

구조 및 기능 진단을 토대로 한 IoT네트워크 핵심품질 매트릭스 모델 연구

노시춘* · 김점구**

요 약

IoT시스템 품질확보를 목표로 하는 QoS 관리체계에서 가장 중요한 포인트는 품질 측정체계 설계와 품질평가 제도이다. 본 연구는 IoT시스템 구조와 기능 진단을 토대로 한 핵심품질 측정용 매트릭스 모델 연구이다. 특히 사물인터넷(IoT) 환경의 품질측정에 대한 매트릭스를 개발함으로써 사물 인터넷(IoT) 품질 측정/분석을 위한 기초를 제공한다. IoT 시스템 품질평가용 매트릭스는 기능적 요구사항과 품질 요구사항을 하나의 통합 테이블에 기술하여 품질평가를 시행하는 방법이다. 기능적 요구사항과 품질 요구사항을 종합하여 연관성을 평가함으로써 평가 신뢰도와 활용성을 높일 수 있다. 제안된 방법 적용 시 IoT 품질은 신호처리, 프로세싱, 네트워킹 기능 등에서 보다 효율적인 품질확보의 토대가 되고 전체적으로 지연을 줄이면서 QoS를 향상 시킬 수 있다.

A Study of Matrix Model for Core Quality Measurement based on the Structure and Function Diagnosis of IoT Networks

SiChoon Noh* · Jeom goo Kim**

ABSTRACT

The most important point in the QoS management system to ensure the quality of the IoT system design goal is quality measurement system and the quality evaluation system. This research study is a matrix model for the IoT based on key quality measures by diagnosis system structure and function. Developing for the quality metrics measured Internet of Things environment will provide the foundation for the Internet of Things quality measurement / analysis. IoT matrix system for quality evaluation is a method to describe the functional requirements and the quality requirements in a single unified table for quality estimation performed. Comprehensive functional requirements and quality requirements by assessing the association can improve the reliability and usability evaluation. When applying the proposed method IoT quality can be improved while reducing the QoS signaling, the processing, the basis for more efficient quality assurances as a whole.

Keywords: Matrix Model; Core Quality; Measurement; Structure and Function Diagnosis; IoT Networks

접수일(2014년 12월 1일), 수정일(1차: 2014년 12월 25일,
계재확정일(2014년 12월 29일)

* 남서울대학교 컴퓨터학과

** 남서울대학교 컴퓨터학과

1. 서론

3GPP(이동통신 표준화 기술협력 기구)와 ETSI(유럽 전기통신 표준협회)의 정의에 의하면 IoT는 인간이 개입하지 않는(혹은 최소개입) 상태에서 machine/device간에 일어나는 통신 음성 / 영상 통신 등 사람간 통신과 PC를 통한 인터넷 검색 등을 제외한 모든 통신(machine-to-human, human-to-machine)이다. 이 정의는 주로 이동통신 사업자들이 device 상호간 데이터통신 서비스를 새로운 시장으로 인식하고 붙인 이름이다. ITU-T가 제시한 IoT 참조모델에 의하면 IoT는 사람이 소유하거나 우리 주변의 사물들에 부착된 단말/센서, 이들 간 통신이 가능하도록 하는 유·무선 네트워크, 전송된 정보의 처리, 분석 및 표현을 가능하게 하는 애플리케이션으로 정의한다. 인터넷이 빠르게 성장하고 트래픽이 급증함에 따라 사물인터넷 환경의 인터넷 사용자에게 지속적(consistent), 예측 가능한(predictable) 단대단 수준(end-to-end level)의 서비스 품질(Service Quality) 제공이 과제로 등장하고 있다. 이에 따라 본 연구는 사물 인터넷 시스템 구조와 기능진단을 토대로 한 핵심 품질 측정용 매트릭스 모델을 연구한다. 목표는 사물 인터넷 환경의 품질 측정에 대한 매트릭스를 개발함으로써 사물 인터넷 품질측정 및 분석을 프레임워크 모델을 도입하여 IoT시대를 대비하는 것이다. 연구의 전개순서는 IoT 시스템 구조 진단, IoT 시스템 기능과정 진단, IoT 핵심 품질 측정 모델, 품질 매트릭스 설계, 결론이다.

