

A LLM USAGE STATEMENT

Large language models were used solely as general-purpose writing assistance tools to aid in polishing the manuscript text and improving clarity of expression. LLMs did not contribute to research ideation, methodology development, experimental design, data analysis, or the generation of scientific insights presented in this work.

B DATASET DETAILS

We conduct extensive experiments on several widely-used time series datasets for multivariate long-term and short-term time series forecasting. We report the dataset statistics as shown in [Tab. A1](#). More details can be found in [Tab. A2](#):

Table A1: **Dataset statistics**

Task	Dataset	Variable	Split Size	Frequency	ADF [†]	EG [‡]
Long-term	ETTm1	7	6:2:2	15 min	−14.98	20
	ETTm2	7	6:2:2	15 min	−5.66	17
	ETTh1	7	6:2:2	1 hour	−5.91	11
	ETTh2	7	6:2:2	1 hour	−4.13	10
	Electricity	321	7:1:2	1 hour	−8.44	39,567
	Traffic	862	7:1:2	1 hour	−15.02	35,4627
	Weather	21	7:1:2	10 min	−26.68	77
	Solar	137	6:2:2	10 min	−37.23	8373
Short-term	PeMS03	358	6:2:2	5 min	−19.05	−
	PeMS04	307	6:2:2	5 min	−15.66	−
	PeMS07	883	6:2:2	5 min	−20.60	−
	PeMS08	170	6:2:2	5 min	−16.04	−

[†] Augmented Dickey-Fuller (ADF) Test: The larger ADF test result indicates that the time series exhibits stronger non-stationarity.

[‡] Engle-Granger (EG) Test: The larger EG test result indicates that the time series data exhibits stronger cross-variable correlation.

Table A2: **Dataset description.**

Dataset	Description
ETT	Power transformer, comprising seven indicators such as oil temperature and useful load
Weather	Recorded every for the whole year 2020, which contains 21 meteorological indicators
Electricity	Electricity consumption in kWh every 1 hour from 2012 to 2014
Traffic	Road occupancy rates measured by 862 sensors on San Francisco Bay area freeways
PeMS	Traffic flow time series collected from the CalTrans PeMS

C HYPERPARAMETER SETTINGS

Table A3: **The results on the traffic dataset with varying lookback window $L = 96, 192, 336, 512, 720$ and forecast horizon $H = 96, 192, 336, 720$.**

Lookback		96		192		336		512		720	
Metric		MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE
Traffic	96	0.392	0.235	0.351	0.220	0.344	0.217	0.337	0.216	0.328	0.213
	192	0.417	0.247	0.384	0.233	0.370	0.229	0.360	0.226	0.355	0.226
	336	0.438	0.255	0.406	0.243	0.387	0.237	0.376	0.234	0.378	0.236
	720	0.475	0.275	0.443	0.264	0.429	0.260	0.425	0.259	0.419	0.256
	Avg.	0.431	0.253	0.396	0.240	0.383	0.236	0.375	0.234	0.370	0.233

Table A4: **Hyperparameter settings for different datasets.** Where, L_1 , L_2 and L_3 denote the number of layers used for the global temporal filter, local spatial filter, and global spatial filter, respectively. P is the patch length, D is the embedding dimension, H is the number of blocks, B is the batch size, R is the learning rate.

	L_1	L_2	L_3	P	D	H	B	R
ETTh1	3	0	0	16	128	16	256	2×10^{-4}
ETTh2	3	0	0	16	128	16	256	2×10^{-4}
ETTm1	3	0	0	16	128	16	128	1×10^{-3}
ETTm2	3	0	0	16	128	16	128	1×10^{-3}
Weather	3	0	0	16	128	16	64	1×10^{-4}
Solar	2	2	0	16	128	16	64	5×10^{-4}
Electricity	3	0	3	16	256	16	32	5×10^{-4}
Traffic	3	0	3	16	512	16	16	5×10^{-4}
PeMS03	4	2	2	16	512	16	32	1×10^{-3}
PeMS04	4	2	2	16	512	16	32	1×10^{-3}
PeMS07	4	2	2	16	512	16	32	1×10^{-3}
PeMS08	4	2	2	16	512	16	32	1×10^{-3}

D ARCHITECTURE DETAILS

Table A5: **Comparison of different models based on their ability to capture temporal and spatial dependencies.** \checkmark indicates the ability is present, while \times indicates it is not.

