

論文

상용 기성품 기반 항공기 임무컴퓨터 구현에 관한 연구

양성욱*, 양준모**, 이상철***

A Study on Implementation of a Mission Computer based on COTS

Sung-Wook Yang*, Jun-Mo Yang** and Sang-Chul Lee***

ABSTRACT

In the development of an avionics system, there is a trend of using commercial-off-the-shelf(COTS) equipments in order to reduce the development cost and time. In this paper, we present an implementation of an aircraft mission computer using the objected oriented software and the COTS equipments. We execute the aircraft guidance software on the system, and measure the calculation time and the used memory. To compare the guidance capability of the software program, we implement the same software logic on DS1104 system. The guidance software program executed on two different systems resulted in the almost identical simulation.

Key Words : COTS(상용 기성품), Avionics system(항공전자 시스템), Mission computer(임무 컴퓨터), Object oriented software(객체지향 소프트웨어), C#, DS1104

1. 서 론

현대 항공기에 있어 항공전자 시스템은 항공전자 기술의 발전과 나날이 증가되는 임무 요구사항으로 인해 중요도와 비용측면에 있어 그 비중이 증가되고 있다[1-3]. 최근 민간 항공기와 군용항공기의 항공전자 시스템은 개발 기간과 개발 비용 절감을 위해 상용 기성품(COTS)를 가능한 활용한 개방형 시스템 구조(Open System Architecture)를 적용하는 추세이다[4-8]. Table 1은 이미 개발 완료된 항공우주 시스템에서 실제 사용하였던 항공전자 시스템들의 예이다. 상용 기성품을 이용하여 스마트무인기의 탑재자료 저장장치를 개발하는 연구가 수행되었고, 지상시험과정을 통해 요구되는 성능을 만족시키는 것을 보였다[9].

Table 1. Aerospace Mission System

	프로세서	메모리	통신 프로토콜	운영체제	개발 환경
초음속 군용기 IMDC	PPC750 266MHz	32MB	1553B	VxWorks	Tornado
SMS	PPC603e 200/300MHz	64MB	1553B	VxWorks	Tornado
KOMPSAT1	80C186 12MHz (16MHz지원)	512KB	1553B	VRTX	ICE
KOMPSAT2	80C186 12MHz (33MHz지원)	512KB	1553B	VRTX	ICE

본 논문에서 상용 기성품은 Intel-core i5-4세대 프로세서를 사용하고 객체지향 언어인 C#을 이용하여 유도항법 알고리즘을 구현하였고, 계산시간과 사용된 메모리를 측정하였다. 비교대상으로 MPC8240 프로세서를 장착한 DS1104와 Matlab/Simulink를 이용하여 동일한 유도항법

2014년 12월 05일 접수 ~ 2014년 12월 29일 심사완료
논문심사일 (2014.12.26, 1차), (2014.12.29, 2차)

* 한국항공대학교 대학원 항공우주 및 기계공학과

** 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부

*** 한국항공대학교 항공우주 및 기계공학과

연락처, E-mail : slee@kau.ac.kr

경기도 고양시 덕양구 항공대학로 76

알고리즘을 구현하였으며, 두 시스템의 경로추종 시뮬레이션 결과를 비교하였다.

2. 본 론

2.1 시스템 구성 및 개발환경

상용 기성품을 이용한 시스템 개발은 항공전자 소프트웨어를 구현하기 위한 Develop PC와 구현된 항공전자 소프트웨어를 실행하기 위한 Target PC를 사용하여 이루어졌다. Target PC는 원하는 서비스를 사용자가 직접 구성할 수 있는 Window Embedded Standard 7을 운영체제로 사용하였다. 상용 기성품을 기반으로 한 시스템은 항공전자 소프트웨어의 계산시간과 메모리 사용량을 측정하기 위해 프로세서와 메모리를 중점으로 선정하였다. Target PC의 프로세서는 Intel-core i5-4세대 3.4GHz (64bit)이며, 메모리 용량은 8GB이다. Develop PC에서는 객체지향 언어인 C#를 이용하여 소프트웨어를 개발하고 Ethernet으로 Target PC에 실행파일을 전송하며, Target PC는 이를 수행하여 결과를 다시 Develop PC로 전송한다. Fig. 1은 상용 기성품을 이용한 시스템의 개발 환경이다.



