

## タブレットを利用した採点集計支援システムの構築

著者	上村 裕之
発行年	2019-03
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10173/00002086">http://hdl.handle.net/10173/00002086</a>

平成 30 年度  
学士学位論文

タブレットを利用した  
採点集計支援システムの構築

Development of A Scoring Support System using  
Tablet

1190303 上村 裕之  
指導教員 妻鳥 貴彦

2018 年 2 月 28 日

高知工科大学 情報学群

# 要 旨

## タブレットを利用した 採点集計支援システムの構築

上村 裕之

近年、学校現場では ICT(Information and Communication Technology) の導入が進んできている。それに伴い、授業での実践事例なども増えてきているが、校務の面では、採点業務を紙媒体で行うなど、デジタル化が進んでいるとは言えない。今後は採点業務等もデジタル化が進むと予想される。現在、いくつかのデジタル採点システムが企業により開発されているが、どれも専用のアプリケーションを導入しなければならないため、教員や採点者に必要以上の知識が要求される上に、採点業務に入るまでに時間や手間がかかる。また、決められた様式の解答用紙でなければ採点できない。

先行研究では、タブレット上で採点を行える採点システムが構築されている。そのシステムでは、PDF(Portable Document Format) 化された解答用紙をブラウザに表示し、採点と得点入力を同時に行えるメリットがある。しかし、得点は一つずつ入力しなければならないという問題点がある。

そこで本研究では、表示された解答用紙のいかなるところへ採点しても正誤と数字の文字認識を行うことで、解答用紙に左右されず、得点が自動で入力される採点システムの構築を行った。端末や OS に依存しないようにするため、ブラウザ上で使用できるようにした。そして、構築したシステムを評価した結果、システム全体としての有用性は確認できた。しかし、認識率についてはタブレットからタッチペンが離れると上手く認識ができない等の課題が残る結果となった。

キーワード タブレット, 採点集計支援システム

# Abstract

## Development of A Scoring Support System using Tablet

Hiroyuki Uemura

In recent years, school education has introduced digital equipment to advance digitization of education. However, in terms of a school duties, teacher scores an answer sheet. Therefore, school education doesn't digitize the school duties. Currently, several companies developed a scoring systems. However, teacher needs more knowledge than necessary such as environment building of the system, because the systems need to introduce dedicated applications.

Our previous study developed the scoring system that can score on the tablet. The system displays answer sheets of PDF format on the browser. The system can score the answer sheet and input a score at the same time. However, the system has to input the score one by one.

In this study, we developed a scoring support system. The system displays answer sheets of PDF format on the browser. Furthermore, the system recognizes characters that is right or wrong and numbers. In addition, the system can automacally input the score into a score sheet. We conducted the evaluation of our system. As a result, the system was confirmed that it is useful to use the digital scoring support system. However, regarding recognition rate was a problem that can't be recognized well when the touch pen leaves on the tablet.

*key words*     Tablet, Scoring Support System

# 目次

第 1 章	はじめに	1
第 2 章	研究背景	2
2.1	従来の採点方法	2
2.2	企業が提案しているシステム	2
2.3	先行研究	3
2.4	研究目的	3
第 3 章	採点集計支援システムの機能の提案	4
3.1	採点集計支援システムの提案	4
3.1.1	正誤と数字の認識	4
3.1.2	判定結果からの自動点数入力	4
3.2	実装方式	5
第 4 章	システムの実装	6
4.1	システムの環境構築	6
4.2	採点集計支援システムの構築	6
4.2.1	正誤と数字の認識のアルゴリズム	7
4.2.2	得点表への自動点数入力のアルゴリズム	9
第 5 章	システムの試用評価と考察	11
5.1	試用評価の目的	11
5.2	試用評価の概要	11
5.2.1	認識率の調査	11
5.2.2	システム全体の有用性の調査	12

## 目次

5.3	試用評価の結果 . . . . .	13
5.3.1	被験者情報について . . . . .	13
5.3.2	認識率の調査結果 . . . . .	13
5.3.3	システム全体の有用性の調査結果 . . . . .	14
5.4	考察 . . . . .	15
<b>第 6 章</b>	<b>終わりに</b>	<b>16</b>
	謝辞	17
	参考文献	18

