Isovistas en R

Rodrigo Tapia McClung

15 de enero, 2020

Crear *isovistas* en R

Una *isovista* es el conjunto de puntos visibles desde alguna ubicación en el espacio. Vamos a suponer que tenemos unas ciertas posiciones de cámaras o de observadores en algún lado y queremos calcular qué es lo que pueden ver, de acuerdo a algunos obstáculos que tengan enfrente y suponiendo que pueden ver 360 grados.

Los datos para esta práctica los puedes descargar de aquí. Una vez descargados los datos, descomprime el archivo en alguna carpeta en tu computadora.

Primero nos cambiamos al directorio de trabajo donde tenemos los datos descargados para esta práctica.

```
# Cambiar directorio de trabajo:
setwd("C:/Descargas/EM2020/practica1")
```

Nos aseguramos de tener instaladas las dos librerías que vamos a usar y las cargamos:

```
if (!require("pacman")) install.packages("pacman")
```

```
## Loading required package: pacman
```

```
pacman::p_load(sf, tidyverse)
```

Y entonces podemos leer los datos, que son `SHP`s (*shapefiles*):

```
calles <- read_sf("calles.shp", "calles")
puntos <- read_sf("points.shp", "points")
```

NOTA: estamos usando unos puntos que están en el primer anillo de la ciudad de Aguascalientes. Si quieres usar puntos aleatorios, puedes crearlos con `puntos <- st_sf(id = 0:49, geometry = st_sample(calles, 50))`. Podemos hacer un primer mapa de las calles y de los puntos que estamos utilizando:

```
par(mar = c(0, 0, 0, 0))
plot(st_geometry(calles), col = "grey", lwd = 0.5)
plot(st_geometry(puntos), add = T, col = "red", pch = 20, cex = 0.5)
```

Ahora hacemos un *buffer* de aproximadamente 100 metros alrededor de cada punto y los agregamos al mapa que ya tenemos:

```
buffer <- st_buffer(puntos, dist = 0.001, nQuadSegs = 4)
```

```
## Warning in st_buffer.sfc(st_geometry(x), dist, nQuadSegs, endCapStyle =
## endCapStyle, : st_buffer does not correctly buffer longitude/latitude data
```

```
## dist is assumed to be in decimal degrees (arc_degrees).
```

```
#st_crs(buffer)
par(mar = c(0, 0, 0, 0))
plot(st_geometry(calles), col = "grey", lwd = 0.5)
plot(st_geometry(buffer), add = T, col = rgb(red = 0, green = 0, blue = 1, alpha = 0.25))
plot(st_geometry(puntos), add = T, col = "red", pch = 20, cex = 0.5)
```

Ahora extraemos los bordes de los *buffers* como puntos y les ponemos el identificador del punto al que pertenecen. Luego los podemos dibujar en el mapa:

```
bordes <- st_sf(p.id = 1:17,
                O.id = rep(1:length(puntos$geometry), each = 17),
                geometry = st_cast(buffer$geometry, "POINT"))

par(mar = c(0, 0, 0, 0))
plot(st_geometry(calles), col = "grey", lwd = 0.5)
plot(st_geometry(buffer), add = T, col= rgb(red = 0, green = 0, blue = 1, alpha = 0.25))
plot(st_geometry(puntos), add = T, col = "red", pch = 20, cex = 0.5)
plot(st_geometry(bordes), add = T, col = "blue", pch = 20, cex = 0.25)
```

Ahora vamos a construir los rayos desde cada punto central y hacia los puntos de los bordes. Vamos a iterar a través de los n puntos de cada borde, para los 50 puntos que tenemos en el mapa. Lo más facil es tener las coordenadas de origen y destino de esos rayos en una tabla y hacer que cada renglón de esa tabla se vuelva un rayo. Algo así:

rayo_1	$x_{1,1}$	$y_{1,1}$	$x_{1,2}$	$y_{1,2}$
rayo_2	$x_{2,1}$	$y_{2,1}$	$x_{2,2}$	$y_{2,2}$
rayo_3	$x_{3,1}$	$y_{3,1}$	$x_{3,2}$	$y_{3,2}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

