

デジタルペンの技術および携帯電話との連携ソリューション

Technology of Digital Pen, and Solution Collaborating with Mobile Phone

岡 鼻 潤

要 約 入力デバイスの一つとして、紙に記入したものを電子データとして取り込めるデジタルペンが注目されている。また、近年の携帯電話通信網の発展に伴い、どこからでもインターネット上の情報にアクセスすることが可能となっている。これらデジタルペンと携帯電話を組み合わせることにより、それぞれのデバイス単独で使用したときより多種多様な情報をシステムで処理することが可能となる。本稿ではデジタルペンを取り上げ、その動作原理やデータ処理の方法、携帯電話と連携したソリューション等に関して紹介する。

Abstract A digital pen, one of input devices, which allows the user to capture handwritten pen strokes on papers as digital data, attracts attention. And with the recent progress of mobile phone communications network, people can access information on Internet from anywhere. The collaborative use of the digital pen and mobile phone together enables the system to process more kinds and larger quantity of data than the single application of these two devices. This research paper introduces the digital pen, principle of operation, data processing method, and solutions collaborating with the mobile phone.

1. はじめに

入力デバイスの一つとして、紙に記入した内容を電子データとして取り込むことができる「デジタルペン」が近年登場している。デジタルペンによる入力は、紙にペンで記入を行うというきわめて簡単な操作であり、PCなどの機器に慣れていない人にとっても使いやすい。入力業務のシステム化を行う場合に、入力デバイスの操作に対する教育と装置そのものの耐久性が課題となることが多々見受けられる。デジタルペンはそのような紙とペンの利用を必須としている現場のシステム化に対する一つの解といえる。

一方、携帯電話網は近年非常に発達している。端末の高性能化と普及も伴って携帯電話からのインターネットへのアクセスは爆発的に増えており、2005年末にはインターネットにアクセスするユーザのうち携帯電話からのユーザ数がPCからのユーザ数を上回った^[1]。現在では、携帯電話を用いることでほぼどこからでもインターネット上の情報にアクセスが可能となっている。デジタルペンと携帯電話を組み合わせることで、書いたものをどこでもインターネット上に送信し、処理することが可能となる。

近年、ユビキタスコンピューティングというキーワードが情報通信分野で大きく取り上げられており、我々人間の生活環境のあらゆる場所に情報通信環境が埋め込まれ、利用者が意識することなくそれらを使用できるという形態が理想とされている。ペンで書いたものが携帯電話経由で自動的にインターネットに送信され、データが蓄積・処理されるという実行方式はユビキタスコンピューティングにかなり近いものであるといえる。

本稿では、アノト社から提供されているアノト方式デジタルペンを使用する枠組みである

「アノト機能」を解説し、携帯電話と組み合わせるソリューション等の事例による具体化例を紹介する。

2. アノト機能概要

図1にアノト機能の基本的な処理の流れを示す。

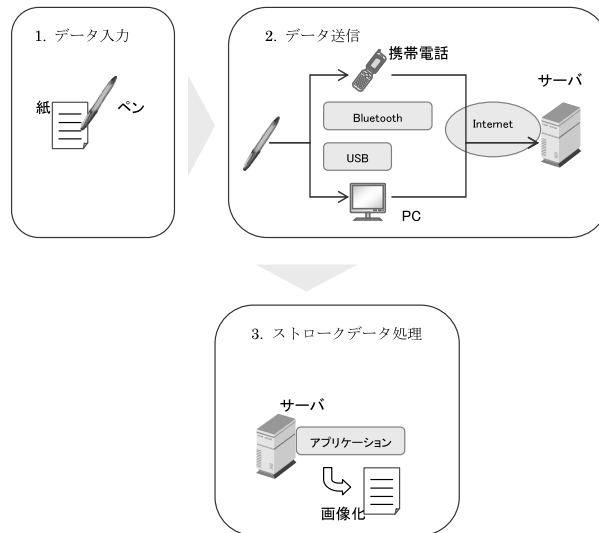


図1 アノト機能の基本的な処理の流れ

1) データ入力

専用の用紙にデジタルペンを用いて通常と同じように記入することによって行われる。記入した内容はペンの内部にストロークデータとして蓄積される。

2) データ送信

ペンに蓄積されたストロークデータをサーバに送信する機能である。データ送信のために、PCまたは携帯電話を中継デバイスとして用いる。ペンと中継デバイス間の通信にはUSBやBluetoothが用いられる。

