

## WCDMA-LTE 기반의 Smart HACCP 시스템 구축을 위한 단말기 개발에 관한 연구

### Study on the Development of Devices for Smart HACCP Systems with WCDMA-LTE Based

장문기\* · 박진수  
청주대학교 전자공학과

**Moon-Kee Jang · Jin-Soo Park\***

Department of Electronic Engineering, Cheongju University, Choongcheonnam-do 360-764, Korea

#### [요 약]

본 논문에서는 초·중·고등학교의 급식과 관련하여 학생들의 식중독 사고를 예방하기 위해 급식소의 냉·온장고 및 각종 주방 기기의 온도와 습도를 모니터링하여 WCDMA-LTE 망을 이용하는 스마트 HACCP 시스템을 제안한다. 단말기로부터 수집된 데이터는 특정서버로 전송되며 더욱 안전한 식품을 제공하기 위해 식중독지수와 비교된 후, 단말기가 설치된 장소의 식중독지수를 LCD 화면에 표시하도록 한다. 이러한 시스템을 구현하는데 있어 주요 요소가 WCDMA-LTE 망 기반의 온습도 측정 및 모니터링 시스템 전용 단말기이다. 따라서 본 논문에서는 다른 단말기와 상호 통신이 가능하도록 424 MHz 및 블루투스 4.0 무선모뎀을 포함한 LTE 단말기를 설계하고 구현하였다. 향후 본 시스템은 비닐하우스의 온도감시 시스템 또는 원격 환경감시 시스템으로의 적용이 가능하다.

#### [Abstract]

To protect the students from food poisoning, in this paper, it is proposed that the Smart HACCP system which based with WCDMA-LTE to monitoring the temperature and humidity of a freezer, a heating cabinet and kitchen instruments at the elementary, junior and high school. After gathering the data, It is compared with a standard food poisoning index to provide more safe food reserves from the server. Then the server send a index to the terminal which is installed in a kitchen at any school to show the current environment. It is need an WCDMA-LTE terminal to realize smart HACCP system that is proposed from this paper. So, the proposed WCDMA-LTE terminal is designed with using a LTE modem included a 424 MHz wireless modem and a bluetooth 4.0 modem to communicate with other terminals. It can be use the monitoring system of a plastic greenhouse or remotely environment control system.

**Key word** : WCDMA-LTE, HACCP, IoT, Terminal, Modem.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2014.18.5.490>



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 19 September 2014; Revised 23 October 2014  
Accepted (Publication) 7 October 2014 (30 October 2014)

\*Corresponding Author; Moon-Kee, Jang

Tel: +82-10-5375-1188  
E-mail: mkjang@ric.co.kr

## I. 서론

HACCP란 hazard analysis critical control point의 머리글자를 취한 것으로서, 우리말로는 위해요소중점관리기준 이라는 용어로 쓰이며, 짧게 “햇썰”이라고도 부른다. 즉, HA(hazard analysis : 위해분석)와 CCP(critical control point : 중요관리점)를 합친 말로서 직역하면 위해분석 중요관리점 이라 할 수 있다. 여기서 그 뜻하는 바를 풀이하여 보면 위해분석이란 어떤 위해를 미리 예측하여 그 위해요인을 특별히 정해두는 것을 말한다. 따라서 위해예측분석이란 표현이 보다 이해하기 쉬운 말이다. 또한 CCP도 중요관리점이라 하기 보다는 반드시 필수적으로 억제 또는 제어 관리할 중점 항목이란 뜻을 내포하고 있다.

식품의 안전성을 확보하기 위하여는 식품의 생산에서부터 소비(농장에서 식탁까지; from farm to table)에 이르기 까지에 관계되는 모든 단계에 있어서 그 대상이 되는 식품의 모든 건강위해를 사전에 예측하고, 예측된 건강위해에 대하여 그 대상식품에 미치는 위해의 가능성을 특별히 지정해둠으로써, 과학적인 근거에 따라 그 예측된 건강위해를 예방하기 위한 관리방법을 미리 결정할 수 있고, 또한 그 관리방법이 적절한 지 여부를 모니터링(감시) 함으로써 적절하게 관리할 수 있다는 것이다 [1].

이 밖에도 적절한 관리가 될 수 없다고 예측할 수 있는 위해를 사전에 찾아내어 그에 대응할 수 있는 개선조치를 미리 설정해 두는데 있다. 그리고 전기한 모니터링 결과나 개선조치 방법 등을 기록하고, 보관하는 일련의 시스템을 말한다.

