

# 경량 단말기를 사용하는 HACCP 자동화 시스템의 통신 미들웨어 설계

## (Design of Communication Middleware for HACCP Automation System using Lightweight Devices)

현성용<sup>1)</sup>, 차경애<sup>2)\*</sup>, 홍원기<sup>3)</sup>

(Sung-Young Hyun, Kyung-Ae Cha, and Won-Kee Hong)

**요약** 본 논문에서는 중앙관리 서버와 부착형 경량 단말기를 사용하는 HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Point) 자동화 시스템에서, 효율적인 HACCP 데이터의 송수신을 위한 통신 미들웨어를 개발한다. 이를 위해서 HACCP 관리 규정을 토대로 경량 단말기에 최적화될 수 있는 HACCP 데이터를 위한 통신 메시지 규약을 설계한다. 또한 경량 단말기와 서버 간의 데이터 교환 및 데이터 통합 관리 기능을 수행하는 통신 미들웨어를 구현한다. 통신 미들웨어는 단말기의 경량화를 지원하기 위해서, 단말기가 필요로 하는 데이터를 능동적으로 갱신하며, 서버의 HACCP 데이터베이스를 관리한다. 또한 단말기와 서버의 일관적인 데이터 공유가 가능하도록 모니터링 기능을 제공하고 통신 메시지의 송수신을 담당하여 실질적으로 HACCP 자동화 업무를 수행한다. 이러한 HACCP 데이터 관리를 위한 통신 메시지 규약과 통신 미들웨어의 기능을 검증함으로써, 경량 단말기를 지원할 수 있는 HACCP 자동화 시스템 개발에 요소 기술로 활용될 수 있음을 보인다.

**핵심주제어** : 통신 미들웨어, HACCP 자동화 시스템, HACCP 규약

**Abstract** In this paper, we propose a communication middleware for development of HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Point) automation system, which is composed of lightweight devices and a server, to support effective HACCP data management. To provide the proper HACCP data to lightweight devices, we design the communication message protocol based on HACCP management regulation model. Moreover, we develop the communication middleware that performs various functions, such as processing of communication protocols for HACCP data, analyzing of messages between devices and a server, and providing database managements tools. In addition, it takes a role to guarantee sharing consistent data among the devices and server, through the active updates for information on devices.

---

\* Corresponding Author : chaka@daegu.ac.kr

† 이 논문(저서)은 2013년 교육부와 한국연구재단의 지역혁신인력 양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2013H1B8A 2028405).

Manuscript received Jun 02, 2015 / revised Aug 03, 2015 /  
accepted Aug 07, 2015

1) 대구대학교 정보통신공학과, 제1저자

2) 대구대학교 정보통신공학부, 교신저자

3) 대구대학교 정보통신공학부, 제3저자

Actually, the proposed communication middleware can be a part of critical system to develop a HACCP automation system with lightweight devices, because it implements the HACCP communication protocols making lightweight devices execute every HACCP task.

**Key Words** : Communication Middleware, HACCP Automation System, HACCP Protocol

## 1. 서 론

HACCP 시스템은 안전한 식품 제조 환경을 제공하고, 위생 사고의 최소화를 위해서 도입된 위생관리시스템이다. 이는 식단의 구성, 식재료 검수, 냉온장고 관리 등의 중점 관리 단계(Critical Control Point, 이하 CCP)로 규정된 업무 과정을 수행하고, 그 결과를 기록하여 위생 사고를 방지하는데 목적이 있다. 또한 위생 사고가 발생된 경우, CCP 운영 결과인 기록지를 통해서 사고 원인을 파악하여 재발을 방지하는데 활용한다[1,2]. 그러나 여러 단계에서 수작업으로 이루어지는 HACCP 업무는 조리 인력에 부담을 가중시켜, CCP 업무 수행이 형식적이며, 부정확한 기록을 초래하고 있다. 따라서 CCP 단계에서 자동화되고 전산화된 데이터 처리가 가능하도록 조리 인력이 사용하는 단말기를 지원하고 각종 데이터를 통합 관리하는 서버로 구성되는 HACCP 자동화 시스템의 개발이 요구되고 있다 [3-5].

이러한 HACCP 자동화 시스템의 사용자 단말기는 식품 제조 현장에서 이동이 많은 조리 인력의 업무 편의를 위해서 각 CCP를 수행하는 현장마다 부착되는 경량의 단말기를 사용하며, 단말기와 서버는 식단, 냉·온장고 온도 등의 센서 데이터 및 실시간으로 입출력되는 HACCP 수행 데이터를 무선 통신으로 송수신한다.

HACCP에 규정된 CCP는 식재료 검수, 식단의 전후처리, 식재료 세척, 급식 등의 식품제조 업무를 세분화하여 적용하고 있어, 각 CCP에서 다루어져야 하는 데이터는 매우 이질적이며 다양하다. 예를 들어 각종 검수 결과, 온도 측정 결과, 소독액 농도, 식단의 급식 시각 등의 데이터이다. 따라서 HACCP 데이터 요소를 분석하고 이를

각 CCP에서 적용 가능한 형태로 표현할 수 있는 통신 메시지 규약의 설계가 필요하다. 또한 경량화된 단말기와 전송율이 비교적 낮은 무선 통신을 사용하는 HACCP 자동화 시스템의 특성을 고려하고, HACCP 데이터 전송을 위해서 설계된 통신 메시지 규약을 효율적으로 지원하는 통신 미들웨어의 개발이 이루어져야 한다.

본 논문에서는 이와 같은 HACCP 자동화 시스템의 통신 메시지 규약을 설계하고 통신 모듈과 데이터베이스 간의 메시지 처리 및 해석 역할을 담당하는 통신 미들웨어를 구현한다.

제안하는 통신 미들웨어는 CCP 업무를 위한 다양한 데이터를 해당 단말기에 능동적으로 전송하고, 단말기의 CCP 결과에 따른 데이터를 수집한다. 따라서 단말기는 수신된 메시지를 별도의 처리 없이 사용자 인터페이스에 표현하고 조리 인력의 입력 데이터를 통신 모듈에 전송하는 역할만을 수행하도록 경량화 할 수 있다.

