

流水と電気分解泡を用いた情報表示

理学専攻・情報科学コース 2040654 福島 真花 (指導教員：椎尾一郎)

1 はじめに

方丈記の冒頭では、とどまることのない川の流りに浮かんで消える泡（うたかた）が、無常観を明快に表す例えとして用いられている。このように、泡は無常のメタファとして多くの文学作品に登場する。近年、気泡により文字や画像を表示する手法がいくつか提案されている。例えば、電気分解により発生する気泡を画素として用い、水面に情報表示を行うディスプレイが提案・実装されている [1]。一方、前述のとおり泡は儚い性質を持ち、アート作品の表現手法としてしばしば用いられる。そこで我々は、電気分解泡がインタラクティブなアートやエンターテインメント作品のための素材としても有用であると考えた。一方で、静水面に泡を表示する従来方式 [1] では、泡の消去に1分程度必要であり、多くの情報を提示する目的には不向きであった。そこで筆者らは、これらの課題を解決し、アートへの応用を模索する気泡表示デバイス“UTAKATA”を開発した [2]。これは流れる水面にティッカー状の泡表示を行うディスプレイであり、泡によるテキストメッセージを水路の下流に向かって流しながら表示する。本論文では、7画素表示であった従来の UTAKATA を 100 画素に高画素化したので報告する。

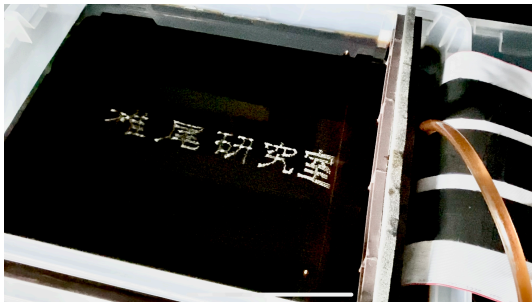


図 1: UTAKATA の概観。泡文字で「椎尾研究室」と表示している。

2 関連研究

泡を画素として用いる情報提示手法として、水中を上昇する気泡を用いるディスプレイ [3] が提案されている。この装置では、気体の供給や制御のために画素・列ごとにエアポンプや電磁バルブなどの可動部分が必要である。よって、機構が大掛かりになり、高画素表示を安価に実現することが困難である。この問題を解決するために、電気分解を利用した泡ディスプレイ BubBowl が提案されている [1]。表示用の気体を電気分解により生成するため、外部からの気体の供給が不要で、可動部分を省いた低コストな泡ディスプレイが実現できる。本研究では電気分解を用いて安価に泡表示を行う BubBowl の特徴を活かしつつ、流水を利用したティッカー方式表示を採用することで、高速な情報表示と、動的な情報表現を実現する。エフェメラルユーザインタフェース (EUI) [4] は、落水・流水・泡のような、形状が持続しない素材をあえて使用するインタ

フェースである。短時間しか持続しない事象を利用することで、ユーザの注意を惹きつけ、興味深い体験を創出する。Bit.Flow [5] は水滴を使用した EUI の例である。チューブ内を移動する水滴を画素として用いるディスプレイであり、チューブの一部を縦に複数並べ、各チューブ内に着色された水滴を注入し、その位置を制御することで文字を表示する。本研究では流水面を漂う泡を用いて、EUI 分野における新しい表現可能性を模索する。

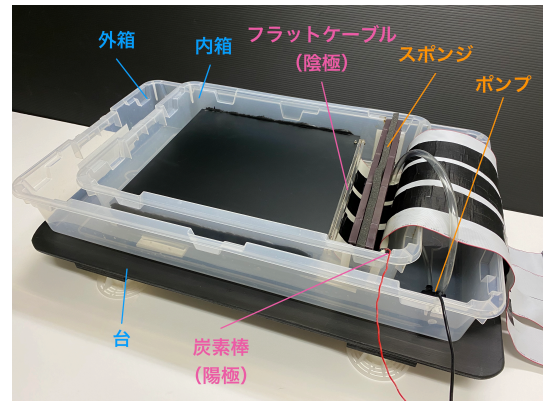


図 2: 電解液を入れる前の提案デバイス。

3 実装

3.1 デバイスの概要

本デバイスの外観を図 1 に、全体構成を図 2 に示す。装置はポリプロピレン製の内箱と外箱で構成され、内箱には表示のための浅い水路が設置されている。水路の上流部の底面に 4 個の 0.8 mm ピッチ 50 芯フラットケーブルの切断面を配置し、200 個の電極を構成した。現在の実装では、このうち中央の 100 個の電極を陰極として使用している。これら電極の一部に通電することで水面に電気分解泡による画素列が生じる。この画素列を下流に向かって流すことで、縦 100 画素のティッカーディスプレイを実現する。従来の UTAKATA [2] では陰極として 7 個のピンヘッダ電極を直線上に配置し、縦 7 画素表示していたが、本研究ではフラットケーブルを用いることで高密度高画素表示を安価に実現した。

3.2 流水路

本システムにおける水流の動きを図 3 に示す。外箱にある液体がポンプを通して内箱に入り、泡を流して排出され外箱に戻る。水流発生のため、外箱に設置したポンプで内箱の上流側に給水を行う。給水時の乱流を緩和し流れを均一にするために、給水部と陰極との間にスポンジを設置した。装置が傾いていると、水の流れが容易に歪んでしまう。流れを直線にするために、プラ木レンによる脚が取り付けられた台を使用し、それぞれの脚の長さを変えることで台の傾きを調整可能とした。

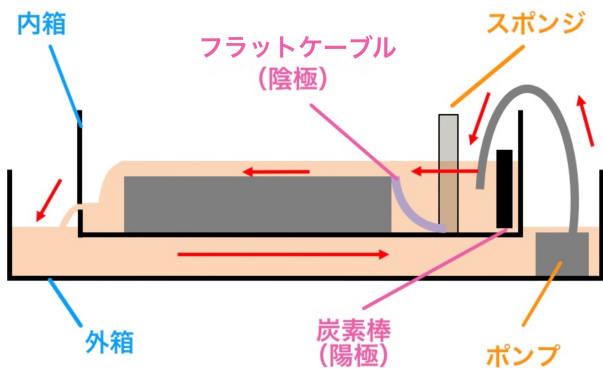


図 3: 水回路の断面図 (右側が上流, 左側が下流). 赤い矢印は水流の方向を示す.

