

Web ブラウザを用いた手書きメモ共有システムの提案 Web Browser Based Hand Write Collaboration System

平山 拓朗†
Takuro Hirayama

丸山 一貴‡
Kazutaka Maruyama

寺田 実†
Minoru Terada

1 背景

近年, Android や iOS を搭載した携帯情報端末が急速に普及してきた. 学生でも, 講義中にこれらの携帯情報端末を使って講義資料を参照するといった場面を目にすることが多くなった.

一般的にこれらの端末はタッチパネルを搭載しており, 画面上に表示されるソフトウェアキーボードのタッチにより入力を行う. この手法による文字入力は慣れが必要であり, ハードウェアキーボードに比べてユーザに負荷が生じる. メモなどアイデアを手軽に表出する手段として, 手書き入力は図や文字を自由なレイアウトで記述することができるため, 直感的で有用であると考えられる.

手書き入力を活かした電子ホワイトボードシステムはこれまでも様々なものが開発されてきた. 電子ホワイトボードの特徴は, 複数人で同時に同じ場所に書き込めない, 書き込み領域確保のために以前の書き込みを消す必要がある, といった従来のホワイトボードに存在する物理的制約がないことである.

Web ブラウザ上で動作する電子ホワイトボードシステムの主な例として, Scribblar*¹, Skrb1*², Scriblink*³, Twiddla*⁴, Conceptboard*⁵ などがある. これらのシステムは情報を共同編集する場として利用される.

2 先行研究 - 手書き Wiki

本研究の先行研究に, 寺田が開発した手書き Wiki*⁶がある. 手書き Wiki は, 従来の電子ホワイトボードにリンクの概念を導入したことが特徴である.

2.1 リンク

手書き Wiki では, 複数の固定サイズシートをリンクにより双方向接続させて, ドキュメントの構成を行うことを主眼とする. この仕組みを用いることで, 描画内容の関連をわかりやすく表現できる.

シート上の記述項目について新たな内容を追記するとき

は, その項目を囲むようにドラッグ操作で矩形領域を指定して, 新しいシートへのリンクを作成する. 作成されたリンクの領域は, 図 1 にあるような青色の矩形領域として表示され, その領域上でマウスの右クリックに相当する操作を行うと, リンク先のシートに遷移することができる.

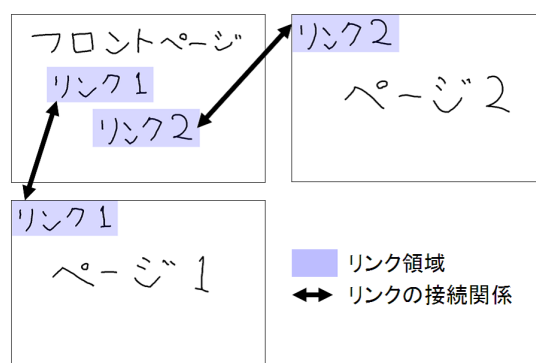


図 1 手書き Wiki のリンクシステム

3 問題点

従来の Web ブラウザベースの電子ホワイトボードシステムは, Flash や Java といったプラグインを必要として携帯情報端末で動作しないものや, 携帯情報端末で動作させることを意図していないものが多い.

また, これらのシステムは本物のホワイトボードと同様に, 描画領域が一枚のシートから構成される. 描画内容の意味的な関連を表現する仕組みがなく, すべての描画内容が同じレベルに書き込まれてしまう. そのため, 例えば多人数で意見を書き込むときには, 空きスペースがなくなってしまったり, 他の書き込みと干渉してしまうといった問題が生じる. また, 注釈を加えたい対象に矢印等を用いて追記を続けていくと, 一覧性が悪くなったり, 見返した時に話の流れがわかりにくくなるといった問題が生じる.

一方, 手書き Wiki には専用ビューアへの描画内容のネットワーク配信機能が存在するものの, マルチユーザでの共同作業は意図していない. また, Java によるデスクトップアプリケーションとして実装されていて, 前述のような携帯情報端末上で動作しない.

4 研究目的

本研究では, 3 章で述べた問題点を解決するために,

† 電気通信大学, The University of Electro-Communications

‡ 東京大学 情報基盤センター, Information Technology Center, The University of Tokyo

*1 <http://www.scribblar.com/>

*2 <http://www.skrbl.com/>

*3 <http://www.scriblink.com/>

*4 <http://www.twiddla.com/>

*5 <http://conceptboard.com/>

*6 <http://pr.ice.uec.ac.jp/~terada/tegakiwiki/>

- 描画内容の関連を表現する手法として手書き Wiki のリンク機構
- 携帯情報端末での動作に対応
- リアルタイム共有可能

を実現するコラボレーションツールを提案, 実装して有用性を検証する.

