

イラストレーションの編集履歴を保持したバージョン管理システムの提案

三戸 夏美^{†1,a)} 坂本 大介^{†1,b)} 小野 哲雄^{†1,c)}

概要: デジタル環境でのイラスト作成は広く普及し、同一のイラストに対して、様々なバージョンを作成・管理することも頻繁に行われるようになってきた。これらの作業に対しては、バージョン管理が作業の手助けになると考えられるが、イラスト作成時のバージョン管理支援はあまり行われていない。その理由の1つとして、ソースコードのようなテキストファイルのバージョン管理と異なり、画像データやイラスト作成ソフトのデータなどのバイナリファイルに対しては、バージョン間の差分の定義が難しく、バージョン管理が困難という問題が挙げられる。そこで本研究では、イラストソフト内の機能として、編集履歴に基づく差分を利用するバージョン管理システムを提案する。またプロトタイプを用いたユーザスタディの評価から、バージョン管理機能の有用性や実装方法、インターフェースなどについて検討した。その結果、本研究で提案するバージョン管理システムはイラスト作成支援として有用であることが明らかになった。

1. はじめに

コンピュータや画像編集ソフトの普及により、コンピュータを用いたイラストの作成が広く行われている。その中では特定のイラストの様々なバージョンを作成・管理することも頻繁に行われているが、イラスト作成時のバージョン管理支援はあまり行われていない。

バージョン管理システムとしては、Subversion[1] や Git[2] など様々なシステムが広く普及している。しかし、その多くが大規模なソースコード、つまりテキストファイルのバージョン管理を目的としたものであり、画像データやイラスト作成ソフトのデータを対象としたものは少数である。その理由として、テキストファイルとは異なり、バイナリファイル間では差分を明確に定義することが難しいため、テキストファイルに対するバージョン管理手法をそのままバイナリファイルに対して適用することができないということが挙げられる。

本研究では、差分の問題を解決し、イラスト作成ソフトを使用したイラストのバージョン作成およびその管理を支援するため、イラストソフト内の機能として編集履歴に基づく差分を利用するバージョン管理システムを提案する。また、プロトタイプを用いたユーザスタディの評価から、バージョン管理機能の有用性や妥当性、今後の実装方針につ

て検討する。

2. 関連研究

2.1 バージョン管理システムの特徴

バージョン管理は、特にソースコードの開発に必要不可欠なものであり、バージョン管理システムの特徴についても研究が行われている [3][4]。Nayan[3] によると、バージョン管理システムの代表的な機能には、古いバージョンのバックアップ機能やバージョンの分岐機能（ブランチ機能）、バージョンの統合機能（マージ機能）、過去の変更の追跡機能、責任者の追跡機能などがあるとされている。これら以外にもシステムによって実装されている機能もあるが、本研究ではバージョン管理を行うための必要最小限の機能である古いバージョンのバックアップ機能、バージョンの分岐機能（ブランチ機能）、バージョンの統合機能（マージ機能）をバージョン管理機能として扱う。

また Ali ら [4] によると、バージョンを保存する方式には、すべてのバージョンの全データを保存する方式と、チェンジセットと呼ばれるバージョン間の差分情報を保存する方式が存在する。本研究で対象とするイラスト作成時のデータは容量が大きいため、バージョン管理をする方式としてはバージョン間の差分情報を保存する方式が適していると考えられる。

2.2 イラストのバージョン管理についての研究

イラストのバージョン管理についての研究として、Chen

^{†1} 現在、北海道大学

^{a)} n.sannohe@complex.ist.hokudai.ac.jp

^{b)} sakamoto@ist.hokudai.ac.jp

^{c)} tonoo@ist.hokudai.ac.jp

ら [5] は画像のための非線形なバージョン管理を行うため、イラスト描画の編集履歴を有向非巡回グラフの構造に基づいて扱うシステムを提案している。このシステムは編集履歴をリビジョングラフとして可視化し、様々なバージョン管理操作を可能とするシステムである。バージョン管理機能としては有向非巡回グラフの構造によって可能になった非線形なリプレイ機能や柔軟なマージおよびコンフリクトの解消機能などが含まれている。

