

Pixel Board: 共在感を伝えるLEDボードの開発

牧野 倫太郎^{1,a)} 黒田 慧¹ 柚 空翔¹ Ye Went¹ Alessandro Brianti² Xingge Yang²
Joe Volpato² 松村 耕平¹ 野間 春生¹ 高田 秀志¹

概要: 本研究では、共同体内での「共在感覚」を生み出すために、複数のフルカラー LED を格子状に配置したボード、Pixel Board を開発した。Pixel Board は複数のユーザがインターネット上からその表示内容进行操作することが可能である。このシステムを利用することで、複数の場所に設置されたボードに自由に絵や文字を描くことができる。Pixel Board をインストールとして設置することで共同体のメンバーが共在感覚を得ることを目指す。

RINTARO MAKINO^{1,a)} SATOSHI KURODA¹ TSUBASA YUNOKI¹ YE WENTE¹ ALESSANDRO BRIANTI²
XINGGE YANG² JOE VOLPATO² KOHEI MATSUMURA¹ HARUO NOMA¹ HIDEYUKI TAKADA¹

1. はじめに

共同体や組織のメンバーが「共に在る」という感覚を「共在感覚」という [1]。この感覚を共有することは組織の一体感を創出する上で重要である。

我々は、共同体のメンバーが、共在感覚を醸成するためには SNS やメール、ウェブサイトなど、能動的に情報のやりとりをするツールではなく、意識せずに存在を感じ取ることができ、その存在が共同体のメンバー間で共有されるツールが好ましいと考える。

一方、SNS やメール、ウェブサイト上でのやり取りといった、ユーザが能動的に情報のやりとりをする従来のツールは、メンバーが直面する仕事上の問題や連絡手段として利用されるものであり、しばしば 2 者間のコミュニケーションにとどまり、共在感覚を創出するのに適していない。他方、インストールは意識せずに存在を感じさせることができる。多くのオフィスでは季節ごとに内装を変更したり、装飾品を飾ることがある。例えば、クリスマスの時期にはクリスマスツリーを飾り、各メンバーが飾り付けをすることがあるだろう。このような活動によって共同体のメンバーは他のメンバーと共に在る感覚を得ることができる。

我々は、共同体のメンバーが共在感覚を持つためのインストールとなるシステムを開発することを目指す。本論文では、その一つの実装として LED で光るボード (Pixel Board) をインターネット上で共有するシステムを提案する。

システムの概要を図 1 に示す。このシステムでは、Pixel Board と呼ぶ、LED がグリッド上に配置されたパネルをインストールとして設置する (図 1 左)。そのパネルの一つ一つの LED はピクセルとしてそれぞれを Web サイトを通じて制御することができる (図 1 中央)。ユーザである共同体のメンバーは、Web サイトを通じて Pixel Board 上に自由に絵や文字を描くことができる (図 1 右)。具体的には、ユーザーは個々のピクセルを任意の色で塗ることが可能である。そして、Web サイト上の入力が現実世界の Pixel Board にリアルタイムで反映される。Pixel Board は複数のユーザーが同時に編集できる。

2. 関連研究

インターネット上でのコラボレーションの例として、2017 年に行われた社会実験である reddit r/place[2] がある。この実験では、1000px × 1000px の空白のグリッドのうち 1 つを、16 色のカラーパレットから 1 色で塗ることができ、ユーザは 5 分ごとにこの作業を繰り返すことができた。この 3 日間の実験には、Reddit アカウントを持つ誰もが参加することができ、100 万人以上のユーザが参加し、芸術作品が創造された。この過程で、様々なコミュニティ

¹ 立命館大学
Ritsumeikan University

² ウースター工科大学
Worcester Polytechnic Institute

a) is0578ps@ed.ritsume.ac.jp

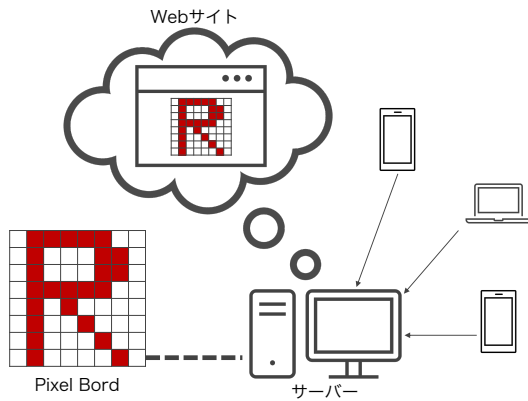


図 1: システムの概要図

に属するユーザの行動が観察された [3].

