

포그 컴퓨팅의 개념과 보안 이슈

박경엽, 박종혁
서울과학기술대학교 컴퓨터공학과
kypark08@seoultech.ac.kr, jhpark1@seoultech.ac.kr

Fog Computing: Concepts and Security Issues

Kyung Yeob Park, Jong Hyuk Park
Dept of Computer Science and Engineering, Seoul National University of
Science and Technology (SeoulTech)
email : kypark08@seoultech.ac.kr, jhpark1@seoultech.ac.kr

요 약

모바일 사용과 사물 인터넷 기술의 발전으로 인해 이를 적용할 수 있는 분야가 점점 다양해지고 이러한 기술들을 이용하는 사용자들의 수도 비약적으로 증가하였다. 기존에 존재하던 클라우드 컴퓨팅 기술은 사물 인터넷 환경에 방대한 데이터를 실시간으로 처리하는데 적합하지 않으며, 이러한 문제를 해결하기 위해 사용자와 조금 더 근접한 영역에서 응답 시간을 최소화하고 병목 현상을 해결할 수 있는 포그 컴퓨팅이 제안되었다. 이 논문에선 클라우드 컴퓨팅의 혼잡도 증가와 속도 감소로 인한 문제점을 극복하기 위해 포그 컴퓨팅이라는 새로운 시스템의 개념과 이에 따른 보안 이슈를 정리하고, 연구방향을 제시한다.

1. 서론

최근 사물 인터넷의 발달로 인하여 방대한 양의 데이터가 짧은 시간 안에 생성되기 시작했다. 이러한 많은 양의 데이터를 처리하기 위해 클라우드 컴퓨팅과 같은 가상화된 플랫폼을 활용하기 시작하였다. 하지만 클라우드 컴퓨팅과 같은 중앙 집중형 시스템에는 그 구조에 경직성이 존재하기 때문에 고밀도의 특성을 가지는 사물 인터넷 환경에서는 효과적으로 활용하는데 문제점이 존재한다. 이로 인해 발생하는 데이터 집중 현상을 해결하고 데이터를 분산시킬 수 있는 새로운 시스템의 필요성이 대두되었다. 사물 인터넷의 특성 상 시시각각 발생하는 데이터를 처리하기 위해서, 저장 공간은 물론 컴퓨팅 능력도 필요하다. 따라서 사용자와 클라우드 서버 사이에 조금 더 사용자와 가깝게 서비스를 제공해줄 수 있으며 병목 현상도 줄일 수 있는 포그 컴퓨팅이 제안되었다.

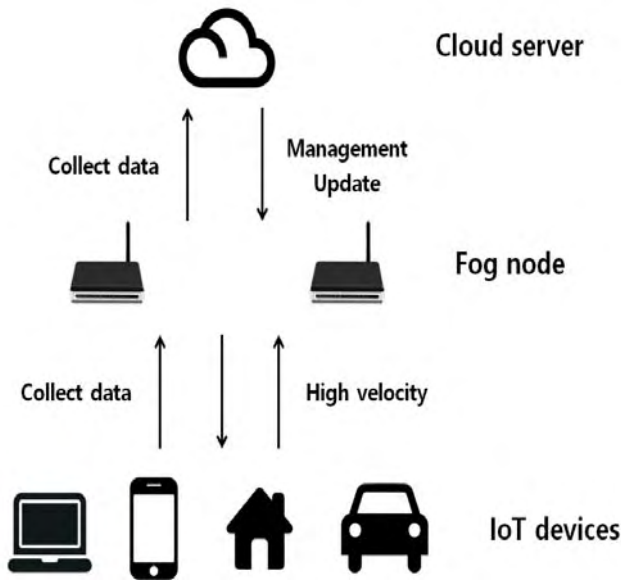
포그 컴퓨팅은 클라우드 서버보다 사용자와 조금 더 가까운 곳에 위치하여 보다 빠른 속도를 보장할 수 있다. 그리고 데이터 트래픽이 집중되는 곳에 포그 노드를 설치할 경우 클라우드 서버에 몰리는 데이터들을 분산시킬 수 있는 효과도 있어 사물 인터넷 환경에 적합한 기술로 주목받고 있다. 포그 컴퓨팅의 도입 후 사용자는 실시간 서비스나 빠른 속도를 필요로 하는 서비스를 보다 쉽게 제공할 수 있게 되었지만 아직 명백한 보안 취약점이 존재하며 이에 대한 가이드라인이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서 우리는 포그 컴퓨팅 환경의 시스템 모델과 그에 따르는 보안 이슈에 대해 논의한다.

