

공항 급유 설비의 실시간 인포그래픽을 위한 웹 기반 시스템 설계 및 구현

A Design and Implementation of Web-based System for Real-Time Infographics of Airport Refueling Facilities

신 승 혁

구미대학교 사이버보안과

Seung-Hyeok Shin

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

[요 약]

공항 급유 설비를 제어하는 시스템은 다양한 정보를 수집하는 센서와 연결된다. 다양한 센서에서 고속으로 전송되는 정보는 제어 시스템을 구성하는 전용 소프트웨어에서 처리된다. 전용 소프트웨어의 사용으로 발생하는 시스템 유지 보수 문제와 네트워크의 전송량의 부하는 시스템 운영의 효율성을 저하시킨다. 따라서 인터넷 환경에서 접근이 가능한 웹 기반의 시스템이 요구된다. 본 논문에서는 웹 기반의 실시간 정보를 표현하는 시스템을 제안한다. 이를 위하여 각 센서별로 통신하는 기능을 파사드(facade) 구조로 변경하고 이를 웹 기반의 실시간 정보로 전송할 수 있는 시스템을 설계한다. 또한 고속의 빅 데이터 정보를 웹 환경에서 실시간으로 나타내기 위한 데이터 중심의 인포그래픽을 제안한다. 마지막으로 제안된 시스템과 기존의 시스템을 비교 분석하고 웹 환경에서 실시간 정보를 효과적으로 표현할 수 있는 시스템을 구성할 수 있음을 보인다.

[Abstract]

A controlling system for airport refueling facilities is connected to sensors which collect various informations. Informations which are transmitted at a high speed in various sensors are processed by a dedicated software in the controlling system. The problems of system maintenance and network traffic caused by the use of dedicated software reduce the efficiency of the system operation. Therefore, a web-based system that can be accessed using the Internet environment is required. In this paper, we propose a system showing web-based real-time informations. To do this, we change the function of the communication by each sensor to a facade structure, and design a system for transferring web-based real-time informations. Also we propose data-driven infographics for displaying the real-time big data information at a high speed on the web. Finally, we compare and analyse the proposed system between the existing system and show that our system can effectively display the real-time information on the web.

Key words : Airport refueling facility, Real-time system, Infographics, Big data, Web socket.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2015.19.4.305>



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 30 June 2015; Revised 24 July 2015
Accepted (Publication) 6 August 2015 (30 August 2015)

*Corresponding Author; Seung-Hyeok Shin

Tel: +82-54-440-1347

E-mail: shinbaad@gmail.com

I. 서론

대량으로 발생하는 빅 데이터(big data)에 대한 실시간 처리의 결과는 인터넷 그리고 컴퓨팅 성능의 발달과 함께 정보를 처리하기 위한 사용자의 요구(requirement)에 의하여 다양한 형태로 표현된다 [1]. 고속으로 생성되는 big data의 정보를 빠르고 효율적으로 전달하기 위해서 인포그래픽(Infographics)의 활용이 효과적이다. Infographics란 정보(information)와 그래픽(graphics)의 합성어로 다양한 형태의 정보를 시각화 하여 새로운 형태의 지식으로 표현하는 것을 의미한다. 정보를 정확하고 이해하기 쉽게 전달하는 뉴스는 infographics를 활용하는 대표적인 예이다. 표 1은 효과적인 정보 전달을 위하여 제작 기준에 따라 infographics를 분류하였다 [2].

공항 급유 설비(AirRefac; airport refueling facilities)는 설비의 운영 현황을 제어하고 모니터링 하기 위한 기능의 자동화 소프트웨어(A-SW; automation software)를 구축하여 운영한다 [3]. 현재의 시스템은 시간별로 누적된 정보를 그래프나 표 형태의 시스템을 이용하여 운영하고 있다. 실시간으로 발생하는 항공 유량의 정보를 도시하기 위해서는 설비와 직접적으로 연결된 전용 소프트웨어를 이용하여 A-SW를 구축 및 운영하고 있는 실정이다. 설비와 직접적으로 연결된 전용 소프트웨어의 경우 설비의 현황을 실시간으로 제어 및 모니터링 하기 위한 전용 공간이 필요하게 된다 [4].