다중 사용자 환경에서 사용자에 대한 통합적 관리와 메시지의 생성과 송수신 등의 기능은 통신 미들웨어가 제공해야 하는 중요 기능이다 [6,7]. 이에 HACCP 자동화 시스템에서 사용되는 여러 단말기에 대한 서버에의 등록, 갱신 등의 단말기 관리를 통신 미들웨어에서 수행하며, 각 단말기로부터의 수신 메시지와 단말기로의 송신 메시지를 처리하고 생성하여 HACCP 데이터베이스를 관리하는 등의 역할을 통합적으로 수행한다. 이러한 통신 미들웨어 기능의 제공으로 기존 HACCP 시스템을 경량 단말기를 통해 자동화할 수 있으며, 설계된 통신 메시지 규약의 제공만으로 단말기와 서버에 범용적으로 사용가능한 HACCP 자동화 시스템 개발이 가능하다.

현재까지 HACCP 시스템은 약 5700여 개 식품제조업체 및 급식현장에서 운영되고 있다[8].

기존 HACCP 운용의 효율성을 향상시키기 위해서 일부 CCP와 CCP로 관리할 수 없으나 위해요소 관리상 관리되어야 하는 지점(Control Point, 이하 CP)에 대한 자동화 요소가 도입된 사례는 다음과 같다.

HACCP 운용 시 온도 관리의 자동화를 위하여 USN 기반의 온도 측정 센서를 이용하여 소규모 외식업체에 냉장고 등의 온도를 자동 측정하는 연구가 진행되었다[9]. 이는 센서 온도계를 CCP/CP 업무가 수행되는 장소에 설치하여 무선 센서 네트워크로 온도 데이터를 자동수집하고 모니터링 하는 기능을 제공한다.

[10]에서는 HACCP 시스템 전반의 CCP/CP 업무 과정을 자동화하기 위해서 조리자가 웹 어플리케이션을 통해서 CCP/CP 업무 결과를 관리하도록 하고, 웹 서버의 통합적 데이터관리가 가능한 시스템을 개발하였다. 이 연구는 HACCP 업무 수행의 데이터를 서버에서 중앙 집중적으로 관리할 수 있는 웹 기반의 자동화시스템의 개발을 목적으로 하고 있다.

실제로 HACCP에서 규정하는 업무는 절차와 기록 체계가 상당히 복잡하여, 자동화를 위한 전용 시스템의 개발을 위해서는 전 CCP/CP 단계를 유기적으로 분석하고 조리 현장의 CCP/CP 업무와 서버에서 중앙 관리되는 데이터와의 관계를 규정하여 이를 관리하는 미들웨어와 같은 전용 시스템의 개발이 선행되어야 한다.

따라서 제안하는 HACCP 자동화를 위한 통신 미들웨어의 제공은 HACCP 자동화 시스템의 성공적인 운영을 위한 매우 중요한 요소이다. 또한 통신 미들웨어는 서버와 단말기 간의 인터페이스를 제공하는 역할 뿐만 아니라 HACCP 시스템의 특성을 고려한 데이터를 처리하는 기능을 수행해야 한다.

이를 위해서 본 논문에서는 HACCP 시스템 전용의 통신 미들웨어의 요구사항을 분석하고 기능을 설계하여 CCP 업무를 수행하는 단말기와 통신을 통해서 HACCP 업무 처리가 가능함을 보인다.

2장에서는 경량의 부착형 단말기와 서버로 이루어지는 HACCP 자동화 시스템인 I-HACCP (Intelligent-Hazard Analysis Critical Control

Point)시스템[11]에 대해 기술하고 단말기와 서버 간의 통신 메시지의 HACCP 규정 반영 사항을 분석한다. 3장에서는 통신 미들웨어를 설계하기 위한 HACCP 데이터의 분석과 통신 메시지의 설계 및 통신 미들웨어의 기능을 설명한다. 4장에서는 구현 및 실험결과를 보이고 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 경량 단말기를 사용하는 HACCP 자동화 시스템

I-HACCP은 학교 급식 현장에서 HACCP 시스템을 자동화하기 위해서 설계된 HACCP 자동화 시스템이다[4,11]. 이동단말기와 센서 네트워크를 이용하여 냉온장고의 온도를 자동으로 수집하는 HACCP 시스템의 설계를 제시한 [4]의 연구를 접목하였다.

Fig. 1에서 보이는 바와 같이, I-HACCP 시스템은 CCP/CP 업무 장소마다 부착형 경량 단말기가 설치되며, 단말기와 서버의 무선통신을 위해서 지그비(zigbee) 통신 모듈로 구성된다. 본문에서 제안하는 통신 미들웨어는 서버에 위치하며, HACCP 자동화를 위한 경량 단말기와 서버 간의 통신 메시지 처리를 위해서 설계 및 구현된다.

실제로 부착형 단말기는 CCP4 단계의 냉온장고 온도 관리, CP5 단계의 식단 전처리, CCP6 단계의 식단 후처리, CCP7 단계의 배식공정에서 사용된다. 이는 조리 시설에 고정되어 작업자에게 작업 순서에 방해되지 않고 수기(手技) 대신 단말기를 통해서 점검된 온도값, 식단 전후처리 결과, 배식 시각 등을 입출력하게 되며, 서버에 필요 데이터를 요구할 수 있다.

CCP4 단계를 수행해야 하는 식품저장실의 점검 데이터는 점검시각, 냉장/냉동고 온도, 청결도 등의 환경 현황이며, CP5와 CCP6 단계가 처리되는 조리실의 점검 데이터는 식재료의 침지시간, 소독액 농도, 식품 중심온도, 교차오염 식기 등에 관한 데이터이다. 배식이 이루어지는 CCP7 단계의 점검데이터는 배식온도, 배식도구청결상태, 위생복장 착용여부, 배식 관리 데이터이다.

또한 모든 CCP/CP 단계에서는 점검자의 확인을 위한 점검자명을 기록해야 한다.

서는 통신 미들웨어의 기능 및 구조를 설계한다.

