

# 실시간 통합제어기법을 이용한 차량전자화 설계

Vetronics Design Using Realtime Integrated Control Techniques

**이 석 재\***      **민 지 홍\***      **유 준\*\***  
 Lee, Seok-Jae      Min, Ji-Hong      Lyou, Joon

## ABSTRACT

The vetronics is necessarily required for enhancement of the operational capability and optimization of the system architecture. In this paper, we presents the realtime control methods for the vetronics of the fighting vehicles. We proposed the data distribution based on standard bus and computer resource for realtime and integrated control of the system. Embedded computers are designed considering extensibility and reliability of the system. The integrated display improves the operator's capability. We applied the network centric battle management and digital power control with intelligent switching elements to increase cooperated combat efficiency and reliability. To show the feasibility of the presented design schemes, the vetronics has been implemented and applied to a real fighting vehicle.

주요기술용어(주제어) : Vetronics(차량전자화), Standard Bus(표준버스), Digital Power Control(디지털 전력제어), Fighting Vehicle(전투용 차량)

## 1. 머리말

첨단 전자장비의 발달은 무기체계의 디지털화, 전자화를 가속화 시키면서 항공전자화(avionics)와 함께 지상장비의 차량전자화(vetronics)라는 중요한 기술분야로 발전하고 있다. 즉, 차량전자화는 디지털 전장에서 탑재차량의 모든 전자장비를 통합제어함으로써 미래전투차량 및 지상운반체의 운용에 필요한 승무원 인터페이스 기술 및 아키텍처 기술의 개발로 체계성 및 운용성을 극대화하는데 그 목적이 있다<sup>[1]</sup>. 장차

전의 무기체계는 운용자의 감소 또는 무인화체계를 요구하는 반면 성능 및 기능은 증가되어, 운용자 인터페이스 및 한정된 공간의 효율적이고 안정된 시스템을 위한 최적 설계기법이 요구되고 있다<sup>[2]</sup>.

기존의 아날로그 방식에 의한 제어기법은 개별 장비간 병렬적인 운용으로 장비의 추가시 인터페이스 케이블 및 승무원용 운용판넬의 증가로 확장성의 한계와 함께 체계성능 및 연동 신뢰성의 저하를 가지고 있었다. 특히 개발 후 기능확장은 공간과 중량의 기하급수적인 증가를 요구하여 체계기능과 성능을 개선하는데 큰 어려움이 있었다. 이러한 문제의 해결책으로 발전된 차량전자화 기술은 장비간 상호 운용성 및 신뢰성을 향상시키고자 임베디드 컴퓨터의 자원(computer resources)활용 기술, 승무원 운용성(operator capability)향상 기술, 승무원간 정보공유를

† 2008년 2월 28일 접수~2008년 4월 25일 게재승인

\* 국방과학연구소(ADD)

\*\* 충남대학교(Choongnam National University)

주저자 이메일 : lsj@add.re.kr

통한 디지털 전장관리(digital battlefield management) 기술, 임베디드 훈련(embedded training)기술 등을 포함하여 점차 새로운 기술범위로 확대 발전하는 추세에 있다<sup>[2]</sup>.

먼저, 전자장비의 통합제어를 위한 임베디드 컴퓨터의 자원활용 기술은 인터페이스 회로의 표준화 및 공통화 설계로 새로운 장비의 추가 장착에 대한 설계 변경을 최소화하는데 그 목적이 있다. 기존의 개별연동방식의 신호선 및 전력제어선을 표준 공통버스화로 변경하여 장비간 인터페이스 호환성을 향상시킨다. 따라서, 기능의 추가 또는 변경에 따른 인터페이스 장비의 하드웨어적인 설계변경 없이 소프트웨어의 추가 또는 조정으로 확장성을 가지게 된다. 표준버스의 적용으로 확장성의 확보와 함께 임베디드 컴퓨터는 실시간 통합제어의 고유임무를 수행하여야 한다. 기능의 확장으로 태스크의 실시간 제어성은 유지되어야 하며, 이를 위하여 안정적인 운용체계와 함께 실시간 스케줄링의 문제도 극복하여야 한다<sup>[4,5]</sup>.

다음으로, 운용자 편의성 향상을 위한 기술로 장비 제어용 통합전시장치 및 운용메뉴 설계기술이 요구된다. 제한된 공간에서 승무원이 수 많은 장비의 운용을 위해서는 신호분배의 효율성과 운용편의성을 가져야 한다. 각 장비에서 획득되는 정보와 운용관련 정보는 승무원간 공유하여 유사시에도 임무공백을 최소화 한다. 또한 운용자가 각 장비의 고장감시 및 고장예측은 물론 필요시 고장진단 등의 고장정보를 실시간으로 확보하여 장비의 일부손상이 발생할 경우 적절하게 시스템을 재구성함으로써 비상시에도 지속적인 전투임무 수행이 가능하도록 한다. 운용메뉴의 통합설계는 승무원이 분산된 장비의 조작을 통합전시기를 통하여 기존의 복잡한 스위치 조작방식에서 벗어나 정보 전시기상의 메뉴를 터치함으로써 임무단순화 및 조작의 편의성을 증대시킬 수 있다. 따라서, 운용자 전시기의 고칼라/고해상도 디지털 전시기법도 중요한 기술분야로 부각되었다<sup>[7]</sup>.

