

건설현장 유비쿼터스 시스템 개발

A Development of Construction Field Control System Using Ubiquitous Network



조윤구
현대건설 기술개발원 수석연구원

1. 서론

유비쿼터스 환경을 이용한 건설현장의 제어계측 시스템 개발은 몇 가지 중요한 의의를 가질 수 있다. 이러한 시스템을 현장에 도입함으로써, 현장의 과학적 관리를 통한 품질의 고급화를 이룰 수 있으며, 자동제어로 인한 현장 투입 인원의 대폭 감소 및 그로인한 다양한 비용 절감 효과를 거둘 수 있을 것이다. 예를 들어, 관리 계측에 따른 인건비용의 대폭 절감 효과 및 구조물 보수 및 재시공에 따른 A/S비용의 대폭 절감효과를 거둘 수 있을 것이다.

또한, 10년, 20년 후에도 구조물의 상태를 설치된 센서를 통해 확인할 수 있으므로 표준화에 의한 대형 재난 사전방지 및 사후관리가 가능해 질 수 있을 것이며, 그로인한 다양한 센서 측정치의 자료 DB 구축이 가능해 질 수 있으므로 시공 노하우 축적에도 일조할 수 있을 것이다.

또한, 산업 현장에 무선기술을 이용한 건설현장 환경 제어장치를 개발하여 보급한다면 건설현장의 업무 효율

성 향상에 큰 도움이 될 것이며, 건설 시공기술 발전 및 노하우 축적에 큰 역할을 할 것이라 생각한다.

2. 국내외 관련기술 현황

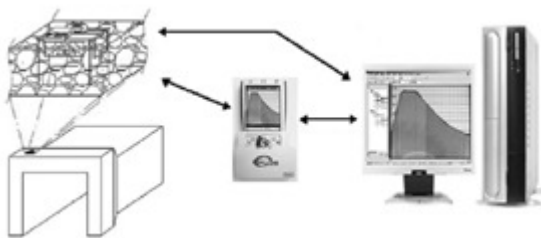
대부분의 건축, 토목 현장에서는 유선방식의 계측기를 이용하여 현장 구조물의 온도, 응력 등을 측정한 데이터를 기초로 구조물의 현황 파악 및 시공 일정을 결정하고 있다.

예를 들어, 여름철의 경우 콘크리트 타설 후 습윤 양생을 위하여 현장관리인이 계속 물을 뿌려주거나 젖은 양생포 등을 덮어서 표면의 수분공급을 해주고 있으며, 겨울철의 경우 콘크리트 표면의 온도가 0℃ 이하로 떨어지는 것을 막기 위하여 사람이 현장에 상주하며 외부에서 온풍기 등을 이용하여 보온양생을 하는 방법으로 콘크리트의 표면온도를 유지시켜 준다. 그러나 이러한 방법들은 현장작업자가 계속적으로 현장에 상주해 가며 작업을 수행해야 하며, 대부분 작업자의 오랜 현장 경험에 의존하여 작업을 진행하므로 과학적이며 체계적인 관리

가 이루어 질 수 없다.

예를 들어 어떤 종류의 이날로그 데이터를 습득하여 디지털로 변환할 수 있는 모든 장치와 사람의 조작을 필요로 하는 모든 장치를 무선으로 연결하여 확인하고 제어할 수 있다면 이를 이용한 기술의 발전은 무궁무진할 것이며, 다양한 분야에 적용이 가능할 것이다. 일례로, 토목현장에 온도와 습도 및 변형률 등을 측정하는 장치에서 작업소장에게 무선으로 현재의 작업 상황을 자동으로 보고해 줄 수 있고, 측정 장치가 데이터를 기초로 현장의 온도 및 습도를 자동으로 제어할 수 있다면 이를 이용한 현장의 작업성은 크게 향상될 것이며, 이러한 시스템에 의해 구축된 구조물들의 안전성 또한 크게 향상될 것이다. (그림 1) 현장제어 시스템 개념도

또한, 이러한 기술이 상용화가 되면 사용자는 유비쿼터스 시대의 초기형태의 편리함을 누릴 수 있을 것이다. 휴대전화를 통해 각종 데이터를 실시간으로 주고받을 수 있기 때문에 사무실 바깥에서 근무하는 영업담당자, 물류담당자, 현장 근로자들의 업무효율성도 높아질 것으로 기대된다.



