

Cours	Techniques Multimédia
Auditoire	3 ^{ème} année Licence Informatique (LFI3) / 3 ^{ème} année Licence Génie Logiciel (LA3GL)
Etablissement	Faculté des Sciences de Tunis / INSAT
Responsable du cours	Aymen SELLAYOUTI
Années Universitaires	2011-2012 (FST) 2013-2014/2014-2015 (INSAT)

Objectifs :

L'objectif de ce cours est d'initier les étudiants aux applications multimédia, qui sont composées de données hétérogènes : textes, sons, graphiques, images fixes, animations, vidéos. Ce cours devrait également permettre aux apprenants de créer, numériser et manipuler de telles données.

Pré requis :

Une base mathématique, en particulier étude de fonction, intégration, etc.

Plan du Cours :

1. Le multimédia

- 1.1. C'est quoi le multimédia ?
- 1.2. Comment est-il né?
- 1.3. Théorie de l'information
- 1.4. Traitement de l'information
- 1.5. Comment le multimédia évolue ?
- 1.6. Propriétés du multimédia
- 1.7. Types d'application multimédia
- 1.8. Usages

2. Traitement du Son

- 2.1. Prologue
- 2.2. Son
- 2.3. Caractéristiques du son
- 2.4. Traitement numérique du son
- 2.5. Présentation du format audio

3. Compression MP3

- 3.1. Prologue
- 3.2. Utilisation
- 3.3. Principe de la compression MP3
- 3.4. Avantages et Inconvénients
- 3.5. Du MP3 au MP3-PRO

4. Introduction au traitement d'images

- 4.1. Prologue
- 4.2. Caractéristiques d'une image
- 4.3. Image numérique
- 4.4. Techniques de traitement d'image
- 4.5. Exemples de traitement d'image

5. Rehaussement et restauration d'images

- 5.1. Prologue
- 5.2. Transformation ponctuelles
- 5.3. Transformations de voisinage
- 5.4. Transformation spectrale
- 5.5. Histogramme
- 5.6. Améliorations d'images
- 5.7. Egalisation d'histogramme

6. Filtrage d'image

- 6.1. Prologue
- 6.2. Convolution
- 6.3. Bruits dans l'image
- 6.4. Définition du filtrage
- 6.5. Filtrage passe bas
- 6.6. Filtre médian
- 6.7. Filtrage Min Max
- 6.8. Filtrage par la moyenne
- 6.9. Filtre Gaussien

7. DéTECTEURS de contours

- 7.1. Prologue
- 7.2. Détection de contours
- 7.3. Le Gradient
- 7.4. Roberts,
- 7.5. Prewitt
- 7.6. Sobel
- 7.7. Seuillage
- 7.8. Le Laplacien

8. Segmentation d'images

- 8.1. Prologue
- 8.2. Approche Région
- 8.3. Approche Contour
- 8.4. Approche basée Clustering
- 8.5. Approche hybride

9. Compression & Codage de vidéo numérique

- 9.1. Prologue
- 9.2. Vidéo numérique
- 9.3. Compression

9.4.Codage

9.5. Les codecs

Bibliographie :

- [1] Cours de Mme Isabelle Bloch ENST / Département Signal & Images.
- [2] Cours de Mr Sébastien Dubuisson MCF LIP6 / Département Calcul Scientifique.
- [3] Cours de Mr Pierre Hanna Labri/ Département Image et Son.
- [4] Cours de Mr Mohamed Naouai LIPAH/ Département Informatique Faculté des Sciences de Tunis.
- [5] Cours de Mr Sahbi SIDHOM MCF. Université Nancy 2 Equipe de recherche SITE – LORIA.
- [6] Cours de Mme Florence Tupin ENST / Département Signal & Images.
- [7] J.P. Cocquerez et S. Philipp, Analyse d'images : filtrage et segmentation, Ed. Masson, 1995.
- [8] R.C. Gonzalez et Woods, Digital Image Processing, deuxième édition, Ed. Addison Wesley, 2002.
- [9] H. Maître, Le traitement des images, Ed. Hermès Lavoisier, 2003.

 Année universitaire 2014-2015

Niveau : 3ème Année
LA3GL
Cours
Techniques Multimédia

Aymen.sellaouti@gmail.com

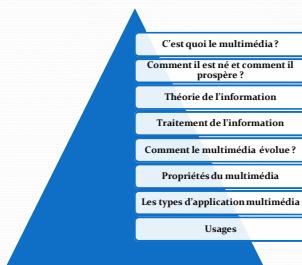
INSAT©Aymen SELLAOUTI

C'est quoi le multimédia ?

Prologue

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 4

Plan



TMM Cours 1 Techniques Multimédia 2

Prologue (1/2)

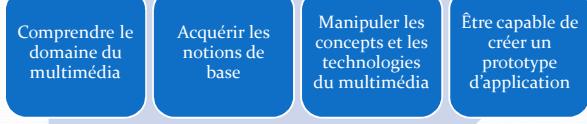
À l'origine « Multimédia » est un **adjectif** qui appartient au vocabulaire de la publicité.

Une « compagnie multimédia » désigne alors le recours complémentaires à plusieurs médias (presse écrite, affiches, radio et télévision) pour assurer la promotion auprès du grand public d'un nouveau produit, d'un événement culturel, politique, etc.

L'usage adjectival est alors strictement conforme à son étymologie (origine) :
→ multus (latin) = pluralité
→ media (latin, sing. medium) = milieu.

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 5

Objectifs



TMM Cours 1 Techniques Multimédia 3

Prologue (2/2)

Multimédia devient nom avec l'avènement du numérique et des applications multimédias intégrant sur un même support plusieurs médias.

D'où le développement d'un nouveau domaine de création et de diffusion qu'est le multimédia

→ Multimédia fait d'abord référence à une pluralité de médias conjointement utilisés pour la réalisation d'un **unique produit** de communication, d'apprentissage ou de divertissement.

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 6

C'est quoi le multimédia ?

Quelques définitions

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 7

Définition 2 : information

Multimédia

- la transmission d'un message qui met en jeu plusieurs canaux perceptifs de l'être humain. Ces canaux peuvent être utilisés alternativement ou, le plus souvent, simultanément.

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 10

Multimédia

- Le mot multimédia est apparu vers la fin des années 1980, lorsque les supports de stockage se sont développés comme les CD-ROM.
- Désignait alors les applications qui, grâce à la mémoire du CD et aux capacités de l'ordinateur, pouvaient générer, utiliser ou piloter différents médias simultanément :
 - texte
 - audio : musique, voix/parole, séquence sonore, ...
 - image : image fixe ou animée, *graphique, ...
 - vidéo : audiovisuel, *séquence mixte, *montage, ...
 - interface homme-machine: interactive.

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 8

Définition 3 : Multimédia

" Technologie de l'information permettant la manipulation simultanée de sons, d'images et de textes, au moyen d'un seul ensemble informatique et de façon interactive ".

Données de différents types	Support	Manipulation	Outil informatique
<ul style="list-style-type: none"> Textes, sons (voix, musique), images fixes (dessins, photographies), images animées (vidéo) 	<ul style="list-style-type: none"> CD-ROM Disque 	<ul style="list-style-type: none"> Acquisition, traitement, communication, restitution 	<ul style="list-style-type: none"> Plate-forme matérielle et logicielle

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 11

Définition 1 : terminologie

Multimédia	Un média	Définition grossière
<ul style="list-style-type: none"> association de plusieurs médias 	<ul style="list-style-type: none"> milieu de diffusion de l'information Par ex: texte, son, image, vidéo, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Co-existence sur un même support de plusieurs médias

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 9

Pour résumer :

- La réunion sur un même support de différents médias : texte, son, vidéo, graphiques, images fixes et animées.
- Le support doit être numérique: disque dur, CD-ROM...
- Les différentes données multimédia sont nécessairement synchronisées dans le temps pour assurer une certaine interactivité.

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 12

Pourquoi le Multimédia

L'homme par essence et par ses sens est multimédia.

