

J-001

パソコン作業の画面キャプチャ記録に対するインデキシング

Indexing to Screen Capture Log of Personal Computer Operation

細田 真道 姜 力 西村 剛 池田 敬
 Masamichi Hosoda Li Jiang Go Nishimura Kei Ikeda

1 はじめに

パソコン(以下 PC)での一連の作業履歴を残すため、画面キャプチャを保存することがある。後で保存したキャプチャを閲覧する際には、作業区切れや作業内容等のメタ情報を付与しておき、必要な部分へジャンプできるようにしたり、メタ情報を元に要約を作成して、短時間で内容を把握できれば便利である。また、PC上の作業を監視する目的等で、記録対象が多数・長時間となる場合、動画では記録容量が大きくなりすぎるため、一定間隔の静止画キャプチャ記録として容量を削減することもある。しかし、一定間隔の静止画では、キャプチャの瞬間に何もしていなかったなどがあれば、無駄なキャプチャで容量を消費してしまうし、キャプチャとキャプチャの間で重要な作業を行っていた場合、記録すべき画面を取りこぼしてしまうという問題が発生する。

通常のビデオ等に対して、映像や音声の情報を利用して、区切れ等のメタ情報を付与したり、要約作成等を行う研究は数多く存在する(例えば [1-3])。しかし、PC画面に対してこれらの手法を適用することを考えると、PC画面には音声が存在せず、映像は存在するものの実写映像とは大きく性質が異なるため、多くの課題が発生すると思われる。一方、映像や音声以外の情報からメタ情報を付与する研究 [4] も存在し、PC画面についても映像や音声以外の情報を用いて、メタ情報を付与する方法が期待できる。また、PCの内部情報等を記録・監視する製品が多数存在する。これら既存監視ツールは不正操作検出等が可能だが、検出すべき不正操作を指定する必要があり、その他にメタ情報が付与されないため、膨大なログを効率的に閲覧することは困難である。

本稿では、映像や音声を使用せず、PCの内部情報を利用してPC作業の区切れを推定し、PC画面キャプチャ記録にインデックスを付与する方法を提案する。まず、PC作業をモデル化し、付与すべき作業区切れを分類する。次に、作業区切れ推定方法を導出するため、複数作業を含むタスクを設定、内部情報取得ツールを作成するとともに、画面および被験者の手元をすべて録画できる環境を構築し、被験者にタスク実施してもらう、基礎データ取得実験を行う。そして、取得情報と録画からPC作業の特徴を解析、新しい作業区切れ付与方法を提案する。最後に作業区切れ付与方法の応用として新しい静止画キャプチャ方式を検討、従来方式と比較する。

2 PC作業モデル

PCでは、ワープロで文章作成したり、メールソフトでメールを読む、といった作業が行われ、通常は、これらの作業が時間軸に沿って進んでいくことになる。本研究では、この一連の作業に区切れといったメタ情報を付与することとし、例えば、文章作成作業から、メールを

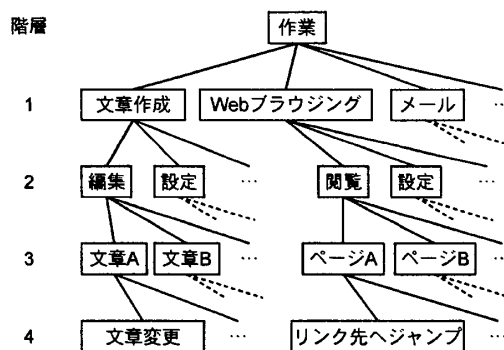


図1 PC作業区切れ階層モデル

読む作業が変わるといった、作業の何らかの性質が変化した時刻を作業区切れと考えることにする。

また、文章作成という作業は、文章の編集作業、文章に関する設定を行う作業等に分類することができる。これらは、大きな作業の目的は文章作成であり同じだが、小さな作業の種類は編集作業と設定作業というように異なる。このように、作業にはいくつかの階層があると考えられる。本研究では、これらの階層を図1に示すように、以下の4階層に分類する。

