한국산학기술학회논문지
Vol. 12, No. 3 pp. 1417-1426, 2011

디지털펜과 필기체인식 기술을 이용한 수기문서 전자화 프레임워크

손봉기[1*], 김학준[2]
[1]서원대학교 컴퓨터공학과, [2]호원대학교 전기정보통신학부

A Framework for Digitalizing Handwritten Document using Digital Pen and Handwriting Recognition Technology

Bong-Ki Son[1*] and Hak-Joon Kim[2]
[1]**Department of Computer Engineering, Seowon University**
[2]**Division of Electrical, Information&Communication Engineering, Howon University**

요 약 아직도 다양한 비즈니스 현장에서는 업무특성이나 법률적 제약 때문에 종이문서로 정보를 취득하고 있다. 이러한 수기문서는 IT 시스템을 통한 실시간 정보 처리와 관리를 위해 전자화 과정을 거쳐 디지털 문서로 변환되어야 한다. 기존의 문서 전자화 시스템은 수기문서를 스캐닝과 후처리 작업을 거쳐 전자화하기 때문에 연속적인 업무 처리가 어렵다. 이 논문에서는 디지털펜과 필기체인식 기술을 이용한 수기문서 전자화 프레임워크인 LiveForm을 제안한다. 또한, 제안한 프레임워크의 적용가능성을 보이기 위해 LiveForm 기반 산업특수가스 유통 서비스를 구현하고 적용 효과를 분석한다. LiveForm은 디지털펜으로 절대좌표값이 인쇄된 종이문서를 작성하면 작성문서와 동일한 디지털이미지를 생성하고, 기록 정보는 필기체인식을 통해 디지털 문자로 변환하여 업무시스템에 자동으로 입력한다. LiveForm 기반 응용시스템은 종이문서 기반 정보 취득이 많은 업무에서 문서 전자화를 위한 스캐닝과 데이터 수동입력없이 취득한 정보를 업무시스템 자동으로 반영할 수 있어 업무 프로세스를 대폭 개선할 수 있다.

Abstract Business still relies heavily on pen and paper for legal reasons or convenience. The handwritten document is to be converted into digitalized document for IT system to manage and process in real time. Because the previous document digitalization systems convert the handwritten documents into digitalized documents by scanning and post-processing the documents, it is difficult to seamlessly proceed the work process. This paper proposes the LiveForm, a framework for digitalizing handwritten document using digital pen and handwriting recognition technology. To prove the applicability of the proposed LiveForm, we also implement a LiveForm based service in industrial gas distribution process and analyze effects of the system. The LiveForm generates the same digital image as the handwritten document by writing up the paper with absolute coordinates by digital pen and converts the handwriting data to digital text to insert the information into back-end system. The LiveForm based system eliminates scanning for document digitalization and data input with keyboard into back-end system in paper-based information gathering. Therefore, it is possible for the LiveForm to improve work process in various business areas.

Key Words : Digital Pen, Handwriting Recognition, Document Digitalization, Process Improvement

1. 서론

PDA, 타블렛, 휴대용 컴퓨터 등 다양한 정보기기의 발전과 더불어 비즈니스 현장에서 종이없는 업무 환경을 추구하여 왔지만, 아직까지도 많은 업무에서는 과다한 데이터 입력, 문자 뿐만 아니라 스케치 등의 정보 반영, 높은 이동성, 열악한 작업 환경과 날씨에서의 사용을 요구하는 업무 특성이나 원본 보관 등의 법률적인 제약으로 인해 종이문서를 통해 정보를 취득하고 있다[1,2]. 종이문서 기반 업무는 중앙집중식 관리가 어렵고, 문서의 우

*교신저자 : 손봉기(bksohn@seowon.ac.kr)
접수일 10년 09월 28일 수정일 11년 02월 17일 게재확정일 11년 03월 10일

선순위를 부여할 수 없을 뿐만 아니라 수작업으로 문서를 분류 및 전달해야 함으로써 비효율적인 업무 프로세스의 원인이 되고 있다. 따라서, 종이문서를 통해 취득한 정보의 효율적인 관리와 활용을 위해서는 종이문서를 전자화하고 업무시스템에 반영해야 한다. 많은 소프트웨어 벤더나 시스템 통합업체는 종이문서를 디지털화하는 문서 전자화 시스템(Document Digitalization System)을 개발하여 왔다[3-5]. 문서 전자화 시스템은 종이문서에 대한 전자화 문서를 생성하고 관리하는 시스템으로 전자화 문서는 '종이문서 그 밖에 전자적 형태로 작성되지 않은 문서를 스캐너 등을 통하여 정보처리시스템이 처리할 수 있는 형태로 변환한 문서로서 일종의 전자문서'로 정의하고 있다[6].

기존의 문서 전자화 시스템은 사무실 이동, 사본 생성을 위한 스캐닝, 기록 정보의 업무시스템 반영을 위한 데이터 수동입력 작업을 거쳐 작성한 종이문서를 전자화한다. 스캐닝과 데이터 수동입력을 통한 문서 전자화는 현장 정보의 실시간 업무시스템 반영 및 공유를 어렵게 하기 때문에 전통적인 종이문서 기반 업무 프로세스를 개선하는 데는 한계가 있다. 또한, 스캐너를 이용하는 문서 전자화 시스템은 도입 및 운용 비용이 높고, 이동 업무 환경을 지원하기 어려운 단점이 있다.

비즈니스 현장 정보를 업무시스템에 실시간으로 반영하기 위해 PDA, 타블렛, 휴대용 컴퓨터 등의 기기를 활용할 수 있으나, 과다한 데이터 및 스케치 정보 입력, 열악한 작업환경과 날씨, 친숙하지 못한 사용자 인터페이스, 사용의 어려움 등으로 인한 사용자들의 거부감과 추가업무 때문에 활용도가 낮은 편이다[7,8]. 또한, 원본보관 등의 법률적인 제약으로 인해 반드시 종이문서를 전자화해야 하는 금융, 보험, 공공 등의 분야에는 적용의 한계가 있다.

