

## 실시간 인포그래픽을 위한 웹 기반의 시뮬레이션 프레임워크 설계

# Design of Web-Based Simulation Framework for Real-Time Infographics

신 승 혁

구미대학교 사이버보안과

Seung-Hyeok Shin

Department of Cyber Security, Gumi University, Gyeongsangbuk-do 730-711, Korea

### [요 약]

IoT 환경은 다양한 형태의 센서들에 의하여 서비스 규모가 결정된다. 다양한 센서의 정보를 중계하기 위한 센서 게이트웨이는 대표적인 미들웨어 시스템이며, 데이터와 그래픽을 이용하여 정보를 도시하는 인포그래픽은 실시간 정보를 효율적으로 전시하기 위한 클라이언트 시스템이다. 대량의 정보를 효율적으로 전시하기 위한 실시간 인포그래픽을 개발하기 위하여 IoT 환경과 유사한 테스트 베드가 필요하다. 기존의 네트워크 시스템 개발 시 사용되던 테스트 도구들은 주로 단위 기능 테스트 및 성능 위주의 테스트에 적합하도록 구성되어 있다. 본 논문에서는 실시간 인포그래픽 개발에 필요한 의미 있는 다양한 정보를 생성할 수 있는 웹 기반의 시뮬레이션 프레임워크를 제안하고, 기존의 네트워크 성능 테스트 도구들과의 테스트 기능 비교를 통하여 제안하는 시스템의 기능을 평가한다.

### [Abstract]

The service size of an IoT environment is determined by the various types of sensors. A gateway for relaying sensor information from various sensors is a representative middleware system, and an infographics showing the information with a graphical presentation of data and information is a client system for representing real-time information efficiently, it is necessary a similar test bed with IoT environment to develop a real-time infographics displaying a large amount of information effectively. The testing tools used in developing the existing network systems are mostly made to be suitable for functional testing and performance testing of the driven unit. In this paper, we proposed a mean which is web-based simulation framework to create a variety of information required for real-time infographics development, and evaluate the function of the system proposed by the test function of the comparison with the previous network test tool.

**Key word** : Real time, Infographics, Web, Simulation framework.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2015.19.5.411>



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.

Received 9 July 2015; Revised 24 July 2015

Accepted (Publication) 2 October 2015 (30 October 2015)

\*Corresponding Author; Seung-Hyeok Shin

Tel: +82-54-440-1347

E-mail: shinbaad@gmail.com

### I. 서론

사물인터넷 (IoT; internet of things)은 모든 사물이 네트워크에 연결되어 있는 환경을 의미하며, IoT 환경에서 운영되는 센서는 상호간 데이터를 교환하며 유용한 서비스를 제공한다. 컴퓨터 기술의 발전으로 부각되고 있는 스마트 폰, 지능형 로봇 등이 다양한 형태의 IoT 센서들로 활용될 수 있다. 이렇게 다양한 형태의 센서들은 그 수량에 의하여 IoT 서비스 규모를 결정한다. 결과적으로 IoT 환경에서 발생하는 데이터의 규모도 센서의 수량에 비례하게 된다. 이러한 이유로 대규모 IoT 환경에서 발생하는 빅 데이터를 효율적으로 도시하기 위한 기법도 산업계와 학계에서 지속적으로 연구되고 있으며 결과물까지 발표되고 있다 [1]-[3].

대규모의 IoT 환경의 다양한 형태의 센서들을 연결하기 위하여 센서 게이트웨이가 요구된다 [4]. 센서 게이트웨이는 각 센서에서 전송하는 데이터를 메인 서버에 전달하는 facade 구조의 미들웨어 시스템이다. 센서에서 전송된 데이터를 유용한 형태의 정보로 재처리하는 실시간 데이터 처리 기능과 보안, 응용서비스 연계 그리고 센서 관리와 같은 중요한 역할을 담당한다 [5], [6]. 그림 1은 IoT를 구성하기 위한 대표적인 시스템 구성도를 도시한다.

