

u-City 도시시설물 관리 GRID 시스템 아키텍처에 관한 연구

A Study on the Grid Architecture of Urban Facility Management in u-City

권혁중*, 임형창, 김원균, 오윤석**, 남상관
HyukJong Kwon*, HyungChang Lim, WonKyun Kim,
YoonSeuk Oh**, SangKwan Nam

* (주)웨이버스 솔루션부문

{hjkwon*, hclim, kimwk}@wavus.co.kr

** 한국건설기술연구원 유비쿼터스국토연구원실

{griffey**, ysoh}@kict.re.kr

요약

최근 u-City에서 추진되고 있는 도시시설물 관리 관리시스템은 USN을 기반으로 이루어지고 있으며, 도시시설물에 센서노드를 구축하고, 수집되는 Sensing 데이터를 활용하여 시설물관리를 지능화하고 있다. 본 논문은 관리 시설물에 따라 부착된 센서 데이터를 수집하여 활용함에 있어 GRID 기술을 적용하고, 이 GRID 시스템을 통해 시스템 자원에 대한 효율성을 높일 수 있는 도시시설물 관리 통합 GRID 시스템 구성을 제시하고자 한다.

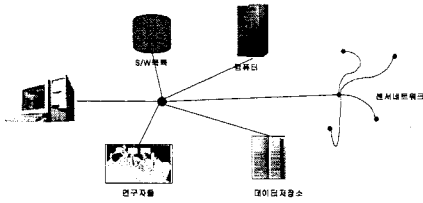
1. 서론

현재 각 지방자치단체의 지상/지하 시설물에 대한 도시시설물 유지관리는 특정 시설물(상수도 유량계)의 관리를 위해 센서를 부착하고, 이 데이터를 활용하는 수준이며, 이를 UIS(Urban Information System)과 연계하여 활용하는 구성은 많지 않다. 그러나, 현재 추진되고 있는 u-City 구축 사업에서는 RFID/USN 장비를 주요 관리 대상 시설물에 부착하여 보다 지능화된 시설물 관리에 활용하고자 노력하고 있다. 미래 USN 기반 도시시설물관리가 활성화됨에 따라 시스템 구축에 있어 GRID 기술을 적용하여 보다 효율적인 데이터 수집과 활용이 필요하며, GRID 시스템을 활용한 분산적이며 안정화된 시스템 운용이 요구되고 있다.

그리드(GRID)는 "격자"라는 말에서 유래한 것으로 Peer to Peer 방식으로 서로 연결돼 마치 격자모양을 이루는 데서 이런 이름이 붙여졌다. 그리드라는 개념은 WWW(World Wide Web)처럼 단순히 텍스트나 이미지 같은 콘텐츠만이 아니라 컴퓨터의 모든 기능을 세계가 공유하고자 하는 비전을 가지고 설계 되었다. 근래에 고속계산을 위해 많은 저가 PC를 병렬로 연결한 클러스터 컴퓨터가 활용되고 있다. 기술적으로 그리드란 이것을 타인 컴퓨터 까지 확장하여 클러스터 컴퓨터와 같이 사용할 수 있게 하는 컴퓨터 네트워크를 말한다. 이렇게 그리드는 지리적으로 분산되어 있는 고성능 컴퓨팅자원을 네트워크로 상호 연동하여 조직과 지역에 관계없이 사용할 수 있는 것을 의미한다.

2. GRID 서비스의 의미와 발전

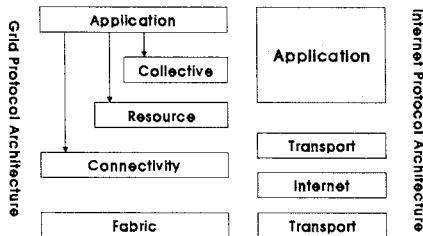
2.1. GRID 개념



[그림 1] GRID 개념도

2.2. GRID의 구조

그리드의 정의를 처음으로 내린 시카고 대학의 Ian Foster는 그리드 기술의 핵심은 가상 조직의 사용자와 자원들이 서로 공유 관계에 대해 협상, 구축, 관리, 탐색하는 기본 메커니즘을 정의하는 프로토콜의 아키텍처로 이루어진 미들웨어(Middleware)라고 할 수 있다. 표준 프로토콜은 확장성과 상호 운용성, 이식성, 코드 공유를 가능하게 하고, 표준 기반의 개방 아키텍처 구성은 표준 서비스들을 정의하기 쉽게 해준다. [그림 2]는 Foster가 제시한 그리드 프로토콜 아키텍처를 인터넷 프로토콜 아키텍처와 비교한 그림이다.



