

# 항공기의 실시간 임무컴퓨터 개발을 위한 멀티코어 테스트베드

구금서\*, 전용기\*  
\*경상대학교 정보과학과  
e-mail: gs@gnu.ac.kr

## A Multi-Core Test-Bed for Developing Real-Time Mission Computers in Aircrafts

Geum-Seo Koo\*, Yong-Kee Jun\*  
\*Dept. of Informatics, Gyeongsang National University

### 요 약

항공기에는 각각의 임무에 맞게 설계된 많은 종류의 임무컴퓨터(Mission Computer)가 존재한다. 여러 센서(Sensor)에서 전송되는 신호를 처리하는 기존의 단일코어 기반 임무컴퓨터는 항공기의 성능 향상에 따른 임무 요구도의 증대와 전장 환경의 변화에 따라 기내 데이터의 양이 급격히 증가하여 정보통신의 실시간성에 한계를 보인다. 본 논문에서는 실시간 운영체제인 VxWorks를 통해서 다중채널 ARINC-429 통신모듈을 실시간으로 제어하는 멀티코어 SBC(Single Board Computer) 테스트베드(Test-Bed)를 제시한다.

### 1. 서론

항공기에는 역할에 따라 많은 종류의 임무컴퓨터(Mission Computer)[8, 12, 13, 14]가 존재하며 이러한 임무컴퓨터는 센서(Sensor)로부터 전해오는 신호를 받아서 처리 후 ARINC-429[1, 2, 9] 통신모듈을 통해서 서로 통신한다. 현대의 항공기는 성능 향상에 따른 임무 요구도의 증대와 전장 환경의 변화에 따라 기내 데이터 양이 급격히 증가하면서 정보통신의 실시간성에 한계를 보인다. 기존의 임무컴퓨터는 단일코어 기반으로 제작되며 요구 성능 구현에 제약이 따른다.

본 논문에서는 실시간 운영체제로 알려진 VxWorks에서 다중채널 ARINC-429 통신모듈을 제어하는 멀티코어 테스트베드(Test-Bed) 시스템을 제시한다. 멀티코어 테스트베드는 SBC(Single Board Computer)로 구성하였으며, 프로세서는 Intel Core 2 duo를 사용하였다. 다중채널 ARINC-429 통신모듈과 SBC는 VME 방식으로 연결되어 동작하도록 개발하였다. 제시한 멀티코어 테스트베드의 동작을 검증하기 위해서 모듈 제작사에서 제공한 API를 사용한 테스트 프로그램으로 안정적인 동작을 확인하였다.

2절에서는 연구배경으로 임무컴퓨터 시스템의 개념과 다중채널 ARINC-429 통신모듈 및 실시간 운영체제에 대해서 알아본다. 3절에서는 제시한 멀티코어 테스트베드의 설계 및 구현 방법을 설명하고 시험 결과를 보인다. 마지막으로 결론 및 향후과제를 제시한다.

### 2. 연구배경

본 절에서는 임무컴퓨터의 역할과 통신모듈에 사용된 ARINC-429 및 실시간 운영체제에 대해서 살펴본다.

#### 2.1 임무컴퓨터

항공기 내부에는 많은 종류의 컴퓨터가 서로 연동되어서 동작하며 이러한 것을 MMC(Mudular Mission Computer)라고 부른다. 즉, 각각의 임무에 맞게 설계되어 모듈방식으로 통합된 것이 통상적으로 미션컴퓨터이다. 조종사의 임무수행을 지원하기 위한 비행운용프로그램(OFP: Operational Flight Program)이 탑재된다. 각각의 독립적인 미션컴퓨터는 항공기 내부 통신 규격인 ARINC-429를 사용하여 하나로 통합 운용된다. 기존에 사용되는 미션컴퓨터는 데이터 전송량이 많지 않으므로 단일코어 기반의 SBC(Single Board Computer)로도 성능에 문제는 없었으나 현재에는 임무 요구도의 증가로 인하여 성능의 한계에 이르고 있으므로 듀얼코어 시스템을 제시한다.