마지막으로, 디지털 전장관리체계에 연동하여 네트워크 기반의 협동전투가 가능하도록 전장정보를 공유하도록 한다. 그러나 전장정보는 그래픽을 통한 정보 전달 및 운용자 조작/전시를 포함하여 데이터를 송수신하여야 한다. 따라서, 실시간 처리보다는 임무상황

에 따라 통신 트래픽 문제가 발생되지 않도록 통신시간의 스케줄링을 하여야 한다. 또한 많은 양의 디지털 지도정보는 대용량 메모리를 적절히 활용하여 전장환경에 따라 업로드 시켜 운용하도록 한다<sup>[2,5]</sup>.

차량전자화의 궁극적인 목표는 모든 차량이 전장상황을 공유함으로써 연합 전투능력을 극대화하여, 향후 무인화 전투체계의 효율적인 운용 및 통합제어에 그 기술을 활용하는데 있다. 이를 위해서는 단차수준의 운용 및 제어기술에서 벗어나 네트워크 중심체계(network centric system)의 운용개념 및 통합차량 제어기술을 획득하여야 한다. 즉, 개별차량의 인터페이스 및 승무원 임무향상기술 등은 네트워크 기반으로 그 역할이 확대되어 인터페이스 통신 프로토콜의 표준화, 통신 신뢰성 확보, 전장정보 시각화 기술 등으로 발전하여야 한다.

본 논문은 이러한 차량전자화 기술을 국내 최초로 전투차량에 구현하기 위하여 아키텍처 설계와 디지털 기반의 실시간 차량통합제어기법을 제안하고, 실 전투차량의 임베디드 환경에서 야외 운용시험을 통하여 제안된 기법의 실용성과 우수성을 입증하였다.

## 2. 차량전자화 아키텍처 설계

한정된 공간에서 기능의 추가에 따른 하드웨어 확장성을 보장하고 중량의 최소화를 위하여 차량전자화 아키텍처의 기본개념을 다음과 같이 설계한다.

### 가. 컴퓨터 자원 확장

차량통합제어용 임베디드 컴퓨터는 차량전자화의 핵심적인 역할을 수행하며, 차량에 탑재되는 모든 전자장비를 통합제어하는 것이 주 임무이다. 따라서 통합컴퓨터를 중심으로 각 전자장비간의 입출력 신호에 대한 인터페이스 규격을 표준화하여 호환성 및 자원의 확장이 요구된다. 즉, 표준 인터페이스 규격의 적용으로 주변장비의 교체 또는 추가/삭제에 따른 임베디드 컴퓨터의 형상변화를 최소화하여야 한다. 그러므로, 통합컴퓨터의 자원들은 각 기능별로 모듈화 하여 메인 프로세서, 그래픽처리, 디지털 I/O, 아날로그 I/O, 버스통신처리, 전력분배등이 군용 표준규격으로

타 장비와 호환성을 갖도록 한다. 또한, 인터페이스 장비간 프로세스량을 최소화하고 통신트래픽을 고려하여 영상신호는 별도의 비디오 먹싱을 통하여 필요 시 운용자의 선택이 가능하도록 한다. 한편, 승무원간 데이터처리는 1553B, RS-422, RS-485등으로 통신하되 각 데이터의 특성에 따라 통신규약을 달리하여 안정성과 최적화설계를 하였다<sup>[4]</sup>.

나. 디지털 표준버스 설계

통합제어용 임베디드 컴퓨터와 연동되는 각종 전자 장비들은 표 1과 같이 표준 데이터 버스를 적용하되 제어대상 데이터의 양과 확장성, 실시간 제어성을 고려하여 최적의 연동방식을 설정한다.

체계에서 요구하는 실시간 데이터의 통신용으로 1553B 규격을 적용함으로써 통신 신뢰성을 높이고, 인터페이스 케이블의 수량감소로 부피 및 중량의 최적화를 하였다. 또한, 차량통합제어를 위한 센서류의 신호처리를 위하여 임베디드 컴퓨터와 인터페이스 되는 RS-485(utility bus)통신 규격을 적용하였다. RS-485통신은 전기적인 잡음과 열악한 환경조건에서도 우수한 성능을 가지므로, 군용 차량과 같이 높은 신뢰성을 필요로 하는 장비에 적합하다<sup>[4]</sup>.

