
ISF 2025

국외출장 결과 보고서

2025. 07.

수요예측팀 대리 송재인(☎8808)

주임 김채린(☎8806)

1. 출장개요

가. 출장 목적

- ☐ 국제 예측학회 참석을 통한 최신 국제 수요·재생e 예측 기술 동향 수집 및 미래 수요·재생e 예측력 제고 방안 탐색
- ☐ 논문 발표를 통한 국내 태양광 예측 기술 평가 및 개선방안 모색
 - 발표제목(송재인 대리): Nationwide Weather Impact on Photovoltaic Generation Forecast
 - 발표제목(김채린 주임): Development of Operational PV Generation Forecast Model in Korea Based on CNN and K-means Clustering

나. 학회 개요

- ☐ 학회명: International Symposium on Forecasting 2025 (국제 예측 학회)
- ☐ 개최지: 중국 베이징, Beijing Friendship Hotel
- ☐ 참석자: 수요예측팀 대리 송재인, 주임 김채린
- ☐ 학회일정: '25.06.29(일) ~ '25.07.02(수)
 - * 출장일정: '25.06.28(토) ~ '25.07.03(목) (5박 6일)

일 정	내 용	비 고
6.28(토)	☐ 출국(인천 12:50 → 베이징 14:00)	
6.29(일)	☐ ISF2025 학회 참석	
6.30(월)		
7.1(화)		논문 발표 송재인 대리 김채린 주임
7.2(수)		
7.3(목)	☐ 귀국(베이징 10:40 → 인천 13:50)	

2. 주요 학술 교류

가. 일자별 주요 참석 세션

일자	세션 및 주요 발표	비고
6.29(일)	Forecasting with Temporal Hierarchies 내용: 여러 주기의 계절성을 갖는 변수의 예측 방법론 좌장: Nikolaos Kourentzes	
6.30(월)	Renweable Energy Generation and Power System State Forecating 내용: 최신 재생에너지 발전량 예측 방안 좌장: Eugene Talygin	
7.1(화)	Solar and Photovoltaic Energy Forecasting 내용: 최신 태양광 발전량 예측 방안 좌장: Young Doo Jeong	논문 발표 송재인 대리 김채린 주임
7.2(수)	Grey Forecasting Modeling and Applications 내용: 추정이 어려운 변수를 포함한 예측 방법론 좌장: Naiming Xie	

나. 학술 교류 요약

- ☐ Forecasting with Temporal Hierarchies
 - 발표자: Nikolaos Kourentzes (Skovde 대학 교수)
 - 세션: Forecasting with Temporal Hierarchies (6.29., 일)
 - 발표 내용: 시간계층(Temporal Hierarchies)을 고려할 경우 다양한 주기에 영향을 받는 변수를 더 정확히 예측할 수 있음. 이러한 예측을 위해서는 MAPA (Multiple Aggregation Prediction Algorithm)과 THieF (Temporal Hierarchies Forecasting) 모형이 있음. THieF모형의 경우 모형의 독립성을 확보하여 장기 예측 활용성, ML/AI 통합성이 기존 MAPA 모

정보다 높은 장점을 갖고 있음.

- 적용 방안: THieF 모형을 활용할 경우 현 수요예측에 활용중인 지수평활 예측법을 고도화 할 수 있음.
- 기타 성과: THieF 및 MAPA모형 코드 수집, 발표자 연락처 확보

```
1 # Example of THieF (vs ARIMA)
2 # Nikolaos Kourentzes, 2025
3 # nikolaos (at) kourentzes.com
4
5 # Load the MAPA package for the temporal
6 # aggregation function and the example data
7 library(MAPA)
8 # Load the tsutils package to get the S-matrix easily
9 library(tsutils)
10
11 # Get the sampling rate of the time series
12 f <- frequency(admissions)
13 # Find the permitted aggregation levels
14 k <- rev(f/(1:f))
15 # Allow only factors of f
16 k <- k[k %% 1 == 0]
17 # Find how many aggregation levels are to be used
18 p <- length(k)
19
20 # Create the temporally aggregate series
21 # I use the 58 first observations for the example.
22 Y <- tsaggr(head(MAPA:admissions,58),k,FALSE,FALSE)
23
24 # This is the desired forecast horizon
25 h <- 12
26 # Calculate the horizons for all temporal aggregation levels
27 H <- 12/k
28
29 # Construct the base forecast
30 # An independently produced forecast per level
31 frc <- list()
32 for (j in 1:p){
33
34   # Get the series of a single level
35   temp <- Y[[1]][[j]]
36   # I will keep a test set, just for the plot that follows
37   # This is not necessary, and you can just forecast right away
38   n <- length(temp)
39   tempTrn <- head(temp,n-H[j])
40   # Fit an ARIMA for that level
41   fit <- auto.arima(tempTrn)
42   # Forecast and store the result
43   frc[[j]] <- forecast(fit, h=H[j])$mean
44
45 } # Close loop of base forecasts
46
47 # Collect forecasts in a vector as needed for THieF
48 fbase <- cbind(unlist(rev(frc)))
49 # Get the S matrix
50 S <- tsutils::Sthief(Y[[1]]$AL1)
51 # Get the structural approximation W
52 W <- diag(1/rowSums(S))
53 # Estimate G
54 G <- solve(t(S) %*% W %*% S) %*% t(S) %*% W
55 # Reconcile base forecasts into THieF forecasts
56 freco <- S %*% G %*% fbase
57
58 # The last f values correspond to the forecasts
59 # on the original time series
60 # See also the plot below.
61
62 # Get some colours for plotting.
63 cmp <- RColorBrewer::brewer.pal(7,"Set1")
64
65 # Create a plot for the THieF and base forecasts
66 par(mfrow=c(3,2),mar=c(3.5,2,1.5,1))
67 for (j in 1:p){
```

