

**Aplicació pràctica del Problema del Viatjant de Comerç:
Curses d'Orientació per conèixer els arbres
singulars de Barcelona.
Python, Javascript, Realitat Augmentada**



Joan Quintana Compte
INS Jaume Balmes de Barcelona
Curs Realitat Virtual a l'Aula
Tardor 2019

2. Descripció i justificació del projecte

El Problema del Viatjant de Comerç

(https://ca.wikipedia.org/wiki/Problema_del_viatjant_de_comer%C3%A7,
https://en.wikipedia.org/wiki/Travelling_salesman_problem) és un problema clàssic de l'algorísmica i de la teoria de grafs. Donats una sèrie de nodes, es tracta de trobar el recorregut que passi per cadascun dels nodes, sense repetir-los, i que minimitzi la distància recorreguda. Hi ha diverses variants, a nosaltres ens interessarà a més que el recorregut comenci i acabi en un mateix punt.

Es pot trobar la solució del problema per diferents llenguatges de programació. Nosaltres considerem que el més adequat per a Cicles Formatius de la **Família d'Informàtica** és el **Python**. Els nostres alumnes de **DAW** (*Desenvolupament d'Aplicacions Web*) tenen unes nocions bàsiques de Python. No serien capaços de programar des de zero aquesta solució, ni tampoc és l'objectiu, però si se'ls guia de forma adequada poden adaptar solucions que es troben a la xarxa per tal de resoldre el problema plantejat.

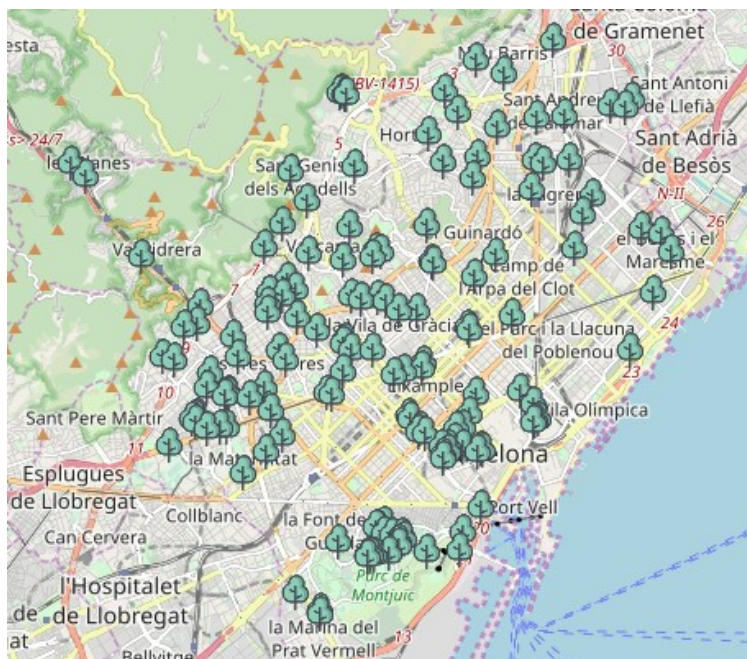
En el **INS Jaume Balmes** de Barcelona hi ha una associació esportiva (<https://www.jaumbalmes.net/p/aee.html>), i entre les diferents disciplines, les **Curses d'Orientació** (*CORB, Curses d'Orientació del Balmes*) tenen bastant d'èxit entre els alumnes, i es participa del calendari de curses d'orientació que organitza la Federació Catalana (<https://drive.google.com/file/d/17cGXBSSqJxDCqG2Cfk7GOImBiLiyuXJp/view>).

L'autor ha estat col·laborant aquest trimestre en el projecte **OpenStreetMap** (<https://www.openstreetmap.org/>), i concretament entre d'altres tasques fetes (i moltes de pendents) hi ha la importació dels arbres monumentals de Catalunya, les Balears, i també dels arbres singulars de Barcelona ([http://wiki.joanillo.org/index.php/Arbres_Monumentals_de_Catalunya_\(programaci%C3%B3_OSM\)](http://wiki.joanillo.org/index.php/Arbres_Monumentals_de_Catalunya_(programaci%C3%B3_OSM))).

