

Wii リモコンを用いた双方向授業支援システムの開発

生産システム工学専攻 杉本 真佐樹

Development of Interactive Learning Support System using Wii Remote

Masaki Sugimoto

Advanced Course of Production System Engineering, Toba National College of Maritime Technology

Abstract

The information technology been penetrating into school with increasing electronic device. The effective of the electronic device has been increasing by using electronic board, tablet PC, and electronic pen, etc. These made it possible to effective class and many results have been reported. But there are some difficulties as follows: “It is difficult to operate the machine” “Secure of the installation location”and“the cost is expensive.” This is why I proposed and developed “Ee-class” which is interactive class support system by using Wii remote, considering usual problems. This system is consists of these functions: (1) The automatic attendance confirmation,(2)Automatical counting by raising hand, (3) Voting opinions, (4)Writing a letter in the air. To write a letter in the air means to display the written letter on the screen. In this research, I experimented the 1158 characters and as a result I confirmed 78% the 1st of the character recognition rate and 98% of the 10th accumulation character recognition rate. And this made it possible to manage the attendance and the raising hand situations by using PC and to improve the convenience of collecting major opinions.

Keywords: Character Recognition, Acceleration Sensor, Wii Remote, e-Learning and Education Technology

1. はじめに

平成 21 年に文部科学省が全国の公立小中学校に電子黒板を配備する方針を発表した。これまでも電子黒板を利用した授業支援システムは数多く開発されていたが、この発表により教育現場のマルチメディア化をより加速させる要因となった。

その中で、効果を上げているのが電子黒板をはじめ、タブレット PC や電子ペンなどを用いた授業である[1-4]。これら電子機器を授業に取り入れることにより、効率的な資料提示や意見収集が実現可能となり数々の成果が報告されている。電子黒板を用いることで、チョークやマーカーでは表現できなかった動的な表現を授業に取り入れられ、児童一人一人にタブレット PC や電子ペンを配布することで、児童からの情報発信が容易となり児童が相互に影響し合う協調的な学習が実現されてきている。

しかし、問題点もいくつか指摘されている。例えば、各種電子端末の「操作方法が難しい」、児童に一台ずつコンピュータを用意しなければならないため「設置場所の確保が必要」、「コストが高価である」等が挙げられる。

そこでこの問題を解決するために、本稿では任天堂(株)が販売しているゲーム機 Wii のコントローラである Wii リモコン[5]を用いた双方向授業支援システム「Ee-Class」の提案[6]、開発を行った。本システムは、小学校の低学年を対象とし、児童一人一人に Wii リモ

コンを持たせることで授業をよりインタラクティブなものにすることを目標とした。

2. Ee-Class-双方向授業支援システム-

2.1. Ee-Class について

Ee-Class とは小学校低学年を対象とした授業支援システムである(図 2.1)。児童一人一人に Wii リモコンを持たせることで新しい授業スタイルを提供することを目的としている。以下に Ee-Class に搭載されている機能を示す。

①出席確認

「出席確認」とは、自動的に出席確認を行う機能である。児童は Wii リモコンのボタンを押して接続操作をする。これにより、システムは誰が出席しているのかを判定し、大型スクリーンに表示する。

②挙手カウント

「挙手カウント」とは、児童の挙手動作を判定し、その回数を集計する機能である。児童は Wii リモコンを持って挙手をするだけでよい。これにより、システムは誰が何回挙手したかを集計する。また、教師の質問に対してどのくらい早く挙手したのかが大型スクリーンに表示されるため、児童達の授業への参加意欲を促進させることが期待出来る。

③意見の投票

「意見の投票」とは、アンケートや多人数での意見

の収集を容易にする機能である。児童は Wii リモコンを使用し、大型スクリーンに表示されている自分の顔アイコンを動かすことが出来る。児童は席に座っているながら操作が可能で、他の人の意見を瞬時に確認出来る。

④空書の投稿

「空書文字の投稿」とは、児童が空書した文字を大型スクリーンに表示する機能である。児童は Wii リモコンを用いて空中に文字を書くことで、その軌跡を解析し文字情報とし大型スクリーンに表示する。

