

사물인터넷에서 시각 정보 관리 체계

황소영*

A Framework for Time Awareness System in the Internet of Things

Soyoung Hwang*

Department of Software, Catholic University of Pusan, Busan 46252, Korea

요 약

사물인터넷 (Internet of Things: IoT)은 기존의 유선통신을 기반으로 한 인터넷이나 모바일 인터넷보다 진화된 단계로 인터넷에 연결된 기기가 사람의 개입 없이 상호간에 알아서 정보를 주고받아 처리한다. 이를 구현하기 위한 기술 요소로는 유형의 사물과 주위 환경으로부터 정보를 얻는 센싱 기술, 사물이 인터넷에 연결되도록 지원하는 유무선 통신 및 네트워크 인프라 기술, 각종 서비스 분야와 형태에 적합하게 정보를 가공하고 처리하거나 기술을 융합하는 서비스 인터페이스 기술이 핵심이며 이러한 기술을 실현하는데 있어 시각 정보 및 시각 동기 기술은 필수적이라 할 수 있다. 본 논문에서는 컴퓨터 시스템과 기존 인터넷에서 시각 유지 기법을 분석하고 사물인터넷에서 시각 정보 관리에 필요한 요소 기술과 시각 관리 체계를 제시한다.

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) is the interconnection of uniquely identifiable embedded computing devices within the existing Internet infrastructure. IoT is expected to offer advanced connectivity of devices, systems, and services that goes beyond machine-to-machine communications and covers a variety of protocols, domains, and applications. Key system-level features that IoT needs to support can be summarized as device heterogeneity, scalability, ubiquitous data exchange through proximity wireless technologies, energy optimized solutions, localization and tracking capabilities, self-organization capabilities, semantic interoperability and data management, embedded security and privacy-preserving mechanisms. Time information is a critical piece of infrastructure for any distributed system. Time information and time synchronization are also fundamental building blocks in the IoT. The IoT requires new paradigms for combining time and data. This paper reviews conventional time keeping mechanisms in the Internet and presents issues to be considered for combining time and data in the IoT.

키워드 : 사물인터넷, 네트워크 클럭, 시각 표현, 시각 동기

Key word : IoT (Internet of Things), Network Clock, Time Awareness, Time Synchronization

Received 21 May 2016, Revised 30 May 2016, Accepted 08 June 2016

* Corresponding Author Soyoung Hwang(E-mail:soyoung@cup.ac.kr, Tel:+82-51-510-0644)
Department of Software, Catholic University of Pusan, Busan 46252, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2016.20.6.1069>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

시각 정보와 시각 동기 기술은 컴퓨팅 및 인터넷 환경에서 중요한 영역으로 자리 매김하였으며 금융거래, 전력 시스템, 빅 데이터, 분산 데이터베이스, 데이터 센터 및 게임 등 다양한 산업과 기술을 실현하는데 기여가 되고 있다.

전통적인 인터넷 분산 환경에서의 시각 동기 기술은 지난 수십년간 연구가 진행되어 왔으며 그 결과들은 현재 원숙하고 견고한 단계에 이르렀다. 이와 관련된 연구 동향은 아래와 같다.

- 분산 및 병렬 처리에서의 시각 동기 및 시각 관리 연구
- 대규모 통신망, 이동 통신망 등에 시각 동기 적용
- GPS (Global Positioning System) / GNSS (Global Navigation Satellite System) 참조 시각원에 관한 연구
- 시각동기 표준 프로토콜에 관한 연구

