

수기문서 전자화 프레임워크 기반의 교육시설 하자관리 시스템

A Handwritten Document Digitalization Framework based Defect Management System in Educational Facilities

손 봉 기*

Son, Bong-Ki

Abstract

In the construction industry, IT based information system has been diversely applied to increase productivity. Although IT device such as PDA, RFID, Barcode, wireless network and web camera has been introduced to gather information in construction site, the effect of the IT device is limited, because of bringing about additional works of engineer. In this paper, we proposed a defect management system which is based on handwritten document digitalization framework for introducing applicability of new IT device, digital pen. By the proposed system, we can effectively gather and input defect information to defect management system by using digital pen and paper like conventional way. Applying the data gathering device, digital pen to defect management, it is able to increase productivity by improving work process, building up and utilizing defect information database of good quality.

키워드: 데이터 취득, 디지털펜, 필기체인식, 전자화, 하자관리

Keywords : Data Gathering, Digital Pen, Handwritten Recognition, Digitalization, Defect management

1. 서론

1-1. 연구의 배경 및 목적

세계적인 경쟁력 확보를 위해 건설업계에서는 IT 기술을 활용한 정보관리 시스템을 도입하여 생산성 향상을 도모하고 있다. 건설산업에서의 IT기술 적용은 사업 및 정보관리, 컴퓨터 응용 설계, 엔지니어링, 비용관리, 프로젝트 계획, 스케줄 및 현장관리, 시설물 유지관리 등 다양한 분야에서 이루어지고 있다.

건설공사 관리분야에서도 효율성 증대를 통한 생산성 향상을 위해 정보관리 시스템을 적극 도입하고 있지만, 실제 현장에서 IT기기를 이용한 정보의 수집 및 활용이 제대로 이루어지지 않아 극히 제한된 범위에서 적용되고 있는 것이 현실이다. 이는 열악한 작업 환경과 날씨에 영향을 많이 받는 건설공사 현장에서 활용되는 PDA, RFID, 바코드 등과 같은 IT기기는 현장 정보 입력에 있어, 사용의 어려움과 번거로움으로 실사용자들의 거부감을 유발하고, 수

작업으로 각종 일지에 작성되는 건설현장 관리정보를 다시 전산화해야 하는 추가업무가 발생하기 때문이다¹⁾. 결과적으로 건설현장에서 IT기술을 활용한 정보 및 관리 시스템에 의한 생산성 향상은 실질적 효과를 얻지 못하고 있다.

따라서, 건설공사 관리의 생산성 향상을 위해서는 현재 현장에서 활용되고 있는 PDA, RFID, 바코드 등의 IT기기가 가지고 있는 적용 및 활용의 문제점을 파악하여 보완할 수 있는 시스템 도입이 절실히 요구된다. 건설현장의 관리정보를 효율적으로 취득할 수 있는 시스템은 기존 IT기기에 비해 사용자들의 거부감을 줄일 수 있고, 추가업무 부담을 완화할 수 있고, 신속한 정보의 축적을 통한 체계적인 활용을 도모할 수 있어야 한다.

본 연구에서는 디지털펜 입력기기를 이용하여 건

* 서원대학교 컴퓨터공학과 교수

1) 손봉기, 디지털펜 입력 시스템을 활용한 건축공사 관리업무 생산성 향상 방안에 관한 연구, 한국엔터테인먼트산업학회논문지, 제4권, 제3호, 2010, pp.23-33

설공사 관리 정보를 효율적으로 취득하고 활용할 수 있는 시스템으로써 수기문서 전자화 프레임워크 기반의 학교시설 하자관리 시스템을 제안하고, 구현 방법 및 결과를 보인다. 또한, 제안한 시스템의 평가를 통해 디지털펜 입력기기를 이용한 정보 취득이 하자관리 업무의 효율성과 생산성 향상에 기여함을 보이고자 한다.

1-2. 연구의 방법 및 범위

본 연구는 교육시설 하자관리 업무에서의 하자정보 취득 효율성 향상을 위해 디지털펜 입력기기의 적용 가능성을 제시하고자 한다. 이를 위해, 하자관리에 대한 이론적 고찰을 통해 명확한 개념과 범위를 한정하고, 기존 연구문헌 고찰을 바탕으로 하자관리 시스템의 연구 현황과 건설산업에서 활용되는 IT기기의 활용 현황을 분석한다. 또한, 디지털펜 입력기기를 이용해 취득한 정보의 전산화를 위한 수기문서 전자화 프레임워크의 기반 기술인 디지털펜과 필기체인식 기술을 살펴보고, 프레임워크의 구성 및 동작 과정을 알아본 후, 이를 기반으로 한 교육시설 하자관리 시스템을 제안하고 구축한 결과를 바탕으로 평가하였다.(그림 1. 참조)

건설산업에서는 방대한 양의 다양한 관련 정보가 발생하고, 발생된 정보는 취득, 저장, 처리 등의 과정을 거쳐서 활용되고 있으나, 본 연구에서는 정보의 취득 과정에 한정하고, 정보 취득 분야를 교육시설 하자관리 업무분야에 적용하는 것을 연구의 범위로 한다.