2. IoT 시스템 구조 진단

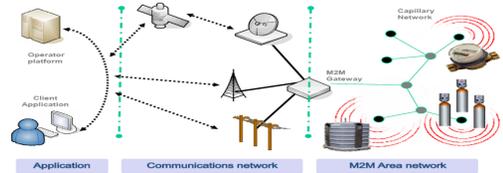
2.1 센싱 구조(sensing structure)

사물에 장착된 센서는 네트워크에서 외부의 변화를 감지하여 유비쿼터스 방식 컴퓨팅의 입력장치 역할을 하며 측정 대상을 감지 또는 측정하여 그 측정량을 전기적 신호로 변환하는 장치이다. 물리량이나 화학량의 절대치나 변화, 소리, 빛, 전파 강도를 감지하여 신호로 변환시키는 소자 또는 장치이다. 구조는 저전력 장치로서 센싱된 아날로그정보를 디지털 신호

로 변환하는 ADC (analog to digital converter), 데이터 처리를 위한 프로세서와 메모리, 전원공급 용 배터리, 데이터 송수신용 무선송수신기(transceiver)로 구성된다. 정해진 위치 또는 자동차, 비행기 등을 통해 무작위로 장착될 수 있고 특정 위치에 고정 되지만, 자동차, PDA, 노트북, 사람 등에 설치 이동상태로 동작할 수 있다[1][2].

2.2 네트워크 구조

IoT 네트워크는 MANTIS (multimod AI NeT work of in-situ sensors)로서의 구조가 요구된다. IoT는 네트워크를 구성하는 일정지역에 크기가 1mm² 정도의 작은 센서노드(또는 센서)들이 수 백개에서 수 천개까지 설치되어 통신하는 구조를 가진다. 센서 네트워크 내의 각각의 센서 노드에서 센싱된 데이터는 싱크노드에 의하여 수집되어 인터넷등 외부 네트워크를 통하여 사용자에게 제공한다. 싱크노드는 센서 네트워크내의 센서노드들을 관리하고 제어한다. 센서노드들이 센싱한 데이터를 수집하고 외부 네트워크로의 게이트웨이 역할을 수행한다[3].



(그림1) IoT 네트워크 구조
Source: ETSI TC IoT(M2M)

3. IoT시스템 기능과정 진단

3.1 기능 프로세스 개관

IoT의 품질 요구조건은 IoT 적용으로 서비스 제공 방식과 만족도에서 기존 방식에 비해 이점, 비즈니스 프로세스를 신속히 진화시킬 수 있는 소프트웨어 아키텍처 유도, 엔터프라이즈 응용 프로그램 통합 및 복합적응시스템의 도출, IoT 시스템의 상대적 안정도를 목표로 한다. 전체 프로세스는 센서가 외부의 변화를

감지하는 입력장치로 물리적, 화학적 에너지를 전기신호로 변환하고 센서 사이의 유무선 네트워크를 구성하여 연결한다. 기능과정은 센싱정보 측정 -> 디지털 신호 변환 -> 근거리 무선 전송 -> 클라우드 호스트로 전송 -> 자동분석 -> 분석결과 회신으로 요약된다[3][4].

<표1> IoT 기능 프로세스와 기술

기능과정	식별기술(Identification)	센서 기술 (Sensors)	통신연결(Connection)	통합기술(Integration)	데이터 처리기술(Data processing)
기술사례	복합 RFID 솔루션, 표면탄성파, 광학 칩	소형 센서, 나노 기술	블루투스, NFC WiFi	복합 미들웨어 게이트웨이	데이터웨어 하우스 3D (RFID 칩과 호환), 시맨틱 웹