인포그래픽(Infographics)은 데이터와 디자인을 이용한 정보를 표현하는 방법으로 뉴스 등의 언론 매체에서 주로 사용되는 방법이다. 최근 IoT 환경에서 발생하는 빅 데이터를 효율적으로 전시하기 위한 방법으로 활용되고 있다 [7]. 웹 기반의 실시간 인포그래픽은 대규모 IoT 환경에서 생성되는 빅 데이터를 도시하기 위한 효율적인 방법 중 하나이며, 이러한 인포그래픽을 개발하기 위하여 IoT 환경과 유사한 테스트 환경이 요구되고 있다 [8]. 네트워크를 구성하는 서버, 미들웨어 그리고 클라이언트를 테스트하기 위한 도구 등이 다양한 형태로 개발에 활

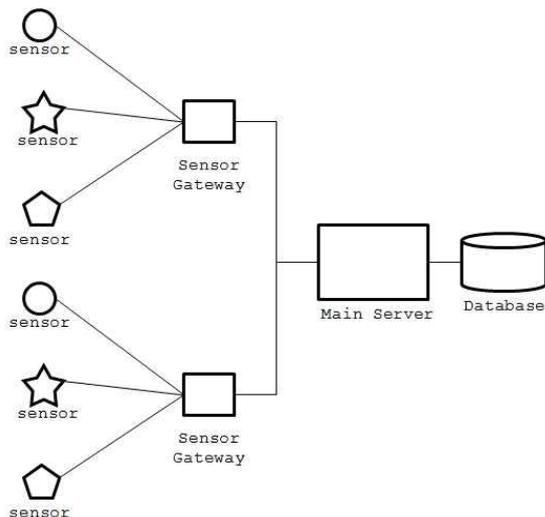


그림 1. 시스템 구성도  
Fig. 1. System configuration.

용되고 있다. 그러나 대부분은 네트워크 시스템의 최대 성능 및 일정한 패턴으로 단순 기능 테스트를 위한 도구로 활용되고 있으며, IoT 센서와 같이 임의의 패턴으로 정보를 생성하기 위한 시스템은 아직 미흡한 상황이다 [9]-[12].

본 논문에서는 웹 기반의 실시간 인포그래픽을 테스트하기 위한 시뮬레이션 프레임워크를 제안한다. 논문의 2장에서는 제안하는 시스템의 관련연구에 대하여 기술하고, 3장에서는 시스템에 대한 요구사항 정리 및 설계 방안에 대하여 논의 한다. 4장에서는 제안한 시스템에 대하여 분석하고, 마지막 5장에서는 연구 결과와 향후 연구계획에 대하여 논의 후 결론을 맺는다.

### II. 관련 연구

본 장 2.1절에서는 IoT를 구성하는 주요 기술요소의 하나인 센서 게이트웨이에 대하여 기술한다. 2.2절에서는 인포그래픽에 대하여 기술하고, 2.3절에서는 웹 통신 방식에 대하여 기술하며, 2.4절에서는 웹 소켓에 대하여 기술한다.

#### 2-1 센서 게이트웨이

센서 게이트웨이는 센서와 서비스를 담당하는 메인 서버와의 통신을 중계하는 미들웨어 시스템으로 센서 관리, 실시간 데이터 처리, 응용서비스 연계 그리고 보안과 같은 중요한 역할을 담당한다. 그림 2는 센서 게이트웨이 플랫폼 구조도를 도시한다 [13]-[15].

센서 게이트웨이는 하드웨어, 운영체제, 미들웨어 그리고 어플리케이션으로 구분된다. 하드웨어는 MCU (micro control



그림 2. 센서 게이트웨이 플랫폼 구조도  
Fig. 2. Platform architecture of sensor gateway.

표 1. 인포그래픽의 분류

Table 1. Classification of infographics.

Item	Specifications
Geographic	Display information of a specific area in the maps
Time Line	Display information of elapsed time
Data	Display information of value or quantity
Relation	Display information of relationship between informations.
Explanation	Display information with complex illustration and knowledge
Process	Display information of the related information with time line
Compare	Display information using table

unit)를 비롯한 통신 모듈 등으로 구성이 되고 운영체제는 하드웨어를 효과적으로 운영하기 위한 커널, 디바이스 드라이버 및 TCP/IP 네트워크 프로토콜로 구성된다. 미들웨어는 센서와의 통신을 수행하며 보안, 자원 관리 등의 역할을 수행하며 어플리케이션에 API (application programming interface)를 제공한다. 어플리케이션은 센서로부터 수집된 데이터 등을 처리하고 서버와의 트랜잭션 등을 담당한다.

