

# Resum sistema d'estereovisió amb una càmera

Carles Royán Salvatella

4 de setembre de 2006

# Índex

<b>1</b>	<b>Introducció</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Desenvolupament del projecte</b>	<b>3</b>
2.1	Funcionament del sistema estèreo . . . . .	3
2.2	Obtenció de dues vistes amb un tall de metacrilat . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Conclusions</b>	<b>6</b>

# Capítol 1

## Introducció

El grup de visió per computador i robòtica de l'IIIA porta treballant en reconstrucció tridimensional des de 1994 amb tècniques de triangulació, emprant tant la projecció de llum estructurada codificada, passant per la projecció de llum làser fins a tècniques d'estereovisió amb dues o més càmeres.

Els sistemes de visió estèreo es basen en la reconstrucció per triangulació a partir de dues càmeres, permetent la representació d'objectes del món real en tres dimensions. L'objectiu d'aquest projecte consisteix en dissenyar i implementar un sistema estèreo amb una sola càmera amb dos petits vidres d'alta transmissivitat davant de la lent, utilitzant la teoria clàssica desenvolupada a partir de dues càmeres. D'aquesta forma obtindrem un sistema molt més compacte que en el cas de tenir dues càmeres, que serà apte per entorns molt reduïts i per escenes molt properes. Es desenvoluparà amb C++, QT i LTI-Lib un sistema que permeti capturar imatges d'una càmera i, gràcies a la geometria epipolar i la teoria de la triangulació, representar en tres dimensions els objectes del món real capturats. Sempre treballarem sobre imatges en escala de grisos, ja que no estudiarem pas ni la textura ni cap altre paràmetre relacionat amb el color.

El projecte es centrarà en mostrar la possibilitat d'aplicar la mateixa teoria que intervé en sistemes estèreo amb dues càmeres en un que consti només d'una càmera, utilitzant un materials i un maquinari econòmic. Per tant, no perseguirem la precisió i repetivitat en els resultats obtinguts, però si que sigui un sistema de baix cost amb uns resultats acceptables.

Els sistemes de visió estèreo amb dues càmeres estan molt estudiats, però sistemes estèreo on només intervingui una càmera no són tan usuals i aquest projecte servirà per obtenir uns resultats sobre l'aplicació de la teoria estèreo clàssica en aquests sistemes i els seus possibles avantatges i aplicacions.

## Capítol 2

# Desenvolupament del projecte

### 2.1 Funcionament del sistema estèreo

Com podem veure en la figura 2.1, podem dividir el funcionament del sistema en una sèrie de passos que s'executen de forma seqüencial:

1. Adquirir una imatge de cada càmera. A més, farem el pre-processat de les imatges, que consisteix passar-les de color a escala de grisos i treure la distorsió gràcies a la calibració mitjançant Faugeras.
2. Extreure els punts característics de cada imatge. Aplicarem el filtre de Harris per extreure les cantonades dels objectes, que seran els nostres punts característics.
3. Crear un conjunt de correspondències candidates. Tot utilitzant la geometria epipolar, crearem les correspondències entre els punts de la primera imatge amb els de la segona.
4. Eliminar *outliers*. Eliminarem els outliers aplicant l'algorisme de RANSAC, que ens retornarà una homografia que relaciona els punts de la primera imatge amb els de la segona.
5. Triangulació. Per totes les correspondències, agafem els dos punts que la formen i construïm la matriu de triangulació, solucionant-la amb l'algorisme numèric lineal SVD.

### 2.2 Obtenció de dues vistes amb un tall de metacrilat

Mentre més gruixut és un tall de metacrilat, major índex de refracció té, i per tant la imatge queda més traslladada. Utilitzant un tall de metacrilat de 10x10 mm i 20 mm de gruix s'aprecia la translació.

