

Eyebient Display: 視線誘導と日常物を用いたアンビエントディスプレイ作成システム

Eyebient Display: Ambient display creation system using eye guidance and everyday objects

廣川 起丸 †* 市原 禄朗 †† 辻 愛里 ††† 藤波 香織 †††
Kandai KURATA Rokuro ICHIHARA †† Airi TSUJI ††† Kaori FUJINAMI †††

† 東京農工大学 工学部 知能情報システム工学科

† Department of Electrical Engineering and Computer Science, Tokyo University of Agriculture and Technology

†† 東京農工大学 生物システム応用科学府 生物機能システム科学専攻

†† Department of Bio-Functions and Systems Science, Tokyo University of Agriculture and Technology

††† 東京農工大学 大学院 工学研究院 先端情報科学部門

††† Division of Advanced Information Technology and Computer Science, Tokyo University of Agriculture and Technology

Abstract

There is an information presentation method called ambient display that conveys information to users in an abstract manner without interfering with human behavior, but in conventional ambient displays, in order to add new types of information to be conveyed to users, new abstract expressions corresponding to the information must be devised and the ambient display itself must be redesigned. In this study, we propose a mechanism called "Eyebient Display," which can create various types of ambient displays by using the attention guidance by eye gaze and everyday objects. By using the attention-guiding effect of eye gaze to direct attention to everyday objects, various ambient displays can be easily created according to the user's environment and ideas. We also examine the effectiveness of the proposed method and investigate its creativity. The results of the evaluation experiments show the possibility of creation and usefulness were demonstrated.

1 はじめに

現代社会において、スマートフォンを中心としたさまざまな情報端末が存在し、それらの通知は人の意識の阻害を引き起こし、疲労をもたらしている。この問題に対処するため、アンビエントディスプレイと呼ばれる情報提示方法がある [1]。アンビエントディスプレイは、イラストや図形で抽象的に表現した情報を周囲の環境に溶け込ませることで情報を伝達する。しかし、従来のアンビエントディスプレイは事前に用意された情報の提示しかできないため、新たにユーザーに伝えたい情報の種類を増やすには、その情報に対応した抽象表現を考案する必要があり、ひいてはアンビエントディスプレイそのものを作り直す必要があった。

そこで本研究では多様なアンビエントディスプレイを作成する仕組みの構築を目的に、視線誘導を用いた日常物のアンビエントディスプレイ化機構、Eyebient Display を提案する。また、提案手法の有効性検証とその創作性の評価を行い、アンビエントディスプレイとしての性能と創作性を調査した。

2 関連研究

2.1 アンビエントディスプレイに関する研究

アンビエントディスプレイの概念は Wisneski らの研究 [1] ではじめて提案された。Winski は研究の中で ambientROOM と Pinwheels の異なる 2 つのアンビエントディスプレイを提案した。ambientROOM は、部屋内のあらゆる現象が異なる情報に紐づけられたアンビエントディスプレイであり、例えば仮想の光の波紋、ハムスターの活動、壁の投影、環境音を用いている。Pinwheels

は入力された情報によって回転速度が変わる風車である。これらを活用することで、ユーザの興味のある情報を受動的に提示する。

2.2 アンビエントディスプレイ作成に関する研究

Cho らの研究 [2] では、カスタマイズおよびプログラム可能なアンビエントディスプレイのための DIY ツールキットを開発した。木製の土台と動きの異なるモータの付いたアクリル製のモジュールを用意し、ユーザが紙や布などの好きな素材を好きなように貼り付けることで、作業しながら簡単にアンビエントディスプレイを作成可能にした。この研究で提案されたツールキットおよびそれを用いて作成されたアンビエントディスプレイは、好きな位置に置けるといった特性についてユーザからからの好感を得られていた。

