

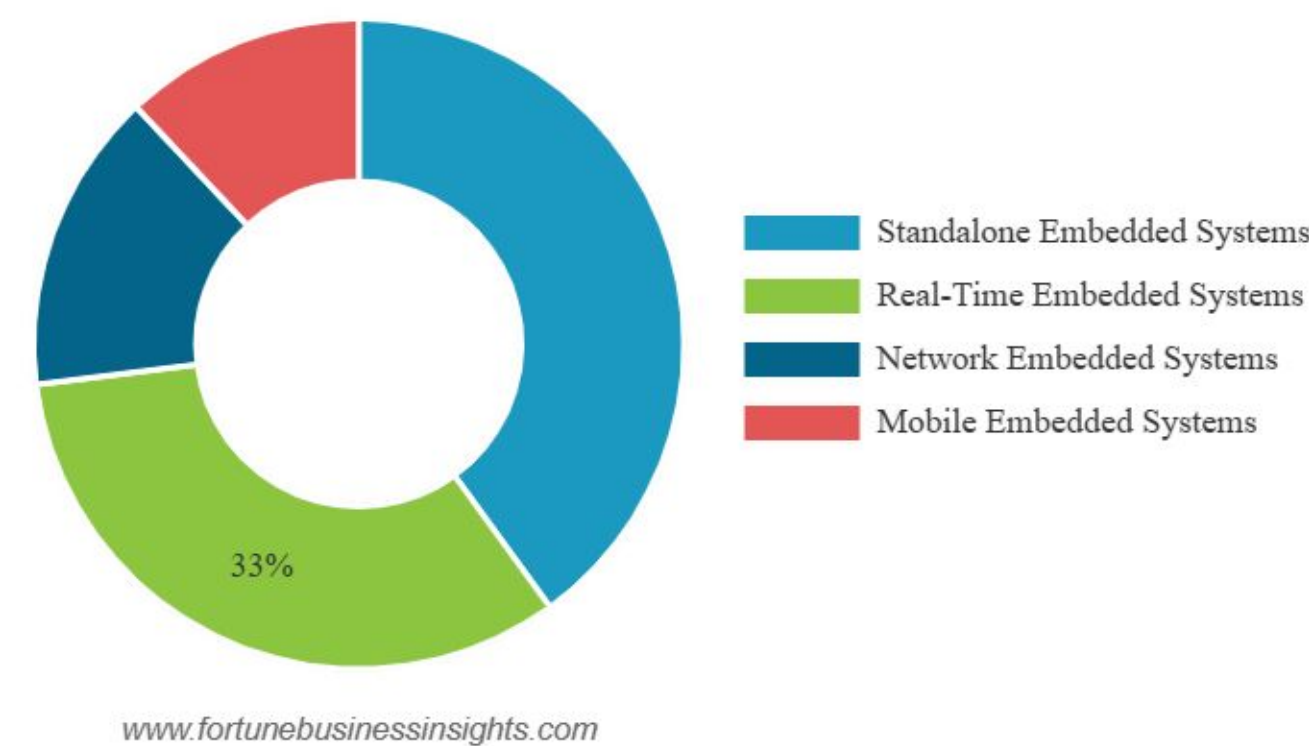
배경 및 목표

- ✓ IoT 기술의 확산으로 고성능 Linux 기반 임베디드 시스템에서 네트워크 기능을 활용한 원격 모니터링과 업데이트의 보편화
- ✓ 여전히 산업 현장에 다수 존재하는 마이크로컨트롤러(MCU) 기반 기기들은 Linux 구동이 어려우며, 이들 기기 대부분 네트워크 기능이 없어 독립적(standalone)으로 동작
- ✓ 실제 산업 현장의 기업으로부터 'MCU 기반 HMI 장치에 IoT 기능을 추가하여 원격 업데이트 및 대규모 관리 기능 구현' 요구

❖ 과제 핵심 목표

1. 저자원 MCU 기반 장치에 IoT 기능을 추가하여, 네트워크를 통한 프로그램 및 콘텐츠 업데이트와 데이터 수집을 원격 수행
2. 클라우드 컴퓨팅 기반 관리 플랫폼과 연동하여, 수천 대 규모의 임베디드 기기를 MQTT를 통해 효율적으로 모니터링하고 제어할 수 있는 확장형 관리 기술 개발
3. MCU 환경에서 안정적으로 동작하면서도 산업계의 보안 요구를 충족할 수 있도록, mTLS 기반 상호 인증 통신 및 네트워크 파일 무결성 검증 기능을 포함한 보안 기능을 통합 설계

