



FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

CREACIÓN DE UN NODO ACÚSTICO VIRTUAL PARA SIMULACIÓN DE UNA RED DE SENSORES

PACS: 43.50.Yw, 43.50.Lj, 43.50.Rq, 43.50.Qp

Navarro Ruiz, Juan Miguel; Montoya Belmonte Jose; Botia, Miguel David; Escolano, Jose;
Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM)
Campus de los Jerónimos
30107 Guadalupe, Murcia. España
Tel. +34 968 278 825
E-mail: jmnnavarro@ucam.edu

Palabras Clave:

Redes de sensores acústicos, nodo acústico virtual, modelado temporal, fuentes sonoras, internet de las cosas

ABSTRACT

In recent years numerous networks of acoustic sensors have been the deployment, mainly in urban environments. Through these networks, real-time monitoring of noise pollution is being carried out and important temporal data for urban planning are analyzed. Several studies have raised the opportunity to use Big Data technologies for the analysis of this massive information. However, the number of acoustic nodes installed and the amount of information collected does not reach the size of a Big Data problem. In this work, the creation of a virtual acoustic node is described in order to have an adequate scenario to study and take advantage of the Big Data potential in the management of noise pollution in cities.

RESUMEN

En los últimos años se ha producido el despliegue de numerosas redes de sensores acústicos, principalmente en entornos urbanos. Mediante estas redes se está realizando una monitorización en tiempo real de la contaminación acústica y se analizan datos históricos importantes para la planificación urbana. Varios estudios han planteado la oportunidad de utilizar las tecnologías Big Data para el análisis de esta información masiva. Sin embargo, el número de equipos instalados y la cantidad de información recogida no alcanza a tener la magnitud de un problema Big Data. En este trabajo, se describe la creación de un nodo acústico virtual con el objetivo de contar con un escenario adecuado para estudiar y aprovechar el potencial del Big Data en la gestión de la contaminación acústica en las ciudades.

INTRODUCCIÓN

Las redes de sensores inalámbricas mediante el uso de la tecnología de internet de las cosas (IoT) son uno de los pilares en los que se basa el desarrollo de las ciudades inteligentes [1]. El bienestar acústico y la contaminación provocada por el ruido continua estando en los primeros lugares de las problemáticas e inconvenientes de vivir en una gran ciudad [2].

En los últimos años, las ciudades están desplegando redes de sensores donde se incluyen sensores acústicos que permiten medir y monitorizar los niveles acústicos de forma continua [3, 4]. Las instalaciones piloto son una tendencia en la actualidad y grandes ciudades como Dublín, Londres, Madrid, Santander y Valencia están evolucionando hacia una verdadera ciudad conectada. Sin embargo, no existen suficientes equipos o nodos instalados como para poder contemplar un escenario de análisis de datos masivo o Big Data.

Para poder estudiar y desarrollar el potencial del Big Data en acústica ambiental es necesario contar con un escenario adecuado. Esta investigación pretende dar los primeros pasos para crear un nodo acústico virtual para la simulación de redes de sensores. Es necesario en primer lugar definir las características que nos permitan modelar una fuente de ruido incluyendo su variabilidad en el tiempo. Seguidamente, se describe la infraestructura requerida para la simulación de una red de sensores. Finalmente, se presentan los modelos implementados para la creación de un nodo acústico virtual. Como propuesta inicial, se pretende modelizar la variabilidad temporal de las fuentes sonoras mediante distribuciones estadísticas que serán descritas en este trabajo.

MODELOS TEMPORALES DE FUENTES SONORAS URBANAS

Las fuentes sonoras que conviven en las ciudades presentan una variabilidad temporal que conforman un fenómeno complejo y difícil de modelar. En este apartado se describen brevemente las características mas relevantes que se deben tener en cuenta a la hora de medir y modelizar una fuente sonora.

Cuando se monitoriza una señal acústica de larga duración se pueden utilizar multitud de parámetros para cuantificarla. Hasta la proliferación de las redes de sensores acústicas, se utilizaban como normal general los parámetros que miden intervalos en tiempo. Entre ellos nos encontramos: el nivel equivalente en un periodo largo de tiempo en dBA L_{Aeq} , los percentiles estadísticos L_{10} , L_{50} y L_{90} , y el nivel equivalente día-tarde-noche L_{den} como estándar mas utilizado en la creación de mapas sonoros. Sin embargo, los nodos acústicos nos permiten la medición, almacenamiento y transmisión de los niveles de forma continua por lo que pasa a ser interesante el utilizar niveles instantaneos integrados en periodos cortos de tiempo, normalmente 1 segundo. Por lo tanto, a la hora de buscar un modelo para el nodo virtual, este debe incluir su variabilidad continua.

