

タイルドディスプレイシステム ChOWDER を利用した オンラインコラボレーション

川鍋 友宏¹⁾, 小野 謙二^{1),2)}

1) 理化学研究所 計算科学研究センター

2) 九州大学 情報基盤研究開発センター

tkawanabe@riken.jp, keno@cc.kyushu-u.ac.jp

Online collaboration using the tiled display system ChOWDER

Tomohiro Kawanabe¹⁾, Kenji Ono^{1),2)}

1) Center for Computational Science, RIKEN

2) Research Institute for Information Technology, Kyushu Univ.

概要

プロジェクター等の大画面を複数人で共有する会議をより協働的に行うことが可能なソフトウェアシステム ChOWDER を紹介する。ChOWDER は複数拠点でコンテンツ共有が可能なウェブベースのタイルドディスプレイシステムであり、大規模データ表示用途で開発されたが、タイルドディスプレイを用いない、手軽で協働的な情報共有ツールとしての利用方法についても紹介する。

1 はじめに

プロジェクターを使った会議は生産的だろうか？ 大画面表示により、参加者全員が情報共有でき、さらに電子データで情報を持ち寄ることでペーパーレス化にも貢献できる。しかしその一方、発表者が複数いる場合に「発表者」と「聴衆（あるいは、発表を待つ人）」に別れてしまい、議論の発展の妨げになっていないだろうか。また、発表者が多いとプロジェクターの繋ぎ換えに時間がかかったり、あるいは発表者の画面が映らないなどトラブルにより、会議の進行が損なわれるような経験をしたことがある者も多いだろう。近年では複数の PC 画面を同時表示できるネットワーク対応のプロジェクター製品も出ているが、大学などの備品の更新は壊れでもない限り難しい実情がある。ソフトウェアの力で解決できないだろうか？

本稿では、プロジェクターのような大画面表示装置を使った会議を、より協働的に行うためのツールとして利用可能なソフトウェア、ChOWDER を紹介する。本ソフトウェアをインストールしたサーバ PC をプロジェクターに接続すれば、会議参加者の PC は無線 LAN を通して自分の画面をプロジェクターに表示できる。また、複数の PC 画面を同時にプロジェクター画面に表示することも

可能で、これにより複数の情報を一度に俯瞰でき、順番に発表することでは得られないような気付きを得ることも期待できる。さらにネットワークを介して遠隔地の PC 上のコンテンツやウェブカメラ画像などの共有も可能であり、これらの機能の組み合わせにより、既存のテレビ電話会議システムでは難しかった協働型のリモートディスプレイシステムとしてのユースケースなどを紹介する。

2 ChOWDER

2.1 概要

理化学研究所と九州大学が共同で開発するソフトウェア、ChOWDER^[1] (Cooperative Workspace Driver) は、複数の物理ディスプレイ装置を並べて配置することで、全体を 1 つの大きなディスプレイエリアとして利用する、いわゆるタイルドディスプレイウォールを実現するものである。

システム概要を [図 1] に示す。システムはディスプレイ、コントローラ、サーバ、の 3 つのコンポーネントで構成される。

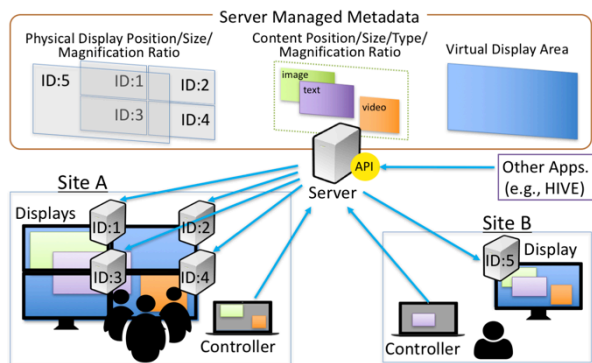


図1 ChOWDER システム概要

ディスプレイは、物理ディスプレイとそれに接続された PC である。物理ディスプレイは、ウェブブラウザ（Google Chrome あるいは Mozilla Firefox を推奨）をフルスクリーン表示状態で用いて、ChOWDER のコンテンツ表示領域とする。つまりディスプレイ装置はウェブブラウザが動作すれば、他にソフトウェアのインストールは必要ない。

