

AIoT 특성과 AI 반도체 아키텍처 선정의 결정요인

(Determinants of AI Semiconductor Architecture Selection Based on AIoT Characteristics)

권영화*, 김보영**

(Kwun Younghwa, Kim Boyoung)

요약

지금까지 AI 반도체에 관한 연구는 주로 데이터센터 환경에서 사용되는 GPU를 중심으로 진행되어 왔다. 하지만 최근 AI 기술의 적용 범위가 확대되면서, AI 반도체의 활용 영역은 데이터센터를 넘어 다양한 엣지 디바이스로 확장되고 있다. 따라서 엣지 디바이스에 들어가는 AI 반도체에 대한 연구가 필요한 시점이지만 아직까지 관련 연구는 크게 부족한 상황이다. 본 연구에서는 엣지 디바이스를 4가지 유형으로 나누어 어떤 AI 반도체가 적용되는지 알아보고 AIoT 응용의 입력 데이터 유형, 실시간성 요구, 전력 제약, 프라이버시 민감도가 AI 반도체 아키텍처 선택에 어떠한 결정요인으로 작용하는지를 분석하였다. 결과적으로 연산량이 적고 전력 제약이 필요한 경우 AI MCU가 사용되지만 연산량이 많고 실시간 처리가 중요할 때는 NPU가 필수적이다. 이에 따라 입력 데이터, 전력 소모, 지연시간 등 실제 응용환경의 요구조건을 기준으로 AI 반도체의 설계가 필요하다는 시사점을 제시하고 있다.

■ 중심어 : AI 반도체 ; 엣지 디바이스 ; AIoT ; AI MCU ; NPU

Abstract

Until now, research on AI semiconductors has primarily focused on GPUs used in data center environments. However, as the application scope of AI technologies has expanded, the utilization of AI semiconductors has extended beyond data centers to various edge devices. Accordingly, although research on AI semiconductors for edge devices is increasingly necessary, related studies remain relatively limited.

This study classifies edge devices into four types and examines which AI semiconductor architectures are applied to each category. It also analyzes how key characteristics of AIoT applications—such as input data type, real-time processing requirements, power constraints, and privacy sensitivity—serve as determining factors in selecting AI semiconductor architectures. The analysis shows that AI MCUs are typically used when computational demand is low and strict power constraints exist, whereas NPUs become essential when computational demand is high and real-time processing is critical. Based on these findings, the study suggests that AI semiconductor design should be guided by practical application requirements, including input data characteristics, power consumption, and latency constraints.

■ keywords : AI semiconductor ; Edge devices ; AIoT ; AI MCU ; NPU

I. 서론

최근 AI 시장이 커지면서 AI 반도체의 사용이 늘어나고 있지만 AI 반도체에 대한 연구는 다른 분야에 비해 아직까지 그리 많지 않은 상황이다. [1] AI 반도체는 인공지능 알고리즘을 위한 연산을 수행하기 위해 설계된 칩이다. [2] 지금까지 AI 반도체에 대한 연구는 주로 데이터센터에 사용되고 있는 엔

비디아의 GPU에 집중되었다. 하지만 최근 다양한 엣지 디바이스로 AI 반도체의 활용이 확대되고 있는 상황이다. 엣지 디바이스는 데이터센터의 연결이 없이도 AI 기능을 수행할 수 있는 특징이 있다. 특히 2020년대 들어오면서 IoT는 머신러닝과 딥러닝 등 인공지능 기술과 결합해 AIoT로 발전하고 있다. [3] IoT 환경에서 데이터 처리와 의사결정 문제를 해결하기 위해 AI가 적용될 경우, 해당 기

* 정회원, 서울과학종합대학원 시용융공학 박사과정

** 정회원, 서울과학종합대학원 교수

술은 AIoT로 정의된다. [4] 즉 IoT와 AI의 기술 융합이 바로 AIoT인 것이다. [5] AIoT는 인간과 기계 간의 포괄적이며 지능적인 연결 체계를 확립하는 것을 목표로 한다. [6]

지금도 AI 반도체와 관련하여 이미 다수의 연구가 진행되어 오고 있다. [7] 하지만 AIoT에 사용되는 AI 반도체가 증가하고 있는 상황에도 불구하고 AIoT에 사용되고 있는 AI 반도체에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다. 나아가 다양한 엣지 디바이스가 출현함에 따라 AIoT 환경에서 요구되는 AI 반도체에 대한 연구가 필요한 시점이다. 엣지 컴퓨팅 칩은 저지연, 저전력과 소형화에 초점을 두고 있으며 이에 따라 다양한 작업 환경에서 유리한 장점이 있다. [8] 그리고 사생활과 관련된 엣지 디바이스의 경우 프라이버시 보호가 무엇보다 중요하다.

따라서 본 연구에서는 AIoT 응용의 입력 데이터 유형, 실시간성 요구, 전력 제약, 프라이버시 민감도가 AI 반도체 아키텍처 선택에 어떠한 결정요인으로 작용하는지를 분석하도록 한다. 아키텍처는 반도체 내부에서 프로세서, 메모리, 데이터 이동, 제어와 연산이 어떤 구조와 방식으로 설계와 연결이 되었는지를 나타내는 구조이다.

결과적으로 본 논문을 통해 앞으로 다양한 AIoT에 채택할 적합한 AI 반도체를 자세하게 알 수 있기에 학계와 업계에 매우 중요한 시사점을 제공할 수 있다.

II. 본 론

1. 엣지 디바이스용 AI 반도체의 종류

가. GPU

지금 GPU(Graphic Processing Unit)는 AI 반도체로 가장 많이 사용되고 있다. 특히 데이터센터에서 학습(Training) 분야뿐만 아니라 추론(Inference) 분야에도 사용되고 있다. 하지만 가격이 매우 비싸다는 것과 전력 소모가 크다는 단점

이 있다. 이외에도 스마트폰, 가전이나 로봇(Robot)과 같은 엣지 디바이스에 사용되고 있는 SoC(System on Chip)에 GPU가 내장되어 있기도 한다. 원래 GPU는 인공지능을 위해 개발된 반도체가 아니지만 병렬로 데이터를 처리하는 기능이 인공지능 연산에 적합하여 지금은 AI 반도체로 널리 사용되고 있다. GPU를 만드는 유명한 기업은 엔비디아(NVIDIA)와 AMD 등이 있다.