また、高見ら [6] はイラスト描画時の創作支援に、バージョン管理システムを利用した創作支援システムを提案している。これはバージョン管理システム Git[2] を用いた画像ファイルの編集履歴の表示やバージョン管理操作を、直観的に GUI で行えるようにしたものである。この研究では、予備調査からバージョン管理システムを用いた編集履歴管理の操作がイラスト描画作業を阻害する場合があることも明らかにしており、GUI やショートカットキーでバージョン管理システムの操作を行えるようにすることで、直観的にバージョン管理を行えるシステムを構成している。また、画像ファイルのコミット履歴や差分をグラフィカルに表示することで、デザイン初期段階の発散的思考および収束的思考を支援することも目的としている。

2.3 イラストのバージョン管理システムのサービス例

イラストのバージョン管理システムのサービスとして Adobe Creative Cloud[7] や universion[8]、デジタルデザインツールキットである Sketch[9] のバージョン管理ツールである Abstract[10] が存在する。これらはいずれもバージョン管理機能を提供しているが、ブランチ機能やマージ機能が不十分であったり、データの差分を考慮していないなど、本研究で実装を目指すバージョン管理システムとは異なっている。

3. 提案システムとプロトタイプの実装

3.1 提案システム

イラストのバージョン管理システムのサービスはいくつか存在するが、その多くがブランチ機能やマージ機能が不十分であったり、データの差分を考慮していないなど、本研究で目指す適切な差分を利用し、十分なバージョン管理機能を提供するバージョン管理システムとしては、不十分なものとなっている。また、高見ら [6] が示したようにバージョン管理システムを用いた編集履歴管理の操作はイラスト作成作業を阻害する場合があるため、使用者の作業の妨げとならずにバージョン管理が行えることも求められる。

そこで本研究では同一のイラストから派生する複数のバージョン作成・管理を支援するため

- 差分が直観的に理解しやすい
- バージョン管理作業がイラスト作成作業を阻害しない
- 作成したバージョンの管理がしやすい

という3つの要件を満たすシステムの提案を目指す。そしてこれらの3つの要件を実現するため

- イラスト作成時の編集履歴をバージョン間の差分として利用すること
- イラスト作成ソフトの機能としてバージョン管理機能を実装すること

の2点を実現するシステムを構築する。

編集履歴はイラスト作成時の実際の差分であるため、使用者にとって理解しやすい差分となる。しかしイラスト作成ソフトとバージョン管理システムが独立なシステムである場合、編集履歴を利用することは容易ではない。そのため、イラスト作成ソフトの一機能としてバージョン管理機能を実装することで、イラスト作成時の編集履歴を利用できるようにすることが提案の目的の1つである。編集履歴の取り扱いについては、Chen ら [5] は有向非巡回グラフとして保存することを提案したが、本研究では使用者にとって理解しやすいよう、時系列で履歴を保存することを提案する。またイラスト作成ソフトの機能としてバージョン管理システムを提供することで、バージョン管理作業でイラスト作成作業の阻害しないこと、バージョンを管理しやすくすることも目的としている。

3.2 プロトタイプの実装

本研究では、プロトタイプとして基本的なイラスト作成機能を持つソフトウェアにバージョン管理機能を実装し、実装したソフトウェアのバージョン管理情報を保存できる保存形式を定義した。

3.2.1 ソフトウェアとバージョン管理機能

本研究では、イラスト作成ソフトの内部パラメータを取得するためイラスト作成ソフトも実装した。プロトタイプのインターフェイスを図1に示す。このソフトは基本的なイラスト作成機能としてブラシ機能、消しゴム機能、バケツ機能、色選択機能、スポイト機能、操作取り消し機能、レイヤー機能などを持つ。バージョン管理機能としてはバージョン管理の主要な機能である古いバージョンのバックアップ機能、バージョンの分岐機能（ブランチ作成機能）、バージョンの統合機能（マージ機能）を実装した。それぞれのバージョンはブランチ作成機能によって作成されることから、ブランチという名称でも呼称される。ブランチ作成機能とマージ機能について説明する。

ブランチ作成機能

ブランチ作成機能は既存のバージョン（ブランチ）から、それを複製した新たなバージョン（ブランチ）を作成する機能である。作成された新たなブランチは作成直後は複製元のブランチと全く同じものであるが、複製元とは独立である。そのため、新たに作成されたブランチに対して行われた操作は、複製元のブランチには一切の影響を与えない。よってブランチ作成機能によって作成されたブランチは、