3.2 기능수행 단계

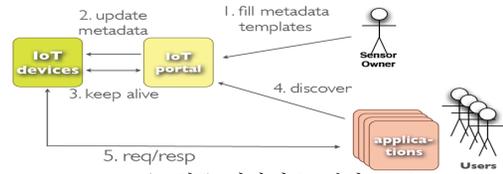
3.2.1 교육식별 번호 인식

주파수를 이용한 인식기술로서 전파를 이용해 사물에 부착된 태그를 식별하여 ID 및 주변 환경 정보를 수집해 인식한다. 디바이스 고유 식별번호 인식은 IoT 인증처리 기능이며 자동화 장치로 상태정보를 추출, 분석하여 개체를 확인하는 기술이다. 넓게는 생물 데이터를 측정, 분석하는 기술을 의미한다. SSID (service set identifier)는 무선랜을 통해 전송되는 패킷 헤더에 덧붙여지는 32 바이트 길이 고유 식별자로서, 무선장치가 BSS(basic serviceset)에 접속할 때 마치 암호처럼 사용한다. SSID는 하나의 무선랜을 다른 무랜으로부터 구분해 주므로 이 과정은 전체 IoT 기능의 첫번째 단계이자 보안을 적용하는 방법론의 첫 단계 의미를 가진다[6][7].

3.2.2 IoT 디바이스 센싱

디바이스 교육식별 번호 인식에 이어지는 단계로 IoT 구성요소 감각에 해당하는 기능을 수행하는 기술이다. 대상물의 상태를 파악하고 결과를 전기 신호로 전달한다. 센서종류는 온도, 가속도, 위치 정보, 압력, 지문, 가스 등 다양하다. RFID에서 센서는 다양한 종류의 태그가 그 역할을 한다. 프로세서는 RFID 태그 안에 포함되는 칩을 의미 한다. 원활한 커뮤니케이션

을 위해서 RFID에 안테나를 부착하고 RFID 태그를 읽을 수 있는 리더기를 사용할 수 있다[5][8].



(그림2) 디바이스 센싱 구조
Source : 2 July 2012 COM.Geo

3.2.3 지능적 정보추출

인식기술의 바탕위에 지능적 처리기술이 적용되며 물리적 시간적, 신체적, 감정적 상황(또는 환경) 과 그 상황의 개체를 대상으로 한다. 센싱한 데이터에서 특정정보를 추출하는 가상 센싱, 기존의 독립적 개별 센서보다 한차원 높은 다중센싱을 특징으로 더 지능적, 고차원적 정보 추출이 목표이다. 인간의 능력과 가까운 판단력 센서 개발이 목표로 스마트 센서는 일반 센서 개념인 측정센서 프로세서와 고성능 CPU 내장 시스템으로 구성된다. 미세전자 기계시스템(micro electro mechanical system)을 기반으로 한 센서소자 기술과 센서 데이터를 획득하고 분석·처리할 수 있는 신호처리 기술이 포함되며 반도체 공정 기술을 기반으로 마이크론(μm)이나 mm크기의 초소형 정밀기계 제작 기술이다. [9][11].

3.3 IoT 소프트웨어 구조

정보 제공 서버, 게이트웨이, 싱크노드, 센서노드 등 무선 이동 통신시스템에서는 2G, 3G 이동통신을 통합하고 xDSL, CDMA, UMTS, 무선 LAN, 블루투스, 위성통신 등 다양한 통신 수단을 하나의 단말기에서 구현하도록 통합 네트워크 구현을 위한 핵심기술이다. 안테나 이후의 RF영역을 포함한 대부분 기능 블록을 소프트웨어 모듈에 의해 수행하여 하드웨어 교체 없이 필요한 소프트웨어 재구성으로 다중 무선 접속규격 또는 서비스 기능이 수행되게 한다.

3.3.1 경량 마이크로스트레드 운영체제(Tiny Microthreading Operating System)

TinyOS의 구성요소의 라이브러리는 네트워크 프로토콜, 분산 서비스, 센서 드라이버, 데이터 수집 도구를 포함 - 그대로 또는 사용자 정의 프로그램을 더 정제하여 사용할 수 있다. Tiny OS의 이벤트 중심 실행 모델은 아직 세밀한 전력 관리를 가능하게 무선 통신과 물리적 세계 인터페이스의 예측할 수 없는 자연이 필요한 만든 스케줄링 유연성을 제공한다.

