

5G 통신 방식을 통한 브레인리스 로봇 (Brainless Robot) 기술

석상옥
네이버랩스 대표

1. 서 론

5G 통신의 대중화가 목전이다. 5G의 공식 기술 명칭은 IMT-2020 (International Mobile Telecommunication-2020)으로 [그림 1]의 eMBB (Enhanced Mobile Broadband, 초고속), mMTC (Massive Machine Type Communications, 초연결), uRLLC (Ultra-Reliable and Low-Latency Communication, 초저지연)이 기존 4G에 비해 크게 향상된 특성이다[1]. 각 특성은 상호 보완적으로 다양한 서비스에 적용될 전망이다. 그 중 서비스 로봇 분야에서는 초저지연 특성에 주목할 필요가 있다. 특히 클라우드 기반의 서비스 로봇 플랫폼을 개발하는 네이버랩스에서는 5G 통신망의 초저지연을 통한 솔루션이 서비스 로봇 대중화의 중요한 열쇠가 될 것으로 보고 있다.

5G

eMBB (초고속)

enhanced Mobile-Broadband

mMTC (초연결)

massive Machine Type Communications

URLLC (초저지연)

Ultra-Reliable and Low Latency Communications

[그림 1] 5G 통신의 주요 특성

2. 클라우드 기반의 브레인리스 로봇 기술

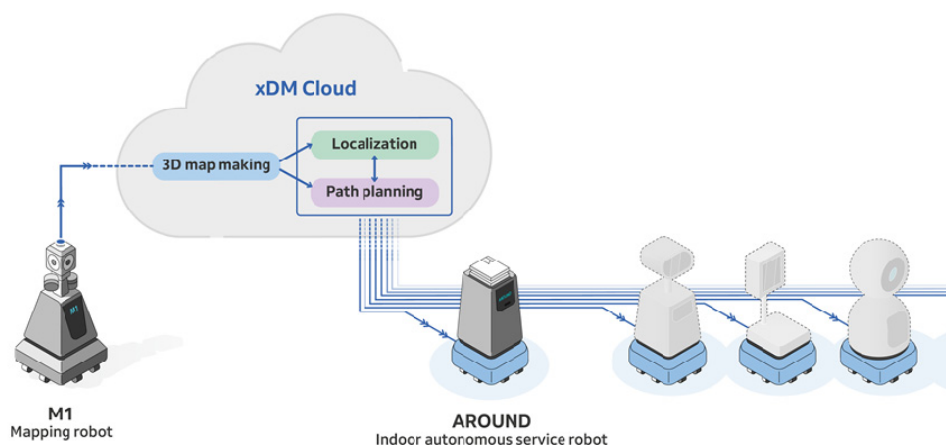
이 기술은 한마디로, 스스로 동작하는 로봇에서 두뇌에 해당하는 고성능 컴퓨터를 본체 밖으로 빼내는 것이다. 일반 대중에게도 SF 영화에서 종종 보았던 것이다. 적의 모선이 다수의 로봇을 무선으로 통합 조종하고 있고, 영화의 주인공이 해당 모선을 파괴하면 일시에 적 로봇들이 쓰러지는 모습은 일종의 클리셰(cliché)에 가깝다. 물론 관객의 입장에서 그렇게 익숙한 장면의 기저에 클라우드 컴퓨팅, 엣지 컴퓨팅, 무선 네트워크 등의 기술적 인프라가 있는 것을 이해하며 보진 않을 것이다. 하지만 많은 SF 영화에서의 상상력은 기술을 통해 결국 현실의 모습이 되곤 했다. 브레인리스 로봇 기술도 마찬가지이다.

그간 네이버랩스에서는 스스로 이동하거나 동작하며 많은 사람들에게 서비스를 제공하는 로봇 플랫폼을 연구해 왔다. 즉, 대중화 솔루션에 집중하고 있다. 대중화를 위해 중요한 점은, 제조 단가를 낮추면서도 필요한 성능을 유지하는 것이다. 그래야 다양한 산업군과 공간에서 상용화를 위한 접근 허들을 낮출 수 있고, 실제 공간에서의 리얼 테스트를 통해 서비스 노하우를 누적하며 대중화를 가속할 수도 있기 때문이다.

