

---

# MANET에서 상황인식 기반의 UoC Architecture 구현

두경민\* · 이강환\*

Implementation of a Context-awareness based UoC Architecture for MANET

Kyoungmin Doo\* · Kangwhan Lee\*

---

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

---

## 요 약

상황인식(Context-aware)은 인간-컴퓨터 상호작용의 단점을 극복하기 위한 방법으로 많은 주목을 받고 있다. 본 논문에서는 UoC(Ubiquitous system on Chip)로 구현될 수 있는 상황인식 시스템 구조를 제안한다. 본 논문은 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템을 구현하기 위해 CRS(Context Recognition Switch)와 DOS(Dynamic and Optimal Standard)의 개념을 포함한 Pre-processor, HPSP(High Performance Signal Processor), Network Topology Processor의 부분으로 구성된 UoC Architecture를 제안한다. 또한, IEEE 802.15.4 WPAN(Wireless Personal Area Network) Standard에 의해 구현된 UoC를 보여준다. 제안된 상황인식기반의 UoC Architecture는 주거 환경에서 컨텍스트를 인식하여 사용자를 지원하는 지능형 이동 로봇 등에 적용될 수 있을 것이다.

## ABSTRACT

Context-aware computing has been attracting the attention as an approach to alleviating the inconvenience in human-computer interactions. This paper proposes a context-aware system architecture to be implemented on an UoC (Ubiquitous system on Chip). A new proposed technology of CRS (Context Recognition Switch) and DOS (Dynamic and Optimal Standard) based on Context-awareness system architecture with pre-processor, HPSP(High Performance Signal Processor) in this paper. And proposed a new algorithm using in network topology processor shows for Ubiquitous Computing System. implementing in UoC (Ubiquitous System on Chip) base on the IEEE 802.15.4 WPAN (Wireless Personal Area Network) standard. Also, This context-aware based UoC architecture has been developed to apply to mobile intelligent robots which would support human in a context-aware manner.

## 키워드

Ubiquitous, Context-aware, Context Recognition Switch, Dynamic and Optimal Standard

## I. 서론

‘유비쿼터스(Ubiquitous)’는 ‘도처에 있다.’ ‘언제 어디서나 동시에 존재한다.’라는 의미로, 현실 세계에 존재하는 모든 대상물을 기능적, 공간적으로 연결해 사용자에게 필요한 정보나 서비스를 곧바로 제공하려는 기술이다.

유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)은 1991년 마크 와이저(Mark Weiser)에 의해 주창되었고 다음의 같이 4가지로 특징 지워진다[1]. 모든 디바이스는 네트워크에 연결되어야 하며, 인간화된 인터페이스로서 눈에 띄지 않아야 한다. 또, 가상공간이 아닌 현실세계의 어디서나 컴퓨터의 사용이 가능해야 하고, 사용자 상황(장소, 장치, ID, 시간, 온도, 날씨 등)에 맞는 서비스를 제공해야 한다. 이러한 Ubiquitous Computing System을 구현하기 위해서는 기존의 컴퓨팅 환경과 같이 사용자와 컴퓨터간의 대화형 상호작용이 아닌 물리적인 환경 상황(Context)등을 시스템이 스스로 인식하고 이를 기반으로 사용자와의 상호 작용을 지원하는 상황인식 기술이 필수적인 요소로 부각되고 있다.

이런 이유에서 Context-aware Computing System에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다[2]. 상황 인식 서비스(Context-aware Service)는 통신 및 컴퓨팅 능력을 가지고 주변 상황을 인식하고 판단하여 인간에게 유용한 정보를 제공하는 서비스이다. 여기서 말하는 상황 정보는 사용자가 상호 작용을 하는 시점에 이용할 수 있는 모든 정보로서 사람, 객체의 위치, 식별, 활동, 상태 등을 포함한다. 즉, 사용자의 상황 및 환경에 적절한 판단을 제공하고, 이에 대응하는 추론망의 네트워크 지원이 가능한 시스템과 서비스가 제공되어야 한다. 이러한 상황 정보의 수집 및 교환을 통해 인식하고, 해석 및 추론이 가능한 유비쿼터스 기능의 시스템과 그 지원이 가능한 상황인식 서비스가 가능한 구조개발이 필요하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2 장에서는 상황인식 기반의 유비쿼터스 컴퓨팅을 구현하기 위한 새로운 UoC Architecture를 제안한다. 제 3 장에서는 MANET에 적용된 UoC를 보인다. 제 4 장은 구현된 UoC를 보여주고 그 효용성을 짐작하게 한다.

