

2016/11/8 Tue.

問題解決技法入門

2. Graph Theory

4. GIS, Voronoi diagram

堀田 敬介

※GIS = Geographic Information System(s), 地理情報システム

Voronoi diagram とは？

- ボロノイ図 Voronoi diagram
 - 空間上の複数の点(母点)をもとに領域分割
 - 各領域(ボロノイ領域)から最も近い母点はその領域内の母点
 - 2次元ユークリッド空間上でユークリッド距離を考えると, 各領域は2点の垂直二等分線で分割される その際, 3つの母点を分ける境界線の交点は1点で交わる(ボロノイ点)

ドロネー三角形分割
Delaunay triangulation
※ボロノイ図の双対グラフ
dual graph

母点

この母点の
ボロノイ領域

ボロノイ点
※三角形の外接円の中心(外心)

RでVoronoi図を簡単に描く1

- Rを起動し, R Console で以下を入力

```
> install.packages("deldir")  
> library(deldir)
```

← package (deldir) のインストール
← package (deldir) の読み込み
- 母点を適当につくり voronoi図を描く

```
> x <- c(2, 3, 7, 1, 3, 8)  
> y <- c(2, 3, 2, 5, 8, 9)  
> dd <- deldir(x, y, plot=T)
```

← 6点の(x,y)座標設定
(2,2), (3,3), (7,2), (1,5), ...
※ <- : 右のモノを左に代入
※ c(...) : ベクトルを作成

ボロノイ図 Voronoi diagram【点線】 と
ドロネー三角形分割 Delaunay triangulation【実線】
を描く

```
> tl <- tile.list(dd)  
> plot(tl)
```

←
ボロノイ図 Voronoi diagram【実線】のみを描く

RでVoronoi図を簡単に描く2

- 座標を用意

```
> x <- runif(20)  
> y <- runif(20)
```

← [0,1)一様乱数を20個生成し,
(x,y)座標とする
※ runif : the uniform distribution
r = random
- 座標の確認

```
> x  
[1] 0.04693021 0.20785805 0.32963935 0.51061063 0.81478018 0.13452010  
[7] 0.26855775 0.30166600 0.24344253 0.62985486 0.37873759 0.31884216  
[13] 0.63481753 0.31565712 0.99787164 0.06323913 0.24069670 0.69282271  
[19] 0.27066383 0.69622948
```
- ボロノイ図を描く

```
> dd <- deldir(x, y)  
> tl <- tile.list(dd)  
> plot(tl)
```

GIS, Voronoi diagram

RでVoronoi図を描く【csv編】

RでVoronoi図を描く【csv編0】

データとしてcsv ファイル (*.csv)を準備

「マイドキュメント(Y:)」に「R」フォルダをつくり保存

“kana.csv” ファイルの中身 (Excelで開いた場合)

name	type	lon	lat
鶴見区	ward	139.6825	35.5084
神奈川区	ward	139.6294	35.4769
西区	ward	139.6170	35.4536
中区	ward	139.6422	35.4447
...	...	...	...

※name : 名前
※type : 種類 (ward = 区, city = 市, ...)
※lon : longitude (経度) の略
※lat : latitude (緯度) の略

“kana.csv” をテキストエディタ (TeraPadやメモ帳) で開くと...

name,type,lon,lat
鶴見区,ward,139.6825,35.5084
神奈川区,ward,139.6294,35.4769
西区,ward,139.6170,35.4536
中区,ward,139.6422,35.4447
南区,ward,139.6088,35.4315
保土ヶ谷区,ward,139.596,35.46
磯子区,ward,139.6184,35.4024
金沢区,ward,139.6244,35.3373
港北区,ward,139.633,35.5191

※csvファイルとは？
➢ データがコンマ(,)で区切られたテキストファイルのこと
➢ csvファイルを開くとExcelが自動で起動し、コンマ(,)で区切られたデータが各セルに表示される
➢ TeraPad等のテキストエディタで開くと、左のように表示される

RでVoronoi図を描く【csv編1】

csv ファイル (*.csv)を読み込みVoronoi図を描く

✓ csvファイルの読み込み

> df <- read.csv("Y:/R/kana.csv", header=T)

※csvファイルの1行目はheader (項目名) が記述されているのでT(True)を指定する

("...")に指定したcsvファイルを読みという命令
※ファイルはフルパス ("Y:/R/kana.csv") で指定
例では、YドライブのRフォルダ内にあるkana.csvという名前のファイルをフルパスで指定している

読み込んだ後、変数dfに代入する

✓ 読み込んだファイルの中身確認

> df

変数dfの中身確認は変数名を書いてEnter

✓ Voronoi図を描く

※plot=T(True) とすると描く

> dd <- deldir(df\$lon, df\$lat, plot=T)

指定した(x,y)座標でVoronoi図をつくり、結果をddに代入
x座標として変数dfのlonを指定
y座標として変数dfのlatを指定

「変数名\$項目名」と書くことの意味
例) df\$lon ... 変数dfの項目lonのデータ
例) df\$type ... 変数dfの項目typeのデータ
例) df\$name ... 変数dfの項目nameのデータ

