

지능형 엣지 컴퓨팅 시스템을 위한 소프트웨어 및 하드웨어 구현방안에 관한 연구

김재우, 김동성*

ICT융합특성화연구센터, *금오공과대학교

jaewookim@kumoh.ac.kr, *dskim@kumoh.ac.kr

A Study of Software and Hardware Implementation Schemes for Intelligent Edge Computing Systems

Kim Jae Woo, Kim Dong Seong*

ICT Convergence Center, *Kumoh National Institute of Technology

요 약

본 논문은 지능형 엣지 컴퓨팅 시스템을 위한 임베디드 디바이스 구현방식에 대해 비교분석 하였다. 엣지 컴퓨팅 시스템에서의 지능형 기술은 구현방식에 따라 소프트웨어 기술과 하드웨어 기술로 분류할 수 있다. 인공지능 기술에서 핵심 기술인 신경망을 소프트웨어 적인 방법으로 구현할 것인지 또는 하드웨어적인 방법으로 구현할 것인지에 따라 분류 될 수 있다. 본 논문에서는 각 구현 기술에 대하여 설명하고 몇 가지 관점에서 각 구현기술의 장단점을 도출하였다. 본 논문의 분석 결과는 지능형 임베디드 디바이스 개발에 참고할 수 있도록 가이드라인을 제시한다.

I. 서 론

엣지 컴퓨팅은 중앙 네트워크의 부하분산기능과 빠른 대응시간을 위해 제안된 컴퓨팅 기술이다. 그러나 부하분산만의 목표가 아닌 정보의 획득과 처리 그리고 전달까지의 처리를 센서 디바이스 또는 모바일 디바이스와 같은 시스템의 엣지 단에서 수행하여 서비스의 빠른 실시간성을 목표로 하고 있다[1]. 한편 높은 신뢰성이 요구되는 산업용 시설 및 안전 설비에 관련된 기기들과 단말에서 단순히 정보를 습득하는 것만이 아닌 지능형 컴퓨팅이 요구되고 있다[2]. 따라서 모바일 기기에서 상황 및 객체 인식과 같은 지능형 서비스를 제공하기 위해 모바일 엣지 디바이스에서 지능형 컴퓨팅이 연구되고 있다[3].

엣지 디바이스와 같은 임베디드 디바이스에서 지능형 컴퓨팅을 하기 위해서 두 가지 인공지능 기술이 적용되고 있다. 첫째는 임베디드 보드에 고성능 CPU나 GPU를 하드웨어를 탑재하여 소형 PC나 소형 서버의 역할을 수행할 수 있을 뿐만 아니라, 지능형 컴퓨팅까지 수행 가능한 보드들이 개발되었다. 라즈베리 파이4, 라떼판다 등과 같은 보드는 모바일 CPU를 코어로 개발된 개방형 보드와, GPU를 탑재한 보드는 엔비디아의 제슨시리즈 보드들이 대표적이며 비맥스테크놀로시사의 Nuvo-5095GC와 같은 CPU와 GPU를 함께 탑재하고 있는 산업용 엣지 컴퓨팅 솔루션도 있다[4]. 이러한 GPU를 탑재하고 있는 보드위에 소프트웨어적인 딥러닝 알고리즘을 구현해야 한다.

두 번째는 인간의 신경 구조, 즉 뉴런을 모방한 하드웨어 뉴런을 병렬로 연결한 뉴로모픽 기술이다[5]. 즉 인간의 뇌의 하드웨어적인 뉴런구조를 반도체 칩으로 구현하여 병렬 뉴런 네트워크를 구성한 기술이다. 일반적인 반도체 칩은 폰노이만 방식을 기본으로 데이터가 입력되면 이를 순차적으로 처리해 단순 작업을 빠르고 효율적으로 해내는 것에 최적화 되었지만 뉴로모픽 기술은 칩 안에 여러 개의 코어를 두고, 코어 내에 소자와 메모리가 뉴런 및 메모리 역할을 동시에 수행하는 구조로 설계되어있다.

본 논문에서는 첫 번째와 두 번째 경우를 각각 Software based

Intelligent Edge Computing (SIEC) 시스템, Hardware based Intelligent Edge Computing (HIEC) 시스템이라 정의하였다. 뉴로모픽 칩을 이용한 학습을 위해서는 학습하고자 하는 데이터 셋트를 전처리하여 넣어주면 뉴로모픽 칩내의 뉴런소자들이 즉각적으로 반응하는 구조로 수행된다. 이런 기술은 실제 데이터에 대한 지속적인 학습과 빠른 적응이 필요한 로봇공학, 자율주행 등과 같은 인공지능 애플리케이션에 적용 될 수 있다. 그림1은 현재 SIEC/HIEC 시스템 디바이스 및 칩이다.