Ee-Class では上記の 4 つの機能を備えている。各種機能の詳細については後述する。

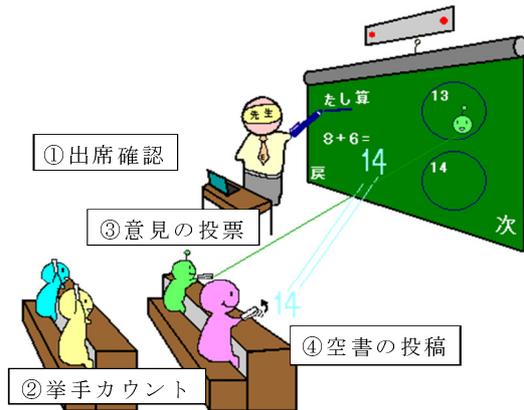


図 2.1 Ee-Class 概念図

2.2. システム構成

本システムは、教師用 PC、教室用 PC、Wii リモコン、大型スクリーン、赤外線ライトからなる(図 2.2)。

教室用 PC は教室に一台あり、教師は教師用 PC を教室用 PC とネットワークで接続し Ee-Class を利用することを想定している。「出席確認」や「挙手カウント」などへのモード切り替え操作は、教師用 PC から行うものとする。以下それぞれの役割について述べる。

①教師用 PC

教師が各種操作を行うための PC。教室用 PC と接続することで Ee-Class が利用可能となる。

②教室用 PC

システム全体の制御を行う PC。Wii リモコンの制御も一括して教室用 PC が行う。また、教室用 PC の画面は大型スクリーンへ出力される。

③Wii リモコン

児童一人一人に持たせる。児童達は、この Wii リモコンを使って授業に取り組む。

④大型スクリーン

教室用 PC の画面が表示される。電子黒板の代わりとなるもの。

⑤赤外線ライト

Wii におけるセンサーと同様の機能を持つ。「意見

の投票」機能を実現する際に必要となる。

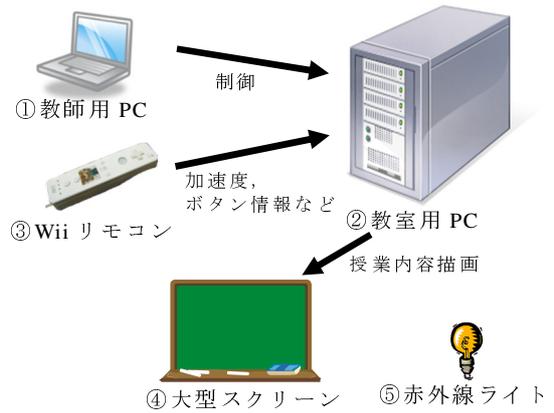


図 2.2 システム構成図

3. 画面構成

3.1. 教師用 PC 画面構成

教師用 PC の画面構成(図 3.1)について以下に説明を記す。

①操作パネル

教師用 PC で教師の行える操作の一覧が表示される。表 3.1 に操作の一覧を示す。

②授業パネル

準備してある講義資料が順に表示される。提示したいページを左側から選びクリックすると右側ならびに、教室用 PC の「授業パネル」に表示される。

③児童パネル

児童情報が表示される。表示内容は、氏名、出欠席状況、挙手状況と顔アイコンになっている。

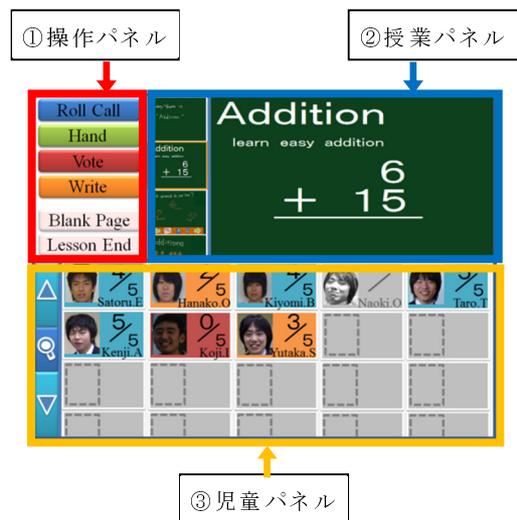
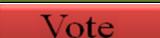
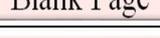


図 3.1 教師用 PC 画面構成

表 3.1 操作一覧

アイコン	意味
	「出席確認」を行う。
	「挙手カウント」を行う。
	「意見の投票」を行う。
	「空書文字の投稿」を行う。
	白紙のページを挿入する。
	授業を終了する。