디지털펜 기술(Digital Pen Technology)은 전통적인 펜과 종이의 이동성, 사회적 수용성과 취득 정보의 디지털화 기술을 결합한 것으로 사용자가 종이나 터치스크린에 작성한 문자, 심볼, 스케치 등의 모든 정보를 디지털화하여 이미지 파일로 변환하는 기술이다[9]. 필기체인식 기술(Handwriting Recognition Technology)은 래스터 이미지(raster image)나 전자적 펜으로 생성한 디지털 잉크(digital ink)를 컴퓨터가 읽을 수 있는 디지털 문자로 변환하는 기술이다[10]. 디지털펜과 필기체인식 기술은 현장 정보를 기록한 종이문서를 스캐닝 작업없이 전자화하고, 데이터 수동입력없이 자동으로 업무시스템에 반영할 수 있는 문서 전자화 시스템 구축에 적용될 수 있다. 이러한 기술을 활용함으로써 현장 정보의 취득과 업무시스템 반영이 연속적으로 이루어져 업무 프로세스를 대폭 개선할 수 있고, 고가의 스캐너 등의 문서 전자화 장비가 필요치 않아 도입 및 운용 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 인간 친화적인 디지털펜과 종이를 기반으로 정보를 취득하기 때문에, 사용자 거부감이 적고, 다양한 형태의 정보를 효율적으로 입력할 수 있을 뿐만 아니라 열악한 작업 환경과 날씨에서도 사용이 가능하다.

이 논문에서는 디지털펜과 필기체인식 기술을 이용한 수기문서 전자화 프레임워크인 LiveForm을 제안한다. 또한, 제안한 프레임워크의 적용가능성을 보이기 위해 LiveForm 기반 산업특수가스 유통 서비스를 구현하고 적용 효과를 분석한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구로 디지털펜과 필기체인식 기술을 소개하고, 3장에서는 디지털펜과 필기체인식 기술을 이용한 수기문서 전자화 프레임워크인 LiveForm을 제안한다. 4장에서는 제안한 프레임워크 기반의 산업특수가스 유통 서비스 구현 결과를 보이고, 5장에서는 LiveForm 적용 효과의 분석을 통해 제안한 프레임워크를 평가한 후, 6장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 디지털펜 기술

디지털펜 기술은 크게 펜의 움직임을 초음파나 적외선을 이용해 삼각측량법으로 인식하는 삼각측량 방식, Wacom과 같은 제조업체가 생산한 그래픽 타블렛 방식, 디지털 카메라가 내장된 펜과 절대좌표를 인식할 수 있는 패턴이 인쇄된 종이를 이용하는 DPP (Digital Pen and Paper) 방식이 있다[11].

삼각측량 방식은 초음파나 적외선으로 디지털펜까지의 거리를 측정하여 입력정보를 인식하기 때문에, 인식 해상도 및 정확도가 떨어지고, 문서양식을 적용할 수 없어 개인용 학습 보조도구나 엔터테인먼트 등의 BtoC (Business to Consumer) 분야에 적용되고 있다. 그래픽 타블렛 방식은 일반종이를 사용하지 않고, 입력 정보의 인식 해상도 및 정확도가 비교적 높은 편이나 문서양식 적용을 위한 개발 비용이 높고, 이동성이 낮아 의료 분야에 제한적으로 사용되고 있다.

이에 반해, DPP 방식은 절대좌표를 인코딩한 정교한 패턴과 이를 디코딩하는 디지털펜을 사용하기 때문에 입력 정보의 인식 해상도와 정확도가 높고, 문서양식의 자동 인식이 가능하여 의료, 건설, 건축, 교육, 공공 등의 BtoB(Business to Business) 분야에 적용되고 있다. Anoto Functionality는 DPP 방식의 표준으로 정교한 수학적 알

고리즘으로 생성한 절대좌표 패턴, 패턴 상에서의 디지털펜 궤적을 인식하고 저장할 수 있는 디지털펜, 패턴 인쇄 기법을 통칭한다[12].

2.1.1 Anoto 패턴

그림 1에서 보는 바와 같이, Anoto 패턴은 0.3mm 간격의 정방 격자를 중심으로 100μm 크기의 점을 상하좌우 중 한 곳으로 배치하여 생성한 절대좌표 체계이다. 각 점의 배치 정보는 2비트로 표현될 수 있고, 디지털펜이 인식할 수 있는 패턴의 범위가 6×6개의 점이기 때문에 $4^{6\times6}=4^{36}=2^{72}$개의 유일한 조합을 만들어 낼 수 있다. 이러한 방식으로 60,000,000 km^2 넓이의 구별되는 패턴(unique pattern)을 생성할 수 있다.

방대한 Anoto 패턴은 작고 식별가능한 Page단위로 분할하여 관리된다. 256개의 Page는 Book단위로 그루핑되고, Book은 Shelf 단위로, Shelf는 Segment 단위로 그루핑되어 관리된다. 각각의 Page는 주소에 의해 식별되며, 주소는 *segment.shelf.book.page*와 같은 네 숫자의 조합으로 이루어진다. 예를 들어, 패턴 Page 주소 1.2.3.4는 1번 Segment의 2번 Shelf의 3번 Book의 4번 Page에 해당되는 패턴을 의미한다. 패턴은 필요에 따라 A0, A2, A4 크기로 업무 양식 레이아웃에 추가되어 사용된다.

패턴 Page는 디지털펜이 해당 영역의 펜스트로크(pen strokes)를 처리하는 방식을 정의한 Drawing area, User area, Pidget 구성요소를 포함할 수 있다. Drawing area는 사용자가 작성한 문자나 스케치를 펜스트로크로 처리하는 영역이고, User area는 Drawing area를 더 작은 단위로 처리하기 위해 분할한 것이다. Pidget은 데이터 전송, 삭제, 새로운 문서 작성 등과 같이 디지털펜의 내부 동작을 제어하는 구성요소이다. 예를 들어, Magic Box는 디지털펜 내부 메모리에 저장된 데이터를 블루투스(Bluetooth) 방식으로 페어링된 기기로 전송하는 기능을 정의한 것이다. Pidget은 업무 양식 레이아웃에 패턴과 함께 추가될 수 있고, 디지털펜으로 이 부분을 체크하였을 때, 디지털펜은 이를 인식하여 정해진 기능을 수행한다.