나. NPU(SoC 내장)

NPU(Neural Processing Unit)는 AI 기능을 수행하기 위해 개발된 반도체이다. GPU와 달리 AI를 위해 개발된 반도체이기에 불필요한 기능은 없앤 것이 특징이다. 그리고 지금 NPU는 AI 반도체 개발의 최전선에 있다. [9] 가격은 저렴하고 전력 소모는 적은 장점이 있다. 특히 데이터센터의 추론 분야에 사용이 늘어나고 있는 추세이다. 추론 분야는 고성능의 GPU보다 NPU가 가격이 저렴하고 전력 소모가 적기 때문이다. 이외에도 스마트폰 같은 엣지 디바이스의 SoC에 내장되어 많이 사용된다. 그리고 NPU는 종류가 매우 다양하고 애플(Apple)의 뉴럴 엔진(Neural Engine)과 구글(Google)의 TPU도 NPU의 일종이다.

다. AI MCU(MCU + AI Accelerator)

MCU(Micro Controller Unit)는 마이크로프로세서, 메모리 반도체, 입출력(I/O)을 한 개의 칩으로 구성한 것이다. 가전, 자동차, 산업용에 많이 쓰이고 전력 소모가 적은 것이 특징이다. 이 칩에 소형 AI 가속기를 결합하여 AI 기능을 수행할 수 있지만 단점은 모델 크기와 정확도가 제한될 수 있다는 점이다.

AI MCU는 기존 MCU 구조에 SIMD와 DSP 연산을 가능하게 할 뿐만 아니라 다수의 MAC 유닛, 그리고 전용 NPU, 혹은 소형 ML 가속기를 내부에 탑재하고 있다. 그리고 AI MCU는 온칩

SRAM 그리고 로컬 버퍼 구조를 최적화하여 저전력으로 효율적인 신경망 추론 연산이 가능하도록 설계된다.

AI MCU는 웨어러블 디바이스에 사용하기에 적합하고 범용 MCU가 시스템 제어의 역할을 진행하며 전용 AI 가속기는 주로 추론 연산을 수행하는 형태이다. 구조는 배터리를 기반으로 초저전력 이중(Heterogeneous) 아키텍처로 구성되어 있다. 이 AI 반도체는 AIoT용으로 많이 사용되고 있으며 ST Microelectronics, NXP 반도체와 Renesas 등이 유명한 기업이다.

라. ASIC

ASIC(Application Specific Integrated Circuit)은 고객의 요구에 맞게 설계된 주문형 반도체이다. 따라서 AI 기능을 수행할 수 있도록 설계되어 AI 반도체로 사용될 수 있다. 그리고 ASIC도 NPU와 마찬가지로 엣지 디바이스에 사용이 조금씩 늘어나고 있는 추세이다. 특히 ASIC은 주문자의 요구에 맞게 제작이 되기에 필요한 기능만 탑재하여 크기를 작게 만들 수 있을 뿐만 아니라 FPGA보다 전력 소모도 적다. 하지만 개발기간이 오래 걸리고 대량으로 제조해야만 가격을 낮출 수 있는 단점이 있다.

마. FPGA

FPGA(Field Programmable Gate Array)는 고객이 원하는 사양을 자유롭게 구성할 수 있다. 그리고 FPGA는 가장 유연한 재구성을 제공할 수 있는 반도체이다. [10] 특히 FPGA는 다른 반도체와 달리 애플리케이션(Application)에 맞게 사용자가 직접 최적화하여 설계한 후 물리적으로 구현할 수 있는 장점이 있다. 그리고 성능은 우수하지만 전력 소모는 비교적 적은 편이다. 나아가 FPGA는 설계의 유연성이 가장 높은 AI 반도체로 다양한 애플리케이션에 사용할 수 있는 장점이 있다. 더욱이 개

발기간이 비교적 짧고 오류를 바로 수정할 수 있으며 초기 개발비가 저렴한 편이다.

표 1. 엣지 디바이스용 AI 반도체의 종류

구분	연산 성능	지연 시간	전력 효율	소비 전력	주요 연산 목적	대표 활용 영역
GPU	50~1,000+ TOPS	10~100ms	1~5 TOPS/W	50~700W	대규모 병렬 연산, 학습	데이터센터, 서버 AI
NPU (SoC)	1~50 TOPS	1~10ms	5~20 TOPS/W	1~10W	영상·음성·센서 추론	스마트 가전, 카메라
AI MCU	0.05~1 TOPS	5~20ms	10~50 TOPS/W	0.1~1W	초저전력 실시간 추론	스마트 워치, 센서, 웨어러블
ASIC	5~200 TOPS	1~5ms	30~200 TOPS/W	0.5~10W	특정 모델 전용 추론	전용 디바이스
FPGA	1~100 TOPS	10~100ms	2~10 TOPS/W	5~50W	재구성 가능한 가속	산업·통신

자료: Cristina Silvano et al.(2025)를 바탕으로 저자 재작성

2. AI 반도체가 사용되는 AIoT의 유형

앞으로 거의 모든 사물이 AI로 연결될 것으로 예상됨에 따라 AIoT 시장은 매년 20% 이상 성장하게 될 것으로 기대하고 있다. 이에 따라 AIoT에 사용되는 AI 반도체도 수요가 빠르게 증가할 수밖에 없다. 아래 그림 1은 AIoT 시장에 대한 2025년부터 2030년까지의 시장 전망을 나타내고 있다.

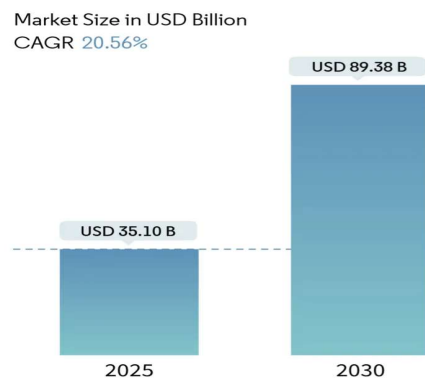


그림 1. AIoT 시장 전망(자료: Mordor Intelligence)

AIoT는 스마트 헬스케어 시스템에 적용되어 예측 진단을 가능하게 하고 산업 환경에서는 예지 보전을 가능하게 한다. [11] 그리고 AIoT의 응용은 보안 및 감시 시스템뿐만 아니라 스마트홈의 스마

트 냉장고에도 적용되고 있다. [12] AIoT는 IoT 운영의 효율성을 제고하고 인간과 기계 간 상호작용을 고도화하며 데이터 관리와 분석 역량을 강화하는 것을 주요 목표로 한다. [13]

본 연구에서는 AIoT를 첫째, 예지 보전용 엷지 디바이스, 둘째, 스마트 냉장고, 셋째, 스마트 워치, 넷째, 보안용 스마트 카메라의 4가지 유형으로 분류하였다. 그 이유는 이 4가지가 AIoT의 대표적인 디바이스이기 때문이다. 그리고 주요 AIoT 서비스를 스마트 홈(가전), 스마트 시티(감시), 헬스 케어(웨어러블), 산업(예방정비)과 농업으로 분류할 수 있다. [14] 하지만 본 연구에서는 농업 분야를 제외하였다.