Des études portant sur l'interactivité montrent que l'être humain ne retient que :

- 10% de ce que nous lisons
- 20% de ce que nous entendons
- 30% de ce que nous voyons
- 50% de ce que nous voyons et entendons en même temps
- 80% de ce que nous disons
- 90% de ce que nous faisons et disons en même temps

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 13

Application Multimédia (2/3)

- Jeux
- Bases de données Multimédia

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 16

Objectifs du Multimédia

Acquérir, gérer et manipuler :	Besoins :	Numériser l'information	Compromis
<ul style="list-style-type: none"> • Des chiffres, • du texte, • du son, • des graphiques, • des images, • de la vidéo. 	<ul style="list-style-type: none"> • piloter des outils divers. • gérer de grandes quantités d'information. 		<ul style="list-style-type: none"> • stockage, • qualité, • affichage, • coût.

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 14

Application Multimédia (3/3)

- Web
- VoIP, Vidéoconférence
- jeux interactifs
- Journaux en ligne
- Visites électroniques de Musées
- Encyclopédies et livres électroniques
- L'apprentissage électronique (e-learning)
- TV, cinéma et vidéos interactifs
- ...

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 17

Application Multimédia (1/3)

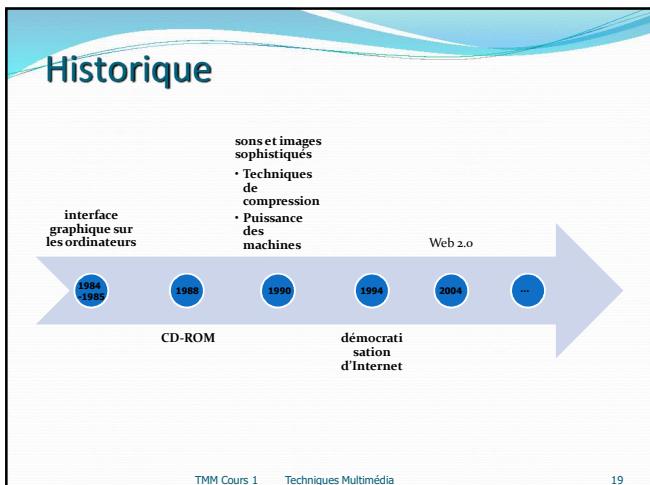
Toute application informatique qui utilise différents médias d'une façon interactive.

- Word Wide Web
- TV interactif
- Cd interactif
- Réalité virtuelle

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 15

Comment il est né et comment il prospère ?

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 18



Média adressable et média non adressable

Un média est adressable lorsqu'il est possible de soumettre d'une manière performante des requêtes sur son contenu.

Exemples :

- **Média adressable** : sur un document texte on peut retrouver un groupe de mots (chaînes de caractères), un mot simple ou composé, un entier ou un réel.
- **Média non adressable** : Sur un document image, la soumission de requêtes sur le contenu n'est pas autorisée : ce média n'est pas adressable vis-à-vis de son gestionnaire.

Média actif

Un média est actif si, lors de sa présentation, le temps détermine plusieurs de ses propriétés.

La temporalité (**propriété majeure**) des médias actifs nécessitent pour son affichage la présentation au niveau du modèle de données :

- Données actives (**son ou vidéo**) nécessitent des intervalles de temps pour leur présentation (ex. un temps de lecture pour sa restitution)

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 20

Interface Homme-Machine (IHM)

La consultation des informations d'une application multimédia implique une interactivité entre le lecteur et le produit.

Les outils de l'interaction :

- Autour de l'ordinateur : écran, souris, clavier, etc.
- Une interface graphique
- Structure hypertextuelle (arborescente) offrant différents itinéraires au sein du produit.

Média passif

Un média est passif si, au niveau du modèle de données, sa présentation est indépendante des aspects temporels (entiers, réels, chaînes de caractères, textes ou images)

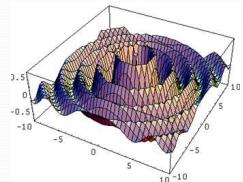
TMM Cours 1 Techniques Multimédia 21

Théorie de l'information

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 24

Nature de l'information multimédia

Les données multimédia (sons, images, vidéos) ont en commun d'avoir pour origine des signaux physiques de nature **analogique** : onde acoustique, onde électromagnétique.



TMM Cours 1 Techniques Multimédia diapo 25

Traitement de l'information

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 28

Les « canaux » multimédia

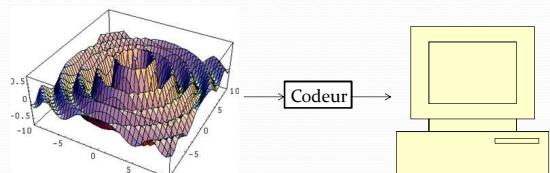
Les informations groupées dans une appli multimédia le sont exclusivement sous un **format numérique**.

L'ordinateur est tout à la fois l'outil de production, de traitement, de stockage, de communication et de consultation.

TMM Cours 1 Techniques Multimédia

26

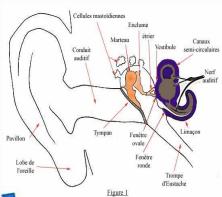
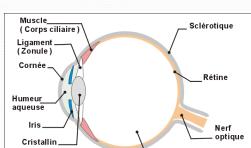
Numérisation



TMM Cours 1 Techniques Multimédia

diapo 29

L'utilisateur



Texte
Son
Image
Vidéo

TMM Cours 1 Techniques Multimédia

diapo 27

Codage Numérique

Tout ordinateur, du plus rudimentaire au plus puissant, n'est qu'une machine électronique qui en tant que telle n'est capable de traiter que 2 informations :

Le courant électrique passe (symbolisé par le chiffre 1)

ne passe pas (symbolisé par le chiffre 0).

Ces informations sont structurées selon un format

Les informations qu'un ordinateur peut traiter, aussi complexes soient-elles, se ramènent toujours à un ensemble de 0 ou 1, et tout objet devant faire l'objet d'un traitement informatique doit donc être codé sous cette forme.

TMM Cours 1 Techniques Multimédia

30

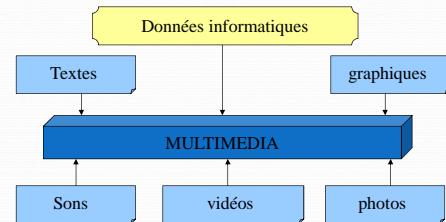
Caractéristiques des « données multimédias »

Les signaux manipulés dans les systèmes multimédias se caractérisent par :

- un volume très important. Les débits de la vidéo (non compressée) se situent entre 150 et 250 Mbits/s, de l'audio (CD) de l'ordre de 1,5 Mbits/s, la parole 64 kbits/s. La nécessité de compression apparaît pour de nombreuses raisons.

- un flux continu, variable : il en découle des aspects temps réel, de synchronisation et de contrôle de flux.

Composants du multimédia



Compression

Une seconde de vidéo

- = 25 images de taille 640x480, 24bits/p
- ≈ 22 Mo !!!
- 22*60 sec. ≈ 1.3 Go

→ Non seulement toutes les informations sont numérisées mais elles doivent également être compressées

Domaine omniprésent (Grand public)



Appareil photo, téléphone



Images réelles et de synthèse.



Informatique, Cinéma, Télévision, Home Cinéma

Synchronisation

Données discrètes

- images et textes
- indépendant du temps
- **synchronisation spatiale**

Données continues

- sons, animations, vidéos
- **synchronisation temporelle**

Domaine omniprésent Applications industrielles (2D et 3D)



Imagerie satellitaire
guidage



Contrôle industriel, Robotique
(nucleaire)



Analyse du geste sportif

Télésurveillance, biométrique,
police scientifique (reconnaissance),...

Synthèse (1/2)

Le multimédia renvoie à :

L'intégration de formes multiples de médias.

Exemple : hétérogénéité des formats de documents :

.txt, .doc, .mpeg, .mov, .jpg, .gif, etc.

Une « présentation de multimédia » : une synchronisation entre deux médias ou plus.

Exemple : un clip (vidéo) lié à une bande d'annonce (texte) et d'un commentaire du présentateur (audio).

Multimédia et numérique

les supports numériques sont dynamiques et calculatoires.

ils permettent un certain nombre d'applications dont le multimédia fait partie.

exemple : un fichier .mp3 est numérique mais pas multimédia (il n'est pas plurimédia, ni interactif).

Synthèse (2/2)

Un logiciel multimédia : outils pour la manipulation, le formatage des divers médias, outils de recherche et d'ancre, etc.

Un support (mémoire) pour le stockage des médias (multimédia) : divers supports spécifiques CD-ROM, disque optique, DVD, etc.

