

## 유비쿼터스 컴퓨팅과 관제 모델

이호경 박사 KT, 인프라연구소

장성봉 부장 KT, 인프라연구소

허태경 상무 KT, 인프라연구소

**Abstract :** 유비쿼터스 컴퓨팅은 공간의 형상화, 공간변화 인식 고도화 및 증강현실 등의 기술을 통하여 가상의 공간에서 수행한 결과가 실시간으로 현실 세계에 반영되며 또한 현실 세계의 변화는 실시간으로 가상공간에 반영되는 제3공간을 만든다. 한편 관제시스템은 센서를 통하여 현장을 파악하고 제어할 수 있는 시스템으로서 유비쿼터스 컴퓨팅이 제공하는 제3공간에 가장 근접한 시스템이지만 시스템의 폐쇄성 및 강결합도에 의해 사용자의 접근이 힘들며 협업, 복합관제, 하부인프라의 공유 등이 힘들다. 본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 웹서비스, SOA(Service Oriented Architecture) 및 BPMS(Business Process Management System)에 기반을 둔 유비쿼터스 관제모델을 제안하였다.

### 1. 서론

유비쿼터스(Ubiquitous)란 단어는 언제 어디서나 동시에 존재한다는 뜻을 의미하는 라틴어로서 1988년 미국의 사무용 복사기 제조회사인 제록스에 근무하는 ‘마크와이저’가 ‘유비쿼터스 컴퓨팅 /Ubicomp’란 개념을 최초로 제안하면서 등장하였다[1]. 유비쿼터스는 최근 국내에서 진행되고 있는 u-City 관련 표준단체의 활동[2], 다양한 u-City 건설 사업 등과 함께 본격적으로 관심을 받고 있으며 통신, 방송, 컴퓨팅 및 전자 분야 등 많은 분야에 적용되어 인간생활을 보다 편리하게 할 것으로 예상되고 있다.

‘마크와이저’에 따르면 미래에는 컴퓨터들이 모든 곳에 편재 되고, 네트워크로 연결되어, 사용자가 필요로 하는 정보나 서비스를 모든 장소, 모든 시간에 즉시적으로 제공하는 ‘유비쿼터스 환경’이 구현되어 메인프레임과 퍼스널컴퓨터에 이어 제3의 정보혁명을 이끌 것이라고 하였다. 다시 말해, 유비쿼터스 컴퓨팅이란 컴퓨터에 어떠한 기능을 추가하는 것이 아니라, 자동차, 냉장고, 안경, 시계 및 스테레오 장비 등과 같이 기기나 사물에 컴퓨터를 집어넣어 다양한 컴퓨터가 현실 속으로 스며들고, 상호 연결되어 언제, 어디서나 최적의 컴퓨팅을 통하여 정보를 이용할 수 있다는 뜻으로 정의할 수 있다.

한편 교통, 방범, 원격검침 및 시설물관리 등 특정 분야에서 대상물에 센서를 설치하고 통신망을 이용하여 원격에서 상황파악 및 제어를 할 수 있는 시스템을 관제시스템이라 정의하면, 관제시스템은 현재 운영되는 시스템 중 가장 유비쿼터스 개념에 가깝다고 할 수 있다. 본 논문에서는 2장에서 관제 시스템과 관련된 유비쿼터스의 특성을 살펴본 후, 3장에서 하천, 사면, 각종 인공 시설 등 지반분야에서 널리 활용되고 있는 관제시스템의 문제점을 정리하였으며, 4장에서 관제시스템의 발전 모델로서

유비쿼터스 관제 시스템 모델을 제안하고자 한다.

## 2. 유비쿼터스 컴퓨팅

모든 공간, 환경 및 사물들에 컴퓨터가 심어지고, 사물은 심어진 각종 컴퓨터를 통하여 네트워크의 단말로 인식되며, 현실보다 더 민감하게 상황을 파악할 수 있고 더욱 강력한 제어를 수행할 수 있는 공간의 형상화 기술인 AR (Augmented Reality, 증강현실)과 공간형태 변화인식의 고도화를 위한 Context Awareness 컴퓨팅과 같은 방법을 통하여 사용자 하여금 전지전능한 컴퓨팅 능력을 발휘하게 하며 모든 업무를 한 자리에서 해결할 수 있게 한다. 따라서 모든 것을 현지 조달하는 유목민처럼 미래의 개인은 어떤 상황에서도 원하는 콘텐츠 또는 서비스를 현지에서 이용할 수 있는 디지털노마드가 된다. 유비쿼터스 기술은 현재의 네티즌들이 활동하고 있는 실세계를 반영하지 못하는 가상공간(제2공간, Network City)을 진화시켜 실세계를 실세계보다 더 민감하게 반영하고 제어할 수 있는 제3공간(Ubiquitous city)[7]를 창조한다.