가. 예지 보전용 엷지 디바이스

예지 보전용 엷지 디바이스는 산업 설비나 공장 에서 장비 상태를 실시간으로 분석하고 고장을 사전에 예측하는 장치를 말한다.

산업용 엷지 디바이스는 주로 스마트 팩토리에서 많이 사용되고 있다. 최근 많은 기업의 제조 공장이 스마트 팩토리로 전환되고 있는 과정에 있다. 기존의 공장을 스마트 팩토리로 바꾸면 생산성 향상, 원가절감과 효율성이 높아지는 결과를 가져올 수 있기 때문이다. 특히 스마트 팩토리에서 중요한 부분이 각종 제조 장비에서 문제가 발생하기 전에 예방하는 시스템을 갖추는 것이다. 여기에 사용되는 것이 바로 예지 보전용 엷지 디바이스이다. IoT는 산업 운영 전반을 변화시켰으며, 그중에서도 유지보수 관행에 있어 중요한 변화를 가져왔다. [15] 이 엷지 디바이스는 각종 설비에 부착된 센서 데이터를 공장에서 실시간 AI로 분석하여 고장을 사전에 예측한다. 특히 현장에서 지연시간 해결, 비용 절감, 데이터 보안 강화 등의 이유로 데이터 센터의 연결 없이 자체 디바이스에서 데이터를 처리하고 분석할 필요가 있다.

엷지 디바이스는 각종 센서를 통해 장비의 상태, 즉, 온도, 소리, 압력, 진동, 전류 등이 기준치를 벗

어나면 이를 즉각적으로 감지하고 장비를 미리 점검하여 문제의 발생을 사전에 예방하는 목적을 가지고 있다. 만약 반도체를 제조하는 팹에서 장비에 문제가 발생하여 공정 라인이 잠시라도 멈추게 되면 수조 원의 손실이 발생할 수 있다. 따라서 이와 같은 문제를 사전에 방지하기 위해 엷지 디바이스는 제조 공정에서 매우 중요한 역할을 수행하고 있다. 즉, 장비에서 발생한 이상을 조기에 탐지하여 생산 효율성을 높일 수 있는 것이다. 그리고 엷지 디바이스에 내장된 AI 반도체는 각종 센서를 통해 수집한 다양한 정보를 바탕으로 이미 학습한 데이터를 통해 실시간으로 문제가 발생할 때 정확한 판단을 내리게 되는 것이다.

나. 스마트 냉장고

최근 스마트 냉장고가 가정에서 큰 인기를 끌고 있다. 그동안 산업계와 학계 전반에서 스마트 냉장고 개발을 위한 다양한 시도와 노력이 지속적으로 이루어져 왔다. [16] 따라서 앞으로 스마트 냉장고는 더욱 똑똑한 AI 기능을 탑재하게 될 것으로 보인다.

현재 스마트 냉장고는 기존의 냉장고와 달리 다양한 스마트 기능을 탑재하고 있다. 예를 들면 온도를 자동으로 조절하고 냉장고 안에 식재료가 무엇이 들어가 있는지 냉장고 문을 열지 않아도 알 수 있다. 그리고 냉장고 안에 들어가 있는 식재료로 레시피까지 안내가 가능하다. 나아가 식재료의 유통기한을 식별할 수 있으며 수량은 변화가 있는지, 식재료가 신선한지 등의 재고 상태도 업데이트 할 수 있다. 카메라가 식재료를 찍으면 AI 반도체가 식별하고 온도와 습도 등은 센서가 감지하고 AI 반도체는 판단한다. 각종 센서를 통해 들어온 정보를 AI 반도체가 학습한 데이터를 기반으로 스스로 판단을 내릴 수 있다. 예를 들면 냉장고 안에 어떤 식재료가 부족하면 자동으로 주문하는 식이다. 아직 사람의 승인이 필요한 상태이지만 기술적으로는 가능하다. 기본적으로 스마트 냉장고는 엷지 디바

이므로 데이터센터의 연결은 불필요하지만 개인화 추천과 원격 모니터링 등의 고급 부가서비스에서는 데이터센터의 연결이 필수이다.

스마트 냉장고는 AI 가속기로 추론 기능을 수행하면서 식품 인식, 재고와 신선도 등의 상태 판단, 그리고 온도 패턴, 도어 개폐, 센서 이상을 감지할 수 있다. 특히 냉장고는 항상 동작해야 하고 소음이 적을 뿐만 아니라 저전력을 사용해야 하기에 AI 가속기만이 이런 조건을 만족시킬 수 있다.

현재 삼성전자와 LG전자는 스마트 냉장고 시장을 선점하기 위해 치열한 경쟁을 벌이고 있다.

다. 스마트 워치

최근 사람들의 건강에 대한 관심도가 지속적으로 높아짐에 따라 다양한 웨어러블 디바이스가 시장에 출시되고 있다. 이들 디바이스는 개인 맞춤형 데이터 자료에 대한 접근을 가능하게 함으로써 의료 질환의 예방과 관리 측면에서 잠재적인 가치를 제공한다. [17]

이와 같은 각종 웨어러블 디바이스는 우리의 몸에 부착이 되어 실시간으로 심박수, 호흡수, 스트레스, 피로도, 수면의 질 등 다양한 건강 정보를 실시간으로 알려주고 있다. 헬스케어 활용을 위한 스마트 워치의 채택은 환자의 자가 관리 및 원격 의료의 관리 지원을 위한 유망한 방안으로 주목받고 있다. [18]

따라서 다양한 헬스케어용 웨어러블 중에서도 손목에 착용하는 스마트 워치가 가장 대표적인 디바이스이다. 스마트 워치는 두 가지 형태, 즉 연동형 스마트 워치와 단독형 스마트 워치로 구분할 수 있다. 스마트 워치는 기본적으로 몸의 변화를 가장 먼저 알려주고 24시간 내내 자신의 몸 상태를 정밀하게 체크할 수 있도록 설계되었다. 그리고 최근에는 음성 개인 비서의 기능뿐만 아니라 운동 자동 코칭의 기능도 들어가 있어 젊은 사람들에게도 인기가 있다. 나아가 최근에는 스마트폰과 마찬가지로 결제 기능이 들어가 있으며 스마트홈 기기와 연

동해서 TV와 에어컨 등을 제어할 수도 있다.