コントローラはディスプレイやコンテンツを登録し、その位置やサイズを制御する PC である。ディスプレイ同様、コントローラ機能はウェブブラウザ上で動作するため、コントローラ PC に特別なソフトウェアのインストールは必要ない。

サーバは Web サーバとして機能し、ディスプレイ、コントローラ PC のウェブブラウザからの接続要求を受け付け、それぞれのブラウザが ChOWDER のディスプレイ、コントローラと振る舞うように制御する。

ChOWDER の最も特徴的な機能として、VDA (Virtual Display Area)が挙げられる [図2]。これはシステムが管理する仮想的な2次元表示空間であり、基本的に無限大の表示空間をユーザに提供する。ユーザはシステムを利用する際にこの VDA 内の任意の場所に物理ディスプレイの位置を割り当てる。物理ディスプレイは複数割り当て可能であり、格子状に割り当てれば所謂タイルドディスプレイとなる。表示するコンテンツも VDA 上の任意の位置に登録可能である。コンテンツはタイルドディスプレイを構成する複数の物理ディスプレイ間をまたがった移動や拡張が可能である。VDA 上ではコンテンツのみならずディスプレイの拡大・縮小率の変更が可能であるため、図2に示すように Site A が 2x2 構成のタイルドディスプレイ、Site B が1つのディスプレイを利用するような、異なる物理解像度、アスペクト比であっても、両サイト

がコンテンツをミラーリング共有することが可能である。

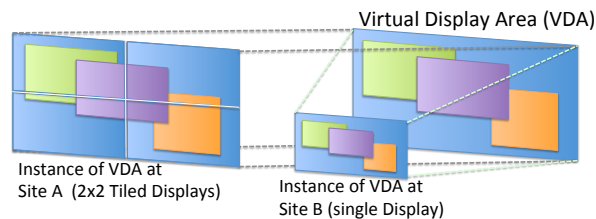


図2 Virtual Display Area 概念

2.2 ソフトウェア構成

前述の通り、ChOWDER はウェブベースシステムであり、ディスプレイ、コントローラはウェブブラウザで動作する。サーバは Node.js [2] をフレームワークとして JavaScript で記述されており、VDA や表示コンテンツ情報をオンメモリ KVS である Redis [3] で管理する。サーバにはコンテンツ操作のための WebAPI が用意されており、外部アプリケーションからのコンテンツ登録も可能である。

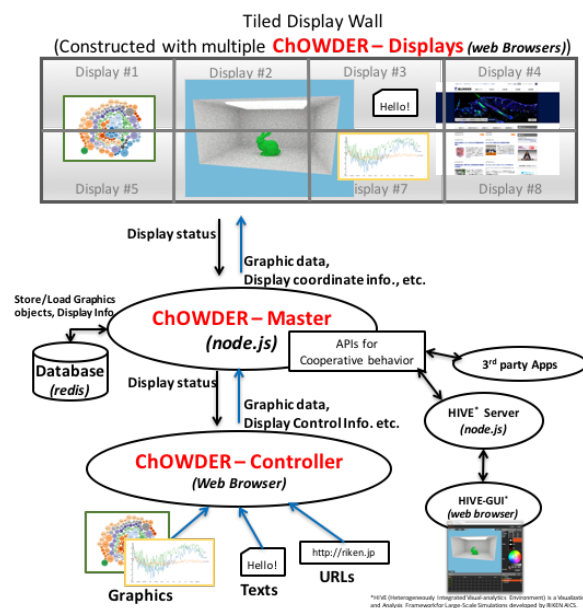


図3 ソフトウェア構成

2.3 ユーザーインターフェイス

ChOWDER のコントローラ画面例を [図4] [図5] に示す。いずれもウェブブラウザ（Google Chrome）で、ChOWDER サーバに接続している状態である。図4は表示コンテンツをコントロールする画面である。画面中央に VDA 上でのコンテンツの配置状態が表示され、ユーザは各コンテンツをマウス操作で移動、拡張、削除ができる。

