
PowerPC 및 VxWorks를 이용한 예인배열센서 데이터처리보드 개발

임병선* · 김영길**

*아주대학교 일반대학원 전자공학과 석사과정

**아주대학교 일반대학원 전자공학과 교수

A Design of LAS data processing board using PowerPC and VxWorks

Byeong-Seon Lim* · Young-Kil Kim**

***Ajou University

E-mail : *bslim2jj@ajou.ac.kr, **ykim@ajou.ac.kr

요 약

본 논문은 대한민국 해군의 차세대호위함인 FFX(Fast Frigate eXperimental)에 장착/운용되는 LAS(Line Array Sensor, 예인배열형센서)로부터 A,B,C 그룹 수중음향신호의 시리얼 데이터를 입력 받아 약속된 Protocol로 Packing하여, 고속 데이터통신과 Optic-fiber채널 장거리 전송이 가능한 SFM(Serial FPDP Module)을 통해 신호처리단으로 실시간 전송하는 센서데이터입출력처리보드의 설계/제작 및 시험에 관해 논한다. VME 6U크기의 한정된 보드 공간을 고려하여 Freescale사의 PowerPC계열인 MPC8265 CPU와, FIFO등의 외부디바이스를 줄이고 자체시뮬레이션 데이터생성등을 위해 Altera사의 CycloneIII 계열 FPGA등을 사용하여 설계하고, 실시간 데이터 전송을 보장하며 각종 Device Driver, Peripheral Controller등의 Library를 제공하는 RTOS인 VxWorks를 Porting하여 소프트웨어를 개발하였다.

ABSTRACT

This Paper deal with a design, making a prtotype and test methods of Real-time towed Line Array Sensor Data processing board for fast data communication and long range transmission with SFM(Serial FPDP Module) through Optic-fiber channel. The LAS A,B,C group Data from towed line array sensor which is installed in FFX(Fast Frigate eXperimental) of Korean Navy is packed a previously agreed protocol and transmitted to the Signal processing unit. Consider the limited space of VME 6U size, LAS Data processing board is designed with MPC8265 PowerPC Controller of Freescale for main system control and Altera's CycloneIII FPGA for sensor data packing, self-test simulation data generation, S/W FIFO et cetera. LAS Data processing board have VxWorks, the RTOS(Real Time Operating System) that present many device drivers, peripheral control libraries on board for real-time data processing.

키워드

PowerPC, RTOS, VxWorks, Line Array Sensor, Serial FPDP

1. 서 론

왜 제작보드 또는 상용SBS에 RTOS를 Porting 하여 사용하는가? 궁금하지 않을 수 없을 것이다.

최근 개발되고 있는 Embedded system 및 Firmware를 포함한 소프트웨어들은 네트워크 기능, 고속 통신용 star-fabric 또는 SFM(Serial FPDP Module) 기능, Universal Bus인 VME/PCI

Controller의 사용등 그 기능이 날로 복잡해지고 있다. 그리하여, 예전과 같이 하드웨어 개발자나 프로그래머가 Device driver등을 비롯하여 최종 Application program까지 일련의 개발과정에 있어서 처음부터 끝까지 모든 기능을 다 구현하는 방법으로는 개발 요구기간 내 적기개발과 성능을 만족시키기가 점점 힘들어지고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여, Embedded Operating System을 도입하여 소프트웨어를 개발하는 방법이 확산되어 이제는 널리 쓰이고 있다. 이런 Embedded Operating System의 경우는 Windows와 같은 일반 사무용 컴퓨터의 Operating System과는 달리 여러 가지의 입력 신호에 대하여 실시간(real-time)으로 응답할 수 있어야 하므로 이러한 시스템 소프트웨어를 real-time operating system 즉 RTOS라고 한다.

특히 군장비를 개발하는 방산업계에서도 근래에는 많은 체계 및 부체계 장비의 보드레벨 구성품에 RTOS를 장착하여 사용하고 있다.

저자도 이번 프로젝트에서 차세대 한국형 호위함(FFX, Fast Frigate eXperimental)에 설치될 LAS(Line Array Sensor, 예인배열형 센서)로부터 A,B,C그룹 음향신호 시리얼 데이터를 입력받아서 약속된 프로토콜로 Packing하여 Fiber Optic 채널을 통하여 고속 데이터통신이 가능한 PMC(PCI Mezzanine Card) 모듈인 SFM(Serial FPDP Module)을 통해 신호처리 보드로 센서 데이터들을 전달하는 역할을 하는 보드를 Power PC계열인 MPC8265 CPU를 사용하여 설계/제작하고, 각종 Device Driver, Universal Bus 및 Peripheral Controller등의 Library를 제공하는 RTOS인 VxWorks를 Porting하여 소프트웨어 개발을 하게 되었다.

