

## **Treball final de Màster**

**Estudi: Màster en Enginyeria Informàtica**

**Títol: Localització de nous hotels segons les regions d'influència dels punts d'interès d'una regió**

**Document: Resum**

**Alumne: Jordi Bagot Soler**

**Director/Tutor: Dra. Marta Fort i Masdevall**

**Departament: IMAE**

**Àrea: Llenguatges i sistemes informàtics**

**Convocatòria (mes/any): 09/2016**

# 1 Motivació

Hi ha moltes empreses de serveis que es volen expandir. Per exemple, cadenes d'hotels, de restaurants, de roba, etc. Inverteixen molts diners en trobar el lloc adequat per col·locar una nova seu. Però aquests diners s'inverteixen en un departament d'expansió de l'empresa on hi treballen varies persones que han de fer tasques manuals com per exemple fer estudis de competència, de viabilitat, de situació, etc.

L'eina que es proposa en aquest projecte és una aplicació per ajudar a aquestes empreses i concretament a la seva expansió. Hi ha molts diners en joc i la geometria computacional pot tenir-hi un paper important.

D'altra banda, hi ha una motivació personal per aprendre una basant diferent de la informàtica com és la geometria computacional. Això implica estudiar i crear algorismes matemàtics sobre mapes i en el cas concret d'aquest projecte sobre una xarxa de carreteres.

L'aplicació està supervisada i serà provada per una empresa hotelera real. Si el projecte és exitós es podria vendre ja que hi ha un mercat on no existeix cap eina semblant.

## 2 Objectiu del projecte

L'objectiu del projecte és desenvolupar una eina que pugui distingir les bones zones per col·locar una nova seu donats uns paràmetres concrets.

A l'aplicació se li ha d'introduir un mapa de carreteres amb unes seus amb un valor d'influència. Aquestes seus poden ser seus amb influència positiva o negativa. Les positives podrien ser museus, estadis, centres culturals o religiosos, etc. Mentre que les negatives serien seus semblants a la que es vol col·locar per l'usuari. Per exemple, hotels.

L'aplicació donarà com a resultat el mateix mapa que l'usuari ha introduït, però aquest tindrà la xarxa de carreteres pintada de diferents colors per indicar el valor d'influència que hi ha a cada punt del mapa. A més a més, també indicarà el millor punt per col·locar la seu.

El projecte ha de ser:

- Senzill d'utilitzar: un usuari sense coneixements previs ha de poder utilitzar-la i extreure'n un resultat que li pugui ser d'utilitat.
- Portable: ha de ser lleuger, s'ha de poder executar des de qualsevol màquina.
- Ràpid: s'ha de donar un resultat amb un temps petit.
- Elegant: ha de ser elegant tant per dins, ha d'estar ben estructurat i programat, com per fora. L'usuari ha de veure una aplicació bonica, elegant i que proporcioni la informació necessària.
- Robust: cada usuari carregarà un mapa diferent, de mides diferents, amb més o menys seus. El programa ha de ser suficientment robust per suportar tota classe

de mapes i usuaris.

### 3 Marc de treball

Aquesta eina consta de tres parts diferenciades:

1. Càrrega del mapa: s'ha de poder carregar un mapa a l'aplicació i desar-lo en una estructura flexible on se li aplicaran algoritmes i càlculs.
2. Execució d'algoritmes: s'han de fer càlculs i per això s'utilitzaran varis algoritmes que han de permetre resoldre el problema plantejat i obtenir un resultat.
3. Mostrar el resultat: un dels requisits del projecte és que s'ha de visualitzar el projecte amb un mapa igual que el que ha carregat l'usuari. La visualització és molt important perquè és la part que veu l'usuari. Ha de ser una visualització bonica, que entri pels ulls i que a més a més transmeti tota la informació necessària i de manera senzilla.

