



**EPS**

Escola Politècnica  
Superior

## Projecte/Treball Fi de Carrera

**Estudi:** Enginyeria Informàtica. Pla 1997

**Títol:** Automatització del procés de dissecció per la determinació de la qualitat de la carn de porc.

**Document:** Resum

**Alumne:** Josep Serra i Busquet

**Director/Tutor:** Imma Boada

**Departament:** Informàtica i Matemàtica Aplicada

**Àrea:** LSI

**Convocatòria** (mes/any): Gener - 2007



## **Automatització del procés de dissecció per la determinació de la qualitat de la carn de porc**

Un dels aspectes més importants en el procés del tractament del porc és com determinar la seva qualitat. En la Unió Europea, la metodologia utilitzada per determinar-la és la que s'anomena la dissecció. La dissecció utilitza el contingut de magre en la carn com a referència comú per determinar la qualitat de la canal. Aquest procés és totalment manual per la qual cosa resulta laboriós i costós, tant pel que fa referència al temps que implica com per la seva depreciació.

La solució a aquests problemes es podria obtenir a partir de l'automatització de la dissecció. Per això seria necessari: (i) obtenir les dades del porc mitjançant tècniques d'adquisició no invasives, com la Tomografia Computeritzada i (ii) disposar de tècniques de segmentació i visualització d'imatge, que permetessin processar les dades per tal de determinar el contingut de magre en la carn amb una precisió similar a la dissecció.

Així doncs, l'objectiu que ens hem marcat en aquest projecte **és implementar un entorn informàtic que integri les eines bàsiques que permetin automatitzar al màxim aquest procés de determinació de la qualitat porcina**. Les llibreries utilitzades per aquesta implementació són les Qt, OpenGL, ITK i VTK, totes elles de lliure distribució.

Per aconseguir aquest objectiu final són necessàries 5 etapes: adquisició de dades, definició del model de representació, implementació de tècniques de visualització, implementació de tècniques de segmentació i finalment càlcul de volums.

### **1.- Adquisició de les dades**

La captació de dades del porc es realitza mitjançant algun dispositiu físic que permeti mesurar un o més paràmetres determinats en diferents punts del cos del porc. Les dades obtingudes dependran de les prestacions de l'aparell: la seva resolució, fiabilitat, precisió, etc. La tècnica de captació de dades més utilitzada és la Tomografia Computeritzada (TC).

### **2.- Definició del model de representació**

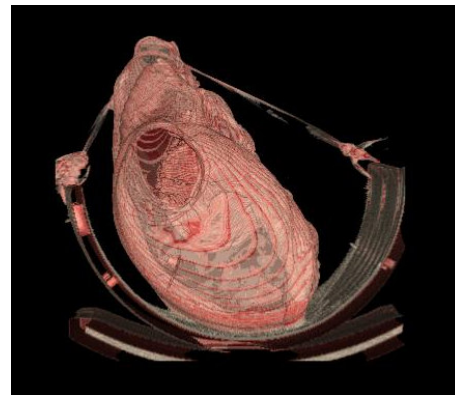
Si volem tractar les dades del porc en el computador, cal definir un esquema de representació que ens permeti accedir fàcilment a aquestes dades. El model més usat és el model de voxels proposat per Kaufman. Aquest model subdivideix l'espai en un conjunt de cubs o paral·lelepípedes de les mateixes dimensions, seguint una malla regular. Cadascun d'aquests cubs, o paral·lelepípedes, rep el nom de vòxel. Sobre cada vòxel s'hi representaran les dades que s'han obtingut del porc.