Support numérique

Ubiquité

- Diffusion facile

Calculabilité

- Contenus dynamiques
- Stockage

Propriétés du multimédia

Ubiquité

Définition dans le dictionnaire : Faculté d'être dans plusieurs lieux à la fois.

Les supports sont très **facilement dupliquables**.

Ils sont **diffusables en tout lieu via Internet**.

Ils sont **consultables de façon simultanée** par plusieurs utilisateurs.

Calculabilité : Adaptation au lecteur

Le contenu est fonction du profil de l'utilisateur.

Multimédia local (ex: CD-ROM)

+ Pas de partage de bande passante

- Débit binaire constant

+ Source et Sortie locales

- Pas de temporisation (buffer)
- Pas de variation de délai

+ Bus/Liaisons fiables

- Pas de perte ou d'erreur

- Stockage redondant et matérialisé

- Coût & délai de distribution

Calculabilité : Adaptation au support

Dans sa présentation (taille d'écran, sortie papier,...).

Dans les technologies:

- Différents OS (Mac, Windows, Unix, Linux,...)
- Différentes configurations matérielles et logicielles (processeur, écran, plugins).

Multimédia distant

Ex: site Web; vidéoconférence; etc..

Source et sortie distantes

- Nécessite une infrastructure réseau
- Les ressources sont partagées
- Problème de synchronisation
- Contrôle des erreurs et des pertes

+ Stockage centralisé

- Distribution rapide
- Coût d'évolution du produit faible

Les types d'application multimédia

Local / distant

Usages

Différents usages

Usages traditionnels et nouveaux usages :

- Information
- Pédagogie
- Commerce
- Art et culture
- Communication

Commerce

Calculabilité pour gérer les achats (panier).

Ubiquité pour toucher un maximum de clients.

Exemple : <http://www.fnac.com>

Information

Ubiquité pour une diffusion efficace.

Calculabilité pour des mises à jour simples.

Plurimedia pour des informations plus complètes.

Exemple : <http://www.liberation.com>

Art et culture

Interactivité pour participer à une création artistique.

Plurimedia pour des œuvres composites.

Calculabilité pour faire évoluer l'œuvre dynamiquement.

Exemple : <http://site.voila.fr/cadavresexquisflash>

Pédagogie

Calculabilité pour l'adaptation du mode d'apprentissage au public.

Interactivité pour que l'apprenant soit acteur

Plurimedia pour favoriser un sens ou l'autre

Exemple : <http://lomu.unice.fr/billi/pedarugby/>

Communication

Calculabilité pour une communication en temps réel.

Plurimedia et dynamisme pour des présentations plus « attractives ».

Exemple : <http://www.5eme Gauche.com>



Métiers du multimédia (1/2)

De la production

- Éditeurs, producteurs, juristes, prospecteurs

De la création

- Auteurs, directeurs artistiques, scénaristes, ergonomes, illustrateurs

De la réalisation

- Réaliseurs, directeurs techniques, développeurs (programmeurs, infographistes, etc.) ingénieurs du son, dialogistes, testeurs, traducteurs

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 56

Métiers du multimédia (2/2)

De l'exploitation

- Fournisseurs d'accès, spécialistes réseaux, webmaîtres, pressages, packaging

De la distribution

- Commerciaux pour la vente sur support, pour la vente en ligne

De l'utilisation

- Bibliothécaires, formateurs

TMM Cours 1 Techniques Multimédia 57

nsat

Année universitaire 2014-2015

Niveau : 3ème Année
LA3GL
Cours
Compression MP3
Aymen, sellaouti@gmail.com

INSAT©Aymen SELLAOUTI

Introduction (2/4)

Tous les sons simples peuvent être décrits de manière exhaustive par trois critères:

- **La hauteur (La fréquence)** : elle caractérise la différence entre un son aigu et un son grave.
- **L'intensité (volume ou amplitude)** : c'est la force avec laquelle l'onde sonore frappe l'oreille, elle est mesurée en décibel (dB).
- **Le timbre (constitution numérique)** : C'est la forme d'onde qui permet de différencier une flute d'une guitare ou d'un piano.

TMM Cours 3 Compression MP3

Plan

- Introduction
- Utilisation
- Principe de la compression MP3
- Avantages et Inconvénients
- Du MP3 au MP3-PRO

TMM Cours 3 Compression MP3

Introduction (3/4)

Qu'est-ce que le MP3 ?

- Le MP3 (MPEG Audio Layer 3) est un format de compression de fichiers audio qui a pris naissance en 1987,
- permet d'occuper quatre à douze fois moins d'espace de données.
- Compresse les fichiers audio par perte de données

TMM Cours 3 Compression MP3

Introduction (1/4)

- Son : Analogique
- Pour coder du son → Passage au numérique
- Numérisation du son :
 - Echantillonnage
 - Quantification
 - Codage

TMM Cours 3 Compression MP3

Introduction (4/4)

Qu'est-ce que la compression MP3 ?

- Elle consiste en une « réduction » de l'information basée sur notre propre limite de perception.
- L'oreille n'est pas sensible à toutes les fréquences audio (seulement entre 20Hz et 20KHz).

→ Il est possible de réduire la quantité de données de telle sorte que le résultat soit très ressemblant à l'original, voire identique, pour l'oreille humaine

TMM Cours 3 Compression MP3

Utilisation

- Adopté par la majorité des sites de vente de musique en ligne tel que la Fnac ou Amazon.
- Le MP3 a aussi trouvé sa place pour les flux audio des radios en ligne et autres sites d'écoute de musique ainsi que dans les flux vidéos diffusés au format Flash (FLV encodé en VP6).
- Utilisé pour les baladeurs CD, les MP3-Player, les I-Pod , la majorité des jeux PC l'utilisent, les appareils mobiles (téléphones,...)



TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (3/15)

Etape 1 : Suppression des fréquences inutiles

- Suppression :** des fréquences qui sont inaudibles pour l'oreille humaine, suivant un modèle « **psycho-acoustique** ».

- Masquage des fréquences :** quand on a un pic d'énergie à une certaine fréquence, l'oreille ne distingue pas des fréquences voisines de plus basses énergies. Ces fréquences seront « **masquées** », c'est-à-dire supprimées dans le fichier.

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (1/15)

Techniques et Algorithme de Compression

Deux familles d'algorithmes de compression:

Une technique destructrice :

C'est une compression qui est réalisée en perdant de l'information lors de la décompression.

Une technique non destructrice :

Ne provoque pas de perte d'informations.

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (4/15)

Hypothèses de bases

- Nous ne pouvons entendre des sons de fréquence > 20 kHz. Donc, on peut filtrer les fréquences trop hautes.
- Si un son très fort coexiste avec un autre plus faible, de fréquence pas trop éloignée, ce second son peut devenir inaudible.

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (2/15)

La compression MP3 est composée en 2 étapes :

- Suppression des fréquences inutiles
- Compression des fréquences restantes avec l'algorithme de Huffman

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (5/15)

Etape 2 : L'encodage HuffMan

- Algorithme de Huffman: c'est un algorithme **sans perte**
- Il consiste à **analyser** des données et à en **déduire** une **écriture de taille inférieure**.

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (6/15)

- **But :** réduire le nombres de bits utilisés pour le codage des fréquences fréquentes et d'augmenter ce nombre pour des fréquences plus rares.
- L'algorithme de Huffman se base sur la fréquence d'apparition d'un fragment.

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (9/15)

Lettres	Occurrences	Fréquence (occ*100/28)
E	6	21.42%
X	1	3.57%
M	2	7.14%
P	1	3.57%
L	1	3.57%
[ESPACE]	4	14.28%
D	3	10.71%
C	1	3.57%
O	1	3.57%
A	2	7.14%
G	1	3.57%
H	1	3.57%
U	1	3.57%
F	2	7.14%
N	1	3.57%
Total	28	100%

table des fréquences

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (7/15)

Principe :

On cherche la fréquence des fragments :

- Trie des fragments par ordre croissant de fréquence
- Construction d'un arbre pour déduire le code binaire de chaque fragment

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (10/15)

Création de l'arbre de Huffman :

L'arbre de Huffman est la structure données permettant de donner un code pour chaque lettre en fonction de sa fréquence.