共同体のメンバーがインスタレーションを共同編集可能であることは、共在感覚を醸成する上で重要だと考えられる。例えば、手指のセンシングとプロジェクションを活用した「an image of ...」という手話を介した体験型インスタレーションがある。このインスタレーションでは、壁面に投影されるアニメーションを手話を通じて変化させることが可能である。展示の過程で、共在感覚が生まれていることが観察されている [4].

上述する2つのプロジェクトに対して、本研究の Pixel Board においてはインターネットサイトではなく、現実設置されたインスタレーションを複数のユーザが編集することによって共同体の共在感覚を創出することを目指す。

3. システムコンセプト

Pixel Board のコンセプトは、reddit r/place のようなインターネット上でのコラボレーションの様子を、物理的なインスタレーションとして現実世界に設置することで、共同体のメンバーがお互いの存在を意識せずを感じることを促進するものである。このシステムは、アートとして鑑賞するのみならず、共同編集も可能とすることで、システムの背後に他者の意図を感じさせる。これにより、組織全体としての共在感覚を培うことが期待される。

上述するシステムコンセプトを実現するために3つの機能要件を定義した: 1. 現実世界に情報提示をすること、2. 提示する情報を複数人のユーザが自由に編集できること、3. 複数箇所に同時に情報を提示できること。以下にそのそれぞれについて説明する。

(1) 現実世界に情報提示をする

reddit r/place では、インターネット上のユーザがピクセル単位で Web サイトに用意された 1000 px x 1000 px のグリッドを自由に編集することができた。本研究においては、これを物理的に表現できる必要がある。すなわち、なんらかしかな情報を表現する媒体をグリッド状に配置することで現実世界に情報提示を行う。媒体

は LED などの光源を用いても良いし、適当なアクチュエータを用いて複数の色を切り替えるような仕組みでも良い。

(2) 提示する情報を複数人のユーザが自由に編集できる an image of ... では、共同編集によって、共在感覚が創出する様子が観察された。本研究においても、共在感覚を感じさせるために、複数人のユーザが自由に編集できる必要がある。例えば、インターネット上の Web サイトを介して共同編集を行う仕組みによって実現できる。

(3) 複数箇所に同時に情報を提示できる

本研究では、離れた複数の場所にいる共同体のメンバーが共在感覚を得ることを目標とする。そのため、インターネット上で編集された情報が、複数の場所に同時に提示されることが求められる。つまり、複数の場所に設置された Pixel Board が同じ情報を参照し、その情報に応じて振る舞う仕組みが必要となる。

4. 初期プロトタイプ

前章で定義した Pixel Board のコンセプトを実現するための要件を実装したプロトタイプを開発した。このプロトタイプにおいては LED と Web アプリケーションを用いてこれを実装した。以下に要件ごとに実装について説明する。**現実世界に情報提示をする**

現実世界に情報提示をする要件を満たすために、複数の LED を並べてボードとして構成する方法を採用した。LED は低消費電力で、低照度の場合の視認性にも優れており、また、コンピュータによる制御も簡便である。

ボードの基材として約 100 cm x 80 cm のスチレンボードを用いる。このボードに、BTF-LIGHTING WS2812B LED テープライトを貼付する。このテープライトには 3 cm 間隔で Worldsemi 社の LED WS2812 が実装されており、3 線式の通信によって個々の LED の色や光量を制御することができる。コンピュータからの制御のため Adafruit Feather RP2040 SCORPIO (以下 SCORPIO) にテープ LED を接続し、コンピュータとは、SCORPIO に搭載されている USB-シリアルを用いて接続する。

図 2 に初期プロトタイプのサイズと配置を示す。LED テープはボードの機材に合わせて切断して用い、30 個 x 24 個の LED、合計 720 個の LED が搭載されたボードとして構成した。

提示する情報を複数人のユーザが自由に編集できる

提示する情報を複数人のユーザが自由に編集できる要件を満たすために、Web アプリケーションを介して制御する方法を採用した。

Web アプリケーションは、HTML/CSS と Node.js で構築する。プログラムは、主にサーバー、クライアント、およびマイコン制御から構成される。サーバープログラムは

