

令和元年6月10日現在

機関番号：32644

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16324

研究課題名(和文) 演習状況を把握し任意の状態からやり直しができるシステムの開発と評価

研究課題名(英文) Software System for a Lesson Support System

研究代表者

森田 直樹(Morita, Naoki)

東海大学・情報通信学部・准教授

研究者番号：50413571

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：2点あげられる。1点目は、受講者がコンピュータに行った操作を自動時に蓄積することができるようになった。演習の過程には、学習者の思考プロセスを講師が推測するための情報が豊富に含まれている。特に、プログラミング教育などでは受講者は試行錯誤を行いながら演習を行う。そのため、受講者が気づいていない間違のためにうまく行かない場合には、やがて学習のモチベーションが低下してしまう。本研究により、間違いの原因とそれが引き起こす結果をペアで解説ができるようになった。2点目は、任意の演習からやり直しができるようにする為に、従来の仮想化技術では不可能であった仮想環境利用時に仮想環境の復元できるようにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年では、小学校教育においてもパソコンやタブレットを用いて授業を行うようになった。しかし、パソコンやタブレットなどのデジタル教材を用いるだけでは教育効果が向上するわけではない。情報機器の特性を最大限に活かすための工夫が必要である。特に、プログラミング教育などでは受講者は試行錯誤を行いながら演習を行う。そのため、受講者が気づいていない間違のためにうまく行かない場合には、やがて学習のモチベーションが低下してしまう。効果的に演習を行うためには、間違いの原因とそれが引き起こす結果をペアで関連付けながら解説を行う必要がある。さらに、仮想化技術を応用して任意の演習からやり直しができるようにする。

研究成果の概要(英文)：In classes where personal computers (PCs) are actively used as a part of lesson plans, it is important for teachers to be able to quickly locate the operations that students have performed on their individual machines during exercises. To identify such operations, a method using a global hook has been utilized previously. However, when this method is used, numerous successive screen-captured images must be examined and it is difficult to find the changed portions that allow the operations to be identified.

To understand how software operates, it is necessary to repeat an operation many times with the software. However, carrying out a repeat operation that involves settings is not easy. In this study, we use a snapshot of VirtualBox to restore a PC to any previous settings state. As a result, we developed a system that allows students to continue exercises by restoring their PC to an earlier state or by copying the state of an instructor PC.

研究分野：教育工学

キーワード：演習過程 自動履歴保存 仮想化技術 システムメッセージ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年では、小学校教育においてもパソコンやタブレットを用いて授業を行うようになった。しかし、パソコンやタブレットなどのデジタル教材を用いるだけでは教育効果が向上するわけではない。情報機器の特性を最大限に活かすための工夫が必要である。演習の過程には、学習者の思考プロセスを講師が推測するための情報が豊富に含まれている。特に、プログラミング教育などでは受講者は試行錯誤を行いながら演習を行う。そのため、受講者が気づいていない間違のためにうまく行かない場合には、やがて学習のモチベーションが低下してしまう。効果的に演習を行うためには、間違いの原因とそれが引き起こす結果をペアで関連付けながら解説を行う必要がある。

(2) 大学の理系教員であっても、授業で用いるソフトウェアのすべての使い方に関して熟知しているわけではない。そのため、受講者から「先生と同じようになりません」と質問を受けても、講師が経験したことのない操作ミスによるものは、原因の特定に時間を要し即時に対応することができない。また、ソフトウェアが備える「戻る」や「進む」ボタンは一意にしか行うことができない。さらに、アプリケーションの設定に関する演習などでは「戻る」ボタンでは戻すことができない。仮想化技術を用いることにより、パソコンの状態を保存したり、あらかじめ保存した状態に復元したりすることができる。これにより、演習前の状態にゲスト OS を戻すことにより何度も演習を繰り返し行うことができるが、従来の技術は、演習を行なっているパソコンではなくそれを動作させているパソコンから操作する必要があり、気軽にパソコンの状態を復元することができなかった。

2. 研究の目的

(1) 受講者の操作ミスや間違いのきっかけとなった操作を即時に確認できるようにする

アプリケーションの操作は、ある画面状態に対してマウスやキーボードを操作することにより行う。マウスクリックのタイミングで自動的に画面キャプチャを行うシステムを開発した(若手研究 B 課題番号 24700912 成果)。このシステムにより、学習者の操作画面を蓄積しておくことが可能になり、講師がシステムによって蓄積した画像集を確認することで学習者がどのような過程を経て今の状態になったのかを確認することはできるようになった。しかし、開発したシステムが蓄積した画像集は膨大な枚数があり、操作ミスを発見するのは時間のかかる作業であった。本研究では、どの操作対象に対して行った作業か、またその結果どんな変化があったのかを短時間でわかるようにする。