Concretament, per veure tots els arbres singulars de Barcelona podem anar a la url <https://overpass-turbo.eu/>, i en la banda esquerra podem cercar tots els arbres singulars de Barcelona:

```
{{geocodeArea:"Barcelona"}}->.boundaryarea;
(
  node["name"~"arbre singular"](area.boundaryarea);
);
out body;
{{style:
node[natural=tree] {
  icon-image: url('https://img.icons8.com/cotton/2x/tree.png');
  icon-width: 25;
  icon-height: 25;
}
}}
```

Les dades originals vénen del servei **OpenData** de l'Ajuntament de Barcelona. Concretament, la llista d'arbres singulars la trobem a <https://opendata-ajuntament.barcelona.cat/ca/dataset/arbres-interes-local>.



Però no hem de perdre de vista quin és l'objectiu dels nostres alumnes de DAW: fer aplicacions web. Per tant, per lligar-ho tot, el nostre objectiu serà fer una aplicació web que doni suport a organitzar una cursa d'orientació que passi pels nodes d'uns quants **arbres singulars** de Barcelona, de manera que un objectiu afegit serà conèixer com es diuen aquests arbres. I a més, la ruta que seguiran els atletes serà una ruta òptima generada per ordinador i que minimitza la distància recorreguda.

Per tant, la idea és que el CORB pot organitzar una cursa d'orientació amb uns objectius i un context molt diferent del que és pròpiament una cursa d'orientació reglamentària. I aquesta feina s'haurà realitzat gràcies als alumnes de 2n de DAW.

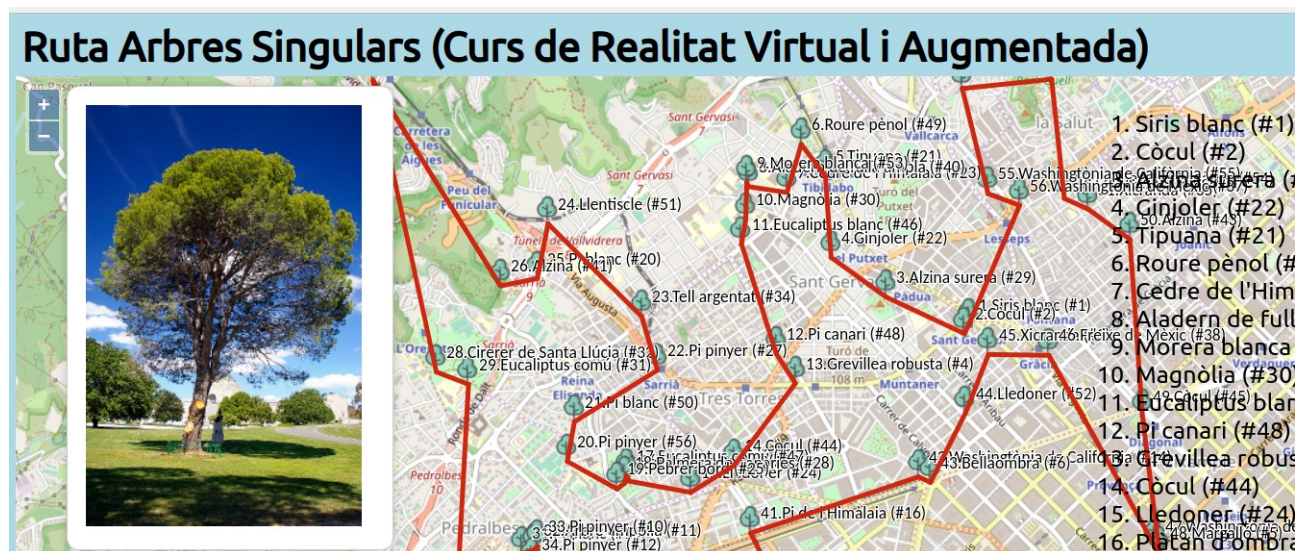
Finalment, quina relació té aquest projecte amb un curs de **Realitat Virtual i Augmentada**? Nosaltres defensem que aquesta aplicació web és també una aplicació de realitat augmentada, doncs superposa dins d'una mapa geogràfic els elements reals, que són les fotos dels arbres. L'usuari pot navegar pel mapa seguint la trajectòria que hauran de seguir els atletes, ja sigui amb el ratolí o bé amb unes ulleres de realitat virtual. I en qualsevol moment poden clicar la icona de l'arbre i visualitzar la foto, i afegir més informació si es considera necessari.

