

TimesNet 기반 시계열 분석을 통한 IT 및 Bio 산업 주가 예측 기법

문정원¹, 유현창²¹ 고려대학교 SW·AI 융합대학원 인공지능융합학과 석사과정² 고려대학교 정보대학 컴퓨터학과 교수

bobosmoon@gmail.com, yuhc@korea.ac.kr

A TimesNet-based Time Series Analysis Approach for Stock Price Prediction in IT and Bio Industries

Jungwon Moon¹, Heonchang Yu²¹Dept. of Artificial Intelligence Convergence, Korea University²Dept. of Computer Science & Engineering, College of Informatics, Korea University

요 약

금융 시계열은 다양한 외부 요인에 따라 변동성이 크게 달라지며, 산업별로 서로 다른 구조적 특성을 보인다. 이러한 특성은 단기 예측의 중요성을 더욱 부각시키고 있으며, 최근에는 복잡한 패턴을 정교하게 설명하기 위해 딥러닝 기반의 최신 모델이 적극적으로 활용되고 있다. 본 연구는 IT와 Bio 산업군을 대표하는 주요 종목을 대상으로, 최신 시계열 분석 모델인 TimesNet의 성능을 검증하고 기존 기법과 비교하였다. 분석에서는 ARIMA, SARIMAX, Prophet을 기준모델로 설정하고, 주가 데이터와 함께 외부 설명변수 6종(나스닥 지수, CPI, 금리, VIX, 유가, 비트코인) 및 기술적 지표 3종(MA, RSI, MACD)을 반영하였다. 예측은 실제 투자 환경을 고려해 단기 롤링 예측(rolling forecast) 방식으로 수행하였다. 실험 결과 TimesNet은 모든 종목에서 평균적으로 가장 낮은 MAPE를 기록하였다. 한편 RMSE는 GOOGL에서 Prophet이 근소 우위를 보이는 예외가 있었다. 그럼에도 TimesNet은 변동성이 큰 IT 산업군에서도 안정적인 성능을 유지했으며, 외부 설명변수와 기술적 지표를 결합했을 때 일관된 개선 효과가 나타났다. 결론적으로 TimesNet은 금융 시계열에서 단기 예측에 적합한 강력한 접근법임을 본 연구가 실증적으로 확인하였다.

1. 서론

금융 시계열 예측은 비정상성, 고변동성, 이벤트 주도형 급변 등을 동시에 다루어야 하므로 단순 선형 접근만으로는 한계가 있다. 특히 단기 구간(약 1개월 내)의 정밀도는 리스크 관리, 수요·재고 계획, 알고리즘 트레이딩 등 실무 의사결정에 직접 연결되기 때문에, 다양한 산업군 데이터에 대해 최신 일반 목적 시계열 모델의 성능을 체계적으로 검증할 필요가 있다.

IT와 Bio(제약·바이오) 산업은 구조적 특성이 상이하다. IT는 혁신 사이클·글로벌 밸류체인·투자심리에 민감해 변동성이 크고 레짐 전환이 잦은 반면, Bio는 규제·보험 체계와 필수 의료 수요에 기반한 방어적 성격을 보이되 임상·허가·특허만료 등 이벤트 리스크에 반응한다는 점이 주요 보고서와 선행연구에서 반복적으로 지적되어 왔다[1,2]. 이러한 대비는 산업군별 예

측 난이도와 모형별 강·약점이 실제 데이터에서 어떻게 나타나는지를 실증적으로 비교할 필요성을 제기한다.

전통적으로 사용되어 온 ARIMA 계열은 자기상관 구조와 차분으로 비정상성을 완화하여 선형 의존성을 포착하는 데 강점이 있으나, 급격한 변동·비선형·레짐 전환이 혼재할 때 성능 저하가 보고된다. SARIMAX는 계절성과 외생변수(거시지표 등)를 동시에 모형화함으로써 확장성을 제공하지만, 변수 선택과 시차 구조에 대한 의존성이 크고 다변량 설정에서 모형 불안정이 발생할 수 있다. Prophet은 추세·계절성·휴일효과를 분해하는 구조적 접근으로 해석 가능성과 실무 적용성이 높지만, 고빈도 단기 변동이나 돌발 이벤트를 세밀하게 추적하는 데에는 제약이 있다.

