

Análisis de indicadores urbanos sobre Ciudad Inteligente (Caso práctico)

José Miguel Ríos Rubio
Ciudades Inteligentes

Master en Sistemas Electrónicos para Entornos Inteligentes
Versión 1.0

Departamento de Tecnología Electrónica - UNIVERSIDAD DE MALAGA
Málaga, 23 de junio de 2016

- 1. Presentación del área de interés**
- 2. Lectura de los indicadores urbanos**
- 3. Definición y descripción de métrica de evaluación**
- 4. Aplicación de la métrica**
- 5. Definición y descripción de función de comparación**
- 6. Comparación y agrupación urbana de resultados**
- 7. Conclusiones**

En este caso práctico de análisis de indicadores urbanos, procederemos a analizar los indicadores obtenidos del repositorio de datos abiertos del proyecto **European smart cities 3.0**, del 2014, en el cual se han analizado 77 zonas urbanas europeas y se ha establecido un ranking en función de 6 parámetros: **economía, gobierno, movilidad, entorno, gente y vida**.

Mediante dichos **indicadores urbanos**, estableceremos una **métrica** para obtener nuestro **propio ranking** de ciudades y realizaremos un proceso de **comparación y agrupación** (*clustering*) de los resultados con el fin de **clasificar** y ver la **relación existente** entre estas ciudades.

Los resultados de dichos procesos los **representaremos gráficamente**. Todo ello a través del uso del **lenguaje de programación R**, junto con el entorno **Rstudio**.

1. **Presentación del área de interés**
2. **Lectura de los indicadores urbanos**
3. **Definición y descripción de métrica de evaluación**
4. **Aplicación de la métrica**
5. **Definición y descripción de función de comparación**
6. **Comparación y agrupación urbana de resultados**
7. **Conclusiones**

Lectura de los indicadores urbanos

Para realizar la **lectura** de estos indicadores urbanos debemos determinar el **formato de los datos** proporcionados. En este caso nos encontramos con un archivo **.xlsx** el cual almacena los valores de cada uno de estos 6 parámetros y las coordenadas de latitud y longitud para cada uno de los 77 países.

La lectura de los archivos **.xlsx** se realizan fácilmente mediante el uso de la librería **XLConnect** y el uso de las funciones correspondientes de apertura del libro y lectura de hoja:

```
# Cargamos las librerías a utilizar
```

```
library(XLConnect)
```

```
# Cargamos los datos
```

```
wk = loadWorkbook("Paises.xlsx")
```

```
paísesC= readWorksheet(wk, sheet="hoja1")
```

1. **Presentación del área de interés**
2. **Lectura de los indicadores urbanos**
3. **Definición y descripción de métrica de evaluación**
4. **Aplicación de la métrica**
5. **Definición y descripción de función de comparación**
6. **Comparación y agrupación urbana de resultados**
7. **Conclusiones**

Def. y desc. de métrica de evaluación

La **métrica de evaluación** nos permite evaluar y clasificar, según **cierta característica**, una ciudad.

De esta forma, establecemos una métrica que nos permite determinar, de manera global, las zonas urbanas que son más o menos equilibradas en función de esos 6 parámetros (ya que todos ellos comprenden valores semejantes), buscamos para ello, los que contienen valores más diferentes, es decir, que destaquen más en alguno de sus parámetros que en el resto. Para ello, calculamos la **desviación típica** de todos ellos.

Para la definición de la métrica en nuestro programa, describimos una **función** que devuelva, en función de los 6 parámetros de entrada, el valor de su desviación típica correspondiente.

```
# Definición de métrica (desviación típica)  
metrica <- function(Eco,Peo,Gov,Mob,Env,Liv)  
{  
  return(sd(c(Eco,Peo,Gov,Mob,Env,Liv)));  
}
```

1. **Presentación del área de interés**
2. **Lectura de los indicadores urbanos**
3. **Definición y descripción de métrica de evaluación**
4. **Aplicación de la métrica**
5. **Definición y descripción de función de comparación**
6. **Comparación y agrupación urbana de resultados**
7. **Conclusiones**

Una vez que hemos extraído los datos del archivo que lo contiene y tenemos definida la función que realiza la desviación típica (métrica), procedemos a **aplicar dicha métrica** a cada uno de los conjuntos de datos.