(2) 操作ミスの前の状態に受講者のパソコンの状態を戻しやり直しができるようにする

コンピュータの仮想化技術(例えば VirtualBox)を用いることにより、実パソコンのオペレーティングシステム(ホスト OS)上に、仮想的なオペレーティングシステム(ゲスト OS)を準備し、ゲスト OS をあたかも実パソコンを操作しているように扱うことができる。ホスト OS からはゲスト OS の状態を保存したりあらかじめ保存した状態に復元したりすることができる。ゲスト OS の状態を戻すにはホスト OS を操作しなければならず、学習者はゲスト OS の操作に加えホスト OS にて複雑な操作をしなくてはならない。本研究では、従来ではホスト OS から操作の必要のあったゲスト OS 制御のための複雑な操作をゲスト OS から簡単な操作で行えるようにすることで、あたかも実パソコンの状態を復元できるようにする。また、操作にミスがあり講師が指定した演習が行えない学習者には、講師のゲスト OS の状態を学習者のパソコンに復元できるようにする。

3. 研究の方法

(1-1) アプリケーションの操作対象を取得する

アプリケーションの操作方法の一つにメニューによる操作がある。本研究では、アプリケーションと OS とがやりとりするメニューメッセージの取得を目指す。また、マウスの操作対象のオブジェクトを文字列やウィンドウとして取得することを目指す。これにより、操作画面の蓄積だけでなく、どの操作対象に対してどんな操作を行ったのかも蓄積することができる。さらに、取得した操作対象ウィンドウを確認しやすいようにするために、取得した画面キャプチャに対して赤枠で囲むなどハイライト加工を施すことにより、後の振り返りがしやすいようにする。

(1-2) 操作による変化を確認できるようにする

画面の変更点を確認できれば、どんな操作を行ったのかを確認することができる。しかし、全画面に対してある一部しか変化していない場合は、その変化を確認することは困難である。本研究では、操作前と後の画面の差分をとりその差分画像を画像集の間に挿入する。これらにより、全画面に対しての変更点を確認できるようになる。

(2) ゲスト OS から保存・復元の操作をできるようにする

ゲスト OS の保存や復元は、ホスト OS からしか行うことができない。本研究では、ゲスト OS からゲスト OS のコントロールを可能にするために、ゲスト OS とホスト OS が通信するためのシステムを開発する。

4. 研究成果

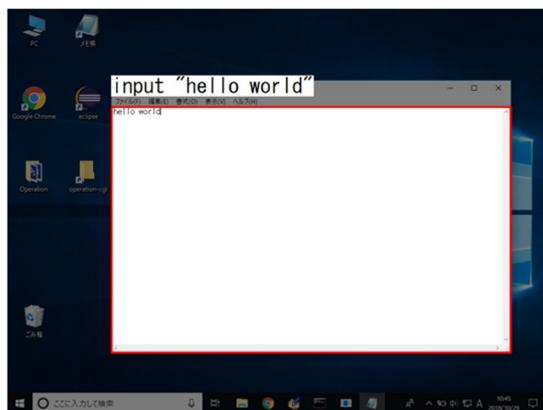
(1) 本研究では、学習者の操作履歴を確認できるようにパソコン上で動作する操作ログ保存モジュールと Web サーバ上で動作する操作ログ確認モジュールの開発を行った。

【操作ログ保存モジュール】

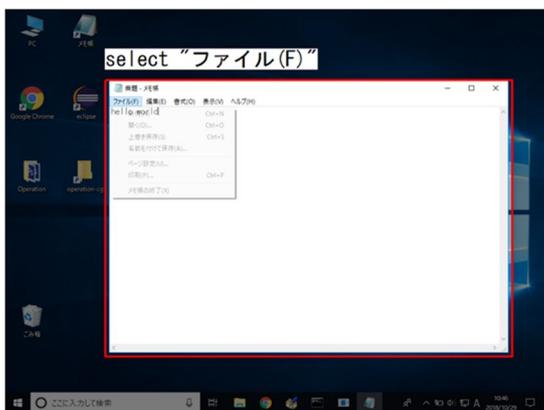
本モジュールは、アプリケーションと OS とがやりとりするシステムメッセージを Global Hook 技術を使ってアクティブウィンドウに対するマウス操作やキーボード操作を監視する。本システムは、操作が行われたオブジェクトを解析しその対象を赤枠で囲み、操作の内容を注釈として画像に書き足し保存する。その画像を講師が確認できるように操作ログ確認モジュールへ送信する。これらの結果、特別な操作を必要とすることなく、どの画面に対してどんな操作を行ったのかを確認することができる。マイクロソフト社のメモ帳の操作を例に、開発システムが生成した画像について述べる(図1)。図1(1)および(6)は、マウスの左ボタンを押された時に発生するシステムメッセージを解析したことにより生成した画像である。図1(1)では、デスクトップにあるメモ帳アイコンをクリックしている。そのため、全画面が赤枠で囲まれ、マウス座標を元に赤矢印とクリック動作であることを画像に書き足したものである。図1(2)および(5)は、キーボードを押した時に発生するシステムメッセージを解析し生成した画像である、図1(3)および(4)は、メニュー選択時に発生するシステムメッセージを解析し生成した画像である。