### 3.1 메시지 규약의 정의

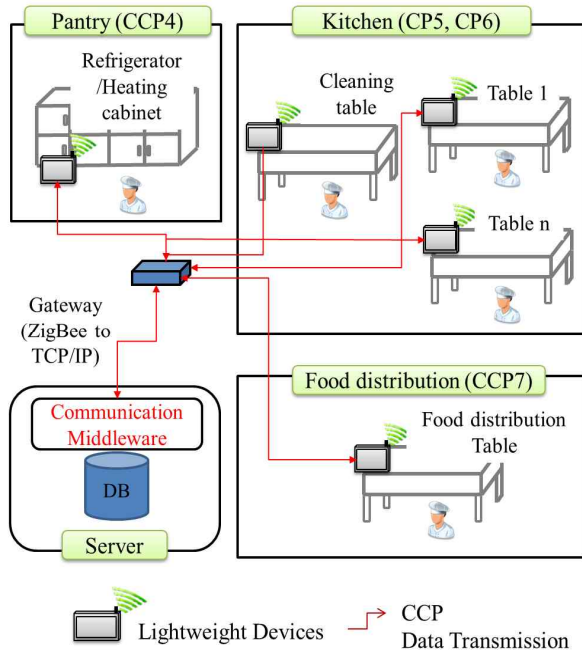


Fig. 1 I-HACCP System Structure

이와 같이 HACCP 시스템의 자동화를 위해서는 다양한 HACCP 운영에 대한 데이터를 단말기와 서버가 송수신하게 된다. 따라서 경량 단말기의 하드웨어 제약적인 환경에서 송수신하고, 실시간 작업이 가능하도록 최적의 통신 메시지 규약을 설계한다. 그리고 통신 메시지의 생성, 송수신, 분석과 처리 등을 담당하는 통신 미들웨어를 구현함으로써, 경량 단말기를 지원하는 HACCP 자동화 시스템의 운영을 효과적으로 지원할 수 있다.

### 3. 통신 미들웨어 설계

본 장에서는 HACCP 자동화 시스템의 메시지 규약과 HACCP 시스템 운영을 위한 통신 메시지를 관리하고 처리하는 통신 미들웨어의 설계에 대해 기술한다. 1절에서 HACCP의 자동화된 데이터 처리를 위한 메시지 규약을 정의하고 2절에

HACCP 자동화 시스템에서 메시지는 CCP/CP 단계별 작업 위치에 설치되는 부착형의 경량 단말기와 서버 간의 무선통신으로 송수신되는 HACCP에서 규정되는 데이터를 의미한다. 즉, 조리 인력이 단말기를 통해서 입력하는 식자재 점검 결과, 점검자 이름 등을 서버로 송신하며, 식단 데이터 등은 서버로부터 해당 CCP/CP 업무가 수행되는 단말기로 전송된다.

HACCP 자동화를 위한 메시지 형식과 규약은 HACCP에서 정의하는 규정을 반영하여 정확한 데이터 교환이 가능해야 한다. 또한 여러 CCP/CP 단계의 서로 다른 데이터를 전송하고 송수신단에서 효율적인 데이터 활용이 가능하도록 하는 메시지 형식의 설계가 필요하다.

본 논문에서는 HACCP 시스템의 업무 분석을 통해서, 부착형 단말기와 서버 간의 HACCP 자동화 시스템 전용으로 활용할 수 있는 새롭게 제안하는 통신 메시지를 설계한다.

먼저, 메시지의 기본적인 역할을 구분 지을 수 있도록 요청((Request:REQ), 응답(Response:RSP), 확인(ACK)의 세 가지로 메시지 유형을 정의한다.

요청(REQ) 메시지는 클라이언트인 단말기 및 서버의 데이터 전송 또는 필요 데이터의 요청을 위한 것이며, 응답(RSP) 메시지는 요청에 대한 응답으로써 해당되는 데이터를 포함하여 송신단에 전송하는 메시지이다. 확인(ACK) 메시지는 요청에 대한 완료 응답으로 전송 성공 또는 실패 또는 데이터 형식의 오류에 대한 상태를 포함한다.

HACCP 메시지의 공통 요소는 Table 1과 같다. 메시지의 시작을 나타내는 STX, 송수신단을 구분함과 동시에 세 가지의 메시지 유형을 구분하는 MSG Type, 서버에서 인식하는 단말기의 주소, ID를 메시지 기능의 구분, CCP/CP 단계의 구분, 페이로드의 길이 및 페이로드를 나타내는 Payload len, Payload, 비트열 오류를 검사하는 SUM과 메시지의 끝을 나타내는 ETX 필드로 구성된다.

Table 1 Message Format

Format	Definition
STX	Start of Message (0xAB1)
MSG Type	Notification of Sender/Receiver & Message Type
IEEE	Device IEEE address
ID	Notification of Message role
CCP/CP	Notification of CCP/CP
Payload Len	Payload length
Payload	Payload
SUM	Sub 1 Byte of Sum from IEEE to front of SUM
ETX	End of Message (0xCD34)

Table 2의 MSG Type의 값을 정의하기 위해서, 단말기는 D(Device)로, 서버는 S(Server)로 나타내고 요청(REQ), 응답(RSP), 확인(ACK)의 세 가지 메시지 유형을 조합하여, 메시지가 생성될 때 해당 값을 부여한다. 예를 들어 서버(S)에서 단말기(D)로 전송되며, 짐검자 갱신을 요청(REQ)하는 메시지의 경우 MSG Type은 'S2D\_REQ'를 나타내는 값 3으로 설정된다.

Table 2 Message Profile Design with MSG Type

MSG Type : value	Transfer Direction	Type
D2S_REQ : 1	Device→Server	Request
D2S_ACK : 2	Device→Server	Ack
S2D_REQ : 3	Server→Device	Request
S2D_RSP : 4	Server→Device	Response
S2D_ACK : 5	Server→Device	Ack

또한 MSG Type과 ID의 값을 조합하여, 메시지 프로파일을 정의하고 이의 분석을 통해서 메시지의 상세 역할을 구별할 수 있도록 Table 3과 같이 ID 값을 부여한다.

