

# Digital modulation

2016707079 하상천

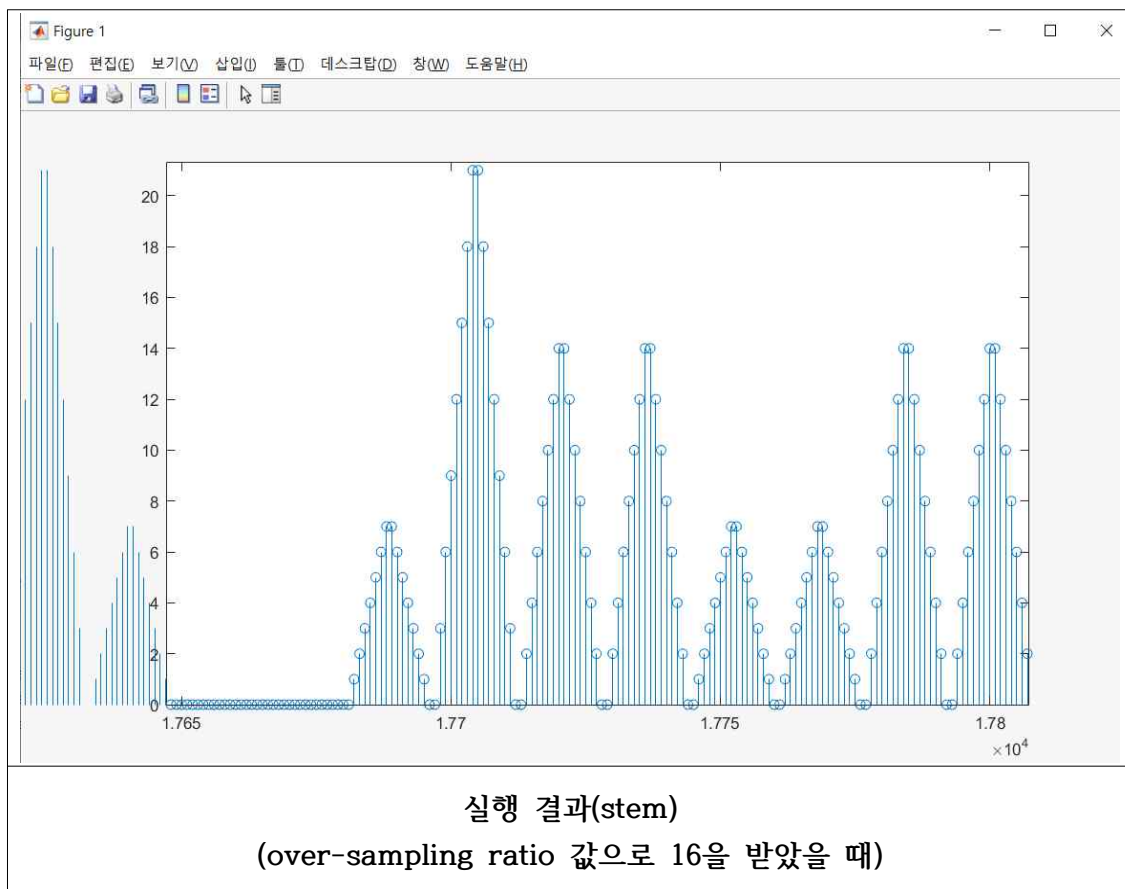
## 과제

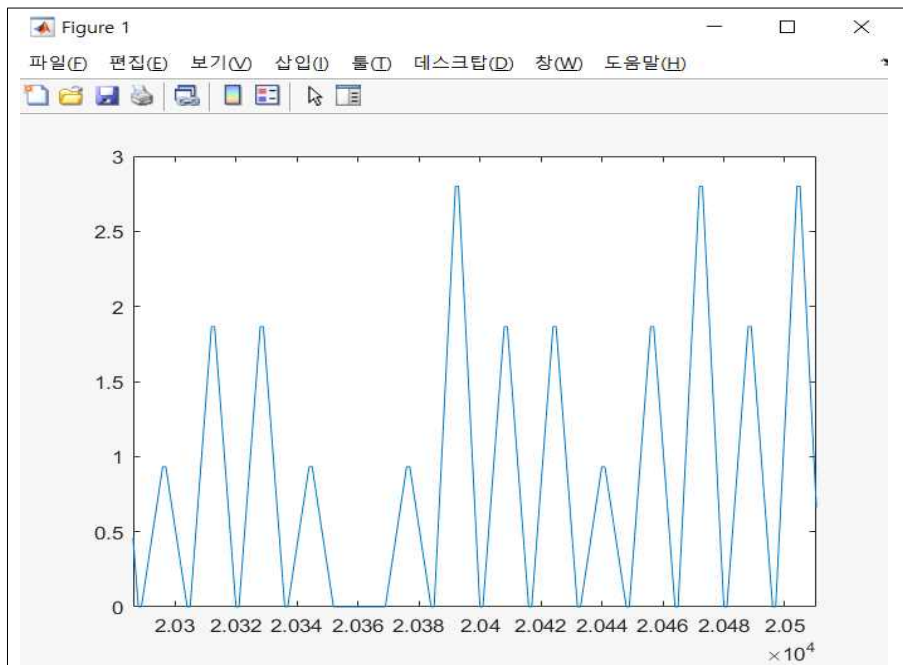
1. 2 bits 씩 읽어서 하나의 symbol로 맵핑
2. 사용할 pulse shape은 삼각파
3. Over-sampling ratio 고려 필요
4. 수신부도 작성할 것 (demodulation)

codeword가  $1000 \times 6$  , codeword2가  $1000 \times 7$  이여서  $1 \times 6000$ ,  
 $1 \times 7000$  형태의 matrix로 바꾸고 2 bits 씩 읽어서 하나의 symbol로 맵핑  
하였다. 삼각파를 만들 때는 over-sampling ratio 값을 하이퍼 파라미터로  
받아서 만들었는데, 짝수일 때와 홀수일 때가 달라 조건문을 통해 나누어주었  
다. 홀수일 때는  $\text{linspace}(0,1,\text{floor}(\text{over\_sampling\_ratio}/2)+1)$ 을 통해 up\_tri를 만  