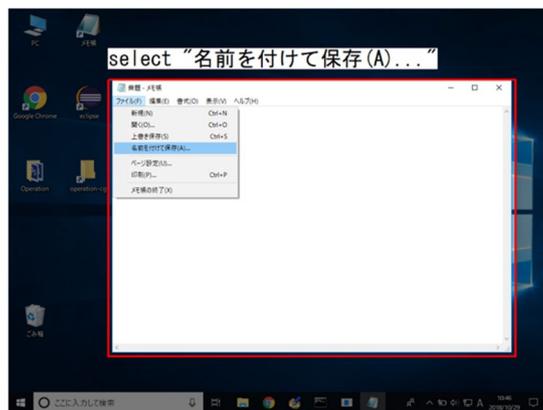
(1)



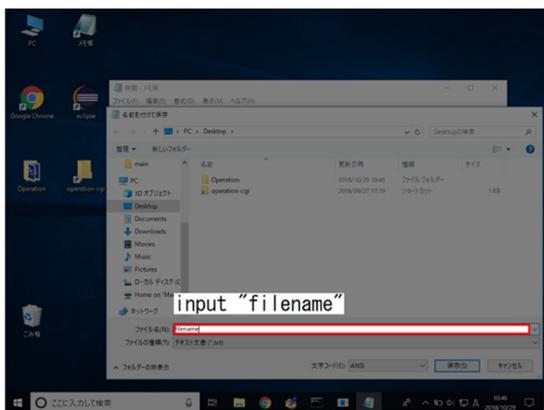
(2)



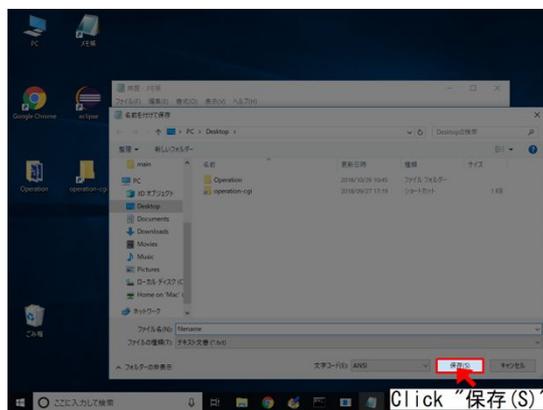
(3)



(4)



(5)



(6)

図1 システムによる操作履歴の自動取得

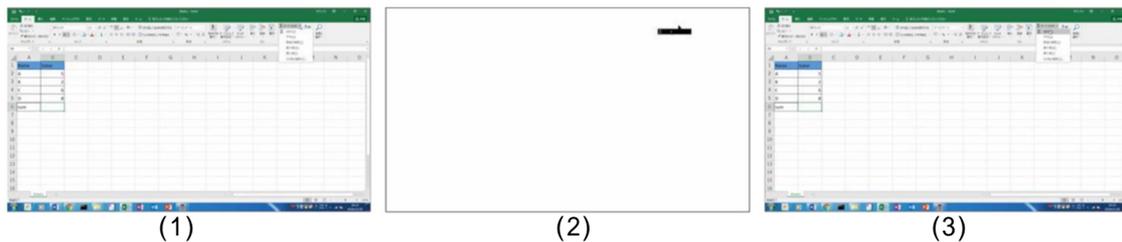


図2 画面変更時における差分表示

図2は、画面の変更内容を確認しやすくする為に差分表示を施した例である。図2(1)は、マイクロソフト社のエクセルにてオートSUMにマウスを合わせ時の画面であり、図2(3)は、合計にマウスを合わせた時の画面である。画面変更の差分が少ない時には一見では違いを確認しづらいのに対し、図2(2)により変更部分をあらかじめ確認できることにより、図2(1)と図2(3)の違いの確認が容易にできるようになった。

