

자동차분야에서의 마이크로프로세서 응용기술

정 영 석

(부경대 기계공학부 교수)

현대의 자동차는 기계장치가 아닌 전기전자장치로 불릴 정도로 많은 전기전자장치를 내장하고 있다. 이런 전기전자장치에서 핵심이라 할 만한 것이 바로 마이크로프로세서이다. 마이크로프로세서는 지능화된 기계시스템을 구현하는 데 있어 중요한 역할을 수행하고 있다. 이에 현재 자동차분야에서 많이 사용되고 있는 마이크로프로세서의 응용기술에 대해 소개하고자 한다.

1. 서론

현대의 자동차는 갖가지 편의장치의 증가가 요구될 뿐만 아니라 더 안정적이면서 친환경적이고 더 높은 출력을 내주기를 요구받고 있다. 이런 요구를 만족시키기 위해 갖가지 전기전자장치에 대한 요구가 증가하고 있으며 이에 마이크로프로세서의 사용 증가는 당연한 결과이다. 그림 1에는 자동차에 사용되고 있는 전기전자장치에 대해 나타내었다. 이들 시스템에는 적어도 하나 이상의 마이크로프로세서가 사용되고 있으며, 필요한 경우 각 프로세서간의 정보교환을 위해 CAN, LIN, K-line등의 통신방식을 이용하고 있다⁽¹⁾⁽²⁾.

자동차의 배기가스를 저감하고 연료소비를 감소시키기 위해서는 차량의 열악한 환경에서도 동작 가능한 고속/고정밀의 제어 시스템이 필요하다. 고성능 엔진을 위해 연료분사제어, 점화시기제어, 공회전 속도제어, EGR(Exhaust Gas Recirculation) 제어, Knock 제어, ECT(Electronic

Controlled Transmission) 제어 등의 많은 제어동작이 요구된다. 이들에 대한 제어기술은 고성능을 위해 더욱 복잡해져 가고 있으며, 현재는 여기에 더해 학습 기능, 자가진단기능 뿐만 아니라 ABS (anti-lock brake system) 및 트랙션 제어시스템 (traction control system)과의 통신기능도 함께 제공되고 있다. 자동차에서 사용되는 다른 중요 시스템으로 디스플레이/오디오 장치와 샤시/세이프티 장치가 있다. 디스플레이/오디오 시스템에는 네비게이션, 고성능 오디오, 휴대전화, 그리고 텔레비전 등이 있으며 이들 장치들은 주로 차량실내에 위치하고 있다. 능동제어 현가장치, 능동 4WS(4-wheel steering), ABS(anti-lock brake system), TRC(traction control), VSC(vehicle stability control) 등의 장치는 운전자 및 차량의 안전을 위해 사용되고 있으며 장착 위치는 주로 차량 실내에 가까운 곳이다⁽⁴⁾⁽⁵⁾. 차량에서는 전기전자 제어장치의 장착 위치에 따라 동작 요구 온도 특성이 다르며 표 1에 위치에 따른 요구 작동온도를 표시하였다. 자동차에 사용되는

표 1 자동차 전기전자장치에 요구되는 작동온도

장치 위치	상세위치	요구 온도
차량 실내	대쉬보드 아래	-30 ~ +85℃
엔지룸	ECU 박스	-30 ~ +105℃
	후드 아래	-40 ~ +125(150)℃
	엔진	-40 ~ > +175℃