2. 포그 컴퓨팅

포그 컴퓨팅은 기존에 이미 존재하던 클라우드 컴퓨팅에서 제공하던 서비스를 사용자에게 조금 더 가까운 위치에서 지원해주는 기술이므로 완전히 새로운 개념은 아니다. 컴퓨팅 성능과 저장 공간 혹은 응용 프로그램의 서비스와 데이터를 제공하는 개념 자체는 클라우드 컴퓨팅과 매우 유사하다. 그러나 포그 컴퓨팅은 클라우드 컴퓨팅보다 더욱 근접한 영역에서 사용자에게 서비스를 제공하기 때문에, 보다 더 짧은 대기 시간과 서비스 품질을 향상시킬 수 있다는 장점이 있다. 또한 포그 컴퓨팅은 사물 인터넷이 발전됨에 따라 급속도로 증가하는 트래픽 양을 수용하고 처리하기 위해서 클라우드 컴퓨팅 기술에만 의존하여 생기는 문제들을 해결하기에 유용하다. 이러한 장점은 5G 기술의 네트워크 용량을 증가시키는데 적합하기 때문에 주목할만한 기술이다 [1], [2].

포그 컴퓨팅은 세 가지 특성을 가지고 있는데, 첫 번째는 지역 근접성이다. 이는 클라우드 서버와 사용자 사이에 포그 노드들이 존재하고 컴퓨팅 능력과 저장 공간 및 네트워크 서비스를 제공하는 가상화된 플랫폼이기 때문이다. 이로 인하여 지연 시간이 적어야 하는 게임이나 비디오 스트리밍에 매우 적합한 플랫폼이다. 이러한 서비스를 제공하기 위해 포그 노드는 사용자 장치 가까이 위치하며 AP, 라우터나 스위치 등의 역할을 수행하고 클라우드보다 가까운 영역에서 서비스를 제공할 수 있다. 포그 컴퓨팅의 두 번째 특성은 분산 효과가 존재한다는 것이다. 기존의 클라우드 컴퓨팅은 많은 데이터가 하나의 클라우드 서버에 집중되어 병목 현상이 발생하고 대기 시간이 늘어난다

는 단점이 존재하였다. 따라서 포그 노드를 네트워크 트래픽이 많은 곳에 설치함으로써 이러한 병목 현상을 줄일 수 있다. 마지막 특성은 포그 컴퓨팅은 모바일에도 지원 가능하다. 포그 노드는 모바일 장치와 직접 통신을 할 수 있으며, 이동 중에도 서비스를 제공할 수 있다. 예를 들어 버스나 지하철과 같이 대역폭을 많이 필요로 하는 곳에 위치하는 경우 클라우드 서버에 집중하는 트래픽을 줄일 수 있다 [3]. 그림 1은 이러한 포그 컴퓨팅의 시스템 모델을 표현하였다.



(그림 1) 포그 컴퓨팅 시스템 모델

3. 포그 컴퓨팅의 보안 이슈

포그 컴퓨팅의 주된 보안 이슈로는 네트워크 보안 이슈가 있다. 포그 컴퓨팅에서 발생할 수 있는 네트워크 공격으로는 서비스 거부 공격과 분산 서비스 거부 공격, 무선 네트워크 보안과 침입 탐지 시스템 그리고 SSL/TLS가 있다 [4].

서비스 거부 공격과 분산 서비스 거부 공격은 공격자가 서버에 막대한 트래픽을 요구하여 시스템을 다운시키거나 속도를 지연시키는 공격 방법이다. 이 공격은 주로 네트워크 기능을 마비시키는 공격으로 빠른 서비스 제공이 장점인 포그 컴퓨팅에선 속도의 지연만으로도 충분히 심각한 위협이 될 수 있다. 두 번째로 무선 네트워크 보안은 포그 컴퓨팅이 주로 활용될 것으로 예상되는 사물 인터넷 환경에서 포그 노드와 사물 인터넷 기기 사이 연결이 무선 네트워크로 이루어질 가능성이 높는데, 무선이라는 환경 때문에 여러 가지의 보안 문제가 존재할 수 있다. 예를 들어 재밍 공격은 공격자가 원래의 메시지를 훼손하거나 수신자에게 도달하지 못하도록 무선 네트워크 환경에 라디오 주파수를 전송하는 방법인데, 이 공격은 네트워크 성능을 저하시키기 때문에 포그 컴퓨팅을 설계할 때 유의하여야 한다. 세 번째로 포그 컴퓨팅에서 침입 탐지 시스템은 포