2.3 視線誘導に関する研究

Friesen & Kingstone ら [3] は、画面中央に提示された線画の顔の視線を、右方向、左方向に変化させ、顔の右あるいは左のどちらかに提示されるターゲットに対する反応時間を計測した。その結果、視線方向とターゲットの出現位置が一致する場合には、一致しない場合や正面を見ている場合に比べて、反応時間が短くなることが示された。この結果から、実験参加者は、視線手がかりの方向にターゲットが出現するわけではないと知っていながら、視線の方向へと注意を向けていたと言える。また、視線手がかりによる注意は矢印などの中央提示手掛かりによる注意とは異なり、自動的に生じると考えられている [4]。

2.4 視線誘導を用いた研究

江口らは顔ロボットを作成し、そのロボットを生活環境、およびスマートフォンに取り付けて注意誘導効

* 連絡先: 東京農工大学工学部知能情報システム工学科
〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16
E-mail: s192785y@st.go.tuat.ac.jp

果の評価を行った [5]. 視線による注意誘導効果を調査するために、部屋内に複数の顔ロボットを設置した場合と、スマートフォンに顔ロボットを設置した場合の2つの想定環境で実際に注意誘導効果を再現した. 顔ロボットを設置した場合の注意誘導効果の検証を行った. 実験の結果、顔ロボットの視線方向に被験者が注意を向けた回数は少なかったが、注意誘導を用いたサービスの実現可能性が示された. また、Suge[7]は、2次元ディスプレイでありながら3次元空間上の物体に視線誘導が可能であることを示唆した.

3 Eyebient Display の設計と実装

3.1 コンセプトデザイン

Eyebient Display は、スマートフォン上に表示された目によって周辺の日常物に視線誘導して情報を伝えるデバイス. および、ユーザーが自由にアンビエントディスプレイを作成できるシステムである.

Eyebient Display では前述の視線誘導 [4] を利用している. 視線誘導をアンビエントディスプレイとして用いる理由として、3つ挙げられる.

- (1) 視線誘導によって集中を阻害せず、邪魔になりにくい情報提示が可能
- (2) 視線によって、画面の外に注意を向けることが可能となり、空間を活用した情報提示が可能
- (3) 視線が向けられる先の周辺の日常物を入れ替えることによって、表現したい情報を変えられる

視線誘導によって集中を阻害せずに邪魔になりにくい情報提示

視線誘導は意識せずに注意を向させる作用がある [4]. 意識をせずに注意が向く作用であることから、ユーザーが行なっているタスクの集中を阻害することなく、作業の邪魔になりにくいと考えた. アンビエントディスプレイは抽象的に表現し、直感的に理解させることが目的であるため、視線の抽象的で邪魔にならない特徴より、視線誘導はアンビエントディスプレイとの相性が良いと考えた.

視線によって、画面の外に注意を向けることが可能となり、空間を活用した情報提示

視線を用いることで画面の外に注意を向けることが可能であるため [7], 目を表示したスマートフォンの周辺に日常物を置くことで、2次元のスマートフォンディスプレイでありながら、3次元空間上の日常物へ注意を向けられると考えられる. これにより、スマートフォンだけでなく、その周辺空間を活用したアンビエントディスプレイの作成が可能になると考えられる. また、スマートフォンではなく、物理的な日常物に注意が向くことで、空間活用やインテリアとしての付加価値が向上するため、アンビエントディスプレイのコンセプトとも調和する.

視線が向けられる先の周辺の日常物を入れ替えることによって、表現したい情報を変更

Eyebient Display は、スマートフォンディスプレイに目のみを表示する. そのため、伝えたい情報はディスプレイの周辺に設置する必要がある. その仕組みにより、視線が向けられる先の周辺の日常物を入れ替えることによって、表現したい情報を決められる.

3.2 システム構成

図 1 にシステム概要を示す. 本システムはアンビエントディスプレイ表示部と作成部に分かれる. アンビエントディスプレイ表示部は、スマートフォンに目を表示させ、その周りに日常物を配置してユーザーに情報を提示する. アンビエントディスプレイ作成部は、ユーザーが独自のアンビエントディスプレイを作成するために、ユーザーの指定した条件に応じて特定の位置に目線を動かし、視線を誘導するスマートフォンアプリケーションである. デバイスと物体の位置関係は利用者が自分の環境に合わせて登録する. これらアプリケーションを使用し、ユーザーの発想と日常物を用いて多様なアンビエントディスプレイを作成する機構とした.

