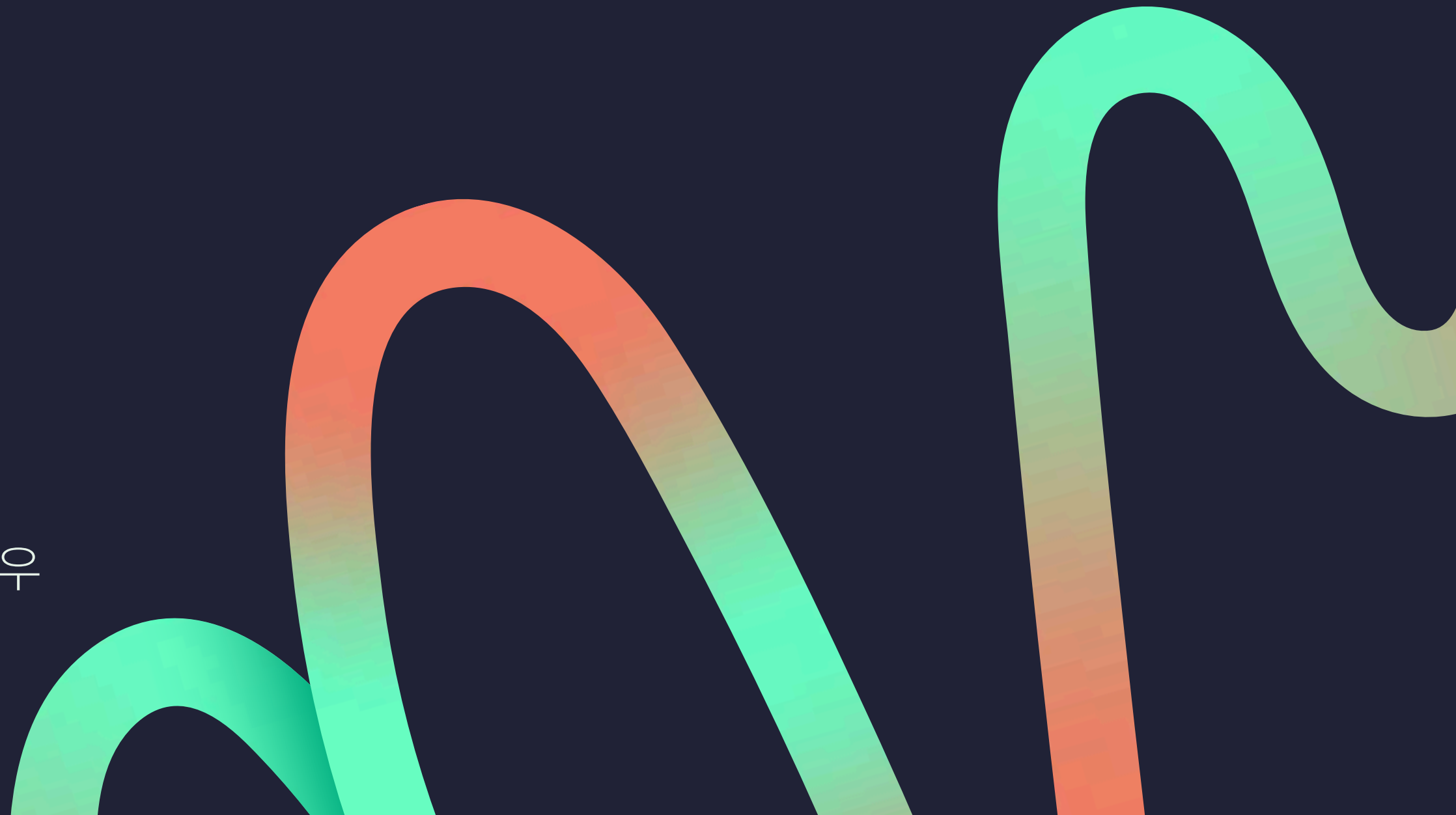


‘시계열 예측과 강화학습을 활용한 시스템 트레이딩 수익 극대화’

BITAMIN PROJECT

시계열 3조

송규헌, 송휘종, 서영우, 이태경, 정유진, 정준우



목차

03

주제

종목 선정

05

데이터 수집 및 전처리

06

시계열 모델

07

모델 평가 및 선정

16

결과

09

WorkFlow

시스템 트레이딩

12

데이터 수집 및 전처리

13

강화학습 모델

15

시스템 트레이딩

[주제]

시계열 예측과 강화학습을 활용한 시스템 트레이딩 수익 극대화

기존 금융 딥러닝의 실패 요인들

- 1. 노이즈가 심하다
- 2. 데이터 수가 부족하다
 - 마이크로소프트의 상장일(1986년 3월 13일)~현재까지의 주식 일봉 데이터 개수는 9491개 뿐이다.
- 3. 1, 2번으로 인한 과적합이 심하다

해결방안

1. Time Series Forecasting

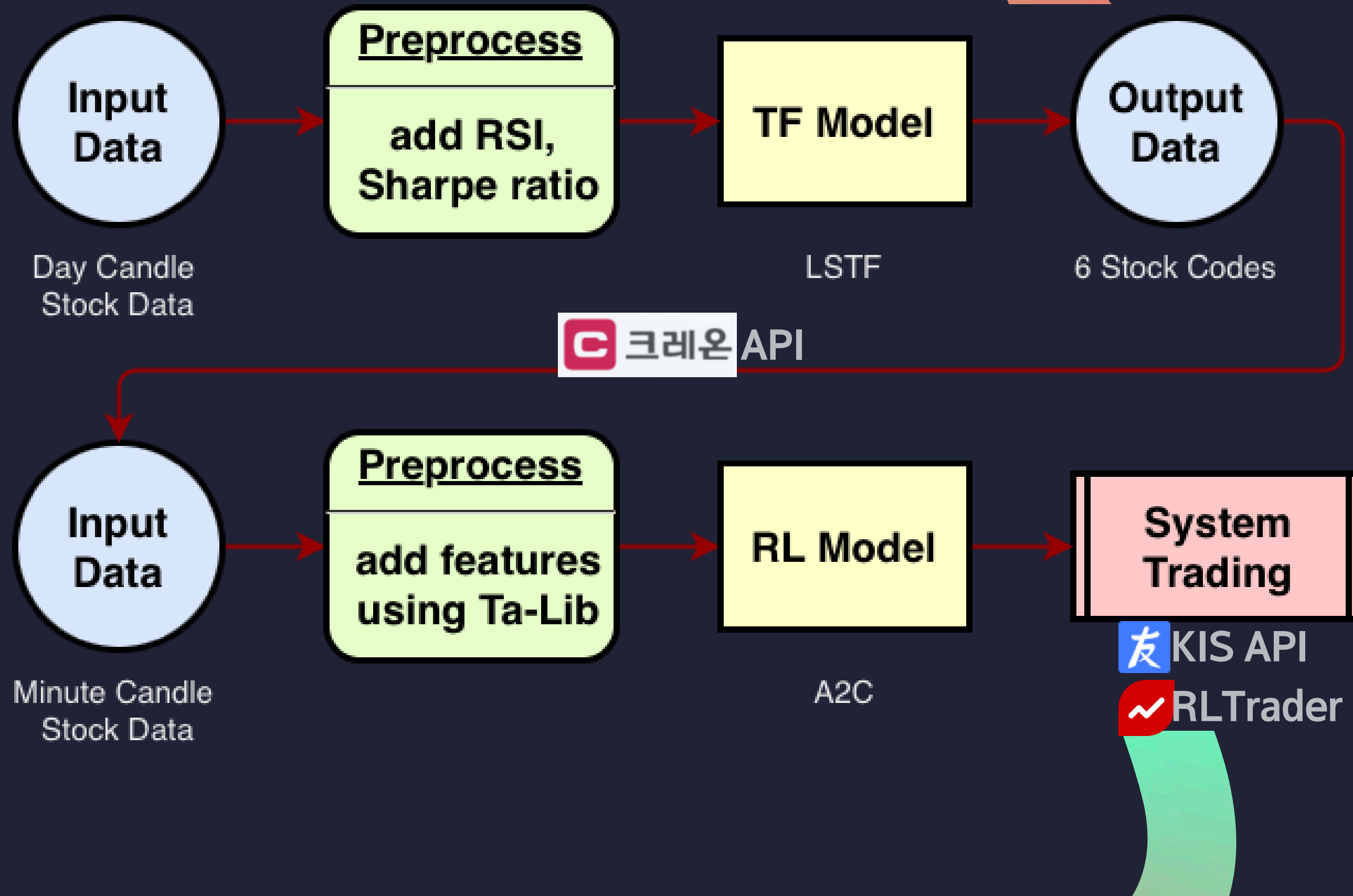
모든 종목을 강화학습할 순 없기 때문에
다음 일주일 동안 가장 큰 증가 변화율을 보일
종목을 예측한다.

