

Ad-Hoc Network에서 복합 멀티 센서 기반의 UoC(Ubiquitous computing on Chip)에 의한 Context-aware System Architecture 구현

두경민, 김영삼, 지삼현, 이강환
한국기술교육대학교

Implementation of a Context-Awareness based UoC(Ubiquitous System on Chip)
for Ad-Hoc Network

Kyoungmin Doo, Youngsam Kim, Samhyun Chi, Kangwhan Lee
Korea University of Technology and Education
E-mail : dkm0303@kut.ac.kr

Abstract

Ubiquitous Computing System란, 언제 어디서나 통신 및 컴퓨팅이 가능하고 컴퓨팅 시스템이 상호 간에 정보를 공유하고 협력하는 컴퓨팅 시스템이다. 이로써 기존의 컴퓨팅 환경과 같이 사용자와 컴퓨터 간의 대화형 상호작용이 아닌 물리적인 환경 상황(Context)등을 시스템이 스스로 인식하고 이를 기반으로 사용자와의 상호 작용을 지원하는 상황인식 기술이 필수적인 요소로 부각되고 있다. 또한, Ubiquitous Computing System을 위해 사용자 및 주변 환경의 정보를 감지하는 센서(Sensor) 기술이 필요하다. 하지만 사용자 및 주변 환경으로부터 입력되는 불확실하거나 모호한 상황정보에 대한 표현과 추론에 대한 연구는 부족한 실정이다.

본 논문은 이런 이유에서 Rule-based System을 기반으로 CRS와 DOS의 개념을 도입한 새로운 상황 인식 기반의 Architecture를 제안하고, 이를 VHDL을 통해 SoC로 구현하였다. CRS를 통해 실시간으로 다양한 센서에서 들어오는 많은 데이터에 가중치를 부여하여 각 센서마다 중요도를 달리 부여한다. 이로써, System은 Sensor 입력 값의 중요도에 따라 처리 순서를 우선적으로 부여하여 처리 속도를 높인다. 또, DOS를 통해 다양각색의 사용자에게 획일적인 서비스를 제공하는 것이 아니라 상황 변화의 패턴에 따라 개별화되고 특화된 서비스를 제공한다. 마지막으로, Ubiquitous Computing System의 향후 발전 가능성을 예상하고, 본 논문에서 제시한 Context-aware Architecture에 의해 구현된 UoC의 유용성을 짐작해 본다.

키워드

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

1. Introduction

‘유비쿼터스(Ubiquitous)’는 ‘도처에 있다.’ ‘언제 어디서나 동시에 존재한다.’라는 뜻이다. 이 용어는 1989년 마크 와이저(Mark Weiser)가 처음 주장한 것으로, ‘현실 세계에 존재하는 모든 대상을 기능적·공간적으로 연결해 사용자에게 필요한 정보나 서비스를 곧바로 제공하려는 기술’이다.

‘유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)’은 1991년 마크 와이저(Mark Weiser)에 의해 최초로 제창되었으며, 다음의 같이 4가지로 특징지워졌다[1]. 모든 디바이스는 네트워크에 연결되어야 하며, 인간화된 인터페이스로서 눈에 띄

지 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.

Ubiquitous Computing System을 구현하기 위해 기존의 컴퓨팅 환경과 같이 사용자와 컴퓨터 간의 대화형 상호작용이 아닌 물리적인 환경 상황(Context)등을 시스템이 스스로 인식하고 이를 기반으로 사용자와의 상호 작용을 지원하는 상황 인식 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 판

단하여 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. 이러한 상황 정보의 수집 및 교환을 통해 인식하고, 해석 및 추론과 같은 처리 과정을 거쳐, 사용자에게 상황에 적절한 서비스를 제공하는 상황 인식 서비스는 특히 Ubiquitous 환경과 맞게 의료, 교육, 재난, 구호, 쇼핑 등 사회 전 분야에 걸쳐 많은 영향을 줄 수 있는 서비스로 발전될 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1 장 서론에서는 Ubiquitous 컴퓨팅과 상황인식시스템의 소개를 하였다. 다음의 2 장에서는 상황인식기반의 Ubiquitous 컴퓨팅을 구현하기 위해 새로운 UoC Architecture를 제안한다. 3 장에서는 구현된 UoC를 소개하고 4 장에서 UoC의 다양한 응용분야의 예를 통해 그 효용성을 짐작해본다.

