

# IP를 갖는 노드 기반의 서비스 구조에 대한 연구

김정근, 김근배  
KT중앙연구소 컨버전스담당

## A Study of Service Structure based on Serviceable Node with IP Address

Kim, Jung Guen<sup>\*</sup>, Kim, Guen Bae  
KT Central R&D Laboratory  
E-mail : [onepage@kt.com](mailto:onepage@kt.com)

### 요 약

최근 USN과 소형 임베디드 장치에 IP 스택을 구현한 결과들이 활발히 소개되고 있으며 Non-IP 기반의 USN이나 임베디드 장치와는 차별화된 요소에 대한 논의도 함께 진행되고 있다. 집중화 되어 있던 자원이 IP기반 기술을 통해 컴퓨팅 환경, 서비스 환경이 분산되어 가고 있듯이 제한된 자원을 갖는 센서 노드에 IP가 부여 되었을 때 호스트 중심의 형태와는 다른 형태의 구성이 가능하게 되고 이를 통한 새로운 서비스 패러다임으로의 전환을 기대하고 있다. 이에 본 논문은 IP가 부여된 센서노드, 소형 임베디드 장치로 구성 가능한 서비스 구조를 제안하고자 한다.

### 1. 서론

이제 TCP/IP기술은 거의 모든 운영체제, 플랫폼, 구현에 필요한 하드웨어에 사용하고 있다. 또한 TCP/IP 기술을 사용 할 수 있는 개발자의 자원은 인터넷을 통해 찾을 수 있는 자료만큼이나 풍부해졌으며 점점 더 쉽게 활용 할 수 있게 되었다. 본 논문에서 주목한 부분은 TCP/IP 기술이 8Bit 소형 임베디드 장치에 적용하고자 하는 시도와 성공적인 결과물에 대한 것이다. 불과 몇 년 전 까지만 해도 8Bit MCU 기반에서 외부와의 소통방법은 UART기반의 물리계층을 사용한 RS-232/422/485였으며 상당히 오랜 기간 동안 사용된 만큼이나

대안은 뚜렷하지 않았다. 8Bit MCU급의 TCP/IP에 대한 논의가 있기 전에 32Bit MPU 기반의 적용은 꽤 오랜 전부터 시도되었다. 32Bit 급에서 임베디드 리눅스와 같은 네트워크 기능이 포함된 OS를 포팅하고 초기부터 UNIX의 TCP/IP Stack을 적용하고 사용하는 것이 자연스러웠다. 일반 PC급에 비하면 가용한 자원이 제한적인 32Bit MPU에 적용하기 위한 하드웨어, 소프트웨어 부분에서의 시도가 8Bit MCU급의 적용에 기여를 하였다. 그리고 8Bit급에서의 성공적인 방법을 32Bit MCU에 다시 적용하고 있기도 하다.

TCP/IP기술의 관점에서 8Bit MCU에의 성공적인

적용은 다음과 같은 이득을 준다.

- 전 세계적인 네트워크 인프라는 TCP/IP를 기반으로 한다.
- 규모와 플랫폼, 운영체제에 종속적이지 않게 시스템간 연동이 용이하며 연동방법의 통일성을 유지할 수 있다.
- 대규모 네트워크의 연결과 네트워크 구현에 필요한 인프라의 수급이 용이하고 경제적이다.
- 비동기적이고 양방향의 정보흐름이 가능하며 이를 위한 기술정보를 용이하게 얻을 수 있다.

8Bit MCU급의 TCP/IP 기술의 적용은 크게 하드웨어와 소프트웨어 두 가지로 나누어 진다.

### 1.1. 하드웨어적인 접근

8Bit 에서 TCP/IP 스택을 소프트웨어적으로 구현하기 위해 갖고 있는 자원 대비 많은 자원이 소요되기 때문에 국내 위즈네트社는 하나의 칩으로 구현한 TCP/IP 스택과 MAC, PHY를 결합하여 MCU가 메모리에 접근 하듯이 TCP/IP Socket을 사용할 수 있게 하였다.