2. Reinforcement Learning

분 단위 거래를 학습하여
단타매매를 실행한다.
하루에 381개의 분봉 데이터 존재

* $9491 \times 381 = 3,616,071$

[WorkFlow]



[종목선정 - 데이터 수집 및 전처리]

1. Finance Data Reader로 국내 주식 데이터 수집

수집기간: 2017-01-01~ 현재

수집 항목: 종가

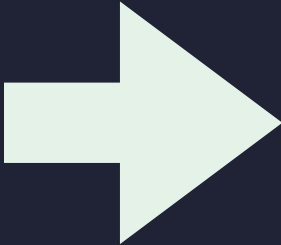
종목: KOSPI

2017-01-02	36100	45800	...	154668	28800	150000	39500	97761	260500	106000
2017-01-03	36480	47250	...	156151	28780	153000	40750	96316	256000	110000
2017-01-04	36160	46500	...	152692	28800	154000	41300	95864	254500	108500
2017-01-05	35560	46950	...	155657	28280	153500	41100	96135	247500	112000
2017-01-06	36200	48000	...	155657	28620	151000	40750	95142	250000	113000
2017-01-09	37220	49550	...	152692	29440	150500	40350	93877	244000	116000
2017-01-10	37240	49750	...	149233	29540	152000	40500	93877	249500	116500
2017-01-11	38280	51600	...	157139	30740	148500	40300	93877	269000	116500
2017-01-12	38800	50600	...	155163	30740	148000	40550	92702	266500	116500
2017-01-13	37460	50300	...	151209	29720	149000	40550	92792	267500	117500
2017-01-16	36660	49300	...	149727	29320	150500	40500	92250	267500	113500
2017-01-17	36960	49300	...	150221	29520	153500	40700	91256	265000	114000
2017-01-18	36940	48850	...	151209	29460	154000	41150	91527	268000	112500
2017-01-19	37480	49600	...	150715	29680	152000	40800	90805	278000	105500
2017-01-20	37200	49150	...	153186	29420	153000	39750	90805	273000	107500
2017-01-23	38060	50800	...	153680	30160	149000	39400	90805	270500	106500
2017-01-24	38160	51600	...	153186	30440	146500	38400	89992	271000	110000
2017-01-25	39400	51700	...	153186	31640	142000	37500	90353	267500	112500
2017-01-26	39900	53300	...	159116	32300	142500	37750	90534	276000	116000
2017-01-31	39460	53700	...	159116	31420	139500	36400	90534	271000	115500
2017-02-01	39120	54000	...	161092	31300	139500	36500	90353	278000	118000

[종목선정 - 데이터 수집 및 전처리]

2. Log Transform

2017-01-02	36100	45800	...	154668	28800	150000	39500	97761	260500	106000
2017-01-03	36480	47250	...	156151	28780	153000	40750	96316	256000	110000
2017-01-04	36160	46500	...	152692	28800	154000	41300	95864	254500	108500
2017-01-05	35560	46950	...	155657	28280	153500	41100	96135	247500	112000
2017-01-06	36200	48000	...	155657	28620	151000	40750	95142	250000	113000
2017-01-09	37220	49550	...	152692	29440	150500	40350	93877	244000	116000
2017-01-10	37240	49750	...	149233	29540	152000	40500	93877	249500	116500
2017-01-11	38280	51600	...	157139	30740	148500	40300	93877	269000	116500
2017-01-12	38800	50600	...	155163	30740	148000	40550	92702	266500	116500
2017-01-13	37460	50300	...	151209	29720	149000	40550	92792	267500	117500
2017-01-16	36660	49300	...	149727	29320	150500	40500	92250	267500	113500
2017-01-17	36960	49300	...	150221	29520	153500	40700	91256	265000	114000
2017-01-18	36940	48850	...	151209	29460	154000	41150	91527	268000	112500
2017-01-19	37480	49600	...	150715	29680	152000	40800	90805	278000	105500
2017-01-20	37200	49150	...	153186	29420	153000	39750	90805	273000	107500
2017-01-23	38060	50800	...	153680	30160	149000	39400	90805	270500	106500
2017-01-24	38160	51600	...	153186	30440	146500	38400	89992	271000	110000
2017-01-25	39400	51700	...	153186	31640	142000	37500	90353	267500	112500
2017-01-26	39900	53300	...	159116	32300	142500	37750	90534	276000	116000
2017-01-31	39460	53700	...	159116	31420	139500	36400	90534	271000	115500
2017-02-01	39120	54000	...	161092	31300	139500	36500	90353	278000	118000



10.49405	10.73204	13.13231	11.94904	10.26813	11.91839	10.58406	11.49028	12.47036	11.57119	12.44114
10.50452	10.76321	13.13231	11.95858	10.26744	11.93819	10.61521	11.47539	12.45293	11.60824	12.4761
10.49571	10.74721	13.13231	11.93618	10.26813	11.94471	10.62862	11.47069	12.44706	11.59451	12.50061
10.47898	10.75684	13.13231	11.95541	10.24991	11.94146	10.62376	11.47351	12.41917	11.62625	12.49687
10.49681	10.77896	13.13231	11.95541	10.26186	11.92504	10.61521	11.46313	12.42922	11.63514	12.49125
10.5246	10.81074	13.13231	11.93618	10.29011	11.92172	10.60535	11.44974	12.40492	11.66135	12.4856
10.52514	10.81477	13.13231	11.91326	10.2935	11.93164	10.60906	11.44974	12.42721	11.66565	12.49687
10.55268	10.85128	13.13231	11.96489	10.33332	11.90834	10.60411	11.44974	12.50247	11.66565	12.54254
10.56618	10.83171	13.13231	11.95223	10.33332	11.90497	10.61029	11.43715	12.49313	11.66565	12.56024
10.53103	10.82576	13.13231	11.92642	10.29958	11.9117	10.61029	11.43812	12.49687	11.67419	12.5532
10.50944	10.80568	13.13231	11.91657	10.28603	11.92172	10.60906	11.43226	12.49687	11.63956	12.53717
10.51759	10.80568	13.13231	11.91986	10.29282	11.94146	10.61398	11.42142	12.48749	11.64395	12.53717
10.51705	10.79651	13.13231	11.92642	10.29079	11.94471	10.62498	11.42439	12.49874	11.63071	12.51172
10.53156	10.81175	13.13231	11.92315	10.29823	11.93164	10.61644	11.41647	12.53538	11.56647	12.50803
10.52406	10.80263	13.13231	11.93941	10.28943	11.93819	10.59037	11.41647	12.51723	11.58525	12.47228
10.54692	10.83565	13.13231	11.94263	10.31427	11.9117	10.58152	11.41647	12.50803	11.5759	12.48937
10.54954	10.85128	13.13231	11.93941	10.32351	11.89478	10.55581	11.40748	12.50987	11.60824	12.47991
10.58152	10.85321	13.13231	11.93941	10.36218	11.86358	10.5321	11.41148	12.49687	11.63071	12.48181
10.59413	10.88369	13.13231	11.97739	10.38282	11.8671	10.53874	11.41348	12.52816	11.66135	12.50618
10.58304	10.89117	13.13231	11.97739	10.3552	11.84582	10.50232	11.41348	12.50987	11.65703	12.4761

[종목선정 - 데이터 수집 및 전처리]

