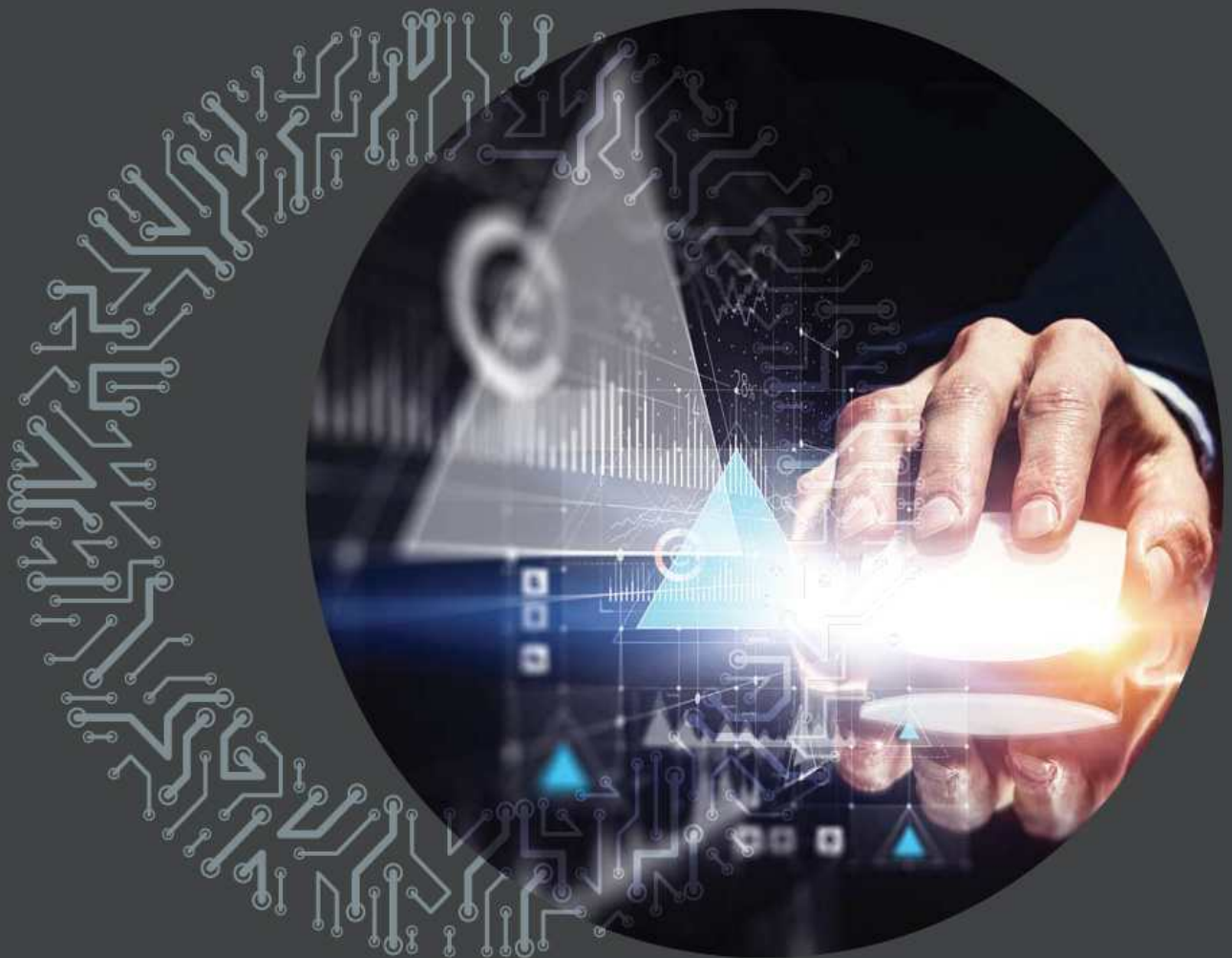


Insight Report

임베디드 인텔리전스 컴퓨팅



※ 본 보고서의 내용은 필자의 개인적인 견해이며, 한국전자통신연구원의 공식 견해가 아님을 알려드립니다.



본 저작물은 공공누리 제4유형: 출처표시+상업적이용 금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

== 목 차 ==

Executive Summary	1
1. 서론: 도메인과 목표 시장	4
2. 임베디드 및 인텔리전트 시스템과 소프트웨어	7
2.1. 임베디드 시스템과 인텔리전트 시스템	7
2.2. 임베디드 및 인텔리전트 시스템의 구성	8
2.4. 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어	9
2.4. 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어의 논리적 계층 구조	10
3. 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 시장	12
3.1. 세계 시장	12
3.2. 국내 시장	21
4. 핵심 가치	29
4.1. 지능화	29
4.2. 산업 특화: 자동차 산업 중심	32
4.3. 무료 또는 오픈 소스 소프트웨어(FOSS)	34
5. 맺음말	37
<참고문헌>	38
<부록 1>	39
<부록 2>	40

Executive Summary

본 보고서는 ETRI 도메인 중 하나인 ‘임베디드 및 인텔리전트 컴퓨팅’에서 추구해야 할 핵심가치를 제시하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 목표 시장인 ‘임베디드 및 인텔리전트 시스템 소프트웨어’(이하 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어)의 시장 규모와 구조, 주요 참여자를 분석하였다. 그리고 시장 분석 결과와 최신 동향에 기초하여 세 가지 핵심 가치를 도출하였다.

본 보고서에서 다루는 도메인은 ‘임베디드 인텔리전스 컴퓨팅’이다. 도메인의 목표 시장은 ‘임베디드 및 인텔리전트 시스템 소프트웨어’(이하 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어)이다. 상위 시장은 ‘임베디드 및 인텔리전트 시스템’ 시장인데, 시스템의 성능 차이를 기준으로 임베디드 시스템과 인텔리전트 시스템으로 구분된다. 이때, 스마트폰, 태블릿, 개인용 컴퓨터, 서버 등 통신기기와 정보기기는 제외된다. 한편 각 시스템은 하드웨어와 소프트웨어로 구성되는데, 소프트웨어에는 운영체제와 미들웨어, 응용 소프트웨어, 개발도구 등이 포함된다.

세계 임베디드 및 인텔리전트 시스템 시장은 2020년 기준으로 약 2,000억 달러 규모로 성장할 것으로 전망된다. 그러나 세계 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 시장은 시장조사기관의 전망에 차이가 커서 특정할 수가 없다. 각 시장조사기관에서 획정한 시장 범위가 다른 것이 시장 크기를 특정할 수 없게 하는 요인 중 하나이지만, 그것보다 소프트웨어 전문 업체뿐만 아니라 시스템 생산 업체, 부품 제조업체 등 다양한 시장 참여자가 소프트웨어를 개발하기 때문에 소프트웨어 시장 규모를 근본적으로 파악하기 어렵다.

임베디드 및 인텔리전트 시스템은 하드웨어를 기준으로 분류할 수 있다. 완성품 생산 업체를 중심으로 계층화된 부품 조달 체계에 따라 1차 부품 업체, 2차 부품 업체, 3차 부품 업체 등으로 구분된다. 한편, 부품 조달 체계와는 독립적으로 반도체 제조업체와 소프트웨어 전문업체가 이 시장에 참여하고 있다.

소프트웨어의 핵심인 운영체제는 미국 기업들이 주도하고 있다. 상용 제품의 대부분이 미국 기업들에서 개발한 것이며, 안드로이드로 대표되는 무료 또는 공개 소스 소프트웨어(이하 FOSS) 또한 미국의 영향력이 크다. 그러나

영국의 FreeRTOS, ARM mbed 등 유럽은 FOSS 시장에서 경쟁력을 가지고 있다. 그런데 최근 독일의 지멘스와 네덜란드의 NXP가 각각 미국의 멘토 그래픽스와 프리스케일을 인수하는 등 상용 제품 시장에도 그 영향력이 확대되고 있다.

한편 임베디드 및 인텔리전트 시스템의 종류에 따라 각각 다른 생태계가 형성되어 있다. 예를 들면, 자동차의 경우, 멀티미디어 서비스를 담당하는 인포테인먼트 시스템과 운전제어를 담당하는 차량 제어 시스템이 있고, 각각의 산업 표준이 존재한다. 전자는 AUTOSAR이고, 후자는 GENIVI가 대표적이다. 항공이나 조선 등도 각각 다른 산업 표준과 생태계를 가지고 있다.

임베디드소프트웨어·시스템산업협회에서 2013년 말 기준 국내 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 시장의 규모가 12조 5,319억 원이라고 발표하였다. 그러나 실태조사에서는 휴대폰 관련 사업까지 포함되어 있기 때문에 본 도메인의 목표 시장은 그보다 작을 것으로 예상된다.

향후 실태조사에서는 다음과 같은 점을 반영할 필요가 있다. 첫째, 시장 규모를 세분할 수 있게 스마트폰이나 태블릿, 컴퓨터, 서버 등을 다른 것들과 구분해서 조사해야 한다. 둘째, 현재 소프트웨어 활용 기업과 공급 기업으로 양분해서 조사하고 있는데, 완제품 생산 기업과 부품 제조기업, 반도체 제공 기업, 독립 소프트웨어 벤더 등으로 세분화하여 조사해야 한다. 특성이 다른 참여기업들 사이의 관계를 이해하는데 필요하다. 셋째, 소프트웨어 확보 방식을 자체 개발과 외부 조달 등으로 체계적으로 구분하여 조사해야 한다.

한편 중소기업기술정보진흥원의 중소·중견기업 기술로드맵은 자동차, 조선 등 6대 산업을 대상으로 한다. 그런데 6대 산업은 각각 다른 특성을 나타내고 있다. 항공과 자동차는 모두 전자장치의 비중이 높지만 완제품 생산업체의 영향력이 매우 크다. 반면에 의료기기나 기계로봇은 완제품 생산업체의 영향력은 낮지만 멀티미디어를 사용하는 경우가 없어 소프트웨어의 역할이 제한적이다.

본 도메인의 목표 시장에서 추구해야 할 핵심 가치로는 세 가지를 제시하였다. 첫째, 지능화에 주목해야 한다. 시장의 기회는 지능화에서부터 나온다. 인텔리전트 시스템의 성장률이 매우 빠르다. 인공지능 스피커처럼 새로운

인텔리전트 제품이 많이 등장할 것이다. 이때 고성능 저전력 컴퓨팅을 요구하는데 뉴로모픽 프로세서 등에 최적화된 새로운 소프트웨어를 필요로 한다.

둘째, 산업의 요구사항을 충족해야 한다. 산업의 표준 플랫폼을 준수하는 것은 기본이다. 안전 인증도 받아야 한다. 자동차의 경우, ECU 통합화 및 소프트웨어 모듈화, 인포테인먼트의 진화, OTA 보편화 등과 같은 시장의 요구사항에도 주목해야 한다.

셋째, FOSS의 영향력이 확대되고 있는데 전략적 선택이 필요하다. 경량 사물에서는 FOSS가 대세일 것이다. 반면에 자동차, 항공, 조선, 국방 등은 여전히 상용 제품이 우세할 것이다.

1. 서론

임베디드 인텔리전스 컴퓨팅(embedded intelligence computing)은 2017년에 ‘ETRI 도메인’을 갱신하는 과정에 새롭게 만들어진 용어이다. ETRI 도메인은 한국전자통신연구원(ETRI)의 연구개발 분야를 의미한다. 기존 ETRI 도메인 중 하나였던 ‘산업용 임베디드 소프트웨어’를 지능화 추세에 맞추어 ‘임베디드 인텔리전스 컴퓨팅’으로 변경하였다. 또한 별도 도메인으로 존재하였던 ‘웨어러블 컴퓨팅 및 기기’와 통합하였다.

<표 1> 도메인 변경 전후 비교

구 분	기 존	변 경
도메인	산업용 임베디드 소프트웨어	임베디드 인텔리전스 컴퓨팅
목표 시장	<ul style="list-style-type: none"> - 자동차 전장 시장 - 국방 SW 시장 - 기타(제조, 섬유 드론 등) 	임베디드 및 인텔리전트 시스템 소프트웨어 시장: 웨어러블기기, 3D 프린터, ADAS 등 자동차 전장, 드론, 에너지 생산설비, 스마트홈 기기, 스마트빌딩 등에 사용되는 운영체제와 미들웨어, 툴과 일부 애플리케이션 소프트웨어

도메인 명칭의 변경과 함께 목표 시장도 ‘임베디드 및 인텔리전트 시스템 소프트웨어 시장’(이하 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 시장)으로 변경하였는데, 이때 ‘시스템’이란 전자시스템(electronic system)을 의미한다. 전자 시스템은 전자부품들이 서로 연결되어 하나 또는 여러 기능을 수행하기 때문에 물리적 실체를 가진다. 우리가 흔히 전자제품이라고 부르는 것이 모두 여기에 해당된다. 컴퓨터, 스마트폰, 게임기 등이 대표적이다. 모두 완성품이다.

그런데 컴퓨터나 스마트폰, 통신 장비, TV, 방송 장비 등 컴퓨팅 기기나 통신기기, 그리고 방송기기가 모두 원칙적으로는 임베디드 및 인텔리전트 시스템에 속한다고 할 수 있으나 이미 큰 시장을 형성하고 있어 별도로 분야가 구분되기 때문에 본 도메인의 목표시장에는 포함하지 않는다. ETRI 도메인에서도 ‘무선통신 네트워크 장비 및 단말, 부품’과 ‘광 네트워크 장비 및 모듈, 부품’, ‘방송 장비 및 단말, 부품’ 등이 별도로 존재한다.