#### 2.2 ARINC-429

ARINC-429는 항공전자 시스템들간의 디지털 데이터 전송에 관한 항공전송산업의 규격으로 장비장착, 와이어링 및 데이터버스 등에 대한 지침을 말하며, 단방향 데이터버스규격(Mark 33 Digital Information Transfer

### 3. 멀티코어 테스트베드

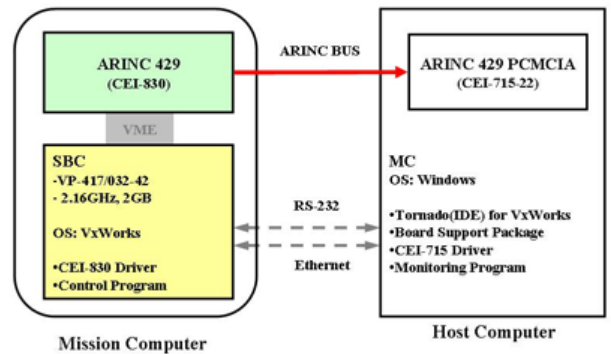
본 절에서는 멀티코어 테스트베드의 개발 및 실험에 대해서 살펴본다.

#### 3.1 설계 및 구현

본 논문에서 제시한 멀티코어 테스트베드의 전체적인 구조는 [그림 2]와 같다. 기본적으로 임무컴퓨터에서 수신하는 여러 신호를 ARINC-429 신호로 변환하고 ARINC BUS를 통해서 호스트 컴퓨터로 전송한다. 임무컴퓨터의 핵심인 SBC(Single Board Computer)는 VME 인터페이스로 연결되며 인텔 Core 2 Duo T7400 프로세서 (VP-417)[7]를 탑재하고 있다. 간략한 사양은 아래와 같다.

- Model: VP-417/032 2.16Ghz(4MB L2 Cache)
- Memory: SDRAM 2GB
- Interface: 2 x PMC/XMC Module

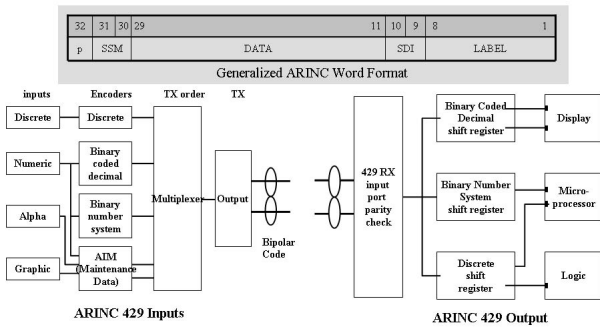
SBC에는 On-Board Storage(Hitachi-160G)를 탑재하였고 이곳에 VxWorks Image, CEI-830 드라이버 및 제어



[그림 2] 테스트베드의 설계



[그림 3] SBC(VP-417) & CEI-830 & On-Board Storage(160G)



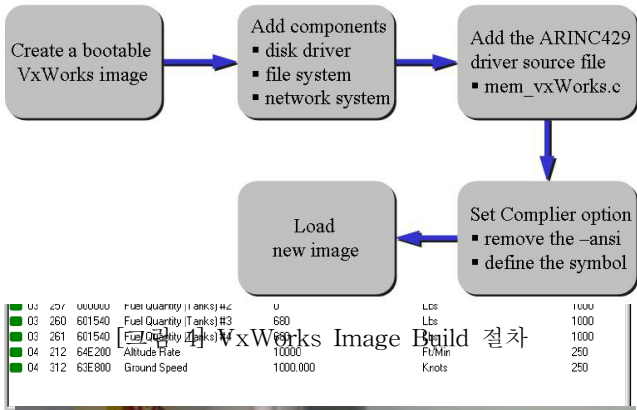
[그림 1] ARINC-429 Word Format & Input/Output

System)으로 알려져 있다. ARINC-429는 대부분의 항공기(특히 민항기)에서 내부 데이터통신규격으로 채택되어 있으며, GE-Fanuc, DDC Excalibur Systems, Ballard Technology 등의 전자장비 업체에서 ARINC-429 통신을 위한 하드웨어 및 소프트웨어를 개발하여 판매하고 있다.

ARINC-429 통신보드는 해당 기능을 가지는 여러 종류의 개발형상에 따라 요구되는 규격이 상이하여 PCI(PCI Mezzaine Card), VME(Versa Module Eurocard), VPX(VITA 46: VME International Trade Association), PC104 등의 규격이 제작되고 있다. 본 연구에서 사용한 ARINC-429 통신모듈은 VME 방식으로 4개의 다중채널을 가지는 GE-Fanuc CEI-830[5, 6]과 2개의 다중채널을 가지는 호스트 컴퓨터용 CEI-715[4]를 사용하였다. ARINC-429의 Word format과 입/출력은 [그림 1]에 나타내었다.

