콜드 체인을 위한 환경 모니터링 기술에 관한 연구

A Study on the Technology for Cold Chain with Environmental Monitoring

손 영 달, 은 창 수*
(주)에스이지, 충남대학교 교수*

Son Youngdal, Eun Changsoo*
SEG Co., ltd., Chungnam National University*

요약

본 논문에서는 냉동, 냉장 운송이 필요한 콜드체인 시스템에서 운송 상태를 모니터링 할 수 있는 기술에 대해 제시한다. 다양한 특수 운송물들이 변질되지 않도록 하기 위해서는 적절한 환경을 유지하여야 하며 운송물의 종류에 따라 온도, 습도, 진동, 조도 등 다양한 환경들이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 이러한 환경 센서들과 운송물의 위치를 측정하여 원격지 서버로 전송할 수 있는 콜드체인 단말기와 측정값과 위치 값을 실시간 모니터링 할 수 있는 서버 프로그램을 구현하였으며 실제 도로 주행을 통해 센서 측정값과 위치 값들이 정상적으로 모니터링 되는지 시험하여 측정 및 전송의 신뢰성을 검증하였다.

I. 서론

1. 연구의 배경과 목적

콜드 체인이란 온도에 민감한 식료품, 바이오, 화학물질 등이 변질되지 않도록 저온 유지를 하여 배송하는 방식을 말하며, 최근에는 온도뿐만 아니라 빛, 습도, 진동 등 다양한 외부 환경에 의해 변질될 수 있는 화물들을 안전하게 배송하기 위한 기술에 대한 필요성이 대두되고 있으며, 이러한 배송 환경을 모니터링하기 위해서는 다양한 센서와 위치 측정을 위한 GPS, 원격지 서버로 데이터 전송을 위한 wCDMA 등 많은 기술들이 필요하며 특히 배터리로 구동되어야 하므로 저전력 설계 또한 필수적이다.

최근 글로벌 배송업체인 Fedex, DHL에서는 배송물의 온도, 조도 등 일부 환경 데이터를 측정하여 실시간 모니터링을 하여 고객들에게 배송 환경 데이터를 제공하는 서비스를 실시하고 있으며 배송업체인 TNT 또한 중국과 동남아에서 실시간 물류 추적 서비스를 제공하고 있어 향후 관련 시장이 급격히 성장할 것으로 예상된다.

따라서, 본 연구에서는 하나의 단말기로 온도, 습도, 조도, 진동과 위치 정보를 실시간 측정하여 wCDMA로 원격지 서버로 환경 데이터를 전송하여 모니터링 할 수 있는 기술을 제시하고자 한다.

2. 연구의 범위와 내용

본 연구에서는 4종의 환경 센서와 GPS로 위치를 측정하여 wCDMA로 전송할 수 있도록 구현하였으며 사용한 센서는 표1과 같다.

표 1. 환경 센서 종류

구분	센서명	성능
온도	NTC	-40~ +100℃
습도	SHT20	0~100%RH
진동	BMA250	0~16g
조도	CDS	0~65535lx

위치 추적을 위하여 16dB의 LNA Gain을 갖는 Active 안테나와 UBLOX사의 UBX- M8030 GPS 모듈을 사용하였으며 주요 성능은 표2와 같다.

표 2. GPS 성능

항 목		성능
주파수		1561.098MHz
채널수		72
동작 시간	Cold start	30초
	Warm start	26초
	Hot start	3초
수신감도		-143dBm
정확도		2.5m

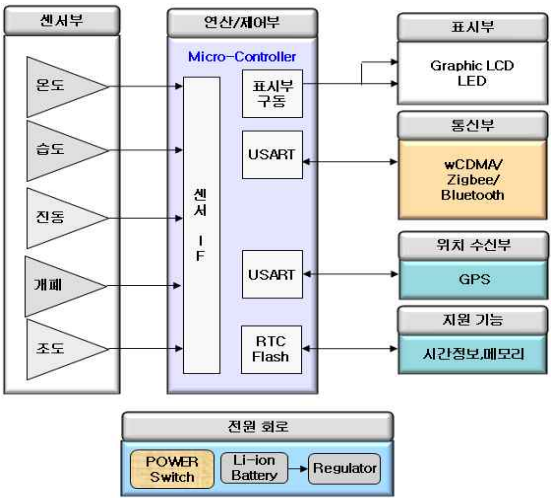
원격지 서버로 센서값과 위치 값을 전송하기 위한 wCDMA 칩셋은 Qualcomm사의 QSC6270을 사용하였으며 주요 성능은 표3과 같다.