Fig. 2 DS1104

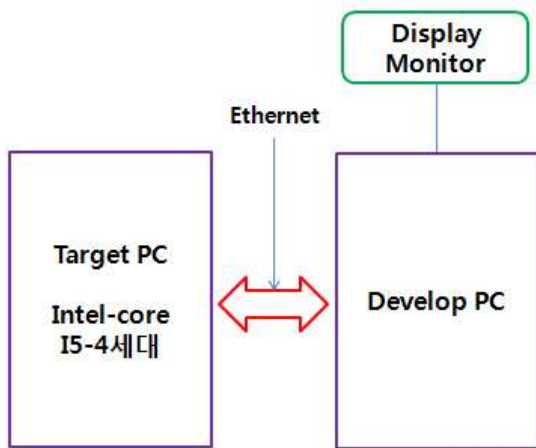


Fig. 1 COTS 시스템 개발 환경

Fig.2는 DS1104이며, PCI BUS로 연결되는 PC의 운영체제상에서 운영된다. 실시간 인터페이스인 DS1104는 PowerPC 기술 기반의 실시간 하드웨어이며[10], Fig. 3은 DS1104를 이용한 시스템의 개발 환경이고, Fig. 4는 DS1104의 컨트롤 데스크를 나타낸다. Table 2에서는 상용 기성품을 이용한 시스템과 DS1104를 이용한 시스템을 비교하였다.

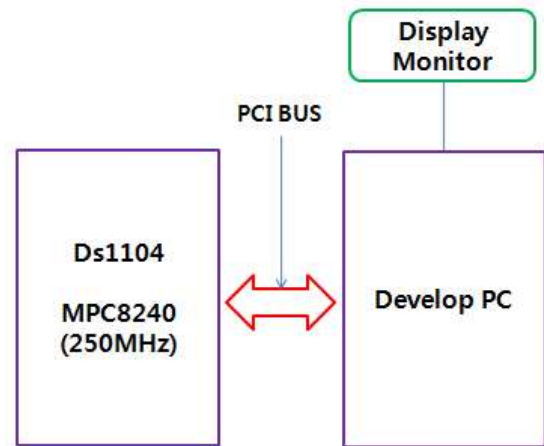


Fig. 3 DS1104 시스템 개발 환경

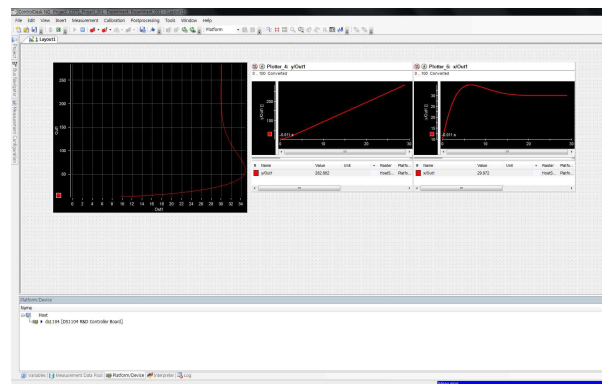


Fig. 4 DS1104 Control Desk

Table 2. Comparison between the System based on COTS and DS1104

	System based on COTS	DS1104
프로세서	Intel-core i5-4세대 (Quad-core) 3.4GHz	MPC8240 250MHz
메모리	8GB	32MB SDRAM
개발 환경	Visual C# 2010 Express	Matlab Simulink

2.2 항공전자 소프트웨어 제작

항공전자 소프트웨어는 Fig. 5와 같이 추종하고자 하는 경로 상의 참고점(reference point)을 이용한 유도 항법 알고리즘을 구현하였다. 유도 항법 알고리즘은 L_1 과 참조점이 이루는 각인 η 가 0이 되도록 한다[11]. 유도 항법 알고리즘의 시뮬레이션 조건은 Table 3과 같다.

$$a_{s_{cmd}} = 2 \frac{V^2}{L_1} \sin(\eta) \tag{1}$$

Table 3. Simulation Condition

Aircraft Speed (V)	10 m/s
Distance between the aircraft and the reference point (L_1)	40 m
Aircraft heading	90° (East)
Desired path	Straight North
Time step (dt)	1ms
Simulation time (T)	30 sec
Aircraft Initial Position (x,y)	$(x,y) = (0,0)$ m