Deux étapes composent la création :

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (8/15)

Exemple :

- Analyse de la phrase «EXEMPLE DE CODAGE DE HUFFMAN»
Taille=28oct=224bit
- Hypothèse : 1 fragment=1 caractère
- Création de la table des fréquences :

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (11/15)

Etape1 : trier la liste par ordre croissant de fréquences

Lettres	Occurrences	Fréquence
C	1	3.57%
G	1	3.57%
H	1	3.57%
L	1	3.57%
N	1	3.57%
O	1	3.57%
P	1	3.57%
U	1	3.57%
X	1	3.57%
A	2	7.14%
F	2	7.14%
M	2	7.14%
D	3	10.71%
[ESPACE]	4	14.28%
E	6	21.42%

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (12/15)

Etape 2 (construire l'arbre à partir de la liste ordonnée de nœuds) :

- Prendre les deux nœuds les moins fréquents (C et G)
- Les ajouter comme fils d'un nouveau nœud qui aura pour fréquence la somme des deux.



Il suffit de réitérer cette étape jusqu'à ne plus avoir qu'un seul nœud.

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (15/15)

Calcul du gain de compression

- Les codes émis par Huffman :

11 1000 11 0101 0010 00011 11 011 101 11 011 00000 00101 101 1001 00001 11 011 101 11
011 00010 00111 0100 0100 0101 1001 00100

- Taille de la chaîne après codage :

$$(8*5)+(4*4)+(2*3)+(1*2) = 64 \text{ bits}$$

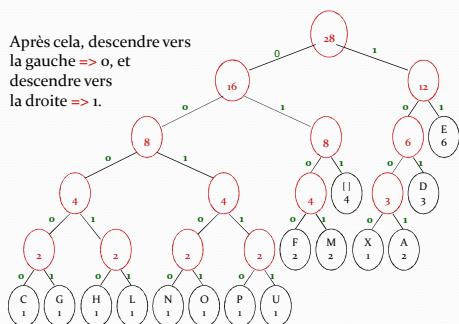
$$\text{- Taux de compression: } 64/(28*8) = 0.28 = 28\%$$

$$\text{- Gain de compression: } 1-0.28 = 0.72 = 72\%$$

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (13/15)

Après cela, descendre vers la gauche => 0, et descendre vers la droite => 1.



TMM Cours 3 Compression MP3

Avantages et Inconvénients (1/2)

Avantages :

- Réduire la taille du fichier audio pour un **gain d'espace mémoire**
- Exemple** : Possibilité de stockage d'environ 6 à 7 albums audio en format MP3 sur un CD de 700 Mo
- Faciliter le téléchargement et le stockage de données musicales sur un support numérique, tel qu'un disque dur ou une mémoire flash.
- L'MP3 peut être joué par de nombreux types d'appareils.
- Rapidité d'encodage.

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (14/15)

11 1000 11 0101 0010 00011 11 011 101 11 011 00000 00101 101 1001 00001 11 011 101 11
011 00010 00111 0100 0100 0101 1001 00100

Lettres	Occurrences	CODAGE
C	1	00000
G	1	00001
H	1	00010
L	1	00011
N	1	00100
O	1	00101
P	1	00110
U	1	00111
X	1	1000
A	2	1001
F	2	0100
M	2	0101
D	3	101
[ESPACE]	4	011
E	6	11

TMM Cours 3 Compression MP3

Avantages et Inconvénients (2/2)

Inconvénient :

- Sécurité quasi inexistante.
- Dépendances aux décodeurs MP3.
- Qualité dégradée : Défaut dans les aigus

TMM Cours 3 Compression MP3



aymen.sellaouti@gmail.com



Niveau : 3ème Année
LA3GL
Cours
Compression MP3
Aymen, sellaouti@gmail.com

INSAT©Aymen SELLAYOUTI

Introduction (2/4)

Tous les sons simples peuvent être décrits de manière exhaustive par trois critères:

- **La hauteur (La fréquence)** : elle caractérise la différence entre un son aigu et un son grave.
- **L'intensité (volume ou amplitude)** : c'est la force avec laquelle l'onde sonore frappe l'oreille, elle est mesurée en décibel (dB).
- **Le timbre (constitution numérique)** : C'est la forme d'onde qui permet de différencier une flute d'une guitare ou d'un piano.

TMM Cours 3 Compression MP3

Plan

- Introduction
- Utilisation
- Principe de la compression MP3
- Avantages et Inconvénients
- Du MP3 au MP3-PRO

TMM Cours 3 Compression MP3

Introduction (3/4)

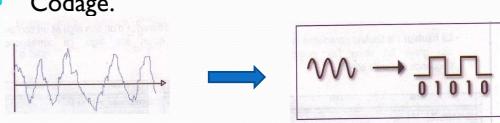
Qu'est-ce que le MP3 ?

- Le MP3 (MPEG Audio Layer 3) est un format de compression de fichiers audio qui a pris naissance en 1987,
- permet d'occuper quatre à douze fois moins d'espace de données.
- Compresse les fichiers audio par perte de données

TMM Cours 3 Compression MP3

Introduction (1/4)

- Son : Analogique
- Pour coder du son → Passage au numérique
- Numérisation du son :
 - Echantillonnage
 - Quantification
 - Codage



TMM Cours 3 Compression MP3

Introduction (4/4)

Qu'est-ce que la compression MP3 ?

- Elle consiste en une « réduction » de l'information basée sur notre propre limite de perception.
- L'oreille n'est pas sensible à toutes les fréquences audio (seulement entre 20Hz et 20KHz).

→ Il est possible de réduire la quantité de données de telle sorte que le résultat soit très ressemblant à l'original, voire identique, pour l'oreille humaine

TMM Cours 3 Compression MP3

Utilisation

- Adopté par la majorité des sites de vente de musique en ligne tel que la Fnac ou Amazon.
- Le MP3 a aussi trouvé sa place pour les flux audio des radios en ligne et autres sites d'écoute de musique ainsi que dans les flux vidéos diffusés au format Flash (FLV encodé en VP6).
- Utilisé pour les baladeurs CD, les MP3-Player, les I-Pod , la majorité des jeux PC l'utilisent, les appareils mobiles (téléphones,...)



TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (3/15)

Etape 1 : Suppression des fréquences inutiles

- Suppression :** des fréquences qui sont inaudibles pour l'oreille humaine, suivant un modèle « **psycho-acoustique** ».

- Masquage des fréquences :** quand on a un pic d'énergie à une certaine fréquence, l'oreille ne distingue pas des fréquences voisines de plus basses énergies. Ces fréquences seront « **masquées** », c'est-à-dire supprimées dans le fichier.

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (1/15)

Techniques et Algorithme de Compression

Deux familles d'algorithmes de compression:

Une technique destructrice :

C'est une compression qui est réalisée en perdant de l'information lors de la décompression.

Une technique non destructrice :

Ne provoque pas de perte d'informations.

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (4/15)

Hypothèses de bases

- Nous ne pouvons entendre des sons de fréquence > 20 kHz. Donc, on peut filtrer les fréquences trop hautes.
- Si un son très fort coexiste avec un autre plus faible, de fréquence pas trop éloignée, ce second son peut devenir inaudible.

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (2/15)

La compression MP3 est composée en 2 étapes :

- Suppression des fréquences inutiles
- Compression des fréquences restantes avec l'algorithme de Huffman

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (5/15)

Etape 2 : L'encodage HuffMan

- Algorithme de Huffman: c'est un algorithme **sans perte**
- Il consiste à **analyser** des données et à en **déduire** une **écriture de taille inférieure**.

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (6/15)

- **But :** réduire le nombres de bits utilisés pour le codage des fréquences fréquentes et d'augmenter ce nombre pour des fréquences plus rares.
- L'algorithme de Huffman se base sur la fréquence d'apparition d'un fragment.

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (9/15)

Lettres	Occurrences	Fréquence (occ*100/28)
E	6	21.42%
X	1	3.57%
M	2	7.14%
P	1	3.57%
L	1	3.57%
[ESPACE]	4	14.28%
D	3	10.71%
C	1	3.57%
O	1	3.57%
A	2	7.14%
G	1	3.57%
H	1	3.57%
U	1	3.57%
F	2	7.14%
N	1	3.57%
Total	28	100%

table des fréquences

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (7/15)

Principe :

On cherche la fréquence des fragments :

- Trie des fragments par ordre croissant de fréquence
- Construction d'un arbre pour déduire le code binaire de chaque fragment

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (10/15)

Création de l'arbre de Huffman :

L'arbre de Huffman est la structure données permettant de donner un code pour chaque lettre en fonction de sa fréquence.