■階層1 文章作成、Web閲覧、メールといった、作業の大まかな目的を区別する階層である。これが変わった場合には、最も大きな作業区切れがあったと考える。

■階層2 文章作成を編集と設定等に分類したり、Web閲覧を狭義の閲覧と閲覧のための設定等に分類したりといった、同じ作業目的の中で、いくつかに分類できる作業の種類階層である。これが変わった場合には、2番目に大きな作業区切れがあったと考える。

■階層3 編集や閲覧といった同じ作業種類中、同種の別文章を同時に別のウィンドウで開いている場合、どちらの文章を編集しているか、どちらのWebページを閲覧しているかを区別する階層である。これが変わった場合には、3番目に大きな作業区切れがあったと考える。

■階層4 同ウィンドウの表示内容、つまり同じウィンドウで開いている文章やWebページを区別する階層である。開いている文章を変更したり、Webページのリンクをクリックしてジャンプした場合などに変わり、このときに4番目に大きな作業区切れがあったと考える。

以上のように、PC作業を4階層にまとめてモデル化し、PCの内部情報を用いて、4種類の作業区切れを推定することにする。

3 基礎データ取得実験

3.1 タスク

本研究は、PCでの作業区切れを推定することを目的としている。そこで、作業区切れ推定方法を導出するための基礎データ取得実験を行う。実験で実施するタスクとしては、通常よく行われる一連のPC作業であって、複数の作業が含まれるものを選定する必要がある。そこ

で、被験者は、お客様から PC 作業の依頼を受けた作業者であるとして、以下のような教示を行った。

- 依頼内容
 - 先日、友人からメールで添付ファイルが送信されてきた
 - 現在、デスクトップ上に保存している「エコライフセミナー.lzh」というファイル
 - 友人曰く「ひょっとしてウイルス感染してるかも」とのこと
 - 現在、添付ファイルの電子ファイルがどうしても必要な状態
 - 友人に聞いたところメール後、元ファイルをすでに消去してしまったとのこと
 - そのため、念のためウイルスチェックした後に、問題なければファイルを開きたいのだが、やり方がわからない
- 補足
 - ウイルス対策ソフトはインストール済
 - 解凍ソフトはなく、別途指定のものを使いたい

これにより、想定される被験者の行動(以下、想定ルート)は以下のとおりとなる。

1. ウイルス対策ソフトでデスクトップ上にある圧縮ファイルのウイルスチェックを行う
2. ブラウザを開く
3. ブラウザで指定の圧縮/解凍ソフトを探す
4. 指定の圧縮/解凍ソフトをダウンロードする
5. ダウンロードしたソフトをインストールする
6. 圧縮ファイルを解凍する
7. 解凍したファイルを開く

3.2 PC 内部情報

現在広く使用されている PC は、画面に複数ウィンドウを表示し、ウィンドウに対しマウス・キーボードで操作を行う、マルチウィンドウシステムを採用しているものがほとんどである。この際、ユーザによる入力や操作対象となる、フォーカスを持ったアクティブなウィンドウが1つだけ存在し、PC 作業は、専らこのアクティブウィンドウを使って行われる。作業区切れでは、このアクティブウィンドウが切り替わることが多いと考えることができる。例えば、ワープロの作業を行っているときは、ワープロのウィンドウがアクティブで、ワープロの作業からメールの作業に切り替えるときは、メールのウィンドウがアクティブになるような操作をする。

そこで、作業区切れを推定するために、アクティブウィンドウに着目することにする。ウィンドウシステムでは、現在のアクティブウィンドウについて、ウィンドウの識別子(以下、ウィンドウハンドル)を取得することができる^{*1}。このウィンドウハンドルを用いることによって、システムから、ウィンドウを生成したアプリケーション名(以下、プロセス名)、ウィンドウの種類(以下、ウィンドウクラス)ウィンドウのタイトルバー(以下、ウィンドウタイトル)等といった情報を取得することができる。アクティブウィンドウの他の PC 内部情報としては、ユーザの操作情報そのものである、マウ

