



EPS

Escola Politècnica
Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Eng. Tècn. Informàtica de Sistemes. Pla 2001

Títol: Eina pel desenvolupament de reflectors de conjunts òptics

Document: Resum

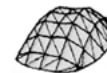
Alumne: Jordi Molas Gaja

Director/Tutor: Gustavo Patow

Departament: Informàtica i Matemàtica Aplicada

Àrea: LSI

Convocatòria (mes/any): setembre/2007



1. Introducció

Avui en dia, una bona il·luminació vial és molt important, tant per conductors com per vianants. Els fanals que trobem al carrer, com el de la *figura 1*, han d'il·luminar correctament la zona corresponent sense deixar parts del carrer sense il·luminació.



Figura 1. Farola urbana.

Trobar la forma exacte d'un reflector amb propietats òptiques en particular és de gran importància en el sector luminotècnic. En aquest sector la major part de l'esforç és utilitzat per a la construcció de maquetes on els càlculs són elevats i amb la possibilitat de malgastar un munt de temps si els models emprats no s'ajusten als resultats d'il·luminació que s'esperaven obtenir al terra o en una superfície del carrer. El fet de no aproximar-se als resultats esperats comporta tornar a iniciar el procés construint una nova maqueta i així successivament. Aquest procés és extremadament costós, tant per l'elevat cost que suposa la construcció de la maqueta, com també, pel temps invertit, essent com a cicle de treball bastants mesos.

Trobar la forma que ha de tenir el reflector és només una part del conjunt òptic anomenat així pel sector luminotècnic, i compost per una font de llum que és la làmpada, el reflector i la carcassa que els protegeix. Podem observar els seus components a la *figura 2*.

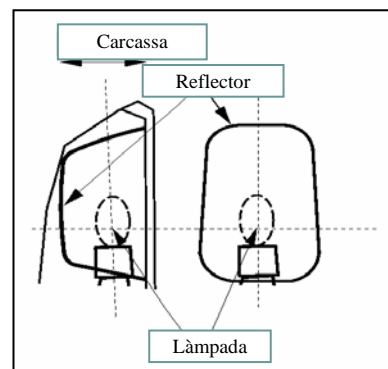


Figura 2. Conjunt òptic.

2. Objectius

La intenció que pretenem amb aquest projecte és dissenyar i desenvolupar una sistema capaç d'ajudar a obtenir el reflector adequat i beneficiar el sector luminotècnic. Aquest projecte, constarà d'un programari el qual s'hi permetrà dissenyar un reflector a partir d'una boca qualsevol, i mitjançant una làmpada, capturar la intensitat de llum que el reflector projecte sobre al terra o una superfície del carrer, d'aquesta manera qualsevol enginyer luminotècnic se li facilitarà molt el procés de selecció d'un bon reflector a través de la nostra aplicació.

3. Treball previ

El treball previ que hem realitzat per tal de portar a terme una eina de desenvolupament de reflectors de conjunts òptics la podem dividir en cinc fases:

1. **Estudi de les eines que permeten la construcció de cossos en 3 dimensions.** Era necessari un programari que pogués crear objectes en 3D i permetés la seva manipulació mitjançant codi de programació entenedor; per aquest motiu vam escollir el Blender.
2. **Coneixement del modelatge en Blender.** Abans de poder construir qualsevol aplicació, era necessari conèixer l'entorn el qual volíem treballar.



3. **Coneixement de l'eina de desenvolupament de Python.** El codi de programació que reconeix Blender és el llenguatge Python, doncs vam haver de documentar-nos sobre les instruccions que utilitzava aquest llenguatge de programació per a portar a terme la nostra aplicació.
4. **Coneixement dels mòduls de Blender per aplicar Python.** Una vegada après com modelar en Blender i com programar en Python, ja estàvem preparats per conèixer els mòduls que s'utilitzen per crear vèrtexs, línies, càmeres, llums, etc.
5. **Matlab.** Una bona manera d'obtenir el càlcul d'intensitat de llum a través d'imatges era utilitzant el Matlab.

4. Desenvolupament

Per tal de poder construir un reflector ens cal importar una boca. La boca és la part del reflector per on es subjecte la carcassa. Aquesta boca l'aconsegum a partir d'un pla on hi tenim marcat una sèrie de vèrtexs. Aquest conjunt de vèrtexs es troben en un fitxer DXF el qual haurem de carregar prèviament, és a dir, farem una importació de la nostra boca. Haurem de portar a terme la importació d'un fitxer DXF.

En importar el fitxer DXF és necessari executar una algorisme el qual ens calculi l'envolvent convexa, ja que podem trobar vèrtexs que no pertanyin al contorn de la boca del nostre reflector. L'algorisme que hem implementat s'anomena algorisme de *Graham Scan*.