描画したボロノイ図【点線】とドロネー三角形分割【実線】

RでVoronoi図を描く【csv編2】

Voronoi図だけを描きたい場合

(ドロネー三角形分割は表示したくない場合)

> df <- read.csv("Y:/R/kana.csv", header=T)

> df

変数dfの中身を確認

> dd <- deldir(df\$lon, df\$lat)

> tl <- tile.list(dd)

> plot(tl)

x座標として変数dfのlonを指定
y座標として変数dfのlatを指定

変数tlをplot(描画)

voronoi図だけを作り、変数tlに代入

※ボロノイ図【実線】のみを描いた

name	type	lon	lat
鶴見区	ward	139.6825	35.5084
神奈川区	ward	139.6294	35.4769
西区	ward	139.6170	35.4536
中区	ward	139.6422	35.4447
...	...	...	...

RでVoronoi図を描く【csv編3】

- 母点のtype毎にVoronoi領域を色分けしたいとき

```
> df <- read.csv("Y:/R/kana.csv", header=T)
> df
> dd <- deldir(df$lon, df$lat, z=df$type)
> tl <- tile.list(dd)
> plot(tl)
```

変数dfの中身を確認 → 変数 df の中身

name	type	lon	lat
鶴見区	ward	139.6825	35.5084
神奈川区	ward	139.6294	35.4769
西区	ward	139.6170	35.4536
中区	ward	139.6422	35.4447
...	...	...	...

x座標として変数dfのlonを指定
y座標として変数dfのlatを指定
zとして変数dfのtypeを指定

※ボロノイ図【実線】の各母点のボロノイ領域をtype毎に色分けする → 色は指定しなければ自動例では、
ward (区) = 緑色
city (市) = 黒色
county (郡) = 赤色

注) county は主に米国の郡をさす「高座郡寒川町」と言いたい時は Samukawa Town, Koza District 等

GIS, Voronoi diagram

RでVoronoi図を描く【google地図編】

RでVoronoi図を描く【地図編1】

- Voronoi図とGoogle地図を重ねて描く
- 準備

```
> install.packages("deldir")
> install.packages("ggmap")
> library(deldir)
> library(ggmap)
```

packageのインストール (deldir と ggmap)
※インストール済みなら不要

パッケージの読み込み (deldir と ggmap)
※読み込み済みなら不要

— Tips!(裏技・小ネタ)

```
> library()
> setwd("C:/Users/〇〇/Desktop/R")
```

※現在インストールされているパッケージのリストが表示される

※wd(working directory)設定 設定しておく、ここにあるファイルはファイル名だけで指定できる
※例はWindowsのデスクトップにRフォルダを作っている場合(〇〇にはユーザー名が入る)

[ctrl]+[p] ...1つ前の既出命令
[ctrl]+[n] ...1つ後の既出命令をそれぞれ表示
※同じ命令を少し修正して書きたい場合などに便利

RでVoronoi図を描く【地図編2】

- ファイル(*.csv)の読み込み
- 経度・緯度の最小値・最大値を取得
- Google map の取得
- 地図描画確認

name	type	lon	lat
鶴見区	ward	139.6825	35.5084
神奈川区	ward	139.6294	35.4769
西区	ward	139.6170	35.4536
中区	ward	139.6422	35.4447
...	...	...	...

kana.csv

```
> df <- read.csv("Y:/R/kana.csv", header=T)
> loc <- c(min(df$lon), min(df$lat), max(df$lon), max(df$lat))
> GM <- ggmap(get_map(location=loc, zoom=10, source="google"))
```

google map から切り出す位置を取得
左下の(x,y)座標=(min(経度),min(緯度))
右上の(x,y)座標=(max(経度),max(緯度))

※location ... 切り出す地図の位置(左下(x,y)座標-右上(x,y)座標の4点で指定)
※zoom ... 地図の縮尺指定:1市が対象なら12ぐらい、1県が対象なら10ぐらいに設定
※source ... 取得する地図のソース(源, 元, 情報源, 出所)

```
> GM
```

※欲しいサイズになっているかどうか確認
縮尺はzoomで調整するので、値を小さくしたり大きくしたりして再度読み込み直す

RでVoronoi図を描く【地図編3】

- 母点の描画準備

```
> GP <- geom_point(data=df, aes(x=lon, y=lat, colour=factor(type)), size=3)
```

母点の大きさを3に設定

dataとしてdfを使う

x座標としてdfのlon

y座標としてdfのlatを使う

母点の色分けにdfのtypeを利用する
- ボロノイ領域の描画準備

```
> dd <- deldir(df$lon, df$lat)
```

dataとして変数ddのdirsgsを使う

```
> GS <- geom_segment(data=dd$dirsgs, aes(x=x1, y=y1, xend=x2, yend=y2), size=0.5, linetype=1)
```