본 연구는 IT·Bio 대표 종목의 단기 롤링 예측을 대상으로, 전통 통계모형(ARIMA, SARIMAX, Prophet)

과 최신 범용 시계열 모델인 TimesNet(Temporal 2D-Variation Modeling Network)의 성능을 실증 비교한다[3]. 예측은 실제 운용 환경을 고려해 슬라이딩 윈도우 기반으로 수행되며, 거시 변수(예: 나스닥 지수, CPI, 금리, VIX, 유가, 비트코인)와 기술적 지표(MA, RSI, MACD)를 적절히 결합해 가격 수준·거래구조·거시환경·기술적 패턴을 동시 반영하도록 설계하였다.

연구의 기여는 두 가지다. 첫째, 산업군 특성에 따른 단기 예측 난이도를 정량적으로 비교한다. 둘째, TimesNet의 실무 적합성과 적용 한계를 명확히 한다.

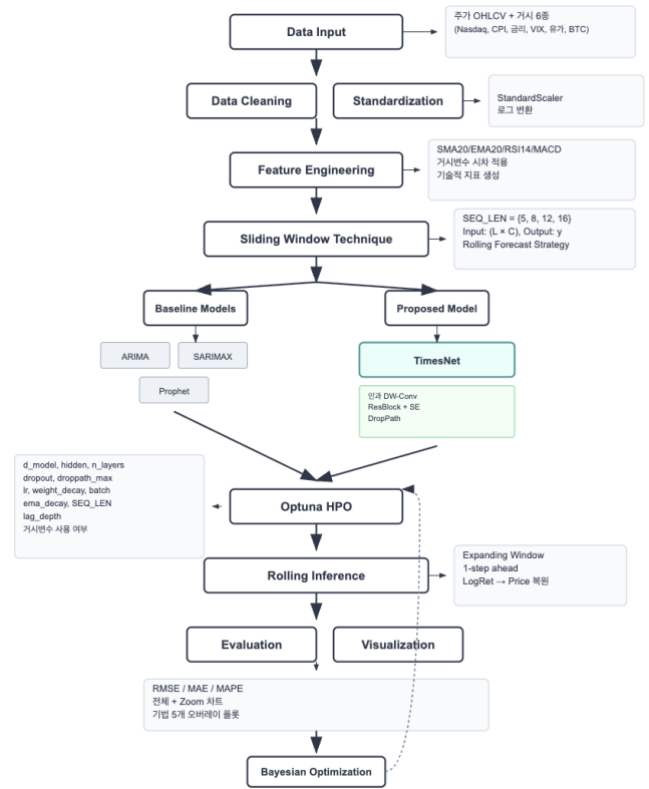
2. 관련 연구

전통적으로 금융 시계열 예측에는 ARIMA 계열 모델이 널리 활용되어 왔다. Box-Jenkins 방법론에 기반한 ARIMA는 자기상관 구조와 차분을 통해 비정상성을 완화하고 선형 의존성을 효과적으로 모델링할 수 있다[4]. 그러나 금융 시계열은 고변동, 외부 충격, 비선형적 구조를 동시에 내포하는 경우가 많아, ARIMA만으로는 이러한 복잡한 패턴을 충분히 설명하기 어렵다. 이를 보완한 SARIMAX는 계절성 모형화와 더불어 외생변수를 포함할 수 있어 거시 변수와의 연동 관계를 반영하는 확장성이 있다. 다만 변수 선택·시차(lag) 구조에 대한 의존이 커지고, 다변량 설정에서 모형 불안정성이 발생할 수 있다는 보고가 있다. Prophet은 추세(Trend), 계절성(Seasonality), 휴일효과(Holidays)를 분해하는 구조적 접근으로 해석 가능성과 실무 적용성이 높지만[4], 금융 시장의 급격한 단기 변동이나 이벤트 리스크를 세밀하게 추적하는 데는 제약이 있다. 또한 외생변수 기반 모형들은 변수 선택과 시차 지정에 따라 성능 변동이 커, 학습·검증 단계에서 일관된 프로토콜이 요구된다.