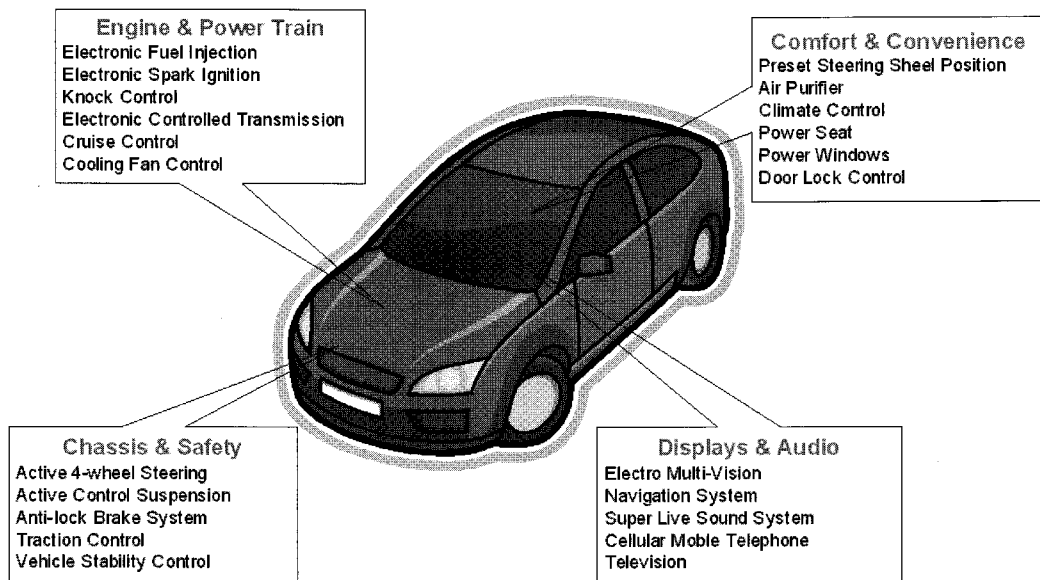


그림 1 자동차에 응용되고 있는 여러 전기전자장치들

마이크로프로세서에 요구되는 동작온도는 통상적으로 +125도 정도이다³⁾.

본 논문에서는 자동차에서 사용되는 여러 전기전자장치들 중에서 차량 엔진 제어장치에 사용되는 마이크로프로세서를 위주로 살펴보고, 이들에 사용되는 응용기술에 대해 기술한다.

2. 마이크로프로세서 응용기술

2.1 엔진제어에서의 마이크로프로세서 응용

자동차의 배기가스 저감 및 연료소비 효율 향상을 위해서는 공기 대 연료량 비율, 점화 타이밍, 배기가스 재순환 등과 관련된 정밀한 제어가 요구된다. 연료제어는 촉매의 최대 효율 동작을 보장하기 위해 공기 대 연료량을 최적으로 제어하는데 필요하다. 차량의 다양한 운전 동작 중에 발생 가능한 공기량의 급격한 변화에도 빠르게 응답하기 위해서는 고속 고정밀의 제어장치가 요구된다.

이를 위해 16bit 이상의 마이크로프로세서가 요구되고 있으며 최근에는 32bit 마이크로프로세서의 사용이 증가하고 있다. 점화 타이밍 제어는 엔진의 최적 성능을 위해 필수적이며 일반적으로 이를 위해 엔진의 knock이 발생하지 않는 최대 점화각으로 제어된다. 엔진의 정밀한 RPM 측정 및 다음 엔진 실린더의 TDC (top dead center) 전 점화각 제어를 위해서는 크랭크 샤프트 위치로부터 정밀한 시간 측정이 필요하다.

이와 같은 정밀한 연료량 및 점화각 제어를 위해서 정밀한

시간측정 및 이벤트 발생이 요구된다. 엔진 제어를 위해 사용되는 마이크로프로세서는 이를 위해 일반적으로 이벤트의 발생 및 감지를 할 수 있어야 하며 이는 마이크로프로세서의 capture 및 compare 기능을 활용하여 구현된다. 현재까지 엔진 제어용으로 많이 사용되어온 16비트 마이크로프로세서 중의 하나는 Infineon의 C167이었으며 여기에는 2개의 16채널 capture/compare 유닛이 있어 엔진제어 응용에 충분하다.

이 마이크로프로세서는 32개의 capture/compare 유닛이 하나의 타이머와 연동되어 동기화된 32개의 펄스를 만들 수 있고, 인터럽트 처리를 위해 워킹 레지스터를 스택에 저장하여 동작시간을 소비하는 다른 마이크로프로세서와 달리 100(nsec) 만에 새로운 워킹 레지스터를 사용할 수 있게 하는 context switching 기술을 사용하여 차량의 많은 인터럽트 기반 응용기술을 고속으로 처리할 수 있게 하고 있다.

그림 2에는 엔진제어 관련 마이크로프로세서의 응용 예를 나타내었다. 주 프로세서는 엔진 제어와 관련된 각종 입력신호(센서 신호 및 사용자 입력신호)를 처리하고 출력으로 인젝터, 스파크 플러그제어, 공회전 속도제어기 등과 관련된 신호를 출력으로 내어 준다. 보조 프로세서는 주 프로세서의 안정된 동작을 감시하여 차량의 안전한 운행을 돕는다.

