

개인 통신망 환경에서 안전하고 효율적인 파일 관리를 위한 포그 컴퓨팅 기반 파일 분산 저장 기법

박정은, 박영훈

숙명여자대학교 컴퓨터과학과

e-mail : je.park@sookmyung.ac.kr, yh.park@sookmyung.ac.kr

File Sharing Scheme based on Fog Computing System for Secure and Efficient File Management in Personal Area Network

Jung-Eun Park and Young-Hoon Park

Division of Computer Science, Sookmyung Women's University

요 약

최근 들어 다양한 웨어러블 기기의 수가 폭발적으로 증가하고 있으며, 가까운 미래에는 네트워크를 통해 서로 통신하며 개인 통신망(Personal Area Network, PAN)을 이룰 것으로 예상된다. PAN을 구성하는 기기들은 프라이버시에 민감한 수많은 정보들을 생성하고 저장하게 되는데, 이러한 기기들에 보안 공격이 발생하거나 기기가 분실될 경우 정보가 유출될 가능성이 크다. 이러한 문제를 해결하기 위해 개인 통신망을 이루는 기기들에 (k, n) -파일 분산법을 적용할 것을 제안하며, 이 파일 분산법에 사용되는 연산을 더욱 효율적으로 할 수 있도록 이에 포그 컴퓨팅을 접목하여 웨어러블 기기의 한정적인 자원을 효율적으로 이용할 수 있도록 하고, 네트워크 지연을 낮춰 개인 통신망에서의 실시간 데이터 처리에 적합한 시스템을 제안한다.

1. 서 론

스마트폰, 태블릿PC 등 다양한 스마트 모바일 기기의 등장을 시작으로 스마트워치, 스마트신발, 스마트안경 등 더욱 우리 생활에 밀접한 웨어러블 기기들이 다양하게 등장하고 있으며, 개인의 몸에 장착하여 인간의 생활을 편리하게 도와줄 더욱 똑똑한 기기들이 등장 할 것으로 예상된다. 이러한 모든 기기들은 네트워크로 연결되어 있으며, 각 기기는 수많은 데이터를 생성한다. 이러한 기기들은 네트워크를 통해 서로 통신하며 개인 통신망(Personal Area Network, PAN)을 이룬다.

개인 통신망은 한 명의 사람의 범위 내에서 프로세서를 가진 모든 컴퓨터 기기들 간의 통신을 위한 컴퓨터 네트워크를 의미한다. [1] 개인 통신망에 연결되어 있는 기기들은 개인의 건강 정보와 같은 프라이버시에 민감한 수많은 정보들을 생성하며 저장하게 된다. [2]

개인 통신망을 이루는 기기들은 대부분 작고 가벼우며 휴대용 기기이기 때문에 잃어버려 정보가 유출될 가능성이 크다. 또한, 배터리를 통해 동작하기 때문에 에너지 소비 문제로 인해 강력한 보안 솔루션을 갖추지 못한다. 기기들이 모두 네트워크로 연결되어 있고 강력한 보안 솔루션을 갖추지 못했기 때문에 웨어러블 기기들은 보안 공격에 취약하며, 그 때문에 개인의 중요한 정보가 유출되기 쉽다. [3]

개인 통신망 환경은 여러 대의 기기가 네트워크로 연결

되어 있으므로 이러한 정보 유출 문제는 파일을 비밀 값으로 변환한 뒤 분산하여 저장하고 분산된 비밀 값 중 몇 개의 파일 공유가 모이면 원본 파일을 복구할 수 있는 파일 분산법을 적용하여 문제 해결이 가능하다. 하지만 대부분의 파일 분산법은 다항식 기반이기 때문에 연산량이 매우 커서 웨어러블 기기로 이루어진 개인 통신망에 적합하지 않다. 그러므로 [4]에서 제안한 조합 기반의 파일 분산법인 (k, n) -파일 분산법을 적용한다면 연산량을 크게 줄일 수 있다.

하지만 이 기법에서는 각 장치마다 다른 용량이나 대역폭 등의 특성이 고려되지 않아 데이터 송수신 시 지연율이 증가할 수 있는 문제점을 가진다. 또한 이 기법은 파일 공유를 만들기 전에 원본 파일을 여러 개의 세그먼트로 나누는 연산을 하므로 이러한 연산을 최대한 줄이고 지연율을 낮춰 효율성을 높이는 것은 개인통신망 환경에서 매우 중요한 이슈이다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 포그 컴퓨팅(fog computing)을 도입하고자 한다.