최근 제안된 TimesNet은 1차원 시계열을 2차원 변동 패턴으로 변환해 다주기성·다스케일 특성을 동시에 학습하는 구조를 제공한다. 핵심 아이디어는 고정 길이 윈도우를 패치로 변환하여 2차원 컨볼루션으로 다주기 변동을 추출하고, 시간·주파수 축 정보를 통합하는 것이다. 원 논문 및 후속 연구에서 TimesNet은 단기 예측(Short-term Forecasting), 결측값 대체(Imputation), 분류(Classification), 이상 탐지(Anomaly Detection) 등 4개 주요 벤치마크 과제를 갱신하며 SOTA 성능을 달성하였다[3]. 이러한 특성은 롤링 예측과 같이 변동 폭이 잦고 패턴 전환이 빈번한 금융 시계열에서 실무적 유용성이 높을 가능성을 시사한다. 본 연구는 이 점에 주목해 TimesNet을 ARIMA/SARIMAX/Prophet과 동일한 실험 조건에서 비교함으로써, 단기 구간에서의 상대적 순위와 산업군별 성능 차이를 정량적으로 검증한다.

3. 주가 예측 시스템 설계

3.1 시스템 흐름도



(그림 1) 전체 시스템 흐름도

본 연구의 전체 파이프라인은 실제 운용 절차를 반영하여 다음 단계로 구성된다: (1) 데이터 취득·정제, (2) 표준화 및 특성 공학, (3) 슬라이딩 윈도우 기반 입력 생성, (4) 모델 학습, (5) 하이퍼파라미터 탐색, (6) 예측 산출, (7) 결과 정리 및 시각화

비교 대상은 전통 통계모형(ARIMA, SARIMAX, Prophet)과 최신 범용 시계열 모델 TimesNet이며, 모든 모델은 동일한 입력 스키마와 공통 규칙하에서 학습·비교되도록 설계하였다. 외생변수는 시장지수·거시 지표·상품·암호자산 중 선별하여 사용하고, 종가 기반 기술지표(MA/RSI/MACD)를 포함한다.

3.2 데이터셋

데이터는 Yahoo Finance의 Historical Data에서 2024년 9월부터 2025년 9월까지의 일별 시계열을 수집하였다[5]. 산업군은 IT와 Bio로 구분하고, 대표 종목으로 AAPL·GOOGL(IT), JNJ·ABBV(Bio)를 선정하였다. 산업군 단위 비교 설정은 산업별 위험·자본비용 차이에 대한 고전적 증거에 기반하며[6], 이는 개별 기업의 일시적 요인보다 산업 구조적 차이를 반영하려는 본 연구 목적과 부합한다.

종속변수이자 기본 입력은 종가(Close)이며, ARIMA는 증가만을 사용하는 단변량으로 설정하였다. SARIMAX, Prophet, TimesNet은 증가를 종속변수로 두고 OHLCV와 기술적 지표(MA, RSI, MACD), 그리고 상관분석을 통해 선별한 외생변수(나스닥 지수, CPI, 10년물 국채금리, VIX, WTI, 비트코인)를 함께 사용하였다. 이러한 구성은 가격 수준·거래 구조·거시환경·기술적 패턴을 동시에 포착하도록 설계되었으며, IT와 Bio 사이의 상관구조 차이가 예측 성능에 미치는 영향을 비교하는 데 초점을 둔다.