유비쿼터스 시티의 공간은 현실과 밀접하게 연계되어 있어서 현실 세계의 상태파악 및 제어를 언제 어디서나 원하는 형태로 제3공간에서 수행할 수 있기 때문에 가상의 공간에서 수행한 결과가 실시간으로 현실 세계에 반영되며 또한 현실 세계의 변화는 실시간으로 가상공간에 반영하게 된다.

유비쿼터스 컴퓨팅의 기술은 지반분야가 대상으로 하는 모든 분야에도 예외 없이 적용될 것이다. 산, 바다, 강, 지하 등 모든 관심 분야에 적절한 컴퓨터를 심고, 네트워크를 통하여 상태를 파악한 후, 다양한 분석, 예측 및 제어 이론을 구현한 컴퓨팅 알고리즘을 통하여 신속하고 정확하게 상황을 파악하여 재해 재난에 대비할 수 있으며 그 결과를 즉시 필요한 곳에 전파할 수 있으며, 경우에 따라 자동 또는 수동 제어를 통한 조치가 가능할 것이다.

## 3. 기존의 관제모델

교통, 소방, CCTV 원격감시, 사면감시, 전원감시, 교량감시, 원격검침 등의 분야에서 다양하게 이용하고 있는 관제 시스템은 다양한 센서 및 제어점을 (sensor and actuator)를 통하여 수집한 정보로 현실세계를 파악하고 필요한 제어를 할 수 있기 때문에 유비쿼터스 컴퓨팅 기술이 지향하고 있는 제 3 공간의 개념과 가장 근접한 현재의 기술이라 할 수 있다.

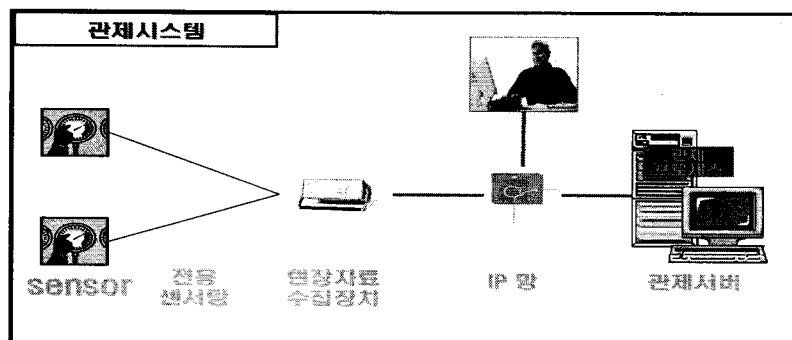


그림 1. 관제시스템 구성요소

대부분의 관제 시스템은 일반적으로 (그림 1) 같은 센서, 센서 연결을 위한 전용 센서망, 센서의 값을 읽고 간단한 분석을 수행하고 관제서버로 센서값을 전송하는 현장자료수집장치 및 관제 로직을 구현한 관제 프로세스를 수행하는 관제서버 등의 구성요소로 이루어져 있다. 관제시스템은 대상 분야의 전문적인 지식을 구현한 시스템이다. 예를 들어 하천제방 시설물의 안전도 관제 시스템은 하천제방 구조 전문가가 안전도 분석에 대한 이론을 확립하면 로직을 구현하여 프로세스 형태로 관제서버에 탑재하고 센서의 종류 및 설치 위치를 결정하여 센서 네트워크의 설치를 통하여 관제 서버에 연결하여 하천제방 현장을 관제하는 시스템이다.

