

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19（共通）

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書



平成 30 年 6 月 4 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00500

研究課題名（和文）情報系演習評価の定量的評価方法の確立と演習評価プログラムの開発

研究課題名（英文）Establishment of quantitative evaluation method of reporting exercise evaluation and development of exercise evaluation program

研究代表者

大木 優（OHKI, Masaru）

近畿大学・産業理工学部・教授

研究者番号：80411651

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,300,000 円

研究成果の概要（和文）：本開発では、パソコンを使った演習中の学習者のキー入力をもとに、演習の取り組み具合を定量的に算出する方法を開発する。パソコンを使った演習では、コピーが行われる、あるいは演習に真面目に取り組まない、ことが指摘されており、学生の学力低下の要因の一つとなる可能性がある。本開発では、キーとマウスの入力数から、演習を真面目に取り組んだかを定量的に推定する方法を開発する。推定方法は、キーとマウスの入力数から演習時間、キー入力数などの特徴量を策定し、平均値、標準偏差を実際の演習データから算出する。定量的評価は、その平均から大きく外れた場合、マイナス点を付け、その合計値によって、定量的評価を行う。

研究成果の概要（英文）：In this development, we have developed a method to calculate quantitatively the degree of exercise activity based on the key input of the learner during the exercise using the computer. In the exercises using computers, it is pointed out that copying is done, or not practicing seriously. They may reduce the students' academic ability. In this development, we have developed a method to estimate quantitatively whether the exercise was seriously worked out from the number of inputs of key and mouse. The first step of the estimation method is to prepare feature quantities such as the exercise time and key input number from the number of inputs of key and mouse, and the second step is to calculate average value and standard deviation from actual exercise data. If it deviates significantly from the average, negative points are added, and the quantitative evaluation is obtained from their sum.

研究分野：教育工学

キーワード：学習支援システム

## 1. 研究開始当初の背景

パソコンを使った演習では、コピーが行われる、あるいは演習に真面目に取り組まないことがあり、学生の学力低下の要因の一つとなっている。

この課題に対して、報告者らは、キー入力の分布を5分ごとにグラフ化することにより、演習への取り組み具合を可視化する、演習評価プログラムを開発してきた。このプログラムの効果は、演習での筆記試験で、平均値、中央値が約10点、改善された。この改善は、本プログラムの効果と考えられる。この効果は、学習者が監視されているという意識を持つことが大きいからと考えられる。

このプログラムで演習者の演習取り組み具合を評価するには、そのグラフを見て、評価する必要があった。演習者の人数が多いと、評価に時間がかかるため、速やかな評価が必要となっていた。

学習者が他人のプログラムやレポートのコピーアンドペースト(コピー)を防ぐ方法として、提出物の類似度の測定、異なった演習課題を課すなどの方法がある。また、コピー自体を禁止した専用のエディターを使う方法もある[1]。この方法では、演習で使用している開発環境ごとに、そのようなエディターを作る必要がある。

本研究では、より幅広い演習に使えるように、キー入力の文字量、時間分布を測定することにより、演習の取り組みを定量的に評価できる演習取り組み評価プログラムを開発する。本プログラムは、使用するアプリケーションに依存しないため、パソコンを使ったほとんどの演習・実習で使用できる利点がある。

これまでの研究での本研究のプログラムに近いもの1つとして、キーボード入力やURLを監視することにより、パソコン利用者が何をしているか監視するソフトウェアスペクタープロ7 Plusがある[2]。このソフトウェアが不正な利用などの監視を目的としている。

本研究は、演習で使用する複数のアプリケーションを対象として、演習取り組み態度の定量的評価を目的とする。

## 2. 研究の目的

本研究は、パソコンを使った演習中の学習者のキー入力を記録し、演習の取り組み具合を定量的に算出する方法およびプログラムを開発することである。

現在、情報系の演習において、図1のような評価レポートを出力する演習評価プログラムv1を運用中である。演習評価プログラムv1では、演習の取り組み具合の定量的な評価を行っていない。教員は、グラフの形などを見て、学習者の取り組み態度を評価する。図1において、指定アプリケーションとは、演習で使用するアプリケーションである。非指定アプリケーションは演習では使用されないと思われるアプリケーションである。指定

