

OCRを利用したスクリーンショットの検索システムとその評価

熊谷摩美子[†] 杉浦 遼一[†] 岡部 正幸^{††} 梅村 恭司^{†††}

[†] 豊橋技術科学大学情報工学系 〒441-8122 愛知県豊橋市天伯町1-1

^{††} 豊橋技術科学大学メディア基盤センター 〒441-8122 愛知県豊橋市天伯町1-1

^{†††} 豊橋技術科学大学情報・知能工学系 〒441-8122 愛知県豊橋市天伯町1-1

E-mail: [†]{kumagai,sugiura}@ss.ics.tut.ac.jp, ^{††}okabe@imc.tut.ac.jp, ^{†††}umemura@tutics.tut.ac.jp

あらまし コンピュータを使用する授業において、スクリーンショットを蓄積して、検索するシステムを構築し、評価をした。結果、検索システムそのものに効果があること、また検索インタフェースの整備に効果があること、また時間前後の多くの画面を表示することで効果があることが分かった。

キーワード スクリーンショット, ユーザインタフェース, 操作履歴

A Search System of Screenshot using OCR its the Evaluation

Mamiko KUMAGAI[†], Ryoichi SUGIURA[†], Masayuki OKABE^{††}, and Kyoji UMEMURA^{†††}

[†] Department of Information and Computer Sciences, Toyohashi University of Technology

1-1 Tenpaku, Toyohashi, Aichi, 441-8122 Japan

^{††} Information and Media Center, Toyohashi University of Technology

1-1 Tenpaku, Toyohashi, Aichi, 441-8122 Japan

^{†††} Department of Computer Science and Engineering, Toyohashi University of Technology

1-1 Tenpaku, Toyohashi, Aichi, 441-8122 Japan

E-mail: [†]{kumagai,sugiura}@ss.ics.tut.ac.jp, ^{††}okabe@imc.tut.ac.jp, ^{†††}umemura@tutics.tut.ac.jp

1. はじめに

現在、教育現場ではコンピュータを使用した授業を取り入れている。コンピュータを使用した授業において、受講者がコンピュータ上で課題を実行した場面や時刻を指導者が知ることができれば、授業の指導方針と改善に役立ち、教育現場において有用である。受講者が使用するコンピュータのスクリーンショットを蓄積し、指導者が知りたい情報を含むスクリーンショットを検索することを考えた。スクリーンショットを確認すれば、コンピュータ上の操作状況を確認することができる。しかし、蓄積した大量のスクリーンショットから知りたい情報を含むスクリーンショットを特定するには手間がかかる。そこで、本研究では、スクリーンショットを蓄積し、スクリーンショットに対してキーワードによる検索を行う検索システムを構築してきた[1][2][3][4]。本研究では、そのシステムの効果について評価を行う。これらのシステムでは、キーワード検索によって、スクリーンショットの探索範囲を狭めることができる。ここで、スクリーンショットは、スクリーンショットへの索引となるテキスト情報をOCR(光学文字認識プログラム)によって抽出するため、キーワードによって検索することができる。これらの

検索システムによって、指導者は各受講者のコンピュータから取得したスクリーンショットを確認し、各受講者の作業状況を把握できる。コンピュータ上で課題を実行した場面や時刻を知ることができる。これらの検索システムにおいて、操作状況を確認するために、検索結果として表示されたスクリーンショットの前後のスクリーンショットを見ることが多いことが分かっている。そこで、前後を表示させる3つの検索システムを作成した。前後無表示システム[1][2][3]はキーワードでスクリーンショット検索し、検索結果として選択したスクリーンショットを表示する。選択したスクリーンショットの前後は、対応するスクリーンショットのURLを入力し、表示する。前後1画面表示システム[4]はキーワードでスクリーンショットを検索し、検索結果として選択したスクリーンショットかつ、その1分前、1分後のスクリーンショットを表示する。対応するURLを入力しなくとも、選択したスクリーンショットの前後を確認できる。前後8画面表示システムはキーワードでスクリーンショットを検索し、検索結果として選択したスクリーンショットかつ、その前後のスクリーンショットを1分間隔で複数表示する。ここで、構築した検索システムはスクリーンショットを1分間隔で取得する。検索システムの評価方法として、被験者にある授