II. 기존보드대비 개선점

예전 시스템에 적용된 유사보드는 Analog Device사의 ADSP-21060이라고 하는 DSP(Digital Siganal Processing) 전용 마이크로컨트롤러를 사용하여 설계하였었다. 예인배열 센서신호를 전달받는 신호처리단 역시 4개의 ADSP-21060을 사용해 설계된 COTS(Commercial Off The Shelf)제품인 SBC(Single Board Computer)를 사용하였기에, 예인배열센서 데이터의 전달은 CPU가 제공하는 Link Port를 사용하였다. Link Port의 전송속도는 240Mbps로 해당신호를 전송하기에는 적합하였으나 전송거리가 6인치 이내로 제한되어 있어서 VME Shelf등의 모체반에 인접하여 장착되지 않으면 안되었고, 시스템 전송경로 구현 상 어려움

이 많았었다.

본 개발에서는 단종 추세에 있는 ADSP-21060과 같은 DSP전용칩을 지양하고 범용 CPU인 PowerPC계열의 MPC8265를 사용하여 보드를 개발하여 향후 칩 단종시에도 유연한 대처설계가 가능하도록 하였다. 그리고 PCI 2.0 Specification을 지원하는 PMC(PCI Mezzanine Card) 포트를 설계하여 SFM(Serial FPDP Module) PMC상용보드를 장착할 수 있도록 구성하였으며, 신호처리단으로 Fiber Optic 채널을 통해 데이터를 전송하므로 Link Port가 갖는 전송거리상의 제약조건도 무난히 해결하였다. 또한, Link Port의 전송속도인 240Mbps에 비해 SFM은 2.5Gbps로 신호전송을 할 수 있으므로 좀더 실시간처리에 실익이 되도록 설계/제작되었다.

III. 제작 및 구현

보통 제작보드에 대한 개발절차는 (1)요구사항 분석 (2)연동사항 및 데이터량 분석 (3)CPU 및 I/O Interface결정 (4)메모리 맵 및 회로도 작성 (5)PCB Artwork (6)PCB제작 (7)PCB조립 및 H/W 시험 (8)RTOS Porting (9)Application S/W 구현 및 시험의 순으로 진행된다.

우선 요구사항 및 연동사항을 분석해 보면 예인배열센서로부터 이더넷 10Base2형태로 전송되며 다시 아래 그림과 같이 National사의 Serial Interface Adaptor칩인 DP83910A의 송수신 타이밍을 만족하여야 하며, Clock은 19.906560MHz를 사용한다. A, B, C그룹의 50채널데이터 중에서 1~48채널은 음향데이터 이며, 49,50채널은 센서의 heading, roll, depth를 알 수 있는 보조센서데이터로 구성된다.

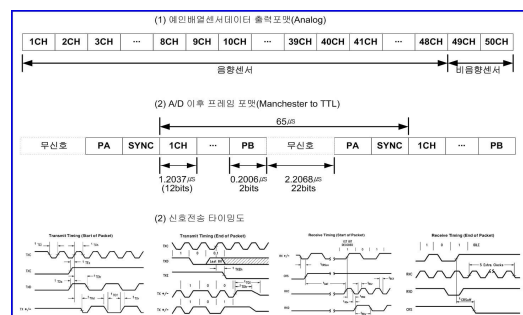


그림 1 . 예인배열센서 데이터포맷

이중 하드웨어 개발과정에 해당하는 (3)~(7)번 과정의 회로도는 다음 그림2처럼 유닉스머신 서버에서 실행되고, 윈도우 터미널에서 원격 지원되는 멘토그래픽의 LMS e-CAD로 작성하였다.

보드의 메모리 맵 역시 그림2를 참조한다.