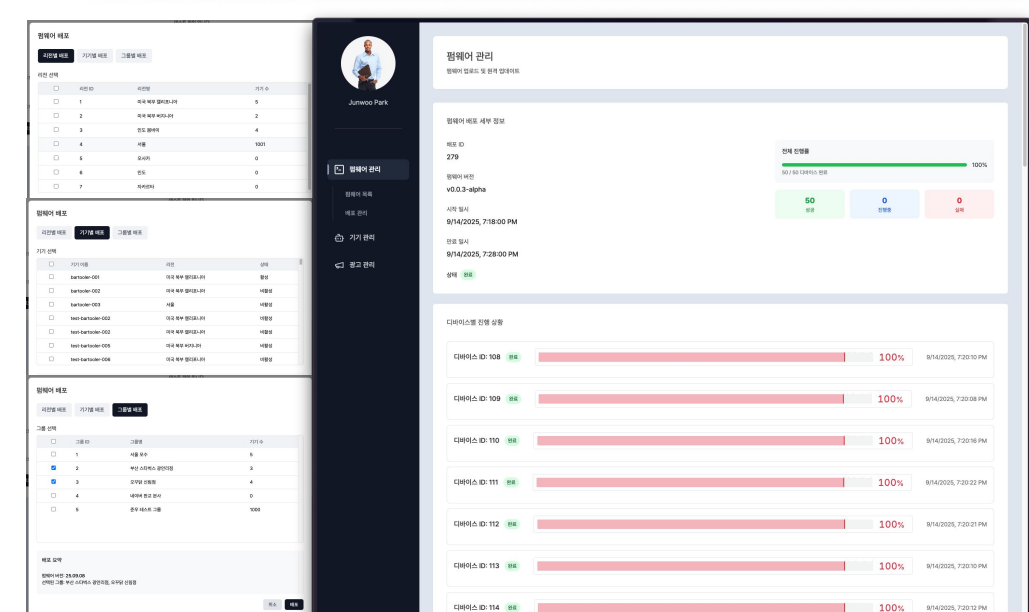
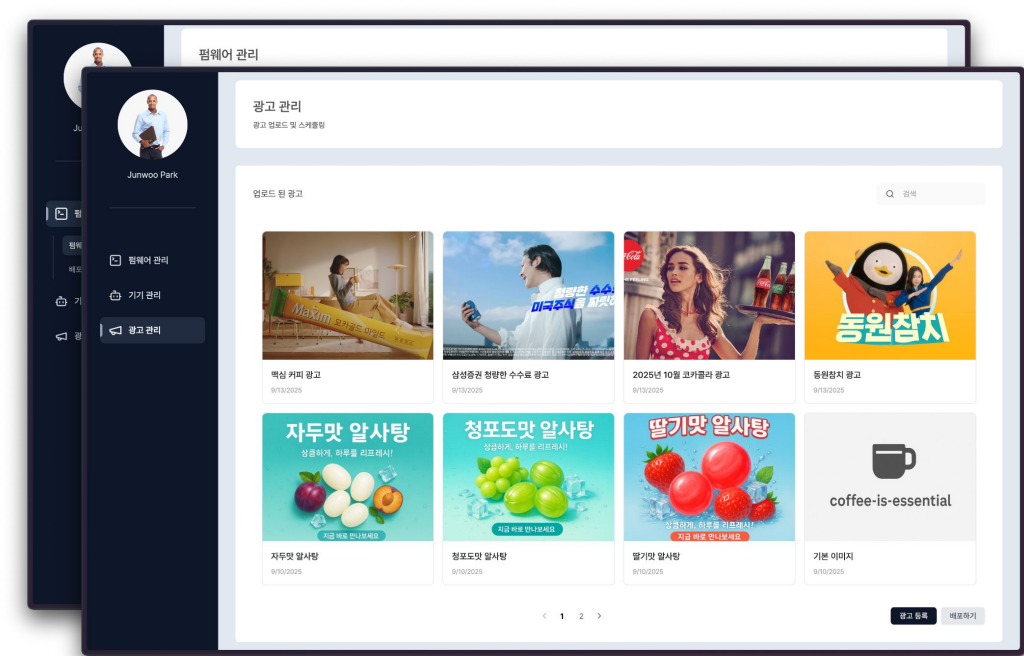
Global Embedded Systems Market Share, By Type, 2022