# 目次

4.1	採点集計支援システム画面 . . . . .	6
4.2	正誤の画像 . . . . .	8
4.3	数字の画像 . . . . .	9
4.4	得点表と配点表のシステム画面 . . . . .	10
5.1	認識率の調査画面 . . . . .	12

# 表目次

5.1 採点集計支援システムの有用性の調査結果 . . . . .	15
-----------------------------------	----



# 第 1 章

## はじめに

現在，学校現場では ICT(Information and Communication Technology) が導入されるなど情報化が進んできている。これにより，授業では，電子黒板を用いた授業やデジタル教科書などが扱われるようになってきた。しかし，情報化が進んできているのは主に授業で用いられるものが多い。また，試験は紙媒体で行われるため，採点も紙媒体で行われることがほとんどであり，採点業務は未だ手作業で採点記入，得点計算，得点記録，採点結果の保存を行なわれている。今後は生徒の試験結果を採点する際に，教員や採点者がタブレット等を用いたデジタル採点に移りかわることが予想される。採点をデジタル化するという点で，いくつかの採点システムは開発されているが，テストの用紙を分割して採点する方式など決められた様式のテスト用紙でなければ採点できない。また，採点システムを扱う上でそれぞれ専用のアプリケーションを導入しなければならず，教員や採点者に必要以上の知識が要求される上に，採点業務に取りかかるまでの手間が煩雑である。

その問題点を解決したシステムとして，昨年松浦が構築したタブレットを利用したデジタル採点システムがある。そのシステムでは，ブラウザ上で採点を行い，採点と同時に得点を各学生に入力することを可能としているものである。しかし，その採点システムでは，点数を一つずつ入力していかなければならず，時間がかかってしまう。

そこで本研究では，タブレット上に記述した正誤と数字の文字を認識し，各学生の得点表へ自動で点数入力されるシステムの構築を行う。

## 第 2 章

# 研究背景

### 2.1 従来の採点方法

学校などで実施される試験は通常紙媒体で行われ，その紙媒体の答案用紙に教員や採点者は採点を施す．その後，学生の答案用紙 1 枚ずつ得点を計算していく．点数計算は電卓等を用いたりするが，採点する問題が多い場合には，合計得点の計算ミスがあってもおかしくない．合計得点を出した後は，1 つずつ紙媒体に記述もしくは Excel 等のオフィスツールに入力して管理することが多い．そのため点数の記入や入力にかかることや，点数計算に時間がかかる上に，計算ミスをする事も少ないとは言い切れない．

### 2.2 企業が提案しているシステム

このような採点作業を支援するシステムが企業により開発されている．現在企業が提案しているシステムとして，答案用紙の問題を 1 つ 1 つ分割し，キーボード入力により正誤判定できるシステムがある．また，問題用紙自体に工夫を施し，マークシートのように読み込むことで採点をするシステムがある．これらのシステムを扱うと採点業務の効率は上がるかもしれないが，教員にとって必要以上の知識が要求される上に，採点業務に入るまでの準備が大変である．さらに，記述式の答案用紙には対応していない．

## 2.3 先行研究

### 2.3 先行研究

先行研究として、松浦が構築したタブレットを利用した採点システムがある。そのシステムは PDF 化された答案用紙をタブレットを利用して採点を施すものである。機能としては、答案表示機能、書き込み機能、採点内容保存機能、点数表読み出し機能、点数表記入機能、点数表保存機能、PDF 分割機能等がある。先行研究のシステムはブラウザに読み込んだ PDF を表示し、学生の得点記入表の CSV ファイルを読み込み採点業務を支援するものである。点数入力は 1 問ずつ教員が入力し、学生の得点表に反映される。システム全体の有用性はあるものの、採点結果を 1 問ずつ各学生 1 人 1 人の得点表に入力しなければならないため時間がかかると同時に得点入力に手間がかかるという問題点がある。

### 2.4 研究目的

以上のことを踏まえて本研究では、紙媒体で行う得点の集計や得点データの入力といった問題点を解決するために、タブレット上で紙媒体と同様の採点を行い、自動で正誤判定・点数化を図ることでこれらの問題点を解決し、また、様々な解答形式の問題用紙でも採点業務を支援するシステムの構築を行う。

