



# BOHBVIS: A Comprehensive BOHB Experiment Result Visualization System

---

홍동희  
소프트웨어학과

# 1. Data Abstraction

---



## Data Description

- BOHB sampled configuration & result

- BOHB란?

하이퍼파라미터 최적화 기법 중 하나로, Bayesian Optimization과 Hyperband를 결합한 방법론. 주어진 budget으로 여러 번의 bracket을 돌면서 hyperparameter configuration을 다양한 방법으로 sampling하여 탐색함.

- Table dataset

- 575 items(row)
    - 13 attributes
    - Key: sample\_id

# 1. Data Abstraction



## 1.2 Data Abstraction Results

- Nominal Attributes

Name	Semantics	Values
sample_id	Key of Sample data	{bracket}-{round}-{trial}
sample_type	Where the configuration was sampled	random, samples, BO
config_optimizer	The type of optimizer in the sampled configuration	adam, sgd, rms
config_scheduler_p	Whether the learning rate scheduler is enabled or not	True, False
config_activation	The type of activation function in the sampled configuration	relu, lrelu, tanh

- Ordinal Attributes

Name	Semantics	Values	Direction
config_batch_size	The value of batch size in the sampled configuration	8, 16, 32	Sequential
config_hidden_size	The value of hidden size in the sampled configuration	16, 32, 64	Sequential

- Quantitative Attributes

Name	Type	Semantics	Range	Direction
budget	Ratio	Budget (e.g., epoch) used to evaluate the configuration	[1, 300]	Sequential
config_momentum	Ratio	The value of momentum in the sampled configuration	[0, 1]	Sequential
config_learning_rate	Ratio	The learning rate value in the sampled configuration	[1e-4, 1e-1]	Sequential
config_weight_decay	Ratio	The value of weight decay in the sampled configuration	[0, 1e-3]	Sequential
sample_loss	Ratio	Loss value for the sampled configuration	[0, inf)	Sequential
sample_acc	Ratio	Accuracy value for the sampled configuration	[0, 100]	Sequential

## 2. Task Abstraction

---



- Task 1: BOHB의 동작 원리 요약하기
- Task 2: 가장 좋은 성능을 가진 configuration이 어디에 있는지 보여주기
- Task 3: bracket별로 데이터의 분포 비교하기
- Task 4: Attribute 간의 correlation 탐색하기

# 3. Persona



## Primary Persona: Yuna Jeon

- 서울에 거주중인 31살 5년차 박사과정생
- 목표: 박사 졸업 및 취업
- 남은 졸업 요건: 1개의 논문 accept
- 마지막 논문에 대한 실험에 BOHB를 사용.
- 실험에 대한 더 자세한 조언을 위해 그녀의 지도 교수님은 BOHB에 대한 동작 원리와 어떻게 최적화 시켰는지에 대해 더 자세히 알고 싶어함.
- 그녀는 BOHB에 대해서 잘 알고 있지만, 어떻게 효과적으로 쉽게 설명해야 할지 고민하고 있음.



Figure 1: Ph.D. student Yuna Jeon

# 3. Persona



## Secondary Persona: Sangwoo Mun

- 판교에 거주중인 27살 남성
- 최근에 주식과 관련한 ML solution을 제공하는 회사인 KAOKAO에 취직함
- 목표: 능력을 인정받아 빨리 승진하는 것
- 새로운 프로젝트에서 딥러닝 모델의 하이퍼파라미터 최적화에 대한 역할을 맡아, 이 프로젝트에 BOHB를 사용해보기로 함.
- BOHB에 대한 이해도가 별로 없어서, 결과를 분석하고 성능을 개선하는 것에 어려움이 있음.



Figure 2: Machine Learning engineer Sangwoo Mun

# 3. Persona



## 두 persona 간의 차이점

	BOHB 이해도	need
유나 (Primary)	높음	설명하는데 도움이 될 수 있도록, 작동 원리와 결과를 시각화하여 효과적으로 표현하고 싶음.
상우 (Secondary)	낮음	최적화 기법을 이해하고 그 결과를 활용할 수 있는 자료나 도구가 필요함.

