



Competición CAEPIA-App: senseUMA

Jamal Toutouh and Enrique Alba

Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación,
Universidad de Málaga,
Málaga, Spain
Email: {jamal,eat}@lcc.uma.es

Resumen—Este documento presenta la aplicación móvil *senseUMA*. Dicha aplicación se ha desarrollado para que los usuarios de la universidad puedan acceder a información en tiempo real sobre diferentes aspectos de la realidad del campus, por ejemplo, el nivel de ruido y la afluencia de gente en diversas zonas del campus. A su vez, se han implementado diferentes métodos de inteligencia artificial para realizar tareas más avanzadas como la predicción y la clasificación de dicha información.

I. INTRODUCTION

La aplicación de inteligencia artificial (IA) en el diseño de soluciones para Ciudades Inteligentes ha permitido el surgimiento de multitud de servicios avanzados para la ciudadanía [1], [2]. Estas nuevos servicios ofrecen soluciones para mejorar la eficiencia en la movilidad, la recogida de residuos y la gestión de la energía [3], [4], [5], [6], entr otros.

Las universidades pueden ser vistas como pequeñas ciudades, puesto que los campus universitarios cubren grandes áreas y la comunidad universitaria suele incluir miles de personas. Así, las soluciones aplicadas sobre Ciudades Inteligentes para implementar Campus Inteligentes (*Smart Campus*) para mejorar el día a día de los miembros de la comunidad universitaria y de aquellos usuarios que crucen por los campus.

El Campus de Teatinos de la Universidad de Málaga cubre un área considerable dentro de la ciudad de Málaga (aproximadamente 2 kilómetros²). Por dicho campus cada día transitan miles de personas pertenecientes a la comunidad universitaria (como alumnos, docentes y personal), además de viandantes que cruzan dicha zona de la ciudad. Estos números nos invitan a entender que este campus, como otros, pueden ser vistos como pequeñas ciudades. Así, aparecen retos a tratar como en dichas ciudades aplicando soluciones similares las empleadas en Ciudades Inteligentes. En este trabajo se presenta una aplicación, *senseUMA* que pretende paliar diferentes problemas relacionados con la movilidad dentro del campus ofreciendo información de utilidad a los usuarios.

La idea fundamental de este proyecto es la de recolectar datos mediante sensores que hemos instalado en diferentes zonas de interés. Estos datos son relativos a la movilidad de peatones y vehículos, así como mediciones del ruido ambiental. El análisis de la información que se genera sirve como base para la detección de los posibles patrones de movilidad y flujos vehiculares que ayudan al entendimiento de la compleja dinámica de estos agentes dentro del campus.

Se ha desarrollado una aplicación móvil cuyas funcionalidades principales son: *i*) mostrar la información actual recogida

por dichos sensores en el campus, *ii*) mostrar datos históricos, *iii*) facilitar la descarga de dicha información al dispositivo móvil y *iv*) ofrecer predicciones precisas sobre lo mismo.

A continuación se describe la funcionalidad principal de *senseUMA*, se introduce cómo se ha implementado (tecnologías y técnicas de IA aplicadas), se discute sobre utilidad y viabilidad de la misma y se tiene el enlace para descargar la misma.

II. FUNCIONALIDAD PRINCIPAL

El sistema de medición en el que se basa *senseUMA* ha sido implementado e instalado en campus por nuestro grupo [7]. Este sistema recopila datos relativos a la movilidad de los alumnos y el ruido, aunque la modularidad del sistema de medida nos va a permitir extender el sistema con sensores de otro tipo (como por ejemplo, humedad y temperatura). A su vez, se aplican diferentes técnicas de aprendizaje automático (*machine learning*): como la fusión de los datos, la extracción de características o detección de patrones, para la extracción de conocimiento sobre la movilidad y el ruido ambiente.

La aplicación móvil desarrollada, *senseUMA*, ofrece las siguientes funciones principales, que le serán útiles a los usuarios:

- **Mostrar** una gráfica con la evolución durante la última hora del ruido ambiente en los puntos de interés en los que se lleva a cabo la medición (ver Figura 1). Así, también se puede mostrar información histórica durante un día completo o una semana determinada elegida por el usuario (ver Figura 2).
- **Descargar** al dispositivo los datos recogidos por los sensores. Así, el usuario puede tener acceso en forma de archivo CSV a los datos brutos o los mismos tras haber sido procesados.
- **Predecir** el ruido ambiente que se va a dar en un punto de medición en cualquier momento en el futuro elegido por el usuario.
- **Mostrar** en un mapa la ubicación en la que están instalados los sensores y el estado actual de los mismos (conectividad y funcionamiento).