Model	Local Temporal	Global Temporal	Local Spatial	Global Spatial
DLinear	\times	\checkmark	\times	\times
TiDE	\checkmark	\checkmark	\times	\times
TimeMixer	\checkmark	\checkmark	\times	\times
SOFTS	\times	\checkmark	\times	\times
DUET	\checkmark	\checkmark	\times	\checkmark
iTransformer	\times	\checkmark	\times	\times
DeformableTST	\checkmark	\checkmark	\times	\times
Leddar	\checkmark	\checkmark	\times	\checkmark
PatchTST	\checkmark	\checkmark	\times	\times
Crossformer	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\times
ModernTCN	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\times
TimesNet	\checkmark	\checkmark	\times	\times
FBM	\times	\checkmark	\times	\times
FITS	\times	\checkmark	\times	\times
FreMLP	\times	\checkmark	\times	\checkmark
TiF (Ours)	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark

E OTHER RESULTS

Table A6: Full results for all models across eight long-term forecasting datasets. Best results are **bold** on a pale gold background; second-best are underlined on a light green background.

Model	TiF Ours		iTransformer (2023a)		DeformableTST (2024a)		TimeMixer (2024b)		PatchTST (2023)		Crossformer (2023)		Leddiam (2024a)		ModernTCN (2024b)		TimesNet (2023)		DLinear (2023)		
Metric	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	
ETTm1	96	0.279	0.330	0.300	0.353	0.291	0.347	0.293	0.345	0.293	0.346	0.310	0.361	0.294	0.347	0.292	0.346	0.338	0.375	0.299	0.343
	192	0.322	0.356	0.341	0.382	0.325	0.372	0.335	0.372	0.333	0.370	0.363	0.402	0.334	0.370	0.332	0.368	0.371	0.387	0.335	0.365
	336	0.354	0.375	0.374	0.398	0.359	0.390	0.368	0.386	0.369	0.369	0.389	0.430	0.392	0.425	0.365	0.391	0.410	0.411	0.369	0.386
	720	0.409	0.408	0.429	0.430	0.418	0.423	0.426	0.417	0.416	0.420	0.600	0.547	0.421	0.419	0.416	0.417	0.478	0.450	0.425	0.421
	Avg.	0.341	0.367	0.362	0.391	0.348	0.383	0.355	0.380	0.353	0.382	0.420	0.435	0.354	0.381	0.351	0.381	0.400	0.406	0.357	0.379
ETTm2	96	0.161	0.248	0.175	0.266	0.169	0.258	0.165	0.256	0.166	0.256	0.263	0.359	0.174	0.260	0.166	0.256	0.187	0.267	0.167	0.260
	192	0.218	0.285	0.242	0.312	0.229	0.299	0.225	0.298	0.223	0.296	0.345	0.400	0.231	0.301	0.222	0.293	0.249	0.309	0.224	0.303
	336	0.272	0.318	0.282	0.340	0.280	0.333	0.277	0.332	0.274	0.329	0.469	0.496	0.288	0.336	0.272	0.324	0.321	0.351	0.281	0.342
	720	0.352	0.371	0.378	0.398	0.349	0.384	0.360	0.387	0.362	0.385	0.996	0.750	0.368	0.386	0.351	0.381	0.497	0.403	0.397	0.421
	Avg.	0.251	0.306	0.269	0.329	0.257	0.319	0.257	0.318	0.256	0.317	0.518	0.501	0.265	0.320	0.253	0.314	0.291	0.333	0.267	0.332
ETTh1	96	0.348	0.384	0.386	0.408	0.369	0.396	0.372	0.401	0.370	0.400	0.386	0.426	0.377	0.394	0.368	0.394	0.384	0.402	0.375	0.399
	192	0.391	0.409	0.424	0.440	0.410	0.417	0.413	0.430	0.413	0.429	0.413	0.442	0.408	0.427	0.405	0.413	0.557	0.436	0.405	0.416
	336	0.400	0.421	0.419	0.460	0.391	0.414	0.438	0.450	0.422	0.440	0.440	0.461	0.424	0.437	0.391	0.412	0.491	0.469	0.439	0.443
	720	0.432	0.453	0.495	0.487	0.447	0.464	0.486	0.484	0.447	0.468	0.519	0.524	0.451	0.465	0.450	0.461	0.521	0.500	0.472	0.490
	Avg.	0.393	0.417	0.439	0.448	0.404	0.423	0.427	0.441	0.413	0.434	0.440	0.463	0.415	0.430	0.404	0.420	0.458	0.450	0.423	0.437
