

トモノ ケイスケ

氏 名 伴野 啓介

学 位 の 種 類 博士（工学）

学 位 記 番 号 博第313号

学 位 授 与 の 日 付 2022年9月7日

学 位 授 与 の 条 件 学位規則第4条第2項該当 論文博士

学 位 論 文 題 目 風・香りを放出できる感性マルチメディア表示装置と心理的効果に関する研究

(Research on KANSEI Multi-Media Display that can emit wind and scents and its psychological effects)

論 文 審 査 委 員

主 査 教授

石橋 豊

教授 内匠 逸

准教授 布目 敏郎

教授 柳田 康幸

(名城大学)

論文内容の要旨

マルチモーダル情報を用いた空間表現において、嗅覚情報や体性感覚情報の利用が注目されている。視聴覚情報のみの場合は論理的な思考になりやすいが、嗅覚は記憶や情動に直接作用する感性の感覚情報であり、体性感覚もその場に居る感性を助長する感覚情報である。そこで、視聴覚にこれらの感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、臨場感向上など、様々な心理的効果を期待する研究が進んでいる。

感性マルチメディアは、新たな産業を生み出す潜在力を有しているが、多くの刺激を組み合わせて用いるため解決すべき課題は多い。健全な人の脳は、五感情報の相互作用にもとづく総合的な判断により快適な行動を維持しようとしているため、視聴覚情報に香りなど他の感覚情報を付加しようとする際に最も注意しなければならないことは、視聴者に実世界と乖離した情報を与えないことである。従って、感性マルチメディアを実用的なものにするには、映像と香りを一体的に提示できる表示装置 (Kansei Multi-Media Display ; KMMD と呼ぶ)、及び、この心理的効果に関する研究は重要な課題である。

そこで、本研究では、(1)映像と風や香りを一体的に表現できる KMMD の構成法を提案しその基本的特性を明らかにすること、(2)KMMD の特徴を活かしたコンテンツの制作とその心理的効果を明らかにすること、(3)KMMD のデジタルサイネージへの応用を図り香り付き映像の有効性を明らかにすることの 3 つを主要課題として検討を進めた。

本論文は、全 9 章で構成されており、上記課題(1)は、第 2 章、第 3 章、第 4 章前半に対応し、(2)は、第 4 章後半、第 5 章、第 6 章に対応し、(3)は、第 7 章、第 8 章に対応する。

第1章では、マルチメディアの中で感性を扱うことの重要性を述べ、視聴覚情報に風触覚や嗅覚情報を組み合わせた感性マルチメディアを扱うことができる既存の表示装置を調査し、性能向上のための課題について述べた。次に、臨場感の定義とこれを実現するための要因を調査し、高臨場感を得るための表示装置やコンテンツ制作に関する課題を述べた。

第2章では、風や香りを映像と一緒に提示するため、画面に小さな穴やスリットを設け、画面裏側から気流や香りを画面前方に放出できるKMMDの基本原理を提案し、多数の小孔を有する小型LED表示パネルを用いてその原理を確認する実験について述べた。

第3章では、スクリーンに小孔や隙間を設け映像を投影する方式の大型KMMDを試作し、気流の画面通過特性、及び、隙間を設けることによる画質への影響を調べる実験について述べた。簾状スクリーンの裏側にブレードを用いた気流方向制御機構を設ける構成では、ブレードの回転により気流や香りを所定の方向に提示できることを示した。更に、LED等を簾状に並べる画面構成では、画面サイズを大きくすることで、所望の映像品質を確保しつつ風や香りを一緒に提示するシステムが実現できることを試算により示した。

第4章では、気流の向きを制御できる大画面KMMDを試作し、2種類の清涼感映像コンテンツを提示し臨場感を評価する実験について述べた。バーチャル扇風機の制作では、羽ユニットの首振り運動に合わせて風触覚を矛盾なく提示することで臨場感は大きく向上することを示した。また、厳冬期コンテンツ鑑賞実験では、体感温度、及び、末梢の皮膚温度が低下すること、清涼感のある香りを付加すると影響は助長されることなどを示した。