만약 메시지의 프로파일이 [1, 1]인 경우는 Table 2에 보이는 바와 같이 MSG Type이 'D2S\_REQ'로써, 단말기에서 서버로 전송되는 요청 메시지이며, ID가 1인 경우이므로 Table 3에서

Table 3 Message Profile Design with MSG Type & ID

MSG Type	ID	Role
1	1	Device Registration Request
1	2	Device Update Request
1	3	Current Time Request
1	4	Day Diet and Category Request
1	5	Check Results Transmission Request
1	6	Warning Status Transmission Request
1	7	Density value Transmission Request
1	8	Temperature value Transmission Request
2	3	Ack corresponding to Current Time Request
2	4	Ack corresponding to Day Diet and Category Request
2	1	Ack corresponding to Inspectors list Update
2	2	Ack corresponding to Diet list Update
2	5	Ack corresponding to Density value Transmission
2	6	Ack corresponding to Temperature value Transmission
3	1	Inspectors list Update Request
3	2	Diet list Update Request
3	3	Category list Update Request
3	4	Inspecting Request
3	5	Density value Transmission Request
3	6	Temperature value Transmission Request
4	3	Response corresponding to Current Time Request
4	4	Response corresponding to Day Diet & Category Request
5	1	Ack corresponding to Device Registration Request
5	2	Ack corresponding to Device Update Request
5	5	Ack corresponding to Inspecting Results Transmission
5	6	Ack corresponding to Waring Status Transmission
5	7	Ack corresponding to Density value Transmission
5	8	Ack corresponding to Temperature value Transmission

보이는 바와 같이 서버에 단말기 등록을 요청하는 메시지임을 알 수 있다. 이 때, 서버의 통신 미들웨어는 해당 단말기의 등록을 완료하고, 메시지 프로파일을 [5, 1]로 생성하여 MSG Type 이 'S2D\_ACK'로써 서버에서 단말기로 응답하는 메시지이며, ID가 1인 것을 통해서 단말기 등록 업무가 완료되었다는 확인을 나타내도록 한다.

이와 같이, MSG Type과 ID의 조합을 통해서 송수신단의 방향과 메시지의 유형을 나타내고, 수신된 ID와 동일한 ID 값을 반환하여 어떤 역할에 대한 회신인지를 나타내도록 설계한다.

S2D\_ACK 및 D2S\_ACK 유형과 같은 확인 (ACK) 메시지는 데이터 페이로드를 포함하지 않고, 상태를 정의하여 송수신단에 상관없이 상태 필드를 통해서 각 메시지의 송수신 상태를 전송한다. 이에 대한 상세 설계는 Table 4와 같다.

Table 4 Status Design for ACK Message

Status	Definition	
0		-
1	Success	Message Receive Complete
2		Waiting Message to Expect
3	Fail	Check Sum Error
4		Unknown CCP/CP Step
5		Unknown MSG Type & ID
6~F		-

### 3.2 통신 미들웨어의 기능

통신미들웨어는 서버에 위치하여 Fig. 2와 같이 단말기의 등록과 갱신 정보 등의 단말기 관리, 메시지 송수신을 담당하고, 메시지의 분석을 통해서 데이터베이스를 갱신한다.

I-HACCP 시스템의 경량 단말기는 서버의 데이터베이스와 일관된 식단, 식자재, 조리법 또는 점검자명을 유지하여야 한다. 통신 미들웨어는 단말기와 데이터베이스의 이러한 각종 HACCP 업무 데이터를 코드 테이블로 관리하고, 버전을 확인하여 자동 갱신 등의 기능을 수행한다.

CCP 수행 중에는 냉온장고 온도 점검 시각, 소독액 농도 측정 시각, 배식 제한 시간 등의 시

간적 제한 조건을 준수해야하는 상황이 발생한다. 이를 위해서 통신 미들웨어는 이러한 상황을 모니터링하고 필요한 경우에 경고 메시지를 생성하여 단말기에 전송하는 역할을 포함한다.

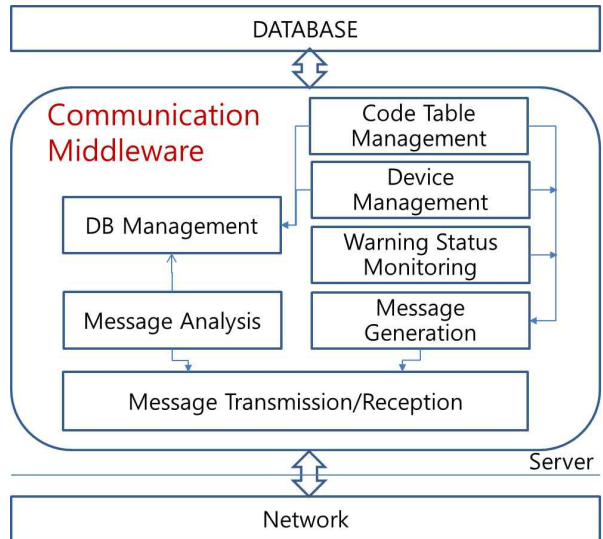


Fig. 2 Functions of Communication Middleware

서버에 위치한 통신미들웨어는 게이트웨이와 TCP/IP로 연결되어 동작하며, Fig. 3의 CCP4의 점검 결과를 전송하는 메시지 예와 같은 비트열을 메시지 수신기에서 수신한다. 그리고, STX부터 ETX 사이 영역을 분석하여 메시지의 무결성을 확인하고 정상 데이터의 경우 수신 메시지 큐에 저장한다.

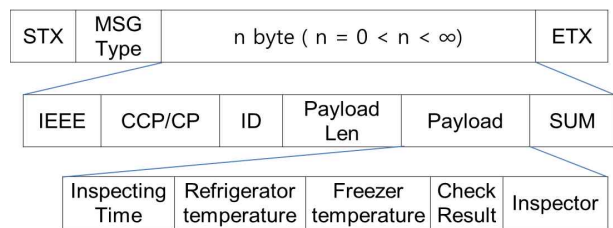


Fig. 3 A Message format of CCP4 task

또한 메시지 분석기에서 수신 메시지 큐의 메시지들의 프로파일을 해석하여 메시지의 유형과 역할이 파악되면, 페이로드를 분석하여 그 결과를 데이터베이스 관리기를 통해 데이터의 갱신

등의 기능을 수행한다.

