FIF
Future Internet Forum
Future Internet Forum
Newsletter
<70호> 2016.06.13

Edge Networking에서 Pooling 기술 요약

무선/서비스 WG
이융 (KAIST)

(1) Service first, Network next: Edge의 중요성 대두

자녀들이나 학생들을 교육할 때, 목적을 먼저 정해 놓고, 그 목적을 위해서 필요한 것들을 배우게 하고 가르치는 것이 정석일 것이다 (즉, top-down approach). 지금의 인터넷은 반대였다. 네트워크를 먼저 설계해놓고, 40년간 오다보니, 상상하지 못했던 서비스들을 올려야 하는 상황이 되었다. 하지만 그럴 수 밖에 없었을 것이다. 40년 후에 일어날 일을 계획하고, 네트워크 아키텍쳐를 설계하는 것은 결코 쉽지 않은 것일 테니 말이다. 전체구조(architecture)를 바꿀 수 없다면, 지금 있는 것이라도 잘 적응시켜야 할 터이다. 최근 화두가 되고 있는 에지 중심의 네트워크는 바로 그러한 변화에 대응하기 위한 일련의 변화라고 할 수 있다. 많은 서비스가 에지에서 실현 가능하고, 단말의 수와 종류는 엄청나게 늘어났으며, 에지에 이미 엄청난 네트워크, 컴퓨팅, 센서 자원이 존재하기 때문이다. 인터넷 코어는 thick pipe로, 엣지는 최대한 user-customized, service-driven, traffic-localized하게 만들어서 저지연, 고신뢰도 및 서비스 중심형으로의 네트워크 변화를 가져올 수 있다는 희망이 있기 때문이다.

(2) Edge networking에서 풀링 기술의 필요성

엣지에서 이용할 수 있는 자원들은 중앙 클라우드와 단말 사이에서의 소규모 클라우드 자원들 (Fog라고 부르기도 하고, cloudlet이라고 부르기도 한다), 수많은 단말의 자원들 (컴퓨팅, 센서, 네트워크 인터페이스) 및 그들을 물리적, 논리적으로 연결시키기 위한 기술이 필요하다. 좀 더 구체적으로는 다양한 서비스 요청이 네트워크로 들어올 경우는 이 서비스를 실현하기 위한 중앙 클라우드, 엣지 클라우드, 단말들의 자원 할당이 서비스 특화적으로 적절히 이루어져야 한다. 자원 할당시, 필요에 따라서 자원을 묶거나 (pooling), 자원을 나누어 사용하고 (slicing, virtualization), 묶여지거나, 나누어진 자원과 서비스간의 최적 대응관계를 찾는 일 (matching)이 핵심 기술 구성 요소이다. 본 newsletter에서는 위의 요소 기술 중에서 네트워크 자원을 묶는 pooling기술을 요약 및 분류해보기로 한다.

(3) 네트워크 자원 풀링기술: 분류

네트워크 자원 풀링기술은 여러 기준에서 분류할 수 있다. 고려해 볼 수 있는 기준과 그 의미를 [표 1]에서 기술하였으며, 그 예를 간단히 기술한다.