# 4. Visualization Idioms

## Line Chart

- A: 각 bracket 마다 round별로 평균 정확도/최대 정확도를 요약해서 보여줌

## Scatterplots

- B: Loss-Accuracy를 보여줌
- C: 차원 축소 기법을 사용하여, 데이터의 분포를 표현함

## Heatmap

- D: hyperparameter들과 accuracy 간의 상관관계를 보여줌

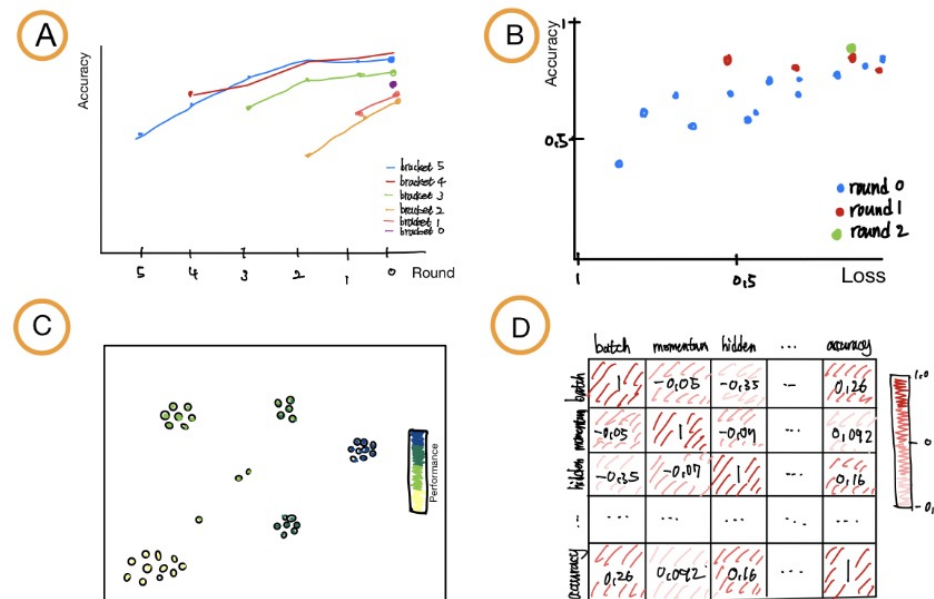


Figure 3: Sketch of the Visualization Idioms.