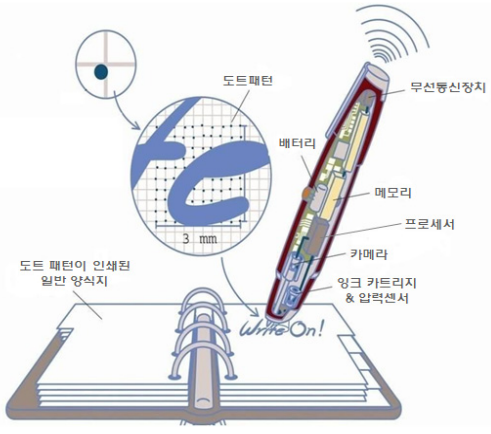
양식 디자인 과정을 통해 업무 양식 레이아웃에 추가된 패턴과 구성요소들의 위치 및 영역 정보는 XML 형식의 PAD(Paper Application Definition) 파일로 저장된다. 양식 레이아웃, 그래픽, 패턴, Pidget 등의 출력정보는 PS(Post Script) 파일로 저장되고, 디지털이미지 생성 시 사용되는 배경 이미지는 PNG(Portable Networks Graphics) 파일로 저장된다.

양식지는 PS 파일을 출력한 종이로 CMYK(Cyan-Magenta-Yellow-blacK) 컬러 모델 지원 프린터로 인쇄한다. 패턴과 Pidget은 탄소를 포함한 K잉크로, 양식 레이아웃은 CMY잉크 조합으로 인쇄하면 디지털펜에 내장된 적외선 카메라가 탄소로 이루어진 패턴만 인식하여 디지털펜의 궤적 즉, 펜 스트로크에 대한 절대좌표를 추출한다.

2.1.2 Anoto 디지털펜

Anoto 디지털펜은 그림 1과 같이 일반적인 펜과 유사한 외형이지만 적외선 카메라, 이미지 처리 프로세서, 블루투스 무선 통신장치, 메모리 등이 내장되어 있다. 디지털펜은 압력센서가 양식지와의 접촉 여부를 감지하면서 동작하는데, 방향센서(Orientation Sensor)는 양식지와 디지털펜의 각도를 결정하고, 디지털카메라는 초당 100번 정도 촬영한다[13]. 이미지 처리 프로세서는 촬영된 Anoto 패턴의 이미지로부터 절대좌표를 추출하여 PGC(Pen Generated Coordinates) 형식으로 메모리에 저장한다. 디지털펜이 USB(Universal Serial Bus) 크래들에 도킹되거나 데이터 전송 Pidget이 체크되면, 데이터 전송 모듈은 USB 또는 블루투스 방식으로 PGC를 처리 어플리케이션으로 전송한다.

디지털펜은 펜스트로크의 절대좌표 뿐만 아니라 펜과 양식지의 접촉세기, 작성속도, 작성시간, 펜의 기울기와 회전각 정보를 같이 전송하는데, 이러한 정보는 디지털이미지 생성을 위한 렌더링과 필기체인식에 중요한 정보로 사용된다.



[그림 1] Anoto 패턴과 디지털펜 구조

2.2 필기체인식 기술

필기체인식 기술은 처리하는 파일 형식에 따라 크게 전자적 펜으로 생성한 디지털 잉크를 처리하는 on-line 방식과 래스터 이미지로부터 문자를 인식하는 off-line 방식으로 구분된다. off-line 방식은 스캐너, 디지털 카메라나 다른 디지털 입력장치로 생성한 래스터 이미지를 입

력받아 컬러 또는 그레이 스케일 패턴에 기반한 임계치 기법(threshold technique)으로 이미지 픽셀을 1또는 0으로 이진화하여 문자를 인식한다. off-line 방식은 작성된 종이문서를 스캐닝하여 스캔 이미지를 전처리한 후에 진행하기 때문에 필기 방식이나 순서에 대한 순간적인 정보(temporal information)를 분류기(classifier)가 알 수 없다. 따라서 이미지에 대한 부가적인 정보없이 이미지만으로 필기체인식을 하기 때문에 on-line 방식에 비해 인식 정확도가 떨어진다[10].

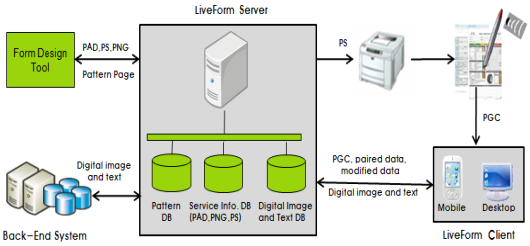
on-line 기법은 압력를 감지하는 디지털 타블렛이나 Anoto의 도트패턴 양식지를 디지털펜으로 작성함에 따라 생성되는 x,y 좌표값의 열로 표현되는 디지털 잉크를 입력받아 디지털 문자로 변환한다. on-line 기법은 필기에 대한 순간적이고 동적인 정보 즉, 펜스트로크의 순서정보를 이용하기 때문에, off-line기법에 비해 인식 정확도가 높다. 대표적인 필기체인식 소프트웨어 벤더는 Vision Objects[14], A2iA[15], Ariolis[16], riteScript[17] 등이 있는데, Vision Objects사의 MyScript는 한국어를 지원하는 대표적인 on-line 필기체인식 엔진이다.

필기체인식 기술을 이용하면, 수기작성 데이터를 디지털 문자로 변환하여 CRM(Customer Realtionship Managment), EMR(Electronic Medical Records), ERP(Enterprise Resource Planning)와 같은 업무시스템에 자동으로 입력할 수 있다. 필기체인식 기술을 적용할 수 있는 디지털펜이나 스타일러스 같은 전자적 펜을 통한 데이터 입력과 키보드를 통한 수동입력 방식은 업무 프로세스의 효율성에 많은 영향을 미친다. 특히, on-line 필기체인식 기술은 기록과 동시에 필기체인식을 통한 데이터 자동입력이 가능해 업무 프로세스를 개선할 수 있다. 또한, 일반 사용자는 펜을 이용한 필기 입력을 키보드 입력에 비해 훨씬 자연스럽고 쉽게 받아들이는 장점이 있다.

3. LiveForm 프레임워크

3.1 LiveForm 구성 및 워크플로우

이 논문에서 제안하는 수기문서 전자화 프레임워크 LiveForm의 구성 및 워크플로우는 그림 2와 같다. LiveForm은 크게 FDT(Form Design Tool), LiveForm 서버, LiveForm 클라이언트, 디지털펜으로 구성된다.



