

LightGTS: A Lightweight General Time Series Forecasting Model

<https://arxiv.org/abs/2506.06005>

0. Introduction

- 시계열 예측에서 효율적이고 범용적인 경량 모델 필요함
- 기존 모델들은 복잡하거나 특정 도메인에 치중된 경우가 많음
- LightGTS는 다양한 시계열 데이터에 빠르고 정확하게 대응 가능한 경량 모델임
- 모델 구조를 단순화하면서도 성능을 유지하는 데 집중함
- 실시간 예측과 제한된 자원 환경에 적합하도록 설계됨
- 여러 공개 데이터셋에서 우수한 성능과 효율성 입증함

1. Overview

- LightGTS는 경량화에 초점을 맞춘 시계열 예측 모델임
- 단순하고 효율적인 네트워크 구조로 설계됨
- 다양한 도메인의 시계열 데이터에 범용적으로 적용 가능함
- 핵심은 불필요한 복잡성 제거와 계산 비용 절감임
- 실시간 예측과 임베디드 환경에서도 활용 가능함
- 성능과 효율성의 균형을 맞추기 위해 여러 최적화 기법 사용함

2. Challenges

- 시계열 예측 모델을 경량화하면서 성능 유지가 어려움
- 다양한 도메인과 데이터 특성에 범용적으로 대응해야 함
- 계산 자원과 메모리 제한 환경에서 모델 효율성 확보가 필수임

- 과적합과 일반화 문제를 동시에 해결해야 함
- 복잡한 모델 대비 단순 모델이 갖는 표현력 한계 극복 필요
- 실시간 예측 요구사항과 정확도 간 균형 맞추기 어려움

3. Method

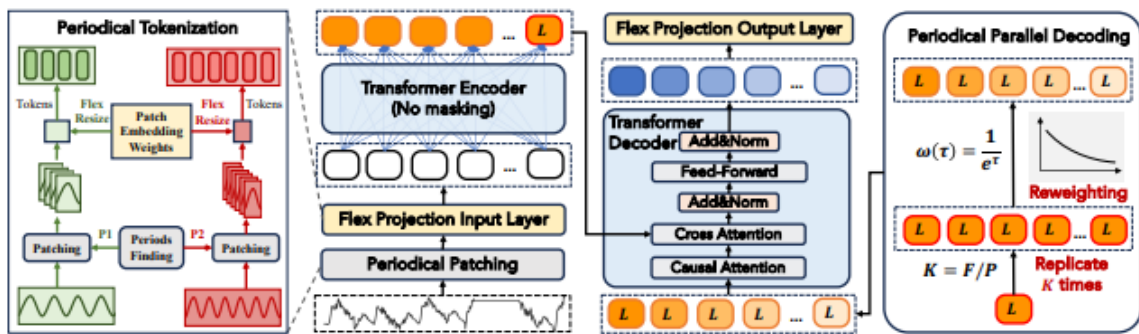
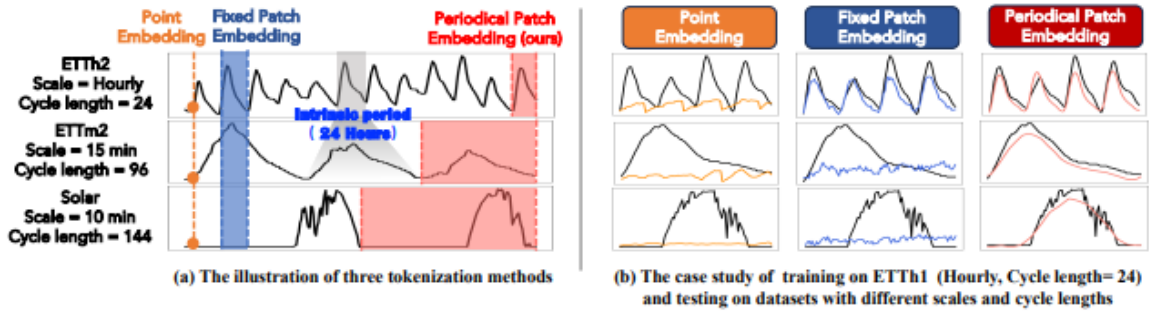


Figure 3. LightGTS architecture.