본 논문에서는 인터넷 환경에서 AirRefac의 실시간 제어가 가능한 웹 기반의 시스템을 제안한다. 이를 위하여 고속의 빅 데이터를 처리하기 위한 MOM(message oriented middleware) 기반의 미들웨어를 구성하고 웹 환경에서의 실시간 성능을 보이기 위하여 RFC6455에 정의된 웹 소켓 서버를 위한 웹 소켓 프레임워크를 구현한다. 마지막으로 웹 소켓 클라이언트를 위한 실시간 모니터링 기능의 infographics viewer를 구현하여 웹 환경에 적합한 AirRefac A-SW를 제안한다. 본 논문의 2장에서는 기존 산업 및 연구에서 주로 사용되는 infographics와 웹 기반의 실시간 정보전송을 위한 웹 소켓을 연구한다. 3장에서는

표 1. 인포그래픽의 분류

Table 1. Classification of infographics.

분류	특성
지리형	특정 지역의 지도안에 정보를 도시
타임라인형	시간의 흐름에 따라 정보를 도시
데이터형	수치나 수량에 따라 정보를 도시
관계형	정보와 정보의 연결관계에 따라 정보를 도시
해설형	의학, 생물학등 복잡한 지식을 일러스트레이션과 함께 정보를 도시
프로세스형	정보와 정보의 관계를 시간에 따라 정보를 도시
비교형	정보와 정보를 비교하기 위하여 동일 항목의 표를 이용하여 정보를 도시

제안하는 미들웨어의 요구사항을 정리하고 미들웨어의 설계 방안 대하여 논의 후 구현을 진행한다. 4장에서는 제시된 방안 에 대하여 평가 후, 5장에서는 미들웨어의 연구 결과와 향후 연구계획에 대하여 논의 후 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

본 장에서는 1절에서는 infographics 에 대하여 기술하고 2절에서는 RFC6455의 웹 소켓을 기술한다. 마지막으로 3절에서는 웹 소켓 서버에서 대하여 기술한다.

2-1 Infographics

고속으로 생성되는 빅 데이터는 다양하고 복잡한 분석 기술이 요구된다. 이러한 빅 데이터를 의미 있는 하나의 정보로도 출하기 위해서 데이터 고유의 정보와 각 정보간의 연관 관계, 그리고 추가적인 다양한 속성 정보를 이용해야 한다.

Infographics는 시각적 표현방식에 따라 static infographics, motion infographics, interactive infographics 그리고 storytelling infographics의 4가지로 구분 한다 [1][5]. 표 2는 4가지 infographics의 표현 방식에 따른 분류를 나타낸다. AirRefac은 각 설비의 운영 현황등을 실시간으로 도시하기 위한 A-SW로서 static infographics 방법을 적용한다.

2-2 WebSocket

기존의 웹 방식은 클라이언트에서 서버로 URL을 요청(request) 하는 방식으로 서버에서 생성된 정보를 지속적으로 갱신하기 위해서 클라이언트에서의 주기적인 request가 수행되어야 한다. 이러한 방식은 웹을 기반으로 동작하는 브라우저의 특성상 화면의 깜빡임이 발생하게 되며 결과적으로 사용자의 피로감을 증가시키는 원인이 된다. 이를 해결하기 위하여 long polling, streaming 그리고 웹 브라우저의 숨겨진 프레임을 이용하여 처리하는 방안도 있었다. 이러한 방식은 기존 웹의 request/response 방식을 변형된 형태로 사용하던 방식으로 여

표 2. 인포그래픽의 표현방식

Table 2. Representation of infographics.