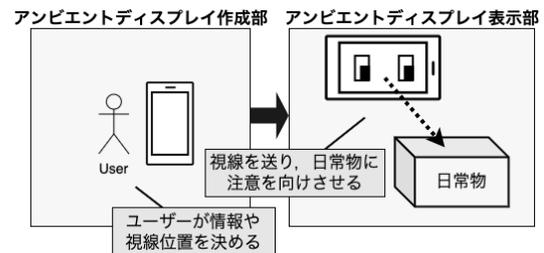


図 1: システム概要図

3.3 実装

Eyebient Display のシステム構成を図 2 に示す. 本システムは、スマートフォンのバージョンに依存しない Web アプリケーションを採用した. 作成と表示部のクライアントアプリケーションは JavaScript フレームワークの Next.js を使用し、API サーバーは Python の WEB フレームワークである FastAPI を使用した. 図 3 にアンビエントディスプレイ作成画面の一部を示す. まず最初に、図 3 の (a) に示すように、天気や気温、降水確率などの情報の中から、アンビエントディスプレイ化したい情報を選択する. 次に、図 3 の (b), (c) に示すように、それらの情報と視線位置の対応づけを行う. これによって条件に応じて視線を誘導する対象物を設定可能にし、自然な情報提示を行う.

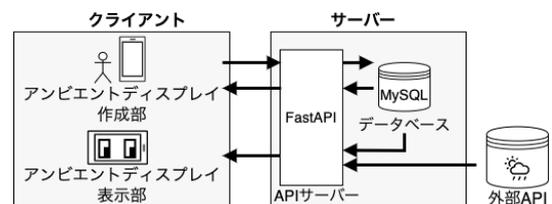


図 2: Eyebient Display のシステム構成

4 ユーザ評価と考察

4.1 概要

日常物と視線でアンビエントディスプレイを自由に作成するというコンセプトの妥当性と、視線誘導によるアンビエントディスプレイの情報提示の有効性検証

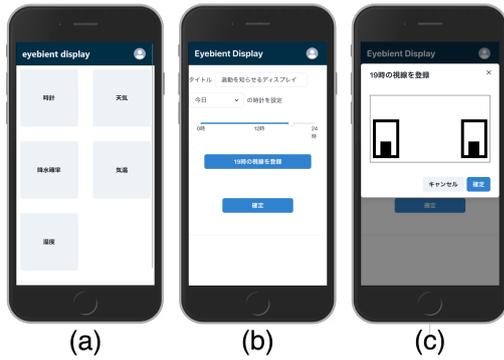


図 3: アンビエントディスプレイ作成画面

のため、20代の学生8名(男性6名, 女性2名)を対象に2種類の評価実験を行った。

まず、視線誘導による情報提示の有効性検証のため、デスクワーク中を想定し、Eyebient Display を作業と併用する想定の影響評価実験を実施した。実験環境を図4に示す。被験者にPCで動画視聴させて、PCの左右に、実験時間を表示するアンビエントディスプレイと水分補給を促すアンビエントディスプレイを配置した。実験時間を表示するアンビエントディスプレイは、左下に実験開始を表現した三角旗、右下に実験終了のゴールを表現した旗(チェッカーフラッグ)を配置した。実験開始から終了の30分間かけて、徐々に視線を三角旗からチェッカーフラッグにむけて移動させる。図4右は定期的に水ペットボトルに視線を向けて水分補給を促すアンビエントディスプレイである。6分間ごとに水のペットボトルに視線を注視する。また、視線を計測するためのApril Tag マーカーを設置し、被験者に装着型のアイトラッカーを装着させた。実験後に表1のMankoffら[6]のアンビエントディスプレイのヒューリスティック評価を基にしたアンケート及びインタビューによる分析を行った(実験1)。

