スクリーンを用いた映像表示装置の検討,”HIシンポジウム2014, No. 3244, pp. 825-830.
 - (15) 伴野明, 過足真理, “調理映像シーンが脳活動に及ぼす影響,”HIシンポジウム2015論文集, No.1333, pp.195-198, (2015.09).
 - (16) 伴野明, “香り付き映像提示法と心理的影響の検討,”平成27年電気学会全国大会シンポジウム (S28 嗅覚インタフェースの新展開), No.3-S28-4, pp.13-16, (2015.3).
 - (17) 伴野明, 澤井美雪, 大木真司, “映像提示の自律神経系への作用と体感温度への影響,”HIシンポジウム2015論文集, No.2516P, pp.603-606, (2015.09).
 - (18) 伴野明, 西口葵, 重田直秀, 鄒玲, “気流通過型映像表示装置を用いたバーチャル扇風機の試作,” HIシンポジウム2016論文集, No.P-09, pp. 887-880, (2016.09).
 - (19) 伴野明, 朝田行登, 吉田直矢, “没入感の違いが体感温度に及ぼす影響,”HIシンポジウム2016, No.P-10, pp. 881-884.
 - (20) 伴野明, 中元綾介, 田後耕平, “摂食対象への快・不快音付加が摂食意欲に及ぼす影響,”HIシンポジウム2016論文集, No.P-13, pp. 893-896, (2016.09).
 - (21) 伴野明, 遠藤豪, 樋口慶太, “音楽映像の嗜好性が自律神経と体感温度に及ぼす影響,”HIシンポジウム2017, pp.395-398.
 - (22) 伴野啓介, 山田竜也, 牧野大翔, 田中真

- 奈, 伴野明, “匂い付き摂食映像の臨場感が記憶に及ぼす影響に関する一考察,”HIシンポジウム2017, pp.399-402, (2017.09).
- (23) 伴野明, 松島大士, “摂食時・調理時の視聴覚情報提示が食欲に及ぼす影響,”HIシンポジウム2017, pp.403-406, (2017.09).

〔学会発表〕(計6件)

- (24) 田中真奈, 伴野明, 他, “香り提示による食品映像の臨場感向上に関する検討,” CAVE研究会2014, 2014.11.01発表.
- (25) 鄒玲, 高梨将也, 伴野啓介, 伴野明, “感性マルチメディアディスプレイ(KMMD)を用いたバーチャル扇風機の検討,” CAVE研究会2014, 2014.11.1発表.
- (26) 菊島理紗子, 伴野明, “香り付きコンピュータゲームの試作とバーチャルリアリティ教材への可能性,”第80回CG・可視化研究会, CAVE研究会, 2017.11.1発表.
- (27) 鄒玲, 倉田和夫, 伴野明, “風触覚・視聴覚ディスプレイの構成とバーチャル扇風機の提案,”映像情報メディア学会年次大会, 2015.8.26(発表), 東京理科大学.
- (28) 伴野明, 菊島理紗子, “VR教材に向けた香り付き神経衰弱ゲームの試作,”2017信学会,基礎・境界ソサイエティ講演会, 2017.9発表,都市大学.
- (29) 伴野明, 財前昌幸, 西口葵, “風触覚・嗅覚を提示可能な映像表示装置とVR涼風機の癒し効果,”2017信学会,基礎・境界ソサイエティ講演会, 2017.9発表.

〔図書〕(計1件)

- (30) 伴野明, “映像への香り付加提示法と心理的効果,”口・鼻・耳の感覚メカニズムと応用技術, 第4章, 4節, pp.1-20, S&T出版(株), 2018.02.

〔産業財産権〕なし

6. 研究組織

- (1)研究代表者
伴野明 (TOMONO AKIRA)
東海大学・情報通信学部・教授
研究者番号: 90328104
- (2)研究分担者 なし
- (3)連携研究者 なし