業における受講者3名のコンピュータのスクリーンショットから、Windowsのファイラーを使うベースラインシステムと構築した3つの検索システムである前後無表示システム、前後1画面表示システム、前後8画面表示システムを使用して、提示する状況に該当するスクリーンショットを捜してもらおう。そして、各々システムの検索の実行時間を測定する。実行時間がシステムによって差があるかを評価した。評価した結果、スクリーンショットの検索に、スクリーンショットに対してキーワードによる検索を行う検索システムを使用することは効果があると分かった。そして、検索システムにおいて検索結果として選択したスクリーンショットかつ、その前後の多くのスクリーンショットを表示することは効果があると分かった。

2. 検索システム

2.1 検索システムの基本コンセプト

検索システムの基本コンセプトは、ユーザの見つけたい情報に関するキーワードの入力を受け付けて、スクリーンショットのキーワードはOCRによって読まれた文字列と照合することで、キーワードに関連するスクリーンショットを表示する。また、ユーザの前後の指示を受け付けて、検索結果として表示されたスクリーンショットと同時期に見たスクリーンショットを表示する。過去の作業状況(スクリーンショット)を結果として表示することで、断片的な記憶(キーワード)により、見つけたい情報を知ることができる。

2.2 検索システムの特徴

構築した3つの検索システムの特徴について述べる。前後無表示システムをベースとして、その他の検索システムを構築した。ベースとなる前後無表示システムの実装について説明し、各々検索システムの特徴について述べる。具体的な例を使い、前後無表示システムの実装を検索の操作で示す(図1)。状況として、コンピュータを使用する授業において、指導者が「受講者の課題プログラムを実行している場面を見たい」という場合、課題プログラムを実行している場面を含むスクリーンショットを検索する。まず、検索インターフェイスにキーワードとして課題プログラム名、例えば「simple-df.c」を入力し検索する(α)。それに関連する結果の一覧が表示される(β)。該当する結果もとのファイル名をクリックすると、選択したスクリーンショットが表示され(γ)、課題プログラムの実行場面を含むスクリーンショットを確認できる(δ)において、その前後の操作状況を確認したい場合、検索システムでは、ユーザのスクリーンショットを1分間隔で取得し、取得したスクリーンショットを保存する際、取得した日時をスクリーンショットのファイル名としている。よってURLのファイル名は、検索システムでスクリーンショットを取得した日時となっている。よって、表示されているスクリーンショット(ε)のURLのファイル名の日時をキャプチャー時間間隔分、進めたり、戻したりして変更する。変更した日時をファイル名にすることで前後のスクリーンショットが表示され(ε)、前後の操作状況を確認できる。評価対象となる検索システムの特徴について述べる。前後無表示システム(図2)はキーワードでスクリーンショット

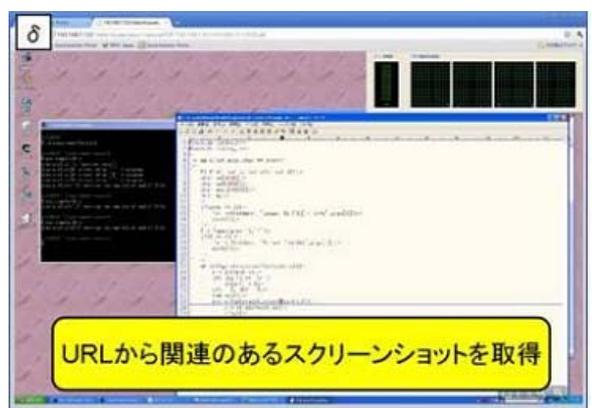
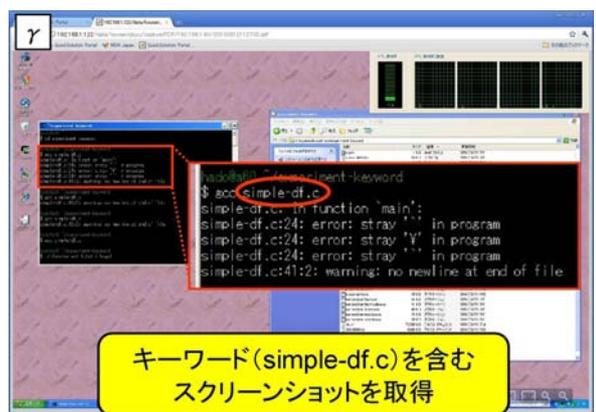