És el moment de posar l'enllaç del resultat final del projecte. Hem fet un *site virtual* en el nostre servidor, de manera que la url és pública (veure foto):

http://joanqc.no-ip.biz/curses_orientacio/mapa_arbres_singulars_v5.html

NOTA: les fotos que es mostren actualment no són les fotos reals. Esperarem a què els atletes facin el recorregut, per tal de tenir les fotos reals.

NOTA: en l'aplicació web es pot veure entre parèntesi els identificadors dels arbres que teníem en la llista original, que és diferent de la llista ordenada que han de seguir els atletes.



Idees pel futur

Fer una cursa d'orientació basat en arbres singulars de Barcelona és només una primer exemple de les possibilitats que s'obren. Podem pensar per exemple en sortides didàctiques a Primària i Secundària per conèixer monuments de la ciutat; gimcanes lúdics per a esplais i agrupaments escoltes; jocs de pistes i de rol; etc.

3. Família professional, cicle formatiu, mòdul i unitat formativa

Família professional: Informàtica

Cicle Formatiu: DAW (Desenvolupament d'Aplicacions Web)

Mòdul: M06 (Desenvolupament Web en Entorn de Client)

Unitat Formativa: UF2. Estructures definides pel programador. Objectes

El mòdul **M06** (*Desenvolupament Web en Entorn de Client*) és bàsicament llenguatge de programació **JavaScript**, que és el codi que s'executa en els navegadors web en l'entorn de client. Per tant, la nostra aplicació és una aplicació pura Javascript, tot i que s'ha d'ubicar en un servidor web doncs fa una crida AJAX al fitxer JSON que conté les dades.

En el INS Jaume Balmes, des de fa anys, la UF2 es dona després de la UF1, UF3 i UF4. Donat que l'assignatura de Javascript ha evolucionat molt els darrers anys, en la UF2 s'ubiquen tots aquells continguts i procediments que creiem que el programador de Javascript ha de saber i que no s'han donat en les anteriors UF. Concretament, treballar amb llibreries externes, i en el nostre cas concret, amb les llibreries de *OpenStreetMap* i *OpenLayers*.

NOTA: l'exercici de Python per a la solució del Problema del Viatjant de Comerç s'explica i es resol a classe amb el guiatge del professor. No forma part de l'avaluació d'aquesta Unitat Formativa.

4. Objectius i Resultats d'aprenentatge

Com que aquesta unitat es realitza en la UF2, que com s'ha comentat més amunt es fa després de la UF1, UF3 i UF4, s'afegeixen també els RAs de les altres UFs que ens afecten.

Resultats d'aprenentatge

- ⊗ UF3 - 1. Desenvolupa aplicacions web interactives integrant mecanismes de maneig d'esdeveniments
- ⊗ UF3 - 1.1 S'han reconegut les possibilitats del llenguatge de marques relatives a la captura dels esdeveniments produïts
- ⊗ UF3 - 1.4 S'ha creat un codi que capturi i utilitzi esdeveniments
- ⊗ UF3 - 2.3 S'ha creat i verificat un codi que accedeixi a l'estructura del document
- ⊗ UF3 - 2.4 S'han creat nous elements de l'estructura i modificat elements ja existents
- ⊗ UF3 - 2.5 S'han associat accions als esdeveniments del model
- ⊗ UF3 - 2.8 S'han independitzat les tres facetes (contingut, aspecte i comportament), en aplicacions web
- ⊗ UF4 - 1. Desenvolupa aplicacions web dinàmiques, reconeixent i aplicant mecanismes de comunicació asíncrona entre client i servidor
- ⊗ UF4 - 1.5 S'ha utilitzat comunicació asíncrona en l'actualització dinàmica del document web
- ⊗ UF4 - 1.9 S'han creat i depurat programes que utilitzin aquestes llibreries
- ⊗ UF2 - 1.2 S'han creat i utilitzat funcions definides per l'usuari
- ⊗ UF2 - 1.3 S'han reconegut les característiques del llenguatge relatives a la creació i ús d'arrays
- ⊗ UF2 - 1.4 S'han creat i utilitzat arrays
- ⊗ UF2 - 1.5 S'han reconegut les característiques d'orientació a objectes del llenguatge
- ⊗ UF2 - 1.8 S'ha depurat i documentat el codi