【操作ログ確認モジュール】

操作ログ確認モジュールはWebサーバ上で動作する。このシステムにアクセスした時に表示されるトップ画面には、操作ログ保存モジュールから送られてきた全学習者の現在の操作画面がサムネイル表示される。確認したい学習者のサムネイルをクリックすることにより、別ウィンドウにてスライドショーモードで表示される。スライドショーモードでは、任意の時間の受講者の画面を確認したり、進んだり戻ったりすることができる。これにより、講師は学習者の操作の過程をその場で確認できるようになった。

(2)本研究では、任意の演習からやり直しができるシステムの開発を行った。本システムは仮想化ソフトウェアとしてオラクル社のVirtualBoxを利用した。本研究で開発したシステムのシステム構成を図3に示す。

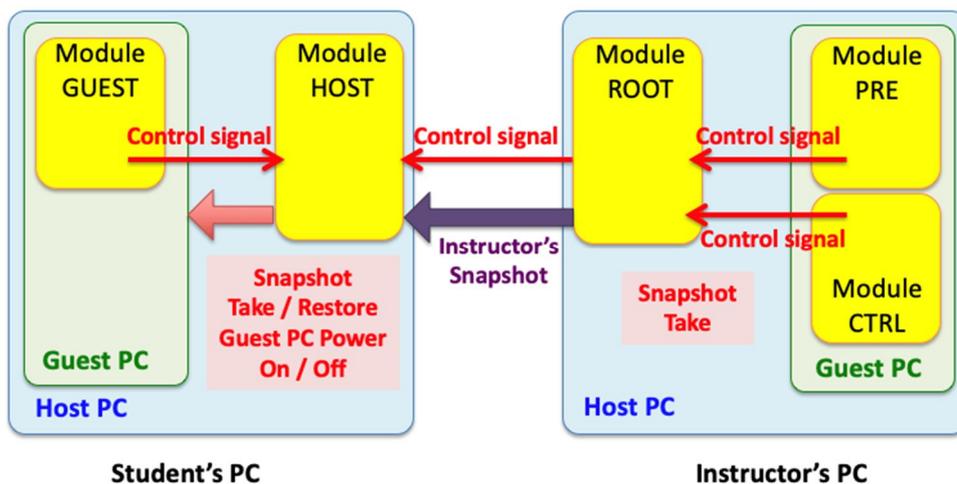


図3 任意の演習からやり直しができるシステムのシステム構成図

VirtualBoxでは、ゲストOSの状態の保存や復元は、ホストPCのコントローラーのみから可能である。ゲストOSからゲストPCのコントロールを可能とする為に、5つのモジュールを開発した。学習者用ゲストPCで動作するモジュールゲストは、自分のPCの状態を講師のPCの状態と同じにする「インポートボタン」と自分のPCの状態を保存する「セーブボタン」、自分のPCの状態を復元する「ロードボタン」からなる。学習者用ホストPCで動作するモジュールホストは、学習者用のゲストPCで動作するモジュールゲスト、または、講師のホストPCで動作するモジュールルートからの指示で、ゲストPCの状態を変化させる。

例えば、操作を行う前にモジュールルートからの指示、または、「セーブボタン」を押すことにより現在のPCの状態を保存することができる。講師の実演に合わせて授業で操作演習を体験した後「ロードボタン」を押すことにより、操作を行う前のPCの状態に戻るため何度も操作演習を行うことができる。操作にミスがあった、または演習の時間内に演習ができなかった場合でも、「インポートボタン」を押すことにより学習者のPCの状態を講師のPCの状態と同じ状態にすることができるため、次の授業演習に同期することが可能となった。

5 . 主な発表論文等

[学会発表](計3件)

Kenta Morita, Haruhiko Takase, Naoki Morita, Method for Quick Identification of Computer Operations Performed by a Student, eLmL2017 : The Ninth International Conference on Mobile, Hybrid, and On-line Learning、査読有、pp.90-93

ISBN : 978-1-61208-541-8

Yuto Terao, Kenta Morita, Naoki Morita, Proposal for a Lesson Support System using Computer Virtualization Technology, eLmL2018 : The Tenth International Conference on Mobile, Hybrid, and On-line Learning、査読有、pp.41-44

ISBN : 978-1-61208-619-4

Naoki Morita, Kenta Morita, Software System for Automatic Creation of Operation Manuals for Real-Time Use by Students During Lectures, eLmL 2019 : The Eleventh International Conference on Mobile, Hybrid, and On-line Learning、査読有、pp.36-39

ISBN: 978-1-61208-689-7

6 . 研究組織

研究代表者氏名：森田直樹

ローマ字氏名：Naoki Morita

所属研究機関名：東海大学

部局名：情報通信学部

職名：准教授

研究者番号：50413571