Deux étapes composent la création :

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (8/15)

Exemple :

- Analyse de la phrase «EXEMPLE DE CODAGE DE HUFFMAN»
Taille=28oct=224bit
- Hypothèse : 1 fragment=1 caractère
- Création de la table des fréquences :

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (11/15)

Etape1 : trier la liste par ordre croissant de fréquences

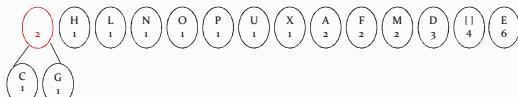
Lettres	Occurrences	Fréquence
C	1	3.57%
G	1	3.57%
H	1	3.57%
L	1	3.57%
N	1	3.57%
O	1	3.57%
P	1	3.57%
U	1	3.57%
X	1	3.57%
A	2	7.14%
F	2	7.14%
M	2	7.14%
D	3	10.71%
[ESPACE]	4	14.28%
E	6	21.42%

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (12/15)

Etape 2 (construire l'arbre à partir de la liste ordonnée de nœuds) :

- Prendre les deux nœuds les moins fréquents (C et G)
- Les ajouter comme fils d'un nouveau nœud qui aura pour fréquence la somme des deux.



Il suffit de réitérer cette étape jusqu'à ne plus avoir qu'un seul nœud.

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (15/15)

Calcul du gain de compression

- Les codes émis par Huffman :

11 1000 11 0101 0010 0000 11 011 101 11 011 00000 00101 101 1001 00001 11 011 101 101
11 011 00000 00111 0100 0100 0101 1001 00100

- Taille de la chaîne après codage :

$$(8*5)+(4*4)+(2*3)+(1*2) = 64 \text{ bits}$$

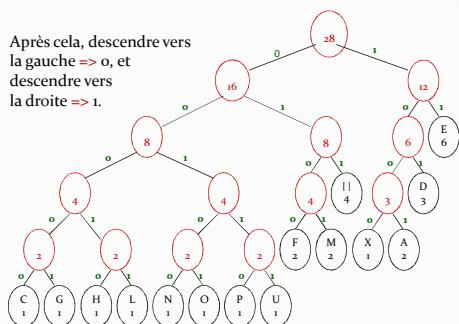
$$\text{- Taux de compression: } 64/(28*8) = 0.28 = 28\%$$

$$\text{- Gain de compression: } 1-0.28 = 0.72 = 72\%$$

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (13/15)

Après cela, descendre vers la gauche => 0, et descendre vers la droite => 1.



TMM Cours 3 Compression MP3

Avantages et Inconvénients (1/2)

Avantages :

- Réduire la taille du fichier audio pour un **gain d'espace mémoire**
- Exemple** : Possibilité de stockage d'environ 6 à 7 albums audio en format MP3 sur un CD de 700 Mo
- Faciliter le téléchargement et le stockage de données musicales sur un support numérique, tel qu'un disque dur ou une mémoire flash.
- L'MP3 peut être joué par de nombreux types d'appareils.
- Rapidité d'encodage.

TMM Cours 3 Compression MP3

Principe de la compression MP3 (14/15)

11 1000 11 0101 0010 0000 11 011 101 11 011 00000 00101 101 1001 00001 11 011 101 101
011 00000 00111 0100 0100 0101 1001 00100

Lettres	Occurrences	CODAGE
C	1	00000
G	1	00001
H	1	00010
L	1	00011
N	1	00100
O	1	00101
P	1	00110
U	1	00111
X	1	1000
A	2	1001
F	2	0100
M	2	0101
D	3	101
[ESPACE]	4	011
E	6	11

TMM Cours 3 Compression MP3

Avantages et Inconvénients (2/2)

Inconvénient :

- Sécurité quasi inexiste.
- Dépendances aux décodeurs MP3.
- Qualité dégradée : Défaut dans les aigus

TMM Cours 3 Compression MP3



aymen.sellaouti@gmail.com

Insat Institut Supérieur d'Informatique et de Télécommunications
Année universitaire 2014-2015

Niveau : 3ème Année
LA3GL
Cours
Introduction au traitement d'images
aymen.sellaouti@gmail.com

INSAT©Aymen SELLAOUTI

Prologue (2/5)

Du traitement d'images à la vision par ordinateur

Traitement d'images	Vision par ordinateur
Transmission	
Compression	
Représentation	
Amélioration	Suivi
Détection	Détection
Compréhension	

Bas niveau → Haut niveau

Pourquoi le traitement d'images !!?

- Le futur est au multimédia : les images sont partout
- Les applications sont multiples

TMM Cours 4 Intro au traitement d'images

Plan

- Prologue
- Caractéristiques d'une image
- Image numérique
- Techniques de traitement d'image
- Exemples de traitement d'image

TMM Cours 4 Intro au traitement d'images

Prologue (3/5)

Place du traitement d'images :

- Dans notre vie
 - Grand public
 - Médical (maladies rares,...)
 - Imagerie
 - Robotique
 - Analyse
 - Cinéma
- Dans l'industrie
 - Contrôle de processus, de qualité
- Dans le monde de la recherche
 - Nouveaux outils....

TMM Cours 4 Intro au traitement d'images

Prologue (1/5)

Vision globale

TMM Cours 4 Intro au traitement d'images

Prologue (4/5)

MULTIMEDIA

Reconnaissance d'action dans un match de tennis pour l'indexation vidéo (INRIA)

recherche et synthèse de geste pour le codage et la transmission du langage signé (INT Évry)

codage et compression

MÉDECINE

modèle 3D de cerveau reconstruit à partir de coupes d'images acquises par résonance magnétique (Univ. Québec)

téléchirurgie et ChAO

restauration d'images

estimation de mouvement sur séquence d'images échographique (INRIA)

Aide au diagnostic

TMM Cours 4 Intro au traitement d'images

Prologue (5/5)

Exemples de traitement d'images :

- Amélioration (Rehaussement)** : augmenter la qualité de la perception visuelle qu'on a d'une image
- Restauration** : compenser les dégradations (bruit, flou, ...)
- Compression** : stocker et transférer efficacement
- Segmentation** : détecter les "objets"
- Reconstruction 3D** : obtenir un volume à partir de plans (images)
- Représentation** : modéliser
 - Bas niveau** : texture, couleur, forme, etc.
 - Haut niveau** : caractéristiques, apprentissage, statistiques, graphes
- Analyse** : convertir en informations
- Reconnaissance / Compréhension** : identifier le contenu

TMM Cours 4 Intro au traitement d'images

7

Caractéristiques d'une image (3/5)

Deux familles d'images

Image Vectorielle

- Entités géométriques
- Représentés par des équations mathématiques
- Traduction par le processeur pour la carte graphique

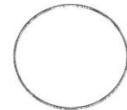
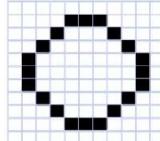


Image Bitmap

- Images pixellisées



TMM Cours 4 Intro au traitement d'images

10

Caractéristiques d'une image (1/5)



x =	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	
y =	41	210	209	204	202	197	247	143	71	64	80
42	206	196	203	197	195	210	207	56	63	58	
43	201	207	192	201	198	213	156	69	65	57	
44	216	206	211	194	196	207	220	56	63	60	
45	221	206	211	194	196	197	220	60	62	62	
46	209	214	224	199	194	193	204	173	64	60	
47	204	212	213	209	191	190	191	214	60	62	
48	214	215	215	207	204	180	172	188	69	72	
49	209	205	214	207	204	196	187	196	86	62	
50	208	209	205	203	202	186	174	185	149	71	
51	207	210	211	199	217	194	183	177	209	90	63
52	208	205	209	209	197	194	183	187	239	58	68
53	204	206	203	209	195	203	188	185	183	221	75
54	200	203	199	236	188	197	183	190	183	196	122
55	205	210	202	203	199	197	196	181	173	186	105

TMM Cours 4 Intro au traitement d'images

8

Caractéristiques d'une image (4/5)

Avantages et inconvénients

	Image Vectorielle	Image matricielle
Création	Logiciel de dessin	Logiciel de retouche d'image
Acquisition	difficile	facile
Modification	(reconnaissance des formes) facile	(scanner, appareil photo,...) difficile
Redimensionnement	insensible	sensible
Taille Mémoire	petite	grande

TMM Cours 4 Intro au traitement d'images

11

Caractéristiques d'une image (2/5)

Types d'images

Phénomène physique	Grandeur(s) mesurée(s)	Capteur(s)
Emission, réflexion de la lumière	Reflectance, luminance	CCD, CMOS
Rayonnement infrarouge	Chaleur	Bolomètres
Echo ultrason	Distances, densités	Échographie, sonar
Résonance magnétique	Présence d'un corps chimique	IRM, RMN
Echo électromagnétique	Distance, spécularité	Radar, SAR
Absorption des rayons X	Densité	Radiographie, tomographie

TMM Cours 4 Intro au traitement d'images

9

Caractéristiques d'une image (5/5)

Format d'images

Vous avez peut-être déjà entendu parler de :

JPEG, JPEG2000, PNG, GIF, TIFF, BMP, XMP, SunRaster, Targa, FITS, PM, *Qu'est-ce qui les caractérise ?*

Caractéristiques principales intrinsèques à un format :

Le statut par rapport aux brevets : formats libres et certains "propriétaires" (GIF).