3.3.2 임베디드 소프트웨어(Embedded Software)

PC 이외 전자 기기의 임베디드 시스템에 내장(embedded)되어 제품에 요구되는 특정한 기능을 구현할 수 있도록 하는 소프트웨어이다. 휴대폰, TV, 세탁기, 엘리베이터 등 제품에 내장된 임베디드 시스템에서 하드웨어를 제외한 나머지 부분이다. 임베디드 소프트웨어에는 임베디드 OS, 미들웨어, 응용 프로그램, 그리고 소프트웨어 개발 도구 등이 포함되며, 임베디드 OS로는 PalmOS, MS의 WinCE, 공개 소스기반의 임베디드 리눅스 등이 있다.

3.3.3 게이트웨이 소프트웨어(Gateway Software)

IoT네트워크는 여러개 센서 네트워크 영역이 게이트웨이를 통해 외부 네트워크에 연결되는 구조이다. 센서노드는 집적된 데이터를 가까운 싱크노드(Sink Node)를 거쳐 게이트웨이로 전송한다. 게이트웨이에서 관리자에게 전달되는 데이터는 위성통신, 유무선 인터넷 등을 통해 전송될 수 있으며, 이러한 접속망(Access Network)은 기존의 인프라를 이용한다. 게이트웨이는 플랫폼과 서비스 사이에서 작업 중개나 조정을 담당하는 소프트웨어로서 유비쿼터스 환경에서 다양한 기기제어에 필요하다.

4. IoT 핵심기능 품질 측정 모델

4.1 측정목표

IoT시스템 효율은 시스템 performance로서 최종적이고 종합적인 성능이 이루어진다. 앞에서 진단한 결과에 의하면 센서 프로세서와 고성능 CPU로 구성되는 IoT시스템 구조 측면에서 복잡 다양한 IoT 시스템

성능을 위한 핵심기능은 센싱, 마이크로 프로세싱, 트래픽 전송, 정보처리 4개단계로 분류된다. 4개단계의 기능설정을 통한 계량적 측정 가능한 모델 개발이 본 연구의 목표이며 연구범위는 실제 품질측정이 가능한 품질항목(quality factor)과 세부항목(sub-factor) 설계이다.

<표2> IoT 핵심기능 품질측정 대상 설계

분야	기능과정	디바이스	측정항목
센싱	센싱->디지털신호변환	<ul style="list-style-type: none"> • 센싱노드 • 측정센서 • RFID 태그 • 다양한 종류의 태그 	<ul style="list-style-type: none"> • 소자기술 • 센서데이터 획득 • 신호변환
마이크로 프로 세싱	신호분석->지능적처리	<ul style="list-style-type: none"> • 싱크노드 • 마이크로프로세서μC • RFID 태그 안에 포함 칩 	<ul style="list-style-type: none"> • 소자기술 • 분석·처리 • 신호처리 기술
트래픽 전송	근거리무선 전송 ->호스트 로 전송	<ul style="list-style-type: none"> • USN네트워크 장비 • 게이트웨이 • Zigbee • NFC, • Bluetooth 	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 전송률 • 데이터 전송 속도 • 대역폭
정보 처리	정보수집 ->저장->가공->분석 ->결과회신	<ul style="list-style-type: none"> • 전용호스트 • 시스템버스 • 시스템메모리 • 캐시 	<ul style="list-style-type: none"> • 프로세서 병렬계산 • 버스클럭률 • 접근시간 • 캐시적중율

4.2 품질항목(quality factor) 설계

4.2.1 트래픽 전송기능 부분

1) 데이터 전송률(data rate)

본래 정의는 단위 시간당 전송되는 정보량이다. 모든 단위 시간이나 단위 정보량을 통칭 초당 비트 수, 초당 바이트 수, 분당 비트 수, 분당 바이트 수 등이다. 본래는 단위 시간당 전송되는 비트 수이지만 비트율의 단위로 초당 비트수 (bit/s)와 초당 바이트 수 (B/s)를 함께 사용한다. 비트율이 가장 많이 사용되어 대표적 이름이다. data transfer rate, data rate로 명칭이 정해진다.