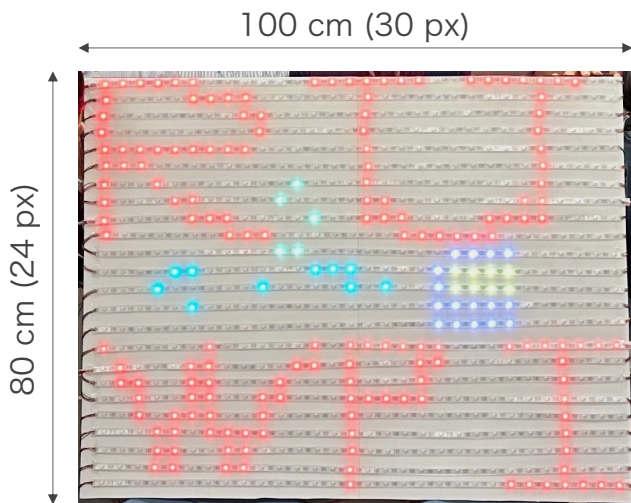


図 2: 初期プロトタイプ

ユーザの接続を管理し、現在の表示内容を提供する。クライアントから色の変更を受信した際には、その色の RGB 値をシリアルポートに送信してピクセルの位置と色を保持し、表示内容が更新されたことをクライアントに通知する。クライアントプログラムはサーバーに接続し、表示内容の更新を受信すると Web サイトの画面を変更する、また、ユーザが色を変更したときには、その情報をサーバーに送信する。Web サイトの操作画面を図 3 に示す。ユーザは図 3 左のカラーピッカーから色を選択し、グリッド内の任意の部分をクリックすることで色を塗ることができる。同時に複数のユーザが共同編集することも可能であり、同時編集時には後から塗った色が上書きされる。LED は SCORPIO を用いて Arduino スケッチを使用し、サーバーから受け取った色の情報に基づいて制御する。現時点では Pixel Board を直接接続した PC でサーバを立ち上げて動作させる。そのため、外部からのアクセスを可能にするために ngrok というツールを使用してローカルサーバーを公開する。

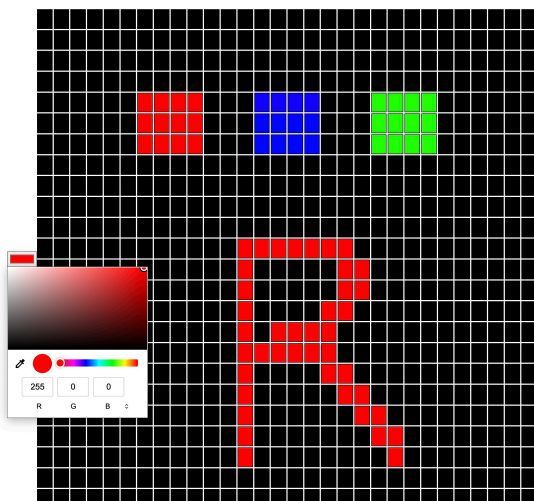


図 3: Web サイトの操作画面

複数箇所に同時に情報を提示できる

現時点では、Pixel Board と直接接続された PC でローカルサーバーを立ち上げることで動作を実現する。このサーバーをインターネット上に公開し、その情報を複数箇所に Pixel Board に配信することで、同時に情報を提示できるが、今回のプロトタイプにおいては実装しない。

4.1 動作検証

このプロトタイプを用いて、Pixel Board の LED の間隔が視認性に及ぼす影響や、複数ユーザが操作する際の操作性を検証した。

LED の間隔が狭いほど視認性は高くなるが、大規模なインストールを構築する場合にはピクセル数 (LED 数) が増加する。本プロトタイプで用いている LED は 3 線式の制御方法の特性上、LED 数が増えるほど、全ての LED の表示を変更するために時間を要する。また、数メートル四方のインストールとして実装する場合には、離れてボードを見ることになるため LED の密度を高める必要がないことが想定できる。ここで、プロトタイプを用いて、LED の点灯間隔を広げた場合の視認性について確認し、大規模なインストールを構築した場合のシミュレーションを行った。

LED の間隔による視認性の違いについて、図 4 に表示の様子を示す。この結果、LED の間隔を 9cm にした場合図 4 (c)でも、内容を理解するのに十分な視認性があることが確認された。

複数ユーザによる共同編集の操作性については、約 10 人程度のユーザによる共同編集を行った。この共同編集の様子を図 5 に示す。様々な図形が描かれ、この共同編集を通じて共在感覚を十分に感じられることが利用者から報告された。

5. プロトタイプの改良

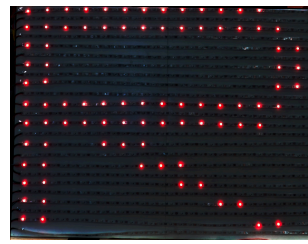
初期プロトタイプで得た知見をもとに、建物の壁や窓など、大規模な設置を想定した改良型のプロトタイプを開発した。このプロトタイプは、複数のパネルを組み合わせる機能する。

