

【46】半透明パーティションを用いた環境切り替えシステム

チーム名：ラピユタ・エントリー番号：46

概要

人間は、学習・休憩・食事・雑談・議論といった過ごし方や生活シーンによって、図書室・カフェ・食堂・ラーニングcommonsなど適した場所を選び移動することで、作業への集中力を高めたり感情や生活を切り替えている。一方で個人の狭小環境でこれらの環境を別々に準備することは難しい。これに対し、本システムはプロジェクションや音響、半透明パーティションを用いたデスクユニット構築し、それらを切り替えることで、可変の空間とすることを狙うもので、同じデスクに向かいながら複数の環境を再現し気分やモードを入れ替え、狭い空間で多くの種類の作業環境を実現する（図1）。

1 提案システムの目的

学習や会議、カフェ、仮眠等の各種作業は、それぞれに適した異なる場所で行うことが多い。環境を作業に応じて適切に変化させることによって、リフレッシュや集中力向上の効果がある。しかし、個人の狭小環境でこれらの環境を別々に用意することは難しく、用意したい環境の場所へ行くのは時間もコストもかかる。そして、作業環境の中には個人の作業環境だけでなく複数人のコミュニケーションを取り巻く環境もある。会議とカフェでの団欒が異なるように、相手との関係性や作業内容に応じ

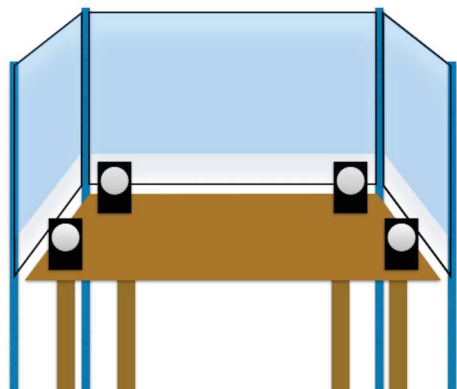


図1 システムイメージ図

て適切な環境が必要である。

そこで我々は、単一デスク空間における複数種類の作業環境の切替手法を提案する。具体的な手法として、デスク周辺に半透明パーティション型ディスプレイを設置し、そこへプロジェクタからユーザの作業状況や気分、会話相手に応じた空間の映像を投影する。映像を切り替える方式として、ユーザの動きや状態による自動切り替えとユーザの意思による手動切り替えの、2パターンがある。これにより、個人のデスクが様々な異なる場所を想定させる環境となり、ユーザへのリフレッシュ効果が期待できる。また、複数人での仮想空間の切り替えと共有により、コミュニケーション形態に応じた適切な環境提供も支援する。

2 システムの新規性

本システムは、現実空間を含む複数の作業空間をポリッドスクリーンの半透明パーティションを用いて切り替えられる点を新規性としている。特に共同作業や会食など複数人が参加するコミュニケーション環境において、相手の存在と環境を、話題や関係性に応じて切り替え、ユーザの気分（モード）の切り替えを支援できる点に新規性があると考えられる。

遠隔の対面コミュニケーションではテレプレゼンス（遠隔存在感）のようなコミュニケーションのリアリティを追求する研究が多く、会話が中心の会議だけでなくつながり感や共食といった共に過ごす感覚を提供するための検討もある。このように、人間は会話以外にも様々な日常的行為を通じたやり取りを行っており、アンビエントな環境情報も、コミュニケーションにおいて重要な要素となっているとも考えられる。

佐藤ら [1] は HMD を用いて視環境の変化が人間の心理に影響を与えるかの検証を行った。視環境を適切に変化させることで、疲れにくさや疲れた際の回復に効果があること、作業の成績にも効果があることを示した。本システムでは手法を変え、ウェアラブルな装置を用いることなく、デスク周りに設置したパーティションに映る環境を切り替えることでの作業や気分の良い効果を与え