• 측정단위 : 비트율(bit rate), 전송률(data transfer rate), 데이터율(data rate), 전송률 (transfer rate)

2) 데이터 전송 속도(speed)

데이터가 전송되는 거리를 전송시간으로 나눈 물체

의 이동속도나 일의 처리속도를 나타낸다. 전송시간은 Sec, Milli Sec, Micro Sec이 사용된다.

- 측정단위 : 전송거리(Km)/전송시간(Sec)

3) 대역폭(bandwidth)

대역폭은 2가지 정의가 있다. 통신, 신호처리 분야에서 신호의 대역폭(bandwidth)으로서 해당 신호의 전달에 사용되는 주파수(frequency)의 폭이며 신호를 전송할 때 필요한 주파수의 폭으로서 높은 주파수에서 낮은 주파수를 뺀 주파수 범위이다. 컴퓨터분야에서 채널의 대역폭(bandwidth)은 채널의 이론적인 최대 전송속도, 채널의 전송능력이며 비트율로 표시한다. 비트율이 어떤 특정 신호의 전송속도라면, 대역폭은 그 채널이 허용하는 이론적인 최대 전송속도이다.

- 측정단위 : 최대주파수(Hz, hertz) - 최저주파수(Hz, hertz)

4.2.2 시스템 제어기능 부분

1) 프로세서 병렬계산(parallelism) 혹은 패럴렐 컴퓨팅(parallel computing)

컴퓨터의 병렬처리 작업에 대한 보다 전문적인 용어. 병렬처리 작업을 수행하는 방법이나 구조로서 동시에 많은 계산이 수행되는 계산형태이다. 멀티코어 프로세서가 발달하면서 광범위하게 사용된다. 비트레벨 병렬계산(bit-level parallelism)은 반도체 CPU 프로세서 내부에서 컴퓨터워드의 비트 수를 늘려 한번에 처리할 수 있는 비트수를 늘린 것이다.

- 측정단위 : 병렬계산속도(speedup) S

t_1 = 한 클럭펄스 동안 일어나는 동작단계
 $S = t_1/t =$ 순차계산에 소요되는 시간/병렬계산에 소요되는 시간

2) 버스 클럭률(clock rate)

클럭속도를 가리키는 용어로서, 초당 사이클 횟수(Hz, hertz)이다. 버스의 클럭률은 버스의 실제 물리적인 클럭속도와 버스의 한 사이클당 전송횟수를 곱해 계산한다. 실제 물리적으로 적용되는 클럭속도가 아니며 한번의 버스 사이클 동안 여러번 데이터 전송을 실시한다. 램 모듈 제조시 클럭률을 제품에 표시한다. DDR(double data rate) SDRAM 1600MHz 램 모듈은

실제 물리적인 클럭 속도 200MHz에서 한번의 버스 사이클 동안 8회의 데이터 전송을 실시한다. 예를 들면 $200\text{MHz} \times 8 = 1600\text{MHz}$ 클럭률 효과이다.

- 측정단위 : 버스클럭 = (실제 클럭 속도 Hz) × (사이클당 전송횟수)

4.2.3 마이크로프로세서 기능 부분

1) 접근시간(access time)

CPU가 데이터의 저장 위치에 접근을 완료하거나 응답을 받기 시작하는데 걸린 시간이다. 액세스 타임은 저장된 위치를 찾는데 소요되는 시간이며, 전송속도는 실제 전송이 이루어지는 데이터 전달 속도이다. 접근시간은 기억장치나 입출력장치의 동작속도를 나타내는 척도이다. 액세스 타임이 빠르면 읽기와 쓰기 시간이 절약되며 같은 장치라도 읽기, 쓰기 액세스 타임이 다를 수 있다.

- 측정단위 : 시간(sec) ms, μ s, ns, ps초.

보조기억장치들은 ms 단위, 반도체 메모 리는 ns 수준. 빠른 소자는 비싼 대신 속도 성능이 좋다.