한편, 하나의 제품이 그 자체로 시스템인 경우도 있지만 여러 시스템이 복합하여 하나의 제품을 구성하는 경우도 있다. 이런 제품을 복합 시스템(system of systems)이라고 하는데, 대표적으로 항공기와 자동차가 있다. 자동차에는 인포테인먼트시스템, 운전자지원시스템(ADAS: Advanced Driving Assistance System) 등 다양한 시스템이 탑재되어 있다. 항공기에는 자동항법시스템, 멀티미디어시스템 등이 있다. 그런데 이들 개별 시스템을 제품에 해당하는 ‘시스템’과 구분하기 위해 ‘단위 시스템’으로 부르기도 한다.

임베디드 및 인텔리전트 시스템의 예는 아래의 표와 같다.

<표 2> 임베디드 및 인텔리전트 시스템의 예¹⁾

구 분	예
사무	전화기, 복사기, 팩스, 스캐너, 제단기
게임	아케이드 게임기, 콘솔 게임기
산업 제어	자동화 시스템, 산업재해 진단 시스템, 화재 시스템
차량/철도/교통	엔진 제어, 네비게이터, ITS 제어, 지하철 전기 제어
물류/금융	POS, ATM, 환률 표시기, 카드 리더기
의료	당뇨 측정기, 심전도 측정기, MRI 장비
웨어러블	스마트워치, 헬스 밴드
디지털 광고	사이니지 시스템, 디지털 정보 디스플레이(DID ²⁾)
항공/조선	제어 시스템, 신호 시스템, 정보 표시 시스템, 통제 시스템
로봇/드론	산업용 제어, 교육용, 항공 촬영 드론

주) 통신기기 등 본 도메인의 목표시장에 해당하지 않는 것은 제외함

도메인의 변경에 따른 목표 시장의 변경의 특징은 다음과 같다. 먼저 시스템의 범위를 가정용과 개인용 시스템까지 확대하였다. 기존에 자동차, 무기 등의 산업용 시스템에 국한되었던 것을 웨어러블기기, 3D 프린터, 스마트 홈 등을 추가하였다. 그리고 소프트웨어의 범위를 명시적으로 한정하였다. 운영체제와 미들웨어, 툴, 그리고 일부 애플리케이션 소프트웨어가 포함된다. 이

1) 출처: IITP 92017) 글로벌 상용SW 백서: 시스템 SW편, p38.

2) Digital Information Display

때 애플리케이션 소프트웨어는 자동차의 인포테인먼트 시스템과 같이 제품 내에서 작동하는 것으로 한정한다. 서버에서 동작하는 것은 배제하였다.

<그림 1> 도메인 목표 시장의 범위 변화



소프트웨어 스택의 관점에서는 크게 운영체제와 미들웨어, 응용 소프트웨어, 개발 도구로 구분할 수 있다. 이때 운영체제에는 커널(kernel)뿐만 아니라 드라이버(drivers), 보드 지원 패키지(board support package) 등도 포함한다. 미들웨어에는 TCP/IP, HTTP, SMTP 등 데이터 전송에 관한 라이브러리뿐만 아니라 런타임 실행 환경(runtime execution environment) 등도 포함된다. 개발도구에는 테스트 툴, 분석 도구 등도 포함된다.

2. 임베디드 및 인텔리전트 시스템과 소프트웨어

2.1. 임베디드 시스템과 인텔리전트 시스템

임베디드 및 인텔리전트 시스템은 지능화 여부 또는 그 정도에 따라 지능화되지 않은 임베디드 시스템과 지능화된 임베디드 시스템으로 구분될 수 있다. 본 보고서에서 전자를 임베디드 시스템, 후자를 인텔리전트 시스템으로 부를 것이다.

이때 시스템의 지능화 여부를 구분하는 것은 시장조사기관인 IDC에서 정한 기준³⁾을 따르고자 한다. IDC에서는 인텔리전트 시스템(intelligent system)을 스스로 데이터를 분석하여 환경에 적응해 갈 수 있는 능력을 갖춘 시스템으로 정의하고 있다. 그리고 시스템이 환경 적응 능력을 발휘하기 위해서는 최소한 32비트의 프로세서가 탑재되어 있어야 한다고 보았다. 대표적인 32비트 이상의 아키텍처로는 ARM⁴⁾, MIPS⁵⁾, Power Architecture⁶⁾, x86, SH(SuperH)⁷⁾ 등이 있다. 인텔리전트 시스템의 예로 ADAS, 자동차 인포테인먼트, 3D 프린터 등이 있다. 물론 32비트 이상의 프로세서를 채용한 모든 시스템이 인텔리전트 시스템인 것은 아니다. 환경 적응 능력이 없다면 인텔리전트 시스템이라고 할 수 없다. 지능화 능력이 없는 임베디드 시스템으로는 셋탑박스(set-top box), 산업용 자동화 장비, 의료기기, 스마트카드, 알람시계, 전동칫솔, 전자렌지 등 매우 다양하다.

비록 위에서 임베디드 시스템과 인텔리전트 시스템을 구분하였지만 동일 제품군에서도 임베디드 시스템과 인텔리전트 시스템이 동시에 존재할 수도 있다. 또, 동일 제품군이 임베디드 시스템이었다라도 새로운 기능이 추가되어 인텔리전트 시스템으로 편입될 수도 있다. 예를 들면, 지금의 셋탑박스와 의료기기가 추후에는 인텔리전트 시스템이 될 수도 있다.

3) 상세 내용은 IDC (2017.2) IDC's Worldwide Embedded and Intelligent Systems Taxonomy, 2017: Views by Internet Topology, System Function, and Enabling Technology 확인 요망 (<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US42293317>)

4) 처음에는 Acorn RISC Machine의 약자이었는데 후에는 Advanced RISC Machine의 약자로 쓰임

5) Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages

6) POWER와 PowerPC, Cell processors 등을 통칭하는 용어로서, IBM과 Freescale/NXP, Cadence, Synopsys 등 40개 이상의 유료 회원기관이 참여하고 있음

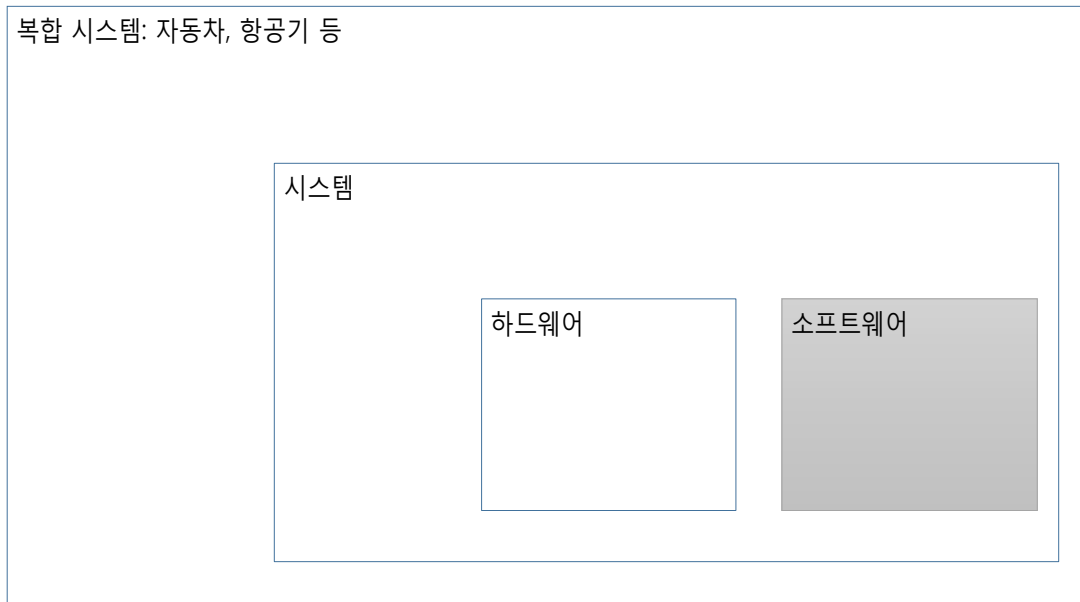
7) 히타치에 의해 개발되었는데 지금은 Renesas가 이 아키텍처를 활용한 칩을 생산하고 있음

2.2. 임베디드 및 인텔리전트 시스템의 구성

임베디드 및 인텔리전트 시스템은 하드웨어와 소프트웨어로 구성된다. 한국정보통신기술협회(TTA)의 ‘임베디드 소프트웨어 정의 및 분류 지침’(2010)⁸⁾에서도 임베디드 시스템을 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 인식하고 있다. 하드웨어에는 마이크로프로세서(MPU)⁹⁾와 마이크로컨트롤러(MCU)¹⁰⁾, RAM, 플래쉬 메모리, DSP¹¹⁾, ASIC¹²⁾, 보드(Board), FPGA¹³⁾ 등이 포함되는데, 시스템 생산 단가의 대부분이 여기에 속한다. 한편, 소프트웨어에는 운영체제, 미들웨어, 개발 도구 등이 포함된다. 본 도메인에서는 하드웨어를 제외한 소프트웨어만을 목표시장으로 한정하고 있다.

위에서 설명한 시스템과 복합 시스템의 관계와 시스템의 하드웨어와 소프트웨어 구성을 종합하면 아래의 그림과 같다.

<그림 2> 임베디드 인텔리전스 컴퓨팅의 계층 구조



8) 한국정보통신기술협회 (2010.12.22) 임베디드 소프트웨어 정의 및 분류 가이드라인.

TTAI.KO-11.0088/R1

9) Microprocessor Unit

10) Microcontroller Unit

11) Digital Signal Processor

12) Application Specific Integration Circuit

13) Field Programmable Gate Array

2.3. 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어

임베디드 소프트웨어는 임베디드 시스템과 더불어 오랫동안 사용된 용어로 그 정의와 특징에 관해 잘 정리되어 있다. 표준단체의 공식적인 정의도 있다. 중소기업기술정보진흥원의 ‘중소·중견기업 기술로드맵 2017-2019 임베디드SW편’¹⁴⁾에서는 한국정보통신기술협회(TTA)의 표준문서에서 정리된 내용의 일부 수정하여 “미리 정의된 목적을 위해 물리적 입력 및 가공된 데이터를 이용하여 적절한 반응을 제공하도록 설계된 소프트웨어”로 정의하고 있다. 본 도메인 목표시장인 ‘임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어’에 위의 정의를 그대로 사용하는데 큰 무리가 없을 것으로 판단된다.

임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어는 물리적 실체가 있는 제품 속에 내장되어 물리적 환경과 끊임없이 상호작용 한다. 즉, 물리적 환경으로부터 지속적으로 신호를 받아 처리해야 한다. 경우에 따라서는 사용자의 요구사항을 입력 받아 물리적 환경의 변화까지 고려해서 반응해야 하는 경우도 있다. 또는 컴퓨터나 스마트폰과 같이 사용자의 요구사항에만 대응하는 경우도 있다. 그래서 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어는 반응성(reactivity), 적시성(timeliness), 동시성(concurrency), 이질성(heterogeneity), 생존성(liveness), 자원 및 환경 제약(constraints), 결정성(determinism) 등의 특징을 가지고 있다. 각 특징에 대한 설명은 아래의 표에서 보는 바와 같다.

<표 3> 임베디드 소프트웨어의 특징

구 분	내 용
반응성	일정 속도로 입력 데이터를 출력 데이터로 변환함으로써 물리적 환경의 변화와 끊임없이 상호작용 해야 함
적시성	입력 데이터를 출력 데이터로 변환하는데 소요되는 시간이 허용 범위, 특히 매우 짧은 시간 내에서 이루어져야 함
동시성	동시 다발적인 물리적 환경 변화로부터 발생하는 입력 데이터를 처리할 수 있어야 함
이질성	다양한 하드웨어 또는 소프트웨어로부터 입력되거나 처리되는 데이터를 효과적으로 다루어야 함

14) 중소기업기술정보진흥원 (2016) 중소기업 기술로드맵 2017-2019: 임베디드SW (<https://goo.gl/hZDxiR>)

생존성	예상하지 못한 상황까지 포함하여 어떠한 경우에도 동작을 멈추는 일은 없어야 함
자원 및 환경 제약	자원(CPU 처리 속도, 메모리 크기, 사용자 인터페이스 등)과 환경(공급 전력, 프로토콜 일치 여부 등)의 제약 조건을 충족해야 함
결정성	동일 조건에서 입력 데이터에 대해 동일한 출력 데이터를 생성해야 하며 이는 테스트를 위한 기본 조건임

출처: Lee(2002)¹⁵⁾와 TTA (2009) 종합

다만 모든 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어가 적시성을 필요로 하는 것은 아니다. 자동차의 제어와 같이 실시간 반응이 매우 중요한 경우도 있는 반면에 자동차의 인포테인먼트 시스템과 같이 실시간성이 상대적으로 덜 중요한 경우도 있다. 전자를 흔히 미션 크리티컬 시스템(mission critical system)이라 한다. 한편 위에서 제시한 바와 같이 자동차는 미션 크리티컬 시스템¹⁶⁾과 그렇지 않은 시스템이 혼재되어 있는데 이런 경우를 혼합 임계 시스템(mixed criticality system)이라고 한다.