분류	표현 방법
Static	정적 이미지에 의한 표현 방법
Motion	정적 이미지, 동영상, 음향효과 등을 이용한 표현 방법
Interactive	사용자의 입력 등을 이용한 표현 방법
Storytelling	Infographics에 스토리텔링을 더해 메시지 전달하기 위한 방법

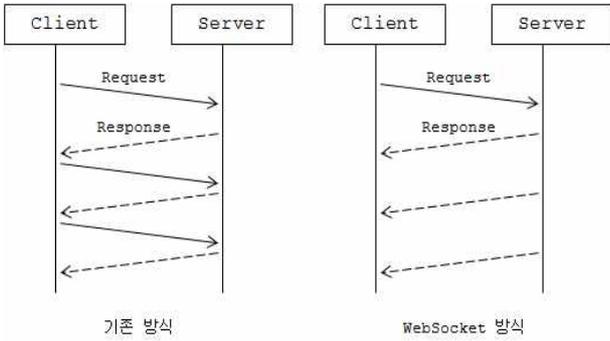


그림 1. 웹 요청/응답 방식
Fig. 1. Method of request/response on the web.

전혀 network traffice을 발생시키는 단점이 있다. IETF에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 RFC6455의 웹 소켓 프로토콜을 발표하였다. 그림 1은 기존의 웹 방식과 웹 소켓 방식을 비교한다 [6][7].

2-3 WebSocket Server

웹 소켓은 이전 웹 방식과는 다르게 handshake 과정이 추가된다. 기존의 웹 방식은 별도의 연결을 위한 초기화 과정이 없이 클라이언트 측에서 서버 측으로 URL에 대한 request를 송신하여 하여 response를 수신하는 방식이다. 그러나 웹 소켓은 정보를 송수신하기 위하여 handshake 과정이 필요하다 [6][8][9]. Opening handshake 과정에서는 해당 클라이언트/서버 간의 전송을 위한 key, protocol 그리고 version을 교환하여 session을 완성한다. Handshake로 확립된 session에서는 클라이언트/서버 양쪽에서 정보를 송신 및 수신 할 수 있다. Closing handshake 과정에서는 close Frame을 전송하여 session을 종료한다. 그림 2는 웹 소켓 프로토콜을 도시한다.

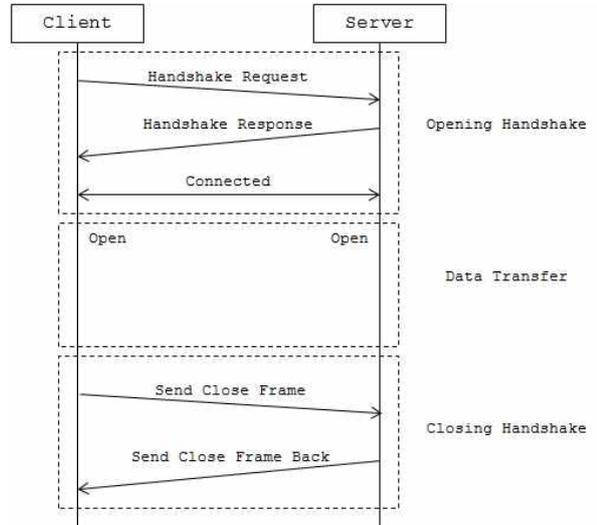


그림 2. 웹소켓 프로토콜
Fig. 2. WebSocket protocol.

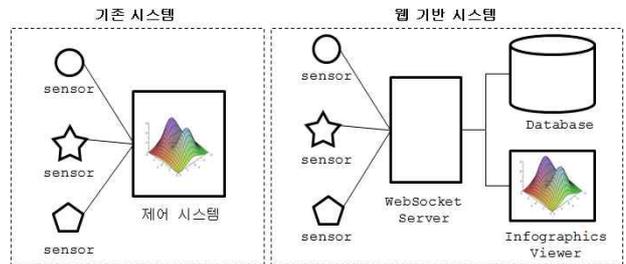


그림 3. 시스템 비교
Fig. 3. System comparison.

