

Técnicas de predicción en tiempo real válidas para sistemas locales de generación/consumo

Área de investigación: Predicción y tratamiento avanzado de datos

Línea de investigación: Desarrollo de técnicas de predicción a corto plazo en sistemas eléctricos y caracterización de la demanda térmica

Participantes: Instituto Tecnológico de Galicia (ITG), AICIA y CARTIF.

Resumen: En este documento se resumen los resultados obtenidos en la línea de investigación “Desarrollo de técnicas de predicción a corto plazo en sistemas eléctricos y caracterización de la demanda térmica” de la red Cervera HySGrid+ en relación al estado del arte, definición de parámetros de entrada y desarrollo teórico de técnicas de predicción en tiempo real válidas para sistemas locales de generación/consumo. A continuación, se describe la importancia del empleo de técnicas de predicción en ámbitos diferenciados de las Comunidades Energéticas Locales (CEL) como son la movilidad con vehículo eléctrico, la generación y el consumo eléctricos y la demanda energética de sistemas térmicos en edificios.

Introducción

Las comunidades energéticas locales (CEL) generan gran cantidad de información durante su operación: datos de consumo, generación, transmisión, distribución, monitorización de estados y almacenamiento. Estos datos son complementados con información no energética, como datos meteorológicos, señales de precios, patrones y tendencias de usuario, que posteriormente se recopilan y, tras su análisis, proporcionan una ayuda esencial en la operación, mantenimiento y optimización de la red.

La predicción de la demanda y de la generación en las CEL es fundamental para que los diferentes agentes involucrados puedan participar de modo activo, optimizando la operación de sus activos energéticos. Las cargas y fuentes de generación de una CEL son un ecosistema energético aleatorio e intermitente, lo que representa un reto para los algoritmos de predicción, siendo además muy distinto el comportamiento eléctrico del térmico.

La presente revisión del estado del arte permite dar visibilidad sobre los aspectos más influyentes, técnicas y variables a considerar en los sistemas de predicción aplicables a las CEL.

Movilidad eléctrica

Tradicionalmente las técnicas de predicción de series temporales provienen de dos metodologías: los modelos regresivos y los modelos provenientes del aprendizaje automático. Los primeros se caracterizan por su relativa simplicidad y por la dificultad de representar comportamientos no lineales. Los segundos, se caracterizan por su mayor coste computacional, pero con capacidad de aprender las relaciones no lineales entre variable predictoras.

Para aunar las distintas técnicas posibles y dotar al algoritmo predictivo de una mayor robustez, se va a adoptar el concepto de conjunto de clasificadores, conocido en inglés como *classifier ensemble*, al problema de regresión que se plantea.

Un *classifier ensemble* es un modelo de clasificación usado en aprendizaje automático que consiste en construir una batería de clasificadores para un mismo problema, donde el clasificador final se obtiene mediante alguna combinación o votación de los clasificadores participantes. El objetivo es que el clasificador resultante sea mejor que cada uno de los clasificadores base que lo conforman. El modelo responde al mismo comportamiento del ser humano en su razonamiento que normalmente pide opiniones a diferentes “expertos” antes de tomar una decisión.

En la siguiente figura se recoge el diagrama modular de la aplicación a desarrollar, la cual consta de tres partes básicas: un módulo heurístico, un módulo regresivo y un *ensemble*. Este modularidad permitirá también que, si en un futuro o en la fase de desarrollo se determinase, por ejemplo, que un modelo heurístico basado en ANN es más efectivo que uno basado en semejanzas, aquél podría ser añadido al modelo o sustituir a éste.

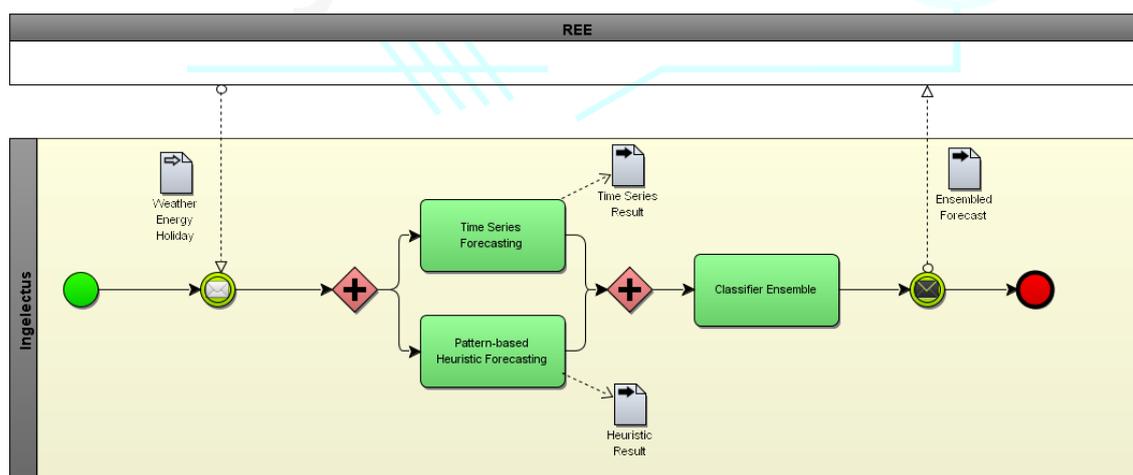


Figura 1. Diagrama modular del sistema de predicción de la demanda del vehículo eléctrico

Sistemas de generación y consumo eléctrico

Existen diferentes enfoques para realizar la predicción en tiempo real de sistemas de generación solar y eólica y de consumo eléctrico, desde métodos estadísticos hasta técnicas de última generación de aprendizaje profundo. A continuación, se enumeran los que se han identificado de mayor relevancia en el ámbito de las CEL.