[그림 2] LiveForm 구성 및 워크플로우

FDT는 MS-Word, 한글 등과 같은 문서편집기로 작성하여 PDF 파일로 변환한 업무양식 레이아웃에 Anoto 패턴, Drawing area, User area, Pidget과 같은 구성요소를 추가하고, 업무양식에 대한 PAD, PNG, PS 파일을 서버에 서비스 정보로 등록하는 양식 디자인 도구이다. LiveForm 서버는 LiveForm 클라이언트로부터 수신한 PGC 데이터에 대한 디지털이미지와 User area에 대해 필기체인식하여 디지털 문자를 생성한다. LiveForm 클라이언트는 디지털펜으로부터 USB나 블루투스 방식으로 PGC를 수신하여 서버로 전송한다.

LiveForm 기반의 응용 서비스 구축은 적용 업무를 분석하여 사용할 양식을 결정하는 것으로 시작되는데, 상세 구축 절차는 표 1과 같다.

[표 1] LiveForm 기반 응용 서비스 구축 절차

① 업무에 필요한 양식 레이아웃을 문서편집기로 작성한 후 PDF 파일로 변환한다.
② FDT를 이용하여 PDF 파일에 Anoto 패턴을 추가한다.
③ 업무 특성을 고려하여 필기체인식, 항목선택, 이미지 캡쳐 영역을 User area로 설정하고, 디지털펜의 내부동작을 제어하는 Pidget을 추가한다.
④ FDT로 생성한 업무양식의 구조정보, 배경 이미지, 인쇄정보에 대한 PAD, PNG, PS 파일을 서버에 서비스 정보로 등록한다.
⑤ User area 단위로 취득한 정보를 처리할 서비스 로직과 저장할 DB를 생성하여 서버에 등록한다.
⑥ 각 서비스에 대한 PGC를 전송할 서버 정보를 클라이언트에 등록한다.
⑦ 서비스에 대한 PS 파일을 인쇄하여 업무에 사용할 양식지를 준비한다.

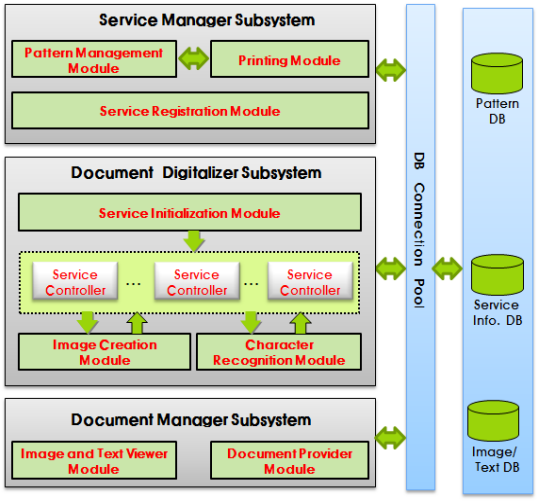
LiveForm 기반 수기문서 전자화는 업무 현장에서 인쇄된 양식지를 디지털펜으로 작성한 후, 표 2와 같은 절차로 이루어진다.

[표 2] LiveForm 기반 문서 전자화 절차

① 사용자는 디지털펜으로 양식지를 작성하고, USB나 블루투스 방식으로 PGC를 클라이언트로 전송한다.
② 클라이언트는 서비스를 식별하여 해당 서버로 전송한다. 서비스에 대해 미리 정의된 루틴이 있으면 이미지, 사운드, 동영상, GPS 데이터 등을 PGC 데이터와 결합하여 서버로 전송한다.
③ 서버는 PGC 데이터를 수신하고 서비스를 식별한다.
④ 서버는 식별된 서비스에 대한 PAD 파일을 참조하고 PNG 파일을 배경 이미지로 하여 Drawing area 영역에 전체 PGC를 렌더링하여 디지털이미지를 생성한다.
⑤ 서버는 User area에 대한 부분 PGC를 미리 정의된 필기체 인식, 항목선택, 이미지 캡쳐하여 데이터베이스에 저장한다.
⑥ 클라이언트는 서버의 처리 결과인 디지털이미지와 필기체인식 결과를 수신하고, 사용자는 확인한다.
⑦ 업무시스템은 서버로부터 제공되는 디지털이미지와 디지털 문자를 이용해 업무 프로세스를 진행한다.

3.2 LiveForm 서버 구조

LiveForm 서버는 클라이언트로부터 PGC 데이터를 수신하여 처리 서비스에 대한 PNG와 PAD 파일을 이용하여 렌더링을 통한 디지털이미지와 필기체인식 결과로 디지털 문자를 생성한다. 그림 3에서 보는 바와 같이 LiveForm 서버는 크게 Service Manager Subsystem, Document Digitalizer Subsystem, Document Manager Subsystem으로 구성된다.

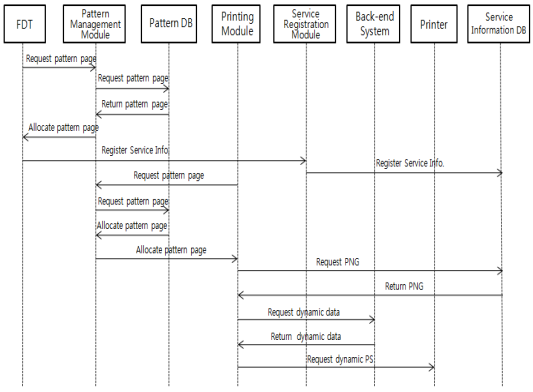


[그림 3] LiveForm 서버 구조

3.2.1 Service Manager Subsystem

Service Manager Subsystem은 양식 디자인에 사용되는 패턴을 관리하고, 업무시스템의 데이터를 양식지에 동적으로 반영하여 출력하며, PNG, PAD, PS 파일과 같은 서비스 정보를 등록하는 서브시스템으로서, Pattern Management Module, Printing Module, Service Registration Module로 구성된다.

Pattern Management Module은 FDT를 이용한 양식 디자인 작업과 Printing Module에 필요한 패턴을 제공하고 관리한다. Printing Module은 서비스의 PNG 파일에 동적으로 할당되는 패턴과 업무시스템의 가변적인 데이터를 결합하여 양식지를 출력한다. Service Registration Module은 양식 디자인 결과로 생성되는 서비스 정보 즉, PS, PNG, PAD 파일을 서버에 등록한다. 그림 4는 Service Manager Subsystem의 구성 모듈들의 상호작용을 나타낸 순차 다이어그램이다.