ETTh2	96	0.254	0.322	0.297	0.348	0.272	0.334	0.281	0.351	0.274	0.337	0.611	0.557	0.283	0.345	0.263	0.332	0.340	0.374	0.289	0.353
	192	0.317	0.362	0.371	0.403	0.325	0.369	0.349	0.387	0.314	0.382	0.703	0.624	0.339	0.381	0.320	0.374	0.402	0.414	0.383	0.418
	336	0.315	0.367	0.404	0.428	0.319	0.373	0.366	0.413	0.329	0.384	0.827	0.675	0.366	0.405	0.313	0.376	0.452	0.452	0.448	0.465
	720	0.379	0.421	0.424	0.444	0.395	0.433	0.401	0.436	0.379	0.422	1.094	0.775	0.395	0.436	0.392	0.433	0.462	0.468	0.605	0.551
	Avg.	0.316	0.368	0.374	0.406	0.328	0.377	0.349	0.397	0.324	0.381	0.809	0.658	0.345	0.391	0.322	0.379	0.414	0.427	0.431	0.447
Weather	96	0.143	0.186	0.159	0.208	0.146	0.198	0.147	0.198	0.149	0.198	0.146	0.212	0.149	0.200	0.149	0.200	0.172	0.220	0.152	0.237
	192	0.189	0.231	0.200	0.248	0.191	0.239	0.192	0.243	0.194	0.241	0.195	0.261	0.193	0.240	0.196	0.245	0.219	0.261	0.220	0.282
	336	0.238	0.271	0.233	0.280	0.241	0.280	0.247	0.284	0.245	0.282	0.252	0.311	0.241	0.279	0.238	0.277	0.280	0.306	0.265	0.319
	720	0.311	0.327	0.321	0.338	0.310	0.331	0.318	0.330	0.314	0.334	0.318	0.363	0.324	0.338	0.314	0.334	0.365	0.359	0.323	0.362
	Avg.	0.220	0.254	0.233	0.271	0.222	0.262	0.226	0.264	0.226	0.264	0.228	0.287	0.226	0.264	0.224	0.264	0.259	0.287	0.240	0.300
Electricity	96	0.124	0.217	0.138	0.237	0.132	0.234	0.153	0.256	0.129	0.222	0.135	0.237	0.134	0.228	0.129	0.226	0.168	0.272	0.140	0.237
	192	0.142	0.236	0.157	0.256	0.148	0.248	0.168	0.269	0.147	0.240	0.160	0.262	0.155	0.248	0.143	0.239	0.184	0.289	0.152	0.249
	336	0.157	0.255	0.167	0.264	0.165	0.266	0.189	0.291	0.163	0.259	0.182	0.282	0.173	0.268	0.161	0.259	0.198	0.300	0.169	0.267
	720	0.186	0.283	0.194	0.286	0.197	0.296	0.228	0.320	0.197	0.290	0.246	0.337	0.187	0.286	0.191	0.286	0.220	0.320	0.203	0.301
	Avg.	0.152	0.248	0.164	0.261	0.161	0.261	0.185	0.284	0.159	0.253	0.181	0.279	0.162	0.256	0.156	0.253	0.192	0.295	0.166	0.264
Traffic	96	0.328	0.213	0.363	0.265	0.355	0.261	0.369	0.257	0.360	0.249	0.512	0.282	0.415	0.264	0.368	0.253	0.593	0.321	0.410	0.282
	192	0.355	0.226	0.385	0.273	0.380	0.271	0.400	0.272	0.379	0.256	0.501	0.273	0.445	0.277	0.379	0.261	0.617	0.336	0.423	0.287
	336	0.378	0.236	0.399	0.277	0.393	0.281	0.407	0.272	0.392	0.264	0.507	0.279	0.461	0.286	0.397	0.270	0.629	0.336	0.436	0.296
	720	0.419	0.256	0.445	0.312	0.434	0.300	0.461	0.316	0.432	0.286	0.571	0.301	0.489	0.305	0.440	0.296	0.640	0.350	0.466	0.315
	Avg.	0.370	0.233	0.397	0.282	0.391	0.278	0.409	0.279	0.391	0.264	0.523	0.284	0.452	0.283	0.396	0.270	0.620	0.336	0.434	0.295
Solar	96	0.151	0.192	0.188	0.242	0.165	0.238	0.179	0.232	0.178	0.229	0.166	0.230	0.197	0.241	0.202	0.263	0.219	0.314	0.216	0.287
	192	0.175	0.211	0.193	0.258	0.184	0.254	0.201	0.259	0.189	0.246	0.186	0.237	0.231	0.264	0.223	0.279	0.231	0.322	0.244	0.305
	336	0.191	0.220	0.195	0.259	0.191	0.263	0.190	0.256	0.198	0.249	0.203	0.243	0.216	0.272	0.241	0.292	0.246	0.337	0.263	0.319
	720	0.212	0.228	0.223	0.281	0.199	0.262	0.205	0.261	0.209	0.256	0.210	0.256	0.250	0.281	0.247	0.292	0.280	0.363	0.264	0.324
	Avg.	0.182	0.213	0.200	0.260	0.185	0.254	0.193	0.252	0.194	0.245	0.191	0.242	0.223	0.264	0.228	0.282	0.244	0.334	0.247	0.309