3. RSI, Sharpe Ratio 계산

1) RSI (Relative Strength Index)

$$RSI(\%) = 100 - (100 / (1 + RS))$$

2) Sharpe Ratio

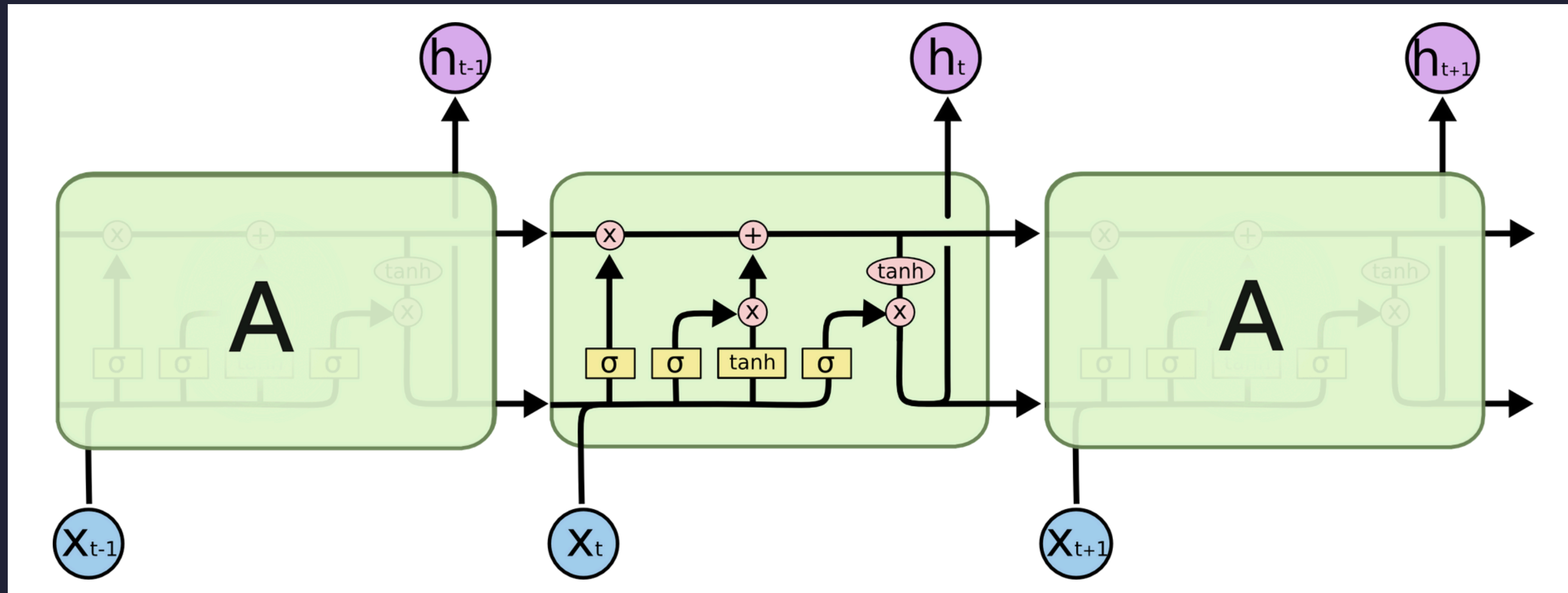
$$\text{Sharpe Ratio} = (R_p - R_f) / \sigma_p$$

- R_p : 투자 포트폴리오의 기대 수익률.
- R_f : 무위험 수익률로, 일반적으로 국채나 정부 채권의 수익률을 사용
- σ_p : 포트폴리오 수익률의 표준편차로, 투자의 총 위험을 나타냄

[종목선정 - 시계열 모델]

1. Long Short-Term Memory(LSTM)

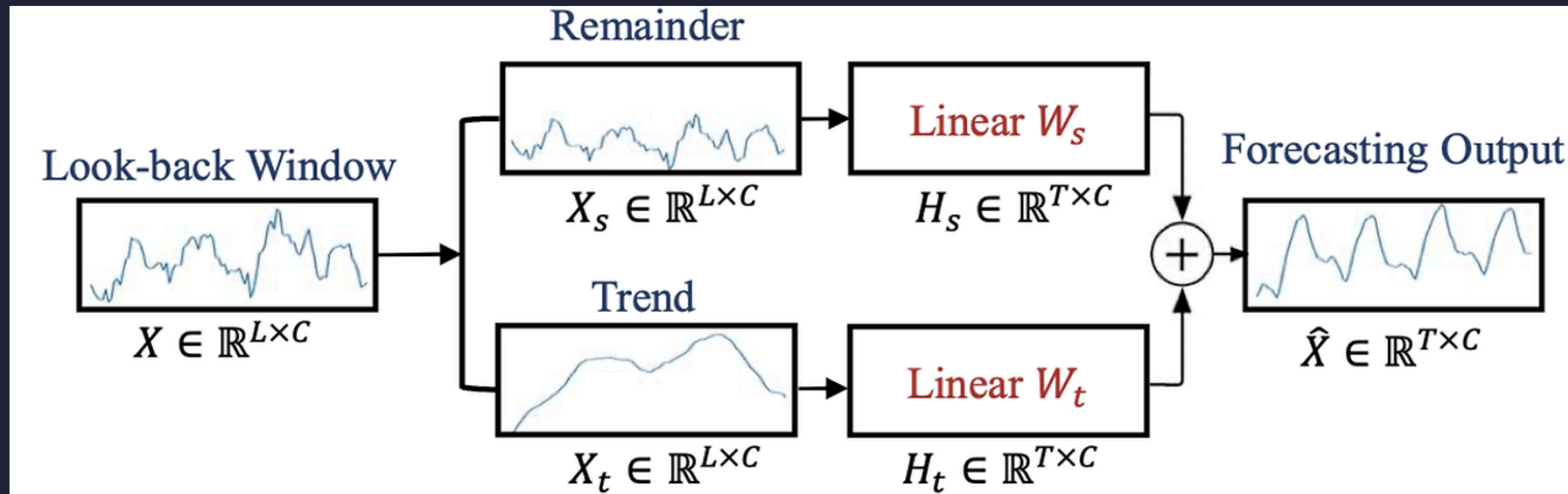
- RNN 기반의 모델
- 장기 의존성 문제를 해결하여 오랜 기간의 데이터 반영 가능



[종목선정 - 시계열 모델]

2. Dlinear(LSTF-linear)

- Transformer 구조 + 선형 예측
- 기존 Transofrmer에서의 시간적 정보 손실 방지



[종목선정 - 모델 평가 및 선정]

평가 기법

- MAE(평균 절대 오차)