사물인터넷 (Internet of Things: IoT)은 기존의 유선 통신을 기반으로 한 인터넷이나 모바일 인터넷보다 진화된 단계로 인터넷에 연결된 기기가 사람의 개입 없이 상호간에 알아서 정보를 주고받아 처리한다. 사물이 인간에 의존하지 않고 통신을 주고받는 점에서 기존의 유비쿼터스나 M2M (Machine to Machine)과 비슷하기도 하지만, 통신장비와 사람과의 통신을 주목적으로 하는 M2M의 개념을 인터넷으로 확장하여 사물은 물론이고 현실과 가상세계의 모든 정보와 상호작용하는 개념으로 진화한 단계라고 할 수 있다[1,2]. 이를 구현하기 위한 기술 요소로는 유형의 사물과 주위 환경으로부터 정보를 얻는 센싱 기술, 사물이 인터넷에 연결되도록 지원하는 유무선 통신 및 네트워크 인프라 기술, 각종 서비스 분야와 형태에 적합하게 정보를 가공하고 처리하거나 각종 기술을 융합하는 서비스 인터페이스 기술이 핵심이며 이러한 기술을 실현하는데 있어 시각 정보 및 시각 동기 기술은 필수적이라 할 수 있다. 그러나, 기존 인터넷과 M2M에 적용되었던 시각 관리 및 동기 기술은 사물인터넷 환경에 맞게 개선 및 재정의가 필요하다.

본 논문에서는 컴퓨터 시스템과 기존 인터넷에서 시각 유지 기법을 분석하고 사물인터넷에서 시각 정보 관리에 필요한 요소 기술과 시각 관리 체계를 제시한다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 컴퓨터 시스템의

클럭 모델 및 전통적인 인터넷 분산 환경에서 시각 동기 기법에 대해 분석하고 3장에서는 사물인터넷 환경에서 시각 정보 관리를 위한 체계로 네트워크 클럭 모델, 시각 표현 체계, 시각 유지 체계에 대해 제시한다. 마지막 4장에서 논문의 결론을 맺는다.

II. 컴퓨터 시스템 시각

2.1. 컴퓨터 클럭

컴퓨터 클럭은 일반적으로 다음 3가지, 미리 정의된 주파수로 발진하는 수정 발진자, 카운터 레지스터, 상수 레지스터로 구성된다. 상수 레지스터는 수정 발진자의 주파수에 근거해 미리 정해진 상수값을 저장하는데 사용된다. 카운터 레지스터는 수정 발진자의 발진수를 추적하는데 사용된다. 즉, 카운터 레지스터의 값은 수정 발진자의 매 발진마다 1씩 감소하게 된다. 카운터 레지스터의 값이 0이 되면 인터럽트가 발생되고, 카운터 레지스터의 값은 상수 레지스터의 값으로 재설정된다. 각 인터럽트를 가리켜 클럭 틱 (clock tick) 이라 한다. 그림 1은 컴퓨터 클럭 모델을 나타낸 것이다[3].

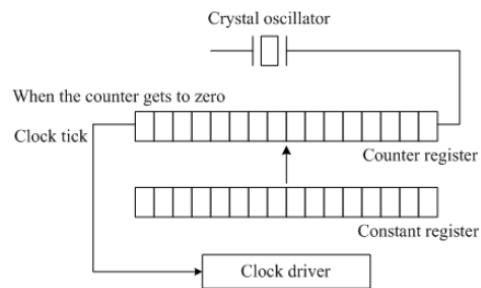


Fig. 1 A Computer Clock Model

컴퓨터 클럭은 수정 발진자의 미리 정의된 주파수에 따라 일정 속도로 동작한다. 그러나 수정 발진자는 온도, 습도 등의 환경적 요인으로 인해 발진 주기가 일정하지 않게 되고, 이는 명목상의 주파수로 동작하지 못하는 결과를 초래한다. 이러한 수정 발진자의 물리적 특성으로 인해 임의의 서로 다른 두 클럭은 다른 발진 주기를 갖게 되고, 같은 값으로 초기 시각이 설정되었을 경우라도 이러한 발진 주기 차가 일정 기간 누적될 경우, 두 클럭에 의해 유지되는 시각차를 유발시키게

된다[3].