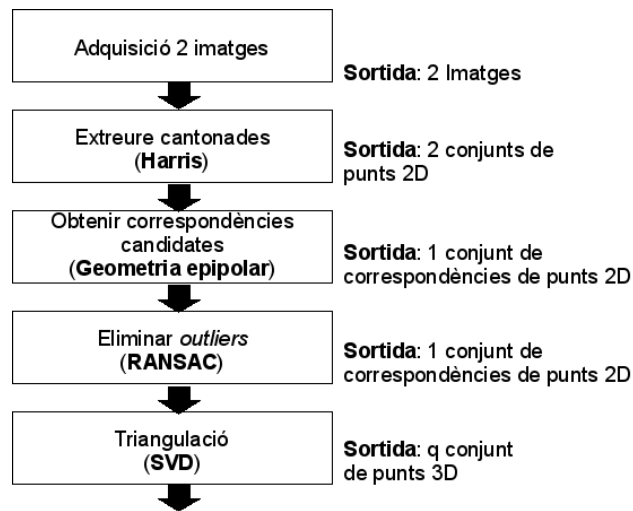


Figura 2.1: Etapes del sistema estèreo.

Llavors, en comptes de partir la imatge en dos, i simular que cada part és una captura d'una càmera, el que farem és agafar dues imatges, en les quals el metacrilat es trobi en una posició diferent, per tal de simular que tenim dues càmeres, en la figura 2.2 tenim un exemple.

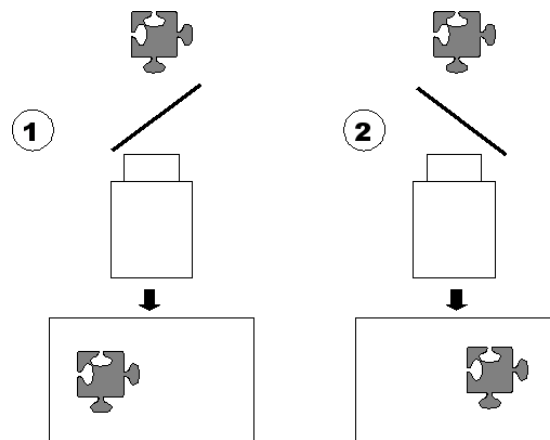


Figura 2.2: Fem la captura en dos passos, posant el metacrilat en posicions diferents.

D'aquesta manera, aconseguim tenir les dues vistes amb una sola càmera. No obstant, ens apareix un nou problema: les reflexions. Al ser tan gruixut, el metacrilat ha agafat una mica de propietats de mirall, reflexant fonts de llum i objectes que tingui a darrera. Naturalment, aquests reflexos ens apareixen en les imatges capturades, tot introduint soroll.

En qüestió a la reflexió de fonts de llum ho podem solucionar movent l'estructura, assegurant-nos que no hi hagi cap llum al costat. Però per el problema del reflex dels objectes ja no és tan senzill. Finalment, s'ha optat per construir

## Capítol 2. Desenvolupament del projecte

---

una nova estructura per el sistema amb una càmera. Aquesta estructura té dos particularitats:

- Uns rails per situar el metacrilat en les dues posicions. Això és molt important ja que un cop es calibri la càmera amb el metacrilat en una posició, ens hem d'assegurar que les següents captures estigui allà mateix. En cas contrari la calibració perdria la validesa.
- A cada costat de la càmera hi ha uns pannels de fusta, de tal manera que és impossible que aparegui reflex de fonts de llum ni d'objectes del voltant.

A la figura 2.3, veiem el nou suport junt al metacrilat i el patró de calibració.

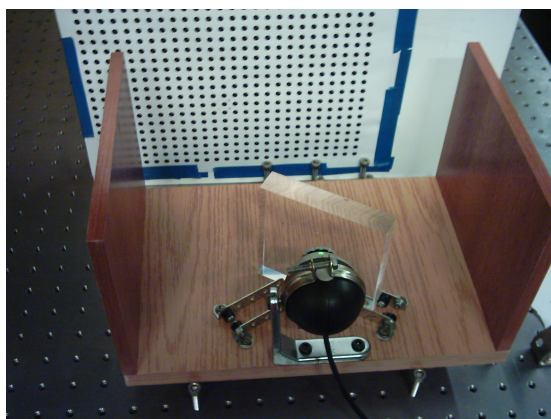


Figura 2.3: Estructura de suport final per el sistema estèreo amb una càmera.