5. Continguts

Com que aquesta unitat es realitza en la UF2, que com s'ha comentat més amunt es fa després de la UF1, UF3 i UF4, s'afegeixen també els continguts de les altres UFs que ens afecten.

- ⊗ UF1 - 1.6 Integració del codi amb les etiquetes HTML
- ⊗ UF1 - 2.10 Eines per programar, provar i depurar el codi
- ⊗ UF1 - 3.10 Documentació del codi
- ⊗ UF3 - 1.1 Model de gestió d'esdeveniments
- ⊗ UF3 - 1.2 Captura i ús d'esdeveniments
- ⊗ UF3 - 2.1 Accés al document des de codi
- ⊗ UF3 - 2.3 Programació d'esdeveniments
- ⊗ UF3 - 2.5 Diferenciació entre contingut, aspecte i comportament en les aplicacions web

- ③ UF4 - 1 Reconeixement i aplicació de mecanismes de comunicació asíncrona
- ③ UF2 - 1.2 Crides a funcions. Definició de funcions
- ③ UF2 - 1.3 Arrays
- ③ UF2 - 1.4 Creació d'objectes
- ③ UF2 - 1.6 Ús d'objectes
- ③ UF2 - 1.7 Documentació del codi

Concretament, quan fem referència a *Creació i Ús d'Objectes*, estem parlant de l'objecte *Map* per crear un mapa amb *OpenStreetMap*, amb totes les seves propietats i mètodes que fem servir, i també els objectes d'*OpenLayers* que farem servir per crear els nodes, les icones, les línies entre nodes, i els *pop-ups*, que són capes (*layers*) que es superposen sobre el mapa.

6. Metodologia

Per tal d'afavorir el procés d'ensenyament/aprenentatge és important triar la metodologia (el conjunt d'accions de què consta aquest procés) més adequada a les característiques dels alumnes (en el nostre cas alumnes de Cicle Formatiu de Grau Superior).

Principis metodològics fonamentals

③ Nivell de desenvolupament de l'alumnat:

Els alumnes ja estan en la fase final del curs, la major part d'ells ja han fet la **FCT** (*Formació en Centres de Treball*), i estem a les portes de fer el *Projecte* final de curs. Per tant els alumnes, en la seva majoria, ja han adquirit els coneixements necessaris per afrontar amb èxit aquesta unitat didàctica.

③ Aprenentatge significatiu:

Allò que s'ensenyà ha de ser alhora important dins l'estructura de l'assignatura i rellevant des del punt de vista de l'alumne. Per això convé que s'acosti d'alguna manera a la seva realitat més propera. És per aquest motiu que creiem que la programació de mapes amb Javascript és una activitat adequada per als alumnes.

També han de ser coneixements funcionals, aplicables a situacions diverses i variades, connectats entre ells i amb els d'altres matèries, de manera que la percepció de l'alumne no sigui que tot allò que aprèn està compartimentat, sinó que la seva visió sigui global. Concretament, els coneixements que treballem i que entronquen amb altres unitats formatives són la programació de Python, l'estilització de les pàgines web, i la part de servidor.

③ Motivació:

Buscar activitats engrescadores, basades en elements atractius per l'alumnat, fomenta un clima agradable de classe i ajuda a crear un bon ambient de treball. Creiem que la programació de les llibreries de *OpenStreetMap* compleixen l'objectiu de motivar els alumnes, i a més es convida als alumnes a què facin les excursions per conèixer els arbres singulars de Barcelona.

Estratègies metodològiques

A partir dels aspectes que acabem d'esmentar s'estableixen una sèrie d'estratègies metodològiques per tal d'afavorir el procés d'ensenyament/aprenentatge.

