

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：32689

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26540108

研究課題名(和文) 触れ合い Fog Boxによる共創表現の遠隔支援

研究課題名(英文) Remote support of co-creative expression with interactive Fog Box

研究代表者

三輪 敬之 (Miwa, Yoshiyuki)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：10103615

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、霧空間を互いが出会い、つながりあう場所とすることにより、遠隔地間での共創表現の実現を目指した。そのために、霧呈示、映像メディア呈示、遠隔通信の機能を1つにパッケージ化したポータブルな霧ディスプレイ装置(Fog Box)と、ドーム形状の霧を噴出し、そこに映像メディアを呈示するMassive fog displayを開発した。そして、霧空間の媒介によって、互いに触れ合っている感覚が強められることや、感性が触発されて身体表現の共創出が促されることなどを実験により明らかにし、これらが共創表現の遠隔支援に有効であることを示した。

研究成果の概要(英文)：This study aims to realise a co-creative expression at remote locations by having people meet and be connected in a space where fog is generated. For that purpose, we have developed the Fog Box, a portable fog display having a fog generation, a video media projection and a telecommunication functions in one package, and the Massive Fog Display, a device that generates dome-shaped fog where video media can be shown. The experiment revealed that the feeling of touch by each participant was strengthened, and their Kansei were stimulated which resulted in promotion of a co-creation of embodied expression through the effects of fog space. Hence it has been proved that these display devices are effective in support of co-creative expression at remote locations.

研究分野：共創システム

キーワード：共創システム 身体表現 インタフェース 表現メディア コミュニケーション 場 霧

1. 研究開始当初の背景

これまでに、申請者らは手のひらを直接触れ合わせながら、思いを送りあう“手合わせ表現”のダイナミクスについて研究し、表現の共創においては、受け手と送り手が一体となるために“場の働き”が必要になることを明らかにした。そして、この場の働きによって互いの表現の先読みが可能になり、表現の合致が起こることを理論的に考察した[1]。この際、合わせた手が離れても、場の働きに含まれているならば、つながり感や共存在感は維持され、表現を持続し深めていくことが可能である[2]。しかしながら、このような場の働きは身体と非分離な関係にあるため、離れた場所にいる相手と場を共有することは技術的に困難な課題とされてきた。そのため、遠隔地間での身体的な共創表現の実現に技術的に成功した例は見当たらない。そこで、この問題を克服するために申請者らは、霧の述語的、場所的ともいえる働きに注目した。それは、申請者らが子どもたちを対象に行った霧ディスプレイの体験デモ展示において、霧メディア空間のなかから遊び場が生まれ、多様な身体表現が子どもたちの内から引き出されることが分かってきたからである[3]。このことは霧空間をメディア化し、離れた場所間で共有することによって、場の創出が起こる可能性を示唆するものである。

以上より、霧ディスプレイと申請者らがこれまで研究してきた影メディア技術の成果をモバイル通信技術と発展的、創造的に組み合わせることによって、“表現で出会い、表現でつながる”ことが可能な Fog Box の設計、開発の見通しが得られたのである。

2. 研究の目的

離れた場所間で、手や指を触れ合ったり、3次元的に動かしたりして、同時的、相補的に表現を創り合っていくモバイル通信デバイスの開発を目指す。それには、“表現の場”を生み出す述語的(場所的)なメディアが必要になると考えられる。そこで、霧に着目した。霧は自ずと触りたくなるため身体の動きを引き出す働きがある。さらには、その奥に相手の存在や空間の広がりを喚起させる働きもある。本研究ではこのような霧の述語性を活かした小型でポータブルな装置(Fog Box)やマッシブな霧ディスプレイ装置を開発し、“私”や“あなた”の個別的な表現から“私たちの表現”を遠隔地間で創出させることを実現する。この挑戦的な試みは共創表現に向かう身体的インタラクション実現の道を開拓するものである。

3. 研究の方法

上述した共創表現に向かう身体的インタラクションの実現に向けて、本研究では、主に、(1)小型でポータブルな霧ディスプレイ(Fog Box)の開発と、(2)Massive Fog Displayの開発を行うことにした。前者(1)で

