
건설현장 실시간 공정관리를 위한 무선통신시스템 구축 및 응용프로그램 개발

진교홍* · 이혜원* · 김지홍*

Development of Wireless Communication System and Application Program
for Realtime Schedule Management at Construction Site

KyoHong Jin* · HyeWon Lee* · JiHong Kim*

요 약

건설공사가 대형화, 복잡화 그리고 전문화 되어감에 따라 공사의 정보도 양적으로 팽창하고, 질적으로도 고도 전문화되어 가고 있으므로, 공정관리를 보다 효율적으로 관리하기 위한 전산시스템의 필요성이 대두되고 있다. 현재는 현장사무소에만 전산시스템을 도입하여 공정관리를 수행하고 있으며, 공정관리를 위한 데이터를 입력하고 확인하는 작업은 건설현장에서 현장사무소까지 직접 도보로 이동하여 처리하고 있다. 이에 따라 본 논문에서는 건설현장과 현장사무소를 이어주는 무선통신시스템을 구축하고, 건설현장에서 PDA를 이용하여 즉각적으로 본사의 데이터베이스에 공정데이터를 입력하고 확인할 수 있는 응용프로그램을 개발하였다. 이를 통해 기존의 건설현장에서 이루어지던 공정관리를 개선하여 인력, 장비, 시간, 비용 등을 절감할 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

ABSTRACT

As the construction site becomes larger, more complex and more special, the information of construction is expanded in quantity and specialized in quality. Therefore the computing system is necessary to effectively manage the construction schedule management. At present, main office at construction site bring in the computing system to perform the schedule management, so the data input and access for schedule management is performed by engineer on foot between construction site and main office. Therefore in this paper, we arrange wireless communication system between construction site and main office and develop application program for data input and access of schedule management immediately using PDA at construction site. Through the our system we can improve the schedule management at construction site, and we can look forward to reduction of manpower, equipments, time, and money in whole construction.

키워드

PDA응용프로그램, 공정관리, 인터넷응용, 무선통신망 구축

1. 서론

인터넷의 폭발적인 성장[1]과 더불어 전통적인 산업인 토목, 건축 등의 건설업계에서도 효율적인

공정관리를 위해 전산시스템을 속속 도입하고 있다. 일반적인 공정관리는 그림 1에서 보는 바와 같이 예비검토단계, 공사비적산단계, 공정표작성단계, 시공단계 및 통제단계 등 5가지의 과정으로

* 동의대학교 영화영상·멀티미디어공학부

접수일자 : 2003. 9. 19

구성된다[2, 3]. 이들 과정 중 마지막 단계인 통제 단계는 건설현장에서 시공과 더불어 기존의 공정 계획을 충실히 수행하고 있는지 판단하는 과정으로 진도관리와 원가관리가 중점적으로 행해진다. 만약 시공과정에서 시공의 문제점이나 여타 외부 환경으로 공정과정이 계획대로 추진되지 못하는 경우 통제단계에서 이를 수정하여 이전 단계로 피드백하고 공정표를 수정하게 된다.

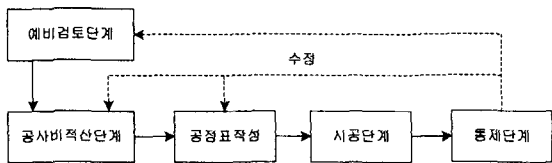


그림 4. 공정관리 과정
Fig.1 Process of Schedule Management

그림 1에 제시된 바와 같이 공정관리 과정에서 시공단계와 통제단계는 건설현장에서 직접 수행되는 과정으로 현장의 엔지니어가 시공과정에 투입되어 공법에 맞는 시공이 이루어지는지, 현재 공정에 맞는 장비 및 인력이 제대로 투입될 수 있는지, 정해진 시간에 시공을 끝마칠 수 있는지, 시공상의 문제점은 없는지 등을 점검하며 이를 통해 통제단계에서 진도관리 및 원가관리를 수행하게 된다.