이러한 HACCP를 효과적으로 모니터링하고 관리하기 위해 본 논문은 현재 초·중·고 각급학교의 급식실 환경과 관련하여 Smart HACCP시스템을 구축하기 위해 주방기기, 냉장고 및 식품 저장창고 등의 온도 및 습도 정보를 WCDMA-LTE(wideband code division multiple access-long term evolution)망을 이용하여 실시간으로 모니터링하는 단말기를 설계하고 이를 제품화 하는데 그 목적이 있다. 이를 위해서 본 논문에서는 Smart HACCP용 전용단말기를 설계, 개발하고 이를 검증하는 절차에 대한 연구를 하였다.

## II. HACCP의 역사적 배경

HACCP의 원리가 식품에 응용되기 시작한 것은 1960년대 초 미국 NASA(national aeronautics and space administration)가 미생물학적으로 100% 안전한 우주식량을 제조하기 위하여 Pillsbury사, 미육군 NATICK연구소와 공동으로 HACCP를 실시한 것이 최초이며, 그 내용이 1971년 미국식품보호위원회에서 처음으로 공표되었다[1].

이 방식은 1973년 미국 FDA에 의해 저산성 통조림 식품의 GMP에 도입되었으며 그 이후 전 미국의 식품업계에서 신중하

게 그 도입이 논의되기 시작 됐다. 1987년에는 NAS의 식품보호 위원회로부터 HACCP의 채택을 권고 받아 미국 농무부 식품안전검사국, 미수산물, 미FDA, 미육군 Natick 기술개발연구소 및 대학과 민간의 전문가로 이루어진 식품 미생물기준 전국 자문위원회가 설치되어 검토를 거친 결과 1989년에 HACCP의 지침이 설정되어 HACCP의 7원칙을 제시하게 되었다.

최근 세계 각국은 식품의 안전성 확보를 위해 HACCP를 이미 도입하였거나 도입을 서두르고 있다. 더욱이 1993년 7월 국제식품규격위원회 제20차 총회에서 “HACCP 시스템의 적용지침”을 채택하여 각국에 HACCP 도입을 권고함에 따라 HACCP는 전세계에 빠른 속도로 확산되고 있다.

## III. 시스템 설계

이러한 HACCP의 원리를 이용하여 현재 국내 많은 식품유통업체는 보건복지부에서 시행하는 HACCP인증절차를 수행하고 있으며, 향후 세부적인 식재료 유통으로의 인증으로 그 활용범위가 광범위해지고 있는 실정이다. 특히 초·중·고등학교에서 실시하고 있는 급식의 경우, 매우 중점적으로 관리하고 있으나 이를 실시간으로 모니터링하는 기술이 초보단계에 머물러 있는 상황이다. 이를 효과적으로 관리하기 위해 본 논문에서는 그림 1과 같은 시스템을 제안한다.

그림 1을 보면 단말기의 전원부는 3.3 V / 1 A 및 1.8 V / 150 mA의 듀얼전원으로 구성되었다. 이는 디지털 시스템부에 3.3V의 전원을 안정적으로 공급하기 위함이고 외부 온도 및 습도 측정시 레퍼런스 전원의 변동을 최소화하고 노이즈를 제거하기 위해 아날로그회로부의 전원을 1.8 V로 구현하여 디지털부와 아날로그부의 상호 간섭을 최소화하기 위함이다.

HACCP는 외부환경 즉, 온도나 습도 등의 측정을 최소 소숫점 이하 한자리를 측정하도록 하고 있어 이를 구현하려면 가급적 정밀도가 높으며 외부 노이즈에 둔감한 고성능의 ADC(analog to digital convertor)를 적용해야한다. 일반적으로 MCU에 12 bit 분해능의 ADC가 내장되어 있으나 이를 이용해서는 HACCP 및 향후 별도로 추가될 수 있는 센서의 정밀도를

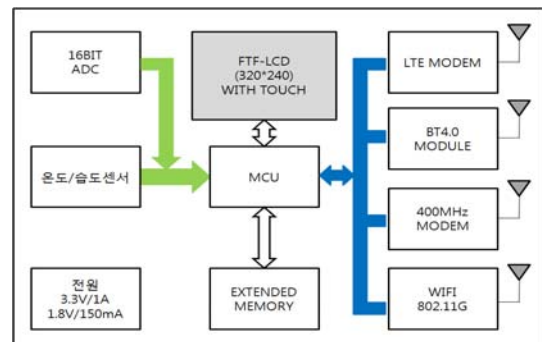


그림 1. Smart HACCP 단말기의 내부블럭도  
Fig. 1. Block diagram of smart HACCP device.

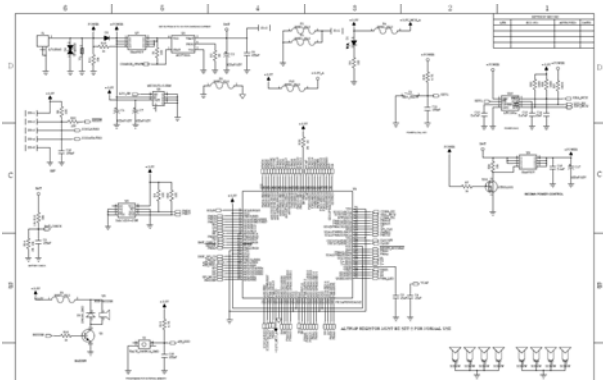


그림 2. Smart HACCP 단말기의 전원 및 MCU 부  
 Fig. 2. Power & MCU parts of smart HACCP device.