이처럼 컴퓨터 클럭은 불안정성의 누적, 환경적 요인 및 시스템 에러 등으로 인해 정확도 및 정밀도에 한계를 갖게 된다. 따라서 정밀 시각 처리를 요구하는 컴퓨터 시스템이나 다수의 노드에서 동시에 수행되는 여러 프로세스로 이루어진 분산 시스템의 경우, 정확한 결과를 얻기 위해 시각 동기화가 요구된다.

2.2. 시각 동기의 필요성

모든 컴퓨터는 컴퓨터 클럭이라 불리는 자체의 시각 기법을 갖고 있으며 이는 현재의 시스템 시각 유지 및 각종 성능 측정의 척도로 활용된다. 분산 시스템에서 임의의 응용 처리는 시스템 내 다수의 노드에서 동시에 수행되는 여러 개의 프로세스로 이루어지며 정확한 결과를 얻기 위해 각 노드들의 클럭은 동기화되어 있어야 한다. 네트워크를 기반으로 한 운용 및 분산 처리가 일반화됨에 따라 시각 동기는 필수적인 요소가 되었다. 시각 동기가 직접적으로 영향을 미치는 응용 분야는 아래와 같다[4,5].

- 정보 기록, 검사 및 모니터링
- 네트워크 결함 검사 및 회복
- 일관성 유지
- 접근 보안 및 인증
- 스케줄링된 동작
- 데이터베이스 질의
- 실세계 시간 정보

2.3. 전통적인 시각 동기 프로토콜

대부분의 전통적인 시각 동기 프로토콜은 동일한 기본 설계를 갖는다. 비연결형 메시지 프로토콜, 클라이언트와 서버간 시각 정보 교환, 비결정적인 통신 지연을 줄이는 기법, 서버 정보를 이용한 클라이언트 시각 정보 향상 기법 등이 이에 해당한다.

여러 가지 표준 시각 동기 프로토콜이 RFC 문서에 정의되어 있으며 대표적인 시각 동기 프로토콜로 Time Protocol, Daytime Protocol, Network Time Protocol (NTP) 등이 있다. NTP는 견고하며 확장성 및 효율성이 높아 인터넷 환경에서 널리 사용되고 있다. NTP는 계층적 트리 구조를 이루며, 단말에 해당하는 클라이언트에 시각 정보를 제공하는 서버로 구성된다. 표 1은 대표적인 시각 동기 프로토콜에 대해 정리한 것이다.

Table. 1 Internet Time Synchronization Protocol

Name	Format
Time Protocol	- Unformatted 32-bit binary number - UTC seconds since January 1, 1900
Daytime Protocol	- Extract format not specified in standard - Time code as standard ASCII characters
Network Time Protocol (NTP)	- 64-bit timestamp - UTC seconds since January 1, 1900
Simple NTP (SNTP)	- Same format with NTP version 3

Ⅲ. 사물인터넷에서 시각 관리 체계

사물인터넷이 필요로 하는 주요 기술로는 다양한 디바이스의 지원, 확장성, 유무선 기술을 통한 데이터의 교환, 에너지 최적화 솔루션, 위치 인식 및 추적, 자가 구성 기능, 상호 운용성 및 데이터 관리, 보안 및 개인 정보 보호 매커니즘 등으로 요약될 수 있다[6]. 전통적인 분산 환경에서와 마찬가지로 이러한 사물인터넷의 기술들의 실현에는 시각 정보 및 시각 동기 기법은 저 기술로 요구되는 분야이다. 특히 여러 사물 즉, 태그, 센서, 액츄에이터, 이동통신 기기 등 성능 레벨이 다양한 기기들이 인터넷에 연동됨에 따라 요구되는 시각 정확도와 정밀도, 이를 처리하는 성능에 따른 시각 관리 기술이 요구된다.