アプリケーションは、教員があらかじめ設定しておく。

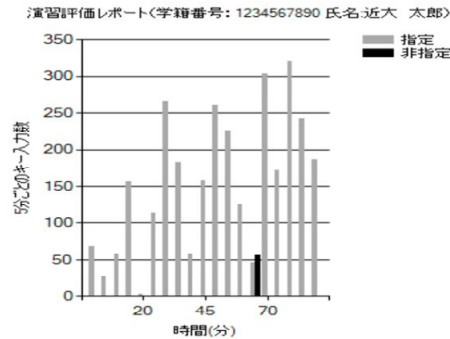


図1 学生のキー入力の分布

グラフを見て、キー入力数が少ないと判断した場合は、学習者は、真面目に学習していなかったと推定できる。

演習評価プログラムv1では目視により評価であったが、本研究の目的は、これを自動化し定量的な評価を行うことである。

## 3. 研究の方法

本研究では、定量的評価を行うアルゴリズムおよびプログラムを作成する。このためには、2つのことを行う必要がある。

(1) 有効なキーの抽出

(2) キー入力からの定量的評価を行うルールの作成

(1)の有効なキー入力については、作為的か作為的かは別にして、同じキーを入力することがある。また、故意にランダムにキー入力を行い、評価レポートのかく乱を図るかもしれない。本研究では、そのような有効でないキーの削除を行う。

(2)のキー入力からの定量的評価を行うルールの作成は、キー入力の分布などを見なくても、定量化された評価を抽出することである。教員は、演習を不真面目に行っていたかどうかを推測する必要がなく、取り組み具合がわかるため、演習結果の内容の評価や演習内容の教育に集中できる。また、学習者も自分の演習取り組み態度を把握することができる。

## 4. 研究成果

開発したプログラムの構成は、図2のとおりである。収集したキー入力やマウスクリックのデータを指定アプリケーションか非指定アプリケーションに分離した後、特徴抽出を行い、真面目に取り組んでいるかの評価を行い、定量的評価を算出する。

記録するデータは以下の通りである。

(1) キー入力及びマウスクリック

キー

キーコード：数字、文字、特殊キー  
入力時間

マウス

クリック時間  
 (2) アプリケーション  
 ウィンドウが一番前に切り替わった時間とウィンドウのタイトル  
 アプリケーションの開始時間と終了時間  
 入力されたキーおよびマウスクリックは、OSのフック機能を使い、記録する。アプリケーションは、一定時間ごとに1番前に出ているウィンドウのタイトルを記録する。  
 キーまたはマウスが指定アプリケーションか非指定アプリケーションに入力されたかは、キーやマウスの入力時間とその時刻のウィンドウのタイトルを照合して判定する。指定アプリケーションは、演習で使用すると思われるウィンドウのタイトル名称に含まれる、と思われる語句で指定する。たとえば、EpronEditor、メモ帳、HSQL Database Manager、Connect、演習評価システム、runManager.bat、Program Manager、スタート、名前を付けて保存、SQL、データベース など  
 である。これらの語句がウィンドウのタイトルに含まれていると、指定アプリケーションへの入力と判定する。

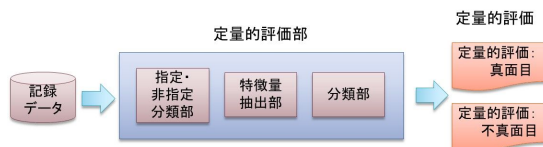


図2 プログラム構成

本研究では、特徴として、以下の特徴量を策定した。

(1) 演習時間

演習評価システムの起動から終了までの演習時間

= > 演習時間が十分か

(2) 指定アプリケーションへの全体での文字入力数

指定アプリケーションへのキーダウンの数

= > まじめに演習をしているか

(3) 5分おきの平均キー入力数の指標

5分おきの平均キー入力数の二乗の累計を総キー入力数で割った数値

= > むらなく演習をしているか

(4) 全キー入力数に対する指定アプリケーションへのキー入力比率

= > 演習以外で遊んでいないか

(5) 指定アプリケーションへのキー入力の平均ヒストグラムからの距離

全サンプルの指定アプリケーションへのキー入力のキーごとの平均ヒストグラムに対する差(距離)

