

SHoes における教材作成支援

廣瀬泰弘 黒田紗也子 菅原典子 赤池英夫 角田博保
電気通信大学 情報工学科

集合教育に用いる e-ラーニングシステム SHoes の開発を行っている。教師が SHoes を用いて講義を行うためには、シートと呼ばれる SVG 形式の講義資料を作成する必要がある。そこで本研究では、シート作成時における教師の負担を GUI によって軽減するためのシステム Sheet Editor for SHoes を試作すると共に、SHoes にアニメーション機能を追加し、その作成も本システムで行うことができるようにした。試作したシステムは、シート作成機能の他にアニメーション作成機能、シナリオ管理機能などを備える。本稿ではシステムの構成及び使用経験から得られた知見について報告する。

Support System for Making Teaching Materials in SHoes

Yasuhiro HIROSE Sayako KURODA Noriko SUGAWARA Hideo AKAIKE Hiroyasu KAKUDA
Department of Computer Science, The University of Electro-Communications

We are developing an e-learning system "SHoes" for classroom education. For a class using SHoes, teachers have to make teaching materials, called Sheet, by SVG. "Sheet Editor for SHoes" was made with GUI for teachers to help make Sheet. We also add the animation function to "SHoes". In addition to Sheet making function, the system has functions for making animation and managing scenario, etc. How the system was implemented and experience obtained via lectures are described in this paper.

1 はじめに

近年、教育機関ではネットワーク接続されたコンピュータを利用する学習形態が増加してきた。筆者らの研究室（以下、本研究室）では e-ラーニングシステム SHoes を開発、運用している [1, 2]。

SHoes はネットワーク接続されたコンピュータを用いて講義を行うためのシステムである。SHoes では講義資料をシートと呼び、シートは SHoes 上で図 1 に示されるシートウィンドウに表示される。このシートは SVG [3] 形式で記述されており、SHoes のシートウィンドウのサイズを変更するとシートの内容が滑らかに拡大または縮小されて表示されるという特徴がある。また、図 1 で示されるシナリオウィンドウには、シナリオ¹が表示され、タイトルをクリックすることで対応したシートがシートウィンドウに表示される。一講義分の資料として、シートの枚数分の SVG ファイルと、シートの一覧を示し

たシナリオファイルが必要になる。また、シートを作成するには教師が 1 枚ごとに SVG 形式のファイルを作成しなければならない。従来は個々の SVG ファイルを直接テキストエディタで編集するか、独自の形式のテキストファイルをテキストエディタで編集し、それを別途用意したプログラムを用いて SVG ファイルに変換していた。さらに、シナリオはシートとは別に編集をしなければならなかった。

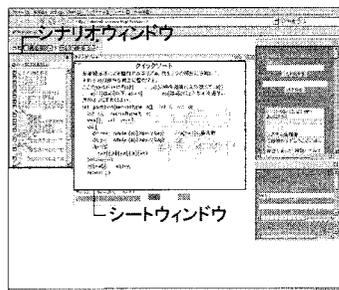


図 1: SHoes の外観

¹シートの並び順を示したものを。

本研究では、このシート作成の作業を支援すると共に、シートを講義単位で扱うことができるようにすることにより、SHoesを用いた講義を行う教師を支援するシステム Sheet Editor for SHoes(以下、本システム)の開発を行った。これに付随してSHoesに対しアニメーション表示機能を追加した。本システムとSHoesの関係を図2で示す。

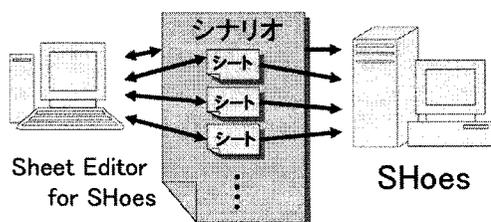


図 2: 本システムと SHoes の関係

2 関連システム

PowerPoint

PowerPoint[5]は一般的にも広く知られているマイクロソフト社のプレゼンテーションソフトで、学校での講義にもしばしば利用される。プレゼンテーション形式では、箇条書きなどの提示方式が多く用いられる。しかし、教科書も兼ねた講義資料として用いる場合には、内容を説明するためにテキストの量が多くなる。PowerPointはテキストや図形をすべてオブジェクト²として扱うため大量のテキストを入力する際にはステップが増加する。操作方法もPowerPoint独自であり、操作に習熟するためには練習を必要とする。また、PowerPointにおけるアニメーションは、テキストや図形を強調することに主眼を置いているものが多いため、例えばプログラムの動きを表現する場合には工夫が必要となる。