2.4. 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어의 논리적 계층 구조

한국정보통신기술협회(TTA)의 ‘임베디드 소프트웨어 정의 및 분류 지침’(2010)¹⁷⁾에서는 임베디드 소프트웨어의 논리적 계층 구조를 다음과 같이 제시하고 있다. 세부적인 분류 체계는 아래의 표에서 보는 바와 같다.

<표 4> 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 논리적 계층 구조

구분	세부 분류	설명
하드웨어 인터페이스 소프트웨어	펌웨어	프로그래밍 가능 ROM 영역에 직접 저장되어 하드웨어 장치의 저수준 동작을 담당
	신호처리 소프트웨어	오디오, 음성, 이미지, 비디오 처리 및 필터링 등에 특화된(specialized) 응용 소프트웨어

15) Edward A. Lee (2002) "Embedded Software", Advanced in Computers, Vol. 56, pp55-95. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065245802800043>)

16) 항공기의 내비게이션 시스템, 핵 반응기 안전 시스템(nuclear reactor safety system) 등도 여기에 속함

17) 한국정보통신기술협회 (2010.12.22) 임베디드 소프트웨어 정의 및 분류 가이드라인, TTAI.KO-11.0088/R1

임베디드 시스템 제어 소프트웨어	임베디드 운영체제	임베디드 시스템상의 소프트웨어들을 제어하는 역할 수행
	미들웨어 및 가상 기계	소프트웨어 컴포넌트 및 응용 서비스 조합을 제 공하여 플랫폼 독립적인 소프트웨어 수행 가능
	응용 제어 소프트웨어	임베디드 시스템의 행동을 제어하기 위한 소프 트웨어
입출력 서비스 소프트웨어	멀티미디어 응용	멀티미디어 서비스를 제공하는 소프트웨어
	네트워크 응용	연결성을 제공하거나 네트워크를 이용한 서비스 를 제공하는 소프트웨어
	양방향 비실시간 응용	실시간성의 요구를 가지지 않는 사용자와의 양 방향 서비스를 제공하기 위한 소프트웨어
소프트웨어 개발 도구	소프트웨어 설계 도구	소프트웨어 설계 단계에서 제약조건을 만족시키 기 위한 다양한 방법론을 자동화한 소프트웨어
	소프트웨어 구현 도구	임베디드 장치로의 소프트웨어 배포 및 디버깅 등을 도와주는 소프트웨어
	소프트웨어 검증 및 시험 도구	소프트웨어 설계시의 조건을 만족하는 지 확인 하기 위한 검증/시험 자동화 소프트웨어

먼저 하드웨어 자원에 대한 소프트웨어의 접근을 가능하게 하는 하드웨어 인터페이스 소프트웨어가 있다. 펌웨어와 오디오, 음성, 이미지, 비디오 처리 등에 특화된 신호처리 소프트웨어가 여기에 속한다. 다음으로는 임베디드 시스템의 자원 사용과 그 동작을 제어하는 기능을 담당하는 임베디드 시스템 제어 소프트웨어가 있는데, 임베디드 운영체제와 미들웨어 및 가상 기계, 응용 제어 소프트웨어로 세분된다. 그리고 소프트웨어 접근 가능 자원을 활용하여 사용자에게 직접적인 서비스를 제공하는 역할을 담당하는 입출력 서비스 소프트웨어가 있다. 마지막으로 다른 소프트웨어의 개발과 마찬가지로 소프트웨어의 설계와 구현, 그리고 시험과 검증에 필요한 도구들이 있다.

3. 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 시장

3.1. 세계 시장

3.1.1. 시장 규모

임베디드 및 인텔리전트 시스템이 하드웨어와 소프트웨어로 구성되어 있고, 통상 하드웨어와 소프트웨어의 매출이 독립적으로 측정되지 않는 점을 감안하면 소프트웨어 시장을 추정하기 위해서는 무엇보다 시스템 시장의 규모를 추정하는 것이 우선되어야 한다.

그러나 시스템 시장 또한 그 규모를 파악하는 것이 쉽지 않다. 이론적으로 보면 모든 제품이나 제품에 내장된 모든 전자시스템의 목록을 작성하여 각 시장의 규모를 합산하면 된다. 그러나 제품이나 시스템을 구성하는 품목이 너무 많아서 그 대상을 특정하기 쉽지 않다. 물론 조금 더 거시적으로 각국 정부나 OECD 또는 세계은행에서 발표하는 제조업 통계로부터 임베디드 및 인텔리전트 시스템의 규모를 계산하는 방법도 있다. 그러나 이 경우에도 제품 중 전자시스템이 차지하는 비중이 얼마인지 파악하는 것 쉽지 않아 시장 규모를 산출하는 것은 사실상 불가능하다.

그런데 2016년에 시장조사기관인 IDC에서 야심차게 자신들이 구성한 시스템의 시장 분류 체계를 이용해서 2015년의 임베디드 및 인텔리전트 시스템 시장 규모와 2020년까지의 시장 전망을 담은 보고서¹⁸⁾를 발표하였다. 동 보고서에 따르면, 임베디드 및 인텔리전트 시스템 중 인텔리전트 시스템 시장은 2015년부터 2020년까지 연평균 7.2%씩 성장하여 약 2.2조 달러가 될 것으로 전망했다. 그러나 이 시장에는 스마트폰이나 태블릿, 개인용 컴퓨터, 서버 등이 포함되어 있어 본 보고서에서 정의한 시장과는 차이가 있다.

또, BCC Research의 보고서(2014.9)¹⁹⁾에 따르면 세계 임베디드 시스템 시장은 2013년에 1,428억 달러였는데, 2014년에 1,524억 달러가 될 것으

18) 상세 내용은 IDC (2016.5) Worldwide Embedded and Intelligent Systems 2015-2020 Market Forecast 확인 요망 (<https://iot.do/idc-intelligent-systems-iot-2016-05>) (<http://www.kr.idc.asia/quickboard/quickboardarticle.aspx?prid=411>)

19) 상세 내용은 BCC Research (2014.9) Embedded Systems: Technologies and Markets 확인 요망 (<https://goo.gl/KquXWg>)

로 예상되고 그 이후 연평균 5.4%씩 성장하여 2019년에 1,985억 달러로 성장할 것으로 전망했다. Research and Markets의 보고서(2016.10)²⁰⁾에서는 2015년에 1,580억 달러가 넘었는데, 2016년에 약 1,690억 달러가 될 것으로 예상했고, 그 이후 연평균 5.5%씩 성장하여 2021년에 2,210억 달러가 될 것이라고 보았다.

BCC Research와 Research and Markets, IDC 등 여러 시장조사기관의 시장 전망을 종합해 볼 때, 세계 임베디드 시스템 시장은 2020년경에 약 2,000억 달러가 될 것으로 보인다. 물론 여기에는 스마트폰이나 태블릿, 개인용 컴퓨터, 서버 등은 포함되지 않았다.

한편, 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 시장에 관한 시장조사기관의 발표자료는 다음과 같다. Technavio의 보고서(2016.12)²¹⁾에 따르면 세계 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 시장은 2016년에 131.6억 달러였던 것이 연평균 9.4%씩 성장하여 2021년에 206.2억 달러로 성장할 것으로 전망하였다. 한편, VDC Research의 보고서(2009)²²⁾에서는 임베디드 소프트웨어 시장이 2006년에 약 19억 달러였던 것이 2010년에 24억 1,600만 달러가 될 것으로 전망하였다. VDC Research의 시장 규모가 Technavio에 비해 매우 적다. 시점 차이도 있지만 무엇보다 VDC Research는 시장을 운영체제 중심으로 추산하였는 점이 크게 작용했을 것으로 보인다.

BCC Research의 2005년 6월 보고서²³⁾에 따르면, 임베디드 소프트웨어 시장의 규모가 2004년 16억 달러였던 것이 연평균 16%씩 성장하여 2009년에 35억 달러가 될 것으로 전망하였다. 한편 동 기간의 임베디드 하드웨어 시장은 연평균 14.2%씩 성장하여 2009년에 약 787억 달러가 될 것으로 전망하였다. 또, BCC Research의 2009년 4월 보고서²⁴⁾에서는 임베디드 소프트웨

20) 상세 내용은 Research and Markets (2016.10) Embedded Systems: Technologies and Markets 확인 요망 (<https://goo.gl/irqkHV>)
21) 상세 내용은 Technavio (2016.12) Global Embedded Software Market 2017-2021 확인 요망 (<https://goo.gl/H62r29>) (<https://goo.gl/EQe1pT>)
22) 상세 내용은 VDC Research (2009.12) The Embedded Software and Tool Market 확인 요망 (<https://www.slideshare.net/vdcresearch/embedded-software-and-tools-market-update-outlook>)
23) 상세 내용은 BCC Research (2005.6) Future of Embedded Systems Technologies 확인 요망 (<https://www.bccresearch.com/market-research/information-technology/IFT016B.html>)
24) 상세 내용은 BCC Research (2009.4) Embedded Systems: Technologies and Markets 확인 요망 (<https://goo.gl/Yj6KkF>)

어 시장의 규모가 2008년에 약 22억 달러였던 것이 연평균 5.6%씩 성장하여 2013년에 29억 달러가 될 것으로 전망하였는데, 같은 기간 하드웨어는 898억 달러에서 1,096억 달러로 연평균 4.1%씩 성장할 것으로 전망하였다.

참고로 BCC Research에서 발표한 2009년의 소프트웨어와 하드웨어의 시장 규모를 이용하여 전체 시스템 시장에서 소프트웨어 시장의 비중을 계산하면 4.26%이다. 또 2008년과 2009년 시장 전망 기준으로는 각각 2.39%와 2.58%이었다. 비록 두 수치가 큰 차이를 보이지만 하드웨어보다 소프트웨어의 성장률이 높다고 추정한 점에 비추어 볼 때 임베디드 시스템에서 소프트웨어의 비중은 확대되었을 것으로 예상된다.

위에서 확인한 바와 같이 Technavio, VDC Research, BCC Research 등 여러 기관에서 발표한 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 시장의 규모에는 매우 큰 차이가 존재한다. 이렇게 편차가 큰 상황에서 시장조사기관의 자료를 참고하여 시장 규모를 추정하는 것은 적절하지 않다. 따라서 본 보고서에서는 시장조사기관의 발표를 이용해서 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 시장의 규모를 제시하지 않는다.

한편, 시장조사기관마다 시장 규모가 크게 차이가 나는 이유는 시장의 구조적 특징에 원인이 있다. 먼저 소프트웨어 시장의 범위를 어떻게 확정하느냐에 따라 시장의 크기가 크게 좌우된다. 예를 들면, 개발 및 테스트 도구를 포함할 것인지 또 미들웨어를 포함할 것인지, 또 포함한다면 어느 범위까지 포함할 것인지에 따라 시장 크기가 크게 증가하거나 감소할 수 있다.

그리고 무엇보다도 소프트웨어 시장의 매출로 확인하기 어려운 경우가 있다. 소프트웨어 전문 기업이 아닌 하드웨어 제조업체에서 하드웨어 매출에 소프트웨어까지 포함하는 경우이다. 시스템 생산 업체가 판매하는 제품에 탑재 될 소프트웨어를 자체 개발하거나 반도체 제조업체가 소프트웨어를 개발하여 제공할 수 있다. 전자의 예로 삼성전자나 LG전자 등에서는 직접 고용한 소프트웨어 엔지니어들이 소프트웨어를 개발하는 경우가 있다. 후자의 예로는 대표적인 반도체업체인 NXP나 ARM 등이 있다.

3.1.2. 시장 구조

앞서 밝힌 바와 같이 임베디드 및 인텔리전트 시스템은 매우 다양하다. 그 수준도 제품부터 부품까지 상이하다. 따라서 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 시장도 어떤 시스템에 대한 시장이냐에 따라 그 참여자와 참여자간의 관계가 다를 수밖에 없다. 그럼에도 불구하고 임베디드 및 인텔리전트 시스템 시장을 가치사슬을 하드웨어와 소프트웨어 중심으로 구조화하면 다음과 같다.

하드웨어를 기준으로 보면 크게 완제품 제조업체와 부품 제조업체, 반도체 제조업체로 구분할 수 있다. 부품 제조업체는 1차 업체, 2차 업체, 3차 업체로 세분할 수 있다. 부품 제조업체와는 독립적으로 반도체 제조업체가 자리하고 있다. 한편, 하드웨어 제조업체와는 독립적인 소프트웨어 업체들도 존재한다. 흔히 독립 소프트웨어 벤더(ISV: Individual Software Vendor)²⁵라고 부르는 업체들이다. VxWorks를 제공하는 윈드리버 시스템즈(Wind River Systems), Integrity 시리즈를 제공하는 그린 힐스 소프트웨어(Green Hills Software)가 여기에 해당된다. 한편, 마이크로소프트, 구글, 애플 등과 같은 서비스 기업이자 소프트웨어 기업도 참여하고 있다.