図 1 プロトタイプ 基本画面

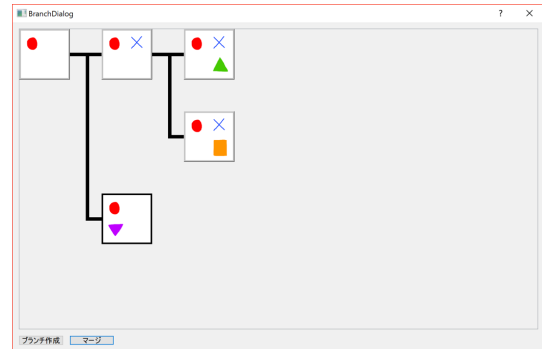


図 2 プロトタイプ ブランチ管理画面

既存のブランチから分岐した新たなバージョンとして扱うことができる。また、複製元となったブランチは変更が加えられず維持されるため、古いバージョンのバックアップも同時に行われている。

マージ機能

マージ機能は既存の2つのブランチから、それらを統合した新たなブランチを作成する機能である。2つのブランチの統合は、親とした一方のブランチの操作履歴の後ろに、ブランチ間の差分であるもう一方のブランチの操作履歴を加えることで実現した。マージ機能で作成されたブランチもブランチ作成機能で作成されたブランチ同様、マージ元の2つのブランチとは独立で、バックアップも保存されることになる。

これらのバージョン管理操作はソフトウェア内の専用のダイアログで行うことができる。ダイアログ内では全ブランチを作成した画像として表示する。ブランチの配置はブランチ間の関係を表すよう佐々木らの時系列ビュー [11] を参考に左から右に時系列の順に並び、ブランチ関係、マージ関係ともに線で結んで表現した。実際のダイアログの例を図2に示す。このダイアログ内ですべてのブランチに対しブランチ作成機能、マージ機能を使用することができる。またブランチ間の関係を維持するため、ブランチ作成機能、マージ機能で新たなブランチの元となったブランチは編集できないものとした。

3.2.2 保存形式

プロトタイプでは、それぞれのブランチを復元するのに十分なデータを保存し、かつ無意味に重複したデータを保存しないため、それぞれのブランチの作成後の編集履歴とブランチ間の作成関係を保存する。これを実現するためプロトタイプに対応する保存形式では、各ブランチ間の作成関係を保存するテキストファイル1つと、ブランチの個数分のそれぞれのブランチの編集履歴を保存するテキストファイル、合わせてブランチの個数+1個のテキストファイルからなるフォルダ全体を保存する。実装したソフトウェアには、この保存形式に対応した読み込み機能、書き出し機能も実装した。

4. ユーザスタディ

4.1 設定

提案システムの妥当性や有用性を調査するため、プロトタイプを体験してもらい、システムを評価してもらうユーザスタディを行った。参加者は1年以上デジタルイラスト作成に取り組んでいる20代前半の男性4名、女性4名の計8名とした。ユーザスタディでは参加者にプロトタイプの機能を説明し、その後バージョン管理が必要な2つの課題(課題1, 課題2)に取り組んでもらった。

課題1は、参加者にブランチ機能の使用が想定される例に取り組んでもらう課題である。参加者には本システムを用いて、図3のような条件を満たす5枚のイラストの作成に取り組んでもらった。このとき、参加者にはできる限りブランチ機能を用いるよう指示した。

課題2は、参加者にマージ機能の使用が想定される例に取り組んでもらう課題である。参加者には本システムを用いて、図4のような条件を満たす4枚のイラストの作成に取り組んでもらった。このとき、参加者にはできる限りブランチ機能とマージ機能を用いるよう指示した。

参加者には課題1の後、Q1からQ5の5問のアンケートへの回答してもらい、口頭で意見を伺った。さらに課題2の後には、Q6からQ10の5問のアンケートに回答してもらい、口頭で意見を伺った。また、バージョン管理システムの評価に関しては、バージョン管理機能が普段使用しているイラスト作成ソフトの機能として実装されている場合、どのように感じるかを答えるよう指示した。アンケートは表1のように5件法で行った。

4.2 結果・考察

課題1, 2で参加者が作成したブランチの例を図5, 6に示す。またアンケート結果は表1のようになった。これらの結果から考察する。

ブランチ機能についてはアンケート Q1, Q2, Q3, Q5の結果が全て4以上であることからプロトタイプとして実装したバージョン管理機能は有用であると考えられる。また