2. UoC Architecture

상황인식기반의 Ubiquitous 컴퓨팅환경을 위해 본 논문이 제안하는 UoC 구조는 다음과 같다.

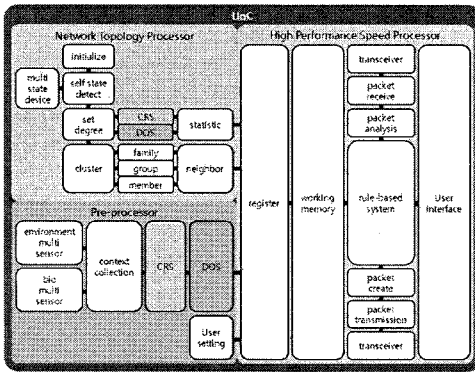


Fig. 1. UoC Architecture

사용자 및 주변 환경에 대한 상황 정보를 Pre-processor를 통해 입력 받는다. 이때, 사용자 및 주변 환경 정보를 보다 정확히 판별하기 위해 CRS 개념을 도입하였고, 개개인의 특화된 서비스를 제공하기 위해 유동적인 판단 기준인 DOS 개념이 도입하였다. 입력된 상황 정보에 따라 Rule-based System을 통해 사용자에게 제공할 수 있는 최적의 서비스를 판단 및 제공한다. 또, 각 System이 다른 System 또는 이 기공간에 Data를 교류하기 위고 네트워크를 구성하기 위한 Network Topology Processor는 각 System간의 계층적인 클러스터를 형성하고, 효율적인 알고리즘을 통해 망의 Life Time을 늘린다.

2.1. Pre-Processor

Context Detection Unit은 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 Context Detection Unit에서 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.

2.2. HPSP

(High Performance Speed Processor)

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

2.2.1. Rule-based System

Rule-based System은 인공지능 분야에서 성공적으로 실제 응용 분야에 적용된 기법으로 그 우수성이 잘 알려져 있다[3]. 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.

2.2.2. CRS

(Context Recognition Switch)

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

2.2.3. DOS

(Dynamic and Optimal Standard)

각각의 개인의 패턴에 따라 특화된 서비스를 제공하기 위한 DOS는 센서의 입력이 들어왔을 때, 확률적이고 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 기준에 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.

2.3. 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 고유의 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].

3. Implementation of MANET

Mobile Ad-hoc Network은 고정된 기간 망(Backbone Network)의 도움 없이 이동 단말만으로 구성된 자율적이고 독립적인 네트워크이다. 이동 Ad-hoc 네트워크에서의 단말은 능동적이고

네트워크의 참여와 이탈이 자유로우며 대등하게 네트워크를 구성하는 주체가 된다. 이는 고정되고 중앙 집중적인 기반 망에서의 단말이 수직적이고 수동적으로 동작하는 것과는 비교된다. 지금까지 이동 Ad-hoc 네트워크는 구성이 단순하고 융통성이 있으며, 일시적인 필요에 의한 임시 네트워크의 구성에 용이하기 때문에 다양한 분야에서의 응용이 논의되어 왔다.

3.1. IEEE 802.15.4 Standard

본 논문은 Ad-hoc Network를 구현하기 위해 Information Technology의 국제 표준 규격인 IEEE 802.15.4 Standard를 따르고 있다.