本システムでは、量の多いテキストを扱うことを考慮した設計をすると共に、操作方法も一般的なテキストエディタに類似させ、アニメーションに関しても、表現方法を限定し、操作を単純化させることで特別な練習等を必要とせずユーザーが扱えることを目指す。

²グラフや図形、テキストなどの視覚的データのひとまとまりのこと。

xfy

xfy[6]はジャストシステム社のXML開発プラットフォームで、GUI環境でXML文書を操作することができ、タグを書くことなくSVGを生成することが可能である。xfyはSVGファイルを作成することができるが、その主な用途は図形作成であり、PowerPointと同様にテキストもオブジェクトとして扱われている。さらに、xfyは単体のSVGファイル自体を作成するシステムであるため、SHoes上でシートを管理する際に必要なシナリオを同時に生成することはできない。また、xfyはXMLのみならず、スクリプト言語を用いることができるため、アニメーションの作成も可能であるが、この場合にはスクリプト言語やSVGの知識が不可欠である。

本システムはシート(SVGファイル)を講義単位で作成し、同時にそれらを管理するシナリオファイルを生成する。さらに、特別なスクリプト言語やSVGの知識がなくてもアニメーションの作成が行えることを目指す。

3 本システムの設計と実装

本システムは、SHoesを用いて講義を行う教師をシステムの使用者として想定して設計した。

3.1 要求事項

本システムに要求される機能は以下の通りである。

- シート編集機能
 1. シートファイルの読み込み、書き出しができる。
 2. 一般的なテキストエディタ同様にテキストが扱える。
 3. 基本的な図形が編集できる。
 4. アニメーションを扱える。
 5. 上記の機能をひとつのシステム上で同時に、かつWYSIWYG³で行える。
- シナリオ管理
 1. シナリオファイルの読み込み、書き出しができる。
 2. シートを講義単位でまとめて編集できる。

³What You See Is What You Get の略。

3. シートの追加, 削除, 並べ替えなどの操作が行える。

また, SHoes に対してもアニメーション表示機能の追加が要求される。SVG は animate 要素を用いることで, 描画したものをアニメーションにする機能 (以下, SVG アニメーション) を備えている。しかし, SHoes での稼働環境である Firefox ではその機能が実装途中であるため, SVG アニメーションを扱うことができない⁴。よって SVG ファイルにアニメーション表示用のプログラムを埋め込んで動作を制御する必要がある。

3.2 設計方針

前節の要求を満たすため, 以下の設計方針をたてた。

- 直感的な操作
特別な練習を必要とせずに, ある程度 GUI アプリケーションの使用経験があれば扱えるシステムを実現するため, テキスト編集操作は一般的なテキストエディタに, 図形編集操作は一般的なペイントツールに準拠したものをを用いる。基本的な機能のみを実装し, 操作を簡単にする。
- WYSIWYG システムの実現
システムを WYSIWYG にするため, Java 2 Platform Standard Edition 5.0 の API を使用し GUI でシステムを実現する。
- テキストと図形の同時編集
同一キャンバス上にテキストと図形の両方が表示されるようにし, ユーザーがどちらを編集するか切り替えられるようにする。
- アニメーション作成機能
アニメーション作成時に表現法の選択や組み合わせを工夫する手間をなくすため, フレーム⁵を順に表示させるという表現に限定する。なお, 制御に使われるプログラムは JavaScript で作成する。
- SHoes におけるアニメーション表示機能
シート中にボタンを配置し, それを利用者