Para ello, comenzamos determinando el **número de países a analizar** y creamos la **estructura de datos** del tamaño adecuado para almacenar los parámetros de país, métrica, latitud, longitud...

Una vez creada esta nueva estructura de datos, **iteramos** país por país almacenando los datos correspondientes y el **resultado de la métrica** de cada uno de ellos.

Determinamos el numero de países y creamos la estructura de datos

```
sizeData = dim(paísesC)[1]  
valorZonaUrbana <- data.frame(Pais = character(sizeData), Metrica =  
numeric(sizeData), lat = numeric(sizeData), long = numeric(sizeData), Rojo =  
numeric(sizeData), Verde = numeric(sizeData), Azul =  
numeric(sizeData), stringsAsFactors = FALSE)
```

Iteramos sobre todas las ciudades para evaluar la métrica

```
for (i in seq(1,dim(paísesC)[1]))  
{  
  valorZonaUrbana[i,1] <- paísesC[i,1];  
  valorZonaUrbana[i,"long"] <- paísesC[i,8];  
  valorZonaUrbana[i,"lat"] <- paísesC[i,9];  
  valorZonaUrbana[i,"Metrica"] <-  
  metrica(paísesC[i,2],paísesC[i,3],paísesC[i,4],paísesC[i,5],paísesC[i,6],  
  paísesC[i,7]);  
}
```

Una vez obtenida la métrica para cada una de las ciudades **ordenamos**, según ésta, **de mayor a menor** a las ciudades en nuestra estructura de datos.

```
# Ordenamos por valor del ranking
```

```
valorZonaUrbana <-
```

```
valorZonaUrbana[order(valorZonaUrbana[,2],decreasing = TRUE),]
```

Por último **normalizamos** a valores comprendidos entre **0** y **1** (estableciendo el valor 1 para la ciudad que destaque, para bien o para mal, en algún parámetro por encima del resto) y mostramos los resultados de nuestro **ranking** de forma **gráfica** gracias a la librería de escritura sobre el mapa proporcionada y la librería de tratamiento de imágenes **jpeg** (mediante la superposición de círculos, correspondientes a cada ciudad, en la imagen de un mapa de Europa). Para cada círculo (ciudad) se le dota de una **tonalidad roja** y un **tamaño de radio** según su **métrica**.

```
# Cargamos las librerías a utilizar
```

```
library(jpeg)
```

```
source("libreriaPintar.R")
```

```
...
```

```
# Determinamos el valor máximo de la métrica para normalizar
```

```
valorMaximo <- max(valorZonaUrbana[, "Metrica"]);
```

```
for (i in seq(1, dim(paísesC)[1]))
```

```
{
```

```
  valorZonaUrbana[i, "Metrica"] <-
```

```
  as.numeric(valorZonaUrbana[i, "Metrica"] / valorMaximo);
```

```
  valorZonaUrbana[i, "Rojo"] <- 255*valorZonaUrbana[i, "Metrica"]
```

```
  valorZonaUrbana[i, "Verde"] <- 0
```

```
  valorZonaUrbana[i, "Azul"] <- 0
```

```
  addCity(valorZonaUrbana[i, "lat"], valorZonaUrbana[i, "long"], MAX_RA
```

```
  DIUS*valorZonaUrbana[i, "Metrica"], valorZonaUrbana[i, "Rojo"], valorZ
```

```
  onaUrbana[i, "Verde"], valorZonaUrbana[i, "Azul"]);
```

```
}
```

```
drawImage()
```

City profiles: LEICESTER (UK), AALBORG (DK)



Como **resultado** a la aplicación de la métrica obtenemos un ranking propio donde tenemos como vencedor a la ciudad de **Leicester**, que destaca en *economía y movilidad*, y en última posición se encuentra la ciudad de **Aalborg**, la cual es la *más equilibrada* de todas.