3.2. 教室用 PC 画面構成

教室用 PC の画面構成 (図 3.2) について以下に説明を記す。また、大型スクリーンにはこの教室用 PC の画面が表示される。

①授業パネル

授業用の講義資料が表示される。

②状態パネル

現在どの機能が実行中かを表示する。各状態の説明は表 3.2 に示す。

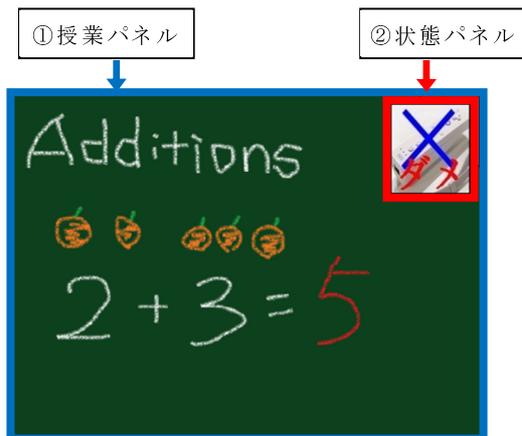


図 3.2 教室用 PC 画面構成

表 3.2 状態一覧

アイコン	意味
	Wii リモコンで操作が出来ない状態。
	「挙手カウント」中であることを示す。
	「意見の投票」中であることを示す。
	「空書の投稿」中であることを示す。

4. Ee-Class の機能

4.1. 出席確認

「出席確認」とは、授業の開始と共に Wii リモコンを教室用 PC と接続させることで自動的に出欠席の確認を行う機能である。また、教師や児童が一目でわかるように出欠席状況は大型スクリーンに表示される。「出席確認」の流れを以下に記す。

- ①教師用 PC 上で [RollCall] ボタンを押す (図 4.1)。
- ②大型スクリーンに児童達のアイコンが表示される (図 4.2) ので、児童達は Wii リモコンの [1] ボタンと [2] ボタンを同時に押す (この操作は Wii 本体と Wii リモコンの接続操作であるので子供達には馴染みがある)。
- ③大型スクリーンに表示されている児童のアイコンの上部分が出席している児童だけ灯色に変わる (図 4.3)。また、教師用 PC 上においても出席している児童だけ色が変わる (図 4.4)。これにより誰が出席したのかを確認できる。
- ④教師用 PC 上で [RollCall] ボタンをもう一度押すことで「出席確認」は終了となる。

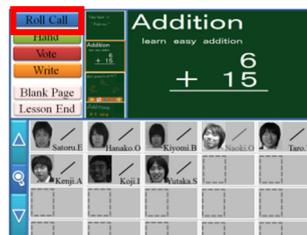


図 4.1 [RollCall] ボタン (教師用 PC)

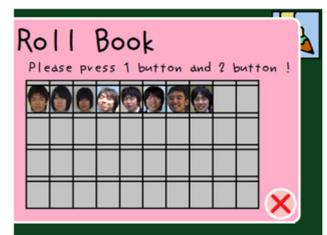


図 4.2 児童達のアイコン (大型スクリーン)



図 4.3 出欠席確認 (大型スクリーン)



図 4.4 出欠席確認 (教師用 PC)

「出席確認」は Wii リモコンの Bluetooth のデバイスアドレスを利用することで実現している。Wii リモコンは、それぞれ固有の Bluetooth デバイスアドレスを持っているため、持ち主の特定ができる。Wii リモコンと PC 間での接続が完了した際に、Bluetooth デバイスアドレスを調べることで、接続した Wii リモコンを特定し、出欠席の判定に用いる。それぞれの Wii リモコンを誰が持つかを予め決めておき、データベースに登録しておく。そして、データベースを参照することで児童の情報を取得する。

出欠席の情報は大型スクリーンに映し出される為、

教師だけでなく児童達にとっても接続されたかを簡単に確認することができるようになる。これにより、出欠の付け忘れや間違いを防ぐことが期待できる。

4.2. 挙手カウント

「挙手カウント」とは、児童が授業中の発言等において挙手する場合、Wii リモコンを振り上げるだけで、Wii リモコンに搭載された加速度センサの値から誰が挙手したのかを判定する機能である。この時に挙手するまでにかかった時間を測定し、スピードランキングとして大型スクリーンに表示させる。また教師用 PC には、児童が何回挙手したかが表示される。「挙手カウント」の流れを以下に記す。

- ①教師用 PC 上で [Hand] ボタンを押す (図 4.5)。
- ②児童の挙手を検知する待機状態になる (図 4.6)。
- ③児童達は Wii リモコンを持って手を挙げる (図 4.7)。
手を挙げた順に、児童の氏名とアイコンが大型スクリーンに表示される (図 4.8)。それと同時に教師用 PC では、児童の挙手情報が更新される (図 4.9)。
- ④教師用 PC 上で [Hand] ボタンをもう一度押すことで「挙手カウント」は終了となる。



図 4.5 [Hand] ボタン (教師用 PC)



図 4.6 待機状態 (大型スクリーン)



図 4.7 Wii リモコンを用いた挙手風景



図 4.8 挙手確認 (大型スクリーン)



図 4.9 挙手確認 (教師用 PC)