En l'àmbit de la geometria computacional existeixen algoritmes semblants que solucionen problemes d'aquest tipus, aquests estudis de mapes amb seus i influència s'anomenen *facility location*.

Els estudis semblants que existeixen són:

- Regions d'influència
- Influència comuna
- Influència mútua
- Influència reversa

La majoria d'aquests estudis utilitzen l'algoritme de Voronoi o el de k-veïns més propers. Però cap dels dos s'ajusta al problema presentat en aquest projecte. A més a més en aquest projecte es treballa sobre una xarxa de carreteres on la influència de les seus es propaga.

### 4 Flux de treball i anàlisi

El flux de treball d'aquesta aplicació és el següent:

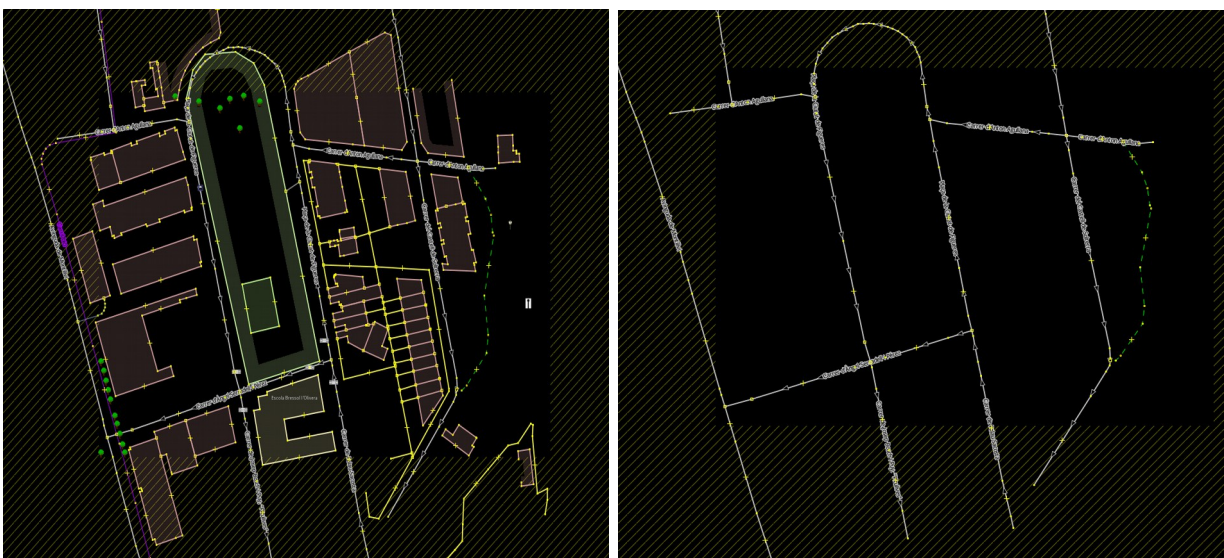
1. Netejar el mapa entrat per l'usuari: l'usuari s'ha de descarregar un mapa en format Open Street Maps. Aquests mapes contenen molta informació, la majoria de la qual no es necessita en aquest projecte. Hi ha edificis, arbres, semàfors, etc. Tots aquests elements s'han d'eliminar de manera automàtica i només deixar la xarxa de carreteres i les seus que prèviament l'usuari haurà introduït amb la influència pertinent a cada una.
2. Lectura i guardat del mapa netejat en una estructura de dades en memòria: l'aplicació està desenvolupada amb C++ i s'ha de llegir el mapa, i *parsejar-lo* en una estructura que simuli un graf, per exemple un *map*.
3. Simplificar el mapa desat: El mapa que l'usuari carrega a l'aplicació conté molts nodes que són prescindibles. N'hi ha que són per definir les corbes de les

carreteres i d'altres que simplement no serveixen per res. Tots aquests nodes que no aporten informació rellevant per l'estudi que es vol fer s'han d'eliminar. Per fer això de manera automàtica s'ha desenvolupat un algoritme anomenat *Reumann-Witkam* que elimina nodes que estan a una distància perpendicular superior a un valor concret.