Le nombre de couleurs supportées

La compression des données : compressions sans pertes, et compressions avec pertes (JPEG).

Transparence : une des couleurs de la palette peut être ignorée lors de l'affichage

Entrelacage : affichage d'une version basse résolution raffinée au fur et à mesure du chargement.

Animation : films, visualisation 3D...

Les usages ! ! Internet ? archivage ? calcul scientifique ?

TMM Cours 4 Intro au traitement d'images

12

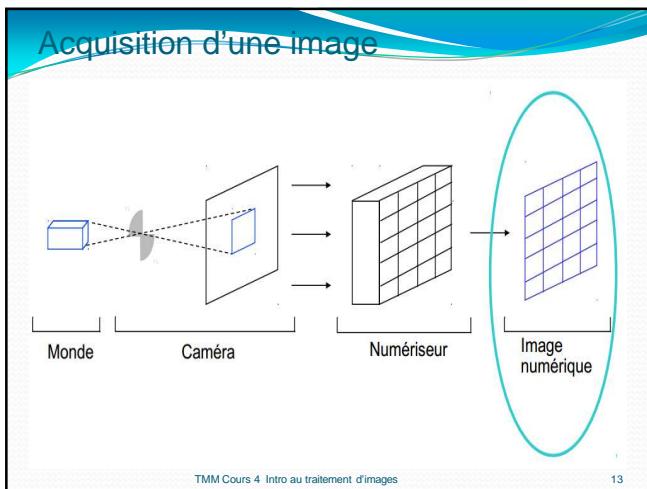


Image numérique (1/6)

Définition d'une image numérique

Matrice dont la valeur de chaque élément représente une intensité discrète de la lumière

Plan discret dérivé d'une image analogique après numérisation :

- Echantillonnage spatial** : discréétisation des coordonnées de l'image réelle
- Quantification des luminances** : discréétisation des intensités de l'image réelle

TMM Cours 4 Intro au traitement d'images 16

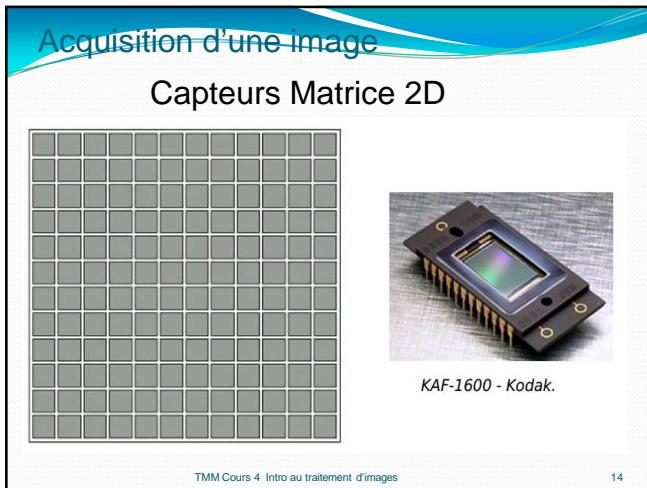


Image numérique (2/6)

Echantillonnage spatial

Définition :

Définit la résolution spatiale de l'image :

- Pas de division du plan image : nombre d'éléments par unité de longueur
- Plus petits détails discernables dans l'image

TMM Cours 4 Intro au traitement d'images 17

Capteur CCD (Charged Coupled Devices)

- Caméras numériques CCD
 - Matrice CCD Système d'acquisition numérique 2D le plus utilisé
 - La réponse est proportionnelle à l'intégrale de l'énergie lumineuse qui atteint chaque élément
 - Pour la couleur, on utilise trois capteurs par pixel réagissant à des longueurs d'ondes différentes (rouge, vert et bleu)

TMM Cours 4 Intro au traitement d'images 15

Image numérique (3/6)

Quantification des luminances

Définition :

L'intensité I est quantifiée sur m bits et peut prendre $L = 2^m$ valeurs : $I \in [0, \dots, 2^m - 1]$

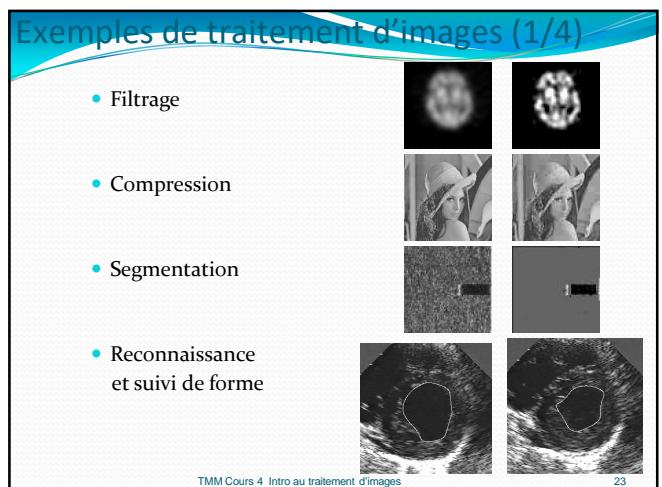
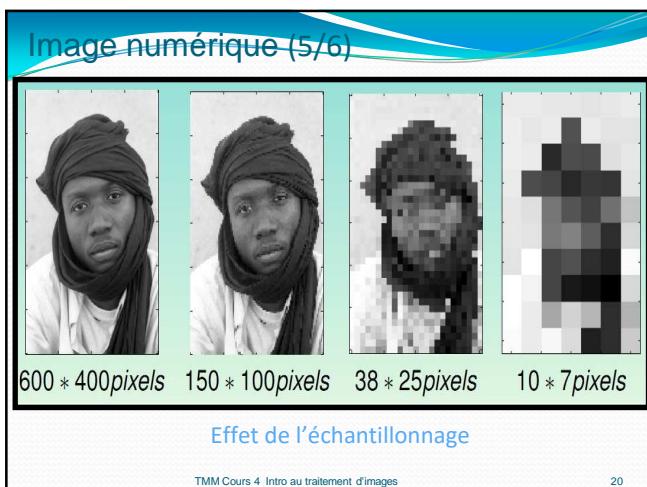
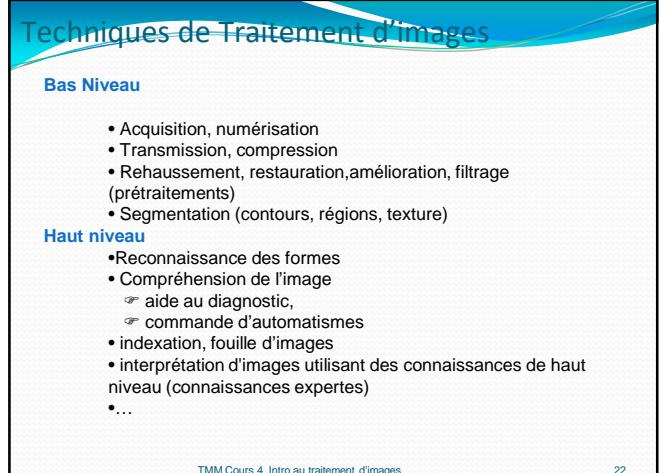
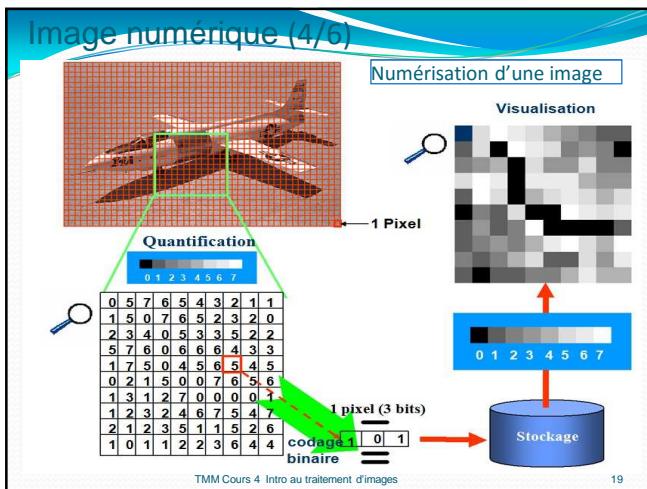
Plus petit changement d'intensité discernable dans l'image