階層	変化しなかった情報	変化した情報
1	-	プロセス名
2	プロセス名	ウィンドウクラス
3	プロセス名 ウィンドウクラス	ウィンドウハンドル
4	プロセス名 ウィンドウクラス ウィンドウハンドル	ウィンドウタイトル

表1 作業区切れ時のアクティブウィンドウ関連情報変化
スおよびキーボードについても情報を取得することができる。これにより、どのウィンドウに対して、どのような操作を行ったのか知ることができる。

実験では、Windows XP で、PC 内部情報として、これらアクティブウィンドウ関連情報と操作情報を、時系列で記録していくツールを作成して使用した。

3.3 ビデオ記録

PC の画面を PC のビデオ出力から出力して録画するとともに、被験者がマウス・キーボード操作をおこなっている手元についてビデオカメラで撮影して記録し、後から参照できるようにした。

3.4 結果

実験の被験者は 30 名であり、うち 28 名の被験者がタスクを成功させることができた。成功した被験者は、基本的に事前の想定ルートと同様の手順で操作を行った。一部の被験者は、一時的に想定外のルートへ外れる者もあったが、いずれも想定ルートへ戻った。

4 作業区切れ付与方式の提案

4.1 アクティブウィンドウ

まず、ビデオを観察し、PC 作業モデルにより正解となる作業区切れ情報を実験実施者の主観で付与した。次に、作業中の PC 内部情報から、正解作業区切れが発生したときに、どのようなアクティブウィンドウ関連情報が得られたかを表1に示し、以下に詳細を述べる。

4.1.1 階層1

作業の大きな目的が変更された場合に付与する作業区切れである。実験では、ウイルスチェック、ダウンロード、インストール、設定、文章閲覧の順番で作業が行われ、これらの間で階層1の作業区切れは発生したといえる。このとき、アクティブウィンドウ情報にはプロセス名の変更が記録されていた。よって、プロセス名が変化したときに、階層1の大きな区切れがあったと推定することができる。

4.1.2 階層2

同じ作業目的の中で作業の種類が変更された場合に付与する作業区切れである。実験では、同じウイルスチェック作業中に、設定確認する、スキャンするといった異なる種類の行動があり、ここで階層2の作業区切れが発生したといえる。このとき、アクティブウィンドウ情報では、プロセス名は変わらず、ウィンドウクラスが変わっていることが確認できた。よって、ウィンドウクラスが変わったときに、階層2の区切れがあったと推定することができる。

4.1.3 階層3

同種別文章を表示する、別ウィンドウへ切り替わったとき付与する作業区切れである。実験で、同じ種類のダイアログへアクティブウィンドウを切り替えるといった行動があり、ここで階層3の作業区切れが発生したといえる。この際、アクティブウィンドウ情報では、プロセス名やウィンドウクラスが変わらず、ウィンドウハンド

*1 例えば Windows では GetForegroundWindow API, X Window System では XGetInputFocus 関数で取得可能。

ルが変わっていることが確認できた。よって、このときに階層3の区切れがあったと推定することができる。

4.1.4 階層4

同じウィンドウで表示内容などが変わったときに付与する作業区切れである。実験ではブラウザでリンクをたどっていく等、同じウィンドウ内で表示されるページが変わっていくといった行動があり、ここで階層4の作業区切れが発生したといえる。この際、アクティブウィンドウ情報では、プロセス名、ウィンドウクラス、ウィンドウハンドルが変わらず、ウィンドウタイトルが変わっていることが確認できた。よって、このときに階層4の区切れがあったと推定することができる。

4.2 ユーザ操作情報

ユーザはアクティブウィンドウに対して操作を行っていくため、アクティブウィンドウ情報のみで、ほとんどの作業区切れを推定することが可能と思われる。しかし、実験では、ユーザの意思に反してアクティブウィンドウが変わることが、以下の3種類あった。

