

# Flash Memory 기반 임베디드 멀티미디어 소프트웨어 기술 개발

정보통신연구진흥원 | **곽종철**  
 서울대학교 | **민상렬\***  
 정보통신연구진흥원 | **박장석**

## 1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅을 지향하는 최근의 컴퓨터 산업 발전 추세에 따라 이동전화기, 개인정보단말기(PDA), MP3 재생기, 이동 멀티미디어 재생기(PMP) 등의 다양한 개인용 멀티미디어 정보기기가 개발되어 널리 보급되고 있다. 이러한 이동 정보기기들에서는 대용량의 멀티미디어 콘텐츠를 처리하는 응용 프로그램이 중요한 요소로 부각된다. 이에 따라 대량의 데이터를 저장하고 처리하기 위한 효율적인 저장장치가 필요하다. 일반적인 컴퓨터 시스템에서 사용되는 하드 디스크 기반의 저장장치는 저렴한 비용으로 대용량의 데이터를 저장할 수 있다. 그러나 부피가 크고, 외부 충격에 대해 내구성이 취약하며, 기계적인 동작이 필요하기 때문에 소비전력과 응답 시간이 크다는 단점이 존재한다. Flash Memory는 최근에 주목받는 반도체 기반의 데이터 저장매체로서 이와 같은 단점을 해결하여 소형 이동 정보기에 매우 적합한 특성을 가지고 있다[1]. 이에 따라 Flash Memory를 기반으로 하는 다양한 형태의 저장장치에 대한 수요가 급속도로 증가하고 있다[2,3].

Flash Memory는 기존의 하드 디스크와는 다른 고유의 동작 특성을 가지고 있기 때문에 하드 디스크를 직접 대체하기는 어렵다. 즉, 응용 프로그램이 하드 디스크와 동일한 개념의 저장장치로 손쉽게 사용하기 위해서는 별도의 하드웨어 혹은 소프트웨어가 필수적이다. 특히, Flash Memory의 여러 가지 제약 사항을 극복

하는 복잡한 알고리즘을 구현하기 위해서는 소프트웨어의 역할이 매우 중요하다. 임베디드 시스템에 내장되는 Flash Memory 기반의 소프트웨어는 Flash Memory 드라이버[4], 플래시 변환 계층(FTL, Flash Translation Layer)[5,6], Flash Memory 파일시스템[7,8] 등으로 계층 구조를 구성한다. 각각은 Flash Memory의 물리적 특성을 고려하여 구현됨으로써 우수한 성능을 보장할 수 있어야 한다. 또한 저전력, 저비용 등과 같은 임베디드 시스템의 다양한 요구 조건에 따라 최적화할 수 있는 설계 기술을 포함하고 있어야 한다. 더 나아가 대량의 멀티미디어 콘텐츠를 효율적으로 저장하고 처리하기 위해서 Flash Memory 기반의 임베디드 데이터베이스가 구현되어야 하고, Meta-data 기반의 검색과 관리 기술이 필수적이다. 따라서 최근의 고성능 이동 정보기기에서 Flash Memory를 저장장치로 채용하려는 요구가 증가함에 따라 Flash Memory 기반의 임베디드 소프트웨어 플랫폼의 중요성과 수요는 지속적으로 커지고 있다.

Flash Memory를 위한 기존의 임베디드 소프트웨어는 소수의 연구 그룹이나 업체에서 개발되어 왔으며, 리눅스 운영체제 기반의 공개 소프트웨어[4,7,8]나 일부 반도체 업체의 번들 소프트웨어 형식으로 주로 제공되었다. 따라서 Flash Memory에 최적화된 심도 있는 기술 개발이 이루어지지 않았으며 빠르게 발전하는 반도체 기술이나 멀티미디어 응용 제품의 요구 사항에 적절히 대응하지 못하고 있다. 즉, 매우 기초적인 Flash Memory 접근 하드웨어와 소프트웨어 알고리즘을 이용함으로써 성능이나 자원 효율성, 대용량 지원, 저전력 구현, 그리고 신뢰성 등에서 한계를 가지고 있다. 또한 Flash Memory 기반 멀티미디어 임베디드 시스템에서 요구하는 다양한 기능의 소프트웨어 계층에 대한 표준화된 플랫폼도 제공하지 못하고 있다. 따라서 현재 다양한 멀티미디어 응용 제품의 개발자들은 보다 손쉽게 적용하여 유지보수가 편리하고, 성능이나 신뢰