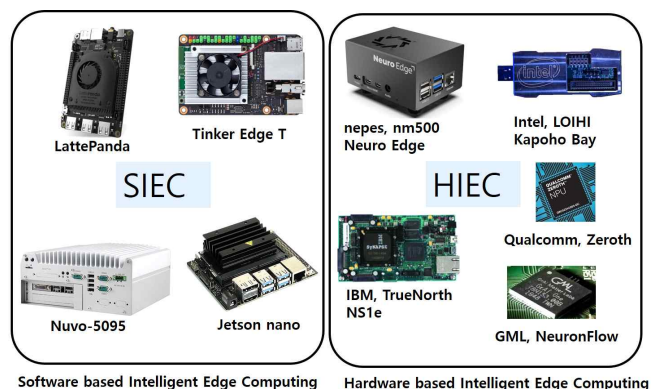


그림 1 지능형 엣지 컴퓨팅 디바이스(SW & HW)

본 논문에서는 SIEC 시스템과 HIEC 시스템을 비교 분석하고, 지능형 엣지 컴퓨팅 시스템 애플리케이션에 따라 어떤 시스템이 적합한지에 대해서 고찰하였다.

II. 본론

본 장에서는 SIEC와 HIEC 시스템의 특성을 서술하고 각 관점에 따른 장단점을 비교 분석하였다.

항목	SIEC	HIEC
응답성	- 높은 정확도를 위한 학습 연산 및 추론을 위해 많은 시간이 걸림	- 학습, 추론, 저장이 동시에 처리하여 빠른 응답속도 - 지연시간 감소
정확도	- 하드웨어 성능과 인공지능 모델에 따라 높은 정확도를 기대할 수 있음	- 하드웨어로 이루어진 뉴런의 개수와 학습양에 비례하여 정확도가 높아짐
확장성	- 다양한 애플리케이션에서 적용가능 - 지능형 엣지서버로써 동작 가능	- 비정형 데이터를 처리하는 애플리케이션에 빠른 적용 가능
구현성	- 기존 인공지능 라이브러리 사용가능 - 데이터 인터페이스를 위한 구현 필요	- 뉴로모픽 칩에서 제공하는 학습 알고리즘 적용 - 데이터 인터페이스를 위한 구현 필요
효율성	- 전이학습을 위해 기존 학습모델을 이용하기에 용이 - 사용 성능에 따라 디바이스 선택의 폭이 다소 큼 - 학습 연산을 위한 딥러닝 가속기로 인해 소비전력이 큼	- 뉴로모픽 칩에 프로세스와 메모리가 통합되어 있어 별도의 메모리가 필요 없음 - 뉴런을 병렬로 구성해 저전력으로 구동

표 1 SIEC와 HIEC의 비교 테이블

1. SIEC(Software based Intelligent Edge Computing)

서론에서 전술하였듯이 SIEC 시스템은 종래의 인공지능 소프트웨어 기술을 사용한다. 종래의 인공지능 기술은 신경망을 복잡한 소프트웨어 코딩을 통해 구현하고, 구현된 인공 신경망은 다수의 레이어간 연결 및 일정한 데이터 전파를 통해 학습과 학습된 결과를 출력한다. 2012년 스스로 특징을 만들어내는 신경망인 딥러닝 기술이 등장한 이후 인공지능 알고리즘은 폭발적으로 성장하여 다양한 분야에 딥러닝 모델이 사용되고 있다. SIEC 시스템은 그간 발전에 딥러닝 기술을 라이브러리화 하여 제공되는 소프트웨어 개발환경을 쉽게 구축할 수 있으며 이를 이용하여 지능형 엣지 컴퓨팅 시스템을 구현할 수 있는 장점이 있다. 현재 출시되어 있는 대부분의 지능형 엣지 컴퓨팅 디바이스는 고성능의 CPU와 GPU가 탑재되어 있고 용도에 따라 특정 인터페이스를 내장하고 있는 임베디드 보드이다. 따라서 운영체제를 설치해야 하며 딥러닝 알고리즘을 사용하기 위한 라이브러리와 사용 환경을 설정하여 엣지 컴퓨팅을 구현할 수 있다.