[그림 1] 현장제어 시스템 개념도

현재, 기존 건설사의 경우 아파트 및 지하철 등 대단위 건축, 토목현장의 공사를 수행할 때 매스콘크리트의 수화열 등을 측정하여 현장 품질관리 자료로 활용하고 있

으나 이러한 측정 자료들은 단위 현장의 측정자료로 보존되어 다음 현장에서 참고할 만한 자료로서의 가치를 부여받고 있는 실정이다. 따라서 현장의 상황이 언제나 동일하거나 예상범위 내에서 모든 상황이 진행되는 것은 아니므로 즉각적이고 신속한 대응을 하기에는 현재의 측정 방식이 다소 부족한 점이 있을 수 있다.

3. 건설현장 유비쿼터스 시스템의 파급효과

3.1 기술적 측면

건설현장 유비쿼터스 시스템은 건설현장에서 쉽게 적용할 수 있는 현장관리 요소들 중, 주요 데이터(온도, 습도, 변형률, 염분, 중성화 등)를 시간대별로 측정하여 무선으로 PDA나 휴대전화 등으로 전송하고 측정된 데이터를 기초로 현장관리를 수행한다. 현재 대부분의 건설 현장 및 PC 콘크리트 2차 제품공장들은 각 공정 중에 작업관리자 또는 공정 담당자들이 시간 및 작업과정을 지속적으로 체크하고 각 과정을 조작해 주어야 하는 시스템이 대부분이다.

따라서, 본 건설현장 유비쿼터스 시스템을 적용하면, 공정 담당자 또는 작업자들은 현장작업 및 공정진행 내용을 시스템에 적용시켜 진행함으로써, 작업시간 관리에 묶이는 등의 업무 정체 현상을 해소하게 될 것이므로 좀 더 생산품질의 향상에 전념할 수 있을 것이다.

나아가, 인위적인 조작에 의존하는 지금의 생산 방식에 자동 제어시스템을 도입하여 체계적인 관리와 프로그래밍에 따른 공정 제어를 할 수 있고, 제어시스템은 각 공정의 진행 상황을 생산 및 공정관리 담당자의 PDA 및 휴대전화로 무선으로 실시간 전송하여 즉각적인 관리

및 제어가 가능할 수 있도록 함으로 생산 및 공정관리 담당자로 하여금 포괄적이고 과학적인 관리와 문제 해결 능력을 가질 수 있게 해준다.

따라서 본 시스템을 적용하면 작업장의 공정관리의 개선효과 외에도 다양한 분야의 제어에 적용하여, 간단하면서도 신뢰성이 생산과정으로 인해 제품의 품질향상 및 균일화에 크게 기여할 것으로 생각된다.

3.2 경제적 측면

건설 현장에서 구조물의 계측 및 제어 시스템을 통해 획득된 데이터를 휴대전화로 무선전송하고 관리자로 하여금 종합적인 관리가 가능하도록 한다면, 산업 및 경제적으로 막대한 이익을 가져올 수 있다. 우선, 소규모의 인력으로도 현장 제어 시스템을 통해 광범위한 현장 운영을 할 수 있을 것이다.

작업 현장 및 PC 공장의 컨트롤은 제어시스템이 알아서 제어하여 주고, 각 공정 중 생기는 문제점 및 진행 상황 등을 휴대전화를 통해 관리자 및 작업자에게 실시간으로 알려주게 되면 관리자 및 작업자는 정확하고 신속한 대응으로 생산과정 중의 문제점 등을 해결할 수 있을 것이다.

또한, 현장작업 진행 상황 등을 정확하게 파악할 수 있어 적은 인원의 투입으로도 현장생산성을 높이고 품질을 향상시킬 수 있을 것이다.

뿐만 아니라, 사람의 지속적인 접근이 어려운 낙도 및 산간지역 공사현장의 실시간 작업 진행상황을 원거리에서 떨어져 있는 본사 및 관리책임자의 PDA 및 휴대전화를 통하여서도 직접 확인할 수 있어 체계적이며 노하우가 결합된 관리가 원격지에서도 이루어질 수 있으며, 그로

인한 구조물의 안전 및 장기적인 내구성을 확보할 수 있을 것이다.