표 1의 표준버스중에서 이더넷은 다른 버스통신에 비하여 실시간 통신이 불가능하지만 대용량의 통신이 가능하기 때문에 전장관리용 디지털 지도데이터를 송/수신하는데 이용한다. 별도의 대용량 메모리에 저장되어 있는 디지털 맵데이터는 작전운용에 필요한 영역을 비실시간으로 다운로드하여 전장관리체계와 연동하여 운용이 가능하다.

다. 디지털 전력제어 설계

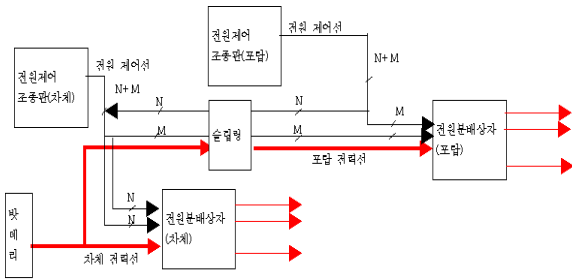
기존의 전자장비들은 운용자의 조작을 위하여 개별적인 판넬과 전시기를 가지고 있었다. 따라서 각 장비별 전원을 제어하기 위해서는 많은 전력선과 제어용 스위치 및 전력소자가 필요하였다.

본 논문에서는 차량전자화의 기본개념에 따라 데이터통신과 같이 전력선을 통신으로 제어하는 디지털 전력관리체계를 적용하였다. 그림 1과 그림 2에서 개별적인 조종판과 릴레이를 이용하는 기존의 방식과 비교하여 새롭게 제안된 디지털전력제어소자에 의한

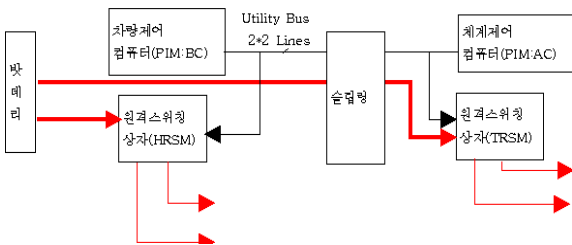
전력제어방식의 개념도를 보여주고 있다. 새로운 방식의 제어소자는 원격스위칭상자에 위치하여 통합제어컴퓨터로부터 통신으로 전원제어를 수행하고 부하의 상태를 실시간으로 송신한다<sup>[3]</sup>. 즉, 각 부하에 공급하는 전원의 켜/꺼와 함께 부하의 상태를 모니터링하여 고장감시, 고장예측, 상태정보 알람 등의 기능을 수행하는 지능형 제어소자이다.

[표 1] 표준 데이터 버스

항 목	MIL-STD-1553	Utility Bus (RS-485)	Ethernet
케이블	Twist cable (2 line pair)	Twist cable (2 line pair)	UTP(Tx/Rx 분리)
통신 방식	Half Duplex -Command/ Response -BC Timing 제어	Half Duplex -Command/ Response -BC Timing 제어	Full Duplex
통신 속도	1Mbps	1.33Mbps	10/100Mbps
접속 장치	Transformer Coupler	접속장치 없음 (Wire에서 분기)	Ethernet Hub
프로토콜	전용 프로토콜 (전용 칩지원)	전용 프로토콜 (전용 칩지원)	TCP/IP 통신
통신 Backup	Dual bus 이상	Dual bus 이상	사용안함
사용 대상	항공기 지상전투체계	최신 전투차량 (M1A2sep, M2A3, FCS)	상용 제품 합정전투체계
장 점	케이블/연동 노력 절감 통신신뢰성증가	케이블/연동 노력 절감 통신신뢰성증가	대용량 파일전송 유리
단 점	상대적 고가 통신속도 제한	연동 칩 필요 업체 전용규격	비 실시간 통신 상용 OS
차량 전자화 적용	고신뢰성 정보 통합제어신호용	디지털 전력관리 센서 신호처리	디지털 지도 비실시간통신



[그림 1] 기존의 전력제어방식



[그림 2] 디지털 전력제어기법

### 3. 실시간 통합제어기법

#### 가. 소프트웨어 구조설계

승무원 임무기능을 중요도에 따라 우선순위를 두어 처리하며 동시에 전자장비들과 통신을 하고 운용자에게 시각적인 인터페이스를 제공하기 위해서는 기존 유사장비에 적용된 DSP(Digital Signal Processor)나 마이크로프로세서를 이용하여 처리하는 방식으로 한계가 있다.