그러나 이러한 관제시스템은 주어진 특정 목적을 해결하기 위해 개발한 시스템으로서 개발 때 정해진 입출력 장치를 통해서만 정보를 주고 받을 수 있는 폐쇄시스템(Closed system)의 특징을 가지기 때문에 다음과 같은 두 가지 문제점을 야기한다. 첫째, 폐쇄시스템 은 개발 초기에 연동 대상으로 삼지 않은 시스템이나 조직 또는 일반 사용자를 대상으로 정보를 제공하지 못하며 반대로 필요한 정보를 받을 수도 없다. 예를 들어 하천제방의 안전도 분석 결과가 위험한 경우에도 하천 인근의 주민에게 분석 정보를 직접 알릴 수 있는 방법이 없으며, 하천제방 안전도 분석에 필요한 하천 상류의 수위 수량을 관제하는 시스템이 존재하더라도 그 정보를 쉽게 받을 수 있는 방법이 없다. 유용한 정보가 있어도 제공하지 못하고 타 정보를 이용하지 못하는 문제점은 타 시스템과 협업을 불가능하게 하고 상위 수준에서 필요한 복합적인 의사결정을 지원하지 못한다. 둘째, 하부인프라(센서, 센서망, 현장자료수집장치, 관제 서버) 및 서버탑재알고리즘이 서로 강결합(Tightly coupled)되어 상호의존적이다. 서비스의 개발, 유지, 보수, 운영, 개량, 개선 때 하부인프라를 고려해야 하며 역으로도 마찬가지다. 서비스 개발, 개량, 개선에 많은 시간과 노력을 필요로 하기 때문에 현실적으로 초기에 정해진 업무 외는 수행이 불가능하며, 타 시스템과 센서 및 센서망을 공유할 수 없게 만들어 센서 및 센서망의 중복투자를 유발하며, 특정업체의존현상(vendor lock)을 야기시킨다.

따라서 현존하는 관제시스템은 대상 분야의 현실을 반영하는 제 3공간을 통하여 관제대상을 파악하고 증강현실과 Context awareness 컴퓨팅을 이용한 제어를 언제, 어디서나 편리한 방법으로 수행할 수 있는 유비쿼터스 관제시스템과 거리가 있다고 하겠다.

#### 4. 유비쿼터스 관제 모델

지금까지 살펴 본 관제모델이 유비쿼터스 컴퓨팅 특성을 가지기 위해서는 표준화된 방법으로 허가된 사용자나 시스템에게 정보를 제공할 수 있는 개방형시스템이 되어야 하며, 초기 개발 때 정하지 않았던 타 시스템에게서 받은 정보를 활용하여 더욱 정확하게 관제할 수 있는 방법이 있어야 한다. 이를 위해 개방형 인터페이스를 도입하여 공개함으로써 허가된 사용자와 언제 어디서라도 정보를 주고 받을 수 있게 하며, 하부인프라와 서비스 개발 및 수행 환경을 독립시켜 관제서버에 탑재된 관제 프로세스가 환경변화에 동적으로 대응할 수 있어야 하고 하부인프라는 서비스로부터 독립되어 설치, 개량 개선 등이 자유로워야 한다.(그림 2 참조)

