

산업 현장에서 5G MEC 기반의 원격 협업 시스템 연구

정우성, 손동구, 유대승

한국전자통신연구원

woosung@etri.re.kr, sdk@etri.re.kr, ooseyds@etri.re.kr

A Study on the 5G MEC based remote collaboration system of industrial filed

Woo-Sung Jung, Dongkoo Shon, and Dae Seung Yoo

Electronics and Telecommunications Research Institute

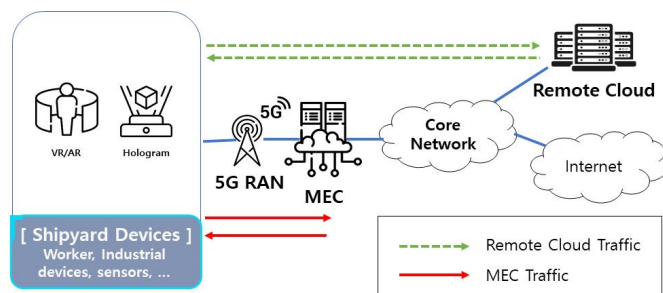
요약

5G 네트워크의 확산으로 산업 현장에서도 대용량의 데이터를 신속하게 교환할 수 있게 되었다. 특히 실시간으로 현장의 변화되는 상황을 공유하고 더 나아가 같은 화면을 보면서 의견을 교환할 수 있는 산업용 XR 콘텐츠의 확산이 가능하게 되었다. 이를 위해서는 대용량의 트래픽을 처리할 수 있는 고속의 네트워크뿐만 아니라 낮은 지연 시간을 보장할 수 있는 기술도 제공되어야 한다. 본 논문에서는 산업 현장에 5G MEC 기반의 3차원 도면 공유 시스템에 대한 구조를 설명하고 향후 연구가 진행되어야 할 방향에 대해서 살펴본다.

I. 서론

네트워크의 발달과 산업 현장에서 사용할 수 있는 단말의 확산으로 원격 협업 시스템의 구현에 관한 관심이 높아지고 있다. 특히 VR(Virtual Reality), AR(Augmented reality)를 포함하는 XR(Extended Reality)을 산업 현장에 적용하려는 요구는 기술의 발달과 더불어 다양한 응용서비스의 확산으로 그 분야가 넓어지고 있다. [1] 이를 위해서는 고용량의 데이터를 처리할 수 있는 단말과 실시간으로 원격에서 같은 화면, 영상, 자료를 확인하고 사용자의 입력에 맞추어 동시에 반응할 수 있는 초저지연 능력이 요구된다.

산업 현장에서 XR 응용서비스를 활용하려는 시도가 커짐에 따라서 5G MEC(Multi-access Edge Computing) 기반의 초저지연 서비스로 원격의 클라우드를 활용하는 원격 서비스를 대체하려는 시도가 일어나고 있다. [2] 5G MEC는 네트워크 종단에 위치하여 네트워크 지연 시간을 크게 줄일 수 있는 기술로, 클라우드와 같이 외부 인터넷망을 이용하여 원격지에 있는 서버와 통신을 네트워크 종단에 구성된 서버와 통신함으로써 XR에서 요구하는 초저지연 특성을 만족할 수 있다. 그림 1은 MEC와 원격 클라우드 간의 연결 트래픽 경로를 비교한 그림이다. 5G MEC를 이용하는 대표적인 서비스로는 로봇의 원격 제어[3]와 같은 응용서비스가 있으며, 이도 XR의 요구사항과 유사하게 대용량의 데이터를 송수신하면서 낮은 통신 지연 시간을 보장해 주어야 하는 요구사항을 가진다.



[그림 1] 5G MEC와 클라우드 연결 트래픽 비교

II. 본론

1) 5G 네트워크 및 MEC (Multi-access Edge Computing)

5G 네트워크는 초고속/초저지연/초연결을 특징으로 하며 특히 초저지연을 지원하는 대표적인 기술로 MEC를 들 수 있다. 5G MEC는 산업 현장에 근접하여 구축되어 통신의 지연을 낮출 수 있을 뿐만 아니라 트래픽이 외부로 유출되지 않으므로 보안에도 그 장점이 있다. 또한 종단의 낮은 하드웨어 성능을 가지는 단말에 AI 기능을 구현하는 한계를 극복하면서 반응시간에 대한 우수한 성능을 구현하기 위해 AI 기능을 MEC에 구현하여 다양한 AI 응용서비스를 사용하려는 시도도 크게 일어나고 있다. [4]