# 5. Implementation

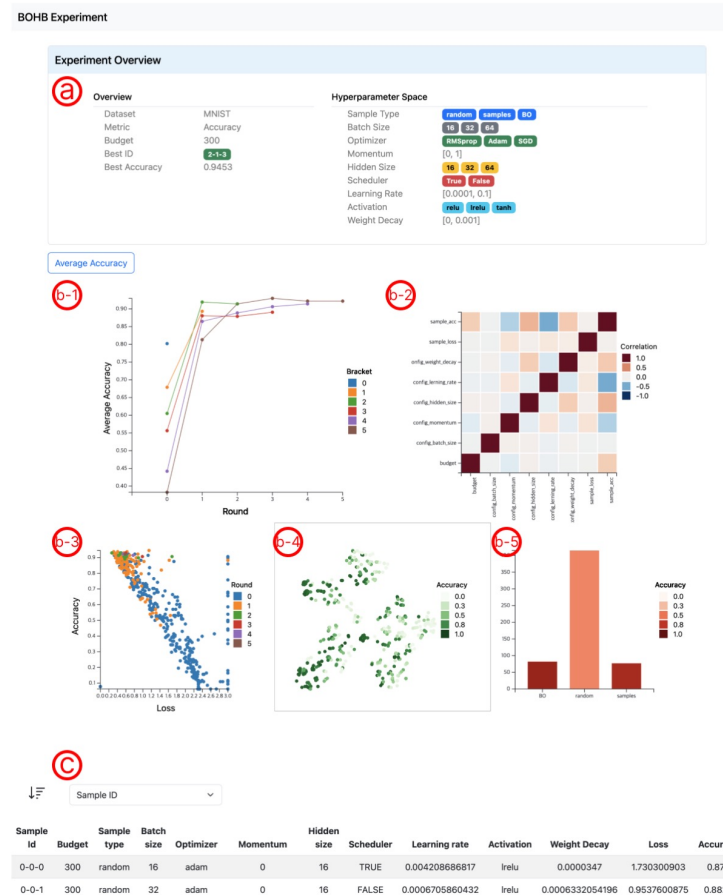


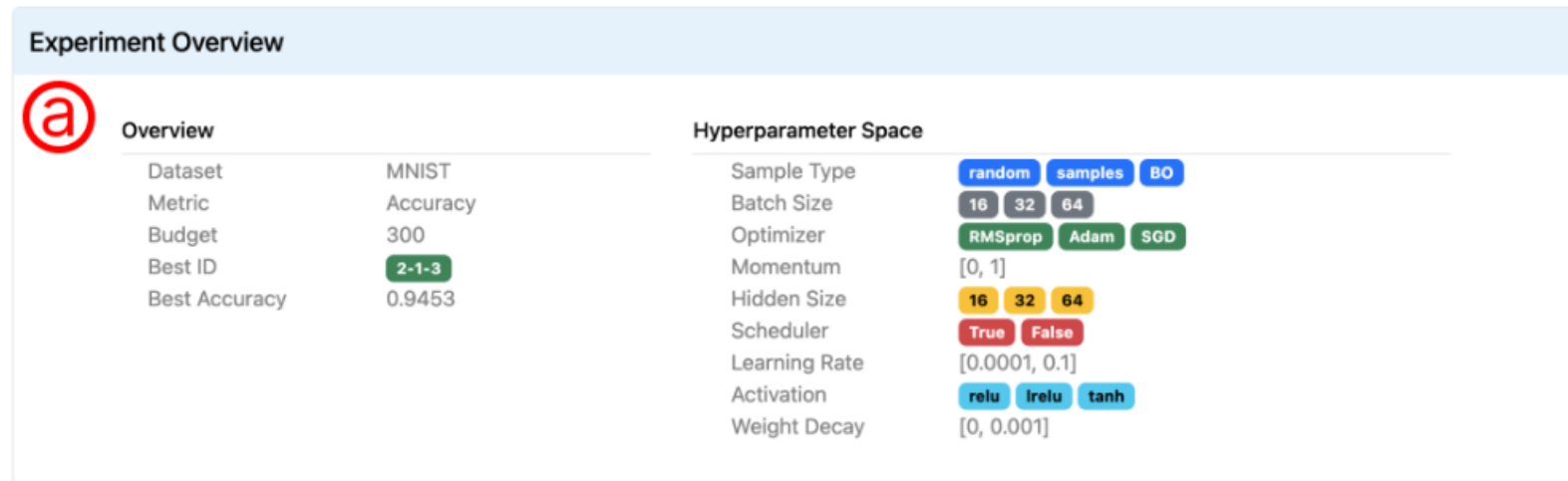
Figure 4: The Interface of BOHBVIS. Users can view the general information of the BOHB experiment in the overview panel (a) and explore and analyze the results of the BOHB experiment using the visualization panel (b). Users can see the detailed information on the selected data in the data panel (c).

# 6. Case Study



## 6.1 Understanding the Principle of BOHB

- overview panel을 통해 BOHB 실험의 budget과 hyperparameter space에 대한 정보들을 확인한다.
- 이 실험에서는 MNIST 데이터셋에 대하여 300 budget을 할당한 후, 9개의 hyperparameter에 대한 최적화를 진행하였다.