Para eso, primero vamos a construir los arreglos de coordenadas para cada conjunto. Necesitamos las coordenadas de los centros y de los puntos que conforman los bordes. Así que esto tenemos que hacerlo dos veces:

```
# Columnas de coordenadas de los puntos + ids
puntos_coords <- do.call(rbind, st_geometry(puntos)) %>%
  as_tibble() %>% setNames(c("lon", "lat")) %>%
  mutate(O.id = puntos$id)
```

```
## Warning: `as_tibble.matrix()` requires a matrix with column names or a `.name_repair` argument. Using
## This warning is displayed once per session.
```

```
# Columnas de coordenadas de los bordes + ids
bordes_coords <- do.call(rbind, st_geometry(bordes)) %>%
  as_tibble() %>% setNames(c("lon", "lat")) %>%
  mutate(p.id = bordes$p.id) %>%
  mutate(O.id = bordes$O.id - 1)
```

Si te importa el orden de las columnas, puedes agregar algo como `%>% select(O.id, lat, lon, everything())` o `%>% select(p.id, O.id, lat, lon, everything())`, respectivamente.

Ya que tenemos estas listas de coordenadas, armamos un objeto tipo *data frame* que tenga un identificador y las coordenadas en el orden que las queremos. En particular, queremos que los rayos vayan del centro hacia afuera, así que las primeras coordenadas son las de los centros y hacemos un `join` con las coordenadas de los bordes:

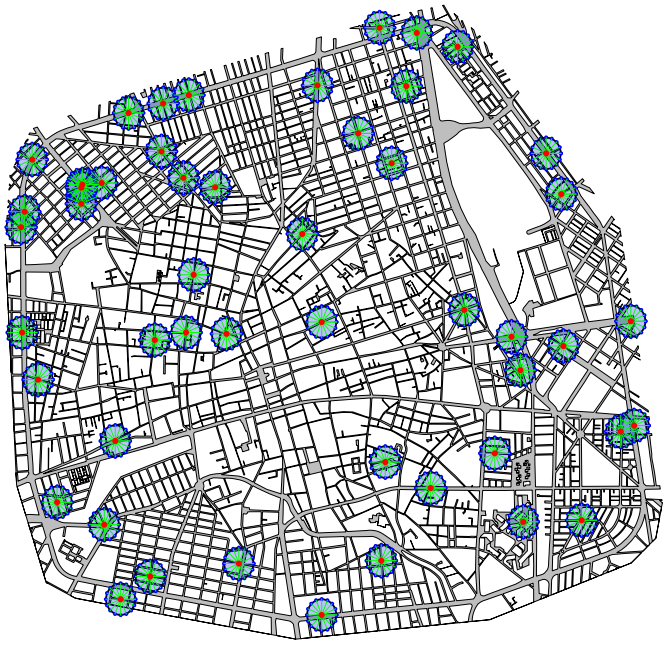
```r
# Unir las coordenadas de los centros con los bordes para los rayos
puntos.lineas <- puntos_coords %>% left_join(bordes_coords, by = c("O.id"))
# El data frame anterior lo separamos en grupos de 1 por 1
lista.lineas <- split(puntos.lineas, seq(nrow(puntos.lineas)))
```

Ahora podemos definir los rayos con esas coordenadas:

```r
# Hacer rayos desde el centro hacia afuera
hazRayos <- lapply(lista.lineas, function(row) {
    lmat <- matrix(unlist(row[c(1, 2, 4, 5)]), ncol = 2, byrow = TRUE)
    st_linestring(lmat)
})
rayos <- st_sfc(hazRayos)
# Definir sf con CRS
rayos_sf <- st_sf(O.id = puntos.lineas$O.id, p.id = puntos.lineas$p.id, geometry = rayos,
    crs = 4326)
```

Usar `crs= 4326` es para definir el sistema de referencia de coordenadas de la capa que estamos creando. Ahora podemos pintar los rayos:

```r
par(mar = c(0, 0, 0, 0))
plot(st_geometry(calles), col = "grey", lwd = 0.5)
plot(st_geometry(buffer), add = T, col = rgb(red = 0, green = 0, blue = 1, alpha = 0.25))
plot(st_geometry(bordes), add = T, col = "blue", pch = 20, cex = 0.25)
plot(st_geometry(rayos_sf), add = T, col = "green", lwd = 0.5)
plot(st_geometry(puntos), add = T, col = "red", pch = 20, cex = 0.5)
```