## II. Context-awareness UoC Architecture

상황인식 기반의 Ubiquitous 컴퓨팅 환경을 위해 본 논문이 제안하는 상황인식 기반형의 UoC 구조는 다음과 같다.

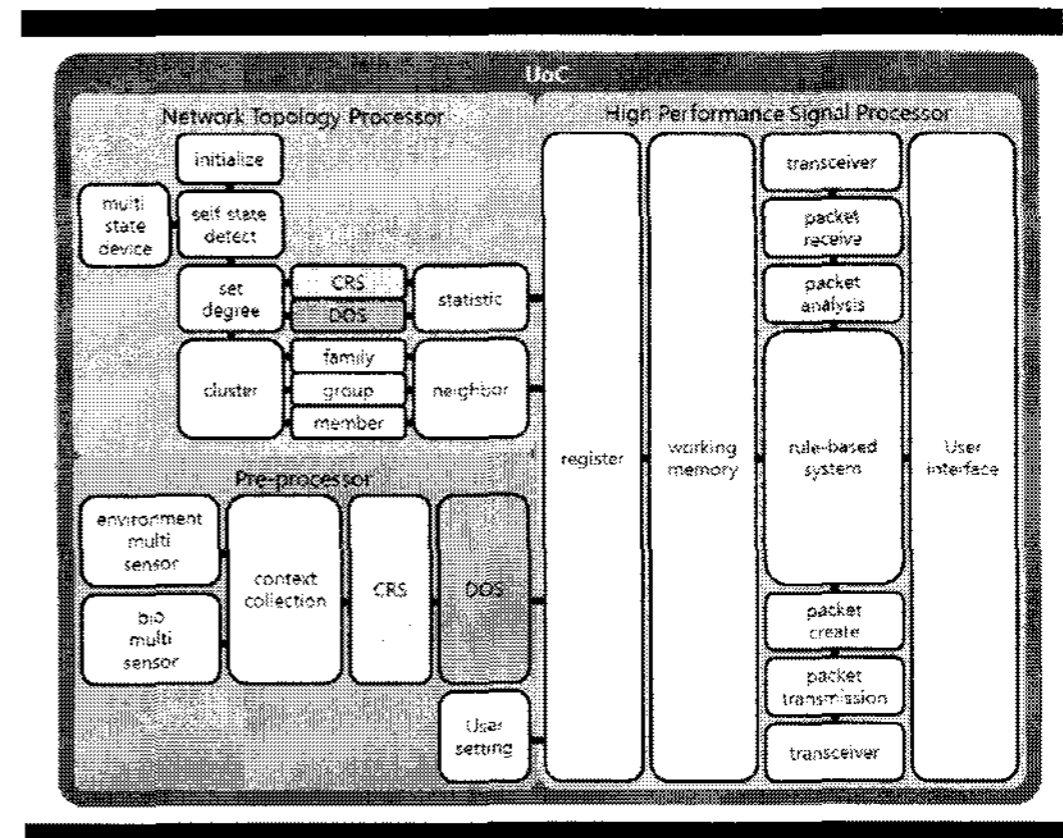


그림 1. UoC Architecture  
Fig. 1. UoC Architecture

위의 그림 1에서 제안된 상황인식 기반의 UoC 구조에 따라, 사용자 및 주변 환경에 대한 상황 정보를 전처리부(Pre-processor)를 통해 입력 받는다. 제안된 전처리부의 구조적 특징은 사용자 및 주변 환경 정보를 보다 정확히 판별하기 위해 CRS(Context Recognition Switch) 개념을 도입하였고, 개개인의 특화된 서비스를 제공하기 위해 유동적인 판단 기준인 DOS(Dynamic and Optimal Standard) 개념이 도입하였다. 또한 각 사용자의 입력된 상황 정보에 따라 제안된 Rule-based System을 통해 사용자 및 주어진 망의 환경 등을 분석하여 시스템에 제공할 수 있는 최적의 서비스를 판단 및 제공한다. 또, 각 System이 다른 System 또는 이기종간의 망과 Data를 교류하고 네트워크를 구성하기 위한 Network Topology Processor는 제공되는 고속 연산처리부(High Performance Signal Processor)에서 가장 효율적으로 System간의 계층적인 클러스터를 형성하고, 제공되는 효율적인 알고리즘을 통해 망의 Life Time을 향상시키게 된다. 이에 요구되는 상황인식 기반의 UoC 구조에 대한 각 기능별에 대한 구체적인 자세한 설명은 다음과 같다.

**Pre-Processor**

Environment Multi Sensor Unit와 Bio Multi Sensor는 사람의 상태 정보와 주위 환경 정보를 수집한다. 이때, Environment Multi Sensor를 통해 온도, 습도, 조도 등의 주위 환경 정보를 수집하고, Bio Multi Sensor를 통해 사람에 인체 정보에 해당하는 온도, 맥박, 심전도(ECG) 등을 수집한다. Context Collection Unit은 Multi Sensor에서 실시간으로 들어오는 상황 정보에 대한 센서 값들 중에서 실질적으로 시스템이 요구하는 데이터를 분별하는 기능을 한다. 일정 허용 값에 벗어나는 센서 값이 입력되면 이는 오류로 판단하여 Masking한다. Masking 기능을 사용하여 시스템에 불필요한 데이터를 사전에 차단함으로써, 보다 효율적인 실시간 처리가 가능하다. Masking에 필요한 Reference Value는 User Interface를 통해 사용자가 직접 입력할 수 있다.