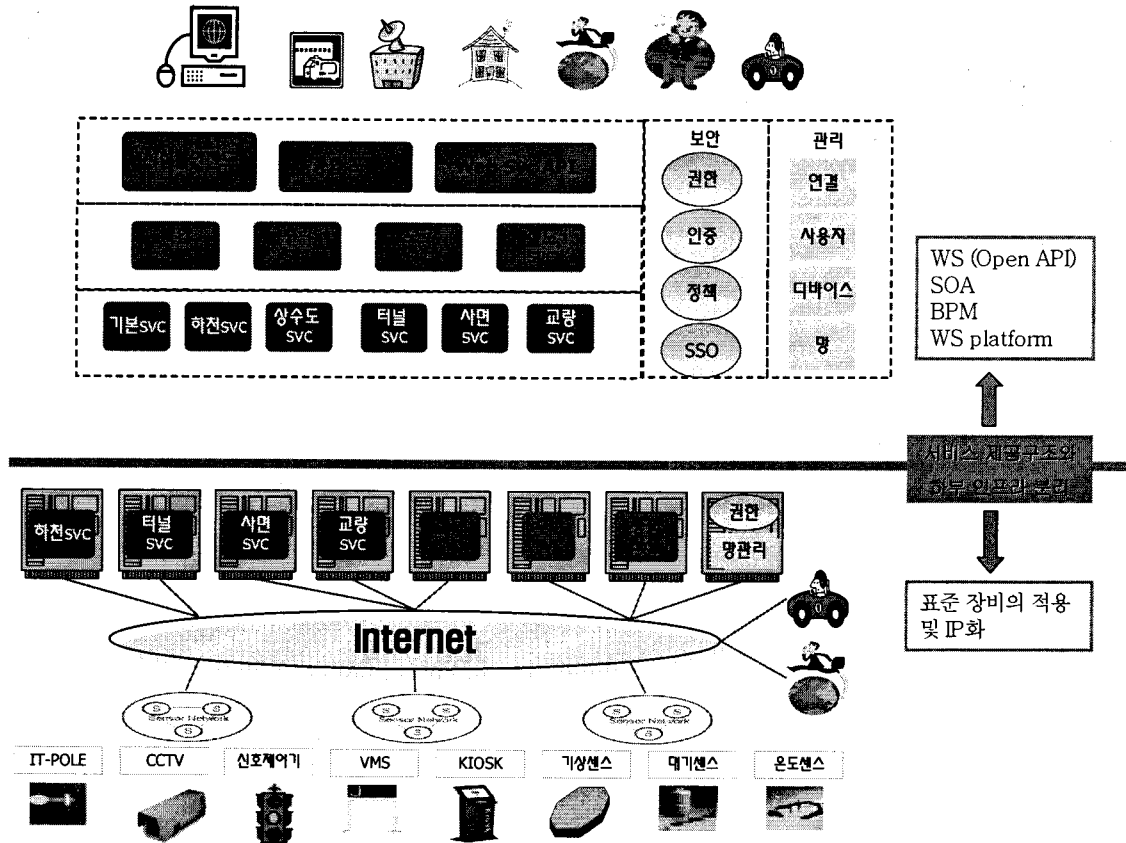


그림 2. 서비스제공 구조 및 하부 인프라의 분리

최근 들어 광센서, 레이저센서, RFID 등과 같은 새로운 형태의 센서개발, 소형화, 지능화, 저전력 소모화 등 많은 연구가 진행되고 실용화되고 있으며 센서네트워크에 대한 연구가 활발하게 진행되어 표준화된 형태로 점차 생활 속으로 자리잡을 것으로 예상된다. 특히 6LowPan[3], IP cam과 같은 IP망에 접속 가능한 센서 또는 장비 장비는 인터넷을 통하여 언제, 어디서나 현실을 반영하는 정보를 이용하고 제어할 수 있는 제3공간의 기본 단위를 구성한다. IP망을 지원하지 않고 전용망을 사용하는 센서 또는 장비의 경우는 (그림1)의 현장정보수집장치와 같이 최초로 IP와 접속된 장비에서 IP로 중계함으로써 동일 효과를 낼 수 있다.

그러나 현재의 IP 센서 및 장비는 각각 서로 상이한 통신 프로토콜을 사용하기 때문에 허가된 사용자라 하더라도 각 장비에 접근하기 위해 적절한 프로토콜을 이용해야 하는데 규모확장성이 매우 떨어지는 방법으로 비현실적이다. 따라서 IP 센서 및 장비를 통일된 방법으로 사용할 수 있는 표준화된 방법이 필요하다.

최근 활발하게 표준화가 진행되고 있는 “Web Service[4]” 관련 기술은 기기종 컴퓨터 사이의 연동에 대한 해결책을 제시하고 있으며 또한 “Ubiquitous web[5]”에서 다양한 장비 사이의 연동에 web 기술을 이용한 연동 방안에 대한 표준화가 진행되고 있다. 기본적으로 모든 컴퓨터에서 공통으로 사용 가능한 http와 같은 프로토콜 상에서 표준화된 메시지 전송을 통하여 컴퓨터가 제공하는 서비스를 사용하는 방법으로서 IP 센서 및 장비에 단일 프로토콜로 접근할 수 있게 해주는데 마치 현재 널리 사용되고 있는 웹브라우저와 비슷한 방법이며 실제로 웹 관련 기술에 기반을 두고 있다.

이와 같이 표준 방법으로 모든 IP 센서를 접근할 수 있는 상태가 되면 허가된 사용자는 언제 어디

서나 인터넷을 통하여 통일된 방법으로 센서값을 확인하고 제어를 할 수 있는 상황이 된다. 그러나 유비쿼터스 관제에서는 단순한 센서 값을 읽고 제어를 하는 것이 아니라 시설물 안전도분석, 미래 예측, 교통제어 등 보다 고차원의 제어를 원하며, 서버에서 수행하고 있는 프로세스를 새로운 정보를 추가로 받아 들이고, 불필요한 정보를 제외하는 등 동적으로 구성할 수 있는 Context awareness 컴퓨팅이 필요하다.