표 3. 시스템 요구사항
Table 3. System requirements.

기능	요구사항
sensor 통신	1. 양방향 통신 기능 2. 다양한 센서와의 인터페이스 기능
web 통신	1. Web Client와 양방향 통신 기능 2. HTML5와 jQuery를 이용한 Push 기능 3. Sensor 정보 정합 기능
데이터저장	1. Big Data를 효율적을 저장하기 위한 기능

III. Web based System

본 장의 1절에서는 웹 기반 시스템을 위한 기능 분석 및 요구사항을 기술하고 2절에서는 요구사항에 적합한 미들웨어를 설계한다. 마지막 3절에서는 웹 소켓 서버와 웹 소켓 클라이언트를 설계한다.

3-1 시스템 기능 분석 및 요구사항

AirReFac에서 발생하는 고속의 빅 데이터를 웹 환경으로 실시간 전송하기 위하여 다음과 같은 기능 요구사항을 만족하여야 한다. 첫째, 센서에서 전송되는 빅 데이터의 센서별 정보를 획득 후 재생성하여 웹 클라이언트로 전송해야 한다. 둘째, 센서에서 전송된 빅 데이터를 웹 클라이언트와는 별도로 데이터베이스로 전송해야 한다.

그림3은 기존시스템과 제안 시스템의 구성도를 도시한다. 기존 AirReFac을 구성하는 제어시스템(CtrlSys; control system)은 각 센서에 전송되는 정보를 개별적으로 수신하여 CtrlSys에서 의미 있는 정보로 재생성하는 구조이다. 이 경우 신규 센서의 추가나 변경이 발생 할 경우, CtrlSys의 구성을 변경해야 하는 문제점이 존재한다. 제안하는 웹 기반 시스템은 각 센서의 정보를 중앙의 facade인 웹 소켓 서버에서 수집, 재생성 후 CtrlSys인 infographics viewer로 전송하며, 별도의 데이터베이스를 구축하여 정보를 저장한다 [10]-[13]. 제안하는 시스템은

신규 센서의 추가나 변경이 발생할 시 CtrlSys의 추가 변경 없이 동일한 서비스를 지속할 수 있는 장점이 있다. 표 3은 제안하는 시스템의 요구사항을 나타낸다.

3-2 시스템 설계

이번 절에서는 3-1 절에서 도출된 기능요구 사항 중에서 웹 환경에 적합한 미들웨어 시스템을 설계한다. 웹을 기반으로 동작하는 클라이언트/서버 구성을 위하여 웹 소켓 서버를 위한 미들웨어를 구성한다. 웹 소켓 서버는 센서에서 수집된 정보를 조합하여 의미 있는 형태의 정보로 재구성한 후 클라이언트로 전송한다. 제안하는 시스템의 웹 소켓 서버는 MOM을 기반으로 동작한다. 그림 4는 제안하는 시스템의 계층 구조를 도시한다.

본 논문에서 제안하는 미들웨어는 네트워크 기능을 처리하기 위한 MTIF (middle-tier interface)와 웹 소켓 서버를 구성하기 위한 웹 소켓 프레임워크 그리고 MTIF와 웹 소켓 프레임워크를 연결하기 위한 어플리케이션 어댑터로 구성한다. MTIF는 네트워크 운영체제의 핵심 기능을 처리하기 위한 system call block과 외부의 센서와 연동을 위한 external adapter로 구성한다. 웹 소켓 프레임워크는 RFC6455에 정의된 웹 소켓 프로토콜을 처리하기 위한 기능들로 구성한다. 어플리케이션 어댑터는 MTIF와 어플리케이션의 다양한 서비스를 구성하기 위한 콤포넌트 인터페이스로 구성한다 [14].

