

デジタルペンによる複数教室対応筆跡情報収集システム

Collecting system of handwriting information for multiple classroom using by digital pen

伊藤智博^{†,‡}、立花和宏^{‡,‡‡}、奥山澄雄^{‡,‡‡}、阪口博司^{‡‡}、仁科辰夫^{‡,‡‡}
Tomohiro Ito^{†,‡}, Kazuhiro Tachibana^{‡,‡‡}, Sumio Okuyama^{†,‡‡}, Hiroshi Sakaguchi^{‡‡},
Tatsuo Nishina^{‡,‡‡}

tomohiro_ito@ieee.org, c1_lab@yahoogroups.jp, sumio@ieee.org, yfa90084@nifty.com,
nishina@yz.yamagata-u.ac.jp

[†]山形大学学術情報基盤センター

[‡]山形大学バーチャル研究所データベースアメニティ研究所

^{‡‡}山形大学大学院理工学研究科

^{‡‡‡}有限会社 IM&T

概要

現在、市販されているデジタルペンは、主に一人の人間が狭い空間に設置されたデジタル機器で使用する
ために開発されており、多人数で同時に使用することは困難である。デジタルペンは、筆跡情報を簡単に収
集できることやストロークデータを収集できることから、学習支援ツールとして利用することが期待されて
いる。本研究では、無線通信機能を有するデジタルペンを使用して、筆跡情報収集を複数教室で同時に収集
するシステムについて述べる。

キーワード

デジタルペン、アノトペン、筆跡、データベース、Bluetooth

1. はじめに

従来においては、個人認証などに利用可能な手書き情
報または筆跡情報をデジタルデータとして収集して利用
する場合は、手書き情報または筆跡情報をシステムに入
力するユーザは、一人の人間が狭い空間に設置されたデ
ジタル機器、たとえば、パソコンなどの手書き情報の入
力装置を操作して、取り込む場合が多かった。

手書き情報または筆跡情報をネットワーク経由で利用

するシステムについては、手書き情報または筆跡情報によ
り個人認証が可能なことから、さまざまなシステムに利
用され始めている。このようなシステムについては、様々
な問題があり、それらを解決してシステムを構成しなけ
ればならない¹⁻⁴。例えば、手書き情報処理システムでは、
手書き情報または筆跡情報をデジタルデータとして入力
するために、デジタルペンが利用される。デジタルペン
には、様々な方式があるが、アノト方式では、アノト方
式専用用紙に印刷された印刷パターンに基づいて、デジ
タルペンの手書き操作における位置情報が抽出されて無
線通信により送信される⁴。従来の開発システムにおい

ては、手書き入力装置が接続されている端末装置（パソコン）は、USB などの有線で接続されており、多くの利用者が同時に利用できるようにするには、多数の端末装置を教室内に設置しなくてはならず、このようなシステムを設置して運用することは困難であった。つまり、多人数や複数教室に対応するシステムを構成することは困難であった。

本研究の目的は、多人数の手書き情報または筆跡情報を同時に収集し、個人情報認証すると同時に、作業効率の効率化のためのシステムとして利用可能な手書き情報処理システムを開発することである。また、このような手書き情報処理システムを利用した多人数筆跡情報同時収集システムを提供することである。

2. システムの概要

本研究の基本的な概念として、多人数の筆跡情報を同時に収集して、個人情報を認証するため、固有識別信号を持つデジタルペン、デジタルペンから Bluetooth 経由で筆跡情報を受信する無線接続用アクセスポイントおよびデータベースサーバを組み合わせることにより、多数の手書きデータを 1 箇所に集約することができるようなシステムとして手書き情報処理システムを構成している。このデジタルペンとしては、ペンテル株式会社の airpen やアノト社のアノトペン、タブレットボードなどが市販されている。本研究では、「筆跡を紙に残すことができること」や「タブレットボードのようなペン以外の大掛かりな装置が不要なこと」などの特徴からアノト方式のアノトペンを利用した。

具体的には、手書き情報処理システムは図 1 に示すような構成になっており、配布した用紙にアノトペンで描画すると同時に、アノトペンに付属する情報読み取り装置により、アノトパターンを読み取り、読み取ったパターンに基づいてアノトペンの筆圧情報・時刻情報および用紙の位置情報をペン ID などの筆跡情報をアノトペンに内蔵されたメモリに蓄積する。配布した用紙には、筆跡情報をアノトペン送信するトリガーであるピジレットが用紙の特定のエリアに埋め込まれ、利用者はこの特定のエリアをアノトペンでタップすることによって、筆跡情報をペンから無線アクセスポイントである手書き情報受信用パソコンに転送することができる。手書き情報受信用パソコンは、アノトペンから受信した筆跡情報に手書き情報受信用パソコンの固有 ID を付加して、データベースサーバに転送し、データベース内に筆跡情報が格納される。次に、このデータベース内に格納された筆跡情報より画像やストローク情報などが解析され、データベース内に情報が更新される。