図1 前後無表示システムの実装

を検索でき、検索結果として選択したスクリーンショットを表示する。選択したスクリーンショットの前後は、対応するスク

リーンショットの URL を入力し、表示する。前後 1 画面表示システム（図 3）はキーワードでスクリーンショットを検索でき、検索結果として選択したスクリーンショットかつ、その 1 分前、1 分後のスクリーンショットを表示する。対応する URL を入力しなくても、選択したスクリーンショットの前後を確認できる。ここで、1 分以上の前後のスクリーンショットを確認したい場合、検索インターフェイスは表示されている前後のスクリーンショット上のクリックを受け付け、クリックを受け付けたスクリーンショットを中央に表示する。よって、確認したい時間方向のスクリーンショットをクリックすれば確認することができる。前後 8 画面表示システム（図 4）はキーワードでスクリーンショットを検索でき、検索結果として選択したスクリーンショットかつ、その前後のスクリーンショットを 1 分間隔で複数表示する。

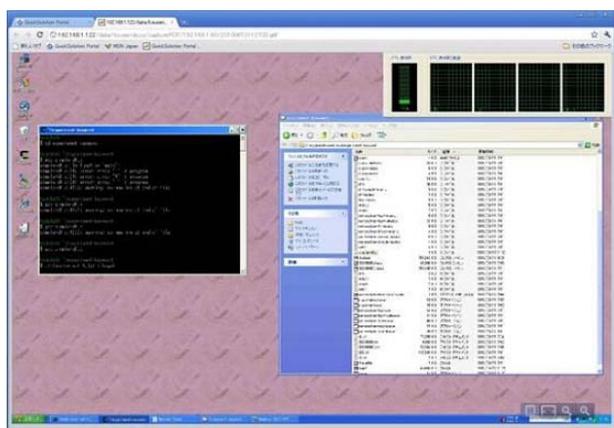


図 2 前後無表示システム

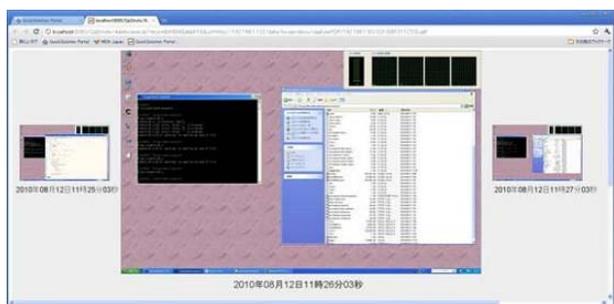


図 3 前後 1 画面表示システム

3. 検索システムの評価実験

3.1 実験方法

実験方法として、ベースラインシステムと構築した 3 つの検索システムである前後無表示システム、前後 1 画面表示システム、前後 8 画面表示システムを使用する検索タスクの実行時間をそれぞれ測定する。タスクの実行時間がシステムによって差があるかを評価した。実験対象はある授業における受講者 3 名のスクリーンショットである。スクリーンショットは 1 日 5 時間、5 日間取得しており、1 人当たり 1500 枚程度である。被験者に教師の立場になったと考えてもらった。そして、行っても