Una vegada haguem carregat els nostres vèrtexs de la boca del reflector li haurem de donar volum, perquè el què captem de l'arxiu DXF que importem és la boca del reflector però sobre un pla. Per donar volum al reflector són necessaris dos processos: *inserir punts a l'interior de la boca* i *crear la superfície del reflector*. Primerament inserirem punts a la part interior de la boca, d'aquesta manera podrem triangular els vèrtexs que componen la superfície del reflector. Seguidament agafarem els vèrtexs necessaris i els aixecarem sobre l'eix z.

Amb el reflector ja acabat de construir només ens cal afegir-hi el llum, el qual anirà situat al centre del reflector.

És necessari crear un pla per sota el reflector que simularà una superfície la qual volem il·luminar, com per exemple un carrer. Aquest pla estarà situat en una distància determinada del reflector la qual l'usuari pot escollir abans de crear el pla. El pla és, simplement, una representació visual del carrer per a l'usuari, ja que el què ens interessa, és calcular la intensitat de llum que arriba sobre el pla i així qualsevol enginyer luminotècnic pot estudiar-ne el resultat. La forma que nosaltres utilitzem per extreure el càlcul d'intensitats és mitjançant imatges, que obtenim de la renderització, realitzada a través d'una càmera situada sobre el pla i, posteriorment, mostrar els valors obtinguts d'aquestes imatges mitjançant la seva representació en corbes de nivell, que ens proporciona el Matlab. La renderització sobre càmeres al terra és una eina auxiliar que nosaltres hem decidit utilitzar però existeixen altres eines per realitzar el càlcul d'intensitat que produeix la llum.



4.1. Algorisme Graham's Scan

Un dels algorismes que cal remarcar dins el nostre projecte és l'algorisme *Graham's Scan*. Aquest algorisme realitza el càlcul de l'envolvent convexa. El procés consisteix, primerament, en fer una ordenació angular dels vèrtexs, agafant com a primer element que formarà la llista de vèrtexs, el que tingui la component x i la component y menor, el qual anomenarem p_0 i l'agafarem com a referència. La resta de punts quedaran ordenats d'esquerra a dreta a partir de l'angle menor obtingut entre ells i el vèrtex que hem agafat com a referència, p_0 . Una vegada tenim els vèrtexs ordenats, l'algorisme, per a cada vèrtex, pot determinar, mitjançant els seus dos punts anteriors si hem de girar a l'esquerra o hem de girar a la dreta. Si girem a la dreta voldrà dir que l'últim vèrtex no forma part de l'envolvent convexa i, per tant, es pot descartar. Si girem cap a l'esquerra, el vèrtex serà acceptat i l'algorisme passarà al següent vèrtex de la llista (veure la *figura 3*).

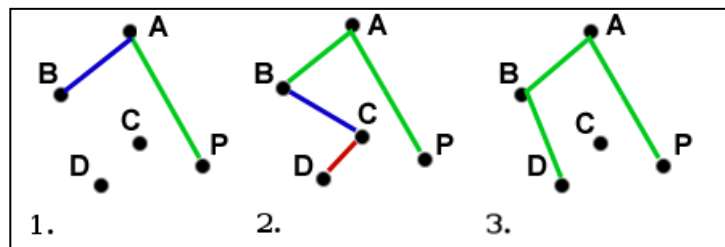


Figura 3. De A a B i de B a C van en sentit contrari a la agulles del rellotge però de C a D, no. L'algorisme detecta aquesta situació i descarta qualsevol segment fins que no tornem a treballar cap segment en sentit contrari a les agulles del rellotge.

4.2. El procés de la triangulació

Un dels processos que cal destacar del nostre projecte és el procés de triangulació. Aquest procés és necessari per crear una superfície al reflector i d'aquesta manera poder-li donar volum. La triangulació consisteix en formar cares a partir de tres vèrtexs, d'aquesta manera obtenim triangles, tal i com podem apreciar a la *figura 4*.

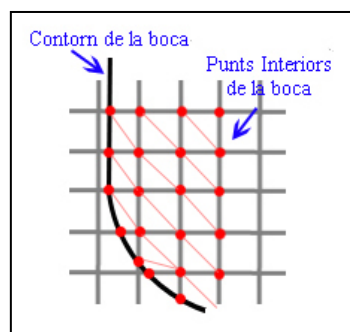


Figura 4. Procés de triangulació.



Aquest procés el realitzem mitjançant quatre vèrtexs els quals es disposen entre ells en forma de quadrat. Els vèrtexs prenen una posició sobre aquest quadrat; per exemple, el vèrtex situat a la part inferior esquerra del quadrat li correspon la posició 1, el vèrtex situat a la part superior dreta del quadrat li correspon la posició 4, etc. Els vèrtexs es poden trobar a l'interior de la boca o a l'exterior. En cas que un vèrtex pertanyi a l'interior de la boca, la seva posició prendrà com a valor el 1, en cas contrari prendrà com a valor el 0. Així que les combinacions representatives de cada grup les mostrem a la *figura 5*.