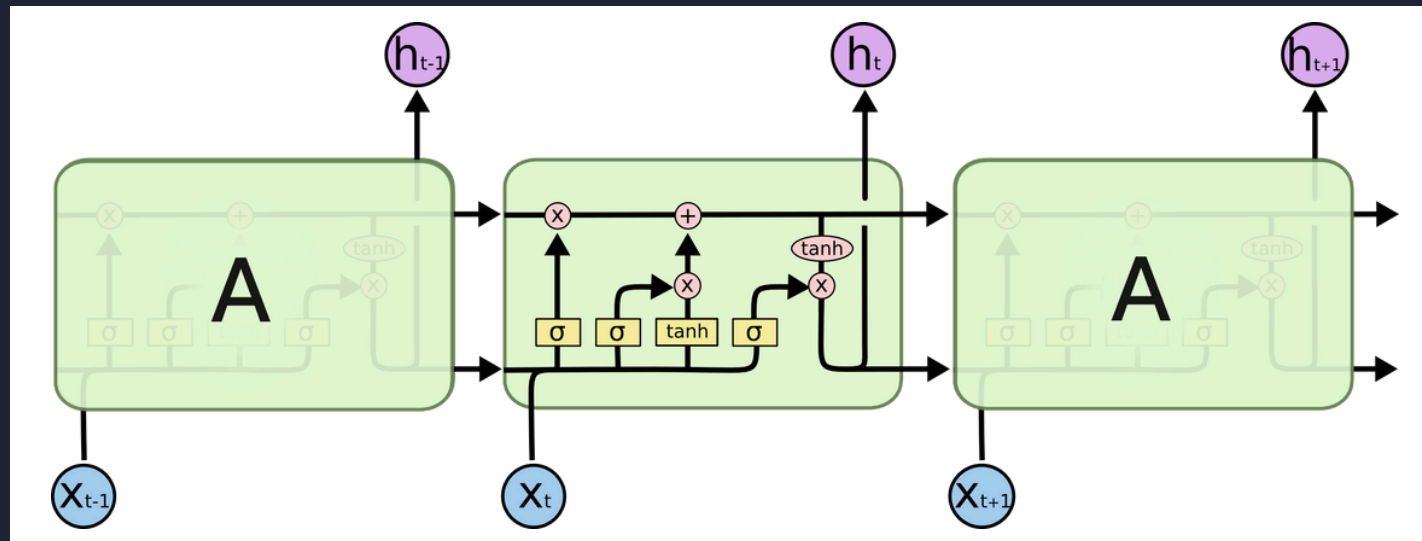
$$MAE = \frac{\sum |y - \hat{y}|}{n}$$

실제 정답 값과 예측 값의 차이를 절댓값으로 변환한 뒤
합산하여 평균을 구함

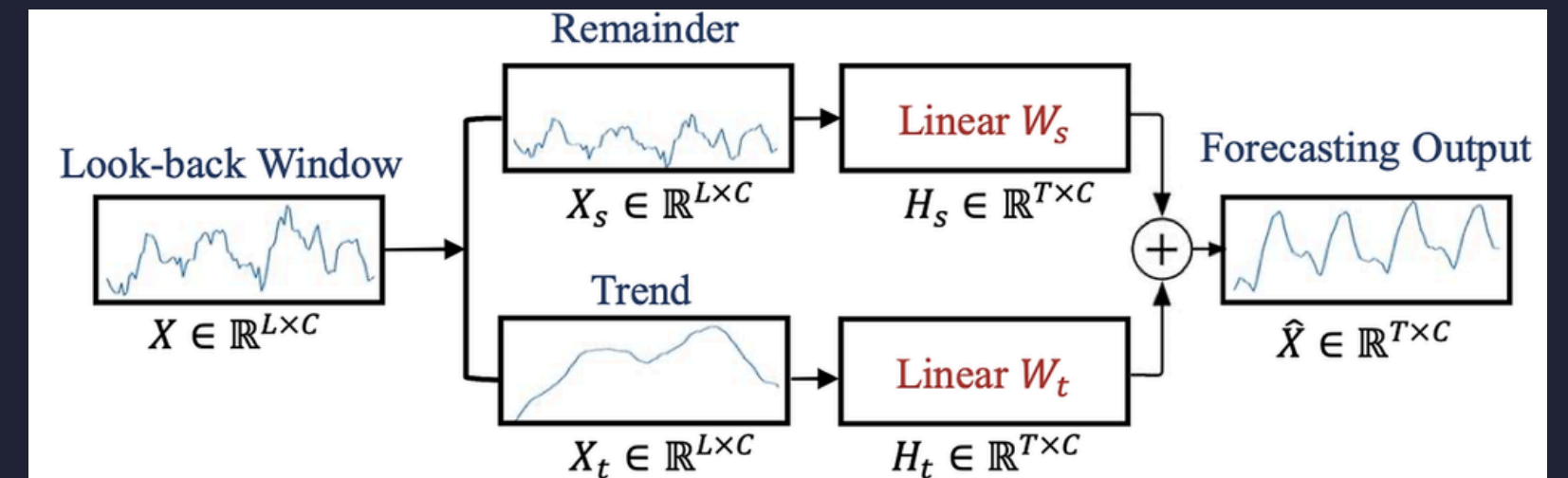
- MSE(평균 제곱 오차)

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (y - \hat{y})^2}{n}$$

실제 정답 값과 예측 값의 차이를 제곱한 뒤 평균을 구함



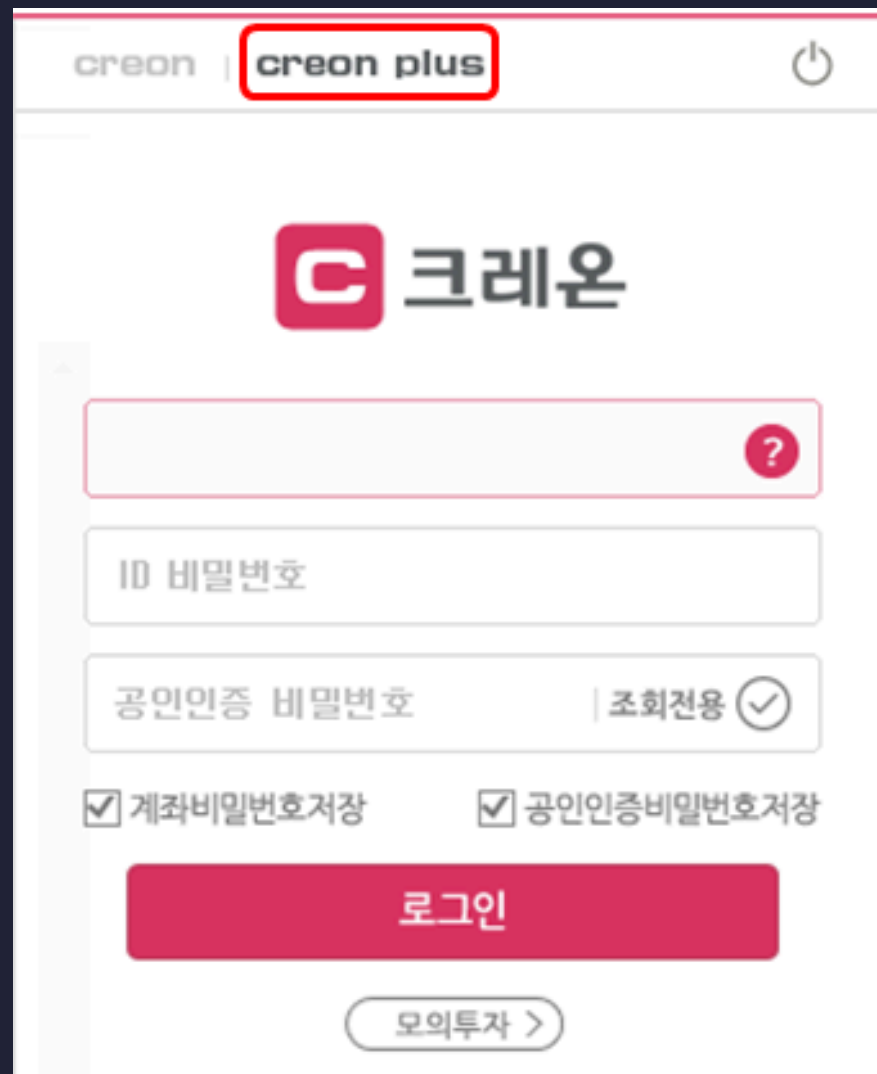
- LSTM에 대한 MAE: 3.7084
- LSTM에 대한 MSE: 15.0189



- LSTF에 대한 MAE: 0.0811
- LSTF에 대한 MSE: 0.0348

[시스템 트레이딩 - 데이터 수집]

- 대신증권 API Creon을 이용하여 분봉 데이터 최대 20만개 수집
→ 최근 분봉 데이터 15000개를 사용하여 학습 + 장 마감 후 당일 분봉 데이터로 추가 학습



〈Creon API〉

	date	open	high	low	close	volume
173905	202404011234	1782	1782	1782	1782	2678
173906	202404011235	1782	1782	1781	1782	2902
173907	202404011236	1781	1783	1781	1783	6979
173908	202404011237	1782	1783	1782	1782	4882
173909	202404011238	1782	1783	1782	1782	3735
...
188900	202405301517	1722	1723	1722	1722	9441
188901	202405301518	1723	1724	1722	1722	12956
188902	202405301519	1724	1730	1722	1729	6468
188903	202405301520	1727	1729	1725	1728	12106
188904	202405301530	1725	1725	1725	1725	27091

15000 rows × 6 columns

〈데이터 예시〉

[시스템 트레이딩 - 데이터 전처리]

■ 기술적 분석 지표를 제공하는 TA Library를 통해 단기 트레이딩에 적합한 지표 추가

- 종가와 거래량의 5, 10, 20, 60, 120 이동 평균
- 시가-종가, 상한가-종가, 하한가-종가 비율 등
- 스토크스틱오실레이터 : 과매수와 과매도 상태를 식별
- 상대강도지수 : 과열이나 침체 국면 판단
- 볼린저밴드 : 주가의 변동성을 측정하고 상대적인 고점과 저점 파악
- 이동평균수렴확산 : 장단기 이동평균선으로 매매 모멘텀 추정
- 누적체적선 : 거래량을 고려하여 가격 움직임을 분석하고 주가 추세의 강도를 평가
- AROON : 가격의 상승 또는 하락 추세의 강도와 지속 시간 측정
- ATR : 가격 움직임의 평균 변동성을 계산

[시스템 트레이딩 - 데이터 전처리]

close_ma5	volume_ma5	close_ma5_ratio	volume_ma5_ratio	...	upper	middle	lower	macd	macd_signal	macd_hist		ad	aroon_up	aroon_down	atr
NaN	NaN	NaN	NaN	...	2339.486108	2310.25	2281.013892	-7.140590	-7.291640	0.151050	1.223981e+05	0.000000	42.857143	NaN	
NaN	NaN	NaN	NaN	...	2339.486108	2310.25	2281.013892	-7.140590	-7.291640	0.151050	1.223981e+05	0.000000	42.857143	NaN	
NaN	NaN	NaN	NaN	...	2339.486108	2310.25	2281.013892	-7.140590	-7.291640	0.151050	5.901211e+04	0.000000	42.857143	NaN	
NaN	NaN	NaN	NaN	...	2339.486108	2310.25	2281.013892	-7.140590	-7.291640	0.151050	5.901211e+04	0.000000	42.857143	NaN	
2318.0	92517.4	0.000863	-0.584986	...	2339.486108	2310.25	2281.013892	-7.140590	-7.291640	0.151050	5.901211e+04	0.000000	42.857143	NaN	
...	
1721.6	10018.2	0.000232	-0.057615	...	1728.745502	1721.80	1714.854498	0.697942	0.681473	0.016469	3.406912e+08	57.142857	0.000000	3.037365	
1721.6	10778.4	0.000232	0.202034	...	1728.723095	1722.00	1715.276905	0.729476	0.691074	0.038402	3.406782e+08	50.000000	0.000000	2.963267	
1723.4	10079.6	0.003249	-0.358308	...	1728.445383	1721.95	1715.454617	1.304273	0.813714	0.490559	3.406831e+08	42.857143	100.000000	3.323034	
1724.6	9620.6	0.001971	0.258341	...	1729.288562	1722.30	1715.311438	1.659977	0.982966	0.677011	3.406891e+08	35.714286	92.857143	3.371389	
1725.2	13612.4	-0.000116	0.990171	...	1729.400532	1722.35	1715.299468	1.680430	1.122459	0.557971	3.406891e+08	28.571429	85.714286	3.344861	