한편, 건설현장의 엔지니어가 수행하는 공정관리 과정은 현장에서 수기로 작성한 후 현장사무소에 설치된 컴퓨터를 이용하여 본사의 공정관리 시스템에 전송하며 본사의 전문가 집단은 추후에 이를 확인하고 시공상의 문제점이나 공사의 완료시점 등을 파악하고 공정계획을 수정·보완한다. 이러한 기존의 건설현장에서 수행되는 공정관리는 비실시간으로 이루어지며 많은 비용을 추가로 부담하는 요인이 되고 있다.

따라서 본 논문에서는 건설현장에 간단히 무선통신망을 구축하고 개인휴대단말기(PDA)를 활용한 실시간 공정관리 시스템을 구축하고자 한다. 즉, 건설현장의 엔지니어는 PDA를 이용하여 본사의 공정관리 데이터베이스를 액세스해서 현재의 단계를 파악하고 그때그때 이루어진 공정을 실시간으로 입력할 수 있게 된다. 본사에서도 공정단

계를 즉시 파악할 수 있으며 수정된 자료를 현장의 엔지니어에게 즉시 전송할 수 있게 된다. 이를 통해 공정관리 과정이 줄어들게 되며, 실제 소요되는 시간도 급감하므로 많은 시간과 인력 및 비용을 절감할 수 있게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 본 논문에서 제안하는 건설현장의 무선통신 시스템에 대해서 설명하였으며, 3장에서는 공정관리를 위한 PDA 응용프로그램에 대해서 설명하였다. 그리고 4장에서는 제안된 시스템의 장단점을 언급하였으며, 5장에서는 결론 및 앞으로의 연구에 대해서 기술하였다.

II. 건설현장의 무선통신 시스템

터널, 교량, 대형 건설현장은 통신시설이 열악하여 유선통신망을 구축하기에 부적합하다. 또한 건설현장이 여러 지역으로 분산되어 있는 경우에는 더욱 유선통신망을 사용하기 쉽지 않다. 그림 2는 현재의 건설현장에서 이루어지는 공정관리과정을 보여주고 있다.

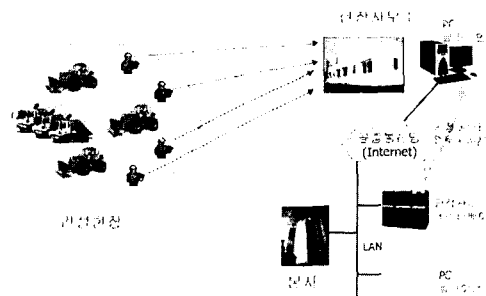


그림 5. 기존의 공정관리 과정
Fig.2 Traditional Process of Schedule Management

그림 2에서 보는 바와 같이 현재 건설현장에서 이루어지는 공정관리 과정을 단계별로 정리하면 다음과 같다.

- ① 엔지니어가 시공, 공정 등의 자료를 직접 수기로 작성

- ② 도보로 현장사무소까지 이동
- ③ 현장사무소의 PC로 공정자료를 본사의 공정관리 데이터베이스에 입력
- ④ 본사의 전문가 집단이 입력된 자료를 파악하여 공정과정 수정
- ⑤ 수정된 자료를 공정관리 데이터베이스에 입력
- ⑥ 현장사무소의 엔지니어는 수정된 공정자료를 확인
- ⑦ 수정된 공정자료를 바탕으로 건설현장에 이를 적용

위에서 보는 바와 같이 현재의 공정은 주로 수작업으로 관리되므로 잦은 변경이나 신속한 업무 관리에 있어 한계가 있으므로 이를 개선하기 위한 연구개발이 절실히 필요하다. 따라서 본 논문에서는 그림 3과 같이 건설현장과 현장사무소를 연결하여 주는 무선통신망을 구축하였다.