이를 위해 네이버랩스에서는 클라우드 기반의 서비스 로봇 플랫폼을 중요한 솔루션으로 보고 개발에 집중해 왔다. 이를 AROUND 플랫폼이라고 명명해, 지난 2017년 공개한 바 있다[2]. 원리는 로봇의 자율주행에 필요한 주요 기능을 매핑로봇과 xDM 클라우드로 분산시킨 솔루션이다. [그림 2]와 같이 먼저 매핑로봇 M1이 실내를 자율주행하며 공간 데이터를 수집하고, 이렇게 수집된 map data를 클라우드에 올린다. 그 후 서비스 로봇은 클라우드에서 처리한 map data, visual localization, path planning 등을 통해 자율주행하는 방식이다. 이 플랫폼을 통해 개발된 자율주행 서비스 로봇은 비싼 레이저스캐너 장비의 도움 없이 원활한 자율주행이 가능하다. 로봇 본체에는 심층 강화학습을 통한 장애물 회피 알고리즘을 적용해, 길을 안내하는 과정에서 발생하는 돌발적인 상황에 매끄럽게 대응할 수 있도록 했다[3].

다만 이때에도 클라우드에서 처리할 수 있는 통신망의 한계는 있다. 속도나 용량보다도, 명령을 내리고 반응하는데 걸리는 지연시간이 특히 문제가 된다. 이 때문에 클라우드를 통해 해결할 수 있는 범주가 제한된다. 이것이 우리가 지연 시간이 1ms (0.001초)에 불과한 초저지연 특성의 5G 통신망에 집중한 이유다.

AROUND Autonomous Service Robot Platform



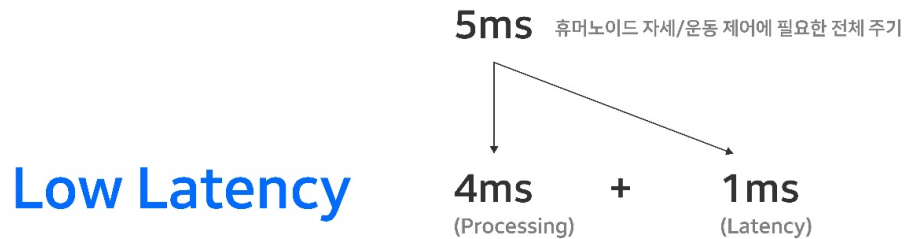
[그림 2] 네이버랩스의 AROUND platform 개요

3. 5G의 초저지연 특성이 브레인리스 로봇의 새로운 해법

5G의 초저지연 특성을 로봇의 센서에서 수집한 신호를 처리해 모터로 명령을 전달하는데 걸리는 제어주기에 대입하면 흥미로운 시도가 가능해진다. 많은 휴머노이드형 로봇들이 100여개의 센서와 30여개의 모터로 구성된다고 한다면, 이때 센서에서 수집된 데이터를 처리해 다시 모터로 명령을 주는 주기가 [그림 3]과 같이 약 5ms 정도일 때[4,5], 5G

통신은 지연시간이 1ms이므로 프로세싱 타임을 4ms 이하로 유지한다면, 자세/운동 제어를 위한 고성능 컴퓨팅 파워를 로봇 자체가 아닌 외부에 달아 통신으로 연결하는 것이 가능해진다. 즉, 5G로 연결된 MEC (mobile edge computing) 서버나 클라우드가 로봇의 두뇌 역할을 대신하는 브레인리스 로봇을 구현할 수 있게 된다.