Table A7: Full results for all models across four short-term forecasting datasets. Best results are **bold** on a pale gold background; second-best are underlined on a light green background.

Model	TiF (Ours)		DUET (2025)		iTransformer (2023a)		Leddiam (2024a)		SOFTS (2024a)		PatchTST (2023)		Crossformer (2023)		TimesNet (2023)		TiDE (2023)		DLinear (2023)		
	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	
PeMS03	12	0.059	0.159	<u>0.064</u>	0.166	0.071	0.174	0.068	0.174	<u>0.064</u>	<u>0.165</u>	0.099	0.216	0.090	0.203	0.085	0.192	0.178	0.305	0.122	0.243
	24	0.077	0.181	<u>0.081</u>	<u>0.186</u>	0.093	0.201	0.094	0.202	0.083	0.188	0.142	0.259	0.121	0.240	0.118	0.223	0.257	0.371	0.201	0.317
	48	0.110	0.218	<u>0.114</u>	<u>0.222</u>	0.125	0.236	0.140	0.254	<u>0.114</u>	0.223	0.211	0.319	0.202	0.317	0.155	0.260	0.379	0.463	0.333	0.425
	Avg.	0.082	0.186	<u>0.086</u>	<u>0.192</u>	0.096	0.204	0.101	0.210	0.087	<u>0.192</u>	0.151	0.265	0.138	0.253	0.119	0.271	0.271	0.380	0.219	0.295
PeMS04	12	0.070	0.169	0.079	0.181	0.078	0.183	0.076	0.182	<u>0.074</u>	<u>0.176</u>	0.105	0.224	0.098	0.218	0.087	0.195	0.219	0.340	0.148	0.272
	24	0.084	0.186	0.096	0.203	0.095	0.205	0.097	0.209	<u>0.088</u>	<u>0.194</u>	0.153	0.257	0.131	0.256	0.103	0.215	0.292	0.398	0.224	0.340
	48	0.108	0.215	0.114	0.226	0.120	0.233	0.132	0.249	<u>0.110</u>	<u>0.219</u>	0.229	0.339	0.205	0.326	0.136	0.250	0.409	0.478	0.335	0.437
	Avg.	0.087	0.190	0.096	0.203	0.098	0.207	0.102	0.213	<u>0.091</u>	<u>0.196</u>	0.162	0.273	0.145	0.267	0.109	0.220	0.307	0.405	0.236	0.350
PeMS07	12	0.055	0.145	<u>0.060</u>	<u>0.156</u>	0.067	0.165	0.066	0.164	<u>0.057</u>	<u>0.152</u>	0.095	0.207	0.094	0.200	0.082	0.181	0.173	0.304	0.115	0.242
	24	0.066	0.158	<u>0.073</u>	<u>0.172</u>	0.088	0.190	0.079	0.185	<u>0.073</u>	<u>0.173</u>	0.150	0.262	0.139	0.247	0.101	0.204	0.271	0.383	0.210	0.329
	48	0.085	0.180	<u>0.096</u>	<u>0.201</u>	0.110	0.215	0.115	0.228	<u>0.096</u>	<u>0.195</u>	0.253	0.340	0.311	0.369	0.134	0.238	0.446	0.495	0.398	0.458
	Avg.	0.069	0.161	0.076	0.176	0.088	0.190	0.087	0.192	<u>0.075</u>	<u>0.173</u>	0.166	0.270	0.181	0.272	0.106	0.208	0.297	0.394	0.241	0.343
PeMS08	12	0.067	0.162	<u>0.072</u>	<u>0.168</u>	0.079	0.182	<u>0.070</u>	0.173	0.074	0.171	0.168	0.232	0.165	0.214	0.112	0.212	0.227	0.343	0.154	0.276
	24	0.084	0.181	0.093	<u>0.191</u>	0.115	0.219	<u>0.091</u>	0.200	0.104	0.201	0.224	0.281	0.215	0.260	0.141	0.238	0.318	0.409	0.248	0.353
	48	0.122	0.216	<u>0.123</u>	<u>0.217</u>	0.186	0.235	0.145	0.260	0.164	0.253	0.321	0.354	0.315	0.335	0.198	0.283	0.437	0.501	0.440	0.470
	Avg.	0.091	0.186	<u>0.096</u>	<u>0.192</u>	0.127	0.212	0.102	0.211	0.114	0.208	0.238	0.289	0.232	0.270	0.150	0.244	0.347	0.421	0.281	0.366

Table A8: **Full results across seven long-term forecasting datasets compared with other Fourier-based models.** Best results are **bold** on a pale gold background; second-best are underlined on a light green background.