Ahora intersectamos los rayos con las calles y los pintamos:

```r
interseccion <- st_intersection(rayos_sf, calles) %>% st_cast("MULTILINESTRING") %>%
    st_cast("LINESTRING")
```

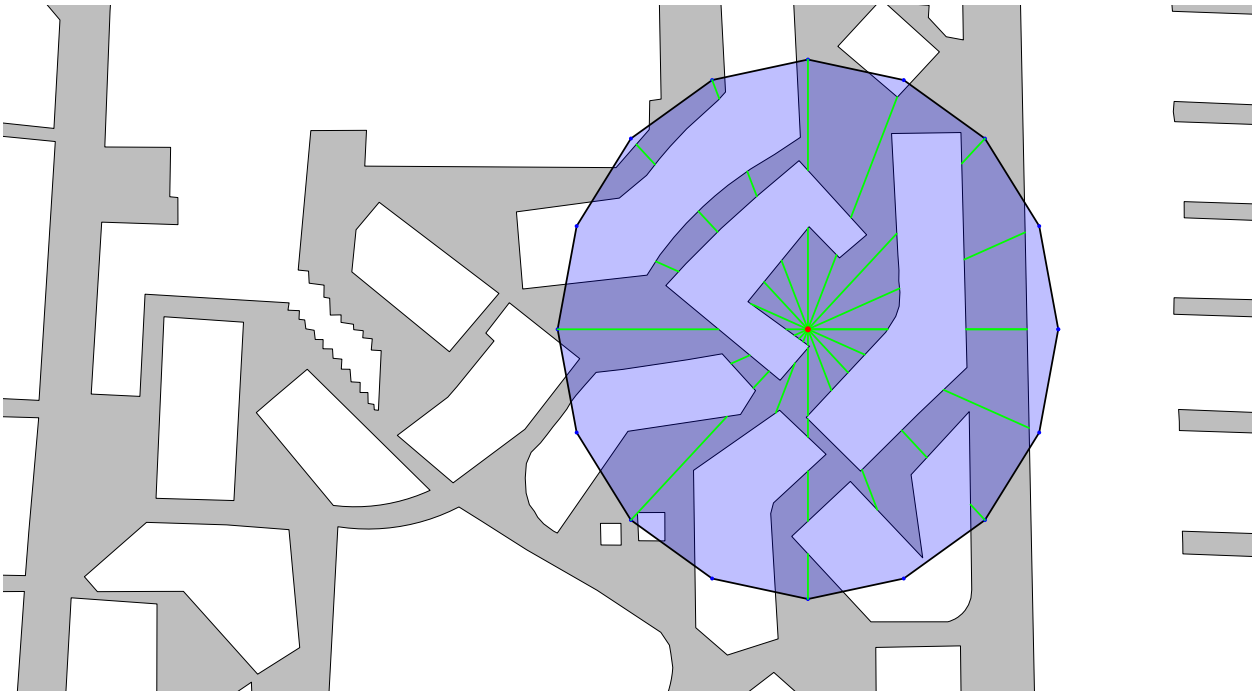
```
## although coordinates are longitude/latitude, st_intersection assumes that they are planar
```

```
## Warning: attribute variables are assumed to be spatially constant throughout all
```

```
## geometries
```