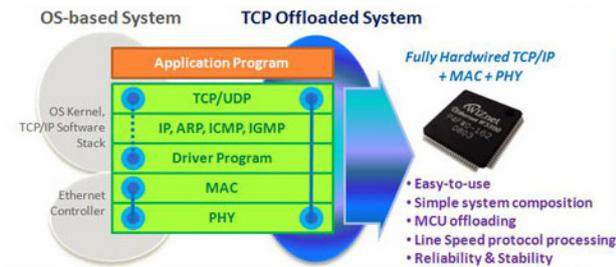


그림 1. Hardwired TCP/IP[1]

이러한 방법을 Hardwired TCP/IP라고 부르며 세계적으로도 높은 인지도를 갖고 있다. 또한 32Bit MCU에도 동일한 방법으로 구현 하기도 한다.



SPI 방식의 이더넷 컨트롤러

그림 2. ENC28J60 패키지 e2net 제품[2]

그리고 PIC MCU로 유명한 Microchip社는 ENC28J60이라는 MAC과 PHY, 버퍼를 하나의 칩으로 구현하고 SPI로 간단하게 인터페이스 한다. 그리고 8Bit MCU에 맞는 TCP/IP 상위 스택 소스를 제공하여 자사의 MCU에 TCP/IP 자원을 용이하게 사용하게 하였다. 이러한 솔루션을 8Bit MCU에 적용하여 간단한 웹서버도 구현하고 있다.

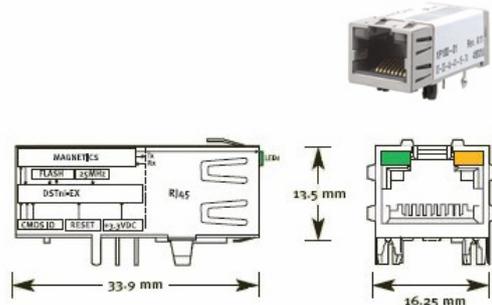


그림 3. Serial to Ethernet XPort[3]

또한 용도를 시리얼-이더넷 변환으로 특화하여 정해진 몇 가지 경우의 통신방법을 정하여 MCU가 시리얼 통신을 하듯 이더넷을 통해 정보를 보내는 솔루션 들을 제공한다.

### 1.2. 소프트웨어적인 접근

USN에 IP기술을 적용하고자 하는 6LowPan은 IEEE 802.15.4 물리계층 기반에 NanoStack이라는 경량화된 TCP/IP 스택을 오픈소스로 제공하고 있으며 LwIP와 uIP 등은 8Bit MCU에 적용하기 위해 수 kByte 수준의 경량화된 TCP/IP 스택을 공개하고 있다.[그림 4]

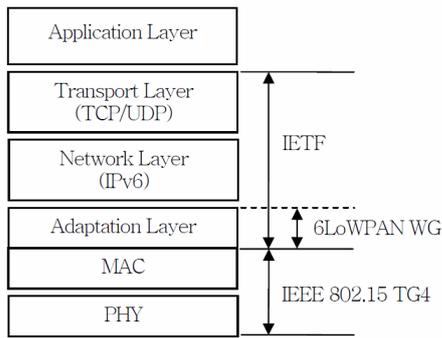


그림 4. 6LoWPAN 프로토콜 스택[4]

하드웨어적인 접근에 비해 필요한 응용 프로토콜을 유연하게 적용 할 수 있다는 장점을 갖고 있다.

**The lwIP TCP/IP Stack**  
<http://savannah.nongnu.org/projects/lwip/>

lwIP is a light-weight implementation of the TCP/IP protocol suite that was originally written by Adam Dunkels of the Swedish Institute of Computer Science but now is being actively developed by a team of developers distributed world-wide headed by Leon Woestenberg. The development homepage has the latest news and releases:

<http://savannah.nongnu.org/projects/lwip/>

Since it's release, lwIP has spurred a lot of interest and is today being used in many commercial products. lwIP has been ported to several platforms and operating systems and can be run either with or without an underlying OS.

The focus of the lwIP TCP/IP implementation is to reduce the RAM usage while still having a full scale TCP. This makes lwIP suitable for use in embedded systems with tens of kilobytes of free RAM and room for around 40 kilobytes of code ROM.

그림 5. LwIP TCP/IP Stack[5]

**Main Page**

The open-source **uIP TCP/IP stack** provides TCP/IP connectivity to **tiny embedded 8-bit microcontrollers**, with maintained interoperability and RFC standards compliance. uIP was developed by Adam Dunkels of the Networked Embedded Systems group at the Swedish Institute of Computer Science but is further developed by a world-wide team of developers.