るシステムを提案する。

伊藤ら [2] は、音声コミュニケーションの様子を仮想エージェントが代替的に表す、Interactor を提案した。これより、対話相手の様相を削ることなく、他者を実写より抽象化された仮想エージェントで示すことは、テレビ会議において自分が写されることへの抵抗感を減らす可能性があると考え、本提案システムには相手の表示に仮想エージェントを用いた。

高田ら [3] は、デスクワークと遠隔会議参加における多重ワーク環境下の会議内容の理解度や、デスクワークの作業効率の向上を目指すシステムを提案し、作業環境の切り替えにより会議の効率が下がることなく会議内容の理解度が上昇する効果が確認された。そこで、本システムにおける遠隔コミュニケーション環境では、作業環境を切り替えることで会議内容の効率化だけでなく対話の緊張感を下げたり、相手との親密感を生み出したリユーザの気分をリフレッシュさせて議論できる効果も狙う。

ユーザを遠隔コミュニケーションに没頭させる臨場感を作るため、サイバースペースを用いたシステム [4] では、仮想音場空間を複数のユーザで共有することにより臨場感のあるコミュニケーションを可能にする狙いで、音場や映像を用いて他ユーザの位置と存在を再現する。本システムにおいても、設定したユーザの位置情報をマルチスピーカーによる音場生成により与えることで、視覚だけでなく音響的にもコミュニケーションの臨場感の実現を目指す。

遠隔で共同作業を実現するための共有環境として、CAVE[5]、ILLUMIROON[6] や in-Form[7]、3D 映像遠隔会議システム [8] など没入感を提供するシステムは、自分の環境と相手の環境、およびオブジェクトを空間的に共存させる。SCoViA[9] はユーザの視点位置に合わせた 3DCG エージェントの描画により、実世界との位置関係を仮想空間にも再現し、物体への視線も空間的に把握できる。我々は実在の相手をこの手法でエージェントにより没入的に提示することとした。本システムでは没入的な共有環境を実現するため、1) あたかも現実空間の複数切替のように見せかけるために、半透明スクリーンパーティションをポリッドスクリーンにより構成し、2) 運動視差による裸眼立体視をスクリーンに投影し、相手ユーザや環境空間およびオブジェクトの視覚的共有を実現する。これらの環境切り替えや現実空間との切り替えにより、単一のデスク空間にいるユーザの気分や姿勢の切り替えを支援することを狙う。

現実環境

デスクユニットの置いてある現実環境

仮想環境・個人的な環境

リラックス	お風呂場	身体的リラックス
	プラネタリウム 禅庭園	精神的リラックス 長期的メンタル保全
集中	仕事机 作業机	ノートやPC作業対象の集中作業 制作作業等対象の集中作業

仮想環境・コミュニケーション環境 (または個人的な環境を兼ねる)

リラックス	食堂 カフェ	食事でリフレッシュ 飲み物でリフレッシュ
自由な集中	ラーニングcommons	ブレインストーミング
堅い集中	会議室	ビジネス的議論

図 2 環境の種類

3 システムの有用性

仕事や学業のある個人自身が作業を行うデスク環境などでこのシステムを導入すれば、一つのスペースで、複数の環境を用意することができる。自身の気分や作業の内容に合わせて、環境の様相を変えることでリラックスや集中度などの向上が期待できる。例えば、現実空間が緊張感のある空気で気分が張り詰めている際に環境をカフェに切り替えると気分を和ませたり、作業を切り替る際に環境も同時に切り替え頭の中をリフレッシュさせ、次の作業に集中できたりする効果が期待される。また、システム間の遠隔通信により、その場にはいない人との共空間コミュニケーションを行える環境も用意されており、3D の仮想空間やエージェントを用いることで相手への親和性や話しかけやすさを支援し、遠隔でのコミュニケーションやテレワークにも活用が期待される。

