

俺デスク:ユーザ操作履歴に基づく情報想起支援ツール

大澤 亮² 高汐 一紀¹ 徳田 英幸^{1,2}

¹ 慶應義塾大学環境情報学部 ² 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科

Ryo Ohsawa² Kazunori Takashio¹ Hideyuki Tokuda^{1,2}

¹Faculty of Environmental Information, Keio University

²Graduate School of Media and Governance, Keio University

PC ユーザは文書や画像、映像、音楽などのデータを日々PC上で参照するが、その課程において、過去に参照したデータを再度参照する状況が想定される。しかし、参照履歴が膨大になるにつれて過去のデータを探するのは困難になる。本研究の目的は、普段のユーザに特別な手動操作を要求しない手法で、ユーザの履歴情報の想起を効率化することである。そこでユーザが机上で行った操作履歴を保持し、それらの履歴からユーザコンテキストを算出する手法を用いる。今回、PCに接続したデバイスおよびPC上で行ったユーザ操作を想起トリガとして、ローカルディスクに保存された文書や画像、映像、音楽などのデータやWeb上にあるデータを想起可能にするソフトウェア、俺デスクを実装した。具体的に俺デスクはデータ間関連度とデータ着目度を算出し、データ間関連度を用いた関連検索ツールとデータ着目度を用いたタイムラインビューをユーザに提供する。

1 はじめに

PCユーザは文書や画像、映像、音楽などのデータを日々PC上で参照するが、その課程において、過去に参照したデータを再度参照する状況が想定される。しかし、参照履歴が膨大になるにつれて過去のデータを探するのは困難になる。Internet Explorerの場合、図1のように履歴データを時系列順に一覧表示できるが、表示されるのが文字データだけであり、効率よくデータを見つけられない。

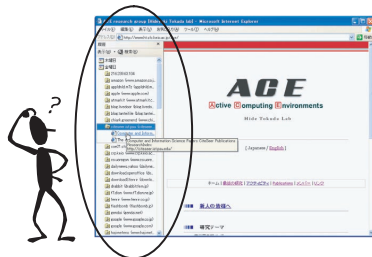


図 1: Internet Explorer での履歴検索

本研究の目的は、普段のユーザに特別な手動操作を要求しない手法で、ユーザの履歴情報の想起を効率化することである。そこでユーザが机上で行った操作履歴を保持し、それらの履歴からユーザコンテキストを算出する手法を用いる。今回はPCに接続したデバイスおよびPC上で行ったユーザ操作を想起トリガとして、ローカルディスクに保存された文書や画像、映像、音楽などのデータやWeb上にあるデータを想起可能にするソフトウェア、俺デスクを実装した。具体的に俺デスクはデータ間関連度とデータ着目度を算出し、データ間関連度を用いた関連検索ツールとデータ着目度を用いたタイムラインビューをユーザに提供する。

関連検索はあるデータに対して関連のあるデータを提供する手法である。既存システムの多くはデータ内容からデータ間関連度を算出するが、俺デスクはユーザがデータを参照した際に行った操作履歴を基にデータ間関連度を算出する。人間の記憶は連想からなる[1]ため、状況次第ではユーザのデータ参照履歴の検索を有効に支援できる。本システムを利用すれば、ユーザは検索システムに対して「Wordを使って企画書を作成していたときに参照していたWebページを検索」といった要求が可能になる。

タイムラインビューとは横軸に時間を取り、ユーザのデータ参照状況を視覚化したものである。データ着目度とはデータの相対的な着目指標であり、データ着目度はデータの参照時間や参照回数、選択文字列の反転などユーザがそのデータを参照しているときの様々な操作から算出される。タイムラインビューにデータ着目度を利用し、着目度に応じてデータの表示方を差別化する。

2 関連研究

本節ではまず関連データ検索の関連研究とデータ着目度のようなデータレーティング手法の関連研究について述べる。次に履歴検索の関連研究について述べる

2.1 関連データ検索

既存手法の多くはデータ内容を解析し、データ間の関連性を算出する。データ内容を基にしたデータの関連性算出手法はそのデータ形式によって異なる。テキストデータの場合はデータに含まれる用語の使われる頻度や文脈からデータ間の関連度を算出する。具体的にはY!Q[2]が上げられる。画像や音声、動画といったバイナリデータの場合、そのフォーマット共通の属性情報を利用し関連度を算出する。画像を例として挙げると、物体の配置、形状、色特徴から属性情報が抽