第5章では、食品映像コンテンツの臨場感について、4種類のコンテンツを制作し、食欲向上と臨場感を関連付けると共に、唾液流量との関係に着目し、唾液分泌に伴う脳活動変化を捉える実験について述べた。その結果として、臨場感とこめかみ付近の脳血流変化との間に高い相関があることを明らかにした。

第6章では、被験者の向正面の映像投影場所から香りが放出されるKMMDを用い、2種類の料理映像を被験者に提示し、唾液流量、視線、瞳孔径、自律神経系、脳血流の変化を同時に計測し、それらを分析する実験について述べた。香り提示は、目の前にあたかも食べ物が存在する感覚（臨場感）の向上、唾液流量の増加をもたらすことを示し、また、食欲と生体反応計測結果との相関から臨場感の客観的評価に可能性があることを示した。

第7章では、香り付き映像をデジタルサイネージに適用する場合の効果を調べるために、スクリーンを9分割し9種類の映像コンテンツを提示できるようにした模擬デジタルサイネージを試作し、被験者の注視特性を分析する実験について述べた。香り付き映像は、香りなし映像に比べ、注視回数、注視時間が増加し、視線移動が少なくなり、被験者の注目を高める効果があること、ポジティブな印象が高まることなどを明らかにした。

第8章では、香り付き映像がデジタルサイネージの付加価値向上に有効であることを示すために、没入型VR技術で生成されたバーチャルタウンにおいて、香り付きサイネージへの注視特性を調べる実験、及び、香り付きサイネージの注視が、当該商品の記憶やその後の注視行動に与える影響について述べた。香り付きサイネージは注目されやすいこと、記憶に残りやすいことなどを示した。

第9章は結論であり、各章で得られた知見をまとめた。更に、本論文の前記主要課題(1),(2),(3)の全てに解答を示し、現状の到達点と今後の課題について整理した。

論文審査結果の要旨

本論文は、映像と香りを一体的に提示できる表示装置（Kansei Multi-Media Display: KMMDと呼ぶ）、及び、その心理的効果に関する七つの研究成果を詳述しており、全9章で構成されている。解決すべき技術的課題は、以下の三つに整理できる。

第1の技術的課題は、映像と風や香りを一体的に表現できるKMMD構成法を明らかにすることである。この課題に関しては、先ず第1章において、研究背景、研究の位置づけ、従来技術の課題が述べられている。特に、マルチメディアの中で感性を扱うことの重要性が説明され、視聴覚情報に嗅覚や触覚情報を組み合わせた感性マルチメディアを扱うことができる既存の表示装置が調査され、性能向上のための技術課題が整理されている。次に、臨場感の定義とこれを実現するための要因が述べられ、高臨場感を得るための表示装置やコンテンツ制作に関する技術課題が説明されている。

第2章では、風や香りを映像と一緒に提示するため、画面に小さな穴やスリットを設け、画面裏側から気流や香りを画面前方に放出できるKMMDの基本原理が提案され、多数の小孔を設けた薄型LED表示パネルを用いてその原理を確認する実験が行われている。香りは画面を通過して視聴者に提示されること、映像提示中は穴の存在は気にならないこと、気流の方向制御には画面に設ける穴の形状が課題となることなどが示されている。

第3章では、第2章の穴の形状に関する課題を受け、画面横方向に隙間を設ける特殊スクリーンにプロジェクタを用いて映像を投影する方式のKMMDを試作し、気流の画面通過特性、及び、隙間を設けることによる画質への影響を調べる実験が行われている。簾状スクリーンの裏側にブレードを用いた気流方向制御機構を設ける構成では、ブレードの回転により気流や香りを所定の方向に提示できることが示されている。また、LED等を簾状に並べる画面構成では、画面サイズを大きくすることで、所望の映像品質を確保しつつ風や香りを一体的に提示するシステムが実現できることが試算により明らかにされている。