4 シーンに応じた環境切り替え

4.1 切り替える環境の種類

google や facebook など世界的な IT 企業では社員に公園やテーマパークなどの施設を用意しているが、リソースの多い施設ではない中小企業や個人では用意が難しい。本システムはパーティション越しの環境を切り替えることでスペースや移動の手間が省ける。用意する環境としてが図 2 に示すように、現実空間とは別の個人的な仮想環境およびコミュニケーション環境があると考えた。それらの中にも、リラックス状況と集中状況といったバリエーションを設けている。例えば仕事をこなすための仕事机や作業机や会議室、および、リラックスや気分転換のための、カフェ、お風呂場、プラネタリウム、



図3 コミュニケーション環境 (実写)



図4 コミュニケーション環境 (エージェント)

禅庭園などを目的別に使いこなし、単一の空間を効率的に活用することで、休憩・頭の切り替え・集中した作業が行える。我々はこれらが行えるシステムを検討した[10]。以下で、作業時の環境、コミュニケーション時の環境を個別に説明する。

4.2 作業時の環境

上記の通り、環境は作業に影響を与えるとされている。本システムではユーザが仕事や勉強など集中して作業する際はオフィスや図書室といった集中を促す環境を提示する。また、読書などカジュアルな作業を行う場合にはカフェや公園といったリラックスした気分へ導く環境を提示する。さらに、作業の変わり目や、気分の転換が必要な時は、ユーザが次になりたい気分させるような環境や、次の作業に適した環境へ切り替えることで思考の切り替えや心のリフレッシュに繋げることも期待できる。

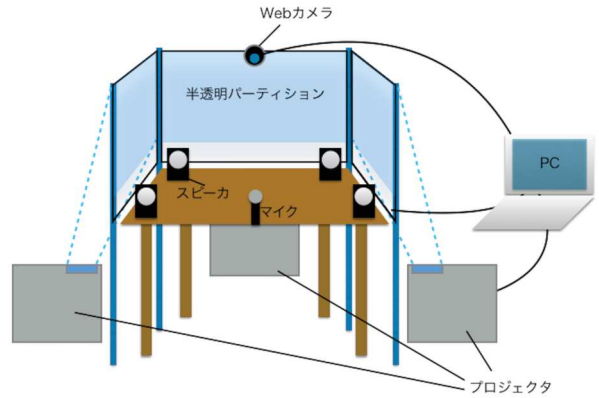


図5 ハードウェア構成イメージ

4.3 コミュニケーション時の環境

本システムは遠隔コミュニケーションに応じた環境の切り替えにも応用できる。遠隔コミュニケーションモードでは、会話相手をエージェントとするパターンと実際の人物のままのパターンがあり、これらは用途によって使い分けられる。実写の場合はユーザの背景をクロマキー処理することで図3のように空間の共有を実現する。共環境を居酒屋やカフェなどカジュアルな空間に変化させれば、リラックスした態度でくだけた会話を促進する。また、在宅で仕事を行う人が、会社にいる人と同じ雰囲気で行いたい場合にも、空間を会社へ繋げることで気持ちを仕事の状態へ切り替えられ、またそこに居る人たちとコミュニケーションを取りながらの作業も実現できる。相手をエージェントへ置き換える場合には、自身の見た目を相手に伝えたくない時に利用する。たとえば、SNSなどオンラインでしかつながない相手と同じ空間を共有し、コミュニケーションを取りたい時(好きな作品の感想や意見交換など、文面のやりとりでなく、お互いのテンションや細かいニュアンスまでも交えたコミュニケーションが取りたい時)に用いることでプライバシーを保護しつつ対面のような綿密なコミュニケーションが期待される。また、対人恐怖症などの面と向かってのコミュニケーションを苦手としている人がビジネスシーン(遠隔会議など)で使用することにより緊張の緩和が期待される。実際の使用環境を図4に示す。