**HPSP (High Performance Signal Processor)**

HPSP는 Context-aware Computing을 구현하기 위해 다양한 센서들로부터 시스템이 요구하는 사용자 및 환경 정보를 수집하여, 정해진 룰에 따라 최적의 서비스를 판단 및 제공한다. 이때, 다양하게 변화하는 상황에 따라 실시간으로 최적의 서비스를 처리하기 위해 고속의 데이터 비교 및 연산 처리 과정을 필요로 한다. 이를 위해, CRS와 DOS의 개념을 도입한 Rule-based System을 구현하였다.

**Rule-based System**

Rule-based System은 인공지능 분야에서 성공적으로 실제 응용 분야에 적용된 기법으로 그 우수성이 잘 알려져 있다. 하지만, 기존의 소프트웨어 알고리즘에 기초한 Rule-based System의 처리 속도는 Context-Aware Computing System과 같은 실시간 처리가 필요한 응용 분야에는 적합하지 않다. 이를 해결하기 위해 본 논문은, Rule-based System에 CRS와 DOS를 도입하여 효율적으로 실시간 처리가 가능한 새로운 Architecture를 제안하고 있다.

**CRS (Context Recognition Switch)**

CRS란 다양한 Sensor를 통해 입력된 값에 가중치를 두어 중요한 Context를 감지하는 Sensor에는 민감하게 반응할 수 있고, 그다지 중요하지 않은 Context를 감지하

는 Sensor는 감지 효율을 낮춰 System에 부하를 덜 수 있도록 도와주는 처리이다. 즉, 시스템이 정확한 상황을 인지하기 위해 중요도가 높은 센서의 값에 비중을 높여주는 CRS는 센서들의 속성에 따라 Safe state, Warning state, Emergency state 등의 상황에 대한 판단을 보다 정확히 추론할 수 있다. CRS의 산출 과정은 다음과 같다.

$$State = \sum W_n * Sensor_n \tag{1}$$

식 (1)에서 보는 것과 같이, 다양한 센서 입력 값 (Sensor<sub>n</sub>)에 가중치(W<sub>n</sub>)를 부여하여 각각의 입력에 중요도를 달리 하여 상황(State)에 대한 판단을 하게 된다.