3.1. 네트워크 클럭 참조 모델

다양한 정확도와 정밀도를 요구하는 사물인터넷 환경에서 시각 정보를 제공하고 관리할 수 있는 네트워크 클럭 모델로 사물인터넷 내에 표준 시각을 유지하고 시각 서비스를 제공할 수 있는 참조 모델이다. 그림 2는 제안하는 네트워크 클럭 참조 모델을 나타낸 것이다.

- Common Authority
 - 요구되는 정확도와 정밀도에 따른 system time의 구조와 동기 프로토콜 정보를 등록, 관리, 유지한다.
 - Master clock station에 해당 정보를 배포한다.
 - Master clock station과 정보 교환을 위한 meta-data 교환 프로토콜을 갖는다.
- Master clock station
 - 표준 시각을 획득 유지하며, 시각 정보를 제공한다.
 - 표준시를 유지하기 위해 GPS와 같은 참조 시각원을

가질 수 있다.

- 다양한 시각 동기 프로토콜을 지원한다.
- Sub-master clock station
- Master clock station과 시각 동기를 이룬다.
- Application service set 내의 디바이스들에 시각 동기 서비스를 제공한다.

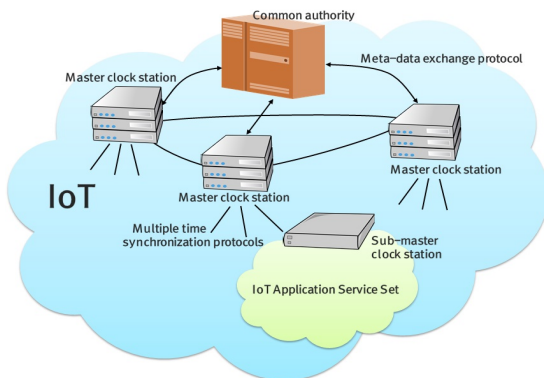


Fig. 2 A Reference Model for Network Clock

3.2. 시각 표현 체계

사물인터넷을 구성하는 태그, 센서, 통신 기기 등 사물의 성능 레벨은 다양하며 각 디바이스마다 시각 정보를 표현하는 체계가 다르거나 없는 경우도 있다. 따라서 시각 정보를 표현하기 구조와 포맷을 정의한다.

그림 3에서와 같이 사물인터넷 노드 요소의 모델을 바탕으로 시각 정보 표현 구조를 정의하며 구체적인 사항은 다음과 같다.

3.2.1. 클럭 및 오실레이터 설계

클럭은 오실레이터와 카운터로 구성되며 이들은 기준 주파수를 생성하여 임의 시스템의 동작 기준을 만든다. 시각 정보는 인간에 의해 정의된 데이터 구조로 클럭과 오실레이터의 시그널을 바탕으로 유지시킬 수 있으나 초기 시각의 설정을 위해서는 외부로부터 시각 정보 획득이 필요하고 정확하고 정밀한 시각 정보 유지를 위한 보정도 요구된다. 오실레이터 및 클럭 설계에 따라 유지할 수 있는 시각 정밀도도 달라진다.

3.2.2. 어플리케이션 코드 및 서비스를 위한 시각 정보 지원

센서, 액츄에이터, 통신 기기 등의 하드웨어에 독립적으로 시각 정보가 필요하며 어플리케이션에서 활용할 수 있도록 시각 정보 표현 구조를 정의한다. 유닉스, 리눅스의 시스템 시각은 1970년 1월 1일 0시를 기준으로 현재까지의 시간을 초로 표기하고 있으며 `time_t` 데이터 형식이다. `time_t`는 32bits (신버전 OS에서는 64 bits) signed integer 값이다. 윈도우즈의 시스템 시각은 1601년 1월 1일 0시를 기준으로 현재까지의 시간을 100ns 으로 표기하고 있으며 `uint64_t` 데이터 형식으로 64bits 정수로 표현된다.