③ **Aprenentatge constructiu:**

És important destacar la importància dels continguts de cada unitat en el seu entorn, per mostrar l'estreta relació d'aquest aprenentatge amb la vida quotidiana. Comencem amb exemples o models concrets i quotidians, i continuarem amb conceptes més abstractes.

④ **Seqüenciació:**

La nostra unitat didàctica tindrà una seqüenciació lògica, anirem construint la nostra aplicació web com les capes d'una ceba, amb progressos que els alumnes podran reconèixer. A cada pas es farà una valoració i unificació del codi per tal de què els codis resultats siguin uniformes per a tots els alumnes.

⑤ **Captació de l'atenció i motivació:**

La part explicativa és la més feixuga pels alumnes, per tant cal utilitzar una metodologia que requereixi interacció entre els alumnes i el professor, interrompent l'explicació per fer preguntes. Serà necessari trossejar les parts de codi en la seva mínima part per tal de què els alumnes agafin les idees i conceptes clau i no s'ofusquin amb el codi superflu.

⑥ **Agrupaments:**

La disposició dels alumnes a classe afavoreix un ambient de compartir informació. Tot i que els treballs i entregues són individuals, es promou el compartiment del codi entre els alumnes. En el cas de la programació web és usual que algun alumne pugui aportar una idea o solució que fins i tot la pot incorporar el professor en la que serà la solució de referència.

Activitats avaluable

És la manera de poder copsar si un alumne està adquirint els coneixements i objectius terminals. En el cas dels Cicle Formatiu de *DAW* (programació web) normalment les activitats avaluable tenen forma de pàgina web que inclou tot el codi de programació. S'ha d'avaluar tant el resultat final (la funcionalitat web i la capa de presentació) com el codi (que pot tenir diferents nivells de qualitat).

També es pot oferir als alumnes activitats d'ampliació per aprofundir en algun aspecte tangencial dels coneixements. Sempre que sigui possible, es convida als alumnes a fer una exposició pública dels seus projectes resultants, intentant que sorgeixi una discussió sobre les diferents solucions possibles (és usual que per resoldre un mateix problema puguin haver-hi solucions diferents).

També es promou l'avaluació entre iguals (*peer-to-peer*), doncs els alumnes s'enriqueixen veient i estudiant les aportacions dels companys.

7. Agrupaments i organització

El resultat final a presentar és individual, tot i que els alumnes col·laboren entre ells de forma esporàdica, i el professor afavoreix aquesta dinàmica.

L'assignatura de M06 en el INS Jaume Balmes consta de 6 hores setmanals, a raó de dues sessions de tres hores. Cada sessió el professor fa una introducció teòrica i deixa clar els

objectius i resultats que s'han d'aconseguir al final de la classe. Després de la introducció teòrica els alumnes es posen a treballar a partir de les píndoles de codi de què disposen (els alumnes sempre tenen un punt de partida per on començar). En diferents moments, i veient com van progressant els alumnes i quines dificultats es troben, el professor demana l'atenció dels alumnes per fer aclariments oportuns.

Depenent de la sessió es demana als alumnes que entreguin en el *Google Classroom* (la plataforma que utilitzem) els seus resultats, en forma de codi, per tal de poder avaluar si s'han acomplert els objectius de la sessió.

8. Cronograma i seqüenciació d'activitats

La referència dels codis que utilitzarem a classe i que s'explicaran estan a la wiki de l'assignatura:

http://wiki.joanillo.org/index.php/P%C3%A0gina_principal#Google_Maps_i_OpenStreetMap

Concretament a la següent entrada:

http://wiki.joanillo.org/index.php/P%C3%A0gina_principal#Google_Maps_i_OpenStreetMap

1a sessió (3 hores)

Aquesta sessió és bàsicament teòrica.

- ③ Plantejament del problema. Problema del Viatjant de Comerç.
- ③ Projecte *OpenStreetMaps* (comparació amb *Google Maps*, avantatges i inconvenients, similituds i diferències).
- ③ Programació mínima de *OpenStreetMap* i *OpenLayers*. Es tracta de fer el codi mínim per tal de què els alumnes es familiaritzin amb els conceptes. L'objectiu és fer una aplicació web mínima per visualitzar un mapa amb unes icones.