### 3.- Tècniques de visualització

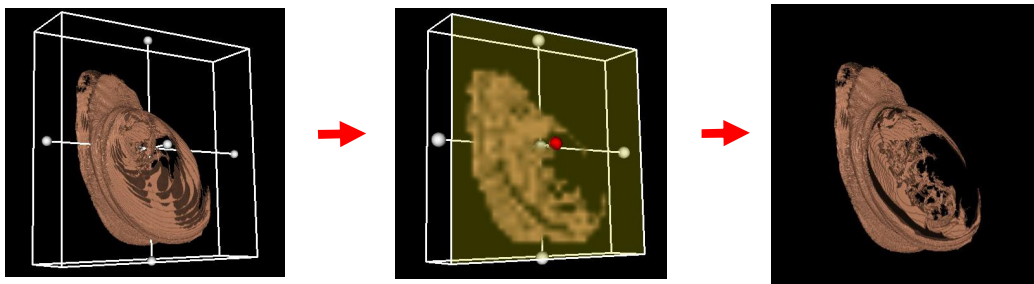
Una vegada tenim el model de representació definit ja podem aplicar les tècniques de visualització. Aquestes ens permetran representar amb 3 dimensions els model porcí. Les tècniques de visualització hauran de determinar quins atributs gràfics (colors) s'assignen als diferents valors de propietat representats en el model de voxels, per tal que es pugui obtenir una representació gràfica del mateix.

En aquest projecte hem implementat la tècnica de **visualització de Ray Casting**. Aquesta tècnica el que fa és llençar un raig sobre el model de voxels per cada píxel de la imatge. Els dos passos principals del Ray Casting consisteixen en determinar els valors que es troben al llarg d'aquests raigs, i d'altra banda compondre aquests valors. Comentar també que tal com hem implementat aquesta tècnica l'usuari pot modificar els colors amb els que es pinta el model.

**Figura 1:** Resultat d'aplicar la tècnica de Ray Casting sobre tot el model porcí. Com a resultat observem el model amb diferents tonalitats depenent del valor d'intensitat de cada regió.

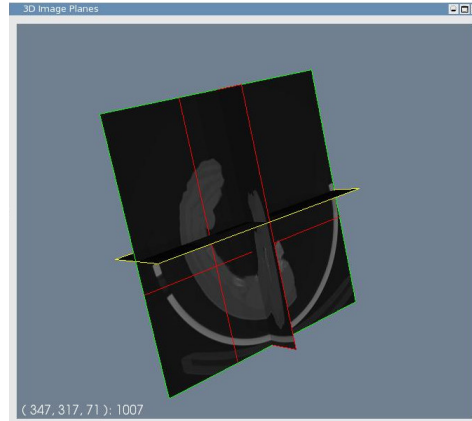


D'altra banda també hem implementat una **eina** anomenada **Box Widget** que ens permetrà navegar pel model i explorar-lo amb més detall. Per utilitzar-lo disposem de 5 direccions diferents: una opció per explorar la part superior del model, una per la part inferior, una per l'esquerra, una per la dreta i finalment una per moure'ns en la profunditat del model.



**Figura 2:** Activem l'opció *Box Widget* (imatge 1). Apliquem el *Box Widget* (imatge 2) i visualitzem un nou resultat (imatge 3).

Finalment també disposem d'una altra **tècnica de visualització** anomenada **Multiplanar**. Aquesta tècnica mostrarà les 3 vistes del model (vista Axial, Sagital i Coronal) i permetrà desplaçar-nos per les diferents llesques que formen cada una de les vistes.



**Figura 3:** Visualització del model porcí utilitzant la tècnica Multiplanar.

#### 4.- Tècniques de segmentació

En aquest apartat és on realitzarem l'acció més important. La segmentació el que fa és identificar i classificar dades que es troben en una representació digital d'una mostra, és a dir, divideix una imatge 2D (o per extensió un model 3D) en un conjunt d'àrees connectades anomenades regions. D'aquesta manera, **les tècniques de segmentació ens permetran separar o extreure la regió de magre o grassa.**

En aquest projecte hem implementat 4 mètodes pertanyents a la tècnica de Region Growing. La idea principal d'aquesta tècnica és començar a partir d'una zona llavor (habitualment un o més píxels) que estigui situada dins l'objecte a segmentar. Els píxels veïns d'aquesta regió són analitzats per determinar si s'han de considerar part de l'objecte. En cas afirmatiu, s'afegeixen a la regió i el procés continua sempre hi quan es vagin afegint nous píxels a la regió.