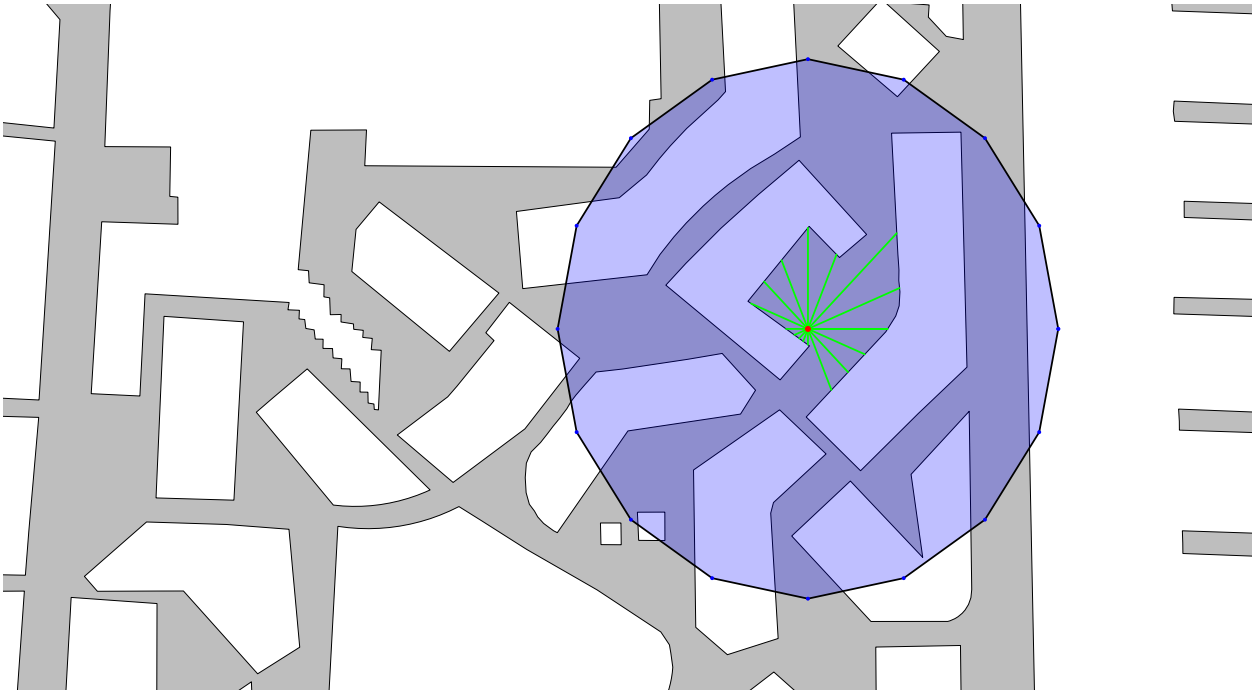
```
## Warning in st_cast.sf(., "LINESTRING"): repeating attributes for all sub-
## geometries for which they may not be constant
```

```
par(mar = c(0, 0, 0, 0))
plot(st_geometry(calles), col = "grey", lwd = 0.5, xlim = c(-102.27955, -102.2795),
    ylim = c(21.87025, 21.8726))
plot(st_geometry(buffer), add = T, col = rgb(red = 0, green = 0, blue = 1, alpha = 0.25))
plot(st_geometry(bordes), add = T, col = "blue", pch = 20, cex = 0.25)
plot(st_geometry(interseccion), add = T, col = "green")
plot(st_geometry(puntos), add = T, col = "red", pch = 20, cex = 0.5)
```



Podemos ver que hay intersecciones de los rayos que no tocan al punto de origen. Osea, cruzan una manzana y siguen de largo. Hay que quitar esos segmentos. Por eso es útil construir los rayos **desde** el centro hacia los bordes, porque al filtrar estas intersecciones y quedarnos solo con la primera geometría, nos quedamos con las intersecciones que queremos.

```
interseccion <- interseccion[!grepl("[[:punct:]]", rownames(interseccion)), ]
# o de un solo paso: interseccion <- st_intersection(rayos_sf, calles) %>%
# st_cast('LINESTRING')

par(mar = c(0, 0, 0, 0))
plot(st_geometry(calles), col = "grey", lwd = 0.5, xlim = c(-102.27955, -102.2795),
    ylim = c(21.87025, 21.8726))
plot(st_geometry(buffer), add = T, col = rgb(red = 0, green = 0, blue = 1, alpha = 0.25))
plot(st_geometry(bordes), add = T, col = "blue", pch = 20, cex = 0.25)
plot(st_geometry(interseccion), add = T, col = "green")
plot(st_geometry(puntos), add = T, col = "red", pch = 20, cex = 0.5)
```