한편, 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 시장은 개별 시스템마다 각각 다른 생태계를 구성하고 있다. 자동차 산업의 경우 완성차 업체들을 중심으로 하여 부품 공급업체, IT 융합 모듈 공급업체, 기반 SW 공급업체 등으로 구성된 전방산업과 차량IT융합 서비스와 범용 서비스로 구성된 후방산업이 있다. 한편, 완성차 업체도 기존 상용차 제조업체와 자율주행차, 친환경차, 커넥티드카 등 IT자동차 전문업체로 구분하였다. 대표적인 IT자동차 전문업체로는 테슬라와 우버, 구글 등이 있다. 상세 내용은 아래 그림에서 확인할 수 있다.

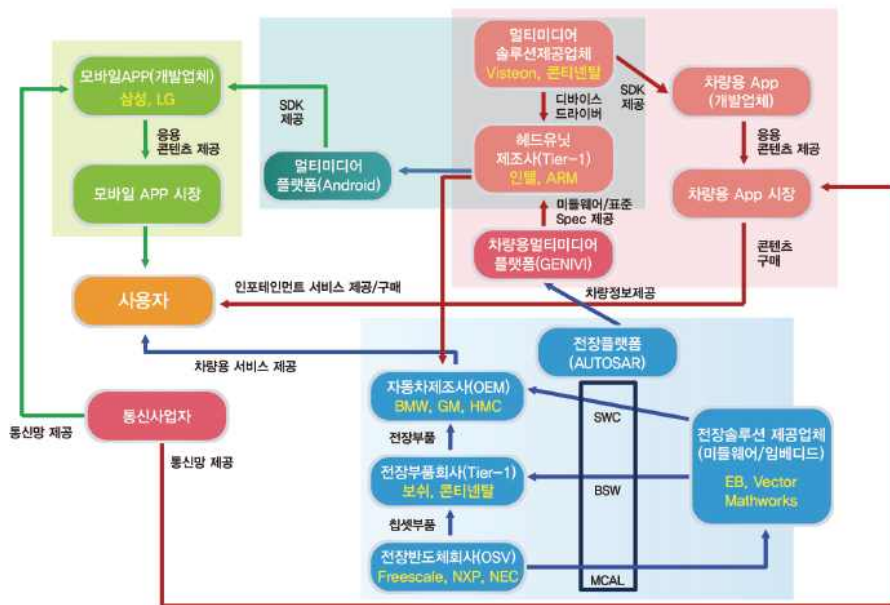
25) 임베디드 시스템뿐만 아니라 일반적인 경우

<그림 3> 자동차 산업 생태계²⁶⁾



자동차 내 대표 시스템으로는 차량 제어시스템과 차량용 인포테인먼트 시스템이 있다. 아래의 그림에서는 각각 전장플랫폼과 차량용 멀티미디어 플랫폼으로 설명되어 있다. 각각 AUTOSAR와 GENIVI가 대표적인 플랫폼이다.

<그림 4> 차량용 앱 및 플랫폼 생태계²⁷⁾



26) 출처: IITP (2017) 글로벌 상용SW 백서: 총괄, p679.

27) 출처: IITP (2017) 글로벌 상용SW 백서: 총괄, p680.

AUTOSAR²⁸⁾는 개방형 표준으로 일반적으로 AUTOSAR Classic을 의미한다. AUTOSAR Classic은 2005년 8월7일에 1.0 버전을 배포하였고, 현재 버전은 4.3이다. 2017년 3월에는 AUTOSAR Adaptive가 처음 등장하였는데, 지금은 두 번째 버전인 17.10 버전이 공개되었다. 한편 AUTOSAR 기본 모듈을 제공한 벤더에는 현재 91개 기관이 있다. 우리나라에서는 현대차 계열사인 현대오트론과 스타업인 팝콘사(PopcornSAR)²⁹⁾만이 속해 있다.

GENIVI는 2009년 3월에 BMW와 자동차 부품제조업체인 델파이, GM, 인텔, 이탈리아 피아트의 부품 자회사인 Magneti-Marelli, 푸조와 시트로앵의 모회사인 PSA, 푸조, 시트로앵, 미국의 차량용 전기장치 공급업체인 Visteon³⁰⁾, 윈드리버 시스템즈가 결성한 자동차 산업 연합이다. 현재 레러펀스 아키텍처를 공개하고 있다. 한편 GENIVI 기반의 플랫폼을 제공하는 기업으로는 알파인 일렉트로닉스³¹⁾와 콘티넨탈 오토모티브³²⁾, KPIT Technologies, Magneti Marelli, 멘토 오토모티브³³⁾, 윈드리버 시스템즈, Visteon, Tuxera이다. 한편 GENIVI 준수 제품으로는 그 외에 보쉬와 덴소의 합작법인인 ADIT³⁴⁾, Asian AW, 일본의 Clarion, 델파이, 하만, LG전자, Neusoft Automotive, 엔비디아, PELAGICORE, QuEST, RENESAS, TCS 등이 있다.

3.1.3. 주요 시장 참여 업체: 소프트웨어 전문업체 중심

임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 업체들은 각자 독자적인 운영체제 브랜드를 가지고 소프트웨어 스택 전 영역에서 사업을 하고 있다. PC용 운영체제의 강자인 마이크로소프트는 1996년부터 윈도우즈 임베디드 시리즈(Windows CE)를 출시하여 오래 전부터 이 시장을 주도해 왔다. 2013년에 ‘윈도우즈 임베디드 스탠다드(Windows Embedded Standard)’를 출시했고, 2014년에는 ‘윈도우즈 임베디드 컴팩트(Windows Embedded Compact) 2013’을 출시했다. 그리고 윈도우즈 임베디드 인더스트리 등과 같이 산업 영역별로 특화된 운영체제도 제공하고 있다. 특히, 최근 부상하고 있는 자동차용

28) AUTomotive Open System Architecture

29) <http://www.popcornsar.com>

30) 2000년에 설립됨

31) Alpine Electronics, Inc.

32) Continental Automotive

33) Mentor Automotive

34) Advanced Driver Information Technology

수요를 충족시키기 위해 별도 플랫폼인 ‘윈도우즈 임베디드 오토모티브 (Windows Embedded Automotive) 7’을 별도로 제공하고 있다.

<표 5> 임베디드 인텔리전스 컴퓨팅 분야의 윈도우즈 시리즈 체계³⁵⁾

구분	특징
Windows 10 IoT for industry devices	데스크탑 셸, 윈도우즈 32비트 앱 유니버설 앱과 드라이버 최소 사양: 1GB RAM, 16GB storage X86/x64
Windows 10 IoT for mobile devices	모던 셸, 모바일 앱 유니버설 앱과 드라이버 최소 사양: 512MB RAM, 4GB storage ARM
Windows 10 IoT for core	No Shell 또는 마이크로소프트 앱 유니버설 앱과 드라이버 최소 사양: 256MB RAM, 2GB storage X86/x64 또는 ARM

2015년 여름에는 ‘윈도우즈 10 IoT 코어(Core)’를 출시함으로써 윈도우즈 임베디드 시리즈까지 기존의 윈도우즈 체계로 통합하려는 시도가 있었다. 소위 스케일러블한 운영체제 플랫폼을 갖추려는 노력의 일환이었고, ‘원코어 (OneCore)’ 프로젝트로 알려져 있기도 하다³⁶⁾. 그리고 이 원코어 기반에서 작동하는 일명 ‘안드로메다OS’ 프로젝트가 진행중인 것으로 알려져 있다.

마이크로소프트와 같은 종합 소프트웨어 기업이 아닌 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 전문업체들이 있다. 북미와 유럽의 기업들이 대표적인데, 공교롭게도 북미의 대표 기업들인 윈드리버 시스템즈, 그린 힐스 소프트웨어, QNX 소프트웨어 시스템즈 (이하 QNX) 모두 1980년대 초에 설립되었다. 또 윈드리버 시스템즈는 2009년에 인텔에, QNX는 2010년에 블랙베리 등 IT 대기업에 인수되었다. 이들 업체들은 설립 초기부터 독자적인 운영체제를 개발해 왔으며 리눅스 버전을 모두 제공하고 있다. 또, 시장이 확대되는 중에 각 상위 시스템에서 요구하는 안전, 보안 등에 관한 인증을 획득하였는데, 예를 들면, 항공 분야의 DO-178B, DO-178C 등이 대표적이다. 2015년경부터는 완성품별

35) <http://blogs.directinsight.co.uk/will-windows-10-iot-core-replace-windows-ce/>

36) IntervalZero.com (<https://goo.gl/DJaFc5>)

로 각자의 개발자들을 위해 자신들의 여러 소프트웨어 스택을 플랫폼화하여 제공하기 시작했다. 현재 윈드리버는 자동차의 새시, 구동, 운전석, 인포테인먼트 등 단위 시스템까지 세분화된 플랫폼을 제공하고 있고, 그린 힐스 소프트웨어와 QNX는 완성품 단위인 항공기, 자동차, 의료용 기기별 별도 플랫폼을 제공하고 있다. 그 외 미국 업체로는 LynxWork (1988년 설립), Express Logic (1996년 설립), Monta Vista Software (1998년 설립) 등이 있는데, 이들 업체들도 플랫폼을 제공하고는 있으나 아직 완성품 또는 단위 시스템에 특화된 세분화하지는 않고 있다.

윈드리버 시스템즈는 1981년에 두 명의 로렌스 버클리 국립 연구소 (LBNL: Lawrence Berkeley National Laboratory) 출신 연구자들이 설립한 회사이다. 사업 초기부터 미항공우주국(NASA) 등을 고객으로 두었으며, 1987년에 실시간 운영체제의 대명사인 VxWork를 출시하였다. 1993년에 미국 나스닥(NASDAQ)에 상장하였으며, 2009년에 인텔에 인수되었다. 2009년 기준으로 매출이 3억 5,970만 달러이었다. 인텔에 피인수된 이후로도 미국의 화성탐사 로봇인 큐리아서티(Curiosity)에 VxWork가 탑재되는 등 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 시장의 강자로 군림하고 있다.

그린 힐스 소프트웨어는 1982년 설립되었다. 최초의 프로젝트는 모토롤라 프로세서 컴파일러 최적화였는데, 이후 일본의 히타치와 NEC 등을 위해서 비슷한 일을 수행하였다. 그 이후 자체 실시간 운영체제 개발에 나서서 INTEGRITY를 출시하였는데,³⁷⁾ INTEGRITY-178B는 2002년에 항공기 소프트웨어 표준인 DO-178B Level A를, 2008년에는 EAL6+를 충족시켰다. 그 결과 B-2, F-16, F-22, F-35 등 여러 전투기에 탑재되었고 에어버스 380 등 민항기에도 탑재할 수 있었다. 2003년 매출이 5,120만 달러였고 영업이익이 1,140만 달러였으며³⁸⁾, 2008년의 매출이 1억 3,000만 달러가 넘는 것으로 추정이었다.³⁹⁾

QNX는 1982년에 캐나다에서 고든 벨(Gordon Bell)과 댄 다지(Dan Dodge)가 공동으로 설립한 회사이다. 이 회사의 시작은 1980년에 두 사람이 캐나다 워털루 대학에서 컴퓨터과학의 수업 과제로 시작한 것에서부터이다. 초기부터 마이크로커널 실시간 운영체제를 출시하였으며, 소형기기를 중심으로

37) <https://www.renesas.com/ko-kr/about/web-magazine/edge/partner/14-green-hills-software-inc.html>

38) https://www.ghs.com/news/20040628_q42003.html

39) https://www.ghs.com/news/20090331_Record_Sales_2008.html

시장 유지해 오다 지금은 자동차용 시장, 특히 자동차용 인포테인먼트 시장의 강자로 군림하고 있다. 2016년 3사분기의 매출이 1억 6,000만 달러이었다.⁴⁰⁾

유럽에서는 항공 산업이 발달한 국가들을 중심으로 대표 업체들이 성장하였다. 유럽의 항공산업은 영국, 독일, 프랑스, 이탈리아, 네덜란드, 스웨덴 등이 주도하고 있는데, 대표적인 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 업체로는 독일의 멘토 그래픽스(Mentor Graphics), 스웨덴의 ENEA, 프랑스의 시스코(SYSGO)가 있다. 멘토 그래픽스는 1981년에 미국에서 설립되었다. 운영체제로는 Nucleus OS가 있으며, 리눅스버전과 하이퍼바이저(hypervisor)도 함께 제공하고 있다. 2016년에 지멘스에 약 45억 달러에 인수되었다. 2017년 매출이 약 12.8억 달러이다. 스웨덴의 ENEA AB는 1968년에 설립되었으며, NFV(Network Functions Virtualization)가 주요 사업이다. 2016년 매출이 약 6,000만 달러인 것으로 알려져 있다. 프랑스의 시스코(SYSGO)는 1991년에 독일에서 설립되었는데 2012년에 프랑스의 탈레스(Thales)가 인수하였다. 2005년에 자체 OS인 PikeOS를 출시하였고, PikeOS 하이퍼바이저를 비롯하여 ELinOS Embedded Linux, Integrated Modular Avionics (IMA) 등이 주요 제품이다. 유럽의 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 업체들은 독자적인 운영체제를 개발하기도 했지만, 하이퍼바이저를 주요 제품으로 하고 있다.