3) ストロークデータ処理

ストロークデータをイメージ画像に変換する処理である。画像フォーマットとしてはJPEG/PNG/SVGなどが用いられる。

本章では、これらの処理の流れの中で使用されている特徴的な技術を紹介する。

2.1 データ入力

2.1.1 記入データをペンに取り込む仕組み

デジタルペンによって記入された情報は、座標情報と時間情報からなるストロークデータとしてデジタルペン内部に取り込まれる。

アノト機能では、用紙側に特殊な仕掛けを施すことでペンによる座標の取得を可能としている。用紙には、およそ0.3mm間隔で並んだ細かなドットが印刷されている。ドットは正確に

格子状に並んでいるのではなく、格子から若干上下左右にずれて印刷されている。上下左右のどの方向にずれているかによって、一つのドットは4通りの情報(2bit)を持つことができる(図2)。

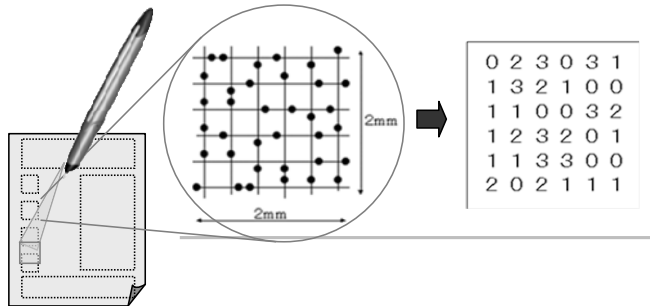


図2 アノト機能対応用紙のイメージ

図2の右側はドットの並びを数値データとして表したイメージである。デジタルペンは約2mm四方(6×6個)のドットを一まとめにして位置情報として取り扱う。こうして認識できるドットのパターンは約6000万km²にも及び、これはヨーロッパとアジア大陸をあわせた面積に匹敵する。ペンにはこのドットを認識するための赤外線カメラが内蔵されており、読み込んだドットの並びを位置情報に変換した上で内蔵したメモリに蓄積している。

2.1.2 用紙のエリア定義

アノト機能のドットパターンの上に印刷される帳票のデザイン自体は、通常の印刷されたチェックシートや報告書などの形式である。用紙に記入された内容は最終的にサーバでデータとして処理されることになる。サーバでの処理の際に、処理の対象となる記入内容をプログラム上で認識するために、図3のようにあらかじめ用紙内の記入欄に名前を付けて座標とマッピングしておく必要がある。この作業を「エリア定義」という。

エリア定義を行う際に、用紙にPidgetと呼ばれる特別なエリアを配置することができる。このエリアは特別なドットパターンが印刷される。Pidgetはサーバでの処理のためではなく用紙の記入終了や中継デバイスへのデータ送信開始といったペンの動作を制御する役割を持っている。

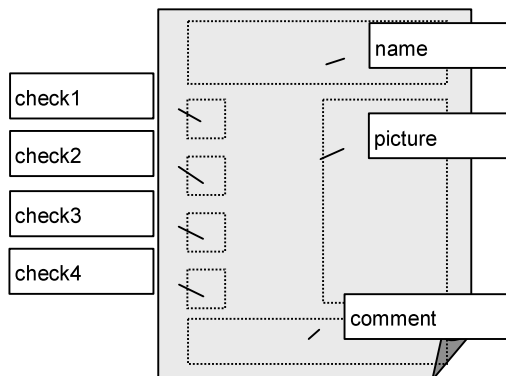


図3 エリア定義の概念

2.1.3 コピーパターンとユニークパターン

用紙のドットパターンはその使用方法によってコピーパターンとユニークパターンに分けられる。

コピーパターンとは、同じデザインを持つ用紙をすべて同じドットパターンで供給する方式である。この方式では、一枚記入するごとにページ区切り Pidget を利用して記入終了操作を行う必要がある。一度終了すると追記を行っても別の用紙として認識されてしまうため、同じ紙に追記していくような業務には向いていない。