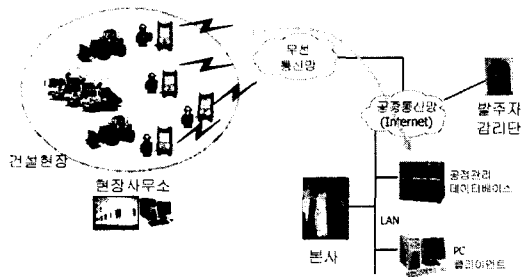


그림 6. PDA를 이용한 실시간 공정관리 개요도
Fig.3 Conceptual Diagram of Realtime Schedule Management using PDA

즉, 건설현장과 현장사무소는 무선브릿지를 이용하여 연결하고, 건설현장에서는 액세스포인트(Access Point)를 통해 PDA를 이용한 인터넷 통신이 가능하도록 하였다. 그리고 현장사무소에 구축된 무선브릿지는 외부 통신망과 연결되도록 하였다. 따라서 현장의 엔지니어는 PDA를 통해 본사의 공정관리 데이터베이스를 액세스할 수 있다. 그림 4는 이를 보다 자세히 설명하여 주고 있다.

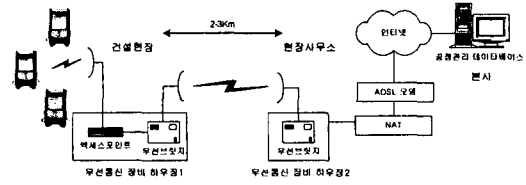


그림 7. 공정관리 무선통신 시스템
Fig.4 Schedule Management Wireless Communication System

그림 4에서 보는 바와 같이 건설현장과 현장사무소는 무선브릿지를 이용하여 연결되며, 건설현장은 무선브릿지에 액세스포인트를 연결하여 무선으로 PDA를 사용할 수 있도록 하였다. 이때 PDA에서 인터넷 응용프로그램을 사용하기 위해서는 IP 주소가 할당되어야 하므로 액세스포인트의 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)기능을 통해 사설 IP 주소를 PDA에 자동으로 할당되도록 하였다. 액세스포인트는 802.11b 프로토콜을 사용하여 11Mbps의 전송 속도를 낼 수 있는 장비를 활용하였다.

한편, 현장사무소의 무선브릿지는 NAT (Network Address Translator) 장비에 연결되고, ADSL 모뎀을 통해 인터넷에 연결되도록 하였다. 따라서 PDA를 가진 엔지니어는 인터넷에 연결된 본사의 공정관리 데이터베이스에 직접 연결이 가능하며 이를 통해 공정관리 데이터를 입력, 검색, 수정 등의 기능을 사용할 수 있다. 그림 4에 제시된 무선통신 시스템에서 무선통신장비 하우징1과 무선통신장비 하우징2 및 안테나는 각각 그림 5, 6, 7과 같다.

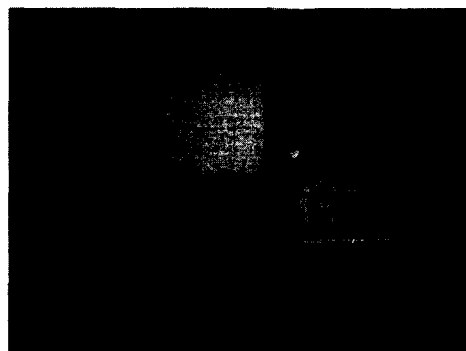


그림 8. 무선통신장비 하우징 1
Fig.5 Housing of Wireless Communication Equipment 1

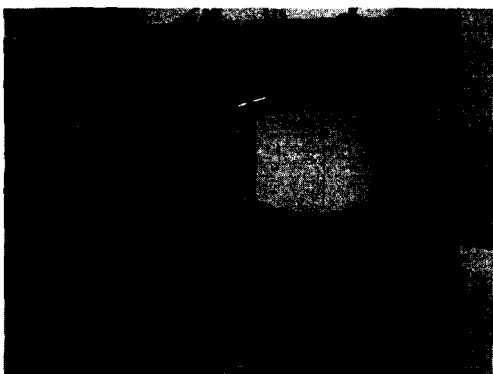


그림 9. 무선통신장비 하우징 2
Fig.6 Housing of Wireless Communication Equipment 2

그림 5는 건설현장에 설치된 무선통신장비로 액세스포인트와 무선브릿지가 탑재되어 있다. 그리고 그림 6은 현장사무소에 설치된 것으로 무선브릿지가 탑재되어 있음을 알 수 있다. 한편, 그림 7은 무선브릿지용 안테나로 건설현장의 넓은 지역을 커버하기 위해 2~3Km 거리에서 사용할 수 있는 지향성 안테나이다. 한편 액세스포인트에 연결된 안테나는 무지향성으로 가시거리 100m 정도의 거리를 커버한다.

