

RÉPUBLIQUE ALGERIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

————— » 0 « —————

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

————— » 0 « —————

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

————— » 0 « —————

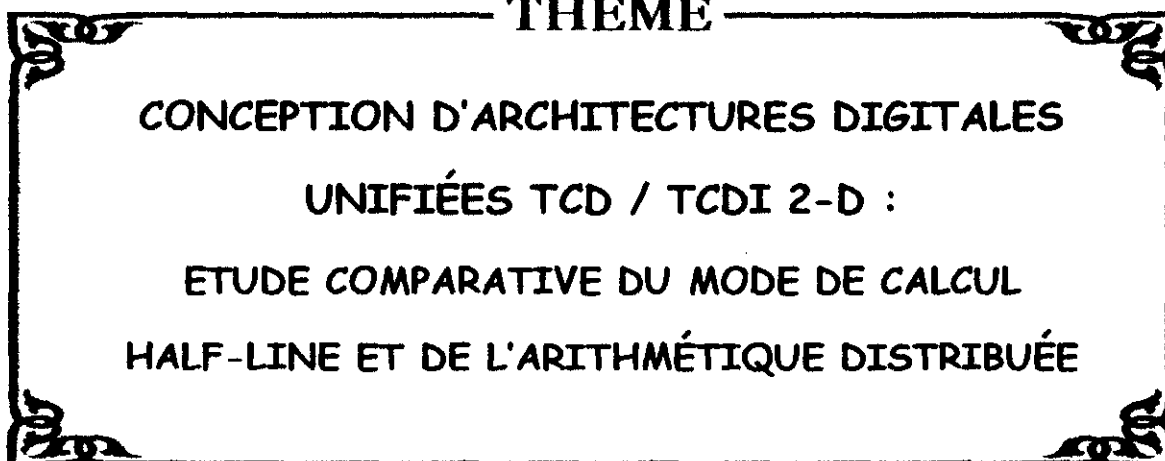
Département : ÉLECTRONIQUE

Option : TÉLÉCOMMUNICATIONS

————— » 0 « —————

THÈSE DE MAGISTER

THEME



Présentée par : Mr M. TOUNSI

Ingénieur d'état en Electronique, ENP.

Devant le Jury :

Mr D. BERKANI, Professeur à l'E.N.P..... Président

Mr A. FARAH, Professeur à l'E.N.P..... Rapporteur

Mr A. BELLOUHRANI, Docteur d'état à l'E.N.P Examineur

Mr R. SADOUN, Chargé de cours à l'E.N.P Examineur

Mr Z. TERRA, Docteur-Ingénieur, Chargé de cours à l'E.N.P Examineur

ملخص

إن استعمال محاولة تجب المنفصلة (TCD) بشفرة الصور الرقمية في وقتنا الحاضر، مقرر في مختلف القواعد الدولية . الهدف هو إيجاد تطبيقات و خدمات مثل المحاضرة-البصرية و HDTV بحيث لا يمكن تحقيق ذلك إلا بزرع TCD و محولتها العكسية في الدارات المتكاملة (ASICs) نظرا لاحتلالها الطبقات الأكثر عملا. بالرغم من أن معظم حساباتها تستنتج بالدمج التسلسلي، فإن دمجها الحسي أصبح هو العنصر المفتاح في VLSI لضغط الصور.

سبين في هذا البحث أن هناك خفة عالية في التوافق بين الحسابات و الأشكال بحيث تبقى دائمة باستعمال دراسة مقارنة و أدوات حسابية فعالة كالحساب الموزع و طريقة الحساب بالخط "ON LINE" التي تسمح باشتقاق الحساب الموزع من أجل تكوين شكل موحد

RÉSUMÉ

L'utilisation de la transformée cosinus discrète (T.C.D) en codage d'images numériques, est de nos jours adoptée par les diverses normes internationales. L'objectif d'offrir des applications et des services tels que la visioconférence et la HDTV, reporté sur le codec, ne pourrait être atteint que par l'implantation de la TCD et sa transformée inverse sur des circuits intégrés dédiés (ASICs), vu qu'elles occupent les blocs les plus opérationnels. Quoique la majorité de leurs algorithmes, sont dédiés à une implémentation software, leur implémentation hardware est devenue l'élément-clé en VLSI pour la compression d'image. Dans notre travail de thèse, nous montrons avec une étude comparative, qu'une grande souplesse d'adaptation algorithmes-architectures existe avec l'utilisation d'outils arithmétiques efficaces tels l'arithmétique distribuée et le mode de calcul half-line qui permettent de dériver un algorithme hybride TCD/TCDI 2-D pour la conception d'une architecture unifiée.