⁴詳しい実装状況は Mozilla SVG Status[4] を参照のこと。

⁵アニメーションの 1 コマ分のこと。

が操作することで, 自由にアニメーションを制御できるようにする。

3.3 外部仕様

本システムの外観は図 3 で示されているように, キャンバス, メニューバー, 複数のパネル及びツールバーで構成されている。以下で各部の働きについて説明する。

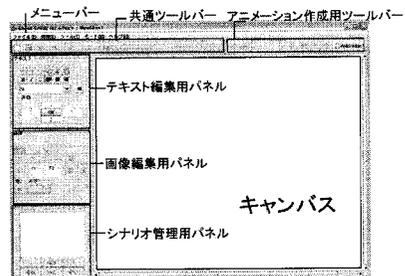


図 3: システム外観

1. キャンバス
シート 1 枚分の大きさの画面が表示され, 編集中のテキスト及び図形がここに表示される。ファイルを保存すると, このキャンバスに表示されている内容を SVG 形式で出力する。
2. 共通ツールバー (図 4)
ファイルを開く, 保存するなどの操作, プレビュー, 編集モードの切り替えを行うことができる。編集モード切り替えボタンは現在の編集モードをアイコンで示しており, アイコンをクリックすると編集モードが切り替わる。共通ツールバーの右端には, 現在編集中のシート及びシナリオ名が表示される。
3. テキスト編集用パネル (図 5)
テキストの操作 (コピー, 切り取り, 貼り付け), 装飾 (文字サイズ, 色, 装飾, 段落の揃え), 及びアンドウ/リドゥの操作が行える。

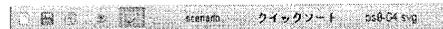


図 4: 共通ツールバー

4. 図形編集用パネル (図 5)

直線、四角、楕円など基本的な図形以外に、矢印やテーブルも描くことができ、JPEG形式などの画像を挿入することも可能である。また、テーブル内の要素を個別に編集することもできる。いずれも、図形に対する装飾をなるべく省き、描画や操作を簡略化した。

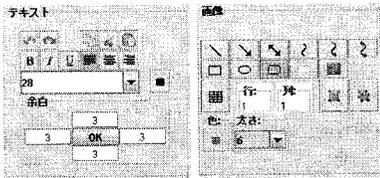


図 5: テキスト編集用パネル (左) と図形編集パネル (右)

5. シナリオ管理用パネル (図 6)

本システムでは単体のシートの編集に加え、シナリオ管理パネルを用いてシナリオも編集することができる。シナリオはSHoes利用時には、図 1 のシナリオウィンドウに表示される。このシナリオパネルは、一講義のシート一覧とそのタイトルを示している。ここでは、編集するシートの選択、シナリオの順序の入れ替え、シナリオへのシートの追加、シートタイトルの修正、シートの削除を行うことができ、編集中のシナリオ名、シートタイトル、シートのファイル名が共通ツールバー内にも表示される。



図 6: シナリオ管理用パネル

6. アニメーション作成用ツールバー (図 7)

アニメーションを作成するには、アニメーション編集モードに切り替える。アニメーションの実現にはフレームを時間経過によって自動的に切り替えるという方法を採用しているため、編集はフレームごとに行う。な

お設定でアニメーションを手動で操作ように変更できる。アニメーション編集がオンの場合にはここで各フレームのビューと、フレームの追加、削除を行うことができる。



図 7: アニメーション作成用ツールバー

7. メニューバー

メニューバーでは前項までのうち、ファイル関連やモード切替などの主要な操作を行うことができる。また一部の頻繁に使われる機能についてはキーボードショートカットが使用できる。

3.4 シートの構成

図 8 は本システムによってファイルとして出力されたシートの表示例で、アニメーションの機能を持ったシートである。またこのシートのアニメーション機能はSHoes上だけでなく、SVGに対応したウェブブラウザでも動作する。

