

# 1. INTRODUCCIÓ

Aquest projecte està emmarcat dins el grup de Visió per Computador i Robòtica del Departament d'Arquitectura i Tecnologia de Computadors de la Universitat de Girona. Pertany a l'àmbit de la Visió per Computador i, concretament, al tòpic de la recerca que estudia la reconstrucció 3D d'objectes rígids. Durant els últims anys, el problema de com trobar la forma i el moviment d'un objecte a través d'una seqüència d'imatges ha tingut una gran importància en el camp de la visió per computador. Aquest projecte es basarà en reconstruir una imatge 3D gran a partir d'una seqüència d'imatges 2D capturades per una càmera.

Ens centrem en l'estudi de les bases matemàtiques de la visió per computador així com en diferents mètodes emprats en la reconstrucció 3D d'imatges. Per portar a terme aquest estudi s'utilitza la plataforma de desenvolupament MatLab ja que permet tractar operacions matemàtiques, imatges i matrius de gran tamany amb molta senzillesa, rapidesa i eficiència, per aquesta raó s'usa en moltes recerques sobre aquest tema. El projecte aprofundeix en el tema descrit anteriorment estudiant i implementant un mètode que consisteix en aplicar *Structure From Motion (SfM)* a pocs frames seguits obtinguts d'una seqüència d'imatges 2D per crear una reconstrucció 3D. Quan s'han creat dues reconstruccions 3D consecutives i fent servir un frame com a mínim en comú entre elles, s'aplica un mètode de registre d'estructures 3D, l'*Iterative Closest Point (ICP)*, per crear una reconstrucció 3D més gran a través d'unir les diferents reconstruccions obtingudes a partir de *SfM*. El mètode consisteix en anar repetint aquestes operacions fins al final dels frames per poder aconseguir una reconstrucció 3D més gran que les petites imatges que s'aconsegueixen a través de *SfM*. A la Figura 1 es pot veure un esquema del procés que es segueix. Per avaluar el comportament del mètode, utilitzem un conjunt de seqüències sintètiques i un conjunt de seqüències reals obtingudes a partir d'una càmera.

L'objectiu final d'aquest projecte és construir una nova *toolbox* de MatLab amb tots els mètodes per crear reconstruccions 3D grans per tal que sigui possible tractar amb facilitat aquest problema i seguir-lo desenvolupant en un futur.