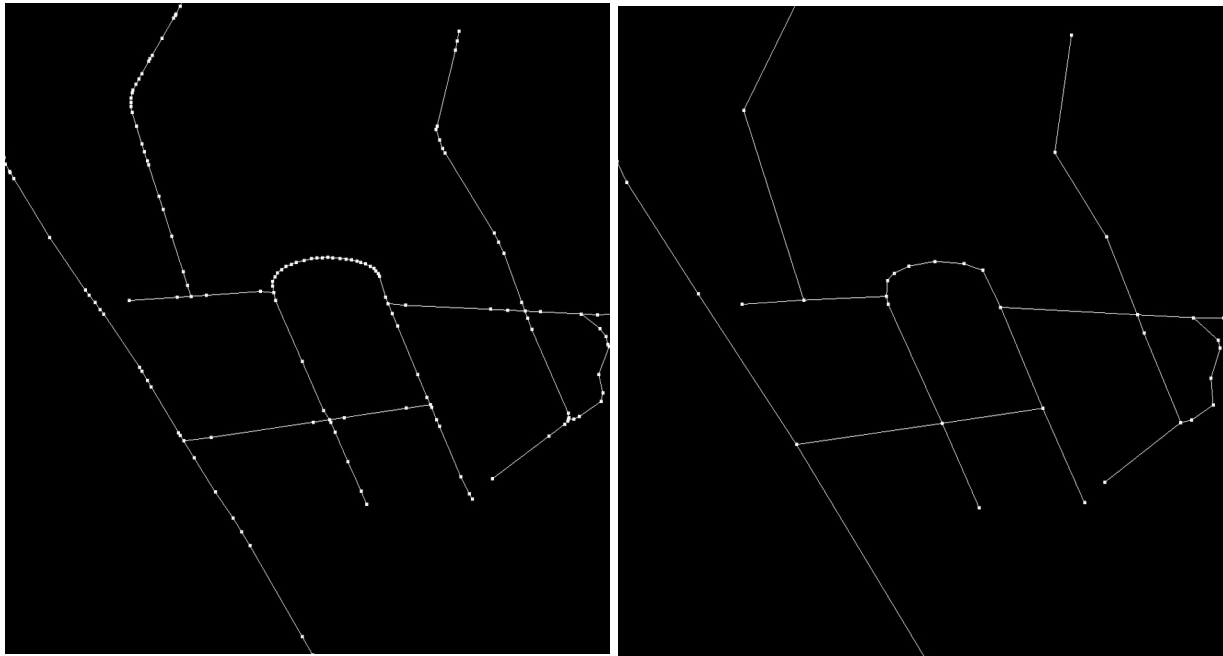
4. Propagar la influència de les seus per l'estructura de dades: aquest punt s'ha desenvolupat utilitzant l'algoritme de *Dijkstra*, però s'ha modificat. S'executa per cada seu i es desa la influència de la seu actual a la resta de nodes que aquesta seu influeix. En els nodes es guarda la informació de la seu amb la influència que l'influeix així no caldrà calcular-ho de nou. Això fa que es pugui utilitzar el principi de localitat.
5. Calcular les puntuacions dels punts màxims i mínims: la novetat d'aquest projecte és que no s'ha de comprovar cada punt de la xarxa de carreteres, sinó que hi ha certs punts que són candidats a ser el millor. Això fa que el problema es redueixi molt i a més a més es pot aconseguir el punt exacte. Això passa perquè el punt màxim només pot estar en els punts on una seu comença a influir o acaba. No pot estar entre mig. És així perquè la influència va en relació a la distància, per tant si augmenta o disminueix la distància també ho fa la influència, fins a un punt on serà el màxim.
6. Visualitzar el mapa resultant: la visualització s'ha fet amb *OpenGL*. El resultat es mostra en el mapa simplificat que l'usuari ha carregat a l'aplicació. Es mostren les seus positives i negatives de diferents colors per poder-les distingir. La xarxa de carreteres es pinta de color verd i vermell indicant les zones on és bo o dolent respectivament col·locar una nova seu. Els colors tenen una escala que indica el valor de la influència. A més a més, marca el punt on hi ha el valor màxim d'influència positiva, indicant el lloc òptim on col·locar la nova seu.