出される。画像、映像、音声などのマルチメディア情報においては、属性情報共通規格として MPEG-7[3] が定められている。本研究ではユーザの操作履歴を基にした検索を対象としており、本節で述べた手法と並列利用できる。

データ間の関連性算出を自動で行う先行研究として、大阪市立大学の前田氏による興味空間ブラウザ [4] が挙げられる。興味空間ブラウザはユーザが閲覧した Web ページ中の語句を数量化 3 類を用いて解析し、Web ページ間の関連性を算出する。本研究では、ユーザ操作を基に関連性を算出しデータ中の語句解析を行っていないため、語句解析手法と並列拡張できる。

2.2 データのレーティング

データ着目度とはユーザが過去に見たデータの主観的な着目度合いである。着目度のようにユーザの主観的なレーティングを検索に反映させているシステムには UJIKO[5] や My Yahoo! Search[6] などがある。これらのシステムを用いることで検索結果をレート順にソートしたり必要のないデータを次回以降の検索対象から除外できる。しかし、この手法を用いるにはユーザが手動でデータのレーティングをしなければならず、参照量が膨大になればなるほどユーザの負担が大きくなる。本研究では普段のユーザに手動操作を要求しない手法で、参照履歴検索をより効率化することを目的とする。

データの着目度算出を自動で行う先行研究として、関西大学の原田氏の Web 検索履歴を用いたブラウジング支援ツール [7] が挙げられる。このツールは、ユーザが過去に閲覧した Web ページの着目度を閲覧回数、閲覧日時、参照時間から算出する。しかし、全てのユーザに対して必ずしもこの要素が着目度と相関があるとは限らない。本研究では、ユーザのフィードバックを基に要素と着目度の相関係数を求め動的に重みを調整する機構を持っており、その点でこの手法とは異なる。

2.3 履歴検索

履歴情報を検索するツールとしては暦本氏の Time-Machine Computing[8] がある。俺デスクはファイルを開いていた時間を時系列表示するに対して、Time-Machine Computing はデスクトップにおかれたファイルの生成から削除までの生存期間を時系列で表示する。Time-Machine Computing は削除したデータのバックアップをしており、過去の時間にさかのぼってファイルを修復できる。また、メールやスケジュール帳と連携しファイルの生存期間と並列して過去の出来事を時系列表示できる。Time-Machine Computing はファイルの生存期間を見ているため、Web などの記録をたどるには向いていない。また、俺デスクは関連度や着目度を用いた様々な検索が可能になっている。

PC 上のイベントを保存していく手法として、近藤氏による NecoLogger[9] がある。NecoLogger は Win-

dows 上の様々なイベントを記録していき、過去の情報を記録から取り出すソフトウェアである。NecoLogger は全アプリケーション共通のイベントを取得していくが、俺デスクはその上に個々のアプリケーションごとにプラグインを作成し、より細かいイベントを取得する。またデータの着目度やデータ間関連度といった独自の指標を設けている点やユーザインターフェースの部分で NecoLogger と異なる。

3 ユーザ操作履歴に基づく情報想起支援ツール

本節では、ユーザ操作履歴に基づく情報想起支援ツール、俺デスクの概要を述べる。

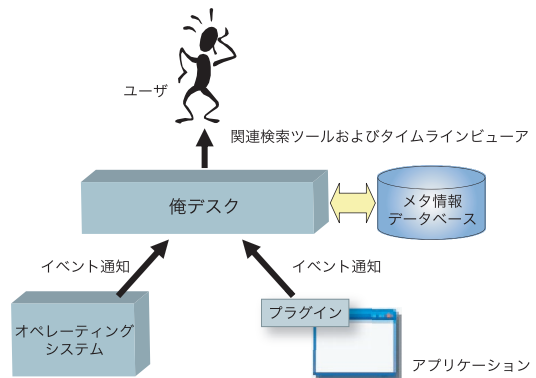


図 2: システム構成

俺デスクのシステム構成を図 2 に示す。俺デスクは OS とアプリケーションのイベントを取得し、それらをデータのメタ情報として保存する。そして、アプリケーションからの要求に応じて、メタ情報データベースからデータ間関連度とデータ着目度を算出する。そしてそれらの値を応用した関連検索ツールとタイムラインビューアをユーザに提供する。

