

情報レイヤー管理機構を用いた オフライン Web 文書添削システムの実現

合田 拓史[†] 片山 真也[†] 白松 俊[‡] 大園 忠親[‡] 新谷 虎松[‡]

名古屋工業大学工学部情報工学科[†] 名古屋工業大学大学院工学研究科情報工学専攻[‡]

1. はじめに

研究室等、共同での活動を行うグループでは、資料を介しての情報の共有、相互伝達は日常的に行われている。例えば、論文添削のための論文共有やゼミでの発表資料の共有等である。しかし、このような資料を共有する場合には、PDF ファイルやテキストファイル等の形式のものが用いられ、これらの閲覧や編集、情報の付加にはそれぞれの形式に対応したアプリケーションを用いる必要がある。更に、近年 iOS や Android 等のモバイル OS を搭載した端末も普及し、閲覧環境も考慮する必要がある。

本研究では、様々な環境において複数人での資料の共有、閲覧、編集を行う事を効果的に可能にするシステムの実現を目的とする。本システムの実現における課題は、Web アプリケーションにおいて課題となるユーザインタフェースのレスポンスを改善することである。本研究では、描画および通信における遅延を減らすために、情報レイヤー管理機構、および、オフライン管理機構を実現した。本稿では、特に論文の添削を行うためのシステムをオフライン Web アプリケーションとして実装する方法について述べる。

2. システム概要

本研究では、論文の添削を目的として複数人で資料の共有、閲覧、編集を行うシステムを開発した。本システムは、資料共有の際によく用いられる PDF ファイルを主な対象とし、編集機構としては、資料の描画と編集情報を分離して管理する情報レイヤー管理機構を実装した。また、本研究は様々な環境で動作させることも目標としている。そのため、マルチプラットフォームへのアプローチとしてよく用いられるように^{[1][2]}、本研究も Web アプリケーションとしてシステムの実装を行った。さらに、本システムでは、オフライン環境での利用も想定し、HTML5 のオフライン Web 技術を用いている。本研究で開発したシステムの動作画面を図 1 に示す。本システムでは、PDF 等の資料のアップロード、閲覧、閲覧中の資料に対して任意の位置へのメモの追加、簡単な



図 1. 添削システム動作画面

図形の描画等を行う事が可能である。さらに同じ資料を閲覧している複数のクライアント間で、スクロールやズーム等の閲覧状況、メモや図形（以降アノテーションと呼ぶ）等の添削状況をリアルタイムに同期する機能を持つ。

3. システムの実装について

3.1. 情報レイヤー管理機構

情報レイヤー管理機構とは、スムーズな編集操作を可能にするために、描画頻度に応じて描画内容を階層化するための機構である。資料やアノテーションの描画領域を階層化することで、描画における遅延を減らす事が可能である。情報レイヤー管理機構は、資料レイヤー、アノテーションレイヤーおよびポインタレイヤーの 3 レイヤーを持つ。これらのレイヤーは、描画頻度の異なる描画内容を表示する。1つ目の資料レイヤーは、アップロードされた後は変更が加えられない編集対象となる資料を描画する。2つ目のアノテーションレイヤーは、変更は行われるがリアルタイムな描画はそれほど必要とされない、資料に対して付加されたアノテーションを描画する。3つ目のポインタレイヤーは、主にポインタ（資料上の位置を同じ資料を閲覧中の他のユーザに示す機能）を描画し、他にも図形の描画ガイド等、短時間に何度も描画し直す必要のあるものを描画する。

本システムではレイヤーをラスタ形式ではなくベクタ形式で保持し動的に描画することで、拡大縮小等によるにじみを軽減し、アノテーション単位での操作を容易としている。また、一つの資料へ付加するアノテーションの数がそれほど多くならないことを考慮すると、ラスタ画像でレイヤーを構成する場合に比べデータ量を抑えられるというメリットもあ

An Offline Web-based Collaborative Editing System using Layered Views

[†] Takushi Goda, Shin-ya Katayama, Department of Computer Science, Nagoya Institute of Technology

[‡] Shun Shiramatsu, Tadachika Ozono, Toramatsu Shintani, Graduate School of Computer Science and Engineering, Nagoya Institute of Technology

る。デメリットとしては描画に時間がかかることが考えられるが、実際の運用では資料に付加されるアノテーションの数は1ページあたり数十個程度だったので、問題にはならなかった。

