

온디바이스 AI의 소모전력량 개선을 위한 Event-based 실내 주차 감시 기법에 관한 연구

정유수, 정운수, 남승우

한국전자통신연구원

{yoosoojeong, swnam, yoonsu}@etri.re.kr

Research on event-based indoor parking monitoring technique to improve power consumption of on-device AI

Yoosoo Jeong, Yun Su Chung, Seung Woo

Daegu-Gyeongbuk Research Division

Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

본 연구는 온디바이스 AI기반 주차 감시 기법의 소모 전력량 개선을 위해 Event-based 접근법을 적용하였다. 제안 접근법의 필요조건을 분석함으로써 문제를 정의하고, 간단한 Event 구현 및 CPU 이용률 비교 실험을 하여 소모전력량 개선 가능성을 타진하였다.

I. 서 론

오늘날 오픈 AI사의 ChatGPT를 필두로 대규모 언어 모델(Large Language Models, LLM)에 대한 관심은 지속적으로 증가하고 있다. 다양한 업체들이 경쟁적으로 AI 모델 개발 및 클라우드(Cloud) 서비스까지 동시에 경이로운 속도로 성장중이다. 클라우드 컴퓨팅(Cloud computing)은 아마존사와 같이 글로벌 서비스를 지원할 수 있는 거대 컴퓨팅 장치인 클라우드에 기반한 컴퓨팅 패러다임으로, LLM과 같이 초거대 DB를 학습에 사용하는 Foundation 모델에 기반한 AI 기법을 서비스로 제공하기에 적절하다. 하지만 클라우드 컴퓨팅은 프라이버시, 데이터 중앙 집중화, 과도한 트래픽등 다양한 단점을 수반하고 있다. 특히 클라우드 기반 AI 서비스는 클라우드 컴퓨팅이 내재하고 있는 과도한 전력 사용 특징 뿐만 아니라, 거대 AI모델 운용을 위한 대량의 GPU(Graphics Processing Unit)운용은 다가오는 전력 부족 시대 에너지 부족 시대에 주요 이슈이다.

한편, 컴퓨팅 패러다임은 엣지 컴퓨팅(Edge computing), 포그 컴퓨팅(Fog computing)등 탈중앙화 및 분산 컴퓨팅을 하기 위한 방향으로 발전해 왔다. 특히 엣지 컴퓨팅은 클라우드 컴퓨팅과 메인 컴퓨팅 장치의 위치가 대비 되는 패러다임으로 클라우드 컴퓨팅이 가진 고유의 단점들을 극복할 수 있는 컴퓨팅 패러다임으로 거론되어 왔다.

온디바이스 AI(On-device AI)는 클라우드 컴퓨팅의 단점을 극복하기 위해 엣지 컴퓨팅에 기반하여 엣지 디바이스에 경량 AI를 적용하고 클라우드 접속을 최소화 하는 패러다임이다.

초고속으로 성장 중인 AI와, 이에 발맞추어 성장하는 AI기반 서비스, 해당 서비스들을 제공하기 위한 컴퓨팅 패러다임들 그리고 도래한 에너지 부족 시대 상황에서 온디바이스 AI는 CES의 주요 테마로 선정되는 등 전자 산업의 주요 이슈임은 자명하다.

이와 같은 패러다임의 발전 방향과 독립적으로, 약한 컴퓨팅 파워를 가지는 컴퓨팅 장치에서 AI를 구동시키기 위해 AI를 경량화하는 연구가 활발히 수행되어 왔다.[1]

본 연구는 비교적 소모전력량이 낮은 온디바이스 AI 패러다임을 광역

실내 주차 감시에 적용함에 있어, 추가적인 소모 전력량의 개선 가능성을 타진 하는데 목적이 있다. 본 연구에 사용된 온디바이스 AI의 구성을 그림 1과 같이 나타내었다.

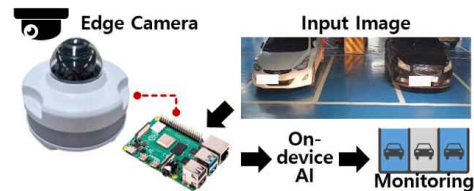


그림 1. 실내 주차 감시를 위한 온디바이스 AI 구성

그림 1에서 온디바이스 AI가 적용된 Edge camera는 그림 2와 같이 실내 주차장에 설치되어 주차 감시 시스템을 구성한다.

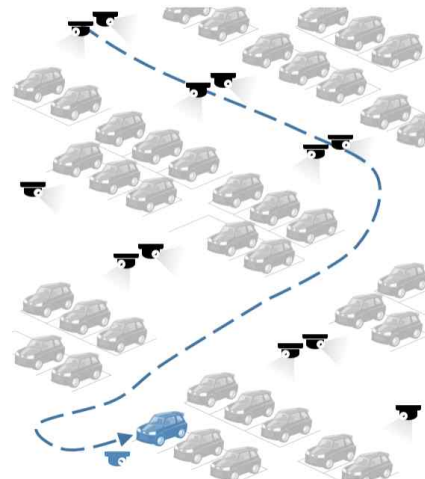


그림 2. 주차 감시 시스템 개념도 및 주차 시나리오 예시

II. 문제 정의 : 제안하는 Event-based 접근법의 필요조건

Event-based 접근법의 경우 다양한 분야에서 사용하는 개념이며, 그

정의 및 해석이 다양하다. 본 연구에서 적용하고자 하는 Event-based 접근법의 개념을 그림 3과 같이 나타내었다.