① **Why to pool?**: 풀링을 하여 얻으려는 성능 개선 metric에 해당한다. 신뢰성, 추가 용량, 적은 지연 등이 그 예에 해당한다. 예를 들어, Wi-Fi와 LTE의 풀링은 추가 용량이 주요 목적이고, TCP의 data/ack을 다른 path로 보내는 기법은 신뢰성 향상에 도움이 된다.
② **What to pool?**: 풀링을 하는 대상에 해당한다. 802.11ac에서의 채널본딩은 채널 풀링이고, 2개의 Wi-Fi radio를 풀링하는 homegeneous radio 풀링, (i) LTE와 Wi-Fi 또는 (ii) Wi-Fi와 BLE를 풀링하는 것은 heterogenous radio 풀링이며, (i)은 다른 주파수, (ii)는 같은 주파수 대역에서 풀링하는 것이다. 무엇을 풀링하고 어떤 환경에서 풀링을 하느냐에 따라 풀링 기법 및 제어 메커니즘이 달라질 것이다.
③ **Where to pool?**: 풀링이 이루어지는 layer를 의미한다. L1에서 하는 LTE carrier aggregation, L2에서 하는 LWA, L4에서 하는 MPTCP가 그 예이며, 때에 따라서는 L7에서 풀링이 진행되는 경우이다.
④ **How concurrently to pool?** Pooling 된 네트워크 자원을 동시에 사용하느냐, 선택적으로 하나씩 번갈아가면서 사용하는가에 관한 기준이다. 예를 들어서, delayed Wi-Fi offloaindg 기술의 경우, LTE와 Wi-Fi중 하나를 남아있는 delay deadline을 기준으로 Wi-Fi와 LTE중의 하나의 기술을 선택적으로 (alternatively)사용하는 기술인 반면, LTE와 Wi-Fi를 합쳐서 더 큰 pipe를 L2에서 동시에 제공하는 LWA나 Blooth와 Wi-Fi를

동시에 이용하는 기술등도 존재한다.

⑤ **How often to pool?** 풀링의 time-scale에 관한 분류로써, 풀링의 단위를 packet단위, flow 단위, 사용자 단위 등 선택적으로 제공할 수 있으며, 이는 얼마나 자주 pooling을 실행하고, 해제하는가에 관한 분류이다.

⑥ **How collaboratively to pool?** 네트워크 자원의 풀링시 한 소유자가 소유하고 있는 네트워크 자원을 대상으로 풀링할 수도 있고, 다른 소유자의 자원과 함께 풀링을 할 수 있다. 앞서 제시한 예는 모두 한 소유자 풀링에 대해서 예로 들었고, 다른 사업자의 다른 사용자와 LTE 연결을 활용하는 타사용자와의 풀링의 예도 존재한다.

분류 기준	의미
Why to pool?	Service/Application metric. 무엇을 좋게 하기 위해서 풀링을 하는가? better reliability, more capacity, lower delay 등등
What to pool?	Pooling entity. 무엇을 풀링 하는가? channel pooling, homogeneous radio pooling, heterogeneous radio pooling (same frequency or different frequency)
Where to pool?	Pooling layer. 어디서 풀링을 하는가? L1에서 하는 carrier aggregation, L2에서 하는 LWA (LTE-WiFi Aggregation), L4에서 하는 MPTCP
How concurrently to pool?	Concurrency in pooling. Pooled된 자원을 동시에 사용하는가 아니면, 번갈아서 (alternatively) 사용하는가?
How often to pool?	Pooling frequency. Pooling을 어느 time-scale에서 얼마나 자주 하는가?
How collaboratively to pool?	Pooling cooperation. Pooling을 할 때, 자신의 자원만 pooling하는가, 아니면 다른 단말의 자원과 함께 pooling하는가?

[표 1] 네트워크 풀링 기술 분류

(4) 맺음말

정해진 자원과 폭발적으로 증가하는 단말의 수 및 초다양화 경향을 갖고 있는 서비스를 seamless하게 지원하기 위해서는 결국 edge에 있는 사용자/사업자의 자원들의 협력과 풀링의 중요성이 더욱더 강조되고 있으며, 이는 서비스 요청 기반 및 동적으로 이루어져야 하고, 이를 위한 네트워크 아키텍처, 인센티브 메커니즘, 인터페이스 정의 등의 일들이 이루어져야 한다. 본 newsletter에서는 에지네트워크자원의 풀링 기법에 관해서 요약 및 분류를 해 보았고, 이러한 풀링 기법들에 기초하여, 묶여진 자원을 서비스에 잘 대응시켜 사용자들이 원하는 원할한 서비스가 이루어져야 할 것이다.