
Array 검출모듈 신호처리 System의 Test Software Program 개발

박지오* · 성소영** · 김영길***

*아주대학교

Development of Test Software Program for Detection Array Module Signal Processing System

Ge-O Park* · So-Young Sung** · Young-kil Kim***

*Ajou University

E-mail : parkgeo@ajou.ac.kr

요 약

전 세계적으로 해운물류 안전 보안체계가 강화됨에 따라 국가물류보안 체계 구축을 위한 해운물류 안전 보안 핵심기술 개발이 이루어지고 있다. 또한 미국에서 2018년 시행예정인 컨테이너 사전 100% 전수검사에 대응하기 위한 컨테이너 검색기의 핵심구성 요소인 Array 검출 System의 국산화 개발이 필요하다.

본 논문에서는 현재 자체 개발한 Test Digital 신호처리 Board를 가지고 TI-RTOS(Texas Instruments - Real Time Operating System)를 이용하여 개발한 Test Software Program을 제안한다.

ABSTRACT

Shipping and logistics safety, security system is strengthening worldwide, the development of shipping and logistics safety security core technology for national security logistics system construction has been carried out. In addition, it is necessary to localize the Array Detection System, which is a core component of the container search machine, to cope with the 100% pre-inspection of the container scheduled for 2018 in the United States.

In this paper, we propose a test software program developed by using TI-RTOS (Texas Instruments - Real Time Operating System) with a test digital signal processing board which is developed self development.

키워드

array, signal processing, TI-RTOS, test program

I. 서 론

전 세계적으로 방사선 노출 위험에 대한 경각심이 높아지며 국가물류보안 체계에 대한 방사선 검출 기술 개발이 활발히 이루어지고 있다. 항만에서 수입 컨테이너 화물을 검색할 때 X선을 필요한 3차원 컨테이너 검색대 형태의 대규모의 검색이 이루어지고 있다. 또 한 미국에서 2018년 시행예정인 컨테이너 사전 100% 전수검사에 대응하기 위해 현재 광양항에 컨테이너 검색기 Test Bad내에 구축되어 있는 Varian Medical System사의 CIS9 대체하는 검출 System의 국산화 개발이 필요하다.

Array 검출 System은 국내에서 연구개발이 꾸준히 진행되고 있으며, 앞으로 Varian Medical System사의 CIS9 및 타사검출기보다 간소화, 고성능 그리고 안정적이어야 한다. 현재 개발되고 있는 Array 검출 System은 Detector signal processing Test Board를 통해서 Array Detector 구동 드라이버 개발을 진행했고 X-ray가 Photodiode통해 들어오는 신호를 ADC 할 ADC chip성능 test도 진행하였다. Detector signal processing Test Board는 Ethernet Port와 Hexa Switch, Dual Port DPRAM, UART, Nor Flash, SD Card, M4 MCU로 구성되어있다. 이 Test Board를 가지고 Array Detector 구동드라이버 개발을 진행

하였고 TI-RTOS(Texas Instruments - Real Time Operating System)을 기반으로 User Application에 여러 Task들을 작업하였다.

본 연구에서는 현재 자체 개발한 Digital Signal Processing Test Board를 가지고 TI-RTOS(Texas Instruments - Real Time Operating System)를 이용하여 개발한 Test Software Program에 대한 연구를 진행하였다. Array 검출 System의 모든 Digital 처리가 가능한 최적의 M4 MCU를 사용했기 때문에 타사제품보다 가성비가 좋다. 이 M4 MCU를 사용하여 GPIO control, SRAM R/W, RS232를 통한 Console등을 개발한 Test Software Program을 제안한다.