は、霧ディスプレイシステムを小型化、モバイル化し、いつでもどこでもネットワークに接続できる機能を実装した Fog Box (Mobile Fog Media) の開発を行った。さらには、自然性を有する霧そのものを表現メディアとすることで、霧を介して身体の動きやイメージの創出を促すことを着想し、それを踏まえ、霧の流れをメディア空間に取り込み、霧そのものと対面でインタラクションできる Fog Box (流れる Massive Fog Media) を開発した。後者(2)については、ドーム状の形をした霧を3次元的に噴出し、そこに映像投映を試みることで霧の中で体験者同士が表現を行い、霧という場所の中でつながりあっていくことが可能なシステムの開発に取り組んだ。具体的には、Massive Fog Display の開発と、それを活用した遠隔コミュニケーションシステムの構築を行った。

4. 研究成果

(1) 小型でポータブルな霧ディスプレイ(Fog Box)の開発

① Mobile Fog Media の開発

上述した Mobile Fog Media を実現するためには、霧呈示、映像投影などのユニットをパッケージ化することが必要になる。そこで、霧呈示部、映像投影部、身体情報計測部、遠隔通信システム部のすべてを外装に詰めることで持ち運びを可能とした Fog Box を開発した。

本装置は、霧生成部、霧噴出部、計測機器、電源回路部、映像投影部から構成される(図1)。霧生成部(306×138×112[mm])は、底面に3個設置した超音波霧化素子(φ30[mm]、平均霧化量 575[cc/hr])により霧を生成し、生成された霧粒子は装置側面に設置されたDCファン(最大風量 0.082[m³/min])によって、霧噴出部に送られる。Fog Box の霧噴出部はファンを2列設置し、その間から霧を通すことで霧をファンの風(空気)で挟み込み、幅 112[mm]の噴出口から、厚さ 10[mm]高さ 200[mm]の層状霧を生成可能としている。なお、著者らの研究より、霧ディスプレイを複数枚連続的に呈示することで多数の結像点が創り出され、奥行き感や立体感が創出されることが分かっている。そこで、24[mm]間隔で3層の霧層を生成可能とした。また、身体情報計測用の Leap Motion (Leap Motion 社製)を霧噴出部に設置可能とすることで、指先や手の動きを3次元計測している。電源回路部は、家庭用電源(AC100V)から電力供給し、超音波霧化素子とDCファンの電力を確保している。次に、映像投影部では、霧層に映像を投影する際、整流されている部位に映す必要があるため、5度刻みでプロジェクタ(Panasonic 社製)の投影角度を変更可能な台を製作することで上下方向の調節を可能とした。以上の装置からなる霧ディスプレイ生成ユニットを外装(木製)に収めることで、展開時の大きさを 442×582