A continuación se muestra el resultado del ranking obtenido sobre el mapa europeo:



1. **Presentación del área de interés**
2. **Lectura de los indicadores urbanos**
3. **Definición y descripción de métrica de evaluación**
4. **Aplicación de la métrica**
5. **Definición y descripción de función de comparación**
6. **Comparación y agrupación urbana de resultados**
7. **Conclusiones**

Def. y desc. de función de comparación

Obtenido un ranking propio a partir de la métrica establecida, procedemos a aplicar un **algoritmo de agrupamiento** (*clustering*) de los indicadores urbanos de cada ciudad con el fin de **compararlas y clasificarlas** para encontrar cierta **relación** entre las ciudades (en caso de que las hubiera).

Comenzaremos por **leer** los datos del archivo proporcionado para adaptarlos y utilizarlos en nuestro programa. Una vez que tengamos los datos los pasaremos por la función de **agrupación** y **representaremos** los resultados mediante un **dentograma**. Por último **separaremos** los subconjuntos obtenidos y los **representaremos en el mapa**.

1. **Presentación del área de interés**
2. **Lectura de los indicadores urbanos**
3. **Definición y descripción de métrica de evaluación**
4. **Aplicación de la métrica**
5. **Definición y descripción de función de comparación**
6. **Comparación y agrupación urbana de resultados**
7. **Conclusiones**

Comparación y agrupación urbana de resultados

Mediante un nuevo código comenzamos incluyendo las librerías a utilizar y leyendo los datos del archivo que los contiene.

```
# Cargamos las librerías a utilizar
```

```
library(XLConnect)
```

```
library(jpeg)
```

```
source("libreriaPintar.R")
```

```
# Cargamos los datos
```

```
wk = loadWorkbook("Paises.xlsx")
```

```
paisesC= readWorksheet(wk, sheet="hoja1")
```

Echo esto, obtenemos los indicadores urbanos, los normalizamos, los pasamos por el algoritmo de agrupación y mostramos el resultado mediante un dendograma.

Comparación y agrupación urbana de resultados

```
# Obtenemos Normalizamos los datos (scale: media/desviacionTipica)
```

```
misDatos <-paísesC[,seq(2,7)]
```

```
misDatos <- scale(misDatos)
```

```
# Generamos la matriz de distancias
```

```
d <- dist(misDatos, method = "euclidean")
```

```
# Realizamos el algoritmo de agrupamiento
```

```
fit <- hclust(d, method="ward")
```

```
# Dibujamos el dendograma
```

```
k=10
```

```
plot(fit)
```

```
rect.hclust(fit, k, border="red")
```

Nótese que al obtener los datos **no** adquirimos los parámetros relacionados con la posición geográfica, pues esto haría que aumentara la probabilidad de que se agrupasen las ciudades más cercanas entre sí.

Comparación y agrupación urbana de resultados

Para acabar separamos los subconjuntos obtenidos del agrupamiento y representamos en el mapa a cada ciudad para un color correspondiente al grupo a la que pertenezca. Determinamos que un número de **10 tipos** de ciudades es el más adecuado dado los resultados del agrupamiento obtenido ($k = 10$).

```
# Dividimos los resultados en k= 10 conjuntos
```

```
groups <- cutree(fit, k)
```

```
# Representamos los resultados
```

```
for (i in seq(1,dim(paísesC)[1]))
```

```
{
```

```
  color <- col2rgb(1024/k*groups[i])
```