Attention
Un quantification trop faible provoque des "faux contours"

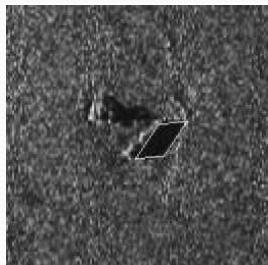
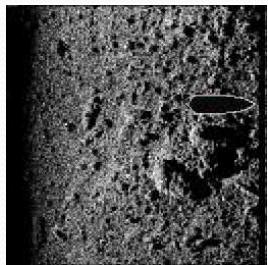
Exemple

- $m = 1$: 2 valeurs possibles (images binaires)
- $m = 8$: 256 valeurs possibles (images en niveaux de gris)
- $m = 16$: 65535 valeurs possibles (images en couleurs)

TMM Cours 4 Intro au traitement d'images 18

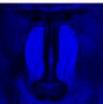


Exemples de traitement d'images (3/4)



Reconnaissance de formes

Exemples de traitement d'images (4/4)



Codage couleur

aymen.sellaouti@gmail.com

nsat Année universitaire 2014-2015

Niveau : 3ème Année
LA3GL
Cours
Rehaussement d'images
aymen.sellaouti@gmail.com

INSAT©Aymen SELLAOUTI

Prologue (2/3)

Généralement, une transformation accepte une image en entrée et fournit une image en sortie.

Mais on peut aussi avoir des transformations avec plusieurs images en entrée.



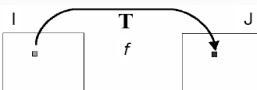
PLAN

- Prologue
- Transformation ponctuelles
- Transformations de voisinage
- Transformation spectrale
- Histogramme
- Améliorations d'images
- Egalisation d'histogramme

TMM Cours 6 Rehaussement d'images 2

Prologue (3/3)

Transformations d'Images



ponctuelles: $J(x_0, y_0) = f[I(x_0, y_0)]$
Opération sur les histogrammes



locales: $J(x_0, y_0) = f[I(V)]$
V: voisinage de (x_0, y_0)
Filtres,...



globales: $J(x, y) = f[I(x, y)]$
Transformée de fourrier,...

Prologue (1/3)

L'objectif du traitement d'images est d'extraire de l'image l'information utile.

Pour cela, l'image doit subir plusieurs transformations.

Diagram showing an 'Image source' box pointing to an oval labeled 'Trsnformation T', which then points to an 'Image Transformée' box.

TMM Cours 6 Rehaussement d'images 3

Transformation ponctuelles (1/2)

- Ce sont des transformations telles que la nouvelle valeur du pixel dépend uniquement de son ancienne valeur :

$$m'(i, j) = f(m(i, j))$$

ou bien

$$m'(i, j) = f(m_1(i, j), m_2(i, j))$$

Transformation ponctuelles (2/2)

Parmi ces transformations, nous trouvons :

les opérations arithmétiques : addition, soustraction, multiplication, division par une constante ou avec une autre image.

les opérations logiques avec une constante ou bien avec une autre image.

les anamorphoses : la transformation est obtenue en appliquant une fonction mathématique à l'image telles que : un log ou une exponentielle.

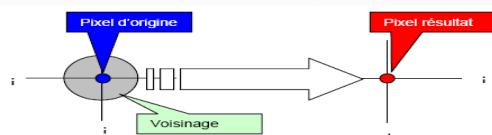
Transformations de voisinage (3/3)

Dans le cas d'une transformation de voisinage, Il existe deux manières de déterminer l'image transformée:

- Algorithmes parallèles
- Algorithmes séquentielles

Transformations de voisinage (1/3)

Définition : Une transformation de voisinage est telle que la nouvelle valeur d'un pixel tient compte des pixels appartenant au voisinage du pixel considéré.



Transformation spectrale (globale)

Elle peut être qualifiée aussi de transformation globale par opposition à la transformation ponctuelle puisque le calcul de la nouvelle valeur d'un pixel fait intervenir les anciennes valeurs de tous les pixels de l'image.

Elle est réversible puisqu'il est possible de retrouver la fonction de départ à partir de sa transformée.

Transformations de voisinage (2/3)

Exemple:

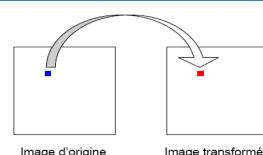
La moyenne des 5 pixels voisins est une transformation de voisinage.

Le voisinage peut être plus ou moins grand : 5 pixels voisins, 9 pixels voisins, 25 pixels voisins. Le voisinage peut avoir une forme régulière (carré, rectangle, hexagone, octogone), ou bien une forme quelconque.

Algorithmes parallèles

Si tous les pixels sont modifiés en même temps, l'algorithme est dit parallèle.

Dans ce cas, la nouvelle valeur d'un pixel est obtenue en utilisant les anciennes valeurs des pixels voisins. Ceci nécessite de travailler sur deux matrices.



Algorithme séquentiel

Si le travail s'effectue sur la même matrice, la nouvelle valeur d'un pixel est utilisée pour déterminer la nouvelle valeur des pixels suivants.

Tout se passe comme si les pixels sont modifiés séquentiellement. Un tel algorithme est dit séquentiel.



TMM Cours 6 Rehaussement d'images

13

Histogramme (3/7)

Exemple

Ng	#	Fréq. rel
0	2	.05
1	2	.05
2	4	.11
3	6	.17
4	7	.20
5	8	.22
6	6	.17
7	1	.03
	36	1.0

TMM Cours 6 Rehaussement d'images

16

Histogramme (1/7)

Définition:

- une distribution des NG de l'image

$$h(k) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (I(i, j) == k)$$

Pourquoi

- Aide à la segmentation
- outil statistique

Algorithmes ?

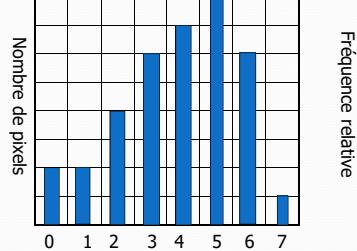
Algorithme :

```
for(i = 0; i < nl; i++)
    for(j = 0; j < nc; j++)
        hist[I(i, j)]++
```

TMM Cours 6 Rehaussement d'images

14

Histogramme (4/7)

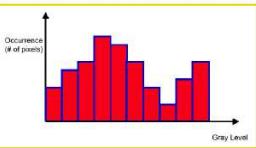


TMM Cours 6 Rehaussement d'images

17

Histogramme (2/7)

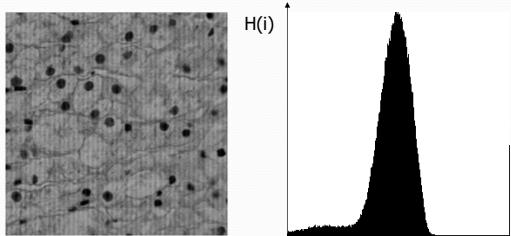
Un histogramme représente le nombre de pixels (ou la proportion) en fonction du niveau de gris.
(i.e. la distribution des valeurs de niveaux de gris dans l'image)



TMM Cours 6 Rehaussement d'images

15

Histogramme (5/7)

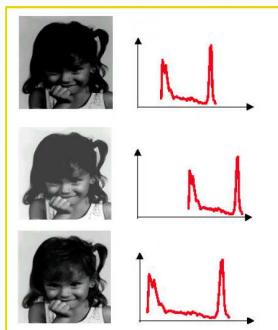


Une image de tissu et son histogramme des niveaux de gris

TMM Cours 6 Rehaussement d'images

18

Histogramme (6/7)



TMM Cours 6 Rehaussement d'images

19

Améliorations d'images (2/13)

Différentes sources de dégradation :

bruit lié au contexte de l'acquisition : Mouvement, mauvaises conditions d'éclairage, ...

bruit lié au capteur : Capteur de mauvaises qualités, mauvaise mise au point, etc...

bruit lié à l'échantillonnage : Une mauvaise fréquence d'échantillonnage peut introduire dans l'image des points blancs ou noirs connus souvent sous l'appellation « sel et poivre ».

bruit lié à la nature de la scène : Présence de fumée, de nuage, etc... Il faut corriger l'image par un procédé algorithmique.