[그림 4] Service Manager Subsystem의 순차 다이어그램

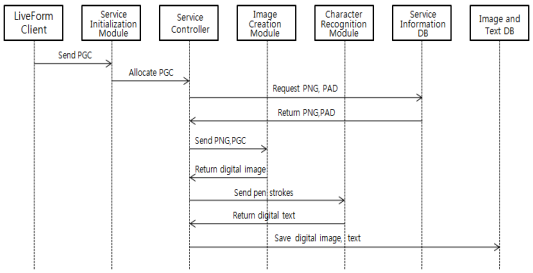
3.2.2 Document Digitalizer Subsystem

Document Digitalizer Subsystem은 디지털펜으로 작성한 양식지에 대한 문서 전자화를 수행하는 서브시스템으로, Service Initialization Module, Service Controller, Image Creation Module, Character Recognition Module로 구성된다.

Service Initialization Module은 클라이언트로부터 수신된 PGC를 서비스별 PGC로 분할하고, 각 서비스를 처리하는 Service Controller를 활성화시킨다. Service Controller는 Image Creation Module을 통해 서비스에 대한 디지털이미지를 생성하고, 미리 정의된 영역 즉, User area의 펜스트로크에 대해 Character Recognition Module을 호출하여 필기체인식한 디지털 텍스트를 Image and Text DB에 저장한다.

Image Creation Module은 PGC의 좌표값, 접촉세기, 작성속도, 펜의 기울기와 회전각 정보를 이용하여 복원한

펜스트로크를 PNG 파일에 추가하여 디지털이미지를 생성한다. Character Recognition Module은 펜스트로크를 잉크 파일 형식으로 변환하여 필기체인식 엔진을 통해 펜스트로크에 대한 디지털 텍스트를 생성하여 Service Controller에 반환한다. 그림 5는 Document Digitalizer Susystem의 구성 모듈들의 상호작용을 나타낸 순차 다이어그램이다.



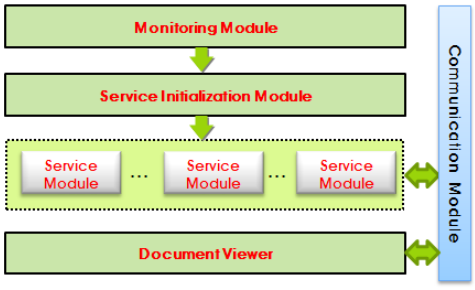
[그림 5] Document Digitalizer Subsystem의 순차 다이어그램

3.2.3 Document Manager Subsystem

이 서브시스템은 클라이언트에 문서 전자화 결과에 해당되는 디지털이미지와 텍스트를 전송하고, 수정 결과를 반영하는 Image and Text Viewer Module과 업무시스템에 전자화 문서와 디지털 텍스트를 제공하는 Document Provider Module로 구성된다.

3.3 LiveForm 클라이언트

LiveForm 클라이언트는 디지털펜으로부터 PGC 데이터를 수신받아 서비스를 식별하여 해당 서버로 PGC를 전송한다. 클라이언트는 데스크탑 클라이언트와 모바일 클라이언트로 구분되지만 그림 6과 같은 동일한 구조를 가진다. LiveForm 클라이언트는 Monitoring Module, Service Initialization Module, Service Module, Document Viewer로 구성된다.



[그림 6] LiveForm 클라이언트 구조

Monitoring Module은 USB 또는 블루투스 통신 방식으로 수신되는 PGC를 저장하는 특정 폴더를 모니터링하다가 수신된 PGC를 Service Initialization Module로 전달한다. Service Initialization Module은 PGC의 서비스를 식별하여 해당 서비스를 처리하는 Service Module에 전달한다. Service Module은 각 서비스 처리로직을 구현한 것으로 필요에 따라 PGC와 이미지, 동영상, 사운드, GPS 등의 부가 데이터를 결합하여 서버로 전송한다. Document Viewer는 전송한 PGC에 대한 문서 전자화 결과를 확인하고, 필기체인식 결과를 수정할 수 있는 기능을 제공한다.

LiveForm 클라이언트에 새로운 서비스의 추가는 PGC와 부가 데이터 결합 로직과 처리 서버 주소를 명시한 Service Module 등록만으로 이루어진다.

LiveForm 프레임워크 기반 응용 서비스 개발은 서비스에 필요한 업무양식 디자인, 서비스 정보와 서비스 처리를 위한 Service Controller의 서버 등록, PGC를 처리 서버로 전송하는 Service Module의 클라이언트 등록만으로 가능하다. 따라서, LiveForm을 기반으로 한 수기문서 전자화 시스템 구축 시 쉽게 서비스를 확장할 수 있다.

4. LiveForm 구현 및 적용사례

4.1 LiveForm 구현 환경

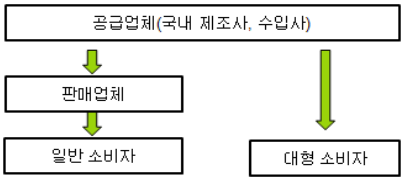
LiveForm 구현에 적용된 디지털펜과 필기체인식 기술은 각각 Anoto사의 Anoto Functionality와 Vision Objects사의 MyScript 엔진이고, 구현 환경은 표 3과 같다. 모바일 클라이언트는 Windows Mobile 6.x 이상의 플랫폼을 대상으로 설계하였고, 실제 구현 및 테스트는 삼성 SCH-M480, SCH-M490, SCH-M495 플랫폼에서 수행하였다.