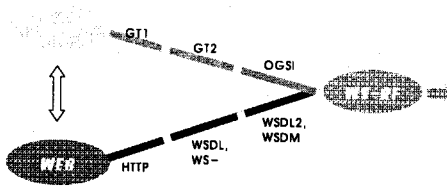
[그림 2] GRID 구조와 인터넷 프로토콜 계층의 관계(<http://www.ggf.org>)

[그림 2]의 그리드 프로토콜 아키텍처에서 Fabric Layer란 IT 자원들의 집합, 즉 스토리지 시스템, 네트워크 자원, 연산 자원, 카탈로그 등의 개별 IT 자원을 가리키며 분산 파일 시스템(Distributed File System), 컴퓨터 클러스터, 분산 컴퓨터 풀(Distributed Computer Pool)과 같은 논리적 개체(Logical Entity)를 가리키기도 한다. Connectivity Layer는 그리드에서 일어나는 네트워크 트랜잭션에 필요한 핵심적인 통신 프로토콜과 인증 프로토콜로

구성되어 있다. Resource Layer는 기반 계층에 있는 개별 IT 자원의 공유에 대한 보안 협상, 가입, 모니터링, 통제 등을 위한 프로토콜들로 구성되어 있으며 Collective Layer는 IT 자원들 집합에서 일어나는 상호 작용들을 관리하는 프로토콜, 서비스, 응용프로그램 인터페이스(API : Application Program Interface), 소프트웨어 개발 도구(SDK : Software Development Kit)를 담고 있다. 그리드 프로토콜 아키텍처의 마지막 계층인 Application Layer는 가상 조직 환경 안에서 운영되는 사용자 애플리케이션들로 구성되어 있다.

2.3. GRID 발전 방향과 표준화

그리드에 관한 연구개발은, 1995년 슈퍼컴퓨터 컨퍼런스에서 I-WAY의 시연을 기점으로 확산되기 시작으나, 이 당시 그리드 시스템은 상호 연동이 어려웠으며, 기술 재사용의 어려움 등의 여러가지 문제점이 제기되었다. 이를 해결하기 위해 2002년 2월 캐나다 토론토에서 열린 글로벌 그리드 포럼(Global Grid Forum)에서 웹 서비스 주요 요소인 XML, WSDL, SOAP, UDDI 등의 표준을 채택한 OGSA(Open Grid Services Architecture)라는 그리드 기반 서비스 표준 아키텍처가 공개되었으나, OGSi 명세의 방대한 양과 복잡성, 기존 웹 서비스 통과와 호환성 등의 이유로 표준으로 받아들여지지 않았다. 이러한 OGSi의 문제점들은 2004년 1월에 개최한 글로벌 월드(Globus World) 2004에서 WS-RF(Web services Resource Framework)를 발표하면서 해결되었다. WS-RF는 기존 OGSi의 개념의 계승하며, 문제점을 보완한 새로운 표준으로 등장하여 현재까지 많은 프로젝트에서 활용하고 있다. 이러한 그리드 기술은 초기에 저성능 컴퓨터 다수를 그리드로 묶어 슈퍼컴퓨터의 성능을 구현하기 위한 기술로 개발되었으며, 최근에는 SOA 기술과 연계하여 서비스를 공유/호환하고 다수의 장비나 기기를 활용할 수 있는 액세스 그리드의 개념으로 발전하고 있다.