Producte resultant: pràctica inicial i mínima de *OpenStreetMap*.

Avaluació: avaluació inicial. Treball individual i en grup. Debat. Observació de l'aula i anotacions.

2a sessió (3 hores)

Es presenta la solució Python al *Problema del Viatjant de Comerç*. La solució que hem fet servir de referència s'ha obtingut de:

https://github.com/Forceflow/Ambiance_TSP

El nostre objectiu no és que els alumnes puguin entendre tot el codi. Però sí que han de saber identificar les diferents parts del codi, per poder-lo adaptar a les nostres necessitats.

Concretament, en aquesta sessió els alumnes triaran una zona de Barcelona i escolliran els arbres que voldran visitar. Construiran el fitxer CSV que porta la informació del identificador de l'arbre, el seu nom en català i en llatí, i les coordenades geogràfiques.

Executaran el script python modificat, i generaran el fitxer JSON que conté la solució. Avaluaran de forma crítica si aquesta solució és correcta o no.

Producte resultant: script python que han executat; fitxer *output.json* resultant; document de text amb comentaris i valoracions adreçat al professor. Entregar al *Google Classroom*.

Avaluació: avaluació formativa. Treball individual amb col·laboració del grup. Debat. Observació de l'aula i anotacions.

3a sessió (3 hores)

En aquesta sessió ja podem treballar amb l'aplicació web. El primer objectiu és dibuixar el mapa centrat en el barri de referència i amb el nivell de zoom adequat. Treballem amb la llibreria *OpenLayers* (Capes), la qual cosa significa que podem distingir entre la capa dels punts; capa de les icones; capa de les línies que uneixen els punts; i capa del *pop-up*. Aquesta distinció per capes ens és molt útil perquè podem construir el nostre codi de forma incremental.

Aquesta tercera sessió tindrà com a resultat final:

- ② maquetar la web
- ② dibuixar el mapa
- ② annexar el full d'estils i pensar en la capa de presentació
- ② dibuixar les icones en el mapa, en els punts corresponents
- ② escriure el label de cada arbre

Producte resultant: Al final d'aquesta sessió els alumnes ja poden veure en bona manera el resultat de la feina que estan fent. No caldrà entregar res al *Google Classroom*.

Avaluació: avaluació formativa. Treball individual amb col·laboració del grup. Debat. Observació de l'aula i anotacions. El professor certificarà que els alumnes estan assolint els objectius. Es detectarà aquells alumnes que tenen dificultats per obtenir aquest producte intermedi, i s'aplicaran les mesures adequades.

4a sessió (3 hores)

Ens queda només la part final del projecte:

- ② unir els punts amb línies, per tal de definir la trajectòria.
- ② crear la capa del *pop-up* on carregarem la foto dels arbres. Es dona als alumnes una col·lecció de fotos d'arbres amb unes mides i qualitat unificades per tal d'estalviar temps.

- ⊗ Pensar on volem representar el *pop-up* de manera que no molesti, i quina funcionalitat i disseny tindrà.
- ⊗ Escriure la llista HTML de tots els arbres, ben posicionada.

Producte resultant: els alumnes entreguen en el *Google Classroom* el seu producte final: tot el codi generat, captura de pantalla, i document de text amb comentaris adreçat al professor.

Avaluació: avaluació formativa. Treball individual amb col·laboració del grup. Debat. Observació de l'aula i anotacions.

5a sessió (1 hora)

El professor haurà tingut temps d'estudiar i avaluar cadascun dels treballs entregats, i en aquesta sessió farem una exposició pública i posada en comú dels treballs entregats. Es convidarà als alumnes a fer una presentació pública de la seva solució.

Farem una revisió dels conceptes i procediments treballats. Nosaltres hem treballat els arbres singulars de Barcelona aplicant-ho a l'organització de curses d'orientació. Pensarem quines altres aplicacions podem trobar que siguin pràctiques i interessants per poder aprofitar la feina feta. S'informarà als alumnes de quan es faci la cursa d'orientació, per convidar-los a participar. També es convida als alumnes de què facin la ruta que ells han programat, i que facin les fotos reals dels arbres que han cartografiat.

