

# Resumen

La detección de áreas densas consiste en la localización de regiones de relevancia en una zona en función de sus valores de densidad. Hasta ahora, los enfoques tradicionales, utilizados en áreas como *urban computing* y *smart cities*, se han centrado en la agrupación de muestras en torno a los máximos, locales o globales, de la distribución de densidad. Sin embargo, estas aproximaciones presentan el gran problema de no contar con el entorno en el que se encuentra cada una de las áreas a la hora de detectar dichas regiones, algo que es de gran importancia cuando se analizan espacios donde la densidad no se reparte de forma uniforme, tal y como sucede en los núcleos urbanos, donde el centro de la ciudad acumula a priori más densidad que las afueras.

Así, y tomando como punto de partida algunas técnicas ya utilizadas en ingeniería bioquímica, este trabajo ofrece una solución completa al problema planteado proponiendo la metodología necesaria para la extracción de los entornos explicados en el párrafo anterior mediante el ajuste de líneas base. Del mismo modo, se expone un procedimiento para la detección de áreas densas una vez éstos han sido sustraídos. Junto a lo ya explicado, este proceso también es novedoso por ser completamente automático y no paramétrico, es decir, identifica los puntos que pertenecen a cada área densa para segmentarlas sin necesidad de ningún tipo de intervención humana ni conocimiento previo por parte del usuario.

Para construir este sistema se han evaluado las distintas alternativas existentes en el estado del arte junto a nuevos métodos que han sido propuestos cuando éstas no satisfacían los requisitos necesarios. Los algoritmos elegidos han sido desparametrizados de acuerdo al planteamiento del problema, empleando para ello las heurísticas y funciones objetivo oportunas.

El sistema ha sido evaluado con datos correspondientes a la densidad de usuarios que se encuentran en una zona determinada. Los experimentos, realizados en distintas regiones y a diferentes resoluciones, han conseguido los resultados esperados.

---

De esta forma, se ha validado que el diseño realizado se adapta a cualquier tipo de problema donde se analice la densidad distribuida en el espacio.

A modo de conclusión, puede decirse que el algoritmo propuesto en este trabajo logra identificar áreas densas con independencia de su entorno de forma automática y no paramétrica. No obstante, esta solución no pretende reemplazar a las ya existentes, sino complementarlas en la resolución de problemas que requieran la comparación de áreas densas.

# Abstract

The detection of dense areas is the location of relevant regions in an area as a function of their density values. So far, traditional approaches use in areas such as urban computing and smart cities, have focused on the grouping of samples around the maximum of the density distribution. However, these approaches have the major problem of not take into account the environment of each area at the time of detecting these regions, which is of great importance when we analyzed areas where the density is not distributed uniformly, as it happens in urban centers where downtown has a priori more density than the suburbs.

Thus, taking as a starting point some techniques used in biochemical engineering, this work offers a complete solution to the problem by proposing a methodology for the extraction of the environment explained in the previous paragraph by setting baselines. Similarly, we are setting out a procedure for detecting dense areas once the environment have been removed. Together with all the things that we have already explained, this process is also new because it is completely automatic and non-parametric, i.e., identifies points that belong to each dense area for segmenting without any kind of human intervention or prior knowledge by the user.

A lot of alternatives in the state of the art have been evaluated to build this system, new methods have also been proposed where alternatives do not provided the requirements. The algorithms have been unparameterized according to the statement of the problem, using the heuristics and appropriate objective functions.

The system has been tested linking density to the number of users that are in a given area. The experiments, conducted in different regions and resolutions, have achieved the expected results. In this way, it has validated the design made it suitable for any type of problem where density is spatially distributed.

In conclusion, we can say that the algorithm proposed in this study can identify dense areas automatically, without parameters and independently of their environment. However, this solution is not intended to replace existing ones, but to

---

complement them in the solution of problems requiring the comparison of dense areas.