- LightGTS는 단순화된 신경망 구조로 설계됨
- 주요 구성 요소는 경량화된 인코더와 예측기로 이루어짐
- 시계열 데이터를 효과적으로 표현하기 위해 특성 추출 모듈 사용함
- 불필요한 연산과 파라미터를 줄여 계산 비용 최소화함
- 다양한 주기성과 변동성 패턴을 처리할 수 있도록 설계함
- 학습 과정에서 정규화와 드롭아웃 기법을 적용해 과적합 방지함
- 실시간 예측에 적합하도록 모델 크기와 연산량 최적화함

4. Experiments

- 여러 공개 시계열 데이터셋으로 성능 평가함
- 사용한 데이터셋은 M4, ETT, Electricity, Traffic 등임
- 기존 경량 모델 및 SOTA 모델과 비교함
- 예측 정확도와 계산 효율성 모두 측정함
- 실시간 예측 시나리오에서 모델 성능 검증함
- ablation study로 경량화 기법과 구조 요소 효과 분석함
- 다양한 데이터 유형과 길이에 대한 적응력 평가함

5. Results

Table 1. Full results of zero-shot forecasting experiments. The average results of all predicted lengths are listed here. Lower MSE or MAE values indicate better predictions. A dash ('-') denotes datasets included in the model's pretraining and therefore excluded from testing. **Red**: the best, **Blue**: the 2nd best.

Models	LightGTS-tiny		LightGTS-mini		Timer (2024)		MOIRAI (2024)		Chronos (2024)		TimesFM (2024)		Time-MoE (2025)	
Metric	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE
ETTm1	0.345	0.378	0.327	0.37	0.768	0.568	0.39	0.389	0.551	0.453	0.435	0.418	0.376	0.406
ETTm2	0.249	0.318	0.247	0.316	0.315	0.356	0.276	0.32	0.293	0.331	0.347	0.36	0.315	0.365
ETTh1	0.401	0.424	0.388	0.419	0.562	0.483	0.51	0.469	0.533	0.452	0.479	0.442	0.394	0.420
ETTh2	0.362	0.397	0.348	0.395	0.370	0.400	0.354	0.377	0.392	0.397	0.400	0.403	0.403	0.415
Traffic	0.610	0.399	0.561	0.381	0.613	0.407	-	-	0.615	0.421	-	-	-	-
Weather	0.219	0.266	0.208	0.256	0.292	0.313	0.26	0.275	0.288	0.309	-	-	0.270	0.300
Exchange	0.345	0.395	0.347	0.396	0.392	0.425	0.385	0.417	0.370	0.412	0.390	0.417	0.432	0.454
Solar	0.219	0.305	0.191	0.271	0.771	0.604	0.714	0.704	0.393	0.319	0.500	0.397	0.411	0.428
Electricity	0.233	0.319	0.213	0.308	0.297	0.375	0.188	0.273	-	-	-	-	-	-

Table 2. The results of LightGTS-mini in zero-shot and full-shot setting and other baselines in full-shot setting. The average results of all predicted lengths are listed here. Lower MSE or MAE values indicate better predictions. **Red**: the best, **Blue**: the 2nd best.

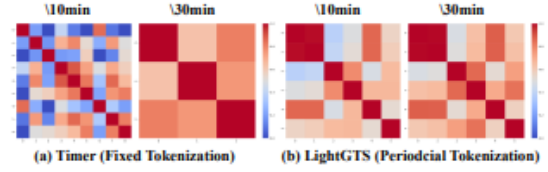
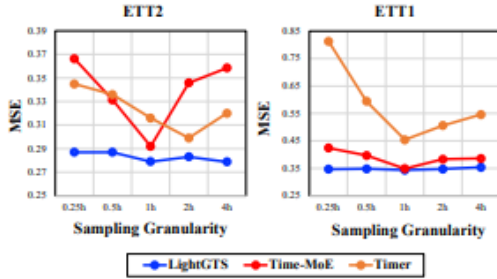
Models	LightGTS-mini (zero-shot)		LightGTS-mini (full-shot)		PDF (2024)		iTransformer (2024)		Pathformer (2024)		FITS (2024)		TimeMixer (2024)		PatchTST (2023)	
Metric	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE
ETTm1	0.327	0.370	0.321	0.361	0.342	0.376	0.347	0.378	0.357	0.375	0.357	0.377	0.356	0.380	0.349	0.381
ETTm2	0.247	0.316	0.239	0.303	0.250	0.313	0.258	0.318	0.253	0.309	0.254	0.313	0.257	0.318	0.256	0.314
ETTh1	0.388	0.419	0.388	0.413	0.407	0.426	0.440	0.445	0.417	0.426	0.408	0.427	0.427	0.441	0.419	0.436
ETTh2	0.348	0.395	0.335	0.377	0.347	0.391	0.359	0.396	0.360	0.395	0.335	0.386	0.347	0.394	0.351	0.395
Traffic	0.561	0.381	0.393	0.259	0.395	0.270	0.397	0.281	0.416	0.264	0.429	0.302	0.410	0.279	0.397	0.275
Weather	0.208	0.256	0.207	0.244	0.227	0.263	0.232	0.270	0.225	0.258	0.244	0.281	0.225	0.263	0.224	0.261
Exchange	0.347	0.396	0.322	0.383	0.350	0.397	0.321	0.384	0.384	0.414	0.349	0.396	0.385	0.418	0.322	0.385
Solar	0.191	0.271	0.179	0.220	0.200	0.263	0.202	0.260	0.204	0.228	0.232	0.268	0.203	0.261	0.200	0.284
Electricity	0.213	0.308	0.156	0.248	0.160	0.253	0.163	0.258	0.168	0.261	0.169	0.265	0.185	0.284	0.171	0.270

