

Mobile Sensing Architecture for Air Pollution Monitoring

La contaminación ambiental es uno de los principales problemas que afecta a nuestro planeta. El crecimiento industrial y los aglomerados urbanos, entre otros, están contribuyendo a que dicho problema se diversifique y se cronifique. La presencia de contaminantes ambientales en niveles elevados afecta la salud humana, siendo la calidad del aire y los niveles de ruido ejemplos de factores que pueden causar efectos negativos en las personas tanto psicológicamente como fisiológicamente.

Tradicionalmente, la contaminación ambiental se mide a través de centrales de monitorización, que por lo general son fijas y tienen un coste elevado. Sin embargo, la ubicuidad de los microcomputadores, y el aumento de los sensores incorporados en nuestros smartphones, han hecho posible la aparición de nuevas estrategias para medir dicha contaminación. Así, el Mobile Crowdsensing se ha convertido en un nuevo paradigma mediante el cual los teléfonos inteligentes emergen como tecnología habilitadora, y cuya adopción generalizada proporciona un enorme potencial para su crecimiento, permitiendo operar a gran escala, y con unos costes asumibles para la sociedad. A través del crowdsensing, los teléfonos inteligentes pueden convertirse en unidades de detección flexibles y multiuso que, a través de los sensores integrados en dichos dispositivos, o combinados con nuevos sensores, permiten monitorizar regiones de interés con una buena granularidad tanto espacial como temporal.

En esta tesis nos centramos en el diseño de soluciones de crowdsensing usando smartphones donde abordamos problemas de contaminación ambiental, específicamente del ruido y de la contaminación del aire. Con este objetivo, se estudian, en primer lugar, las propuestas de crowdsensing que han surgido en los últimos años. Los resultados de nuestro estudio demuestran que todavía hay mucha heterogeneidad en términos de tecnologías utilizadas y métodos de implementación, aunque los diseños modulares en el cliente y en el servidor parecen ser dominantes.

Con respecto a la contaminación del aire, proponemos una arquitectura que permita medir la contaminación del aire, concretamente del ozono, dentro de entornos urbanos. Nuestra propuesta utiliza smartphones como centro de la arquitectura, siendo estos dispositivos los encargados de leer los datos de un sensor móvil externo, y de luego enviar dichos datos a un servidor central para su procesamiento y tratamiento. En esta propuesta se han analizado varios problemas con respecto a la orientación del sensor externo y al tiempo de muestro, y se ha validado la solución propuesta en escenarios reales. Los resultados obtenidos demuestran que la orientación del sensor y el período de muestreo, dentro de ciertos límites, tienen muy poca influencia en los datos capturados. Además, mediante una comparativa de los mapas de calor generados por nuestra solución con los datos de las estaciones de monitorización existentes en la ciudad de Valencia, demostramos que nuestro enfoque es capaz de proporcionar una mayor granularidad de los datos.

Con respecto a la contaminación acústica, proponemos una arquitectura para medir los niveles de ruido en entornos urbanos basada en crowdsensing,

y cuya característica principal es que no requiere intervención del usuario. En esta tesis detallamos aspectos tales como la calibración de los smartphones, la calidad de las medidas obtenidas, el instante de muestreo, el diseño del servidor, y la interacción cliente-servidor. Además, hemos validado nuestra solución en escenarios reales para demostrar el potencial de la solución alcanzada. Los resultados experimentales muestran que, con nuestra propuesta, es posible medir niveles de ruido en diferentes zonas urbanas o rurales con un grado de precisión comparable al de los dispositivos profesionales, todo ello sin requerir intervención del usuario, y con un consumo reducido en cuanto a recursos del sistema.

En general, las diferentes contribuciones de esta tesis doctoral ofrecen un punto de partida para nuevos desarrollos, ofreciendo estrategias de calibración y algoritmos eficientes de cara a realizar medidas representativas. Además, una importante ventaja de nuestra propuesta es que puede ser implementada de forma directa tanto en instituciones públicas como no gubernamentales en poco tiempo, ya que utiliza tecnología accesible y soluciones basadas en código abierto.