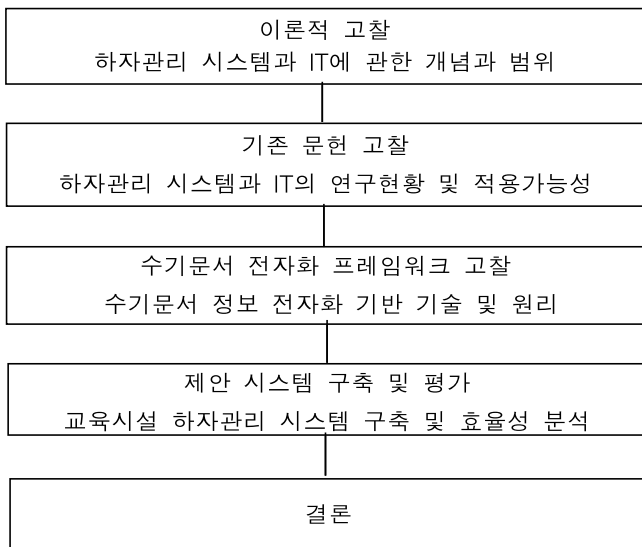


그림1. 연구의 흐름도

II. 이론적 고찰

II-1. 하자관리 시스템 및 연구 현황

건설공사에서 좋은 품질을 생산하는 체계적인 절차를 수립하기 위해서는 끊임없는 관리와 개선의 과정을 거치고, 개선된 내용은 다음 단계에 반영되어야 한다. 현 상태의 잘못된 부분을 인지하고 그 원인을 분석하여 그것에 대한 대책을 세워 다음 공사의 품질계획에 반영하는 과정이 반복적으로 수행되어야 하는데, 이와 같은 검사-조치-계획으로 이어지는 일련의 피드백 활동을 하자관리라 할 수 있다²⁾. 하자관리 시스템은 위와 같은 일련의 활동을 데이터베이스화하여 컴퓨터를 이용한 체계적인 관리와 활용에 도움을 주는 시스템을 말한다.

하자관리 시스템 구축에 관한 기존 연구에서는 하자 과정 분석 및 분류 시스템을 구축하는 연구가 주로 수행되어 왔는데, 이는 하자관리 업무에서 인력 절감과 업무처리의 효율성 향상을 위해서는 데이터의 원활한 처리에 중점을 두어 고려한 때문이라고 사료된다.(표 1. 참조)

표1. 하자관리 시스템 구축 관련 연구

제 목/저 자	연구 내용
인터넷기반 공동주택 하자분류 및 관리 시스템 구축에 사례기반 추론기법을 활용한 연구 (김광희 외 3인, 2008)	사례기반 추론기법을 기반으로 하는 공동주택 하자점수, 분류를 하는 인터넷기반 시스템 구축
웹기반의 공동주택 AS관리 시스템 개발 (장종문 외 3인, 2007)	하자관련 자료 수집, 분류 가능한 웹기반 AS 시스템 개발
하자정보를 활용한 품질관리 시스템 개발에 관한 연구 (안광훈 외 3인, 2002)	품질·하자 관리의 효율성을 위해 웹기반의 체크리스트 제안, 하자관리의 피드백 중요성 강조
하자관리 효율성 향상을 위한 하자 분류 시스템 구축에 관한 연구 (신준형 외 2인, 2005)	사례기반추론 기법을 이용한 하자 분류 시스템 구축 및 그 활용성 검증

²⁾ 이상현, 이현수, 김문한, 건설공사의 하자분석을 통한 품질관리 중점항목 선정방법, 대한건축학회논문집, 제12권 제4호, pp.301-308, 1996

표2. 건설현장 적용 IT기술

도 구	내 용	특 징	적용 업무
PDA	개인정보 관리 및 무선데이터 통신이 가능한 휴대용 정보 단말기	장소의 한계성 극복, 실시간 자료 제공, 적은 유지관리비용	공동주택 마감관리
바코드	검은, 흰 막대를 이용한 정보 표현 및 수집, 해독이 가능한 기술	자료입력 간소화, 오류발생 낮음, 손쉬운 자료이용	자재관리, 정보관리, 노무관리
RFID	무선인식이 가능한 비접촉식카드	동시 여러 카드 및 고속 인식가능, 마찰, 손상 없음, 오류 발생 낮음	자재관리, 노무관리
생체인식	신체적 특징을 이용한 개인 식별기술 (정맥, 홍채, 지문 인식 등)	완벽한 관리기능, 최고의 인식률과 신속한 처리속도, 해킹 및 위조변조가 불가능	노무자 관리
디지털카메라	필름이 필요 없는 영상 촬영기기	적은 유지관리 비용, 촬영 즉시 확인가능, 편리한 사진편집	안전관리

그러나 하자정보 취득 과정에서의 업무를 줄일 수 있는 시스템에 대한 연구는 미흡한 실정이므로, 본 연구에서는 현장 업무에서 현재 사용되고 있는 하자정보 취득방식의 문제점을 분석하고, 하자정보를 효과적으로 취득 및 처리하는 방법에 대한 연구를 하고자 한다.