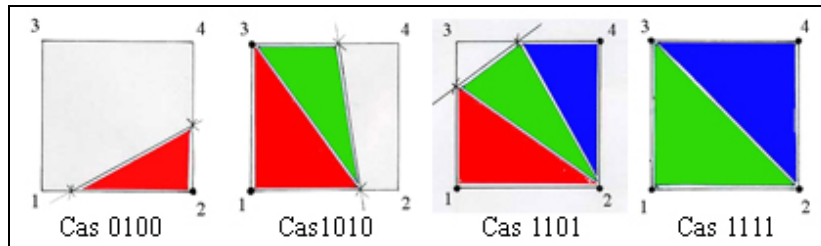


Figura 5. Procés de triangulació. El cas 0100 representa al grup el qual només hi ha un vèrtex pertanyent a l'interior de la boca. El cas 1010, al grup el qual hi ha dos vèrtexs a l'interior de la boca. El cas 1101, al grup el qual conté tres vèrtexs a l'interior de la boca. El cas 1111 és l'únic que conté els quatre vèrtexs a l'interior de la boca del reflector.

5. Resultats

A continuació us mostrem un dels resultats que hem obtingut amb la nostra pràctica, amb el qual us mostrem tot el procés d'obtenció de la intensitat de llum que dibuixa el reflector al terra o en una superfície del carrer:

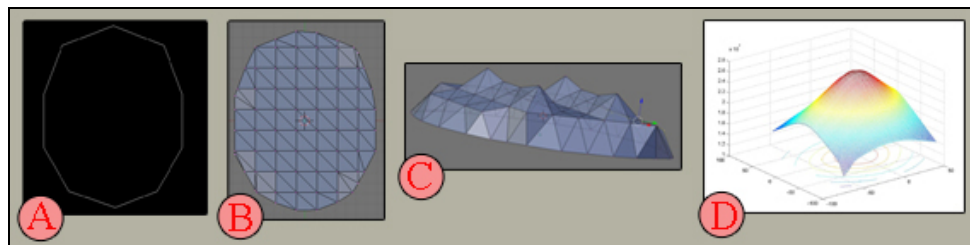


Figura 6. Procés d'obtenció de la intensitat de llum que dibuixa el reflector sobre la superfície plana o el terra. **A.** Boca importada de l'arxiu DXF. **B.** Boca amb la triangulació realitzada. **C.** Reflector amb volum. **D.** Representació del càlcul de la intensitat de llum.

- Mitjançant la nostra aplicació carreguem la boca de la *figura 6A* des de l'arxiu DXF.
- Visualitzem la boca del reflector carregada des de l'arxiu DXF i obtenim la *figura 6B*.
- Donem volum al reflector, aixecant els punts en sentit a l'eix z i obtenim la *figura 6C*.



- Renderitzem el reflector per obtenir-ne les 400 imatges amb la càmera, que després processarem. Algunes de les imatges que hem obtingut del render són les que es troben a la *figura 7 (a la part dreta)*.
- Finalment, utilitzant el Matlab, obtenim la gràfica de la *figura 6D*, que ens mostra la intensitat de llum que dibuixa el nostre reflector sobre la superfície plana o el terra.

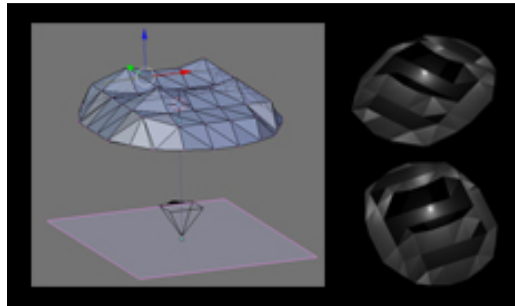


Figura 7. A la part esquerra de la figura mostrem la càmera situada sota el reflector quan realitza les renderitzacions. A la part dreta de la figura són dues mostres de la renderització que hem obtingut a través de la càmera; és la llum que arriba a la superfície del terra.

6. Conclusions

Les conclusions que podem extreure amb la implementació de la nostra aplicació són les que presentem a continuació:

- 1) Obtenir l'estructura d'un reflector mitjançant el contorn de la boca d'una manera ràpida.
- 2) Donar fluïdesa a l'hora de crear i donar volum dels reflectors.
- 3) Simular la intensitat de llum que el reflector projecte sobre al terra o en una superfície del carrer, aplicant un llum al seu centre.
- 4) Aconseguir tantes mostres com sigui possible de la intensitat de llum que produeix el reflector. És important saber que quantes més mostres capturem millor qualitat obtindrem en el resultat però més temps de càlcul necessitarem.
- 5) Facilitar l'estudi de la intensitat de llum que el reflector ofereix, a través de les gràfiques realitzades.
- 6) Agilitzar el procés de la construcció de reflectors mitjançant eines informàtiques, juntament amb un estalvi de pressupost.