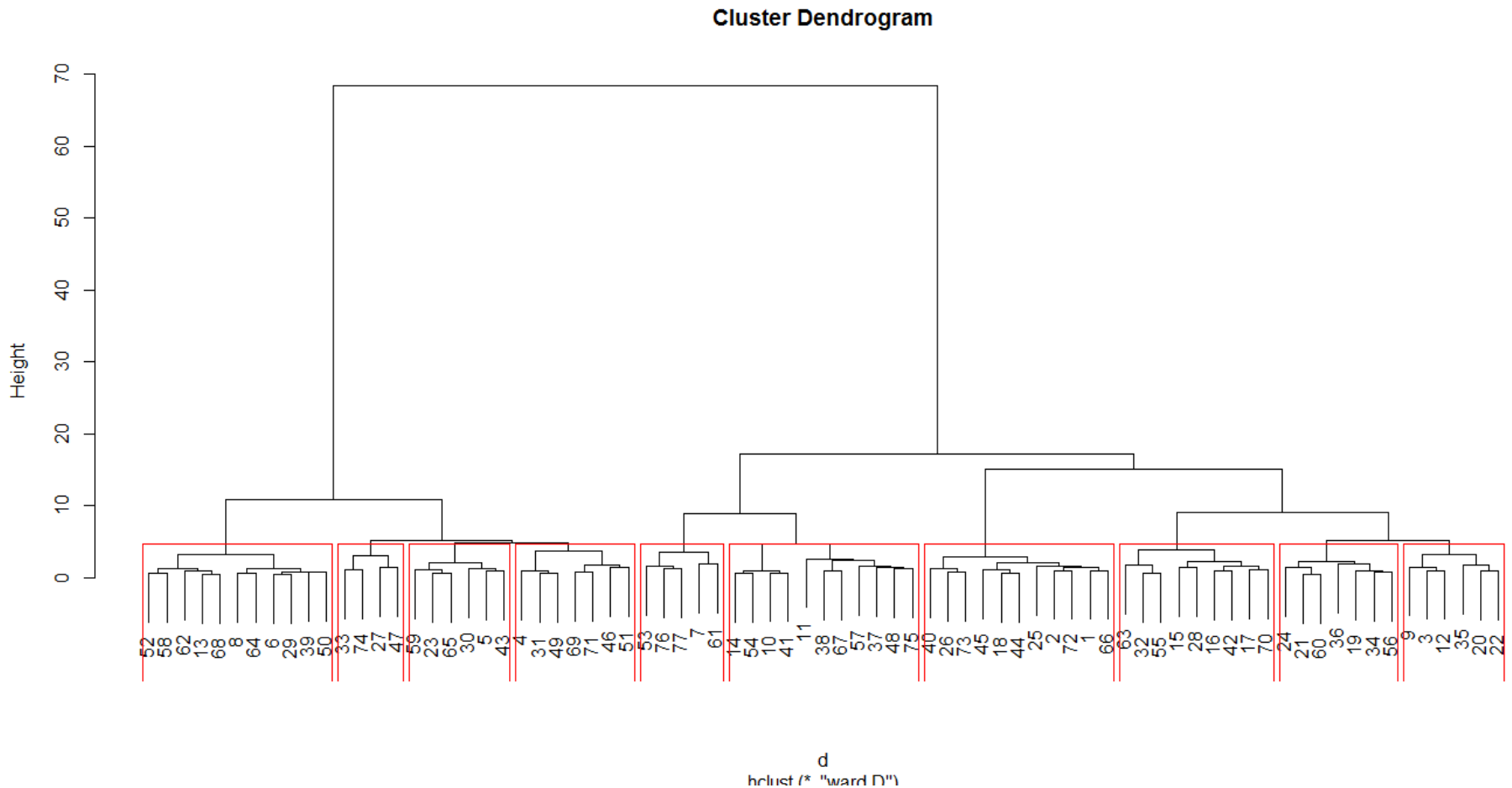
```
  addCity(paísesC[i,9],paísesC[i,8],5,color[1],color[2],color[3])
```

```
}
```

```
drawImage()
```