Tal y como se ha modelado y desarrollado la aplicación móvil, esta se puede extender para que se pueda mostrar, descargar y predecir información sobre otros aspectos del campus, como la movilidad de los alumnos, de forma directa y sin esfuerzo.

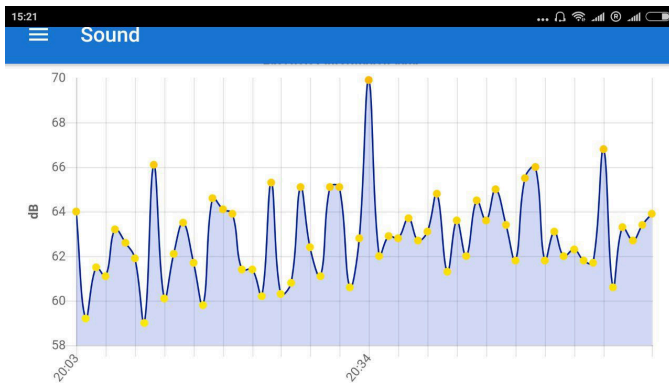


Figura 1: Gráficas de la evolución del ruido: Información en tiempo real (toda la última hora).

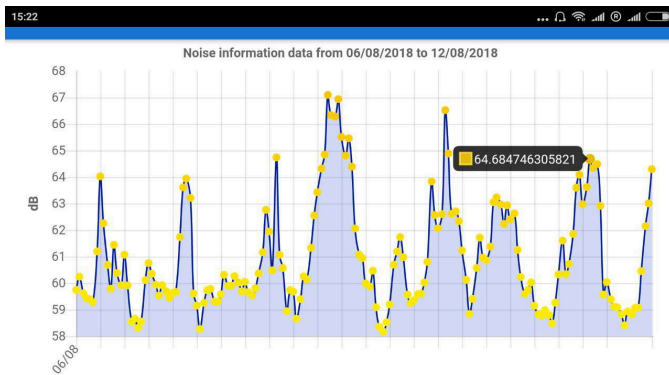


Figura 2: Gráficas de la evolución del ruido: Información histórica de una semana.

III. IMPLEMENTACIÓN

Para que *senseUMA* pueda ofrecer los servicios presentados en la sección anterior tienen que comunicarse el servidor central con los sensores y con los usuarios (la aplicación móvil), tal y como se muestra en la Figura 3. La comunicación entre el servidor y el sistema de medición (sensores) se realiza para obtener los datos obtenidos por los sensores y para re-configurar los sensores si hiciera falta. La aplicación móvil obtiene del servidor central la información necesaria para generar las gráficas que se muestran al usuario y para poder hacer las predicciones. En esta sección se presentan las tecnologías necesarias para la implementación de *senseUMA* y las técnicas de IA empleadas.

III-A. Tecnologías empleadas para el desarrollo

Para el desarrollo tanto del sistema de medición (software de los sensores) como de la aplicación móvil se ha llevado a cabo empleando tecnologías actuales.

Como los sensores están fabricados tomando como base el ordenador de bolsillo *Raspberry PI*, el software de los mismos se ha desarrollado usando *Python*. Así, la comunicación entre los mismos y el servidor central se realiza mediante un esquema cliente-servidor empleando *Python* y *PHP*.

SENSORES

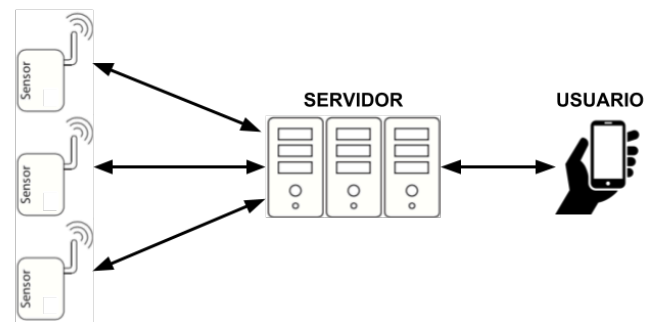


Figura 3: Esquema básico del sistema completo empleado para el funcionamiento *senseUMA*.

En el servidor central los datos se guardan en una base de datos *MySQL*, pero antes se tratan empleando métodos implementados usando *Python* y la biblioteca de análisis de datos y visualización *Pandas*. Así mismo, se han implementado los métodos de aprendizaje automático empleando una biblioteca de *Python* específica para ello, la *scikit-learn*.

La aplicación móvil se ha desarrollado empleando el *Framework Ionic* que permite el desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma empleando lenguajes como *HTML*, *Javascript* y *CSS*. De este modo se facilita el acceso al usuario, puesto que este modo de desarrollo de aplicaciones móviles permite compilar el código para que genere un objeto ejecutable por varios sistemas operativos móviles como *Android* o *iOS*.