기능 및 구조

> 대규모 IoT 디바이스 관리 플랫폼

수천 대의 기기를 위한 자동화된 배포 및 실시간 모니터링

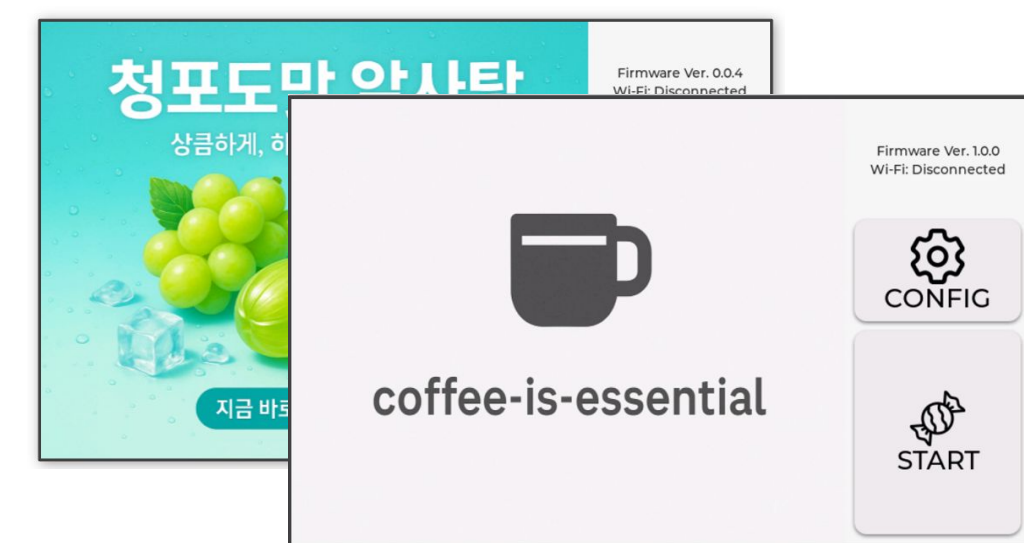


- ✓ 중앙 집중식 기기 펌웨어 & 콘텐츠 관리
 - 펌웨어와 콘텐츠를 웹 기반 관리자 페이지에 등록하여 체계적인 버전 관리 및 히스토리 추적 가능
 - 분산된 IoT 기기에 대한 일관성 있는 콘텐츠 정책을 유지하고 생산성 향상