# 6. Case Study

## 6.1 Understanding the Principle of BOHB

- line chart와 Loss-Accuracy 산점도를 통해 bracket과 round 별로 평균 정확도와 분포를 확인하였고, 각 bracket들이 round가 커져 감에 따라 평균 성능이 향상되는 것을 알 수 있었다.
- linechart의 line을 클릭하여, bracket 별로 configuration의 분포가 고르게 분포되어 있다는 것을 확인할 수 있었다
- 이 산점도를 통해 성능이 높은 configuration들의 브러쉬하여, 이 configuration들을 만들기 위해 사용된 sampling type의 비중을 확인하였다.
- 대체로 BO의 비중이 높았으며, 그녀는 이를 통해 Bayesian Optimization이 유의미한 결과를 가져온다는 것을 확신할 수 있었다.

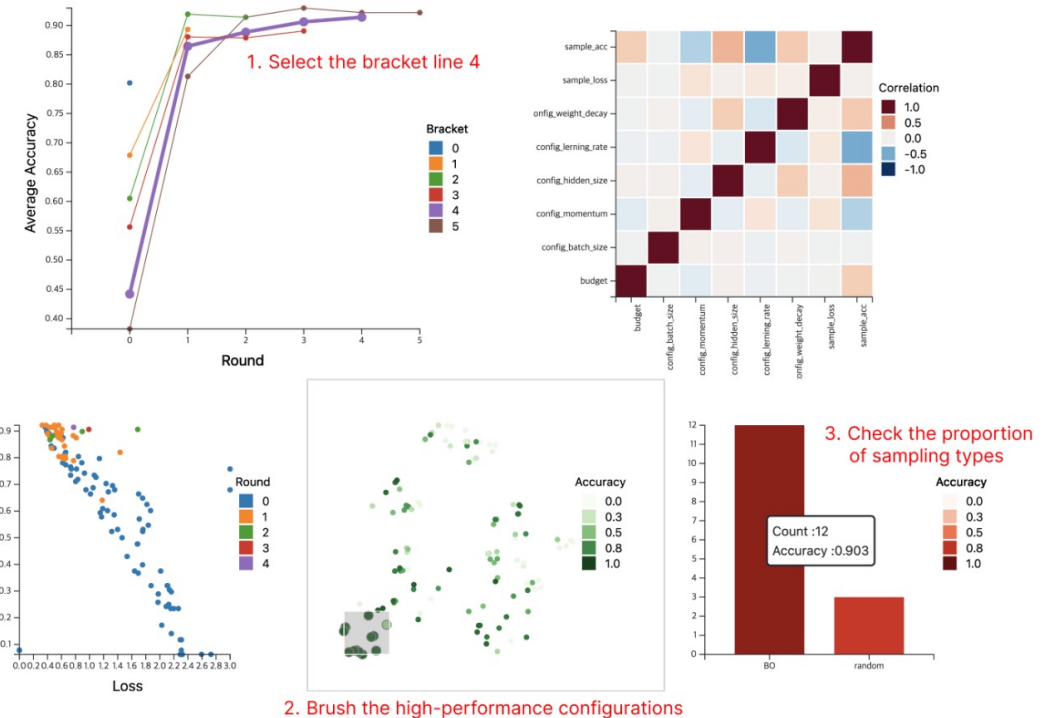


Figure 5: Interaction example of understanding the principle of BOHB.

# 6. Case Study

## 6.2 Finding the Best Hyperparameter Configuration

- 유나는 가장 좋은 성능을 가진 하이퍼파라미터가 무엇인지 궁금하여, 라인 차트 위에 있는 버튼을 클릭하여 평균 성능에서 최고 성능을 보여주는 것으로 바꾸었다.
- 최고 성능을 확인한 후, 아직 그녀가 원하는 성능에 미치지 못해서 추가적인 BOHB 실험을 진행하기로 결정하였다.