4. 실험 및 분석

4.1 데이터 전처리

데이터는 3장에서 정의한 네 종목(AAPL, GOOGL, JNJ, ABBV)과 외생변수(나스닥 지수, CPI, 금리, VIX, WTI, 비트코인)를 대상으로 한다. 비거래일 제거 후 영업일 기준으로 정렬하고, 종가(Close)를 목표변수로 하되, 가격 수준과 단기 추세·모멘텀을 반영하기 위해 이동평균, RSI, MACD를 생성하였다. 분산 안정화를 위해 로그 변환을 적용한 뒤, 특성 간 스케일 차이를 완화하기 위해 StandardScaler로 표준화하였다.

시계열 분할은 약 1년 구간을 학습 11개월 / 테스트 1개월로 나누었고, 테스트 구간에서는 7일 입력 → 1일 예측의 롤링 전략을 적용하여 실제 운용 절차를 모사하였다. 각 롤링 스텝에서는 예측 시점에 관측 가능한 정보만을 사용하여 정보 누출을 방지하였다. 모델 학습·탐색 규칙은 3장에서 제시한 공통 스키마를 따르며, ARIMA/SARIMAX/Prophet과 TimesNet을 동일 조건에서 비교하였다.

4.2 실험 결과

<표 1> IT 및 Bio 산업군의 예측 성능 지표

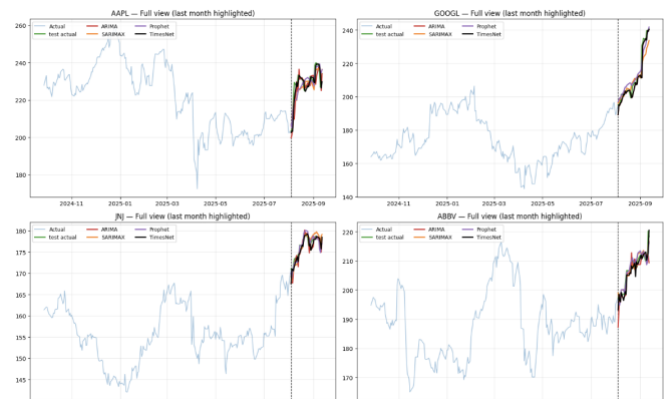
Model		IT		Bio	
		AAPL	GOOGL	JNJ	ABBV
ARIMA	RMSE	6.0496	4.3434	1.6605	3.7322
	MAE	4.3762	2.461	1.2970	2.6487
	MAPE	1.92%	1.14%	0.74%	1.28%
SARIMAX	RMSE	4.5860	5.2538	1.1784	1.7250
	MAE	3.7623	4.0492	1.0369	1.4235
	MAPE	1.64%	1.83%	0.59%	0.69%
Prophet	RMSE	4.4210	3.1733	0.9580	1.8900
	MAE	3.149	2.2693	0.7988	1.4702
	MAPE	1.36%	1.06%	0.45%	0.71%
TimesNet	RMSE	1.624	2.097	0.9791	1.4593
	MAE	1.149	1.545	0.7904	1.383
	MAPE	0.50%	0.75%	0.45%	0.50%

모든 모델의 성능을 종합적으로 비교하면, Bio 산업군이 IT 산업군 대비 일관되게 낮은 오차를 보인다.

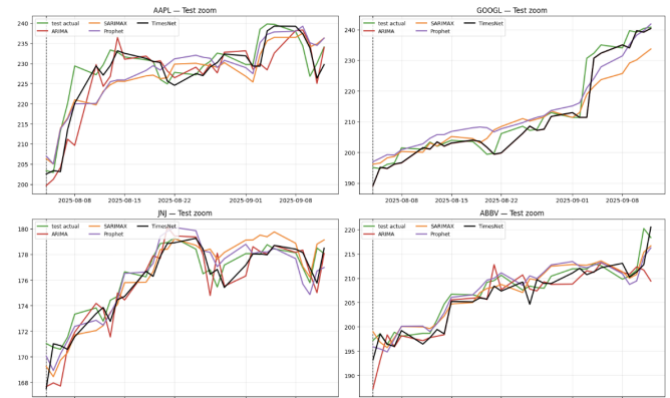
· IT 평균 → RMSE 4.47, MAE 3.11, MAPE 1.39%