[표 3] LiveForm 구현 환경

구현 환경	서버	데스크탑 클라이언트	모바일 클라이언트
운영 체제	Windows Server 2003	Windows XP/Vista	Windows Mobile 6.x
적용 프레임 워크	Struts 2.x, Spring 2.x, iBatis 2.3	.net Framework 3.x	.net Compact Framework 3.x
구현 언어	Java,JSP	C#	C#
기타	WAS(Tomcat 5.x, Apache 2.x)		

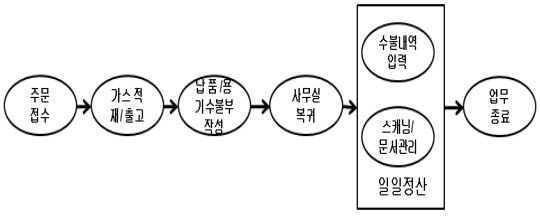
4.2 산업특수가스 유통업무 분석

의료, 건설, 반도체, 일반 제조산업의 발달과 청정 에너지에 대한 수요 증가와 비례하여 질소, 산소, 아르곤 같은 산업특수가스의 유통량도 꾸준히 증가하고 있다. 산업특수가스의 유통은 그림 7과 같이 국내제조사 또는 수입사와 같은 공급업체가 판매업체에 공급하면 판매업체가 일반 소비자에게 판매하는 구조를 가지고 있다.



[그림 7] 산업특수가스 유통 구조

공급업체와 판매업체 간의 일반적인 유통업무는 그림 8과 같이, 판매업체의 주문 접수나 과거 거래 경험을 바탕으로 한 예상발주로 업무가 시작된다. 주문 내역에 따라 가스를 적재하여 판매업체로 이동 후 납품하고, 공급업체와 판매업체의 거래내역을 기록하는 용기수불부를 각각 작성하고 확인한다. 용기수불부를 이중으로 작성하는 이유는 산업특수가스의 용기가 고가이고, 거래 내역에 대한 분쟁 가능성를 줄이기 위해서다. 납품이 완료되면 일일정산을 위해 사무실로 복귀하여 용기수불부 기록 내용을 업무시스템에 입력하고, 거래내역에 대한 분쟁에 대비해 용기수불부 원본을 스캐닝하여 디지털화하거나 문서보관소에 보관함으로써 업무를 종료하고 있다.



[그림 8] 산업특수가스 유통업무 프로세스

현재의 산업특수가스 유통업무의 비효율적인 측면은 다음과 같다.

첫째, 용기수불부 작성 후, 문서 전자화를 위한 데이터 재입력과 스캐닝 작업을 수행함으로써 연속적인 업무 진행이 어렵다.

둘째, 실시간 매출 및 재고 현황, 배달기사 위치파악이 어렵다.

셋째, 배달업무 종료 후에 일일정산이 이루어지기 때문에, 추가근무가 일상적으로 발생하여 인건비가 높아지고, 업무 만족도가 떨어진다.

4.3 LiveForm 기반 산업특수가스 유통 서비스 구현

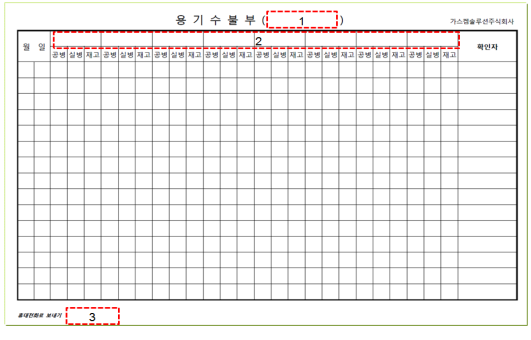
이 논문에서 제안한 LiveForm 기반 산업특수가스 유통 서비스 개발은 용기수불부 양식 디자인, 서비스 로직 구현, 서비스 정보와 서비스 로직의 서버 및 클라이언트 등록, 양식지 출력 단계로 이루어진다.

4.3.1 용기수불부 양식 디자인

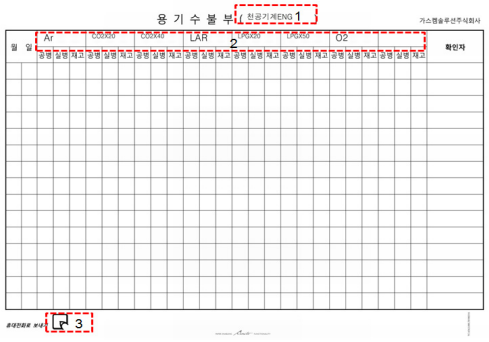
양식 디자인은 FDT를 이용해 업무에 적용되는 정형화된 양식 레이아웃에 패턴, User area, Pidget을 추가하여 서비스 정보를 생성하는 작업이다.

산업특수가스 유통업무에서 가스별로 다른 용기를 사용하고, 용기가 고가의 자산이기 때문에 납품(실병), 회수(공병), 재고 수량을 정확히 파악하는 것이 중요하다. 또한, 공급업체는 다수의 판매업체와 거래를 하며 각 판매업체가 취급하는 특수가스의 종류는 다르다. 따라서, 동일한 용기수불부를 사용하지만 판매업체 이름과 취급 특수가스의 종류는 동적으로 처리되어 양식지에 반영되어야 한다.

이러한 업무 특성을 고려하여 산업특수가스 공급업체와 판매업체 간의 거래내역을 기록하기 위한 용기수불부 양식 레이아웃은 그림 9와 같다. 용기수불부 양식 레이아웃은 양식지 출력 시에 1번 점선 사각형 부분에는 판매업체 이름, 2번에는 판매업체가 취급하는 특수가스 종류를 판매업체 정보 데이터베이스로부터 동적으로 검색하여 추가하기 위해 공백으로 디자인한다. 또한, 3번 점선 사각형 부분은 디지털펜으로 작성한 정보를 블루투스 방식으로 페어링된 기기로 전송하는 Magic Box Pidget을 삽입할 자리로 비워둔다.



[그림 9] 용기수불부 양식 레이아웃



[그림 10] 용기수불부 양식지

그림 10은 용기수불부 양식을 디자인하고 출력한 최종 양식지로 용기수불부 레이아웃에 거래업체 천공기계ENG와 취급 가스 CO2×20, CO2×40, LAR, LPG×20, LPG×50, O2가 추가되었고, Magic Box Pidget이 추가되었다.

양식 출력정보를 나타내는 PS 파일, 양식의 구조정보를 나타내는 XML 형식의 PAD 파일, 디지털이미지 생성 시 배경 이미지로 사용되는 PNG 파일은 양식 디자인 과정에서 생성되며, 서버에 등록하여 양식지 출력과 디지털 이미지 및 디지털 문자 생성 시 사용된다. 표 4는 용기수불부 양식의 구조정보를 나타내는 PAD 파일의 일부분을 나타낸 것으로, 패턴 주소, Pidget의 종류 및 위치, 필기체 인식할 User area의 위치 및 영역 정보를 나타내고 있다.