엣지 컴퓨팅(edge computing)이라고도 불리는 포그 컴퓨팅은 클라우드 서비스를 사용자가 위치한 네트워크 엣지까지 확장하여 기존의 클라우드가 부담하고 있었던 데이터 처리와 가공과 같은 큰 연산이 필요한 역할을 포그 노드가 담당할 수 있도록 디자인 된 모델이다. 그러므로 포그 컴퓨팅을 이용하면 IoT 기기에서 필요한 연산, 데이터 저장, 그리고 네트워크 서비스를 보다 효율적으로 제공

받을 수 있게 된다. [5] 이러한 포그 컴퓨팅의 장점을 개인 통신망에 연결된 기기에서 생성되고 저장되는 데이터의 보안을 위한 기법에 적용하면 효율성을 높일 수 있다.

그러므로 본 논문에서는 포그 컴퓨팅을 적용하여 파일 분산법에 필요한 연산을 각 기기나 지연율과 같은 효율성 문제가 존재하는 클라우드 서버나 한정적인 자원을 가진 웨어러블 기기가 아닌 포그 노드가 담당하도록 하여 개인 통신망에 연결된 기기들의 한정적인 자원을 더욱 효율적으로 사용할 수 있는 시스템 모델을 제안하고자 한다.

2. 제안하는 시스템

이 부분에서는 (k, n) -파일 분산법에 대해서 간단히 설명하며, 포그 컴퓨팅을 이용한 (k, n) -파일 분산법의 시스템을 제안하고 시스템 모델을 분석한다.

2.1 (k, n) -파일 분산법

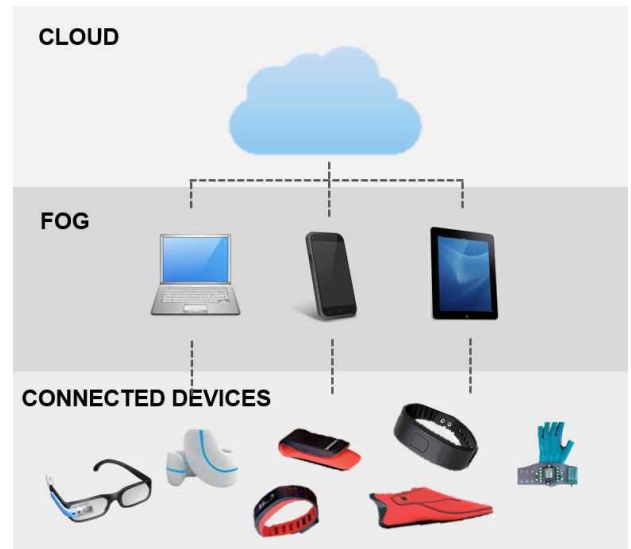
(k, n) -파일 분산법은 분산 저장 시스템에 참여하는 전체 기기의 수를 n 이라하고 원본 파일을 복구하기 위해 모여야 하는 최소 기기의 수를 k 라고 할 때, 한 기기가 파일을 저장하고자 하면 n 개의 파일 공유를 생성하여 각 파일 공유를 n 개의 기기에 각각 저장하고, 원본 파일을 복구하고자 할 때 k 개 이상의 기기의 파일 공유가 모이면 원본 파일 복구가 가능한 기법이다. $k-1$ 개 이하의 파일 공유가 모인다면 원본 파일의 복구가 불가능 하다. 그러므로 $n-k$ 개의 기기가 해킹당하거나 분실되지 않는 이상 중요한 파일이 유출되는 것을 막을 수 있다. [6]

2.2 포그 컴퓨팅을 이용하는 (k, n) -파일 분산법

개인 통신망 환경에서의 포그 컴퓨팅 환경은 그림 1에 나타나져 있다. 개인 통신망을 이루는 다양한 웨어러블 기기들은 모두 네트워크로 연결되어 있으며 이는 그림 1의 최하위 단계 해당한다. 이 기기들은 남은 용량과 네트워크 속도 등 특징들이 모두 다르다. 또한, 각 기기는 모두 연산 장치를 가지지만 배터리로 동작하므로 한정적인 자원을 가지고 있어 이러한 기기에서의 큰 연산은 적합하지 않다. 그러므로 (k, n) -파일 분산법의 파일 공유 크기 결정에 필요한 연산은 이러한 컴퓨팅 파워가 적은 기기들이 아닌 대체적으로 컴퓨팅 파워가 큰 스마트폰이나 노트북, 개인 PC와 같은 기기를 포그 노드로 두고, 파일 공유 크기를 결정하는 연산에는 그림 1의 중간 단계에 있는 포그 단계에서 처리하도록 한다. 각 기기들은 자신의 남은 용량과 네트워크 속도에 대한 정보를 연산을 담당하는 포그 노드에게 전달해주고, 파일을 분산시켜 저장하고자 하는 기기는 파일을 포그 노드에게 전송한다. 포그 노드는 전달 받은 파일과 기기의 특성들을 분석하여 각 기기들에 맞는 파일 공유를 만드는 연산을 수행하여 파일 공유를 생성한 후 각 기기들에게 특성에 맞는 파일 공유를 전달한다. 파일을 복구하고자 할 때는 포그 노드에서 현재 네트워크에