Els 4 mètodes implementats varien depenent del criteri que s'utilitzi per decidir si un píxel ha de ser inclòs a la regió o no, del criteri utilitzat per determinar els veïns, i de l'estratègia usada per visitar els píxels veïns. A continuació expliquem el funcionament bàsic de cada tècnica.

## Connected Threshold

Un criteri molt simple per incloure píxels a la regió creixent (Region Growing) és avaluar la intensitat dins un rang específic. El criteri utilitzat per el Connected Threshold es basa en l'interval d'intensitat que selecciona l'usuari. Aquest escull un valor per el lower threshold o llindar inferior i un per el upper threshold o llindar superior. L'algoritme inclou aquells píxels que tenen una intensitat dins l'interval.

$$I(X) \in [\text{lower}, \text{upper}]$$

## Neighborhood Connected

Aquesta tècnica és una variant del Connected Threshold. En el cas anterior acceptàvem un píxel a la regió si la seva intensitat pertanyia dins l'interval definit per l'usuari mitjançant els dos valors de threshold. En el Neighborhood Connected, en canvi, només acceptarem un píxel si tots els seus veïns tenen intensitats que pertanyen a l'interval.

## Confidence Connected

El criteri utilitzat per el Confidence Connected està basat en una simple estadística de la regió creixent. Primer de tot, l'algoritme calcula la mitjana i la desviació estàndard dels valors d'intensitat per tots els píxels que en aquell moment pertanyen a la regió creixent. Un factor que selecciona l'usuari s'utilitza per multiplicar la desviació estàndard i definir un rang al voltant de la mitjana. Els píxels veïns amb intensitat dins aquest rang són inclosos a la regió. Arribat aquest punt, la mitjana i la desviació estàndard es tornen a calcular utilitzant tots els píxels que la regió conté en aquest moment. Aquesta mitjana i desviació estàndard defineixen un nou rang d'intensitats que s'utilitza per visitar els píxels veïns i avaluar si la seva intensitat està dins el rang. Aquest procés iteratiu es repeteix fins que no existeixin més píxels a afegir, o bé, hagin arribat al nombre màxim d'iteracions seleccionat.

## Isolated Connected

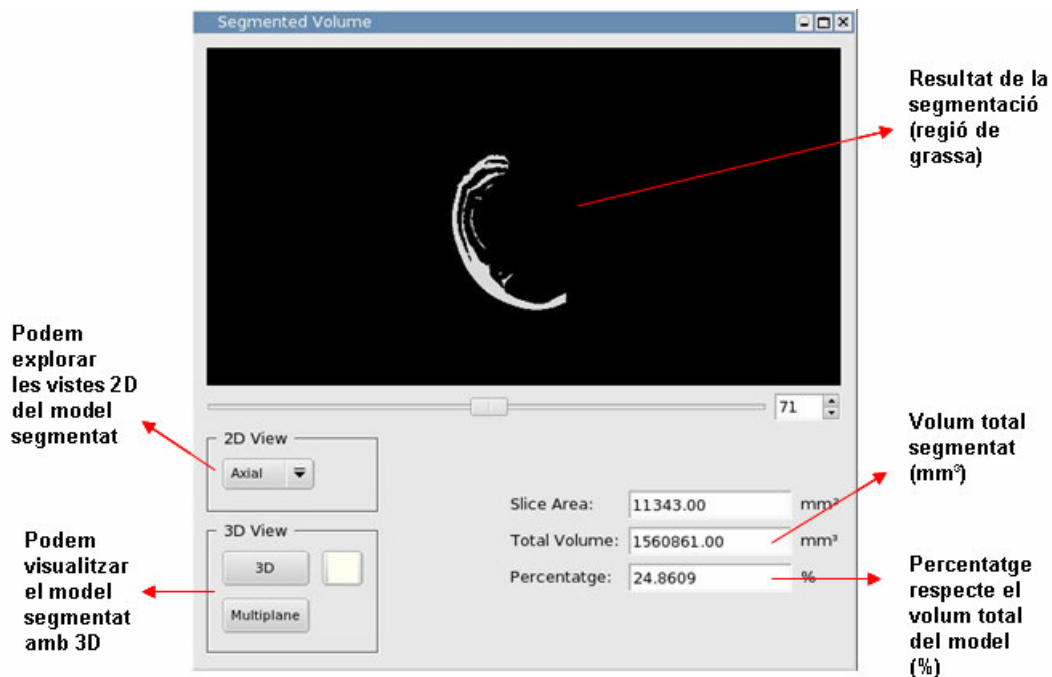
Aquesta tècnica té com a paràmetres dues llavors i el lower threshold. Aquest filtre crearà una regió connectada amb la primera llavor i desconnectada de la segona. Per tal d'aconseguir-ho, el filtre busca un valor d'intensitat que pugui ser utilitzat com a upper threshold per la primera llavor. Una cerca binària s'utilitza per trobar el valor que separa les dues llavors. Aquest filtre està pensat en ocasions on les estructures anatòmiques adjacents són difícils de separar.