그 노드의 감시를 통해 이루어질 수 있다. 하지만 이러한 포그 컴퓨팅 환경에서 한 개의 클라우드 서버가 관리하는 포그 노드의 수나 포그 노드가 관리하는 사물 인터넷 기기의 수가 매우 많을 수 있다. 또한 사물 인터넷 기기는 유동적으로 움직일 수 있으므로 포그 컴퓨팅 환경에서 침입 탐지 시스템은 더욱 고려되어야 한다 [5], [6]. 마지막으로 SSL/TLS는 Secure Socket Layer(SSL)과 Transport Layer Security(TLS)로써 현재 가장 많이 사용되고 또한 안전하다고 알려진 표준 네트워크 보안 프로토콜이다. 이 프로토콜은 상호 간의 인증과 기밀성 및 무결성을 제공한다. 하지만 안정성이 뛰어난만큼 프로토콜 자체가 매우 무거우며, 이러한 단점으로 인해 클라우드와 포그 노드 사이에서는 운용될 수 있지만 포그 노드와 사물 인터넷 기기 사이에서는 부담이 된다. 따라서 이를 어떻게 포그 컴퓨팅 환경에서 쓰일 수 있도록 경량화할 수 있을지를 고려해야 한다. 표 1은 이러한 포그 컴퓨팅의 보안 이슈에 대해 항목 별로 표기하였다 [7].

<표 1> 포그 컴퓨팅 보안 이슈

구분	종류
Authentication	Reply attack
	Man in the middle attack
Network Security	DoS/DDoS attack
	SSL/TLS
	Intrusion Detection System
	Wireless network security
Secure data storage	Data encryption
	data audit
	secure deduplication

4. 결론

본 논문에서는 현재 광범위하게 상용화가 이루어진 클라우드 컴퓨팅의 혼잡도 증가와 속도 저하로 인한 문제점을 해결하기 위해 등장한 포그 컴퓨팅의 개념과 그의 보안 이슈에 대해 논하였다. 기존에 존재하던 클라우드 컴퓨팅은 경직성으로 인해 사물 인터넷 환경에서 효과적으로 사용할 수 없다는 문제점이 존재한다. 이에 따라 포그 컴퓨팅이 제안되었는데, 포그 컴퓨팅은 클라우드 서버보다 사용자와 조금 더 가까운 곳에 위치하여 빠른 처리 속도를 보장하며, 데이터 트래픽이 집중되는 곳에 포그 노드를 설치할 경우 병목 현상을 효과적으로 해결할 수 있어 사물 인터넷 환경에 적합한 기술로 주목받고 있다. 포그 컴퓨팅은 이동성과 서비스 지연의 최소화로 사물 인터넷에 가장 적합한 시스템으로 생각되고 있으나 현재까지도 그에 관한 보안 가이드라인이 명확하게 존재하지 않는다. 사물 인터넷 기기가 실생활에 점점 가까워짐에 따라서 보안에 관한 중요성도 함께 대두되고 있다. 또한 사물 인터넷 기기

는 다양한 서비스 모델을 제공하는만큼 그에 따른 수많은 보안 요구사항을 가진다. 따라서, 시스템의 설계자는 포그 컴퓨팅 환경에서 새롭게 발생하는 보안 이슈들과 요구사항을 고려하여 시스템을 설계해야 한다.

Acknowledgement

이 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(No. 2016R1A2B4011069).

참고문헌

- [1] Bonomi, Flavio, et al. "Fog computing and its role in the internet of things." Proceedings of the first edition of the MCC workshop on Mobile cloud computing. ACM, 2012
- [2] Pengfei Hu, Sahraoui Dhelim, Huansheng Ning, Tie Qiu, "Survey on fog computing: architecture, key technologies, applications and open issues", Journal of Network and Computer Applications, Volume 98, 2017
- [3] Bonomi, Flavio, et al. "Fog computing: A platform for internet of things and analytics." Big Data and Internet of Things: A Roadmap for Smart Environments. Springer International Publishing, 2014
- [4] Stojmenovic, Ivan, and Sheng Wen. "The fog computing paradigm: Scenarios and security issues." Computer Science and Information Systems (FedCSIS), 2014 Federated Conference on. IEEE, 2014
- [5] 남현재, 최호열, 신형준, 권현수, 정종민, 한창희, 허준범. "포그 컴퓨팅 환경에서의 보안 및 프라이버시 이슈에 대한 연구." 한국통신학회논문지 제42권, 제1호, 2017년
- [6] Modi, Chirag, et al. "A survey of intrusion detection techniques in cloud" Journal of Network and Computer Applications 36.1, 2013
- [7] Dierks, Tim. "The transport layer security (TLS) protocol version 1.2.", 2008