II-2. 건설 산업에서의 IT기술

현재 건설산업에서 주로 적용되고 있는 IT기술은 PDA, RFID, 바코드, 생체인식, 디지털카메라 등이며 각각의 특성에 따라 노무관리, 자재관리, 마감관리, 안전관리 등의 업무에 주로 적용되고 있다.(표 2. 참조)

IT기술을 활용하여 건설현장 정보를 효율적으로 취득하려는 연구가 활발하지만 실제 건설 현장에서는 실사용자들의 거부감으로 인해 활용도가 낮은 실정이고, 바코드, PDA 등 도입되는 IT기기의 범위가 한정적이다.(표 3. 참조) 또한, 건설현장은 열악한 작업 환경과 날씨에 영향을 많이 받고 이동성이 높은 특성이 있기 때문에, 현장에서 사용이 번거롭고 어려운 PDA, RFID, 바코드 등과 같은 IT기기를 이용하여 현장 정보를 효율적으로 취득하는 데에는 한계가 있고, 사용자의 거부감을 유발하여 추가 업무화 되고 있다. 따라서, 건설현장의 관리자가 거부감없이 효율적으로 현장정보를 취득할 수 있는 새로운 IT 기술을 적용한 시스템에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 디지털펜과 종이를 사용한 현장 정

표3. 현장정보 취득 방식 관련 연구

제 목/저 자	연구 내용	적용기기
현장노무 출역관리 개선사례 및 시스템 개발 (임형철, 2000)	바코드를 이용한 노무자의 출역 현황의 실시간 파악 시스템 제안	바 코드 , 핸드 터 미 널
디지털 정보화를 통한 현장 자원 및 정보관리 기술에 관한 연구 (김외곤 외 1인, 2001)	인터넷을 활용하여 현장 자원 및 정보관리를 수행하는 시스템 제안	Pen-base 컴퓨터, 디지털 카메라
작업생정기와 모바일 기술을 이용한 작업일보 프로세스 리엔지니어링 (강우영 외 2인, 2005)	현 작업일보의 문제점 파악과 개선 후 작성 프로세스 모델 제시	PDA
PDA를 활용한 작업 효율관리시스템에 관한 연구 (안상현 외 2인, 2008)	PDA를 활용한 작업 효율/작업여건 관리 시스템을 제안 및 적용성 검토	PDA

보 작성만으로 전산화가 가능한 수기문서 전자화 프레임워크를 기반으로 한 학교시설 하자관리 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 인간에게 가장 친숙한 펜과 종이와 동일한 방식으로 현장 정보를 취득하고, 전산화를 위한 추가 업무가 없어 효율적인 정보 취득을 통한 생산성 향상이 가능하다.

III. 수기문서 전자화 프레임워크

수기문서 전자화 프레임워크는 디지털펜과 필기체 인식 기술을 이용하여 업무 현장에서 수기로 작성한 문서를 스캐닝이나 데이터 수동입력 작업없이 취득한 정보를 자동으로 업무시스템에 반영할 수 있는 응용 시스템 개발을 용이하게 하는 프레임워크이다³⁾.

수기문서 전자화 프레임워크 기반 응용 시스템은 절대좌표값을 인코딩한 도트패턴이 인쇄된 종이문서를 디지털펜으로 작성하면 작성문서와 동일한 디지털 이미지를 생성하고, 취득 정보는 필기체인식을 통해 디지털 문자로 변환되어 업무시스템에 자동으로 입력된다. 수기문서 전자화 프레임워크는 종이문서 기반 정보취득이 많은 업무의 응용 시스템 개발에 사용되며, 현장 정보 작성과 업무 시스템 반영이 동시에 이루어져 업무 프로세스를 개선할 수 있다. 이 장에서는 수기문서 전자화 프레임워크의 기본 기술과 시스템 구성에 대해 소개한다.

III-1. Anoto 디지털펜 기술

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.

Anoto사의 디지털펜 기술은 DPP(Digital Pen and Paper) 방식의 표준으로 정교한 수학적 알고리즘으로 생성한 절대좌표 패턴, 패턴 상에서의 디지털펜 궤적을 인식하고 저장할 수 있는 디지털펜, 패턴 인쇄 기법을 포함하는 Anoto Functionality로 통칭된다⁴⁾. Anoto Functionality는 절대좌표를 인코딩한 패턴과 이를 디코딩하는 디지털펜을 사용하기 때문에 입력 정보의 인식 해상도와 정확도가 높고, 절대좌표 인식을 통한 문서양식의 자동 인식이 가능하여 펜과 종이 프로세스 기반 업무가 많은 건설, 건축, 교육, 공공, 의료 등의 분야에 적용될 수 있다.

1) Anoto 패턴

Anoto 패턴은 0.3mm 간격의 정방 격자를 중심으로 100um 크기의 점을 상.하.좌.우로 배치하여 생성

한 것이다. 각 점의 배치 정보는 2 비트로 표현될 수 있고, 디지털펜이 한번에 인식할 수 있는 패턴의 범위가 6×6개의 점이기 때문에 46×6=436=272개의 유일한 조합을 만들어 낼 수 있다. 이러한 방식으로 아시아와 유럽 대륙을 합친 것 이상의 넓이인 60,000,000 km²의 구별되는 패턴(unique pattern)을 생성한다. 방대한 Anoto 패턴은 작고 식별가능한 Page단위로 분할하여 관리된다.