#### 2.3 실시간 운영체제

항공기의 시스템은 입력 신호에 대해서 실시간(real-time)으로 응답할 수 있어야 하며 이러한 시스템 운영체제를 실시간 운영체제(Real-Time Operating System)라고 한다. 윈드리버(Wind River)사의 대표적인 실시간 운영체제인 VxWorks는 선점형 스케줄러 기반의 빠른 멀티태스킹 커널로 빠른 인터럽트 반응과 확장된 태스크간 통신/동기화 기능을 지원하며, UNIX 모델과 호환되는 효율적인 메모리 관리 방식을 따르며, 멀티 프로세서 또한 지원한다. VxWorks용 소프트웨어를 개발하기 위해서 통합개발환경(IDE)인 Tornado[10]를 사용하였다. VxWorks는 일본에서 제작한 아시모 로봇, 화성 착륙선 PathFinder의 운영체제, 항공이나 중요 시설 등에 활용되고 있다. 본 논문에서는 VxWorks 5.5 버전과 Tornado 2.2 버전을 사용하였다.



[그림 5] 테스트베드(Test-Bed)

프로그램을 설치하였다. VME 방식의 CEI-830 통신모듈은 4개는 Rx/Tx 채널을 가지고 있으며 SBC의 제어를 통해서 동작한다. SBC와 CEI-830 및 Storage는 [그림 3]과 같다.

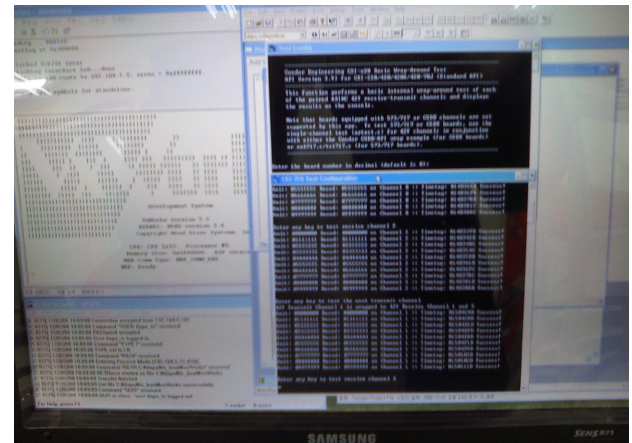
각 모듈의 DataSheet를 참고해서 물리적인 설정이 끝나면 멀티코어 SBC에 VxWorks Image, Driver 및 제어 프로그램을 Wind River사의 통합개발환경(IDE)인 Tornado 2.2를 통해서 프로그램 전송이 가능하다. VP-417/032 프로세서를 사용하기 위해서 해당 보드를 지원하는 BSP(Board Support Package)[11]를 설치하였으며, [그림 4]와 같은 Image Build 절차를 거쳐서 임무컴퓨터의 동작이 가능해졌다. 완성된 임무컴퓨터 테스트베드는 [그림 5] VME 4U/5 Slot Monolithic RACK을 사용하여 구성하였다. 호스트 컴퓨터에서 사용한 ARINC 통신모듈은 2개의 RX와 TX 채널을 가지는 PCMCIA Type의 CEI-715를 사용하였으며 임무컴퓨터에서 전송한 ARINC 신호를 수신하여 여러 가지 용도로 활용할 수 있다.

3.2 시험

본 논문에서 제시한 임무컴퓨터 테스트베드는 정상적인 동작 확인을 위해서 SBC의 VxWorks Image Booting 및 CEI-830 통신모듈의 Driver Self-Test를 수행[그림 6]하여 원활한 동작을 확인하였다. CEI-715의 Self-Test 결과

[표 1] GE-Fanuc API

API Functions(Tx)
• Init Device: <b>ar_loadslv()</b> , <b>ar_set_config()</b>
• Init TX Function: <b>ar_set_config()</b>
• Turn On TX: <b>ar_go()</b>
• Write Data: <b>ar_putword()</b>
• Close Function & Card: <b>ar_close()</b>