3.1 イベントの取得

俺デスクは OS の起動と同時にデーモンとして立ち上がり、OS のイベントをフックする。また専用のプラグインをインストールしたアプリケーションからイベントを受け取る。俺デスクはこれらのイベント情報を現在ユーザが参照しているデータのメタ情報を保存する。

3.1.1 OS のイベント

OS のイベントとは OS のイベントをフックして得られるユーザ操作である。具体的にはウィンドウフォーカス、クリップボード、キーボード、マウス、ファイルアクセスの監視などアプリケーションに依存せずに取得が可能なイベントが該当する。これらのメタ情報を用いることにより文書 A を作成中に、クリップ

ボードのコピー先として利用していた Web サイトを検索 といった要求ができる。また、ユーザが席を離れていたかどうかは、マウスとキーのイベントを監視し一定期間以上入力が無かった場合、席を離れているとし、参照時間から除外する。これらのイベントはアプリケーション非依存なため、OS 上で起動しているすべてのアプリケーションに対して有効である。しかし、アプリケーション固有の細かいイベントを取得できず OS のイベントのみだと細かい検索はできない。

3.1.2 アプリケーションのイベント

アプリケーションのイベントとは音楽の再生時間やメッセージの会話、選択文字列反転などアプリケーション固有のイベントが該当する。これらのイベントはアプリケーションにプラグインを作成しないと入手できない。アプリケーションイベントを用いることで、「メッセージで同僚 A と話していたときに参照していたファイルを検索」といった要求ができる。また、プラグインの実装手法は監視するアプリケーションによって異なる。

3.2 関連検索ツール

関連検索ツールとはあるデータに対して関連のあるデータを提供する手法である。俺デスクはユーザ操作を基にデータ間の関連度を算出する。ユーザ操作を基にした関連度を用いることで、検索システムはユーザに対して参照記憶を基にした検索を提供できる。例えば図 3 のようにユーザは検索システムに対して「Word を使って企画書を作成していたときに参照していた Web ページを検索」といった要求ができる。人間の記憶は連想からなるため、状況次第ではユーザのデータ参照履歴の検索を有効に支援できる。

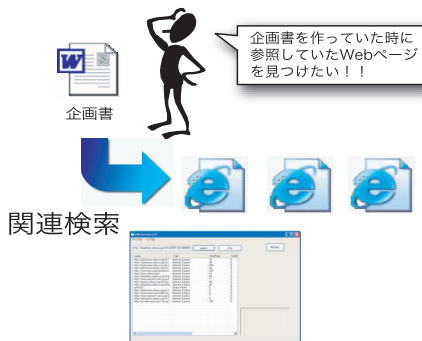


図 3: 関連検索

俺デスクは参照時刻、テキスト内検索、クリップボードの利用履歴など複数の要素を基に関連度を算出する。参照時刻の場合、近い時刻に参照していたデータは関連が深いとする。具体的には、ユーザがデータ A にア

クセスした時刻が

$$(a_1, a_2, \dots, a_n) \quad (n \text{ は正の整数})$$

であり、データ B にアクセスした時刻が

$$(b_1, b_2, \dots, b_m) \quad (m \text{ は正の整数})$$

のとき、データ A, B 間の関連度 R_{ab} は

$$R_{ab} = \frac{\sum_{k=1}^n \min(|a_k - b_1|, |a_k - b_2|, \dots, |a_k - b_m|)}{n}$$

で算出する。また、同語句を検索したデータ同士は関連が深いとする。さらに、データ A でクリップボードにコピーし、データ B にペーストした場合、データ A と B は関連が深いと補正する。これら複数の要素を組み合わせて、最終的な関連度を算出する。

3.3 データ着目度を利用したタイムラインビューア

俺デスクではユーザ操作を基に着目度を算出する。データ着目度とはデータの相対的な着目指標であり、データ着目度はデータの参照時間や参照回数、選択文字列の反転などユーザがそのデータを参照しているときの様々な要素から算出される。

