

26장. Histogram 기능 사용하기



1. 학습개요

목표

1. Histogram(히스토그램)의 개념과 오실로스코프에서의 역할을 이해한다.
2. 수평/수직 히스토그램의 차이를 이해하고 목적에 맞게 설정할 수 있다.
3. 통계 지표(Mean, Median, Sigma 등)를 활용하여 신호의 변동성과 품질을 분석할 수 있다.
4. 지터, 노이즈, 분포 분석 등 실무 응용 사례에 Histogram 기능을 적용할 수 있다.

2. 이론

Histogram 기능은 파형의 통계적 분포를 막대 그래프 형태로 시각화하는 고급 분석 도구입니다. 일반적인 파형 디스플레이가 시간에 따른 전압 변화를 보여주는 것이라면, 히스토그램은 특정 값이 얼마나 자주 발생했는지를 보여주는 기능입니다.

즉, 단순히 파형을 관찰하는 것에서 더 나아가 데이터의 빈도 분포와 변동성을 정량적으로 분석할 수 있는 기능입니다.

2.1 Histogram의 기본 개념

A. 수직 히스토그램 (Vertical Histogram)



그림 26-1. 수직 히스토그램(VERTICAL Histogram) 예시

수직 히스토그램은 전압(Y축)을 기준으로 데이터 분포를 분석하는 방식입니다. 특정 전압값이 얼마나 자주 발생하는지를 막대 그래프로 표시합니다. 이 기능은 다음과 같은 분석에 활용됩니다.

- 노이즈 크기 분석
- 전압 변동 폭 분석
- 아날로그 신호 안정성 분석

따라서, ADC 출력 분포 분석, 전압 노이즈 확인 등 다양한 어플리케이션에서 사용됩니다.

B. 수평 히스토그램 (Horizontal Histogram)

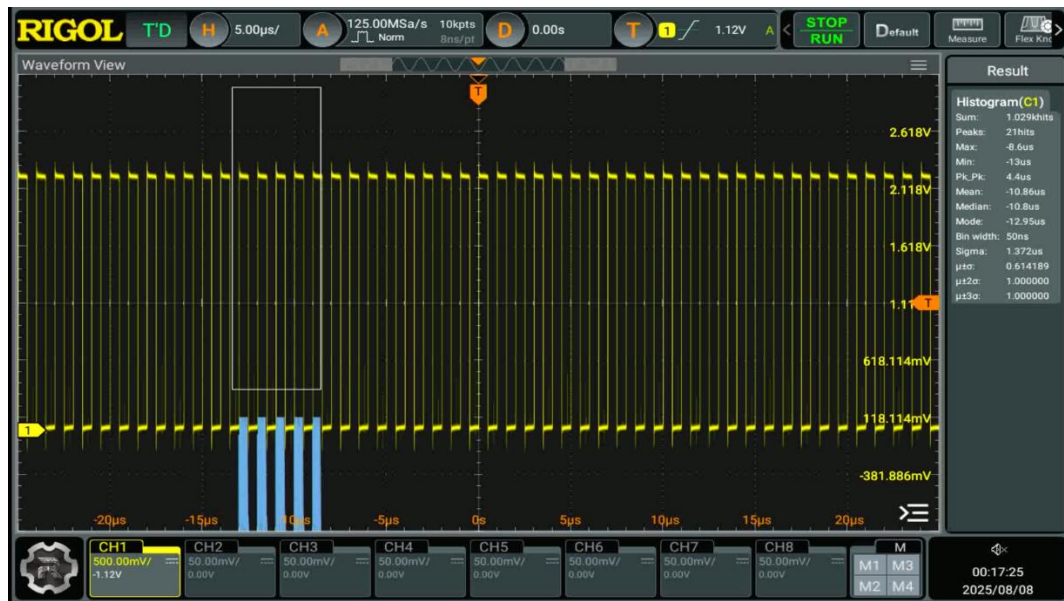


그림 26-2. 수평 히스토그램(Horizontal Histogram) 예시

수평 히스토그램은 시간(X축)을 기준으로 데이터 분포를 분석하는 방식입니다. 특정 시간 위치에서 신호가 얼마나 분산되어 있는지를 보여주며 지터(Jitter) 분석에 매우 유용합니다.