스마트 워치에 들어가 있는 AI 가속기는 심박 패턴 분류, 수면 단계 추정, 활동 유형 분류, 개인 기준선 대비 이상 탐지 등 패턴 인식과 이상 감지가 주요 기능이다. 그리고 스마트폰과 비교하면 연산과 전력에 있어 제약이 심한 편이어서 아직까지 전력 소모의 최소화가 가장 중요한 관건이다. 뿐만 아니라 스마트 워치는 독자적으로도 작동이 가능하지만 스마트폰과 클라우드에 연결되면 기능이 더욱 확장될 수 있다. 앞으로 많은 기업이 고객의 니즈를 충족시키기 위해 스마트 워치에 더욱 다양한 새로운 기능을 탑재시킬 것으로 보인다.

현재 스마트 워치 시장은 매년 지속해서 성장하고 있기 때문에 애플, 화웨이, 샤오미, 삼성전자 같은 대기업들이 시장에서 치열하게 경쟁하고 있다.

라. 보안용 스마트 카메라

스마트 IoT 카메라의 활용은 인간이 자신의 주거 공간과 생활환경을 보호하는 방식에 있어 주목할 만한 변화로 자리 잡고 있다. [19]

보안용 스마트 카메라는 기존 카메라와 비교해 기능이 크게 다르고 단순히 녹화하는 장비가 아니다. 현장에서 위험을 감지하고 즉시 대응할 수 있는 엡지 보안 시스템이다. 침입 행위에 대해 인지, 판단과 대응까지 모두 수행할 수 있는 것이다. 특히 IoT 디바이스의 보안 문제도 중요한 과제로 대두되고 있다. [20]

나아가 스마트 카메라의 가장 중요한 것은 오경보 최소화와 전력 효율이라 할 수 있다. 스마트 카메라는 오경보로 인해 효용이 크게 감소할 수 있을 뿐만 아니라 연중무휴로 대기과 감시를 하기에 고전력 설계를 하면 발열과 소모가 증가하여 장기 안정성에 저하를 가져오기 때문이다.

스마트 카메라가 주로 사용되는 장소는 공장이나 물류창고, 주거지역 그리고 스마트 시티 등이다. 외부 침입자가 내부로 침입하였을 때 스마트 카메라는 이런 상황을 감지하고 즉시 담당자에게 알려주

고 출입을 제한할 수 있다. 스마트 카메라에 내장되어 있는 AI 반도체가 스스로 판단하고 대응하도록 할 수 있기 때문이다. 즉, 스마트 카메라에 내장된 AI 반도체의 기능은 단순한 연산이 아닌 영상의 이해와 판단뿐만 아니라 행동을 현장에서 수행하도록 하는 것이다.

한편 스마트 카메라에 엣지 AI를 사용하는 이유는 서버로의 전송에 따른 지연을 방지하여 즉시 대응할 수 있고 영상의 외부 전송을 막아 네트워크 비용을 크게 낮출 수 있기 때문이다. 그리고 스마트 카메라는 오프라인에서도 동작이 가능하다는 장점이 있다. 이 외에도 사람이 쓰러지거나 배회할 경우 상황을 인지하고 대응할 수 있다. 이와 같은 다양한 기능으로 인해 기존 영상 감시 카메라는 스마트 카메라로 점진적으로 전환되고 있다.

표 2. 유형별 AIoT의 특징 비교

항목	엣지 보전 엣지 디바이스	스마트 냉장고	스마트 워치	보안 스마트 카메라
주요 적용 분야	산업 설비·공장	가전·스마트홈	웨어러블·헬스케어	스마트 시티, 보안감시
엣지 AI 필요성	필수	필수	필수	필수
데이터센터 필요성	선택	선택	선택	운영상 필요
데이터센터 역할	설비 고장 예측 모델 학습 및 분석	소비 패턴 분석 및 서비스 추천	건강 데이터 장기 분석	영상 저장 및 대규모 분석
실시간성 요구	높음	중간	높음	매우 높음
전력 제약	중간	낮음	매우 높음	중간
프라이버시 민감도	낮음	중간	매우 높음	매우 높음
클라우드 의존도	낮음	낮음	낮음	중간

자료: Samir Jaber, John Soldatos and Deval Shah(2025)를 바탕으로 저자 재작성

3. 각 AIoT의 적용 AI 반도체

최근 산업 및 사회 전반에서 AI 기술의 비약적 확산에 따라 AI 응용에 특화된 반도체 기술에 대한 수요가 크게 증가하고 있다. [21] AI 반도체는 자율주행, 클라우드 컴퓨팅, 머신러닝과 IoT 등을 포함한 광범위하고 다양한 응용 분야를 포괄하고 있다. [22]

AIoT는 최소한의 인간 개입만으로 인식하고 학

습하며 의사결정을 수행할 뿐만 아니라 행동할 수 있는 시스템을 발전시킨다. [23] 이는 IoT에 AI 반도체가 내장되어 있기 때문이다.

가. 예지 보전용 엣지 디바이스 AI 반도체

예지 보전용 엣지 디바이스에 내장되어 있는 AI 반도체를 예지 보전용 엣지 디바이스 AI 반도체라 할 수 있다. 이 칩은 고성능 칩이라기보다 저전력, 저지연, 연속 추론을 위한 안정성이 중요한 산업용 엣지 칩이다. AI 반도체는 항상 온(On) 상태에서 수시로 추론하고 고장 징후가 나타날 때 즉시 센서로 감지해야 하기에 저지연이 필요할 뿐만 아니라 저전력과 저발열 설계도 필수이다. 또한 소음, 진동, 전류 등의 분석을 정확히 하고 오탐을 최소화하여 신뢰성을 높여야만 한다. 이를 통해 각종 장비와 부품에 대한 성능 저하 즉, 열화 예측을 하게 된다. 하지만 GPU 중심 구조는 과잉 스펙인 경우가 많고 AI MCU(MCU + AI Accelerator)의 구조가 일반적이다. 그 이유는 초저전력과 소형에 적합한 구조이기 때문이다. 물론 NPU 내장 SoC를 사용하여 복수 센서를 동시에 분석하고 고급 패턴을 인식할 수도 있지만 굳이 그럴 필요가 없다면 NPU가 과잉 스펙일 수 있다.

AI MCU의 기능은 먼저 진동 패턴, 소음 주파수 변화 그리고 전류와 온도 이상 등의 시계열 이상을 센서로 탐지한다. 그리고 축 불균형, 베어링 마모, 윤활 부족 등의 고장 유형을 분류한다. 나아가 지금은 정상이지만 3주 후 고장 위험과 같은 알림으로 정비 일정을 최적화하고 나머지 수명을 예측한다.