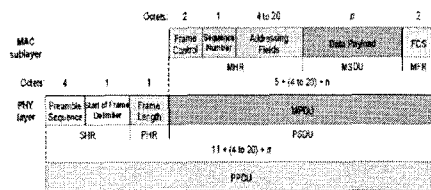


Fig. 2. IEEE 802.15.4 Standard Packet Frame

그림 2. 은 IEEE 802.15.4의 Zigbee Protocol의 Packet Frame을 보여준다. 본 논문에서 구현한 UoC Architecture는 위의 표준 규격을 따름으로써, 이종간의 Data 전송이 원활히 이뤄지도록 구현되었다.

본 논문은 IEEE 802.15.4 Standard를 지원하는 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 16. 과 같이 Short/Long Address Control bit + Short/Long Address + Read/Write Command bit + Data로 제어된다.

다음 그림은 MRF24J40을 Control 하기 위해 VHDL로 구현한 Simulation이다.

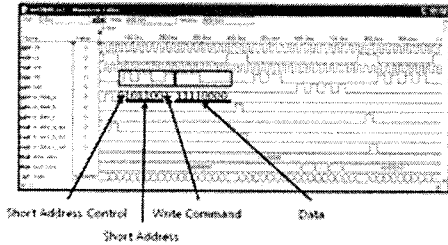


Fig. 3. VHDL Simulation for MRF24J40 Control

다음 그림은 위의 VHDL Source Code를 UoC에 직접 다운로드 하여 동작되는 입출력 파형을 Logic Analyzer로 확인한 모습이다.

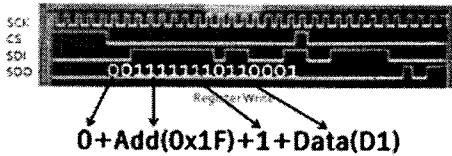


Fig. 4. Result of Logic Analyzer

4. UoC(Ubiquitous system on Chip)

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.

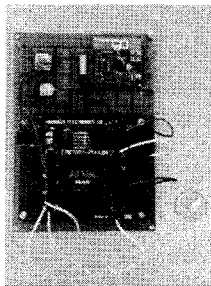


Fig. 5. UoC

그림 5. 에 보여지는 것은 UoC Architecture를 직접 구현한 UoC Module이다. 현재는 다양한 센서들로부터 상황 정보를 수집하고 이를 RODMRP의 Network Topology에 따라 클러스터를 형성하며 Data를 전송한다. 추후, 최적화 및 소형화가 이뤄지도록 연구하고 있다.

5. Conclusion

상황(Context) 정보에 대하여 컴퓨터가 보다 용이하게 접근하여 이해하고 또한 이를 적절히 사용하도록 한다면 인간-컴퓨터 상호작용에 있어 대화의 수준을 향상시킬 수 있고, 결국 이를 기반으로 하여 인간은 보다 유용한 컴퓨팅 서비스(예: Ubiquitous 컴퓨팅 서비스)를 받을 수 있을 것이다[8]. Ubiquitous IT와 상황인식 컴퓨팅의 결합과 연동은 우리의 업무와 일상 생활에 유익한 서비스를 제공할 수 있는 분야가 될 것이다.

추후, 본 논문이 제안하는 UoC Architecture를 기반으로 한 Ubiquitous 센서 네트워크를 구현하여 재해를 예보하고, 환경을 감시하고 관리할 수 있다. 또, u-Home 서비스, u-Health 서비스를 통해 지능형 홈 서비스를 제공할 수 있다. Ubiquitous 센서 네트워크 기술의 발전에 따라 시장에서의 적용이 확산되면서 단계적으로 발전할 것이고, 시스템의 소형화, 지능화와 저가화가 실현되면서 물류, 유통 분야 및 환경, 재해예방, 의료관리, 식품 관리 등 실생활에서 활용이 확대 될 것으로 전망된다.

Acknowledgment

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

References

- [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.