3.3 기타 활용성 측면

본 시스템의 기술이 활용될 수 있는 분야는 무수히 많을 수 있다. 예를 들어 온도, 습도 및 시간의 상관관계 제어로 제품의 품질이 결정되는 건설, 토목, 요업, 식품 등 산업 전반의 모든 공정에 본 기술의 활용이 가능하며, 산업 현장 외에도 웰-빙 분야, 홈오토메이션, 홈 시큐리티 분야 등 다양한 곳으로의 적용이 가능할 것이다.

그 외에도 지속적인 데이터의 측정이 요구되거나 사람의 접근이 어려워 장비설치, 계측 및 지속적 관리가 어려운 곳에 본 시스템의 기술을 활용할 수 있을 것이다. 예를 들어, 열처리로의 온도 측정, 댐 발전소 등의 수위측정, 공업용수의 오염도 및 산성도, 환경분야 및 산불예방 등 사람의 제어를 필요로 하는 모든 산업전반의 과전에 본 시스템의 기술을 도입할 수 있으므로 그 발전 방향 및 경제적 파생효과는 대단히 크다고 생각한다.

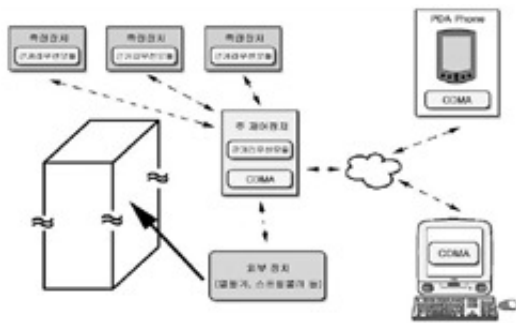
4. 건설현장 유비쿼터스 시스템 개발의 목표 및 과정

4.1 개발 목표

[그림 2]는 본 과제에서 개발하고자 하는 기술의 개략적인 시스템 블록도를 나타낸 것이다. 각각의 센서는 각자의 위치에서 데이터를 측정하여 취득한 데이터를 일정시간 간격 혹은 실시간으로 주 제어장치로 전송한다. 주 제어장치는 전송된 데이터를 취합하여 분석한 후 분석한 결과에 따라서 외부 장치를 제어하게 된다.

예를 들어, 측정된 온도가 과도하게 높아 기준을 초과하였다면 온도를 낮추어 줄 수 있는 외부장치를 가동시켜 외부 온도를 낮추어주고, 습도가 지나치게 높게 측정되었다면 습도를 낮추어 줄 수 있는 외부 장치를 가동시키기 위한 제어신호를 발생시켜 습도를 낮추어 줄 수 있게 된다. 제어신호 전송 후 또는 일정한 공정의 종료 후에는 이러한 사실을 무선으로 관리자 혹은 공정관리 담당자의 휴대전화로 전송하여 그들로 하여금 전체적인 작업의 흐름을 인지하고 사후 일정을 판단할 수 있도록 돕게 된다.

그러나, 위와 같은 개략적 시스템 블록은 중간에 제어장치를 두어 중계하는 방식을 사용하고 있으나 개발정도에 따라서는 중간의 제어장치를 거치지 않고 센서에서 바로 외부 장치를 가동시키기 위한 제어신호나 관리자에게 보고하는 과정을 진행하게 할 수도 있을 것이다.



[그림 2] 개략적 시스템 블록도

마지막으로 본 시스템에서 구현하고자 하는 목표는 다양한 센서를 장착한 장치가 다양한 환경에서 원활하게 작동하게 하기 위하여 외부 자연환경의 예측할 수 없는 영향에 장치의 작동 및 데이터의 신뢰성을 잃지 않도록 하는 것이다.

하는 것이다.

4.2 개발 과정

본 건설현장 유비쿼터스 시스템을 개발하기 위해 4단계의 과정을 거쳐 진행하였으며 각 단계의 진행과정은 다음과 같다.