[표 4] 용기수불부의 PAD 파일

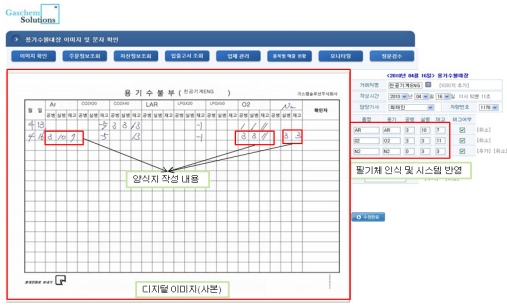
```
<page address="81.232.7.135" name="Gas_Chem">
  /** 용기수불부 서비스 적용 페이지 주소*/
  <layout height="990" image="Gas_Chem_1200. png"
width="700">
    /**렌터링 시 사용할 배경이미지*/
    <position left="594" name="Send PGC page to Mobile -
d (8x8 mm)-L32-T2004" top="889"/>
      /**피젯의 종류와 위치 정보*/
    <position left="0" name="drawingarea_0" top="0"/>
  </layout>

  <drawing_area height="700" left="32"
name="drawingarea_0" top="32" width="990">
    <user_area height="22" left="87" name="MONTH_1"
top="182" width="21">
      <application_info name="type" value="number"/>
    </user_area>
  /**첫번째 월 부분의 좌표 및 필기체 인식 영역 지정*/
    <user_area height="22" left="117" name="DAY_1"
top="182" width="21">
      <application_info name="type" value="number"/>
    </user_area>
  /**첫번째 일 부분의 좌표 및 필기체 인식 영역 지정*/
    ....
  </drawing_area>
</page>
```

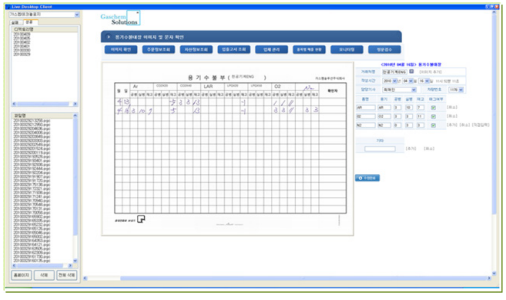
4.3.2 구현 결과

양식 디자인이 완료되면 용기수불부 서비스 정보를 서버에 등록하고, 서비스 처리 로직을 구현하여 서버와 클라이언트에 등록한 후, 양식지를 출력하여 산업특수가스 유통업무에 적용한다. 그림 11은 산업특수가스 유통 서비스를 LiveForm 기반으로 구현한 결과로서 공급업체와 판매업체 천공기계ENG의 4월 13일과 4월 16일의 거래 기록내역이 서버에서의 디지털이미지 생성과 필기체인식 결과로 업무시스템에 자동으로 반영된 것을 보이고 있다.

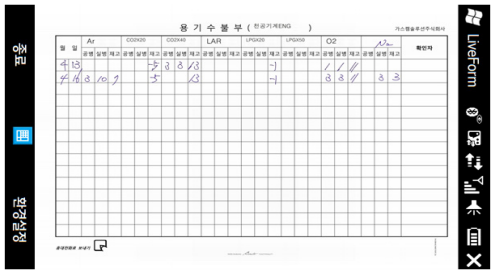
그림 12는 데스크탑 클라이언트의 실행 결과를 보인 것으로, 전송한 PGC의 리스트를 성공과 실패로 분류하여 관리하고, 서버에서의 문서 전자화 결과를 확인하고 필기체인식 결과를 수정할 수 있다. 그림 13은 모바일 클라이언트 실행 화면으로 PGC의 전송 확인과 처리결과 확인 기능을 구현하였다.



[그림 11] 디지털이미지 생성 및 필기체인식 결과



[그림 12] 데스크탑 클라이언트 실행화면



[그림 13] 모바일 클라이언트 실행화면

5. LiveForm 프레임워크의 평가

5.1 업무 프로세스 개선

기존의 산업특수가스 유통업무에서는 종이문서 형태의 용기수불부 관리, 데이터 수동입력, 스캐닝, 사무실 복귀 등과 같은 작업이 비효율적인 업무 프로세스 원인이 되었다.

이에 반해, 제안한 프레임워크를 기반으로 하면 그림 14와 같이 사무실 복귀나 일일정산을 위한 데이터 수동입력과 스캐닝 작업없이 용기수불부 작성과 동시에 거래내역이 업무시스템 반영되기 때문에 업무 프로세스를 대폭 개선할 수 있다.

[그림 14] LiveForm 기반 업무 프로세스

5.2 정량적 효과 분석

표 5는 배달기사 15명, 관리직원 1명, 경리직원 1명인 산업특수가스 공업업체에 LiveForm 기반 시스템을 적용한 결과로서 도입 전,후의 시간 및 비용 측면의 정량적 효과를 나타낸 것이다.

[표 5] LiveForm 기반 시스템 도입 효과

평가 항목	도입 전	도입 후
수불내역 취합 및 입력 (추가근무)	3시간	없음
	3시간*7000원=2,1000원	작성과 동시에 이루어짐
용기수불부 회수(추가근무)	1시간	없음
	1시간*7,000원=7,000원	작성과 동시에 이루어짐
배달기사 추가 근무	1시간*15명=15시간	없음
	15시간*8,000원=120,000원	
실시간 매출 및 재고 집계	9시간*2명=18시간	없음
	업무시간동안 전화로 확인	작성과 동시에 집계됨
통화 시간(차량 위치 및 매출 파악)	5분*15명=75분	없음
	요금: 18원/10초 18원*450=8100원	작성과 동시에 이루어짐
사무실 복귀	평균 10*km*15명=150km	없음
	연비: 10*km*/ℓ 유류비: 2000원/ℓ 2,000원*15=30,000원	
스캐닝 작업 시간	1시간	없음
	1시간*7,000원=7,000원	작성과 동시에 이루어짐

LiveForm 기반 산업특수가스 유통업무 시스템을 도입함으로써 배달업무 종료 후의 사무실 복귀, 용기수불부 회수 및 취합, 수불내역의 업무시스템 입력, 스캐닝 작업 및 서류 관리 작업이 없어진다. 또한, 실시간 매출 및 위치 파악이 가능해 관리직원과 배달기사 사이의 통화량이 감소하게 된다. 도입 비용효과를 정량화해보면 1일 근무일에 약 193,100원의 비용이 절감되어 연간 약 0.5억원의 비용 절감 효과가 있을 것으로 예상된다.