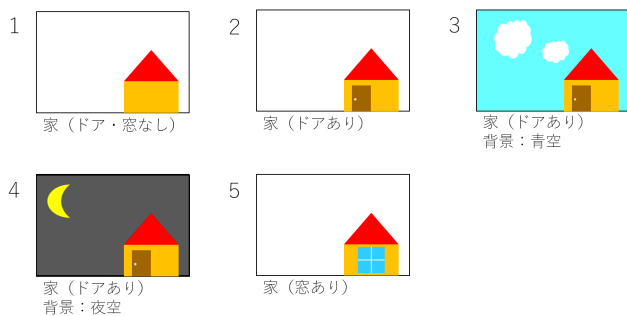


図 3 課題 1 で作成する 5 枚のイラストの例

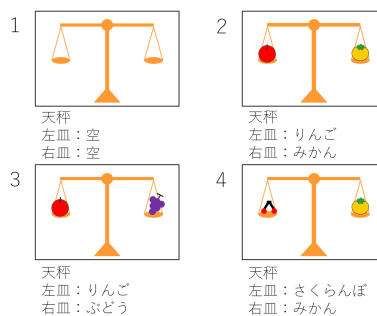


図 4 課題 2 で作成する 4 枚のイラストの例

表 1 アンケート結果 (単位:人)

1:全くそう感じない 2:どちらかといえばそう感じない 3:どちらともいえない
4:どちらかといえばそう感じる 5:強くそう感じる

アンケート	1	2	3	4	5
Q1 イラストのバージョンをイラスト作成ソフト内で保存できる機能を有用だと感じましたか	0	0	0	4	4
Q2 同じイラストから複数のバージョンを作ることができる機能を有用だと感じましたか	0	0	0	0	8
Q3 古いバージョンのイラストから、新しいバージョンを作成し編集できる機能を有用だと感じましたか	0	0	0	3	5
Q4 イラストの各バージョンを画像で表示し、バージョンの関係を線で結んだ表示方法を適切だと感じましたか	0	1	2	2	3
Q5 自分が使っているソフトに、本システムのようなバージョン管理機能があったら使いたいと感じますか	0	0	0	3	5
Q6 マージがレイヤーに基づいて行われることを適切だと感じましたか	0	0	3	3	2
Q7 マージがブランチ間の画像の違いではなく、操作履歴に基づいて行われることを適切だと感じましたか	0	2	5	0	1
Q8 2つのブランチのマージされる結果がどちらを親にするかで異なることを適切だと感じましたか	0	0	1	4	3
Q9 イラストの各バージョンを画像で表示し、マージの関係を線で結んだ表示方法を適切だと感じましたか	0	0	1	3	4
Q10 自分が使っているソフトに、マージ機能があったら使いたいと感じますか	0	1	1	5	1

参加者からの意見としても、ファイルを開くなどの作業を必要とせず、システム内でバージョンを変更できる点や、1つのファイルでまとめて複数のバージョンを扱える点を評価する意見や古いバージョンから新たなブランチを作成できるので、簡単に作成途中のある時点から再スタートできて便利であるという意見を得られた。一方で、ブランチを作成していない時点に戻ることができないため、自動で定期的にブランチを作成する、特定の操作後、自動でブランチを作成するなど手動以外でもブランチを作成する機能が必要であると考えられる。また末端以外のブランチの編集機能やブランチの削除機能などについても要望があったものの、実装方式については様々な意見があった。そのため今後はこれらの機能の使用者にとって直観的で使いやすい実装を検討していきたい。

次にマージ機能については、アンケート Q6, Q7, Q10 の結果の平均が 4 を下回ることからプロトタイプとして実装したバージョン管理機能はあまり有用ではないと考えられる。参加者からも、結果の予測が難しい、使いこなすのが難しく複雑であるという意見や使いどころが限られている、ブランチやレイヤーなど別の機能で代用が利く場面が多いという意見が得られた。また実装方式についても、操作履歴に基づいてではなく、画像に基づいてマージを行う方がよいという意見や分岐前から存在するレイヤーが、マージ後自動的に統合される点を、統合するかをユーザに選択できるようにしてほしいという意見などがあり、よりユーザに直観的で自由度の高いマージ方法を望む意見が得られた。

よってマージ機能はバージョン管理の代表的な機能ではあるものの、イラスト作成時には限定的な使用にとどまるため、実装の必要性は低いと考えられる。また実装する場合にも、適切な実装方式を比較・検討する必要があると考えられる。

最後に、ブランチ間で線で結ぶ UI についてはアンケート Q4, Q9 の結果のように個人によって異なる意見が得られた。参加者からの意見でも関係性がわかりやすいという意見とわかりづらいという意見の両方の意見があった。このほか一部のブランチの非表示機能や複数のブランチをまとめて表示する機能、ブランチの表示順並び替え機能、ブランチに目印をつける機能、レイヤーごとの差分表示機能などにも要望があったため、今後より直観的で使いやすいデザインや機能を検討していきたい。