対して、同じデザインを持つ用紙であっても一枚一枚に異なるドットパターンを割り当てる方式をユニークパターンと呼ぶ。この方式では、ペンは一枚一枚の用紙を異なるものと認識するため、ある用紙に記入してから別の用紙に記入し、また以前に書いた用紙に追記するというような操作を行っても、用紙ごとの記入データをペンは別々に管理してくれる。またサーバ側で処理する際に、ドットパターンをキーにして、あとから記入したデータを先に記入したデータに重ね合わせるといことも可能となる。

ドットパターンのイメージを図4に示す。

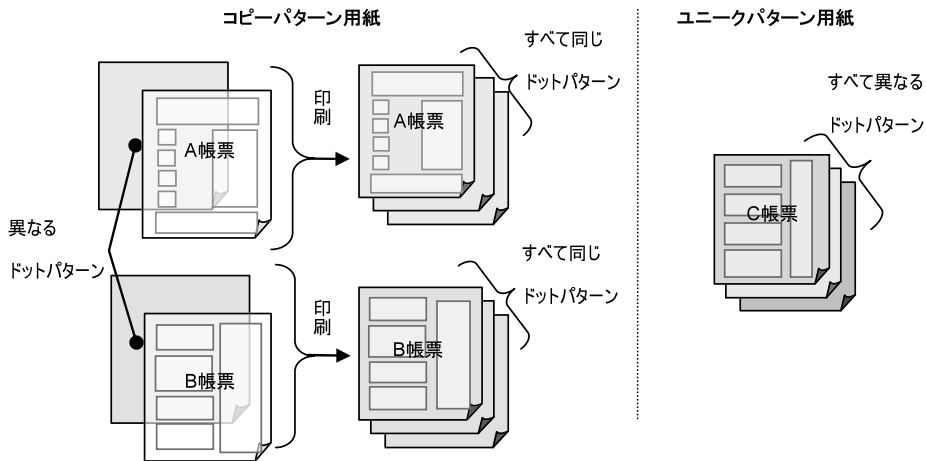


図4 ドットパターンのイメージ

2.2 データ送信

ペンに蓄積されたデータは中継デバイスを介してサーバに送信される。中継デバイスとして、PCと携帯電話が利用可能である。

伝送方式として、NBOS方式 (Network Based Open Service方式) と DAS方式 (Device Application System方式) が採用されている。

2.2.1 NBOS方式 (Network Based Open Service)

NBOS方式は、中継デバイスを通信手段としてのみ用いて、ペンとサーバで直接通信を行うデータの処理を行う方式である。

ペンは Paper Lookup Service (PLS, 用紙とその用紙を処理するサーバを管理するサービス) と呼ばれるサーバに、用紙のドットパターンアドレスを伝え、この用紙に記入されたストロークデータを処理するサーバ (Application Service Handlerサーバ: ASHサーバ) のアドレス

を問い合わせる。PLS から ASH サーバのアドレスが返され、ペンはそのアドレスにストロークデータを送信する。

このとき、PC からの接続の場合は、PC 上にインストールされているペンドライバ経由で PC のネットワーク接続が利用される。携帯電話からの接続の場合は、携帯電話に Bluetooth 接続し、携帯電話をモデムとして使用してダイアルアップデータ通信を行う。

NBOS 方式には以下のような特徴が存在する。

- ペンと ASH サーバは同期通信となる。
- ペンから ASH サーバにデータを送信する際には、アノト社が提供している PLS によるアドレス解決や送信データの暗号化といった仕組みを利用することが可能である。
- 中継デバイスはあくまで通信のデバイスとして動作しているため、通過点の PC/携帯電話では一切ストロークデータに触れることができない。

2.2.2 DAS 方式 (DeviceApplication System)

DAS 方式は、ペンからサーバへデータを送信する際に中継デバイスにストロークデータを取り込んで処理していく方式である。

ストロークデータはアノト社独自のバイナリファイル形式に変換されて、中継デバイスにコピーされる。コピーされたデータを処理するためのアプリケーションを中継デバイス上にインストールする必要がある。