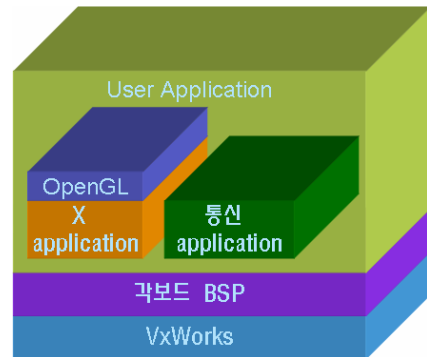
단순한 기능만을 처리하는 DSP나 마이크로프로세서로 차량전자화를 구현하기 위해선 각 기능별 처리기판이 필요하며 각각의 기능을 우선순위에 맞춰 처리할 수 있는 장치가 요구된다. 하지만 하드웨어 성능이 발전됨에 따라 고성능 CPU와 대용량 메모리를 갖춘 컴퓨터와 실시간 운영체제의 사용으로 각각의 기능을 태스크(Task)로 구분하여 처리 할 수 있으며 개발자가 정해놓은 우선순위에 맞춰 태스크의 수행을 조절할 수 있기 때문에 처리기판의 수를 줄일 수 있고 개발시간 또한 단축시킬 수 있는 장점이 있다<sup>[9]</sup>.

본 연구에서는 실시간 운영체제인 VxWorks를 사용하였으며 하드웨어는 VME 기반 한 개의 PowerPC

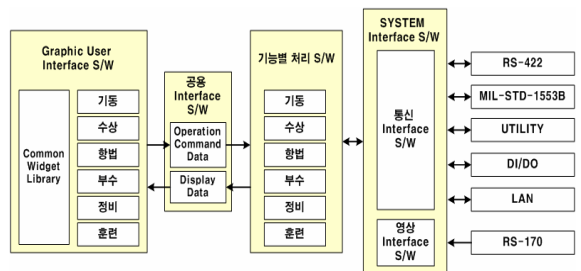
를 탑재한 주 처리기판으로 프로그램을 운용하고 PMC 형태의 그래픽 카드를 이용하여 그래픽 처리를 동시에 처리함으로써 기판의 수를 줄였다. 제약적인 하드웨어 환경에서 실시간 운영체제 하에 윈도우와 유사한 화면을 만들기 위해서 X window와 OpenGL을 이용하여 구현하였으며 소프트웨어의 구성은 그림 3과 같다.

응용 소프트웨어는 C++기반으로 기능별로 모듈화하였으며 크게 System Interface S/W, 기능별 처리 S/W, 공용 Interface S/W 그리고 X 응용프로그램으로 구현된 Graphic User Interface S/W 4가지로 구성된다.

Graphic User Interface S/W와 기능별 처리 S/W 사이에 공용 인터페이스 S/W를 두어 운용자의 입력에 따라 비주기적으로 발생하는 여러 이벤트를 중계하여, 다중처리가 지원되지 않는 X 그래픽 어플리케이션에서 발생할 수 있는 오류를 미연에 방지하였다. 전체 응용 소프트웨어 모듈의 구성은 그림 4와 같으며 세부 기능은 표 2와 같다.



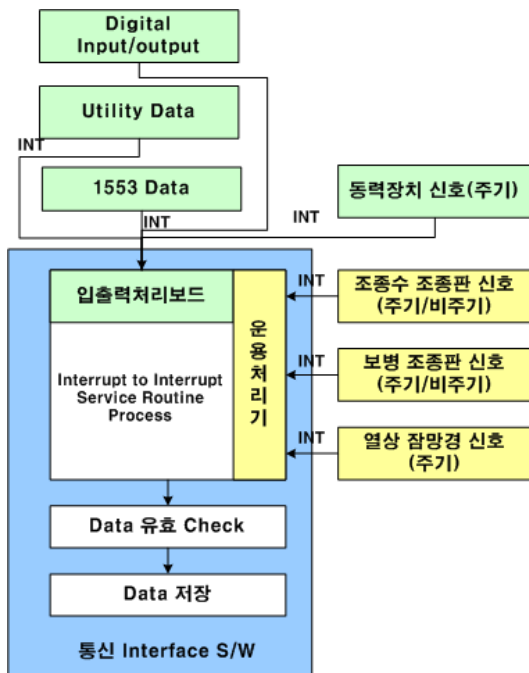
[그림 3] 통합 운용 소프트웨어 구성



[그림 4] 응용 소프트웨어 구성모듈

[표 2] 소프트웨어 모듈 기능

소프트웨어 모듈	기능
System IF	외부 통신과 인터페이스하며 시스템 프로그램과 연동하여 태스크 관리 수행
기능별 처리	승무원 임무기능을 구현하기 위해 필요한 모듈을 조합 운용
공용 IF	구분되어진 GUI S/W와 System IF S/W간의 이벤트를 중계
Graphic User IF	X/Motif/OpenGL로 기능별 화면 구성