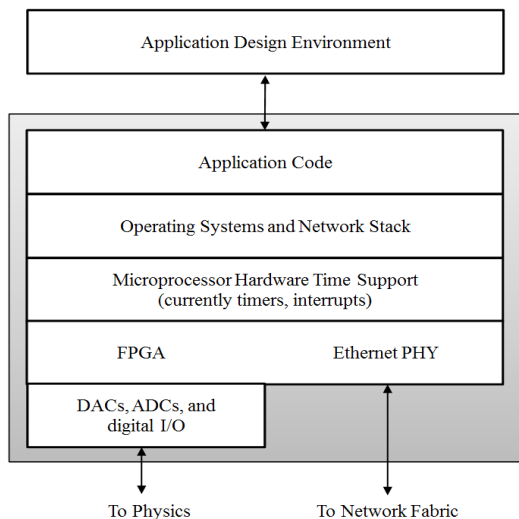


Fig. 3 IoT Node Element

3.3. 시각 유지 체계

초기 시각의 설정 및 정확하고 정밀한 시각 정보를 유지하기 위한 동기 기법에 대한 내용으로 GPS/GNSS 시각원 및 NTP (Network Time Protocol), PTP (Precision Time Protocol) 등의 동기 기술이 있다. 사물인터넷 환경을 고려한 시각 동기 체계를 정의한다.

IV. 결론

기존의 유선통신을 기반으로 한 인터넷이나 모바일 인터넷보다 진화된 단계로 인터넷에 연결된 기기가 사람의 개입 없이 상호간에 알아서 정보를 주고받아 처리하는 사물인터넷의 등장으로 흩어져 있는 센서 데이터

스트림에 순서를 부과하고 타임 스탬프 정보로부터 충돌을 해결하는 등 병렬 처리에 시각 정보의 중요성은 더욱 증대되었다.

본 논문에서는 컴퓨터 클럭 모델과 기존 인터넷 분산 환경에서 시각 유지 기법에 대해 분석하고 사물인터넷에서 시각 정보 관리에 필요한 요소 기술과 시각 관리 체계를 제시하였다. 사물인터넷 환경에서 표준 시각을 유지하고 시각 서비스를 제공할 수 있는 네트워크 클럭 모델과 IoT 노드에서 시각 정보를 표현하기 위한 체계, IoT 노드에서 요구되는 정확도와 정밀도 내에서 시각을 유지하기 위한 시각 동기 체계가 필요함을 제안하였다. 향후 연구를 통해 제안한 체계에 기반한 프로토타입 시스템을 제시하고자 한다.

REFERENCES

- [1] L. Atzori, A. Iera and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," *Computer Networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787 - 2805, Oct. 2010.
- [2] D. Giusto, A. Iera, G. Morabito and L. Atozori, *The Internet of Things*, New York, Springer, 2010.
- [3] P. K. Sinha, *Distributed Operating Systems: Concepts and Design*, Piscataway, NJ, IEEE Computer Society, pp.282 - 292, 1997.
- [4] A.S. Tanenbaum and M. V. Steen, *Distributed Systems: Principles and Paradigms*, New Jersey, Prentice Hall, 2002.
- [5] M. Lombardi, "Computer Time Synchronization," Time and Frequency Division, NIST [Internet]. Available: <http://tf.nist.gov>.
- [6] D. Miorandi, S. Sicari, F. D. Pellegrini and I. Chlamtac, "Internet of things: Vision, applications and research challenges," *Ad Hoc Networks* vol. 10, no. 7, pp. 1497 - 1516, Sep. 2012.



황소영(Soyoung Hwan)

1999년 부산대학교 전자계산학과 (이학사)
 2001년 부산대학교 전자계산학과 (이학석사)
 2006년 부산대학교 전자계산학과 (이학박사)
 2006년 ~ 2010년 2월 한국전자통신연구원 선임연구원
 2010년 3월 ~ 현재 부산가톨릭대학교 소프트웨어학과 부교수
 ※관심분야 : 임베디드 시스템, 통신 및 네트워크, 시각동기, e-Navigation