次に、Eyebient Display の創造性評価のために、Eyebient Display 作成システムを被験者に使用させ、作成を行わせた。日常物として、実験者が用意した物や、実験を実施した研究室環境に存在する家電製品や傘などを自由に使用させた。被験者は時刻、天気、気温、降水確率、湿度の5種類の情報から1つ選択し、アンビエントディスプレイを作成させた。作成の過程をビデオ記録し、インタビュー回答とともに分析を行った(実験2)。



図 4: 実験環境

表 1: アンビエントディスプレイの評価項目

項	アンビエントディスプレイ評価項目
Q1	提示された情報は有益であると思う
Q2	アンビエントディスプレイは控えめで目立たなかった
Q3	アンビエントディスプレイは周辺環境に溶け込みマッチしていると思う
Q4	適切な量の情報設計をしていると思う
Q5	認知負荷が高くなく、わかりやすい提示手法だと思う
Q6	より詳細な情報を知りたいとき、簡単・迅速に情報取得できた
Q7	視線が変わった時に、変わったことをすぐに認識できた
Q8	アンビエントディスプレイは置いて楽しいもので、美的で心地よいデザインであると思う
Q9	作業の邪魔と感じなかった

4.2 実験結果

視線誘導を用いたアンビエントディスプレイについての被験者による評価結果を図5に示す。Q6を除き、アンビエントディスプレイの視線誘導の利用に対しては肯定的な意見が得られたと考えられる。また、被験者の視線測定結果のヒートマップのうち、特徴がわかりやすいものを抜粋して図6に示す。視線が多く向けられた部分を赤く表示している。

被験者が作成したアンビエントディスプレイの例を図7に示す。(a)は降水確率が高くなると傘立てを見る、(b)は間食を促すために定期的に冷蔵庫を見る、(c)は天気予報、(d)は湿度が低い時に加湿器を見るアンビエントディスプレイである。

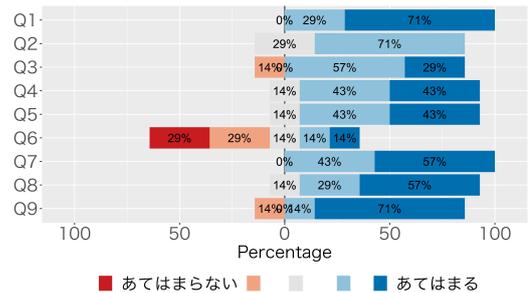


図 5: 印象評価 [6] に基づいた Eyebient Display の評価結果



図 6: 大きく特徴が見られた被験者の視線注視ヒートマップ

4.3 考察

4.3.1 情報提示性

実験1の結果、Eyebient Display が認知負荷が低く作業の邪魔にならなかったことから、視線誘導はアンビエントディスプレイの周辺性を満たしており、有効であると考えられる。一方で、詳細な情報を知ることができないという点について、評価が低くなった。これ

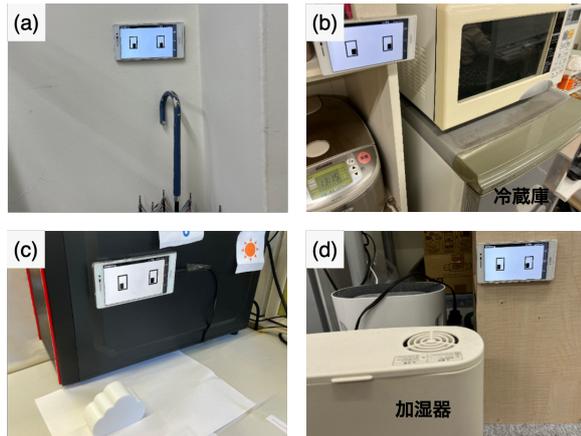


図 7: Eyebient Display で作成したアンビエントディスプレイ

は、視線移動の目の幅が小さいことが要因として考えられる。とくに、実験時間を示すアンビエントディスプレイは、30分間かけて視線を左下から右下へ移動する。今回の実験の場合、移動量は130ピクセルほどであるため、抽象度の高い情報しか示せないことが考えられる。Eyebient Display の情報提示能力は目の可動幅に依存することから、Eyebient Display で提示できる情報の粒度は大きくなると考えられる。一方、水分補給を促すアンビエントディスプレイについては、「2値的な情報でわかりやすい」という意見があった。Eyebient Display は、2値の変化や、晴れ・曇り・雨などの少ない情報量を示すことが、より適していると考えられる。