· Bio 평균 → RMSE 1.82, MAE 1.39, MAPE 0.71%

이는 Bio 섹터의 상대적 안정성이 단기 구간에서 예측 용이성으로 이어진 결과다. 모델별로 보면 TimesNet이 평균적으로 가장 낮은 MAPE를 보이며 기준모델(ARIMA, SARIMAX, Prophet) 대비 우수하다. 다만 GOOGL에서는 Prophet이 근소 우위(예: RMSE 3.1733, MAPE 1.06%)를 보였다.



(그림 2) 종목별 주가 예측 - 전체 구간



(그림 3) 종목별 주가 예측 - 테스트 구간

그림 2는 IT(AAPL, GOOGL)과 Bio(JNJ, ABBV)의 전체 추세 위에 최근 1개월 테스트 구간을 강조하여, 실제치와 각 모델의 예측치를 비교한다. IT 섹터는 최근 한 달 동안 상승 국면과 변동성 확대가 겹치며 예측선-실제선 간 간격이 순간적으로 커지는 구간이 확인된다. 반면 Bio 섹터는 완만하고 안정적인 흐름을 보이며, 테스트 구간에서도 예측선이 실제선에 밀착한다. TimesNet은 급등 구간에서도 추세 추종력이 우수하며, 전통모형(ARIMA/SARIMAX)보다 변동 전환점에서의 지연이 작다. GOOGL은 Prophet이 근소 우세하게 적합하여 예측선이 실제선에 더 밀착되는 구간이 관찰된다.

그림 3 은 최근 1 개월을 확대해 전환점 부근 대응력과 잔차 수준을 비교한다. IT에서는 급격한 추세 전환 구간에서 전통 통계모형이 상대적으로 느리게 적응하는 양상이 나타났고, GOOGLE 의 경우 Prophet 이 근소 우위(예: RMSE 3.1733, MAPE 1.06%)를 보였다. Bio 의 두 종목(JNJ, ABBV)은 네 모델 모두에서 예측선이 실제선과 안정적으로 밀착하며, <표 1>의 낮은 평균 오차와 정합적이다.

모든 모델의 성능을 종합해 보면 Bio 산업군이 IT 대비 일관되게 낮은 오차를 보였으며, 이는 상대적으로 낮은 단기 변동성과 레짐 전환 빈도에 기인한 결과로 해석된다. 모델별로는 TimesNet 이 평균적으로 가장 낮은 MAPE 를 보이며 기준모델(ARIMA, SARIMAX, Prophet) 대비 우수했고, Prophet 은 GOOGLE 에서 추세·계절 성분 분해의 이점으로 근소한 우위를 보였다. 본 실험에서는 SARIMAX·Prophet·TimesNet 에 외생변수(CPI, 금리, VIX 등)를 포함하였으며, 동일한 롤링·전처리 조건에서 외부 변수를 투입하면 RMSE/MAE/MAPE 가 일관되게 낮아졌다. 예측 지평이 1 개월로 짧은 설정에서도 평균 개선 폭이 유의미하게 관찰되었고, 외부 변수를 사용하지 않는 ARIMA 는 상대적으로 큰 오차를 보였다(<표 1>). 특히 TimesNet 은 변동성이 확대된 IT 구간에서도 예측선-실제선 괴리가 상대적으로 작게 유지되고(그림 3), 종목 간 성능 편차가 낮아 섹터를 가로지르는 일관성이 높았다. 또한 <표 1>에서 TimesNet 의 MAPE 는 네 종목 모두에서 하위 수준을 기록하며, 전환점 인접 구간에서도 잔차 폭이 상대적으로 좁게 관찰된다. 전반적으로 다주기·다스케일 패턴을 동시에 포착하는 구조가 단기 롤링 환경에서 유효하게 작동한 결과로 볼 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구