5 関連研究

5.1 Livenotes: A System for Cooperative and Augmented Note-Taking in Lectures[1]

Livenotes は, 授業における少人数チームでの協調学習支援を目的としたシステムである. プレゼンテーションのスライドを背景に設置したホワイトボードを, 学生チーム間でリアルタイム共有できることが特徴となっている. チームでのインタラクションにより, 協力して講義ノートを取る, 学生同士で疑問点を解決するといったことが可能である.

5.2 スプライトモデルを用いた絵地図型の Web コンテンツ構築システム [2]

久保田らの研究では, スプライトモデルというデータ記述モデルを用いて, Web ページ上のひとつひとつのコンテンツを再利用可能にしつつ, 任意な位置に配置できるようにした PositLog と SaasBoard というシステムを実装している. このシステムでは, 広き制限のないページに手書き文字などのコンテンツを自由に配置した「絵地図型」の Web ページを作成できる. 複数のユーザで共同作業を行うことができるが, 各ユーザの編集結果がリアルタイムに反映されない.

6 提案システム

6.1 概要

本研究では, 従来の PC だけでなく, 携帯情報端末とも共同作業できるように手書き Wiki を Web アプリケーション化したシステムを提案する.

本システムでは, 入力や編集操作などの情報を, 同じシートを表示している全クライアントとリアルタイムに共有することで, 共同作業を実現する. すべてのクライアントには平等な編集権限が与えられ, リンクを作成することで自由に描画領域を増やすことができる.

図 2 に編集画面の例を示した.

6.2 多様な動作環境

様々な環境での動作を可能とするために, Web 標準技術をベースにシステム全体を設計した. デスクトップ OS 上では, Firefox, Chrome, Safari など, 携帯情報端末上では, MobileSafari (iOS), OperaMobile, Chrome (Android) といった Web ブラウザにおいて動作することを確認した. 現在のところ, 端末の画面サイズに応じたユーザインタフェースの切り替えを行っていないため, スマートフォン等の画面サイズが小さな端末に対応できていない.

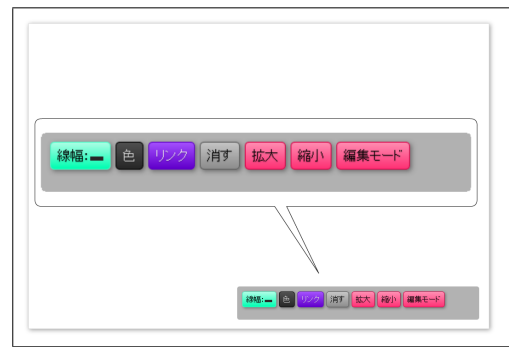


図 2 クライアント側の操作画面とボタン部拡大図

6.3 共同作業を支援する機能

6.3.1 シート移動追従機能

ユーザが現在表示しているシートをカレントシートとする. 本システムでは, リンクにより複数のシートが接続した構造となっているため, 複数のユーザがカレントシートを移動して, それぞれ別のシートを表示することができる. しかし, 全員で特定のシート (注目シート) を表示させて, 特定のユーザが共同作業の進行を制御したいといった状況も考えられる.

そこで, ユーザが指定した相手のカレントシート移動に追従して, 注目シートを表示できる機能を作成した.

6.3.2 複数リンク作成

同じ場所に複数のリンク領域が存在した場合, サムネイル画像から移動したいシートを選択する画面を表示するようにした. 同じ項目について複数のユーザが記述したい場合や, 違う観点からシートを作成したい場合などに使用できる.

6.3.3 サムネイル表示

複数人でリンクを用いてシートを作成していくと, 自分以外のユーザが作ったシートが増え, 全体の構造が把握しづらくなることが考えられる.

そこで, シート間のリンク接続を木構造で表現したサムネイル表示機能により, シートの接続関係の理解を支援するようにした. さらに, サムネイル画像の下に, そのシートを表示しているユーザの名前を列挙して, 各ユーザの居場所が分かるようにした.