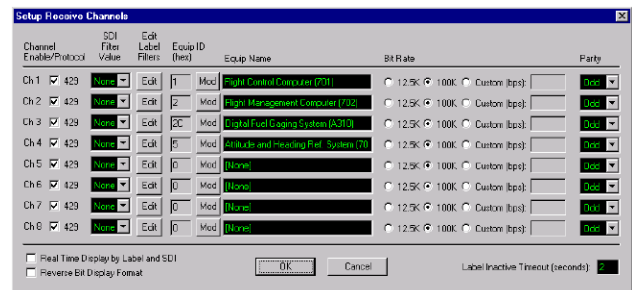


[그림 6] 임무컴퓨터 부팅 및 연결

는 [그림 7]과 같다. 테스트에 사용된 프로그램은 GE-Fanuc에서 제공하는 API를 적용하였다.[표 1] 임무컴퓨터와 호스트 컴퓨터 설정 완료 이후에 다중채널을 설정 [그림 8]하였다. 수신 신호 확인[그림 9]은 GE Fanuc Intelligent의 BusTools[3]를 사용하여 동작이 원활함을 확인하였다.

4. 결론 및 향후계획

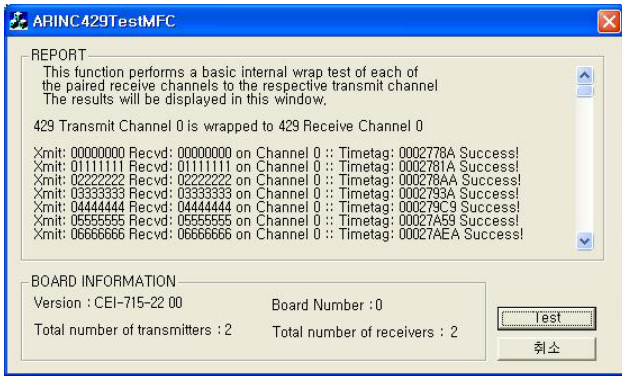
본 논문에서는 단일코어 기반 임무컴퓨터의 한계를 극복한 멀티코어 테스트베드 시스템을 제시하였다. 이 시스템은



[그림 8] 채널별 설정

은 VxWorks 운영체제 하에서 다중채널 ARINC-429 통신모듈을 실시간으로 제어하여 데이터양 증가에 따른 실시간 처리에 뛰어난 성능을 보인다.

향후 지속적인 연구로 시스템의 고가용성 및 고신뢰도



[그림 7] CEI-715 모듈 테스트

와 안정성을 확보하여 임무컴퓨터 시스템에서의 프로그램 디버깅 및 선진 항공 SW와 장비개발에 활용될 수 있으며, 향후 사업의 비행운영프로그램(OPF) 개발사업에도 활용될 수 있을것으로 기대된다.

### 참고문헌

- [1] ARINC Spec. <http://www.arinc.com/>.
- [2] Condor Engineering Inc., *ARINC Protocol Tutorial*, 2002.
- [3] Condor Engineering Inc., *BusTools/ARINC*, 2008.
- [4] Condor Engineering Inc., *CEI-715 User's Manual*, 2003.
- [5] Condor Engineering Inc., *CEI-830 Cable Pinout*, 2001.
- [6] Condor Engineering Inc., *CEI-830 User's Manual*, 2001.
- [7] Concurrent Technologies Inc., *Technical Reference Manual for VP426/23x VME*, 2007.
- [8] James W. Ramsey, *Integrated Modular Avionics: Less is more*, Avionics, February 2007.
- [9] Intercom Electronics Inc., *ARINC429개념*, 2003.
- [10] WindRiver AceTronix, *Tornado Training Workshop Labs*.
- [11] WindRiver AceTronix, *BSP Training Workshop*.
- [12] 반천식, 양상우 “고속 직렬버스를 적용한 임무컴퓨터의 개발,” *한국항공우주학회 추계학술발표논문집*, pp. 554-557, 한국항공우주학회, 2007. 11.
- [13] 양상우, 이진섭, 임성진 “IT 기술을 접목한 항공 임베디드 시스템 개발,” *한국통신학회지 정보와통신*, 25(6), pp. 18-24, 한국통신학회, 2008. 5.
- [14] 문성태, 양승열, 이재억 “임무컴퓨터의 하드웨어 시험을 위한 테스트 소프트웨어 개발,” *한국항공우주학회 추계학술발표회 논문집*, pp. 562-565, 한국항공우주학회, 2008. 11.