들어주고 대칭이 되게 하여 down\_tri를 만들어주었고, 짝수일 때는 0부터 2까  
지 over\_sampling\_ratio로 linspace 해준 후 0부터 1사이에 있는 값을 대칭  
으로 하여 삼각파를 만들어 주었다. 수신부에서는 어떻게 symbol 값으로 바꿀  
까 고민을 많이 해보았다. 크게 평균, 합, 중앙값을 생각해보았는데 몇 가지의  
실험을 해본 결과 평균이 decision boundary를 결정하기에 가장 적합한 것  
같아서 평균으로 진행하였다. 0.3334보다 작은 평균값은 0으로, 0.3334와 같  
거나 크고 0.6667보다 작은 평균값은 1로, 0.6667과 같거나 크고 1보다 작은  
값은 2로, 1과 같거나 큰 값은 3으로 mapping 하였다. noise를 더했을 때는  
어떻게 BER과 BLER가 나올까 궁금해서 교수님이 수업시간에 알려주신 방법  
으로 가우시안 노이즈를 더해보았는데 20dB낮은 노이즈는 oversampling  
ratio를 16으로 했을 때 모두 correction하였고, 가우시안 노이즈를 그대로  
더했을 때는 약간 BER과 BLER가 있었다. over sampling ratio를 다르게 하

