

임베디드 S/W



◀ 김재웅 / TTA 시험인증연구소 S/W시험인증팀
신석규 / TTA 시험인증연구소 S/W시험인증팀 팀장



1. 서론

임베디드 S/W란 산업용 및 지능형 로봇, Post-PC 및 모바일 기기, 정보가전기기, 홈네트워크, 군사, 자동차 전용기기 등 다양한 분야의 제품에 내장되어 하드웨어의 제어, 통신, 멀티미디어, 인터넷, 게임, 인공지능, 유비쿼터스 컴퓨팅 등 다양한 기능을 제공하는 소프트웨어이다.

최근 임베디드 시스템 산업은 마이크로프로세서의 가격이 낮아지고, 시스템의 소형화 및 고성능화가 진행되며, 제품 경쟁력의 핵심이 하드웨어 생산에서 소프트웨어 기술로 이동함에 따라 제품의 가치가 소프트웨어에 의해 좌우되는 기술 집약적 고부가가치 산업으로 발전하고 있다. 특히 시장 영향력이 큰 마이크로소프트를 비롯한 유수의 소프트웨어 회사들이 모두 이 분야에 뛰어들고 있어 시장은 지속적으로 성장해 갈 것으로 전망된다.

임베디드 S/W는 다양한 특성을 가진 임베디드 시스템에 내장되어야 하기 때문에 저렴한 가격, 소형화, 저전력 소비, 고신뢰성, S/W의 기능 및 성능의 최적화, 하드웨어에 대한 효율적 자원 관리 등이 필요하다. 이에 따라, 임베디드 S/W의 시험인증이 중요한 이슈로 부각되고 있지만, 임베디드 S/W의 다양성과 확고한 표준의 부재로 인해 활성화되지 않고 있는 상황이다.

본 고에서는 임베디드 S/W 산업 및 기술동향을 알아보고, 임베디드 S/W 평가에 대해 살펴보기로 한다.

2. 산업 및 기술동향

해외 시장조사 기관들의 전체 임베디드 S/W 시장에 대한 전망은 긍정적이다. 2004년 가트너

그룹 보고서에 따르면 세계 임베디드 S/W 시장은 2004년 약 1,072억 달러로 추산되며, 2007년에는 1,254억 달러 수준으로 매년 6.6%의 지속적인 성장을 할 것으로 전망하고 있으며, 분야별 임베디드 S/W 표준 플랫폼 개발에서 제품별 솔루션 개발로 세분화할 것으로 전망하고 있다. 국내 시장은 2004년 약 52.3억 달러 수준에서 2007년 약 69.6억 달러로 매년 9% 이상의 지속적인 성장을 할 것으로 전망되고 있다. 국내시장은 특히 정보가전, 통신장비 및 산업전자기기 등의 성장세가 두드러질 것으로 예측하고 있다.

임베디드 S/W의 주요 기술분야는 임베디드 운영체제, 임베디드 미들웨어, 임베디드 시스템 개발 도구, 임베디드 응용 S/W 등으로 구분할 수 있다.

임베디드 운영체제 분야는 VxWorks, pSOS, QNX와 같은 전용 RTOS 선두 주자 진용이 운영체제에 종속적인 상위계층의 S/W들을 내장한 플랫폼 솔루션을 제공하는 추세로 발전하고 있다. 이 중 VxWorks가 임베디드 운영체제 시장의 약 40%를 점유하고 있다. Microsoft는 WinCE를 내세워 시장을 적극 공략하고 있고, 임베디드 리눅스는 공개 소스라는 장점을 토대로 활성화되고 있다. 국내의 경우 삼성전자, LG전자 등 대기업과 MDS테크놀로지, 마스터솔루션 등 국내 중소기업들이 VxWorks, Microsoft, SUN 등 외국기업들과 치열한 각축전을 펼치고 있다.

임베디드 미들웨어 시장은 이 기종 장치의 상호운용성을 위한 UPnP, Jini, Havi, OSGi, 이종 운영체제 상의 동일 서비스의 제공을 위한 JVM, WIPI, GVM 등과 분산 미들웨어, 멀티미디어 콘텐츠의 송수신을 위한 멀티미디어 미들웨어 등으로 확장되고 있다.