コンテンツの登録はコントローラ画面内のメニューからファイル選択ダイアログを表示するか、

PC のデスクトップ画面から直接コントローラ画面内にコンテンツファイルをドラッグアンドドロップして行う。表示可能なコンテンツタイプは以下の通りである。

- ・ テキストファイル
- ・ 画像ファイル (jpeg, png, bmp)
- ・ PDF ファイル
- ・ Web ページ (URL を指定することでスナップショットを表示)
- ・ 動画ファイル (mov, mp4)
- ・ コントローラ PC の画面ストリーミング (デスクトップ全体、または任意のウィンドウ)
- ・ コントローラ PC の Web カメラストリーミング

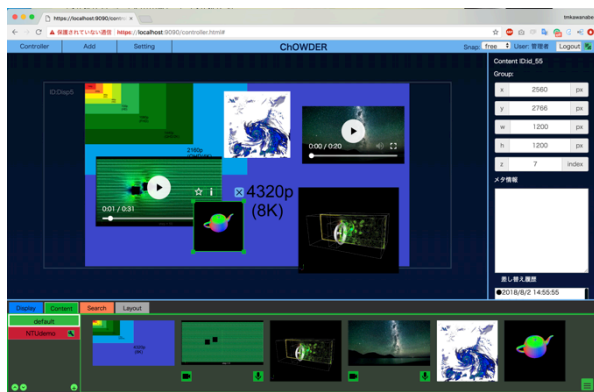


図4 コントローラ画面 (コンテンツビュー)

図5は VDA 及び物理ディスプレイをコントロールする画面である。画面下側にサーバに接続中のディスプレイ (ブラウザ) の一覧が表示されるので、コントローラ操作者は一覧から目的のディスプレイを画面中央の VDA ペインにドラッグアンドドロップし、VDA 上で目的の位置に配置する。VDA に配置された物理ディスプレイはマウス操作で移動や拡大縮小が可能である。

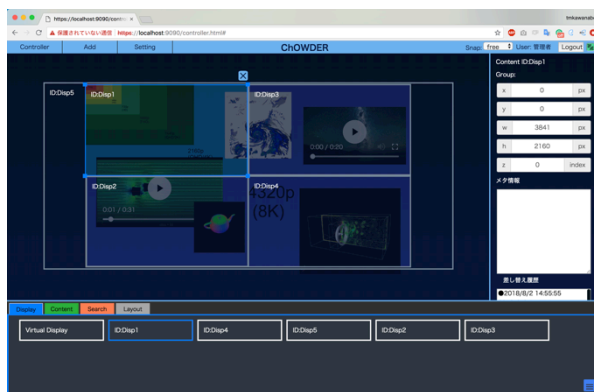


図5 コントローラ画面 (VDA ビュー)

図5においては、4つの物理ディスプレイ (Disp1~Disp4) が 2x2 構成で配置され、さらに1つの物理ディスプレイ (Disp5) がコンテンツ全体を包含するように配置されているのが分かる。VDA における物理ディスプレイの位置や拡大縮率は動的に変更可能なので、低解像度ディスプレイであっても、全体を俯瞰したり、一部を詳細に観察したりといったことが、コントローラ操作を通して可能である。

2.4 ソフトウェアの公開とライセンス

ChOWDER は Github^[4] でソースコードとインストール用スクリプト、利用者向けドキュメントを公開している。Windows, Linux, macOS で利用可能である。ライセンスはBSD 2条項ライセンスのオープンソース・ソフトウェアである。

3 ユースケース

ここでは ChOWDER を利用した協働作業のユースケースを三種類示す。

3.1 集合会議での利用 (1)

会議参加者が一箇所に集まり、何らかの意思決定をする場合、プロジェクター等で情報を提示することが一般的だが、会議の前に情報を集約しておかない限り、各人の情報を順番に提示することになり、提示の順によって議論の方向や質が変化することが考えられる。ChOWDER を使うことで、複数人が同時に情報を表示することができ、必要に応じて表示位置やサイズを参加者が変更することができるため、議論の中心となる情報に素早くフォーカスすることが可能である。