2) 캐시 적중율(cache hit)

캐시는 CPU와 주기억장치 사이에 배치하여 메모리 계층 간 속도 차이를 완충시켜 전체 기억장치의 평균 액세스 타임을 줄인다. CPU에 가까운 순서대로 n차 캐시 혹은 레벨 n(level n, Ln) 캐시라고 명칭을 사용하며 몇 차라는 범위는 설계하기에 따른다. L3, L2, L1으로 올라갈수록 속도는 단축되고 크기는 축소된다. 인텔의 3세대 Core i7 프로세서(2012)는 L1, L2, L3로 내려 갈수록 4, 10, $35 \sim 40$ 클럭이 소요된다.

- 측정단위 : hit ratio

$H = (\text{캐시적중회수}/\text{전체메모리액세스 회수}) \times 100$

5. 품질 매트릭스 설계

5.1 설계목표

이상의 특성을 고려하여 본 연구를 통해 조사된 품질측정 모델은 실제로 측정이 가능한 기능 요구 사항과 품질 요구사항을 도출하는 것이다. 기능 요구사

항은 시스템 기능충족 정도를 기능성(functionality)이라 하며 시스템 존재 근본이유 이므로 기능성은 100%가 되어야한다. 품질요구 사항은 기능 수행 시의 품질 수준이며 성능(performance)은 기능 수행 시 CPU, 메모리 등 시스템 자원이 얼마나 효율적으로 사용되는가, 즉 사용자 입력에 대하여 빠른시간에 적은 자원을 활용 해 결과를 출력할 수 있는가이다.

5.2 매트릭스 구조

IoT 시스템 품질 평가용 매트릭스는 기능적 요구사항과 품질 요구사항을 종합하여 연관성을 평가함으로써 평가 신뢰도와 활용성을 높일 수 있다. 2-factor 평가 매트릭스 분석 방법은 품질 파라미터별 QoS 측정기준을 기능적 요구사항과 품질 요구사항 별로 작성한다. 파라메타는 기능적 요구사항 4개 분야에서 13개 측정항목, 18개 세부항목으로 조사되었고 품질 요구사항은 5개항목, 20개 측정항목, 23개 세부항목으로 조사되었다.

<표3> IoT 시스템 기능항목

기능항목	측정항목	세부항목	측정단위
센싱	3	4	%MS
트래픽 전송	3	4	%MS
시스템 제어	3	4	%
마이크로 프로세싱	4	6	ms, μ s, ns, ps
계	13	18	

<표4> IoT 시스템 품질항목

품질항목	측정항목	세부항목	단위
성능(performance)	4	5	ms, μ s, ns,
신뢰성(reliability)	3	4	%
보안성능(security)	4	6	%
안전성(safety)	3	4	%
가용성(availability)	3	4	%
계	20	23	

매트릭스 평가는 기능 요구사항과 품질 요구사항 두 가지 기준으로 평균치와 합계치를 산출하고 그 추이를 분석하여 종합 평가한다. <표5>의 숫자 표기는 기능 요구사항과 품질 요구사항을 연계하여 고려 시 품질의 우수성을 Thresh -hold로 정하여 상은 1, 중은 2, 하는 3으로 표기한 예시이다. 이때 2-factor 추이분석 매트릭스서는 평균값에 의한 품질 추이이며

이를 각종의 시각적인 그래프로 도식화 표현할 수 있다. 평균값은 기능 요구사항과 품질 요구사항 두가지 각각 평가 항목의 평균치이다.

<표5> IoT 시스템 품질 2-factor 매트릭스

항목	센싱	트래픽 전송	시스템 제어	마이크로 프로세서	평균
성능	2	3	2	1	2.0
신뢰성	3	1	2	1	1.7
보안성	3	3	2	2	2.5
안전성	1	1	2	2	1.5
가용성	2	2	1	1	1.5
평균	2.2	2.0	1.8	1.4	-