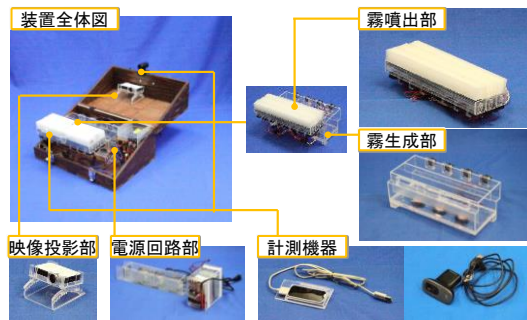


図1 Mobile Fog Mediaの構成

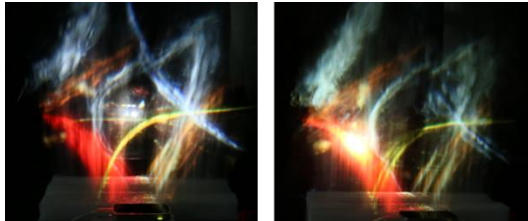


図2 Mobile Fog Mediaを用いた映像投影

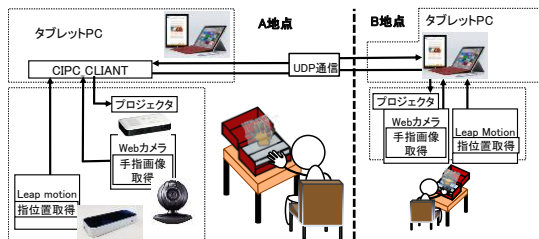


図3 Mobile Fog Mediaのシステム構成



図4 Mobile Fog Mediaによる映像通信



図5 Mobile Fog Mediaによる空中描画

×252[mm]とした。完成した装置に、CG 映像を実際に投影した様子を図 2 に示す。

遠隔地間において、表現創出を促すためには本装置と身体性メディアを組み合わせることが有効であると考えられる。そこで、複数人の身体動作情報を活用した遠隔通信・身体動作計測システムを構築した(図 3)。具体的には、Web カメラにより取得した画像を、UDP 通信により送信し、遠隔地の霧層に投影することを実現した(図 4)。さらに、Leap Motion で取得した双方の指位置情報も UDP 通信により送り合うことで、被験者同士の指位置を線で結び空間に描画することも可能

とした。

以上の開発したシステムを用いて、地理的に離れた場所に存在する 2 人で、両者の指位置を線で結び空間に描画するメディアを活用して身体表現を行った(図 5)。その結果、「相手の映像に触れるとあたたかみを感じた」、「離れていてもつながっている感覚がした」、「一緒に絵を描いているような感じがした」といったように、離れた場所に存在する人とあたたかも同じ場所を共有して、表現をつくりあっていることを示唆するコメントが得られた。以上の結果は、本システムを用いた身体的インタラクションを通して、思いを伝え合う共創表現が遠隔地間で行われていたことを示すものである。

② 流れる Massive Fog Media の開発

霧をディスプレイ装置としてだけではなく、霧そのものの自然な流れを表現メディアとして取り込むこと目指した Massive Fog Media は、霧生成部(325×200×188[mm])、霧噴出部(162×162×158[mm])、映像投影部から構成される(図 6)。霧生成部は、2本

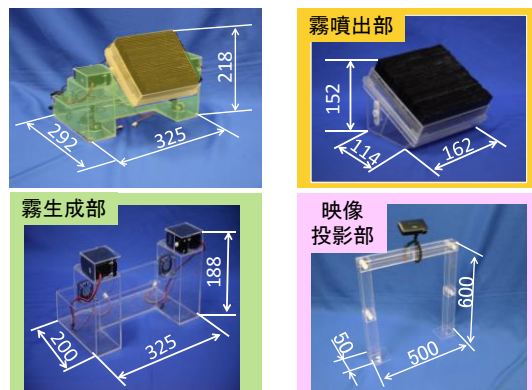


図6 流れるMassive Fog Mediaの構成



図7 流れをもった霧の生成



図8 映像メディアとの身体的インタラクション

の四角柱と、直方体からなる底面が凹型の水槽で構成されている。そして、この四角柱の内部に設置した投入型超音波霧化素子（平均霧化量 400[ml/hr]）により霧が生成される。この霧は、四角柱の上部に取り付けられた DC ファン（最大風量 0.23[m³/min]）により直方体に送られ、さらに、ホースを介して、霧噴出部に流れていく。さらに、2本の四角柱の間に設置した霧噴出部の噴出面をサーボモータ（トルク 18[kg/cm]）により、ピッチング方向（手前）に回転させることを可能とした。以上により、鉛直下向きに流れるマシブな霧の表現メディアを生成可能とした（図 7）

そして、身体運動（手の動きや姿勢変化）を霧の噴出面角度、さらには Fog Box に投影する映像メディア（例えば、3D 波メディア）と関連づけることを試みた（図 8）。その結果、霧の流れの様相が変化することによって、映像メディアと身体の間新たなインタラクションが創出される可能性を見出した。さらに、「波を色々な方向に動かしたくなった」、「霧の流れが変わることで、波に対するイメージが変化した」などのコメントが得られ、霧に自然な流れを与えることで身体の動きやイメージを多様に引き出せることを確認した。

(2) Massive Fog Display の開発

開発した Massive Fog Display は、霧生成部（400×400×460[mm]）とセル状噴出部（400×400×130[mm]）から構成される。霧生成部においては、超音波霧化器（平均粒子径 3[μm]）5 個により生成された霧を霧生成部側面に設置された吸気用 DC ファン（最大風量 1.64[m³/min]）によって装置上部へ送っている。この際、整流メッシュ（24 メッシュ/インチ）を通過させることによって霧の濃度を均一化し、約 500[ml/min]の霧を定常的に噴出することを実現した。さらに、霧噴出部を、セル状に 16 分割し、各セルに対し DC ファンを取り付け、各セルの風速を個別に操作可能とした。以上により、底面 390×390 [mm]、最大高さ 200[mm]のドーム状の霧を安定した状態で噴出することを実現した（図 9）。