† 본 논문은 정통부 IT성장동력기술개발사업 ("Flash Memory 기반 임베디드 멀티미디어 소프트웨어 기술 개발") 기획위원 및 참여 연구원들 간의 토의에 기반하여 작성되었습니다. 토의에 적극적으로 참여하여 주신 여러분들께 감사드립니다.

‡ 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT신성장동력 핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음.

[2006-S-040-01, Flash Memory 기반 임베디드 멀티미디어 소프트웨어 기술 개발]

\* 종신회원

성 등에서 보다 우수한 품질을 보장하는 Flash Memory 기반 소프트웨어의 지원을 절실하게 요구하고 있다.

현재 전 세계 Flash Memory 반도체 시장은 삼성, 하이닉스 등의 국내 업체에 의해서 주도되고 있다. 또한 고성능 이동전화기와 같이 다양한 멀티미디어 콘텐츠를 처리할 수 있는 이동 정보기기의 개발에 있어서도 국내 업체의 영향력이 매우 크다. 그러나 이와 같은 환경에서 Flash Memory를 위한 우수한 품질의 소프트웨어에 대한 수요가 매우 큼에도 불구하고 국내에서 Flash Memory 기반 임베디드 소프트웨어 개발에 대한 투자는 매우 미흡한 수준이다. 따라서 Flash Memory에 대한 최신 정보와 개발 환경을 접근하는 데 유리한 조건을 가지고 있으며, 지속적으로 증가하는 시장 수요가 있는 국내 상황에서 체계적인 연구개발을 수행하는 것이 매우 절실하게 요구된다고 할 수 있다. 이러한 연구개발의 결과물로서 전세계적으로 최고 수준의 Flash Memory 기반 임베디드 소프트웨어 플랫폼을 구축함으로써 반도체 기술에 비해 상대적으로 열세인 임베디드 소프트웨어 분야에서 국내 기술의 경쟁력을 향상시킬 수 있다.

Flash Memory를 위한 임베디드 소프트웨어는 일부 외국 업체에 의해 상용화된 솔루션이나 일부 반도체 업체에서의 번들 소프트웨어 형태로 제공된다. 그러나 그만큼 선택의 폭이 넓지 않기 때문에 개발자들의 접근이 용이하지 않거나 품질 및 기술 지원 수준이 낮아서 사용이 용이하지 않다. 또한 리눅스 기반으로 공개된 소프트웨어가 있으나 유사한 문제를 안고 있다. 더구나 이러한 기존 솔루션들은 주로 임베디드 파일 시스템으로 한정되어 있으며, 성능 및 신뢰성 수준이 최근의 멀티미디어 정보기기들의 요구 사항을 만족시키지 못하고 있다.