2.2 마이크로프로세서 오동작 감시

자동차의 운행 및 안전과 관련된 제어장치의 오동작은 운전자에게 큰 위험요소가 될 수 있다. 엔진제어의 경우 제어용 마이크로프로세서의 오동작은 엔진의 이상동작을 유발하여

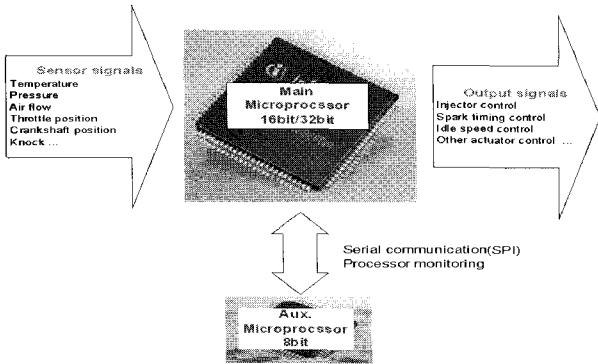


그림 2 엔진제어관련 마이크로프로세서 응용

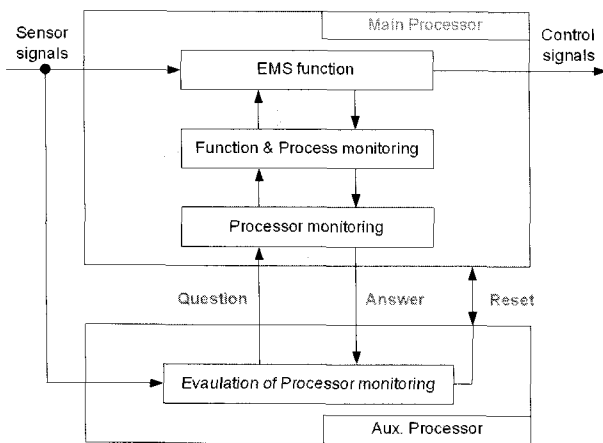


그림 3 마이크로프로세서 오동작 감시

차량의 주행 중 정지 등의 위험한 상황을 만들 수 있다. 이런 상황이 발생하지 않도록 하기 위해 최근에는 보조 프로세서를 두어 주 프로세서의 동작을 항상 감시할 수 있도록 하고 있다. 주 프로세서와 보조 프로세서는 한 보드 내에서 고속으로 통신 가능한 SPI(serial peripheral interface)를 이용하며 마이크로프로세서가 수행 중인 연산과정 및 프로세서 내의 주변장치의 오동작을 감시한다. 주 프로세서와 보조 프로세서는 질문 및 응답 방식에 의해 동작 상태를 감시하며 주 프로세서 내의 연산장치인 ALU, 메모리장치인 RAM /ROM, 신호변환장치인 ADC 등의 이상 유무를 확인한다.

보조 프로세서에서 이미 정해진 질문 사항을 주 프로세서에 보내고 이에 주 프로세서는 내부 계산과정을 통해 얻어진 결과를 보조 프로그램으로 전송하며 이를 확인하여 ALU의 이상동작을 확인할 수 있다. RAM /ROM의 확인은 각 프로세서에 저장된 메모리 내용을 운전 중에 읽어 그 결과를 이미 저장된 checksum과 비교 확인한다. 그리고 모니터링 과정이 제 시간에 이루어지는 지를 확인할 필요가 있는데 이를 위