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 처리하고, User area는 Drawing area를 더 작은 단위로 분할하여 처리하기 위한 것이다. Pidget은 데이터 전송, 삭제, 새로운 문서 작성 등과 같이 디지털펜의 내부 동작을 제어하는 구성요소이다.

패턴 Page는 업무양식 레이아웃에 추가되고, 패턴과 구성요소들의 위치 및 영역 정보는 XML 형식의 PAD(Paper Application Definition) 파일로 저장된다. 양식 레이아웃, 그래픽, 패턴, Pidget 등의 인쇄 정보는 PS(Post Script) 파일 형식으로 저장되고, 디지털이미지 생성 시 사용되는 배경 이미지는 PNG(Portable Networks Graphics) 파일 형식으로 저장된다. PS 파일을 인쇄한 종이를 양식지라 하고, A0부터 A4까지 다양한 크기로 업무 현장에서 사용된다. 양식지는 서비스에 대한 PS 파일을 CMYK 지원 컬러레이저 프린터를 사용하여 패턴은 탄소를 포함한 K잉크로, 양식 레이아웃은 CMY잉크 조합으로 인쇄한다.

2) Anoto 디지털펜

Anoto 디지털펜은 일반적인 펜과 유사한 외형이지만 적외선 카메라, 이미지 처리 프로세서, Bluetooth 무선 통신장치, 메모리가 내장되어 있다. (그림 2. 참조) 디지털펜은 양식지와 접촉이 감지되면 동작을 시작하고, 내장된 디지털카메라는 초당 100번 정도 양식지를 촬영한 후 이미지 처리를 통해 Anoto 패턴의 절대좌표를 추출하여 PGC(Pen Generated Coordinates)로 메모리에 저장한다. 디지털펜에 내장된 적외선 카메라는 탄소에 이루어진 패턴만을 인식하여 절대좌표 상의 디지털펜 위치 대한 좌표값을 추출한다.

3) liveForm, <http://www.livestep.co.kr>

4) Anoto, <http://www.anoto.com>



그림2. Anoto 디지털 펜

정보 취득 작업이 완료되어 디지털펜이 USB 크래들에 도킹되거나 데이터 전송 Pidget이 체크되면, 디지털펜은 USB 또는 블루투스 방식으로 기록 정보를 나타내는 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 디지털 문자 생성을 위한 필기체인식에 사용된다.

III-2. 필기체인식 기술

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. 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 전처리하여 문자인식을 수행한다. 래스터 이미지는 필기 방식이나 순서에 대한 순간적인 정보(temporal information)를 포함할 수 없어 이미지만으로 필기체인식을 하기 때문에 on-line 방식에 비해 인식 정확도가 떨어진다⁵⁾.

on-line 기법은 압력을 감지하는 디지털 태블릿이나 Anoto의 도트패턴 양식지를 디지털펜으로 작성함에 따라 생성되는 x,y 좌표값의 열로 표현되는 디지털 잉크를 입력받아 디지털 문자로 변환한다.

5) 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

on-line 기법은 필기에 대한 순간적이고 동적인 정보 즉, 펜스트로크의 순서정보를 이용하기 때문에, off-line 기법에 비해 인식 정확도가 높다. 필기체 인식 소프트웨어 벤더는 Vision Objects, A2iA, Ariolis, riteScript 등이 있는데, Vision Objects사의 MyScript는 한국어를 지원하는 대표적인 on-line 필기체인식 엔진이다⁶⁾.

필기체인식 기술을 이용하면, 수기작성 데이터를 디지털 문자로 변환하여 ERP, CRM, EMR과 같은 업무시스템에 자동으로 입력할 수 있다. 필기체인식 기술을 적용할 수 있는 디지털펜을 통한 데이터 입력과 키보드를 통한 수동입력 방식은 업무 효율성에 많은 영향을 미친다. 특히, on-line 필기체인식 기술은 기록과 동시에 디지털 문자 변환을 통한 데이터 자동입력이 가능해 업무 프로세스를 개선할 수 있다. 또한, 일반 사용자는 펜을 이용한 입력을 키보드 입력에 비해 훨씬 자연스럽게 쉽게 받아들여 거부감 없이 정보를 취득할 수 있다.

III-3. 수기문서 전자화 프레임워크

본 논문에서 제안하는 교육시설 하자관리 시스템의 기반이 되는 수기문서 전자화 프레임워크인 LiveForm은 디지털펜으로 취득한 하자 정보를 업무 시스템에 자동으로 반영하기 위해서 Anoto의 디지털펜 기술을 적용하였고, Vision Objects의 on-line 필기체 인식 엔진 MyScript를 탑재하였다⁷⁾.