## 5.- Càlcul de volums

Mitjançant les tècniques que acabem de comentar, obtindrem com a resultat la regió segmentada que ens interessa. Ara bé, també ens serà necessari **calcular el volum d'aquesta regió i poder determinar així el percentatge de magre o grassa en la carn**. La tècnica que hem utilitzat per a calcular el volum és força senzilla. Es tracta de recórrer el volum segmentat de principi a fi. Examinarem tots els píxels d'una llesca fins arribar al final. A continuació passarem a la següent llesca fins a finalitzar tot el model. A mesura que fem el recorregut contarem tots els píxels que tenen un valor de 1, és a dir, que estan plens.

### Resultat final

Després de veure totes aquestes etapes, mostrem una figura amb el resultat final que obtenim al intentar segmentar la regió de magre o grassa del model porcí.



**Figura 4:** Resultat final de la segmentació utilitzant la tècnica de Connected Threshold.

## Comparació de les tècniques

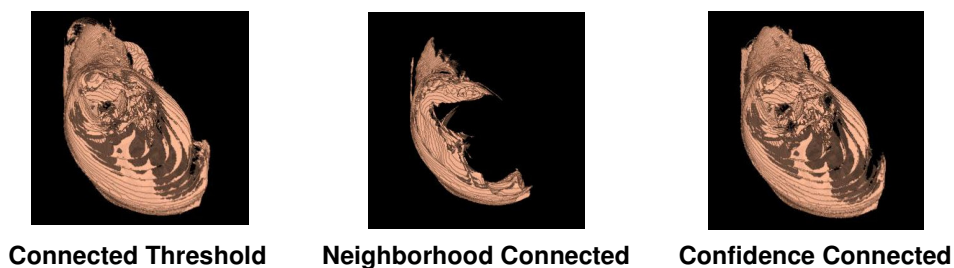
Per últim, varem realitzar un **apartat de comparació inicial de les diferents tècniques de segmentació per veure quina ofereix millors resultats** (en un futur es realitzarà una avaluació més detallada amb l'ajuda d'un expert en el tema). La única tècnica incapaç de segmentar la regió de grassa va ser la Isolated Connected.

| Segmentació grassa     | Volum segmentat (mm <sup>3</sup> ) | Percentatge (%) | Temps          |
|------------------------|------------------------------------|-----------------|----------------|
| Connected Threshold    | 1560861                            | 24.8609         | 4 min 10 seg.  |
| Neighborhood Connected | 794678                             | 12.6574         | 4 min 25 seg.  |
| Confidence Connected   | 1480368                            | 23.5788         | 5 min. 20 seg. |
| Isolated Connected     | -                                  | -               | -              |

**Figura 5:** Taula comparativa de les diferents tècniques de segmentació.



**Figura 6:** Comparació d'imatges obtingudes aplicant les tècniques de segmentació.



**Figura 7:** Comparació d'imatges obtingudes aplicant la visualització 3D sobre els models segmentats de la figura anterior.

Tal com es pot veure a les imatges i a la taula anterior, la tècnica que ens oferia millors resultats i en un temps inferior era la Connected Threshold.