3-3 시스템 구현

그림 5는 제안하는 시스템의 전체 시스템 구성도를 도시한다. 웹 소켓 서버는 C/C++를 이용하여 구현하며, 외부의 센서,

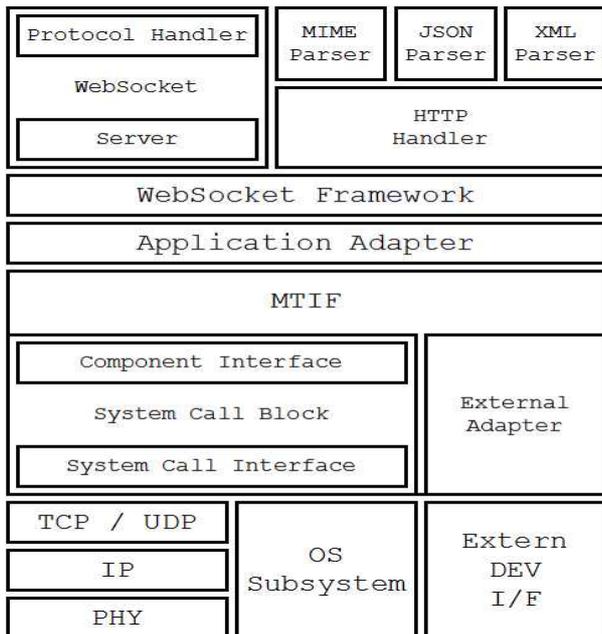


그림 4. 시스템 계층 구조도
Fig. 4. System layer architecture.

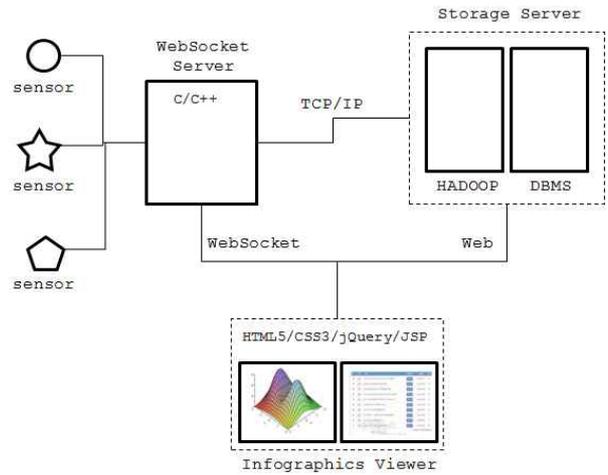


그림 5. 전체 시스템 구성도
Fig. 5. Configuration of entire system.

저장 서버 그리고 infographics viewer를 위한 3가지 연결을 관리한다. Infographics viewer는 웹 소켓 클라이언트로서 HTML5, CSS3, jQuery 그리고 JSP를 이용하여 구성한다. Infographics viewer는 센서로부터 발생하는 실시간 정보를 수신하기 위하여 웹 소켓 서버와 직접 통신한다. 또한 시스템 운영 통계등 과거 정보를 조회하기 위하여 저장 서버와 기존 웹 방식을 이용하여 정보를 요청하도록 구성한다 [15][16].

다음은 Opening Handshake 시의 웹 소켓 서버 측 응답 코드이다.

```
int WebSocketHandShake(char* serverkey, int len) {
    char buf[1024];
    char temp[1024];
    int i=0;
    SHA1Context sha
    SHA1Reset(&sha);
    SHA1Input(&sha, serverkey, len);
    SHA1Result(&sha);
    /// Message Digest 결과를 네트워크 순서로 변환한다.
    for (i = 0; i < 5; i++) {
        sha.Message_Digest[i] = htonl(sha.Message_Digest[i]);
    }
    base64_encode((char*)sha.Message_Digest, 20, temp);
    sprintf(buf, "HTTP/1.1 101 Switching Protocols\r\n"
        "Upgrade: websocket\r\n"
        "Connection: Upgrade\r\n"
        "Sec-WebSocket-Accept: %s\r\n\r\n", temp);
    return WebSocketSend(buf, strlen(buf));
}
```

다음은 웹 소켓 클라이언트의 코드이다.