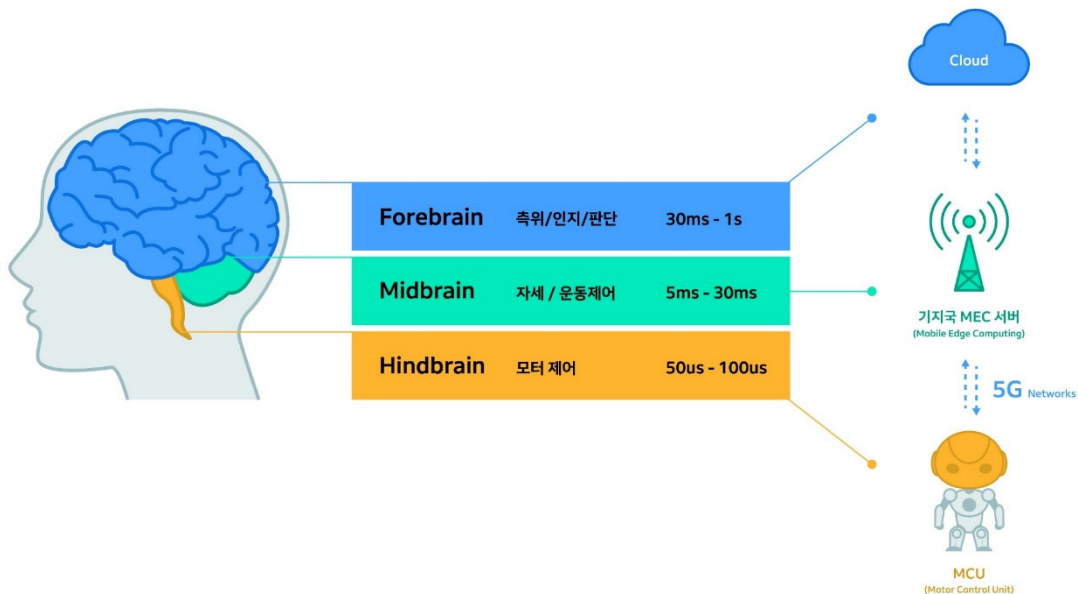
5G의 초저지연 성능을 활용하면, [그림 4]처럼 프로세싱 파워가 많이 필요한 중뇌에 해당하는 영역까지 로봇과 분리를 할 수 있다. 실제로 네이버랩스는 퀄컴과의 기술 협력을



로봇의 메인 컴퓨터를 외부(클라우드)에 달 수 있음

즉, Brainless Robot 구현 가능

[그림 3] 5G의 초저지연 특성을 통한 브레인리스 로봇 구현



[그림 4] Cloud 및 MEC 서버로의 컴퓨팅 파워 분산

통해 CES 2019에서 5G를 활용한 브레인리스 로봇 제어 시연에 성공했다. 로봇팔이 무게중심이 기울어져 있는 막대를 센서로 감지하고 균형을 바로잡는 폴밸런싱(pole balancing) 시연을 통해 극히 짧은 주기로 5G 네트워크상에서 수없이 처리와 명령을 반복하면서도 막대를 떨어뜨리지 않는 모습을 선보였다.

이번 CES에서 네이버랩스의 5G 브레인리스 로봇 기술이 큰 주목을 받은 이유도, 초저지연 성능을 활용한 고성능 로봇 제어에 성공했기 때문이다. 이론처럼 쉬운 일은 아니었다. 5G는 여전히 도전할 영역이 더 많은 분야이다. 특히 5G를 통한 로봇의 고정밀 제어는 신호와 프로세싱 데이터가 차나에도 수없이 왕복하며 이루어지기 때문에 난이도가 매우 높아진다.

4. 어떤 기대효과가 있을까

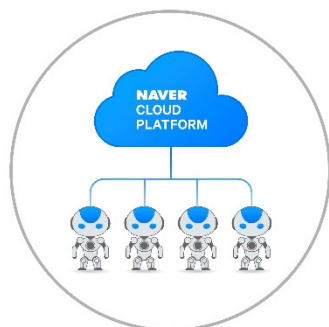
네이버랩스는 서비스 로봇의 대중화를 목표로 한다고 전술했다. 5G 기술이 이를 위해 기여할 수 있는 것은 [그림 5]와 같이 크게 3가지이다.