연결되어 있는 기기들 중 최적의 $k-1$ 개의 기기를 선택한 후 각 기기의 통신 속도를 고려하여 각각의 기기로부터의 최적의 파일 공유 수신량을 스케줄링하는 연산을 수행하여 원본 파일을 복구할 수 있다. 클라우드 서버가 아닌 포그 노드에서 이러한 큰 연산을 처리한다면 수많은 데이터들을 클라우드로 보내지 않고 기기들과 포그 노드 간의 거리가 가까운 포그 노드에서 데이터를 처리하므로 네트워크 지연율을 감소시켜 효율성을 증가시킬 수 있으며, 개인 통신망 내의 로컬 기기가 아닌 포그 노드에서 이러한 연산을 대신 할 경우 개인 통신망에 연결된 모든 기기의 특성을 빠르게 파악하여 컴퓨팅 파워가 상대적으로 큰 포그 노드에서 연산을 수행하여 연산 시간을 줄일 수 있다. 그러므로 웨어러블 기기는 포그 노드와의 통신비용만 고려하면 되므로 웨어러블 기기의 자원을 더욱 효과적으로 사용할 수 있다.

효율적인 파일 공유 생성과 원본 파일 복구를 위한 연산을 수행하고 데이터를 가공한 포그 노드는 연산에 필요한 피드백이 될 만한 정보를 클라우드 서버로 보내 클라우드는 다음 연산 시 더욱 효율적인 연산을 가능하도록 분석하여 포그 노드에게 정보를 전달 해 줄 수 있다. 또한 중요한 데이터는 클라우드 서버로 보내 클라우드를 데이터 센터의 역할로 사용 할 수 있다.



(그림 1). 개인 통신망 환경에서 포그 컴퓨팅 시스템 모델

3. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 웨어러블 기기들로 이루어진 개인통신망 환경에서의 정보 보안을 위해 (k, n) -파일 분산법을 사용할 것을 제안하고 (k, n) -파일 분산법에 필요한 연산을 효율적으로 할 수 있도록 포그 컴퓨팅을 적용한 시스템 모델을 제안했다. (k, n) -파일 분산법에서 파일 공유를 만들기 위해 필요한 연산을 로컬 기기나 클라우드 서버가 아닌 포그 노드를 이용함으로써 네트워크 지연율을 낮춰 실시간 통신을 필요로 하는 개인 통신망 환경을 더욱 개선

할 수 있으며, 개인 통신망에 연결된 기기들의 자원 문제를 해결할 수 있다.

향후 연구에서는 본 논문에서 제안한 포그 컴퓨팅을 이용하는 (k, n) -파일 분산법을 실제로 구현해 보고 실제 성능을 분석하여 포그 컴퓨팅을 적용했을 때의 효율성을 증명하도록 한다.

Acknowledgement

이 논문은 2017년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2017R1C1B5018116, 서비스 확장성과 신뢰성 있는 IoT 환경을 위한 SDN 플랫폼 및 보안 기술 개발)

참고 문헌

- [1] "개인 통신망." 위키백과, 2017,
https://ko.wikipedia.org/w/index.php?title=%EA%B0%9C%EC%9D%B8_%ED%86%B5%EC%8B%A0%EB%A7%B9&oldid=19618308.
- [2] Jovanov E, Milenkovic A, Otto C, De Groen P, "A wireless body area network of intelligent motion sensors for computer assisted physical rehabilitation", Journal Of Neuroengineering & Rehabilitation (JNER), vol. 2, Jan, 2005, pp. 6-10.
- [3] J. E. Park, and Y. H. Park, "Efficiency Enhanced Combinatorial-based File Sharing Scheme for Distributed Storage with Heterogeneous Personal Devices", International Journal of u- and e- Service, Science and Technology (IJUNESST), vol. 10, no. 9, Sep. 2017, pp. 151-164.
- [4] Y. H. Park, E. D. Lee, and S. W. Seo, "Lightweight (k, n) -file sharing scheme for distributed storages with diverse communication capacities", 2014 IEEE Conference on Communications and Network Security, San Francisco, CA, 2014, pp. 373-381.
- [5] T. H. Luan, L. Gao, Z. Li, Y. Xiang, L. Sun, "Fog computing: Focusing on mobile users at the edge", arXiv preprint, 2015.
- [6] A. Shamir, "How to share a secret", Commun. ACM, vol. 22, no. 11, Nov, 1979, pp. 612-613.