

Control estadístico de la calidad para la detección de anomalías y la monitorización de la eficiencia de procesos

Eva Soto-Antonio¹, Salvador Naya², Miguel Flores³, Mario Francisco-Fernández⁴, Luis Carral⁵ and Javier Tarrio-Saavedra⁵

¹Cátedra UDC-Inditex de IA en Algoritmos Verdes, CITIC, Universidade da Coruña, A Coruña, España.

²CITIC, Grupo MODES, Departamento de Matemáticas, Escola Politécnica de Enxeñaría de Ferrol, Universidade da Coruña, Ferrol, España.

³Grupo MODES, SIGTI, Departamento de Matemática, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ciencias, Quito, Ecuador.

⁴CITIC, Grupo MODES, Departamento de Matemáticas, Facultade de Informática, Universidades da Coruña, A Coruña, España.

⁵CITENI, Campus Industrial de Ferrol, Grupo de Enxeñaría Mixto – GEM, 15471, Universidade da Coruña, Ferrol, España.

eva.soto@udc.es, salvador.naya@udc.es, miguel.flores@epn.edu.ec,
mario.francisco@udc.es, l.carral@udc.es, javier.tarrio@udc.es

Abstract

Las infraestructuras IoT y los sensores en edificios generan datos continuos que permiten monitorizar temperatura, humedad y consumo energético. Este trabajo muestra cómo técnicas de Control Estadístico de Procesos (SPC), desde gráficos univariantes y multivariantes hasta análisis de datos funcionales, mejoran la gestión de sistemas HVAC. Para ilustrar su aplicación, se muestran diversos casos de estudio correspondientes a medidas de confort térmico (temperatura, humedad) y eficiencia energética (consumos en climatización, iluminación) en tiendas situadas en centros comerciales. Mediante la aplicación de gráficos de control Shewhart y de memoria (EWMA, CUSUM), además de sus versiones para datos multivariantes (T^2 , MEWMA) y para datos funcionales (basados en el concepto de profundidad de datos) (Flores et al., 2020), se ilustran diversas metodologías para la detección temprana de anomalías en la eficiencia energética y confort térmico de estos espacios (Tobar et al., 2023), además de la identificación de ineficiencias y la evaluación de la capacidad (a través del cálculo de índices de capacidad) de los sistemas del edificio para cumplir especificaciones dadas por la normativa, empresa o clientes. Los resultados muestran la utilidad de la

aplicación de gráficos de control como herramienta ilustrativa, totalmente interpretable, en el marco de la XAI, además de por su eficiencia para detectar anomalías en la climatización de edificios, así como sus causas asignables, contribuyendo así a edificios más sostenibles e inteligentes.

Con el objeto de dar una idea más amplia de la utilidad y extensión de las metodologías propuestas para el control y mejora de la eficiencia, se han aplicado igualmente a otros procesos como son el control del tráfico marítimo (y de su eficiencia energética). En concreto, se muestra el caso de estudio del control del tiempo de tránsito de los buques que cruzan las esclusas del Canal Expandido de Panamá, incluyendo la identificación de patrones de aprendizaje, anomalías, sus causas asignables y las oportunidades para incrementar su eficiencia.

References

- Flores, M., Naya, S., Fernández-Casal, R., Zaragoza, S., Raña, P., & Tarrío-Saavedra, J. (2020). Constructing a control chart using functional data. *Mathematics*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/math8010058>
- Tobar, A., Flores, M., Castillo-Páez, S., Naya, S., Zaragoza, S., & Tarrío-Saavedra, J. (2023). Bootstrap-LOCI data mining methodology for anomaly detection in buildings energy efficiency. *Energy Reports*, 10, 244–254. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.06.025>