5 システムの構成方法

5.1 環境切り替え用ハードウェア

本システムは、4つのラウドスピーカー、3面の半透明パーティション型ディスプレイと単焦点プロジェクタ、

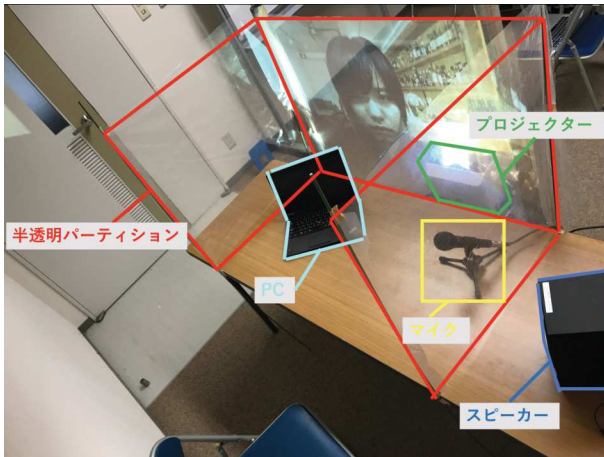


図6 一面ハードウェア構成における対話の表示例

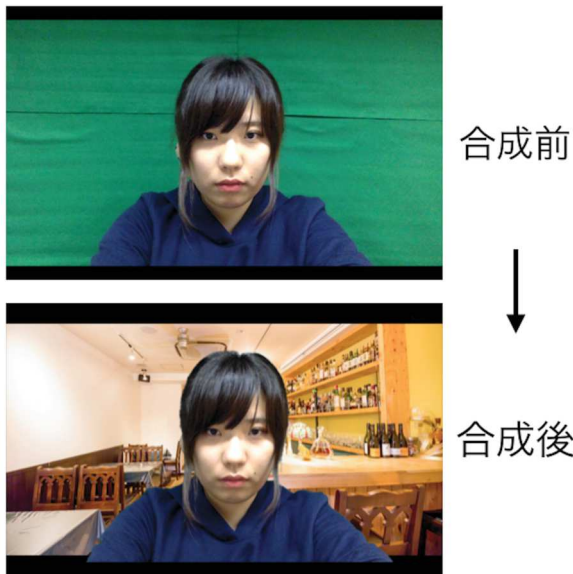


図7 クロマキー映像取得と環境書き換え後

カメラから構成される。半透明パーティションは、ポリッドスクリーン^{*1}を参考に農業用のポリエチレンシート（70×130cm）を2本のポール間にシワがないように貼り付けたもので、デスクの左右と前面の合計3カ所に設置する。そこに背面からプロジェクタで背景やエージェントの映像を投影することで環境を切り替える。半透明パーティションの照度は、背面が70lx、前面が10lxである。また、デスクの4隅にスピーカを設置し、各スピーカの音量制御による音源定位を用いて、半透明パーティション上に表示される遠隔の会話相手の位置が会話音声の音源として聞こえるようにする。ハードウェアの構成図を図5に示す。現段階では一面での実装を行って

^{*1} <http://polidscreen.com/>

おり、それを図6に示す。

5.2 環境切り替え用ソフトウェア

5.2.1 SCoViA システムの導入

本システムでは、エージェントをユーザの視点位置に応じた見え方（裸眼立体視）で描画する SCoViA[9] を導入し、会話相手エージェントを描画する。そうすることで裸眼立体視によるリアリティ生み、空間共有感につながることを狙う。この手法では FaceAPI^{*2*}^{*3}も導入しユーザ顔座標及び方向を取得する必要がある。取得したユーザの顔座標と顔方向データをもとに、バーチャルカメラを配置し、3D エージェントの顔向きを変化させる。このエージェントの顔向きの変化は、ユーザとバーチャルカメラの動きをシンクロさせることで、ユーザが左右からディスプレイを見ても平面に映った3D 映像を見ている感覚ではなく、実空間の延長を見ているような映像作成を実現する。