## 第3章

# 採点集計支援システムの機能の 提案

### 3.1 採点集計支援システムの提案

本研究では，紙媒体での採点と同様の作業で，採点集計の簡易化を図るために正誤と数字の自動認識機能とその判定結果からの自動点数入力機能を提案する。

#### 3.1.1 正誤と数字の認識

自由に解答できる問題形式の解答用紙ではどこに採点しても，それが正誤なのか数字なのかを判別する必要がある。そのため，タブレットに記述した内容からそれぞれを認識し判定を行う。

#### 3.1.2 判定結果からの自動点数入力

タブレットのいかなる場所に記述した正誤と数字の判定結果から点数表に自動入力することで，点数計算の簡易化を図る。そのため，得点表へは自動で入力されるとともに，得点の集計を自動で行えるようにしなければならない。

## 3.2 実装方式

### 3.2 実装方式

本研究では，採点集計支援システムの構築にあたり，JavaScript, HTML5, CSS3 の 3 種の言語を用いる．HTML5 は WEB ページを作成する際に用いられるプログラミング言語であり，ブラウザに表示を行うことが可能となり，ブラウザにて採点業務を行えるようになる．そのため，使用するデバイスや OS に依存せずシステムを扱うことができる．また，特別なアプリケーションを導入しなくても利用できるため，教員や採点者に必要以上の知識を必要としない上に，採点業務に入るまでの余分な作業が必要ではなくなる．

# 第 4 章

## システムの実装

### 4.1 システムの環境構築

本研究では，ブラウザ上で採点業務を行うため，HTML5，CSS3，JavaScript の 3 種類の言語を用いて採点集計支援システムを構築する．動作確認は MacOS(Mojave バージョン 10.14.3) 上でフリーで利用できるブラウザの Mozilla Firefox(バージョン 65.0)で行った．

### 4.2 採点集計支援システムの構築

採点集計を簡易化させるために採点集計支援システムを構築した．構築するにあたり必要な正誤か数字を認識する機能と認識した結果を得点表へ自動入力させる機能，自動入力されたそれぞれの正誤に対して得点表の得点に自動で点数を入力する機能を構築した．以下に採点集計支援システム全体の画面を示す．

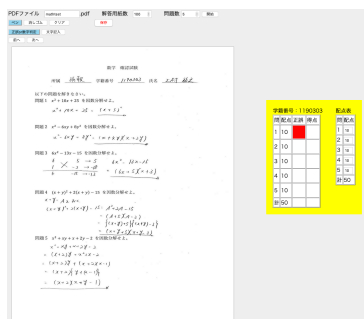


図 4.1 採点集計支援システム画面

## 4.2 採点集計支援システムの構築

### 4.2.1 正誤と数字の認識のアルゴリズム

正誤と数字の認識をするために、記述された軌跡データから認識を行う。認識する文字は、○・×・△・数字 (0~9) の 13 種類である。認識する際、一筆で一文字なのか二筆で一文字かを判別した後、記述した軌跡を追いながら文字を判別するための条件と照合して認識を行う。軌跡データは配列に格納されており、軌跡データ一つの要素の中身は (x 座標, y 座標, id) であり、この id によって軌跡が一筆で一文字か二筆で一文字かを認識している。また、格納された軌跡データの集合から x 座標と y 座標の最大値と最小値を求める。最大値と最小値は二筆の文字で一筆目と被っているのかどうかを判断するために用いる。その後一筆か二筆を判別し、軌跡の流れを追いながらそれぞれの条件に適しているかどうかで文字の判定を行う。

本研究で用いた軌跡の流れと条件の説明を行い、それぞれの図を示す。

- 始点から左上→右上→右下→左下  
始点と終点の位置は必ず y 座標の中央よりも下  
始点の位置は y 座標の最小値よりも大きい
- △ 始点から左下→右 (下または水平または上) →左上  
始点と終点の位置は必ず文字の高さの中央よりも上側  
始点と終点の座標は近い
- × 始点から一筆目が左上→右下、二筆目が始点から右上→左下  
一筆目と二筆目の書き順は逆になってもよい
- 0 始点から左下→右下→右上→左上  
始点と終点の位置は必ず文字の高さの中央よりも上側  
縦幅よりも横幅が小さい
- 1 始点から上→下  
傾きすぎないように注意する
- 2 始点から右上→右下→左下→右 (下または水平または上)