III-B. Técnicas de IA aplicadas

La aplicación propuesta requiere de la aplicación de varias técnicas de *machine learning* tanto para la extracción del conocimiento como para la predicción. Estos métodos se ejecutan en el servidor y posteriormente se envía a la aplicación móvil la información necesaria para poder dar los servicios presentados.

La evolución temporal del ruido (o de cualquier otro dato) se caracteriza utilizando regresión polinómica. Así mismo, para que el ajuste de la curva sea la más adecuada se ha empleado un método de extracción de características (o *feature selection*) para seleccionar qué franjas horarias ofrecen datos que mejor ajustan a la curva de todo el día. Un algoritmo evolutivo ha seleccionado aquellas franjas horarias que mejor caracterizan y mejor ajustan la curva [8].

Además, se ha utilizado agrupamiento de datos por *K-Means Clustering* para ver si los datos se pueden agrupar por días. Obteniendo que los días se pueden separar en laborables, sábados y domingos o festivos [8].

Este método se va a ejecutar al principio de cada mes, empleando todos los datos capturados que se tienen en la base de datos. La aplicación móvil se descargará la información necesaria para generar el polinomio de regresión que permite predecir el ruido que se va a dar cuando se especifica un día y una hora determinada.



Principalmente, se ha aplicado un algoritmo evolutivo para la extracción de características (o *feature selection*) agrupamiento de datos por *K-Means Clustering* y finalmente predicción mediante regresión polinómica y redes neuronales.

IV. UTILIDAD DE *senseUMA*

La principal utilidad que tiene *senseUMA* es que permitirá a los usuarios de la aplicación conocer mejor el estado actual del campus en temas de movilidad y contaminación sonora. Así como predecir esos mismos aspectos. Eso es importante para que los miembros de la comunidad universitaria puedan organizarse mejor para moverse por el campus o para llegar al mismo. Cabe destacar que tanto el sistema de medición, los sensores y la aplicación móvil se han diseñado e implementado para poder ampliar los datos que se miden. Por ejemplo, se ha pensado incluir sensores de temperatura y humedad.

V. DESCARGA

La aplicación *senseUMA* se encuentra para su descarga en la siguiente ruta: <http://jamal.es/downloads/senseuma.apk>.

ACKNOWLEDGMENT

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el ministerio MINECO y proyectos FEDER TIN2016-81766-REDT (<http://cirti.es>) y TIN2017-88213-R (<http://6city.lcc.uma.es>). Universidad de Málaga. Campus Internaciona de Excelencia Andalucía TECH.

REFERENCIAS

- [1] A. Meijer and M. P. R. Bolívar, "Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance," *International Review of Administrative Sciences*, vol. 82, no. 2, pp. 392–408, 2016.
- [2] A. Cocchia, *Smart and Digital City: A Systematic Literature Review*. Cham: Springer International Publishing, 2014, pp. 13–43.
- [3] C. Cintrano, D. H. Stolfi, J. Toutouh, F. Chicano, and E. Alba, "Ctpath: a real world system to enable green transportation by optimizing environmentally friendly routing paths," in *International Conference on Smart Cities*. Springer, 2016, pp. 63–75.
- [4] D. H. Stolfi and E. Alba, "Smart mobility policies with evolutionary algorithms: The adapting info panel case," in *Proceedings of the 2015 Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation*, ser. GECCO '15. New York, NY, USA: ACM, 2015, pp. 1287–1294.
- [5] A. Camero, J. Toutouh, D. H. Stolfi, and E. Alba, "Evolutionary Deep Learning for Car Park Occupancy Prediction in Smart Cities," in *Learning and Intelligent OptimizatiON (LION) 12*. Springer, 2018, pp. 1–15.
- [6] J. Toutouh, D. Rossit, and S. Nesmachnow, "Computational intelligence for locating garbage accumulation points in urban scenarios," in *Learning and Intelligent OptimizatiON (LION) 12*. Springer, 2018, pp. 1–15.
- [7] J. Toutouh, J. Arellano-Verdejo, and E. Alba, "Enabling low cost smart road traffic sensing," in *The 12th edition of the Metaheuristics International Conference (MIC 2017)*, 2017, pp. 13–15.
- [8] J. Luque, J. Toutouh, and E. Alba, "Reduction of the Size of Datasets by using Evolutionary Feature Selection: the Case of Noise in a Modern City," in *18th Conference of the Spanish Association for Artificial Intelligence, CAEPIA 2018*, 2018, pp. 1–10.