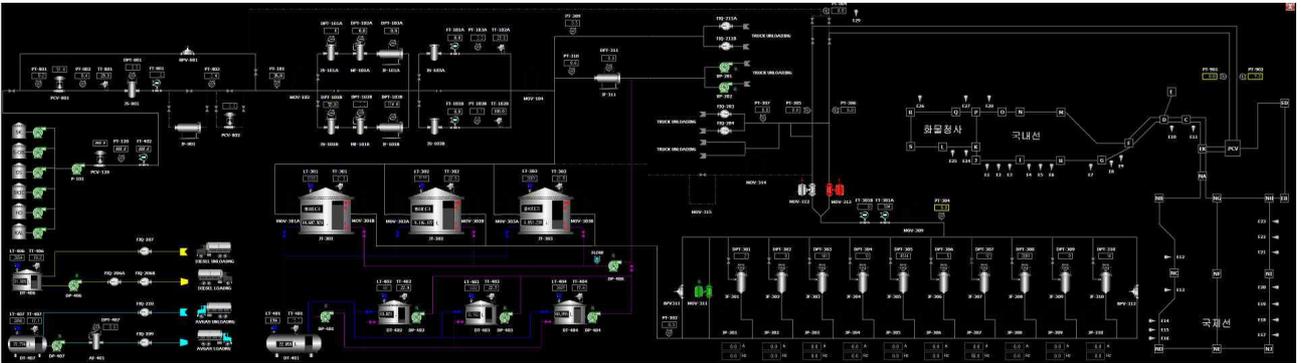


그림 6. 급유 설비 제어용 인포그래픽
 Fig. 6. Infographics for refueling facilities control.

```
function WS_Init(){
    try {
        var s = location.href;
        var __url = new Array();
        __url = s.split("/");
        var _uri = new Array();
        _uri = __url[2].split(".");
        var _url = "ws://" + _uri[0] + ":15109/";
        /// _url로 Opening Handshake를 시작한다.
        var ws = new WebSocket(_url);
        ws.onopen = function() { }
        ws.onmessage = function(msg) {OnRecv(rmsg);}
        ws.onclose = function() { }
    }
    catch(exp){ }
}
```

IV. 성능 평가

본 논문에서는 실시간으로 생성되는 빅 데이터에 대한 정보를 도시하기 위한 웹 기반의 시스템을 제안하였다. 기존 AirReFac을 관리하는 CtrlSys의 A-SW는 desktop기반의 전용 소프트웨어로 구성되어 각 센서에서 전송되는 정보를 CtrlSys에서 수집하고, 수집된 정보를 재생성한 후, 재 생성된 정보를 도시하는 형태로 운용된다. 결과적으로 센서의 신규 추가 및 변경 시 A-SW를 변경해야하는 문제점을 내재하고 있다. 제안하는 시스템은 웹을 기반으로 제작됨으로써 별도의 전용 공간이 아닌 인터넷 환경에서 운영이 가능하도록 되었다. 또한 웹 소켓 서버를 이용한 facade 구조를 이용함으로써 센서의 신규 추가 및 변경 시 CtrlSys를 구성하는 A-SW의 구조 변경 없이 정보를 도시할 수 있도록 하였다.

그림 6은 제안된 시스템을 이용하여 AirReFac을 제어하기 위한 infographics viewer를 도시한다. Infographics viewer는 실시간 정보를 도시하기 위한 A-SW로 측정 시점의 정보가 중요

표 4. 결과 분석
 Table 4. Result analysis.

분류	기존 시스템	웹 기반 시스템
Sensor 추가/변경 복잡도	높음	낮음
Network Traffic	112.8 Kbps	56.2 Kbps
Data 저장기능	미흡	우수

하기 때문에 static infographics 표현방법과 데이터형 infographics로 구현한다. 표 4는 기존 시스템과 제안한 시스템을 비교 분석한 결과이다.