확보할 수 없기에 본 연구에서는 마이크로칩사의 MCP3428을 이용하여 16 bit ADC를 구현하였다[2].

본 연구는 WCDMA-LTE 망을 기반으로 한 연구이다. 따라서 본 단말기의 내부 블록에 LTE MODEM이 반드시 장착되어야 한다. 본 연구에서는 LG이노텍(주)에서 개발 및 판매중인 WDLX-LU100-F모뎀을 적용하여 설계하였다[3]. 본 모뎀의 자세한 사양은 생략하도록 한다.

본 단말기는 향후 스마트폰과의 원활한 연동 및 데이터 공유를 위해 블루투스 4.0기반의 무선모듈을 적용하였다. 그 이유는 블루투스 4.0의 주요 기능중 하나가 상호 페어링 없이 브로드캐스팅 통신이 가능하다는 이점 때문이다. 향후, 포터블 센서나 스마트폰과 블루투스 4.0 모뎀을 통하여 데이터를 수집하거나 전송하는 것이 가능하도록 본 모듈이 탑재되었다.

학교급식소에 여러 대의 Smart HACCP 단말기를 장착해야 하는 경우 모든 단말기에 LTE 모뎀탑재하면 그 운용비 측면에서 매우 불합리한 결과를 얻을 수 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 본 단말기에는 424 MHz 모뎀을 통하여 단말기 간 상호 서브넷(sub-net)을 구현할 수 있도록 설계되었다. 이를 위해 본 단말기 내부에는 424 MHz 대역의 무선 모뎀을 설계하여 추가되었다. 424 MHz 대역의 경우, 그 주파수가 비교적 장파여서 학교 급식소 내 취약한 전파환경을 효과적으로 이용할 수 있는 모뎀이다.

Wi-Fi 모뎀은 향후 테블릿 PC와의 연동을 통한 시스템 모니터링, 시스템 설정, 시스템 업그레이드 등을 지원하기 위해 설계되었다.

단말기에서 현재 온도, 습도 식중독지수, 시스템 상태 등을 사용자가 쉽게 알아볼 수 있도록 320\*240 TFT-LCD를 장착하였다. 모든 단말기의 정보는 이 화면을 통해 실시간으로 표시되며 동시에 원거리의 서버에 LTE망을 통하여 전달되게 된다. 각 학교의 상황에 알맞게 시스템의 내부를 설정시 터치화면을 이용하여 설정이 편리하도록 설계하였다.

마지막으로 본 센서류, 모뎀류 및 TFT-LCD화면이 원활히 동작하기 위해 가장 중요한 것이 MCU이다. 본 연구에서는 임베디드 OS 없이 이를 효과적으로 처리하기 위해 마이크로칩사의 PIC24FJ256DA210 16BIT 프로세서를 탑재하였다[4].

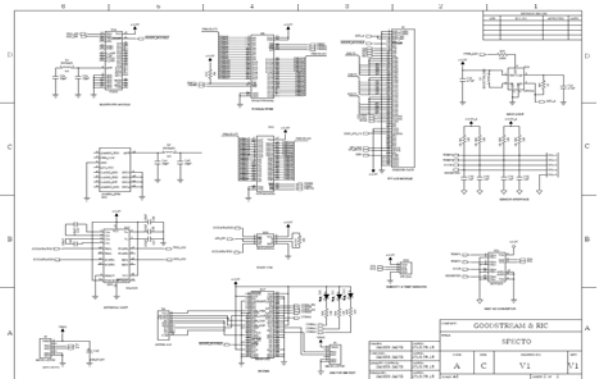


그림 3. Smart HACCP 단말기의 MODEM 및 ADC  
 Fig. 3. MODEM & ADC parts of smart HACCP device.

본 프로세서는 OS없이 TFT-LCD 및 외부 통신모듈과 완벽히 제어가능하며 시스템도 매우 안정적이다. 그림 2와 3은 그림 1을 기반으로 설계된 최종 설계도이다.

그림 4는 제작된 단말기에서 LTE망을 통해 특정서버로 전송한 데이터를 보여주는 웹페이지이다. 단말기에서 수집된 온도 및 습도의 정보는 LTE 망을 통하여 특정서버로 전송되며 이를 사용자가 실시간으로 확인할 수 있도록 하였다.