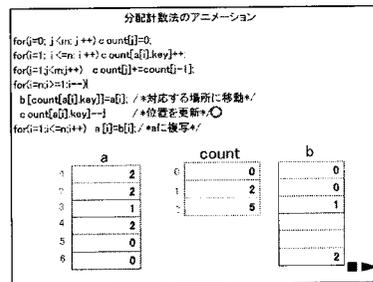


図 8: 出力されるシートの表示例

キャンバスを SVG ファイルとして出力する際に、構造等の内部情報は id 属性やコメント等を使って SVG 上に記録しておく。さらに、保存する際にファイル名がシート左下部に追加される。シートがアニメーション仕様である場合には右下にボタンと、フレーム番号が挿入される。出力された SVG ファイルは独自の形式を用いているため、現段階では本システムで作成された

SVG ファイルのみ読み込むことが可能である⁶。

4 評価実験

本システムの有効性を調べるために4つの実験を行った。

実験1 システムの使いやすさと学習しやすさ

被験者にシステムのチュートリアルを行いながら、以下のタスクを実行させ、本システムの性能やインターフェースに関するアンケートを実施した。

1. テキストを用いたシートの作成
2. 基本図形を用いたシートの作成
3. テーブルを用いたシートの作成
4. アニメーションを用いたシートの作成

さらに、SUS[7]というスコアリング方法を用いたシステムの評価法により、本システムとPowerPointの比較を行った。SUSとは10の質問を使って行われる調査で、システム全体としての有効性、効率性、およびユーザ満足度の主観的評価を反映する複合スコアを生成するものである。

なお、この実験は本研究室の学生4名を被験者とした。

実験2 実用上の使いやすさ

システムの有効性を調べるため、講義で使用する資料を本システムを用いて作成し、性能やインターフェースに関するアンケートを実施した。

被験者は本研究室の教員1名、学生1名である。

実験3 アニメーションの効果

本システムで作成したアニメーションを含む資料を実際の講義で使用し、講義を受講した学生に対してアンケートを実施した。

被験者は講義⁷を受けた学生20名である。

⁶将来的には一般的なSVGを読み込めるようにすることも視野に入れている。

⁷電気通信大学情報工学科夜間主コース2年次の学生対象のプログラミングの基礎に関する講義。

実験4 アニメーション作成の効率

被験者にシートのサンプルを示し、本システム及びPowerPointを用いて、サンプルと同様のシートを作成させるタスクを行った。被験者に示したシートのサンプルは図9で示すように、プログラムが実行され配列に数が格納されていく様子をアニメーションで表したものである。

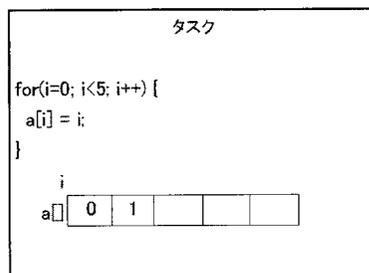


図9: 被験者に示したシートのサンプル

タスクを行う様子はビデオに記録し、実験後ビデオを解析し、それぞれのシステムにおいてタスク完了に要した時間を測定した。この実験は本研究室の学生のうちPowerPointの使用経験のある4名を被験者とした。

5 実験結果

5.1 実験1および実験2

アンケートの結果は、以下の通りであった。

(1) テキスト編集機能について

操作性については、6人中5人が良い、1人が悪いと回答した。

良い理由として、本システムにおけるテキスト編集のインターフェースや操作方法が、一般に広く用いられているテキスト編集ツールに準じているので直感的に使えたという点が挙げられた。また、PowerPointにおけるテキスト編集の処理の重さに比べて、本システムの快適性が指摘された。

(2) 図形編集機能について

操作性については、6人中3人が良い、2人が悪い、1人がどちらとも言えないと回答した。

良い理由として、本システムにおける図形編集の操作方法が、一般の図形編集ツールに準じていた点、矢印が簡単に描けて便利だという点、移動と複製が便利だったという点が挙げられた。

悪い理由としては、テーブルや文字列の描画に対する操作が分かりにくい点、削除やテーブルの編集を行う際に移動や複製モードに切り替えなければならない点、さらに、図形を選択したときのユーザへのフィードバックや、範囲選択、グループ化などの機能がない点が挙げられた。