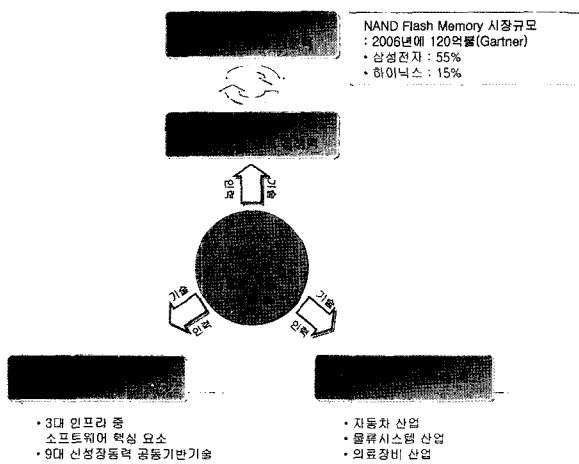


그림 1 Flash Memory 기반 소프트웨어 개발의 중요성

Gartner 자료에 의하면 Flash Memory의 시장 규모는 2006년 120억불 정도로 성장할 전망이며, Flash Memory 시장의 60%를 차지하는 NAND Flash Memory 시장에서 삼성전자와 하이닉스가 차지하는 규모는 각각 55%, 15%가 될 것으로 예상된다. 하지만 Flash Memory 하드웨어가 갖는 국제경쟁력과 비교할 때 Flash Memory 소프트웨어의 국제경쟁력은 매우 미비한 상태이다. 소프트웨어를 통한 부가가치 창출을 통하여 하드웨어 국제경쟁력 강화에 필요한 시너지 효과를 창출할 수 있다는 점에서 Flash Memory 소프트웨어 기술 발전의 중요성이 점차 커지고 있다.

최근 정보통신부는 u-IT839 정책을 발표함으로써 국가 미래 성장동력에 대한 방향성을 제시한 바 있다. 이전의 IT839 정책을 수정 보완한 이 정책은 소프트웨어에 대한 중요성을 새롭게 인식하여 소프트웨어를 9대 성장동력에 대한 공통기반기술로 정의하고 있다. 소프트웨어가 IT/비IT 제품의 부가가치 향상에 직접적인 요소라는 점에서 그 중요성은 날로 증가하고 있다. 특히 Flash Memory의 사용이 점차 확대됨에 따라 Flash Memory 소프트웨어의 발전은 이를 사용하는 인접 산업(예; 자동차 산업, 의료기기 산업, 물류 시스템 산업 등)의 고부가가치 창출에 직접적으로 영향을 주고 있다. 따라서 고급 소프트웨어 개발에 대한 수요가 점차 확대되며, 소프트웨어 개발에 필요한 기술 인력은 산업 경쟁력 및 미래 국가 경쟁력 확보에 필수적 요건이 되고 있다.

## 2. Flash Memory 소프트웨어 요구 사항

### 2.1 Flash Memory의 물리적 제약 사항

Flash Memory는 기존 디스크 장치와 다른 동작 특성을 가지고 있다. 기존 데이터를 직접적으로 갱신할 수 없으며, 쓰기와 소거 작업에서 많은 시간을 필요로 한다. 또한 쓰기 횟수의 제한이 있기 때문에 수명의 한계를 고려해야 한다. 따라서 이러한 Flash Memory의 물리적 제약 사항을 극복하여 고성능의 신뢰성 있는 저장장치를 구현하기 위해서는 우수한 성능의 Flash Memory 관리 알고리즘이 필수적이다.

### 2.2 임베디드 멀티미디어 시스템에서의 다양한 최적화 요구 사항

임베디드 멀티미디어 시스템에서 Flash Memory를 사용하는 경우 각각의 응용 제품의 목표에 따라 다양한 최적화 요구 사항이 존재한다. Flash Memory의 특성에 최적화하여 높은 성능을 제공하는 것과 함께, 소형의 이동형 기기로서 자원 사용량 및 전력 소비량을 최

소화해야 한다. 또한 안전한 데이터 저장장치로서 동작하기 위한 신뢰성 있는 서비스를 제공하는 것도 중요하다. 따라서 기존의 국지적인 최적화에 기초한 Flash Memory 소프트웨어를 더욱 발전시켜 다양한 요구 조건을 가진 임베디드 시스템의 목표를 만족시킬 수 있도록 설계해야 한다.

### 2.3 Flash Memory를 접근하는 임베디드 하드웨어의 제한된 기능과 성능

임베디드 시스템에서 고성능의 소프트웨어를 구현하기 위해서는 특화된 하드웨어의 지원이 필수적이다. 즉, 하드웨어와 소프트웨어의 상호 요구 사항을 적절히 배분하여 전체 시스템을 설계함으로써 보다 우수한 성능과 품질의 응용 제품을 개발할 수 있다. Flash Memory를 위한 기존의 임베디드 소프트웨어들은 대부분 기초적인 기능의 하드웨어를 통해 Flash Memory를 사용하기 때문에 성능의 한계와 알고리즘 개발에 제약을 가지고 있다. 따라서 보다 높은 성능과 우수한 품질의 Flash Memory 기반 저장장치를 개발하기 위해서는 소프트웨어의 최적화를 손쉽게 달성할 수 있도록 유연하고 강력한 기능의 하드웨어를 가진 개발 플랫폼의 지원이 필수적이다.