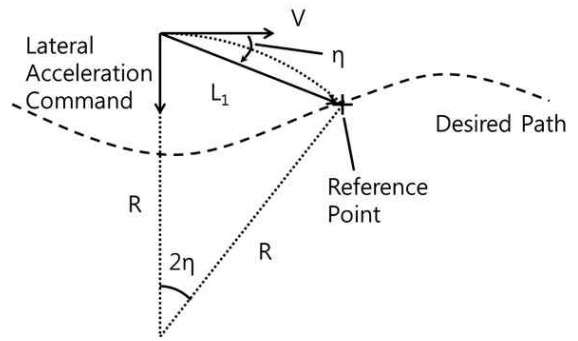


Fig. 5 Diagram of Guidance Logic

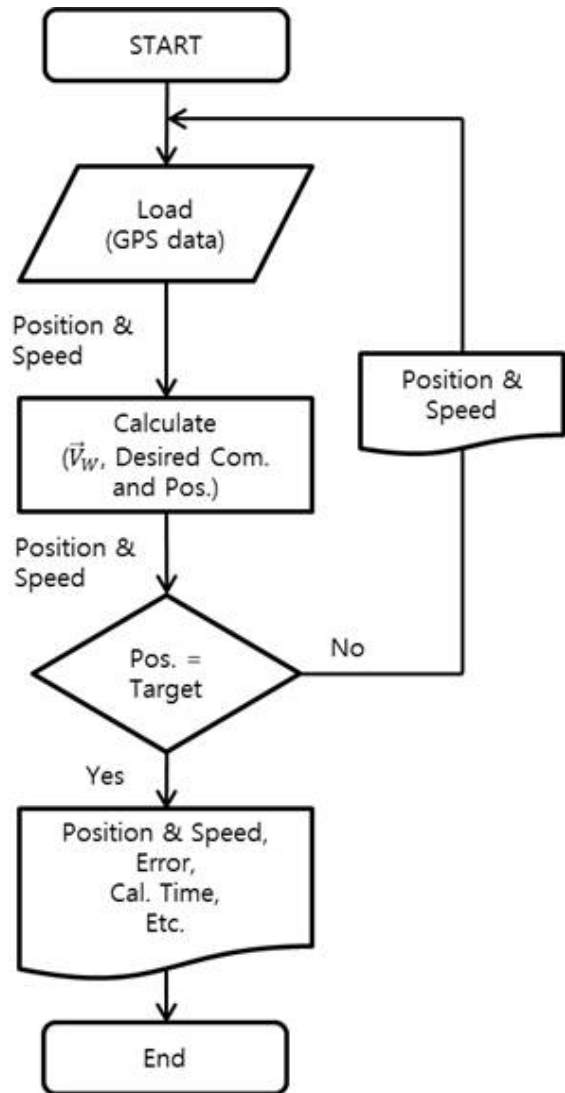


Fig. 6 Guidance Logic Flowchart 1

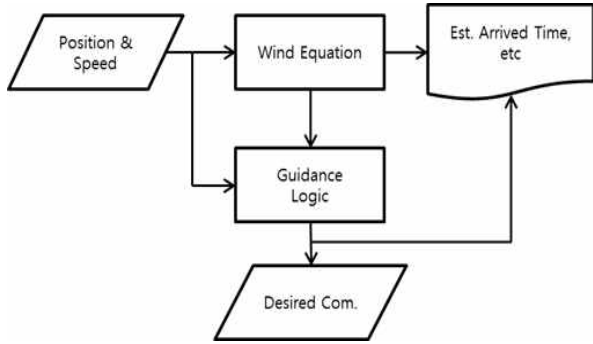


Fig. 7 Guidance Logic Flowchart 2

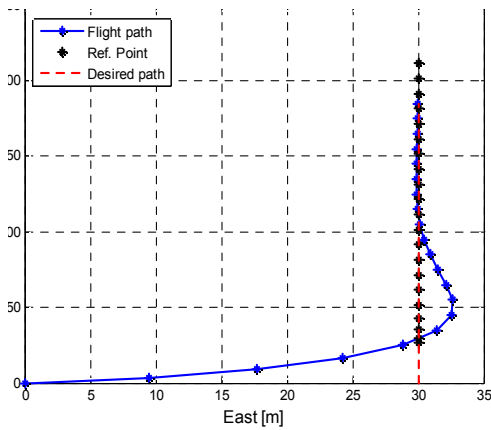


Fig. 8 Time History of the Guidance Logic

Fig. 6-7은 유도 항법 알고리즘과 추종하고자 하는 경로와 항공기 위치의 오차, 측정된 계산 시간과 사용된 메모리를 출력하는 과정의 순서도이다. Fig. 8은 유도 항법 알고리즘의 시뮬레이션 결과이다. Fig. 9는 유도 항법 알고리즘을 DS1104에 탑재하기 위해 구성한 시뮬링크 모델이다.