[수집한 THieF 및 MAPA 모형 코드]

□ Spatiotemporal Solar Forecasting Using a Single Sky Imager and Satellite Data

- 발표자: Amar Meddahi (Mines Paris - PSL 연구원)
- 세션: Renewable Energy Generation and Power System State Forecating (6.30., 月)
- 발표 내용: 하늘을 촬영하는 Sky imager와 구름레이더, 라이다를 활용하여 구름과 구름의 그림자 이동에 대한 3차원 예측을 수행. 예측된 구름 그림자의 분포를 바탕으로 태양광 발전소 내 개별 패널의 출력저하/상승(ramp)을 예측하는 기법을 개발.
- 적용 방안: 구름레이더와 라이다의 획득 비용이 높아 전체 태양광 발전소에 적용하기에는 한계가 있음. 그러나, 큰 설비용량으로 계통에 영향을 주는 태양광 발전소에 적용하여 운영 안정성을 획득할 수 있음.
- 기타 성과: 발표자 연락처 확보

□ Spatio-temporal Probabilistic Prediction of Circular Variables: Enhancing the Value of Wind Power Prospective Models by Incorporating Wind Direction Probabilistic Predictions

- 발표자: Mario E. Arrieta-Prieto (Universidad Nacional de Colombia 교수)
- 세션: Wind Power Forecasting Techniques (6.30., 月)
- 발표 내용: 기존 풍력 발전량 예측은 풍향의 영향을 고려하지 않고 바람의 동서방향 및 남북방향 성분을 분해하여 예측. 그러나, 실제로 풍력 터빈의 경우 바람이 부는 방향과 풍력 터빈이 완전히 정렬되지 않는 현상이 발생함. 이를 해결하기 위해서는 풍속 뿐만 아니라 풍향도 예측 변수로 활용할 필요가 있음. 이 연구는 순환형 변수(0° 와 360° 가 같음)인 풍향을 처리한 뒤 풍력발전의 확률론적 예측에 활용하였음.

- 적용 방안: 향후 풍속 뿐만 아니라 풍향 자료를 예측에 활용할 방안을 강구해야 함. 이를 위해 풍향을 연속형 변수로 사용함이 연구와 달리, 8개 방위로 예보되는 풍향의 활용 방안이 필요함.

□ News-Driven Load Forecasting: Generative Agents and Large Language Models for Unstructured Data and Event Analysis

- 발표자: Xinlei Wang (University of Sydney 연구원)
- 세션: Solar and Photovoltaic Energy Forecasting (7.1., 火)
- 발표 내용: 현재 단기수요예측은 기상 및 전력수요 실적 자료를 활용하여 기계학습 또는 심층학습 인공지능 기법을 활용하여 예측함. 이 방법은 평상일엔 정확한 결과를 내지만, 사회적 현상이 발생한 경우 전력수요에 영향을 반영하기 어려움. 이 연구는 거대언어모형(LLM, Large Language Model)과 생성형 AI Agent (Generative Agent)를 활용하여 신문 기사를 자동으로 읽고 예측 수요에 반영하는 모형을 제작함. 제작된 모형은 기존 모형 대비하여 특수한 사회현상에 의한 수요 변동을 모의하는데에 성공함. 그러나, 이 연구에서 정량적인 오차율 저감 효과를 제시하지 않은 점으로 미루어 볼 때, 평상일 기준으로 개선 효과가 크지 않을 가능성이 있음.
- 적용 방안: 향후 거대언어모형 등 인공지능 활용한 수요예측 기법 개발이 필수적임. 특히, 현재는 LSTM, CNN 등 기존 모형을 활용 중이지만, 신규 모형 및 연산자원 확보를 위한 노력이 필요함.
- 기타 성과: 발표자 연락처 확보

□ Fourier Time-varying Grey Model for Seasonal Demand Forecasting

- 발표자: Lili Ye (Zhongnan University of Economics and Law 연구원)
- 세션: Grey Forecasting Modelling and Applications (7.2., 水)

- 발표 내용: 수요예측의 경우 예측에 필요한 인자들이 모두 측정 및 특징이 어려운 경우가 있음. 계절성을 가진 예측의 경우에도 계절성 유발 요인을 찾기 어려워, 주기적으로 발생하는 수요의 패턴이 적절히 예측되지 못하는 경우가 발생함. 이 연구에서는 FTGM이라는 푸리에 변환 기반 모형을 개발하여 계절성을 갖지만, 영향을 미치는 변수가 불확실한 경우의 예측력을 높이는 방법을 개발함.
- 적용 방안: 전력수요예측의 경우 계절성을 띄는 대표적 예측으로, 상기한 THieF와 이 연구의 FTGM 등을 활용한 모형을 시험하고 검증해볼 수 있음.
- 기타 성과: 발표자 연락처 확보