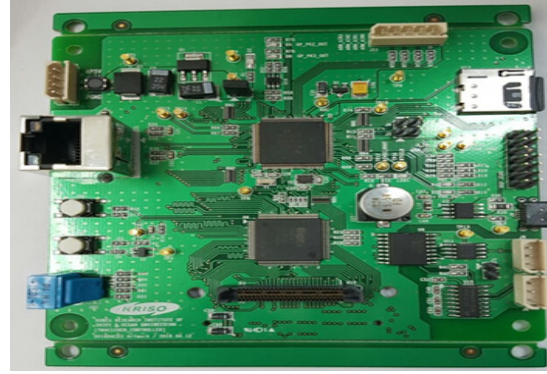


그림 2. Test Board 앞면

II . Digital Signal Processing Platform

2.1. Detector signal processing Test Board

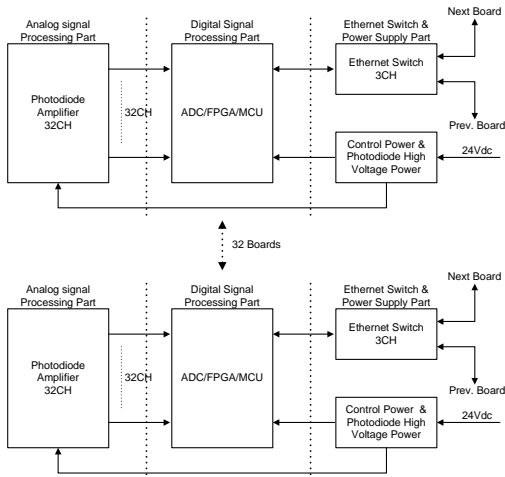


그림 1. System Block Diagram

그림1은 Array 검출 System의 전체적인 System Block Diagram이다. 이 System 블록도에서 개발된 Digital Processing 부분은 Digital Signal Processing Part에서 MCU부분과 그림1에 3번째 part인 Ethernet Switch부분이다. 32ch Photodiode에서 각각의 신호를 받으면 Amplifier를 통해서 들어온 신호가 ADC되고 ADC된 data들을 MCU가 받아서 Ethernet으로 중앙 pc에 전송해주는 방식이다. 이 처리방법을 총 32개, 1024개 채널에서 Real Time으로 중앙pc에 전송된다.

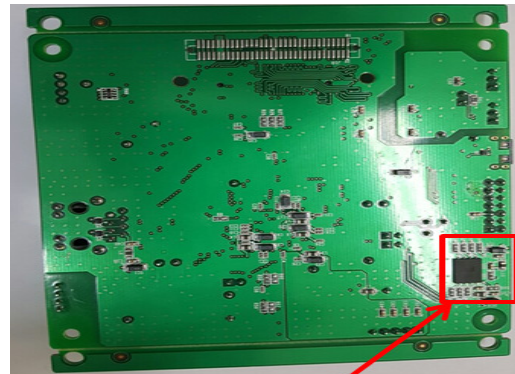


그림 3. Test Board 뒷면 및 설명

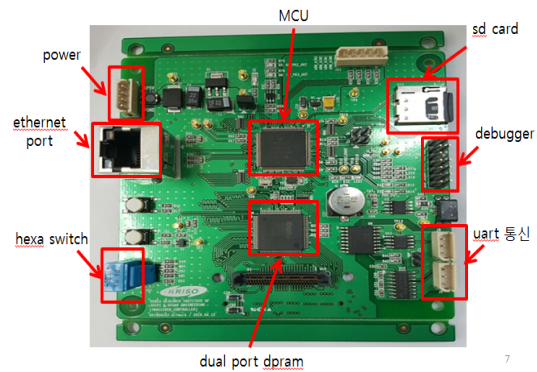


그림 4. Test Board 기능 설명

위에 그림들은 Array Detector 구동드라이버 개발을 진행 한 Detector signal processing Test Board이다. 그림2와 3을 보면 Test Board는 크게 NOR Flash, Ethernet Port, Hexa Switch, Dual Port DPRAM, SD card, UART, M4 MCU로 구성되어 있다. Array 검출 System에서 M4 MCU를 사용한 이유는 여러 가지 기능들이 구현이 가능하지만 크게 Ethernet을 사용할 수 있는 최소의 MCU이기 때문이다.

표 1. TN4C129ENCPDT Microcontroller Overview

Feature	Description
Performance	
Core	ARM Cortex-M4F processor core
Performance	120-MHz operation; 150DMIPS performance
Flash	1024 KB Flash memory
System SRAM	256KB single-cycle System SRAM
EEPROM	6KB of EEPROM
EPI	8-/16-/32-bit dedicated interface for peripherals and memory
Communication Interfaces	
UART	Eight UARTs
Ethernet MAC	10/100 Ethernet MAC
Controller Area Network(CAN)	Two Can 2.0 A/B controllers

표1은 M4 MCU에 대한 Overview이다. 여러 SPEC에 대해 정리되어 있다.