Predicción de la demanda eléctrico a corto plazo

Las redes neuronales artificiales son la técnica más utilizada para la predicción de la demanda de energía eléctrica en el corto plazo en determinadas áreas o ciudades.

Así, se emplean diferentes tipos de técnicas de aprendizaje profundo, como pueden ser las redes neuronales de retroalimentación (Yuan, 2018), redes neuronales recurrentes (He, 2017), redes neuronales de propagación hacia atrás (Yang, 2016), autoencoders (Tong, 2017) o una combinación de redes neuronales entrenadas iterativamente (Khwaja, 2017). Estas redes son entrenadas con datos históricos de demanda de energía eléctrica (generalmente horarios), añadiendo variables temporales como el día de la semana, la hora del día o si es festivo o no, y casi en su totalidad consideran de alguna forma la temperatura.

Predicción de la generación eólica a corto plazo

Las técnicas de predicción de energía eólica se diferencian en la forma de preprocesado de los datos. En el primer caso, se descomponen los datos de velocidad de viento en frecuencias utilizando diferentes técnicas como la descomposición en modo híbrido (Zhang, 2019; Qu, 2019) o descomposición secundaria adaptativa (Sun, 2018). A continuación, se estima la variación de los componentes obtenidos a través de diferentes técnicas de aprendizaje profundo. Estos modelos son alimentados con datos históricos de velocidad de viento o generación de energía eólica, muestreados en intervalos de 10 o 15 minutos, y distribuidos por meses o estaciones para tener en cuenta la variación temporal.

En el segundo caso, los modelos se entrenan directamente sobre los datos de velocidad de viento o generación de energía eólica sin descomponer. La frecuencia de toma de datos suele ser horaria, 10-minutal o 15-minutal. Las redes neuronales son la técnica más utilizada (Mason, 2018; Chitsazan, 2019), por ejemplo, el uso de LSTM (Yu, 2019) o redes neuronales difusas (Sharifian, 2018); aunque también se emplean otras técnicas de aprendizaje automático (Landry, 2016) o modelos híbridos (Camelo, 2018).

Predicción de la generación fotovoltaica a corto plazo

La predicción de energía solar se basa principalmente en series univariantes de datos de irradiancia global con intervalos entre los registros de una hora o 5 min. Así, los métodos utilizados van desde el aprendizaje automático con árboles de decisión o RFR (Gala, 2016; Pedro, 2018; Benali, 2019) hasta redes neuronales (Benali, 2019) o combinación de ellos (Gala, 2016). Sin embargo, habría que considerar que el método más eficiente depende de la variabilidad de los datos de irradiancia, es decir, de la localización (Fouilloy, 2018).

Demanda térmica en edificios

La predicción de la demanda de energía térmica de los edificios incluidos en una comunidad energética local (CEL) cobra especial importancia para su gestión eficaz.

Esta demanda térmica va a venir condicionada por las condiciones meteorológicas externas, las características constructivas y de diseño del edificio y por el uso y condiciones de confort interiores. Se establecen varias formas para su estimación, determinadas por la información y el conocimiento (frecuencia y tipo de datos) que se dispone para establecer los modelos de comportamiento y cálculo energético, así como por el alcance y la escala perseguida.

Modelos matemáticos

Planteado como un modelo de caja negra, a partir de valores medidos o simulados conocidos estima una ecuación o algoritmo que establece el comportamiento energético del edificio o CEL. Se toman valores de demanda y se relacionan con las condiciones exteriores a las que se enfrenta y a las condiciones interiores conocidas, realizando un ajuste estadístico. Este método tiene el inconveniente de que quizás no tenga un sentido físico justificable, pero matemáticamente puede llegar a ser muy acertado

Modelos físicos

Se basa en la evaluación de flujos de energía, condicionados por las condiciones de contorno. Se analiza el balance de ganancias frente a pérdidas. Lo que se tiene principalmente en cuenta son los flujos entre el interior y exterior, y ya dentro del interior debido a que pueden ser muchos, se simplifica y se determinan cuáles de estos flujos influyen en mayor medida en el balance energético.

A partir de la información que describe físicamente el edificio y su funcionamiento, y conociendo las condiciones que se desea obtener frente a las circunstancias a las que el sistema de climatización se va a enfrentar (fundamentalmente predicción meteorológica), es posible realizar una predicción de la demanda. Para ello se debe analizar el edificio enfocándose en los flujos de energía que va a haber entre éste y el medio, y dentro de éste. Algunos aspectos a considerar son la conducción y ventilación, las ganancias y la inercia térmica.

Mediante un modelo de simulación basado en esta información, se puede verificar el efecto que estas variables tienen sobre el comportamiento del edificio y establecer criterios de comportamiento en función de sus variaciones frente a condiciones cambiantes.