5. おわりに

本研究では、イラストソフトのデータのバージョン管理を編集履歴を差分として行うため、イラストソフトのデータそのものが編集履歴情報やバージョン管理についての情報を保持し、ソフト内の 1 つの機能としてバージョン管理を行うシステムを提案した。またイラスト作成ソフトの機能としてプロトタイプの実装・ユーザスタディを行い、その有用性や妥当性について検証、考察を行った。その結果、本研究で提案したシステムのバージョン管理機能は有用であることや参加者から必要とされていることが示された。一方で、マージ機能については実装の必要性が低いことや

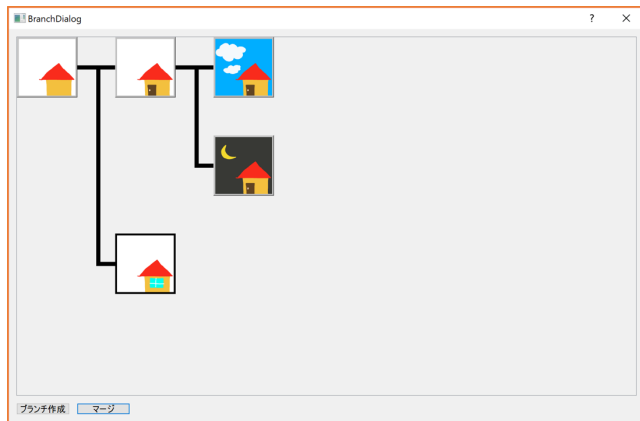


図 5 課題 1 で参加者が作成したブランチの例

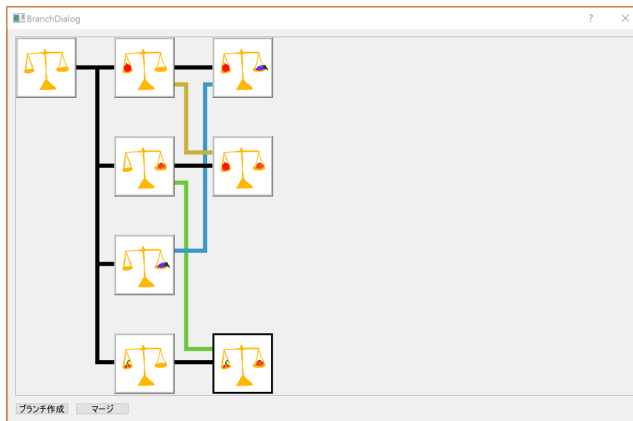


図 6 課題 2 で参加者が作成したブランチの例

実装をよりシンプルにする必要があることなども示された。今後は、これらの結果に基づきシステムを改善し、実際にサービスとして提供できるように使用者に使いやすいシステムの開発を進めていきたい。

参考文献

- [1] Apache Subversion, <http://subversion.apache.org/>.
- [2] Git, <https://git-scm.com/>.
- [3] Ruparelia, N. B.: The History of Version Control, *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, Vol. 35, No. 1, pp. 5–9 (online), DOI: 10.1145/1668862.1668876 (2010).
- [4] Koc, A. and Tansel, A. U.: A survey of version control systems, *ICEME 2011* (2011).
- [5] Chen, H.-T., Wei, L.-Y. and Chang, C.-F.: Nonlinear Revision Control for Images, *ACM Trans. Graph.*, Vol. 30, No. 4, pp. 105:1–105:10 (online), DOI: 10.1145/2010324.1965000 (2011).
- [6] 高見玲, 岩田満: バージョン管理システムを用いたイラスト描画のための創作活動支援システムの提案, 第 78 回全国大会講演論文集, Vol. 2016, No. 1, pp. 171–172 (2016).
- [7] アドビ公式サイト: クリエイティブ、マーケティング、文書管理ソリューション, <https://www.adobe.com/jp/>.
- [8] Web クリエイターのためのファイル管理コラボレーションツール — universion, <https://universion.com/>.
- [9] Sketch - The digital design toolkit, <https://www.sketchapp.com/>.
- [10] Abstract - Secure version control and design workflow management, <https://www.goabstract.com/>.
- [11] 佐々木勇介, 岩田満, 田野俊一, 橋山智訓ほか: デザイナーの行動分析によるデザイン支援ツールの設計と評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 3, pp. 1113–1124 (2007).