Models	Parameters	MACs	Max Mem.(MB)	Inference Time (s)
Time-MoE	453 M	5252.9 G	14131	2.13
TimesFM	200 M	624.9 G	1395	0.16
Chronos	700 M	92327.9 G	10269	34.33
MOIRAI	300 M	97.36 G	2009	0.1
Timer	67.4 M	52.6 G	1435	0.08
PatchTST	6.3 M	225 M	672	0.01
LightGTS	4 M	213 M	713	0.01

Dataset		ETT-avg		Weather		Electricity		Traffic	
Decoding	Patching	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE
AR	Fixed	0.442	0.430	0.265	0.293	0.231	0.326	0.630	0.411
AR	Periodical	0.341	0.384	0.226	0.270	0.229	0.319	0.634	0.410
MAE	Fixed	0.537	0.489	0.339	0.349	0.372	0.428	0.803	0.534
MAE	Periodical	0.388	0.417	0.260	0.301	0.322	0.392	0.746	0.484
PPD	Fixed	0.436	0.427	0.262	0.288	0.226	0.315	0.621	0.403
PPD	Periodical	0.328	0.375	0.208	0.256	0.213	0.308	0.561	0.381

Models	ETT-avg		Weather		Electricity		Traffic	
Metric	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE
$P^* = 24$	0.335	0.380	0.213	0.262	0.217	0.312	0.563	0.384
$P^* = 48$	0.328	0.375	0.208	0.256	0.213	0.308	0.561	0.381
$P^* = 96$	0.331	0.375	0.210	0.256	0.217	0.307	0.566	0.388
$P^* = 192$	0.334	0.377	0.212	0.258	0.212	0.304	0.566	0.385

Dataset	ETT-avg		Weather		Electricity		Traffic	
Metric	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE
LightGTS-learn	0.342	0.383	0.278	0.325	0.231	0.326	0.627	0.410
LightGTS-cls	0.343	0.385	0.341	0.371	0.234	0.329	0.634	0.415
LightGTS-mean	0.404	0.433	0.328	0.350	0.273	0.361	0.703	0.464
LightGTS-last	0.328	0.375	0.208	0.256	0.213	0.308	0.561	0.381



- LightGTS가 여러 데이터셋에서 경량 모델 대비 우수한 예측 정확도 보임
- M4, ETT, Electricity 등에서 기존 SOTA와 경쟁력 있는 성능 달성함
- 계산 비용과 메모리 사용량이 크게 감소함
- 실시간 예측 시나리오에서 안정적이고 빠른 처리 속도 보여줌
- ablation study로 경량화 설계가 성능 유지에 기여함 확인됨
- 모델 크기와 효율성 측면에서 실무 적용 가능성 높음

6. Insight

- 경량화와 범용성을 동시에 만족하는 시계열 예측 모델 설계 가능함
- 단순하면서도 효율적인 구조가 실시간 예측에 적합함
- 다양한 도메인과 데이터에 유연하게 적용 가능함
- 계산 자원과 메모리 제한 환경에서도 성능 유지 가능함
- 다만 경량화 과정에서 복잡한 패턴 표현력 한계 존재함
- 일부 극단적 변동이나 비정형 시계열에는 성능 저하 가능성 있음
- 향후 경량화와 표현력 사이 균형 맞추는 연구가 필요함