図 4 前後 8 画面表示システム

らうタスクは、対象より各受講者の課題プログラムを実行し、結果を出力しているスクリーンショットを捜す（タイプ 1）、実習報告書を書き始めた時間のスクリーンショットを捜す（タイプ 2）の 2 種類である。このとき、タスクに制限時間を設けた。制限時間は 5 分である。被験者は学生 5 人とする。ここで、被験者 5 名、タスクの種類は 2 つ、受講者 3 名より、全タスク数は 30 であり、30 のタスクの実行時間を測定した。ベースラインシステムについて述べる。ベースラインシステムは Windows のファイラーである。図 5 に示すとおり、受講者ごとに作成したディレクトリに保存されたスクリーンショットの縮小版を一覧表示することができる。被験者には縮小版を一覧表示し、スクリーンショットを捜してもらう。評価は順序検定を行って検定をした。ベースラインシステムと検索システムのタスクを合わせた 120 のタスクの実行時間の分布を図 6 に示す。これは、長く時間がかかる確率も大きく、正規分布をしていない。したがって、 χ^2 検定を行うことができない。我々はノンパラメトリックの検定である順序検定を行った。順序検定は実行時間を順序に変化し、その順位の分布がシステムごとに差があるかどうかを検定するものである。SystemA と SystemB においてタスクの実行時間に差があるか順序検定を行う例を表 1 に示す。あるタスク 4 回から計 8 回のタスクをそれぞれ systemA と systemB で行い、systemA と systemB のタスク合わせた 8 つのタスクを実行時間の短い順に順序付する。そして、同一システムの中で順位順に並べ、全体の順位で systemA と systemB の順位を比較して、勝敗を決める。この表 1 の場合、4 vs 0 でタスクすべて systemA の勝ちとなる。 $1/2^4$ 以下の有意水準で有意となる。よって、systemA > systemB の順に評価が良いという結果になる。例で示したように、ベースラインシステム、前後無表示システム、前後 1 画面表示システム、前後 8 画面表示システムのタスクを合わせた 120 のタスクを実行時間の短い順に順序付する。そして、システムの全ての組み合わせに対して、勝敗を決め、順序検定を行う。勝ちとなったシステムの勝ったタスク数を確率変数 X として、確率密度 $f(x) = {}_{30}C_x 2^{-30}$ から、有意水準 5% 以下、勝ったタスク数が 20 以上ならばタスクの実行時間に統計的に有意差がある。

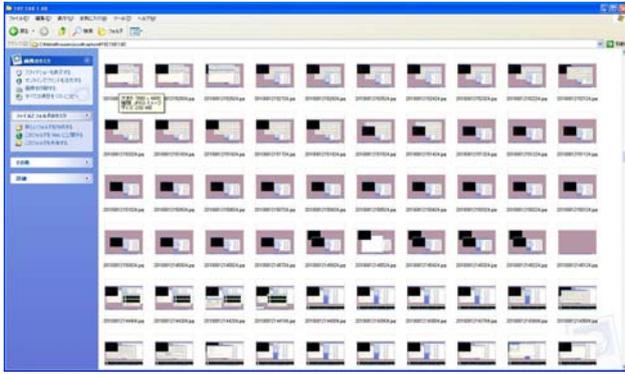


図5 ベースラインシステム

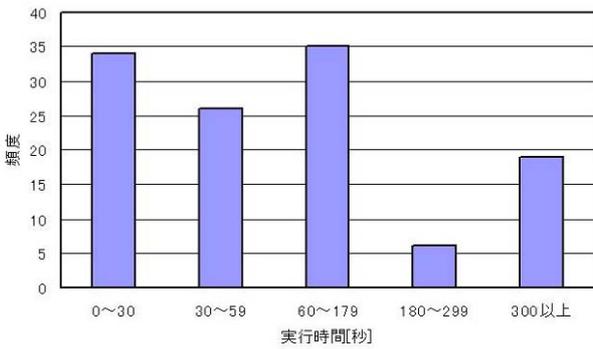


図6 ベースラインと各検索システムのタスクの実行時間の分布

システム	1	2	3	4
systemA	1位(3秒)	3位(10秒)	5位(20秒)	7位(190秒)
systemB	2位(5秒)	4位(12秒)	6位(30秒)	8位(300秒)

4 vs 0でsystemAの勝ち

表1 systemA と systemB の順序検定の例

3.2 実験結果

各システムにおけるタスクの実行時間を表2に示す。表2において、タスクの実行時間を5段階で評価し、30秒未満ならば○、30~59秒ならば△、60~179秒ならば△、180~299秒ならば△、300秒以上ならば×と表記した。ここから、ベースラインシステムをBase、前後無表示システムをI、前後1画面表示システムをII、前後8画面表示システムをIIIと表記する。評価として、Base、I、II、IIIのシステムの組み合わせすべてに対して、勝敗を求め、順序検定を行った結果を表3に示す。表において、自分が統計的な有意差で勝ったならば○、自分が統計的な有意差で負けたならば×、統計的な有意差がないならば-と表記した。表3より、各システムはIII > II > I > Baseの順に評価が良いという結果になった。

4. 考察

BaseとIについては、Iの方が評価が良かった。OCRを使って、キーワードでスクリーンショットを検索する検索システムを作成することは有用である。BaseとIIについては、IIの方

