

전술망 환경을 고려한 분산 엣지 컴퓨팅에서의 ID 기반 서비스 이동성 연구

선경재, 김영한*

*송실대학교

gomjae@dcn.ssu.ac.kr, *younghak@ssu.ac.kr

A Study on ID-based Service Mobility between Distributed Edge Computing considering the Tactical Network Environment

Sun Kyoung Jae, Kim Young Han*

*Sonngsil Univ.

요 약

전술 환경에서의 엣지 컴퓨팅 적용을 위해서는, 전장 환경의 특수성 및 열악한 자원환경과 생존성을 고려한 자원 스케줄링 및 서비스 운영 기법이 요구된다. 본 논문에서는 전술 환경에서 전장 단말들을 지원하기 위한 서비스가 엣지 컴퓨팅 노드간 이동할 때, 해당 서비스에 대한 도달성을 제공하기 위한 ID 기반의 서비스 이동성 방안을 제안한다.

I. 서 론

전술망 환경은 일반 환경에 비해 링크의 대역폭, 하드웨어 자원 및 전력의 큰 제약을 가지고 있다. 그러나 동시에 이러한 제약적인 환경에서도 생존성이 매우 중요한데, 급박한 전사상황에서 작전이 원활하게 공유되는 동시에 보안성, 주요 트래픽에 대한 우선 순위 등을 고려해야 한다[1]. 또한, 이기종 전장 단말들에 대한 접속 관리 및 작전 수행에 따른 유동적인 환경을 위한 유연성 및 이동성 관리가 필수적으로 요구된다. 기존의 하드웨어 기반의 네트워크 기능 제공은 이러한 유연성을 제공하는데 한계가 있어, 최근에는 신기술인 SDN(Software Defined Networking) 및 NFV(Network Function Virtualization) 등을 적용한 전술망 환경에 대한 연구가 이루어지고 있다. 특히, 클라우드 컴퓨팅 기술을 기반으로 하는 분산 엣지 클라우드 컴퓨팅 기술은 기존의 중앙 데이터센터에서 제공하던 다양한 가상화 서비스들을 단말의 가까운 곳에 배치함으로써 응용에 대한 접근 지연을 최소화 하고 망의 부하를 줄일 수 있어, 전술망 환경에 적용하게 되면 빠른 작전 수행 및 링크 품질의 저하 또는 단절의 상황에서도 가상화 된 서비스에 접근할 수 있다는 장점이 있다. 분산 엣지 클라우드 환경이 적용된 국내 전술망의 환경은 그림 1 과 같다. 격자 형태의 전술 백본망의 백본 라우터를 통해서 각 전술 엣지 도메인들이 연결되며 상위의 지휘통제망으로부터 작전 수행을 위한 서비스들은 백본의 대규모 클라우드 센터에서 1 차적으로 수행되고, 작전상 필요에 따라 각 전술 엣지 도메인에 배치된 분산 엣지 클라우드에 동적으로 배치될 수 있다. 이 때, 엣지 도메인 내 부대가 다른 전술 엣지 도메인으로 이동하거나 해당 엣지 도메인 내 클라우드 서버에

부하로 인해 자원 운영이 부족한 경우 또는 합동작전 등을 위한 작전상의 이유로 특정 엣지 도메인 내 클라우드 서버에서 동작하는 가상화 서비스가 다른 곳으로 이동할 수 있다.