ABSTRACT

Transform coding utilising the discrete cosine transform (DCT) has been adopted in various standards of image compression. As it is the most operative bloc of the encoder's range, the modern digital image systems require fast DCT computational algorithms, especially dedicated to VLSI implementation. In this work, we show that an adequation algorithms-architectures exists and we present the derivation and the choice of an hybrid algorithm DCT-IDCT 2-D, based on the distributed arithmetic and the half-line mode of computation, in order to obtain a regular unified architecture TCD/TCDI 2-D.

LISTE DES MOTS-CLES

Synthèse architecturale

Algorithmique rapide

Transformée orthogonale Cosinus Discrète T.C.D

Circuits intégrés dédiés (ASICs)

Codage d'images

Norme JPEG

Standard H.261

Standard MPEG

Niveaux de description d'un circuit intégré

Systèmes redondants d'écriture des nombres

Arithmétique sérielle ON-LINE et HALF-LINE

Arithmétique distribuée

Adéquation algorithme - architecture

Mémoire ROM à double buffer

Additionneur à retenue conservée (CSA)

Additionneur à retenue anticipée (CLA)

Additionneur à propagation de retenue (CPA)

Arbre additionneur multi-niveaux

Modèle de comparaison des ressources architecturales

Modèle de comparaison de Kai-Hwang

SOMMAIRE

PAGES

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES TECHNIQUES DE CODAGE D'IMAGES

1 - INTRODUCTION.....	5
2 - NUMERISATION, CODAGE ET COMPRESSION D'IMAGES.....	5
2.1 - Techniques de compression d'images.....	6
2.1.1 - Techniques avec distorsions.....	6
2.1.1.1 - Le codage prédictif.....	6
2.1.1.2 - Le codage par transformées orthogonales.....	7
2.1.1.3 - Le codage hybride.....	10
2.1.1.4 - Le codage par quantification vectorielle.....	10
2.1.1.5 - La technique de troncature de bloc.....	10
2.1.1.6 - Le codage par interpolation.....	10
2.1.2 - Techniques sans distorsions.....	11
2.1.2.1 - Technique des plages.....	11
2.1.2.2 - Technique des plans de bits.....	11
2.1.2.3 - Techniques statistiques.....	11
2.2 - Standardisation en codage d'images.....	11
2.2.1 - Aperçu sur la norme JPEG.....	12
2.2.1.1 - Propriétés.....	12
2.2.1.2 - Le codage par la transformée TCD.....	12
2.2.1.2.a - Codage par TCD séquentielle.....	13
2.2.1.2.b - Codage par TCD progressive.....	13
2.2.1.2.c - Propriétés.....	13
2.2.1.3 - Image à plusieurs composants.....	14
2.2.2 - Aperçu sur le standard H.261.....	15
2.2.2.1 - Codeur.....	15
2.2.2.2 - Codage par transformée.....	15
2.2.2.3 - Quantification.....	16
2.2.2.4 - Types de balayages.....	16
2.2.2.5 - Estimation de mouvement.....	16
2.2.2.6 - Filtre de la boucle.....	17
2.2.2.7 - Codage à longueur variable (CLV).....	17
2.2.3 - Aperçu sur le standard MPEG.....	17
2.2.3.1 - Réduction de la redondance temporelle.....	18
2.2.3.2 - Compensation de mouvement.....	18
2.2.3.3 - Estimation de mouvement.....	19
2.2.3.4 - Réduction de la redondance spatiale.....	19
3 - CONCLUSION.....	20

CHAPITRE II : LA TRANSFORMEE COSINUS DISCRETE T.C.D.

1 - INTRODUCTION.....	21
2 - ALGORITHMIQUE RAPIDE DE LA T.C.D.....	21
2.1 - Définitions.....	21
2.1.1 - T.C.D unidimensionnelle.....	21
2.1.2 - T.C.D bidimensionnelle.....	22
2.2 - Propriétés	22
2.3 - Algorithmes T.C.D 2-D.....	23
2.3.1 - Approche Ligne / Colonne	23
2.3.2 - Approche Directe.....	24
2.3.2.1 - Algorithme rapide TCD 2-D de N.I.Cho et S.U.Lee.....	24
2.3.2.2 - Discussion	31
2.4 - Algorithmes T.C.D 1-D.....	31
2.4.1 - Décomposition en radical 2.....	32
2.4.1.1 - Algorithme récursif de Hou	32
2.4.1.2 - Algorithme de Chen.....	37
2.4.1.3 - Algorithme par T.F.D.....	40
2.4.2 - Décomposition en radical 4.....	43
2.4.3 - Décomposition en radical 8	44
2.4.4 - Discussion	44
3 - CONCLUSION.....	45