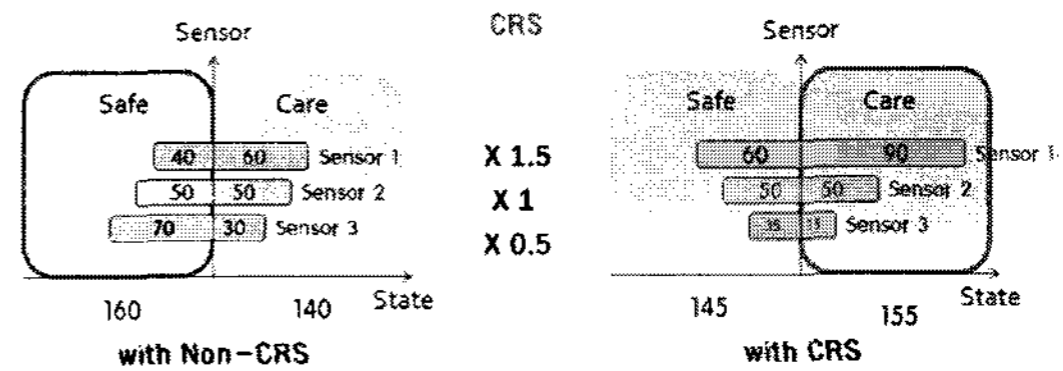


그림 2. non-CRS 와 CRS 비교  
Fig. 2. Compare non-CRS with CRS

위 그림 2는 다양한 센서를 통해 들어온 입력 값에 CRS를 적용한 결과를 일반적인 입력 상태와 비교하여 보여주고 있다. 사용자 및 주변 환경의 상황을 판단할 경우, 각 센서들은 그 가중치가 다르기 마련이다. 따라서 이에 해당하는 가중치를 CRS로 부여함으로써, 입력된 상황 값을 보다 실질적으로 변환해준다.

**DOS (Dynamic and Optimal Standard)**

각각의 개인의 패턴에 따라 특화된 서비스를 제공하기 위한 DOS는 센서의 입력이 들어왔을 때, 획일적이고 균일한 서비스를 제공하지 않고, 사용자 및 환경의 패턴에 따라 각 속성의 특화된 서비스를 제공할 수 있다. 즉, DOS는 하나의 입력된 값에 따라 Care상태인지 Safe상태인지 판단하는 기준을 사람과 주위 환경의 패턴에 따라 변화시켜 각각의 개인에게 최적화된 서비스를 제공할 수 있도록 하는 상황 판단의 기준이 되는 값이다. 이것은 현재 입력된 값과 기존에 저장되어있는 기준 값의 평균 계산을 통해 구해지게 된다. 이때, 그 동안 입력된 모든 Data를 저장하는 것이 아니라 지금까지 계산된 결과 기준 값만을 저장하는 방식을 택함으로써 메모리 효율을

더욱 높일 수 있고, 이는 Ubiquitous Computing System에 매우 효과적으로 활용된다.

$$DOS(N) = (1 - W) * DOS(N - 1) + W * N \quad (2)$$

식(2)는 DOS의 산출 과정이다. 기존의 상황 판단 기준 값(DOS(N-1))에 현재 입력된 센서 값(N)의 합에 의해 새로운 기준 값(DOS(N))을 판단한다. 즉, 획일적인 판단 기준을 적용하여 똑같은 입력에 똑같은 출력을 하는 것이 아니라, 주어진 상황마다 그 동안에 파악된 사용자 및 주변 환경 패턴에 따라 차별화된 서비스를 제공할 수 있는 것이다. 또한, 기존의 기준 값과 현재 센서로부터 입력된 값에 비중(W)을 달리 하여 합하는 것으로 현재의 상황에 민감하게 반응할 수도 있고, 천천히 전체적인 상황의 흐름을 지속적으로 감지하여 서비스 할 수 있다.

