

過去の作業の回想および作業復帰のための 知的バックアップシステムの試作

An Intelligent Backup System for Recalling and Resuming User's Past Work

松浦 辰雄^{*1}

Tatsuo Matsuura

大冨 忠親^{*1}

Tadachika Ozono

新谷 虎松^{*1}

Toramatsu Shintani

^{*1}名古屋工業大学大学院情報工学専攻

Department of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology

It is time-consuming to find files of user's past work on PCs because existing search systems cannot help users to do. We developed an intelligent backup system to resolve the problem. We integrated a visual search system using screenshots of a user's desktop into a backup system to help users to reach files that meet their demands. Moreover, information about user's past work is organized as Research Episode Networks, which are graphs representing relationships among events, tasks and files. This paper explains how to implement the intelligent backup system based the Research Episode Networks.

1. はじめに

過去に中断した作業を再開する際に、過去の作業内容を思い出す必要がある。作業内容を思い出すことで、効率良く作業復帰を行うことができる。しかし、作業内容が複雑であったり、作業中断から長期間経過することでユーザは作業内容を忘れてしまう。また、PC上では、どのファイルを使用したのか忘れてしまい、作業復帰が困難となる。そこで、本研究では、過去の作業内容を回想させつつ作業復帰の支援を行う。

先行研究では、デスクトップ上で行われた作業をスクリーンショット画像で記録し、閲覧することで過去の作業内容の回想を支援した [松浦 16]。しかし、これは過去の作業を回想するのみであり、スクリーンショット画像を記録するだけでは、作業環境を復元することはできない。本研究では、デスクトップ上の作業に対して、スクリーンショット画像とテキスト形式の作業履歴を記録する。また、当時閲覧した Web ページや参照および編集したファイルなどの情報を記録した作業履歴から既存のアプリケーションと連携して作業復帰を行う。さらに、スクリーンショット画像およびファイルにエピソードを記述する研究エピソードネットワークを利用し、作業履歴の検索を支援する。本稿では、作業内容の回想と復帰を行うシステムである視覚的作業復帰支援システムの実装について述べる。

本稿では、第 2 節で過去の作業の回想と復帰について述べる。第 3 節では、スクリーンショット画像と作業履歴の記録、アプリケーションとの連携による作業復帰の手法および研究エピソードネットワークについて述べる。第 4 節では、本システムの構成について詳しく説明する。第 5 節では、実行例を示し、考察を述べ、最後に、第 6 節で本稿をまとめる。

2. 過去の作業の回想と復帰

作業には大きく分けて 2 種類あり、定期的に発生する作業と不定期で発生する作業がある。作業の種類により、作業内容の回想および作業の復帰のアプローチが異なる。

2.1 定期的に発生する作業の回想と復帰

定期的に発生する作業とは、毎月もしくは毎週といった一定期間で繰り返し行われる作業のことである。ユーザは、過去に行った作業内容を再度参照することで同様の作業を効率良く行うことができる。

しかし、定期的に発生する作業に対して、ユーザは、同様なファイル名を付与する傾向がある。そのため、類似したファイル名が増え、特定の作業を思い出すことが困難になる。作業内容を回想するには、当時閲覧していた Web ページを確認したり、編集していたファイルの状態を確認することが有効である。既存のアプリケーションで作業履歴を記録しているものは多い。しかし、テキストで記録されているものも多く、作業内容を回想するのが困難である。そこで、テキストのみではなく画像による記録 [近藤 07] を行うことで視覚的に作業内容を回想することができる [Bruny 06]。また、複数のアプリケーションを使用する作業も多いため、複数のアプリケーションを同時に記録する必要がある。

本研究では、デスクトップ上の作業に対して、スクリーンショット画像とテキスト形式の作業履歴の記録を行う。ユーザは、視覚的にスクリーンショット画像で記録されている作業履歴を閲覧することで過去の作業の回想する。