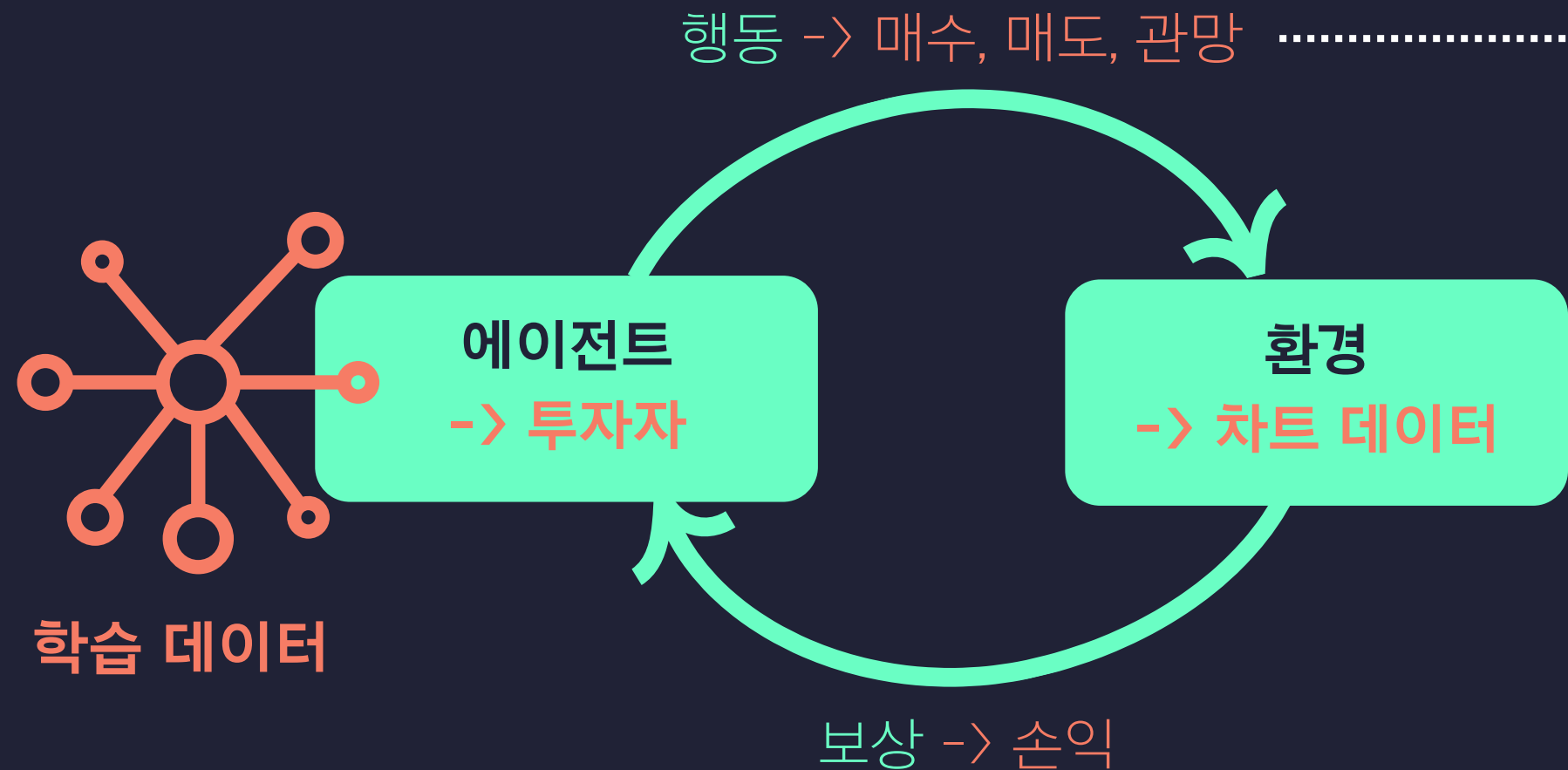
〈전처리 후 데이터 예시〉

[시스템 트레이딩 - 강화학습 모델]

- 강화학습이란?

머신러닝의 한 종류로, 어떠한 환경에서 어떠한 행동을 했을 때 그것이 잘 된 행동인지 잘못된 행동인지 나중에 판단하고 보상(또는 벌칙)을 줌으로써 반복을 통해 스스로 학습하게 하는 분야

=> 주식투자도 어떠한 **환경**에서 **매수(buy)**, **매도(sell)**, **관망(hold)** 등을 판단하는 문제로서 강화학습을 적용할 수 있음



행동은 신경망으로 결정하고, 신경망은 에이전트가 수행하는 행동의 결과로 발생하는 수익 또는 손실의 보상과, 학습 데이터로 학습함

[시스템 트레이닝 - 강화학습 모델]

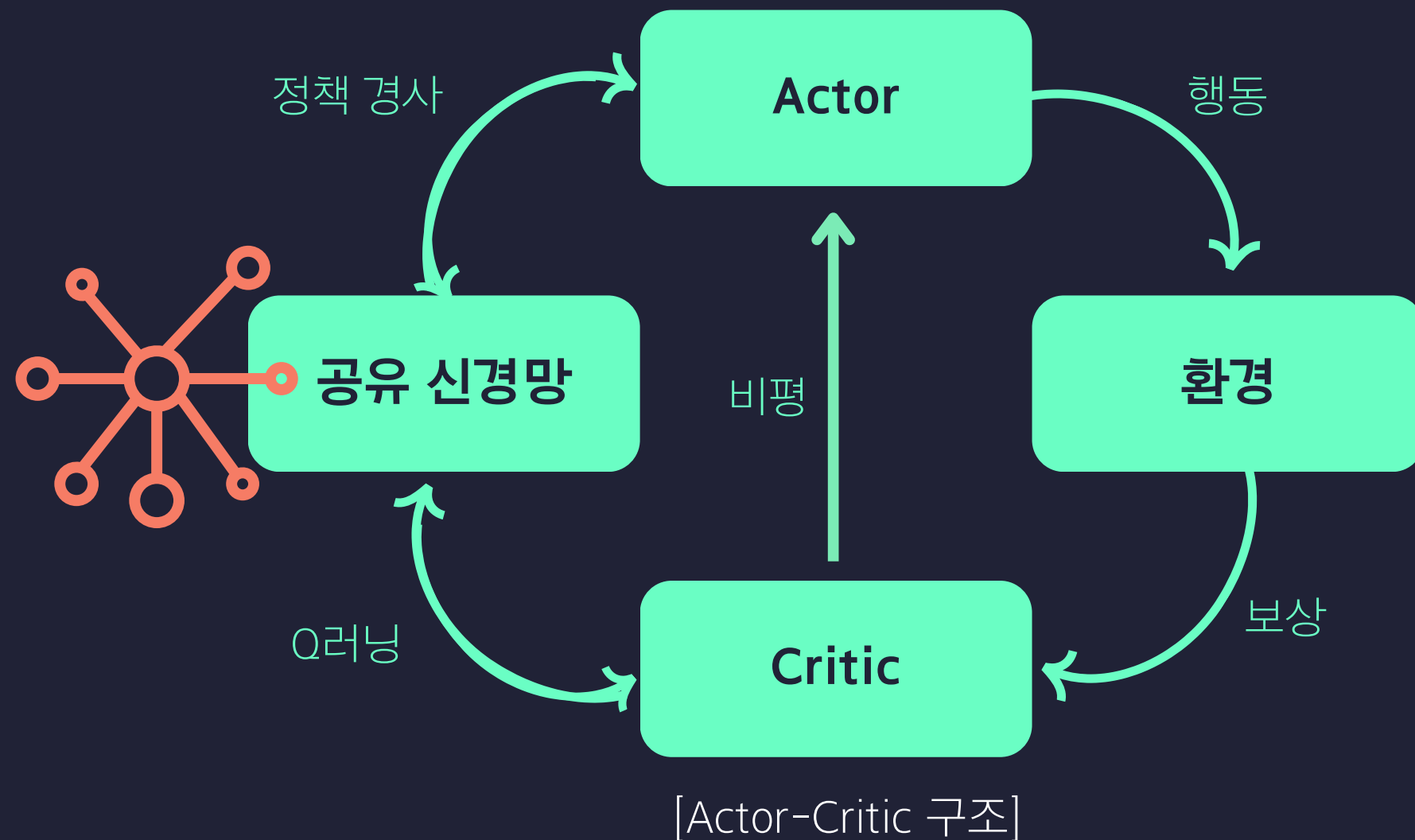
- [강화학습] A2C (Advantage Actor - Critic) 알고리즘

