NOTA TÉCNICA.

La aplicación del Internet de las Cosas (Internet of Things – IoT) en la excavación de túneles con tuneladora

Dra. Ananya RAJAGOPAL

El monitoreo de túneles construidos con máquina tuneladora de tipo *Tunnel Boring Machine* (TBM) significa, para el cliente y el contratista, una solución efectiva para la gestión y seguridad eficientes de este tipo de obras subterráneas. Actualmente, la inspección y el seguimiento de la interacción entre la TBM y el terreno circundante se consigue mediante los sensores de la máquina, los cuales se conectan a un sistema de control que permite identificar en tiempo real todos los procesos relacionados con el avance de la máquina y la interacción entre ellos. Por su parte, el sistema de auscultación geotécnica y estructural del proyecto cubre las necesidades de seguridad y calidad de la construcción a partir de la instalación de una serie de sensores e instrumentos en el emplazamiento del proyecto, trabajando de esta forma como un sistema robusto pero independiente al avance de la TBM.

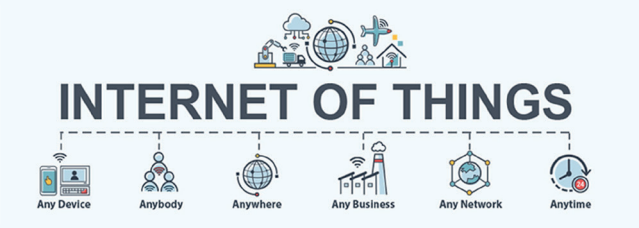
Debido al perfil industrial que posee la excavación de túneles con TBM, los tiempos de reacción ante cualquier eventualidad son muy importantes, por lo que el análisis en tiempo real es deseable para reducir los tiempos de reacción y con ello disminuir los plazos y costos de ejecución de la obra. La digitalización de las señales y la evolución tecnológica han permitido diseñar sistemas digitales que incorporen ambos sistemas con la intención de optimizar los procesos constructivos y facilitar el análisis en tiempo real y predictivo del comportamiento del túnel.

En dicho contexto, diferentes profesionales de construcción e investigadores en la materia han propuesto una tecnología de monitoreo basada en el Internet de las Cosas (*Internet of Things* o *IoT*), la cual se caracteriza por recoger la teoría básica de construcción mecanizada y al mismo tiempo, utilizar la percepción contemporánea y confiable de la tecnología del Internet para su aplicación en la construcción de túneles. De acuerdo con Jianfeng Cao, et al. (2022), el IoT se refiere a una nueva tecnología de red que tiene la facultad de conectar diversas entidades con redes para obtener todo tipo de información a través de códigos QR y de tecnología de identificación por radiofrecuencia. Esto implica que, en un mismo sistema, se pueden incorporar diferentes tecnologías como sensores, sistemas de información geográfica, métodos de transmisión locales y móviles, etc. De este modo, el sistema híbrido informático se caracteriza por tres etapas:

1. La recolección de los datos en sus diferentes formatos y sistemas.

2. La transmisión de la información en tiempo real a través de la red o redes definidas.

3. El procesamiento instantáneo de la información recolectada.



▲ Figura 1. Modelo representativo del IoT aplicado en la industria. Fuente: AlYasfo M. (2019, 8 de noviembre).

Cabe señalar que el modo de transmisión y recepción de la información se concibe puramente inalámbrico y ocupa principalmente la tecnología WiFi y la tecnología de comunicación móvil de última generación.

Nótese entonces que este tipo de sistemas que ahora son holísticos permiten identificar oportunamente eventualidades durante el proceso de excavación, así como verificar las condiciones de la infraestructura en superficie, las cuales pueden ser susceptibles a daños por cambios en las condiciones originales del terreno después del paso de la TBM en la zona de influencia. Con esto se consigue en mayor medida que la diferencia de tiempo entre las eventualidades de la obra y la respuesta por parte de los responsables se aproxime al tiempo real.

Cabe señalar que, considerando la complejidad e interdependencia de los sistemas de control de procesos y de instrumentación, se requiere de la intervención de un perfil experto que sepa interpretar toda la información que se reciba del sistema. A su vez, la implementación de este tipo de sistemas puede representar una reducción importante del costo del proyecto, ya que esta tecnología permite garantizar el desarrollo rápido de la obra al optimizar el ciclo de trabajo en los proyectos de excavación con TBM.

Bibliografía

AlYasfo M. (2019, 8 de noviembre). Internet of Things (IoT). Obtenido de: https://www.linkedin.com/pulse/internet-things-iot-mohammad-alyasfo

Jianfeng Cao , Ruichuan Zhao, Liqiang Hu, Qing Liang and Zhenhua Tang (2022). Application of Internet of Things Based on Wireless Sensor in Tunnel Construction Monitoring. Journal of sensors. Volume 2022. Obtenido de: https://doi.org/10.1155/2022/5302754