임베디드 S/W 개발 도구시장은 응용 S/W가 점차 다양해지고 복잡해짐에 따라 지속적인 성장세를 보이고 있다. WindRiver사의 Tornado가 약 30%의 시장을 점유하며 세계 시장 1위를 지키고 있다. 한편, 시험 자동화 도구는 임베디드 응용 S/W의 복잡성 증가에 따라 품질보증을 위

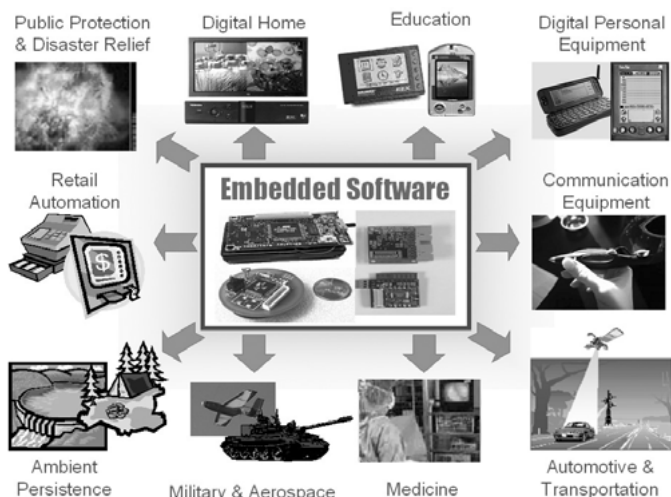


그림 1. 임베디드 S/W의 활용 분야

한 보다 엄격한 시험에 대한 요구, 시험 자동화에 대한 필요성 인식 확산 등으로 인해 각광을 받고 있다.

DBMS 분야에서는 전용 임베디드 DBMS 업체인 Progress Software를 비롯하여 Oracle, Sybase, Microsoft 등 기존 DBMS 업체들이 임베디드 S/W 시장 점유를 확대해 나가고 있다.

국내 임베디드 S/W업체들의 경우 대부분 영세하고, 보유 기술력이 선진국과 격차가 커서 대기업의 휴대폰 모델 개발이나 S/W 용역을 수행하고 있는 형편이다. 운영체제에 비해 상대적으로 기술력이 있는 미들웨어 플랫폼 분야에서 국내 무선 플랫폼 기반 솔루션 업체들을 중심으로 시장을 확대해 나가고 있지만, 신규 미들웨어 플랫폼 시장에는 우선적으로 외산이 도입되고 있는 형편이다.

미국, 유럽, 일본 등의 선진국에서는 임베디드 S/W 기술개발과 관련하여 정부차원에서 정책적으로 집중투자를 하고 있다. 미국의 경우, 국가과학기술자문위원회(NSTC)에서 임베디드 S/W를 21세기 주요 R&D 분야로 지정하여 DARPA, NSF 등을 통해 2002년부터 매년 약 3억 불의 연구비를 투자하고 있다. 유럽의 경우 EUREKA의 ITEA(Information Technology for European Advancement)를 통해 1999년부터 2007년까지 32억 유로를 투자하여 차량 및 교통, 가전제품, 오피스 시스템을 위한 사용자의 환경에 적응하는 임베디드 S/W 기술을 개발 중에 있으며, IST(Information Society Technologies)에서는 2003년부터 2006년까지 5억 4,000만 유로를 투입하여 네트워크 시스템, 분산 실시간 제어 시스템, 차세대 DSP, 적응형 시스템 S/W 분야에 사용되는 임베디드 S/W 기술개발에 투자하고 있다. 일본의 경우, 1984년부터 TRON 프로젝트를 통해 임베디드 S/W, 도구, 응용 기기 및 생활 환경을 구성하는 임베디드 시스템의 표준화를 수행하고 있다.

국내의 경우 정통부에서 임베디드 S/W 분야의 78개의 중점영역 기술을 도출하고, 이를 기초로 표준형 임베디드 운영체제, 맞춤형 방송 미들웨어, 로봇용 사용자인식 기술 등 39개 핵심 S/W 기술을 개발하고 있다.