### 2.4 다양한 소프트웨어 계층을 통합하여 개발하기 위한 연구 인력 확보

최신의 멀티미디어 응용 제품에서는 여러 가지 계층화된 형태의 Flash Memory 기반 소프트웨어를 종합적으로 필요로 한다. Flash Memory 기반 소프트웨어의 핵심인 플래시 변환 계층(FTL)과 파일시스템 뿐만 아니라 대량의 멀티미디어 콘텐츠를 효율적으로 처리하기 위한 임베디드 DBMS와 Meta-data 기반의 처리 기술이 모두 요구된다. 또한 Flash Memory를 기반으로 안정된 코드 수행을 보장하기 위한 가상메모리 기술과 외부의 Flash Memory 기반 저장장치(메모리 카드나 SSD)를 효율적으로 접근하기 위한 인터페이스 기술도 필수적이다. 이와 같이 다양한 요소 기술을 표준화된 계층 구조에 따라 일관성 있게 설계하고 구현하기 위해서는 각 분야에서 전문성을 가진 연구개발 인력의 유기적인 협력 관계가 필수적이다.

### 2.5 개발된 기술을 응용 제품에 적용하여 산업화하기 위한 사업화 문제

고성능의 Flash Memory 기반 임베디드 소프트웨어는 다양한 응용 제품에 적용될 수 있다. 따라서 개발된 소프트웨어를 탑재한 멀티미디어 단말기를 개발하여 상품화하거나 독자적인 소프트웨어 솔루션으로서 다양한 개발 업체를 대상으로 사업화를 모색할 수 있

다. 이러한 경우에 기존 Flash Memory 소프트웨어 솔루션의 장단점을 정확히 분석하고 개발된 솔루션의 경쟁력을 부각시킬 수 있는 사업화 모델이 필요하다. 또한 유사한 솔루션에 대한 관련 업계의 요구 사항과 동향 정보가 매우 중요하다. 따라서 기존 사업화 경험에서 축적된 개발 능력과 영업 노하우를 보유한 기업체가 연구개발을 수행하기 위한 유리한 위치를 차지하게 된다. 더 나아가 향후 안정적인 사업 전개를 위해서는 관련 사업화 정보 수집과 개발 결과물의 체계적인 유지, 개선, 보수가 필요하다. 이러한 작업은 관련 산업계 경험이 풍부한 연구 인력으로 구성된 연구기관을 통해 효율적으로 수행할 수 있다.

## 3. 연구 개발 내용

2006년부터 정보통신부의 IT성장동력기술개발사업으로 수행하고 있는 Flash Memory 기반의 멀티미디어 임베디드 소프트웨어 기술 개발 과제에서는 대용량의 Flash Memory를 저장장치로 활용하여 고성능의 신뢰성 있는 멀티미디어 데이터 저장 및 처리 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다. 이러한 목표를 달성하기 위하여 다양한 핵심 기술들이 체계화된 소프트웨어 계층 구조를 형성해야 한다. 그림 2는 Flash Memory를 기반으로 표준화된 저장장치 서비스를 위한 핵심 기술들과 대용량의 멀티미디어 데이터를 효율적으로 처리하기 위해서 Meta-data를 지원하는 임베디드 DBMS 핵심 기술과 기본적인 구조를 보여준다.

이와 같은 Flash Memory 기반 소프트웨어의 핵심 요소들이 가지는 기술적인 특성 및 요구 사항, 그리고 본 연구개발 과제에서 각 핵심요소 기술들을 구현하기 위한 접근 방법은 다음과 같다.