2-2 인포그래픽

인포그래픽은 복잡하고 방대한 자료를 시각적으로 표현하기 위하여 디자인적 요소를 이용하는 방법으로 information graphics의 합성어이다. 인포그래픽은 정적 이미지를 이용하는 정적 인포그래픽 (static infographics), 정적 이미지와 동영상 등 멀티미디어를 이용하는 동적 인포그래픽 (motion infographics), 사용자와의 입력 등을 이용하는 상호작용 인포그래픽 (interactive infographics) 그리고 시간의 흐름 및 인과관계 등을 이용하는 이야기형 인포그래픽 (storytelling infographics) 등의 표현방식으로 분류가 된다. 또한 제작 기준에 따라, 지리형, 타임라인형, 데이터형, 관계형, 해설형, 프로세스형 그리고 비교형 등으로 분류한다 [7]. 표 1은 제작 기준에 따른 분류를 나타낸다.

2-3 웹 통신 방식

웹에서의 통신방식은 클라이언트에서 서버 측으로 먼저 URL을 요청한 후 서버가 응답한 결과를 웹 브라우저에 도시하는 방식이다. 서버에서 변경된 정보를 갱신하기 위하여 지속적으로 서버에 요청한 후 응답을 수신하여야 한다. 이러한 방식은 네트워크 트래픽 증가의 원인이 되며, 또한 웹 브라우저에서 해당 정보를 도시하기 위하여 지속적으로 화면을 갱신하여야 하

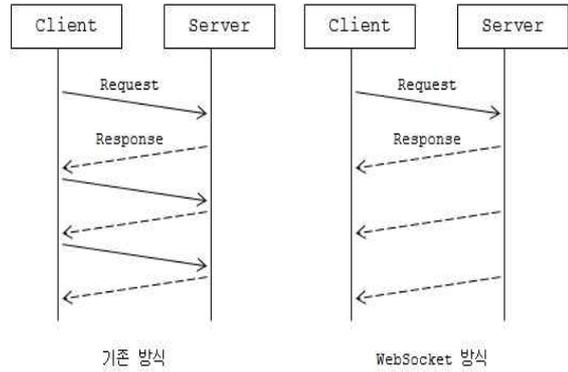


그림 3. 웹 요청/응답 방식  
Fig. 3. Method of request/response on the web.

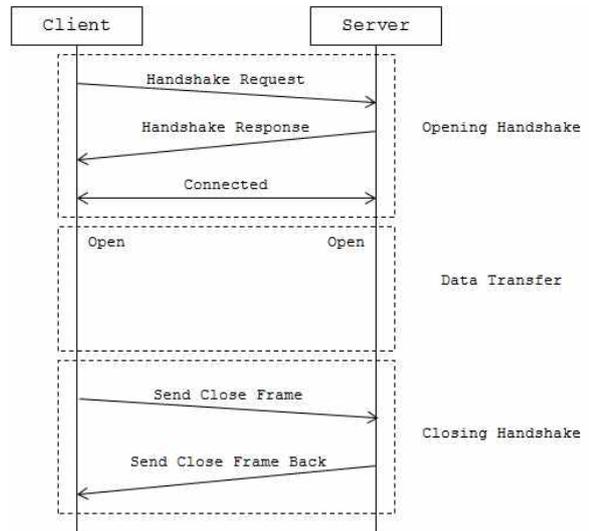


그림 4. 웹소켓 프로토콜  
Fig. 4. WebSocket protocol.

는 문제가 발생한다. 웹 브라우저의 특성상 지속적인 화면 갱신은 깜빡임이 발생하게 되며 결과적으로 사용자의 피로감을 증가시키는 원인이 된다. IETF에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 RFC6455의 웹 소켓 프로토콜을 발표하였다 [16], [17]. 그림 3은 기존의 웹 방식과 웹 소켓 방식을 도시한다.

2-4 웹 소켓

기존의 웹 방식은 별도의 연결을 위한 초기화 과정이 없이 클라이언트에서 서버로 URL에 대한 요청을 송신한 후, 해당 요청에 대한 응답을 수신하는 방식이다. 그러나 웹 소켓은 양방향 통신이 가능한 프로토콜로서 클라이언트와 서버간의 세션을 확립하기 위한 핸드셰이크(handshake) 과정이 추가되었다. Opening handshake 과정에서는 클라이언트와 서버간의 전송을 위한 세션 키, 프로토콜 그리고 버전을 교환하여 세션을 완성한다. Handshake로 확립 된 세션에서는 클라이언트와 서버간의 양방향 통신이 가능하다. Closing handshake 과정에서는 close