3. 임베디드 S/W 평가

3.1 시험인증 동향

임베디드 시스템은 대부분 임베디드 S/W의 품질에 의해 성능이 좌우되므로 고품질의 임베디드 S/W를 개발하는 것은 매우 높은 부가가치를 창출할 수 있는 바탕이 된다. 임베디드 S/W의 시

험은 하드웨어와 함께 고려되어야 하기 때문에 기존의 패키지 S/W 시험 방법과는 다른 적용이 필요하다. 현재는 이동통신, 디지털 방송, 홈네트워크, 텔레매틱스 등 다양한 분야에서 제한적으로 임베디드 S/W에 대한 시험인증이 이루어지고 있다.

이동통신 분야의 경우, CDMA 및 GSM에 대한 RF 및 프로토콜 시험인증은 수행하고 있으나, 응용 S/W에 대한 시험은 이루어지지 않고 있다. 현재 OMA(Open Mobile Alliance)에서 응용 S/W에 대한 표준 및 시험표준을 개발 중에 있다. 국내의 경우 이동통신 단말기의 UI 및 응용 S/W 시험은 휴대폰 제조사 및 이동통신 사업자 자체 시험팀에서 수행하고 있다.

디지털 방송 분야의 경우, Motorola Acadia Lab에서 Motorola 셋톱박스에 올라가는 Application에 대한 시험을 수행하고 있고, 영국 BBC 연구개발부에서 DAB 단말기 제품에 대한 사전 시험을 통해 시장출고전에 제품의 성능을 확인하고 있다. 국내의 경우, TTA의 디지털방송 시험팀에서 일부 디지털방송 장비에 대해 표준적합성시험을 수행하고 있다.

홈네트워크 분야의 경우, 영국에서는 Integer 컨소시엄을 구성하여 20가구를 대상으로 에너지관리, 원격진료 등에 대한 홈 네트워크 S/W 시험을 실시하고 있고, 스웨덴에서는 Ericsson에서 126가구를 대상으로 홈관리, 자동차 연계서비스 등에 대한 홈 네트워크 S/W 시험을 실시하였다. 또한 스페인에서는 Science & Technology Ministry에서 30가구를 대상으로 홈오트메이션, 원격진료, e-Learning, 엔터테인먼트 등에 대한 홈 네트워크 S/W 시험을 실시하고 있다. 일본, 싱가포르 등에서도 100가구 내외를 대상으로 원격진료, 홈오트메이션, 엔터테인먼트 서비스의 수용성 및 안정성, 신뢰성 확보를 위한 홈네트워크 S/W 시험을 수행하고 있다. 국내에서는 2006년부터 홈네트워크 S/W에 대한 시험이 이루어질 계획이다.

텔레매틱스 분야의 경우 제품에 대한 인증제도 등은 활성화되지 않았지만, 여러 기관에서 테스트베드 및 시험을 지원하고 있다. 스웨덴의 에테보리시 텔레매틱스 밸리에서는 텔레매틱스 애플리케이션 및 솔루션을 시험하고, 텔레매틱스 기술개발 비용의 25% 정도를 차지하는 통합 및 검증과정을 지원해주는 텔레매틱스 Testbed를 운영하고 있다. 국내에서는 TTA의 S/W시험인증팀에서 극히 제한적인 분야의 시험을 수행하고 있다.

임베디드 리눅스 플랫폼의 경우 MontaVista에서 자사 Linux 제품을 사용하는 고객을 대상으로 자신들의 특정 칩과 보드에 맞게 포팅된 LSP(Linux Support Package)를 제작하여 인증을 부여하고 있는데 평균 25일의 시험기간과 4,800만 원의 시험 수수료가 소요된다. ELC(Embedded Linux Consortium)에서는 임베디드 리눅스 기반의 플랫폼에 대한 표준적합성 시험을 추진하고 있다. Accredited POSIX[®] Testing Laboratories(APTLs)에서는 프로그램 인터페이스(API)에 대해 POSIX 규격을 근거로 'Part 1: System Application'에 대한 정합성 시험인증 서비스를 수행하여 IEEE POSIX[®] Certification을 부여하고 있다. EEMBC Certification Laboratories(ECL)에서는 임베디드 S/W 개발 도구(compiler, simulator, emulator, RTOS 등)를 대상으로 문서, 컴파일러 코드 품질, 디버거, 사용성, 효율성 등을 시험한다. 시험 종류에는 First Impressions과 Deep Impressions 2종류가 있으며, First Impressions의 경우 약 10~12주의 시험기간과 2만 불의 시험 비용이 소요된다. Deep