2.2 不定期で発生する作業の回想と復帰

不定期で発生する作業とは、スケジュールが確定していない作業のことである。不定期で発生する作業に対しても、同様な作業が今後発生した場合、素早く対応するために過去の作業の再度参照を行う。しかし、不定期で発生する作業に対しては、作業内容を忘却している可能性が高い。特に、長期的になればなるほど作業内容を忘れてしまい、作業の回想と復帰は困難である。そこで、ユーザに当時閲覧していた Web ページや編集を行っていたファイルを再提示し、過去の作業内容の回想および作業復帰を行う。

本研究では、作業履歴として当時閲覧していた Web ページの URL や作業を行っていたファイル情報を記録し、他のアプリケーションと連携し、作業復帰を行う。特に、バックアップソフトウェアである Time Machine と連携を行い、当時使用していたファイルの再度参照をする。

連絡先: 松浦 辰雄, 名古屋工業大学大学院情報工学専攻,
愛知県名古屋市昭和区御器所町, TEL: 052-735-5584,
tatsuom@toralab.org

表 1: 作業履歴の種類

情報の種類	情報
取得時刻	年, 月, 日, 時, 分, 秒
アプリケーション情報	アプリケーション名
ファイル情報	ファイル名, Web ページの URL
ウィンドウ情報	(X, Y, Width, Height)
入力イベント	マウスイベント, キーイベント
作業アノテーション	作業中にユーザが付加したタグ
ハミング距離	類似画像判定によるハミング距離

3. 知的バックアップシステム

知的バックアップシステムは、記録したスクリーンショット画像と作業履歴から過去の作業内容の回想と復帰を行う。類似画像判定を用いて、効果的なスクリーンショット画像のみ取得し、作業履歴から既存システムおよびアプリケーションと連携して作業の復帰を行う。また、研究エピソードネットワークを利用し、作業履歴の検索の支援を行う。

3.1 スクリーンショット画像による記録

本システムは、スクリーンショット画像によりデスクトップ画面の記録を行う。ユーザはスクリーンショット画像を閲覧することで過去の作業内容の回想を行う。10 秒間隔でスクリーンショット画像の取得を行い、同時に作業履歴の記録を行っている (表 1 参照)。また、スクリーンショット画像取得時に pHash 法 [Bajaja 15] を用いた類似画像判定を行う。類似画像判定を行うことで同一のスクリーンショット画像を判定する。同一のスクリーンショット画像を連続で取得しても、作業内容に変化がなくユーザにとって利益を生まないため破棄する。また、本システムを長時間利用した際に、保存サイズの肥大化が起るため、有効なスクリーンショット画像のみ取得し、肥大化を抑制する。

類似画像判定は、作業内容の変化の大きい最前面のウィンドウに対して行う。スクリーンショット画像から最前面のウィンドウ画像を抽出し、32 × 32 にリサイズ後、グレースケールを行う。グレースケール後、画像の輝度情報に対して離散コサイン変換をかける。離散コサイン変換後、離散コサイン変換行列の左上成分を (0,0) として 8 × 8 の範囲を取り出し、中央値を取る。各成分が中央値より大きければ 1、小さければ 0 として値を格納する。64bit のハッシュ値を得られ、直前のスクリーンショット画像のハッシュ値とのハミング距離を計算する。ハミング距離が 0 であった場合は、同一のスクリーンショット画像と判定し、スクリーンショット画像と作業履歴を破棄する。

3.2 既存のシステムおよびアプリケーションとの連携

本システムは、既存のシステムおよびアプリケーションとの連携を行い、作業復帰を行う。PC 上で行う作業としては、主に Web ページの閲覧、ファイルの参照および編集作業である。スクリーンショット画像に取得時刻、アプリケーション情報、ファイル情報およびウィンドウ情報を付加する (表 2 参照)。ウィンドウ情報からスクリーンショット画像上にファイル情報を付加したクリックブルマップを作成する。ユーザは、スクリーンショット画像上の復帰を行いたいウィンドウ範囲をクリックすることで直感的に作業復帰の命令を出す (図 1 参照)。

