5G 네트워크 관리를 위한 RSSI기반 프로액티브 핸드오버 기법

장영훈*, 샤이드 무하마드 라자*, 김문성**, 추현승*
*성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과
**서울신학대학교 교양학부
*{jang0h,s.moh.raza, choo}@skku.edu
**moonseong@stu.ac.kr

Proactive Handover Management Based on RSSI Prediction for 5G Network

YoungHoon Jang*, Syed Muhammad Raza*, MoonSeong Kim**, HyunSeung Choo*
*Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University
**Dept. of Liberal Art, Seoul Theological University

요 약

IoT(Internet of Things)기기의 이용률은 가파르게 증가추세를 보이며, 이젠 어떠한 사물에도 인터넷이 보급될것으로 전망된다. 5G 네트워크는 이러한 수많은 기기들을 끊임없이 통신하게 할 수 있는 역할을 해내기 위한 매개체로 보인다. 미래의 원활한 통신을 위한 핵심기술인 5G 네트워크는 기존보다 작아진 셀들로 이루어 져 있다는 것이 가장 큰 특징이다. 그러나, 이러한 점은 셀이동시 사용되는 기존의 핸드오버 방법으로 모빌리티를 관리하기에는 최적화 되어있지 않다.본 논문에서는 5G 환경에서 직면할 문제인 핸드오버의 새로운 관리기법을 제안한다.

1. 서론

IoT기기 이용률의 증가추세는 최근 5년간 13배 증가하는 등, 여러 사물과 기기들에 Internet이 보급되며 IoT시대를 넘어 IoE(Internet of Everythings) 시대를 맞이하고 있다.이는 여러 산업요인들이 적용하면서 더욱 폭발적인 증가추세를 이루었다고 보인다. 이러한 산업요인들 중에는 5G, AI 등이 존재한다.

5G는 대용량, 초고속, 초저지연, 초연결을 지향하는 5세대 이동통신(5 Generation)을 나타낸다. 5G 환경의 특징은 막대한 양의 데이터를 처리하기 위해 "스몰 셀(Small Cell)"이라는 기술을 사용한다는 것이다. 스몰 셀은 일반적으로 수 km의 광대역 커버리지를 지원하는 매크로 셀(Macro Cell)과는 달리, 낮은 전송 파워와 좁은 커버리지(10~수백m 정도)를 갖는 소형 기지국으로 이루어져 있다. 그러나 셀의 크기를 제한 시키는 만큼 이동성을 갖고있는 IoT기기들의 통신을 위한 셀을 재할당하는 행위가 증가하게 된다. 이러한 이동성에 의하여 셀을 재할당 하는 행위를 핸드오버(Handover)라고 한다.

본 논문에서는 5G 환경에서 직면할 문제인 핸드오버 관리에 대한 고찰과 새로운 관리기법을 제안한다.

2. 핸드오버 프로세스

이 장에서는 먼저, 4G 환경에서 사용자의 모빌리티를 통한 핸드오버 절차에 대해 설명한다. 4G 환경에서의 핸드오버는 크게 "준비-시행-완료" 3단계를 거쳐 진행된다.

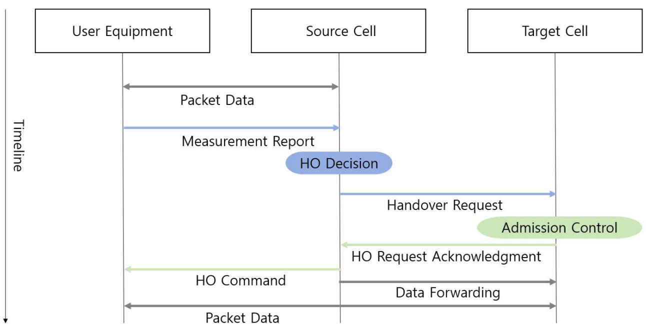

그림 1 Handover Process[1]

그림 1과같이 UE(UserEquipment)는 현재 리소스를

제공하고 있는 셀과의 통신을 진행하면서 측정되는 신호의 세기값과 주변의 셀들의 세기값들을 기반으로 레포트를 작성하여 보고를 진행한다. 기지국은 수신된 UE의 레포트를 기반으로 신호의 세기값이 임계값 이하로 떨어졌을 때를 판단하고, 판단을 근거로 타겟 셀을 지정 및 타겟 기지국에게 핸드오버를 요청한다. 그 이후 데이터 포워딩 및 셀 재할당을 진행하며 UE의 핸드오버가 완료된다.

2.1 현재의 핸드오버의 문제점

현재의 핸드오버 프로세스는 그림2와 같이 UE의 레포트 값에 따라 정의된 임계값을 기반하여, 임계값보다 값이 낮을 경우 핸드오버 여부가 결정된다.