## 4.2 採点集計支援システムの構築

始点は文字の幅の中央よりも左側，終点は文字の幅の中央よりも右側

- 3 始点から右上→右下→左下→右下→左下→左上

始点と終点は文字の幅の中央よりも左側

- 4 一筆目が始点から左下→右 (下または水平または上)，二筆目が始点から上→下  
軌跡と書き順を注意する

- 5 一筆目が始点から左下→右上→左下→左上，二筆目が始点から左→右  
軌跡と書き順を注意し，二画目は一画目の始点よりも下側

- 6 始点から左上→左下→右下→右上→左上→左下

始点は文字の高さの中央よりも上側，終点は文字の高さの中央よりも下側

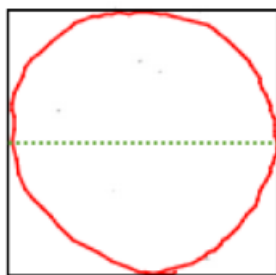
- 7 一筆目が始点から左上→右下，二筆目が始点から右 (上または水平または下) →左下  
書き順を注意し，一筆目は右下方向に記述する

- 8 始点から左上→左下→右下→左下→左上→右上

始点と終点は文字の幅の中央よりも右側かつ文字の高さの中央よりも上側

- 9 始点から左上→左下→右下→右上→左下

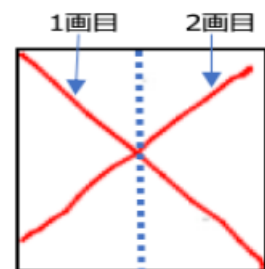
終点は文字の高さの中央よりも下側



○の画像



△の画像



×の画像

図 4.2 正誤の画像



## 4.2 採点集計支援システムの構築

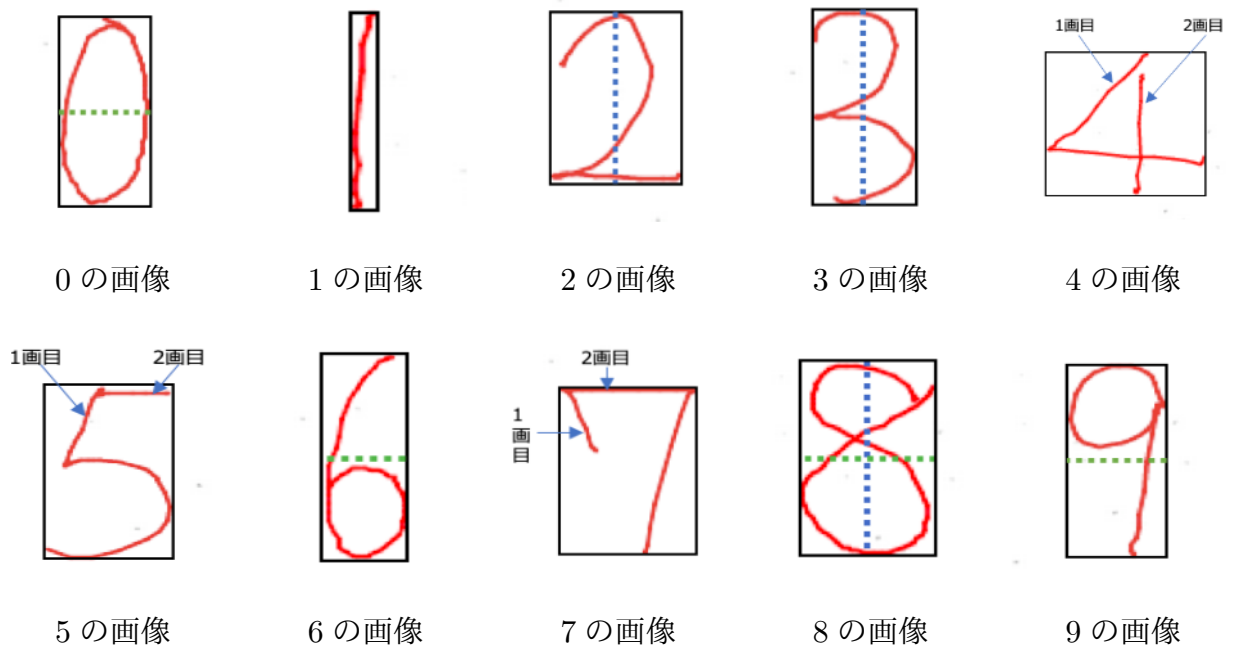


図 4.3 数字の画像

### 4.2.2 得点表への自動点数入力のアプローチ

得点表に自動で点数を入力するために、得点表と配点表にそれぞれ id を割り当てる。得点表の配点には、配点表の値をそれぞれ自動入力する。また、自動入力された値を足し合わせ合計値を算出する。得点表への正誤に自動入力するために、正誤判定された文字を配列に格納し、格納された順を同時に挿入する。そのため、配列の一つの要素には文字と順番が入ることになる。数字もまた同様に別の配列に格納していく。数字に関しては、○と×が正誤の配列に格納されるたびに null 値を挿入することで数字の配列と文字の配列の順を合わせている。△が入力された際には部分点として数字を記述するため、その判定された数字が数字の配列に格納される。得点表へはどの問題を採用しているのかを特定するために、該当する正誤のマスに赤色を明示する。また、誤判定や誤入力がある場合には、消しゴム機能を用いて該当する文字を消去し、軌跡データを消すとともに、文字の配列に格納されたデータと数字の配列に格納されたデータも同時に消去する。その際、配列は詰めず、要素を空にする。以下に正誤の入力による得点の付け方の違いを説明し、配点表と得点表のシステム画面を示す。