표 3. wCDMA 성능

항 목	성능
Main chipset	QSC6270
Frequency Range	2100MHz
Receiver Sensitivity	-106dBm
Data speeds	3.9Mbps DL 384Kbps UL

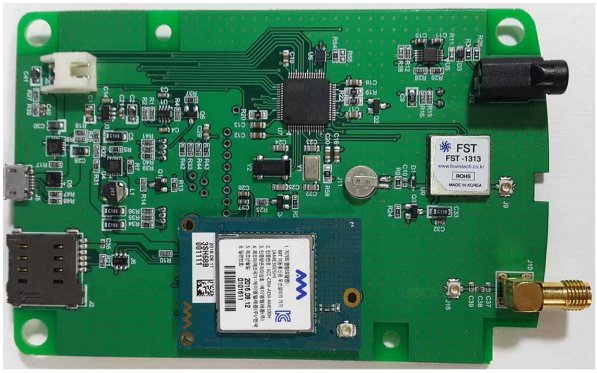
콜드체인 단말기의 구성은 환경 측정 센서와 센서 값들을 처리하는 마이크로프로세서, 측정값을 표시하는 표

시부와 통신부 그리고 배터리 충전과 전압 조절을 위한 전원부로 구성이 되며 센서의 측정 시간은 RTC를 사용하였을때 크리스탈 오차로 인해 시간 오차가 발생하여 wCDMA의 표준시간 정보를 사용하였다.



▶▶ 그림 1. 콜드체인 단말기 블록다이어그램

블록다이어그램을 기반으로 회로설계와 PCB를 제작하였으며 wCDMA 통신 품질을 고려하여 4Layer로 설계하였고, 충전 커넥터와 USIM 커넥터, 센서 연결 커넥터, wCDMA 안테나를 부착할 수 있는 커넥터를 배치하였다.

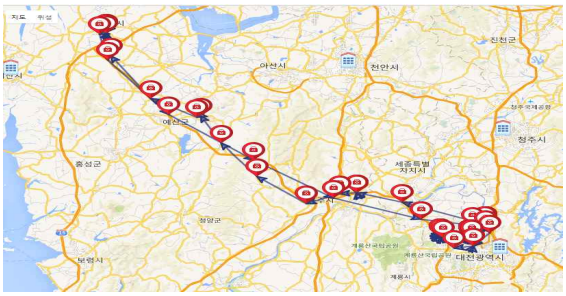


▶▶ 그림 2. 콜드체인 단말기 PCB

3. 설계 시스템 시험

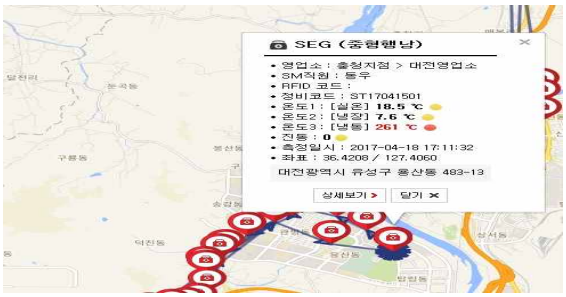
개발한 시스템을 시험하기 위하여 콜드체인 단말기를 차량에 탑재한 후 도로 주행을 통해 측정 데이터와 위치 값이 서버로 정상적으로 전송이 되는지 시험하였으며, 위치 값은 시간대별로 지도상에 표시되도록 하였고 측정값은 리스트 형식으로 보여지며 지도상에서 위치 포인트를 클릭하면 해당 지역과 시간대에서의 측정값이 표시되도록 하였다.

그림3은 설계한 콜드체인 단말기를 차량에 탑재하고 대전에서 당진까지 왕복한 데이터로 붉은 원으로 표시된 것이 센서와 위치 데이터가 수신된 장소이다.



▶▶ 그림 3. 콜드체인 위치 정보 모니터링 화면

이 원을 클릭하게 되면 그림4와 같이 콜드체인 단말기의 고유 번호와 측정한 센서 값과 측정 시간, GPS 좌표값을 확인할 수 있다.



▶▶ 그림 4. 측정 데이터 세부 항목

또한 측정데이터가 서버로 수신된 시간 순서로 그림5와 같이 순서대로 확인할 수 있도록 하여 배송 환경 상태를 자세히 볼 수 있도록 구현하였다.

차트정보 상세정보

수집일시	구분	온도	습도	조도	진동	배터리
04-19 15:29	실온	22.5	36.7	403	0	99
04-19 15:34	실온	22.5	36.4	436	0	99
04-19 15:39	실온	22.5	36.2	439	0	99
04-19 15:44	실온	22.5	36.2	447	0	99
04-19 15:49	실온	22.5	36.1	464	0	99
04-19 15:54	실온	22.9	36.2	3	0.2	99
04-19 15:59	실온	23.1	36.3	3	0	99
04-19 16:04	실온	23.4	36.2	3	0.2	99
04-19 16:09	실온	23.5	36.2	3	0.2	99
04-19 16:14	실온	23.6	36.3	15	0.5	99
04-19 16:19	실온	23.5	36.3	3	0.4	99

▶▶ 그림 5. 측정 데이터 리스트 뷰

Ⅱ. 결론

본 논문에서는 배송물의 환경과 위치를 실시간 모니터링할 수 있는 기술을 구현하였으며 서버 관제 프로그램에서 배송물의 현재 위치와 배송물의 환경 상태를 파악할 수 있음을 확인하였다.

이를 통해 온도, 습도, 진동, 조도 등 배송물의 환경과 위치를 실시간 모니터링 하여야 하는 콜드체인 분야에 활용 가능성이 높을 것으로 사료되며 향후 배송물의 환경 조건을 설정하여 설정 조건을 벗어나는 경우 자동으로 관리자에게 알람을 주어 조치를 할 수 있는 기술과 자동으로 환경 조건을 제어할 수 있는 기술 분야에 대한 연구 개발을 지속해 나갈 계획이다.