HACCP에서는 각 CCP/CP 단계에서 점검해야 할 시간이 규정되어 있다. 이의 확인을 위해서 수신 메시지의 메시지 프로파일을 분석하여 현재 시각에 수신되어야 할 점검 요소들의 수신 여부를 확인할 수 있다. 만약 경고 사항 모니터링에 의해서 단말기가 점검결과를 시간 내에 전송하지 않을 경우, 점검 요청 메시지를 생성한다. 또한 배식 공정에서 위험 군에 속하는 식단에 대해서 조리완료 후 배식까지의 지연 시간을 비교하여, 한계 시점의 초과에 대한 경고 메시지를 단말기로 전송한다.

앞서 기술하였듯이, 단말기와 서버는 HACCP 업무를 위한 여러 가지 데이터를 테이블 형태로 공유한다. 코드 테이블 관리기는 서버와 단말기가 일관된 각종 데이터를 공유하도록 데이터베이스의 각 테이블의 버전 상태, 업데이트 여부를 검사한다. 업데이트된 경우 등록된 단말기들의 버전 데이터를 확인하며, 최신버전보다 낮은 점검자/식단/카테고리 테이블에 대해 업데이트를 실행하고, 그렇지 않을 경우 버전 데이터가 업데이트 될 때까지 대기상태를 유지하는 요청 메시지를 생성한다.

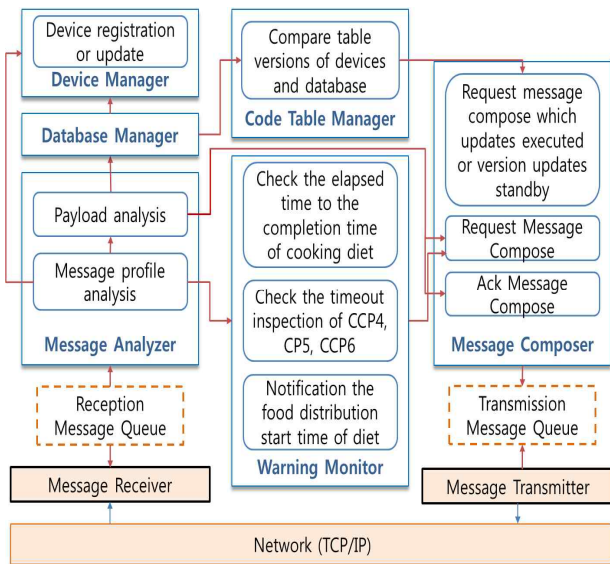


Fig. 4 Detailed Functions of Communication Middleware

메시지의 생성은 최종적으로 메시지 생성기에 의해서 실행되며, 수신된 메시지의 페이로드 분석 결과, 모니터링 결과, 코드 테이블 갱신 등의 필요에 의해서 확인 또는 응답 메시지를 송신 메시지 큐에 저장하며, 이들은 메시지 송신기를 통해 통신 모듈에 전달된다. Fig. 4는 이와 같은 통신 미들웨어의 기능별 상세 설계를 나타내고 있다.

### 3.3 통신 미들웨어의 동작

HACCP 시스템이 시작되면, Fig. 5와 같이 먼저 각 CCP 단계에 부착된 경량 단말기와 서버와의 TCP/IP 연결을 통신 미들웨어의 메인 쓰레드에서 시도한다. 연결성공 시 메시지 수신기 쓰레드가 통신 모듈로부터 수신한 메시지를 수신 메시지 큐에 입력한다.

수신 메시지 큐가 비어있지 않는 동안, 통신 미들웨어의 단말기 관리 쓰레드를 메시지에 일대일로 대응되도록 생성한다. 이는 수신 받은 메시지의 프로파일 분석을 통한 메시지 유형을 구분하고 ID에 따라 메시지 데이터를 처리한다.

메시지 처리 결과에 의해서 통신 미들웨어는 각 메시지의 CCP/CP단계의 점검사항에 대해 데이터 처리를 위해 데이터베이스에 접속하여 데이터를 갱신한다.

이와 같이 메시지 수신 쓰레드는 TCP/IP 네트워크 연결 이후 수신되는 모든 데이터에 대해 전반적인 분석을 통해 CCP/CP단계별 데이터를 처리하는 역할을 한다.

반면, 메시지 송신 쓰레드는 단말기가 요청한 데이터에 대한 응답을 주기 위해서 데이터베이스를 검색하고 또는 능동적으로 모니터링 결과를 송신하기 위한 메시지 생성 역할을 담당한다.

모니터링 기능을 수행하기 위해서 Fig. 5의 왼쪽에 보이는 바와 같이 CCP/CP별 단말기가 점검결과를 전송해야함에도 불구하고 점검결과를 서버로 전송하지 않은 경우 데이터베이스에 저장된 점검결과 저장시각의 데이터를 검색하여 현재 시각과의 차이를 계산하여 시각이 초과되었을 경우 점검 요청 메시지를 생성한다.