= > キー入力を増やす不正の検知

(6) 全キー入力数に対する指定アプリケーションへの入力の空白時間

キー入力間隔時間の二乗の累計を総キー入力数で割った数値

= > むらなく演習をしているか

(7) 高速な文字キー入力数

50 キー入力数間隔での平均キー入力時間

= > キー入力を増やす不正の検知

(8) キー入力の揺らぎ

移動平均からのキー入力時間の差

= > 丸写しの検知

(9) 連続高速キー入力数の比率

キー入力間隔が150ms以下のキー入力数

= > キー入力を増やす不正の検知

これらの特徴量は、真面目あるいは不真面目に取り組んでいるか否かの指標以外に、演習時間の中で一部の時間不真面目な取り組み、本プログラムを惑わすような入力があるか否かを判定するために、使用する。

判定方法は、これらの特徴の分布を求め、外れ具合によって、定量的に評価する。分布は、実際の学生の演習データ475サンプルを使って、求めた。定量的な評価は、これらの分布から大きく外れた度合いで算出した。

図3は、演習評価の分布である。平均は3897.215であり、標準偏差:1181.553である。

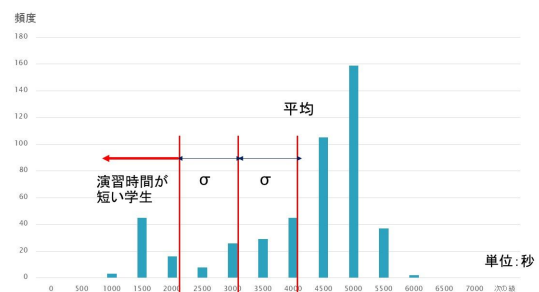


図3 演習時間の分布

各特徴量が1シグマ、2シグマ、平均から乖離しているかでそれぞれの特徴量で点数をつける。

1シグマ乖離:1点

2シグマ乖離:2点

それぞれの特徴量の重みは、以下のように設定した、

(1) 演習時間: 3

(2) 全指定アプリケーションへの文字入力数: 4

(3) N分おきの平均キー入力数の指数: 1

(4) 全キー入力数に対する指定アプリケーションへのキー入力比率: 1

(5) 指定アプリケーションへのキー入力のヒストグラム判定: 1

(6) キー入力の空白時間判定データ番号: 1

(7) 一定時間以上の高速な文字キー入力数からの判定: 1

(8) キー入力の揺らぎ: 1

(9) 連続キー入力数の比率: 1

(10) 全指定アプリケーションへのマウスクリック数: 1

(11) 全指定アプリケーションへの高速なマウスクリック数：2  
 (12) 全マウスクリック数に対する指定マウスクリック数：1  
 (13) 全指定アプリケーションへの文字入力数とマウスクリック数の合計：1  
 これらの重みを掛け、合計値によって以下のような評価とする。

0.0 : S  
 0.0 から 1.0 : A  
 1.0 から 3.0 : B  
 3.0 から 6.0 : C  
 6.0 から 9.0 : D  
 9.0 以上 : E

この評価を、評価基準を作成したデータに適用した結果は以下の通りであった。

表 1 評価基準データを作成したデータの評価

評価	件数
S	292
A	84
B	52
C	39
D	30
E	11

実際の評価結果の例は以下の通りである。

図 4 は、真面目な取り組み具合のキー入力とマウスクリックの表である。棒グラフが 5 分ごとのキー入力、折れ線グラフが 5 分ごとのマウスクリック数である。色が濃くなっている場合は、非アプリケーションへの入力である。

このグラフへの評価は、S, 真面目に取り組んでいる評価であった。

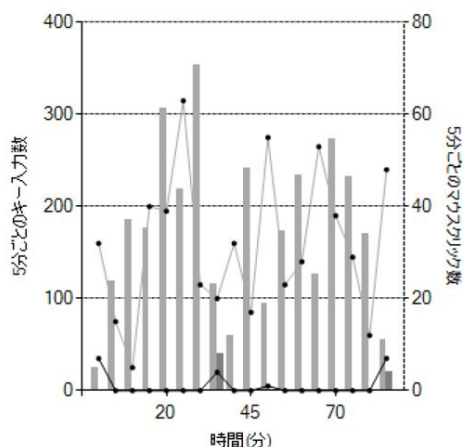


図 4 真面目な演習取り組み

図 5 は、演習時間及びキー入力などでの評価は真面目に取り組んでいるが、演習中の途中で、非アプリケーションを使用しているので、評価はB 評価となった。実際に、精査すると、演習とは関係ないものの検索を行っていた。