(x,y)座標としてdd\$dirsgsの(x1,y1)を(xend,yend)としてdd\$dirsgsの(x2,y2)を使う

※線の太さ

※線種
実線 = 1
各種点線 = 2,3,4,5,...
- 描画

```
> GM+GP+GS
```

※google map

※母点

※ボロノイ領域



RでVoronoi図を描く【地図編】

Tips! たくさんの命令を打つのは大変だし間違えちゃう！
一度にまとめて命令したい！

① まとめて実行したい命令を1つのファイルに書く(下参照). 制作には「TeraPad」や「メモ帳」「秀丸」などのテキストエディタを使う

```
df <- read.csv("kana.csv", header=T)
loc <- c(min(df$lon), min(df$lat), max(df$lon), max(df$lat))
GM <- ggmap(get_map(location=loc, zoom=10, source="google"))
GP <- geom_point(data=df, aes(x=lon, y=lat, colour=factor(type)), size=3)
dd <- deldir(df$lon, df$lat)
GS <- geom_segment(data=dd$dirsgs, aes(x=x1, y=y1, xend=x2, yend=y2), size=0.5, linetype=1)
```

② ファイルの種類を「全てのファイル」にし、「ファイル名.R」で保存. このとき, ファイル名は半角アルファベットが良い(例: ファイル名「vormap.R」とし「Y:/R/」フォルダに保存)

③ R(R Studio)で以下を実行

```
> source("Y:/R/vormap.R")
> GM+GP+GS
```

RでVoronoi図を描く【地

Tips! ggmapで読み込む地図の種類を変える

① default (maptype="terrain")

```
> GM <- ggmap(get_map(location=loc, zoom=13, source="google"))
```

② roadmap (maptype="roadmap")

```
> GMr <- ggmap(get_map(location=loc, zoom=14, source="google", maptype="roadmap"))
```

③ hybrid (maptype="hybrid")

```
> GMh <- ggmap(get_map(location=loc, zoom=14, source="google", maptype="hybrid"))
```

④ toner (maptype="toner") 注) zoomの数値が大きいと、読み込に相当時間がかかる。まずは11程度で試そう

```
> GMt <- ggmap(get_map(location=loc, zoom=14, source="stamen", maptype="toner"))
```

⑤ toner-lite (maptype="toner-lite")

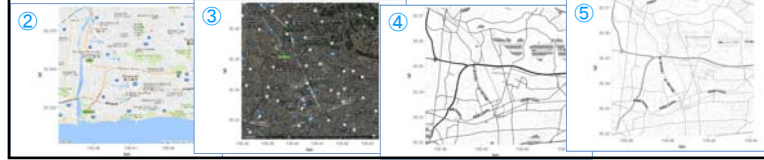
```
> GML <- ggmap(get_map(location=loc, zoom=14, source="stamen", maptype="toner-lite"))
```

②

③

④

⑤



もっと詳しく・参考文献

- 参考文献
 - 谷村晋「Rで学ぶデータサイエンス/地理空間データ分析」共立出版(2010)
 - 山本他「Rで学ぶデータサイエンス12統計データの視覚化」共立出版(2013)
 - U.リゲス「Rの基礎とプログラミング技法」シュプリンガー(2006)
 - 岡田昌史編「The R Book」九天社(2004)
 - 金明哲「Rによるデータサイエンス」森北出版(2007)
 - 青木繁伸「Rによる統計解析」オーム社(2009)
 - 荒木孝治「RとRコマンドーではじめる多変量解析」日科技連(2007)
 - 長畑・大橋「Rで学ぶ経営工学の手法」共立出版(2008)
 - R情報サイト(ex. RjpWiki = <http://www.okada.jp.org/RWiki/>)
 - R for Windowsインストール(ex. <http://cran.md.tsukuba.ac.jp/bin/windows/>)

GIS, Voronoi diagram

RでVoronoi図を描く【地図番外編】

RでVoronoi図を描く【地図番外編1】

- ボロノイ領域を色分けするには...
- 準備

```
> install.packages("ggplot2", dependencies=TRUE)
```

```
> library(ggplot2)
```

```
> library(reshape2)
```

```
> library(plyr)
```

packageのインストール (ggplot2)
※地図編に追加して必要
※インストール済みなら不要

パッケージの読み込み (ggplot2, reshape2, plyr)
※地図編に追加して必要
※読み込み済みなら不要

RでVoronoi図を描く【地図番外編2】

※参考HP: Data Science by R and Python オープンデータを解析する
<http://tomoshige-n.hatenablog.com/entry/2014/08/15/002345>

- ボロノイ領域色分け

```
> tl <- tile.list(dd)
```

```
> uc <- unclass(tl)
```

```
> uc <- lapply(uc, function(l) {
```

```
+   data.frame(x=l$x, y=l$y)
```

```
+ })
```

```
> tldef <- melt(tl, id.vars=c("x"))
```

```
> tldef <- tldef[,c(4,1,3)]
```

```
> names(tldef) <- c('tile', 'lon', 'lat')
```

```
> GV <- geom_polygon(data=tldef, aes(x=x, y=y, fill=factor(tile)),
```

```
colour='black', alpha=0.1)
```

※ボロノイ領域の枠線の色 ※ボロノイ領域の透過率 (alpha=0.0[透明] ~ 1.0[無透過])

- 描画

```
> GM+GP+GV
```

※GMとGPは地図編で作成した「google map」と「母点」