このシステムの特徴は、データベースを中心に、

1. 筆跡情報収集用ペン
2. ペンからの情報収集端末
3. 情報収集端末からデータベースへのアップローダ
4. 情報格納用データベース
5. 筆跡情報解析システム
6. OCR やメール送信などの応用アプリケーション

の単純なコンポーネントに分離できることである。

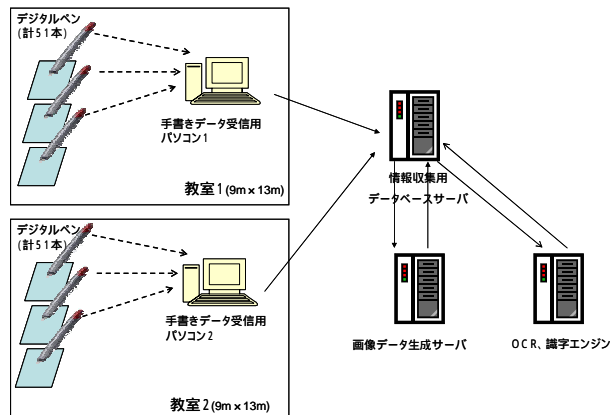


図 1 . 手書き情報処理システムの全体構成図

2.1. システム構成

ハードウェアは、アノト方式デジタルペン（有限会社 IM&T, DP-101BIMT, Bluetooth Object Push Profile 対応）、手書き情報受信用パソコン（日本ヒューレット・パカード株式会社, HP Proliant ML150G3, CPU 1, RAM 1GB, HDD 73GB）、画像データ生成サーバ（日本 HP 株式会社, HP Proliant ML150G3, CPU 1, RAM 1GB, HDD 73GB）、OCR サーバ（日本 HP 株式会社, HP Proliant ML150G3, CPU 1, RAM 2GB, HDD 73GB）、データベースサーバ（日本 HP 株式会社, HP Proliant ML150G2, CPU 1, RAM 8GB, HDD 400GB）によって構成される。学内 LAN への接続は、1000Base-T または 100Base-TX で接続されている。手書き情報受信用パソコンには、Bluetooth ドングル（株式会社東芝, IPCN086A）を接続した。データベースサーバについては、データベースミラー技術によりホットスタンバイの冗長構成となっている。アノトパターンの印刷は、アノト認定プリンター（株式会社沖データ, MICROLINE 9600PS）を使用した。

OS は、手書き情報受信用パソコン、画像データ生成サーバ、OCR サーバは、Windows XP Professional を、データベースサーバは、Windows 2003 standard edition for x64 を使用している。開発ツールは、Microsoft Visual Studio 2005 Professional、Anoto Software Development Kit (Anoto SDK)、Anoto Forms Design Tool (Anoto FDT)、メデ

ィアドライブ Form OCR v. 3.0 を使用した。アノトパターンライセンスは、A4 ペーパー、PGC プッシュ対応ライセンスを使用した。データベースソフトウェアは、Microsoft SQL Server 2005 Standard Edition を使用した。

手書き情報受信用パソコンは、学術情報基盤センター米沢分室の3部屋の実習室に1台ずつ設置した。デジタルペンは、51本×2部屋・31本×1部屋の合計133本を設置した。また、3研究室に手書き情報受信用パソコンを準備していただき、デジタルペン 20本×3部屋に設置した。

2.2. ソフトウェアの動作

デジタルペンから送信された筆跡情報から筆跡画像を生成するプロセスのブロックダイアグラムを図2に示す。

(1) デジタルペンでアノトパターンが印刷された専用紙を記入し、最後に、送信ピジエットをタップする。

(2) Bluetooth 通信の Object Push Profile(OPP)によってアノトストロークデータ(筆跡情報)が手書き情報受信用パソコンに送信される。

(3) 手書き情報受信用パソコン内では、筆跡情報に受信用パソコンの固有 ID を付加した情報を生成し、生成された情報を専用のアップロードソフトウェアによって HTTPS 経由でデータベースサーバに送信される。