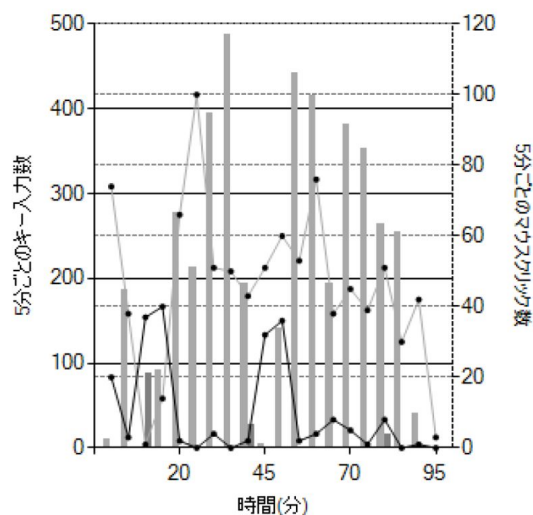


図 5 やや不真面目な演習取り組み

図 6 は、不真面目な取り組みである。評価はD 評価である。キー入力数が少なく、キー入力数の空白の時間が長い。演習半ば、後半にさぼっている可能性があることが見受けられる。定量的評価で、D や E 評価となったものは、精査したり、口頭試問を行う。

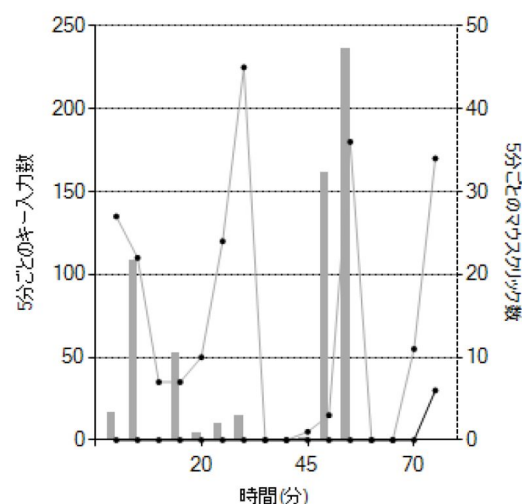


図 6 不真面目な演習取り組み

演習者が数十名の場合、定量的評価の値でフィルターをかけ、不真面目な取り組みの可能性が高い場合は、口頭試問などを行うことにより、これまでより、短い時間で演習評価を行うことができるようになった。

本研究では、演習の取り組み具合を定量的に評価する方法を開発し、実際の取り組みデータでの評価を行った。演習の取り組み具合を大まかに評価できる評価方式を開発できた。今後は、このプログラムを実際の現場に

適用していく予定である。

[1]: Java プログラム実習時のコピー防止システム、東海大学紀要産業工学部 1(2008 年) 87 頁～88 頁

[2]: ソフトウェアスペクタープロ 7 (PC 業務のすべてのプロセスをトレースし、組織内の不正行為を抑止)、  
<http://aostech.co.jp/bizstore/spector.html> (2012 年 12 月 16 日)

## 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 3 件)

大木 優、馬場博巳、高橋圭一、情報系演習における受講態度の定量的評価方法の開発、D-15-22、電子情報通信学会総合大会、2018 年

田中太脩、大木 優、馬場博巳、高橋圭一、情報系演習における受講態度の定量的評価の試み、第 24 回 電子情報通信学会九州支部学生会講演会、D-24、2016 年

大木 優、田中太脩、馬場博巳、高橋圭一、情報系演習における受講態度の定量的評価の試み、3-083、電気学会全国大会、2016 年

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

大木 優 (OHKI, Masaru)  
近畿大学・産業理工学部・教授  
研究者番号: 80411651

### (1)研究分担者

なし