아시아의 대표 업체로는 대만의 Avantech와 일본의 eSOL이 있다. Advantech는 1983년에 설립된 회사인데 초기에는 산업용 PC를 판매하였으나 2014년부터 클라우드 분야로 진출해서 WISE 시리즈의 서비스를 제공하고 있다. 2014년에 마이크로소프트의 애저(Azure)를 이용한 WISE-Cloud 서비스를 출시했고, 최근에는 IoT 개발자용 플랫폼인 WISE-PaaS를 제공하고 있다. 2013년부터 매출이 연 10% 내외로 증가하여 2016년에는 약 13억 달러의 매출을 달성하고 있다. 그런데 전체 매출에서 임베디드 인텔리전스 소프트웨어가 차지하는 비중은 높지 않을 것으로 예상된다. 일본의 eSOL은 1975년에 설립된 회사로, 2016년 매출은 약 5,700만 달러이다. 2005년에 eT-Kernel을 출시했고, 2012년에 매니코어 기반의 실시간 운영체제인 eMCOS를 출시했다.

위에서 열거한 기업들을 정리한 표는 <부록 1>에서 확인할 수 있다.

40) <https://goo.gl/QKom63>

3.2. 국내 시장

3.2.1. 시장 규모

위에서 밝힌 대로 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 시장의 규모를 추정하는 것은 어렵다. 그럼에도 불구하고 임베디드소프트웨어·시스템산업협회 (KESSIA)⁴¹⁾는 2014년에 ‘임베디드SW산업 실태조사’⁴²⁾ 결과를 발표하였다. 이 조사에 따르면, 2013년 말 기준의 국내 임베디드 소프트웨어 시장 규모를 13조 5,319억원 규모로 추정되었다. 그런데 이 규모는 앞서 세계 시장이 2020년경에 약 2,000억 달러인 점에 비추어볼 때 매우 크다. 세계 시장의 약 5%에 육박한다. 그것도 2013년과 2020년의 기간 차를 차지하고 말이다.

그런데 이렇게 세계 시장에 비해 국내 시장 규모가 큰 것은 시장 범위의 차이 때문인 것 같다. 2014년 실태조사에는 휴대폰 관련 사업을 수행하는 기업들이 상당수 포함되어 있다. 2,400개 기업 중 617개로 약 35.6%가 휴대폰 관련 사업을 수행하고 있었는데, 그 부분까지 시장에 포함하였다.⁴³⁾ 앞서 IDC의 시장 전망에서 스마트폰, 개인용 컴퓨터, 서버 등 모든 전자제품을 포함했을 때 2020년의 시장 규모가 약 2.2조 달러로 될 것으로 보았는데, 이 시장은 2,000억 달러의 약 11배에 해당된다. 따라서 임베디드소프트웨어·시스템산업협회의 실태조사로부터 추정한 국내 시장 규모보다는 본 도메인의 목표시장의 규모가 더 작을 것이다.

3.2.2. 시장 구조

임베디드 소프트웨어 산업 실태조사는 2004년부터 조사가 진행되었는데, 2014년 조사에서는 이전 조사의 단점을 극복하기 위해 총 2,400개 기업을 산업 전체의 모집단으로 설정하여 조사가 진행되었다. 이때 모집단은 공급 기업과 활용 기업으로 구분하였고, 공급 기업은 다시 소프트웨어 기업과 임베디드 모듈 기업으로 구분하였다. 2,400개 모집단 기업을 기준으로는 공급 기업이 1,355개이고 활용 기업이 1,045개이다. 소프트웨어 기업이 744개이고 모듈 기업이 611개다.

41) Korean Embedded Software and System Industry Association

42) 상세 내용은 임베디드소프트웨어·시스템산업협회 (2014.12) 임베디드SW산업 실태조사: 종합편을 확인 요망

43) 출처: 임베디드소프트웨어·시스템산업협회 (2014.12) 임베디드SW산업 실태조사: 종합편, p66

그리고 임베디드 소프트웨어를 자체 개발하는지 아니면 다른 기업으로부터 구매하는지의 차이에 따라 다시 구분하였다. 결과적으로 가치사슬과 자체 개발 여부를 조합하여 아래의 표에서 보는 바와 같이 4개의 기업군을 구분하고 그 비율이 각각 아래와 같다고 제시하였다.

<표 6> 임베디드 소프트웨어 및 시스템 기업 분포⁴⁴⁾

	임베디드 소프트웨어 공급 기업	임베디드 소프트웨어 활용 기업
임베디드 소프트웨어 자체 개발	공급-1 (85.1%)	활용-1 (90.2%)
임베디드 소프트웨어 구입 의존	공급-2 (14.9%)	활용-2 (9.8%)

한편, 동 실태조사에서는 임베디드 산업의 가치사슬을 기준으로 임베디드 소프트웨어 기업과 임베디드 모듈 기업, 최종 제품이자 완제품인 시스템 생산기업으로 구분하기도 하였다. 공급-1군의 기업들을 임베디드 소프트웨어 기업 또는 임베디드 모듈 기업에 속하는 기업들로 공급 기업의 85.1%를 차지하였다. 공급-2군의 기업들은 임베디드 모듈 기업과 임베디드 소프트웨어 유통 기업들로 공급 기업의 15.9%를 차지하였다. 활용-1군과 활용-2군 모두 임베디드 시스템 기업으로 각각 활용기업의 90.2%와 9.8%를 차지하였다. 위의 수치에서 보는 것처럼 국내 임베디드 기업들은 공급 기업이나 활용 모두 자체 개발의 비중이 매우 높았다.

그런데 위의 표에서 공급 기업의 대부분이 자체 개발하고 있음에도 불구하고 활용 기업의 자체 개발 비율 역시 높다는 것으로 볼 때 임베디드 소프트웨어를 자체 개발하는 기업의 상당수가 임베디드 모듈 기업일 가능성이 높다. 만약 임베디드 소프트웨어를 자체 개발하는 공급 기업의 상당수가 소프트웨어 전문 기업인데, 임베디드 활용 기업의 대부분 역시 자체 개발한다면 공급 기업의 소프트웨어를 구매해서 사용할 수요처가 국내에는 존재하지 않는 모순이 발생하기 때문이다.

44) 출처: 임베디드소프트웨어·시스템산업협회 (2014.12) 임베디드SW산업 실태조사: 종합편, p9.

따라서 만약 아래의 그림과 같이 기업들을 구분하여 기존 조사 결과를 재정리하거나 새롭게 실태조사를 실시한다면 그 특성이 분명하게 드러날 것으로 예상된다. 또 각 가치사슬의 자체 개발 비율과 외부 조달 방식, 그리고 외산과 국산 소프트웨어의 채택 여부를 종합해 보면 국내 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 생태계의 순환 구조가 명확하게 드러날 것으로 기대된다.

<표 7> 임베디드 소프트웨어 및 시스템 기업 분포

	임베디드 SW 전문 기업	임베디드 모듈 부품 기업	임베디드 시스템 기업
임베디드 소프트웨어 자체 개발	소프트웨어-1	모듈-1	시스템-1
임베디드 소프트웨어 구입 의존	소프트웨어-2	모듈-2	시스템-2

2014년 실태조사에 따르면, 임베디드 소프트웨어 전문 기업이 모듈 기업과 시스템 기업보다 자체 개발 비중이 조금 높은 것으로 조사되었다. 한편 구매 방식 기준으로는 세 가지 기업군 모두 개발 용역의 발주가 라이선스 구매나 단품 구매보다 높았다. 시스템 기업의 경우, 구매 방식 기준으로 개발 용역이 52.2%로 가장 많았고, 그 다음으로 칩이나 부품, 모듈과 함께 구매하는 경우가 22.9%이고, 소프트웨어를 별도 구매하는 것이 20.9%이다.

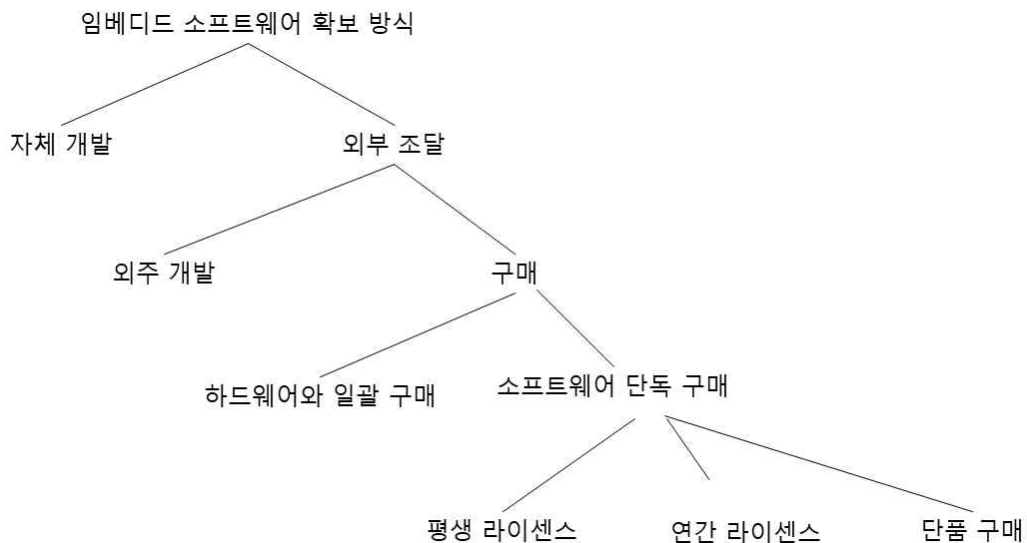
<표 8> 임베디드 소프트웨어 확보 방식

구 분	개발 방식 (%)		구매 방식 (%)			
	자체 개발	외주 용역	개발 용역	라이선스	단품	기타
SW 기업	75.5	24.6	50.2	21.1	25.0	3.7
모듈 기업	74.8	25.3	49.8	20.4	24.8	5.0
시스템 기업	71.6	28.4	-	-	-	-
전체	73.6	26.5	-	-	-	-

그런데 위의 표에서 개발 방식과 구매 방식의 차이와 그 관계가 명확하지 않고, 위에서 조사된 수치 사이의 관계가 명확하게 드러나지 않는다. 특

히, 외부 용역과 개발 용역의 수치가 서로 다른데 어떤 이유 때문에 그런 것인지 의문이다. 일반적으로 시스템 생산 기업이거나 모듈 제조 기업, 소프트웨어 전문 기업에 상관없이 임베디드 소프트웨어를 확보하는 방식에는 크게 자체 개발하는 경우와 그렇지 않은 경우로 구분할 수 있다. 그리고 자체 개발이 아닌 외부 조달의 경우에는 외주 용역 개발과 구매로 나뉘고, 구매는 다시 하드웨어와의 일괄 구매와 소프트웨어 단독 구매로 구분할 수 있다. 한편 소프트웨어 구매 계약 방식에는 라이선스 구매와 단품 구매가 있다. 위에서 정리한 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 확보 방식을 도식화하면 아래의 그림과 같다.

<그림 5> 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 확보 방식



2014년 실태조사에서 자동차, 항공, 조선, 전자, 의료기기, 기계로봇의 6대 분야가 등장하는데 이들 분야 모두 정부에서 선정한 주력산업이기도 하다. 6대 분야의 생태계를 크게 두 가지 그룹으로 나눌 수 있다. 하나는 소수의 완성품 생산 업체가 생태계를 주도하는 산업이다. 자동차와 항공, 조선이 여기에 해당된다. 더구나 국내 시장에서는 소수의 완성품 생산 업체가 자동차와 항공의 경우 각각 1개이고 조선은 3개이다. 생태계에서의 그 영향력이 매우 높다. 다른 하나는 상대적으로 완성품 생산 업체의 수가 많은 산업이다. 전자와 의료기기, 기계로봇이 여기에 해당된다.

한편, 각 산업의 주요 제품에서의 전장부품의 비중 또는 중요도를 기준으로 6개 산업을 분류할 수 있다. 이때 멀티미디어 사용이 필요하면 소프트웨

어의 중요성이 커지게 되는 점을 고려할 수 있다. 자동차에서 소프트웨어가 차지하는 비중이 높은 것은 전적으로 인포테인먼트 시스템이 있기 때문이다. 모든 임베디드 시스템에서 소프트웨어는 제어를 담당한다. 그런데 멀티미디어까지 사용하게 되면 그 시장은 크게 성장할 수 있다.

위에서 제시한 두 가지를 기준으로 6대 주력 산업을 분류하면 아래의 그림과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 좌측 상단의 2사분면이 독립 소프트웨어 벤더가 사업하기에 가장 좋은 영역인데 그 대상이 별로 없다. 반면에 최근 떠오르고 있는 자동차와 항공, 조선 모두 1사분면에 위치해 있다.

<그림 6> 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 관점에서의 6대 주력 산업 구분

구 분	완성품 생산업체의 생태계 영향력	
	약함	강함
전장 비중 또는 멀티미디어 사용	전자	자동차 항공 조선
	의료기기 기계로봇	
	높음	낮음

한편, 6대 분야를 기준으로 2016년에 중소기업청에서 선정한 중소기업 전략 제품은 아래의 표와 같다. 전략제품은 전자와 자동차, 항공에 특화된 것과 산업에 상관없이 모든 산업에서 중요한 것으로 나뉜다.

