

Universitat politècnica de Catalunya

Departament d'Enginyeria de sistemes, Automàtica i Informàtica Industrial

Aportació a la detecció de simetries en imatges amb projecció ortogràfica

Memòria presentada per Pere Marès i Martí per tal
d'obtenir el títol de doctor per la UPC

Director: Antonio B. Martínez Velasco

Barcelona, Juny del 2002

Als meus pares Maria i Pere, sempre incondicionals
i a la Carmeta que ha aguantat al meu costat

Agraïments

Voldria manifestar l'agraïment al meu director de tesi, el Dr. Antonio B. Martínez Velasco per la direcció d'aquesta tesi, per la confiança dipositada en mi des del primer moment i per el suport continuat.

També voldria agrair especialment en David Tuset, la seva inestimable col·laboració i paciència en el desenvolupament d'algorismes i en la implementació VLSI i en Toni Grau per la seva col·laboració en les publicacions d'aplicació.

Agrair en Joan Climent els seus suggeriments crítics, la seva disponibilitat a escoltar, entre altres moltes coses.

Voldria agrair a la Rita Planes el gran ajut en l'impuls inicial, en un moment de dificultats i de canvis.

Gràcies també a tots els companys que d'una manera directa o indirecta m'han ajudat i m'han recolzat en aquest llarg procés sense oblidar el treball, sempre sord, de la Mireia i la Marta.

Aquest darrers dies he tingut molt present el record profund i amorós d'en Carles Torrent, que ens ha deixat una lliçó d'humanitat i entusiasme davant les dificultats.

Gràcies a tots

Contingut

1	Introducció	1
1.1	El paper de la simetria en visió per ordinador	3
1.2	Objectius de la tesi	6
1.3	Organització de la tesi	9
2	Antecedents	11
2.1	Definicions i propietats dels diferents tipus de simetria	17
2.1.1	Consideracions sobre l'abast dels eixos de simetria	17
2.1.2	Simetria de reflexió	18
2.1.3	Simetria obliqua	20
2.1.4	Simetria de rotació	24
2.1.5	Simetria paral·lela	25
2.1.6	Transformació Axial (SAT, MAT)	27
2.1.7	Simetria local "Smoth" (SLS)	29
2.2	La detecció de simetria: Principals línies de recerca	31
2.2.1	La simetria una característica discreta	34
2.2.2	El compromís anàlisi global anàlisi local	34
2.2.3	Anàlisi a partir d'invariants	39
2.2.4	La simetria com una característica continua	41
2.2.5	La simetria en la descripció axial de formes planes	46
3	Mètode de detecció de simetria proposat	51
3.1	El problema que tractem	51
3.2	Objectius del mètode proposat	53
3.3	Descripció del mètode proposat	55
3.4	Simetria entre dos segments rectilinis	57
3.4.1	Segment de simetria local (SSL)	58
3.4.2	Segment de contribució a la simetria local (SCSL)	59
3.4.3	Ponderació del segment de contribució	60
3.5	Processament d'imatge	63
3.5.1	Obtenció de les línies rectes de la imatge	65

3.5.2	Obtenció de segments acotats	66
3.6	Obtenció dels segments de contribució a la simetria	68
3.6.1	Caracterització i ponderació dels segments de contribució	73
3.7	Mapa d'acumulació del segments de contribució ponderats	74
3.7.1	Pertinença dels píxels al segment de contribució	74
3.7.2	Procés d'acumulació	75
3.8	Extracció d'eixos de simetria local ponderats	78
3.8.1	Eixos locals virtuals principals	79
3.8.2	Acotació dels eixos de simetria virtuals	80
3.8.3	Ponderació del eixos locals	81
3.8.4	Eixos globals	83
3.9	Comparació amb altres mètodes existents	84
4	Millora del temps de processament	87
4.1	Traçat de segments rectilinis	89
4.1.1	Solució proposada al traçat de segments rectilinis	92
4.1.2	Algorisme de traçat de línies no incremental	92
4.1.2.1	Modelat del traçat de línies en paral·lel	93
4.1.2.2	Error comès en la selecció del píxel	95
4.1.2.3	Formulació del algorisme paral·lel	97
4.1.2.4	Comparació amb l'algorisme clàssic de Bresenham	98
4.2	Arquitectura paral·lela dedicada al càlcul del mapa d'acumulació	100
4.2.1	Cel·la processadora de píxel	102
4.2.2	Unitats de càlcul de fila i columna	104
4.2.3	Simplificació de les unitats de càlcul	105
4.2.4	Matriu de cel·les processadores de píxel	108
4.2.5	Accés a la matriu de cel·les processadores de píxel	109
4.2.6	Busos de l'arquitectura interns	111
4.2.7	Acotadors de la longitud	113
4.2.8	Interfície al bus extern	113
4.3	Aplicacions gràfiques de l'arquitectura	116
4.3.1	Traçat de línies rectes en paral·lel	116
4.3.2	Processador gràfic amb memòria incorporada	118

5	Resultats obtinguts	123
5.1	Resultats sobre imatges sintètiques	123
5.1.1	Resultat sobre una llista de segments rectilinis amb una distribució simètrica	124
5.1.2	Resultat sobre una imatges sintètica	127
5.1.3	Resultat sobre una imatges sintètica sotmesa a diferents rotacions	132
5.2	Resultats sobre imatges reals	135
5.2.1	Resultat sobre una escena real	136
5.2.2	Resultat sobre un objecte amb simetries global i locals	139
5.2.3	Resultat sobre una imatges amb reducció severa de segments rectilinis	142
5.2.4	Extensió del mètode a imatges amb projecció no ortogràfica	147
5.3	Temps de processament	153
5.3.1	Resultat en el temps de processament de les diferents etapes del mètode	153
5.3.2	Millora del temps de processament	155
6	Disseny VLSI del processador dedicat	157
6.1	Descripció de l'entorn	159
6.2	Adaptació del disseny a la tecnologia d'alta escala d'integració VLSI	163
6.2.1	Cel la processadora de píxel	163
6.2.2	Representació física de la cella processadora de píxel	168
6.2.3	Matriu de cel les processadores	170
6.2.4	Unitats càlcul	172
6.2.5	Representació física de les unitats de càlcul	177
6.2.6	Descodificador /Acotador de fila o columna	179
6.2.7	Etapa d'Entrada/sortida	182
6.3	Característiques del circuit obtingut	183
6.3.1	Àrea de silici requerida	183
6.3.2	Freqüència màxima de treball i capacitat de càlcul del processador	185
6.3.2.1.	Determinació del camí crític en el processament de segments rectilinis	188
6.3.2.2.	Càlcul de freqüència màxima de treball i de la potència de càlcul	192
6.3.2.3.	Temps d'accés a les dades	193
6.3.3	Migració a una tecnologia de més alta escala d'integració	195
6.3.4	Conclusions	196

7	Conclusions	199
7.1	Aportacions	199
7.2	Futures línies de recerca	203
7.3	Camps d'aplicació	206
7.4	Publicacions a que ha donat lloc els treballs d'aquesta tesi	207

Referències bibliogràfiques