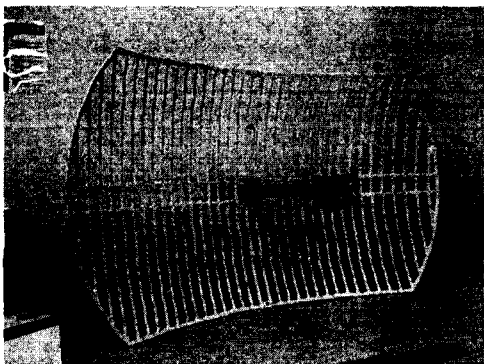


그림 10. 무선브릿지 안테나
Fig. 7 Antenna of Wireless Bridge

III. 공정관리를 PDA 응용프로그램

건설현장에서 엔지니어는 공정에 따라 인력, 장비 등을 갖추고 시공을 한다. 이를 위해서는 금일의 공정을 공정관리 데이터베이스로부터 확인하

고 시공을 한 후, 그 결과를 공정관리 데이터베이스에 입력하여야 한다. 또한 제대로 시공을 수행하기 위해서는 적재적소에 인력과 장비가 공급될 수 있는지도 확인할 수 있어야 한다. 그리고 다른 엔지니어와 긴밀한 접촉을 통해 전체 공정이 무리없이 진행되도록 하여야 할 것이다. 이를 위해 본 논문에서는 본사의 공정관리 데이터베이스를 PDA를 통해 액세스하여 공정을 확인하고, 시공 후 결과를 입력/수정할 수 있는 응용프로그램을 개발하였다. 또한 엔지니어간에 간단한 메시지를 주고 받기 위한 메신저 프로그램도 개발하였다.

공정관리 프로그램은 서버/클라이언트 구조로 되어 있으며 서버 프로그램은 Visual C++로 작성되었고[4], 클라이언트 프로그램은 Embedded Visual C++을 이용하여 PDA용으로 작성되었다[5, 6]. 서버 프로그램은 클라이언트의 요청에 따라 공정관리 데이터베이스에서 쿼리(Query)를 처리한 후 그 결과를 전달하여 주는 역할을 수행한다. 클라이언트 프로그램의 전체적인 구조는 그림 8과 같다.