<표 9> 임베디드 소프트웨어 중소기업 전략 제품

산업	전략 제품
전자	스마트홈용 디바이스를 위한 자가적응형 SW 프레임워크
자동차	마이크로 모빌리티를 위한 임베디드SW 플랫폼
항공	FACE기반 드론 지원 임베디드 SW 플랫폼
공통	인증 대응 SW 컴포넌트를 위한 유연한 임베디드 SW 프레임워크 및 통합 개발환경
	IoT 기반 무선통신처리 및 보안 SW
	스마트센서의 저전력/고신뢰/실시간 처리를 위한 임베디드 SW

3.2.3. 주요 참여자: 시스템 생산 기업 중심

우리나라의 임베디드 소프트웨어 시장은 세계 시장과 다르게 소프트웨어 전문기업이 아직 충분한 입지를 확보하고 있지 못하다. 대신 하드웨어 관련 업체들이 주도하고 있다. 가전시장에서는 삼성전자와 LG전자, 그리고 중소중견 완성품 업체들이 주도하고 있으며, 자동차 시장의 경우도 현대기아차의 계열사인 현대캐피코와 현대오트론, 한라그룹의 만도가 있다. 조선 시장에는 현대중공업, 삼성중공업 등 조선업체들이 직접 소프트웨어를 개발하고 있다.

삼성전자는 2012년 1월의 타이젠(Tizen) 출시를 전후하여 소프트웨어 개발 인재를 강화시켜 왔다. 비록 기업의 주력 상품이 본 도메인의 목표시장에서 배제한 스마트폰이지만 오랫동안 유지해 온 가전사업이 있기 때문에 우리나라를 대표하는 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 기업에 포함시킬 수 있다. 또, 2015년에 자동차 전기장치를 전담하는 VC사업부를 신설하였고, 무엇보다 2016년 11월에 미국의 자동차 전기장치 전문기업인 하만(Harman)을 인수하였기 때문에 향후 이 시장에서의 역량을 더욱 강화할 가능성이 높다. 2018년 CES에서 삼성전자는 하만과 공동으로 개발한 ‘디지털 콕핏(digital cockpit)’을 선보였다. 디지털 콕핏은 자동차의 운전석과 조수석의 인포테인먼트시스템을 통합한 것이다.

국내 가전의 양대 주자 중 하나인 LG전자도 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어를 대표하는 기업이다. LG전자의 다양한 가전제품 개발에서 소프트

웨어 엔지니어들이 참여하고 있다. 특히, LG전자를 비롯한 LG그룹의 여러 계열사들이 자동차 전기장치 산업에 참여하고 있기 때문에 임베디드 소프트웨어 역량을 더욱 강화시킬 것으로 예상된다. 2013년 7월에 LG전자는 자동차부품을 담당하는 VC사업부를 신설하였는데, 2016년부터 사업부 규모를 빠르게 확대하고 있다. 한편, 2017년 초에 하만의 CTO 출신인 박일평 사장을 소프트웨어센터장으로 영입하였다.⁴⁵⁾ 2013년 2월에는 HP가 개발한 웹OS(WebOS)를 인수하기도 하였다.

현대차그룹의 계열사들도 대표적인 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 역량 강화에 역점을 두고 있다. 대표적으로 현대기아차에서 생산되는 차량의 전자제어장치(ECU)를 생산하는 현대케피코가 있다. 현대케피코는 독일의 보쉬와 24년간 협력관계를 유지해오던 것을 2012년 3월에 결별하고 독자노선을 걷고 있다. 현대오트론은 차량 전자제어 분야 연구개발을 전문으로 하는 기업으로 2012년 3월에 현대자동차와 현대모비스, 현대오토에버, 현대카네스, 현대케피코에 있던 연구인력을 통합하면서 출범하였다. 현대오트론은 우리나라에서는 최초로 오토사(AUTOSAR) 인증을 획득하였다. 또한 한라그룹 계열의 자동차부품업체인 만도는 독일의 헬라(HELLA GmbH)와 브로제(Brose) 등과 국내 합작법인을 운영하고 있다. 또 인도에 제2연구소를 설립하였다.

항공 산업에서는 한국항공우주산업(이하 KAI)이 대표적이다. KAI는 미국 록히드마틴과 공동으로 비행제어 시스템인 FA-50 OFP(Operational Flight Program)를 2013년에 개발하였다. KAI는 이전에도 해외기업과의 공동개발을 꾸준히 추진해서 2007년에 XKT-IC OFP, 2005년에 T-50 FC OFP 등을 개발하였다. 2013년에는 수리온 헬기에 탑재한 KUH SMM OFP를 독자적으로 개발하기도 하였다. KUH SMM OFP 개발은 2007년 3월부터 2012년 2월말까지 5년간 진행된 ‘항공기 임베디드 시스템 개발과제’(책임자: 양상우)의 결과물 중 하나이다. 이 과제에는 총 369억원의 정부 예산이 투자되었다.

조선 산업에서도 국내 조선업체와 소프트웨어 기업들이 항해제어시스템 등 다양한 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어를 개발하고 있다. 대표적으로 현대중공업은 1993년에 국내 최초로 선박기관감시제어시스템인 아코니스(ACONIS: Automation Communication & Navigation Information Solution)를 개발하였는데, 2016년에 1,500번째 탑재를 달성하기도 하였다.

45) <http://news1.kr/articles/?3203438>

삼성중공업은 운항제어솔루션인 SSAS-Pro와 SSAS-Master와 에너지효율을 극대화하는 친환경 솔루션인 PURIMAR와 S-FUGAS, EN-Saver, S-REGAS 등을 보유하고 있다.⁴⁶⁾

국내 임베디드 소프트웨어 전문 기업으로는 대표적으로 한컴MDS가 있다. 한컴MDS는 1998년에 한국MDS로 설립되었다가 2004년에 MDS테크놀로지 사명이 변경되었다. 2014년에 소프트포럼의 자회사인 ‘한글과 컴퓨터’에 인수되었고, 2017년 9월부터 사명을 지금의 한컴MDS로 변경하였다. 연결재무제표를 기준으로 2016년 매출이 1,502억원이며, 영업이익이 135억이다. 사원은 총 460명이다. 한컴MDS는 2006년 코스닥 상장 전후로 자동차 전장과 항공 분야 등으로 사업영역을 확대했다. 2009년에 항공 분야에 특화된 임베디드 운영체제인 ‘네오스(NEOS)’를 개발하여 DO-178B를 획득했고, 다음 해에는 DO-178A를 획득했다.

그러나 비록 한컴MDS가 자체 개발한 운영체제를 보유하고 있지만 자체 운영체제를 고집하지 않는다. 현재 보유하고 있는 운영체제가 항공 분야에 특화되어 있고 설립 초기부터 마이크로소프트사 윈도우즈 CE의 파트너사로 윈도우즈 기반의 개발을 돕는 것으로 성장했다. 그런 연유로 한컴MDS는 윈도우즈 임베디드 시리즈 개발자들 대상의 다양한 개발도구 매출이 임베디드 솔루션 못지않게 많다. 2015년 기준으로 운영체제 번들 및 서비스가 매출의 약 34.1%를 차지하고 있고, 개발도구가 27.2%이고, 교육사업이 35.4%이다⁴⁷⁾. 특히, 개발도구와 교육사업 연관성이 높다는 점에도 독자적인 운영체제 기반의 서비스를 고집하지 않고 있다. 최근에는 인수를 통해 국방/항공 컴퓨터 하드웨어 시장(2013년)과 빅데이터(2014년), 사물인터넷(2015년), 인공지능(2016년)으로 사업영역을 확장하고 있다. 대표적으로 2014년에 빅데이터 분석 솔루션 업체 스펴링크(Spulink)의 국내 총판을 하고 맡고 있던 시큐클라우드를 인수하였다.

46) <https://www.shipcs.com>

47) http://www.thebell.co.kr/free/content/ArticleView.asp?key=201702270100055450003407&svcode=00&page=1&sort=thebell_check_time

4. 핵심 가치

4.1. 지능화

본 도메인의 첫 번째 핵심 가치로는 ‘지능화’가 있다. 본 도메인이 ‘산업용 임베디드 소프트웨어’에서 ‘임베디드 인텔리전스 컴퓨팅’으로 바뀌고 목표 시장도 ‘임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어’로 바뀐 이유이기도 하다. 먼저 전통적인 임베디드 시스템 시장보다 인텔리전트 시스템 시장이 더 빠르게 성장하고 있다. 시장조사기관인 IDC에 따르면, 2015년부터 2020년까지의 임베디드 시스템은 연평균 0.7% 증가하는데 반해 인텔리전트 시스템은 연평균 7.2%씩 증가할 것으로 전망하였다. 특히, 스마트폰, 개인용 컴퓨터, 서버 등의 통신기기와 IT기기를 제외한 인텔리전트 시스템, 즉 본 도메인의 목표 시장은 연평균 25.8%씩 성장할 것으로 전망된다.⁴⁸⁾

대표적인 인텔리전트 시스템 중 하나인 자동차의 ADAS 역시 2015년부터 2020년까지 연평균 10% 이상씩 증가할 것으로 전망된다. 스트래티지 애널리틱스는 연평균 성장률을 16%로 전망하였고, TechNavio는 29%로 전망하였다.⁴⁹⁾ 이 시장은 자율주행차의 상용화가 이루어지면 더욱 빠르게 성장할 것으로 예상된다. 더구나 관련 기업들이 기술개발에 적극적으로 나서고 경쟁이 치열해지면서 시장 성장을 더욱 촉진시킬 것이다. 예를 들면, 2017년 4월에 멘토 그래픽스는 최근 ISO 26262 ASIL D 표준을 충족시키는 DRS360 플랫폼을 공개하였다. 이 플랫폼은 레이더(radar), 라이더(LIDAR), 카메라, 기타 센서들로부터 수집한 원데이터를 필터링(filtering) 없이 그대로 실시간으로 분석할 수 있게 설계되어 있어 자율주행의 마지막 단계인 5단계 구현도 가능할 것으로 기대된다.⁵⁰⁾

차량용 인포테인먼트(IVI: In-Vehicle Infotainment) 시장도 빠르게 성장할 것이다. 시장조사업체인 IHS 마켓은 2016년에 150억 달러에서 2020에 350억 달러로 성장할 것으로 전망하였다⁵¹⁾ 현대경제연구원에서도 2015년에 263억 달러였던 시장이 2020년에 1,200억 달러까지 크게 성장할 것으로 전망

48) 상세 내용은 IDC (2016.5) Worldwide Embedded and Intelligent Systems 2015-2020 Market Forecast 확인 요망 (<https://iot.do/idc-intelligent-systems-iot-2016-05>)

49) <https://goo.gl/m2Cmtq>

50) <https://www.mentor.com/embedded-software/drs360>

51) <http://biz.newdaily.co.kr/news/article.html?no=10118750>

하였다. 이 시장 역시 단순히 음악을 들려주거나 길안내를 해 주는 것을 넘어 예약 및 결제, 음성 및 제스처 인식, OTA(Over-the-Air) 업데이트 등이 추가되면서 시스템이 복잡해 질 것이다.⁵²⁾ 심지어 차세대 운영체제 전쟁이 차량 대쉬보드에서 발생할 것이라는 전망도 조심스럽게 제기되고 있다. 현재 이 시장에는 블랙베리 QNX 카 인포테인먼트 플랫폼, 구글의 안드로이드오토, 애플의 카 플레이(Car Play), GENIVI 얼라이언스⁵³⁾ 등이 경쟁하고 있다.

최근 새롭게 등장한 인텔리전트 시스템도 있다. 인공지능스피커는 아마존 에코가 처음 출시된 2015년 이후 판매가 빠르게 증가하고 있다. 2017년에 3,000만대 이상이 판매되었고, 2018년에는 5,000만대 이상이 판매될 것으로 전망된다.⁵⁴⁾ 우리나라에서도 SK텔레콤의 NUGU가 2016년에 처음으로 출시되었고, 이후 KT 기가지니(GiGA Genie), 네이버의 웨이브(WAVE), 카카오의 카카오톡미니 등이 합류하였는데, 지금까지 100만대 이상 판매된 것으로 알려져 있다. 인공지능 스피커가 차세대 가정용 플랫폼이 될 가능성이 높아짐에 따라 업체들의 경쟁이 시작되었다. 2017년 4월에 네덜란드의 반도체 업체인 NXP는 아마존 알렉사를 위한 레퍼런스 플랫폼을 출시하였다.