Si es disposés de més temps fariem una avaluació entre iguals (*peer-to-peer*), i podríem fer un concurs de quina és la solució més original, més funcional, o amb una millor interfície d'usuari.

El Departament d'Informàtica del INS Jaume Balmes ens estem pensant si comprem unes ulleres de Realitat Virtual (Oculus Rift). En el cas de què disposem d'elles, podem visualitzar la trajectòria a seguir amb les ulleres, fent una experiència immersiva. En el cas de què disposem d'un parell d'ulleres de Realitat Virtual, els alumnes del cicle de **DAM** (*Desenvolupament d'Aplicacions Multiplataforma*) podrien programar aplicacions 3D amb l'entorn *Unity3D*.

Avaluació: avaluació final. Comentaris generals per a tota la classe i comentaris individuals.

9. Producte final

El producte final que el professor pot ensenyar als alumnes està disponible a:

http://joanqc.no-ip.biz/curses_orientacio/mapa_arbres_singulars_v5.html

Cadascun dels alumnes farà una solució similar.

La documentació general del projecte, on estan totes les referències necessàries, és a la wiki de l'assignatura:

http://wiki.joanillo.org/index.php/Traveling_Salesman_problem_i_arbres_singulars_de_Barcelona



El fitxer arbres.csv que conté la informació inicial és similar a:

```
Place,Name_Cat,Name_Sc,Lat,Long
arbre1,Siris blanc,Albizia procera,41.4009770,2.1470945
arbre2,Còcul,Cocculus laurifolius,41.4005146,2.1468057
arbre3,Xicranda,Jacaranda mimosifolia,41.3994030,2.1485156
arbre4,Grevillea robusta,Grevillea robusta,41.3978637,2.1347232
arbre5,Margalló,Chamaerops humilis,41.3887570,2.1607406
...
```

```
70     return distances
71
72 # Print the original route (original order in CSV file)
73 def print_original_route(data):
74     original = " "
75     for item in data['places']:
76         original += '{ } -> '.format(item['Place'])
77     original += '{ }'.format(data['places'][0]['Place'])
78     print(original)
79
80 # Print solution to easy paste in Google Maps polyline example
81 def print_solution_gmaps(manager, routing, assignment, data):
82     # print('Objective: { } miles'.format(assignment.ObjectiveValue()))
83     index = routing.Start(0)
84     print("{lat: ", data['places'][manager.IndexToNode(index)]['Lat'])
85     while not routing.IsEnd(index):
86         print("{lat: ", data['places'][manager.IndexToNode(index)]['Lat'])
87         previous_index = index
88         index = assignment.Value(routing.NextVar(index))
89     # Reached the end
```

Previ a fer l'aplicació web hem d'executar el codi Python que ens donarà la solució de la ruta òptima a seguir. S'adjunta una foto d'un tros de codi Python i el resultat final per pantalla. El fitxer *resultat.json* és similar a:

```
[
{"id":"arbre1","name":"Siris blanc","point":[2.1470945,41.4009770]},
{"id":"arbre2","name":"Còcul","point":[2.1468057,41.4005146]},
{"id":"arbre29","name":"Alzina surera","point":[2.1411862,41.4024879]},
{"id":"arbre22","name":"Ginjoler","point":[2.1372812,41.4045959]},
{"id":"arbre21","name":"Tipuana","point":[2.1368708,41.4089554]},
{"id":"arbre49","name":"Roure pèrol","point":[2.1351440,41.4106600]},
...
```

10. Avaluació de la feina de l'estudiant

L'avaluació de la UF2 del mòdul M06 es fa de la següent manera:

- ⊗ Prova final: 40%
- ⊗ Projectes/pràctiques: 60%

En el nostre projecte "*Aplicació pràctica del Problema del Viatjant de Comerç: Curses d'Orientació per conèixer els arbres singulars de Barcelona. Python, Javascript, Realitat Augmentada*" hem esmerçat 13 hores de les 27h disponibles (hi ha 3 hores addicionals per fer la prova final), per tant aquest projecte representa la meitat de la UF. Així doncs, la nota d'aquest projecte representarà un 30% de la nota final de la UF.