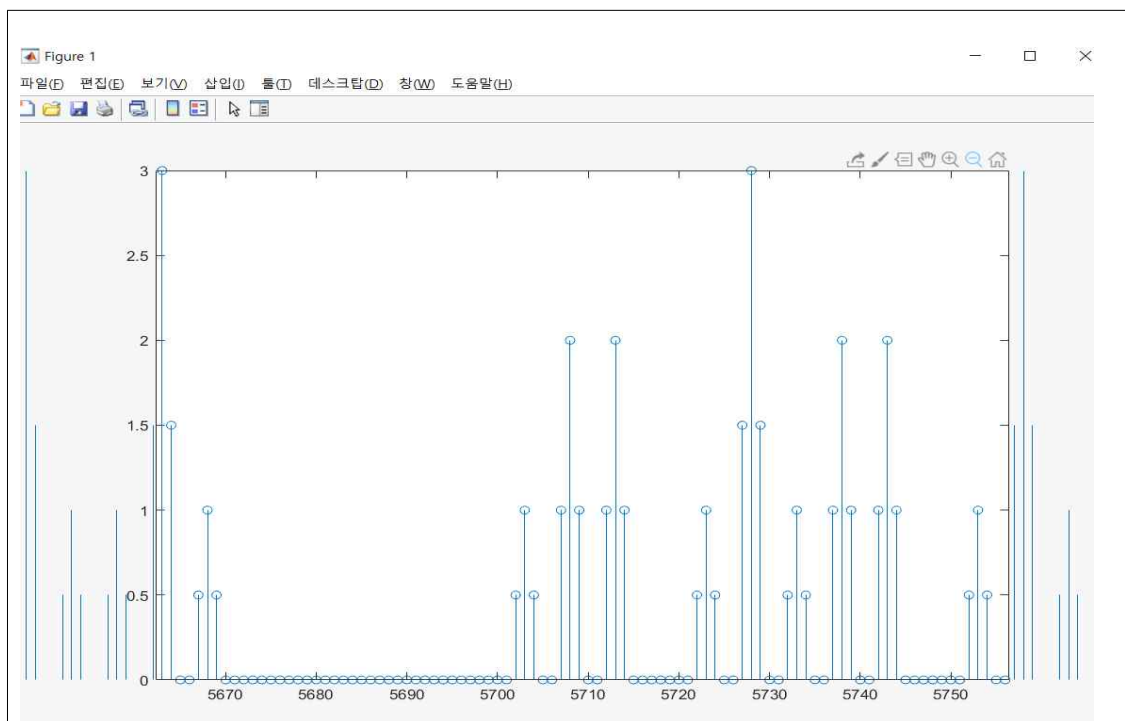
여 진행해보았는데 over sampling ratio가 높을수록 BER과 BLER가 현저히 낮은 것을 확인할 수 있었다. 그 이유로는 예를 들어 피자 100판이 있을 때 1판이 약간 달라진 것이랑, 피자 3판이 있을 때 1판이 약간 달라지는 것은 다르기 때문인 것 같다. sampling 한 값이 많으니까 약간의 noise가 들어와도 평균값을 잘 유지하는 것 같다.

※아래의 결과 사진을 첨부하였습니다.