1) LiveForm 프레임워크 구성

LiveForm의 구성은 크게 FDT(Form Design Tool), LiveForm 서버, LiveForm 클라이언트, 디지털펜으로 구성된다.(그림 3. 참조)

FDT는 MS-Word, 한글 등과 같은 문서편집기로 작성한 업무양식 레이아웃을 PDF 파일형식으로 변환하여 Anoto 패턴을 삽입하고 Drawing area를 자동으로 설정한다. 또한, 기록 내용을 디지털 문자로 변환하여 데이터베이스화할 영역을 User area로 설정하고, 디지털펜의 내부 동작을 제어하기 위한 Pidget을 추가한다. FDT는 업무양식에 대한 디자인

6) Vision Objects, <http://www.visionobjects.com/>

7) 손봉기, 김학준, 디지털펜과 필기체인식 기술을 이용한 업무 프로세스 개선 프레임워크의 설계 및 구현, 한국IT서비스학회 학술대회 논문집, 제2009 제1호, pp.229-232, 2009

정보를 PAD, PNG, PS 파일로 생성하여 서버에 서비스 정보로 등록하는 양식 디자인 도구이다.

LiveForm 서버는 클라이언트로부터 PGC 데이터를 수신하여 적용할 서비스를 식별한 후, 서비스 정보 DB(Service Information DB)를 참조하여 서비스에 대한 PNG 파일을 배경 이미지로 하고, PAD 파일의 구조 정보를 바탕으로 PGC 데이터를 렌더링하여 디지털 이미지를 생성하고, User area로 설정된 영역의 PGC를 디지털 잉크로 변환한 후 필기체인식을 통해 디지털 문자를 생성한 후, 데이터베이스(Digital Image and Text DB)에 자동으로 입력한다.

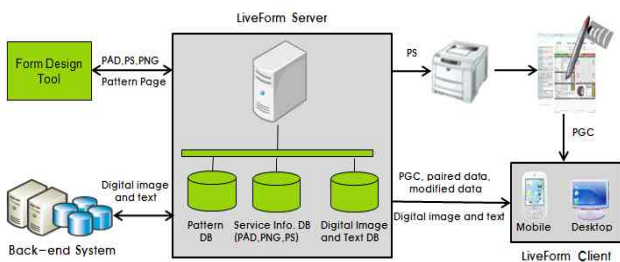


그림3. LiveForm 구성도

LiveForm 클라이언트는 디지털펜으로부터 PGC 데이터를 유.무선 통신 방식으로 수신받아 서비스를 식별하여 해당 서버로 PGC를 전송한다. 클라이언트는 데스크탑 클라이언트와 모바일 클라이언트로 구분되지만 동일한 내부 구조를 가진다.

LiveForm 프레임워크를 기반으로 한 응용 시스템의 개발에 서버의 디지털 이미지 생성 및 필기체인식 모듈과 클라이언트의 서비스 식별 및 PGC 전송 모듈은 재사용된다. 새로운 서비스의 구현은 업무 서비스에 필요한 업무양식 디자인, 서비스 처리 로직 구현, 서비스 정보 및 처리 로직의 서버 등록, 각 서비스에 대한 PGC를 전송할 서버 정보를 클라이언트에 등록하는 것으로 이루어진다.

2) LiveForm 기반 응용 시스템 개발

LiveForm 기반의 응용 시스템 개발은 적용 업무를 분석하여 현장 정보 취득 인터페이스로 사용할 업무 양식을 확정하는 것으로부터 시작하는데, 개발 절차는 그림 4와 같다.

LiveForm 기반 응용 시스템 개발은 크게 문서편집기와 FDT를 이용한 업무양식 디자인, 소프트웨어 개발툴을 이용한 서비스 로직 구현 및 DB 생성, 서

비스 정보 등록, 양식지 인쇄의 과정을 거쳐 이루어진다.

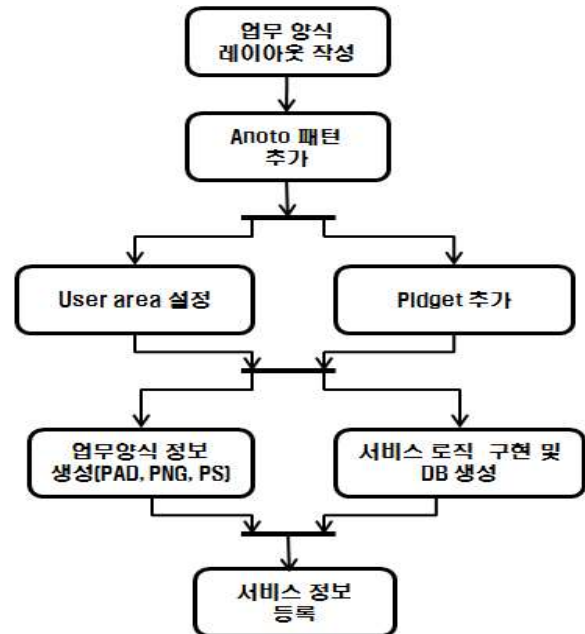


그림4. LiveForm 기반 응용 시스템 개발 절차

3) LiveForm 기반 현장 정보 취득

LiveForm 기반 응용 시스템을 통한 현장 정보 취득은 준비된 양식지를 업무 현장에서 디지털펜으로 작성하면서 시작되는데, 상세 절차는 그림 5와 같다.