「挙手カウント」は Wii リモコンの加速度センサから得られる重力加速度の値を用いて実現している。

Wii リモコンを水平に置いた状態では Y 軸には重力

加速度は加わらないのでセンサ値は 0 である。しかし、Wii リモコンを手に持ち挙手を行うと Y 軸のセンサ値が 1 (重力加速度を 1 としている) となる。つまりこの現象を利用して挙手動作を検出する。もちろん、「出席確認」時に Bluetooth のデバイスアドレスより個人を特定しているため、誰が挙手したかがわかる。

従来の授業スタイルでは、児童が挙手をしても教師が指名した児童の印象が強くなりがちであったが、この機能により指名されなくても手を上げたこと自体を数値的に評価することが可能となる。また、スピードランキングの表示により児童の積極性が引き出されることを期待している。

4.3. 意見の投票

「意見の投票」とは、アンケートの集計や多数決を取る際に利用する機能である。Wii リモコンを用いて大型スクリーンに表示された各児童の顔アイコンを動かすことでこの機能を実現する。教師は多人数の意見を一齐に収集することが出来る。また、多人数の意見が画面上に表示されるため一目で意見の傾向を掴む事が可能となる。「意見の投票」の流れを以下に記す。

- ①教師用 PC 上で [Vote] ボタンを押す (図 4.10)。
- ②大型スクリーンに児童達のアイコンが表示される (図 4.11)。児童達は Wii リモコンを使うことで自由に顔アイコンを動かすことができる (図 4.12)。
- ③教師用 PC 上で [Vote] ボタンをもう一度押すことで「意見の投票」は終了となる。



図 4.10 [Vote] ボタン (教師用 PC)



図 4.11 児童達のアイコン (大型スクリーン)

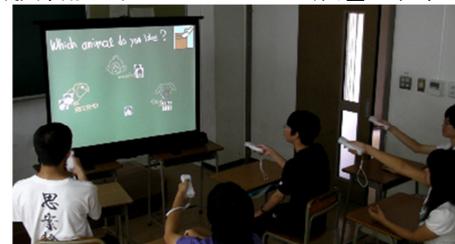


図 4.12 「意見の投票」風景

「意見の投票」は Wii リモコンに搭載されている CMOS カメラを用いて実現している。以下に具体的な実現方法について説明する。

まず、大型スクリーンに付けた赤外線 LED ライトが CMOS カメラ上のどこに表示されているかの位置情報

を取得する。次に、取得した位置情報を大型スクリーン上での位置情報に変換する。取得した位置情報は x 軸、y 軸ともに 0~1 の値に正規化されている為、教室用 PC の画面の幅、高さをそれぞれ掛け合わせて変換を行う。これにより Wii リモコンがどのあたりを指しているのかを特定し、アイコンの表示位置を変更する。

児童全員分の意見が大型スクリーンに表示されるため一目で意見の傾向を掴む事が可能となる。

4.4. 空書の投稿

「空書の投稿」とは、Wii リモコンを用いて空間に文字を書く動作を行うことで、文字認識を行い大型スクリーンに表示する機能である。対象文字種は、「ひらがな」、「カタカナ」、「数字」そして「漢字（小学校で習う範囲）」の計 1158 文字となっている。「意見の投票」の流れを以下に記す。

- ①教師用 PC 上で [Write] ボタンを押す (図 4.13)。
- ②児童は Wii リモコンを使って空中に文字を書く (図 4.14)。この時、一画ずつ [B] ボタンを押しながら書く。
- ③書き終わったら、文字を表示させたい位置を Wii リモコンで指し [A] ボタンを押す。大型スクリーンには書いた文字と書いた児童のアイコンが表示される。(図 4.15)。
- ④教師用 PC 上で [Write] ボタンをもう一度押すことで「空書の投稿」は終了となる



図 4.13 [Write] ボタン (教師用 PC)



図 4.14 「空書の投稿」風景



図 4.15 児童が空書した文字 (大型スクリーン)

「空書の投稿」は Wii リモコンの加速度センサから得られる加速度を用いて実現している。詳細については 5 章で述べる。

この機能を用いれば児童が前に行き黒板に板書する必要がなくなる。席に座ったまま板書することが可

能となるため、授業の効率化が図れる。また、漢字パズルなどを授業に取り入れるなど、多人数の意見収集を効率よく行うことが出来る。

5. Wii リモコンを用いた空書文字認識

5.1. 文字認識の流れ

文字認識を実現するために Wii リモコンの 3 軸加速度センサから得られた 2 軸 (X, Z) の加速度値を用いて文字認識を行う。文字認識の流れとしては、重力成分除去のために前処理 (5.2 節) を行った。加速度値を 2 階積分し筆記軌跡を復元する。次に、筆記軌跡を量子化 (5.3-4 節) し辞書パターンとの類似度を計算し文字を特定する。認識手法には、ストローク等分割法 (Line Segment Directions in a Stroke : 以後 LSDS 法と呼ぶ) [7] とストローク時間比率法 (Time Ratio of Real Stroke : 以後 TRRS 法と呼ぶ) の 2 手法を用いる。

