

Wind

GIEE

Universidad de Nariño
San Juan de Pasto, Colombia
Email:

GIIWW

Universidad de Nariño
San Juan de Pasto, Colombia
Email:

Abstract—En este artículo se presentan los componentes de una investigación orientada a analizar los datos de series de tiempo que provee 3TIER viento recopiladas desde el año 1980 hasta 2015 en el departamento de Nariño (Colombia) con el objetivo de descubrir patrones secuenciales en el comportamiento de la velocidad y dirección del viento. Se busca poder predecir con suficiente anticipación anomalías en el incremento o disminución de estas características para contribuir en la identificación de las ubicaciones más idóneas para la implementación de una futura solución eólica como alternativa energética.

Keywords—*wind, time series*

I. INTRODUCCIÓN

Diferentes alternativas energéticas han sido ampliamente exploradas en la literatura. En particular, la energía eólica ha registrado una importante acogida, en especial en Europa donde en las últimas décadas se puede evidenciar un crecimiento promedio anual de hasta el 30 % [1]. Sin embargo, la implementación de una solución eólica no resulta trivial. La primera etapa a afrontar es la ubicación de potenciales lugares donde las condiciones de viento resulten apropiadas. En este sentido, las principales características a monitorear son las velocidad y dirección del viento y se espera poder ubicar geográficamente aquellos lugares donde estas características registren elevados promedios durante un periodo considerable de tiempo. El proyecto general “Análisis de oportunidades energéticas con fuentes alternativas para el departamento de Nariño” tiene como uno de sus objetivos cumplir con este propósito.

A través de un proveedor externo se tiene acceso a series de tiempo de los últimos diez años con información sobre la ubicación de la muestra (latitud y longitud) y la correspondiente velocidad y orientación del viento. Con esta base de datos resultaría sencillo generar mapas del potencial eólico para el departamento. Sin embargo, también resulta de gran importancia para el proyecto conducir investigación de alto nivel orientada al análisis de los datos generados y disponibles. Esta investigación busca analizar las fuentes de datos disponibles en procura de la extracción de patrones secuenciales en el comportamiento de la dirección y velocidad del viento en aquellos lugares con potencial eólico. Dichos patrones servirán de soporte para la detección de anomalías y para la toma de decisiones a la hora de la implementación de una solución final.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Diferentes estudios han explorado la construcción de mapas eólicos a partir de muestras tomadas en terreno. Por ejemplo, [2] utilizan técnicas de auto-correlación espacio-temporal, para estimar la potencia generada por turbinas en Irlanda a partir de pocos datos de entrada. Adicionales técnicas de interpolación espacial fueron utilizadas por [3] para generar mapas de viento de alta resolución en el Reino Unido. El objetivo perseguido por la investigación era comparar y evaluar diversos métodos de interpolación para seleccionar el más adecuado. En los Países Bajos, [4] utilizan un modelo llamado de bicapa para estimar la velocidad del viento a partir de 31 estaciones meteorológicas.

Sin embargo, es importante resaltar que las características de velocidad y dirección del viento no son lo únicos criterios a tener en cuenta a la hora de escoger las mejores ubicaciones. La evaluación multi-criterio (MCE) ha tenido una amplia acogida a la hora de evaluar características físicas junto con otros atributos como aspectos económicos y sociales.

[5] utilizan técnicas MCE para determinar posibles ubicaciones de turbinas en el norte de California evaluando componentes físicos, ambientales y humanos. [6] categoriza diferentes aspectos de acuerdo al potencial eólico y solar e identifica áreas susceptibles a la instalación de turbinas y paneles solares en Colorado.

Entre los aspectos evaluados se encuentran la distancia a carreteras y líneas de transmisión eléctrica, coberturas del terreno, densidad de población y áreas protegidas por la ley. [7] explora nuevos algoritmos de análisis de datos para modelar la ubicación de turbinas en Iowa apoyándose en un sistema espacial multi-criterio de soporte a la toma de decisiones. Nuevas técnicas de análisis de datos, comúnmente conocidas como minería de datos, han demostrado muy buenos resultados a la hora de modelar fenómenos atmosféricos.

Por ejemplo, [8] utiliza algoritmos para detectar patrones secuenciales en series de tiempo de viento desde estaciones en los Países Bajos para detectar anomalías en el flujo, velocidad y dirección del viento.