결론적으로 예지 보전용 엣지 디바이스에 사용되는 AI 반도체는 시계열 이상 탐지를 저전력과 저지연으로 실시간 수행하는 것이 핵심 기능이라 할 수 있다. 이에 따라 NPU(SoC)보다 AI MCU 아키텍처가 산업 현장에 가장 적합하다고 볼 수 있다.

표 3. 예지 보전용 엣지 디바이스의 AI 반도체 특성

구분	요구 스펙 범위	기술적 의미	예지 보전 관점 해설
연산 성능(AI Performance)	0.5~5 TOPS	경량 시계열 모델 실시간 추론	CNN-LSTM-Autoencoder 기반 이상 탐지에는 고성능 불필요
지연시간 (Latency)	수 ms~수십 ms 이하	이벤트 발생 즉시 판단	고장 징후 감지 후 즉각 알람·차단 필요
전력 효율 (TOPS/W)	5~20 TOPS/W 이상	장시간 상시 구동 가능	24/7 동작, 배터리·PoE 환경 필수 조건
연산 정밀도	INT8 / INT4 중심	저전력 고효율 연산	FP16 대비 전력·지연 대폭 감소

자료: STMicro(2026), Renesas(2026), NXP 반도체(2026) Data Sheet를 바탕으로 저자 제작성

표 4. 스마트 냉장고의 AI 반도체 특성

구분	요구 스펙 범위	기술적 의미	스마트 냉장고 관점 해설
연산 성능(AI Performance)	1~10 TOPS	영상 인식 중심 추론	식재료 인식·분류·신선도 판단
지연시간 (Latency)	수백 ms~수 초 허용	사용자 제감 중심	실시간 제어 불필요
전력 효율 (TOPS/W)	2~10 TOPS/W	가전 전력 제약	상시 ON 환경
연산 정밀도	INT8 중심	정확도 우선	오인식 최소화

자료: STMicro(2026), Renesas(2026), NXP 반도체(2026) Data Sheet를 바탕으로 저자 제작성

나. 스마트 냉장고용 AI 반도체

스마트 냉장고에 사용되는 AI 반도체는 데이터센터급의 대규모 연산이 아닌 상시 동작, 저전력, 생활환경 최적화가 무엇보다 중요하다. 먼저 AI 반도체는 식재료, 사용자, 상태 등을 정확히 인식하고 자동으로 온도, 습도, 재고 등을 관리해야만 한다. 그리고 필요에 따라 스마트폰과 클라우드 연동이 필요하고 저전력으로 실시간 처리를 한다.

프리미엄과 플래그십 모델의 스마트 냉장고에 내장되는 AI 반도체는 주로 저전력 NPU 기반의 SoC이며 식재료 인식, 재고 관리, 사용자 패턴 분석, 음성 인식 등을 현장에서 수행한다. 특히 NPU는 에너지 효율과 개인정보 보호를 모두 충족하는 AIoT의 핵심 기술이다. NPU가 주로 사용되는 이유는 NPU가 소비전력이 비교적 적으며 추론에도 적합하기 때문이다. 하지만 다수 중저가의 대량으로 양산되고 있는 스마트 냉장고에는 여전히 AI MCU가 많이 쓰이고 있으며 프리미엄과 플래그십 모델에는 NPU(SoC)가 증가하고 있는 추세이다. 아울러 AI MCU가 NPU보다 더 많이 사용되는 이유는 원래 냉장고는 MCU가 중심이었고 AI 요구 수준이 경량 추론일 뿐만 아니라 마진이 낮고 항상 켜져 있어 원가와 전력에 대한 압박이 크기 때문이다. 그리고 NPU는 프리미엄과 플래그십 모델의 스마트 냉장고에서 내부 카메라가 다수이고 고해상도의 식재료 인식, 음성 인식과 멀티 태스킹이 필요하며 Linux 기반 OS가 사용될 때이다.

다. 스마트 위치용 AI 반도체

스마트 위치는 연산 자원과 전력 제약으로 AI 학습은 클라우드에서 실행되며 디바이스에서는 주로 추론 기능만 수행한다. 스마트 위치의 AI 작업은 영상 기반의 컴퓨터 비전이 아닌 생체 및 동작 센서 데이터를 입력으로 하는 시계열 신경망 추론과 비슷하다. 스마트 위치용 AI 반도체는 항상 켜져 있는(Always-on) 상태에서 감지를 위해 주로 메인 프로세서와 분리되어 초저전력 AI로 설계된다.

스마트 위치에서 AI 반도체의 기능은 심박수와 같은 센서 신호의 실시간 분석, 사용자 패턴의 학습(수면·활동), 알람·제스처 즉각 반응, 수일 동안 배터리 유지 등이다. AI 반도체는 스마트 냉장고와 마찬가지로 대부분 AI MCU 구조이며 일부 고급형만 NPU로 확장된다. 스마트 위치에서 AI 가속기는 생체신호 패턴 인식, 활동 및 제스처 인식, 초저전력 음성 트리거 처리, 그리고 이상 이벤트 감지와 같은 신경망 기반 추론 기능을 수행한다. 특히 스마트 위치의 생체신호 분석은 개인정보 보호를 위해 클라우드 전송보다 엣지 AI 처리가 유리하다. 하지만 스마트 위치에서 AI 성능은 장기간 동작 시 단일 추론 정확도보다 안정성과 에너지 효율이 더 중요한 평가 지표가 된다.

결론적으로 스마트 위치용 AI 반도체는 초저전력 환경에서 상시 센서 데이터를 처리하기 위해 AI MCU가 주로 사용되고 있다.

표 5. 스마트 위치의 AI 반도체 특성

구분	요구 스펙 범위	기술적 의미	스마트 위치 관점 해설
----	----------	--------	--------------

연산 성능(AI Performance)	0.1~1 TOPS	초경량 AI 추론	생체신호·활동 인식 중심
지연시간 (Latency)	수 ms~수십 ms	실시간 반응 필요	심박 이상·낙상 감지 등
전력 효율 (TOPS/W)	10~50 TOPS/W	배터리 수명 핵심	하루~수일 사용 필수
연산 정밀도	INT8 / INT4	초저전력 연산	정확도 손실 허용 범위 제한

자료: STMicro(2026), Renesas(2026), NXP 반도체(2026) Data Sheet를 바탕으로 저자 제작성

라. 보안용 스마트 카메라 AI 반도체

보안용 스마트 카메라는 단순 촬영이 아닌 실시간으로 판단하는 디바이스이며 AI 반도체는 영상 판단 엔진의 기능을 수행한다. 카메라는 실시간으로 사람, 차량, 행동을 오탐 없이 식별한다. 그리고 외부자 침입 시 알림과 녹화를 하며 사생활 보호가 필요하다면 영상을 현장에서 처리하게 된다. AI의 중심은 NPU로 객체와 행동을 인식하고 GPU는 영상 인코딩을 위해 부가적으로 사용된다.