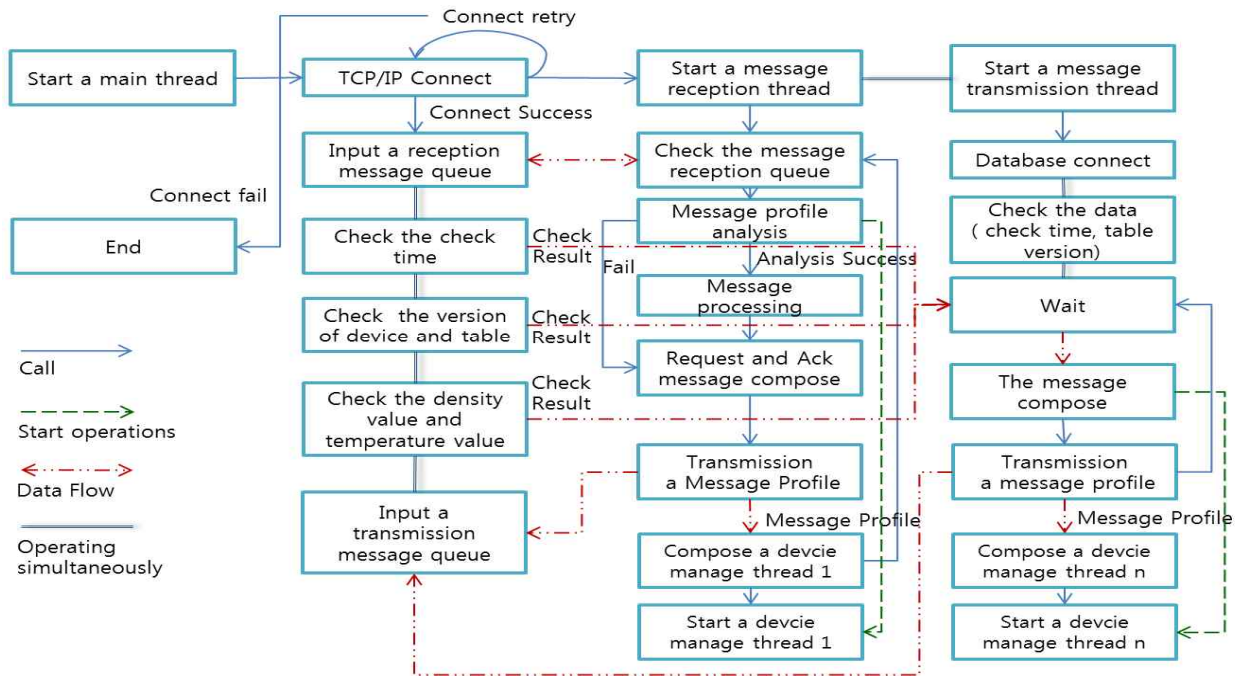


Fig. 5 Interactions among Communication Middleware Modules

#### 4. 구현 및 실험결과

본 논문에서 설계한 통신 미들웨어는 가상 PC 시스템을 제공하는 vmware에 리눅스 운영체제인 CentOS 6.3, JAVA 1.7, MySQL 5.1을 설치한 환경에서 구현하였으며, JAVA 기반으로 동작하는 소프트웨어이다.

HACCP 자동화 시스템의 경량 단말기와 게이트웨이, 그리고 서버의 통신 미들웨어 간의 메시지 전송 방식을 구현한 구조도는 Fig. 6과 같다.

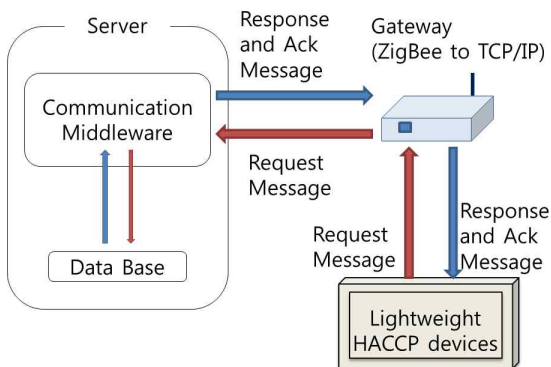


Fig. 6 Communication examination environment

이러한 환경에서 HACCP 통신 규약 및 통신 미들웨어의 기능을 구현하고 단말기에서 입출력되는 HACCP 데이터를 CCP/CP 단계에 해당되는 메시지로 생성하여 서버로 전송하고 이를 서버의 통신 미들웨어에서 적합한 응답 메시지를 생성하는지를 검증하였다.

Fig. 7은 경량 단말기의 사용자 인터페이스의 예로써, CCP4 단계 냉장/냉동고 온도관리를 위한 것이다.



Fig. 7 A Lightweight Device for CCP4

실험의 용이성을 위해서 실제 단말기가 CCP나 CP 업무 수행에 송수신하는 메시지는 가상 단말기를 구현하여 실험하였다. Fig. 8은 CCP4 단계



의 가상 단말기에서 냉온장고 온도의 점검결과를 송신하는 메시지의 생성 예를 보이고 있다.

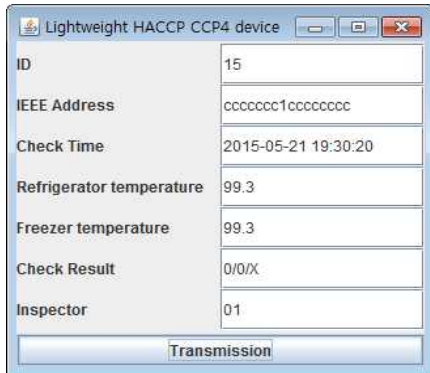


Fig. 8 CCP4 D2S\_REQ Message

Fig. 9는 서버에서 CCP4 단계의 점검결과 메시지를 단말기로부터 수신하여 통신 미들웨어에서 처리한 결과를 보인다. 메시지의 무결성이 확인되어, CCP/CP 단계, type과 ID 등이 분석되었으며, 페이로드 부분의 비트열이 정상 처리되었음을 나타낸다.

페이로드(Payload)의 데이터는 점검시각, 냉장/냉동고온도, 점검결과, 점검자의 데이터를 포함하고 있으며 이를 데이터 처리 모듈에서 변환하여 DB에 저장한다. 데이터를 저장한 후 단말기로 데이터의 처리에 대한 확인(ACK)메시지를 전송한다. 이와 마찬가지로 CP5, CCP6, CCP7 단계

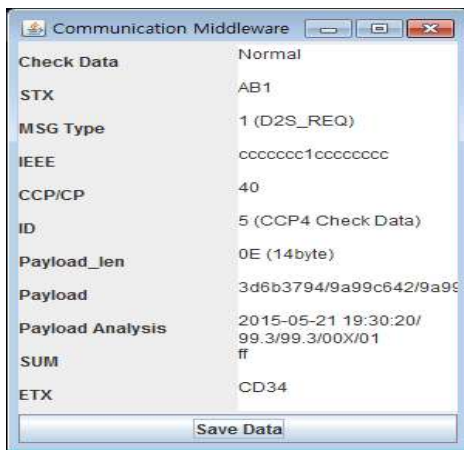


Fig. 9 Data processing results for CCP4 D2S\_REQ Message

의 메시지 전송 및 서버의 통신미들웨어의 처리를 확인할 수 있었다.

