

UNIVERSITE DE BOURGOGNE
U.F.R DES SCIENCES ET TECHNIQUES
Laboratoire LE2I

THÈSE

Présentée par
Abdelhalim MAYACHE

Pour obtenir le grade de
Docteur de l'université de Bourgogne
Spécialité :
Informatique et Instrumentation de l'Image

ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES IMAGES FIXES MONOCHROMES COMPRESSÉES

Soutenue le 5 Septembre 2005 devant la commission d'examen

JURY

P.GOUTON	Professeur à l'université de Bourgogne	Président
A.BENSRHAIR	Professeur à l'INSA de Rouen	Rapporteur
L.MACAIRE	Maître de conférences à l'université de Lille	Rapporteur
M. PAINDAVOINE	Professeur à l'université de Bourgogne	Directeur de thèse
T.EUDE	Maître de conférences à l'université de Bourgogne	Codir. de thèse
C.CHARRIER	Maître de conférences à l'université de Caen	Examineur

REMERCIEMENTS

Cette thèse a été effectuée au sein du laboratoire Electronique, Informatique et Image (LE2I) de l'Université de Bourgogne, à Dijon, sous la direction de Thierry EUDE et de Michel PAINDAVOINE, respectivement Maître de conférences et Professeur à l'Université de Bourgogne.

J'exprime mes remerciements à Monsieur Michel PAINDAVOINE, directeur du laboratoire LE2I, de m'avoir accueilli avec bienveillance et permis d'arriver au terme de ma thèse dans de bonnes conditions. Je tiens à exprimer ma gratitude à Thierry EUDE, qui a pris très à cœur sa fonction d'encadrement, pour ses recommandations, ses conseils et sa patience. C'est à lui que revient l'idée de cette recherche.

Je tiens à remercier Monsieur Abdelaziz BENSRAHAI, Professeur à l'INSA de Rouen et directeur adjoint du laboratoire PSI, ainsi que Monsieur Ludovic MACAIRE, Maître de Conférences au Laboratoire LAGIS de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, d'avoir accepté d'être rapporteurs de ce travail.

J'aimerais également remercier Monsieur Pierre GOUTON, Professeur à l'Université de Bourgogne, qui m'a fait l'honneur d'exercer la fonction de président du jury. Ses encouragements ont été pour moi d'une aide incalculable. Je lui dois beaucoup et je ne peux que le remercier autant de fois que possible.

Je remercie Monsieur Christophe CHARRIER, Maître de Conférences à l'Université de Caen Basse-Normandie qui a bien voulu participer à ce jury et pour l'intérêt qu'il a accordé à ce travail.

Aussi une profonde sympathie à tous ceux et celles du laboratoire qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de ce travail. Mes sincères remerciements à toute personne ayant participé aux tests.