AI 반도체가 수행하는 핵심 AI 기능은 다음과 같다. 첫째, 가장 핵심 기능인 사람, 차량, 동물 등의 객체 인식(Object Detection)을 한다. 둘째, 행동과 이벤트 인식으로 침입, 배회, 쓰러짐 등을 인식한다. 셋째, 주로 고급형에서만 수행하는 기능으로 얼굴과 번호판 등을 인식한다. 마지막으로 주간과 야간, 그리고 날씨 변화 등에 대해 상황을 분류한다.

나아가 보안용 스마트 카메라는 NPU가 필수이다. 그 이유는 영상 데이터로 인해 연산량이 크고 지연이 허용되지 않으며 사생활 보호가 필요하다면 현장에서 처리해야 하기 때문이다. 따라서 AI MCU는 거의 없고 NPU(SoC)가 주류이며 고급형은 NPU와 VPU가 사용되고 있다.

한편 보안용 카메라에서는 네트워크 지연과 개인 정보의 보호 문제로 인해 클라우드 기반 분석보다 오히려 AI 처리가 선호된다. 따라서 보안용 스마트 카메라의 AI 반도체는 영상 기반 객체 및 행동 인식을 실시간으로 수행하기 위해 NPU를 중심으로 설계된 SoC이다.

결론적으로 보안용 스마트 카메라는 AI MCU 수준을 넘어 확실한 NPU 기반의 영상 추론 SoC가 필수이다.

표 6. 보안 스마트 카메라용의 AI 반도체 특성

구분	요구 스펙 범위	기술적 의미	보안 스마트 카메라 관점 해결
연산 성능(AI Performance)	1~5 TOPS	영상 기반 실시간 추론	객체·행동·침입 감지
지연시간 (Latency)	수 ms~수십 ms	즉각적 이벤트 대응	침입·이상 상황 실시간 알림
전력 효율 (TOPS/W)	5~20 TOPS/W	상시 감시 전력 제약	24/7 연속 동작 필수
연산 정밀도	INT8 중심	정확도·속도 균형	오탐·미탐 최소화

자료: STMicro(2026), Renesas(2026), NXP 반도체(2026) Data Sheet를 바탕으로 저자 제작성

4. AIoT의 특성과 AI 반도체 아키텍처 선정의 결정요인 분석

지금까지 기술한 내용을 바탕으로 AIoT의 특성에 따른 AI 반도체 선정에 있어 중요한 핵심 사항을 분석해 보도록 한다.

첫째, 입력 데이터 유형에 따른 AI 반도체 선정 기준이다. 입력 데이터가 얼마나 복잡하고 연산량이 많은지가 AI 반도체의 주요 선정 기준이다. 온도와 진동 같은 각종 선서로부터 얻은 데이터는 연산이 비교적 단순하기 때문에 AI MCU가 적합하다. 하지만 대규모 행렬 연산이 필요한 이미지, 영상, 음성 인식 등과 같은 경우 NPU가 필수이다. 그리고 멀티 센서와 간단한 추론 같은 중간 수준의 연산은 AI MCU로도 처리가 가능하다. 결국 AI MCU는 단순한 TinyML 모델에 적합하고 NPU는 CNN과 Transformer 등 대규모 딥러닝 모델 처리에 적합하다.

둘째, 실시간성 요구에 따른 AI 반도체 선정 기준이다. 응답 지연에 대한 허용 수준이 AI 반도체의 선정 기준이 된다. 수 ms 이하의 즉각 반응이 필요할 경우 NPU가 필수이지만 수십 ms 수준의 지연이 허용된다면 AI MCU가 적합하다. 예를 들면 스마트 가전에서 센서 제어의 경우 AI MCU로도 충분하지만 모델이 복잡해지면 지연이 발생하기에 AI MCU보다 NPU가 적합하다.

셋째, 전력 제약에 따른 AI 반도체 선정 기준이다. 전력 제약은 AIoT에서 매우 중요한 요소이다. 배터리를 사용하는 AIoT의 경우 전력 소모를 줄이기 위해 AI MCU가 적합하다. 특히 AI MCU는

mW 수준의 전력을 소비하고 항상 전원이 켜져 있는 상태일 경우에 적합하다. 하지만 NPU는 고성능인 대신에 전력 소모가 증가하는 경향이 있기에 배터리 환경에서는 부담이 된다.

마지막으로 프라이버시 민감도에 따른 AI 반도체 선정 기준이다. 프라이버시 보호가 필요하다면 데이터센터가 아닌 엣지 디바이스에서 데이터 처리가 필요하다. 따라서 음성, 얼굴, 생체 정보 등과 같은 민감정보는 엣지 디바이스에서 데이터를 처리하게 된다. 그리고 간단한 모델은 AI MCU로 처리가 가능하고 복잡한 모델은 NPU가 필수이다. 결국 프라이버시 문제는 엣지 디바이스에서 AI MCU나 NPU로 해결이 가능하여 AI 반도체 선정에는 영향을 거의 미치지 않는다.

결과적으로 연산량이 적고 전력 제약이 필요한 경우 AI MCU가 사용되지만 연산량이 많고 실시간 처리가 중요할 때는 NPU가 필수적으로 사용된다.

표 7. AI 반도체의 선정 기준

조건	AI MCU	NPU
입력 데이터 복잡도 (대규모 연산)	낮음 (불필요)	높음 (필요)
실시간성	지연허용	필수
초저전력	필요	불필요
배터리 장치	필요	경우에 따라 필요
프라이버시	가능	가능

자료: 저자 작성

그럼 현재 AIoT에 들어가는 SoC에서 AI MCU와 NPU가 각각 어떤 종류가 사용되고 있는지 반도체 기업의 사례를 통해 분석해 보도록 한다.

먼저 아날로그 디바이스(Analog Devices)의 MAX78000이다. 이 칩은 AI MCU로 예지 보전 디바이스(스마트 팩토리), 객체 감지와 분류(스마트 냉장고) 그리고 시계열의 헬스 신호 분석(웨어러블) 등에 사용되고 있다. 초저전력으로 설계되어 있으며 IoT에서 직접 AI 기능을 수행할 수 있다. 특히 고효율 AI 연산 기술과 초저전력 MCU 기술을 통합해 전력 소모의 최소화와 지능형 처리가 가능하다.