また、入力文字が複数となった場合には誤り訂正処理 (6 章) を用いて認識精度を向上させる。

5.2. 前処理

前処理では、Wii リモコンから得られた加速度値から筆記軌跡を復元する。

加速度値を積分すると速度、もう一度積分することで筆記軌跡を復元することができる。しかし、Wii リモコンから得られる加速度値には重力加速度が加わっているため、そのまま積分しても筆記軌跡を復元出来ない。また、加速度値を 2 階積分するため積分誤差の影響が大きくなってしまふ。そこで、本稿ではハイパスフィルタ (High Pass Filter : 以後 HPF と呼ぶ) を用いて重力加速度を、速度補正を用いて累積誤差を取り除く。

まず、HPF を用いた重力加速度除去について述べる。フーリエ変換を用いて Wii リモコンから得られた加速度値を周波数領域表現してみる (図 5.1)。すると、重力成分は固定値なので直流成分として検出されることが確認できた。そこで、HPF を使用し低域 (重力成分) を取り除くことで筆記情報のみを持った加速度値の抽出を行った。

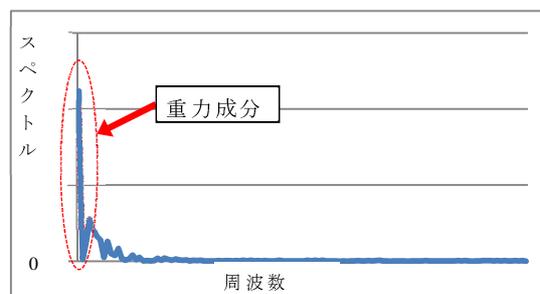


図 5.1 加速度値の周波数領域表現例 (「あ」を空書した際の Z 軸の加速度値)

次に、速度補正を用いた累積誤差除去について述べる。空書する際に各ストロークの書き始めと書き終わりの速度は非常に小さくなる傾向が見られた。そこで、速度を求める際に各ストロークの書き始めと書き終わりの速度が0になるように補正した。

図 5.2 の (a) 何も処理をせずそのまま積分, (b) 重力除去を行ってから積分, (c) 重力除去と速度補正を行ってから積分した際の例を示す。

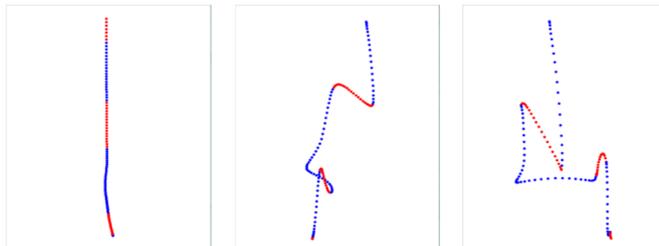


図 5.2 空書文字軌跡復元例 (「山」)
青色：実ストローク，赤色：虚ストローク

5.3. LSDS 法

図 5.2 の復元した結果より、実ストロークに比べ虚ストロークがうまく形状復元されない傾向があることがわかった。したがって一般に用いられているオンライン文字認識手法をそのまま適用することは難しいため、実ストロークの形状に着目した LSDS 法および TRRS 法の 2 手法を組み合わせることで認識処理系を構築することとした。

LSDS 法とはストロークを等しい長さに分割し、それらを 8 方向コードに量子化した上で、辞書パターンとのマッチングをとる方法である。

LSDS 法を用いた認識の手順は以下の通りである。S 画の文字の i 番目のストロークを (5.1) 式のとおり分割し方向コードに変換する。次いで、それぞれの線素について、入力パターンと辞書パターンの 8 方向コードをそれぞれ比較し得点付けを行う。

$$\text{分割数} = \begin{cases} 30 & \text{画数 1 の場合} \\ 20 & \text{画数 2 の場合} \\ 15 & \text{画数 3 の場合} \\ 10 & \text{画数 4 の場合} \end{cases} \quad (5.1)$$

得点は以下の (5.2) 式で与える。

$$\text{得点} = \begin{cases} 2 \text{ 点} & \text{コードが一致した場合} \\ 1 \text{ 点} & \text{コードが 1 つ違いの場合} \\ 0 \text{ 点} & \text{それ以外} \end{cases} \quad (5.2)$$