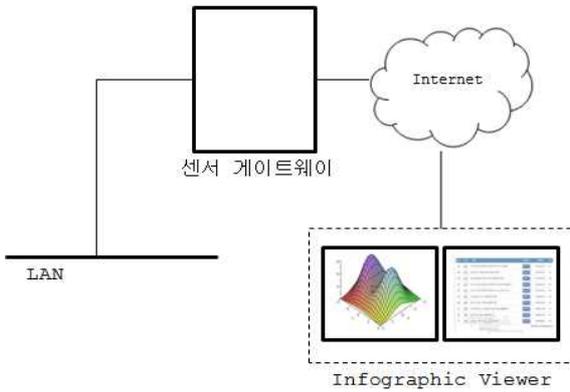


그림 5. 시뮬레이션 구성도  
Fig. 5. Simulation configuration.

frame을 전송하여 세션을 종료한다. 그림 4는 웹 소켓 프로토콜을 도시한다 [16], [18], [19].

### III. 웹 기반의 시뮬레이션 프레임워크

#### 3-1 시스템 환경 구성 및 요구사항

웹 브라우저를 기반으로 제작되는 실시간 인포그래픽은 IoT 센서 게이트웨이에서 전송하는 데이터를 실시간으로 수집하여 도시하여야 한다. 이를 위하여 그림 5와 같이 시뮬레이션 환경을 구성하고, 센서 게이트웨이를 시뮬레이션 프레임워크로 구성한다. 네트워크 트래픽은 대표적인 빅 데이터이며, 임의의 센서 데이터와 유사한 형태로 사용이 가능하다. 표 2는 시스템의 요구사항을 정리한다.

#### 3-2 시스템 설계

그림 6은 시뮬레이션 프레임워크의 계층도를 도시한다. LAN(local area network)에서 발생하는 트래픽을 실시간으로 수집하기 위하여 네트워크 트래픽 수집용 오픈소스 PCAP (packet capture) 드라이버를 이용한다. PCAP I/F는 PCAP 드라이버에서 수집되는 정보를 상위 packet parser로 전송하기 위한 미들웨어 API이다. PCAP handler는 무차별(promiscuous) 모드로 수집되는 고속의 패킷 정보를 처리하기 위한 기능을 수행하며, PCAP PROC은 수집된 패킷 정보를 각 프로토콜 별로 분석하는 기능을 담당한다. 웹 소켓 프레임워크(websocket framework)는 IETF의 RFC6455 프로토콜을 구현하여 웹소켓 (websocket) 서버와 클라이언트간의 통신 기능을 담당한다.

#### 3-3 시스템 구현

제안하는 시스템의 미들웨어는 PCAP 4.0 과 C/C++ 언어로

표 2. 시스템 요구사항  
Table 2. System requirements.

Function	Requirements
Packet Capture	1. Capture on the Ethernet 2. Promiscuous Mode
Web	1. Bidirectional communication with Web Client 2. Push using HTML5 and jQuery 3. Transmission Packet informations

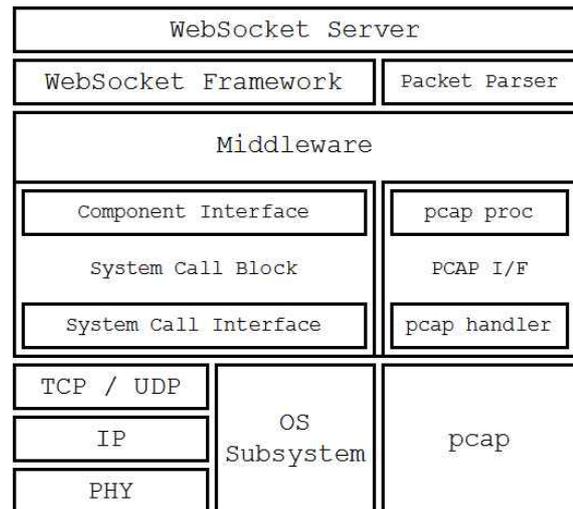


그림 6. 시스템 계층도  
Fig. 6. System layered architecture.