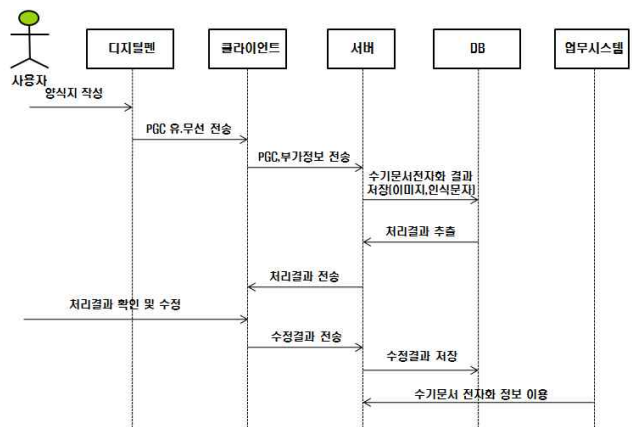


그림5. LiveForm 기반 현장 정보 취득 절차

사용자 관점에서 보았을 때, LiveForm 기반 응용 시스템을 이용한 정보 취득은 기존의 펜과 종이문서를 사용한 정보 취득과 동일한 방식으로 디지털펜과 양식지를 이용하여 업무 현장에서 정보를 취득한다. 취득된 정보는 클라이언트를 통해 서버로 전송되어

자동으로 처리되어 데이터베이스에 저장된다. 이러한 방식의 정보 취득은 사용자의 거부감이 적고, 현장에서의 기록 정보를 전산화하기 위한 추가업무를 대폭 감소시킨다.

IV. LiveForm 기반 교육시설 하자관리 시스템

LiveForm 기반 응용 시스템 구축은 업무양식 디자인, 서비스 처리 로직 구현, 서비스 정보 등록, 양식지 인쇄의 과정으로 이루어진다. 이 장에서는 LiveForm 기반 교육시설 하자관리 시스템의 개발 과정과 구현 결과를 기술한다.

IV-1. 학교시설 하자관리 업무 분석

기존의 학교시설 하자관리 업무에는 많은 전문 인력이 투입되며, 모든 하자정보를 전문 기술자가 하자점검 양식에 직접 기록한 후 하자정보를 데이터베이스화하기 위해 정보처리 시스템에 다시 전산 입력하는 과정을 거치고 있다.(그림 6. 참조) 이와 같이 현장에서 작성된 수집 정보를 다시 전산화해야 하는 이중업무 처리 방식은 하자관리 업무의 생산성 향상의 걸림돌이 되고, 신속한 정보의 축적을 통한 체계적인 활용을 어렵게 한다.

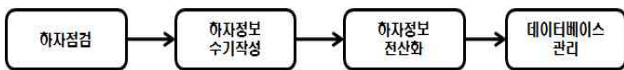


그림6. 하자정보 취득 과정

전문기술자에 의해 이루어지는 학교시설 하자점검에서 취득되어 활용되어야 하는 정보는 점검시설 정보, 점검자, 점검일자과 건축, 전기, 설비 등의 중공종별 세부공종의 결함유형 및 점검내용 등이다.(표 4. 참조) 이러한 정보는 하자관리를 위해 데이터베이스에 축적되어야 한다.

표 4. 취득할 하자관리 정보

하자관리 정보	기록 내용
점검시설 정보	건설현장명, 건물명, 층, 호실
점검자	하자점검 전문기술자명
점검일	하자점검일
중공종	건축, 전기, 설비, 통신, 소방, 조경 등의 중공종
세부공종	각 중공종의 세부공종
결함 유형	세부공종의 결함 유형
상세위치 및 점검 내용	결함 발생 위치 및 상세 점검 내용

IV-2. 학교시설 하자관리 시스템 구조

그림 7은 LiveForm 기반의 학교시설 하자관리 시스템의 구조를 나타낸 것으로, 하자관리 서비스 처리 로직에 따라 수신한 PGC를 LiveForm 프레임워크의 이미지 생성과 필기체인식 모듈을 통해 디지털 이미지와 디지털 텍스트를 생성하여 표 4와 같은 정보를 하자정보 DB(Defect Information DB)에 저장한다. 학교시설 및 층별 평면도 등의 정보가 저장된 시설정보 DB(Facilities Information DB)는 하자점검 현장에서 사용할 양식지 인쇄시에 동적으로 양식에 추가된다.

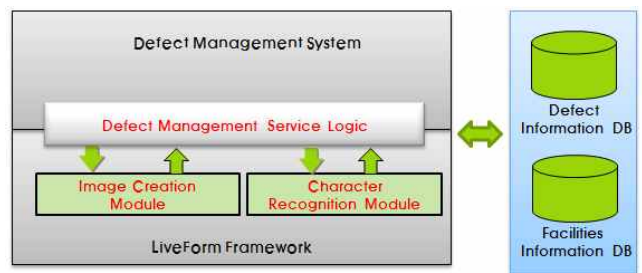


그림7. LiveForm 기반 하자관리 시스템 구조

IV-3. 하자점검 양식 디자인

LiveForm 기반 하자관리 시스템 개발을 위한 첫 단계는 데이터베이스에 축적할 정보를 고려하여 하자점검 양식 레이아웃을 작성하는 것이다. 그림 8은 하자점검을 위한 양식으로 ①과 ② 부분은 하자점검 대상 시설의 현장명, 동, 층 정보와 하자점검 위치를 확인할 수 있는 층별 평면도를 시설정보 DB로부터 검색하여 삽입할 영역으로 현장에서 사용할 양식지에 인쇄된다. ③ 부분은 점검자와 점검일을 기록하고, ⑤ 부분은 중공종별 세부공종에 대한 하자점검 정보를 기록할 영역이다. ④ 부분은 중공종별 하자건수와 전체 하자 점검건수를 기록할 영역이다. ③, ④, ⑤ 부분에 기록한 정보는 필기체인식을 통해 하자정보 DB에 자동으로 입력된다. ⑥ 부분은 무선통신 방식으로 PC 또는 모바일기기를 통해 점검내용을 서버로 전송할 때 사용되는 Pidget이 추가될 부분이다.