DAS 方式には以下のような特徴が存在する。

- ペンと ASH サーバは非同期通信となる。ペンから中継デバイスへストロークデータを送信した時点で接続が終了するため、ペンと中継デバイスとの間のデータ送信待ち時間は短い。
- PLS やペンからサーバへの暗号化通信といったアノト社から提供されている仕組みを使用できないため、ASH サーバのアドレス解決やセキュリティの確保を行うためには、各中継デバイス上のアプリケーションで独自に実装する必要がある。
- ストロークデータは各中継デバイス上のアプリケーションで自由に処理できるため、システムの作り方次第で様々な活用できる。

2.2.3 Bluetooth 接続

Bluetooth では機器間の通信手順がプロファイルと呼ばれる形式で定義されている。アノト機能では Serial Port Profile (Bluetooth でシリアル通信を行うプロファイル)、Object Push Profile (携帯電話の名刺交換などに利用されているファイル転送のためのプロファイル)、Dial-Up Network Profile (携帯電話でダイアルアップ接続を行いインターネットに接続するためのプロファイル) の 3 種類のプロファイルが使用される。

携帯電話を使用して NBOS 方式でサーバにデータを送信する際には Dial-Up Network Profile が用いられる。また、DAS 方式では Object Push Profile が使用される。

Bluetooth での通信を行う際に、ペン本体には通信開始のためのスイッチなどは用意されていない。用紙の所定の欄に置かれた Bluetooth でのデータ送信用 Pidget をペンでチェックすると、ペンはデータ送信を開始する。

2.3 データ処理

2.3.1 ASH サーバの API

ASH サーバは Web アプリケーションとして実装する。実装方式としては、Java 上での Servlet の方式と、Windows 上での ASP による方式が存在する。代表的な API を表 1 に記す。

表 1 ASH サーバの API

インタフェース/クラス名	説明
PenData	ペンのシリアル番号など、ペンそのものに含まれる情報を表す。
Pen	ペンからASHに送信されてきたデータそのものを表す。ここからPenDataやPageを取得する。
Page	ある一枚の用紙とそこに書かれたストロークの集合を表す。
PageArea	ページ内の特定の場所とそこに書かれたストロークの集合を表す。
PenStroke	紙にペンで書き始めてからペンを紙から放すまでに書いた線（ストローク）を表す。
ImageRender (Windows) Renderer (Java)	PageやPageArea, PenStrokeを画像として保存する。JPEGやPNGなどの形式で保存できる。
SVGBuilder (Java)	ペンで書いた内容をSVG形式で保存する。

2.3.2 DAS 方式での中間アプリケーションの API

PC でペンデータを受信した際には、用紙に対応したアプリケーションが PC 上で起動される。この中間アプリケーション上でペンストロークデータを処理する API が提供されている。環境は Visual BASIC 6.0, Visual C++, .NET Framework 用のものが提供されている。中間アプリケーションは COM+ として実装する必要がある。代表的な API を表 2 に記す。なお、現在のところ携帯電話上でペンデータを処理できる API は提供されていない。

表 2 PC 上の中間アプリケーションの API

インタフェース/クラス名	説明
PenRequest	ペンのシリアル番号などのペンの情報と、アプリケーションに関するPageの情報が含まれている。
Page	ある一枚の用紙とそこに書かれたストロークの集合を表す。
PageArea	ページ内の特定の場所とそこに書かれたストロークの集合を表す。
PenStroke	紙にペンで書き始めてからペンを紙から放すまでに書いた線（ストローク）を表す。
Renderer	PageやPageArea, PenStrokeをWindowsのデバイスコンテキストに描画する。

2.3.3 デジタルペンから取得可能なデータ

デジタルペンから API などを通じて取得可能なデータは、主に「どの用紙に記入したか」、「どのペンで記入したか」、「用紙上のペンの位置」および「その位置にあった時間」の組み合わせ、ということになる。「用紙上のペンの位置」および「その位置にあった時間」の組み合わせは、ベクトルデータとして考えることができる。ここから用紙上のペンの軌跡を再現することが可能であり、ペンの軌跡を画像として得ることなどが可能となる。また、用紙上にチェックボックスなどを設けた場合は、チェックボックスの座標とペンが辿った座標から、チェックボックスにチェックしたかどうか、などを得ることができる。