5.2.2 クロマキー合成による環境提示

実写相手とのコミュニケーション環境では、遠隔相手側の背景映像をシステムにて提示する背景環境とするために、クロマキー合成を用いる。そのため wirecast^{*4}を用いてユーザ映像からユーザ領域部分を切り出し、設定した仮想環境の背景と組み合わせる（図7）。話題や共同作業に適した環境にすることで遠隔の相手とも空間共有感をもつことができ、共同作業の効率アップや会話のスムーズさ向上、およびそれらによる共感的なやりとりが実現することが期待される。

5.2.3 相手ユーザ位置に応じた音源定位

本システムでは、相手の位置に応じた場所から相手の音声を出すための処理も行うことで相手との空間共有感を付与する。それにはまず、会話相手の位置を取得する為に相手 PC で FaceAPI を利用し、得た顔座標を TCP/IP 通信を通してユーザ側の Processing へ送る。受け取った座標を LR の比率に直し、その数値を Pd-extended へ送る。相手の音声は Skype を通して取得し、Pd-extended で座標と組み合わせ、ラウドスピーカから出力する。LR の音量比を制御することで両耳音量差を作るとともに、時間遅れ制御により両耳時間差を表現し、音源を定位する。本手法のフローを図8に示す。

^{*2} 顔向きを取得するライブラリ

^{*3} seeing machines, Braddon, Canberra, Australia, 2008, <http://www.seeingmachines.com/product/faceapi/>

^{*4} <https://www.telestream.net/wirecast/overview.htm>

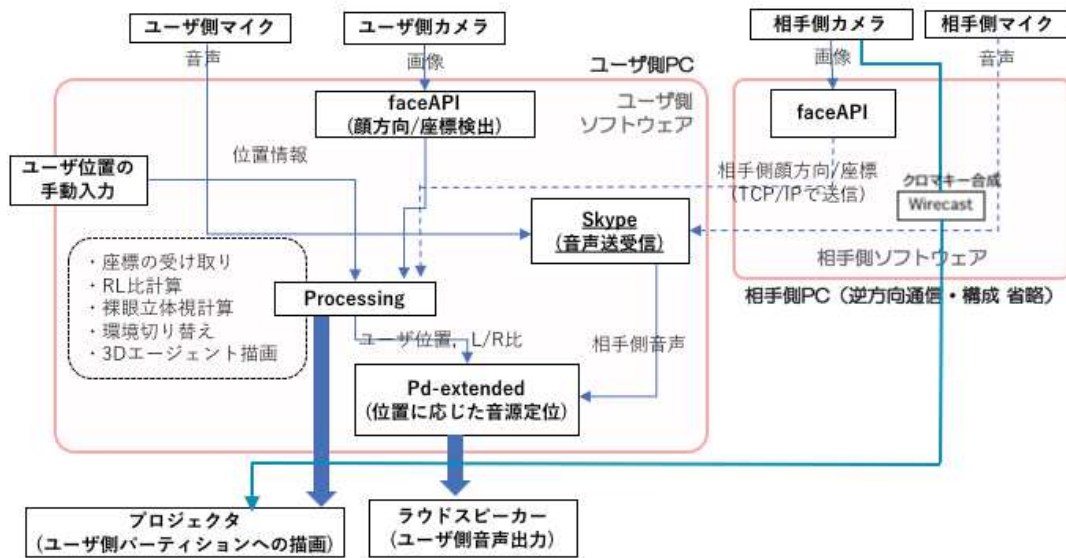


図8 システムフロー

6 切り替え手法

6.1 手動切り替え

本システムの環境切り替えは、ユーザが意図的に行う手動切り替えと、ユーザの状態に合わせてシステムが行う自動切り替えを準備した。手動切り替えではユーザの手の動きを検出し、半透明スクリーンをタッチスクリーンのように扱うことで任意の環境へ切り替えることができたり、よく使う基本の環境は機械的なボタンで切り替えられることで便利にする。また、机上に存在するオブジェクトを触るとゆかりのある環境へかわったり、耳に受話器を当てるジェスチャをするとコミュニケーションモードへ切り替わるなど、スマートインタフェースを取り入れる。