- [Contributing to uIP](#)
- [uIP documentation](#)
- [Download the uIP code](#)
- [Mailing list](#)

그림 6. uIP TCP/IP Stack[6]

IP주소 기반 기술의 중요성과 다양한 규모의 플랫폼에서 구현이 될 때의 정성적인 효익은 뚜렷하다. 그러나 이미 8Bit MCU급까지 다양하고 충분한 방법이 준비되어 있는데 어떤 형태로 활용 할 지에 대해서는 좀 더 논의가 필요하다. 이전에는 할

수 없었던 것을 TCP/IP 네트워크에 접속이 되면서 가능한 것이 무엇인지에 대해 살펴봐야 한다.

이는 USN에 IP주소를 주고자 했을때 IP가 없었던 Zigbee 기술에서 IP가 주어질 때 차별화 할 수 있는 특징에 대한 논의와도 유사하다. 이에 본 논문은 장치들이 IP를 갖게 될 때 현실적으로 가능한 구조와 이를 통한 서비스 형태를 구분 하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1. 전형적인 정보 수집 형태

기존에 소형의 임베디드 장치들로 구성된 서비스 시스템은 센서, 측정기와 연결되어 상태 값을 수집 시스템에 전송하는 형태가 전형적이다.

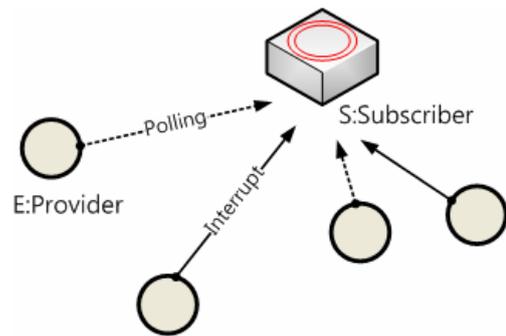


그림 7. 전형적인 정보 수집 형태

즉, 자료를 전송하는 임베디드 노드(E:Provider)가 Polling 혹은 Interrupt에 의해 자료를 구독 혹은 수집하는 서버(S:Subscriber)에 전송하는 형태이다. 공공시설물의 관리분야에서 원격에 위치한 공간의 상태정보를 측정하고자 하는 시도에서 부터 시작되어 가장 널리 적용되고 있는 형태이다. “E:Provider”가 IP를 갖기 이전에는 시리얼 통신으로 모뎀을 거쳐 전용선을 통해 “S:Subscriber”로 수집되었다. 일반적으로 시리얼 통신에는 Master-Slave 구조의 프로토콜(ex. MODBUS)을 사용하는 데 각 노드는 ID로 구분되며 동시에 복수개의 노드에서 그리고 비동기적으로 전송하는 형태를 구현하기가 쉽지가 않다. 반면 노드가 IP를 갖고 TCP/IP 네트워크를 사용하면서 거리의 제약 완화,

전용선을 대신 할 수 있는 대안의 용이성, 유무선의 선택적 적용, 복수개의 노드가 비동기적인 이벤트 기반 전송방법의 용이한 구현 등의 탁월한 장점을 보인다. 그리고 수집 서버의 고도화 되고 검증된 TCP/IP기반의 서버기술을 적용할 수 있는 장점을 갖는다. 이러한 장점을 U-City 도시운용시스템에 적용하여 도시전반의 상태정보를 효과적으로 수집 할 수 있다.

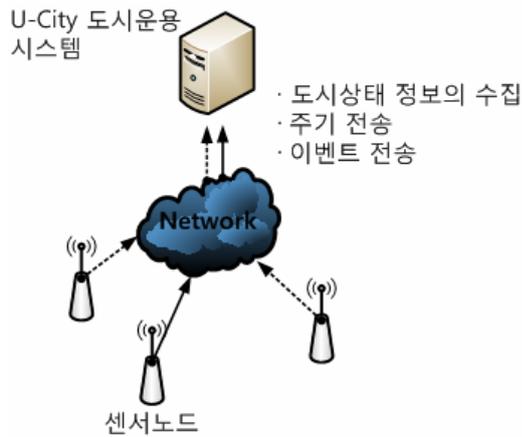


그림 8. 도시운용 시스템의 정보 수집

보다 진보된 네트워크 기술의 적용은 앞서 나열한 장점을 얻고 시리얼 통신, 제한적인 통신방법 등을 대체할 수 있게 되었다. 그러나 여전히 정보의 흐름에는 변화가 없으며 더욱 효과적으로 구현하고 구축 할 수 있는 것을 제외한 ‘상태 정보의 획득’이라는 본질적인 목표는 이전과 동일하다. 보다 다르고 높은 수준의 목표는 이미 준비된 고도의 네트워크를 갖는 소형 임베디드 장치에 기술을 넘어선 서비스의 패러다임을 바꾸는 역할로 자리매김하게 만들 것이다.