また、本システムは、バックアップソフトウェアである Time Machine と連携する。Time Machine は、1 時間おきに OS 全体のファイルのバックアップを外付け HDD などに保存する。Time Machine では、全てをバックアップするのではなく、

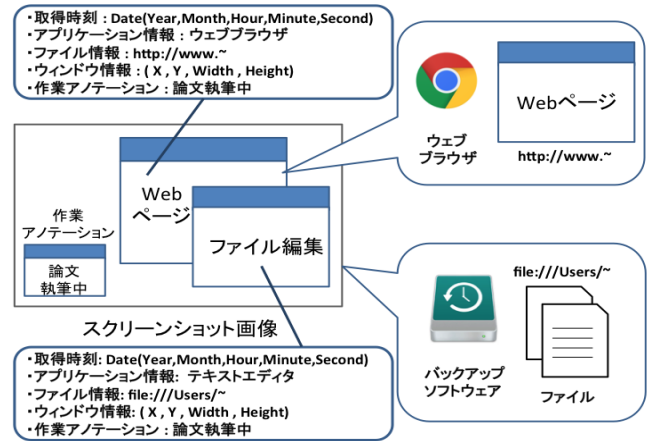


図 1: 作業の記録および復帰

ファイルの変更内容の差分を保存する。Time Machine では、Backups.backupdb を生成し、1 時間ごとにフォルダに保存を行う。本システムでは、1 時間ごとの各フォルダの差分を抽出し、変更されたファイルを特定する。作業復帰の命令が出た場合、本システムで取得した作業履歴の取得時刻およびファイル情報から Time Machine 上の変更されたファイルを参照することで、作業復帰を行う。

3.3 研究エピソードネットワーク

作業履歴に関連する情報および情報間の関係を研究エピソードネットワークを利用して保存する。研究エピソードネットワークとは、論文の PDF ファイル、プレゼンテーション資料、および日報などの研究活動に関連する情報間の関係を記述するためのグラフ構造である [Iwasa 16]。ここでは、研究エピソードネットワークに対して、さらにスクリーンショット画像および Time Machine 上のファイルをリンクすることで、作業の回想および復帰を効果的に支援することを目指している。研究エピソードネットワークにより、情報間の関係を保持することで、多様な観点からの想起を支援する。

ユーザによる能動的な作業内容の記録も重要である。ここでは、自然言語による作業内容に関する記述を作業アノテーションとして記録することで、テキスト検索による検索を可能にする。本システムでは、作業内容を自然言語により入力するためのテキストウィンドウを常時利用可能としている (図 1 参照)。ただし、人間による能動的な作業内容の記録は、作業負担の点から、網羅性が保証される点に注意する必要がある。また、入力された作業内容の記述されたタイミングは、研究エピソードネットワーク上での、スクリーンショット画像およびバックアップシステム上におけるファイルとは完全に一致しない点も注意すべきである。例えば、作業内容に関する記述は、直接的にスクリーンショット画像の内容を表現しているとは限らない点が課題となる。ここでは、作業内容に関する記述のタイミングが、実際の作業時間と大きく変わらないことを仮定する。

本システムでは、イベントごとに研究エピソードネットワークを構成している。図 2 では、JSAI の論文執筆を行った研究エピソードネットワークを構成している。JSAI の論文である PDF を作成するために作業を行った tex ファイルおよび picture ファイルがある。ユーザは、JSAI の論文執筆の成果物である PDF に対してどのような作業を行ったかを回想したい。しかし、初期段階では、作業履歴とファイルの関係が構築できていない。ここでは、「JSAI」という単語で各エピソード