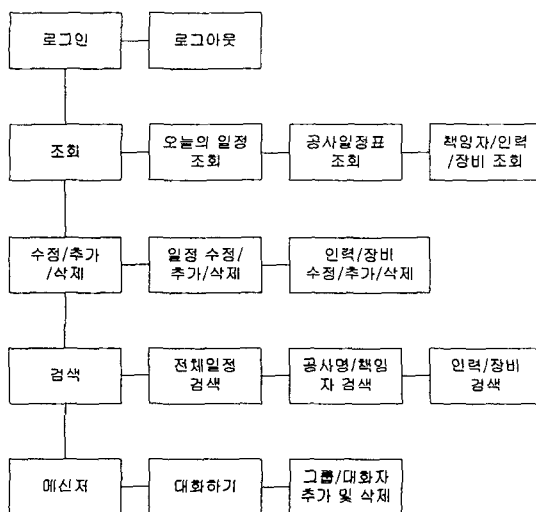


그림 11. 클라이언트 프로그램의 구성도
Fig.8 Configuration of Client Program

클라이언트 프로그램은 그림 8에서 보는 바와 같이 크게 로그인, 조회, 수정, 검색 및 메신저 기능으로 구분된다. 로그인에 사용자 아이디와 패스

워드를 입력하여 공정관리 데이터베이스에 접근 가능하도록 하는 것이다. 조회는 금일의 공정에 대해 오늘의 일정, 공사일정표, 책임자/인력/장비 등을 조회할 수 있도록 하여주며, 수정은 일정을 수정하거나 시공이 끝난 후 그 결과를 입력하는 기능 및 인력과 장비현황을 수정할 수 있도록 한다. 검색은 전체일정을 검색하거나 공사명/책임자를 검색할 수 있도록 하였으며, 인력과 장비에 대해서도 검색을 통해 어느 현장에 어떤 인력과 장비가 투입되어 있는지 확인할 수 있도록 하였다. 마지막으로 메시저는 공사현장에서 엔지니어간에 대화를 할 수 있도록 대화하기 기능, 그룹/대화차 추가 및 삭제 등의 기능을 제공하고 있다.

그림 9, 10, 11, 12는 각각 조회, 수정, 검색 및 메시저 기능을 보여주고 있다. 먼저 그림 9는 조회기능을 수행하여 오늘의 일정을 확인한 결과를 보여주고 있으며, 그림 10은 수정기능 통해 새로운 인력을 추가하는 과정을 보여주고 있다. 한편, 그림 11은 검색기능을 통해 공사명에 따라 검색된 결과를 보여주고 있으며, 그림 12는 메시저 기능 중에 엔지니어간에 대화하는 과정을 보여주고 있는 것이다.

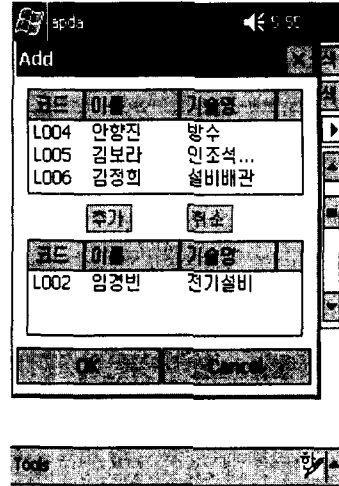


그림 13. 수정기능
Fig.10 Modification Function

앞서 언급한 바와 같이 개발된 공정관리 응용 프로그램은 서버/클라이언트 구조를 기반으로 하고 있다. 따라서 서버와 클라이언트간에 데이터를 주고받기 위해서는 기능에 맞도록 패킷구조를 설정하여야 한다. 그림 13은 본 논문에서 사용된 패킷구조를 보여주고 있다.