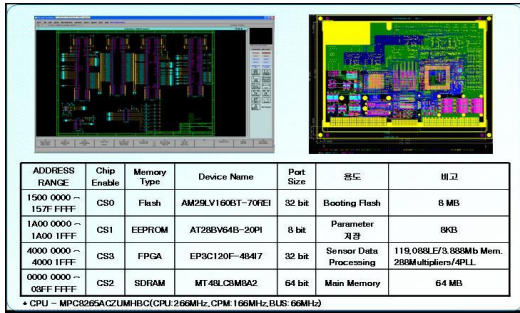


그림 2 . 회로설계 및 메모리 맵

제작보드의 하드웨어 구성 및 모듈별 설계내용은 다음 그림3과 같고, 이중 특이할 만한 사항으로는 PowerPC 계열인 MPC8265는 Local bus를 PCI 2.0 Specification을 완벽히 지원하는 호스트용 버스로 전환하여 사용할 수 있도록 지원하는 부분이다. 이 기능을 이용하여 PMC(PCI Mezzanine Card) 포트를 설계하므로써, 2.5Gbps Optic fiber 채널로 데이터를 고속전송할 수 있는 PMC용 SFM(Serial FPDP Module)을 사용하여 전송 효율을 기존 유사보드 대비 향상시킬 수 있었으며, 광채널을 통하므로 전송거리 역시 거의 제한이 없도록 하여 장비 설치 위치를 임의로 조정할 수 있는 이점을 얻게 되었다.

MPC8265의 주요기능 블록은 크게 3부분으로 나눌 수 있는데, 간단히 살펴보자면 다음과 같다.

- PowerPC
 - EC603 Power PC core
 - 16KB I-cache, 16KB D-cache
 - MMU(Memory Management Unit)
- SIU(System Interface Unit)
 - 60x-compatible parallel system bus (32bits address, 64bits data)
 - Local bus or PCI host (32bits data, 32bits internal and 18bits external address)
 - Memory controller (12 memory bank, SDRAM support)
- CPM(Communication Processor Module)
 - CP : 32bits embedded RISC
 - SDMA2 : 2 serial DMA
 - FCC(Fast Communication Controller) : Fast Ethernet, ATM(155Mbps) support

- MCC(Multi-channel controller) : 256 X 64Kbps HDLC, 8 TDM
 - SCC(Serial Communication Controller) : Ethernet, UART
 - SMC(Serial Management Controller)
- 제작보드의 기능블록은 아래 그림3과 같다.

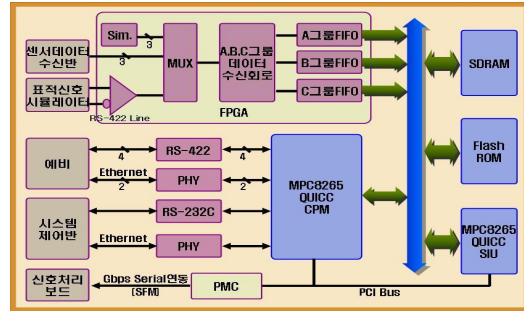


그림 3 . 제작보드의 기능블록

위 기능블록 중 센서데이터는 실전모드시 호위함의 Line Array Sensor로 A,B,C그룹으로 부터 데이터를 수신하며, 훈련모드 장비인 표적신호시물레이터로 부터 RS-422 기준신호로 수신하고, 보드 내부 FPGA에서는 실제 센서신호를 수신할 수 없을 때 자체시험을 하기위해 Simulation 신호를 생성하여 센서 대응 시험을 진행할 수 있도록 설계/제작하였다.

이를 좀더 자세히 살펴보면, 샘플주파수의 1/n 되는 사인파(1920Hz)를 만들면 필요한 샘플수는 8개가 되고, 데이터는 아래와 같다

0, 724, 1024, 724, 0, -724, -1024, -724

위 데이터를 Hex로 표현하면 아래와 같은 데이터를 자체테스트패턴으로 생성하여 시험할 수 있다.

0, 2D4, 400, 2D4, 0, ED4, C00, ED4

이에 대한 Model Simulation 데이터는 다음 그림4와 같다.

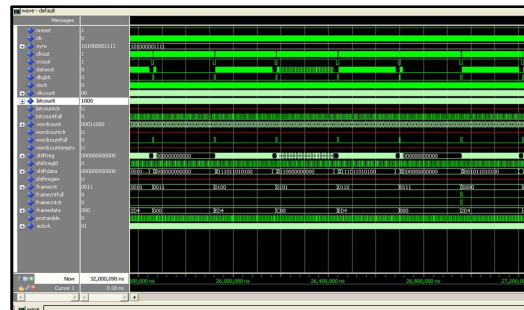


그림 4 . 시뮬레이션 센서데이터

IV. VxWorks Porting 및 S/W구현

요즘은 32bits 이상의 프로세서와 VME, PCI등의 Universal Bus Controller등과 Ethernet, USB, 고속 Serial등의 각종 Peripheral 디바이스들의 Device Driver를 직접 개발하기에는 시간과 비용 측면에서 비교해 보았을 때 적합지 못한 선택이 된다. 그리고 전송하려는 주요 데이터들의 실시간 전달을 보장하려면 RTOS를 보드에 Porting하여 프로그램을 개발하는 것이 좀 더 효율적이고 안전한 선택이 될 수 있다.