タイムラインビューアとは図 4 に示すように横軸に時間を取り、ユーザのデータ参照状況を視覚化したものである。タイムラインビューアを使うことで一昨日の夜中に参照していたレストランガイドをもう一回見たいという要求が可能になる。縦軸は着目度になっており、着目度が高いデータほど上位に表示される。これを利用して、ユーザが過去に深く参照していたと思ったデータを探す場合は上位を探し、一瞬だけ参照したデータを探す場合は下位を探しに行くといった使い分けができる。

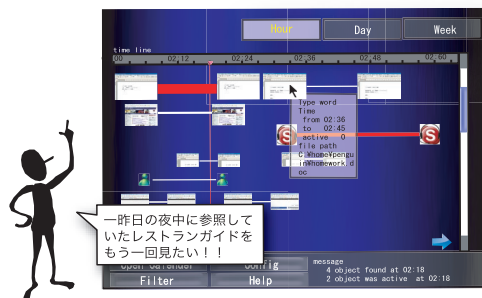


図 4: データ着目度を利用したタイムラインビューア

また、付加的機能として、ユーザのフィードバックを基に要素と着目度の相関係数を求め動的に重みを調整するフィルタ機構を持つ。データ着目度は参照時

間、参照回数、クリップボードの利用、選択文字列反転回数などを代表とする様々なユーザ操作から算出する。しかし、これらの値が常にユーザにとっての着目度と関連があるとは限らない。例えば、あるユーザは着目する資料に対して選択文字列反転をする癖があったとしても別のユーザもその癖があるとは限らない。そこで本機構では付加的機能として、ユーザのフィードバックを基に要素と着目度の相関係数を求め動的に重みを調整する機能を加える。ユーザはデータに対して着目度を入力できるようにし、入力された着目度とユーザ操作との相関を求める。例えば、ユーザ A と B の着目度と選択文字列反転回数の相関係数の絶対値がユーザ A > ユーザ B だったとき、ユーザ A の選択文字列反転回数からデータ着目度を自動で求める際の重みをユーザ A より高めにフィルタを調節する。

4 実装

本節では俺デスクの実装について述べる。

4.1 実装環境

俺デスクがアプリケーションを監視するために、アプリケーションごとにプラグインを作成しなければならない。現時点では Microsoft Office, Internet Explorer, Mozilla Firefox, OpenOffice.org, Skype[10], MSN Messenger 用のプラグインを作成した。OS は Windows 2000/XP に対応し、開発言語は C++を用いた。データベースエンジンはサービスを上げずにアプリケーションに組み込み可能な SQLite を利用した。また、語彙のパターンマッチングには Google Desktop SDK を使い、GUI は DirectX で実装した。DirectX を利用する際、低速のマシンでも動作するようにフレームレートを落として実装した。実装環境を表 1 にまとめる。また、イベント監視対象となっていないアプリケーションも細かい指定はできないが検索対象にはできる。

表 1: 実装環境

対応 OS	Windows 2000/XP
実装言語	C++
イベント監視対象 (アプリケーション)	Microsoft Office, OpenOffice.org, Internet Explorer, Firefox, Skype, MSN Messenger
イベント監視対象 (OS)	ウィンドウフォーカス, クリップボード, マウス, キーボード, ファイルアクセス
使用ライブラリ	SQLite, DirectX, Google Desktop SDK

4.2 関連データ検索ツール

関連データ検索ツールを図 5 に示す。

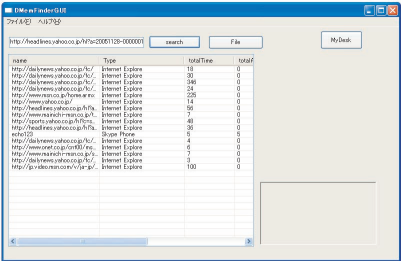


図 5: 関連データ検索ツール

関連データ検索ツールとは入力されたファイル名、日時、ユーザ操作に対して関連の深いデータを一覧表示するツールである。ユーザはファイル名または Web サイトの URL 名を入力することで、そのファイルまたは Web サイトに関連のあるデータを関連度順に得られる。データ間関連度はカット & ペーストなど PC 上でのユーザ操作によっても増減する。また各種アプリケーションに統合し、簡単に関連データの検索が行えるようにした。Internet Explorer に統合した様子を図 6 に示す。