6.2 自動切り替え

自動切り替えには、ユーザの身体の内部状態、外部状態を測定する2つのパターンがある。内部状態測定では、心拍の変動や体温から自律神経の状態や興奮状態を測定し、適した状態へ環境を切り替える。外部状態測定では、姿勢や視線、会話内容、キーボードやマウスを触らない時間などを測定し、ユーザの集中度を推定し、より集中できる環境やリフレッシュを促す環境へ切り替える。自動と手動を組み合わせると、集中が持続した後にカップを持つとカフェへ切り替えるといった直感的な環境切り替えが期待される。

7 切り替え表示時のエフェクト等

環境が切り替わる際の表示方法は、複数種類を設ける。別の作業をする場合や、頭の中を切り替えたい時は瞬時に別の空間を表示する。また、自動での切り替えが行われる場合は、環境が切り替わることを予めユーザに認識させるために、徐々に現環境をフェードアウトさせたり、切り替わる数秒前に切り替わりを知らせる文面を画面へ映す。手を横にスライドさせるなど、ユーザの動きで環境切り替えを行う場合、手の動きに合わせて徐々に環境を変えていくことでより体感的に環境の変化を感じ取れる。

参考文献

- [1] 佐藤仁人, 乾正雄, 中村芳樹, 田中千絵美. 教務空間における視環境要因の人間心理に与える影響評価. 日本建築学会計画系論文報告集, Vol. 405, pp. 29–37, 1989.
- [2] Teruaki Ito and Tomio Watanabe. Arm-coms: Arm-supported embodied communication monitor system. In *Human Interface and the Management of Information. Information and Interaction for Learning, Culture, Collaboration and Business.*, pp. 307–316. Springer Berlin Heidelberg, 2013.
- [3] 高田格, 津村弘輔, 江木啓訓, 岡田謙一. アジェンダと変速再生を用いたデスクワークと遠隔会議参加の多重ワーク支援手法. ワークショップ2006 (GN Workshop 2006) 論文集, Vol. 2006, pp. 85–90, Nov. 2006.
- [4] 阿部圭一, 大木直人, 寺本邦夫, 岡田謙一, 松下温. Vcp 仮想音場空間を利用したコミュニケーションツール. 情報処理学会オーディオビジュアル複合情報処理 (AVM) 研究会, No. 29 (1993-AVM-004), Mar. 1994.
- [5] Carolina Cruz-Neira, Daniel J. Sandin, and Thomas A.

- DeFanti. Surround-screen projection-based virtual reality: The design and implementation of the cave. In *Proceedings of the 20th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, SIGGRAPH '93, pp. 135–142. ACM, 1993.
- [6] Brett R. Jones, Hrvoje Benko, Eyal Ofek, and Andrew D. Wilson. Illumiroom: Peripheral projected illusions for interactive experiences. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '13, pp. 869–878, 2013.
- [7] Sean Weston Follmer, Daniel Leithinger, Alex Olwal, Akimitsu Hogge, and Hiroshi Ishii. inform: Dynamic physical affordances and constraints through shape and object actuation, Oct. 2013.
- [8] Andrew Jones, Magnus Lang, Graham Fyffe, Xueming Yu, Jay Busch, Ian McDowall, Mark Bolas, and Paul Debevec. Achieving eye contact in a one-to-many 3d video teleconferencing system. In *ACM SIGGRAPH 2009 Papers*, SIGGRAPH '09, pp. 64:1–64:8, 2009.
- [9] Naoto Yoshida and Tomoko Yonezawa. Spatial communication and recognition in human-agent interaction using motion-parallax-based 3d virtual agent. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Human-Agent Interaction*, HAI '15, pp. 97–103, 2015.
- [10] 辻ノ翔子, 何一澎, 上野楓, 吉田直人, 米澤朋子. 半透明パーティションと音源定位によるデスク環境の複数切替手法の提案. ヒューマンインタフェース学会研究報告集, 第 20 卷 of *SIG-ACI-21*, pp. 23–28, Mar. 2018.