[그림 5] 통신 인터페이스 소프트웨어

그림 5와 같이 주 처리기판에 직접 입력되는 1553 통신, 조종수 조종판의 RS-422 통신, 보병 조종판의 RS-422 통신, 그리고 열상잠망경의 RS-422통신 인터럽트는 BSP(Board Support Package)를 사용하여 처리함으로써 개발기간의 단축이 가능하였다. 또한, 유틸리티 버스 통신과 동력장치의 RS-422 통신은 입출력 신호처리기판을 추가한 후 사용자 인터페이스 드라이

버를 만들어 인터럽트를 처리하였다. ISR(Interrupt Service Routine)은 Priority가 높기 때문에 신속히 처리되도록 구현하였으며 ISR로 인해 발생하는 다른 태스크들은 동일 Priority를 가지며 그 외의 다른 프로그램들은 주기적으로 실행되도록 하여 태스크간의 간섭을 최소화하였다.

전투차량의 가장 중요기능은 기동이기 때문에 동력장치와 관련된 태스크는 74로 높게 할당을 하였고 사용자 전시화면 처리는 가장 낮은 100을 할당하여 단순 전시기능보다 중요 임무기능이 우선 수행되도록 설계하였다. 이처럼 기능별 태스크를 만들어 중요도에 따라 먼저 수행하도록 하기위해 Preemptive Priority 스케줄링을 사용하였으며 동일한 중요도를 갖는 태스크들은 각각 일정 시간을 할애하여 차례로 수행할 수 있도록 Round-Robin 스케줄링을 사용하였다<sup>[10]</sup>. 이에 대한 세부 내용은 표 3과 같다.

실제 장비의 운용 중 태스크별 동작 상태는 그림 6과 같이 Priority에 맞게 데드락(deadlock)없이 실행되고 있으며 태스크의 CPU 점유율은 최대 36%, 각 태스크별 할당된 메모리는 최대 30%로 안정적이며 추후 태스크 추가에 대한 확장성을 확보하고 있다.

[표 3] 태스크별 Priority 및 기능

Task Name	Priority	내용
tEARcv	74	변속기 전자제어장치와 시리얼 통신
tSioRead	75	조종수/보병/열상잠망경 시리얼 통신
tTmr1000Hz	78	Utility Status 감시
t1553	80	1553 통신
tTmr25Hz	81	Utility 통신
tTmr10Hz	82	입출력보드 DI 처리
tTmr1Hz	84	데이터 로깅
tTmr60Sec	85	데이터 백업
X	90	X server
tGUI	100	GUI Program



메뉴트리는 처음 크게 기동, 부수, 항법, 수상, 정비로 나누었으며 각각 설계 내용에 맞도록 전자장비 제어 메뉴에 두고 화면 마다 장비의 상태를 모니터링 하도록 설계하였다. 메뉴트리는 조작을 간편히 하기 위해 최대 하부 3단계까지 내려가게 하였으며 2단계까지의 메뉴트리는 아래 그림 11과 같다. 특히 수상 메뉴는 운용자의 조작성을 최대한 간편히 하기 위해 하위 2단계에서 이루어지며 수상운행, 철수 모드에 따라 조작내용이 맞게 변경되어 수상 준비, 철수 때 소요되는 장비 조작 복잡도와 운용 시간을 많이 줄일 수 있다.

2) 그래픽 위젯 적용

TFT-LCD 전시기에 조종수화면을 구현하여 화면 구성이 기존 전투 차량에 비하여 자유로우며 범용 폰트를 사용했기 때문에 유지 보수가 용이하다. 그리고 자주 사용하는 위젯들은 Library화 하였으며 카메라 영상 처리 및 전시, 고 해상도 칼라의 사용을 가능하게 하여 운용자의 인지 및 운용성을 극대화하였다.

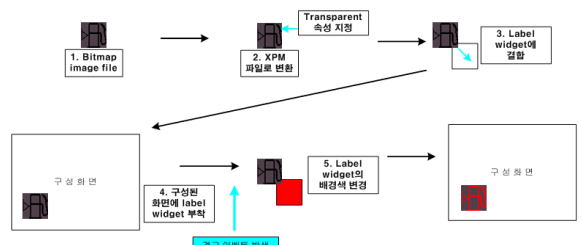
한편, 그림 12는 차량운행 심볼의 구현 과정을 나타낸다. 대부분의 차량운행 심볼은 한국 산업 규격에 따라 설계하였고 특수한 심볼은 자체 설계하였다. XPM (XPixmap)파일 형태로 심볼을 구현하였으며 경고 심볼 위젯의 배경색을 변경함으로써 원하는 경고 색상으로 심볼이 전시되도록 설계하였다.