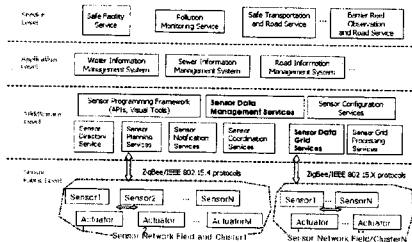


[그림 3] 웹 서비스와 그리드의 수렴

위 <그림3>은 GRID 기술의 발전 단계와 Web의 적용에 대한 발전 단계를 확인할 수 있으며, 이는 표준 기술로 자리잡고 있다.

3. 도시시설물관리 GRID 아키텍처

U-City에 구축되어질 USN 기반 지상/지하 시설물관리 시스템에서의 GRID는 여러 분야에 다양한 방법으로 적용이 가능하다. 그러나 GRID를 적용한다고 해서 모든 시스템이 효율적으로 관리된다고 볼 수 없으며, 필요 위치 및 경제성과 사용자 관점의 QoS를 충분히 고려하여야 한다. GRID 적용 분야는 크게 Sensor Node 단계, 미들웨어 단계, 통합 부분, 서비스 레벨 단위에 따라 크게 4가지 분야로 나뉠 수 있다.



[그림 4] 도시시설물관리 GRID 적용 범위

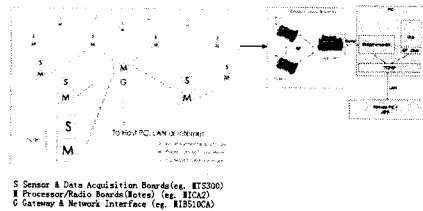
<그림4>에서 각 Level별 서비스를 GRID의 적용을 고려할 수 있으며, Sensor Node 단계에서는 Mesh-Network 기술을 적용가능하며, Middleware 단계에서는 센서 수집관련 GRID Middleware, Application 단계에서는 Globus Tool Kit을 활용한 CPU, Memory GRID, 서비스 레벨에서는 SOA를 적용한 다양한 GRID서비스를 제공할 수 있다.

본 연구에서는 Middleware Level의 Sen

sor 데이터 수집에 관련된 GRID 아키텍처를 개발하여 도시시설물관리에 적용하는 모델을 제시한다.

3.1. Sensor 데이터 수집 구조

u-City의 지능형 도시시설물관리 대상 시설물의 센서 데이터 수집은 지상/지하 시설물로 구분하여 볼 수 있으며, 실시간 센서 데이터의 수집 구조는 <그림5>와 같이 시설물에 부착된 센서를 기준으로 지상/지하의 수집 G/W를 통해 통합 G/W로 데이터가 수집되어 수집 서버의 DB 또는 기타 파일 시스템 구조로 수집되어진다.



[그림 5] Sensor Data 수집 구조도

센서네트워크 구조는 센싱처리 모듈과 무선모듈로 구성되고 센서노드 모듈간 데이터 처리를 수행하고 최상위 센서노드는 G/W를 통해 수집 PC에게 Sensing 데이터를 전송하게 된다.<그림5>

현재 Fabric 단계의 센서 수집구조는 저전력, 무선환경 등 하드웨어 및 무선환경에 의존적이므로 향후 추가적인 연구가 진행되어야 할 분야이며, 본 연구에서는 다루지 않는다.

3.2. 도시시설물관리 GRID 모델

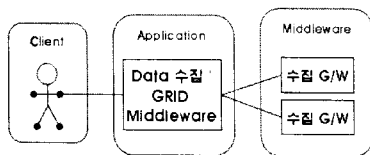
시설물 센서 데이터에서 수집된 센싱 데이터를 수집하여 필요에 따라 통합 DB 또는 기타 Repository에 저장하거나 실시간 Event 데이터를 활용하게 된다. 이때 실시간 센서 데이터는 대량이며 Data Fault Validation 등에 대한 처리 등을 고려해야 할 점이 있다.