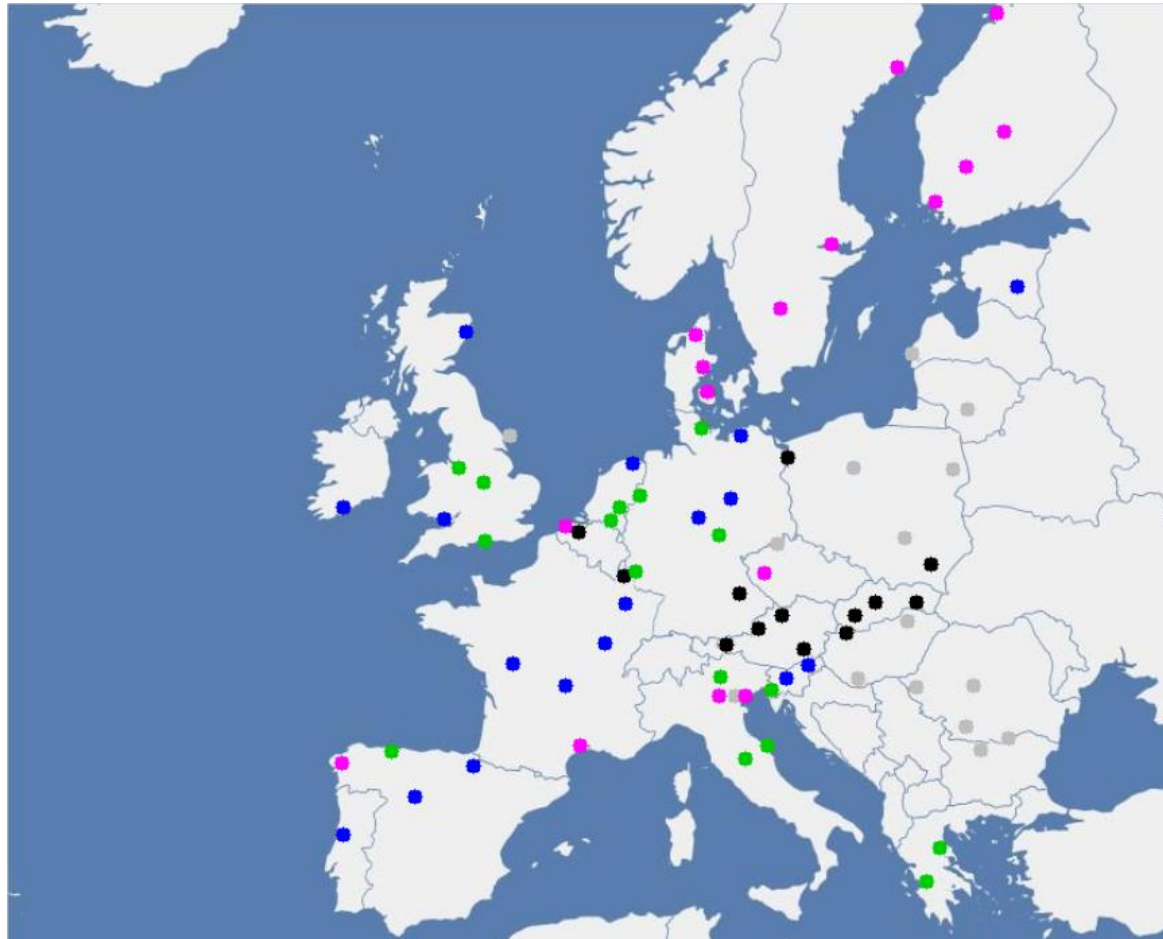
Comparación y agrupación urbana de resultados

Como resultado, obtenemos un dendrograma del que sacamos 10 subgrupos o tipos de ciudades con características similares.



Comparación y agrupación urbana de resultados

La representación gráfica sobre el mapa de estos 10 tipos de ciudades es la siguiente:



- 1. Presentación del área de interés**
- 2. Lectura de los indicadores urbanos**
- 3. Definición y descripción de métrica de evaluación**
- 4. Aplicación de la métrica**
- 5. Definición y descripción de función de comparación**
- 6. Comparación y agrupación urbana de resultados**
- 7. Conclusiones**

Respecto al Ranking:

Es curioso el observar que los países **más equilibrados** se encuentran en Europa del este: **Polonia** y **Romania** (coincidiendo con los que mejor media presentaban con la métrica usada de ejemplo en el contenido del tema), mientras que los que presentan algún parámetro destacable frente al resto y, están por ello **menos equilibrados**, son países más reconocidos como **Reino Unido, Portugal, Bélgica o Italia**, aunque también hay alguna excepción como el caso de **Letonia**.

Respecto a la comparación y agrupación:

Analizando el mapa resultado de la agrupación podemos ver los diversos tipos de ciudades que se han clasificado. Entre ellas podemos ver como las que presentaban un **mejor equilibrio** (y mejor media) se han agrupado entre sí (ciudades de **color gris**) así como las ciudades que presentan **parámetros destacables** (**color verde**).

Análisis de indicadores urbanos sobre Ciudad Inteligente (Caso práctico)

José Miguel Ríos Rubio

Ciudades Inteligentes

Master en Sistemas Electrónicos para Entornos Inteligentes

Versión 1.0

Departamento de Tecnología Electrónica - UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Málaga, 23 de junio de 2016