Actor - Critic 방식 + Advantage 개념

: **Actor**는 정책 경사 모델을 사용하여 현재 상태에서 어떤 행동을 취할지 결정하는 역할을 하며,

Critic은 Q-러닝 모델을 사용하여 취해진 행동의 가치를 평가함

Advantage라는 개념을 통해 예상되는 보상과 현재 정책에 따른 가치 함수 간의 차이를 이용해 액터의 정책을 업데이트함



=> A2C는 Critic을 **Advantage**로 학습

[시스템 트레이딩 - 테스트 화면]

- 학습 모델

a2c (cnn - 120dim),
15000개 분봉데이터,
300epochs

- 한국투자증권 API

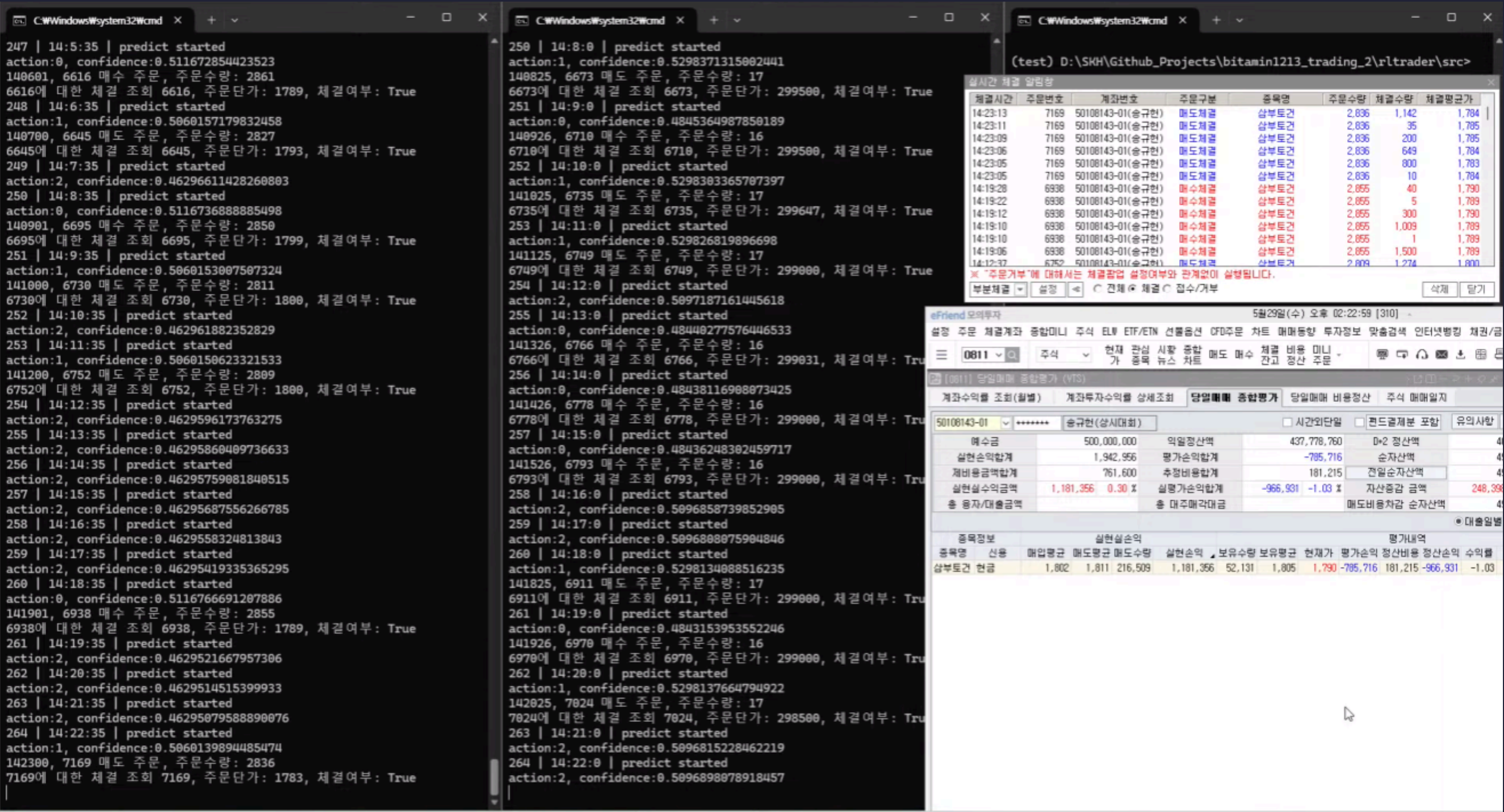
1. 1분 단위로

buy, sell, hold
예측

2. confidence에 따라
주문수량 결정

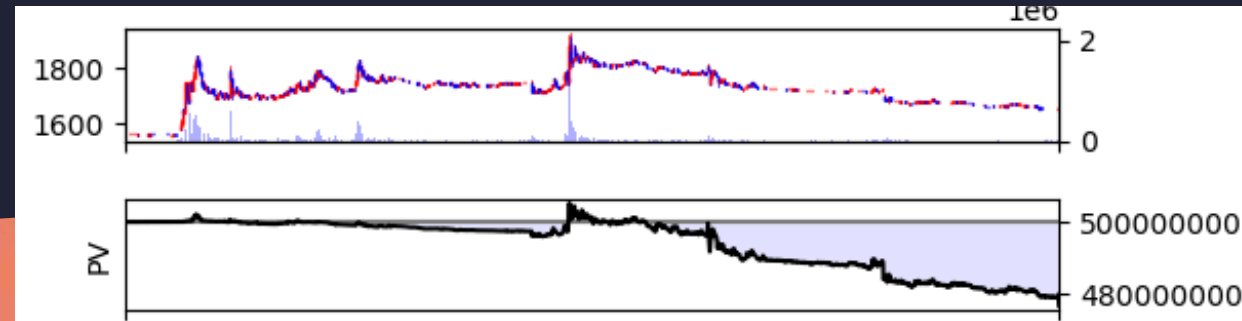
3. API로 주문

- 테스트 영상



[시스템 트레이딩 - backtrading]