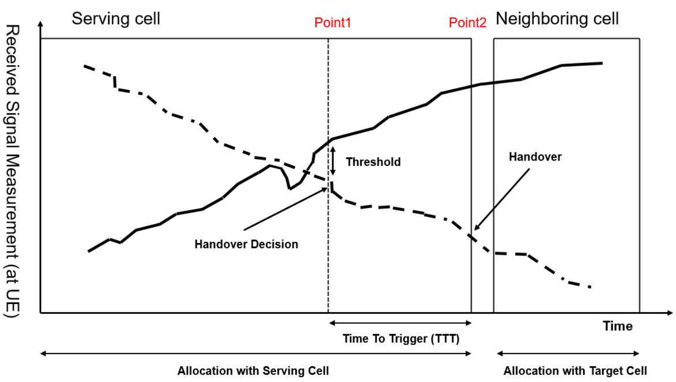

그림 2 Report of Handover[2]

그러나, 이러한 방법은 제한적이며 불필요한 리소스 감소가 야기된다. 그 이유는 핸드오버 여부가 결정이 되어도 핸드오버 트리거 시간 즉, 셀변경을 하는 동안의 시간이 필요하기 때문이다. 그림2를 보면 알수있듯이 Point1 지점에서 임계값을 기반한 핸드오버 여부가 결정되지만, Point2 지점이 되어서야 타겟 셀에 할당이 되었다. 이 이유는 UE가 측정하는 세기를 기지국에서 리액티브한 방식으로 받아들이기 때문인데, 이러한 점은 핸드오버가 빈번한 5G 환경에서의 적합한 핸드오버 방식이 될 수 없다.

3. 제안 시스템

만일 핸드오버가 필요한시점, 즉 Point1 지점에서 핸드오버가 곧바로 일어난다면 이는 불필요한 리소스 감소를 줄일수 있으며, 이는 5G가 지향하는 통신 QoS(Quality of Service)를 보장할수 있다. 이러한 방식으로 QoS를 보장하는 대표적인 방법은 2가지로 볼수 있다. 첫번째는 TTT(Time To Trigger)의 시간을 줄여 Point1지점에 가깝게 핸드오버를 하는 것, 다른 하나는 핸드오버 여부를 앞에서 결정하는 것이다. 본 논문에서는 후자에 관한 방법을 제시 한다.

3.1 LSTM(Long short-term memory)[3]

LSTM은 딥 러닝 분야에서 사용되는 인공 반복 신경망 아키텍처 이다. RNN(Recurrent Neural Network)의 장기 의존성 문제를 해결하고자 Hochreiter가 제안한 알고리즘 이다. LSTM은 여러 분야의 문제를 굉장히 잘 해결 하였고, 대표적으로 NLP(Natural Language Processing)분야뿐만 아니라 주식예측과 같은 시계열 데이터에서 굉장한 퍼포먼스를 보인다.

3.2 예측기반 핸드오버 시스템

예측기반 핸드오버 시스템을 구축하기 위해선 첫 번째로, 기지국에서 레포트값을 통해 다음 시퀀스를 예측하는 적합한 모델학습이 필요하다. UE에서 측정되는 신호의 세기는 RSSI와 같은 세기값을 나타내는 지표에 의하여 값을 표현하는데, 이는 값들이 기지국에 순차적으로 시퀀스하게 보고가 되며 핸드오버의 기준이 된다. LSTM은 시퀀스데이터를 예측하는 대표적인 딥러닝 모델이다. 이러한 점은 핸드오버 여부를 결정짓는 신호의 세기값을 예측하는데 있어 적합성을 보인다. 핸드오버의 의사결정을 행하는 주체인 기지국은 레포트를 기반으로 적절한 LSTM예측모델을 구축한다. 두 번째로, 기지국은 신호세기를 예측하는 LSTM기반의 측정모델을 사용하여 보고된 셀들의 미래의 값을 예측한다. 만약 특정 셀이 임계값 조건을 만족하여 핸드오버가 결정이 될 경우 미래의 보고될 실제값을 기다리지 않고 핸드오버 여부를 결정 및 시행한다.

System Algorithm

Require: Seq{$RSSI_t$}, thresh
  procedure Sequence Trigger
    function LSTMpredict
      y = model.predict(Seq { $RSSI_t$ })
      return y
    if LSTMpredict(Seq)< thresh **then**
      Handover(*Seq*[Target])
    else
      Seq ← Empty
  end procedure

4. 결론

예측기반 핸드오버 시스템은 핸드오버를 미리 앎에서 알게 되어 QoS를 증진시키는데 기여를 할 수 있다. 평일한 경우, TTT의 값은 평균(250~450ms)를 소요하게 된다. 이는 곧, 최대 0.45초의 불필요한 리소스감소를 줄일수 있음을 보인다. 그러나, 핑퐁효과 방지나, 모빌리티를 예측하는것에 있어서의 정확도 측면에 관한 기술적인 챌린지가 필요하다고 보인다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 ICT명품인재양성 사업(IITP-2020-2051-001), Grand ICT연구센터지원사업(IITP-2020-2015-0-00742)과 2020년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2020R1A2C2008447).

참고문헌

[1] Chen, Yun, et al. "Efficient drone mobility support using reinforcement learning." 2020 IEEE wireless communications and networking conference (WCNC). IEEE, 2020.

[2] Karandikar, Abhay, Nadeem Akhtar, and Mahima Mehta. Mobility Management in LTE Heterogeneous Networks. Springer Singapore, 2017.

[3] Hochreiter, Sepp, and Jürgen Schmidhuber. "LSTM can solve hard long time lag problems." Advances in neural information processing systems. 1997.