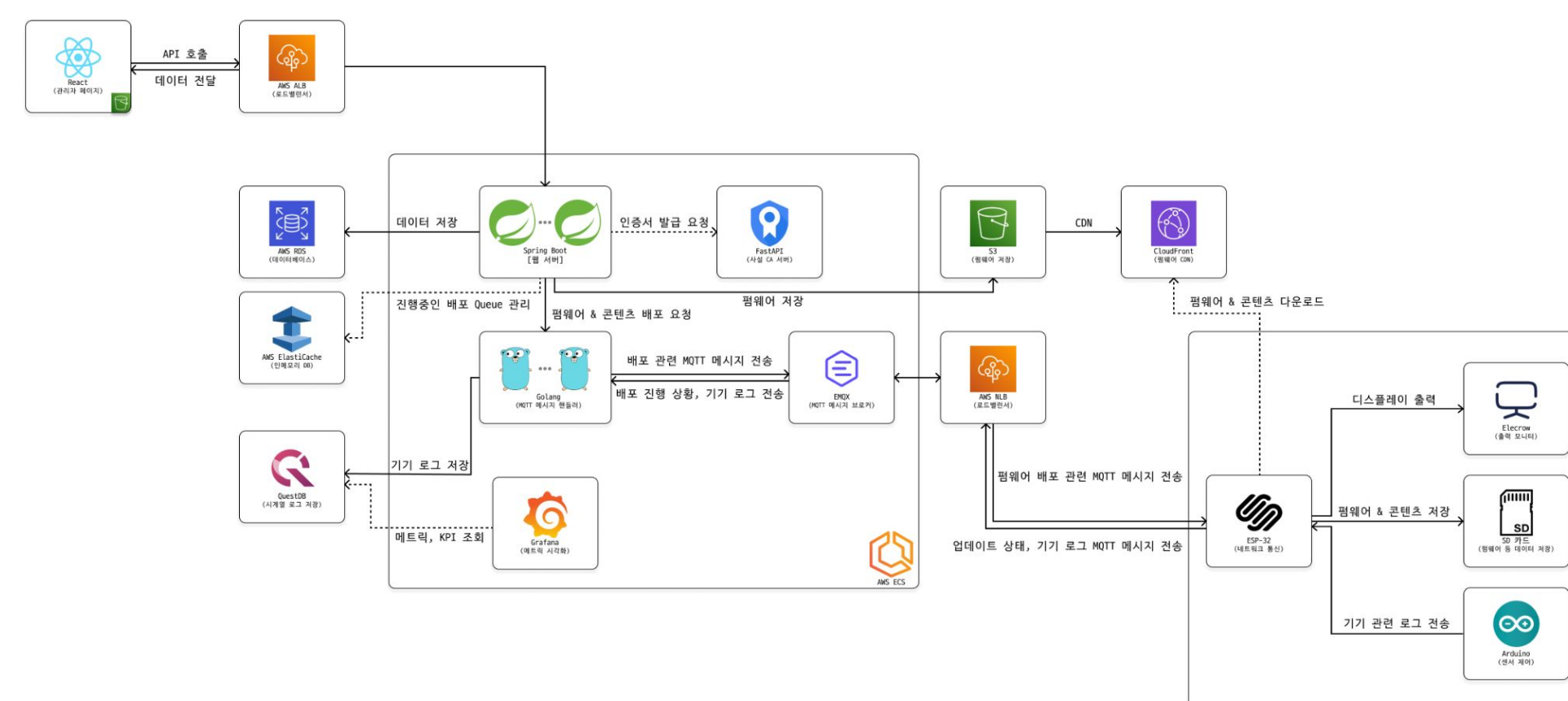
- ✓ CDN 기반 원격 OTA(Over-the-Air) 배포
 - 그룹, 지역 단위의 조직적 기기 분류 및 배포
 - 전 세계 분산 CDN을 통한 효율적 업데이트와 실시간 배포 모니터링