이와 유사한 형태가 USN 분야에서 ID로 구분되는 IEEE802.15.4, Zigbee 관련 기술에 IP를 부여하는 6LowPan이다. 6LowPan이 소개되면서 앞서 설명한 많은 장점을 통한 기대를 받은 반면 새로운 목표라고 할 만한 차별화된 특화 서비스의 부재로 Zigbee와의 차별성 논란이 있다. IP 프로토콜을 제한된 센서노드에 구현하면서 소요된 자원과

저하된 통신속도에 비해 차별화된 서비스의 부재가 그것이다. 실제로 6LoWPAN Working Group의 “Design and Application Spaces for 6LoWPANs (draft-ekim-6lowpan-scenarios-00)”[7]의 응용 시나리오를 살펴보면 구조물 감시, 농작물 감시, 환자 모니터링, 텔레메틱스를 예로 들고 있는데 이는 그림7과 같이 전형적인 Sink Node인 Subscriber로의 ‘정보의 수집’이라는 형태를 갖고 있다. 그리고 이러한 형태는 기존의 Zigbee 유사 기술로도 구현 될 수 있는 것이기도 하다.

다음 절에서 예서는 센서노드가 수동적인 정보의 Provider라고 역할을 제한하는 것이 서비스 패러다임의 전환에 장애가 된다고 가정하고 구성 형태에 있어서 역할과 정보흐름을 바꾸고 이를 반영한 서비스 사례를 살펴보고자 한다.

## 2.2 Thin Client 형태(“S:Provider” to “E:Subscriber”)

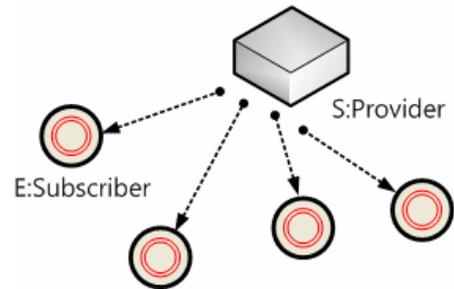


그림 9. “S:Provider” to “E:Subscriber” 구조

그림 9의 정보 제공자는 서버 성능을 갖고 있으며 정보를 제공할 수 있는 Provider이다. “E:Subscriber”는 Polling으로 필요한 정보를 요청하고 “S:Provider”는 Subscriber가 다룰 수 있는 형태로 정보를 제공한다. 성능이 좋고 정보가 많은 쪽에서 성능이 제한되고 정보가 부족한 쪽에 요청을 받아서 들어 주는 것이 보다 자연스러운 것이다. 이는 성능 좋은 PC를 사용하는 “사람”을 생각하면서 소형 임베디드를 사용하여 사람이 정보를 얻는다는 것이 적합하지 않다고 판단하였을 지도 모른다. 그러나 우리는 일상에서 소량의 정보를 빈번히 사용하고 있기도 하다. 80자의 SMS와 메시지

가 그러하다. 그리고 모뎀을 통한 PC통신을 생각한다면 전송속도가 56kBPS라고 해도 그에 맞는 방법으로 다양한 정보를 얻었으며 여전히 Lynx와 같이 텍스트 기반의 Web 브라우저가 가능하다. RIA(Rich Internet Application)이 아닌 PIA(Poor Internet Application)에 적합하기도 하다. 이는 단지 Subscriber의 제한된 성능 때문이 아니라 저전력, 저속이면서도 IP통신을 하고 싶어 하는 Nettop, PDA에도 적용 가능한 형태이다.