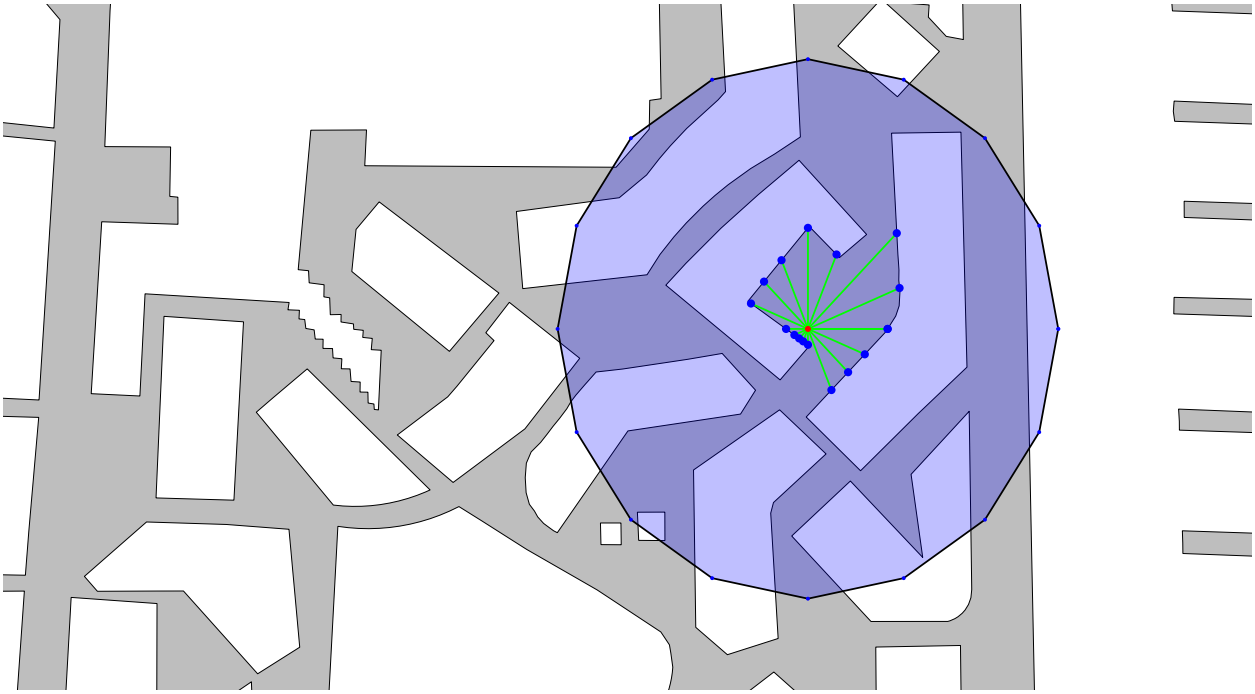


Ahora queremos unir los vértices de los rayos. Para esto, obtenemos un conjunto de puntos para las intersecciones y siempre descartamos las primeras geometrías (que corresponden a las coordenadas del punto central) y nos quedamos con los extremos externos de los rayos:

```
pnts <- interseccion %>% st_cast("POINT")
```