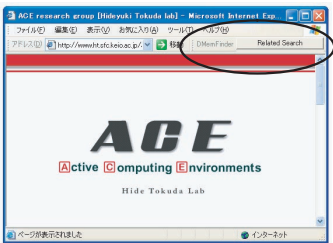


図 6: Internet Explorer 用関連検索ツールバー

4.3 タイムラインビューア

タイムラインビューアを図 7 に示す。初め、ユーザはカレンダーから日付を指定する (図 7 の左)。その後、指定した日のタイムラインが表示される。(図 7 の右)。タイムライン上には実際にユーザが参照した Web ページやドキュメントが表示される。データ参照を開始した時間と参照を終了した時間にサムネイルが表示され、その間が白いラインで結ばれる。白いライン中の赤いラインは実際に前面に来てアクティブになっていた時間を表す。また、サムネイルにマウスを合わせるとドキュメントの詳細情報や着目度が表示される。縦軸は着目度になっており、着目度が高いデータほど上位に表示される。これを利用して、ユーザが過去に深く参照していたと思ったデータを探す場合は上位を探し、一瞬だけ参照したデータを探す場合は下位を探しに行くといった使い分けができる。



図 7: タイムラインビューア

着目度を利用したタイムラインビューアはユーザが参照してきたデータを時系列に表示するビューアである。この際サムネイルの大きさはデータ着目度によって決定される。データ着目度とはユーザの操作によって決定される相対的な着目指標である。着目度はユーザのデータへのアクセス時間やアクセス回数などデータ参照に行った操作量によって増減する。また、タイムラインビューアに全データが出てしまうと見にくいので、今後は適切なフィルタをかけられるようにする予定である。

5 評価

本節では俺デスクの有用性評価について述べる。

5.1 被験者情報

有用性の評価を行うにあたって複数のユーザに本システムのプロトタイプを使用してもらった。被験者情報を表 2 に示す。被験者が通常利用している PC に俺デスクをインストールし数日間利用させ、Firefox で閲覧した Web 履歴および Open Office.org で作成した文書履歴を蓄積する。

表 2: 対象ユーザ情報

被験者数	15 人
年齢平均	22.0 歳
男女比	2:1
平均 PC 歴	5.1 年
一日平均 PC 作業時間	6.6 時間

5.2 評価 1. 関連検索は有効に働くか

俺デスクで関連検索を行う例として、ユーザがあるレポートを作成し、後にそのレポートを書いていた時に、参照していた Web ページを検索するといった状況を想定する。評価 1 では俺デスクを用いて上記シナリオが適切に行えるかを評価する。具体的に行った実験を以下に示す。

1. 被験者に Open Office.org で「世界の携帯電話」という題目で、制限時間 15 分でレポートを作成してもらった。この題目に設定した理由は、一般の人々は携帯電話に関して、ある程度の興味を持っていると想定したからと世界と枠を限定したときに専門

的知識をもっている人は少ないと想定したからである。

2. レポートの素材は Web から持ってくることにし、役に立った参考文献の URL 5 つをレポートにコピーしてもらった。
3. レポート作成後、レポート名をキーにして関連検索を実行する。被験者がレポート内に記載した URL が関連検索結果の何位に表示されるかを調べた。

実験結果を表 3 に示す。また、今回各被験者が事前に蓄積していた履歴の平均数は 312.5 であった。

表 3: 参考文献 URL 表示順位 (位)

平均値	最小値	最大値	中央値
12.3	6.3	43.5	10.4

平均母集団 312.5

被験者がレポートに記載した参考文献の URL は関連検索の順位で平均 12.3 位であった。ある程度目的のページが上位に表示されることを確認した。今回、関連検索では関連度が高く着目度も高いページを上位に表示させるようにしたため、上位數位以内が Google や Yahoo! といった検索エンジンが占めていた。それを差し引けば、それなりに有効に働いたと言える。関連度と着目度の適切な組み合わせ手法は、今後調整していく予定である。

5.3 評価 2. 着目度算出に利用したユーザ操作は妥当であったか

プロトタイプでは着目度算出を行う上でのユーザ操作はデータアクセス回数、データアクセス時間、クリップボード利用回数、選択文字列反転回数をを用いたが、評価 2 ではそれらが妥当であったかを検証する。俺デスクでは初期段階でユーザの明示的なレーティングと各ユーザ操作との相関を求めるが、被験者全体でどのような傾向がでるか調べた。具体的に行った実験を以下に示す。