통일된 방법으로 접근할 수 있는 센서 및 장비의 고유 프로세스는 서비스 형태로 구현되는데, SOA(Service Oriented Architecture)[6]는 다른 컴퓨터에서 제공하는 서비스를 이용하여 신규서비스를 구현하고 그 결과를 다시 서비스로 제공하는 방법을 제공한다. 그림 2의 상단에 나타난 서비스 제공구조는 타 서비스가 제공하는 서비스를 사용하여 상위 서비스를 구현해나가는 방법의 예를 나타내고 있다. 그림2의 하부에 나타난 각 서버에 탑재되는 프로세스는 상단의 서비스 제공구조의 서비스에 대응하며, 각각의 서비스는 표준화된 BPMS(Business Process Management System)[6]을 탑재하여 서비스의 개발 및 유지 보수에 필요한 노력과 시간을 최소화할 수 있을 것이다.

제3공간의 가시화를 위한 가상현실, 3D GIS 등과 같은 기술을 이용하여 실감나게 표현하는 방법은 논의로 하였지만 (그림2)와 같은 아키텍처의 관제시스템이 구현되면 (그림 2)의 상부에 나타난 허가된 사용자는 관제센터, 집, 자동차, 해외 등의 장소에서 언제라도 유무선 인터넷을 통하여 (그림 2)의 서비스제공구조에 나타난 모든 서비스를 필요에 따라 사용할 수 있다. 또한 상류 하천의 유량을 분석하는 시스템이 신규 개발되어 서비스를 제공하게 되면, 그 서비스 결과를 현존하는 하천관제 시스템의 프로세스를 변경하거나, 두 서비스의 상위 서비스를 BPMS를 이용하여 개발함으로써 서비스의 협업이 가능해진다.

## 5. 결론

교통, 소방, 사면관리, 방범, 원격검침 등의 분야에서 널리 사용되고 있는 관제시스템은 컴퓨터가 모든 사물에 편재되어 언제, 어디서나 AR, Context awareness 컴퓨팅과 같은 첨단 기법을 통하여 실세계를 파악하고 제어할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅에 가장 근접한 분야이다. 본 논문에서는 현존하는 관제시스템의 문제점으로서 시스템의 폐쇄성과 강결합성을 지적하였으며, 해결책으로 개방형, loosely coupled 시스템을 채택한 유비쿼터스 관제모델을 제안하였다. 유비쿼터스 관제모델은 웹서비스를 이용한 SOA에 기본을 두고 있으며, 언제 어디서나 관제정보를 이용할 수 있고 서로 다른 관제분야 사이의 협업 및 상위의 의사결정을 지원하는 모델이다.

유비쿼터스 관제 모델은 추가로 규모 및 분야의 확장성, 시스템 신뢰도 향상, 실시간 정보 전달성, 권한, 인증 및 과금을 포함하는 보안문제 등에 관한 연구가 추가로 필요하다.

본 연구는 '06 건설기술혁신사업 “국가 주요시설물 안전관리 네트워크 시범구축 및 운영시스템('06 건설핵심 B05-03)” 연구과제의 일환으로 수상되었습니다.

## 참고문헌

1. Mark Weiser: The Future of Ubiquitous Computing on Campus. Commun. ACM 41(1): 41-42 (1998)
2. <http://www.ubicity.org/>
3. <http://www.ietf.org/html.charters/6lowpan-charter.html>
4. <http://www.w3.org/2002/ws/>
5. [http://www.w3.org/2005/Talks/0621-dsr-ubiweb/#\(1\)](http://www.w3.org/2005/Talks/0621-dsr-ubiweb/#(1))
6. Eric Newcomer, Greg Lomow, "Understanding SOA with Web Services" Addison-Wesley
7. 하원규, 김동환, 최남희, 2002, 유비쿼터스 IT 혁명과 제 3 공간
8. 김동환, 2003, 제3공간 시대 신 경영전략
9. Daniel AMOR, 2004, Ubiquitous Internet strategy, Person Education, Inc