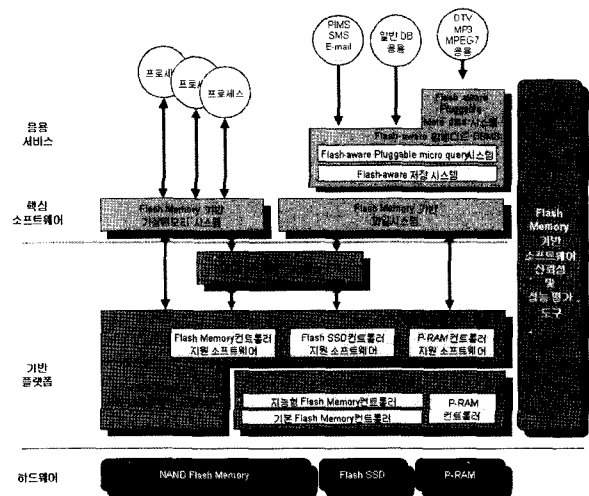


그림 2 Flash Memory 기반 저장장치 소프트웨어의 계층 구조

### 3.1 Flash Memory 기반 하드웨어 플랫폼 개발

- 기본 Flash Memory 컨트롤러 개발
- 지능형 Flash Memory 컨트롤러 개발
  - Flash Memory를 고속으로 접근하기 위한 병렬 처리(interleaving) 기능
  - 고속의 데이터 전송을 위한 DMA 및 버퍼링 기능
  - 고성능의 데이터 오류 검출 및 수정(CRC/ECC) 기능
  - 유연한 전력 관리를 위한 power gating 및 clock gating 기능
- P-RAM 컨트롤러 개발

### 3.2 Flash Memory 기반 소프트웨어 플랫폼 개발

- 대용량 Flash Memory를 접근하는 고성능, 저전력 컨트롤러 지원 소프트웨어 개발
- Flash Memory 기반 외장형 SSD를 위한 컨트롤러 지원 소프트웨어 개발
  - Flash Memory를 고려한 고유의 명령을 추가하고 활용함으로써 SSD에 대한 접근 성능 및 사용 효율을 극대화
- P-RAM 기반 SSD 지원 소프트웨어 개발
  - P-RAM 특성에 최적화
  - 필요시 고유 명령어 추가
- 지능형 Flash Memory 컨트롤러의 기능을 제공하는 소프트웨어 드라이버 개발
  - 기존 임베디드 시스템에 포함된 일반적인 Flash Memory 컨트롤러에서도 상위 소프트웨어 계층을 동일하게 구현할 수 있도록 지원

### 3.3 다양한 임베디드 시스템 환경에 최적화할 수 있는 고성능, 저전력, 고신뢰성 FTL 개발

- 임베디드 시스템의 응용에 따라 다양하게 요구되는 최적화 목표에 효과적으로 적응하는 설계
  - 지능형 Flash Memory 컨트롤러를 이용한 성능 최적화 및 효율적인 전력 관리
  - 컨트롤러의 구성 요소 및 메모리 사용량 조절을 통해 성능과 비용 사이의 최적화 조절
  - 상태 정보의 추가 기록 빈도를 조절하여 성능과 비용 사이의 최적화 조절
  - 빈도 조절이 가능한 전력 관리 정책을 적용하여 성능과 저전력 사이의 최적화 조절

### 3.4 Flash Memory 기반 임베디드 시스템에 최적화된 파일시스템 개발

- 고성능 FTL 상에서 호환성과 신뢰성을 보장하는 Flash Memory 파일시스템 개발

- 기존의 파일시스템과 유사한 계층 구조 및 저장 공간 배치 구조를 적용하여 호환성 보장
- 저널링에 기반한 쓰기를 통한 파일시스템 자동 복구 기능 구현으로 신뢰성 극대화
- 파일시스템 메타데이터 참조 패턴에 따라 캐시 운용 정책 결정
- 파일시스템 단편화를 최소화하는 클러스터 할당 정책에 따라 Flash Memory에 최적화
- 소형 임베디드 시스템에 최적화된 저비용 고효율의 Flash Memory 파일시스템 개발
  - 대용량 Flash Memory에서도 빠르고 메모리 사용량이 적은 주소 사상 기술 개발
  - 초기 구동 시 파일시스템 복구가 필요 없는 신뢰성 보장 기술 개발
  - 오버헤드가 적은 자유 블록 확보 정책 개발
  - 효율적인 wear-leveling 기술 개발