注意しなければならないのは、アノト方式デジタルペンでの記入により取得できるデータはあくまでベクトルデータであるということである。用紙上にテキストとして記入する枠を定義したとしても、記入した内容がデジタルペンによってテキストデータに変換されるわけではない。ストロークデータを処理してテキストデータに変換したい場合は、別途 OCR ソフトウェアと連携するなどして独自に処理する必要がある。

3. デジタルペン適用事例

3.1 設備点検業務への適用

設備点検業務にデジタルペンを適用した事例を紹介する。この設備点検業務の流れを、図5に示す。作業員は一日に数件の点検作業をこなし、デジタルペンを用いて帳票に点検結果を記入する。作業を終了して事務所に帰社後、デジタルペンを事務所内の PC に接続することで、点検によりデジタルペン内に蓄えられた点検表への記入情報が PC 上で処理され、データ化される。

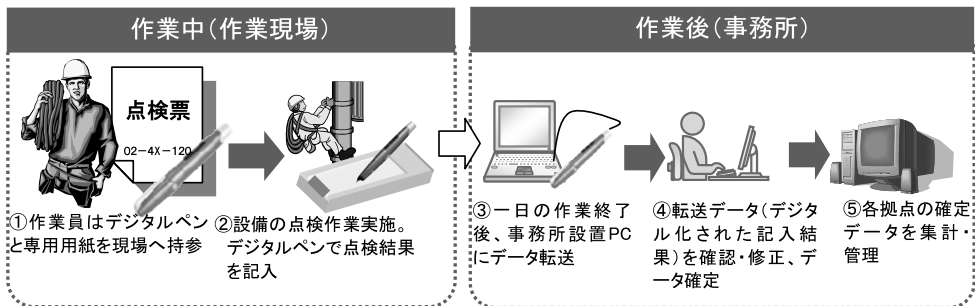


図5 設備点検業務フロー

ストロークデータをネットワーク上に配置された特定の ASH サーバに送信せず、ローカルの PC 内で処理する理由は、各事務所で必ずしもネットワークが利用できるとは限らず、リムーバブルメディアなどの物理媒体でデータの授受を行う可能性があることを想定しているためである。

点検結果をシステムに取り込む際の、デジタルペン採用のメリットとしては、以下の点が挙げられる。

- 手動によるデータ入力と比較して
 - ・ ペンでの記入行為がそのままデータ化につながるため、入力作業負荷が大幅に軽減し、点検結果の収集・デジタル化を効率的に行うことができる。

■ PDA を利用したデータ入力と比較して

- ・ 紙とペンという基本的にこれまでと変わらないインターフェースのため、点検作業員は特に操作法などを覚える必要がなく、教育が不要である。
- ・ 紙は PDA の小さい画面に比べ視認性に優れているため、情報記録が行いやすい。

3.2 メンテナンス業務への適用

エレベータのメンテナンス報告書のデータ登録・取得においてデジタルペンの適用を行った事例を紹介する。

作業の流れを図6に示す。本事例においては、ペンデータの処理はインターネット上に設置されたサーバにおいて行っている。これは、データを一元管理し、またデータの一部をインターネット上でリアルタイムに公開することも想定しているためである。