表 2: 作業履歴

取得時刻	アプリケーション名	ファイル情報	ウィンドウ情報
2016-03-05-11-24-40	Sublime Text2	file:///Users/matsuura/Desktop/index.html	(613,241,1279,673)
2016-03-05-11-24-50	Google Chrome	http://www-toralab.ics.nitech.ac.jp	(1098,158,1123,828)
2016-03-05-11-25-00	Sublime Text2	file:///Users/matsuura/Desktop/index.html	(613,241,1279,673)
2016-03-05-11-25-10	Safari	https://www.npmjs.com	(1439,308,1083,652)

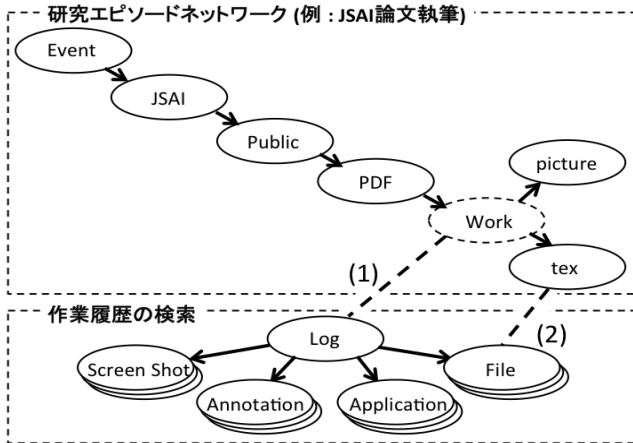


図 2: 研究エピソードネットワーク

ネットワークの探索を行い、「JSAI」の研究エピソードネットワークを特定する。(1) 研究エピソードネットワークの PDF と tex ファイルおよび picture ファイルの間に Work を挿入し、作業履歴である Log とリンクが結ばれる。(2) Time Machine 上のファイルである File と tex ファイルを結び付ける。次回以降の検索では、Log と Work がリンクしているため、スクリーンショット画像から直接目的のファイルを検索することができる。研究エピソードネットワークを利用し、知的に目的のファイルを参照し、作業復帰を行う。

4. 視覚的作業復帰支援システム

本節では、視覚的作業復帰支援システムについて述べる。本システムは、デスクトップ上の過去の作業内容を回想および作業復帰を行う。本システムの構成図を図 3 に示す。本システムは、作業履歴取得機構、作業履歴回想・復帰機構で構成されている。

4.1 作業履歴取得機構

作業履歴取得機構は、デスクトップ取得部、類似画像判定部および作業履歴分析部で構成されている。デスクトップ取得部は、10 秒間隔でデスクトップのスクリーンショット画像と作業履歴を取得する。取得したスクリーンショット画像は類似画像判定部に渡される。

類似画像判定部では、取得したスクリーンショット画像に対して pHash 法による類似画像判定を行う。類似画像判定は直前のスクリーンショット画像と比較を行い、スクリーンショット画像が同一と判定された場合は、スクリーンショット画像および作業履歴を破棄する。取得判定された場合、

作業履歴分析部でスクリーンショット画像とスクリーンショット画像のハミング距離を作業履歴と統合し、作業履歴保管サーバに保存する。また、ユーザが作業中に付加した作業アノテーションを作業履歴分析部でスクリーンショット画像に結び付け