Recientemente, han aparecido otros parámetros emergentes que añaden información adicional a los básicos como pueden ser: los parámetros psicoacústicos monoaurales y binaurales [5, 6], el número de eventos de ruido NNE o el índice de enmascaramiento MI [7, 8]. Además, no podemos olvidar que las fuentes acústicas dependen de la frecuencia, por lo tanto, una correcta modelización requiere integrar descriptores basados en frecuencia.

Al realizar un modelo temporal es necesario disponer de descriptores que informen sobre la variabilidad de la fuente. Dentro de una ciudad podemos encontrarnos con fuentes sonoras con dinámica rápida como son los picos de ruido y el ritmo de tráfico impuesto por los semáforos y

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

con dinámica lenta como el despestar de una ciudad y las zonas de alto nivel de ruido. En resumen, el tipo de fuente afecta al modelo a utilizar o a los parámetros que lo definen, teniendo que distinguir entre diferentes tipos como por ejemplo el tráfico, calles peatonales y zonas de ocio.

Finalmente, cabe tener en cuenta la variabilidad temporal en largo periodos de tiempo. Es decir, es posible que el comportamiento de la fuente sonora sea diferente en los días de trabajo, entre lunes y viernes, que los fines de semana, sábado y domingo. A su vez, esto estará relacionado con el area geográfica o tipo de fuente.

ARQUITECTURA DE UN SISTEMA IOT

Uno de los objetivos de este trabajo es poder simular una red de sensores acústicos. Tal y como se ha comentado anteriormente, estas redes siguen el ecosistema de capas o arquitectura IoT. La estrategia de este nuevo concepto de sociedad pasa por integrar varias capas de los servicios de distintos sectores en un solo sitio. A partir de ellos se incorporan nuevos servicios, aprovechando las posibles sinergias que deriven en una reducción de costes o en una mayor visibilidad. La ventaja que supone la implantación de esta nueva tecnología es que se capitaliza el conocimiento y el funcionamiento de un entorno, extendiéndose a otros nuevos.

En la Figura 1 se muestra un diagrama que describe las capas horizontales en las que se divide el ecosistema IoT. Estas capas son las siguientes: sensores y adquisición de datos, conectividad y red de comunicación, gestión y análisis de datos, y arquitectura de soporte a servicios y aplicaciones.

- La capa de sensores y adquisición de datos donde se encuentran las diferentes interfaces de entrada y salida de datos. Generalmente, utilizaremos redes de sensores encargadas de recoger los datos, con la frecuencia y los rangos establecidos. Algunos sensores también disponen de la capacidad de actuar sobre el entorno, por ejemplo, abriendo y cerrando una válvula de riego. Además, también contaremos con la información recogida de otras fuentes de datos como plataformas de servicios municipales, red de seguridad de vídeo, datos de terceros y hasta redes sociales e internet.
- La capa de conectividad y red de comunicación se encarga de los protocolos de envío y recepción de la información de la capa de captación hacia la capa intermedia donde se encuentra la plataforma de ciudad. Aquí nos podemos encontrar con multitud de sistemas de telecomunicación que pueden ser propiedad de la administración o alquilados a compañías de telecomunicación.
- La capa de gestión y análisis de datos, conocida como plataforma intermedia, es la encargada de recibir y almacenar los datos, así como procesar los datos albergando la lógica del sistema y enviando los datos tratados hacia la capa de servicios o aplicaciones o de nuevo hacia la capa de sensores y actuación.
- Finalmente, nos encontramos con la capa más alta y cercana al usuario final. Es la conocida como capa de aplicación encargada de ser la parte visible para el usuario del sistema y permite la gestión de los diferentes servicios integrados y la toma de decisiones a través de paneles con información relevante.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre



Figura 1. Capas del ecosistema IoT.

En este trabajo se ha seleccionado la plataforma FIWARE [9] . El proyecto FIWARE está siendo desarrollado como parte del programa Future Internet Public Private Partnership (FI-PPP) lanzado por la Comisión Europea y tiene como objetivo convertirse en la plataforma central o estándar del internet del futuro. Su arquitectura es abierta y puede ser estructurada según el interés o la aplicación. En la Figura 2 se muestra la arquitectura propuesta por FIWARE para su aplicación en el entorno de IoT donde cabe resaltar los bloques de Agente IoT (IDAS), de broker de contexto (Orion), Historico corto plazo (STH), Procesado de eventos complejos (CEP) y por último los componentes de seguridad (IDM).