図5より、Q6は低い結果となった。これは、Eyebient Display が詳細な情報を簡単に得られる設計となっていないためである。一方、アンビエントディスプレイは抽象的に表現することが本体の役割であるため、より詳細な情報提示は、アンビエントディスプレイの本来を役割を超えてしまう。そのため、例えば画面をタップするなどして詳細を自分から取得できるようなインタフェースによる対応が考えられる。

4.3.2 視線誘導性

Eyebient Display は、視線誘導によって日常物に意味を持たせるコンセプトであるため、日常物に対して強い視線誘導効果を与える必要がある。しかし、図6の視線測定結果において、図6(a)は、図6(b)に比べてスマートフォンディスプレイのみに視線が向けられており、被験者の視線は、多くの場合日常物ではなく目を表示したスマートフォンディスプレイにのみ向けられていることがわかった。水分補給を促すアンビエントディスプレイと実験時間を示すアンビエントディスプレイにおいて、視線誘導効果に差がみられた理由に、目の動くスピードが考えられる。実験時間を示すアンビエントディスプレイは30分間かけてゆっくり視線が移動するが、水分補給を促すアンビエントディスプレイは、大きく目の位置が変化する。したがって、視線が大きく動く視線誘導が高まり、水分補給を促すアンビエントディスプレイの視線誘導効果が高かったのではないかと考えられる。一方、目が大きく動くことによって、ユーザーの集中を阻害してしまうことも考えられる。さらに、実験時間を示すアンビエントディス

プレイの視線誘導が弱い要因として、日常物を中間に置かなかったため、視線誘導を行うターゲットが存在せず、視線誘導の効果が得にくくなったと考えられる。

4.3.3 創作性

実験2の結果から、図7に示すように、Eyebient Display を用いていくつかのアンビエントディスプレイの作成が行えた。これらはユーザーの環境や発想で周辺の日常物を組み合わせたものとなった。一方、「何のアンビエントディスプレイを作ったら良いかわからない」という意見が多く見られた。これは、Eyebient Display の表現方法が視線を送ることのみであることや、意味を持つ日常物を探すことが難しいこと、導入したいと提案した情報に実験に用いたシステムが対応していなかったことが理由として挙げられる。

5 おわりに

本研究では、視線誘導と日常物を用いた Eyebient Display を提案し、日常物を組み合わせた作成機構に加え、視線誘導をアンビエントディスプレイとして用いる手法を提案した。評価実験の結果から作成可能性と有用性が示された。今後の課題として、より強い視線誘導効果を得られるようにすることや、より自由で柔軟な作成機構を考案することを検討する。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 (21K11992) の支援を受けた。

参考文献

- [1] C. Wisneski, et al. Ambient displays: Turning architectural space into an interface between people and digital information. *CoBuild '98*, p. 22–32, 1998.
- [2] M. Cho, et al. *Calm Automaton: A DIY Toolkit for Ambient Displays*. CHI EA '17, p. 393–396, 2017.
- [3] F. Chris Kelland, et al. The eyes have it! Reflexive orienting is triggered by nonpredictive gaze. *Springer*, 5(3), p. 490–495, 1998.
- [4] J. Driver IV, et al. Gaze perception triggers reflexive visuospatial orienting. *Visual Cognition*, 6(5), p. 509–540, 1999.
- [5] 江口, et al. 遍在する顔ロボットを用いた注意誘導効果の評価. マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2019 論文集, p. 1700–1707, 2019.
- [6] J. Mankoff, et al. Heuristic evaluation of ambient displays. In *Proc. of CHI'03*, p. 169–176, 2003.
- [7] S. Suge. New induction experience design using joint attention by line of sight. *Annual Design Review of Japanese Society for the Science of Design*, 25(1), p.1.18-1.23, 2020.