2. HIEC(Hardware based Intelligent Edge Computing)

HIEC 시스템은 뉴로모픽 칩을 이용하여 엣지 컴퓨팅 시스템을 구현한다. 인간의 뇌의 구조를 모방한 하드웨어 반도체 칩을 이용하여 메모리 저장과 연산 그리고 연산결과 출력을 동시에 수행할 수 있는 구조이다. 따라서 정형화 되지 않는 데이터도 직관적으로 인식하고 인식부터 처리 까지 응답속도가 뛰어나다. HIEC 시스템은 뇌에 해당하는 뉴로모픽 칩과 눈과 입과 같은 입출력을 위한 주변 하드웨어 장치로 구성된다. HIEC 시스템을 구현하기 위해서는 SIEC 시스템과 같이 복잡한 연산을 위한 알고리즘 구현은 필요하지 않지만 뉴로모픽 칩이 데이터를 인식할 수 있도록 전처리 과정 그리고 뉴로모픽 칩을 구동하기 위한 드라이버를 주변 장치에 구현하여야 한다.

표1은 SIEC와 HIEC 시스템의 비교 테이블이다. 엣지 컴퓨팅 시스템을 대상으로 다섯 가지 관점으로 비교하였다. 엣지 컴퓨팅의 등장배경이라 할 수 있는 지연시간 및 응답속도와 같은 문제해결을 위해서는 SIEC 시스템에 비해 HIEC 시스템이 월등히 유용하다고 할 수 있다. 이는 뉴로모픽 하드웨어 반도체를 이용한 구조적인 처리방법 때문이다. 사례로 네페스사의 뉴로모픽 칩인 NM500과 CPU의 처리성능을 비교하였을 때 동일한 학습을 수행하기 위해 초당 수행 횟수가 NM500이 CPU보다 0.0005% 밖에 되지 않았다[6]. 또한 소비전력 면에서도 HIEC 방식이 더욱 뛰어나다. 반면 엣지 컴퓨팅의 애플리케이션이 점차 다양해지고 있음을 볼 때 좀 더 애플리케이션에 대한 확장성은 적용할 수 있는 기존 솔루션과 라이브러리를 이용하기에 용이한 SIEC 방식이 더 장점이 있다고 할 수 있다. 이는 구현성에서도 이점을 가질 수 있다. 기존 학습모델을 이용하는 전이학습의 경우 SIEC 방식은 기존 검증된 공개 학습 모델을 기초로 추가 학습을

수행하면 되지만, HIEC의 경우 전이학습을 위한 기본 학습 모델또한 학습을 수행해야 한다.

III. 결론

본 논문에서는 엣지 컴퓨팅을 위한 임베디드 디바이스에서의 인공지능 기술에 대해서 비교하였다. 엣지 컴퓨팅 시스템에서의 인공지능 기술을 하드웨어의 구조와 구현방식에 따라 소프트웨어 방식(SIEC)과 하드웨어 방식(HIEC)으로 정의하였다. 그리고 각 방식을 연구 및 개발을 위한 6가지 관점에서 비교 분석하였다. 분석 결과 통해 지능형 임베디드 장치 개발에 참고할 수 있다. 향후 연구로는 SIEC와 HIEC의 구체적 사례를 시험하여 사례를 통해 더욱 실제적인 분석을 수행할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020년도 정부의 재원으로 한국연구재단의 지원과 과학기술 정보통신부 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (2018R1A6A1A03024003, 2019R1H1A1A01063895, IITP-2020-2020-0-01612)

참 고 문 헌

- [1] Weisong S, Jie C, Quan Z, Youhuizi J, Lanyu X, "Edge Computing: Vision and Challenges," IEEE Internet of Things Journal, vol. 3, No. 5, pp. 637-646, 2016
- [2] Jae-Woo K, Dong-Seong K, "The System of Intelligent Edge Computing for Fault Tolerance of Industrial IoT Devices", KICS Winter Conference 2020, pp281-282, Yong Pyong Korea, Feb 2020
- [3] Guangxu Z, Dongzhu L, Yuqing D, Changsheng Y, Jun Z, Kaibin H, "Toward an Intelligent Edge: Wireless Communication Meets Machine Learning," IEEE Communications Magazine, vol 58, Issue 1, pp19-25, 2020
- [4] "Datasheet : Nuvo-5095GC," Neousys Technology 2001, (www.neousys-tech.com).
- [5] Zhequ. Yu, Amir M. Abdulghani, Adnan Zahid, Hadi Heidari, Muhammad Ali. Imran, Qammer H. Abbasi, "An Overview of Neuromorphic Computing for Artificial Intelligence Enabled Hardware-Based Hopfield Neural Network", IEEE Access, vol.8, pp.67085-67099, 2020.
- [6] Nepes, NM500 User's Manual Version 1.6.3, ser, Revised Edition. General Vision and Nepes Koea, Apr. 2019 [Online] Available: <http://www.theneuromorphic.com/nm500/>