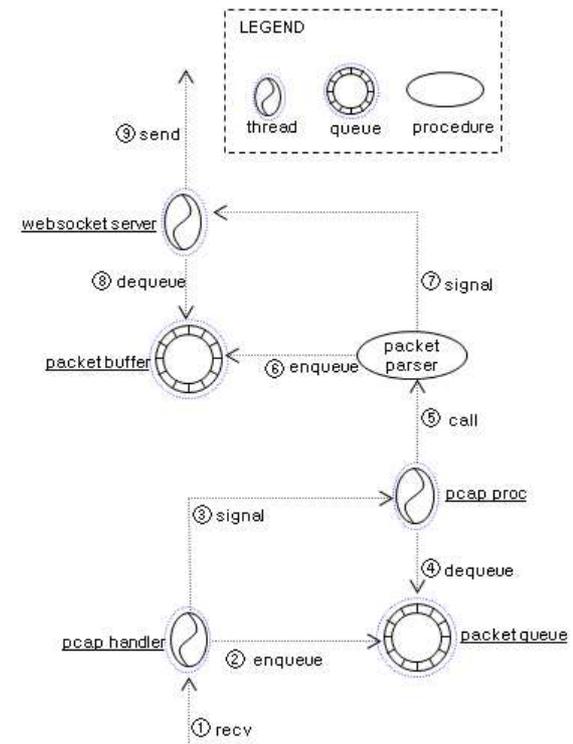


그림 7. 패킷 수신 순서도  
Fig. 7. Sequence diagram of packet receiving.

구현하며, system call block과 PCAP I/F 로 구성한다. System call block은 네트워크 운영체제와의 인터페이스를 위한 system call interface와 websocket framework과의 인터페이스를 위한 component interface로 구성하고, PCAP I/F는 PCAP 드라이버와 인터페이스를 위한 PCAP handler 그리고 packet parser와의 인터페이스를 위한 PCAP PROC으로 구성한다. 그림 7은 패킷 수신 순서도를 도시한다. 다음은 packet 수신 후 송신까지의 과정을 기술한다.

- ① packet을 수신한다.
- ② pcap handler는 수신된 packet을 enqueue한다.
- ③ pcap proc으로 enqueue 완료 signal를 보낸다.
- ④ pcap proc은 packet을 dequeue 한다.
- ⑤ packet parser를 호출한다.
- ⑥ packet parser는 packet buffer로 packet을 enqueue 한다.
- ⑦ websocket server로 enqueue 완료 signal을 보낸다.
- ⑧ websocket server는 dequeue를 완료한다.
- ⑨ client로 packet 을 송신한다.

#### IV. 성능 분석

본 논문에서는 실시간 인포그래픽을 위한 웹 기반의 시뮬레이션 프레임워크를 제안하며, 성능을 측정하기 위하여 표 1과 같은 센서 게이트웨이 사양을 이용한다. 네트워크 시스템의 성능 및 평가를 위해 사용되는 기존의 도구들은 정해진 일정한 패턴, 고정된 크기의 일률적인 데이터 그리고 임의의 데이터를 이용한다. 이러한 데이터들은 초기 소프트웨어 개발 단계에서 모듈 단위의 테스트 및 모듈 단위 통합 테스트등 주로 소프트웨어의 안정성을 검증하기 위한 방안으로 사용된다. 제안하는 시스템은 promiscuous 모드로 수신되는 대량의 네트워크 트래픽 데이터를 이용함으로써 이전 테스트 도구에서 사용되던 단위 테스트 및 안정성을 위한 테스트에 추가적으로 의미 있는 정보를 도출할 수 있는 실시간 인포그래픽을 위한 성능 테스트 기능을 확인 할 수 있었다. 표 4는 기존 테스트 도구와 제안하는 시스템에 대한 성능을 비교 분석한 결과 이다.

#### V. 결 론

본 논문에서는 실시간 인포그래픽을 위한 웹 기반의 시뮬레이션 프레임워크를 구성하고 다양한 형태의 센서의 데이터를 구성하여 테스트가 가능함을 보였다. 제안하는 시스템은 IoT 환경과 센서와 연동이 가능한 센서 게이트웨이를 구성하고, 구성된 환경에서 수집이 가능한 정형 데이터에 대해서만 고려하였다. 빅 데이터의 단어가 의미 하듯 인터넷에 퍼져 있는 정형 데이터를 비롯한 비정형 데이터를 수집할 수 있는 게이트웨이가 개발이 된다면 다양한 시너지 효과가 있을 것으로 기대된다.

표 3. 센서 게이트웨이 사양

Table 3. Specification of sensor gateway.