[표 4] 운용자 임무별 설계내용

임 무	설계 내용
일반기동	차량 기동에 필수적으로 알아야할 정보 감시
수상기동	수상 부양 장치의 간편한 조작 및 장치 운용상태 감시
항법기동	항법장치와 지도데이터를 이용한 차량 기동
부수장치 운용	차량에 장착된 부수장치의 간편한 조작 및 장치 운용상태 감시
정 비	차량제어장치의 고장 진단 및 조치사항 전달



[그림 11] 기본 메뉴트리



[그림 12] 차량운행 심볼 구현 과정

4. 차량전자화 적용사례

앞장에서 제안된 차량전자화 아키텍처 설계기술과 차량 통합제어기법을 기동전투차량에 적용하여, 운용 시험을 실시한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

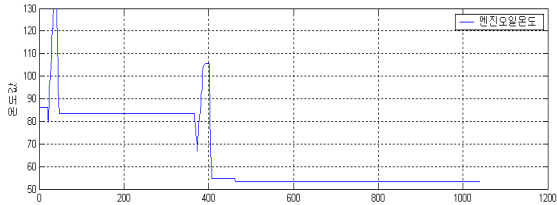
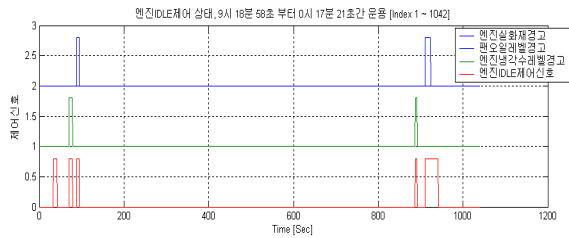
가. 통합제어 시험결과

먼저 임베디드 컴퓨터에 의한 차량의 공회전제어는 표 5의 조건에서 그림 13과 같은 제어결과를 보여주고 있다.

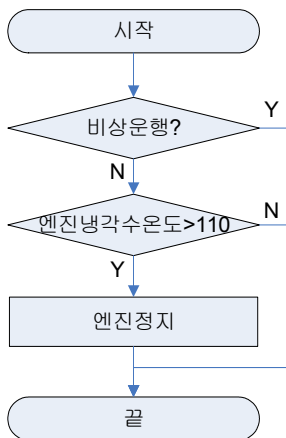
냉각수 온도가 고온일 경우 통합제어컴퓨터는 엔진을 정지시키나 비상운행 조건이라면 정지시키지 않는다. 흐름도는 그림 14와 같으며 실제 차량에서 시험한 데이터는 그림 15, 16과 같다. 그림 15에서 30초에 냉각수 온도의 상승으로 IDLE제어가 들어갔으며 33초에 110에 도달하여 엔진 정지 신호를 보내고 이때 스로틀 값이 0으로 바뀌는 것을 알 수 있다. 그림 16에서는 비상운행 조건으로 시험을 수행하였으며 30초에 냉각수 온도가 110에 도달하여도 스로틀 값이 유지되는 현상을 볼 수 있으며 구현한 로직대로 잘 수행된 것을 알 수 있다.

[표 5] 공회전 속도제어 입력 조건

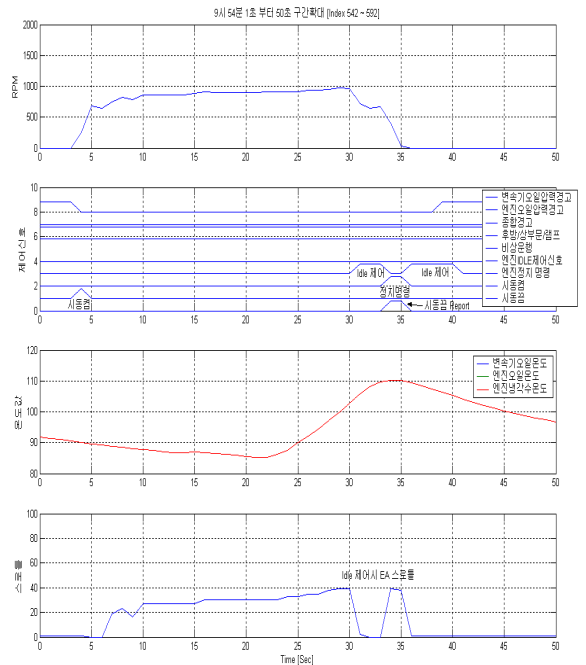
순서	입력 제어 조건
1	엔진오일온도 정상범위 이상(고온)
2	엔진오일저압시
3	엔진냉각수온도 상승시
4	엔진냉각수레벨 저하시
5	변속기오일온도 상승시
6	변속기오일 압력 저하시
7	팬오일 레벨 저하시