(1) 제 1단계

- 소형계측센서 외부에 유선 근거리 통신모듈적용
- 유선 모듈을 장착한 소형계측센서와 컨트롤러 및 PC 사이의 데이터통신

(2) 제 2단계

- 소형계측센서 외부에 근거리 무선통신(Binary-CDMA, RF, ZIGBEE 등) 모듈적용
- 근거리 통신 모듈을 장착한 소형계측센서와 컨트롤러 및 PC사이의 데이터통신

(3) 제 3단계

- 소형계측센서 외부에 장거리 무선통신(CDMA) 모듈을 적용
- 근거리 통신모듈을 장착한 소형계측센서와 컨트롤러 및 PC사이의 근거리통신
- 소형계측센서 및 제어장치와 휴대전화 및 PDA의 연결

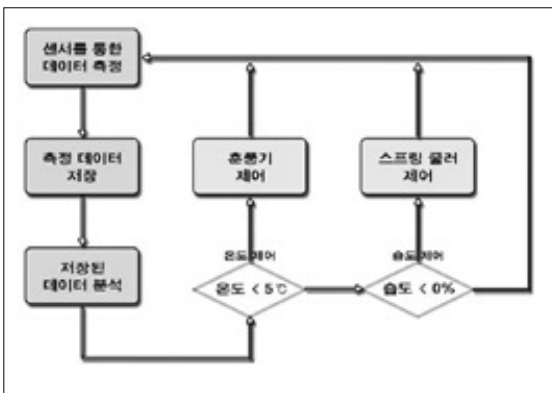
(4) 제 4단계

- 시스템의 현장 적용
- 시스템의 신뢰성 검증

이상의 4단계에 걸쳐 최종적으로 유무선 현장제어 시스템을 개발예정이며 시스템 개발을 위한 콘크리트 구조물 Mock-up 실험을 수행하였다.

현장실험은 1차적으로 온도 및 습도제어를 주요 목표로 하였으며 2차적으로 철근 및 콘크리트의 응력제어를 목표로 하였다. ([그림 1] 1차 제어 목표 개념도, [사진 1]~[사진 6] 현장 Mock-up 장면)

1차 현장실험에서는 매스 콘크리트의 온도 제어를 위한 환풍기 및 천막 시공과 슬래브의 습윤 양생을 위한 스프링쿨러 시스템을 적용하였다.



[그림 3] 1차 현장제어 시스템 제어 목표

사진 및 [그림 3]에서 보는 바와 같이 현장 Mock-up 실험을 통해 보온양생 및 습윤양생의 경우 근거리 및 원거리 유무선 통신에 의한 현장제어가 가능함을 확인하였으며 데이터의 실무적용을 위한 application contents 및 2차 현장실험을 통해 구조물의 응력변화에 따른 경보 및 제어 시스템을 개발 중이다.



[사진 1] 1차 현장실험 Mock-up 준비



[사진 2] 1차 현장실험 게이지 설치



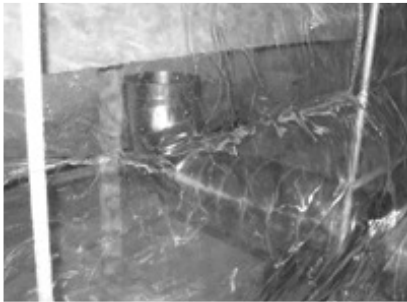
[사진 3] 1차 현장실험 센서 검측



[사진 4] 1차 현장실험 콘크리트 타설



[사진 5]
1차 현장실험
온도제어 천막설치



[사진 6]
1차 현장실험
훈풍기 제어

5. 결론

본 연구는 유비쿼터스 환경을 이용한 건설현장의 제어계측 시스템 개발을 위해 건설 분야에 전자 및 통신 분야가 도입되었다는 점에서 큰 의의를 부여할 수 있으며, 전자 및 통신의 발전된 분야의 기술도입으로 인해 향후 건설 분야의 기술개발이 활발히 이루어 질 것으로 기대된다.

또한, 향후 이러한 시스템이 발전을 거듭하여 현장에 도입함으로써, 현장의 과학적 관리를 통한 품질의 고급화 및 균일화를 이룰 수 있으며, 자동제어로 인한 현장원가 절감 효과 및 발주처 및 고객과의 신뢰도 증진 효과도 더불어 이룰 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 이호철외 1인(2001), GPS와 인터넷을 이용한 장대교량 모니터링 시스템개발에 관한 연구, 대한토목학회 논문집, Vol.21
2. 이종출외 3인(2001), 실시간동적 GPS를 이용한 교량 경보 시스템 개발, 대한토목학회 학술발표회
3. Klaus Finkenzeller(2003), RFID Handbook, 2nd.ed., John Wiley & Sons
4. 정착덕(2005), 유비쿼터스 시대왔다.,첨단융합건설포럼(NICE)