1つ目は、メール着信を知らせるポップアップのように、ユーザの操作とは関係なく出現してアクティブになるウィンドウであった。ポップアップ出現後に、そのウィンドウで何か作業を行えば、それはポップアップ出現によって作業が変わったと考えることもできるが、ポップアップを無視して元の作業を続行した場合には作業が変わったとは言えない。

2つ目は、複数のウィンドウを開いていて、そのうちのいずれかを閉じた場合に、システムが他のウィンドウを自動的にアクティブに変更したものであった。この際に、自動でアクティブになったウィンドウで次の作業を行うこともあるが、自動でアクティブになったウィンドウとは違うウィンドウで次の作業を行いたい場合には、自動でアクティブになったウィンドウには触らずに、作業したいウィンドウをアクティブに切り替えるといった操作を行う。この場合には、自動でアクティブになったウィンドウは、一時的にアクティブになっているものの、作業を行っていないことになる。

3つ目は、インストーラなどでよくある、自動的にウィンドウが切り替わっていくものであった。プログレスバーのウィンドウがいったん表示されても、時間がたつて処理が進めば自動的に閉じられてしまい、次のウィンドウに進んでしまう。この場合も、途中で自動的に開いて閉じられたウィンドウでは作業をしていない。

そこで、これらの事象に対応するため、操作情報を用いることにする。マウス・キーボードの操作情報は、システムから操作を行った対象のウィンドウハンドルとともに取得することができる。つまり、マウス・キーボード操作情報を取得することにより、アクティブウィンドウに対して、何らかの操作が行われたか否かを判定できる。これにより、操作がなかったウィンドウを除外して、操作があったウィンドウを優先すれば、実際に行った作業同士の区切れを判定することができ、より正確な作業区切れの推定を行うことが可能となる。

4.3 特殊なウィンドウ

実験では、通常アプリケーションのウィンドウとは異なった、特殊なウィンドウがアクティブになることもあった。具体的には、デスクトップ、タスクバー、スタートメニューといったウィンドウである。デスクトッ

プやルートウィンドウ等といったウィンドウシステムの背景は、多くのシステムで1つのウィンドウとして扱われており、これがアクティブウィンドウとなり得るシステムもある。また、タスクバーなどのウィンドウを切り替えるための機構や、スタートメニューなどのアプリケーションを起動する機構なども、ウィンドウとして実装されているシステムが多く、これがアクティブになることがある。これらシステム関連ウィンドウは、通常アプリケーションで何らかの作業を行う場合とは異なり、アプリケーションを起動したり、切り替えたりするために使用するものが多い。そこで、これらのシステム関連ウィンドウがアクティブになった際には、これらを除外して、通常アプリケーションのウィンドウを優先すれば、通常作業同士の区切れを判定することができ、より正確な作業区切れの推定を行うことが可能となる。

次に考慮しなければならないのは、ブラウザである。近年は各種設定をWeb上のインタフェースで行う機器やサービスが多く、この場合、単純なWebページ閲覧と、何らかのWeb設定画面といった、階層1に相当する違いがあったとしても、アクティブウィンドウ関連情報からは階層4の違いとしてしか認識できない。そこで、ブラウザの場合には、特定のウィンドウタイトルになったとき等、階層を補正する必要があることが考えられる。どのウィンドウタイトルになったらどう補正するかといった情報は、本研究の応用先によって変わってくると思われるが、今回の実験では発生しなかったため、今後の課題として本稿では論じないこととする。

5 静止画キャプチャへの応用

実験は、作業者がお客様依頼作業を行うというタスクであった。これを監視目的で記録・閲覧することを考える。画面を動画記録する方法もあるが、通常は記録容量が限られているため困難である。また、既存監視ツールは、指定した不正操作を検出可能だが、操作や対応の概要を把握したい場合や、不正の指摘を受けたが、操作内容が不明で見つけ出す必要がある場合等には向かない。そこで、これらを解決する作業区切れ付与方式の応用例として、新しい静止画キャプチャ方式を検討する。

