

7. Conclusiones y acciones futuras

En el presente trabajo de tesis doctoral se ha presentado un nuevo enfoque para generar series de radiación solar, totalmente distinto a los métodos clásicos existentes en la literatura. En este sentido, se ha presentado una metodología que hace uso de redes neuronales artificiales, en particular el perceptrón multicapa, para la generación de series temporales de radiación solar. Dicha metodología se fundamenta en la posibilidad de emplear información asociada al problema de manera implícita, sin necesidad de conocer las relaciones existentes entre las diferentes variables y fuentes de información, que es la forma como suelen abordar el problema la mayoría de los procedimientos tradicionales.

El método propuesto no asume ningún modelo a priori, al contrario que la mayoría de los otros métodos que recurren a técnicas de regresión polinomial o a los modelos de media móvil (ARMA).

El procedimiento permite generar series del índice de claridad tanto a escala diaria como horaria. De esta forma, se emplean diferentes arquitecturas de redes neuronales artificiales según el resultado que se quiera obtener. Una red para generar series diarias, otra red para generar la componente de tendencia horaria, y una tercera para la componente estocástica horaria. A partir de cada una de ellas se emplea el procedimiento que se podría denominar de “cascada”, donde los resultados de una etapa se emplean o se suman, según el caso, con los resultados de las otras.

Respecto a la naturaleza de las series de radiación que se obtienen, se comprueba que presentan propiedades totalmente similares a las series reales de radiación, hasta el punto que son indistinguibles estadísticamente. Además, al comparar las series generadas por el método propuesto con las reales y con las series procedentes de otros métodos clásicos se ha demostrado que las obtenidas por medio del perceptrón se ajustan mejor a las reales que las obtenidas sintéticamente por los métodos clásicos. En este sentido, todos los tests estadísticos a los que han sido sometidos las diferentes series concluyen que los resultados son mejores en el caso de las series sintéticas neuronales.

Se ha demostrado también la capacidad de universalización del perceptrón multicapa, lo que representa una ventaja añadida a la hora de utilizarlo, puesto que los métodos clásicos, salvo alguna excepción, son, la mayoría, aplicables sólo localmente.

También, en referencia a la simplicidad de aplicación, la mayoría de los métodos clásicos suelen llevar aparejada una gran complejidad matemática y son bastante engorrosos de aplicar. Sin embargo, la metodología propuesta aquí es de una gran simplicidad, además de que, cómo se ha visto, una vez planteada es muy fácil de modificar según el objetivo que se persiga, como ha sido el caso de su modificación para la obtención de mapas solares.

En la elaboración de los mapas solares, el método propuesto presenta la ventaja de que es posible generar series solares en cualquier lugar de la zona, conocida su latitud y altitud sobre el nivel del mar. Por el contrario, los otros métodos no pueden generar dichas secuencias en los diferentes lugares de la zona, al no disponer de información suficiente, característica que no afecta al perceptrón multicapa.

Como posibles acciones futuras es interesante comentar que la metodología propuesta puede extenderse fácilmente a la generación series artificiales a la escala de minutos, un campo que está en auge actualmente. Como ya se ha demostrado, bastaría con cambiar un poco la estructura de la red neuronal para adaptarla al nuevo problema, y puesto que los resultados para las escalas diarias y horarias han sido totalmente satisfactorios, todo parece indicar que así lo sería en una escala temporal menor.

Otra posible acción futura es extender el tamaño de los mapas solares de forma que se consigan mapas de radiación a escala de países o continentes, simplemente siguiendo el esquema propuesto en este trabajo.

Sería también interesante estudiar la aplicación de toda esta metodología a lugares geográficos con climas extremos como pudieran ser los climas polares, climas tropicales húmedos, etc. En principio la metodología ha funcionado bastante bien para latitudes medias, como es el caso de España. Se ha demostrado, que aunque las localidades en estudio tenían latitudes muy similares, sin embargo presentaban climas diferentes, y a pesar de ello la red neuronal artificial empleada proporciona resultados muy satisfactorios. De todos modos sería muy importante comprobar el funcionamiento de esta metodología en climas totalmente diferentes, como los ya mencionados tropicales o polares.

Por último indicar, que puesto que las redes neuronales están siendo aplicadas en muy diversos campos de la investigación, un siguiente estudio de aplicación de esta metodología fuera del terreno de la radiación solar, pero relacionado con la energía solar

fotovoltaica sería muy apreciado. Como continuación de estos trabajos, y dentro de las investigaciones que el Grupo de Investigación al que pertenezco se están llevando a cabo, se podrían citar las siguientes, en las que una posible aplicación de esta metodología podría tener futuro:

- Caracterización eléctrica de generadores fotovoltaicos mediante redes neuronales. Puesto que en el diseño de un sistema fotovoltaico intervienen una gran cantidad de parámetros, existen diferentes modelos para simular los diversos elementos de que consta el sistema. Entre estos elementos está el generador fotovoltaico, para el cual se han desarrollado modelos que determinan diferentes parámetros del mismo, como la corriente de cortocircuito, la tensión de circuito abierto, la potencia máxima, etc. Una posible aplicación de las redes neuronales artificiales en este campo sería la determinación de estos parámetros.
- Obtención de curvas de probabilidad de pérdida de carga para el diseño de sistemas fotovoltaicos autónomos. En el diseño de sistemas fotovoltaicos autónomos es necesario conocer las curvas de probabilidad de pérdida de carga, que podrían analizarse gracias a metodologías basadas en redes neuronales artificiales.

Y simplemente para finalizar indicar que se ha presentado sólo un tipo de red neuronal artificial, el Perceptrón Multicapa, pero que el estudio de otros muchos tipos de redes neuronales artificiales, aplicadas en este campo, sigue abierto.