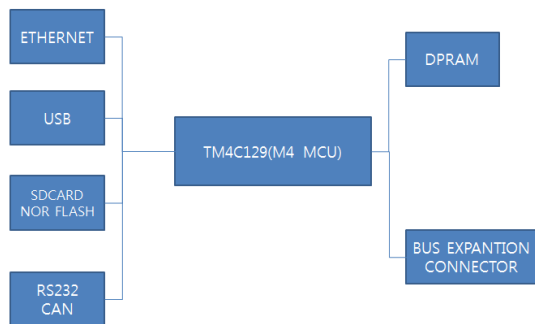


그림 5. Test Board Block Diagram

그림5는 Test Board의 Block Diagram을 표현하였다. M4 MCU가 Ethernet, DPRAM, USB등을 제어 할 수 있게 개발하였다.

III. Array Detector 구동 Driver 개발

3.1. Functional Block Diagram

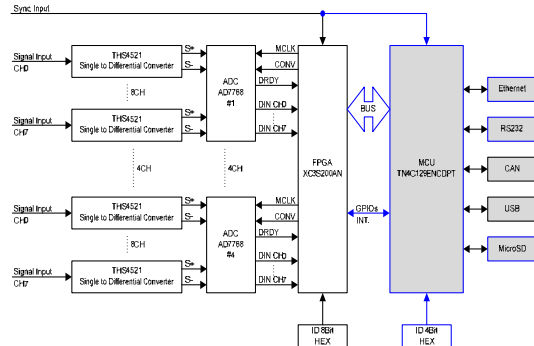


그림 6. Functional Block Diagram

Array 검출 System의 Functional Block Diagram이다. 파란색으로 칠해진 부분들이 Test Board에서 개발된 Task들이다. 통합 Signal Processing Board에는 그림6 왼쪽부분에 FPGA와 ADC, Converter, Amplifier등이 붙어있다.

3.2. 실험환경

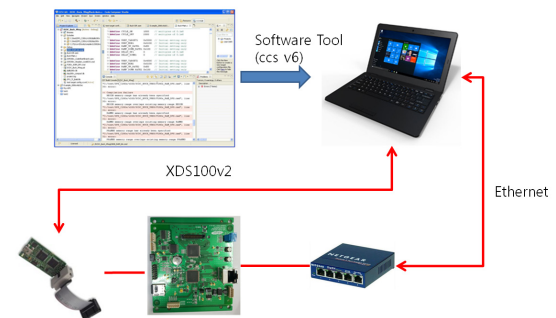


그림 7. 실험 환경

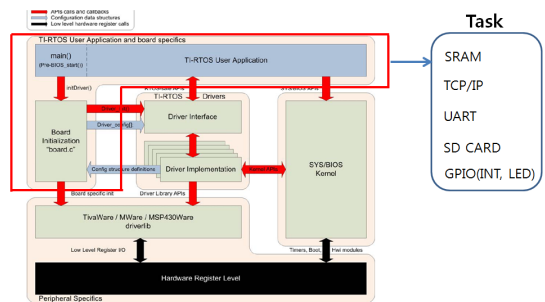


그림 8. TI-RTOS

그림7을 보면 Software Tool로는 TI사에서 제공하는 CCS V6를 사용하였다. 본 연구에서 개발한 Test Program은 TI-RTOS기반으로 작동되기 때문이다. Test Board는 XDS100v2라는 debugger치와 연결되어 PC에서 program을 다운받는다. 또 한 Ethernet port와 연결되어 PC와 통신을 주고 받는다.