우선 서비스 로봇 제작비와 유지비의 절감이다. 프로세싱 파워를 로봇과 분리해 서버로 분산시키면, 로봇 하나하나마다 고성능 프로세서를 달지 않아도 된다. 또한 실제 상용화 시점이 되면 제작비뿐 아니라 성능을 지속적으로 개선하기

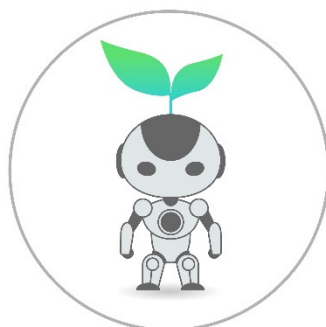
위한 유지비가 더 크게 작용한다. 외부의 서버가 여러 로봇들을 동시에 제어하는 시스템을 기반으로 할 경우, 클라우드로 다수의 로봇들이 수집한 데이터를 통합해 분석하고 새롭게 학습된 알고리즘으로 동시에 업데이트하는 방식이 용이해질 수 있다. 이때 해당 로봇의 수가 많아질수록, 또한 각 로봇들이 활동하는 개별 거점의 분포가 광역화될수록 유지비용은 크게 절감된다.

로봇의 전력 소모도 효율화 된다. 로봇의 메인컴퓨터는 배터리 소모량이 높다. 뇌 신경세포에서 전체 에너지의 약 20%를 사용하는 사람과도 비슷하다. 자율주행 로봇이 메인 컴퓨터에서 소모하는 에너지 비율은 40%까지도 올라간다. 즉, 고성능 프로세싱 파워를 외부로 빼내는 것만으로 배터리 소모를 크게 낮출 수 있다. 이는 배터리 충전 주기 효율화로 연계된다. 서비스 로봇 사용 시나리오상에서 아주 중요한 요소이다. 배터리 충전 주기가 늘어나는 것만으로 운용 대수나 가동 시간을 비롯한 서비스 시나리오상의 제약이 크게 줄어든다.

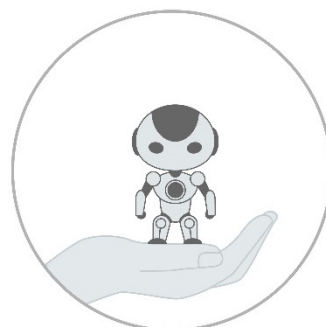
또 한가지 주목할만한 장점이 있다. 크기가 아주 작으면서도 고성능 컴퓨터를 탑재한 로봇이 가능해진다는 것이다. 작은 로봇은 물리적인 크기 자체가 하나의 제약이 된다. 작은 컴퓨터만 달 수 있다. 하지만 클라우드가 로봇의 두뇌 역할을 대신한다면, 로봇의 크기와 지능이 관련성이 낮아진다. 아주 작지만 지능이 아주 뛰어난 로봇도 만들 수 있게 된다.