### 3.5 Flash Memory 기반 가상메모리 시스템 개발

- Flash Memory 기반 가상메모리 시스템을 위한 운영체제 핵심 알고리즘 개발
  - Flash Memory를 고려한 페이지 교체 정책(page replacement policy) 개발
  - Flash Memory를 고려한 지능적인 스왑 장치 관리 시스템 개발
- Flash Memory 기반 가상메모리 시스템을 위한 실행이미지 변환 도구 개발
  - MMU가 없는 시스템 상에서 소프트웨어적으로 구현되는 가상메모리를 자동으로 생성하여 실행 이미지에 결합하는 실행이미지 변환 도구 개발
  - 다중 태스크 환경을 고려한 실행이미지 변환 도구 확장
- 실시간 응용을 지원하는 Flash Memory 기반 가상메모리 기술 개발
  - Flash Memory 기반 가상 메모리의 예측 가능성을 저해하는 요소 파악
  - 실시간 응용을 위한 운영체제 내 가상 메모리 체계 및 성능 분석 도구 개발

### 3.6 Flash-aware 임베디드 DBMS 개발

- Flash-aware Pluggable Micro Query System 개발
  - 사용자 질의문의 문법을 검사하고 논리 질의 플랜(logical query plan)을 생성하는 SQL 파서 개발
  - Flash Memory의 특성을 고려하여 비용 모델을 단순화한 질의 최적화 개발
  - 효율적인 자원관리와 실행 패턴에 따라 적응적으로 질의 최적화 방법을 변화시키는 DB 튜닝

관리자 개발

- Flash-aware 저장 시스템 개발
  - Flash Memory의 쓰기 횟수나 소거 횟수 감소를 고려한 버퍼 교체 알고리즘과 버퍼 관리자 개발
  - 임의 쓰기를 append only의 순차적 쓰기 연산으로 바꾸어 추후 재병합 과정에서 임의 쓰기를 최소화하는 인덱스 관리자 개발
  - Meta-data에 대한 빠른 검색 연산을 지원하기 위한 XML 기반의 Meta-data 인덱스 개발
  - 읽기와 쓰기에 대해 모두 좋은 성능을 보일 수 있는 페이지 레이아웃 방안과 공간 관리자 개발
  - Flash Memory의 물리적 특성인 덮어쓰기 연산이 안 되는 점과 FTL 계층의 특성을 고려한 고장 회복 관리자 개발

3.7 Flash-aware Pluggable Meta-data 시스템 개발

- XML 질의 지원
  - XML 문서를 자동으로 분석하여 원하는 정보를 추출하고, XQL, XPath, XQuery 등과 같은 XML 질의를 지원하는 Meta-data 시스템 개발
  - Meta-data 지원이 불필요한 응용의 경우 원하는 기능을 탈착(pluggable) 가능하도록 Meta-data 시스템을 설계
- 내부 질의어 변환기(internal query translator) 개발
  - 멀티미디어 콘텐츠를 위한 통합형 Meta-data에 대한 질의를 지원하기 위하여 XML 기반의 질의 언어인 XQL, XPath, XQuery를 SQL 형태로 변환하는 질의 변환기 개발

3.8 Flash Memory 기반 소프트웨어 신뢰성 및 성능 평가 도구

- Flash Memory 기반 소프트웨어 성능 모델 구축 및 성능 분석 도구 개발
  - FTL, Flash Memory 기반 파일시스템, 가상메모리 시스템, 임베디드 DBMS 각각의 workload를 분석
  - 각 workload에 대해 성능 인자를 추출하고 이를 기반으로 성능 모델 구축
  - 성능 모델에 기반하여 각 시스템의 성능을 평가할 수 있는 도구 개발
- Flash Memory 기반 소프트웨어 신뢰성 모델 구축 및 신뢰성 분석 도구 개발
  - 다양한 오류 상황을 고려한 신뢰성 모델 구축
  - 신뢰성 모델에 기반하여 각 시스템의 신뢰성을 평가할 수 있는 도구 개발