入力パターンと画数の同じ全ての辞書パターンとの得点を求め順位を付ける。

5.4. TRRS 法

TRRS 法では、各ストロークの筆記時間の割合を 8

つに量子化し、辞書パターンと入力パターンのマッチングをとることとした。図 5.3 に TRRS 法における量子化テーブルを示す。N 画の文字を T 秒で筆記したときに、ストロークの筆記にかかる平均時間は T/N 秒であることが期待される。そこで、量子化値 3 と 4 の間が T/N となるように量子化テーブルを作成した。

TRRS 法における認識得点は LSDS 法と同じように同じ量子化値であれば 2 点を、±1 であれば 1 点を、それ以外であれば 0 点を加点することとした。

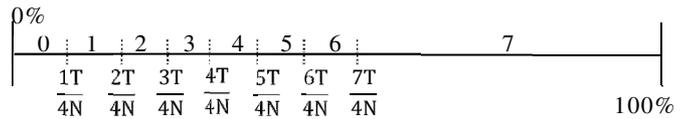


図 5.3 TRRS 法における量子化テーブル

これまで述べてきた LSDS 法および TRRS 法による認識得点をそれぞれ 100 点満点に正規化しておき、2 手法の認識得点の平均値が大きい文字を上位候補とする (併用法)。

6. 誤り訂正処理

6.1. 誤り訂正処理について

単一文字の認識処理系では、類似文字 (片仮名の「ロ」と漢字の「口」など) の違いを明確に区別することは出来ない。しかし、既に入力された文字と現在入力された文字候補の出現確率を考慮すると、上記のような類似文字についてもかなりの確率で認識精度を向上することが可能である。たとえば、「人」という文字が最初に出現していれば、次に来る文字は片仮名の「ロ」よりも漢字の「口」が来る確率が高いと考えられる。この性質を利用した誤り訂正処理を実装した。

6.2. 文字バイグラムにおける文字列生成確率

文字バイグラムとは、確率的言語モデルの一種である。文字列中のある文字の発生が直前の文字にのみ依存すると考える言語モデルである。文字バイグラムにおける文字列 $C = C_1 C_2 \dots C_i \dots C_n$ 中の文字 C_i の生起確率は (6.1) 式のようになる。

$$P(C_i | C_{i-1}) \quad (6.1)$$

さらに文字列生成確率は、(6.2) 式で求められる。

$$P(C) = \prod_{i=1}^n P(C_i | C_{i-1}) \quad (6.2)$$

これら文字バイグラムの遷移確率は、新聞記事データ 5 年分 (CD 毎日新聞データ 5 年分) [8] から最尤推定で学習した値を用いている。すなわち、ある文字組み合わせの学習データにおける出現数を $N(\cdot)$ とした場合、あるバイグラム $C_1 C_2$ の遷移確率を (6.3) 式のように算出する。

$$P_{ML}(C_1 | C_2) = N(C_1 C_2) / N(C_1) \quad (6.3)$$

6.3. 最適文字列探索処理 (Viterbi アルゴリズム)

入力パターン列に対する候補文字群から最適な文字列を探索するアルゴリズムとして、DP (Dynamic Programming) の一種である Viterbi アルゴリズム[9]を用いる。

状態遷移に対する評価関数 $L(\alpha_t(i), \alpha_{t+1}(j))$ が与えられているとする。時刻 t のある状態 i における最大の評価値を $\delta_t(i)$ 。最大の評価値 $\delta_t(i)$ を与える直前の状態を $\varphi_t(i)$ とすると、以下の手順により最適な状態遷移系列 $o_1^T = o_1, o_2, \dots, o_T$ を求める。

- ①各時刻 $t=1, \dots, T-1$, 各状態 $j=1, \dots, N$ について、(6.4) 式 (6.5) 式を再帰計算する。

$$\delta_{t+1}(j) = \max_i \{L(\alpha_t(i), \alpha_{t+1}(j)) + \delta_t(i)\} \quad (6.4)$$

$$\varphi_{t+1}(j) = \arg \max_i \{L(\alpha_t(i), \alpha_{t+1}(j)) + \delta_t(i)\} \quad (6.5)$$