## Capítol 3

# Conclusions

A continuació exposarem les conclusions a les que podem arribar després d'haver desenvolupat aquest projecte.

La visió estèreo és complexa com ja s'ha demostrat al llarg del projecte. Per aquesta raó s'ha dividit el problema en dues parts: primerament desenvolupar un sistema estèreo *clàssic* amb dues càmeres per després passar al sistema estèreo amb una sola càmera, tot utilitzant els algorismes programats en l'etapa anterior. Això ha permès suavitzar la corba de dificultat, ja que sinó hagués estat excessiva.

La calibració de la càmera és un pas que a vegades s'ignora en aplicacions de visió per computador, encara que és molt important. La calibració ens permet d'una banda eliminar la distorsió introduïda per les lents de la càmera, i de l'altre obtenir la relació de les coordenades dels punts 3D de l'escena amb els punts projectats en el pla imatge. En els sistemes estèreo és molt important, ja que necessitem aquesta relació per triangular les correspondències i reconstruir així el punt 3D a partir de dues imatges.

La idea original era aconseguir un sistema estèreo amb una sola càmera i un parell de vidres davant d'aquesta que fessin l'efecte òptic de dues càmeres. Capturant una imatge, obtindríem dues vistes diferents de l'escena, d'igual com passa amb un sistema dual. No obstant, hem hagut de variar la implementació, ja que aconseguir la idea original, tot i ser possible, hagués resultat molt car, i per tant no complírem l'objectiu que fos de baix cost. Aquest canvi ha consistit en posar únicament un vidre amb un índex de refracció elevat, un tall de metacrilat de 20 mm de gruix, el qual posat en diferents posicions realitzava desplaçaments en la imatge. Per tant, realitzant dues captures amb el vidre posicionat de forma diferent hem simulat les dues càmeres.

Així doncs, hem demostrat que podem construir sistemes estèreo amb una sola càmera, tot fent ús de tècniques òptiques per simular la carència d'una segona. Però els resultats són molt millorables, ja que degut a la solució escollida: un metacrilat situat en dues posicions diferents, tenim molt d'error i soroll en la reconstrucció. No obstant això, aquests resultats són esperançadors i esperem que sigui una sòlida base per a futures millores.

Per tant, podem concloure que els sistemes estèreo no necessiten dues càmeres, sinó que necessiten dues vistes, és a dir, dues imatges diferents de la mateixa escena. Quan diem diferents, ens referim a que se li hagi aplicat a la imatge una transformació de translació i rotació. La forma més fàcil d'obtenir les dues vistes

és utilitzar dues càmeres i tenir una vista per càmera, però no és l'única. Hem comprovat que amb una sola càmera i utilitzant l'enginy podem obtenir també dues vistes diferents, eliminant la dependència de la segona càmera i repercutint en un sistema més compacte. Així, la teoria dels sistemes estèreo (geometria epipolar, triangulació, etc.) no està basada en partir d'imatges de dues càmeres, sinó en partir d'imatges de dues vistes.

Cal afegir també que hem comprovat que la il·luminació de l'escena és un aspecte molt important a tenir en compte en qualsevol aplicació de visió. Hem hagut d'adequar el suport del sistema per tal d'obtenir una il·luminació adequada, ja que sinó ens distorsionava les imatges i no podíem obtenir resultats.

Finalment, cal assenyalar que el sistema de visió amb una càmera pateix els inconvenients associats als sistemes de visió estèreo: els problemes d'oclusió. Aquests problemes es resumeixen en que poden haver-hi objectes visibles per a una vista, que quedin ocults per a l'altre, per què hi ha objectes davant seu que el tapen.