기존 시스템의 경우 CtrlSys에서 각 센서와 통신하는 구조로 구성되어 개별 센서의 변경이나 추가 시 CtrlSys를 구성하는 A-SW를 변경해야 하는 복잡도가 높아지게 된다. 또한 개별 센서와 통신을 함으로써 network traffic이 증가하게 된다. 이를 측정하기 위하여 기존 시스템은 데이터를 수집하는 서버 측의 5분간의 통신량을 측정 하였으며, 제안하는 시스템은 infographics viewer로 수신되는 시스템의 통신량을 측정하였다. 마지막으로 전용 A-SW를 구성함으로써 고속으로 발생하는 빅 데이터에 대한 처리가 미흡하게 된다. 제안한 시스템은 웹 소켓 서버의 facade 구성으로 sensor의 변경이나 추가 시 CtrlSys를 구성하는 A-SW의 추가적인 변경이 최소화 되어 복잡도가 낮아지며, network traffic이 감소하게 된다. 더불어 별도의 데이터베이스 구성으로 빅 데이터에 대한 저장 기능이 향상 된다.

V. 결론

본 논문에서는 웹 환경에서 실시간 정보의 송수신이 가능한 웹 기반의 시스템을 제안하였다. 다양한 형태의 센서로 구성된 AirReFac을 효율적으로 구성 및 관리하기 위한 facade 구조의 미들웨어 시스템을 구성하여 센서의 추가 및 변경에 용이하도록 설계하였다. 또한 웹 기반의 실시간 정보를 송수신하기 위한 웹 소켓을 이용하여 static infographics에 실시간으로 정보를 도

시할 수 있는 방안을 제시하였다. 기존의 전용 시스템으로 구성된 AirReFac A-SW를 웹 기반으로 재구성함으로써 이와 유사한 형태의 설비 모니터링 및 제어를 위한 시스템에 확장이 가능한 것으로 판단된다.

참고 문헌

- [1] B. H. Jung, J. E. Shin and D. H. Lim, "Rhipe platform for big data processing and analysis," *The Korean Journal of Applied Statistics*, Vol. 27, No. 7, pp.1171-1185, 2014.
- [2] 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.
- [3] H. Long and X. Wang, "Aircraft fuel system diagnostic fault detection through expert system," *Intelligent Control and Automation*, pp.7104-7107, Jun, 2008.
- [4] R. Mishra, A. Katyal, S. Srivastava, S. Vats, H. Kamal, S. K. Chaturvedi and M. Raja, "Study of aircraft fueling system: An application of refueling operation," *Advances in Aerospace Science and Applications*, Vol. 3, No. 3, pp.161-166, 2013.
- [5] 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,
- [6] 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.
- [7] <http://www.websocket.org/>
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] K. S. Choi, H. G. Jun and H. J. Yoo, "A development of software for monitoring data logger," *Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol. 2, No. 1, pp.103-108, Mar, 2004.
- [12] H. J. Kang, "Study on the next disaster safety communication network in M2M communication," *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 15, No. 4, pp.585-590, Aug, 2011.
- [13] M. H. Moon and K. W. Koo, "Development of real time distributed object remote monitoring system," *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 13, No. 1, pp.79-86, Feb, 2009.
- [14] K. B. Heo Y. G. Kim, and D. I. Yang, "The study of framework model for software productivity enhancement in object-oriented environment," *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 14, No. 6, pp.900-908, Dec, 2012.
- [15] Y. J. Seo and Y. J. Song, "A study on component modeling tool based on design pattern," in *Proceedings of the Korea Information Processing Society Conference*, Gwangju: Korea, pp.437-440, Oct. 2001.
- [16] J. W. Jeong and M. J. Lee, "An energy control model of smart video devices for the internet of things," *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 19, No. 1, pp.66-73, Feb, 2015.



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