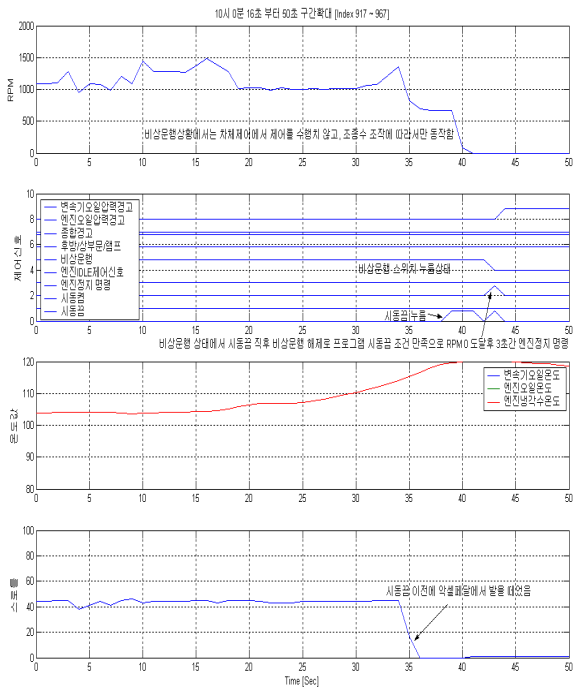
[그림 13] 공회전 제어



[그림 14] 엔진정지제어 흐름도



[그림 15] 강제 온도상승에 의한 엔진정지 시험

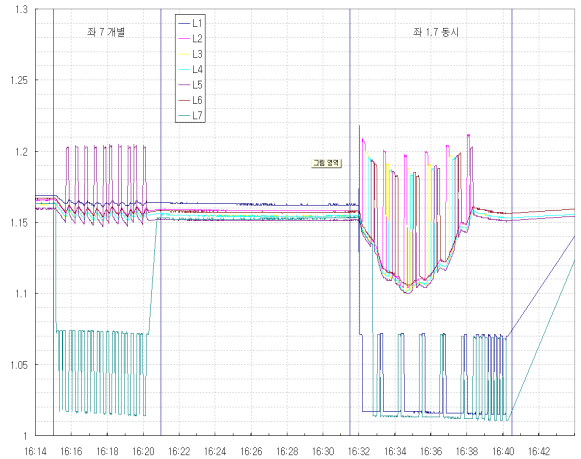


[그림 16] 비상운행 스위치 누른상태에서 강제 온도 상승 시험



다음으로, 전투차량이 수상운행시에는 부력을 증대시키기 위해 에어백을 사용하며, 적화기로부터 공격 시에도 피해가 최소화 되도록 7개의 격실로 나누어 공압을 일정하게 유지하도록 한다. 즉, 피탄 격실과 인접한 격실의 공압을 증가시킴으로써 격실이 팽창하여 피탄 격실의 손실 부력을 보존할 수 있도록 하였다. 에어백의 각 격실은 압력센서와 공압제어용 솔레노이드를 장착하여 차량 통합제어컴퓨터가 공압의 상태를 모니터링하고 자동으로 일정압력을 유지하여 항상 차량이 안전하게 부력을 유지하도록 제어한다.

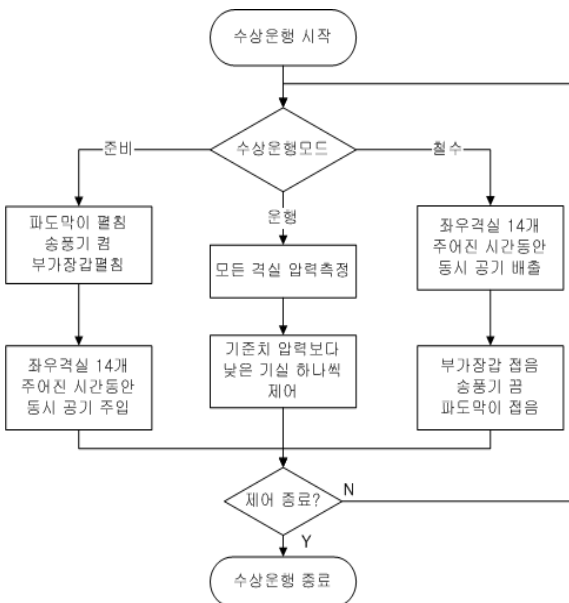
그림 18에서 처음 좌측 7번 격실을 피격조건으로 만들고 시험 한 결과 16:15~16:21 시간동안 좌측 6번과 7번이 공기가 차례로 주입되는 것을 볼 수 있으며 이는 7번의 압력이 떨어져 6번이 그에 영향을 받아 압력이 떨어졌기 때문이다. 그 후 7번을 정상상태로 만들고 다시 16:32~16:40 시간동안 좌측 1, 7번 격실을 피격조건으로 만들어 시험한 결과 처음 7번 격실을 피격조건으로 만든 것과 유사하게 주위 격실이 영향을 받고 다시 안정화되는 것을 확인 할 수 있다.