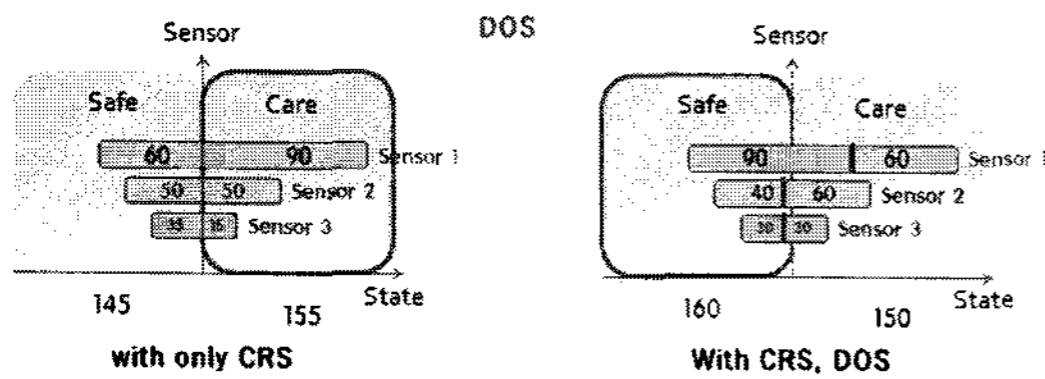


그림 3. only CRS 와 CRS, DOS 비교  
Fig. 3. Compare only CRS with CRS, DOS

위 그림 3은 센서를 통해 입력 받은 상황 값을 각 사용자마다 최적화된 서비스를 제공하기 위해 적용된 DOS 결과와 그렇지 않은 경우를 비교하여 보여주고 있다. 입력 받은 센서 값에 따라 그 상황이 어떤 상태인지 판단하게 되는 기준을 기존의 패턴에 따라 달리함으로써, System에 같은 입력 값이 입력되어도 각 사용자마다의 패턴에 따라 최적화된 서비스를 달리 제공한다.

### Network Topology Processor

Ubiquitous 컴퓨팅의 조건으로 모든 디바이스는 네트워크를 이루기 위해 기간 망을 통하지 않고, 자율적으로 망을 형성해야 한다. 이런 역할을 Network Topology Processor가 담당한다. 최초 시스템이 구동될 때, 통신에 필요한 Initialization 과정이 진행되고, Time Interval Clustering Control Unit을 통해 다른 Node들과 Clustering을 형성한다. 이때, Multi State Device를 통해 System 고

유의 속성을 스스로 인식한다. 이것이 Self State Detect 기능이다. 자신의 다양한 속성을 인지하면 Set Degree에서 CRS와 DOS를 기반으로 한 Statistic Process Unit을 통해 자신의 Level을 정한다. 위에 보이는 Architecture에서는 Battery Monitoring Management를 통해 Node들의 배터리 상태에 따라 고유 속성의 등급을 정하고 있다. 자신의 Level이 정해지면, 다른 System과 이 정보를 교류하고 Level에 따라 각각 상위 Node로써 혹은 하위 Node로써 Neighbor Node의 역할을 한다. 이때, 한정된 배터리 자원으로 보다 오랫동안 망을 형성하고 유지하기 위해 많은 Topology Algorithm이 연구되고 있는데, 그 중 계층적인 트리 구조를 가지며 효율적으로 Cluster를 형성하고, 그 Connectivity를 효과적으로 유지하는 RODMRP를 채택하여 Network Topology를 구현하였다[4].