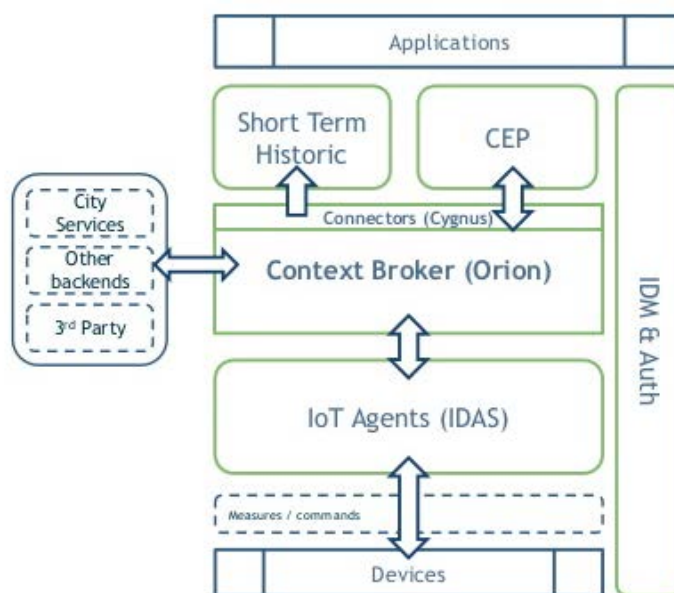


Figura 2. Ejemplo de arquitectura IoT. Fuente: FIWARE.

Los agentes IoT se encargan de conectar los objetos o dispositivos a la capa superior del modelo. El uso de sus datos o actuar sobre ellos requiere la interacción con una serie de entornos heterogeneos de dispositivos que ejecutan protocolos diferentes. Este componente permite simplificar la gestión e integración de dispositivos traduciendo sus diversos protocolos al lenguaje estandar de la plataforma FIWARE. Por otro lado, el broker de contexto es un componente que proporciona servicios para producir, reunir, publicar y consumir información a gran escala para conseguir una verdadera aplicación inteligente. Lo interesante de este componente es que puede recibir información de diferentes fuentes, además de redes de sensores puede trabajar con aplicaciones móviles y otros sistemas de terceros como se refleja en la parte izquierda de la Figura 2. Finalmente, los componentes STH y CEP proporcionan herramientas para gestionar datos historicos y agregados en series temporales, asi como análisis de eventos en tiempo real, respectivamente.

CREACIÓN DE UN NODO ACÚSTICO VIRTUAL

Como propuesta inicial, en este trabajo se explora la posibilidad de modelar la variabilidad temporal de las fuentes sonoras en las ciudades mediante el uso de aproximaciones por distribuciones estadísticas.

La distribución normal es la que aparece con mayor frecuencia en la estadística y la teoría de probabilidades para modelar fenómenos naturales. En nuestro campo de la acústica, la distribución normal permite modelar un comportamiento de variabilidad temporal simétrica sobre un valor promedio. La función densidad de probabilidad normal o gaussiana es la siguiente,

$$f(x) = \frac{A}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

donde μ es el valor promedio y σ es la desviación estandar. En la Figura 3 se puede observar como se ha ajustado una distribución normal a un histograma de valores de mediciones reales en dos periodos de una jornada; día y noche.

Con objeto de poder contemplar varios periodos con diferentes comportamiento, Can et al. proponen en [10] la utilización de una función densidad de probabilidad bigaussiana:

$$f(x) = \frac{A_1}{\sigma_1\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu_1)^2}{2\sigma_1^2}} + \frac{A_2}{\sigma_2\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu_2)^2}{2\sigma_2^2}} \quad (2)$$

En la Figura 4a. se muestran las dos campanas simétricas a las que dan lugar los valores obtenidos en una campaña de medición de un día de duración. Este comportamiento se puede ajustar usando la función de la ecuación (2).