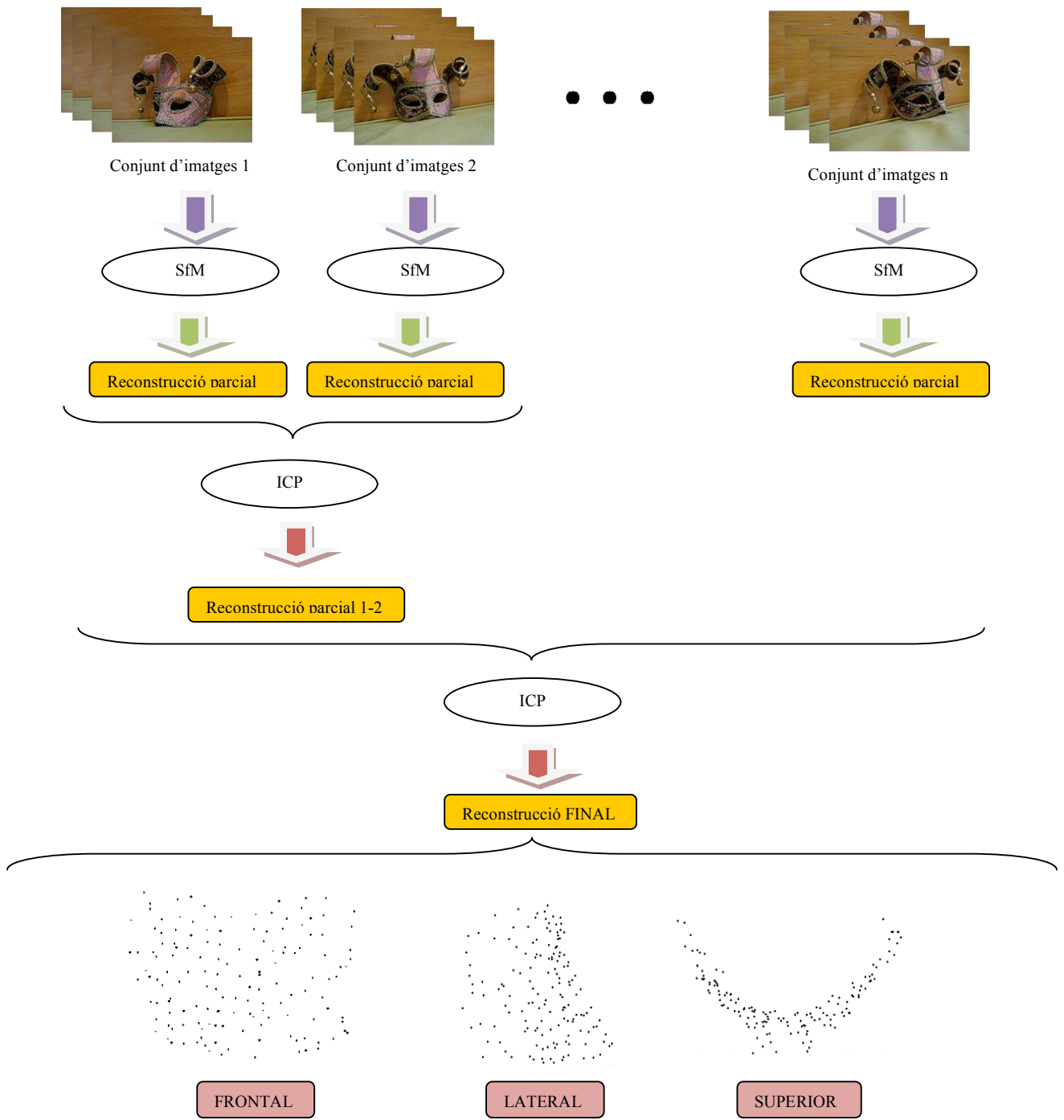


Figura 1 Esquema general del projecte

## 2. OBJECTIUS I ABAST

- Aprendre els fonaments dels models de projecció de les càmeres.
- Estudi dels diferents mètodes de reconstrucció 3D basats en *Structure For Motion* (SfM).
- Estudi de mètodes de Registre d'estructures 3D.
- Disseny d'un nou mètode que combini *Structure For Motion* i registre d'estructures 3D, per tal d'obtenir grans reconstruccions d'imatges 3D a partir de seqüències 2D.
- Creació de dades sintètiques i reals pels experiments i posterior anàlisi dels resultats.

Com a abast, aquest projecte vol aconseguir els següents punts:

- Construir una toolbox de MatLab amb la qual es pugui treballar amb facilitat el problema de la reconstrucció 3D d'objectes de gran tamany a partir d'imatges de seqüències 2D i reconstruccions parcials 3D.
- Recopilar un conjunt de seqüències d'exemples on es pugui aplicar el mètode. Hi haurà exemples generats sintèticament i d'altres de reals.
- Generar una àmplia i clara documentació.

## 3. ESTUDI D'UN MÈTODE DE RECONSTRUCCIÓ 3D BASAT EN SfM I REGISTRE DE VISTES 3D PARCIALES

L'ull humà està acostumat a veure amb projecció perspectiva, on els objectes llunyans semblen més petits, i totes les línies perpendiculars a nosaltres convergeixen en un punt a l'infinit, anomenat focus de projecció.

També hi ha un altre tipus de projecció, anomenada projecció ortogràfica. La principal diferència entre la projecció perspectiva i l'ortogràfica és que a l'ortogràfica no hi ha cap punt focal o focus de projecció, per tant les línies que van del pla bidimensional a l'objecte ho fan de manera paral·lela entre elles.

Dins el món de la visió per computador, la perspectiva ortogràfica és molt utilitzada ja

que és un model simplificat de la projecció perspectiva.

Quan es treballa amb una seqüència d'imatges 2D per crear el model 3D és necessari obtenir els punts característics de cada imatge. Per poder-lo obtenir, s'ha fet un seguiment dels punts rellevants amb el sistema KLT (de Kanade, Lucas i Tomasi, els seus creadors) durant tota la seqüència. Com a resultat d'aquest procés de seguiment obtindrem la matriu de mesures, que és l'element bàsic d'on parteixen els mètodes desenvolupats en aquest projecte. En el nostre cas, obtindrem els punts característics agrupant els frames de quatre en quatre, per posteriorment obtenir diferents reconstruccions parcials amb els mètodes de *SfM*. Un cop obtingudes les vistes parcials, tinguent en compte que hi ha d'haver un frame en comú entre un grup i el següent, s'aplicarà el mètode *ICP*, que troba els punts en comú entre dues vistes parcials i les agrupa creant una nova vista, fins que totes les vistes parcials estiguin agrupades formant la reconstrucció 3D final. A continuació hi ha un exemple d'una seqüència d'imatges 2D real amb el seguiment de punts (Veure Figura 2) i la reconstrucció obtinguda utilitzant aquest mètode (veure Figura 3):



*Figura 2 Mostra d'alguns frames de la seqüència de la màscara.*



*Figura 3 Reconstrucció obtinguda de la seqüència de la màscara. La primera vista representa la part frontal, la segona el perfil i la tercera la part superior.*

## 4. CONCLUSIONS

Durant el desenvolupament d'aquest projecte s'han anat assolint els objectius que es van definir al principi d'aquesta documentació i al full de projecte.

S'ha intentat introduir-nos dins dels món de la reconstrucció 3D. S'ha escollit fer-ho a partir d'uns mètodes que en formen part d'aquesta temàtica i s'ha intentat comprendre el seu comportament, però per poder-ho fer ha calgut repassar conceptes de geometria i de matemàtiques en general, com per exemple el maneig de matrius, ja que és la base de tot aquest projecte. També cal dir que s'ha aprofundit en coneixements sobre aquest tema, com per exemple, el fet de formar imatges a través d'una càmera. Aquests coneixements han permès entendre millor la teoria que ens plantejava el funcionament dels mètodes implementats fent que fos possible implementar-los en MatLab.

També s'ha aprofunditzat molt en l'ús de l'entorn MatLab, que tot i no ser del tot desconegut, s'ha comprovat que és una eina molt senzilla d'utilitzar però amb una gran potència de càlcul, sobretot a l'hora de tractar amb matrius. També cal tenir en compte que té un gran nombre de funcions ja implementades que faciliten molt el desenvolupament de tasques complexes. La toolbox que s'ha creat en aquest projecte està formada per un seguit de mètodes que ens permetés generar i mostrar seqüències 2D, escollir els punts que més ens interessin o eliminar dades, obtenir la rotació i la translació entre dos núvols de punts 3D, mostrar les matrius de forma i visualitzar-les des de tots els punts de vista possibles per analitzar els resultats, entre moltes altres.

S'han fet proves utilitzant tant el *Power Factorization* com el *Factorization Method* en seqüències sintètiques i reals. Les seqüències sintètiques són totalment controlables en canvi les reals estan formades per objectes més complexes. Dins de les seqüències reals, s'ha generat una seqüència a partir d'una càmera digital comuna, se li ha aplicat el seguiment de punts i tot seguit s'ha procedit a fer la reconstrucció.