### III. 상황인식 UoC 구조의 망 적용

Mobile Ad-hoc Network은 고정된 기간 망(Backbone Network)의 도움 없이 이동노드만으로 구성된 자율적이고 독립적인 네트워크이다. Mobile Ad-hoc Network에서의 노드들은 이동성이라는 속성을 가짐으로써 네트워크의 참여와 이탈이 빈번하게 발생하게 된다. 제안된 UoC구조에서는 각 노드의 속성 정보를 활용한 노드의 자율적인 토폴로지 지원이 가능한 구조가 설계 제안되어 졌다.

본 논문에서 제안된 UoC Architecture를 MANET (Mobile Ad-hoc Network)에 구현하기 위해 IEEE 802.15.4 WPAN(Wireless Personal Area Network) Standard 기반의 MRF24J40 Transceiver Module을 컨트롤이 가능하도록 설계 구현 하였다.

#### IEEE 802.15.4 Standard

본 논문은 제안된 토폴로지의 망을 Ad-hoc Network에 구현하기 위해 Information Technology의 국제 표준 규격인 IEEE 802.15.4 표준에 따라 설계하였다.

그림 4는 IEEE 802.15.4의 Zigbee Protocol의 Packet Frame을 보여준다. 본 논문에서 구현한 UoC Architecture는 위의 표준 규격을 따름으로써, 기기종간의 Data 전송이 원활히 이뤄지도록 구현되었다.

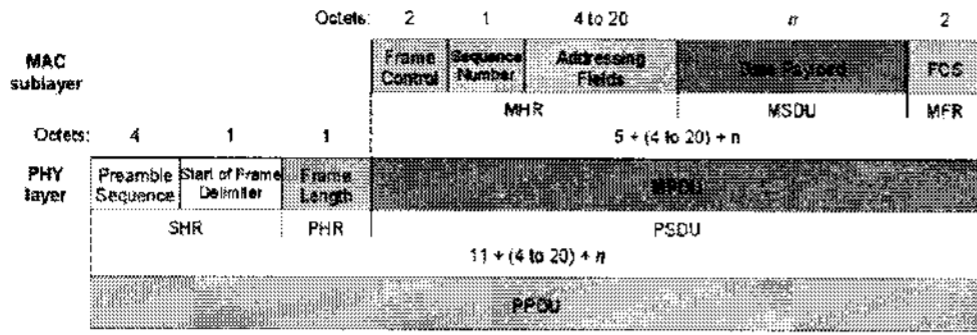


그림 4. IEEE 802.15.4 Standard Packet Frame  
Fig. 4. IEEE 802.15.4 Standard Packet Frame

본 논문은 IEEE 802.15.4 Standard를 지원하는 MR F24J40을 사용하였다. MRF24J40의 Memory Space는 1Byte의 Short Address와 2Byte의 Long Address로 구성되었다. 따라서 Register에 1Byte의 Data를 Read/Write하기 위해, Short Address는 2Byte의 Command로 처리하고, Long Address는 3byte의 Command로 처리한다. Command의 첫 1Bit는 Short Address Control/Long Address Control을 구별하는 비트로 사용된다. 또, Address의 마지막 1bit를 통해 Read/Write의 Command를 구별한다. 즉, MRF24J40의 Memory Space는 다음의 그림 16과 같이 Short/Long Address Control bit + Short/Long Address + Read/Write Command bit + Data로 제어된다. 여기서 Data의 payload에는 망의 자율적인 처리 구성을 위한 인접한 주변 노드들을 속성 정보에 따라 분류하여 처리하게 된다.

다음 그림 5는 MRF24J40을 Control 하기 위해 VHDL로 구현한 Simulation 결과 및 처리과정을 보여주고 있다.