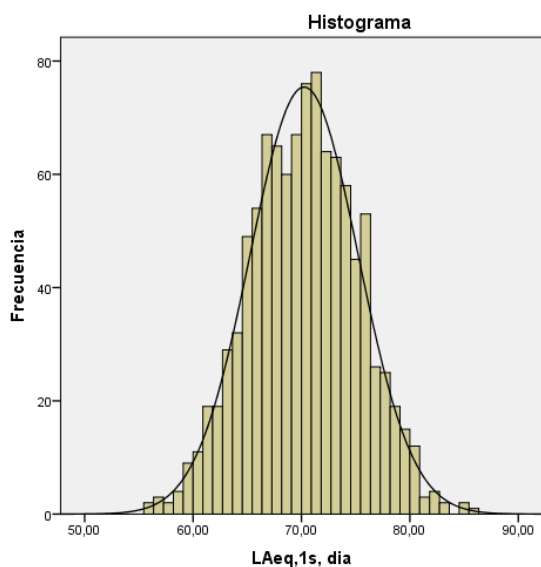
Sin embargo, algunas fuentes sonoras o entornos urbanos muestran una variabilidad asimétrica con respecto a un valor medio, por lo que se hace necesario el uso de la función densidad de probabilidad generalizadas de valor extremo: [11]

$$f(x) = \frac{1}{\sigma} \exp \left[- \left(1 + \varepsilon \frac{x-\mu}{\sigma} \right)^{-1/\varepsilon} \right] \left(1 + \varepsilon \frac{x-\mu}{\sigma} \right)^{-1-1/\varepsilon} \quad (3)$$

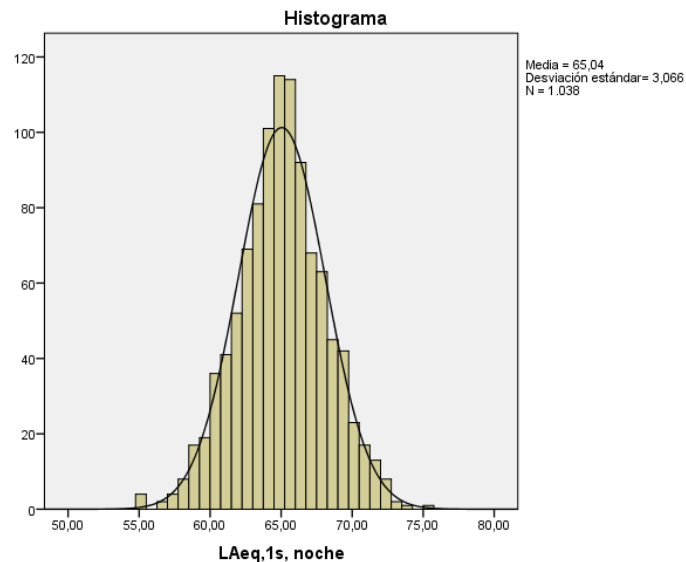
FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

donde μ es el parámetro de localización, σ es parámetro escalar y ϵ es parámetro de forma. Este último parámetro permite definir la asimetría que mejor se ajuste a los niveles medidos, tal y como se puede observar en la Figura 4.b.

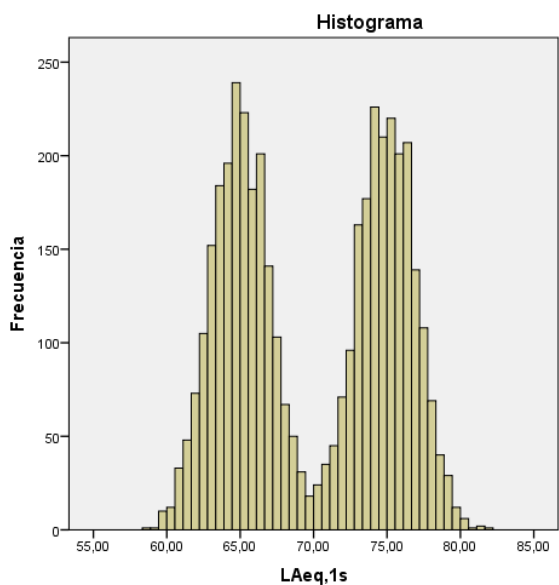


a) Periodo día

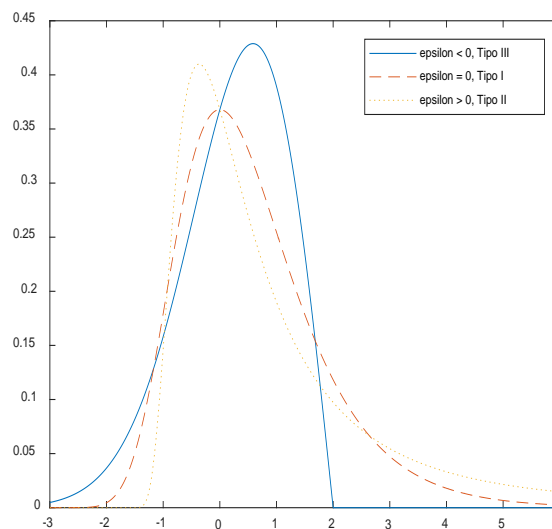


b) Periodo noche

Figura 3. Modelo normal ajustado a valores de mediciones en a) un periodo día y b) un periodo noche.