3.2. オフライン管理機構

オフライン管理機構とは、オフライン時の Web アプリケーションの動作、および、オンライン時の通信遅延の軽減のための機構である。本システムでは、オフライン Web アプリケーションとして動作させるために、キャッシュマネージャと Indexed Database API を用いて実装している。キャッシュマネージャは、HTML ファイル、JavaScript ファイル等のシステムの動作に必要なファイルを定義し、ユーザのローカル環境に保存させる仕組みである。これを用いて一度 Web アプリケーションにアクセスし必要なファイルを保存しておく事で、次回アクセス時にサーバに接続できなかった場合もシステムを利用できる。Indexed Database API はブラウザに用意されたデータベースに、Web アプリケーションからアクセスするための API の一つである。本システムでは、これを資料とアノテーションのローカル保存に用いている。

次にサーバ上に保存されたデータと、Indexed Database API でアクセスするデータベース（以降ローカルデータベースと呼ぶ）に保存されたデータの同期について述べる。サーバに接続できていれば、アノテーションの編集（追加、変更、削除）が行われた場合、ローカルデータベースとサーバの両方に同じデータを保存する事で同期をとることができるが、オフラインではローカルデータベースにのみ変更を保存する事になる。しかし、これではローカルデータベース上のデータとサーバ上のデータ間で不整合が発生するため、同期されていない編集情報をどこかで同期する必要がある。本システムでは、システムへのアクセス時にサーバとの接続ができなければオフラインモードとして起動し、アノテーション編集時はサーバへ送信するはずだったメッセージをローカルデータベースに保存する。そして次回システムへのアクセス時にサーバと接続できた場合は、それらをまとめて送信する事でローカルデータベースとサーバの間での同期を行うこととした。

4. ローカルデータベースを用いた場合の資料読み込み時間の評価実験

本システムの評価実験として、データベース API を用いた場合の資料読み込み時間を調べた。

評価実験では、サーバとクライアントを同一のマシンとして JavaScript から XMLHttpRequest を行い資料のダウンロードを行った場合と、クライアントであるブラウザから Indexed Database API を用いて資料の読み込みを行った場合で、資料の読み込み時間を比較した。この際、資料のデータサイズを変

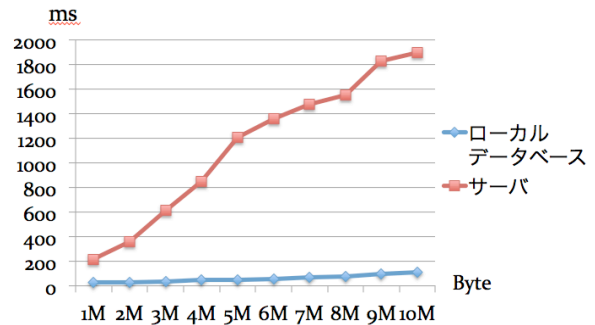


図2. 資料データサイズの変化に伴う資料読み込み時間の変化

化させた場合の資料の読み込み時間の変化を調べた。資料の読み込みは、資料のデータサイズ毎にデータベース API を用いた場合とサーバを介した場合でそれぞれ 10 回ずつ行い、平均を取った。

評価実験の結果を図2に示す。今回の評価実験では、データベース API を用いる事で資料の読み込み時間を大幅に短縮できることが確認できた。本システムは PDF ファイルを主な添削対象としており、その描画に Mozilla の開発している JavaScript による PDF の描画ライブラリ PDF.js を用いている。しかし、PDF.js は描画処理の負荷が大きく、タブレット等の CPU ではシステムの利用が難しかった。しかし、Indexed Database API が高速であったことから、資料のデータサイズは大きくなるが PDF を画像としてキャッシュする事で処理負荷の軽減に利用できることが期待できる。

5. おわりに

本稿では、資料に対して編集操作を行う機構として情報レイヤーを用いたオフライン Web アプリケーションとしての文書添削システムの実装について述べた。また、実験によってオフライン Web の技術をシステムの処理負荷軽減に利用できることを示した。システムの発展としては、扱えるファイル形式の拡大や、メモの一覧機能、アノテーションに時間情報を付加することで添削状況の再生を可能にするなどアノテーションの利用方法の拡大を予定している。課題としては、現在描画頻度で分割している情報レイヤーのより効率的な分割方法、ローカルデータベースとサーバでのアノテーションの同期方法等パフォーマンスの面での改善を検討していく必要がある。

参考文献

- [1] 角世元, 李曉永, 中川晋吾, 酒井三四郎, 太田剛: "Web 技術を用いた実験レポート添削システムの開発と評価", 情報科学技術フォーラム一般講演論文集 4(4), pp333-334, (2005)
- [2] 佐野彰: "マルチプラットフォームに対応した Web ブラウザ上で動作する AR コンテンツ開発・利用システム", 日本教育工学会論文誌 33, pp165-168, (2009)