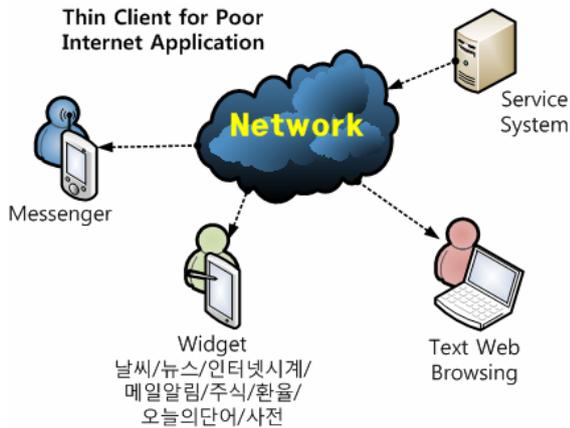


그림 10. Thin Client Service

또한 Polling에 의한 정보의 요청과 수신의 대표적인 형태가 RFID 구조이다. 특히 Mobile RFID에 있어서 소형 임베디드 단말의 리더기를 통해 상품 정보를 요청하고 텍스트로 구성된 정보를 수신하여 표출하는 형태가 그러하다.



그림 11. Smart Shopping Cart with Mobile RFID

특히 IP기반의 단말의 경우에는 상품정보의 소스가 인터넷이 될 수 있고 쉽게 확장, 공유 될 수 있기 때문에 제한된 네트워크를 사용하는 Mobile RFID보다 효율성이 커질 수 있다.

### 2.3 Redirector (“E:Provider” to ‘S,E:Subscriber”)

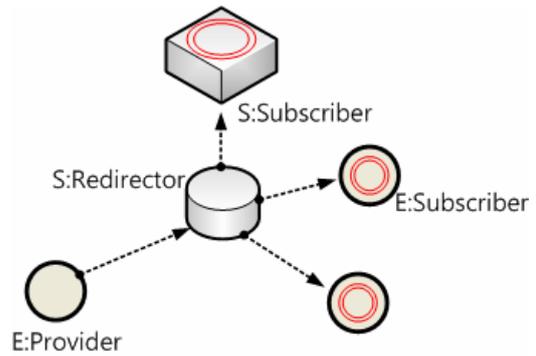


그림 12. “E:Provider” to ‘S,E:Subscriber” with Redirector

그림 12는 정보의 흐름은 앞서 설명한 전형적인 정보의 흐름의 방향성 면에서는 유사하다. 그러나 Redirector를 통해서 요청을 받고 정보를 제공하면서 “E:Provider”는 이전의 “S:Subscriber”에 의존적인 수동적인 정보 제공자 였다면 일정 성능을 갖는 “S:Redirector”를 통해 HTTP기반의 요청을 받고 그에 따라 정보의 “구독자”에게 정보를 제공하는 능동적으로 작동한다. 이러한 형태를 적용한 서비스 구조는 그림 13과 같다.

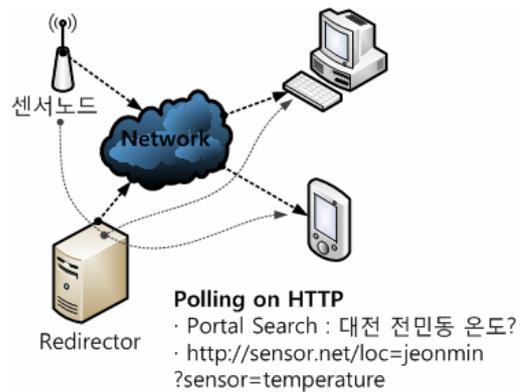


그림 13. Information Polling on HTTP

그림 13의 센서노드는 특정 공간의 상태 값을 서비스 하는 노드이다. 이 센서노드는 WEB2.0 형태로 정보를 제공하기 위해 자신의 속성에 대한 명세를 공개하고 명세(Description)을 따라 HTTP기반의 정보 요청을 Redirector를 통해 전달 받는다. 센서노드로는 감당 할 수 없는 많은 요청은 Redirector를 통해 버퍼링 혹은 일원화 할 수 있다. Redirector를 제외 한다면 WEB2.0과 USN을 통해 그려진 내용이다. 그러나 현실적으로 임의의 요청을 처리하기 위해서 센서노드가 IP를 갖는 것 만으로는 자원의 제한으로 원활한 서비스가 어렵다. Redirector와 “S:Provider”는 해당 기능을 가동 시키는 주체에 있어서 차이가 있다. Redirector는 센서노드 논리에 반응에 의해 동작하지만 “S:Provider”는 자체의 논리에 의해 동작한다.