a) Modelo binormal



b) Modelo generalizado de valores extremos

Figura 4. a) Modelo binormal para ajustar valores de varios periodos en una sola función. b) Modelo generalizado con las tres formas básicas para contemplar asimetrías.

CONCLUSIONES

El aumento de redes acústicas de sensores desplegadas en las ciudades está proporcionando una gestión y control de la contaminación acústica de formas más dinámica y actualizada. La aplicación de los métodos Big Data a los parámetros sonoros captados por los nodos acústicos se ha mostrado como una herramienta útil para el análisis avanzado de los entornos sonoros. Sin embargo, en las redes actuales, no hay suficientes nodos desplegados para considerarse un problema Big Data. Por lo tanto, en este trabajo se propone la creación de nodos acústicos virtuales que permitan la simulación de una red de sensores con el objetivo de desarrollar análisis mediante aproximaciones Big Data.

De este modo, en primer lugar se han presentado los diferentes aspectos a tener en cuenta a la hora de poder modelizar una fuente sonora en ambientes urbanos. Ha quedado de manifiesto la complejidad del problema planteado dado la variabilidad temporal y las diferentes tipologías descritas. Como propuesta inicial, se plantea el uso de aproximaciones estadísticas como modelos temporales. Entre ellas, cabe destacar la distribución normal como la más simple y extendida. Además se ha descrito la distribución general de valores extremos como modelo asimétrico que puede ser adecuada para determinadas fuentes.

En trabajos futuros se pretende combinar los nodos virtuales con nodos reales para complementar la información y aplicar algoritmos Big Data en un entorno simulado.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del Ministerio de Economía y Competitividad TIN2016- 78799-P en el proyecto HETEROLISTIC.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of Things for Smart Cities. IEEE Internet of Things Journal, 1(1), 22-32.
- [2] Berglund, B. L. (1999). Guidelines for community noise. Génova: World Health Organization.
- [3] Rawat, P., Singh, K. D., Chaouchi, H., & Bonnin, J. M. (2014). Wireless sensor networks: a survey on recent developments and potential synergies. The Journal of supercomputing, 68(1), 1-48.
- [4] Segura-García, J., Felici-Castell, S., Pérez-Solano, J., Cobos, M., & Navarro, J. (2015). Low-Cost Alternatives for Urban Noise Nuisance Monitoring Using Wireless Sensor Networks. IEEE Sensors Journal, 15, 836-844.
- [5] Zwicker, E., & Fastl, H. (1990). Psychoacoustics: Facts and models. Springer Science & Business Media.
- [6] Moore, B. C., & Glasberg, B. R. (2007). Modeling binaural loudness. The Journal of the Acoustical Society of America, 121(3), 1604-1612.
- [7] Brown, A. L., Bannerjee, D., & Tomerini, D. (2012, August). Noise events in road traffic and sleep disturbance studies. In INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings (Vol. 2012, No. 10, pp. 1346-1354). Institute of Noise Control Engineering.
- [8] Can, A., Guillaume, G., & Gauvreau, B. (2015). Noise indicators to diagnose urban sound environments at multiple spatial scales. Acta Acustica united with Acustica, 101(5), 964-974.
- [9] Fernández, P., Santana, J. M., Ortega, S., Trujillo, A., Suárez, J. P., Domínguez, C., ... & Sánchez, A. (2016). SmartPort: a platform for sensor data monitoring in a seaport based on FIWARE. Sensors, 16(3), 417.
- [10] Can, A., Leclercq, L., Lelong, J., & Defrance, J. (2008). Capturing urban traffic noise dynamics through relevant descriptors. Applied Acoustics, 69(12), 1270-1280.
- [11] Can, A., Aumond, P., De Coensel, B., Ribeiro, C., Botteldooren, D., & Lavandier, C. (2018). Probabilistic Modelling of the Temporal Variability of Urban Sound Levels. Acta Acustica united with Acustica, 104(1), 94-105.