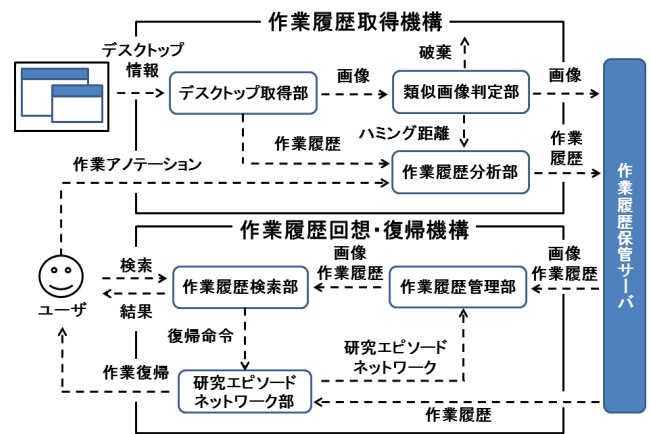


図 3: システム構成図

る。サーバに保存されたスクリーンショット画像は、動画圧縮され、スクリーンショット検索時に、フレーム毎のスクリーンショット画像として表示する。

4.2 作業履歴回想・復帰機構

作業履歴回想・復帰機構は、作業履歴管理部、作業履歴検索部および研究エピソードネットワーク部で構成されている。作業履歴管理部では、作業履歴保管サーバからスクリーンショット画像と作業履歴を取得する。作業履歴管理部で、作業履歴からスクリーンショット画像を時系列に表示する。また、スクリーンショット画像の類似率の変化から作業内容の変化をグラフ表現を用いて表示する。スクリーンショット画像の類似率の変化 ($ChangeSimilarRate$) は、pHash 法を用いて算出したハミング距離 ($HammingDistance$) から計算する。スクリーンショット画像の類似率の変化の式を式 (1) に示す。

$$ChangeSimilarRate = 1 - \frac{HammingDistance}{64} \quad (1)$$

スクリーンショット画像の類似率の変化を作業内容の変化として算出する。そして、スクリーンショット画像の類似率の変化を可視化することで、ユーザは作業内容の変化を参考にしながら目的のスクリーンショット画像を検索することができる。さらに、スクリーンショット画像に取得時刻、アプリケーション情報、ファイル情報およびウィンドウ情報を付加する。付加された情報をもとにクリックブルマップを生成し、ユーザに直感的に復帰命令を行えるようにする。

作業履歴検索部では、ユーザが検索したスクリーンショット画像と作業履歴を表示する。ユーザは作業履歴検索部で復帰させたいスクリーンショット画像のウィンドウ範囲を選択し、復帰命令を研究エピソードネットワーク部に出す。

研究エピソードネットワーク部では、作業履歴から研究エピソードネットワークが形成される。形成されたエピソードネッ

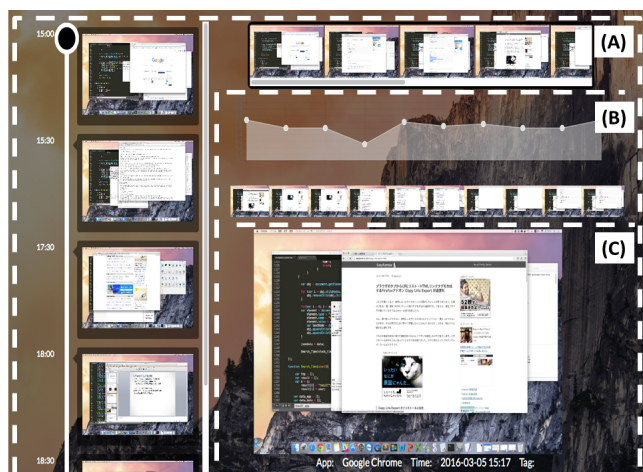


図 4: 視覚的作業復帰システムの検索例



図 5: Web ページの復帰

トワークは、作業履歴管理部に渡され、次の検索に反映される。作業履歴検索部から復帰命令があった場合、該当する研究エピソードネットワークを検索する。検索後、研究エピソードネットワークと Time Machine の連携を行い、目的のファイルを参照し作業復帰を行う。

5. 視覚的作業復帰システムの実行例と考察

本節では、図 4 および図 5 を用いて視覚的作業復帰システムの実行例と考察について述べる。図 4 では、本システムのスクリーンショット画像および作業履歴の検索の様子を示している。図 5 では、スクリーンショット画像から作業復帰を行う様子を示している。