업무양식이 확정되면 데이터베이스화할 영역에 대해 User area를 설정하는데, 그림 9는 FDT를 이용하여 학교시설 하자점검 양식을 디자인하는 과정을 보인 것이다. 양식 디자인을 통해 PAD, PNG, PS 파일이 생성되고, 서비스 정보로 서버에 등록된다.

그림8. 학교시설 하자점검 양식

그림10. 학교시설 하자점검 최종 양식지

IV-4. 구현 결과

하자점검 양식에 대한 디자인이 완료되면 서비스 정보와 서비스 구현 로직을 서버에 등록하고, 양식지를 인쇄하여 현장에서 하자점검 내용을 기존 방식과 동일하게 디지털펜으로 작성한다. 하자점검이 완료되면 데스크탑에 연결된 크래들에 디지털펜을 꽂거나, 양식지 아래의 무선통신 Pidget을 체크하면 하자점검 기록이 페어링된 모바일기나 데스크탑을 통해 서버로 전송된다.

서버는 클라이언트로부터 수신된 하자점검 양식의 작성 내용에 대한 PGC를 처리하여 작성 문서와 동일한 디지털이미지와 User area 영역의 부분 PGC를 필기체인식하여 하자정보 DB에 자동으로 저장한다. 그림 11은 하자점검 양식의 기록내용과 동일한 디지털이미지 사본을 생성한 결과이고, 그림 12는 하자정보를 자동으로 입력한 결과이다.

디지털펜을 이용하여 취득한 하자 정보는 실시간으로 웹기반의 하자관리 시스템에 반영되어 관리된다. 그림 13은 하자점검 현장에서 진행되는 작업 상황 및 현황을 관리하는 웹화면이고, 그림 14는 하자점검 결과를 엑셀 문서 형태로 집계한 화면을 나타낸 것이다.

그림9. FDT를 이용한 하자점검 양식 디자인

하자점검 양식의 디자인이 완료되면 하자점검 서비스에 대한 처리 로직을 구현하여 서버와 클라이언트에 등록하고, 현장에서 하자점검에 사용할 양식지를 인쇄한다. 그림 10은 하자점검 대상 시설의 정보와 평면도를 동적으로 삽입하여 인쇄한 최종 양식지를 나타낸 것이다.

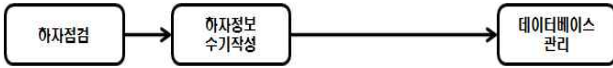


그림 15. LiveForm 기반 하자정보 취득 과정

V-2. 하자정보 취득 용이성

하자점검 현장에서의 하자정보 취득에는 PDA, 태블릿, 휴대용 컴퓨터 등과 같은 IT 기기가 활용될 수 있을 것으로 예상되지만 사용편리성, 이동성, 정보 입력의 효율성을 동시에 만족하지는 못하고 있다.(표 5. 참조) 디지털펜 입력기기는 다른 IT기기에 비해 다음과 같은 장점을 가진다.

첫째, 배터리 지속 기간이 길며, 가볍고 소형이어서 이동성이 뛰어나다.

둘째, 비, 맑은 햇볕 등의 날씨와 열악한 작업 환경에서 사용 가능하고, 인간에게 가장 친숙한 전통적인 펜과 종이 프로세스를 지원하여 최소한의 사용자 교육으로도 비숙련 작업자가 쉽게 문서를 작성할 수 있어 사용 편리성이 뛰어나다.

셋째, 심볼, 스케치와 같은 다양한 형태의 정보와 필기체인식을 통한 수기 정보에 대한 데이터 자동 입력이 가능하고, A4부터 A0 크기의 다양한 문서양식을 지원하기 때문에 효율적인 데이터 입력이 가능하다.

위와 같이, 디지털펜은 PDA, 태블릿, 휴대용 컴퓨터 등의 하자정보 입력기기에 비해 사용자의 거부감이 적고, 효율적인 하자정보 취득이 가능하다.

V-3. 적용 기대 효과

본 논문에서 제안한 LiveForm 기반 하자관리 시스템을 현장에 적용할 경우, 다음과 같은 효과가 있을 것으로 기대된다.

첫째, 하자점검 업무를 기존의 방식으로 수행하면 자동으로 취득한 데이터가 하자관리 시스템에 반영되어, 하자정보의 전산입력을 위한 추가업무가 발생하지 않아 업무 효율을 높일 수 있다

둘째, 전통적인 펜과 종이 프로세스와 동일하게 하자관리 업무를 수행할 수 있기 때문에 사용이 편리하고 실사용자의 거부감이 없어 활용도가 증가하여 양질의 하자정보를 축적할 수 있다. 또한, 축적된 양질의 하자정보는 차기 프로젝트에 활용될 수 있어 건설업무의 생산성이 향상될 수 있다.