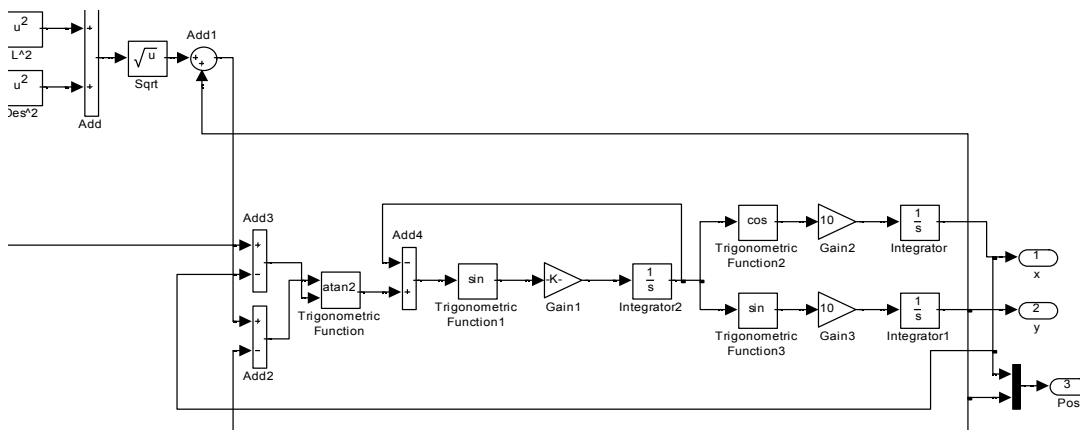


Fig. 9 The Guidance Logic (Simulink)

2.3 시뮬레이션 결과

시뮬레이션은 배정밀도(double precision)의 부동소수점(floating point) 연산으로 수행되었고, 시뮬레이션 결과 상용 기성품 프로세서를 이용한 시스템은 계산시간은 평균 5.5 μ sec, 메모리는 평균 약 52.32KB를 사용한다. 상용 기성품 프로세서를 이용한 시스템의 계산시간은 Fig. 10과 같다. Fig. 11은 추종하고자 하는 경로, 상용 기성품 프로세서를 이용한 시스템에서 계산된 경로, 그리고 DS1104를 이용한 시스템에서 계산된 경로를 나타낸다. 추종하고자 하는 경로와 각 시스템에서 계산된 경로와의 시간에 따른 경로오차는 Fig. 12와 같다. Fig. 13은 상용 기성품 프로세서를 이용한 시스템에서 계산된 경로와 DS1104를 이용한 시스템에서 계산된 경로의 차이를 나타내는데 그 차이가 +0.2 ~ -1.1m 이내임을 보여준다.