(3) アニメーション作成機能について

操作性については、6人中4人が良い、1人が非常に良い、1人がどちらとも言えないと回答した。

良い理由として、各ボタンの操作が分かりやすく簡単に操作できたという点、図形を描画し同時にフレーム追加してゆくだけでアニメーションが簡単に作成できたという点が挙げられた。しかし、フレームの追加に対するフィードバックが欲しい、任意の場所へのフレーム追加を行いたいという意見もあった。

(4) シナリオ管理機能について

操作性については、6人中4人が良い、2人がどちらとも言えないと回答した。

良い理由として、インタフェースが分かりやすい点、シートとシナリオが一元管理できる点が挙げられた。しかし、シナリオのファイル名の指定にルールが欲しいとの意見があった。

その他としては、テキスト編集と図形編集のモード切替が分かりにくかった、図形のプロパティをより自由に追加、変更したいという意見が挙げられたが、総じて、基本的なツールは揃っていたという意見が多かった。

最後に、SUSによるシステム評価の結果を表1に示す。SUSにおけるスコアは0~100点で、スコア100はユーザビリティの高いシステムであることを示している。

表 1: SUS によるスコア (単位:点)

被験者	A	B	C	D	平均
本システム	47.5	80.0	77.5	85.0	72.5
PowerPoint	75.0	47.5	70.0	65.0	64.4

5.2 実験 3

実験3において行った実際の講義では、ソーティングのアルゴリズムの説明に、アニメーションが用いられた。

アンケートに答えた15人のうち、10人がアルゴリズムを理解することができたと回答した。理由としては、プログラムの動きが視覚的に捉えることができたので、何をしているかが分かりやすかったということが挙げられた。

次に、アニメーションの操作について、14人中5人がとても分かりやすい、6人が分かりやすい、2人がどちらとも言えない、1人が分かりにくいと回答した。理由としては、シート中のボタンをクリックするだけという単純な操作が分かりやすかったという意見が多かった。その一方で、ボタンをクリックしたことに対するフィードバックがなく、アニメーションが動いているかどうか分かりにくかったという意見や、再生と停止しか使えないので、前のステップを確認したいときに不便であったという意見も挙げられた。

5.3 実験 4

本システムを用いた場合とPowerPointを用いた場合のそれぞれにかかった時間を表2に示す。

表 2: 実験4のタスクにかかった時間 (単位:秒)

被験者	E	F	G	H	平均
PowerPoint 使用経験	3年	2年	1年	1年	—
本システム	212	216	140	246	203
PowerPoint	307	384	162	245	275

上記の結果からも分かるとおり、プログラムの動きをアニメーションとして作る場合には、本システムを用いる方がPowerPointを用いる場合に比べて、早くタスクを終えることができた。

6 考察

6.1 システム全体について

実験2のアンケートからSHoes用の教材作成にかかる負担が減ったという意見が得られた。また、SUSによる評価では本システムの平均点がPowerPointの平均点を上回った。特に評価された点は、操作の覚えやすさであった。シート作成機能やシナリオ編集機能などを組み込んだことによりSHoesを用いて講義をするための総合的な支援を行うことができたと考えられる。今後は、アンケートで得られた機能要望を追加していくと同時に、操作の覚えやすさなど、高い評価が得られた部分を維持しながらシステムの改良を行っていききたい。

6.2 テキスト編集について

実験1のタスクではテキスト編集に関しての説明を行わなかったにもかかわらず、使い方が分からなかったという被験者は一人もいなかった。これはインタフェースを既存のテキストエディタに近づけたことによると考えられる。組み込む機能を必要なものに絞りシンプルにしたことで、例えばPowerPointのオートコレクト機能によりユーザが意図しない変更が加えられ混乱するというようなことがなかった。また、組み込まれた機能に関しても、シートを作成する上で十分であるという評価を得た。

6.3 図形編集について

図形編集に関するアンケートの中では、操作が単純で分かりやすいという意見が多く見られ、シートを簡単に作成できるシステムを実装することができたのではないかと思われる。しかし、移動、複製、削除などの単純な機能しか実装されていないため、複数図形のグループ化や、プロパティの編集など、高度な編集機能を求める意見もあった。これらは、シート作成する上でも有効なものであるため、今後実装を考えていきたい。