- ① 대량의 데이터 수집 시 G/W와 수집 서버간의 부하
- ② 수집 G/W의 작동불능으로 인한 하위

센서 데이터 수집 불가

③ 데이터 수집량이 작은 G/W 자원 낭비 (센서네트워크 커버리지로 인한 G/W 설치)

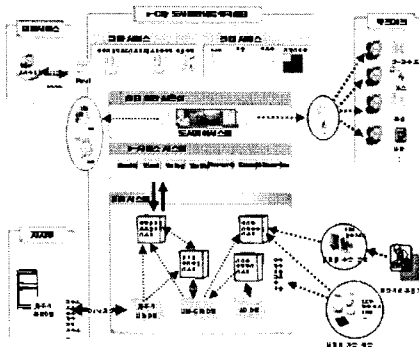
센서 데이터의 수집 시 문제점을 고려해 볼 때 Data 수집에 필요한 GRID 기술의 적용은 Application 단계에서 수집 서버와 G/W간 상태 모니터링을 통해 수집 GRID 모델을 적용 한다.



[그림 6] 센서 데이터 수집 GRID 모델

3.3. u-City 도시시설물관리 적용 GRID 시스템 아키텍처

u-City에서 추진 중이거나 구축된 시설물관리 시스템은 [그림7]과 같이 기존 UIS시스템을 바탕으로 현장에서 시설물 관리자가 Tablet PC를 이용해 실시간 시설물 정보를 갱신하고, 시설물에 부착된 센서정보를 중앙 시설물 관리 서버로 전송받아 활용하고 있다. 또한 수집된 센서데이터는 u-서비스 시스템에서 활용되며, 유관기관에 제공되고, 대국민 서비스를 통해 사용자 편의 정보를 제공하게 된다. 그러나 시설물 RFID를 활용한 위치 현행화 기능과 상수도, 안전관련 교량 센싱에 관련되어서는 극히 일부(유량계) 데이터를 수집하여 활용하고 있다.



[그림 7] u-City 도시통합 시스템 구성도

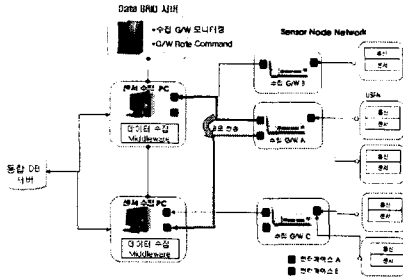
향후 센서 가격의 하락과 경제성이 고려된다면 그 활용도가 크기 때문에 센서 적용 시설물은 확대될 것이며, 이는 u-City 도시시설물 특히, 가스관 등 7대 지하시설물은 물론 도시경관을 위한 LED 기반 지능형 가로등, 방범 CCTV 등 많은 시설물을 대상으로 원격 무인 센서 시스템을 적용하게 된다.

3.4. 센서 데이터 수집 GRID 아키텍처

지상 및 지하와 관리대상 시설물에 따라 부착된 다양한 센서 데이터는 센서 노드를 통해 G/W에 수집이 되며, 수집된 센서 데이터는 통합 G/W를 통해 유선을 통한 수집서버 또는 통합 DB 서버에 저장된다. 이렇게 저장되는 시점에서 CCTV의 실시간 이미지 데이터 및 워킹 시설물의 실시간 센서 데이터 등을 수집할 경우 데이터의 량에 따라 수집되는 서버는 물리적 한정된 자원(CPU, Memory), 네트워크 상황에 의존하게 된다. GRID의 도입은 이러한 물리적 자원을 100% 활용하기 위해 수집 서버의 데이터 수집에 대한 실시간 모니터링을 통해 유휴 수집 서버를 활용하여 센서 데이터 수집을 분산하여 집중된 센서 데이터 수집을 다수의 수집 서버(PC)로 분산하여 처리하며, 수집 서버의 시스템 다운 및 에러로 센서 데이터의 수집이 불가능 한 경우 이를 대체할 수 있는 우회 센서 데이터 수집 기능을 수행하는 기능을 수행할 수 있다.