また、作業報告書は紙として記入し、お客様にその場で渡しており、このこともデジタルペンの有効性に加えることができよう。

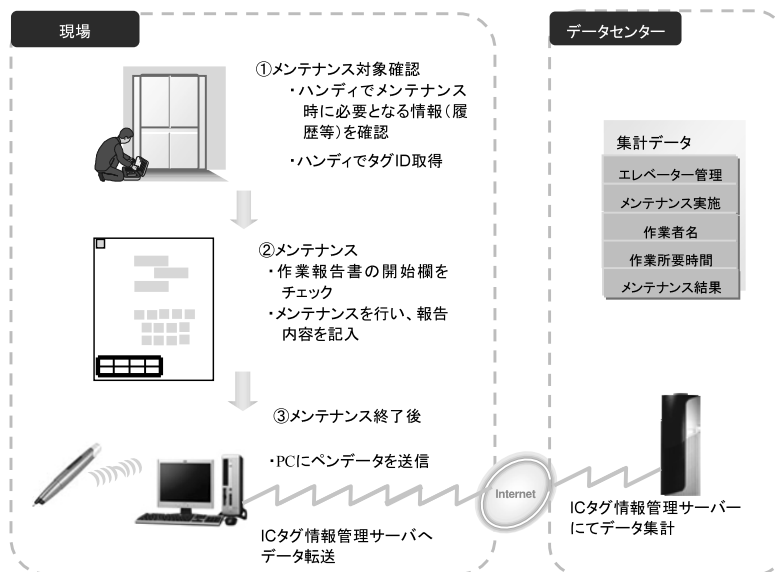


図6 エレベータ点検業務フロー

4. 日本ユニシスのソリューション

4.1 フィールドサービスソリューション

フィールドサービスソリューションとは、デジタルペンと携帯電話を用いて本部からの作業指示や現場からの作業報告を行うソリューションである。3章にて紹介した事例が示すように、点検・メンテナンスの現場においてデジタルペンの操作性は有効である。これに、通信手段でありカメラやGPS、バーコードリーダ機能も有する携帯電話を組み合わせることによって、本ソリューションはデジタルペン単体よりも高い情報処理機能を提供する。

本ソリューションを利用することにより、携帯電話で取得した情報にデジタルペンで記入した報告書の情報をあわせて、作業を行った位置や日時、現場の状況、作業報告書などを一まとめのデータとして管理することができる。

現場側での作業の流れを図7に示す。作業員は、本部が指定した作業の内容を携帯電話で確認して現場に移動し、作業を開始する。作業状況は、携帯電話付属のカメラで撮影しておく。作業完了後、作業員はストロークデータを携帯電話に送信し、作業状況の写真やGPSによる位置情報とともに携帯電話からサーバへ送信する。サーバは送られてきたストロークデータを処理し、位置情報・作業状況写真などに関連付けて管理、保存する。