클럭 신호의 에지 타이밍 변동 분석 등에 사용할 수 있습니다.

2.2 Histogram의 설정 방법

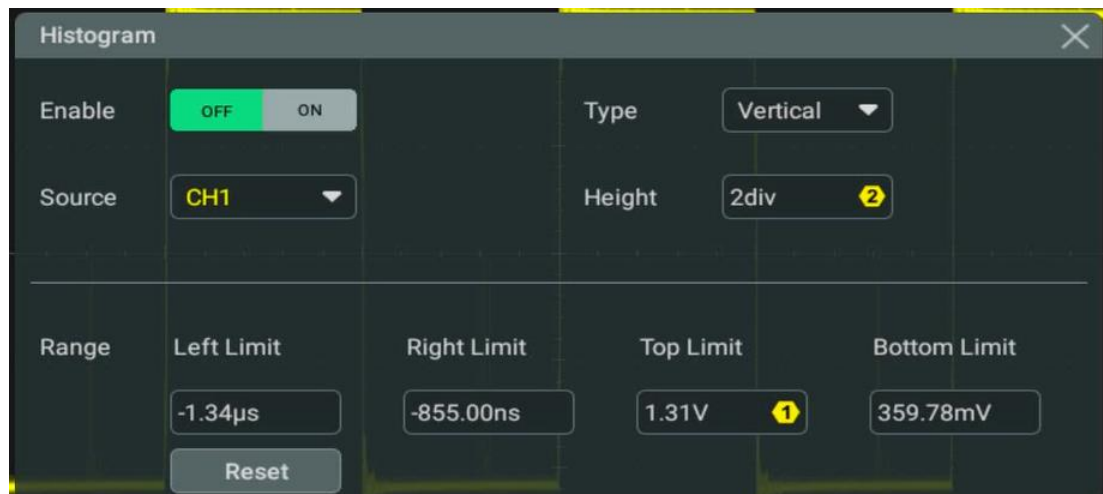


그림 26-3. Histogram 설정 창

A. Histogram 활성화

- 화면 좌측 하단의 Function 메뉴에서 Histogram을 선택합니다.
- Enable을 ON으로 설정합니다.

히스토그램이 활성화되면 파형 옆에 막대 그래프가 실시간으로 표시됩니다.

B. Type 설정

Type 메뉴에서는 히스토그램의 분석 방향을 설정할 수 있습니다.

- Horizontal
- Vertical

Vertical은 전압 분포 분석에 사용되며, Horizontal은 시간 분포 분석에 사용됩니다.

C. Source 설정

Source 항목에서는 분석할 채널을 선택합니다. 여러 채널을 사용하고 있는 경우에는 분석 대상 채널을 정확하게 선택하는 것이 중요합니다.

D. Range 설정

Range 설정을 통해 히스토그램 분석 구간을 지정할 수 있습니다. 설정 항목은 다음과 같습니다.

- Left Limit : 분석 시작 위치
- Right Limit : 분석 종료 위치
- Height : 히스토그램 창의 높이

분석 범위를 좁게 설정하면 특정 파형 구간만 집중적으로 분석할 수 있습니다. 예를 들어 상승 에지 구간만 확대하여 지터를 분석할 수 있습니다.