5G 네트워크를 운용하는 주체에 따라서 상용 5G 망에 MEC를 운용하는 방법을 선택할 수도 있고 독립적인 운영 주체를 가지는 사설 5G 특화망 (이름 5G)를 이용할 수도 있으나, 기본적인 개념은 MEC를 원격 서비스가 필요한 근거리에서 위치시킨다는 점에서 두 가지 구현 방법은 모두 동일하다. 5G 네트워크에 접속된 단말은 5G RAN(Radio Access Network)을 통해 5G 네트워크에 접속하게 되며, 원격 협업을 위한 서버가 위치한 MEC에 접속할 수 있게 된다. 또한 사무실 근무자처럼 사내 유선네트워크와 같이 동일한 네트워크로 묶여 있는 구역에서 접속하면 외부 인터넷을 경유하지 않고 산업 현장에 설치된 MEC에 직접 접근이 가능하기 때문에 네트워크에 의한 지연 시간을 감소할 수 있게 된다. 본 논문에서는 MEC에 원격 협업 응용서비스를 컨테이너 기반으로 구축하였으며, 필요에 따라서 다수의 접속자를 지원할 수 있도록 유동적으로 컨테이너를 관리하는 MEC 관리 시스템을 사용하고 있다.

2) XR 기반의 원격 협업 서비스

5G 네트워크의 등장으로 XR의 활용 가능성은 증가하고 있으며, 특히 코로나로 인한 대면 활동이 제한되는 환경에서는 그 필요성이 매우 증가하였다. XR 서비스는 실제 현장 영상 정보를 활용하는 방법에 따라 크게 VR과 AR로 나누어지며, 각각의 서비스 구현을 위해서 요구되는 특성이 일부 다르게 나타난다.

AR 기반의 정보 공유 및 협업을 위해서는 현장 작업자의 영상 정보가 원격지에 전송되어야 하고, 원격 작업자의 정보가 현장 작업자에게 공유되는 과정이 필요하므로 양방향 트래픽을 전송할 수 있어야 한다. 또한 같은 화면에 대해서 위치를 표시하거나, 회전 등이 필요한 반응형 서비스를 제공하기 위해서는 낮은 지연 시간을 보장해 주는 것이 필수적이다. AR 서비스 제공을 위해서는 보이는 대상물의 위치 정보 등이 매우 중요하며, 마커 등을 통한 인식을 통해서 보이는 화면과 가상의 화면을 정합하는 작업을 진행한다. 화면상 표출되는 증강현실 객체는 현장 작업자의 단말뿐만 아니라 사무실 또는 다른 현장의 작업자 화면에 원격 작업자 화면으로 동시에 공유될 수 있다.

VR 기반의 정보 공유 및 협업을 위해서는 산업 현장에 대한 기본 정보들이 가상의 공간에 표출되어야 한다. 본 논문에서는 조선소 현장을 가상의 조선소로 구축하고 현장의 대상물을 3D 기반의 객체로 가상 조선소에 표현하였다. 그림 2는 조선소 현장의 작업 중인 블록과 용접기를 가상 공간에 표출한 예이다. VR 기반의 원격 협업 서비스에서는 작업이 진행되는 진척도를 단순히 숫자나, 표를 이용하여 표현하는 것에서 실제 3D 객체를 통한 표현으로 상호 공유가 가능하므로 원격 공정 검사 또는 공정 모니터링 등의 공정 관리 서비스에 유용하게 사용될 수 있다.

그림 3은 설계 도면의 공유 및 작업 위치에 대한 포인팅 등을 원격지의 협업자와 공유하는 협업 시스템 예시 화면이다. 그림 3의 상단에는 사무실 근무자의 PC 화면이며 하단에 현장에서 작업하는 근무자의 모바일 단말에 해당 내용을 동일하게 표시한 화면이다. 화면에 보이는 3D 객체의 이동 및 회전을 사무실 근무자, 현장 작업자 모두 수행할 수 있으며 사용자에게 입력에 맞추어 해당 세션에 연결된 작업자는 모두 동일한 화면 변화를 경험할 수 있다. 상세 위치를 표현하기 위해서 포인팅 기능을 추가하였으며, 특정 위치에 대해서 포인터를 표시할 수 있으므로 상호 음성 등의 대화 시 동일한 화면에 대한 이해도를 증가시킬 수 있다.