一方、図形の削除、重なりの変更、文字列の修正(文字列のみ)、テーブルの編集(テーブルのみ)の操作に関して、混乱が生じたという意見が多かった。これは、上記の操作と移動(ま

たは複製)の操作とがユーザの中で関連付けられていないことと、図形の選択におけるフィードバックが無かったことが原因として挙げられる。この点は、図形が選択されたときにユーザに対してフィードバックを与えるとともに、移動や複製モードに切り替えずに行えるようにしていきたい。

6.4 アニメーション作成について

実験1, 2のアンケート結果や実験4の結果からも分かる通り、表現方法を限定し、作成に対する操作を簡略化したことで、本システムのアニメーション作成機能やアニメーションの表現方法はシンプルながら、講義中に用いられるアニメーションとしては有効なものを、簡単な操作で作成することが可能であると言える。ただし、アンケートには細かい設定や、表現方法の充実や、フレームの削除やモードの切り替えにおけるフィードバックを求める意見があった。この問題を解決するためには、作成をウィザード化するといったような視覚的なフィードバックをユーザに与えることが必要である。

6.5 SHoesにおけるアニメーションについて

実験3のアンケート結果より、講義の中でアニメーションを用いることで、プログラムの動きが視覚的にトレースされて、学生の理解に貢献できた。SHoes上にアニメーションを組み込んだことで、アニメーションの操作を学生自身が行えるので、自らのペースで学習することを促すことができた。

一方、操作はシンプルであったが、操作を行ったことに対するフィードバックが無く、混乱したことが挙げられたが、これは、シート中のボタンを工夫し、アニメーションが再生されている状態と、そうでない状態で表示されるボタンを変化させることで解決が可能であると考えられるので、早急に改善する予定である。

6.6 シナリオ管理について

実験2のアンケートから、シナリオが一元管理できて良いという回答が得られたので、講義資料の作成に役立ったと考えられる。インタフェー

スについてはボタンの名前から操作を直感的に推測することができたという回答が得られた。しかし一方で、編集中のシートを共通ツールバーに表示していたにもかかわらず被験者が気付かず、どのシートを編集しているか分からなかったり、編集しているシートが切り替わったのが分からないという意見もあり、視覚的なフィードバックに関して改善の余地がある。

7 おわりに

今回試作したシステムは、シンプルな操作方法や学習しやすさに主眼を置いた。その結果、機能は限定されているが、操作のしやすさや学習のしやすさが反映されたシステムを作ることができた。しかし、機能を限定したことで、操作中のユーザへのフィードバックの不足や、機能の不足を指摘する声も挙がった。それらを踏まえ、今後も実際の講義での使用や、様々なユーザに使用してもらうことで、より多くの意見を集め改良を行う。さらに、本システム上から SHoes へのファイルのアップロード機能などを追加し、システムの完成度を高めると共に、本システムの有効性をより詳細に検証していきたい。

謝辞

本研究は文部科学省科学研究費基盤研究(C)(No: 17500628)の補助によって行なったものである。

参考文献

- [1] 角田博保, 赤池英夫, 菅原典子, 織田恵太, 集合教育に用いる即応型 e-ラーニングシステムの構想, 情報処理学会研究報告 2006-CE-83, pp.47-52(2006)
- [2] 菅原典子, 織田恵太, 角田博保, 赤池英夫, 集合教育に用いる即応型 e-ラーニングシステムの構想-基本部の開発および使用経験-, 情報処理学会研究報告 2006-CE-83, pp.53-60(2006)
- [3] SVG1.1 Specification,
<http://www.w3.org/TR/SVG/>
- [4] Mozilla SVG Status,
<http://www.mozilla.org/projects/svg/status.html>

- [5] Microsoft Office PowerPoint ホームページ,
<http://office.microsoft.com/ja-jp/powerpoint/>
- [6] xfy.com,
<http://www.xfy.com/>
John Brooke:
- [7] Brooke, J. SUS: a "quick and dirty" usability scale. In P W Jordan, B Thomas, B A Weerdmeester & A L McClelland (eds.) Usability Evaluation in Industry. London: Taylor and Francis.(1996)