#### 2.4 Information Generation Group (Collaboration)

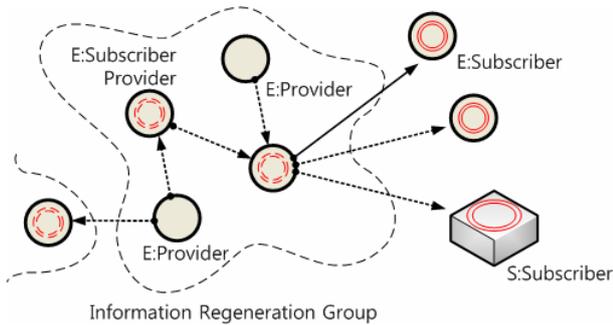


그림 14. Collaboration Structure

그림 14는 임베디드 노드가 정보의 공급과 구독을 함께 하게 된다. 이를 통해 개별 정보와 각각의 기능을 상호 협조하여 가공된 정보를 생산해 내는 것이다.

그림 14의 형태는 IP기술 적용 시 차별 점을 보여준다. IP기술을 통한 용이한 Server/Client의 구현과 비동기적인 정보교환의 특징으로 상호 협력과 네트워크에 접속된 임의의 규모와 형태의 Subscriber에게 정보를 제공하게 된다. 이러한 서비스 사례는 그림 15와 같다.

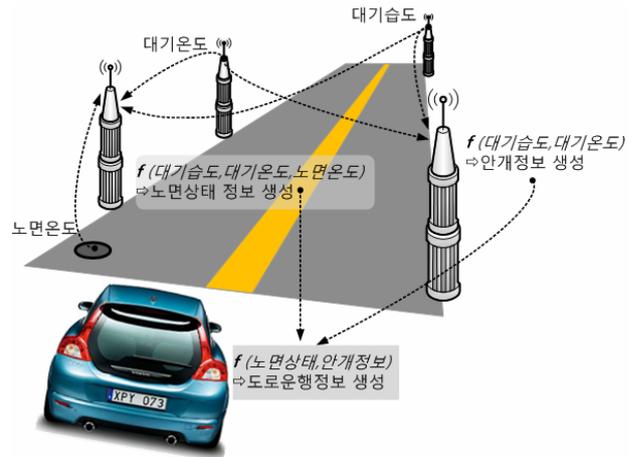


그림 15. Collaboration Virtual Sensor

노면의 결빙, 젖음 등의 상태 정보를 제공하는 노면센서는 통상적으로 하나의 패키지로 구성되며 가공된 상태 정보 값을 제공한다. 반면 도시의 온도 정보의 취득을 위한 온도, 습도 센서는 별도로 부착하게 된다. 그리고 안개상황을 감지하기 위한 영상기술 기반의 장치를 운용한다. 이러한 공간의 상태 값을 노면온도, 대기온도, 대기습도 센서를 부착하고 대기온도, 대기습도 정보를 기반으로 하는 안개상황 정보 생성기를 설치하고 온도 정보의 Subscriber가 된다. 그리고 노면상태 정보 생성기는 대기온도, 대기습도, 노면온도의 Subscriber가 되어 노면상태정보를 생성한다. 노면 및 안개 정보의 생성자가 Broadcaster가 되어 주변 도로를 지나가는 차량의 Subscriber에게 전달하면 도로 운행정보를 인근의 차량과 Subscriber에게 전달하는 Provider가 되게 된다.

이러한 구성 형태의 가장 큰 장점은 개별적으로 임의의 시간에 임의의 목적으로 설치되었던 노드들이 나중에라도 정보 생성기의 부착만으로 기존의 임무는 수행하면서 새로운 정보의 생성에 기여한다는 것이다. 정보는 공유하여도 없어지지 않는 자원이기 가능한 것이다.