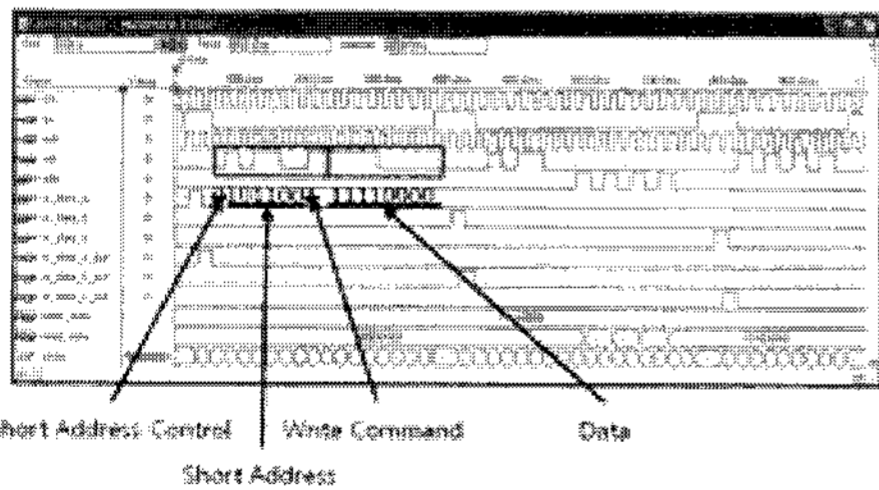


그림 5. MRF24J40 제어를 위한 VHDL 시뮬레이션  
Fig. 5. VHDL Simulation for MRF24J40 Control

다음 그림 6은 위의 VHDL Source Code를 UoC에 구현하여 동작되는 입출력 과정을 Logic Analyzer로 실험 확인한 결과를 보여주고 있다. 결과에서 보면, 각 발생한 노드들의 주소번지에 따라 데이터가 입력 처리되는 결과를 관찰할 수 있다.

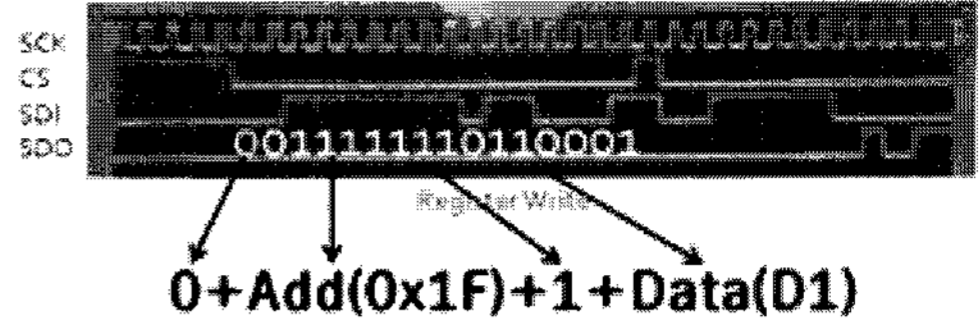


그림 6. Logic Analyzer 결과  
Fig. 6. Result of Logic Analyzer

#### IV. 상황인식 UoC 구조의 구현

본 논문은 다양한 센서를 통해 수집된 정보를 CRS와 DOS의 개념을 통해 가공 처리 하고, 사용자에게 최적화된 서비스를 제공하는 UoC Architecture를 제안하고 있다. 또, 각 UoC Node가 다른 이 기종 간의 디바이스와 Data 전송을 위해 국제 표준 규격인 IEEE 802.15.4를 따르는 MRF24J40을 사용하였다. MRF24J40의 Memory Space는 1Byte의 Short Address와 2Byte의 Long Address로 구성되었다. 따라서, Register에 1Byte의 Data를 Read/Write하기 위해, Short Address는 2Byte의 Command로 처리하고, Long Address는 3byte의 Command로 처리한다. Command의 첫 1Bit는 Short Address Control/Long Address Control을 구별하는 비트로 사용된다. 또, Address의 마지막 1bit를 통해 Read/Write의 Command를 구별한다. 즉, MRF24J40의 Memory Space는 다음의 그림 16과 같이 Short/Long Address Control bit + Short/Long Address + Read/Write Command bit + Data로 제어된다.