다음은 NXP 반도체의 Ara-1이다. 이 칩은 최적화된 엣지 AI를 위한 독립형 NPU로 실시간 AI 연산뿐만 아니라 의사결정에 필요한 고성능과 빠른 응답을 가능하게 한다. 지연 없이 여러 AI 모델을 전환할 수 있을 뿐만 아니라 실행할 수도 있다. 따라서 저지연과 새로운 AI 모델 구조에 대한 유연성이 요구되는 AI 카메라 등에 적합하다.

따라서 MAX78000은 초저전력 센서 기반의 엣지 디바이스에 적합하고, Ara-1은 멀티 모델과 저지연 영상 중심의 엣지 디바이스에 적합하다.

표 8. MAX78000 vs. Ara-1 비교

비교 항목	MAX78000(Analog Devices)	Ara-1(NXP)
제품 구조	AI 가속기 내장 AI MCU (단일 칩 구조)	호스트와 함께 쓰는 Discrete NPU(외장형 가속기)
입력 데이터 유형	센서 데이터, 음성, 간단 영상, TinyML 모델에 적합	카메라 영상, 복합 비전, 멀티 AI 모델 처리에 적합
데이터 처리 규모	경량 CNN, 소형 모델 중심	복수 모델 및 대규모 AI 모델 처리 가능
실시간성 요구	단일 모델 기반 제어-센서 응답에 적합	멀티 모델 처리 및 저지연 실시간 영상 처리에 강점
모델 전환(컨텍스트 스위칭)	제한적(MCU 자원 범위 내 처리)	모델 간 지연 없는 전환 가능
전력 제약 대응	초저전력 환경에 최적(배터리 IoT, Always-on 장치)	고성능 대비 효율적이나 시스템 전체 전력 요구는 더 큼
사용 환경	웨어러블, 스마트 센서, IoT	AI 카메라, 스마트 시티, 산업용 임베디드 시스템
프라이버시 대응	센서 데이터 온디바이스 처리에 적합	영상 및 복합 데이터 온디바이스 처리 가능
시스템 구조	센서 → MCU 내부 AI → 제어(단순 구조)	센서 → 호스트 CPU → Ara-1 NPU 가속 구조
확장성	모델 크기와 연산 확장에 제한	새로운 모델 및 연산 추가에 유연
적합한 대표 사례	음성 키워드 인식, 동작 감지, 초저전력 IoT	스마트 카메라, 객체 인식, 복수 AI 파이프라인

자료: Analog Devices(2026), NXP Ara-1(2026) Data Sheet를 바탕으로 저자 재작성

참고로 앞에서 언급한 GPU와 ASIC은 어떤 반도체 기업의 제품이 사용되고 있는지 사례를 비교해서 분석해 보면 아래 표 9와 같다.

표 9. Arc A750E vs. Hailo-8 비교

항목	Intel Arc A750E	Hailo-8(M2 Edge AI ASIC)
타입	고성능 엣지 AI GPU	엣지 AI 전용 ASIC
목표 워크로드	게임 그래픽 + 범용 AI/컴퓨팅	엣지 Deep Learning 추론
아키텍처	Xe HPG GPU(XMIX + Vector 엔진)	데이터 플로우 AI NPU
연산성능	~229 TOPS(INT8)(추론 퍼크)	~26 TOPS(INT8)
전력소비(TDP)	~225 W	~2.5 W(typ)/ ~8.6 W(max)
메모리	16 GB GDDR6(256-bit, 500 GB/s)	온칩 통합 메모리(외부 DRAM 불필요)
인터페이스	PCIe 4.0 x 16	PCIe Gen3(M2 모듈)
사용 분야	고성능 AI + 그래픽 처리	엣지 단말 실시간 AI 추론

크기/폼팩터	데스크톱/산업용 GPU 카드	M.2 2280 모듈형
전력/성능 비율	GPU급 넓은 범용성	매우 높은 효율 & 저전력

자료: Intel ARC A750E(2026), Hailo Hailo-8(2026) Data Sheet
를 바탕으로 저자 제작성

결론적으로 예지 보전용 엣지 디바이스, 스마트 냉장고, 스마트 워치는 AI MCU(MAX78000)가 적합하고 보안용 스마트 카메라에는 NPU(Ara-1)가 적합하다. 단 고급형 예지 보전용 엣지 디바이스, 스마트 냉장고, 스마트 워치에는 NPU가 필요할 수 있다.

III. 결론

AIoT에 들어가는 AI 반도체의 구조를 4가지 디바이스 유형별로 분석하여 그 구조가 약간 상이하다는 사실을 발견할 수 있었다. 하지만 모든 AIoT에서 고급형은 NPU 구조가 필수적으로 사용된다.

결과적으로 디바이스 특성에 따라 AI 반도체의 구조에 대한 차별적 접근이 필요하며, AI 엣지 디바이스가 강화될수록 AI 반도체의 수요가 더욱 늘어날 수 있음을 예상할 수 있다. 따라서 디바이스 유형에 따라 AI 반도체 구조를 차별화하는 것은 한계가 있는 만큼 무엇보다 AI 반도체의 입력 데이터, 저전력과 저지연 같은 응용 적합성을 고려한 개발이 필요하다. 이를 위해 실제 응용환경의 요구조건을 기준으로 AI 모델과 반도체, 그리고 전체 시스템을 모두 최적화하여 설계하는 것이 매우 중요할 것으로 보인다.

앞으로 고객들은 AIoT에 어떤 AI 반도체를 활용할지에 대해 많은 고민을 하게 될 것이다. 이런 문제를 해결하기 위해 반도체 기업은 입력 가능 데이터, 전력 소모, 처리 속도, 사이즈와 발열 등 주요 스펙에 대해 서로 비교해 볼 수 있도록 고객에 구체적인 정보를 제공하는 것이 중요하다. 나아가 실제 응용환경을 고려한 공통 평가 기준과 벤치마크 시스템을 통해 스펙 정보를 투명하게 공개하는 것도 필요하다.

본 연구 결과를 통해 시사점을 제공하면 다음과

같다. 먼저 이론적 시사점으로 AI 반도체 아키텍처를 디바이스 유형 중심으로 이해하는 기존 접근에는 한계가 있음을 보여주었기에 입력 데이터, 전력 소모, 지연시간 등 실제 응용환경의 요구조건을 기준으로 AI 반도체를 이해하는 것이 필요하다는 점이다.

다음으로 실무적 시사점은 기업이 AI 반도체를 선정할 때 성능뿐만 아니라 입력 데이터, 전력 소모, 처리 속도 등 실제 응용환경에 맞는 지표 기준으로 판단이 필요하다는 점이다.