이와 같이 센서 수집에 GRID 시스템을 적용할 경우 GRID 아키텍처는 [그림8]과 같이 GRID 서버가 구성된다. GRID 서버는 Middleware를 사용하여 수집 PC의 데이터 수집량과 시스템의 Capacity 사용량을 실시간으로 모니터링 할 수 있다. 모니터링 값을 분석하여 기준 사용량 이상을 사용할 경우 유휴 자원을 가진 수집 PC를 통해 센서 데이터를 수집할 수 있도록 GRID 서버에서 하위 G/W를 컨트롤하여 수집 경로를 변경한다. G/W의 컨트롤은 보드 개발 시 그리드 서버에서 필요한 인터

페이스를 수용하도록 설계되어야 한다.



[그림 8] 센서 데이터 수집 GRID 아키텍처

센서 데이터 수집 GRID 아키텍처는 첫째 초기 수집서버에서 G/W 연결이 수집 PC1번 망 구성이 #A, #B, 2번 수집 PC 망 구성이 #C 경우 GRID 서버가 모니터링 값에 따라 수집 분산이 필요하면 GRID 서버에서 G/W #A에 접근하여 수집 경로 셋팅을 재설정하게 된다.

둘째 수집 PC #B가 시스템 다운되었거나 응답이 없다면 GRID 서버는 직접 G/W #C에 접근하여 PC #A로 데이터를 전송하도록 G/W 셋팅을 재설정한다.

물론 두 데이터 수집에 대한 GRID 아키텍처는 미들웨어 및 GRID 서버 시스템 개발 시 재구성 시 서비스를 중단하고, 다시 구성하고 재 동작을 막기 위한 미들웨어 개발이 필요하다.

4. 결론

U-City시스템에 그리드 기술을 적용함으로써 특정자원의 네트워크 선점에 대한 문제점을 다른 컴퓨터의 유희 네트워크자원을 활용하는 것으로 해결하여, 네트워크 속도의 향상을 위한 추가회선의 증설비용을 절감할 수 있고, 데이터의 손실을 줄여 신뢰성있는 시스템을 구축할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 기존에 구성된 컴퓨터들의 데이터베이스를 논리적으로 묶어 하나의 데이터베이스로 사용함으로써 대용량의 데이터베이스를 구축할 수 있다. 또한, 갑자기 하나의 노드 컴퓨터가 동작하지 않더라도 다른 컴퓨터로 센서들을 연결하여 데이터 수집을 할 수 있어, 서비스의 중단 없이 동적으로 노드 컴퓨터를

교체할 수 있어 전체 시스템이 안정화될 수 있을 것으로 기대된다. 또한 노드 컴퓨터의 추가만으로 서비스품질을 향상시킬 수 있다.

본 연구에서는 데이터 수집을 위한 네트워킹 그리드 환경을 구성하였으나, 그리드 환경에서 가장 많이 쓰이는 계산 그리드는 구성하지 않았다. 향후 U-City에서 필요로 하는 영상정보의 이미지 프로세싱, 모션캡처, GIS 공간 분석, Geo-Sensing Data 분석, 기후분석 등과 같은 계산이 복잡하고 시간이 소요되는 작업을 분산처리환경에서 수행할 수 있는 계산 그리드를 적용하는 연구가 계속되어지고 적용되어져야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신사업과제의 연구비지원(06국토정보C01)에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1]강태석, 박기현, 2001, "수치정사사진을 이용한 지적도 도곽적합에 관한 연구", 한국지적학회지 제17권 제1호, pp.63-79.
- 국토연구원, 2002, "고해상도 영상자료의 자동물체인식을 위한 경계추출에 관한 연구".
- [2]손지연, 2001, "고해상도 위성영상에서 Wavelet Transform을 이용한 도로망추출에 관한 연구", 부산대학교 대학원 석사학위 논문.
- [3]서울시정개발연구원, 1997, "서울시 지적 및 도시계획 데이터의 GIS활용방안", p.60.
- [4]Clarke, K. C., Hoppen. S., Gaydos, L.J., 1997, Loose Coupling a Cellular Automata Model and GIS: Longterm Urban Growth Prediction for San Francisco and Washington/Baltimore, International Journal of Geographical Information Science, 12(7), 699-714.