

SDR 기반 5G PSS(Primary Synchronization Signal) detection 시간 감축을 위한 향상된 SSB 탐색 기법

김빛나, 김주엽*
숙명여자대학교

bn7952@sookmyung.ac.kr, *jykim@sookmyung.ac.kr

Enhanced SSB search Scheme for 5G PSS detection Based on Software-Defined Radio

Bitna Kim, Juyeop Kim*
Sookmyung Women's Univ.

요 약

최근 SDR 기술의 발전으로 범용 플랫폼에서도 유연한 기저대역 신호 처리가 가능해졌다. 5G NR의 상용화가 이루어진 시점에서 5G 시스템을 SDR 기술로 구현하기 위한 연구가 더욱 활발하다. 본 연구에서는 SDR 기반 초기 셀 탐색을 위한 동기화과정에서 기존에 오랜 시간이 걸리는 PSS detection의 시간 감축을 위한 SSB 탐색 방법을 모색하였으며 구현한 방법을 토대로 탐색시간을 측정하였다. 결과적으로 성능비교를 통해 기존에 비해 시간이 절감된 것을 확인하였다.

I. 서론

CPU의 비약적인 발전에 따라 하드웨어로 구현하던 신호처리를 소프트웨어로 구현하는 SDR(Software-Defined Radio) 기술에 대한 연구가 활발해지면서, 범용 플랫폼에서도 유연한 기저대역 신호 처리가 가능해졌다. 또한 SDR의 특성에 따라 기저대역의 RF 모듈 부분의 변경이 용이하며 실시간 처리가 가능하다.

5G 시스템이 상용화된 시점에서, LTE(Long Term Evolution)시스템을 차용한 5G NR 시스템을 SDR 기술로 안정적으로 구현하는 것이 필요하다. LTE 시스템과 구별되는 5G 시스템의 특징 중 하나는 PHY Layer에서 Synchronization을 하기 위해 SSB(Synchronization signal block)를 탐색하는 것이다. 기존 OAI(Open Air Interface)기반 구현시스템에서는 SSB 탐색의 첫 과정인 PSS detection의 시간소모가 상대적으로 크다.

본 논문에서는 SSB의 구조에 맞게 RF 신호의 sampling rate를 조절하여 PSS detection의 시간 및 초기 cell search 시간을 줄일 수 있는 탐색방법을 구현하고자 한다. 또한 initial cell search 시간을 측정하여 기존 방법 대비 구현한 방법의 탐색시간을 감소하는 것을 확인한다.

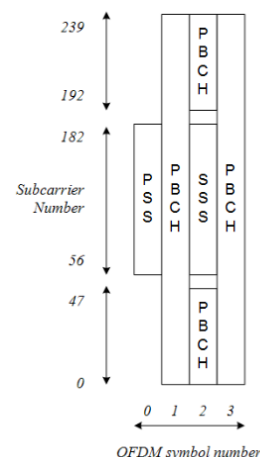
II. 본론

Synchronization 과정에서 PSS와 SSS detection을 통해 frame boundary와 cell ID 정보를 얻는다. 그 다음 PBCH를 이용하여 MIB를 decoding 함으로써 신호 검출에 필요한 정보들을 얻을 수 있다. SSB는 PSS, SSS, PBCH 세가지로 정의되어 있는데 그 구조는 <그림 1>과 같다. 처음 초기 셀 탐색 시, 특히 PSS detection은 모든 frequency에 대하여 full search를 하므로 FFT size가 클수록 연산시간이 오래 걸려 시간소모가 크다. 따라서

FFT size(OFDM symbol size)를 줄여야 하는데 이를 위해 두가지 고려사항이 있다.

첫째, FFTsize가 PSS&SSS pattern보다 커야한다.

둘째, SCS(SubCarrierSpace) = sampling rate/FFTsize PSS&SSS pattern은 127개로 실수부와 허수부 데이터를 고려하면 254개이다. 따라서 FFT size를 기존 1024가 아닌 512를 적용하였다. 또한 현재 SCS는 RRC 단에서 정해져 내려오므로 변경할 FFTsize에 비례해 sampling rate를 바꿔야한다. 그래서 기존 30.72MHz가 아닌 절반 값인 15.36MHz로 RF 신호처리를 해주어야 한다. 이 때 sampling rate를 변경함에 따라 aliasing되는 것을 고려해 bandwidth 값 또한 변경하였다. 이 외에도 UE에서 받는 frame 당 sample 값, first carrier offset 값, ssb start subcarrier 개수, prefix sample 개수를 조정해주었다.



<그림 1> Time and frequency structure of a single SSB

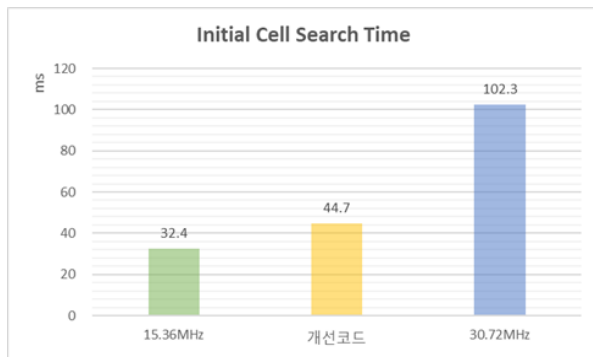
반면 PBCH decoding에서는 sampling rate를 줄이면 initial cell search의 실패 확률이 증가하므로 기존 값을 그대로 사용한다.

따라서, 기존에 한 번에 탐색하던 것을 CRC 옵션을 이용하여 PSS/SSS detection까지 먼저 search하고 다시 PBCH까지 decoding하도록 두 번 search하였다. 이 과정에서 sampling rate와 FFT size 및 이외의 parameter 값들을 변경해주는 함수가 필요하며 HAL 명령을 통해 RF의 sampling rate를 변경해야 한다.

PSS, SSS detection을 통해 찾은 frame boundary를 이용하여 window 구간내에서만 다시 두번째 search를 하도록 구현했기 때문에, 두 번 search할 때 걸리는 시간은 적다.

III. 결론

구현한 탐색방법을 적용하여 initial cell search time을 측정한 결과 average estimation은 <그림 2>와 같다. SSS/PSS/PBCH 전체 과정에서 sampling rate를 15.72MHz로 줄였을 때 32.4ms로 가장 적은 시간이 소요되나 이 때 detection 실패 확률이 크므로 개선코드를 적용하였다. 개선코드를 적용하였을 때는 44.7ms의 시간이 걸리는 것을 확인하였는데 기존방법의 소요시간 102.3ms에 비해 약 56% 감소하였다.



<그림 2> 개선코드(Y)과 기존방법(B)의 측정시간(RSRP: -68dB)

SDR 기반 5G NR Synchronization 과정에서 초기 셀 탐색의 시간을 줄이기 위해 sampling rate를 변경하여 적용한 결과 불필요한 시간소모를 줄일 수 있었다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업이며 (2018R1CB5045506) 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2018-0-0072)

참 고 문 헌

- [1] Igor Kim, Jungsun Um, Seungkeun Park "Implementation of SDR-based 5G NR Cell Search" 2020 22nd International Conference on Advanced Communications Technology(ICAICT), PyeongChanga, Korea

- [2] 5G; NR; Physical Channel and Modulation 3GPP TS 38.211 v.15.6.0 Release 15, Jul. 2019.

- [3] 5G; NR; User Equipment (UE) radio transmission and reception; Part 1: Range 1 Standalone 3GPP TS 38.101-1 v.15.5.0 Release 15, May. 2019.