CHAPITRE 3 : OUTILS ARITHMETIQUES : MODE HALF-LINE ET ARITHMETIQUE DISTRIBUEE

1 - INTRODUCTION.....	46
2 - INCOMMODITES DE L'ARITHMETIQUE CLASSIQUE.....	46
2.1 - Incommodité de la circulation parallèle des opérandes.....	46
2.2 - Incommodité de la propagation de la retenue.....	47
2.3 - Incommodité de la simultanéité.....	47
3 - ARITHMETIQUE « SERIE » OU MODE DE CALCUL SERIEL.....	47
4 - LES SYSTEMES REDONDANTS D'ECRITURE DES NOMBRES.....	48
5 - ARITHMETIQUE ON-LINE ET HALF-LINE.....	50
5.1 - Le mode de calcul On-line.....	50
5.2 - Le mode de calcul Half-line.....	50
5.3 - Spécificités des modes On-line et Half-line.....	50
5.4 - Evaluation de la TCD par le Half-line.....	51
5.4.1 - Evaluation de l'expression généralisée de la T.C.D.....	51
5.4.2 - Algorithme de l'addition half-line	54
5.5 - Structure générale d'un algorithme half-line.....	55

5.6 - Implémentation de l'expression généralisée de la T.C.D.....	56
5.6.1 - Le bloc de normalisation	56
5.6.1.1 - Proposition d'une ROM.....	56
5.6.1.2 - Circuits de décodage de la ROM.....	57
5.6.1.3 - Additionneur à retenue conservée (CSA).....	58
5.6.1.4 - CSAs multi-niveaux	59
5.6.1.5 - Architecture du bloc de normalisation pour le radical 8.....	59
5.6.1.6 - Architecture du bloc de normalisation pour le radical 8.....	60
5.6.2 - Le bloc de sélection	61
5.6.2.1 - Additionneur à Retenue Anticipée (CLA).....	63
5.6.2.2 - Circuit de sélection du bit résultat.....	63
5.6.3 - Architecture pipe-linée du bloc de sélection.....	65
5.6.4 - Discussion	65
6. ARITHMETIQUE DISTRIBUEE (D.A).....	66
6.1 - Dérivation d'un calcul « arithmétique distribué ».....	66
6.2 - Implémentation	66
6.2.1 - Réduction de la taille de la ROM.....	67
6.2.2 - Amélioration de la vitesse de traitement.....	70
6.2.3 - Limites de la conception classique	71
6.3 - Optimisation de l'algorithme distribuée de la TCD.....	71
6.3.1 - Principe de l'algorithme.....	71
6.3.2 - Implémentation de l'expression généralisée de la T.C.D.....	72
6.3.3 - Etage de Normalisation.....	73
6.3.3.1 - Architecture du bloc de Normalisation pour la T.C.D à radical 8.....	73
6.3.3.2 - Architecture du bloc de Normalisation pour la T.C.D à radical 4.....	74
6.3.4 - Etage d'Accumulation.....	74
6.3.4.1 - Additions parallèles.....	75
6.3.4.2 - Propagation de la retenue.....	76
6.4 - Discussion	77
6.5 - Remarque.....	77
7. CONCLUSION.....	78

CHAPITRE 4 : COMPARAISON DES ARCHITECTURES

1 - INTRODUCTION.....	79
2 - MODELES DE COMPARAISON.....	79
2.1- Le modèle de comparaison des ressources architecturales	79
2.2. Le modèle de comparaison de Kai Hwang.....	79
3. LA COMPARAISON SPACIALE.....	80
3.1 - L'espace mémoire.....	80
3.2 - L'espace opératif.....	81

4. LA COMPARAISON TEMPORELLE	81
4.1. Temps de propagation des ressources architecturales	81
4.2. La fréquence (le chemin critique).....	81
5. COMPARAISON DES LA PRECISION	82
5.1 - Nombre de bits du signal d'entrée (pixels).....	83
5.2. Nombre de bits des noyaux cosinus ou constantes A.....	83
6. COMPARAISON DES ARCHITECTURES	83
6.1. Application et comparaison en mode Half-Line	84
6.1.1 - Les ressources architecturales	84
6.1.1.1 - L'espace mémoire.....	84
6.1.1.2 - L'espace opératif	84
6.1.2 - Performances temporelles.....	85
6.1.2.1 - Estimation du temps de propagation global.....	85
6.1.2.2 - Discussion	86
6.1.2.3 - Estimation de la période (fréquence)	86
6.1.3. L'étude de précision.....	87
6.2. Application et comparaison en arithmétique distribuée.....	89
6.2.1 - Les ressources architecturales	89
6.2.1.1 - L'espace mémoire.....	89
6.2.1.2 - L'espace opératif	89
6.2.2 - Performances temporelles.....	90
6.2.2.1 - Estimation du temps de propagation global.....	90
6.2.2.2 - Discussion	91
6.2.2.3 - Estimation de la période (fréquence)	91
6.2.3. L'étude de précision.....	91
6.3. Comparaison et choix final	93
7. CONCLUSION	93

<u>CHAPITRE 5</u> : CONCLUSION GENERALE	95
--	----

ANNEXE A : RAPPELS SUR LES ADDITIONNEURS PARALLELES

ANNEXE B : PROGRAMMATION EN LANGAGE C⁺⁺

BIBLIOGRAPHIE