そして、本装置に映像を投影した結果、体験者から、「映像に立体感を感じた」、「映像が 3 次元的に見える」などのコメントが得られた。そこで、投影された映像に対し、奥行き感が創出されているかどうか 3 つの投映媒体（通常ディスプレイ、層状霧ディスプレイ（霧厚約 15[mm]）、Massive Fog Display（霧の高さ約 150[mm]））を使用し調べた。具体的には、投影されたネッカーキューブの各頂点を人差し指で触れ、各頂点の 3 次元座標を計測した。実験結果の一例を図 10 に示す。その結果、Massive Fog Display 使用時に奥行き方向の広がり幅が最大となっていることが確認された。

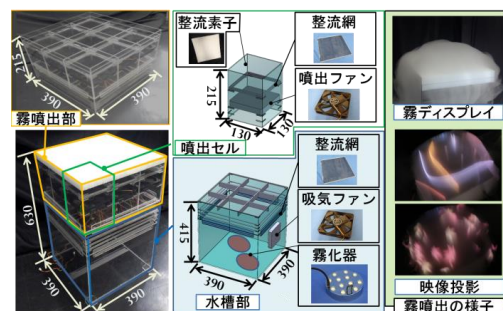


図9 Massive Fog Displayの構成

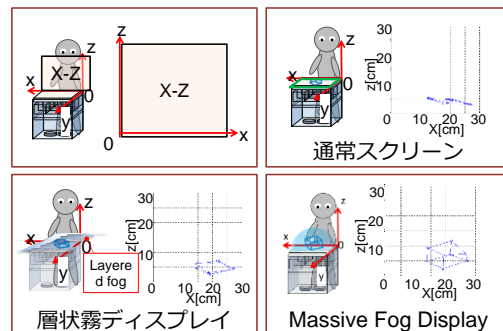


図10 映像の奥行感

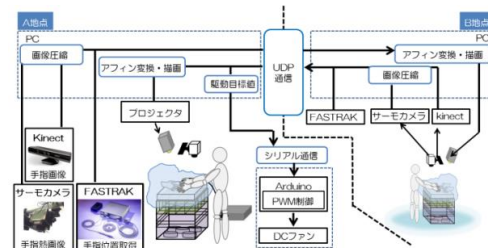


図11 Massive Fog Displayのシステム構成



図12 Massive Fog Displayによる映像通信

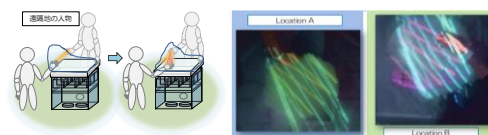


図13 Massive Fog Displayを用いた描線メディア

さらに、本装置を 2 台開発し、遠隔地間で互いの手指の映像を投影可能なシステム（図 11）を構築した。具体的には、Kinect（Microsoft 社製）を用いて手指画像を取得し、取得画像を、UDP 通信によって遠隔地の PC へ送信し、相手側の空間に設置したプロジェクタより投影することが可能なソフトウェアを開発した。また、体験者の手指位置検出のため 3 次元磁気センサ（Polhemus 社製、FASTRAK）を用い、マーカを体験者の手首に装着することで体験者手首の 3 次元位置情報を取得することを可能とした。

そして、東京－新潟間での通信実験を IDW'14 (International Display Workshops) にて実施した（図 12）。その結果、「相手の手

が立体的に見え、思わず触りたくなった」, 「握手をすると触られているような感覚になる」などのコメントが得られた。さらに、離れた場所に存在する体験者同士の手と手を線で結び、その軌跡を描線として残すとともに、その描線位置の霧噴出高さを変えるメディアを開発した(図 13)。その結果、「全身で何か創っていく感じがした」、「自分たちの創ったものに触りたくなる」などのコメントが得られた。以上は、身体表現を通して出会い、つながりあう場の創出的なインタフェースとしての機能を霧メディア空間が担っていることを示唆するものである。