タスクの種類	被験者1		被験者2		被験者3		被験者4		被験者5	
	タイプ1	タイプ2								
Base	受講者1	×	△	×	-	×	△	×	△	×
	受講者2	-	○	-	×	×	△	×	○	×
	受講者3	○	△	-	△	△	△	○	×	△
I	受講者1	○	×	△	×	△	△	△	-	×
	受講者2	○	△	△	△	△	△	△	○	×
	受講者3	△	△	○	×	○	△	△	○	×
II	受講者1	○	○	○	○	-	○	○	○	○
	受講者2	○	△	○	○	△	△	○	△	-
	受講者3	○	△	○	△	△	△	○	○	△
III	受講者1	○	○	○	○	○	○	○	○	△
	受講者2	○	○	○	○	○	○	○	○	△
	受講者3	○	○	○	○	○	○	○	○	○

表2 各システムにおけるタスクの実行時間

相手	Base	I	II	III
自分				
Base		×	×	×
I	○(21 vs 9)		×	×
II	○(30 vs 0)	○(28 vs 2)		×
III	○(30 vs 0)	○(28 vs 2)	○(30 vs 0)	

結果: III > II > I > Base

表3 各システムのすべての組み合わせに対する順序検定

が評価が良かった。前後の表示を示すことでシステムに有用性が観測できる。IIとIIIについては、IIIの方が評価が良かった。多くの前後のスクリーンショットを表示することは有用であることが示され、これは直感に合致している。コンピュータ上で見た情報をキーワードで検索する関連システムとして、SIS [5]、俺デスク [6] がある。これらのシステムによって、指導者は受講者のコンピュータ上の操作状況を確認することができる。本システムはコンピュータ内の情報として、スクリーンショットをOCR処理して取得したテキスト情報を記録する。しかし、関連システムは、コンピュータ内の情報として、OSのフックによって取得したユーザアクションとアプリケーションのテキスト情報を記録する。OCRを使う本システムの長所と短所について述べる。関連システムと比較しての長所として、図形として表示された文字であっても対応できることである。短所として、OCRの誤認識の問題がある。

5. 終わりに

コンピュータを使用した授業において、受講者がコンピュータ上で課題を実行した場面や時刻を指導者が知ることができれば、授業の指導方針と改善に役立ち、教育現場において有用である。受講者が使用するコンピュータのスクリーンショットを蓄積し、指導者が知りたい情報を含むスクリーンショットを検索することを考えた。スクリーンショットを確認すれば、コンピュータ上の操作状況を確認することができる。しかし、蓄積した大量のスクリーンショットから知りたい情報を含むスクリーンショットを特定するには手間がかかる。本研究では、スクリーンショットを蓄積し、スクリーンショットに対してキーワードによる検索を行う検索システムを構築してきた。本研究では、そのシステムの効果について評価を行った。検索システムを評価した結果、スクリーンショットの検索において、スクリーンショットに対してキーワードによる検索を行う検索システムを使用することは効果があると分かった。そして、検索シ

システムにおいて検索結果として選択したスクリーンショットかつ、その前後の多くのスクリーンショットを表示することは効果があると分かった。

文 献

- [1] 熊谷摩美子, 梅村恭司, 体験情報に関する検索パラダイムの実証研究.: 夏のプログラミング・シンポジウム, 2009, pp. 99-102.
- [2] 熊谷摩美子, 梅村恭司, 体験情報に関する検索パラダイムの実証研究.: WISS 2009, 2009, pp. 147-148.
- [3] 熊谷摩美子, 梅村恭司, 岡部正幸, 阿部洋丈, 操作画面を対象とする検索システムの構築.: 情報処理学会全国大会講演論文章 vol.72 No.1, 2010, pp. 1.767-1.768.
- [4] 熊谷摩美子, 梅村恭司, 岡部正幸, 操作画面を対象とする検索システムの構築.: ソフトウェア科学大会 2010, ポスター発表.
- [5] Susan Dumais et al., Stuff I've Seen: A System for Personal Information Retrieval and Re-Use.: DUMAIS S.Proc Of SIGIR'03, 2003, pp. 72-79.
- [6] 大澤亮, 徳田英幸, and 一紀 高汐, 俺デスク: ユーザ操作履歴に基づく情報想起支援ツール.: プログラミング・シンポジウム報告書 Vol 47th, 2006, pp. 15-21.
- [7] HG/PscanServPlus 製品ページ. <http://www.hypergear.com/index.html>.
- [8] QuickSolution 製品ページ. <http://www.sei-info.co.jp/QuickSol/>.