5.3 정성적 효과 분석

LiveForm 기반 산업특수가스 유통시스템 도입으로 얻을 수 있는 정성적 효과는 다음과 같다.

첫째, 용기수불 정보의 실시간 처리로 매출현황 및 재고의 실시간 집계가 가능하여 유통 업무의 시간, 비용, 인력을 절감할 수 있다.

둘째, 거래처와 분쟁 발생 시, 원본 이미지 대조를 통해 분쟁을 해소할 수 있다.

셋째, 전통적인 펜과 종이 프로세스와 이동업무 지원을 통한 사용의 편리함과, 유통업무 완료 후의 추가 업무를 근절할 수 있어 직원의 업무 만족도를 높일 수 있다.

6. 결론

이 논문에서는 디지털펜과 필기체 인식 기술을 이용하여 종이문서 기반 정보 취득 및 문서 전자화 프로세스를 개선할 수 있는 수기문서 전자화 프레임워크를 제안하였다. 또한, 적용가능성을 보이기 위해 LiveForm 기반의 산업특수가스 유통 서비스를 구현하고, 적용 효과 분석을 통해 제안한 프레임워크를 평가하였다.

제안한 프레임워크는 비즈니스 현장에서 작성한 문서를 스캐닝과 데이터 수동입력없이 전자화하여 업무 프로세스를 대폭 개선할 수 있다. 또한, 종이문서 기반 정보 취득이 많은 건설, 건축, 의료, 교육, 공공, 제조 분야에 적용될 수 있으며, 다음과 같은 도입 효과를 기대할 수 있다.

첫째, 빠른 문서 처리로 대고객 서비스 만족도가 높아지고, 둘째, 작성한 문서에 대한 디지털 이미지와 디지털 문자를 작성과 동시에 자동 생성, 공유함으로써 연속적인 업무 프로세스 진행이 가능하여 부서간 실시간 협업이 효과적으로 이루어진다. 셋째, 인간에게 가장 친숙한 펜과 종이를 업무에 사용하기 때문에 거부감이 적고, 사용자 교육이 거의 필요 없다. 넷째 펜과 양식지에 유일한 식별자가 부여되어 문서 추적이 효과적으로 이루어질 수 있다.

제안한 프레임워크에서 필기체 인식률은 시스템 신뢰

도의 중요한 요소로써, 인식 정확도에 영향을 미치는 것은 필기체인식 엔진의 성능, 사용자의 필체, 양식 디자인이다. 이 중에서 사용자와 작업 환경을 고려한 양식 디자인이 인식률에 가장 큰 영향을 준다. 향후에는 필기체 인식률을 높일 수 있는 양식 디자인 방법에 대한 체계적인 연구가 필요하다.

참고문헌

[1] InkStreams, Inc., “White Paper: Pen&Paper Solutions-Innovation with Ink”, 2006, http://www.inkstreams.com/.

[2] Boldt R, Rasasch J, “Analysis of Current Technologies and Devices for Mobile Data Capture: A Qualitative Usability Study for Comparison of Data Capture via Keyboard, Tablet PC, Personal Digital Assistant, and Digital Pen and Paper”, University of Applied Sciences, Hamburg, 2008.

[3] 인지소프트, http://www.inzisoft.co.kr/.

[4] 제니스에스티, http://www.zenithst.com/index. asp.

[5] 브릿지디엔에스, http://www.docuflow.co.kr/.

[6] 공인전자문서보관소, http://www.ceda.or.kr/.

[7] 남현정, 정승우, 손봉기, 김태희, 김광희, “디지털펜 시스템 적용을 통한 업무 생산성 향상 방안에 관한 연구”, 한국건설관리학회, 전국대학생 학술발표대회 논문집, pp. 175-178, 11월, 2009.

[8] 박규태, 정영철, 남현정, 손봉기, 김태희, 김광희, “디지털펜 입력 시스템을 활용한 건설정보 처리에 관한 연구”, 한국건축시공학회, 2010년 춘계학술발표대회 논문집, pp .135-138, 5월, 2010,

[9] Accenture, “Digital Pen and Paper:Point of View”, http://www.accenture.com/Global/Services/Accenture_Technology_Labs/R_and_I/PointsPaper.htm.

[10] Santosh K.C., Cholwich Nattee, “A Comprehensive Survey on On-line Handwriting Recognition Technology and Its Real Application to the Nepalese Natural Handwriting”, Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology Vol. 5, No. 1, pp. 31-55, 2009.

[11] Digital Pen, http://en.wikipedia.org/wiki/ Digital _pen.

[12] Anoto, http://www.anoto.com/

[13] Cammack, R.G., “Digital Paper Maps: A Framework for Making Digital Maps and Pens Work across A Wireless Network”, Proceedings of the 21st International Cartographic Conference Durban South Africa, 2003.

[14] Vision Objects, http://www.visionobjects.com/.

[15] A2iA, http://www.a2ia.com/.

[16] Ariolis, http://www.ariolis.com/.

[17] riteScript, http://www.ritescript.com/.

손 봉 기(Bong-Ki Son) **[정회원]**

- 2000년 2월 : 충북대학교 전자계산학과 (이학석사)
- 2004년 8월 : 충북대학교 전자계산학과 (이학박사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 서원대학교 컴퓨터공학과 교수

<관심분야>
에이전트 시스템, 디지털펜 응용 시스템, 문자인식 기술

김 학 준(Hak-Joon Kim) **[정회원]**

- 1991년 8월 : 숭실대학교 정보과학대학원 전산공학과 (공학석사)
- 2006년 2월 : 충북대학교 전자계산학과 (이학박사)
- 1985년 3월 ~ 1997년 2월 : (주) 데이콤 정보기획부 근무
- 1997년 3월 ~ 현재 : 호원대학교 전기정보통신학부 교수

<관심분야>
소프트웨어공학, 에이전트 시스템, 데이터 마이닝