## 5 Resultats

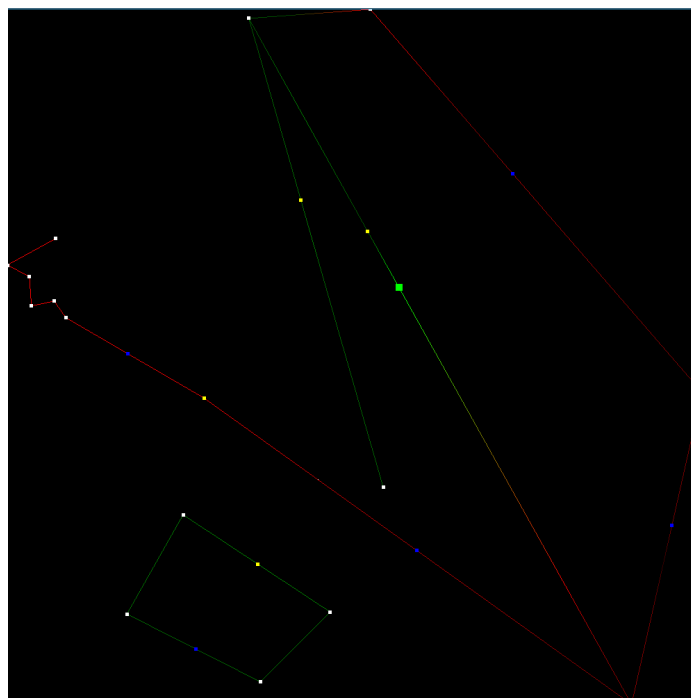
En les següents imatges es poden veure els mapes d'abans (esquerra) i després (dreta) de la neteja d'elements sense rellevància del mapa.



A les següents dos imatges es pot veure la simplificació del mapa. Es pot veure com en el mapa de l'esquerra hi ha molts més nodes que en el de la dreta, però també es veu com la informació no és rellevant ja que la xarxa de carreteres és molt semblant.



Finalment, una imatge d'un mapa amb la xarxa de carreteres pintada, on es poden veure els colors, les seus i el punt màxim.



## 6 Conclusions

S'ha assolit l'objectiu principal del projecte que era trobar una solució al problema de trobar les millors zones o la millor per col·locar una nova seu. Per tant, estic satisfet de la feina feta durant aquests mesos.

Quan vaig proposar el projecte i el vaig començar hi havia unes motivacions que no s'han complert. La principal és que volia programar amb GPU. Al ser un projecte acadèmic vaig pensar que era una bona oportunitat per entrar en el món de la programació amb targetes gràfiques. Però no va ser possible per varies raons. Però després d'haver fet tot el projecte he vist que he après moltes altres coses i ha estat divertit. Hem creat un nou algoritme i hem solucionat un problema que fins ara ningú hi havia posat solució o directament no el tenien.

Tot hi haver tingut molts problemes de temps, s'ha aconseguit acabar el projecte i amb els resultats esperats. Sempre es podria haver fet més, però la part central del projecte s'ha fet.

Per tot això, el balanç de l'experiència de fer aquest projecte és molt positiva.

A més a més, va ser un encert escollir el departament de geometria computacional i la tutora Dra. Marta Fort ja que m'ha ajudat en tot moment i junts hem pensat els algoritmes del projecte, que era la part on més s'havia de treballar del projecte.