클라우드 기반
여러 로봇들을 동시 제어

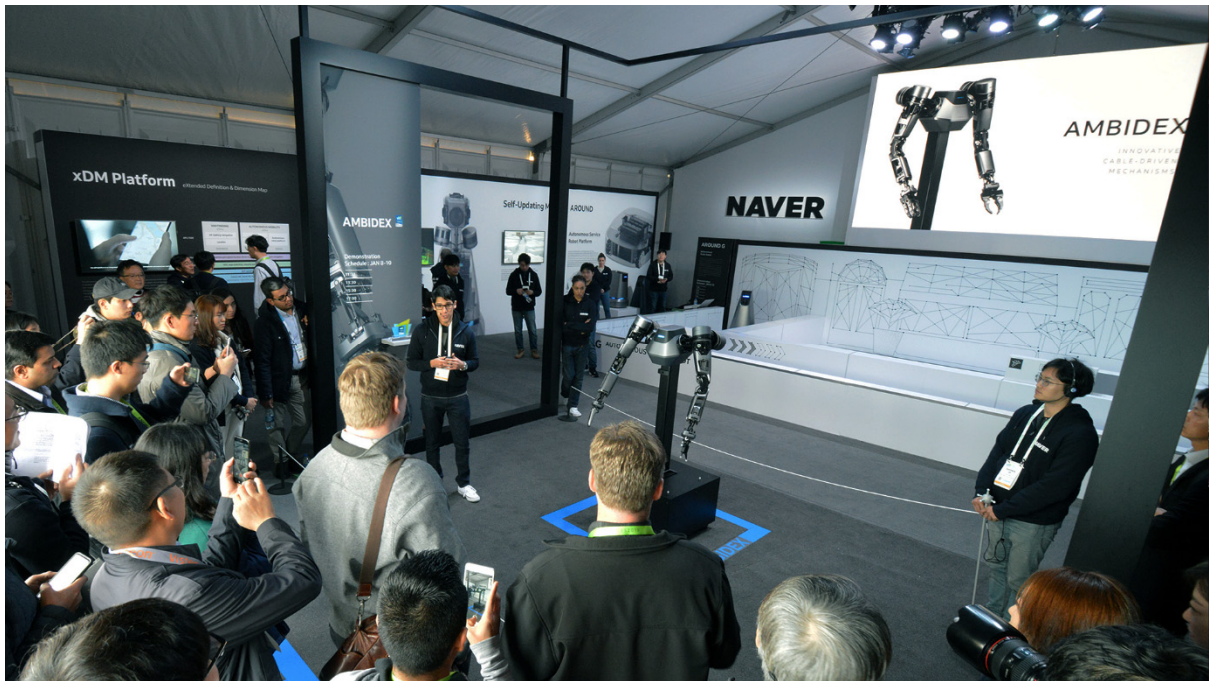


고성능 프로세싱 파워 외부로 분리
전력 소모 감소



로봇의 물리적 크기와 무관한
고성능, 고정밀 제어

[그림 5] 5G 브레인리스 로봇의 기대 효과



[그림 6] CES 2019에서 네이버랩스와 웰컴이 협력해 시연 성공한 5G 브레인리스 로봇

5. 서비스 로봇 대중화를 위한 기술

현재 네이버랩스는 사람들이 살아가는 물리적 공간과 조응하며 정보와 서비스를 자연스럽게 제공하는 생활환경지능(ambient intelligence) 기술을 비전으로 연구에 매진하고 있다. 서비스 로봇도 이를 위한 핵심 플랫폼이다. 또한 5G와 클라우드 기술을 서비스 로봇 대중화를 위한 중요한 해법으로 보고 있다.

[그림 6]의 사진과 같이 앞서 CES 2019를 통해 네이버랩스와 웰컴, 양사 엔지니어들이 자존심을 걸고 세계 최초의 5G 브레인리스 로봇 시연이라는 도전적인 과제를 훌륭하게 성공했으며, MWC19에서는 KT, 인텔, 그리고 네이버비즈니스 플랫폼과 함께 5G 기반의 서비스 로봇 공동개발 협력을 시작하기로 했다. 현대중공업지주 로봇사업부문, LG전자와 서비스 로봇 양산을 위해 협력중이기도 하다.

최근 일상 생활에서의 서비스 로봇에 대한 관심이 크게 높아진 것을 체감하고 있다. 미래는 상상보다 다가오는 시간이 빠르기도 하고, 때론 한없이 늦어지기도 한다. 하지만 서비

스 로봇 대중화는 전자일 것으로 확신하고 있다. 그런 기술이 고도화되는 한편 상용화를 위해 최적화되고 있으며, 이를 위한 독창적인 솔루션들도 속속 등장하고 있다. 네이버랩스 역시 이러한 흐름을 가장 앞장서서 리드하기 위해 노력하고 있다. 앞으로도 삶을 잘 이해하는 로보틱스 기술을 통해, 서비스 로봇 대중화를 가속하는데 기여하도록 하겠다.

참고문헌

- [1] https://www.3gpp.org/news-events/1774-5g_wiseharbour
- [2] <https://www.naverlabs.com/storyDetail/15>
- [3] <https://www.naverlabs.com/storyDetail/114>
- [4] Seok, Sangok. Highly parallelized control programming methodologies using multicore CPU and FPGA for highly dynamic multi-DoF mobile robots, applied to the MIT Cheetah. Diss. Massachusetts Institute of Technology, 2014.
- [5] Di Carlo, Jared, et al. "Dynamic Locomotion in the MIT Cheetah 3 Through Convex Model-Predictive Control."

2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). IEEE, 2018.



석상옥

1995-2002 서울대학교 기계공학 학사
2002-2004 서울대학교대학원 기계공학 석사
2009-2014 MIT 기계공학과 로보틱스 박사
2015-2018 네이버랩스 로보틱스그룹 리더
2018-현재 KAIST 기계공학과 겸직교수
2019-현재 네이버랩스 대표
관심분야 : Mapping Robot, Service Robot,
Legged Locomotion, Dual Arm
E-mail : sangok.seok@naverlabs.com