5.1 視覚的作業復帰システムの実行例

視覚的作業復帰システムの検索クエリは、取得時刻、アプリケーション名およびユーザによって付加された作業アノテーションである。図 4 の (A) スクリーンショット画像は時系列に表示され、ユーザは目的のスクリーンショット画像を選択することで作業履歴の詳細を閲覧することができる。図 4 の (B) スクリーンショット画像と作業内容の変化をグラフ表示が連動して表示されている。グラフ値が大きいスクリーンショット画像は作業内容の変化が大きいと予想される。図 4 の (C) スクリーンショット画像と作業履歴としてアプリケーション名、取得時刻および作業アノテーションが表示されている。

図 5 では、図 4 の (C) の部分であり、過去に閲覧した Web ページを再度参照している様子を示している。ユーザは、スクリーンショット画像の Web ページのウィンドウ範囲をクリックする。クリック後、スクリーンショット画像に表示されている Web ページが図 5 の右部に表示される。ユーザは、Web ページ全体を閲覧し、再度参照することが可能である。

5.2 視覚的作業復帰システムの考察

本実行例では、スクリーンショット画像および作業履歴の検索と Web ページの復帰の様子を示した。スクリーンショット画像で記録されたデスクトップ画面全体の様子を確認することができ、作業内容の回想が期待できる。定期的に発生する作業に対しては、作業を行う時期や作業を行うアプリケーションが一定であり、取得時刻およびアプリケーション名で検索することで目的のスクリーンショット画像を検索することができる。不定期で発生する作業に対しては、作業を行った日時を把握していない場合が多く、目的のスクリーンショット画像を検索することが困難である。しかし、作業中に作業アノテーションを付加することで、今後、作業を振り返る際に、作業履歴の検索の支援になる。

また、スクリーンショット画像取得時に取得した作業履歴から作業復帰を行う。ユーザは、検索結果であるスクリーンショット画像をクリックすることで直感的に作業復帰を行うことができる。本システムでは、イベントごとに研究エピソードネットワークを形成している。研究エピソードネットワークを介して、スクリーンショット画像と作業を行っていた Time Machine 上のファイルを結び付け、作業履歴の検索支援および作業復帰の支援を行うことができる。今後、長期的に作業内容を記録した際に、目的の作業内容の回想および作業復帰が行えるかについて評価実験が必要である。

6. おわりに

本稿では、デスクトップ上で過去に行った作業に対して、作業内容の回想のための作業内容の記録と作業の復帰を行う視覚的作業復帰支援システムについて述べた。本システムは、デスクトップ上のスクリーンショット画像と作業履歴の記録を行う。ユーザは、スクリーンショット画像と作業履歴を検索および閲覧することで作業内容を回想する。また、作業履歴から研究エピソードネットワークを形成し、Time Machine とのバックアップファイルと連携し作業復帰の支援を行った。

参考文献

- [松浦 16] 松浦 辰雄 他:スクリーンショット類似度に基づくデスクトップ作業履歴管理システムの実装, 情報処理学会第 78 回全国大会講演論文集, Vol.78, No.4, pp.177-178(2016)
- [Bruny 06] Tad T. Bruny et al.:Learning procedures: the role of working memory in multimedia learning experiences, APPLIED COGNITIVE PSYCHOLOGY, Vol.20, pp.917-940(2006).
- [近藤 07] 近藤 秀樹 他:活動履歴を活用するシステムの基本設計と漸次的開発, 情報処理学会論文誌:プログラミング, Vol.48, No. SIG12, pp.19-27(2007).
- [Bajaja 15] Vipul Bajaja et al.:Plagiarism Detection of Images, International Journal of Innovative and Emerging Research in Engineering , Vol.2, pp.140-144(2015).
- [Iwasa 16] Tomohiro Iwasa et al.:Linked Data-based Slide Repository: The Episodic Slide Retrieval Using the Episodic Keyword Networks, Journal of Control Science and Engineering Vol.4, No.1, pp.36-49(2016).