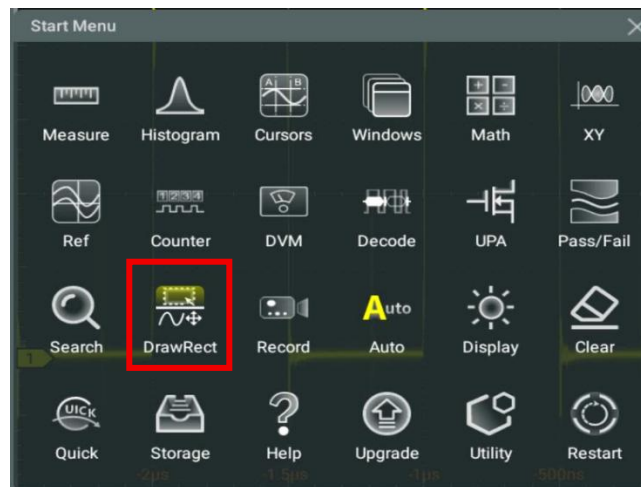


그림 26-4. DrawRect 방식 선택 방법

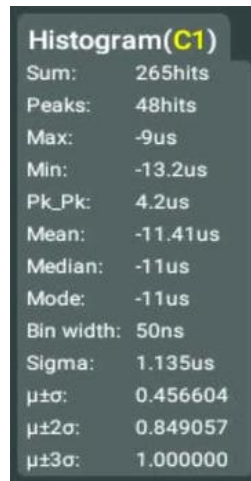
E. DrawRect 방식

히스토그램을 설정하는 다른 방법은 DrawRect 기능을 사용하는 것입니다. 사용 방법은 다음과 같습니다.

- ① DrawRect 기능을 선택합니다.
- ② 파형에서 원하는 구간을 터치하여 사각 영역을 지정합니다.
- ③ 나타나는 메뉴에서 Histogram을 선택합니다.

이 방법은 특정 구간을 빠르게 분석할 때 매우 유용합니다.

2.4 Histogram 결과 해석



Sum:	265hits
Peaks:	48hits
Max:	-9us
Min:	-13.2us
Pk_Pk:	4.2us
Mean:	-11.41us
Median:	-11us
Mode:	-11us
Bin width:	50ns
Sigma:	1.135us
$\mu \pm \sigma$:	0.456604
$\mu \pm 2\sigma$:	0.849057
$\mu \pm 3\sigma$:	1.000000

그림 26-5. Histogram 결과 창

히스토그램 기능이 활성화되면 화면 우측에 통계 결과가 표시됩니다. 대표적인 통계 항목은 다음과 같습니다.

- Mean (평균값)
- Median (중앙값)
- Sigma (표준편차)
- $\pm 1\sigma$ / $\pm 2\sigma$ / $\pm 3\sigma$ 데이터 비율
- Minimum / Maximum

예를 들어 다음과 같은 해석이 가능합니다.

- Sigma 값이 큰 경우, 신호 변동성이 크다는 의미입니다. 따라서 노이즈 또는 지터가 존재할 가능성이 있습니다.
- $\pm 3\sigma$ 범위 내 데이터 비율이 낮은 경우, 이상 이벤트가 존재할 가능성이 있습니다.

이러한 통계값은 단순한 파형 관찰보다 훨씬 정량적인 분석을 가능하게 합니다.

2.5 Clear/Remove 기능

Histogram 기능에서는 다음과 같은 제어 기능을 사용할 수 있습니다.

- Clear : 통계 데이터만 초기화합니다.
- Remove : 히스토그램 기능을 종료합니다.

실시간 측정 중에도 간단하게 조작할 수 있습니다.

2.6 실무 응용 사례



그림 26-6. Histogram 실제 응용 사례

Histogram 기능은 다양한 실무 분석에 활용됩니다.

- 지터 분석: 수평 히스토그램을 사용하여 클럭 에지의 시간 분포를 분석합니다.
- ADC 출력 분포 분석: 수직 히스토그램을 사용하여 ADC 출력 코드 분포를 분석합니다.
- 제조 공정 신뢰성 평가: 반복 생산 제품의 출력 안정성을 통계적으로 분석할 수 있습니다.
- 노이즈 특성 평가: 평균값 대비 데이터 분산을 확인하여 노이즈 특성을 분석할 수 있습니다.

3. 기본 실습

준비물: 오실로스코프, 패시브 프로브, DS6000 데모보드

3.1 수직 히스토그램 실습

- ① CH1 에 DS6000 보드에서 나오는 NOISE_SINE 을 연결합니다.



그림 26-7. 수직 히스토그램 실습을 위한 트리거 설정

- ② 트리거 설정에서 sweep 은 normal 로, level 은 1mV 수준으로 변경해 줍니다.
- ③ 이제 Histogram 항목을 눌러 Histogram 을 켜 줍니다.
- ④ Type 을 Vertical 로 놓고, Top Limit 을 800 mV 로, 400 mV 로 설정해 줍니다.
- ⑤ 이때의 Sigma 값을 확인합니다.
- ⑥ 이제 CH1 에 DS6000 보드에서 나오는 SINE 파형을 연결하고 위의 과정을 다시 반복하여 Sigma 값 변화를 비교합니다.