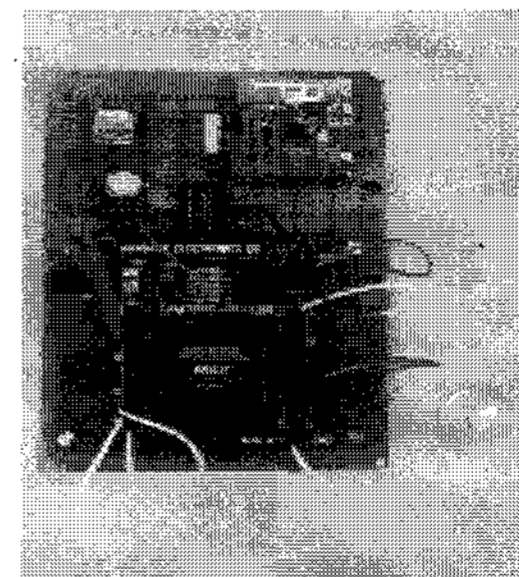


그림 7. 구현 실험에 제공된 UoC 모듈  
Fig. 7. Implemented UoC Module

그림 7은 UoC Architecture를 직접 구현한 UoC Module이다. 현재는 다양한 센서들로부터 상황 정보를 수집하고 이를 RODMRP의 Network Topology에 따라 클

러스터를 형성하며 Data를 전송한다. 추후, 최적화 및 소형화가 이뤄지도록 연구하고 있다.

## V. 결 론

본 논문은 CRS와 DOS의 개념을 도입하여 UoC에 활용할 수 있도록 새로운 UoC Architecture를 제안하였다. CRS를 통해 사용자 및 주변 환경 정보를 인식하는 센서들에 가중치를 부여하였다. 이를 통해, UoC System은 각 센서의 중요도에 따라 보다 정확한 상황을 판단할 수 있고, 중요도가 높은 센서의 처리를 먼저 처리함으로써 전체적인 시스템의 과부하를 피할 수 있다. 이는 USN (Ubiquitous Sensor Network)의 분야에서 중요한 문제로 대두되는 전원 관리 차원에서 보다 좋은 효율을 기대할 수 있다. 또한, DOS를 통해 상황에 따른 최적화된 서비스를 유동적으로 판단할 수 있다. 사용자 및 주변 환경 속성의 기존 패턴 경향에 따라 개인의 고유하고 특별한 서비스를 제공할 수 있다.

제안된 UoC Architecture는 IEEE 802.15.4 WPAN Standard기반의 MANET 환경에서 구현되었으며, 이 기종간의 데이터 교환이 가능하고, 기존의 Internet Service와 연결되어 다양한 분야에 응용이 가능하다.

## 참고문헌

- [1] Weiser, M., "Some computer science Problems in ubiquitous computing," Communications of ACM, Vol. 36, No.7, pp. 75-84, Jul., 1993
- [2] Jung Heon Man, Lee Jung Hyun "Probability-annotated Ontology Model for Context Awareness in Ubiquitous Computing Environment," the Republic of Korea, 2006. 7.
- [3] Joseph Giarratano, Gary Riley "EXPERT SYSTEM Principles and Programming," PWS-KENT Publishing Company pp. 501-532, 1989.
- [4] Sun-guk Kim, "A study on Inference Network Based on the Resilient Ontology-based Dynamic Multicast Routing Protocol," The Korea Institute of Maritime Information and Communication Sciences, 2007.

## 저자소개



두 경 민(Kyoungmin Doo)

2007년 한국기술교육대학교 컴퓨터공학 학사

2007년 한국기술교육대학교 컴퓨터공학 석사과정

※관심분야 : Ubiquitous computing, MANET, Context-awareness system, SoC



이 강 환(Kangwhan Lee)

1983년 한양대학교 전자공학과 학사

1989년 중앙대학교 전자공학 석사

2002년 중앙대학교 전자공학 박사

1989년 한국전자통신연구원 선임연구원

2004년 특허청 서기관

2005년~ 한국기술교육대학교 정보기술공학부 교수

※관심분야 : USN, Ad-hoc network, 차세대이동통신기술, Wireless SoC