품질수준범례 표기 : 상 1, 중 2, 하 3

6. 결론

본 연구는 사물인터넷 환경의서비스 향상을 위해 IoT QoS의 문제점을 해결해야 할 가장 우선적 과제가 됨을 착안하여 체계적 품질관리와 운용관리, IoT 관련 프로토콜 취약성에 대처할 경우 요구되는 측정 모델을 제안했다. 제안된 방법을 적용시 IoT QoS는 신호처리, 데이터 프로세스, 네트워크 기능 등에서 품질확보에 기여할 수 있으며, 전체적 지연을 줄이면서 QoS를 향상 시킬 수 있다. IoT시스템 품질평가용 매트릭스는 기능적 요구사항과 품질 요구사항을 하나의 통합 테이블에 기술하여 품질평가를 시행하는 방법이다. 기능적 요구사항과 품질 요구사항을 종합하여 연관성을 평가하므로써 평가 신뢰도와 활용성을 높일 수 있다. 통신망의 성능 서비스 품질수준은 지속적으로 관리할 경우에만 소기의 품질확보가 가능하다. 이를 위해 효율적 품질측정 방법과 측정항목 등을 지속적으로 개발하여 품질개선에 반영해야 한다. 이를 위해 서비스 성능체계화, 관리항목 분석, 측정방법 및 네트워크 요소와의 연관분석을 통한 종합적 품질관리 프레임워크가 개발되어야 한다.

참 고 문 헌

- [1] K. Venkatasubramanian, G. Deng, T. Mukherjee, J. Quintero, V Annamalai and S. K. S. Gupta, "Ayushman: A Wireless Sensor Network Based Health Monitoring Infrastructure and Testbed", In Proc. of IEEE DCOSS June 2005.
- [2] Victor Shnayder, Bor-rong Chen, Konrad Lorincz, Thaddeus R. F. Fulford-Jones, and Matt Welsh, "Sensor Networks for Medical Care", Harvard University Technical Report TR-08-05, April 2005.
- [3] Konrad Lorincz, David Malan, Thaddeus R. F. Fulford-Jones, Alan Nawoj, Antony Clavel, Victor Shnayder, "Sensor Networks for Emergency Response : Challenges and Opportunities, In IEEE Pervasive Computing, Special Issue on Pervasive Computing for First Response, Oct-Dec2004.
- [4] The Internet of Things, Worldwide, Gartner, Inc. Nov. 2013.
- [5] 이재용, 사물/만물 인터넷 - 4세대 인터넷 시대- 사물인터넷, 월간 과학과 기술 2014년 07월 vol.542호
- [6] 김동희, 윤석웅, 이용필, IoT 서비스를 위한 보안, 한국통신학회지 (정보와통신) 제30권 제8호, 2013.7
- [7] ITU-T, ITU-T SG13, Y.2060, Overview of the Internet of Things, July 04, 2012
- [8] TTA 표준화 위원회, IoT의 개요, 한국정보통신기술협회 40차(13-4)-(2013-1110), 2013. 9. 26
- [9] 서화정, 이동건, 최종석, 김호원, IoT 보안 기술 동향, 한국전자과학회지 제24권 4호 2013. 7
- [10] 표철식, 사물인터넷 기술 동향, 한국전자과학회지 제25권 4호 2014. 7
- [11] P.Ferguson, G.Huston,, " Quality of Service: Delivering QoS on the Internet and in Corporate Networks", January 1998
- [12] ITU-T I.350, " General aspects of Quality of Service and network performance in digital networks, including ISDNs", March 1993

[저 자 소 개]



노 시 춘 (SiChoon Noh)

1987년 : 고려대학교
경영정보학(석사)
2005년 : 경기대학교
정보보호기술(박사)
2002년 : KT 시스템보안부장
2004년 : KT 충청전산국장
2005년~현재 : 남서울대학교
컴퓨터학과 교수
2011년~현재 : 남서울대학교
IT융합연구소 연구위원

email : nsc321@nsu.ac.kr



김 점 구 (Jeom goo Kim)

1990년 2월 광운대학교
전자계산학과 이학사
1997년 8월 광운대학교
전자계산학과 석사
2000년 8월 한남대학교
컴퓨터공학 박사
1999년 3월~ 현재 남서울대학교
컴퓨터학과 정교수
IT융합연구소장

email : jgoo@nsu.ac.kr