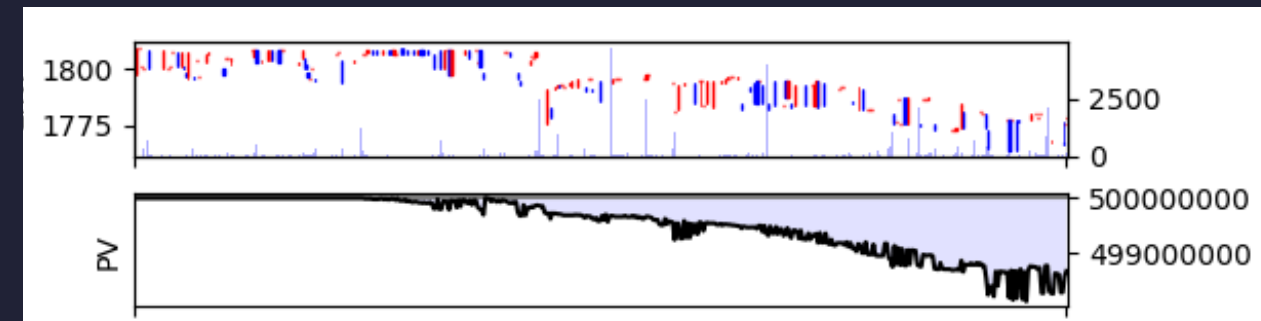
001470 삼부토건



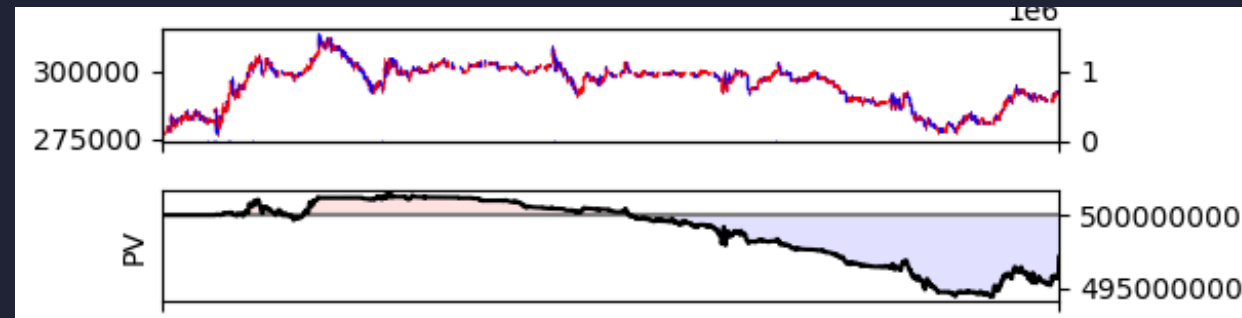
주가

포트폴리오 가치

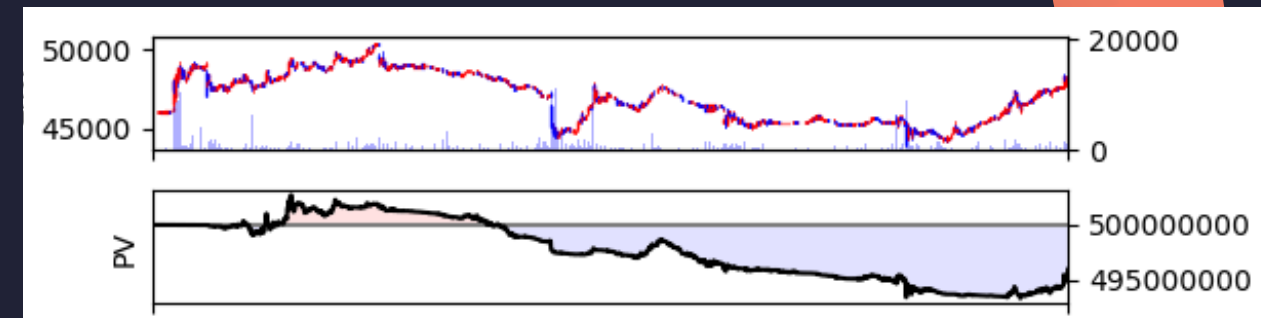
002690 동일제강



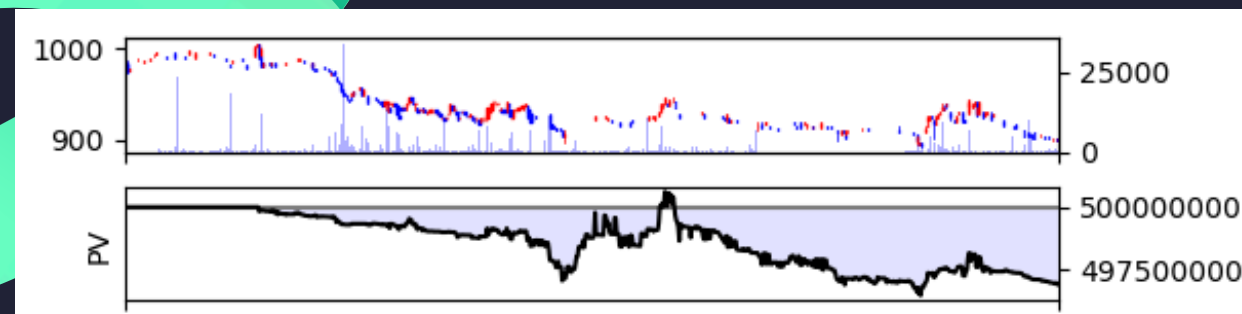
267260 HD현대일렉트릭



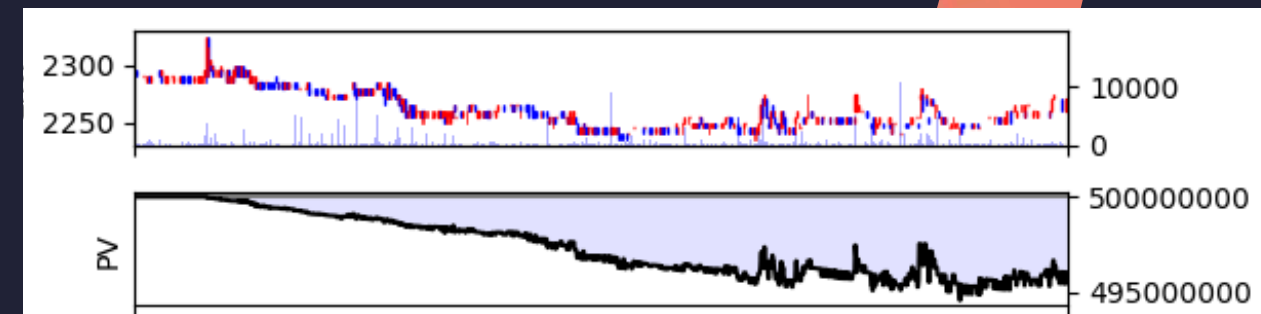
002710 TCC스틸



002870 신풍



011000 진원생명과학



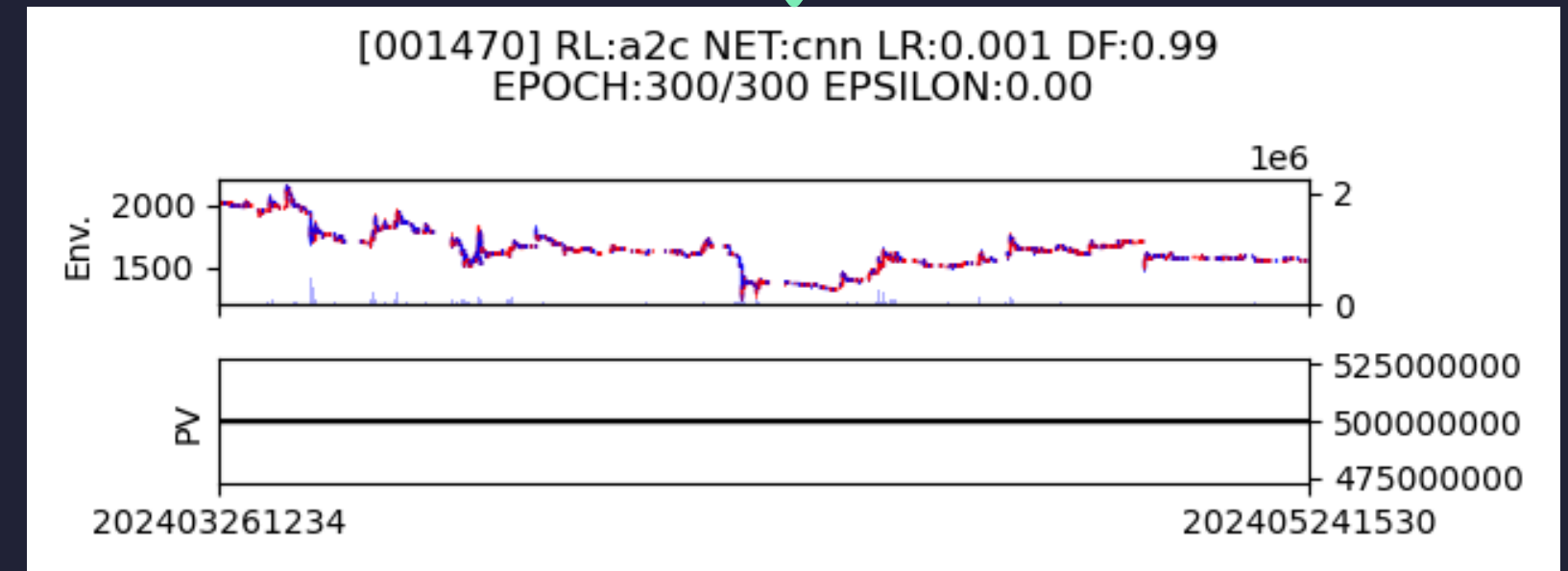
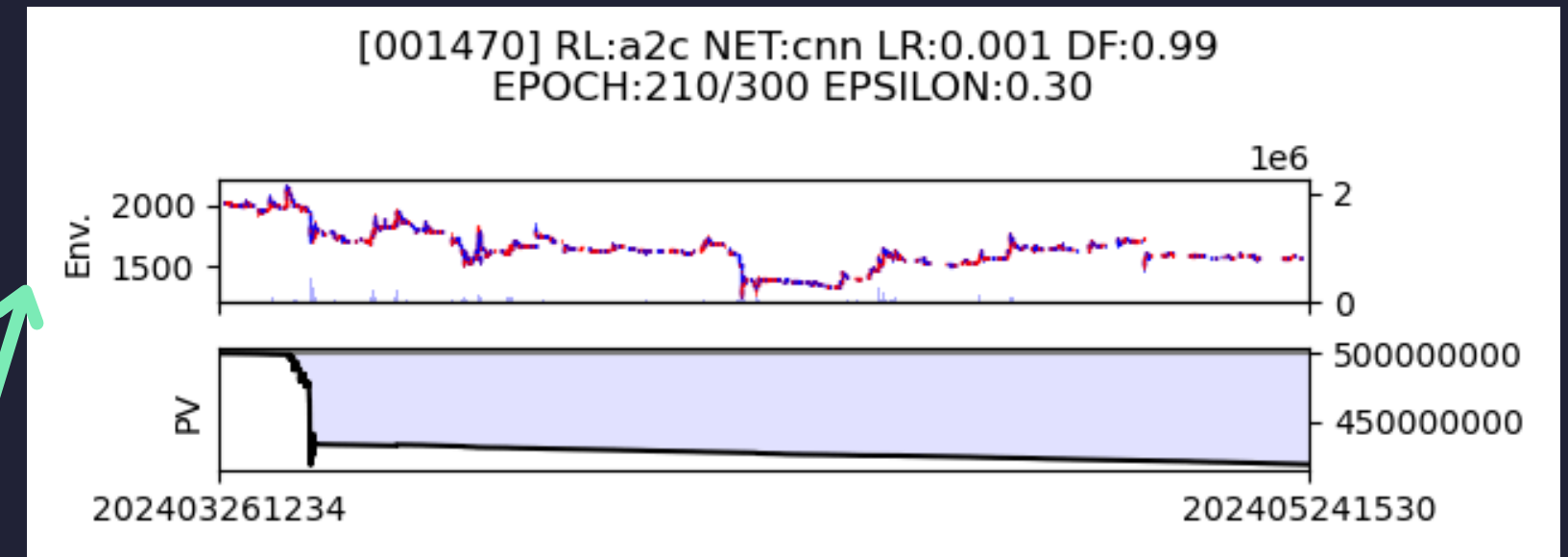
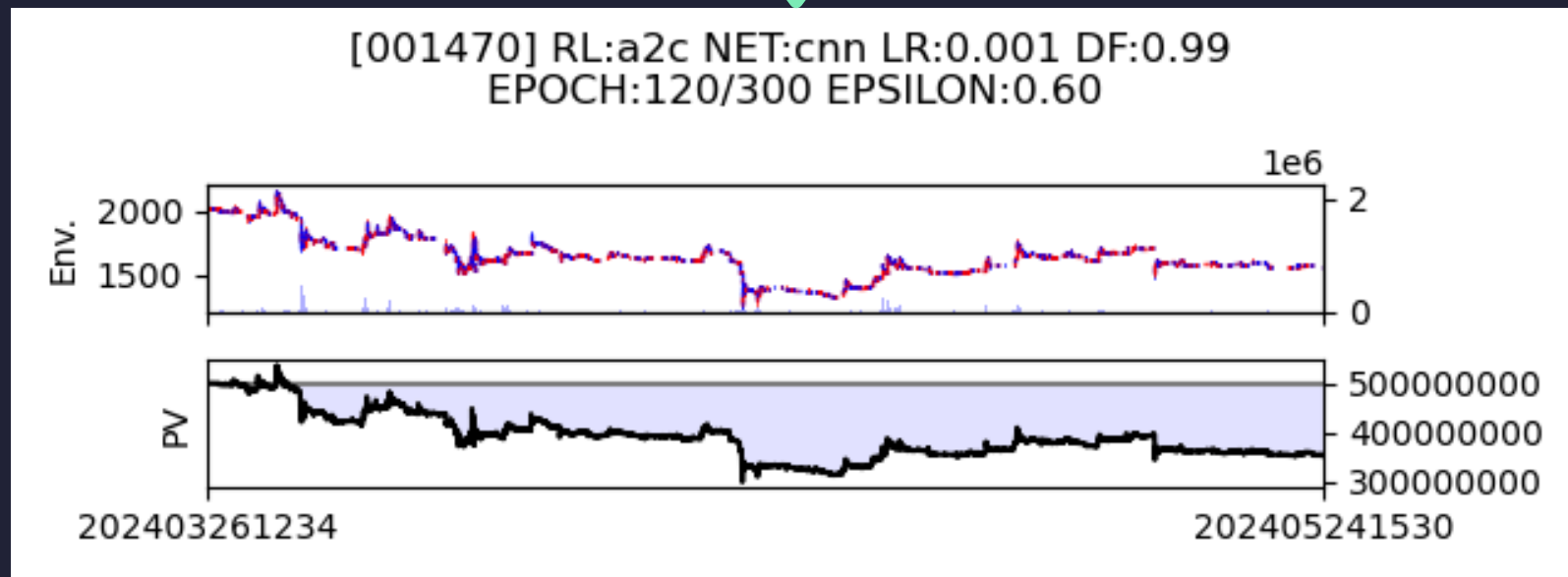
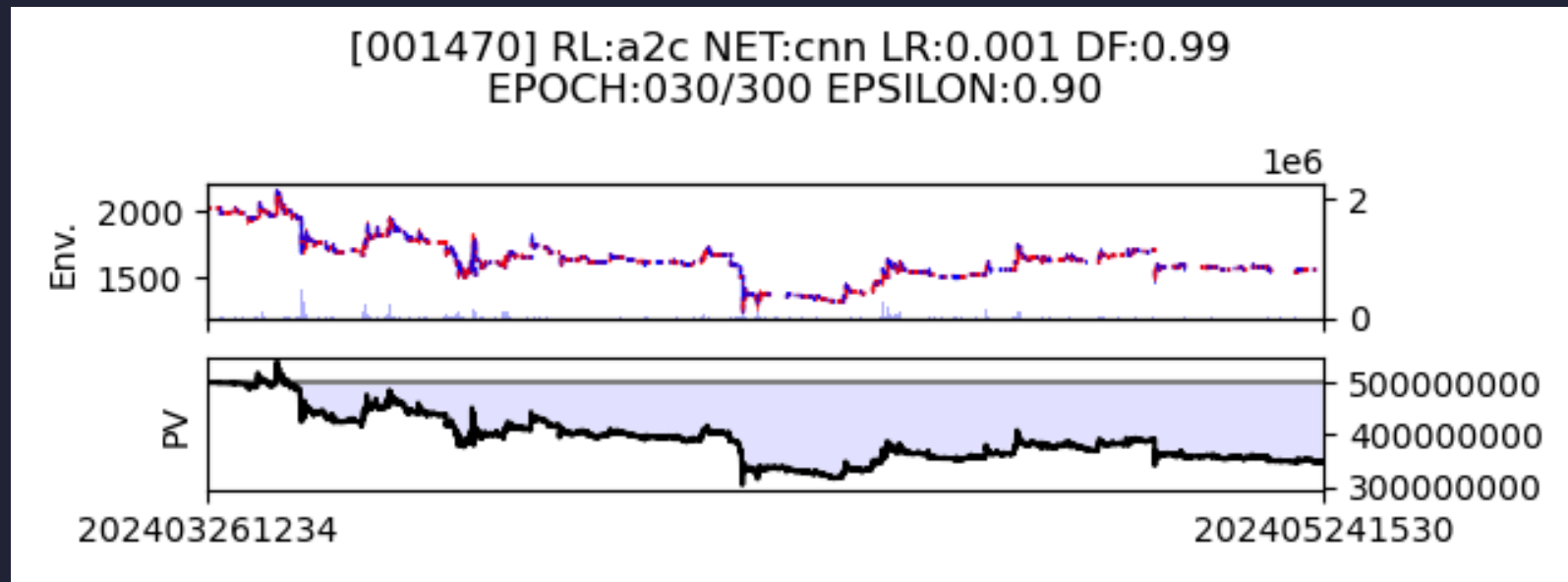
[시스템 트레이딩 - 결과]

* alpha = backtrading profitloss - Market profitloss (%p)

평가 Ticker				
	시장 손익률	시스템 트레이딩 손익률	backtrading 손익률	alpha
001470 삼부토건	2.95%	-2.36%	-4.63%	-7.58% point
267260 HD현대일렉트릭	19.92%	4.02%	-0.57%	-20.49% point
002870 신풍	-8.80%	-	-0.61%	8.19% point
002690 동일제강	-1.54%	-	-0.26%	1.28% point
002710 TCC스틸	-0.20%	API매매불가종목	-0.81%	-0.61% point
011000 진원생명과학	-1.09%	-	-0.85%	0.24% point

[시스템 트레이딩 - 한계점]

- 훈련 과정에서의 과적합





감사합니다!

질문이 있으신가요?