Impressions의 경우 약 9주의 시험기간과 2~2.5만 불의 시험 비용이 소요된다. BSI에서는 임베디드 OS 및 스마트 카드를 대상으로 보안성을 평가하여 IT Security Certification을 부여하고 있다. DOMUS ITSL에서도 금융 관련 임베디드 시스템(POS, ABM)에 대해 보안성 (INTERAC® technical specification)을 평가하여 INTERAC® Certification을 부여한다. Free Standards Group에서는 리눅스 기반 시스템에 대해 LSB와 OpenI18N 규격을 평가하여 LSB Certification을 부여하고 있다.

국내의 경우 TTA S/W시험인증팀에서 테스트베드의 미비로 일부 임베디드 S/W에 대해 시험 인증을 수행하고 있지만, 2006년 임베디드 S/W 기술지원센터의 설립을 계기로 시험 분야를 확대해 나갈 계획이다.

3.2 임베디드 S/W 기능성 평가방안

ISO/IEC 9126 국제표준에서 S/W를 품질평가하는 관점은 기능성, 신뢰성, 이식성, 사용성, 효율성, 유지보수성 등이 있다. 임베디드 S/W의 품질평가는 하드웨어와 함께 고려되어야 하기 때문에 기존의 패키지 S/W 평가방법과는 다른 적용이 필요하다. 이 중 임베디드 S/W가 탑재될 임베디드 시스템의 특정 기능을 수행하기 위해 적합하게 구현되었는가를 나타내는 기능성 평가가 매우 중요한 이슈로 부각되고 있다.

임베디드 S/W의 평가를 위해서는 우선 임베디드 S/W의 구성 형태를 파악하여야 한다. 임베디드 S/W의 구성형태는 그림 2와 같으며, 각 구성요소의 의미는 다음과 같다.



그림 2. 임베디드 S/W의 세부 구성

- 애플리케이션에 의존적인 부분(Applicationdependent Part, AP)
 - 임베디드 시스템의 요구사항 자체를 구현한 애플리케이션 부분
- 임베디드 운영체제에 의존적인 부분(OSdependent Part, OP)
 - 운영체제를 사용하는 임베디드 S/W에서, 운영체제 모듈 자체 또는 운영체제의 기능을 이용하기 위한 구현 부분

- 하드웨어 제어에 의존적인 부분(Hardwaredependent Part, HP)
 - 하드웨어를 제어하는 구현 부분

실제 임베디드 S/W는 그림 2와 같이 AP, OP, HP가 밀접하게 결합하여 기능을 구현하기 때문에, 구성요소를 다시 ① ~ ⑦로 세분화할 수 있다.

- ① 기능을 구현한 애플리케이션 로직 자체를 의미하는 부분
- ② OS의 API 호출 또는 애플리케이션을 개발하기 위해 맞춤형 OS 모듈 부분
- ③ 변형되지 않은 OS 모듈 자체를 의미하며, 운영체제의 몸체(Body)에 해당하는 부분
- ④ 애플리케이션의 수행을 위해 하드웨어에 접근하는 부분
- ⑤ ⑥을 수행하기 위한 OS의 API 호출 또는 맞춤형 OS 모듈
- ⑥ 하드웨어에 OS를 포팅(Porting)하기 위한 환경설정(Configuration) 부분과 OS가 메모리, 프로세서, 입출력 디바이스 등의 하드웨어에 접근하는 부분
- ⑦ ④와 같이 애플리케이션에 특화된 구현을 제외한 나머지 부분으로 하드웨어 초기화 등 해당

①의 경우 일반 패키지 S/W의 기능성 평가와 같은 방법을 적용하고, ③, ⑥의 경우 임베디드 운영체제 모듈 자체 구현에 관한 부분이므로, 임베디드 S/W 평가에 있어서 핵심적이며 필수적인 부분은 ②, ④, ⑤, ⑦ 이라고 할 수 있다. 이러한 사항을 고려할 경우 다음과 같은 평가 영역으로 구성할 수 있다.