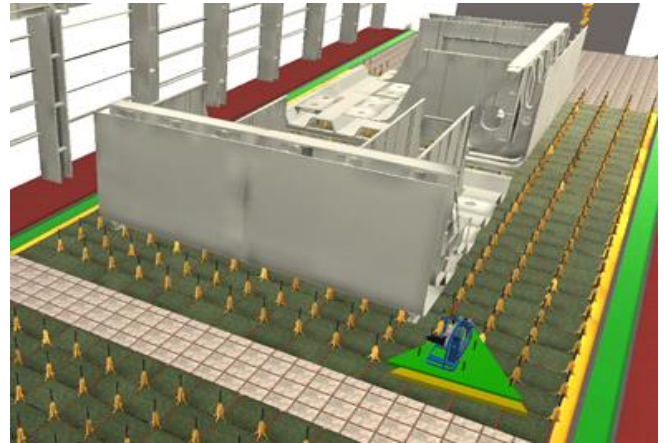
III. 결론

본 논문에서는 원격 협업시스템을 조선소 현장에 설치된 5G MEC에 탑재하고, 조선소 현장 및 사무실 간의 정보 교환을 위해서 원격 협업 시스템을 활용하였다. 현재 이를 토대로 5G 네트워크와 XR 콘텐츠 간의 연동을 통한 산업 현장 모니터링 및 공정 관리 시스템에 적용 예정이며, 추후 원격 협업을 통해서 현장의 정보를 원활히 공유할 수 있도록 실증을 진행할 예정이다. 본 시스템 검증에 통해 아래와 같은 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

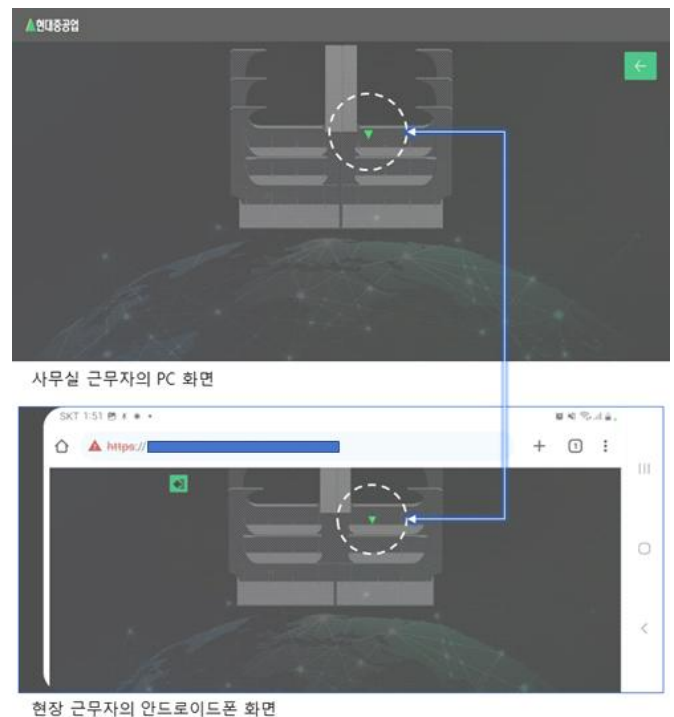
- 3D 객체 경량화를 통해 네트워크 통신량을 감소시킴으로써, 네트워크의 반응 속도뿐만 아니라 현장에서 사용되는 단말의 하드웨어 성능 요구사항을 감소시키는 것이 필요하다.
- 다수의 작업자가 동일 가상공간에서 정보를 공유하는 경우 화면에 대한 제어권 보유 정책이 제시되어야 하고, 추가적인 정보를 제공과 같은 조작이 필요한 경우 쉬운 인터페이스를 통한 제공 방식이 필요하다.
- 다수의 작업자가 동시에 참여하는 경우 원격 협업시스템의 QoS 지원을 위한 적응적 반응 조정 등의 기술이 필요하다.
- 현장의 정보가 가상 공간에 실시간으로 반영될 수 있도록 자동화된 현장 정보 반영 시스템이 동시에 구축될 필요가 있다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(2020-0-00869, 5G기반 조선해양 스마트 통신 플랫폼 및 융합서비스 개발)



[그림 2] 3차원 기반의 가상 조선소 산업 현장



[그림 3] 원격 협업 시스템 화면 (특정 위치 포인팅 예시)

참 고 문 헌

- [1] G. Minopoulos and K. E. Psannis, "Opportunities and Challenges of Tangible XR Applications for 5G Networks and Beyond," in IEEE Consumer Electronics Magazine, March, 2022
- [2] Nadeem, L., Azam, M. A., Amin, Y., Al-Ghamdi, M. A., Chai, K. K., Khan, M. F. N., & Khan, M. A., "Integration of D2D, network slicing, and MEC in 5G cellular networks: Survey and challenges." IEEE Access 9 (2021): 37590-37612.
- [3] Woo-Sung Jung, Tae Hyun Yoon, and Dae Seung Yoo, "A Study on the private 5G network based process monitoring system of industrial robot," Korea Information and Communication Society (KICS) Summer Conference, Jun. 2022.
- [4] Woo-Sung Jung, and Dae Seung Yoo. "Industrial Humanless Monitoring System over 5G Networks in the Shipyard Environment." In 2022 13th International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), pp. 19-24. IEEE, 2022.