3. 발표 및 질의

가. Nationwide Weather Impact on Photovoltaic Generation Forecast(송재인 대리)

□ 주요 내용: 태양광 발전량 예측에 대한 인공위성에서 관측된 기상 자료의 영향을 분석하고, 위성자료에 기반한 초단기 예측기법 소개

□ 질의 응답:

○ 질문: 실제 CMV에 쓰이는 위성자료의 시·공간적 해상도는?

- 답변: 시간적 해상도는 15분이며, 공간적 해상도는 2 km임

○ 질문: 구름광학두께(Cloud Optical Depth) 대신 유효운량을 사용한 이유는?

- 답변: 구름 광학 두께는 실제로 지표 도달 일사에 영향을 미치나, 복사 전달 모형을 활용하여 지표 도달 일사를 추가적으로 계산해야 하는 한계가 있음. 그러나 유효운량을 계산할 경우 일사량 및 발전량과 선형적 관계가 있어 계산량을 크게 줄이고, 정확도를 높일 수 있음.

○ 코멘트: 위성자료와 태양광 발전량의 상관관계가 떨어지는 지점들이 보이는데, 이는 지형에 따른 지역적 영향일 수 있어, 지형 효과를 지역적으로 적용할 방안을 개발해 적용하면 발전량 예측성이 높아질 수 있음.

○ 질문: 확률론적 예측을 수행할 계획이 있는지?

- 답변: 현재로서는 수행하고 있지 않으며, 장기적으로 태양광 발전량을 확률론적으로 예측하여 최소 및 최대 범위를 제공하는 방안을 구상 중임.

○ 질문: KPX가 CMV 등 태양광 예측을 수행하는 목적은?

- 답변: KPX는 계통운영자로서, 태양광 발전량의 급격한 변동을 예상하고 대응하기 위해 초단기 태양광 모형을 개발 중임.

나. Development of Operational PV Generation Forecast Model in Korea Based on CNN and K-means Clustering(김채린 주임)

□ 주요 내용: 기상예보와 AI 기법에 기반한 단기 및 중기 태양광 예측 모형 개발

□ 질의 응답:

- 질문: 이 모형은 일사를 예측한 뒤 일사량으로 발전량을 예측하는 두 단계를 거치는데, 왜 바로 발전량을 예측하지 않는지?
 - 답변: 일사량을 예측한 뒤 발전량을 예측하면 예측 오차가 증가할 우려가 있으나, 사후 예측 결과 분석 시 일사량 예측에 따라 발생한 오차와 비기상적 원인에 따른 오차를 구분하여 분석할 수 있는 장점이 있음.
- 질문: 단기와 중기모형을 별도로 활용하는 이유와 통합가능성?
 - 답변: 기상청의 단기와 중기예보의 형태가 달라 두 가지 형태로 만들었으며, 두 모형을 통합하는 방법을 고민 중임.

4. 교류 인사 연락처

발표자	분야	소속	이메일 주소
Nikolaos Kourentzes	THieF	Skovde University	nikolaos@kourentzes.com
Amar Meddahi	태양광	Mines Paris – PSL Total Energies	amar.meddahi@minesparis.psl.eu
Xinlei Wang	LLM기반 수요예측	Sydney university	Xinlei.wang@sydney.edu.au
Lili Ye	Grey Modeling	Zhongnan University of Economics and Law	yelili16@163.com

5. 시사점

가. 향후 수요예측 기법 개발 방향

- 수요예측 모형의 예측력을 제고하기 위해 신규 모형 연구 필요
 - 단기적 방안: THieF, FTGM 등 기존 HW를 활용할 수 있는 예측 기법 연구 및 적용 노력
 - 장기적 방안: 거대 언어 모형 및 생성형 AI 및 신규 HW 도입을 위한 장기 전략 필요

나. 향후 재생에너지 예측 기법 개발 방향

- 現 태양광 예측 프로세스 점검 및 추가적 예측 정보 전달 노력 필요
 - 현재 일사량을 예측한 뒤 예측된 일사량으로 발전량을 예측하는 프로세스 대신 기상예보로부터 바로 발전량을 예측하는 모형의 예측 능력을 평가하여 개선 사항 도출
 - 확률론적 예측 기법을 도입하여 관제사에게 태양광 예측 모형의 변동성에 대한 정보 제공
 - 다양한 태양광 모형을 통합하여 최적의 결과값을 도출하는 모형 개발
- 풍력 예측을 위한 변수 탐색 및 예측 결과 제공 방안 검토
 - 풍향을 예측 변수로 활용하여 예측 정확도 제고 방안 탐색
 - 확률론적 예측 기법을 도입하여 풍력 발전량 예측 결과의 변동성 정보 제고 방안 모색