従来、画面を介して風を提示する表示装置は試作されているが、画面を通過する気流の方向を制御して視聴者の鼻先に香りを提示できる表示装置は存在しない。従って、上記KMMDの構成は新規性に富み、また、デジタルサイネージなどの大型表示装置への展開を目指した研究アプローチは工学的有用性が高いと評価される。

第2の技術的課題は、KMMDの特徴を活かした感性マルチメディアコンテンツの制作とその心理的効果を明らかにすることである。この課題に対しては、第4章において、第3章の方式を改良した大画面KMMDを行い、2種類の清涼感映像コンテンツを提示し、臨場感を評価する実験が行われている。バーチャル扇風機コンテンツを用いた実験では、羽ユニットの首振り運動に合わせて風触覚を矛盾なく提示することで臨場感は大きく向上することが示されている。また、秋・冬・春の清涼感の異なるシーンを並べた季節映像コンテンツを用いた実験では、厳冬期のシーン鑑賞により、体感温度、及び、末梢の皮膚温度が低下すること、清涼感のある香りを付加すると影響は助長されることなどが明確にされている。

また、第5章では、食品映像コンテンツの香り有無条件による臨場感の違いを客観的に評価するため、

視聴時の脳活動変化を調べる実験が述べられている。食欲と臨場感を関連付けると、臨場感の上昇に伴って唾液流量が増え、こめかみ付近の脳血流変化も増大すること、香り付きでは助長されることが示されている。

更に、第6章では、被験者の向正面の映像投影場所から香りが放出されるKMMDを用い、香り付き料理映像（すき焼き）を被験者に提示し、唾液流量、視線、瞳孔径、自律神経系、脳血流の変化を同時に計測し、分析する実験が行われている。香り提示は、目の前にあたかも食べ物が存在する感覚（臨場感）の向上、及び、唾液流量の増加をもたらすことが明らかにされている。また、食欲に関するアンケート結果と前記生体反応計測結果との相関から臨場感の客観的評価に可能性があることが示されている。

臨場感の客観的評価は難しい課題であるが、上記実験結果は、コンテンツを限定すれば、臨場感の上昇に伴う生体反応を捉えることで臨場感を操作的定義に変換でき、計測値から臨場感を客観的に評価できることを示している。認知心理学的にも貴重な知見を提供しており、高く評価される。

第3の技術的課題は、KMMDのデジタルサイネージへの応用を図り、香り付き映像の有効性を明らかにすることである。この課題に関しては、第7章において、KMMDのスクリーンを9分割し9種類の映像コンテンツを提示できるようにした模擬デジタルサイネージを用い、被験者がスクリーン中央の映像と向き合う環境において香り有無の2条件で注視特性を分析する実験が述べられている。香り付き映像は、香りなし映像に比べ、注視回数、注視時間が増加し、視線移動が少なくなり、被験者の注目を高める効果があること、広告映像としてポジティブな印象が高まることが明らかにされている。

また、第8章では、没入型VR技術で生成されたバーチャルタウンにおいて、香り付きサイネージへの注視特性を調べる実験、及び、香り付きサイネージの注視が、当該商品の記憶やその後の注視行動に与える影響を調べる実験について述べられている。香り付きサイネージは注目されやすいこと、注目されたサイネージは記憶に残りやすく、次の場所に移動した場合でも、当該サイネージに関連する商品は引き続き注視される傾向（プライミング効果）があることなどが示されている。

デジタルサイネージは、人の行動計画を支援する分野の映像表示装置として大きな発展が期待されており、上記実験結果は、デジタルサイネージの付加価値向上に貢献する有益かつ貴重な知見を提供しているものであり、高く評価できる。

第9章は結論であり、各章で得られた知見がまとめられ、更に、前記主要課題に関して、現状の到達点と今後の課題が述べられている。

以上、本論文の成果は、高臨場感映画、バーチャルリアリティ、デジタルサイネージなどの分野への適用が考えられ、感性マルチメディアの普及を加速するものであり、大きな進展をもたらすことが期待できる。したがって、本論文は博士（工学）の学位を授与するのに十分な価値があると判断する。