Item	Specifications
Processor	Intel Core i5 Quad
Main Memory	4GB
Network	100 Mbps
OS	Windows 7 pro

표 4. 결과 분석

Table 4. Result analysis.

Test Item	Previous	Proposed
unit	○	○
throughput	○	○
information compliance	Low	High
client	Low	High
efficiency about testing message	Low	High

#### 참고 문헌

- [1] K. Ashton, "Internet of things," *RFID Journal*, Vol. 22, No. 7, pp.97-114, Jun, 2009.
- [2] H. J. La and S. D. Kim, "Unconventional issues and solutions in developing IoT applications," *Journal of the Korea Information Processing Society Transactions on Computer and Communication Systems*, Vol. 3, No. 10, pp.337-350, Mar. 2014.
- [3] ISO, ISO/IEC 9216, Information Technology – Software Quality Characteristics and Metrics, 1998.
- [4] M. K. Min, "A comparative study of the sensor network middleware technologies," *Journal of Institute of Industrial Technology, Seokyeong University*, Vol. 31, pp.67-77, Dec. 2013.
- [5] M. M. Molla and S. I. Ahamed, "A survey of middleware for sensor network and challenges," in *International Conference on Parallel Processing Workshop*, Columbus: OH, pp.223-228, 2006.
- [6] S. Hadmim and N. Mohammed, "Middleware challenges and approaches for wireless sensor networks," *IEEE Distributed System Online*, Vol. 7, No. 3, 2006.
- [7] Y. S. Bae, "A study on the use of infographics news for effective communication," *Journal of Korean Society of Design Culture*, Vol. 20, No. 3, pp.297-307, Sep, 2014.

- [8] M. J. Kim and H. J. Jung, "A case study on visual expression through interaction with information types," *Journal of the Korean Society of Design Culture*, Vol. 20, No. 1, pp.145-158, Mar, 2014,
- [9] H. Lim, J. Moon, J. Kong, J. Han and Y. Cha, "A reservation based network resource provisioning testbed using the integrated resource management system," *Journal of Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 36, No. 12, pp.1450-1458, Dec, 2011.
- [10] D. Choi, "Implementation of a testbed for wireless sensor network," *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol. 12, No. 1, pp.445-450, 2011.
- [11] H. Lee, S. J. Son, S. Ga and J. K. Choe, "Implementation of test bed using embedded system for ad-hoc networks," in *Proceeding of Korea Institute of Communications and Information Sciences summer*, Jeju: Korea, pp.1855-1858, Jul, 2006.
- [12] T. W. Lee, C. S. Son and W. J. Kim, "The implement of intelligent home network system on smart phone," *Journal of Korea Information and Communications Society*, Vol. 6, No. 4, pp.505-509, Aug, 2011.
- [13] S. Y. Joo, H. S. Lim, B. S. Park and D. S. Kang, "An advanced structure of a middleware system for decreasing complexity of an M2M network topology," in *Proceedings of Korean Institute of Information Technology Summer Conference*, Cheonan: Korea, pp.159-162, May 2014.
- [14] D. Boswarthick, O. Elloumi and O. Hersent, *M2M Communications: A Systems Approach*, Chichester, United Kingdom: John Willey & Sons, 2012.
- [15] F. C. Delicato, P. F. Piers and T. Batista, *Middleware solutions for the internet of things*, London, United Kingdom: Springer, 2013.
- [16] Y. H. Kang, "Design of a seamless messaging application using websocket in IoT environment," in *Proceedings of Korean Institute of Information Technology Summer Conference*, Cheonan: Korea, pp.245-247, May, 2014.
- [17] IETF Data Tracker. The WebSocket Protocol (RFC6455) [Internet]. Available: <http://datatracker.ietf.org/doc/rfc6455/>.
- [18] J. T. Park, H. S. Hwang and I. Y. Moon, "Implementation of smart TV application using HTML5 and health bicycle," *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 18, No. 1, pp.101-106, Feb, 2014.
- [19] J. H. Park and K. D. Lee, "A framework of the web-based knowledge management agent for financial decision support system," *Journal of Korea Association of Information Systems*, Vol. 15, No. 3, pp.175-186, 2006.



**신 승 혁 (Seung-Hyeok Shin)**

2011년 3월 ~ 현재 : 금오공과대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정

2014년 4월 ~ 현재 : 구미대학교 사이버보안과 교수

※ 관심분야 : 네트워크 프로토콜, 임베디드 시스템, 빅 데이터