## 4.2 採点集計支援システムの構築

○の場合 採点した問いに該当する得点欄へ配点の点数をそのまま自動入力する

△の場合 記述された部分点を判定し、判定した結果を該当する得点欄へ自動入力する

×の場合 該当する問いの得点欄に 0 を自動入力する

学籍番号：1190303				配点表	
問	配点	正誤	得点	問	配点
1	10	○	10	1	<input type="text" value="10"/>
2	10	△	8	2	<input type="text" value="10"/>
3	10	×	0	3	<input type="text" value="10"/>
計	30		18	計	30

図 4.4 得点表と配点表のシステム画面

# 第 5 章

## システムの試用評価と考察

### 5.1 試用評価の目的

本研究で構築した採点集計支援システムの有用性を調査するとともに、記述した文字がどれだけ正しく判定されるかの認識率の調査を目的とし、本システムの試用評価を行った。

### 5.2 試用評価の概要

試用評価は 2 種類の項目で行い、それぞれ別の観点で評価を行う。

#### 5.2.1 認識率の調査

本調査では、どれだけ正しく判定できるかを調査するため、被験者に○・△・×・数字 (0~9) の 13 種類の文字をそれぞれ 10 回ずつ記述してもらい、認識率を計算した。

#### 本調査の目的と記述する上でのルール説明 (10 分)

被験者には、本システムを扱う人によってどれだけ正誤・数字の認識が正しく判定されるかを確かめるための調査であることを伝え、記述する上で一筆で一文字の文字はタブレットからタッチペンが離れてはいけないことや、第 4 章 4.2.1 で説明した文字の特徴を伝える。

#### タブレットへの記述練習 (3 分)

本実験を正しく正確に行うため、タブレットへの記述を練習してもらい、その中で

## 5.2 試用評価の概要

認識されにくい文字等を確認した上で、タブレットを倒した方が記述しやすいのか、立てた状態の方が記述しやすいのかを被験者に確かめてもらった。

本実験で使用したシステムの画面は文字の認識率を確認するため、実際の採点集計支援システムの画面ではなく、実験用の画面を用いた。その際、画面の大きさに左右され認識率が低下すると考えられたが、文字の認識は画面のサイズを考慮していないため、本実験では問題ないと認識している。以下に本実験の画面を示す。