III. METODOLOGÍA

Antes de aplicar técnicas de detección de patrones secuenciales se hace necesario seleccionar y limpiar las series de tiempo disponibles para asegurar que se ajusten al formato necesario. De igual manera, se requiere que las series de tiempo se agrupen dentro un conjunto de

datos unificado al cual se aplicaran las primeras técnicas de exploración de datos para entender calidad de los datos, las posibilidades de análisis y plantear una primera estrategia de análisis. Al mismo tiempo, es importante identificar y estudiar las técnicas y algoritmos de detección de patrones secuenciales presentes en la literatura. Conocer al detalle las diferentes implementaciones, casos de estudio y fundamentación teórica de los mismos resulta vital durante la fase de ejecución. Una vez los algoritmos hayan sido seleccionados y documentados se aplicarán a las series de tiempo previamente depuradas. Los resultados de esta ejecución exigirán una etapa de interpretación y discusión de los resultados donde se deberán seleccionar o implementar diferentes 3 técnicas de visualización. Frecuentemente, al aplicar técnicas de minería de datos se produce una gran cantidad de resultados donde las técnicas de visualización y filtrado resultan fundamentales para el la comprensión del conocimiento generado. La interpretación de los resultados se plasmará en un reporte de investigación como base para la publicación de un artículo científico como resultado de la investigación.

A. Recopilación de datos

La primera parte de la investigación consistió en la identificación y exploración de las fuentes de datos disponibles. Se utilizó las bases de datos eólicas de un proveedor externo (Vaisala Inc) y se trabajó en una estrategia de muestreo para la obtención de una muestra significativa de series de tiempo con la cual se espera construir los mapas de potencial eólico necesarios a 50 y 120 metros de altura.

Para este muestreo se obtuvieron 480 series de tiempo a 50 y 120 metros, regularmente espaciados en el departamento de Nariño del proveedor Vaisala Inc, conjunto de reanálisis de datos MERRA (Modern Era Retrospective-analysis for Research and Applications) la cual tiene una mayor resolución espacial y temporal (por hora), cada punto contiene atributos como: latitud, longitud, timestamp, presión, temperatura, velocidad y dirección del viento

B. Limpieza de datos

C. Selección de técnicas de análisis

D. Detección de patrones

E. Visualización y análisis de resultados

AGRADECIMIENTOS

Universidad de Nariño, Universidad de los Andes y Sistema de Regalias.

REFERENCIAS

- [1] EWEA, "Wind industry factsheets," European Wind Energy Association (EWEA), Technical report, 2004. [Online]. Available: <http://www.ewea.org>
- [2] J. Haslett and A. E. Raftery, "Space-time modelling with long-memory dependence: Assessing Ireland's wind power resource," *Applied Statistics*, vol. 38, no. 1, p. 1, 1989. [Online]. Available: <http://www.jstor.org/discover/10.2307/2347679?uid=3737808&uid=2134&uid=2478620387&uid=2&uid=70&uid=3&uid=2478620377&uid=60&sid=21103443692791>
- [3] W. Luo, M. C. Taylor, and S. R. Parker, "A comparison of spatial interpolation methods to estimate continuous wind speed surfaces using irregularly distributed data from England and Wales," *International Journal of Climatology*, vol. 28, no. 7, pp. 947–959, Jun 2008. [Online]. Available: <http://doi.wiley.com/10.1002/joc.1583>
- [4] A. Stepek and I. Wijnant, "Interpolating wind speed normals from the sparse Dutch network to a high resolution grid using local roughness from land use maps," Royal Netherlands Meteorological Institute, De Bilt, Utrecht, Netherlands., Tech. Rep. TR-321, Jun 2011. [Online]. Available: <http://www.knmi.nl/knmi-library/knmipubTR/TR321.pdf>
- [5] L. C. Rodman and R. K. Meentemeyer, "A geographic analysis of wind turbine placement in northern California," *Energy Policy*, vol. 34, no. 15, pp. 2137–2149, Oct 2006. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421505000893>
- [6] J. R. Janke, "Multicriteria GIS modeling of wind and solar farms in Colorado," *Renewable Energy*, vol. 35, no. 10, pp. 2228–2234, Oct 2010. [Online]. Available: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096014811000131X>
- [7] A. N. Petrov and J. M. Wessling, "Utilization of machine-learning algorithms for wind turbine site suitability modeling in Iowa, USA," *Wind Energy*, 2014. [Online]. Available: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/we.1723/abstract>
- [8] N. Yusof, R. Zurita-Milla, M.-J. Kraak, and B. Retsios, "Mining frequent spatio-temporal patterns in wind speed and direction," in *Connecting a Digital Europe Through Location and Place*, ser. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, J. Huerta, S. Schade, and C. Granell, Eds. Springer International Publishing, Jan 2014, pp. 143–161. [Online]. Available: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-03611-3_9