5.1 実装

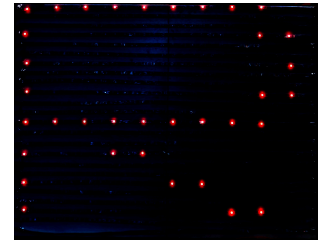
改良型プロトタイプは、プリント基板として実装した。1 枚のプリント基板 (パネル) の大きさは 50 cm × 40 cm で、複数のパネルを組み合わせることで大規模なインストールとして構成することができる。パネル表面には 5 個 × 4 個の LED (Worldsemi, WS2815E)、合計 20 個が配置されている。LED の間隔は 10 cm である。パネル裏側には、制御のための SCORPIO を挿抜するためのコネクタ、および、IO として隣接するパネルへの接続コネクタ、および、12V の電源を供給するためのコネクタを実装した。



(a) LED 3cm 間隔



(b) LED 6cm 間隔



(c) LED 9cm 間隔

図 4: 異なる LED 間隔での視認性

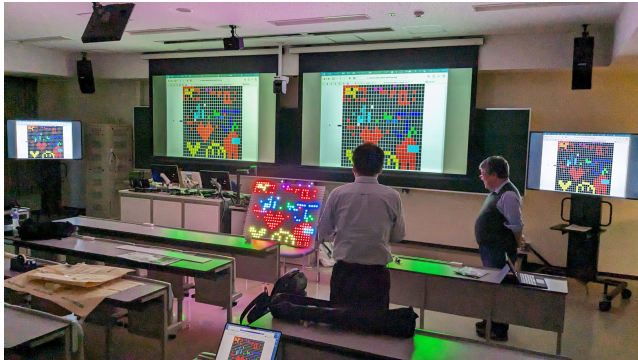


図 5: 初期プロトタイプでの共同編集の様子

SCORPIO と電源供給は 1 つのパネルのみ必要であり、隣接するパネルへはコネクタを介してデータ通信および電源供給が可能である。

ソフトウェアは初期プロトタイプの内容に加えて、パネルの接続枚数と配置を指定することで、Web サイトの入力インターフェースであるグリッドの大きさや、LED との対応関係を自動的に求めることができる機能を実装した。

図 6 に 4 つのパネルから構成される改良したプロトタイプ（横幅 1.0m x 高さ 0.8 m）を建物の壁に設置した例を示す。夜間において十分な視認性が得られていることがわかる。



図 6: 改良したプロトタイプ

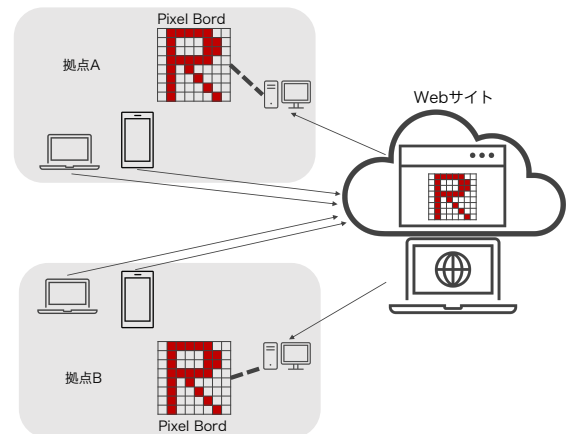


図 7: Pixel Board の複数拠点での運用

6. 今後の展望

今後の展望として、遠隔地の複数の拠点にいる共同体のメンバーが共在感覚を持つために、Pixel Board を活用して、共在感覚の創出を目指す。現時点のプロトタイプは、Pixel Board と直接接続された PC 上にローカルサーバーを立ち上げて動作をしているため、複数箇所でも同時に情報を提示する機能を備えていない。この機能を実現する、複数拠点での運用イメージを図 7 に示す。サーバーをインターネット上に公開し（図 7 右）、その情報を複数箇所（図 7 中、拠点 A,B）の Pixel Board に配信する（図 7 中、拠点 A,B）ことで、同時に情報を提示できる。

参考文献

- [1] 木村大治: 共在感覚-アフリカの二つの社会における言語的相互行為から, 京都大学学術出版会 (2003).
- [2] Cuthbertson, A.: Reddit Place: The Internet's Best Experiment Yet, NewsWeek (online), available from (<https://www.newsweek.com/reddit-place-internet-experiment-579049>) (accessed 2023-12-04).
- [3] Tarara, P.: A CERTAIN PLACE ON THE INTERNET. REDDIT PLACE, (online), available from (<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:252294911>) (2022).
- [4] 和田夏実, 寛康明: An image of …: 視覚身体言語を介した共在感覚と共創のための体験型インスタレーション, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム論文集, Vol. 2021, pp. 91-96 (2021).