La manera d'avaluar l'activitat "*Aplicació pràctica del Problema del Viatjant de Comerç: Curses d'Orientació per conèixer els arbres singulars de Barcelona. Python, Javascript, Realitat Augmentada*" la desglossem de la següent manera:

- ⊗ 15%: Entrega de la sessió 2
- ⊗ 15%: Observacions de l'aula. Treball individual a l'aula i col·laboració amb el grup. Aportacions al grup.
- ⊗ 70%: entrega final de la sessió 4

La graella per avaluar el resultat final que entrega l'alumne en la sessió 4 el podem desglossar amb els següents ítems:

- ⊗ ítem 1: La solució entregada compleix els requeriments bàsics que es van demanar al principi. És una solució correcta
- ⊗ ítem 2: els punts escollits (arbres) tenen una disposició adequada. Generació del fitxer *arbres.csv*
- ⊗ ítem 3: Python. Adaptació del codi Python. Obtenció del fitxer *output.json*
- ⊗ ítem 4: Capa de presentació. Maquetació adequada
- ⊗ ítem 5: Capa de presentació. Disseny adequat
- ⊗ ítem 6: Es pinta el mapa de forma correcta centrat en la zona d'interès i amb el nivell de zoom adequat
- ⊗ ítem 7: Es pinten les icones dels arbres en els punts corresponents
- ⊗ ítem 8: Es pinten els labels informatius en els punts corresponents
- ⊗ ítem 9: Es pinten les línies que uneixen els punts
- ⊗ ítem 10: Es pinta el *pop-up*, i es carrega la imatge dels arbres responent a l'event *click*
- ⊗ ítem 11: Es pinta la llista HTML
- ⊗ ítem 12: Codi. Es fa un bon ús dels objectes. Creació, accés a propietats i mètodes
- ⊗ ítem 13: Codi. S'utilitzen bucles i index de forma adequada
- ⊗ ítem 14: Codi. Hi ha documentació suficient.
- ⊗ ítem 15: Codi. Si afegim nous arbres, hem de modificar el codi HTML. És a dir, la solució obtinguda és independent de la quantitat de dades

Cada ítem l'avaluem amb un barem del 1 al 4:

- ⊗ Baix: 1 punt
- ⊗ Bàsic: 2 punts
- ⊗ Notable: 3 punts
- ⊗ Competent: 4 punts

11. Recursos i eines TIC utilitzats

L'alumne utilitza el seu ordinador (ja sigui l'ordinador de l'aula o el seu portàtil). Totes les llibreries que hem utilitzat en el codi són de domini públic. Els alumnes fan servir el seu editor IDE de preferència (ja s'ha discutit a classe quines són les eines més eficients per codificar Javascript).

El Departament d'Informàtica està en vies d'adquirir un Oculus Rift, que podem utilitzar per visionar l'aplicació per tal de tenir una experiència immersiva.

12. Avaluació del projecte

Contextualització del projecte: El projecte està plenament identificat en quant a cicle formatiu, mòdul i UF, així com resultats d'aprenentatge i continguts

2 punts

Activitat o seqüència d'activitats: L'activitat o seqüència d'activitats és congruent amb la contextualització del projecte, i existeix un fil conductor busca arribar a l'assoliment dels resultats d'aprenentatge/objectius

2 punts

Avaluació de la feina realitzada pels estudiants i del projecte: El projecte inclou un apartat d'avaluació del projecte, així com la manera d'avaluació dels alumnes

2 punts

Ús de la RA/RV al projecte: L'artefacte de RA/RV és de bona qualitat, i està relacionat amb la contextualització del projecte, però es troba que hi ha possibilitats de millorar-ho amb les eines utilitzades

1 punt

Combinació de tecnologies RA/RV: L'activitat o seqüència d'activitats només inclouen una de les activitats, RA o RV

1 punt

Originalitat i innovació: El projecte dissenyat conté elements que es consideren molts originals i que tenen en compte la innovació a l'aula en quant a recursos i metodologies

2 punts

Total avaluació del projecte: 10 punts