Enfin, je ne peux oublier ma famille, mes parents, mes frères et mes sœurs pour leur amour, leur soutien moral et matériel, leur patience et leurs encouragements durant cette longue étude. Je leur adresse l'expression de mes plus cordiaux remerciements.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	4
CHAPITRE 1	7
LE SYSTEME VISUEL HUMAIN.....	7
1.1 <i>Le Système optique.....</i>	<i>8</i>
1.2 <i>La rétine.....</i>	<i>8</i>
1.2.1 Les photorécepteurs.....	9
1.2.2 L'échantillonnage rétinien.....	11
1.2.3 Le champ récepteur.....	12
1.3 <i>Canal de transmission.....</i>	<i>14</i>
1.4 <i>Le cortex visuel.....</i>	<i>14</i>
CHAPITRE 2	18
MODELES DE VISION	18
2.1 <i>Modèle basé sur le contraste.....</i>	<i>18</i>
2.1.1 Contraste de signaux simples.....	19
2.1.2 Sensibilité aux contrastes.....	20
2.1.3 Contraste de signaux complexes.....	23
2.1.3.1 Définitions classiques du contraste de signaux complexes.....	23
2.1.3.2 Contraste local à bande limitée.....	25
2.2 <i>Modèle basé sur la représentation multicanal.....</i>	<i>26</i>
2.2.1 Transformée cortex.....	27
2.2.1.1 Les filtres Dom.....	27
2.2.1.2 Les filtres Fan.....	28
2.2.1.3 Les filtres cortex.....	29
2.2.2 Contraste intra-canal.....	30
2.3 <i>Masquage.....</i>	<i>31</i>
2.4 <i>Détection et combinaison des informations visuelles.....</i>	<i>33</i>
2.4.1 Détection.....	33
2.4.2 Combinaison.....	35
2.5 <i>Facteurs influençant l'attention visuelle.....</i>	<i>35</i>
CHAPITRE 3	36
EVALUATION DE LA QUALITE DES IMAGES	37
3.1 <i>Métriques basées sur des critères mathématiques.....</i>	<i>38</i>
3.2 <i>Métriques basées sur des modèles du SVH.....</i>	<i>41</i>
3.2.1 Modèles simple canal.....	41
3.2.1.1 WSNR "Weighted Signal-to-Noise Ratio" : Mannos et Sakrison.....	41
3.2.1.2 Modèle de Chou et Li.....	42
3.2.2 Modèles multi-canaux.....	45
3.2.2.1 VDP "Visual Difference Predictor": Daly.....	45
3.2.2.2 Modèle d'Osberger.....	49
3.2.2.3 VDM, "Visual Discrimination Model" : Lubin.....	52
3.2.2.4 IVC : Bekkat, Barba.....	53
3.2.2.5 Modèles non-linéaires.....	54
3.2.3 Modèles spécialisés.....	57
3.2.3.1 Modèle de Gaddipatti à base d'ondelettes.....	57
3.2.3.2 DCTune, modèle de Watson.....	58
3.2.3.3 Modèle Karunasekera-Kingsbury.....	63
3.2.3.4 Le PQS, "Picture Quality Scale".....	66
3.2.3.5 Modèle de Fränti.....	71
3.3 <i>Méthodes univariantes.....</i>	<i>73</i>
CHAPITRE 4	74
MESURE SUBJECTIVE DE LA QUALITE IMAGE.....	74
4.1 <i>Conditions générale d'observation.....</i>	<i>74</i>
4.2 <i>Correction gamma.....</i>	<i>74</i>
4.3 <i>Banque d'images.....</i>	<i>78</i>
4.4 <i>Méthodes d'évaluation.....</i>	<i>80</i>

4.4.1	Critères d'optimisation	80
4.4.2	Echelle de Différence [YAN98]	81
4.4.2.1	Principe	81
4.4.2.2	Critères nécessaires à la construction	81
4.4.2.3	Procédure de construction d'échelle	82
4.4.2.4	Optimisation	84
4.4.3	Méthodes d'évaluation à double stimulus [UIT00]	89
4.4.3.1	Principe	89
4.4.3.2	Méthode d'évaluation à double stimulus retenue	91
4.4.3.3	Optimisation	92
4.4.4	Comparaison et choix de la méthode	99
CHAPITRE 5		101
MESURE OBJECTIVE DE LA QUALITE IMAGE		101
5.1	<i>Critères de performances</i>	102
5.1.1	Corrélation de rang	102
5.1.2	Corrélation Linéaire	103
5.1.3	Robustesse	104
5.1.3	Fidélité	107
5.2	<i>Evaluation, comparaison et optimisation</i>	109
5.2.1	Cartes des distorsions visibles	109
5.2.2	Evaluation des performances	113
5.2.2.1	Fidélité	113
5.2.2.2	Robustesse	116
5.2.3	Comparaison des performances	118
5.2.4	Optimisation des performances	122
CHAPITRE 6		133
METRIQUE D'EVALUATION DE QUALITE BASEE SUR UNE DECOMPOSITION MULTI-ECHELLE		133
6.1	<i>Principe</i>	133
6.1.1	Décomposition multi-résolution	134
6.1.2	Modèle Psychovisuel	135
6.1.3	Sommation des erreurs	135
6.2	<i>Evaluation des performances</i>	137
6.2.1	Evaluation de la règles du cumul	137
6.2.2	Evaluation modélisation perceptuelle	139
6.3	<i>Optimisation du modèle</i>	146
CONCLUSION GÉNÉRALE		151
ANNEXE.1		154
REGRESSION ET ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES		154
A1.1	<i>Approximation au sens des moindres carrés</i>	154
A1.2	<i>Analyse en composantes principales</i>	155
ANNEXE 2		157
COMPLEMENT DE RESULTATS DES TESTS		157
A2.1	<i>Echelle de Différences</i>	157
A2.2	<i>La SDSIS</i>	157
A2.3	<i>Comparaison inter-techniques</i>	160
ANNEXE 3		163
COMPLEMENT DE RESULTATS DES CALCULS		163
A3.1	<i>Cartes de distorsions visibles</i>	163
A3.2	<i>Evaluation modélisation perceptuelle</i>	178
A3.3	<i>Optimisation du modèle (QRM)</i>	185
ANNEXE 4		190
BANQUE D'IMAGES		190
BIBLIOGRAPHIE		193