향후 인공지능 기반의 인텔리전트 시스템은 더욱 발전할 가능성이 높다. 그 진화 방향 중 하나가 지금의 인공지능 스피커에서 제공하고 있는 클라우드 기반 서비스를 벗어나는 것이다. 일명 임베디드 인공지능이 구현되는 것이다. 딥러닝 모형을 임베디드 시스템에 탑재해서 그 곳에서 데이터를 처리하는 것이다. 이런 노력 중 하나가 스퀴즈넷(SqueezeNet)이다. 2016년도에 공개된 스퀴즈넷은 UC버클리대 교수인 Kurt Keutzer⁵⁵⁾가 개발한 경량 딥러닝 모델이다. 콘볼루션 신경망의 대표 모형인 알렉스넷(AlexNet)과 비슷한 수준의 성능을 보이면서도 그 규모를 1/500로 줄인 모형이다.⁵⁶⁾ 스퀴즈넷은 현재 깃허브(GitHub)에 공개되어 있다.⁵⁷⁾

현재 자율자동차를 구현하기 위해 여러 기업들이 엔비디아의 GPU를 가속기로 사용하고 있다. 2015년 1월에 미국 라스베이거스의 CES에서 엔비디아는 Drive PX를 출시한 이후 2016년의 Drive PX 2, 2017년의 Drive PX

52) <http://www.fnnews.com/news/201705081911278447>

53) BMW가 주도하여 설립한 오픈소스 기반의 차량 인포테인먼트 플랫폼

54) <http://www.ilovepc.co.kr/news/articleView.html?idxno=18144>

55) <https://www2.eecs.berkeley.edu/Faculty/Homepages/keutzer.html>

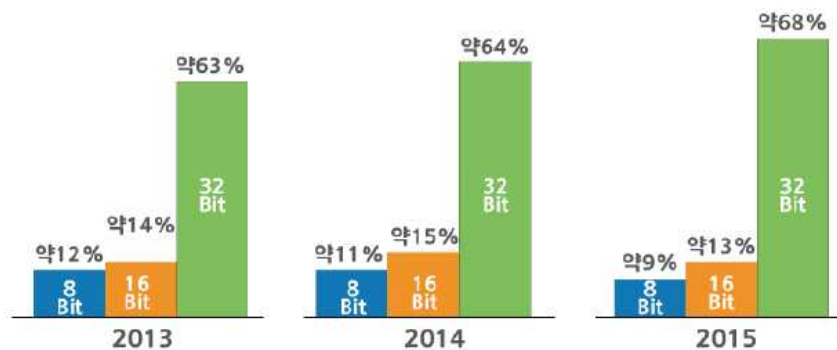
56) <https://openreview.net/pdf?id=S1xh5sYgx>

57) <https://github.com/DeepScale/SqueezeNet>

Xavier와 Drive PX Pegasus를 출시했다. 그리고 2016년에 GPU 기반의 딥러닝 연구용 슈퍼컴퓨터인 DGX-1도 출시했다. 그런데 향후 GPU 대신에 뉴로모픽 등 새로운 프로세서로 GPU를 대신하고자 하는 움직임이 있다. 특히, 뉴로모픽 프로세서의 최대 장점이 저전력이기 때문에 임베디드 기기에서는 뉴로모픽 프로세서가 상대적으로 강점을 가질 수 있다. 현재 IBM의 TrueNorth 등이 연구개발용 제품을 제공하고 있는데, 뉴로모픽 프로세서의 사용이 일반화된다면 그에 맞는 컴파일러와 프로그래밍 라이브러리가 새롭게 작성되어야 한다. 일명 ‘모바일 엣지’ 시장이 열리는 것이다. 모바일 엣지 시장에 관한 상세 내용은 ‘ETRI 도메인 분석 시리즈’ 중 ‘인공지능 반도체 산업동향 및 이슈 분석’(저자: 최새솔)에서 확인할 수 있다.

마이크로컨트롤러(MCU) 출하량과 가격 변화 역시 인텔리전트 시스템의 성장을 뒷받침해 주고 있다. 32비트 마이크로프로세서의 비중이 2013년에 63%였는데 2015년에 68%로 증가였다.

<그림 7> 프로세서별 임베디드 시스템 탑재 비중⁵⁸⁾



또 2013년의 IC Insight 보고서에 따르면, 여전히 16비트 마이크로컨트롤러의 출하량이 32비트보다 많지만 32비트의 증가 속도가 더 빨라 2017년에는 매출에서 32비트가 16비트를 앞지를 것으로 전망하였다.⁵⁹⁾ 또, 마이크로컨트롤러의 평균 가격이 2013년을 정점으로 하락하여 2019년에는 2013년의 절반 수준까지 하락할 것으로 전망하였다.⁶⁰⁾

인텔리전트 시스템의 지능화에 관한 연구들도 확대되고 있다. 미국 연

58) 출처: IITP (2017) 글로벌 상용SW 백서: 시스템 SW편, p38.

59) <http://www.icinsights.com/news/bulletins/MCU-Market-On-Migration-Path-To-32bit-And-ARMbased-Devices/>

60) <http://www.icinsights.com/news/bulletins/Microcontroller-Unit-Shipments-Surge-But-Falling-Prices-Sap-Sales-Growth/>

구재단(NSF)은 2017년부터 ‘스마트 및 자율 시스템 사업⁶¹⁾’을 신설하였다. 이 사업은 지능화된 물리 시스템(IPS: Intelligent Physical Systems)을 대상으로 하고 있다. 이때, 이 시스템은 인지 능력을 보유하고 있어야 하고(cognizant), 애매하고 불확실한 상황에서 동작할 수 있어야 하며(taskable), 자신 또는 타 시스템의 경험을 학습할 수 있어야 하며(reflective), 사회적 또는 법적으로 올바르게 작동해야 하며(ethical), 다양한 지식을 활용하거나 표현할 수 있어야 한다(knowledge-rich).

2017년 12월 기준으로 이 사업에서 선정된 R&D과제는 총 34건이며, 투자 예정 금액까지 포함한 R&D 투자는 13,450,400달러이다. 2015년부터 시작된 1개 과제⁶²⁾를 제외하고 모든 과제가 2017년 8월 이후에 시작한 과제들이다. 대부분이 기계의 자율운행에 관한 연구들이다. 즉, 자율로봇에 관한 것들이다. 가정용 자율로봇에서부터 해양 모니터링, 우주탐사 등까지 그 영역은 다양하다. 또한 자율기계의 사회적 수용과 윤리에 관한 연구들도 포함되어 있다. 그 중에서 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어와 관련도가 상대적으로 높은 과제들은 <부록 2>에서 확인할 수 있다.

4.2. 산업 특화: 자동차 산업 중심

두 번째 핵심 가치는 ‘산업 특화’이다. 임베디드 소프트웨어는 전통적으로 가전 등 전자 산업이 핵심 영역이었다. 그러나 2010년대 이후부터는 자동차가 가장 많은 소프트웨어 코드가 탑재된 복합 시스템이 되었다. 2016년에 출시된 포드의 F150에서는 1억 5,000만 라인 이상의 코드가 탑재되었는데, 이 수치는 이 수치는 700만 라인의 보잉 787 드림라이너와 200만 라인의 록히드 마틴의 전투기인 F-22보다 월등히 많다.⁶³⁾⁶⁴⁾⁶⁵⁾ 그리고 임베디드 인텔리전스 소프트웨어 전문기업인 NXP는 그 수가 향후 6배 증가할 것으로 예상했다.⁶⁶⁾ 과거 항공기에서도 자동 운항의 등장으로 소프트웨어 사용이 급증한 것처럼 자율주행차의 등장도 소프트웨어 사용의 증가를 유발할 것이다.

이런 자동차에서의 소프트웨어 사용 증가는 ECU를 포함하는 전장부품

61) Smart and Autonomous Systems Program (S&AS)

62) BioCPS for Engineering Living Cells

63) <https://www.linkedin.com/pulse/20140626152045-3625632-car-software-100m-lines-of-code-and-counting>

64) <https://www.digitaltrends.com/cars/the-ford-gt-uses-more-lines-of-code-than-a-boeing-787/>

65) <https://www.eitdigital.eu/news-events/blog/article/guess-what-requires-150-million-lines-of-code/>

66) <https://blog.nxp.com/automotive/cars-are-made-of-code>

의 증가와 프로세서의 성능 향상이 한 몫을 하고 있는데, 32비트 프로세서가 대체로 자리 잡으면서 펌웨어의 비중은 축소하고 실시간 운영체제 사용이 확대되고 있다. 또, ECU 수 증가에 따른 복잡성 증가와 비용 증가에 효과적으로 대응하기 위해 통합화 추진하고 있다. 현재 사용되고 있는 60-100개의 ECU가 6~10개의 대형 도메인 컨트롤러(DCU: Domain Controller Unit)로 통합될 필요성이 제기되었고, 자동차 제조업체와 전장부품 제조업체들이 적극적으로 나서고 있다.

임베디드 인텔리전스 소프트웨어 전문업체들도 이런 추세에 빠르게 대응하고 있다. 초기에는 ECU 프로세서마다 독립된 애플리케이션이 작동하는 환경이었다. 그런데 컴퓨팅 리소스의 가상화를 통해 단일 프로세서에서 복수의 애플리케이션이 동작하는 환경으로 변화했고, 최근에는 멀티코어에서 복수의 애플리케이션이 동작 환경으로 또 다시 진화하고 있다. 현재⁶⁷⁾ 윈드리버 시스템즈에서 운전석, 새시 등 단위 시스템별 개발 플랫폼을 제공하는 것도 같은 맥락의 변화이다. 그리고 이런 움직임은 대형 도메인 컨트롤러들을 하나의 컨트롤러로 통합하여 자동차 전체를 제어하고 관리하는 자동차 컴퓨터의 시대를 향하고 있다. 이와 관련해서 매니코어 환경에서 동작하는 임베디드 인텔리전스 소프트웨어 R&D과제들이 등장하기 시작했다. 일본회사인 eSOI은 자신들의 eMCOS가 세계 최초의 매니코어 기반 RTOS라고 주장하고 있다.

ECU 증가와 소프트웨어 코드 라인 수의 증가는 과거 항공기에서 소프트웨어 사용 비중이 증가하면서 유발되었던 이슈들이 자동차 분야에서 재현되고 있다. 2010년에 발표된 보고서인 ‘클리티컬 코드(Critical Code)’⁶⁸⁾에서 전투기, 드론 등 소프트웨어 중심의 무기 체계가 확대되는 것에 주목해서 미국 국방성에 소프트웨어 요구사항을 충족시킬 수 있는 R&D의 필요성을 강조했고, 실제로 그 이후에 드론을 중심으로 한 관련 연구개발 과제들이 증가했다. 그런데 최근 운영체제(OS)의 안전성에 관한 미국 정부의 연구과제들이 그 적용 대상을 자동차로 삼고 있다. 차량전자제어시스템의 안전 표준에는 AUTOSAR 외에도 ISO 26262와 DO-178C, MIL-STD-882E⁶⁹⁾, FMVSS⁷⁰⁾, MISRA C 등이 있다.

67) <https://www.windriver.com/whitepapers/ecu-consolidation/ECU-Consolidation.pdf>

68) Committee for Advancing Software-Intensive Systems Producibility in National Research Council of The National Academies (2010) Critical Code: Software Producibility for Defense, The National Academies Press (<http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a534043.pdf>)

69) 미국 국방성의 표준 관행

70) 미국 연방정부의 자동차 안전 표준

마지막으로 네트워크를 통한 소프트웨어 업그레이드(OTA)가 일반화될 가능성이 높다. 대표적인 전기차 업체인 테슬라(Tesla)는 스마트폰, 태블릿PC, 컴퓨터와 마찬가지로 자동차의 운영체제를 OTA(Over-the-Air) 방식으로 업그레이드 하고 있다. 심지어 하드웨어 교체 없이 소프트웨어 업그레이드만으로도 성능 개선을 이루기도 한다. 포드자동차도 2016년부터 일부 차량에서 OTA 실시하고 있으며⁷¹⁾, 현대자동차⁷²⁾와 GM⁷³⁾ 등도 OTA 실시할 것이라는 계획을 발표했다. 최근 커넥티드 카 솔루션 업체인 Airbiquity는 자신들의 멀티-ECU OTA 기술을 선보였다⁷⁴⁾.

4.3 무료 또는 오픈 소스 소프트웨어(FOSS⁷⁵⁾)

본 도메인의 세 번째 핵심 가치는 리눅스와 무료 실시간운영체제의 지속적인 사용 증가이다. 리눅스는 전체 임베디드 장비의 약 65%에 탑재되고 있으며 그 증가율도 연평균 17%로 매우 빠르다.⁷⁶⁾ 한편 영국의 FreeRTOS는 그 저변을 빠르게 넓혀가고 있다. 시장 점유율이 50% 내외로 사실상 표준이다. FreeRTOS 외에도 최근 일본의 소프트뱅크에 인수된 ARM의 mbed도 그 저변을 빠르게 확산하고 있다. 300만 명 이상의 개발자 회원을 확보한 것으로 알려져 있다.⁷⁷⁾

한편, EETimes⁷⁸⁾의 '2017 임베디드 시장조사'에서 여러 운영체제를 비교해서 발표한 바에 따르면 임베디드 리눅스(22%)와 FreeRTOS(20%), Android(13%), Debian(13%), Ubuntu(11%) 등 공개 또는 무료 운영체제가 시장을 지배하고 있는 것으로 나타나고 있다. 그 중에서도 FreeRTOS의 약진이 두드러진다. 현재의 20% 점유율로 임베디드 리눅스에 이어 2위인데 12개월 후에는 28%로 증가하여 27%로 증가하는 임베디드 리눅스를 앞지를 것으로 전망되기 때문이다. 심지어 서비스 지원이 없는 공개 또는 무료 운영체제의 사용도 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 공개 또는 무료 운영체제의 확대는 웨어러블 기기, IoT 기기 등 소형 또는 초소형 기기에서 빠르게 확산되고 있다.

71) <http://www.autonews.com/article/20170519/mobility/170519720/ford-using-first-over-the-air-software-updates-for-2016-models>

72) <http://www.etnews.com/20170203000402>

73) <http://autoweek.com/article/technology/general-motors-planning-launch-over-air-software-updates>

74) https://www.eetimes.com/author.asp?section_id=36&doc_id=1332644

75) Free and Open Source Software

76) 출처: IITP (2017) 글로벌 상용SW 백서: 시스템 SW편 p38.