3.3. Software Block Diagram

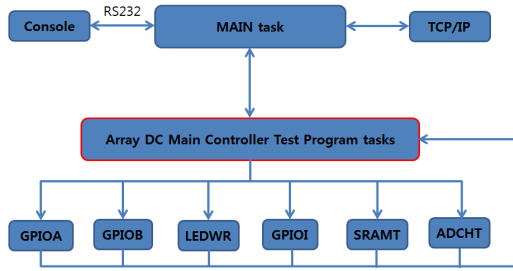


그림 9. Software Block Diagram

그림9의 블록도를 보면 크게 Main Task가 먼저 시작된다. 시작됨과 동시에 RS232를 통해 Console과 연결되고 TCP/IP로 PC와 연결이 된다. 이제 UART를 통해 여러 Test등을 진행할 수 있는 Test Program으로 진입한다. 여기서 그림9의 GPIOA, SRAMT등의 명령어를 입력함으로써 Test를 진행할 수 있다. GPIOA, GPIOB는 GPIO 제어등을 가능하게 하는 명령어이고 LEDWR은 LED 제어, GPIOI는 GPIO Interrupt를 test하고 SRAMT는 SRAM test하는 명령어이고 ADCHT는 가상의 AD처리된 data들을 PC로 전송하여 확인하는 명령어이다.

3.4. Test Program 실행 결과

```

*****
* Array DC Main Controller Test Program Version 1.0
* Programming By Soyounng SUNG, geo-Park
* riverblu@kriso.re.kr, parkgeo@jou.ac.kr
* Jan 10 2017 17:18:12 Built
*****
* Type HELP for command dispaly
*****
ARD> HELP
-----
Command Display
-----
GPIOA GPIOB LEDWR WRCS6 RDCS6 GPIOI SRAMT ADCHT
HELP
-----
ARD>

ARD> gpioa
Board_GPIOA:0
ARD> ledwr 1,1
Board_LED0:0
ARD> ledwr 2,1
Board_LED1:0
ARD> gpioi
Board_GPIOI:0
ARD> gpiob
Board_LED0:0
Board_LED1:0
Board_LED2:0
Board_LED3:0
ARD>

ARD> sramt
SRAM Test passed: ALL 0xFFFF
SRAM Test passed: ALL 0x0000
SRAM Test passed: incrementing values
SRAM Test passed: ALL 0xAAAA
SRAM Test passed: ALL 0x5555
SRAM Test passed ALL Pattern
ARD>

ARD> adcht
SD Card Example Program
Type "help" for help.
(1111)
ARD> help
Available commands
help : Display list of commands
? : alias for help
ls : Display list of files
chdir : Change directory
cd : alias for chdir
pwd : Show current working directory
cat : Show contents of a text file
ARD> ls
0 File(s), 0 bytes total
0 Dir(s), 1438084480K bytes free
ARD>
    
```

그림 10. Test 결과 화면

그림10에 가장 위 그림은 Test Program task로 실행된 화면이다. 이 화면에서 명령어를 치면 각

각의 결과를 그림10처럼 보여준다. 왼쪽부터 결과를 말하자면 sramt를 입력하여 모든 패턴이 정상적으로 R/W되면 ALL Pattern이라는 명령어가 출력된다. 그리고 gpioa read, led, sd card test등을 진행하였고 정상적으로 그림10처럼 출력되었다.

IV. 결론

본 연구는 Digital Signal Processing Test Board를 가지고 TI-RTOS(Texas Instruments - Real Time Operating System)를 이용하여 개발한 Test Software Program을 구현하였다.

이러한 Array 검출 System을 개발하면서 타사제품들보다 좀 더 자세한 컨테이너 내부 영상을 획득할 수 있도록 개발할 수 있으며 방사능 물질 뿐만 아니라 위험이 되는 물질들도 탐색되게 개발될 것이다. 현재 검출 Module은 외국제품으로 되어있지만 국산화를 통해 국내에 맞게 최적화시키고 Analog회로와 Digital System을 통합 System으로 자체 개발함으로써 처리속도를 증가 시켜 좀 더 정확한 검출이 가능하도록 기대할 수 있다.

참고문헌

- [1] 박상태 이영석 공역, “방사선 측정기술”, 도서출판 보성, 153~157쪽, 2001
- [2] 전동환 성원호 공역. “(RTOS를 이용한) 실시간 임베디드 시스템 디자인”, 도서출판 의왕, 102~140쪽, 2004
- [3] 미카미 나오키, “C언어에 의한 디지털 신호 처리 입문 : Code composer studio 를 사용한 DSP 프로그래밍”, 도서출판 성안당, 22~35쪽, 2006
- [4] 이용순, “소프트웨어 재사용과 RTOS 추상화를 이용한 모델 기반 임베디드 소프트웨어 개발”, 한양대학교 대학원 석사학위 논문, 11~16쪽, 2008