그림 5는 제작된 단말기의 구동화면을 보여주고 있다. 단말기의 구동 현황 및 온습도에 대한 정보는 320\*240 TFT-LCD에 항상 보여주고 있으며 이 데이터는 LTE 망을 통하여 서버로 전송되어진다.

그림 6은 제작된 단말기의 최종 사진이다.

번호	온도	습도	시간	위치
0001	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0002	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0003	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0004	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0005	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0006	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0007	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0008	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0009	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0010	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0011	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0012	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0013	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0014	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0015	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0016	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0017	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0018	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0019	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0020	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0021	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0022	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0023	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0024	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0025	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0026	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0027	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0028	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0029	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0030	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0031	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0032	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0033	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0034	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0035	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0036	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0037	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0038	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0039	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0040	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0041	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0042	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0043	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0044	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0045	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0046	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0047	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0048	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0049	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0050	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0051	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0052	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0053	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0054	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0055	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0056	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0057	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0058	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0059	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0060	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0061	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0062	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0063	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0064	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0065	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0066	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0067	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0068	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0069	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0070	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0071	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0072	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0073	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0074	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0075	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0076	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0077	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0078	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0079	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0080	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0081	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0082	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0083	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0084	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0085	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0086	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0087	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0088	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0089	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0090	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0091	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0092	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0093	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0094	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0095	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0096	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0097	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0098	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0099	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A
0100	27.9	99.9	2014-10-10 10:00:00	A

그림 4. 단말기에서 서버로 전송한 온습도데이터  
 Fig. 4. Temperature and humidity data sent to the server in the terminal.



그림 5. 단말기 구동 화면  
 Fig. 5. 320\*240 TFT-LCD preview.



그림 6. Smart HACCP 단말기  
 Fig. 6. WCDMA-LTE terminal for smart HACCP.

#### IV. 결론

본 논문에서는 HACCP 인증시스템의 효과적인 관리를 위하여 학교급식소에 설치 및 운영가능한 WCDMA-LTE 기반의 단말기를 설계하였다.

현재 초·중·고 각급학교의 급식실 환경과 관련하여 Smart HACCP 시스템을 구축하기 위해 주방기기, 냉장고 및 식품 저장창고 등의 온도 및 습도 정보를 WCDMA-LTE 망을 이용하여 실시간으로 모니터링하는 단말기를 설계였고 이를 제작하였으며 현재 시스템안정화 및 상용화를 위해 개선중에 있다.

향후 본 단말기를 이용하여 비닐하우스의 원격관리 및 제어 등이 가능하며 다양한 응용제품으로의 활용이 가능할 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

- [1] Ministry of health and welfare: Trend analysis of the HACCP certification, Ministry of health & welfare, Korea, pp. 4-13, 2008.
- [2] Microchip Technology Inc.: MCP3426/7/8 Data Sheet, Microchip Technology Inc, USA, DS22226A, pp. 1-12, 2009.
- [3] LG Inotek: WDLX-LU100-F Application Note, LG Inotek, Korea, pp. 4-20, 2012.
- [4] Microchip Technology Inc: PIC24FJ256DA210 Data sheet, Microchip Technology Inc, USA, DS39969B, pp. 36-256, 2010.
- [5] C. B. Kim, K. H. Kim, "An empirical study on the causal relation of supply chain traceability, transparency, sharing information, performance in HACCP of the Korean food industry," *The Journal of Korea Association for International Commerce and Information*, Vol. 15, No. 4, pp. 47-68, Dec. 2013.
- [6] C. W. Kim, Evaluation of safety management levels of ready-to-eat foods and manufacturing environment by HACCP system, Master's degree, ChungAng University, Seoul, Korea, 2013.
- [7] C. W. Lee, S. J. Lee, K. G. Jung, S. B. Jung and G. H. Uem, "Monitoring system of food poisoning index using smart RFID tag," in *Proceeding of the Institute of Electronics and Information Engineers*, Jeju: Korea, pp. 1913-1915, 2012.
- [8] J. H. Hong, D. H. Cho, "Comparative analysis of the prerequisite items applicable to the HACCP in livestock processing plants," *The Journal of Food Hygiene and Safety*, Vol.23, No. 1, pp.19~25, 2008.



#### 장 문 기 (Moon-Kee, Jang)

2008년 2월 :청주대학교 전자공학과 박사수로  
 2008년 4월 ~ 현재 : (주)알아이씨 대표이사  
 ※관심분야 : 이동통신, 대역확산통신, 통신시스템 디자인 및 설계



#### 박 진 수 (Jin-Soo, Park)

1975년 2월 : 한양대학교 전자공학과 (공학박사)  
 1978년 2월 ~ 2013년 8월 : 청주대학교 전자공학과 교수  
 2013년 9월 ~ 현재 : 청주대학교 명예교수  
 ※관심분야 : 이동통신, 오류정정, 대역확산통신