Target보드를 제작한 후 Booting 과정을 구현하고 시험하려면 우선 보드에 BSP를 Porting하여야 한다. BSP(Board Support Package)란 특정 하드웨어 환경에서 VxWorks 운영체제가 동작할 수 있도록 하기위해 필요한 Device Drivers를 포함하는 소프트웨어 Package이며, VxWorks 이미지의 한 부분으로 정의할 수 있다. BSP는 하드웨어를 초기화하는 어셈블러파일과 부트스트랩 코드, 운영체제 초기화코드, 그리고 사용자모듈을 호출해주는 코드등의 다양한 C/C++ 소스코드 및 헤더파일들로 구성되어 있다. BSP에 대한 확인한 이해를 위해 아래 그림5로 한눈에 알아볼 수 있도록 정리해 보았다.

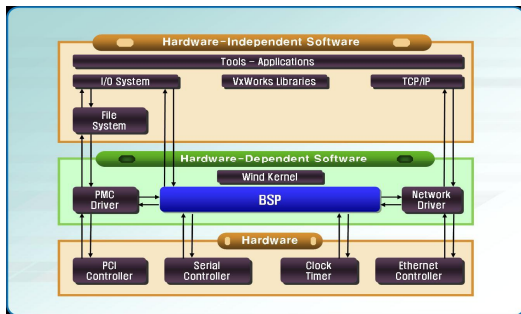


그림 5 . BSP의 구조

상용VME나 cPCI(Compact PCI)용 SBC를 구입해 장비를 제작한다면 보드판매업체나 VxWorks 제작업체인 윈드라이버에서 이미 완성된 BSP를 제공하므로 BSP의 수정이나 Porting작업없이 바로 응용프로그램을 만드는 단계로 넘어갈 수도 있다. 단, 이런 경우에도 제공되는 BSP에서 실제 하드웨어의 모든 기능을 지원하지 않을 경우에는 사용자가 제공받은 BSP를 수정하는 작업이 필요하다.

보드를 자체 제작한 경우 기본적인 하드웨어 디

버깅이 완료되면 BSP를 올리는 작업을 하게 되는데 이 때 유용한 도구가 JTAG에플레이터이다. 에플레이터가 없다면 CPU에 대한 정확한 이해와 내부레지스터 레벨에서의 어셈블러 수준의 디버깅과 모니터링 프로그램을 추가로 작성하여 그야말로 bit수준의 디버깅을 하여야 하기 때문에 요즘은 주로 JTAG에플레이터를 사용하여 하드웨어 및 소프트웨어 디버깅을 하게 된다. JTAG에플레이터를 사용하게 되면 롬에 들어가 있는 코드들을 소스레벨로 한 라인씩 실행을 해가며 변하는 CPU레지스터나 변수 값을 보며 디버깅 할 수 있다. 그리고 원하는 곳에 브레이크 포인트를 설정해서 프로그램의 실행을 제어한다거나, 혹은 프로그램의 수정 없이 동작중인 시스템에서 특정 레지스터나 변수의 값을 직접 바꿔보는 작업등을 할 수 있다. 한마디로 좀 더 수준 높은 디버깅이 가능하다.

Application Program은 VxWorks 통합개발환경인 Workbench3.0으로 개발완료 하였다.

V. 결 론

제작/시험 완성 된 실 보드의 형상은 다음 그림6과 같다.

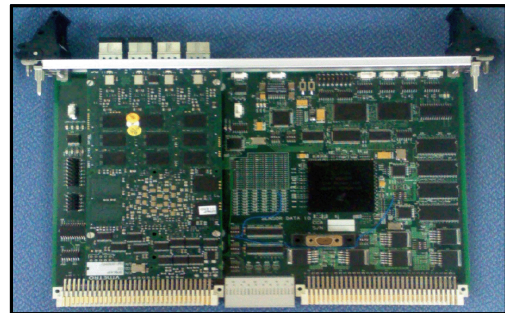


그림 6 . 제작완성 보드형상

실개발 완료 후 신호처리단으로 Optic fiber채널을 통해 2.5Gbps의 DMA 실시간 신호 전송을 확인하였으며, 예인센서 최근접한 곳에 모듈화 시켜 장착하고 광케이블로 전송한다면 거리상의 제한 및 장비실 및 함 전투운용정보실(CIC)에서의 작전 운용여건이 좀더 효율적으로 운용될 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] Motorola, MPC8260 PowerQUICC Family Reference Manual, Motorola, 2003
- [2] Windriver Systems, VxWorks BSP Reference, Windriver Systems, 2006