(4) データベースサーバでは、受信した受信用パソコンの固有 ID と筆跡情報をデータベースサーバ上の筆跡テーブルに記録される。このとき、同時にアップロード日時も記録される。

(5) 画像データ生成サーバは、データベースから画像処理が未処理のデータを検索し、読み出す。

(6) 読み出されたデータは、Anoto SDK を使用して開発したプログラムによって、「ペン固有ID」、「筆跡データ」、「最初のペンタッチ日時」、「最後のペンタッチ日時」、「アノトペーパーアドレス」を解析する。次に、「筆跡データ」より「手書画像」を生成する。さらに、データベースに、「ペン固有ID」、「最初のペンタッチ日時」、「最後のペンタッチ日時」、「画像処理済フラグ」の情報が更新される。手書画像のフォーマットは、標準的な JPEG と SVG フォーマットが生成される。

(7) 標準的な画像フォーマットが得られたことから、アノトペーパーアドレスや筆跡情報をトリガーにして、OCR やメール送信エンジンなどの様々なアプリケーションを実行する。

2.3. 用紙の種類

用紙は、授業の出席管理が可能な「ミニッツ・ペーパー(A5)」、フリーフォーマットで利用できる「白紙(A4)」、実験室などの退室管理に活用できる「退室管理フォーム(A4)」の3つの種類を Anoto FDT で作成した。

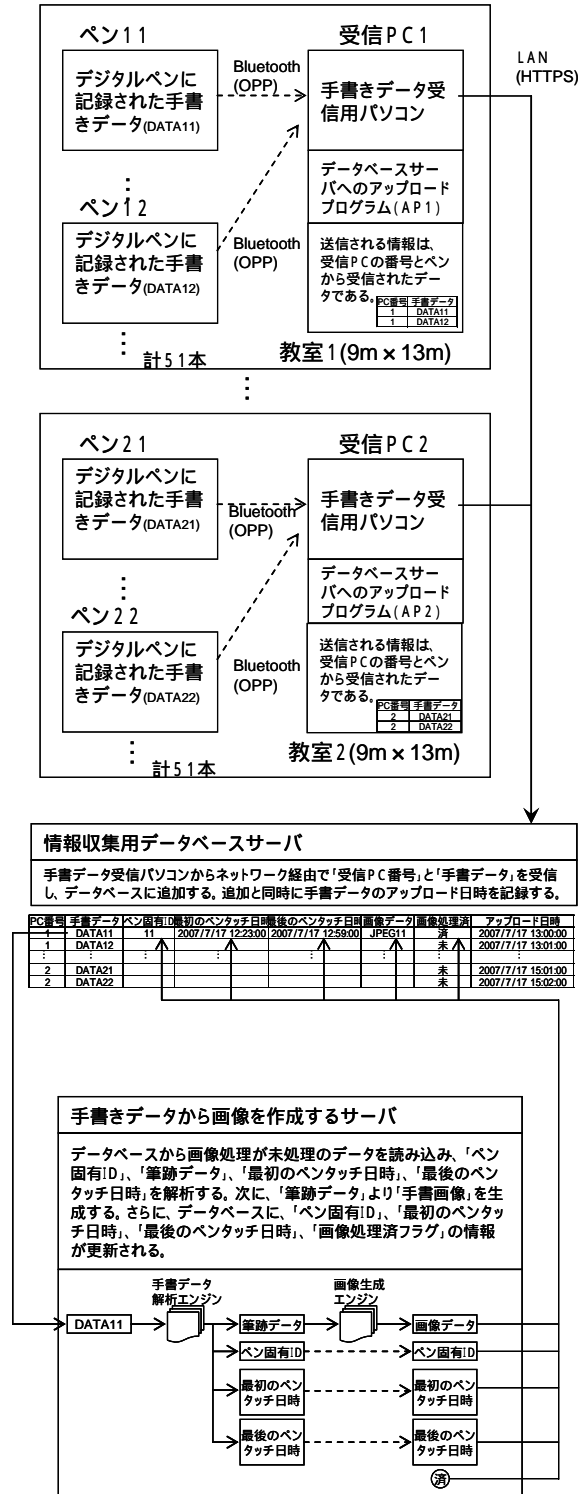


図2. 手書き情報処理システムのブロックダイアグラム

3. 動作検証

開発したシステムを使用して、100 人を対象する情報書処理の授業で出席管理を行った。回収率は 86%であった。主な失敗した原因は、「同時にペンに送信するときに Bluetooth 通信でエラーを発生したこと」、「学生さんが送信作業を忘れたこと」、「システムにトラブルが発生して Bluetooth のペアリングが解除されたこと」、「デジタルペンの充電不良によって動作しなかったこと」の 4 つであった。研究室で実際に使用した場合の回収率は 99%であった。