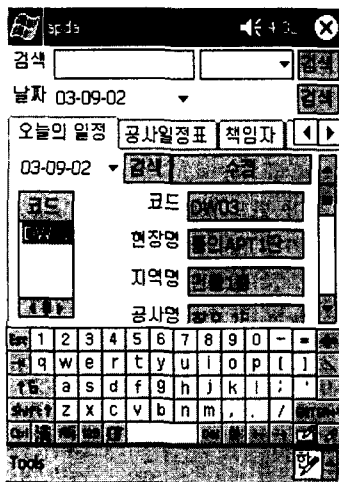


그림 12. 조회기능
Fig.9 Reference Function

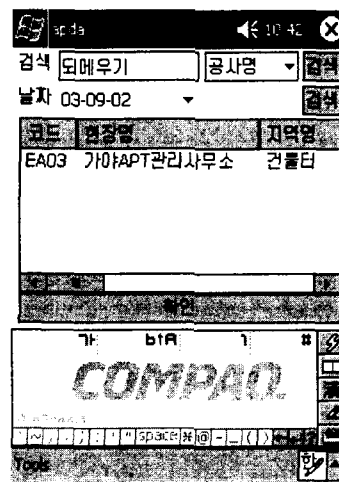


그림 14. 검색기능
Fig.11 Search Function

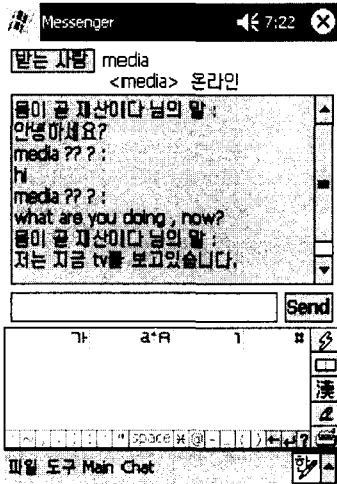


그림 15. 메신저 기능
Fig.12 Messenger Function

그림 13에서 보는 바와 같이 전체 7가지 종류의 패킷으로 구성되어 있으며, 헤더와 데이터 영역으로 구분된다. 헤더에는 클라이언트 프로그램의 각 기능별 코드값이 들어가고, 데이터에는 코드에 맞는 필드가 설정되어 있다. 이들 각각의 패킷은 서버로 전달이 되고 서버에서는 이들 패킷을 디코딩하여 데이터베이스를 액세스한 후 적당한 데이터를 돌려주게끔 되어 있다. 그림 13에 보이는 패킷 이외에도 보다 많은 종류의 세부적인 패킷구조가 존재하지만 지면 관계상 일부분만을 제시하였다.

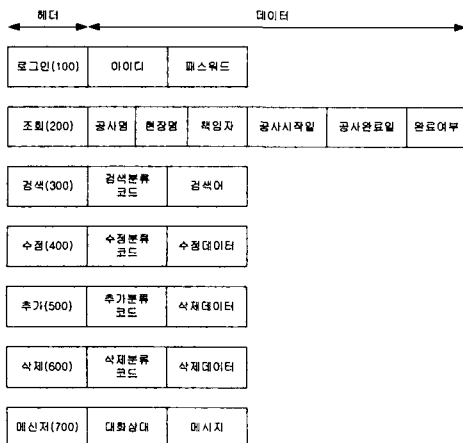


그림 16. 패킷구조
Fig.13 Packet Structure

IV. 제안된 시스템의 장단점 분석

본 논문에서는 건설현장과 본사의 공정관리 데이터베이스를 직접 연결하여 주기 위한 무선통신 시스템을 구축하였다. 또한 이 시스템을 통해 PDA용으로 제작된 클라이언트 프로그램은 건설현장의 엔지니어가 직접 공정데이터를 조회, 수정, 검색 등을 할 수 있다. 이에 따라 기존의 공정관리와는 달리 즉각적인 공정데이터의 입출력 가능하므로 공정관리 단계가 다음과 같이 줄어들게 된다.

- ① 엔지니어가 시공, 공정 등의 자료를 PDA로 입력하여 본사의 공정관리 데이터베이스에 전송
- ② 본사의 전문가 집단이 입력된 자료를 파악하여 공정과정 수정
- ③ 수정된 자료를 공정관리 데이터베이스에 입력하면 즉시 현장의 엔지니어가 이를 확인
- ④ 수정된 공정자료를 바탕으로 건설현장에 이를 적용

따라서 그림 2에 제시되었던 기존의 7단계로 이루어지던 공정관리가 4단계로 줄어들게 되어 많은 인력, 장비, 시간, 비용 등을 절약할 수 있다.

한편, 본 시스템은 무선통신기술을 기반으로 하기 때문에 보안에 취약한 면이 있다. 그러나 본 시스템에서 사용된 액세스포인트는 IEEE 802.11의 암호화 옵션인 WEP(Wired Equivalent Privacy) 암호화 기법을 제공하고 있다. 이에 따라 액세스포인트에서는 64비트와 128비트 암호화키를 사용하여 무선통신망을 외부의 침입으로부터 보호할 수 있다.

본 논문에서 구축된 무선통신망과 개발된 응용 프로그램은 터널시공, 교량건설, 아파트 건축, 댐 건설 등의 다양한 건설현장에서 용도에 맞게 공정관리 시스템으로 활용될 수 있으며, 그 외의 생산관리 시스템, 창고관리 시스템, 대형마켓 관리 시스템 등으로 활용분야를 넓힐 수도 있다.