> FreeRTOS 기반 임베디드 펌웨어

MQTT 텔레메트리, OTA, TLS / 무결성 검증을 통한 보안 강화

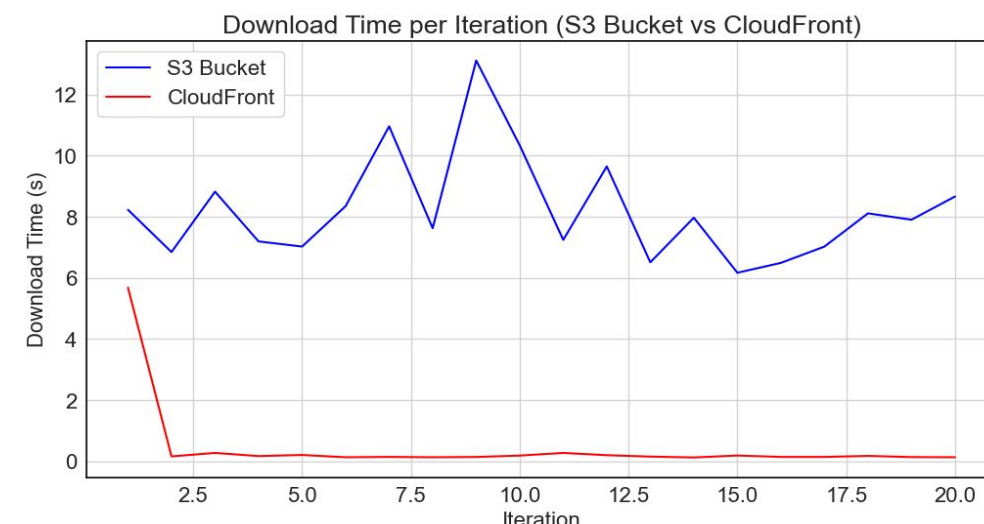
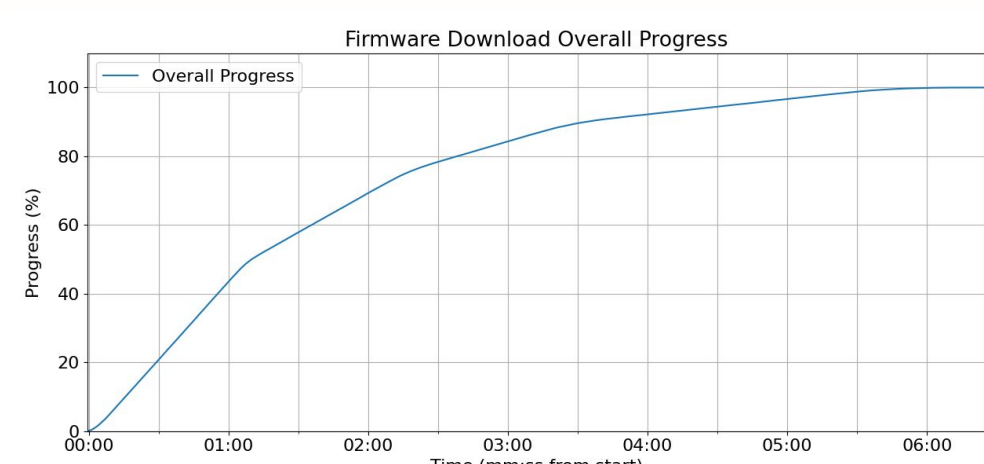


- ✓ GUI 태스크와 네트워크 태스크 분리를 통한 비동기 실행
- ✓ 서버로부터 제공되는 Signed URL 기반 펌웨어 수신 및 무결성 검증
- ✓ Flash 파티셔닝을 통한 OTA 및 안정적 롤백



- ✓ 사설 CA 기반의 상호 TLS(mTLS) 인증
 - 자체적으로 구축한 사설 인증 기관(Private CA)를 통해 모든 IoT 기기와 클라우드 간의 mTLS 암호화 통신 구현
- ✓ AWS CloudFront 기반의 CDN
 - 펌웨어, 콘텐츠 등을 전 세계에 분산된 엣지 로케이션에 배포하여 빠르고 안정적인 다운로드 보장
- ✓ 대규모 실시간 트래픽 처리
 - MQTT 브로커(EMQX): 수백만 동시 연결을 지원하며 대규모 메시지를 지연 없이 안정적으로 중계
 - 메시지 핸들러(Go): Go의 동시성을 활용해 대량의 데이터를 실시간으로 처리하고 병목 현상 최소화

결과 및 기대 효과



- 대규모 기기(시뮬레이터) 대상 테스트
 - 1000대의 기기를 대상으로 약 1.5MB 크기의 펌웨어 배포 테스트 결과, 전체 기기 배포 완료까지 성공률 99.9% 및 평균 6분 30초 소요
- CloudFront(CDN)을 통한 콘텐츠 전송 속도 개선
 - 해외 주요 거점 테스트 결과, CloudFront 도입 후 다운로드 소요 시간 평균 8초에서 0.2초로 단축 (50MB 콘텐츠 단순 다운로드 기준)

- 산업용 디지털 계량기, 제조 산업 내 제어 장치 등 Linux 기반 장치로 전환이 어려운 저자원 MCU 기반 장치에 IoT 기능을 부여
 - ✓ 기존 산업 현장의 디지털 전환에 기여
 - ✓ 산업계 요구 수준의 보안 신뢰도를 충족하여 실제 현장 적용 가능성 제고
- 전 세계 분산 IoT 기기를 위한 중앙 집중형 관리 플랫폼 제공
 - ✓ CDN 기반 파이프라인을 통해 MCU 기반 키오스크, 지하철 역사 내 광고 패널 등 대규모 장치의 프로그램 / 콘텐츠를 전 세계에 일관되고 확장성 있게 배포 / 관리하는 체계 제공