実際に得られた手書き情報を図 3、図 4 に示す。図 3 に示した研究ノートは、アノトペンの固有 ID ごとに使用者を特定することができるため、ペンの固有 ID を利用して、個人を特定することができるシステムになっている。一方、図 4 に示した退室管理用紙は、図 5 に示すように特定のペンでのみ使用することによって、この特定のペンの固有 ID をトリガーにして、管理者にメールで送信することができる。

これらの動作確認より、

1. 筆跡情報収集用ペン
 2. ペンからの情報収集端末
 3. 情報収集端末からデータベースへのアップローダ
 4. 情報格納用データベース
 5. 筆跡情報解析システム
 6. OCR やメール送信などの応用アプリケーション
- の 6 つ単純なコンポーネントに機能分離が実現できた。

4. まとめ

本研究では、デジタルペンによる筆跡情報収集を複数教室で同時に収集するシステムについて述べた。従来のデジタルペンシステムでは、デジタルペンとパソコンや携帯電話を 1 対 1 で使用するシステムであったが、Bluetooth 通信機能によって 1 台のパソコンで 51 本のデジタルペンを同時に使用することができる。また、データベースサーバに情報が送信され集中管理されるため、複数の教室の筆跡情報を統合して、表示したり解析したりすることができる。一方では、デジタルペンや専用紙の固有 ID を活用して、認証や応用アプリケーションを呼び出すことができる。データベースへの通信は、HTTPS を採用したことにより、インターネット経由でも使用することができるため、ノートパソコンや PDA を活用することによって、出張先や屋外での授業・研究にも対応できる。

このシステムの開発により、効率的な筆跡情報の収集

や新しい e-ラーニング教材の開発が可能になることが期待される。

5. 文献

1. 特開 2002 - 073893 号公報
2. 特開 2004 - 118302 号公報
3. 特開 2005 - 173809 号公報
4. 特開 2006 - 285516 号公報

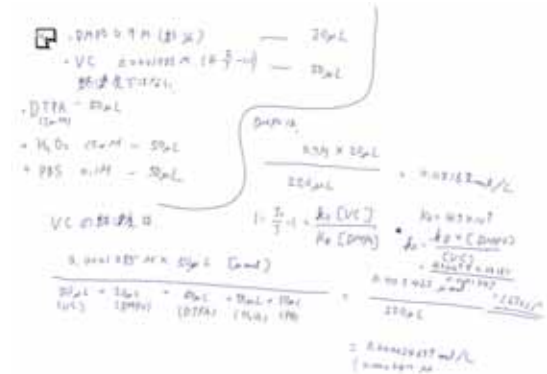


図 3. フリー用紙に実験結果の整理をした例

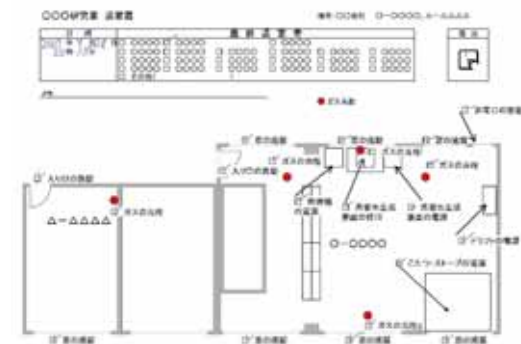


図 4. 研究室の退室管理システムの例

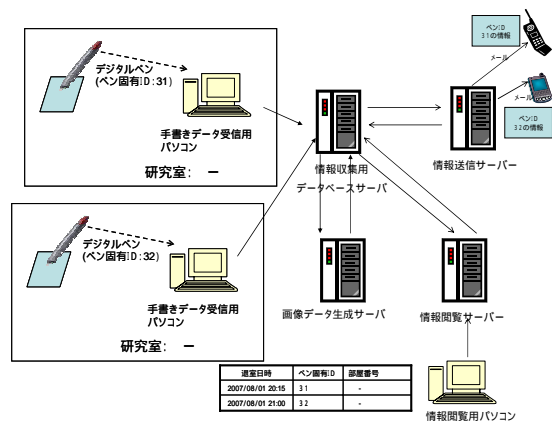


図 5. 筆跡情報をメール送信するシステム構成