본 연구는 문헌을 기반한 비교 분석 연구로 객관적 검증을 기반한 분석 결과를 제시하지 못하고 있다는 한계를 갖는다. 이에 따라 향후 유형별 AIoT를 대상으로 AI 반도체의 전력 효율과 지연시간의 비교 등을 통한 구조 요인의 실증적 효과성뿐만 아니라 사용성 비교를 위한 연구 접근이 필요할 것이다. 또한 본 연구는 제한된 유형의 AIoT 디바이스를 분석하여 연구 범위의 한계를 가짐에 따라 향후에는 보다 다양한 산업군과 응용 분야를 포함하여 보다 발전적인 AI 반도체의 연구 방향을 모색할 필요가 있다.

마지막으로 향후 연구에서는 실제 AIoT 환경에서 AI 반도체의 전력 효율과 지연시간 등을 직접 측정하는 실증 연구를 수행하고 분석 대상을 다양한 산업 영역과 디바이스 유형으로 확장하여 연구 결과의 일반화 가능성을 높이고자 한다.

REFERENCES

- [1] 권영화, 김보영, “AI 반도체와 주요 응용 분야에 관한 연구,” *스마트미디어저널*, 제14권, 제10호, 127-139쪽, 2025년 10월
- [2] 김현지, 윤세영, 서화정, “국내외 인공지능 반도체에 대한 연구 동향,” *스마트미디어저널*, 제13권, 제3호, 36-44쪽, 2024년 3월
- [3] 김시연, 노순국, “스마트폰 블루투스를 이용한 승강기 호출 지능형 IoT 시스템 제안,” *스마트미디어저널*, 제13권, 제1호, 60-66쪽, 2024년 1월
- [4] Kamran Sattar Awaisi et al., “A Survey of Industrial AIoT: Opportunities, Challenges, and Directions,” *IEEE Access*, Vol. 12, pp. 96946-96996, 2024.
- [5] Ahmed Haroun et al., “Progress in micro/nano sensors and nanoenergy for future AIoT based smart home applications,” *Nano Express*, Vol. 2, 2021.
- [6] Yan Liu et al., “CrowdTransfer: Enabling Crowd Knowledge Transfer in AIoT Community,” *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Vol. 27, No. 2, Apr. 2025.
- [7] Shaojun Wei et al., “Reconfigurability, Why It Matters in AI Tasks Processing: A Survey of Reconfigurable AI Chips,” *IEEE Transactions on Circuits and Systems*, Vol. 70, No. 3, pp. 1228-1241, Mar. 2023.
- [8] Ying Cao et al., “Advanced Design for High Performance and AI Chips,” *Nano-Micro Letters*, Vol. 18, No. 13, pp. 1-31, 2025.
- [9] Q. Zhang, H. Deng, and K. Song, “Latest VLSI Techniques for 3nm Technology for Building Efficient AI Chips,” *Fusion of Multidisciplinary Research, An International Journal (FMR)*, Vol. 5, No. 2, 2024.
- [10] Wei Gao, and Pingqiang Zhou, “Customized High Performance and Energy Efficient Communication Networks for AI Chips,” *IEEE*, Vol. 7, 2019.
- [11] Mohammed H. Alabiech, Sanaa Ali Jabber and Wala'a N. Jasim, “A Survey: The Uses of Artificial Intelligence of Things (AIoT): Possible Advantages and New Trends,” *International Journal of Computer Applications*, Vol. 187, No. 45, pp. 12-20, Sep. 2025.
- [12] Mohammad Wazid, Ashok Kumar Das and Youngho Park, “Blockchain-Envisioned Secure Authentication Approach in AIoT: Applications, Challenges, and Future Research,” *Wireless Communications and Mobile Computing*, Vol. 2021, pp. 1-19, 2021.
- [13] Guoping Rong et al., “An edge-cloud collaborative computing platform for building AIoT applications efficiently,” *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications*, Vol. 10, No. 36, pp. 1-14, 2021.
- [14] 한국소프트웨어산업협회, *사물지능(AIoT) 분야 직무분석연구 보고서, 소프트웨어산업 인적자원개발협의체*, 1-75쪽, 2024년 04월
- [15] Mohammad M. Hamasha et al., “A Comprehensive Framework for IoT-Driven Predictive Maintenance: Leveraging AI and Edge Computing for Enhanced Equipment Reliability,” *Journal of Applied Engineering Science*, Vol. 23, No. 3, pp. 471-486, 2025.
- [16] Suhuai Luo, Jesse S. Jin, and Jiaming Li, “A Smart Fridge with an Ability to Enhance Health and Enable Better Nutrition,” *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, Vol. 4, No. 2, pp. 69-80, Apr. 2009.
- [17] Nino Isakadze and Seth S. Martin, “How useful is the smartwatch ECG?,” *Trends in Cardiovascular Medicine*, Vol. 30, pp. 442 - 448, 2020.
- [18] Andreas Triantafyllidis et al., “Smartwatch interventions in healthcare: A systematic review of the literature,” *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 190, pp. 1-9, 2024.
- [19] Akashdeep Bhardwaj et al., “Unmasking vulnerabilities by a pioneering approach to securing smart IoT cameras through threat surface analysis and dynamic metrics,” *Egyptian Informatics Journal*, Vol. 27, pp. 1-12, 2024.
- [20] Akashdeep Bhardwaj et al., “Forensic analysis and security assessment of IoT camera firmware for smart homes,” *Egyptian Informatics Journal*, Vol. 24, pp. 1-14, 2023.
- [21] 엄시우외 3명, “인공지능 반도체의 발전 동향,” *정보보호학회지*, 제35권, 제3호, 63-71쪽, 2025년 6월
- [22] Fang Liu and Baochun Wang, “Research Progress of Critical Metals for Artificial Intelligence Chips Based on Nonlinear Properties and Material Innovation,” *International Journal of High Speed Electronics and Systems*, 2025.
- [23] A. Shaji George, “AIoT and Organizational Transformation: A Comprehensive Framework for Strategic Implementation and Performance Enhancement,” *Partners Universal International Innovation Journal*, Vol. 03, No. 05, Sep. 2025.

저자 소개



권영화(정회원)

1994년 광운대학교 영문학과 학사 졸업.

1998년 성균관대학교 무역학과 석사 졸업.

1999년 한양대학교 일본학과 석사 졸업.

2013년 서울과학종합대학원 경영학과 박사 졸업.

<주관심분야 : AI 반도체, AI 디바이스, 자율주행차>



김보영(정회원)

1996년 이화여자대학교 정보디자인학과 학사 졸업.

2000년 이화여자대학교 정보디자인학과 석사 졸업.

2006년 브루넬 대학 공학 박사 졸업

<주관심분야 : 미디어 처리, 상황 인지>