図 5.1 認識率の調査画面

### 5.2.2 システム全体の有用性の調査

本調査では、認識率とは別の観点で評価を行い、システム全体の有用性の評価を行う。

#### システムの操作説明（10分）

被験者には、学生が解答した問題数と同量の問題数をシステム画面に入力することで得点表と配点表が提示されることを伝え、配点表に配点を入力することで得点表に配点が反映されることを伝える。さらに、正誤の記述に応じて、部分点が記述必要なのかどうかを説明し、記述した正誤が正しく入力されるかを確認しながら採点を進めてもらうことを伝える。採点中に間違った場合には消しゴムボタンをタッチし、消した後に得点表へ再度採点を施したい場合には該当する問いの正誤のマス

## 5.3 試用評価の結果

クリックすることで採点が可能であることを伝える。

### システムの体験（5分）

操作説明をした後、実際に本システムの機能を体験してもらう。その際、消しゴム機能等も使用してもらいながら採点を順次行ってもらった。システムを体験している様子も観察し、本システムの評価材料に用いる。

### アンケート用紙への回答（10分）

システムの操作説明・体験を終えた後に4問で構成されるアンケート用紙を配布し、被験者に記入してもらい、回収する。アンケート用紙の項目は以下の通りである。

- システムは扱いやすいか。
- 紙媒体での採点を行うよりも採点業務は改善されると思うか。
- システムの画面は見やすいか。
- 改善点や不満な点等を記述してください。

### アンケート結果からの課題分析

被験者のシステム体験時の様子や評価項目への回答から、本システムの有用性と課題点について考察を行う。

## 5.3 試用評価の結果

### 5.3.1 被験者情報について

被験者として、本学で教職課程を履修している5名を対象に実験を行った。被験者の構成としては、学部3年生のうち1名が女性、4名が男性である。

### 5.3.2 認識率の調査結果

認識率では以下の式を用いて計算した。

### 5.3 試用評価の結果

— 認識率の計算式 —

$$\text{認識率 (\%)} = \frac{\text{一致している個数}}{\text{配列に格納された個数}} * 100$$

被験者 5 名の認識率は以下に示す通りである。

— 被験者 5 名の認識率 —

$$\text{認識率 (\%)} = \frac{462}{650} * 100 \cong 71\%$$

本実験結果の認識率の低下に繋がった要因としては、タブレット操作の練習時間が短かったためか、記述する際にタブレットからタッチペンが離れるという問題が多く生じた。文字の判定は一筆で一文字か二筆で一文字かを判定しているためタッチペンが離れるとうまく判定できないという問題がある。そのため、今回の結果に繋がったと考える。また、一筆書きの一文字でも誤判定があったことから、記述された軌跡から文字を認識するための条件分けが厳しすぎて判定ができていないという問題点もあった。特に 1 や 9 のような数字は他の数字を記述した場合でも、誤判定となることがあった。そして軌跡の動きが似ている軌跡の文字 (例えば 6 と 8 等) では特に誤判定が多い結果となった。

#### 5.3.3 システム全体の有用性の調査結果

システム全体の有用性の調査としては、認識率と別で行った為、全体的にいい評価を頂けた。その内容としては、「システムの操作は容易であるか」という項目には、「どちらかといえばそう思う」が 4 名、「そう思う」に 1 名が回答した。「紙媒体での採点を行うよりも採点業務は改善されると思うか」という項目では、「そう思う」に 5 名とも回答した。「システムの画面は見やすいか」という項目では、「どちらかといえばそう思う」に 2 名が回答し、「そう思う」に 3 名が回答した。以上の結果をまとめたものを以下の表 5.1 に示す。

## 5.4 考察

表 5.1 採点集計支援システムの有用性の調査結果

	そう思う	どちらかといえばそう思う	どちらかといえばそう思わない	そう思わない
一問目	1名	4名	0名	0名
二問目	5名	0名	0名	0名
三問目	3名	2名	0名	0名

### 改善点や不満な点等について

- 採点中に氏名が見えないようにする機能が欲しい。
- 小問集合にも対応できるような機能が欲しい。
- 書き順や文字の特徴にはもう少し柔軟に対応して欲しい。
- 判定が上手く行えているかを確認しながら採点を行うと時間がかかる。
- 正誤判定をよくして欲しい。