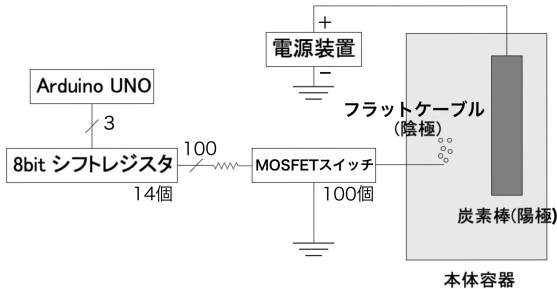


図 4: UTAKATA の回路図.

3.3 電気分解による泡表示

本研究では, 泡を発生させるために電気分解を利用する. 電解液には, 先行研究 [2] と同様に炭酸水素ナトリウム (0.55 % w/v) と増粘剤¹ (0.08 % w/v) を添加したインスタントコーヒー (1.3 % w/v のコーヒー粉を使用) を用いた. この配合により安定した気泡群を生成できる.

陽極には炭素棒, 陰極には前述のように 0.8mm ピッチフラットケーブルを使用した. 本システムの回路図を図 4 に示す. Arduino の 3 個のデジタル出力端子に 13 個の 8 ビットシフトレジスタを接続し, これらを MOSFET スイッチを介してフラットケーブルに接続した. Arduino からの制御で MOSFET スイッチが活性化すると, 対応する電極が接地する. 接地した電極は電気分解の陰極として機能し, その電極から水素が発生する. 電気分解用の電流を供給するために, 安定化直流電源の正の出力を陽極に, 負の出力を接地に接続した. 印加した電圧は約 20 V であり, 各電極に流れた電流はそれぞれ約 2.6 mA であった. また, 陰極から水面までの高さは約 4 mm であった.

3.4 ティッカー表示

本システムを実際に動作させ, 流水面に, 方丈記の冒頭文の一部を表示したときの泡文字の推移を図 5 に示す. 50 画素程度で可読性のある文字を表示できたので, ここでは流水状態が安定している 50 個の電極を使用している. 50 画素高の文字を表示する場合, 文字の幅は約 5 cm であり, 通電開始から描画されるまでの時間は 1 文字につき 4 秒であった.

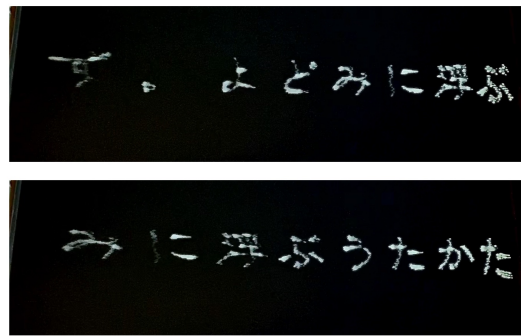


図 5: 50 画素文字のティッカー表示 (11 秒間隔).

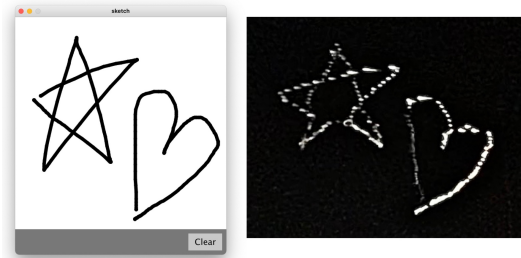


図 6: (左) 実装したドローイングソフト. (右) 実際の泡表示.

また, Processing で専用のドローイングソフトを実装し, ユーザの手描きイラスト (高さ 100 画素) の泡表示を実現した例を図 6 に示す. これまでは読み込んだ画像のみの表示であったが, 手描き画像の実時間表示を実現したことによりさらに表示の多様性が拡大したと考える.

4 まとめ

本研究では, 水流と電気分解を用いたティッカー方式泡ディスプレイ “UTAKATA” を提案・実装した. 流水路を採用することで, 従来の電解気泡表示の低い応答速度の改善を行った. さらに, 高画素化することによって多様な文字列や画像の表示を実現し, 新しいアート表現の可能性を開拓できたと考えている.

参考文献

- [1] Ayaka Ishii and Itiro Sii. Bubbowl: Display vessel using electrolysis bubbles in drinkable beverages. In *Proceedings of the 32nd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '19, pp. 619–623, New York, NY, USA, 2019. ACM.
- [2] 石井綾郁, 福島真花, 田中波羅, 的場やすし, 池松香, 椎尾一郎. 電気分解気泡表示のアートへの応用. *芸術科学会論文誌* Vol. 20, No. 5, pp. 231–244, 2021.
- [3] Jeremy M. Heiner, Scott E. Hudson, and Kenichiro Tanaka. The information percolator: Ambient information display in a decorative object. In *Proceedings of the 12th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '99, pp. 141–148, New York, NY, USA, 1999. ACM.
- [4] Tanja Döring, Axel Sylvester, and Albrecht Schmidt. A design space for ephemeral user interfaces. In *Proceedings of the 7th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction*, TEI '13, pp. 75–82, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [5] Julius Popp. Bit.flow, 2011.

¹日清オイリオ, トロミアップ HP