送られてきたデータを基にして作業状況を表示する管理アプリケーションのイメージを図8

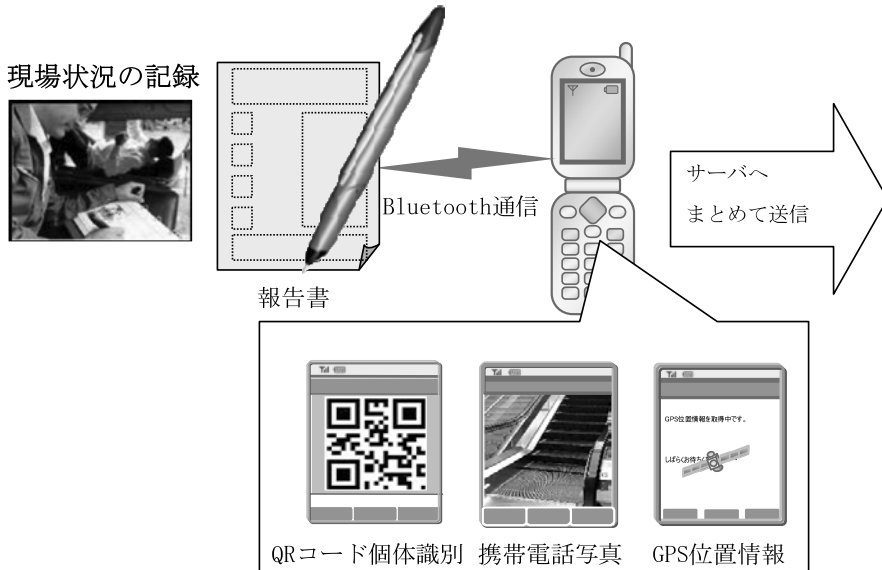


図7 フィールドサービスソリューションにおける現場での作業

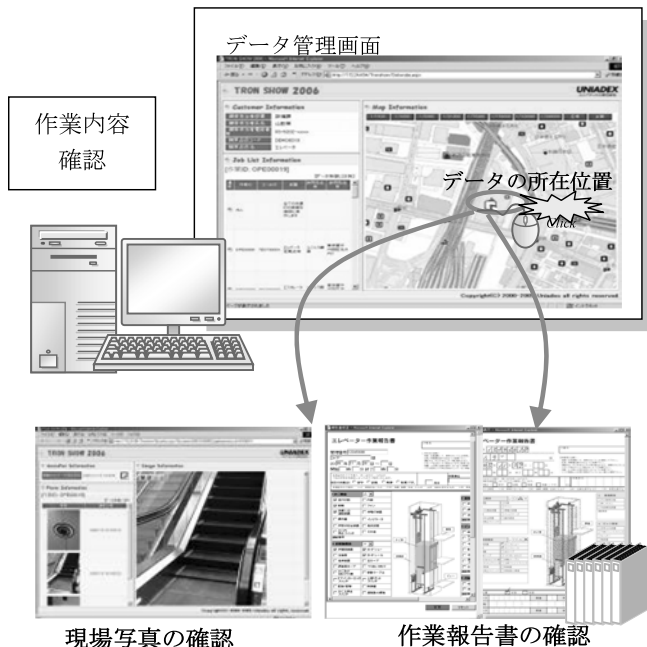


図8 フィールドサービスソリューションの管理アプリケーションイメージ

に示す。データ管理画面の地図上にマッピングされた作業状況情報から、報告書の内容や携帯電話のカメラで撮影された作業状況写真を確認するといったことが可能となる。

このソリューションの特徴としては、以下のような点が挙げられる。

- デジタルペンだけではなく、携帯電話と連携することによって現場からリアルタイムに情報を送信することができる。これにより、現場作業終了後の本部での処理の迅速化や、現場と管理本部間でのインタラクティブな業務の遂行などが可能となる。
- 位置情報や写真・QRコードによる個体識別など、現場の種々の情報を統合して伝達し、一まとまりのデータとして管理することができる。

4.2 DPAgent for Applying

DPAgent for Applying とは、催事場販売など固定の設備を持たない場所での購入申し込みなどの支援を行うソリューションである。このソリューションのイメージを図9に示す。

本ソリューションではペンで記入したデータを、携帯電話を通じてDPAgent ASPサイト(共用アノトシステム基盤サイト)に送信し、事前に登録したFAX送付先へのFAX転送などの処理を行う。

本ソリューションを利用することによって以下のようなメリットが得られる。

- 携帯電話を通じてサーバに送られたデータが登録先に自動的にFAXで転送されるため、送信の手間の軽減や誤送信の防止といった効果が得られる。
- 携帯電話を使用するため、FAX機、コピー機、回線などの設備を販売現場に一時敷設する手間・コストが必要ない。
- FAX送信時に離席する必要がなく、また送信にかかる時間も少ない。
- FAX機によるスキャン時に画像が劣化して受信側で判別できなくなることがない。
- データのみでなく紙も使用しているということにより、万が一ネットワークやシステムに問題が発生しても業務が継続できる。