3.2 수평 히스토그램 실습



그림 26-8. 수평 히스토그램 실습 예시

- ① 동일한 파형(NOISE_SINE)에 연결해 놓고 이번에는 수평 히스토그램을 찍어봅니다.
- ② Histogram 항목에서 Type 을 Horizontal 로 변경합니다.
- ③ 창을 끄고 파형 화면에 나와 있는 Histogram 측정을 위한 네모 박스의 모서리를 잡고 움직여 원하는 파형 위치로 가져옵니다.
- ④ 그때의 수평 히스토그램 값을 관찰합니다.

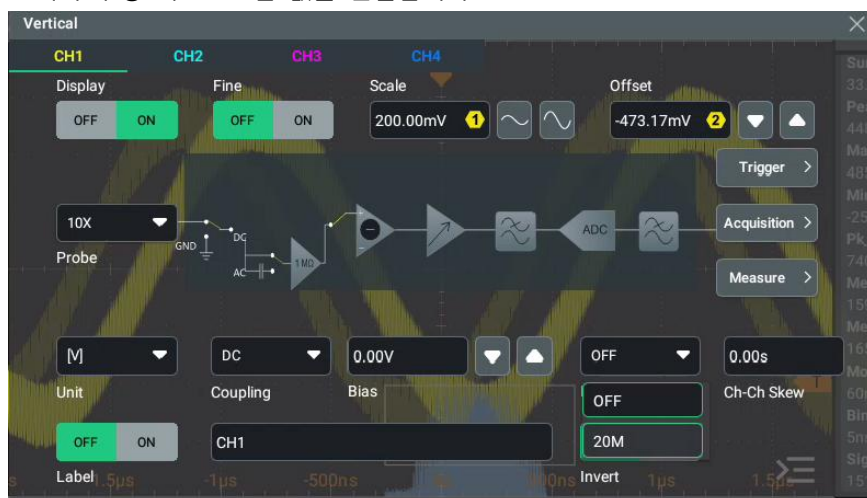


그림 26-8. 수직 창에서 BW Limit 20M 변경

- ⑤ 같은 파형을 놓고 수직축 설정창에서 BW Limit 을 20M 로 변경합니다.
- ⑥ 변경된 후의 Sigma 값과 BW Limit 가 OFF 일 때의 Sigma 값을 비교합니다.

4. 결과 확인

- 수직 히스토그램에서 NOISE_SINE 을 측정한 Mean/Sigma 값과 측정 화면 캡처를 제출합니다.
- 수직 히스토그램에서 SINE 을 측정한 Mean/Sigma 값과 측정 화면 캡처를 제출합니다.
- NOISE_SINE 과 SINE 결과값에 대한 비교와 그 차이에 대한 설명을 제출합니다.
- 수평 히스토그램에서 NOISE_SINE 의 값을 측정했을 때 BW Limit 을 켜기 전과 켜 후의 Sigma 값을 비교하고 각각의 화면 캡처를 제출합니다. 값의 차이가 나는 이유에 대해 설명합니다.

5. 확인 문제

1. 수직 히스토그램과 수평 히스토그램의 차이점은 무엇인가요?

2. Sigma값이 크다는 것은 무엇을 의미하나요?

3. Histogram Range를 좁게 설정하면 어떤 장점이 있나요?

6. 핵심요약

- Histogram은 파형의 통계적 분포를 시각화하는 기능입니다.
- Vertical Histogram은 전압 분포 분석에 사용됩니다.
- Horizontal Histogram은 시간 분포 분석에 사용됩니다.
- Sigma(표준편차)는 신호의 변동성과 안정성을 판단하는 핵심 지표입니다.
- Histogram 기능은 지터 분석, 노이즈 평가, 품질 관리에 매우 유용합니다.

7. 참고 및 부록

- Histogram : 데이터 발생 빈도 분포를 막대 그래프로 표현한 것
- Mean : 평균값
- Median : 중앙값
- Sigma(σ) : 표준편차
- Jitter : 신호 에지의 시간적 변동
- Distribution : 데이터 분포