1. 被験者に一定期間ニュースサイトを巡回してもらい、各ページをレーティングしてもらう。ニュースサイトにした理由は、1 ページあたりの情報量に偏りが少ないと考えたからである。
2. 被験者が明示的につけたレートと各ユーザ操作の相関係数を算出する。

実験結果を表 5 に示す。

被験者 15 人で対象となった Web ページは 356 であった。有意水準を 1 % としたときの限界値は 0.14 である。データアクセス回数とデータアクセス時間に関しては、平均で限界値以上、正の相関が出てたため、大半のユーザには着目度として利用可能と判断できる。またそれぞれ最小値と最大値に幅があり、個々人の癖を学習しフィルタを作成するのは意義があると言える。クリップボード利用回数に関しては、今回参照

表 4: 各ユーザ操作と着目度の相関係数 (-1~1)

項目	平均値	最小値	最大値
データアクセス回数	0.36	0.05	0.87
データアクセス時間	0.25	0.03	0.49
クリップボード利用回数	-	-	-
選択文字列反転回数	0.04	-0.23	0.41

した Web サイトがニュースサイトであったため、ほとんど相関は見られなかった。評価 1 のようにレポートを作成している際の相関を計測すると、ある程度の相関が見られたので、今後いろいろな状況で検討していく必要がある。

5.4 評価 3. 着目度を算出する際の重みフィルタは有効に働いたか

俺デスクではユーザの明示的データレーティングを基に着目度用のフィルタを作成可能である。評価 3 では、重みフィルタ利用の有無で検索の順位がどのように変動するか調べ、フィルタが有効に働くかどうかを検証する。具体的に行った実験を以下に示す。

1. 評価 2 で算出した相関係数を基にフィルタを作成する。
2. フィルタを用いた上で評価 1 で作成したレポートをキーに関連検索を行い、
3. 評価 1 のフィルタ未使用時の検索結果と比較する。実験結果を表 5 に示す。

表 5: フィルタ使用時の参考文献 URL 表示順位 (位)

	平均値	最小値	最大値	中央値
通常時	12.3	6.3	43.5	10.4
フィルタ使用時	10.8	6.2	33.5	7.4

平均母集団 312.5

参考文献の順位平均と最大値が下がり、着目度を用いたフィルタは今回の実験に関してはある程度、検索結果の精度を上げる効果があったと言える。世界の携帯電話というテーマではニュースサイトを調べることが多かったため、今回は効果があったと推測され、状況に応じてフィルタを使い分ける手法を考えていく必要がある。

6 機能拡張

本節では、本研究のこれからの機能拡張について述べる。

6.1 バージョン管理

現時点の実装ではユーザが過去のデータを再参照しようと思った際、もしそのデータが削除や変更がなされていた場合、そのデータを参照できない。この問題

を解決するため、Subversion を利用したバージョン管理機構を組み込む予定である。全データの差分を取っていくと、HD 容量を非常に使うためバージョン管理できるデータをユーザが選択できるようにするつもりである。Subversion のレポジトリを外部に置けば、ユーザはローカル HD の容量を節約できる。また、別の PC を使ったとしてもデータの復旧ができる。Web データを対象とする場合、ポータルサイトや blog のように動的に変化するページの場合、過去のデータを再参照できなくなってしまう。この問題を解決するためにサイトの RSS を自動で読み込みページに変更があった場合、ローカルディスクに変更を保存する実装にする。また、ページがリンク切れしていた場合、自動的に Google キャッシュにリダイレクトする機能をつける。

6.2 ユーザコンテキストサーチ

俺デスクは現在簡単なユーザ操作イベントを基に検索要求ができるようになっている。しかし、今後はよりあいまいなユーザコンテキストからデータを探し出せるようにするつもりである。例えば、クリップボードの使用が突出して高かったデータは「ユーザがマージしていたデータ」とユーザコンテキストを定める。このようなユーザコンテキストを取得するために、ユーザ操作から履歴データを様々なカテゴリに自動分類する機能が必要である。

ユーザコンテキストを応用するとユーザが頻繁に閲覧し、一閲覧あたりの閲覧時間が短い Web ページを「確認用ページ」と定義すれば、「確認用ページ」に分類されたページは常に監視し、変更があったらユーザに知らせるといったアプリケーションが作成できる。他には書き込みをしたデータと読み込みしかしていないデータに分類するなどを想定している。現在、分類作業を自動化する様々な先行研究 [11] は存在するため、それらとの差分を明確にし研究を進めていく予定である。