셋째, 신속하고 정확한 하자점검 현장 관리로 생

산성이 향상된다. 즉, 하자점검 현장 상황을 정확히 분석할 수 있어 현장관리 업무의 생산성이 향상된다.

표5. 하자정보 취득기기의 비교

비교 항목	휴대용 컴퓨터	태블릿	PDA	Digital Pen
이동성	○	○	○	○
가벼운 무게			○	○
수일간의 배터리 지속 여부				○
비, 맑은 햇볕에서 사용 가능				○
문자인식->데이터 자동 입력		○	○	○
하드카피 기록				○
비숙련 작업자의 문서 작성 여부	○	○		○
전통적인 종이와 펜 프로세스 지원				○
사용자 교육 최소화				○

VI. 결론

본 연구에서는 여러 IT기술 중 디지털펜 입력기기를 이용하여 건설관리 정보의 효율적인 취득과 활용이 가능함을 보이는 연구를 진행하였다. 이를 위해, 디지털펜과 필기체인식 기술을 활용한 수기문서 전자화 프레임워크 기반의 하자관리 시스템을 제안하고 구현 결과를 보였다. 제안한 시스템은 디지털펜으로 학교시설의 하자정보를 양식지에 기록함과 동시에 하자점검 내역을 정보관리 시스템에 자동으로 입력할 수 있다. 또한, 인간에게 가장 친숙한 디지털펜을 이용한 정보 취득은 사용자의 거부감을 완화하여 활용도를 제고함으로써 양질의 하자정보를 축적할 수 있다.

제안한 시스템을 건설공사 관리업무에 확대하여 활용하면 기존에 가지고 있던 사용자들의 정보 취득 관련업무의 불편함과 거부감을 해소하고, 비효율적인 이중 업무의 개선이 가능할 것으로 사료된다. 또한, 전문 인력의 단순 처리 업무를 감소시키고 현장 정보 취득 효율성을 극대화할 수 있을 것으로 기대된다.

향후에는 제안한 시스템을 건설기업의 하자관리 업무에 실제 적용하여 하자 관련 업무의 효율성에

대한 검증이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 손봉기, 디지털펜 입력 시스템을 활용한 건축공사 관리업무 생산성 향상 방안에 관한 연구, 한국엔터테인먼트산업학회논문지, 제4권, 제3호, 2010, pp.23-33
2. 강우영, 진상윤, 김예상, 작업생성기와 모바일 기술을 이용한 작업일보 프로세스 리엔지니어링, 한국건설관리학회 논문집, 제6권, 제3호, pp.100-110, 2005
3. 김광희 외 3인, 인터넷기반 공동주택 하자분류 및 관리 시스템 구축에 사례기반 추론기법을 활용한 연구, 한국건설관리학회 논문집, 제8권, 제1호, pp.63-70, 2008
4. 김외곤, 이동렬, 디지털 정보화를 통한 현장 자원 및 정보관리기술에 관한 연구, 한국건설관리학회 논문집, 제2권, 제1호, pp.88-97, 2001
5. 남현정 외 4인, 디지털 펜 시스템 적용을 통한 업무 생산성 향상 방안에 관한 연구, 한국건설관리학회, 전국 대학생 학술발표대회 논문집, pp.175-178, 2009
6. 손봉기, 김학준, 디지털펜과 필기체인식 기술을 이용한 업무 프로세스 개선 프레임워크의 설계 및 구현, 한국IT서비스학회 학술대회 논문집, 제 2009 제1호, pp.229-232, 2009
7. 신준형, 윤지연, 강경인, 하자관리 효율성 향상을 위한 하자 분류 시스템 구축에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(구조계), 제 21권 제10호, pp.183-200, 2005
8. 안광훈 외 3인, 하자정보를 활용한 품질관리 시스템 개발에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(구조계), 제18권 제4호, pp.105-112, 2002
9. 안상현, 유정호, 김창덕, PDA를 활용한 작업효율 관리시스템에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(구조계), 제24권 제11호, pp.143-152, 2008
10. 이상현, 이현수, 김문한, 건설공사의 하자분석을 통한 품질관리 중점항목 선정방법, 대한건축학회 논문집, 제12권 제4호, pp.301-308, 1996
11. 임형철, 대림기술정보, 현장노무출역관리 개선사례 및 시스템개발, 대림산업기술연구소, pp.62-67, 2000
12. 장종문 외 3인 웹기반의 공동주택 AS관리 시스템 개발, 한국건설관리학회 논문집, 제8권 제3호, pp.66-75, 2007
13. Leili Linda, Daniel Karlssona, and Bengt Fridlund, Patients' use of digital pens for pain assessment in advanced palliative home healthcare, International journal of medical informatics, V.77, pp.129-136, 2008
14. 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
15. Anoto, <http://www.anoto.com/>
16. Vision Objects, <http://www.visionobjects.com/>
17. LiveForm, <http://www.livestep.co.kr/>

(논문투고일 : 2010.10.27, 심사완료일 : 2010.11.26,
게재확정일 : 2010.12.24)