이와 같은 분석 결과를 Fig. 10과 같이 중앙관리서버의 DB에 기록되며, CCP/CP 업무의 처리 결과에 따라 자동 갱신된다.

ccp4_step	CCP/CP	40
ieee	단말기주소	ccccccc1cccccccc
date	점검시각	2015-05-21 19:30:20
c_temp	냉장온도	99.3
f_temp	냉동온도	99.3
check1	정검도	0
check2	원개	0
check3	분리보관	X
inspector	점검자번호	1

Fig. 10 Database table for CCP4

Fig. 11은 부착형 경량 단말기와 서버 간 통신 메시지의 규약을 통한 메시지 전송 과정을 보이고 있다. 클라이언트인 단말기에서 CCP 수행 결과를 전송하면 서버의 통신 미들웨어에서 메시지 처리 결과를 확인 메시지를 전송한다. 단말기에서 필요로 하는 식단 등의 데이터 요청에 대해서는 그에 대한 응답 메시지를 전송한다.

이와 같이 생성된 메시지는 그 프로파일에 따라 클라이언트 또는 서버로 전달되었음을 나타낸다.

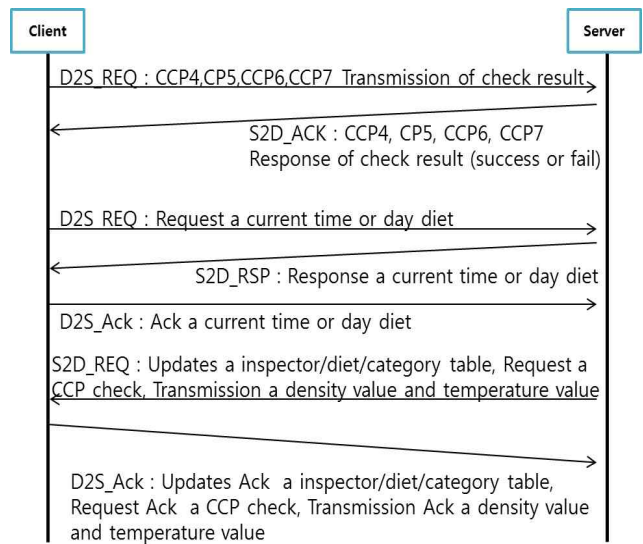


Fig. 11 Communication Protocol of transmission

제안한 통신 미들웨어의 성능과 효율성을 검증하기 위해서 HACCP 메시지 통신 규약을 사용하지 않고 문자열을 송수신하는 방식의 CCP 업무 수행 방법과의 비교를 실험하였다. 이는 본 논문에서 제안하는 HACCP 메시지 규약과 통신 미들웨어를 구현한 기존의 HACCP 자동화 시스템의 부재로 타 시스템과의 비교가 어렵기 때문이다.

Table 5부터 Table 8은 통신 미들웨어가 관리하는 CCP/CP 단계에서 생성될 수 있는 모든 형태의 메시지를 문자열과 HACCP 메시지 규약에 의한 비트열로 각각 생성하여 송수신하고 이의 크기를 측정하여 결과를 나타낸다.

단말기에서 서버로 전송되는 요청 메시지는 Table 5에서 보이는 바와 같이 8가지의 역할을 담당한다. 이 때 모든 경우에 문자열 전송과 비교하여 매우 낮은 전송 비트율을 보임을 알 수 있다. 이는 문자열 전송 방식의 경우에는 점검자명, 식재료명, 침지시각, 세척점검결과 등의 여러 데이터를 표현하므로 CP5 점검결과 전송과 같이 최대 192 바이트까지 증가하게 된다.

그러나, HACCP 자동화 시스템의 통신 게이트웨이인 지그비 통신 시, 60 바이트의 전송율을 가지므로[12-14] HACCP 메시지 규약과 이를 처리하는 통신 미들웨어가 없는 경우에는 시스템 구

Table 5 D2S\_REQ Message comparison of efficiency

MSG Type (name)	Definition	Message Communication (byte)	String Communication (byte)
D2S_REQ	Device Registration	22	72
	Device Update	17	68
	Current Time Request	17	56
	Day Diet and Category Request	17	56
	CCP4 Check Result Transmission	30	140
	CP5 Check Result Transmission	35	192
	CCP6 Check Result Transmission	23	116
	CCP7 Check Result Transmission	50	182

현이 불가능하다.

Table 6은 확인 메시지 전송의 5가지 경우를 나타내며, 각 메시지의 크기는 동일하게 생성되었음을 알 수 있다. 확인 메시지는 페이로드가 없이 상태만을 전송하므로, 메시지의 크기가 동일하여 정상적으로 생성됨을 알 수 있다.

Table 6 ACK Message comparison of efficiency

MSG Type (name)	Definition	Message Communication (byte)	String Communication (byte)
D2S_ACK	Ack corresponding to Current Time Request	16	88
	Ack corresponding to Inspectors list Update		
	Ack corresponding to Diet list Update Request		
	Ack corresponding to Category list Update Request		
	Ack corresponding to Inspecting Request		
S2D_ACK	Ack corresponding to Device Registration Request	16	88
	Ack corresponding to Device Update Request		
	Ack corresponding to Inspecting Result Request		

Table 7는 서버에서 단말기로 전송하는 요청 메시지 4가지 경우를 나타내며, 업데이트 데이터로서 각 메시지의 크기는 기능별로 차이가 있음을 알 수 있다. Table 8은 단말기가 서버에 요청 (REQ)의 의한 응답 메시지 2가지 경우를 나타내며, 각 메시지의 크기는 요청에 따라 차이가 있음을 알 수 있다.

위의 모든 경우에 발생할 수 있는 메시지의 문자열 통신과의 비교에 의해서 평균적으로 61.7%의 바이트가 절약되며, 메시지 규약에 의해서 최적화된 HACCP 데이터의 활용이 가능함을 알 수 있다.

또한 본 논문에서 설계한 HACCP 메시지 규

약과 통신 미들웨어의 구현을 통해서, 모든 HACCP 업무 수행 결과가 60바이트 이하의 데이터 통신을 가능케 함으로써 경량의 단말기와 무선 통신 모듈을 지원하는데 매우 효과적임을 알 수 있다.