本ソリューションは各種申し込み業務など、証跡を紙で残す必要がある業務に適している。

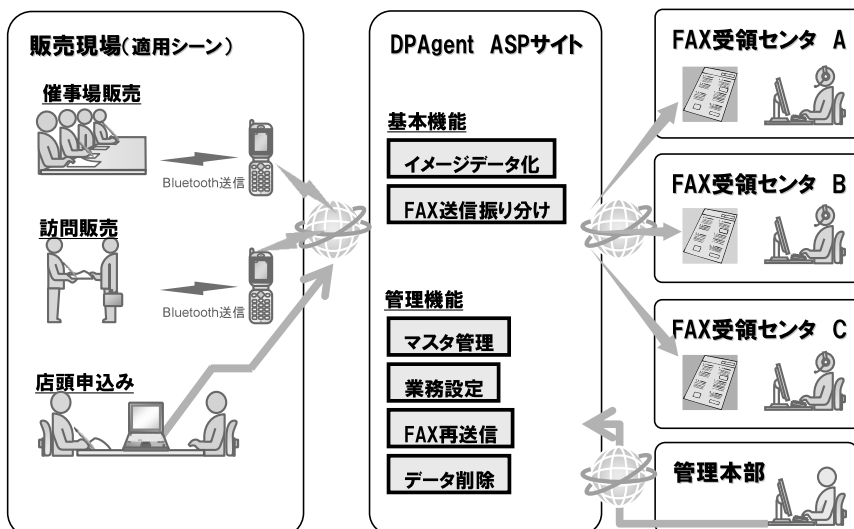


図9 DPAgent for Applying イメージ

5. デジタルペンを利用する上での制限・注意点

本章では、デジタルペンを使用する上での技術面や運用面での制限・注意点を挙げる。

5.1 データ入力

デジタルペンは、用紙に記入する際の座標を、用紙に印刷された微細なドットを赤外線カメラで読み取ることにより算出している。したがって、汚れ・濡れによるふやけ・しわといった用紙の状態変化に弱い。また、ペン先の赤外線カメラはカーボンに照射した光の反射光を検知する方法でドットを読み取るため、用紙に印刷する帳票のデザインは黒以外の色を使用しなければならない。

5.2 データ処理

ペンのデータは一連の座標と時間の組み合わせであり、ベクトルデータのみである。このベクトルデータから記入した用紙との対応を考えて数値データや文字データに変換するためには、用紙上の座標によってチェックされた場所を判別したり、ベクトルデータを画像に変換してOCR処理を行うといった後続処理が必要となる。しかし、アノト社が提供するSDKではOCR機能は提供されていない。OCRエンジンを呼び出す仕組みを別途構築する必要がある。

5.3 運用コスト

5.1節でも述べたように、デジタルペンに用いる帳票はカラー印刷が必須となる。カラー印刷は当然のことながらモノクロ印刷に比べてコストが高い。また、アノト機能を商用活用する際には、アノト社に対してライセンスフィーを毎年支払う必要がある。

6. おわりに

デジタルペンは通常のペンと同じ感覚で使用でき、かつ、記入したストロークのデータをシステムにシームレスに送信することができる優れたデバイスである。PCなどの操作に慣れていない人でも、特別な操作技術の習得抜きで簡単に利用できる。このため、ユビキタス時代を目指す「我々の生活環境のあらゆる場所に情報機器が埋め込まれている」という状態を実現するには、適用しやすく有効なデバイスの一つであると考えられる。

また、どこでも用紙に書いた内容をデータ化できるデジタルペンと、どこからでもデータを送信できる携帯電話の組み合わせは親和性が高い。携帯電話は単独でも種々の情報が取得できる優れたデバイスであり、この組み合わせはユビキタス時代の入力デバイスとして有効だと思われる。本稿でも紹介したように、日本ユニシスでもこれらのデバイスを組み合わせてソリューション化し、提供している。

カラー印刷やアノト社へのライセンス支払いが必須のため、運用コストが多くかかることもあって、現状では一般の人の目に触れるほどには普及は進んでいない。しかし、紙を必要とする業務はまだまだ多く残っており、潜在的な需要は高いと思われる。来るべきユビキタス時代の到来に向けてそれらの業務をシステム化していく際には、使用者のスキルや使用環境の影響が少ないデジタルペンは有効な解の一つと考えられる。

- 参考文献** [1] 総務省報道資料 Web サイト,
http://www.soumu.go.jp/s-news/2006/060519_1.html
[2] アノト社 SDK 付属開発用ドキュメント
[3] アノト日本株式会社内技術情報 Web サイト, <http://functionality.anoto.co.jp/cldoc/ajp25.htm>

執筆者紹介 岡 鼻 潤 (Jun Okahana)

2002年日本ユニシス(株)入社. Eテクノロジー&サービス部にてRFIDなどのユビキタス技術に関する調査・実証実験に取り組む. その後ユビキタス技術を利用したシステムの開発や調査, Eラーニングシステム「RENANDI」の開発担当を経て, 現在, 共通利用技術部システム基盤技術室に所属.