[図6]は集合会議における ChOWDER の利用例である。会議参加者全員がノート PC を持ち寄り、無線 LAN 経由で ChOWDER サーバにアクセスし、他参加者に提示したい情報を ChOWDER ディスプレイに表示している。この例における ChOWDER の装置構成は [図7] の通りである。ローコストに全体解像度を稼ぐため4台の HD 解像度プロジェクターとワンボードマイコン (Raspberry Pi) を利用して1つの大きなピクセル空間 (3200x1280) を構成している。ただし現在では 4K 解像度のプロジェクターが 15 万円程度で購入できるので、より手軽に ChOWDER を利用することができるはずである。

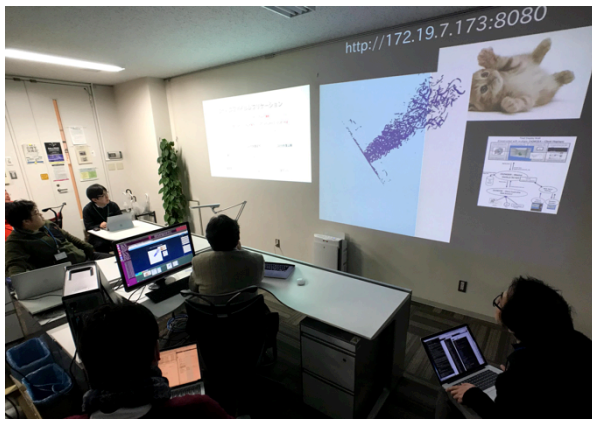


図6 集合会議における ChOWDER 利用例

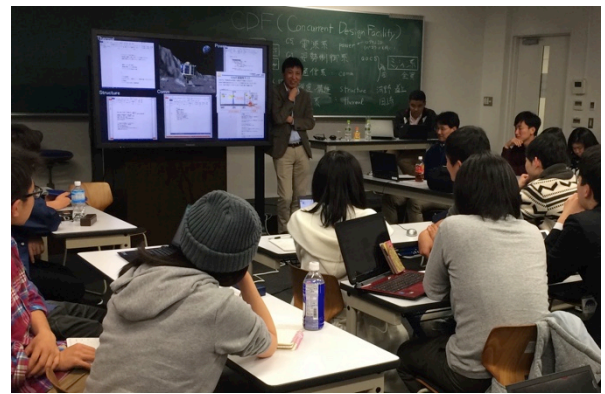


図8 人工衛星設計演習での利用例

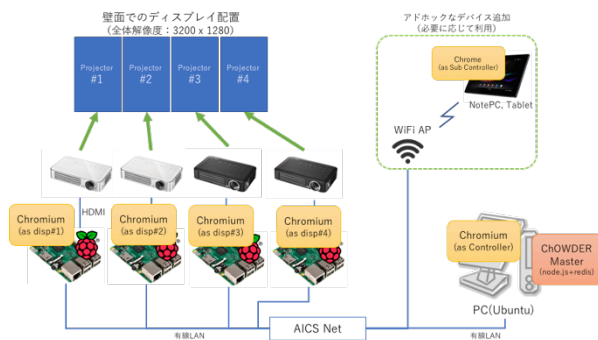


図7 装置全体構成

3.2 集合会議での利用（2）

一台の物理ディスプレイに複数コンテンツを同時表示してディスカッションを行う例を紹介する。[図8]は東京理科大学が主催する宇宙教育プログラム^{[5][6]}において行われた人工衛星設計演習でCDF^[7] (Concurrent Design Facility) の情報提示装置としてChOWDERが利用されている場面である。CDFとは欧州宇宙機関により提案された設計手法で、複数の専門チームがコンカレント・エンジニアリング的に設計開発を行う時に、最先端のネットワーク・コンピュータ技術を用いて横断的に情報共有を行うものである。

本例では、学生が複数の設計チーム（熱設計、構造設計など）に分かれ、各チームの設計情報を中央のディスプレイで俯瞰的に提示することで設計チーム間での仕様の摺り合わせを行っている。各チームは手元のノートPC上でMS WordやPowerPointを用いて設計情報を作成しており、そのアプリケーションウィンドウを中央のディスプレイにストリーミング表示しているので、アプリ上の編集結果は中央のディスプレイにリアルタイムに反映される。