Dataset		ETTh1	ETTh2	ETTh1	ETTh2	Weather	Electricity	Traffic
Model	Horizon	MSE MAE	MSE MAE	MSE MAE	MSE MAE	MSE MAE	MSE MAE	MSE MAE
FreMLP (2023)	96	0.326 0.373	0.202 0.288	0.404 0.423	0.327 0.388	0.159 0.218	0.145 0.245	0.434 0.313
	192	0.359 0.392	0.250 0.322	0.461 0.460	0.428 0.450	0.207 0.270	0.158 0.255	0.471 0.311
	336	0.389 0.408	0.328 0.368	0.488 0.480	0.499 0.497	0.252 0.299	0.178 0.275	0.493 0.321
	720	0.445 0.441	0.431 0.436	0.566 0.553	0.727 0.637	0.319 0.342	0.220 0.315	0.535 0.339
	Avg.	0.380 0.404	0.303 0.354	0.480 0.479	0.495 0.493	0.234 0.282	0.175 0.273	0.483 0.321
FITS (2023)	96	0.305 0.347	0.167 0.256	<u>0.368 0.392</u>	<u>0.276 0.338</u>	<u>0.149 0.198</u>	0.145 0.242	0.421 0.282
	192	0.338 0.366	<u>0.222 0.293</u>	<u>0.404 0.412</u>	<u>0.336 0.377</u>	0.196 0.244	0.158 0.253	0.435 0.288
	336	0.372 0.386	<u>0.277 0.329</u>	0.419 0.435	<u>0.324 0.379</u>	0.245 0.283	0.174 0.269	0.448 0.293
	720	0.427 <u>0.416</u>	0.366 <u>0.382</u>	<u>0.431 0.458</u>	<u>0.373 0.416</u>	0.321 0.338	0.213 0.301	0.478 0.310
	Avg.	0.361 0.379	<u>0.258 0.315</u>	<u>0.406 0.424</u>	<u>0.327 0.378</u>	0.228 0.266	0.173 0.266	0.446 0.293
FBM (2024)	96	<u>0.286 0.339</u>	<u>0.165 0.254</u>	<u>0.368 0.395</u>	0.287 0.343	0.152 0.199	<u>0.132 0.227</u>	<u>0.384 0.264</u>
	192	0.324 0.365	0.225 0.296	0.408 0.418	0.351 0.386	<u>0.194 0.242</u>	<u>0.149 0.243</u>	<u>0.399 0.269</u>
	336	<u>0.359 0.385</u>	<u>0.276 0.331</u>	0.425 <u>0.430</u>	0.352 0.394	<u>0.244 0.282</u>	<u>0.167 0.261</u>	<u>0.419 0.282</u>
	720	<u>0.422 0.424</u>	<u>0.365 0.386</u>	0.456 0.466	0.397 0.432	<u>0.317 0.334</u>	<u>0.207 0.295</u>	<u>0.448 0.297</u>
	Avg.	<u>0.348 0.378</u>	<u>0.258 0.317</u>	0.414 0.427	0.347 0.389	<u>0.227 0.264</u>	<u>0.164 0.257</u>	<u>0.412 0.278</u>
TIF Ours	96	0.285 0.331	0.162 0.246	0.352 0.382	0.262 0.322	0.147 0.188	0.126 0.218	0.344 0.217
	192	<u>0.325 0.356</u>	0.218 0.285	0.402 0.412	0.318 0.359	0.190 0.232	0.143 0.236	0.370 0.229
	336	0.359 0.377	0.272 0.318	0.404 0.421	0.315 0.367	0.239 0.272	0.161 0.260	0.387 0.237
	720	0.418 0.410	0.352 0.371	0.436 0.458	0.386 0.422	0.311 0.327	0.193 0.291	0.429 0.260
	Avg.	0.347 0.369	0.251 0.305	0.399 0.418	0.320 0.368	0.222 0.255	0.156 0.251	0.382 0.236