BP 평가는 임베디드 S/W가 기능 적합성을 위해 기본적으로 만족시켜야 할 조건들 - 올바른 구성, 실행 오버헤드 감소, 최소한의 메모리 사용, 저전력 이용 등 - 을 올바르게 구현하고 있는지를 평가한다.

HP 평가는 임베디드 시스템을 구성하고 있는 하드웨어 - 마이크로프로세서, 메모리, 입출력 디바이스, 타이머 등 - 의 초기화 및 제어를 구현한 부분이 올바르게 구현되었는가를 평가한다.

OP 평가는 임베디드 S/W가 운영체제의 기능을 이용하는 부분 - 태스크 관리, 태스크 간 통신관리, 시간관리, 인터럽트·시그널·예외처리, 메모리 관리, 입출력 관리, 네트워킹, 파일 시스템 등 - 을 올바르게 구현하고 있는가를 평가한다.

IP 평가는 하드웨어와 소프트웨어가 결합되어 함께 실행되는 부분 - 하드웨어와 소프트웨어 사이의 시그널 전환, 실행시 시간관련 연산, 동적 연산에 관한 요구사항 등 - 을 평가한다.

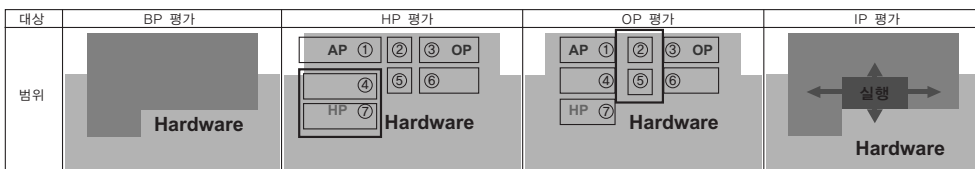


그림 3. 임베디드 S/W의 세부 구성

4. 결론

최근 임베디드 S/W 산업기술은 기술개발과 시장경쟁에 의해 빠르게 변화하고 있으며, 하드웨어의 소형화 및 고성능화가 진행됨에 따라 제품의 경쟁력이 하드웨어에서 소프트웨어 최적화 기술로 이동하고 있다. 그러나 임베디드 S/W의 다양성과 확고한 표준의 부재로 임베디드 S/W의 개발에 비해 임베디드 S/W에 대한 평가는 그 진척이 미흡한 상황이다.

임베디드 S/W는 탑재할 대상 플랫폼 및 정의된 기능 요구사항에 맞게 구성되고 개발되므로, 이를 반영하여 평가하여야 한다. 본 고에서는 임베디드 S/W의 기능성을 체계적으로 평가하기 위하여 고려해야 할 사항들을 기술하였다. 이를 바탕으로 다른 품질 특성들에 대한 연구를 확장하면 향후 임베디드 S/W의 평가에 많은 도움이 되리라고 생각한다.

참고문헌

- [1] ISO/IEC 9126-1.2 Information Technology - Software Product Quality, 1998
- [2] Qung Li and Caroline Yao, "Real-Time Concepts for Embedded Systems", CMP Books, 2003
- [3] David E. Simon, "An Embedded Software Primer", Addison Wesley, 2003
- [4] Bart Broekman and Edwin Notenboom, "Testing Embedded Software", Addison-Wesley, 2003
- [5] Ed Sutter, "Embedded Systems Firmware Demystified", CMP Books, 2002
- [6] 전세계 임베디드 S/W 시장동향, 한국전자통신연구원, 2002
- [7] 국내 임베디드 소프트웨어 산업 실태조사에 관한 연구, 한국소프트웨어진흥원, 2004
- [8] 임베디드 S/W의 품질평가 모듈 개발 연구, 한국정보통신기술협회, 2002
- [9] Embedded S/W BMT 평가모델 개발에 관한 연구, 한국정보통신기술협회, 2004 **TTA**