また、実世界に様々なセンサを組み込んでそれらと連携してユーザコンテキストを取得する予定である。例えば、部屋の入り口にセンサを付けて人の入退出を管理するサービスを俺デスクを組み込むと「3 日前、友人 A と一緒に見ていた Web サイトを検索」といった要求が可能になる。

6.3 プライバシへの考慮

俺デスクはユーザの PC 上の操作履歴を保存していくため、個人のプライバシーを侵害する可能性がある。解決方法として時間を指定してその時間だけログを取らない、または URL を指定したその分のログを取らないといったロギングに制限をかける実装が考えられる。また、起動の際にパスワードを要求し、ソーシャル・エンジニアリングを防ぐ対策も考えられる。俺デスクは作業をしているかどうかの判別を行う作業監視

ソリューションなどへの展開も応用可能であるが、プライバシーの侵害にならないように配慮する必要がある。具体的に起動中は必ずタスクトレイに常駐するシステムにするなどの対処がある。

6.4 グループウェア拡張

現実装ではネットワーク機能を持っていないが、俺デスクの情報を他人と共有化しグループ内でデータ検索を最適化するアプリケーションが想定される。共有化を行うことで友人が高いレートを付けたデータ一覧を取得するといった要求ができる。しかし、他人と共有する場合は、ユーザプライバシーを保護するため、適切なアクセス制御が必要になる。先行研究として、友人同士でブックマークを共有し合う機構がある [12]。

7 まとめ

本研究の目的は、普段のユーザに特別な手動操作を要求しない手法で、ユーザの履歴情報の想起を効率化することである。そこでユーザが机上で行った操作履歴を保持し、それらの履歴からユーザコンテキストを算出する手法を用いる。今回、PC に接続したデバイスおよび PC 上で行ったユーザ操作を想起トリガとして、ローカルディスクに保存された文書や画像、映像、音楽などのデータや Web 上にあるデータを想起可能にするソフトウェア、俺デスクを実装し、今後も拡張予定である。

8 謝辞

本研究は IPA 情報処理推進機構未踏ソフトウェア創造事業未踏コースの下で行われています。

参考文献

- [1] Marvin Minsky. *The society of mind*. Simon & Schuster, Inc., 1986.
- [2] Yahoo! Inc. Y!q search. <http://yq.search.yahoo.com/>.
- [3] Jose M. Martinez. Mpeg-7 overview. <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>, 3 2003.
- [4] MURAKAMI Harumi and HIRATA Takashi. A system for generating user's chronological interest space from web browsing history. *International Journal of Knowledge-Based Intelligent Engineering Systems* Vol.8 No.3, 2004.
- [5] Ujiko. <http://www.ujiko.com/>.
- [6] Yahoo! Inc. My yahoo! search. <http://mysearch.yahoo.com/>.
- [7] 原田一樹. Web 検索履歴を用いた ブラウジング支援ツールの構築. <http://www.res.kut.ac.jp/~ezawa/grad2001/Harada/honbun.pdf>, 3 2001.
- [8] Jun Rekimoto. Time-machine computing: a time-centric approach for the information envi-

ronment. In *UIST '99: Proceedings of the 12th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 45–54, New York, NY, USA, 1999. ACM Press.

- [9] 近藤秀樹, 三宅芳雄. 作業履歴の記録システム necologger の試作. 情報処理学会 インタラクシオン 2004.
- [10] Skype Technologies. Skype. <http://www.skype.com/>.
- [11] Yoelle S. Maarek and Israel Z. Ben Shaul. Automatically organizing bookmarks per contents. In *Proceedings of the fifth international World Wide Web conference on Computer networks and ISDN systems*, pp. 1321–1333. Elsevier Science Publishers B. V., 1996.
- [12] Alessandra Alaniz Macedo, Khai N. Truong, Jose; Antonio Camacho-Guerrero, and Maria da GraCa Pimentel. Automatically sharing web experiences through a hyperdocument recommender system. In *HYPERTEXT '03: Proceedings of the fourteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia*, pp. 48–56. ACM Press, 2003.