3.2 遠隔協働作業での利用

ChOWDER サーバにインターネット上に置くことで、複数の遠隔拠点のタイルドディスプレイに同じコンテンツをミラーリング表示することが可能である。[図9][図10]は、九州大学の2x2構成（総解像度 7680×4320）ディスプレイと、理研 R-CCS の1x4構成（総解像度 3200×1280）ディスプレイで、コンテンツミラーリングを行っている例である。両拠点は別途 Skype 等で音声を取り取りすることで、通常のテレビ会議では実現不可能な解像度のコンテンツ共有が可能である。

（ChOWDERのWebカメラストリーミング機能により音声のやり取りは可能だが、ノイズや遅延制御の点で先行する汎用サービスに一日の長がある）また、この例で示すようにChOWDERのVDA機能により、異なるディスプレイ構成の拠点同士であってもコンテンツのミラーリング共有ができる。

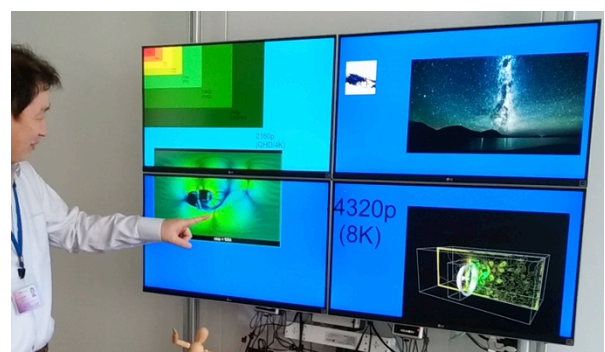


図9 遠隔協働作業の例（九州大学）



図 10 遠隔協同作業の例（理研 R-CCS）

4 まとめ

本稿ではウェブベースのタイルドディスプレイシステム ChOWDER を紹介した。表示装置やコントローラ装置は標準的なウェブブラウザが動作する PC であれば、特別なソフトウェアのインストールは必要ない。タイルドディスプレイシステムではあるが、高解像度なディスプレイが安価に入手できる現在では、1つのディスプレイに複数の高解像度コンテンツを表示することも現実的であり、集合会議などでは ChOWDER を用いることで複数の資料を同時に表示することで議論を活性化し、より協働的な会議となることが期待できる。また、ネットワークを介した複数拠点のタイルドディスプレイでコンテンツ共有も可能であり、従来のテレビ会議システムでは不可能な大規模ピクセル空間を共有した遠隔協働作業が可能である。本システムはオープンソース・ソフトウェアとしてユーザ向けドキュメントと共に公開しており、アカデミアのみならず企業ユーザにも幅広く使っていただけることを願っている。

5 謝辞

本システムは、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) 革新的設計生産技術の採択テーマ「全体俯瞰設計と製品設計の着想を支援するワークスペースの研究開発」においてプロトタイプの開発を行った。また、東京理科大学工学部情報工学科 藤井・立川研究室には、宇宙教育プログラムでの本システム応用利用を通して、ユーザビリティ向上に関して多大なるご貢献を頂いた。関係各位に感謝いたします。

参考文献

- [1] Tomohiro Kawanabe, Jorji Nonaka, and Kenji Ono. “ChOWDER: Dynamic Contents Sharing through Remote Tiled Display System.” *Proceedings of the 11th International Symposium on Visual Information Communication and Interaction*. ACM, 2018.
- [2] <https://nodejs.org/>
- [3] <https://redis.io/>
- [4] <https://github.com/SIPupstreamDesign/ChOWDER>
- [5] <https://www.tus.ac.jp/uc/>
- [6] Hideki Sato, Shinichi Kimura, Ichiro Ueno, Hideyuki Suzuki, Tomoaki Tatsukawa, Kozo Fujii, Makoto Yamamoto, Chiaki Mukai “Space Educational Program of the Tokyo University of Science:A Trial for Space Education” The 31th International Symposium on Space Technology and Science (31th ISTS) June 3-9, 2017
- [7] https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/CDF/What_is_the_CDF