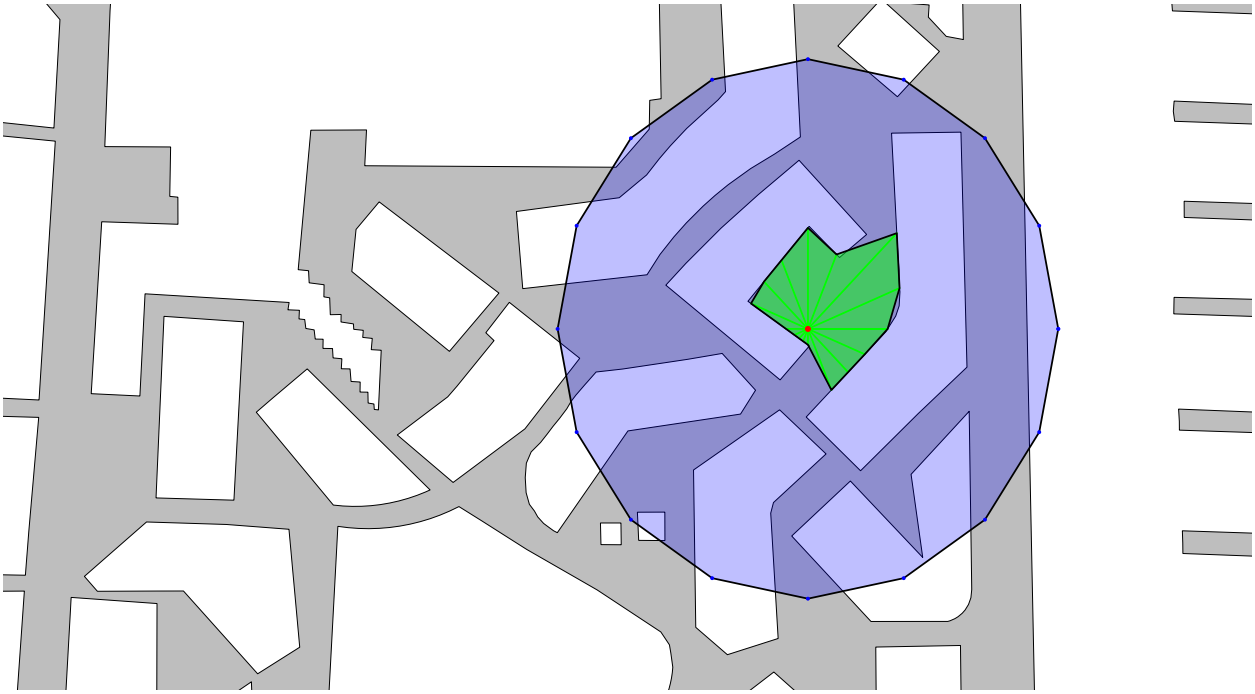
```
## Warning in st_cast.sf(., "POINT"): repeating attributes for all sub-geometries
## for which they may not be constant
```

```
pnts <- pnts[grepl("[[:punct:]]", rownames(pnts)), ]

par(mar = c(0, 0, 0, 0))
plot(st_geometry(calles), col = "grey", lwd = 0.5, xlim = c(-102.27955, -102.2795),
    ylim = c(21.87025, 21.8726))
plot(st_geometry(buffer), add = T, col = rgb(red = 0, green = 0, blue = 1, alpha = 0.25))
plot(st_geometry(bordes), add = T, col = "blue", pch = 20, cex = 0.25)
plot(st_geometry(interseccion), add = T, col = "green")
plot(st_geometry(pnts), add = T, col = "blue", pch = 20, cex = 0.75)
plot(st_geometry(puntos), add = T, col = "red", pch = 20, cex = 0.5)
```



Por último, creamos un polígono a partir de los vértices teniendo cuidado de agrupar con respecto a cada punto de origen. Usar `summarize` con el parámetro `do_union = F` es para crear una columna de geometría al combinar los puntos de los distintos grupos y evitar que el orden de los puntos cambie:

```
isovist <- pnts %>% group_by(O.id) %>% summarize(do_union = F) %>% st_cast("POLYGON")

par(mar = c(0, 0, 0, 0))
plot(st_geometry(calles), col = "grey", lwd = 0.5, xlim = c(-102.27955, -102.2795),
    ylim = c(21.87025, 21.8726))
plot(st_geometry(buffer), add = T, col = rgb(red = 0, green = 0, blue = 1, alpha = 0.25))
plot(st_geometry(bordes), add = T, col = "blue", pch = 20, cex = 0.25)
plot(st_geometry(interseccion), add = T, col = "green")
plot(st_geometry(isovist), add = T, col = rgb(red = 0, green = 1, blue = 0, alpha = 0.5))
plot(st_geometry(puntos), add = T, col = "red", pch = 20, cex = 0.5)
```



Y todo el mapa con isovistas:

```
par(mar = c(0, 0, 0, 0))
plot(st_geometry(calles), col = "grey", lwd = 0.5)
plot(st_geometry(isovist), add = T, col = rgb(red = 0, green = 1, blue = 0, alpha = 0.5))
plot(st_geometry(puntos), add = T, col = "red", pch = 20, cex = 0.5)
```