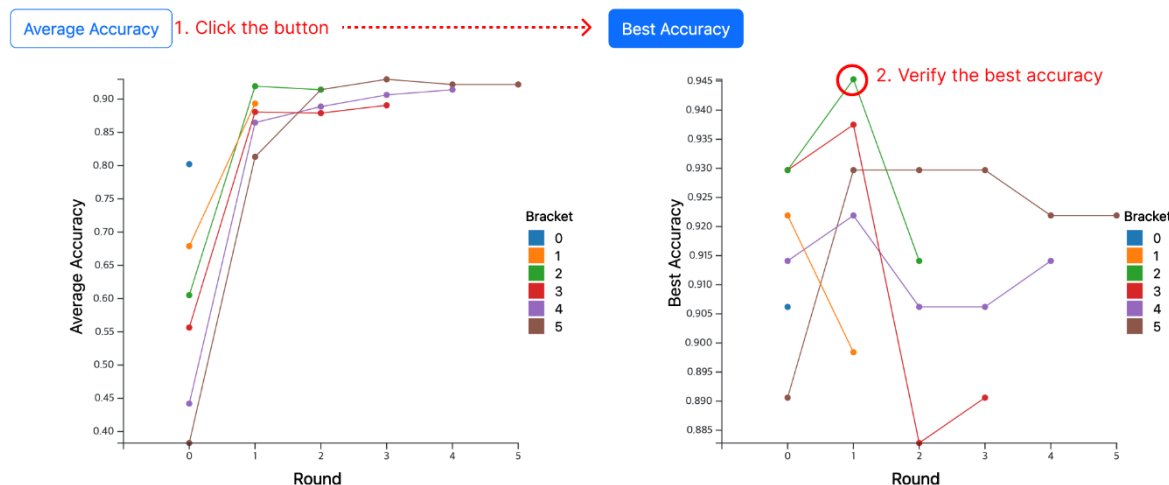
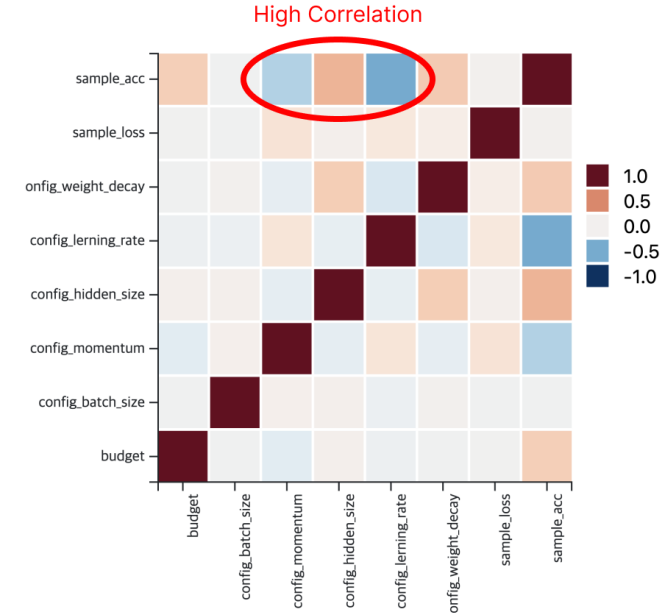


Figure 6: Interaction example of finding the best hyperparameter configuration.

# 6. Case Study

## 6.3 Gaining Information for the Next Experiment

- 유나는 새로운 BOHB에 대해서 하이퍼파라미터마다 space의 범위를 지정하려고 한다.
- hyperparameter들과 accuracy의 상관관계를 나타내는 heatmap을 보고 accuracy와 상관관계수가 높은 하이퍼파라미터들을 확인했다.
- data panel을 사용해서 성능이 좋았던 하이퍼파라미터들의 구체적인 값들을 탐색하였고, BOHB 실험을 위한 하이퍼파라미터들의 범위를 얻어낼 수 있었다.