以上のことが改善点として挙げられた。

## 5.4 考察

本システムの評価結果からシステム全体の有用性はあると考えられるが、機能の充実や文字認識の精度を上げて欲しいという意見が得られた。文字の認識に関しては、軌跡の動きからの条件分けを改善する必要がある、特に似ている文字の条件分けを考えなければならない。さらに、タブレットからタッチペンが離れることがあり、それが原因で認識率を落としていることから、タッチペンが離れても記述した文字が何なのかを判定できるように改善が求められる。また、本実験で用いたタブレットの性能の問題も考えられるため、異なるデバイスでの調査も必要となることが明らかとなった。今後の課題としては、文字認識の精度を上げるために、機械学習等を用いる必要性もあると考える。しかし、機械学習等を用いることで認識率は上がるかもしれないが、その分データの容量等が多くなる。そのため、低コストで行える文字認識の方法を考える必要がある。システム全体に関しては、データの保存が行えていないため、どのようにデータを保存するのかを検討する必要がある。

## 第 6 章

# 終わりに

本研究では、紙媒体の採点と同様の作業で、記述された情報をもとに、正誤か数字かを認識し、正誤の認識結果に応じて自動で得点が入力され、入力された点数を集計する採点集計支援システムを構築した。正誤か数字かを認識する方法としては、記述された軌跡データから文字の特徴を捉え、認識を行った。そのため、解答用紙のいかなる場所に正誤や数字を記述されても認識が行え、解答用紙に捉われず採点業務を行うことが可能となった。さらに、先行研究で問題点として挙げられた点数を一つずつ入力しなければならないという問題も本システムで解決されたと考える。また、いかなる端末でも採点を可能とするため、ブラウザに解答用紙を表示し、システムを扱えるようにした。

構築した採点集計支援システムを評価した結果として、システム全体の評価としては良く、システムの有用性があることを確認することができた。しかし、認識率に関しては、悪い評価となった。これらの結果を踏まえて、文字の認識率をあげるとともに、採点結果を一括で保存できる機能や、今後は採点結果から各学生を分析するために、Moodle等のLMSを用いることが必要となる。さらに、採点結果から各学生の苦手な問題を抽出し、解答を返却すると同時に、各学生へ類題を配布できるようなシステムの開発が求められる。



# 謝辞

本研究および本論文に関して、ご多忙な中、多大なるご指導賜りました高知工科大学情報学群妻鳥貴彦准教授に心より御礼申し上げます。

本研究において、ご多忙な中、副査をお引き受け頂き、適切な助言、ご指導頂いた同学群敷田幹文教授、吉田真一准教授に心から感謝致します。

本研究の遂行において度重なる助言等ご支援ご協力をして頂き、本研究室学部修士1年生坂本康明氏、森康浩氏、山崎侑一氏に心から感謝致します。

本研究の遂行において度重なる助言等ご支援ご協力をして頂き、本研究室学部4年生青森彩氏、白石彩輝氏、西村穂香氏、溝口瑛祐氏、森永拓也氏に心から感謝致します。

本研究の遂行において様々なご協力をして頂き、本研究室学部3年生石野杏奈氏、大林久也氏、岡村良平氏、高島歩佳氏、早瀬蓮氏、堀彩華氏、真壁巧氏に心から感謝致します。

最後に私を支えてくれた友人、大学生活のすべてにおいて支えとなって頂いた両親に心から感謝致します。

## 参考文献

- [1] 松浦 祐介, “タブレットを利用した採点システムの構築”, 高知工科大学, 情報学群卒業研究論文, 2018.
- [2] 越智 洋司, 井手 勝也, “選択肢認識機能を実装したタブレット型問題演習システム”, 教育システム情報学会誌, Vol.32, No.1, p.37-47, 2014.
- [3] 株式会社ソフトウェア・サイエンス, “SGS デジタル採点システム”, <http://www.ssi.co.jp/ict/education.html>, 閲覧日 2019/2/24.
- [4] スキャネット株式会社, “スキャネットシート”, <https://www.scanet.jp>, 閲覧日 2019/2/24.