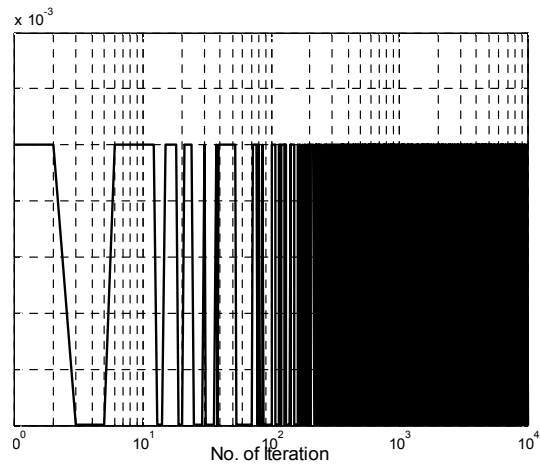


Fig. 10 Calculation Time

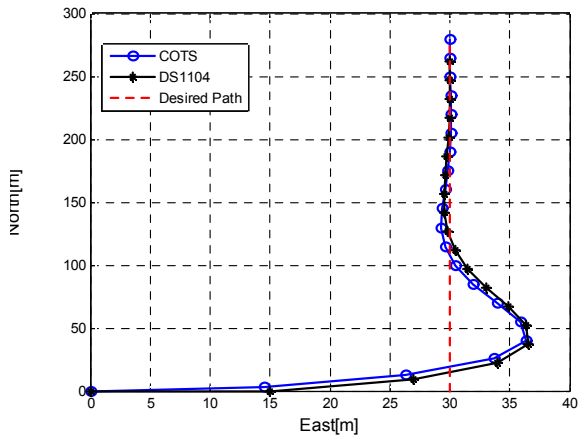


Fig. 11 Path Comparison between the COTS and the DS1104

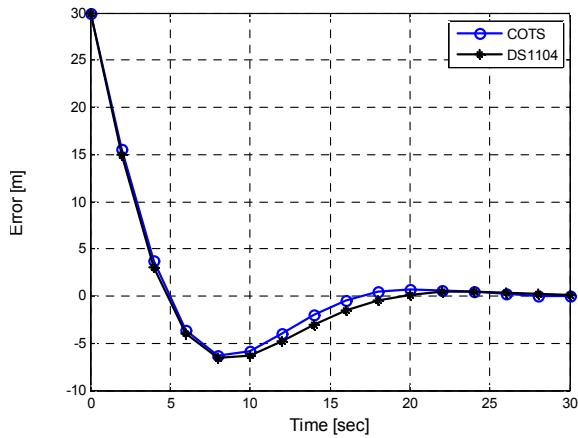


Fig. 12 Path Error Comparison between the COTS and the DS1104

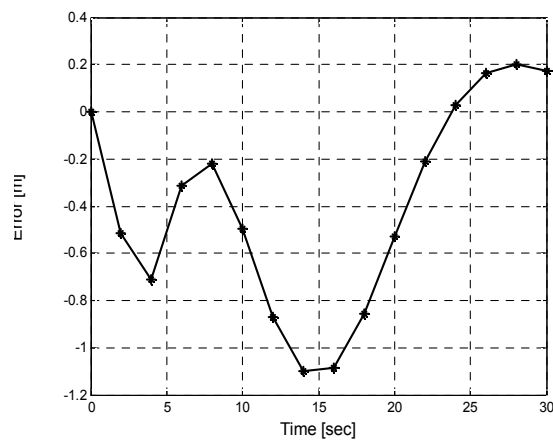


Fig. 13 Error of COTS with respect to the DS1104

3. 결 론

본 논문에서는 항공기 임무 컴퓨터를 상용 기성품으로 구현하였다. 이 시스템은 Intel-core i5-4세대를 프로세서로 Window Embedded Standard 7을 운영체제로 사용하였다. 객체지향 언어인 C#을 이용하여 유도항법 소프트웨어를 구현하였으며 계산시간과 사용한 메모리를 측정하였다. 상용 기성품으로 구현된 항공전자 시스템의 정확도를 비교하기 위해 DS1104의 MPC8240 프로세서와 Matlab/Simulink를 사용하여 동일한 유도항법 소프트웨어를 구현하였다. 동일한 유도항법 소프트웨어를 상용 기성품으로 구현된 항공전자 시스템과 DS1104에서 실행시킨 결과, 두 시스템은 거의 동일하게 설정된 경로를 추종하는 것을 볼 수 있었다.

후 기

이 논문은 2014년도 한국항공대학교 교비지원 연구비에 의하여 지원된 연구의 결과임.

참고문헌

- 1) 양성욱, 이상철, "항공전자 시스템 개발에 관한 연구", 한국항공우주학회지, 제15권, 제1호, 2007.
- 2) I. Moir, A. Seabrides, AIAA Eudation Series Aircraft Systems, AIAA, 2001, pp. 315-337.
- 3) 이상철, 김인규, 김영일, "무장관리 컴퓨터 탑재 소프트웨어 개발", 한국항공우주학회지, 제31권, 제5호, 2003, pp.124~133.
- 4) 오우섭, 김성우, 최이주, 장진석, "한국형 헬기(KHP) 임무탑재장비 개발방안 연구", 한국항공우주학회 추계학술발표회, 2005.
- 5) G. Wilcock, T. Totten, A. Gleave, R. Wilson, "The Application of COTS Technology in Future Modular Avionics Systems", Electronics & Communication Enginnering Journal, Vol. 13, No. 4, 2001, pp. 183-192.
- 6) B. Filmer, "Open Systems Avionics Architectures Consideration", IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, Vol. 18, No. 9, 2003, pp. 3-10.
- 7) C. Roark, B. Kiczuk, "Open System

Aionics Architectures", IEEE Aerospace and Electronics Systems Magazine, Vol. 10, No. 9, 1995, pp. 18-22.

8) 김성우, 김명진, 오우섭, 이종훈, 임중봉, "한국형 공격헬기 임무탑재장비 구조도 개념 연구", 한국군사과학기술학회지, 제14권, 제4호, 2011, pp. 598-606.

9) 장성호, 김영민, "상용 기성품에 기반한 스마트무인기 탑재자료저장장치", 항공우주기술, 제9권, 제2호, 2010, pp. 153-160.

10) dSPACE, "Basic Practices Guide".

11) Sanghyuk Park, John Deyst, Jonathan P. How, "A New Nonlinear Guidance Logic for Trajectory Tracking" AIAA 2004.8