Batch Size

Sample Id	Budget	Sample type	Batch size	Optimizer	Momentum	Hidden size	Scheduler	Learning rate	Activation	Weight Decay	Loss	Accuracy
0-0-1	300	random	32	adam	0	16	FALSE	0.0006705860432	lrelu	0.0006332054196	0.9537600875	0.8828
1-1-0	300	samples	32	rms	0.249974918	64	TRUE	0.007237958889	tanh	0.0002059019539	0.4582249224	0.8828
1-1-1	300	samples	32	rms	0.08206885862	32	TRUE	0.003870777434	tanh	0.0005697145982	0.4782702029	0.8984
1-0-0	100	random	32	rms	0.1430474334	64	FALSE	0.0003655490083	relu	0	1.122645259	0.9141
1-0-2	100	random	32	adam	0	32	TRUE	0.001187559483	relu	0	0.6612812281	0.9219
1-0-7	100	random	32	rms	0.08206885862	32	TRUE	0.003870777434	tanh	0.0005697145982	0.5224356651	0.8594
1-0-8	100	random	32	rms	0.249974918	64	TRUE	0.007237958889	tanh	0.0002059019539	0.4746024311	0.8906
2-1-0	100	samples	32	rms	0.7972003056	32	TRUE	0.001766934171	lrelu	0	1.620182872	0.8828
2-1-1	100	samples	32	adam	0	32	FALSE	0.0002550807567	lrelu	0	0.5773704052	0.8906
2-1-5	100	samples	32	rms	0.07039538104	32	TRUE	0.0003087653727	relu	0.0004302292755	0.4888327122	0.9219

# 6. Case Study



## 6.3 Gaining Information for the Next Experiment

- 유나는 budget을 기준으로 성능을 살펴보았는데, budget이 300일때와 100일때의 성능 차이가 별로 없다는 것을 발견하였다.
- 그래서 추가적인 실험에서 유나는 budget을 300보다 낮은 값으로 설정하기로 결정하였다.

↓ Budget Sorting by budget

Sample Id	Budget	Sample type	Batch size	Optimizer	Momentum	Hidden size	Scheduler	Learning rate	Activation	Weight Decay	Loss	Accuracy
5-5-0	300	samples	8	sgd	0	64	TRUE	0.0008626676923	relu	0.001	0.5820011497	0.9219
0-0-5	300	random	16	adam	0	64	TRUE	0.003913068603	relu	0	3.959342957	0.9062
1-1-1	300	samples	32	rms	0.08206885862	32	TRUE	0.003870777434	tanh	0.0005697145982	0.4782702029	0.8984
1-1-2	300	samples	8	adam	0	64	FALSE	0.0002828609897	tanh	0.0000676	0.647349596	0.8984
0-0-2	300	random	8	rms	0.4904176369	64	TRUE	0.001062933507	tanh	0	0.5371533036	0.8906
3-3-0	300	samples	16	sgd	0.0187199678	32	FALSE	0.0001418054813	lrelu	0	0.4872710407	0.8906
0-0-1	300	random	32	adam	0	16	FALSE	0.0006705860432	lrelu	0.0006332054196	0.9537600875	0.8828
1-1-0	300	samples	32	rms	0.249974918	64	TRUE	0.007237958889	tanh	0.0002059019539	0.4582249224	0.8828
The overall performance was similar when the budget was 100 and when it was 300.												
2-1-2	100	samples	8	adam	0	32	TRUE	0.01379512884	lrelu	0.0009519355123	0.4072636664	0.9375
2-1-4	100	samples	8	adam	0	64	TRUE	0.0003792152024	tanh	0	0.3136280179	0.9375
1-0-1	100	random	8	adam	0	64	TRUE	0.0001978001523	relu	0	0.810752809	0.9219
1-0-2	100	random	32	adam	0	32	TRUE	0.001187559483	relu	0	0.6612812281	0.9219
2-1-5	100	samples	32	rms	0.07039538104	32	TRUE	0.0003087653727	relu	0.0004302292755	0.4888327122	0.9219
5-4-0	100	BO	8	sgd	0	64	TRUE	0.0008626676923	relu	0.001	0.5409052968	0.9219
1-0-0	100	random	32	rms	0.1430474334	64	FALSE	0.0003655490083	relu	0	1.122645259	0.9141



# Thank you

---

**Donghee Hong, IDCLab**