4. 연구 개발 기대 효과

4.1 기술적 효과

Flash Memory 소프트웨어에서는 하드웨어 구동에 필요한 단순한 부품보다는 하드웨어의 부가가치 향상 및 시너지 창출이 매우 중요한 요소로 인식되고 있다. 우리나라는 Flash Memory 하드웨어에 대한 높은 기술적 우위를 갖고 있으며, 따라서 관련 소프트웨어 기술을 조기에 확보함으로써 Flash Memory 전체 기술에 대한 국제적 우위를 선점하고 세계 표준화를 주도할 수 있을 것으로 보인다. 이를 토대로 Flash Memory를 사용하는 신규 제품의 개발과 시장 진입을 용이하게 진행할 수 있어 국가 기술 발전의 선순환 고리를 형성할 수 있을 것이다.

4.2 경제적 효과

본 과제를 통하여 Flash Memory 소프트웨어에 대한 원천 기술을 개발함으로써 인해서 해당 기술에 대한 수입 대체 효과를 얻을 수 있다. 더 나아가 해당 기술에 대한 국제적 우위를 선점함으로써 소프트웨어 원천 기술 확보 및 표준화를 통하여 새로운 수익 모델을 창출할 수 있게 된다. 또한, 개발 결과물의 세계 최고 수준의 성능과 품질을 바탕으로 수출에 의한 수익도 가능하다. 따라서 Flash Memory의 하드웨어와 소프트웨어 기술의 확보는 관련 신규 제품 및 기술 개발에 직접적으로 기여하게 될 것이며, 이에 따른 경제 발전은 IT 강국으로서의 국제적 위상을 더욱 높게 하여, 국가 브랜드 가치의 향상을 얻을 수 있게 한다. 또한 소프트웨어 개발에 따른 신규 고용 창출 효과는 매우 큰 것으로 알려져 있어 국가 경제에 직접적인 영향을 줄 것으로 보인다.

4.3 산업적 효과

Flash Memory 분야의 발전은 단순히 IT 분야의 하나로 국한시키기에는 그 잠재력이 매우 크다고 볼 수 있다. Flash Memory 소프트웨어의 개발로 인하여 하드 디스크를 대체하는 새로운 저장 매체로 Flash Memory의 사용이 증가할 것으로 보인다. 이로 인하여 기

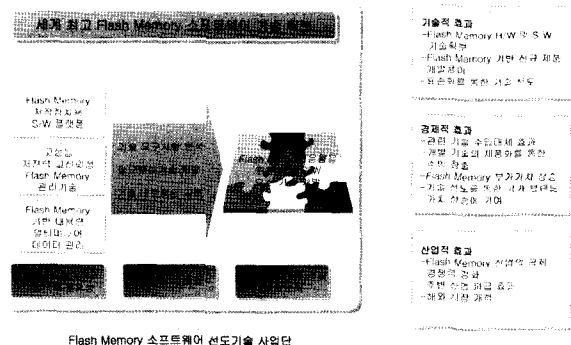


그림 3 Flash Memory 기반 소프트웨어 개발의 기대 효과

존의 데스크탑 또는 노트북 등 PC 기반 컴퓨터 시스템 분야에 국한되지 않고, 자동차 분야, 군사 분야, 의료 분야, 물류 산업 분야 등 다양한 산업 분야에서 Flash Memory의 사용이 가능하게 될 것이다. 반도체 산업 분야에서도 DRAM 기반의 단순한 포트폴리오에서 벗어나 다양한 제품군을 형성하여 새로운 수익 창출에 기여할 것으로 보인다.

## 5. 결론

최근 네트워크 및 멀티미디어 기술의 발전으로 인하여 휴대폰, MP3 플레이어, 디지털카메라, PMP 등과 같은 Flash Memory 기반의 임베디드 시스템 제품에 대한 수요가 지속적으로 증가하고 있다. 임베디드 시스템의 내부 저장장치로 Flash Memory를 사용하기 위해서는 메모리 하드웨어 디바이스와 더불어 FTL, 파일 시스템, 가상메모리 시스템, DBMS 등 다양한 디바이스 인터페이스 기술의 이용이 필수적이다.