[그림 18] 격실별 공압제어 시험

#### 나. 통합 운용환경 구현

운용자에게 차량의 운행 및 전장관리 등의 정보를 실시간으로 제공하면서 필요시 모든 장비를 디지털로 통합제어가 가능한 통합운용환경을 그림 19와 같이 구현하였다. 운용자의 임무효율과 편의성을 높이기 위해 모든 메뉴는 터치 또는 단축키에 의해 세부사항을 제어가능 하도록 하였다. 즉, 차량운용중 전장관리 및 차량 전/후방의 영상정보는 메뉴 드리븐과 하드키를 이중으로 두고 고장 또는 위험사항을 경고등과 음성 메시지를 발생시키도록 하였다.



[그림 17] 수상운행 제어로직



[그림 19] 운용자 메인화면

## 5. 맺음말

첨단 전자장비의 발달로 전투차량은 점차 지능화 및 무인화되고 있는 추세이다. 특히 차량의 임무요구조건이 늘어나면서 운용자의 임무도 함께 증가하고 있다. 따라서 운용편의성과 효율을 높이면서 장비의 성능을 향상시키고자 하는 노력이 차량전자화(Vetronics)의 기술분야를 발전시켰다.

본 논문에서는 운용자의 전투효율을 극대화시키기 위한 방안으로 임베디드 기반의 통합 차량제어장치를 설계하기 위한 아키텍처와 실시간 통합제어기법으로 제안하였다. 통합제어용 임베디드 컴퓨터는 확장성과 공간배치 및 중량 최적화를 위하여 표준 신호규격을 따르고, 신호특성에 따라 적절한 데이터 버스를 적용하였다. 또한, 장비의 증가에 따른 전력선의 부담을 최소화 하고 운용자의 편의성, 장비의 신뢰성을 높이고자 모든 전력관리는 반도체 전력제어소자를 이용한 디지털 전력제어기법을 적용하였다. 실시간 통합 제어용 소프트웨어는 임베디드 환경에 적합한 모듈단위의 프로그램을 개발하였으며, 실시간 운영시스템에서 갖는 임무별 우선순위를 적절히 스케줄링하여 어떠한 환경에서도 장비가 오동작하지 않도록 안전과 성능을 동시에 고려하였다. 마지막으로, 승무원의 운용 편의성향상을 위해 모든 장비의 운용기능 스위치 및 정보 전시창은 다기능 전시기(Multi-Function Display)와 다기능스위치를 통한 통합운용환경을 구축하였으며, 메뉴방식에 의한 승무원 운용성을 극대화 하였다.

끝으로, 제안된 통합차량제어기법은 실 전투차량에 적용되어 실시간 운용제어 시험을 통하여 우수한 성능과 운용자 편의성을 입증하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] Elias Stipidis, "Vetronics System Integration", Proc. of IEE Automotive Electronics Conference, London, March 2006.
- [2] 국방과학기술조사서, 국방과학연구소, 2003.
- [3] Steven N. Friedman, "Solid-State Power Controller for the Next Generation", IEEE AES Systems Magazine, pp. 24~29, September 1992.
- [4] John Catsoulis, "Designing Embedded Hardware", O'Reilly & Associates, Inc. 2002.
- [5] 이석재, 김재훈, "차기 IFV 차량제어장치 설계방안", 제11회 지상무기체계 발전 세미나, 2003. 10.
- [6] Jeffrey J. Jaczkowski, "Rootic Technology Integration for Army Ground Vehicles", IEEE AESS Magazine, pp. 20~25, June 2002.
- [7] 민지홍, 이석재, 김재훈, "기동전투 차량의 조종수 운용성 향상을 위한 고칼라/고해상도 디지털 전시기법", 제13회 지상무기체계 발전 세미나, 2005. 11.
- [8] Kevin L. Moore and Nicholas S. Flann, "A Six-Wheeled Omnidirectional Autonomous Mobile Robot", IEEE Control Systems Magazine, pp. 53~66, December 2000.
- [9] Armen Zakarian and Gary J. Rushton, "Development of Modular Electrical Systems," IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, Vol. 6, No. 4, December 2001.
- [10] Krithi Ramamritham and John A. Stankovic, "Scheduling Algorithms and Operating Systems Support for Real-Time Systems", Proceedings of the IEEE, Vol. 82, No. 1, January 1994.
- [11] Lui Sha and John B. Goodenough, "Real-Time Scheduling Theory and Ada", IEEE Computer, pp. 53~62, April 1990.