- ②再帰計算の終了。

$$\hat{P} = \max_i \delta_T(i) \quad (6.6)$$

$$\hat{q}_T = \arg \max_i \delta_T(i) \quad (6.7)$$

$$o_T = \alpha_T(\hat{q}_T) \quad (6.8)$$

- ③バックトラックによる最適遷移系列の復元を行う。
 $t=T-1, \dots, 1$ に対して (6.9) 式 (6.10) 式を実行する。

$$\hat{q}_t = \varphi_{t+1}(\hat{q}_{t+1}) \quad (6.9)$$

$$o_t = \alpha_t(\hat{q}_t) \quad (6.10)$$

以上が Viterbi アルゴリズムである。

7. 文字認識評価実験

7.1. 文字データの収集

今回の実験では認識対象文字を小学校で習う漢字 1006 文字、ひらがな 71 文字、カタカナ 71 文字と数字 10 文字の合計 1158 文字種とした。18 歳から 22 歳の男女 15 名から 23 サンプルを実際に Wii リモコンで空書してもらい、データ収集した。この内、12 人分の 17 サンプルを辞書学習に使用し、残りの 3 人 6 サンプルを評価サンプルとして利用することとした。

7.2. 辞書の学習方法と文字認識率

辞書の学習方法としては、初期辞書として学習用サンプルの中から適当に 1 つのサンプルを選択する。次に別のサンプルを入力として、初期辞書を用いて認識実験を行った際、上位 3 候補に正解文字が入らなければ、その入力パターンを辞書パターンとして追加登録する。ここで、作成された新たな辞書を利用してさらに別の入力サンプルで認識実験を行っていき、辞書にさまざまなパターンを追加していく。これにより、筆順違いや画数違いで書かれた文字パターンでも認識可能となる。

図 7.1 に示したのが、辞書学習回数を増やしていった場合の学習効果の検証である。このときの評価用の

入力サンプルは、辞書学習に利用しなかった 3 名 6 サンプルの平均である。

図 7.1 からわかるとおり、学習回数を増やすごとに LSDS 法、TRRS 法、併用法ともに認識率が上昇していくことが分かる。併用法の初期辞書における認識率は 66%程度であったが、12 回学習終了後には 78%となっている。ちなみに LSDS 法のみでの認識率は 65%、TRRS 法のみでの認識率は 52%であった。

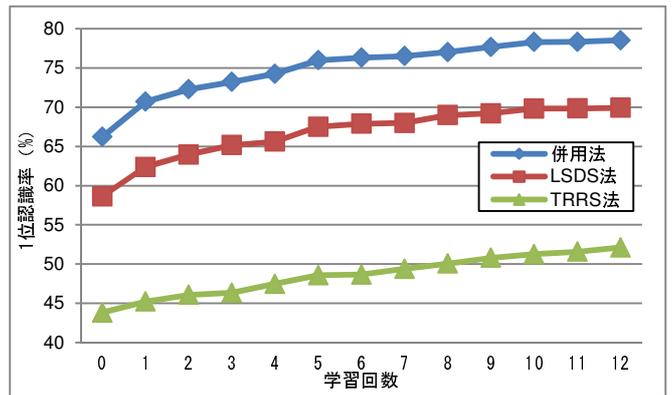


図 7.1 学習効果の推移

7.3. 累積認識率

次いで、図 7.2 に累積認識率を考慮した学習効果に対する結果を示す。

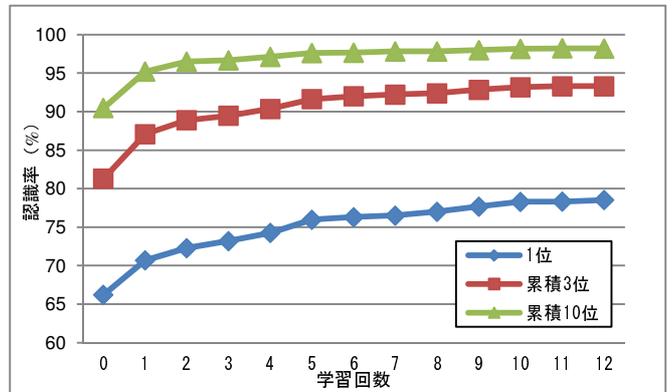


図 7.2 累積認識率の学習による推移

図 7.2 からわかるとおり、学習回数を増やすごとに 1 位認識率、累積 3 位認識率、累積 10 位認識率ともに上昇していくことが分かる。ここで、1 位認識率とは、正解文字が第 1 位として出力された割合である。累積 3 位認識率とは、3 位候補までに正解文字が含まれていた確率を示す。この実験結果から、1 位認識率において 78%、累積 3 位認識率では 94%、累積 10 位認識率では 98% の認識率を得ることができた。

7.4. 画数ごとの認識率

図 7.3 に、本認識処理系を用いた場合の画数ごとの

認識率の違いについて示す。全画数を対象とした1位の認識率で平均78%を得ることができたが、ひらがなのような画数の少ない文字については、認識特徴が少なくなることから認識率は低くなる傾向にある。しかし、漢字など高画数の文字については、高い認識率を得ることができている。