본 연구는 IT(AAPL, GOOGLE)과 Bio(JNJ, ABBV) 4 개 종목을 대상으로 전통 통계모형(ARIMA, SARIMAX, Prophet)과 범용 시계열 모델(TimesNet)을 동일한 롤링 설정에서 비교하였다. 실험 결과, Bio 산업군은 IT 대비 RMSE·MAE·MAPE 가 일관되게 낮아 단기 예측이 상대적으로 용이함을 확인하였다. 모델별로는 TimesNet 이 평균적으로 가장 낮은 MAPE 를 기록하여 기준모델 대비 우수했으며, GOOGLE 에서 Prophet 이 근소 우위를 보이는 구간이 존재했다. 또한 본 실험은 SARIMAX·Prophet·TimesNet 에 외생변수(나스닥 지수, CPI, 금리, VIX, WTI, 비트코인)를 포함하였고, 동일 롤링·전처리 조건에서 외부 변수를 투입하면 RMSE/MAE/MAPE 가 일관되게 개선되는 패턴을 관찰하였다. 예측 지평이 1 개월로 짧음에도 평균 개선 폭이 유의미했으며, 외부 변수를 사용하지 않는 ARIMA

는 상대적으로 큰 오차를 보였다. 종합하면 다주기·다스케일 패턴을 동시에 포착하는 TimesNet 구조와 외생변수의 결합이 단기 롤링 환경에서 효과적임을 확인하였다.

연구의 한계로는 (i) 표본 규모(4 종목)와 관측 기간(약 1년)이 제한적이며, (ii) 평가 지평이 1 개월로 고정되어 모델별 장단점이 장기 구간에서 달라질 가능성, (iii) 외부 변수 선정이 거시·시장지표 중심으로 구성되어 텍스트·이벤트 요인이 반영되지 않았다는 점들을 들 수 있다. 그럼에도 불구하고, 산업군 특성(변동성·레짐 전환 빈도)에 따라 모델 성능 격차와 예측 난이도가 체계적으로 달라짐을 정량적으로 제시했다는 점에서 실무·학술적 시사점이 있다.

향후 연구에서는 다음을 추진한다. 첫째, 표본·산업군 확대(에너지·반도체·헬스케어 등)와 기간 연장을 통해 통계적 견고성을 높이고, 멀티호라이즌(1 일·1 주·1 개월·분위수(quantile) 예측을 도입하여 불확실성 정보를 함께 제공한다. 둘째, 뉴스/공시/소셜 감성 및 정책 이벤트를 외생변수로 통합하고, 피처 선택·시차 추정 자동화를 통해 레짐별 최적 변수를 동적으로 갱신하는 절차를 마련한다. 셋째, 온라인·전이학습을 적용해 급격한 레짐 전환에 대한 적응 속도를 향상시키고, 운영 환경에서의 재학습 주기를 최적화한다. 마지막으로, 본 연구에서는 포함하지 않았으나 내부적으로 실험 중인 하이브리드/백본 교체(예: TimesNet 기반에 LSTM-CNN, ResNet, PatchTST 등 결합)의 효과를 별도 연구로 확장하여 성능-효율 트레이드오프를 체계적으로 검증할 계획이다.

참고문헌

- [1] MSCI Inc. *MSCI Cyclical and Defensive Sectors Indexes Methodology*, Nov. 2022.
- [2] OECD (2021). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021: Times of Crisis and Opportunity*. OECD Publishing.
- [3] Wu, Haixu, et al. "TimesNet: Temporal 2D-Variation Modeling for General Time Series Analysis," International Conference on Learning Representations (ICLR) 2023, Poster.
- [4] Taylor, S. J., & Letham, B. (2018). Forecasting at scale. *The American Statistician*, 72(1), 37–45.
- [5] Yahoo Finance, "Historical Market Data (AAPL, GOOGLE, JNJ, ABBV)," *Yahoo Finance*, accessed 2025-09-07
- [6] Fama, E. F., & French, K. R. (1997). *Industry costs of equity*. *Journal of Financial Economics*, 43(2), 153-193.