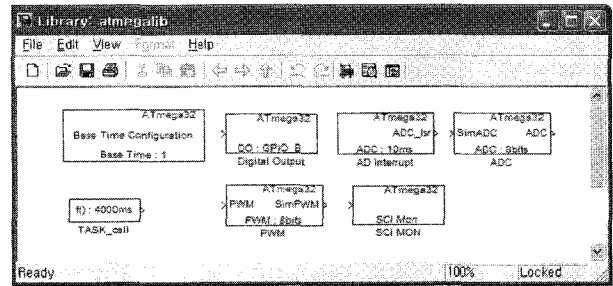


그림 4 모델기반 설계 응용을 위한 ATmega32용 라이브러리

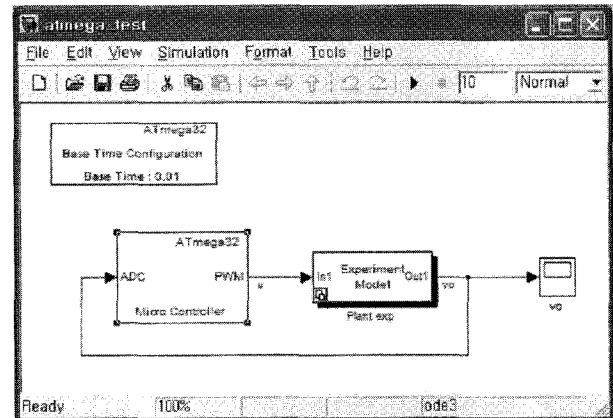


그림 5 모델기반설계를 응용한 DC 모터 제어기 설계

해 프로그램 흐름 감시를 수행한다. 에러가 누적되면 마이크로프로세서는 에러 카운트를 증가 시키고 마이컴을 초기화하며 이 값이 계속 증가하여 한계값을 넘으면 에러 회복 불능으로 판단한다. 그림 3은 오동작 감시의 구조도이다.

2.3 모델기반설계

모델기반 설계는 기존의 텍스트 기반 프로그래밍의 단점을 극복할 수 있는 대안으로 여러 개발자들의 관심을 모아가고 있다. 전통적인 개발과정에서는 최종 하드웨어 프로토타입의 완성 없이 설계방안의 검증이 불가 하였으나 모델기반 설계를 통하여 설계방안의 검증뿐만 아니라 각 디자인 요소의 영향 분석, 설계요구사항 검토 및 하드웨어 검증까지 가능하게 하여 개발시간을 단축시킬 수 있다. 자동차 분야에서는 엔진 제어기술, 차제전자기술 등에서 이미 활용분야를 넓혀가고 있다.

MathWorks 사에서는 모델기반설계가 가능하도록 Matlab/Simulink에 기초한 Real-Time Workshop, Real-Time Workshop Embedded Coder를 제공하고 있으며, 기본적으로 제공되는 응용 가능 마이크로프로세서는 Infineon C166, Freescale MPC5xx, TI C2000, TI C6000 등이 있

다. 기본적으로 제공되지 않는 마이크로프로세서의 경우 사용자가 그 기능을 추가할 수 있도록 구성되어 있다. 그림 4는 Mathworks사가 제공하지 않는 ATMEL사의 8bit 마이크로프로세서인 Atmega32를 위해 제작된 라이브러리를, 그림 5에는 제작된 라이브러리를 이용한 DC 모터 제어를 나타내었다. 8비트 프로세서에의 응용은 프로세서 오동작 감시 시스템의 보조 프로세서 등에 적용 가능하다.

3. 결론

지금까지 자동차에 사용되는 마이크로프로세서 응용기술을 간단하게 기술하였다. 프로세서 감시 기능은 마이크로프로세서 응용시스템의 안정성을 향상시켜주며, 모델기반설계기술은 새로운 시스템 개발에 필요한 시간을 단축시켜 줄 것이다. 향후 지속적인 고성능 자동차에 대한 요구는 더 많은 마이크로프로세서의 응용을 요구할 것이어서 프로세서 응용기술은 더욱 진보할 것이다. ■

참고 문헌

[1] Automotive World Car Industry Forecast Report, Global Insight, 2004.

[2] Wayne Lyons, "Meeting the Embedded Design Needs of Automotive Applications," Proceedings of the Design, Automation and Test in Europe Conference and Exhibition (DATE'05), 2005.
[3] Masayuki Hattori, "Needs and Applications of High Temperature LSIs for Automotive Electronics Systems," pp. 37-43, 1999.
[4] R. C. Breitzman, "Development of a Custom Microprocessor for Automotive Control," IEEE Control system magazine, pp.23-28, 1985, May.
[5] John Marley, "Evolving Microprocessors which Better Meet the Needs of Automotive Electronics," Proceedings of the IEEE. Vol. 66, No. 2, pp.142-150, 1978.

< 필자 소개 >



정영석(丁永錫)

1970년 3월 15일생. 1992년 KAIST 전기및전자공학부 졸업. 1999년 동 대학원 전기및전자공학부 졸업(공학박사). 1999년~2002년 (주)현대오토넷 전장사업부 선임연구원. 2002년~현재 부경대 기계공학부 교수.