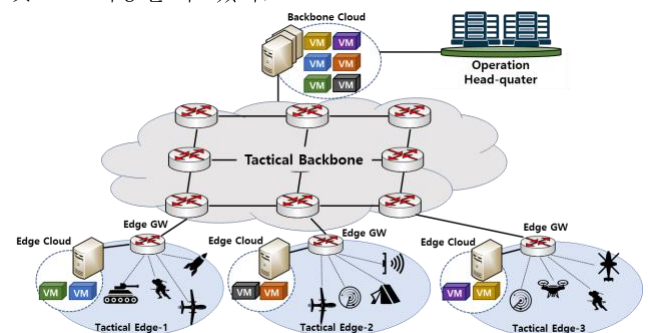


그림 1. 분산 엣지 클라우드 적용 전술망 구조

한편, 분산 엣지 클라우드 환경에서 요구되는 주요 기능 중 하나는 서비스에 대한 이동성으로, 단말의 이동 또는 엣지 클라우드의 자원 상황에 따라 하나의 엣지 클라우드 위에서 동작하는 서비스를 다른 엣지 클라우드로 이동하는 경우에 단말과 서비스간의 연결성 및 도달성을 지원해야 한다. 이러한 경우에, 기존의 IP 기반의 환경에서는 서비스의 위치가 변하면서 해당 서비스의 IP 주소가 바뀌게 되며, 이는 두 가지 문제점을 야기할 수 있다. 첫번째로, 서비스의 IP 주소가 바뀌므로써 기존에 통신하던 단말과의 세션이 중단된다. 또한, 서비스에 대한 IP 주소의 변경을 해당 서비스로의 접근을 위한 라우팅 정보의 변경을 야기하여 전술망 내 서비스 경로 변경을 위한 라우팅 업데이트가 요구되고, 이는 전체 네트워크에 경로 재구성을 위한 많은 자원

소모를 통해 네트워크 자원 부족을 가져올 수 있다. 이를 위해서, 기존에 전술망 환경에서 서비스의 이전을 위한 PMIPv6 기반의 이동성 관리 기법[2]이 제안되었으나, 이는 서비스 이동 시 이동하는 엣지 클라우드 내 기존 서비스와 동일한 공유 프리픽스 네트워크를 구성해야 하기 때문에 이동 서비스의 증가에 따라 확장성이 부족하다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해, ID 기반의 서비스 이동성 관리에 대한 전술망 적용 방안을 연구한다. 특히, 기존의 IP 주소를 식별자와 위치 정보로 분리하는 LISP(Locator ID Separation Protocol)[3]을 사용하는 방안이 기반하여, 서비스 이동성을 제공하기 위해 제안된 방안들을 분석하고, 이를 통해 전술망에서 이를 최적화하기 위한 요구사항을 도출하고자 한다.

II. 본론

LISP 프로토콜은 IP 주소체계의 한계를 해결하기 위해 제안된 표준 프로토콜로써, 기존에 IP 가 가지고 있는 식별자와 위치 정보의 두 가지 의미를 분리하고자 하는 것이 목적이다. 즉, 네트워크 내 접속하는 노드들은 고유하고 이동 중에도 변하지 않는 ID 로써의 IP 주소를 부여받게 되며, 해당 노드가 접속한 네트워크 도메인의 게이트웨이 역할을 하는 라우터의 IP 주소를 노드의 위치 정보로 사용한다. 이를 통해 노드간에 통신에 있어서 서로의 ID 를 통해 세션을 설립하고, 두 ID 간의 패킷 라우팅은 각 노드가 접속한 네트워크의 라우터의 IP 주소로써 터널링되어 전달한다. 모든 노드의 ID 와 위치 주소의 매핑정보는 논리적으로 중앙화된 LISP 매핑 시스템을 통해 관리된다. 이러한 구조를 통해 노드들이 이동하여 위치가 변경된 경우에도 동일한 ID 로써 설립한 세션을 유지한 채 변경된 위치로의 라우팅 경로가 업데이트되어 손쉽게 이동성 관리를 제공할 수 있다.

이러한 LISP 프로토콜을 엣지 클라우드 간의 서비스 이동성에 적용하기 위해서, 여러 연구들이 이미 수행되었다. [4]는 엣지 클라우드들을 통합적으로 관리하는 컨트롤러를 통해, 서비스의 이동성 수행을 제어하고, 이에 따라 LISP 매핑 시스템에 업데이트 된 매핑 정보를 전달하는 방식으로 수행한다. 이러한 방법은 컨트롤러를 통한 통합 매핑 정보 관리가 용이하다는 장점이 있으나, 전술망 환경에서는 중앙 컨트롤러를 통한 제어 환경에서 중앙 컨트롤러의 안정성 및 부하 분산을 고려해야 한다. [5]는 서비스의 이동성을 위해 이동에 적합한 엣지 클라우드 서버를 찾고 이를 통한 이동을 수행하기 위해서, 네트워크 내 모든 엣지 클라우드의 LISP 라우터 기능간에 메시지 교환을 통해 해당 서비스를 이동할 수 있는 노드를 검색하고, 이를 통해 이동한 서비스의 위치 정보를 동기화함으로써, 컨트롤러와 같은 중앙 집중 제어 방식이 아닌 분산 방식을 도입하였다. 이러한 방안은 앞서 제기한 중앙 집중 방식에서 벗어날 수 있으나, 오히려 분산된 관리 방식을 통해서 엣지간 서비스를 이동하고 이에 따른 네트워크 경로를 업데이트 하기 위해 많은 메시지의 교환이 요구되며, 이는 네트워크에 더욱 많은 부하를 일으켜 오히려 성능을 저하시킬 수 있다.