그림 16은 IP장치간 협업을 통해 네트워크 대역과 컴퓨팅 자원의 효과적인 사용에 대한 형태이다. 통상적으로 네트워크 CCTV에 의해 취득한 영상

정보는 압축된 상태임에도 어느 정도 이상의 고속의 네트워크를 사용하게 된다. 또한 지능적인 영상관독을 위한 영상인식엔진은 중앙에 모아진 영상자료를 관독하기 위해 집중화 되어 있다. 최근 영상 처리가 가능한 컴퓨팅 자원을 갖춘 임베디드 장치의 사용이 가능해졌다. 그림 16의 구성은 임베디드 형태의 영상인식기를 네트워크 CCTV와 인접하게 위치 시키고 압축을 하지 않은 상태에서 전송시키는 형태를 보인다. 이 구성의 장점은 압축하지 않은 정보를 제공할 수 있는 대역폭은 특정 공간 안에서는 가능하며 압축하지 않은 정보를 제공 받음으로 다시 압축을 해제하는 데에 사용하는 컴퓨팅 자원을 절약 할 수 있다는 것이다. 또한 영상인식을 통해 생성된 특정 색상의 움직임은 물체와 같은 영상의 메타정보를 협대역 네트워크를 통해 생산하여 배포할 수 있다는 것이다. 메타정보는 제한된 자원을 갖는 임베디드 장비도 처리 가능하다.

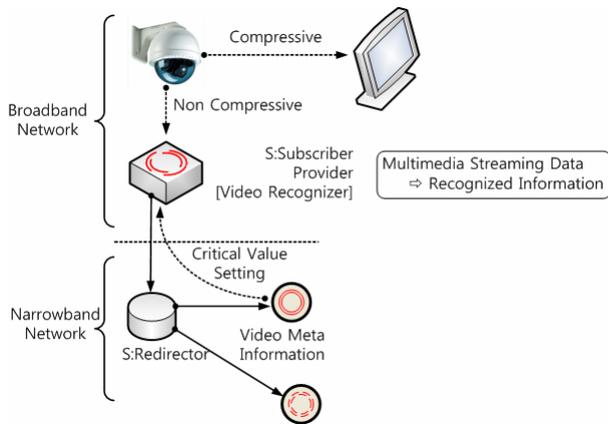


그림 16. Streaming Data to Meta Information

이를 통해 아이를 잃은 부모는 자신의 단말을 통해 영상인식기의 Redirector에게 검색 조건을 전달하면 영상인식기의 메타정보를 토대로 정보를 제공한다.

이러한 형태는 TCP/IP기술을 통해 컴퓨팅 자원의 집중화에서 분산화가 이루어진 것과 같이 지능화를 위한 대용량의 컴퓨팅 자원을 다수의 소용량 컴퓨팅 자원으로 분산하여 정보가 취득되는 공간

으로 위치시켜 더욱 다양한 정보를 생산하고 더 많은 Subscriber를 수용할 수 있게 된다.

### 3. 결론

본 논문은 TCP/IP기술을 제한된 자원을 갖는 8Bit MCU 기반의 장치에 적용 하였을 때 종래의 수동적인 취득 정보의 “E:Provider”의 형태를 벗어나 자원을 보유한 Redirector를 갖는 능동적인 Provider의 형태, 정보를 수집/구독하는 “E:Subscriber” 형태의 Thin Client, 정보의 제공과 구독을 동시에 수행하는 “E:Provider,Subscriber”노드로 구성된 새로운 정보 재생기 형태를 소개하였고 이해를 돕기 위한 서비스 사례를 소개하였다.

TCP/IP 기술이 집중화 되어 있던 대규모의 저장, 컴퓨팅, 네트워크 등의 자원을 소규모로 하향 분산시켜 새로운 정보를 용이하게 생산하고 공유할 수 있게 하는 WEB2.0으로 진화되어 가고 있다. 이와 유사한 흐름으로 소규모의 임베디드 장치가 종래의 통신 방식으로 기존에는 정보를 효과적으로 모을 수 있는 것이었다면 TCP/IP 스택이 적용됨으로 공유하고 재생산 하게 될 때 IP를 부여 하기 위해 제공된 자원 이상의 가치를 생산해 낼 것이다.

### [감사의 글]

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비 지원(07첨단도시 A01)에 의해 수행되었습니다.

### [참고문헌]

- [1] <http://www.wiznet.co.kr>
- [2] <http://www.withrobot.co.kr>
- [3] <http://www.lantronix.com>
- [4] 6LoWPAN 기반의 IP-USN 기술 표준화 동향, 전자통신동향분석 제 22권 제 6호 2007년 12월
- [5] <http://www.sics.se/~adam/lwip>
- [6] [http://www.sics.se/~adam/ui/.../Main\\_Page](http://www.sics.se/~adam/ui/.../Main_Page)
- [7] <http://tools.ietf.org/html/draft-ekim-6lowpan-scenarios-00>