(3) 遠隔地間での共創表現の実現に向けて

上述の結果は、本研究で開発した霧ディスプレイ装置がいずれも遠隔地間での身体表現の共創に有効であることを示すものである。この理由として、霧空間そのものが有する自然性や場所性が、離れた場所にいる人が表現で出会い、表現でつながりあうために必要な場の創出や共有を促すこと、さらには、霧空間の境界の不定性やゆらぎが、投影映像や離れた双方の身体性にズレを生じさせ、それが表現の創出を促すことなどが考えられる。そして、このような霧の働きによって、システムと人間とのあいだに自他非分離な関係性が生まれていることが予想される。また、Massive Fog Display は映像に立体感が生まれることから、より感性を触発し、共創表現を促すことが期待できる。今後は、学校や家庭などの現場をつなぎ、子どもや高齢者、障害者の使用を通じて、本装置の有用性と実用可能性について実証的に評価検討していく予定である。

<引用文献>

① 三輪敬之,共創表現とコミュニケーション支援,計測と制御 51 巻 11 号, pp.1016-1022, 2012

② 西洋子,柳澤裕樹,辻吉竜,渡辺貴文,三輪敬之,身体表現の共創-手合せ表現における身体動作創出過程の検討-,第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2012),pp111-112,2012

③ Shiroh Itai, Yuji Endo, Yoshiyuki Miwa, Design of Space for Expression Media with the Use of Fog, Human-Computer Interaction International 2013 (HCI2013), HIMI/HCI 2013, Part III, LNCS 8018, pp.210-218 2013.7

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 2 件)

① 寺田泰晃,金指学,三輪敬之,板井志郎, Massive Fog Display 3 次元インタラクシオン可能な身体性メディアの開発,3 次元画像コンファレンス講演 DVD 論文集 2014,査読

有, 2014

② Yoshiyuki Miwa, Shiroh Itai, Yasuaki Terada, Invited Fog Display as Co-creative Expression Media, Proceedings of The 21st International Display Workshops, 査読有, 2014

[学会発表](計 7 件)

① 山口恭平,森裕司,板井志郎,三輪敬之,西洋子,共創表現メディアに関する研究-霧の空間性を活用した表現の場の創出支援-,第 16 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2015, 2015 年 12 月 14-16 日,名古屋国際会議場(愛知県名古屋市)

② 森裕司,寺田泰晃,山口恭平,板井志郎,三輪敬之, Embodied fog display-霧の空間性を活用した共創表現の支援-,日本機械学会 2015 年度年次大会, 2015 年 9 月 13-16 日,北海道大学(北海道札幌市)

③ 池田竜也,寺田泰晃,大塚達也,三輪敬之,西洋子, Mobile fog media-その場通信可能な身体性メディアシステムの開発-,日本機械学会 2015 年度年次大会, 2015 年 9 月 13-16 日,北海道大学(北海道札幌市)

④ 山口恭平,寺田泰晃,森裕司,板井志郎,三輪敬之, Massive fog display を活用した共創表現の遠隔支援,第 15 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2014, 2014 年 12 月 15-17 日,東京ビックサイト国際会議場(東京都江東区)

⑤ Yoshiyuki Miwa, Shiroh Itai, Yasuaki Terada, Invited Fog Display as Co-creative Expression Media, The 21st International Display Workshops, 2014 年 12 月 3-5 日,朱鷺メッセ(新潟県新潟市)

⑥ 大塚達也,長谷川亮平,板井志郎,三輪敬之, Fog Box による共創表現空間の設計と開発,日本機械学会 2014 年度年次大会, 2014 年 9 月 13-17 日,東京電機大学(東京都足立区)

⑦ 寺田泰晃,金指学,三輪敬之,板井志郎, Massive Fog Display 3 次元インタラクシオン可能な身体性メディアの開発,3 次元画像コンファレンス 2014,2014 年 7 月 10-11 日,東京大学(東京都文京区)

[その他]

ホームページ等

<http://www.miwa.mech.waseda.ac.jp/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三輪敬之 (MIWA, Yoshiyuki)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：10103615

(2) 研究分担者

渡辺貴文 (WATANABE, Takabumi)

早稲田大学・グリーン・コンピューティン

グ・システム研究機構・次席研究員

研究者番号：20449341