앞의 선행 연구 및 표준 기술을 기반으로, 전술망 환경에서 LISP 프로토콜을 적용하기 위해서 요구되는 사항들은 다음과 같이 정의될 수 있다. 첫째, 전술망 환경에서 서비스에 대한 ID 부여 체계를 정립해야 한다. 현재 전술망에서는 고정적으로 모든 체계에 IP 주소를 부여하고 있으므로, 이러한 체계를 활용하여 서비스에도

ID 로써의 IP 주소를 부여하는데 용이할 것이다. 둘째로, 매핑 시스템의 생존성 향상을 위한 효율적인 분산 방안이 요구된다. 분산된 매핑 시스템은 전술망의 효율적인 운영을 위해 모두가 동기화 되지 않을 수 있지만 그렇다고 하더라도 단대단 통신에 있어서 어느 지점에서라도 문제가 발생하지 않아야 한다. 효율적인 매핑 정보의 관리를 위해서, 계층적인 분산 매핑 시스템 구조를 사용하는 것도 고려할 수 있다. 셋째로, 서비스의 이동성 제공에 따라 네트워크 경로의 업데이트를 수행할 때, 네트워크 경로 업데이트를 위한 메시지의 교환은 최소화 되어야 한다. 메시지 교환의 최소화는 전술망 환경에서의 제한적인 네트워크 자원 환경에서 효율성을 높이기 위함이다. 이를 위해서, LISP 매핑 시스템에서 서비스 및 노드에 대한 상태 정보를 통합적으로 관리하여 이동에 따른 경로 업데이트와 동시에 현재 연결되어 있는 세션에 대한 경로 업데이트를 동시에 수행함으로써 두 과정에 대한 메시지 교환 절차를 줄이는 등의 방안들이 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

III. 결론

본 논문에서는 분산 엣지 클라우드 기반의 전술망 환경에서, 서비스를 서로 다른 엣지 클라우드간에 이동할 때 네트워크 구성을 효율적으로 수행하기 위한 LISP 기반의 서비스 이동성 관리 기법에 대한 기존 연구들을 분석하고, 이를 전술망 환경에 적용하기 위한 요구사항들을 도출하였다. 도출된 요구사항을 바탕으로, 전술망의 서비스 이동성을 위한 LISP 기반의 이동성 관리 기법의 상세 설계가 추후 연구로 진행될 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소가 지원하는

미래전투체계 네트워크기술 특화연구센터 사업의 일환으로

수행되었습니다.(UD190033ED)

참 고 문 헌

- [1] Ś liwa, J. " SDN and NVF in support for making military networks more survivable," 2019 International Conference on Military Communications and Information Systems (ICMCIS), May 2019.
- [2] 선경재, 김영한, "전술 엣지 클라우드를 위한 IP 이동성 관리 기법 적용 VM 마이그레이션 기법," 한국차세대컴퓨팅학회 논문지, vol. 15, no. 3, Jun. 2019.
- [3] Farinacci, D., Fuller, V., Meyer, D., Lewis, D. "The Locator/ID Separation Protocol (LISP)," RFC 6830, Jan. 2013.
- [4] Ksentini, A., Taleb, T., Messaoudi, F. "A LISP-based Implementation of Follow Me Cloud," IEEE Access, vol. 2, pp. 1340- 1347, Sep. 2014.
- [5] Secci, S., Raad, P., Gallard P. "Linking Virtual Machine Mobility to User Mobility," IEEE Trans. on Network and Service Management, vol. 13, no. 4, pp. 927- 940, Dec. 2016.