Table 7 S2D\_REQ Message comparison of efficiency

MSG Type (name)	Definition	Message Communication (byte)	String Communication (byte)
S2D_REQ	Inspectors list Update Request	19	94
	Diet list Update Request	24	116
	Category list Update Request	22	100
	Inspecting Request	16	88

Table 8 S2D\_RSP Message comparison of efficiency

MSG Type (name)	Definition	Message Communication (byte)	String Communication (byte)
S2D_RSP	Response corresponding to Current Time Request	20	100
	Response corresponding to Day Diet & Category Request	24	108

### 5. 결론

본 논문에서는 HACCP 업무의 자동화를 위해서 CCP/CP업무가 이루어지는 현장에 조리인력이 사용하는 경량의 단말기와 데이터의 통합관리를 수행하는 서버를 위한 HACCP 전용 통신미들웨어를 제안하였다. 이를 위해서 HACCP의 CCP/CP 업무의 분석 및 통신 메시지를 정의하고 자동화 가능한 데이터를 표현하기 위한 필수 데이터를 통신하기 위해 HACCP 통신 규약과 이를 수행하는 통신 미들웨어를 구현하였다. 실제 HACCP 업무가 수행되는 과정에서 생성되는 데이터를 서버로 송신하고 이에 대한 처리를 통

해서 HACCP의 자동화 시스템의 핵심 기능인 단말기와 서버 간의 무선 통신을 통한 데이터 처리가 가능함을 보였다. 이를 통해서 HACCP 자동화 시스템 운용을 위해 다른 무선 센서 네트워크 시스템과 혼용되지 않고, 독자적으로 데이터 송수신이 가능한 통신 시스템을 구축할 수 있다.

또한 설계된 통신 메시지 및 통신 규약을 구현하는 통신 미들웨어를 통해서 단말기의 경량화를 보장할 수 있으며, 능동적인 HACCP 업무의 자동 수행을 지원할 수 있다.

향후 HACCP 시스템이 운영되는 현장에 적용하여 조리 인력의 사용 편의성을 검증하고 보완 사항을 개선하는 연구가 필요하다.

### References

- [1] Seung-Yong Lee, Young-Soo Jang, Hee-Jin Choi, "Current Status and Further Prospect on HACCP Implementation in Korea(Specially on Catering)," Food industry and nutrition , Vol. 4 No. 3, pp. 14-26, 1999.
- [2] Tong-Kyung Kwak, "Implementation of HACCP to the Foodservice Industry and HACCP Plans Development," Food industry and nutrition , Vol.4 No.3, pp. 1-13, 1999.
- [3] Tong-Kyung Kwak, Kyung Ryu, Seong-Kyung Choi, "The Development of a Computer-Assisted HACCP Program for the Microbiological Quality Assurance in Hospital Foodservice Operations," Journal of the Korean Society of Food Culture, Vol. 11, No. 1, pp. 107-121, 1996.
- [4] S.W. Yoon, D.K. Lee, W.K. Hong, "Design of HACCP automatic system using short-range wireless network," The Proceedings of Institute of Embedded Engineering of Korea Fall Conference, pp.117-120, 2013.
- [5] S.C. Shin, D.Y. Shin, B.R. Son, and J.G. Kim, "The Development on HACCP Safety

- Management System using Ubiquitous Sensor Networks," The Proceedings of The Korean Institute of Information Scientists and Engineers Fall Conference, Vol. 34, No.2(D), pp.440-445, Oct. 2007.
- [6] Min-Gyu Lim, "General-purpose Communication Middleware for the Development of Multi-user Distributed Applications," The Journal of the Korea Contents Association, Vol.10 No.3, pp.141-148, 2010.
- [7] Sung-woo Ahn, Jong-woo Choi, Yoon-suk Choi, "Standard Discovery Protocol for Supporting Interoperability between DDS Middlewares," The Proceedings of Korea Institute of Information and Communication Engineering Spring Conference, pp. 205-208, 2011. 5.
- [8] "HACCP 운영현황," Ministry of Food and Drug Safety, 2015.3.
- [9] T.H. Lim, J.H. Choi, Y.J. Kang, and T.K. Kwak, "The Implementation of a HACCP System through u-HACCP Application and the Verification of Microbial Quality Improvement in a Small Size Restaurant," Journal of the Korean society of food science and nutrition, Vol.42 No.3, pp.464-477, 2013.
- [10] Sun-Dong Yeo, Kyung-Ae Cha, Sung-Young Hyun, and Won-Kee Hong, "Development of Web based Automation System for Efficient Implementation of HACCP," Journal of the Korea Industrial Information Systems Research, Vol. 19 No. 6, pp.15-24, 2014.
- [11] Won-Kee Hong, et al., "Development of HACCP Automation System for Food Sanitation Management," 2015 Final Report supported by the Human Resource Training Program for Regional Innovation through the Ministry of Education and National Research Foundation of Korea, 2015.
- [12] Jin-Tai Kim, Youngmi Kwon, "Ubiquitous u-Health System using RFID & ZigBee", Journal of The Institute of Electronics Engineers of Korea. Vol.43 No.1, pp.79-89, 2006.
- [13] Ha, Kyeong-Ju, "A Design and Implementation of Information System Using Zigbee Technology," Journal of Korean Industrial Information Systems Society, Vol. 14 No.3, pp.44-49, 2009.
- [14] Jeong Tak Ryu, In Kyung, Kim, "The development of indoor location measurement System using Zigbee and GPS," Journal of Korean Industrial Information Systems Society, Vol. 17 No.4, pp.1-7, 2012.



**현 성 용** (Sung-Young, Hyun)

- 학생회원
- 대구대학교 정보통신공학부 학사
- 대구대학교 정보통신공학과 석사과정
- 관심분야 : 위치기반서비스, e-Learning



**차 경 애** (Kyung-Ae Cha)

- 종신회원
- 경북대학교 컴퓨터과학과 학사
- 경북대학교 컴퓨터과학과 이학석사
- 경북대학교 컴퓨터과학과 이학박사
- 대구대학교 정보통신공학부 부교수
- 관심분야 : 모바일어플리케이션, 멀티미디어시스템



**홍 원 기** (Won Kee Hong)

- 종신회원
- 연세대 진산과학과 학사
- 연세대 컴퓨터과학과 석사
- 연세대 컴퓨터과학과 박사
- 대구대학교 정보통신공학부 교수
- 관심분야 : 임베디드시스템, 무선센서네트워크, 사물 통신 등