Flash Memory 소프트웨어 기술은 메모리 하드웨어 구동에 필요한 단순한 인터페이스의 역할을 넘어 메모리 하드웨어의 부가 가치를 향상시키고 새로운 시너지를 창출하는 매우 중요한 요소이다. 본 논문에서는 2006년부터 정보통신부의 IT성장동력기술개발사업으로 수행하고 있는 Flash Memory 기반의 멀티미디어 임베디드 소프트웨어 기술 개발 과제의 요구 사항, 연구 개발 내용 및 기대 효과에 관하여 설명하였다. 본 연구개발을 통해 체계적으로 구축될 고성능의 Flash Memory 기반 임베디드 멀티미디어 소프트웨어는 급증하는 응용 제품의 개발에 따라 높은 시장 가치를 창출할 수 있으며 또한 세계 최고 수준의 경쟁력을 가진 소프트웨어 솔루션을 확보함으로써 수입 대체의 효과와 함께 보다 큰 해외 임베디드 소프트웨어 시장에서 주도권을 잡을 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

## 참고문헌

- [1] F. Douglass, R. Caceres, F. Kaashoek, K. Li, B. Marsh, and J.A. Tauber, "Storage Alternatives for Mobile Computers," Proceedings of the 1st Symposium on Operating Systems Design and Implementation(OSDI), pp. 25-37, 1994.
- [2] L. Larcher, P. Pavan, and A. Maurelli, "Flash memories for SOC: An overview on System Constraints and Technology Issues," Proceedings of IEEE International Workshop on System-on-Chip for Real-Time Applications, pp. 73-77, 2005.

- [3] G. Lawton, "Improved Flash Memory Grows in Popularity," IEEE Computer, vol. 39, no. 1, pp. 16-18, 2006.
- [4] MTD, "Memory Technology Device(MTD) Subsystem for Linux," <http://www.linux-mtd.infradead.org>.
- [5] A. Ban, "Flash File System," US Patent, no. 5,404,485, Apr. 1995.
- [6] Intel Corp., "Understanding the Flash Translation Layer(FTL) Specification," <http://developer.intel.com/>, 1998.
- [7] D. Woodhouse, "JFFS: The Journalling Flash File System," Proceedings of Ottawa Linux Symposium, 2001.
- [8] Aleph One, "YAFFS: Yet another flash filing system," <http://www.aleph1.co.uk/yaffs/>, 2002.



### 곽종철

1986 미국 루즈벨트 대학교 CIS(학사)  
 1989 미국 루즈벨트 대학교 CIS(석사)  
 1992 미국 일리노이 주립대 EECS(박사 4년 수료)  
 1990~1992 일리노이 주립대 컴퓨터센터 컨설턴트  
 1992~1997 현대전자 위성체연구소 책임연구원  
 1998~2000 현대정보 연구소분사(GDS) 이사  
 2001~2005 포스테이타 상무대우(연구소장)  
 2005~ 정보통신연구진흥원 디콘 및 SWPM  
 관심분야: Embedded S/W, 병렬처리 클러스터 수퍼컴, Concurrent Engineering, 위성관제 시스템, RFID  
 E-mail: jckwak@iita.re.kr



### 민상렬

1983 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업  
 1985 서울대학교 컴퓨터공학과 석사  
 1989 University of Washington 전산학박사  
 1989~1990 IBM T. J. Watson Research Center 객원연구원  
 1990~1992 부산대학교 컴퓨터공학과 조교수  
 1992~현재 서울대학교 전기컴퓨터공학부 교수  
 관심분야: Computer Architecture, Parallel Processing, Computer Performance Evaluation  
 E-mail: symin@archi.snu.ac.kr



### 박장석

1982 경북대학교 전자공학과(학사)  
 1985 경북대학교 전자공학과(석사)  
 1995 경북대학교 컴퓨터공학과(박사)  
 1983~1996 한국전자통신연구원 선임연구원  
 1995~현재 정보통신연구진흥원 임베디드S/W 전문위원실 기술역(책임연구원)  
 관심분야: Computer Architecture, Embedded S/W, Software Solution  
 E-mail: jspark@iita.re.kr