5.1 従来方式

従来方式として、実世界の監視カメラ等でよく行われている、数十秒の一定間隔キャプチャと同様の方式を考える。この場合、監視者は静止画記録を順次閲覧して、どのような操作があったか確かめる。実験タスクの1つを30秒間隔で静止画キャプチャした例を、図2に示す。

5.2 提案方式

キャプチャを等間隔でなく作業区切れに応じて変化させ、監視方法は変更しないものとする。この場合、間隔が短いと記録容量が増加する他、閲覧時に概要把握が困難となる。長すぎると重要操作の記録漏れになる。間隔が場面によって大幅に変化すると、監視方法変更の必要が生じる可能性がある。そこで、間隔は従来手法の30secを基準に 30 ± 15 secの可変とし、この中で最も大きな作業区切れの時刻でキャプチャする。具体的には、まず、 n 番目のキャプチャ時刻を t_n としたら、 $t_n + 15$ secから $t_n + 45$ secまでの間を $n + 1$ 番目のキャプチャ時刻候補期間とする。キャプチャ時刻候補期間中で、最も大きい作業区切れのあった時刻を、 $n + 1$ 番目のキャプチャ時刻 t_{n+1} と決定する。また、各キャプチャには、何の画

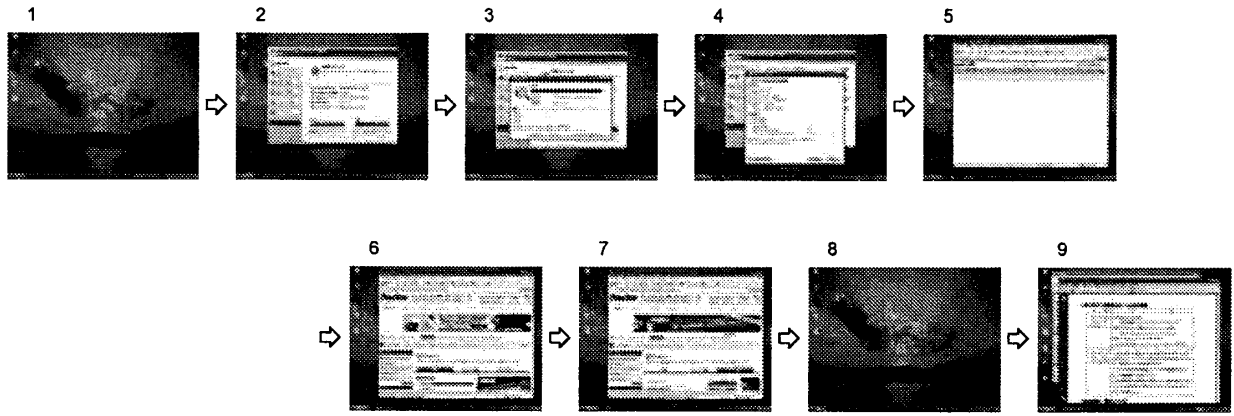


図2 従来方式の例

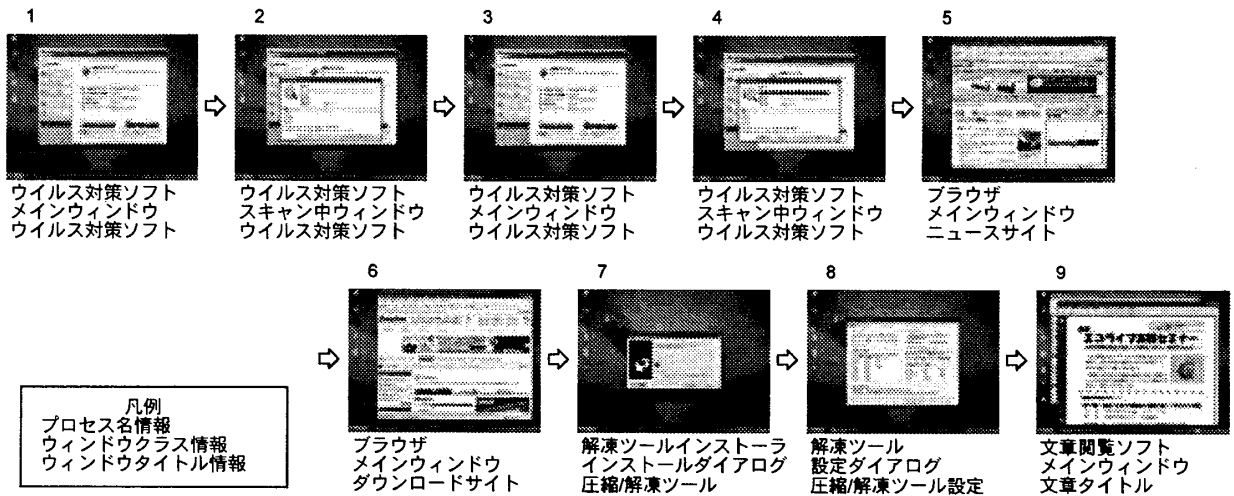


図3 提案方式の例

面かという情報として、アクティブウィンドウ情報をあわせて記録する。提案方式を図3に示す。

5.3 比較と考察

図2より、従来方式では1, 8枚目のように、デスクトップだけキャプチャされた無駄な記録がある。また、実際には想定ルートのように解凍ソフトのインストールが行われたが、キャプチャではわからない。さらに、それぞれの画面が何をしている画面なのか記録されていないため、必要な場面を探して閲覧することが困難である。

一方、図3より、提案方式では、従来方式のような無駄な記録がなくなり、インストールが行われたことがわかる。また、それぞれの画面が何の画面なのか記録されており、検索や閲覧が容易になっている。