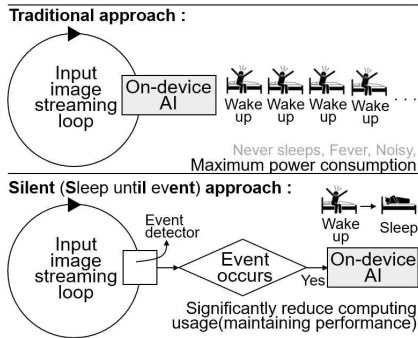


그림 3. 기존 방법 대비 제안하는 Event-based 온디바이스 AI

그림 2와 같은 광역 주차 공간에서 1대의 차량이 파란색 선과 같은 경로로 주차한 시나리오를 가정했을 때 기존 온디바이스 AI와 제안 접근법의 소비전력량은 각각 아래 그림과 같다. 여기서 N 은 Edge camera의 갯수이다.

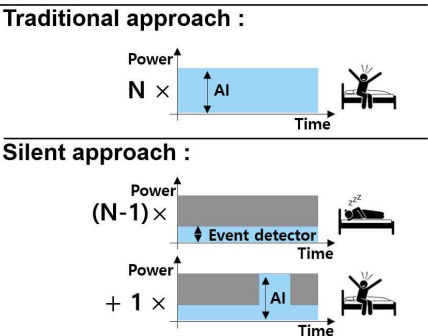


그림 4. 기존 방법과 제안 방법의 소비 전력

한편, 제안한 접근법이 기존 방법과 비교하여 정확도를 유지하려면 Event detector의 성능이 그림 5와 같은 조건을 만족해야 한다.

Reference	Predict(%)	
	TP=100	FN=N/A
	FP=N/A	TN=0

그림 5. Event 정의 조건

TP와 TN은 각각 100, 0을 만족해야 기존 접근법의 정확도가 유지되며 FP와 FN은 정확도를 위해 고려할 필요가 없다. 하지만 FP가 높을수록 전력량 개선 효과가 감소한다.

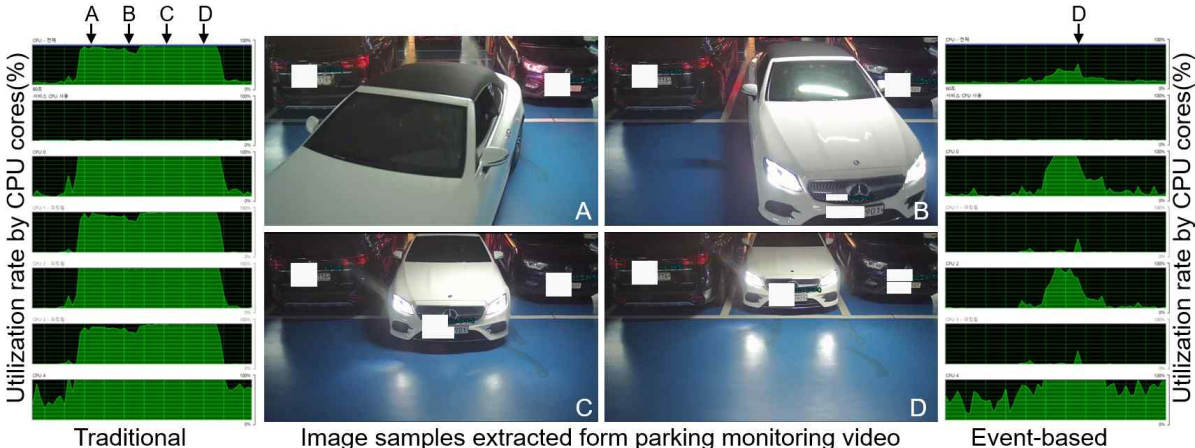


그림 6. (중) 주차중 정지 영상 샘플들(A~D), (좌) 기존 방법의 CPU 이용률 변화, (우) 제안 방법의 CPU 이용률 변화

III. 실험

본 연구에서는 Edge camera에 경량화된 자동차 번호판 인식 AI[1]를 탑재하여 온디바이스 AI를 구성하였고, MOG2 알고리즘[2]을 이용하여 객체를 분할 후 객체의 MBR(Marginal Bounding Rectangle)을 검출하여, 마지막 움직임이 주차면 내에서 발생 후 멈췄다면 이벤트가 발생한 것으로 정의하였다. Event detector의 알고리즘을 아래와 같이 나타내었다.

Algorithm 1: Event detector

Input variable: src → Input image

Given variable: parkingRect → Given ROI

Output variable: bool isE → Event occur/not

```

1 curRect, lastRect, isE=False
2 while lisE
3   curRect=MBR(MOG2(src))
4   if curRect.area==empty
5     if parkingRect⊃lastRect → Event is
6       isE=True             defined when the
7   lastRect=curRect         last motion occurred
8 return isE                 within the
                             parkingRect
  
```

그림 6은 실험결과 이다. 그림 6(좌),(우)와 같이 CPU 이용률 변화량을 관찰함으로써 소모전력량 개선 가능성을 타진하였다.

III. 결론

본 연구에서는 온디바이스 AI기반 주차 감시 기법에 Event-driven 접근법을 적용하기 위한 문제정의 및 간단한 이벤트를 구현하여 비교 실험을 수행하였다. 다양한 DB에 검증 및 Event 정의를 연구할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 과학기술사업화진흥원의 지원을 받아수행된 연구임 (‘학연 협력플랫폼 구축시범사업’ RS-2023-00304776).

참고 문헌

[1] Han, Byung-Gil, Joon-Goo Lee, Kil-Taek Lim, and Doo-Hyun Choi. 2020. "Design of a Scalable and Fast YOLO for Edge-Computing Devices" Sensors 20, no. 23: 6779.

[2] Hamed Tabkhi, Majid Sabbagh, Gunar Schirner "Power-efficient real-time solution for adaptivevision algorithms" IET Comput. Digit. Tech., 2015, Vol. 9, Iss. 1, pp. 16 - 26