V. 결론

최근 들어 토목이나 건축 등의 건설현장에서는 전산시스템의 도입을 통해 비용을 절감하고 효율적인 공정관리를 수행하기 위해 노력하고 있다. 공정관리는 정해진 기간 내에 공사를 마치기 위해 인부, 장비 등을 적재적소에 배치하고, 가장 적당한 시공법에 따라 공사를 진행시키기 위한 일정관리이다. 그러나 실제 건설현장에서 이루어지는 공사의 진행상황은 현장의 엔지니어가 수기로 작업 일지를 작성하고, 도보로 현장사무소까지 이동하여 공정데이터를 입력하고 확인하는 작업을 수행한다. 이에 따라 공정관리가 실시간적으로 이루어지지 않으며, 그때 그때 상황에 맞는 공정관리가 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 논문에서는 건설현장의 엔지니어가 직접 본사의 공정관리 데이터베이스를 액세스하여 공정데이터를 입출력할 수 있도록 무선통신망을 구축하고, 공정관리를 위한 PDA용 응용프로그램을 개발하였다. 이를 통해 기존의 공정관리단계를 크게 줄일 수 있었으며, 많은 시간, 인력, 장비, 비용 등을 절약할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 엔지니어 뿐만 아니라 시공업체, 발주자, 감리단 등도 인터넷을 통해 실시간으로 현재 공사진행상황을 확인할 수 있다는 장점도 가지고 있다.

앞으로는 구축된 시스템과 개발된 응용프로그램을 건설현장 뿐만 아니라 공장이나 대형마켓에서 입출고관리, 재고관리, 생산관리 등에서도 활용할 수 있는 방안에도 검토할 것이다. 또한 PDA 클라이언트 프로그램을 건설현장의 사진과 동영상, 엔지니어의 음성까지도 전달할 수 있는 멀티미디어 기능을 추가하고자 한다.

참고 문헌

- [1] 한국인터넷정보센터. "인터넷통계보고서," <http://isis.nic.or.kr/>, June, 2003
- [2] 박홍태, "종합공정관리 전산체계의 구축 시안에 관한 연구," 대한토목학회논문집, 제16권, 제1-2호, pp195-204, March, 1996
- [3] 박홍태, "공정관리의 실태조사를 통한 운영개선 방안," 대한토목학회논문집, 제16권, 제1-3호, pp339-353, May, 1996

- [4] Ivor Horton, Beginning Visual C++ 6, WROX Press, 1999
- [5] Douglas Boling, Programming Microsoft Windows CE, Microsoft Press, 2002
- [6] 조재만, 박선정, 임베디드 Windows CE 프로 그래밍, 도서출판 PCBOOK, 2002

저자 소개

진교홍(KyoHong Jin)



1991년 부산대 컴퓨터공학과(공학사)
1993년 부산대 컴퓨터공학과(공학석사)

1997년 부산대 컴퓨터공학과(공학박사)
1997년 ~ 2000년 국방과학연구소 선임연구원
2000년 ~ 현재 동의대학교 멀티미디어공학과 조교수
※ 관심분야 : 인터넷 프로토콜, 인터넷 서비스 등

이혜원(HyeWon Lee)



1995년 Parsons School of Design, Graphic Design (AAS)
2001년 Pratt Institute, Communications Design(MS)

1999년 ~ 2000년 Brain Pixels, INC. Malden, MA USA, 모션그래픽 디자이너
2000년 ~ 2002년 JCLICK,INC. San Jose, CA USA, 디지털미디어 아트 디렉터
2002년 ~ 현재 동의대학교 멀티미디어공학과 전임강사
※ 관심분야 : 모션그래픽스, 디지털디자인, 인터넷 응용



김지홍(JiHong Kim)

1986년 경북대 전자공학과
(공학사)
1988년 경북대 전자공학과
(공학석사)

1996년 포항공과대학교 전자전기공학과(공학박사)
1988년 ~ 1997년 한국전자통신연구원 선임연구원
1997년 ~ 2002년 부산외국어대학교 컴퓨터공학과
조교수
2002년 ~ 현재 동의대학교 영화영상공학과 조교수
※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터그래픽스, 인터넷응용