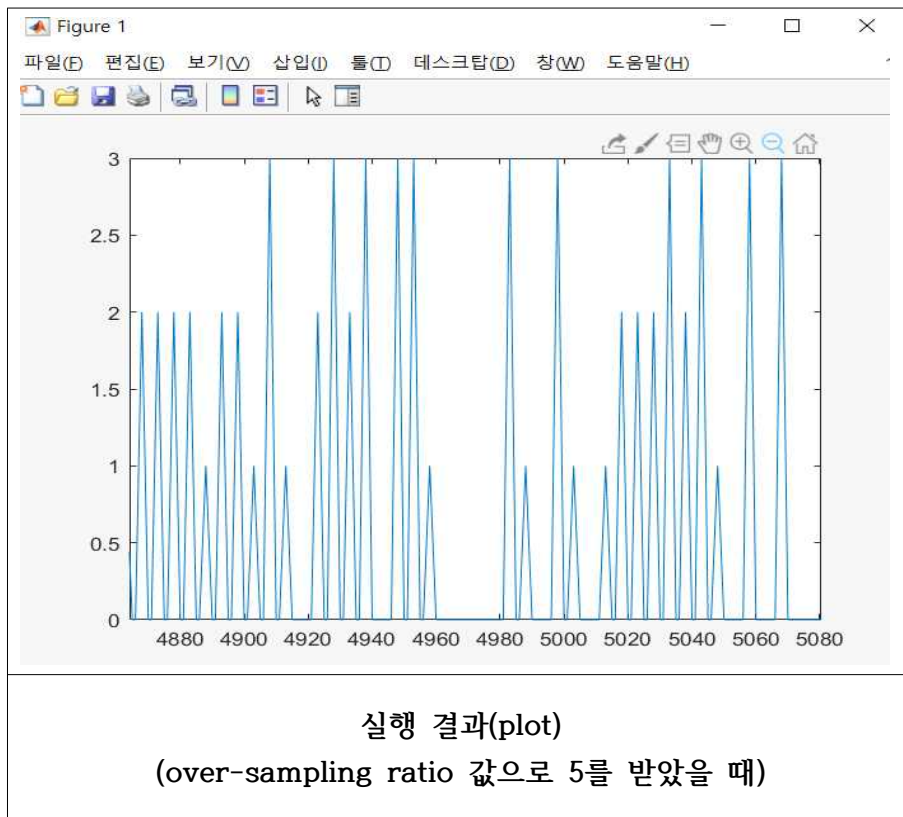




실행 결과(plot)  
(over-sampling ratio 값으로 16을 받았을 때)



실행 결과(stem)  
(over-sampling ratio 값으로 5를 받았을 때)



<p><b>명령 창</b></p> <pre>&gt;&gt; digital_modulation_2016707079 2016707079 하상천  What is the oversampling ratio value? 16 (6,3) Linear Block Code BER은 0.1797 입니다. (6,3) Linear Block Code BLER은 0.2840 입니다. (7,3) Cyclic Code BER은 0.1827 입니다. (7,3) Cyclic Code BLER은 0.3050 입니다. &gt;&gt;  </pre>	<p><b>명령 창</b></p> <pre>&gt;&gt; digital_modulation_2016707079 2016707079 하상천  What is the oversampling ratio value? 32 (6,3) Linear Block Code BER은 0.1143 입니다. (6,3) Linear Block Code BLER은 0.1780 입니다. (7,3) Cyclic Code BER은 0.1227 입니다. (7,3) Cyclic Code BLER은 0.2090 입니다. &gt;&gt;  </pre>
<p>oversampling ratio가 16이고, randn 함수를 통해 노이즈를 더해준 실행 결과</p>	<p>oversampling ratio가 32이고, randn 함수를 통해 노이즈를 더해준 실행 결과</p>

<div data-bbox="252 304 783 336" data-label="Section-Header"> <b>명령 창</b> </div> <div data-bbox="252 342 783 593" data-label="Text"> <pre>2016707079 하상천  What is the oversampling ratio value? 64 (6,3) Linear Block Code BER은 0.0750 입니다. (6,3) Linear Block Code BLER은 0.1100 입니다. (7,3) Cyclic Code BER은 0.0547 입니다. (7,3) Cyclic Code BLER은 0.0960 입니다. &gt;&gt;  </pre> </div>	<div data-bbox="818 304 1350 336" data-label="Section-Header"> <b>명령 창</b> </div> <div data-bbox="818 342 1350 593" data-label="Text"> <pre>2016707079 하상천  What is the oversampling ratio value? 128 (6,3) Linear Block Code BER은 0.0467 입니다. (6,3) Linear Block Code BLER은 0.0780 입니다. (7,3) Cyclic Code BER은 0.0357 입니다. (7,3) Cyclic Code BLER은 0.0590 입니다. &gt;&gt;</pre> </div>
<div data-bbox="252 651 783 725" data-label="Text"> <p>oversampling ratio가 64이고, randn 함수를 통해 노이즈를 더해준 실행 결과</p> </div>	<div data-bbox="818 651 1350 725" data-label="Text"> <p>oversampling ratio가 128이고, randn 함수를 통해 노이즈를 더해준 실행 결과</p> </div>

<div data-bbox="252 795 1007 826" data-label="Section-Header"> <b>명령 창</b> </div> <div data-bbox="252 833 1007 1167" data-label="Text"> <pre>2016707079 하상천  What is the oversampling ratio value? 16 (6,3) Linear Block Code BER은 0.0000 입니다. (6,3) Linear Block Code BLER은 0.0000 입니다. (7,3) Cyclic Code BER은 0.0000 입니다. (7,3) Cyclic Code BLER은 0.0000 입니다. &gt;&gt;  </pre> </div>	<div data-bbox="252 1182 1350 1252" data-label="Text"> <p>oversampling ratio가 16이고, 0.1 * randn 함수를 통해 20dB 낮은 노이즈를 더해준 실행 결과</p> </div>
---	--