7 実装

7.1 サーバの構成

Java Servlet により構成した. Web サーバ・Servlet コンテナとして Jetty*7, 描画情報を格納するデータベースとして MongoDB*8 を選択した. また, Java 上で JSON (JavaScript Object Notation) を扱うライブラリとして JSON-lib*9, UUID (Universally Unique Identifier) を扱

*7 <http://www.eclipse.org/jetty/>

*8 <http://www.mongodb.org/>

*9 <http://json-lib.sourceforge.net/>

うライブラリとして UUID^{*10}を用いた。

7.2 クライアントの構成

HTML と JavaScript により構成した。ストロークやリンク矩形を描画するキャンバスは HTML の Canvas 要素を用いた。また、JavaScript 上での UUID の生成には UUID.js^{*11}を用いた。

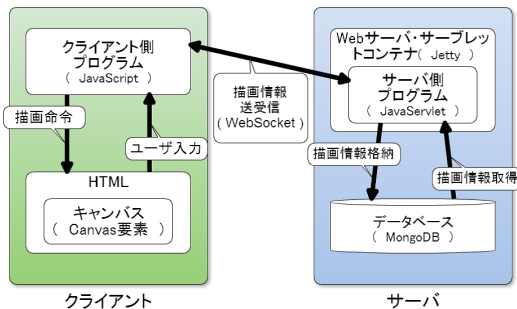


図3 システム構成

7.3 サーバ・クライアント間の通信

リアルタイム共有を行うためにはサーバ・クライアント間で双方向通信を行う必要がある。本システムでは WebSocket により双方向通信を行う。ユーザがどのシートを編集しているのかを識別するために、サーバ側で各クライアントが表示しているシート名を記録する。

7.3.1 編集情報の通信

入力、消去といった編集情報は、同じシートを表示しているすべてのユーザに対して、サーバを介して送受信が行われる。その際、ストローク、リンク等のオブジェクトの情報は、JSON 形式の文字列に変換される。すべてのオブジェクトには UUID が付与され、オブジェクト消去処理の同期は、UUID を送受信することで行われる。

7.4 シート移動追従機能

本システムでは、URL 中のクエリストリングのパラメータ name により、ユーザ名を設定する。サーバは、クエリストリングのパラメータ target に値が指定されているときに、そのユーザ名のシート遷移情報をクライアントに送信する。

7.5 サムネイル表示機能

FRONTPAGE から深さ優先探索でリンクを辿り、サムネイル画像を生成する。木構造は HTML の順序なしリスト (ul) とリストアイテム (li) を用いて表現される。また同時に、各ページに接続中のユーザの名前をサムネイル画像の下に列挙する。

クライアント側におけるサムネイル画面の木構造表示は、JavaScript ライブラリの JQuery^{*12}と、そのプラグイン jOrgChart^{*13}を用いて実現した。

*10 <http://johannburkard.de/software/uuid/>

*11 <https://github.com/LiosK/UUID.js>

*12 <http://jquery.com/>

*13 <https://github.com/wesnolte/jOrgChart>

8 評価

8.1 目的

実際に想定される利用シーンにおける使用感と、コラボレーションツールとしての有用性を評価するために評価実験を行った。

8.2 方法

本システムを利用して、指定したテーマについてのグループディスカッションを行った後に、被験者に対してアンケートを実施した。参加した被験者は各テーマで本学学生 7 名である。そのうち 1 人の司会者は、司会者個人の意見書き込み用、シート移動追従による司会進行用のウィンドウを切り替えて操作を行った。

直接会話の有無による使用感の調査を行うため、指定したテーマのうち、テーマ 1 は被験者全員を同室に集めて話し合いを行い、テーマ 2 は被験者を 2 つのグループとして 2 つの部屋に分けて話し合いを行った。話し合いの冒頭において、被験者個人またはグループごとの意見を考えさせた。その後、リンクを用いてそれぞれの意見をまとめた上で、司会者が話し合いを進行した。所要時間は、各テーマで約 1 時間であった。

8.2.1 使用した端末

スレート PC (FUJITSU FMVTB10B) 3 台、コンバーチブル型タブレット (lenovo Thinkpad X200) PC1 台、ペンタブレット (WACOM CTE-650, CTH-661) を接続した PC2 台、Apple iPad1 台を使用して実験を行った。

各端末は、無線 LAN (IEEE802.11b/g) を用いて、同一の LAN 上で通信を行った。

8.3 結果

表 1 評価項目

設問	内容
Q1	意見は出しやすかったですか?
Q2	このシステムは話し合いにおいて役に立ちましたか?
Q3	このシステムは使いやすかったですか?

表 2 評価結果

評価 (悪 1 ⇄ 4 良)	1	2	3	4	平均
Q1	0	0	3	4	3.6
Q2	0	0	5	2	3.3
Q3	0	0	6	1	3.1

自由記述欄では主に以下のような意見が得られた。

- 他人の発言を遮らずに自由に書きこんで意見を主張できた
- 追従機能により全員同じシートを表示させることがで