このことから、小学校レベルにおいて本認識処理系を用いれば、授業支援システムの文字入力手段として十分に利用可能であると考えられる。

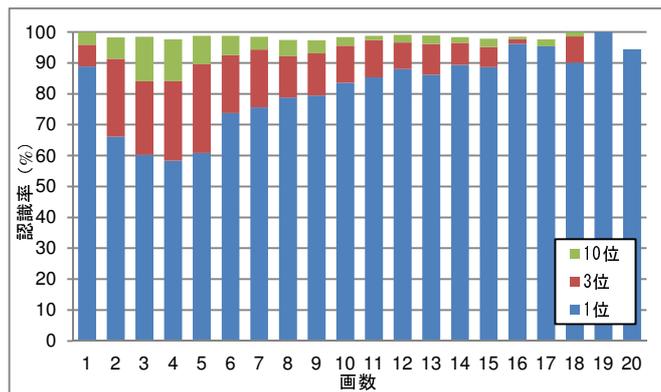


図 7.3 画数ごとの認識率

7.5. 誤り訂正処理と認識率

評価用のサンプルとしてこちらが用意した適当な単語(2~3文字)100個(210文字)を3名に空書してもらい本誤り訂正処理系の有効性を検証した。

表 7.1 に、本誤り訂正処理系を用いた場合の1位認識率と用いなかった場合の1位認識率を示す。

表 7.1 誤り訂正処理と1位認識率

	被験者 A	被験者 B	被験者 C	平均
未訂正	78.1%	74.3%	81.0%	77.8%
訂正あり	92.3%	92.9%	90.0%	91.7%

表 7.1 からわかるとおり、誤り訂正処理を用いれば1位認識率が10%程向上していることが分かる。訂正処理なしでは平均77%だった認識率が訂正処理ありでは91%の認識精度を得ることが出来た。

授業における文字筆記の状況としては、漢字の書き取りのように単文字を対象とすることはもちろんあるが、単語単位で筆記する状況も十分に考えられる。単語単位での文字入力を考えた場合は誤り訂正処理が非常に有効だと言える。

8. おわりに

小学校低学年を対象とした双方向授業支援システムの提案、開発を行った。

「Ee-Class」はWiiリモコンを利用することで児童達に授業への興味を持たせ、従来の授業スタイルに捉

われない、よりインタラクティブな新しい授業スタイルを提供することが出来る。

また本稿では、Wiiリモコンを利用して空書文字を認識する手法についての提案、認識率の検証を行った。Wiiリモコンの加速度センサから得られた加速値に対してHPFを適用することで重力加速度成分を除去し、2階積分を施すことで文字形状の復元を行った。ただし、筆記者によっては虚ストロークの形状復元がうまくいかない場合もあったため、文字の実ストロークのみを利用した認識処理系を適用した。LSDS法およびTRRS法を併用することで1位認識率78%、累積3位認識率90%、累積10位認識率で98%の認識精度を、また誤り訂正処理を用いることで1位認識率91%の認識精度を得た。

参考文献

- [1] 石田, 坂東, 加藤, 中川 : 手書き筆記と電子教材の交換を可能とした電子黒板・電子ノートシステム; 情報処理学会研究報告, Vol.No.119(CE-67), pp.25-32(2002).
- [2] 中田, 上野, 中村, 藤井 : PDAとPCを用いた授業演習支援システムの開発; 電気・情報関連学会中国支部第57回連合大会, pp.71-72(2006).
- [3] 三浦, 國藤 : 生徒のデジタルペン筆記を利用したインタラクティブ学習環境とその実践; 日本科学教育学科第31回年会論文集, pp.247-250(2007).
- [4] 三浦, 國藤 : デジタルペンを利用したインタラクティブ授業支援システム~一般教室における協調的学習環境の構築を目指して~; 日本創造学会 知識創造支援システム・シンポジウム, pp.54-61(2005)
- [5] 任天堂ホームページ; <http://www.nintendo.co.jp/>
- [6] 杉本, 稲生, 北原, 江崎, “Wiiリモコンを用いた双方向授業支援システム「Ee-Class」の開発”, ヒューマンインタフェースシンポジウム2009, 対話発表, pp.357-364, Sep.2009
- [7] 江崎, 清田, 亀井, 滝沢, 山本 : 視覚障害者用オンライン日本語入力システムにおける文字認識精度の改善; 日本 ME 学会生体医工学, Vol.40, No.4 別冊(2002)
- [8] 毎日新聞 : CD-毎日新聞 '95-2000; 日外アソシエーツ, 1996-2001
- [9] 北 : 言語と計算-4 確率的言語モデル; 東京大学出版会, 1999