以上より、提案方式は、従来方式と比較し、監視方法を変更せずに、無駄なキャプチャが減り、必要なキャプチャを残し、閲覧しやすくなるといった効果が望める。

6 おわりに

本稿では、映像や音声を使用せず、PCの内部情報を利用してPC作業の区切れを推定し、PC画面キャプチャ記録に作業区切れを付与する方法を提案した。また、作業区切れ付与方式の応用として新しい静止画キャプチャ方式を検討して、従来方式と比較した。提案に当たっては、PC作業をモデル化し、付与すべき作業区切れを分類した。次に、作業区切れ推定方法を導出するための基礎データを取得するため、タスクを設定し、PC内部情

報取得ツールを作成し、PC画面などをすべて録画できる実験環境を構築し、被験者にタスクを実施させた。そして、得られたデータと録画からPC作業の特徴を解析し、作業区切れ付与方法を提案した。最後に作業区切れ付与方法の応用として静止画キャプチャ方式を検討、従来方式と比較した。比較の結果、提案方式は従来方式と比較し、監視方法を変更せずに、無駄なキャプチャが減り、必要なキャプチャを残し、閲覧しやすくなるといった効果が望める。今後は、作業区切れ付与方式の評価、提案方式の改良、動画キャプチャ応用の検討などを進めていく予定である。

参考文献

- [1] 奥村真澄, 高木真一, 小館亮之, 富永英義, “動き特徴と色情報を利用した動物体検出によるシーン分割手法に関する検討,” 信学技報, no.PRMU2003-203, pp.31-36, Jan. 2003.
- [2] 日高浩太, 宮下直也, 藤川勝, 湯口昌宏, 佐藤隆, “映像ダイジェスト配信システム「チョコパラTV」,” 映像学誌, vol.60, no.12, pp.1885-1888, Dec. 2006.
- [3] 中山彰, 細田真道, 小林稔, 岩城敏, “会議参加者の発話継続時間長による遠隔会議セグメンテーション,” 信学技報, no.MVE2004-50, pp.1-6, Dec. 2004.
- [4] 細田真道, 中山彰, 小林稔, 岩城敏, “生体情報に基づく会議状態推定 — 共鳴コンセプトの提案 —,” VR学論, vol.9, no.2, pp.151-160, June 2004.