77) 출처: IITP (2017) 글로벌 상용SW 백서: 시스템 SW편 p63-64.

78) <https://m.eet.com/media/1246048/2017-embedded-market-study.pdf>

임베디드 및 인텔리전트 시스템의 운영체제 시장에서 미국이 상용 제품과 FOSS 모두 주도하고 있다. 캐나다까지 포함해서 북미가 주도하고 있는 시장이다. 독일 지멘스에 인수된 멘토 그래픽스와 네덜란드의 NXP에 인수된 프리스케일도 원래 미국 회사였다. 유럽은 미국이 주도의 시장에 대해 FOSS으로 대응하는 국면이었다. 영국이 그 중심에 있다. FreeRTOS와 ARM mbed가 대표적이다. 그런데 최근 상용 제품을 보유한 회사들을 인수하는 등 변화가 보이고 있다.

<표 10> 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 분야의 주요 운영체제

국가	상용 제품	무료 또는 오픈소스 제품
미국	Windows Embedded 시리즈 VxWorks ⁷⁹⁾ Integrity ⁸⁰⁾ LynxOS ⁸¹⁾ TreadX ⁸²⁾ VDK ⁸³⁾	uC/OS ⁸⁴⁾ Android Zephyr ⁸⁵⁾
캐나다	Neutrino ⁸⁶⁾	-
독일	Nucleus ⁸⁷⁾	RTX ⁸⁸⁾
네덜란드	MQX ⁸⁹⁾	-
영국	-	FreeRTOS ⁹⁰⁾ Ubuntu ⁹¹⁾ mbed ⁹²⁾

상대적으로 상용 운영체제의 비중은 줄어들고 있다. VDC Research의

79) 윈드리버 시스템즈

80) Green Hills Software

81) LynxWorks

82) Express Logic

83) Analog Devices

84) Micrium

85) 리눅스 재단과 윈드리버 시스템즈

86) BlackBerry QNX

87) Mentor Graphics

88) Keli

89) NXP Freescale

90) Real Time Engineers Ltd.

91) Canonical Ltd.

92) ARM

설문조사(2016)⁹³⁾에 따르면 상용 운영체제를 사용하는 비중이 과거 25.1%에서부터 현재 20.3%, 그리고 향후 3년 이내 17.4%로 줄어듦 것으로 조사되었다. 그러나 자동차, 항공기, 철도 등 고도의 안전성이 요구되는 시장에서는 여전히 상용 제품이 주도하고 있다.

한편, 무료 또는 오픈소스 운영체제의 사용 증가는 개발자들의 프로그래밍 언어에도 변화를 가능성이 있다. 전통적으로 가장 많이 사용하는 프로그래밍 언어는 C인데 그 사용이 빠르게 줄고 있다. 대신 C++의 사용이 늘어나고 있다. EETimes의 조사(2017)⁹⁴⁾에 따르면, C언어는 2015년과 2017년 사이에 66%에서 56%로 10%나 감소했는데 반해, C++은 19%에서 22%로 증가했다. 한편, 파이썬의 사용자는 같은 기간에 각각 2%와 3%에 불과했다. 그러나 2016년 이후 사용자 질문 수가 폭발적으로 증가하여 2018년 이후에는 JAVA 등 다른 프로그래밍 언어를 앞지를 것으로 예상된다. 이런 관심사에 비추어 볼 때 향후 파이썬의 이용은 지금보다 확대될 것이다.

93) <http://www.vdcresearch.com/images/pr/2016/nov/EMB-Embedded-OS-11-29-16.html>

94) <https://www.embedded.com/electronics-blogs/embedded-view/4459113/How-embedded-software-development-has-evolved-over-20-years>

5. 맺음말

‘임베디드 인텔리전트 컴퓨팅’의 목표 시장인 ‘임베디드 및 인텔리전트 시스템 소프트웨어 시장’에서 추구해야 할 세 가지 핵심 가치를 제시하였다.

첫째 지능화에 주목해야 한다. 시장의 기회는 지능화로부터 나온다. 전통적인 시스템 제어뿐만이 아니라 임베디드 시스템은 점차 인텔리전트 시스템으로 전환될 것이며, 기존의 인텔리전트 시스템도 고도화될 것이다. 그리고 인공지능 스피커 등과 같은 새로운 인텔리전트 시스템이 많이 등장할 것이다. 이때 시스템은 고성능 저전력 컴퓨팅을 요구하는데 GPU뿐만 아니라 뉴로모픽 프로세서 등이 본격적으로 사용되면 새로운 아키텍처에 최적화된 새로운 소프트웨어를 필요할 것이다.

둘째, 산업의 요구사항을 충족시키도록 해야 한다. 기본적으로 해당 산업의 표준 플랫폼은 준수해야 한다. 자동차의 경우, AUTOSAR와 GENIVI 플랫폼이 대표적이다. 안전을 위한 인증 획득도 필수이다. 지금의 자동차 전장산업의 핵심 이슈는 ECU 통합과 소프트웨어 모듈화이다. 그리고 자동차에서도 OTA 업그레이드 보편화될 수도 있다. 따라서 이런 요구사항에 적절하게 대응해야 한다.

셋째, 시장에서 FOSS의 영향력이 확대되는 것을 최대한 이용해야 한다. 특히, 복합 시스템이 아닌 경량 사물의 경우에는 FOSS의 영향력이 매우 크다. 반면에 자동차, 항공, 조선, 국방에서는 여전히 상용 제품이 우세하기 때문에 각각 참여하는 시장에 맞게 전략을 선택해야 한다.

위에서 제시한 도메인의 핵심 가치는 향후 그 진행 여부를 정기적으로 점검할 것이다. 그리고 새로운 핵심 가치를 발굴하고 기존 핵심 가치와 비교 평가하여 발전시켜나가고자 한다.

참고 문헌

주요 자료

- IITP (2017) 글로벌 상용SW 백서
- IDC (2017.2) IDC's Worldwide Embedded and Intelligent Systems Taxonomy, 2017: Views by Internet Topology, System Function, and Enabling Technology
- 한국정보통신기술협회 (2010.12.22) 임베디드 소프트웨어 정의 및 분류 가이드라인
- 중소기업기술정보진흥원 (2016) 중소·중견기업 기술로드맵 2017-2019: 임베디드SW
- Edward A. Lee (2002) "Embedded Software", Advanced in Computers, Vol. 56, pp55-95
- IDC (2016.5) Worldwide Embedded and Intelligent Systems 2015-2020 Market Forecast
- BCC Research (2014.9) Embedded Systems: Technologies and Markets
- Research and Markets (2016.10) Embedded Systems: Technologies and Markets
- Technavio (2016.12) Global Embedded Software Market 2017-2021
- VDC Research (2009.12) The Embedded Software and Tool Market
- BCC Research (2005.6) Future of Embedded Systems Technologies
- BCC Research (2009.4) Embedded Systems: Technologies and Markets
- 임베디드소프트웨어·시스템산업협회 (2014.12) 임베디드SW산업 실태조사

웹사이트

- IDC (www.idc.com)
- AUTOSAR (www.autosar.org)
- GENIVI Alliance (www.genivi.org)
- US NSF (www.nsf.gov)

기타 참고자료와 그림 출처는 본문의 주석에 표시함

<부록 1> 주요 임베디드 및 인텔리전트 소프트웨어 기업

기업명 (국적)	주요 제품	연혁 및 현황
Microsoft (미국)	Windows Embedded 8 Windows Embedded Compact Windows Embedded 7	1996년 Windows CE 출시 2011년 Windows Embedded Compact 7 출시 2013년 Windows Embedded 8.1 Industry 출시 2014년 Windows Embedded Compact 2013 2015년 Windows IoT Core 출시
Wind River Systems (미국)	VxWorks Wind River Linux Wind River Pulsar Linux Wind River Helix Chassis Wind River Helix Drive Wind River Helix Cockpit Wind River Helix CarSync	1981년 설립 1983년 법인화 1987년 VxWorks 출시 1993년 IPO 2004년 Red Hat 협력 2006년 Freescale과 전략제휴 2009년 인텔에 피인수 2010년 Cavium Networks와 장기 협력 VxWorks 6.8 출시 VxWorks Cert 플랫폼 출시 2011년 IVI ⁹⁵⁾ 시스템 개발 EAL4+ 획득 2015년 Automotive Profile for VxWorks 출시
Green Hills Software (미국)	Integrity RTOS Integrity-178B Safety-Critical RTOS Integrity Multivisor for Secure Virtualization μ-velOSity RTOS Green Hills Platform for Avionics Green Hills Platforms for Automotive Green Hills Platform for Medical	1982년 설립 2008년 Integrity-178 RTOS (NIAP ⁹⁶⁾ 최초 인증 2012년 닌텐도와 계약
QNX Software System ⁹⁷⁾ (캐나다)	QNX Neutrino RTOS QNX OS for Safety QNX OS for Medical QNX CAR Platform for Infotainment QNX Platform for ADAS	1982년 설립 2010년 블랙베리에 피인수
Mentor Graphics ⁹⁸⁾ (독일)	Mentor Embedded Linux Nucleus OS Mentor Embedded Hypervisor	1981년 설립 2016년 지멘스에 피인수 (45억 달러)
ENEAB AB (스웨덴)	ENEAB NFV Core ENEAB NFV Access ENEAB OSE ENEAB OSECK ENEAB Linux	1968년 설립
SYSGO (프랑스)	PikeOS Hypervisor ELinOS Embedded Linux Integrated Modular Avionics (IMA)	1991년 설립 1990년대 LynxOS와 협력 2005년 PikeOS 출시 2012년 Thales에 피인수
Advantech (대만)	WISE-PaaS (IoT용 플랫폼)	1983년 설립 1990년 산업용PC 판매 2006년 인텔과 MoU 체결 2014년 WISE-Cloud 출시 (MS Azure 협력) 2016년 IBM Japan과 협력 M2.COM 참여 ⁹⁹⁾
eSOL (일본)	eMCOS eT-Kernel	1975년 설립 2001년 현재 사명으로 변경 2005년 eT-Kernel 출시 2012년 eMCOS 출시
LynuxWorks (미국)	LynxSecure Separation Kernel Hypervisor LynxOS LynxOS-178	1988년 설립 2000년 현재 사명으로 변경
Monta Vista Software (미국)	MontaVista Linux	1998년 설립 2009년 Cavium Networks ¹⁰⁰⁾ 에 피인수
Express Logic (미국)	ThreadX X-Ware IoT Platform	1996년 설립 2016년 X-Ware IoT Platform 출시

<부록2> 미국 NSF 스마트 및 자율 시스템 사업의 주요 연구개발과제

- Socially-Aware Autonomy for Long-Term Deployment of Always-On Heterogeneous Robot Teams (텍사스 주립대 Peter Stone, 2017.9.1.~2021.8.31., 1,100,000달러)
- Autonomous Battery Operating System (ABOS): An Adaptive and Comprehensive Approach to Efficient, Safe, and Secure Battery System Management (웨인주립대 2017.9.1.~2021.8.31., 1,249,998달러)
- Enabling Multimodal Sensing, Real-time Onboard Detection and Adaptive Control for Fully Autonomous Unmanned Aerial Systems (시라큐스대학 Qinru Qiu, 2017.10.1.~2017.8.31., 400,000달러)
- Benchmarks for Autonomous Unmanned Aerial Vehicles in Agriculture Applications (오하이오 주립대 Christopher Stewart, 2017.12.15.~2019.11.30., 224,993달러)
- Reflective Learning of Stochastic Physical Models for Robust Manipulation (럿트거스대학 Abdeslam Boularias, 2017.9.1.~2020.8.31., 682,646달러)
- Inference, Reasoning, and Learning for Robust Autonomous Driving (코넬대 Kilian Weinberger, 2017.9.1.~2021.8.31., 1,398,587달러)
- Probabilistic Underactuated Motion Adaptation (로체스터대학 Thomas Howard, 2017.10.1.~2020.9.30., 274,739달러)
- Probabilistic Underactuated Motion Adaptation (카네기멜로대학 Matthew Travers, 2017.10.1.~2020.9.30., 425,000달러)

95) In-Vehicle Infotainment

96) National Information Assurance Partnership

97) 블랙베리 자회사

98) 지멘스 자회사

99) ARM, Bosch Sensortec, Sensirion, TI 등이 참여한 새로운 IoT 센서 플랫폼

100) 미국 캘리포니아 산호세에 위치한 팍리스 반도체 회사

저자소개

최민석 ETRI 미래전략연구소 기술경제연구본부 선임연구원
e-mail: cooldenny@etri.re.kr Tel. 031-739-7280

인공지능 반도체 산업동향 및 이슈 분석

발행인 : 한성수

발행처 : 한국전자통신연구원 미래전략연구소 기술경제연구본부

발행일 : 2017년 12월 31일

ETRI 한국전자통신연구원
미래전략연구소

34129 대전광역시 유성구 가정로 218
전화 : (042) 860-3874, 팩스 : (042) 860-6504

* 주의 : 본서의 일부 또는 전부를 무단으로 전재하거나 복사하는 것은
저작권 및 출판권을 침해하게 되오니 유의하시기 바랍니다.