TMM Cours 6 Rehaussement d'images

22

Histogramme (7/7)

De l'histogramme on peut calculer des caractéristiques simples:

Moyenne :

$$\mu = \frac{\sum_{i=0}^{255} i H(i)}{\sum_{i=0}^{255} H(i)}$$

Variance:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=0}^{255} (i - \mu)^2 H(i)}{\sum_{i=0}^{255} H(i)}$$

Entropie:

$$E = -\sum_{i=0}^L P(i) \log_2(P(i)) \quad \xrightarrow{P(i) = \text{Prob}\{I(x,y)=i\}} \quad = \frac{\sum_{i=0}^L H(i)}{\sum_{i=0}^L H(i)}$$

Une information sur la dispersion des niveaux de gris

TMM Cours 6 Rehaussement d'images

20

Améliorations d'images (3/13)

Exemples :

• Bruit impulsif (salt & pepper noise)



Original bruité

TMM Cours 6 Rehaussement d'images

Image rehaussée

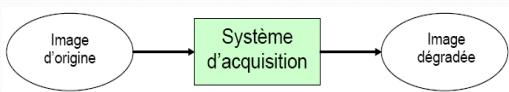
23

Améliorations d'images (1/13)

Le mécanisme de formation des images est loin d'être parfait

L'acquisition d'images s'accompagne toujours d'une distorsion/dégradation.

Il existe différentes sources de dégradation (bruit) d'une image.



TMM Cours 6 Rehaussement d'images

21

Améliorations d'images (4/13)

Prétraitements

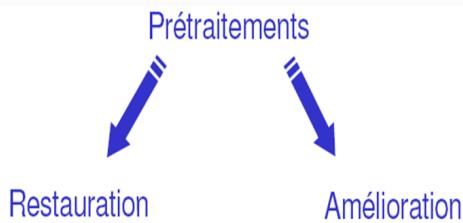
On entend par **prétraitements des opérations effectuées** sur l'image pour soit l'**améliorer(rehausser)**, soit la **restaurer**, i.e. restituer aussi fidèlement que possible le signal d'origine.

- Amélioration visuelle
- Réduction de l'information inutile (bruit)
- Renforcement de l'information utile

TMM Cours 6 Rehaussement d'images

24

Améliorations d'images (5/13)



Améliorations d'images (8/13)

Les méthodes globales modifient chaque point de l'image en fonction d'une information globale.

- La modification de l'histogramme : égalisation, spécification.

Améliorations d'images (6/13)

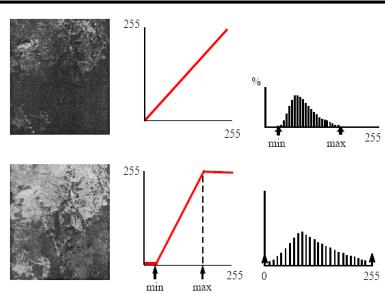
Deux grandes familles de procédés pour améliorer l'image :

- **Rehaussement** : donner à l'image un aspect visuellement correct.
- **Restauration** : retrouver autant que possible l'image originale telle qu'elle était avant sa dégradation.

La restauration repose donc sur des critères objectifs : Chercher $\tilde{f}(x,y)$ une estimation de $f(x,y)$ telle qu'elle minimise une fonction d'erreur $e(\tilde{f}, f)$.

Améliorations d'images (9/13)

Rehaussement de contraste : Recadrage dynamique total



$$g(x, y) = \alpha f(x, y) + \beta$$

$$\begin{cases} 0 = \alpha \min + \beta \\ 255 = \alpha \max + \beta \end{cases}$$

$$\begin{cases} \alpha = \frac{255}{\max - \min} \\ \beta = -\frac{255}{\max - \min} \min \end{cases}$$

Améliorations d'images (7/13)

Problème de l'amélioration : un problème subjectif.

- Quand pourra-ton dire qu'une image est améliorée ?

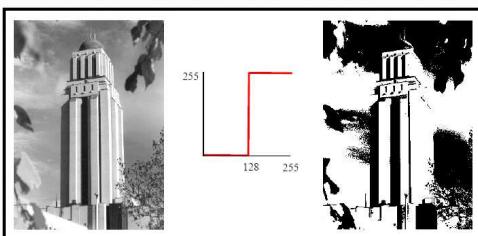
Oeil humain : essentiellement sensible aux forts contrastes.

- Techniques d'amélioration tentant d'augmenter la contraste pour accroître la séparabilité des régions composant une scène.



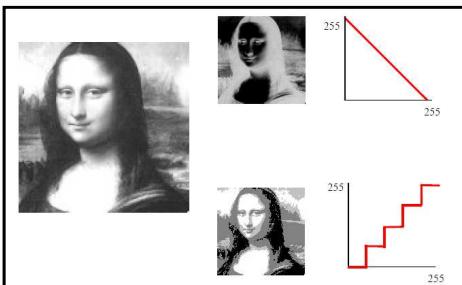
Améliorations d'images (10/13)

Rehaussement de contraste : Binarisation



Améliorations d'images (11/13)

Rehaussement de contraste : Autres techniques

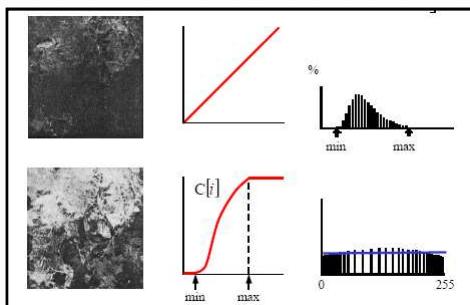


Egalisation d'histogramme (1/8)

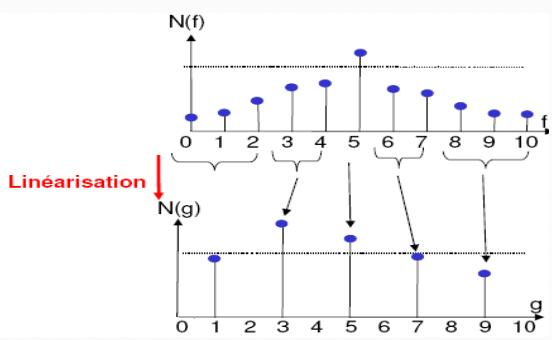
- histogramme résultat plat : distribution uniforme des niveaux de gris
 - tous les niveaux de gris ont +/- le même nombre de pixels après égalisation.
 - Regroupement des classes à faible effectif.
 - Etalement des classes à forte population.
 - mise en évidence de détails noyés dans les surfaces quasi-uniformes

Améliorations d'images (12/13)

Rehaussement de contraste égalisation d'histogramme

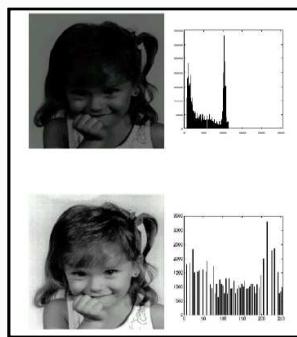


Egalisation d'histogramme (2/8)



Améliorations d'images (13/13)

Rehaussement de contraste : égalisation d'histogramme



Egalisation d'histogramme (3/8)

Elle consiste à calculer à partir de l'histogramme H_I de l'image I une fonction de rehaussement des niveaux de gris f telle que l'image rehaussée J , définie par $J(p) = f(I(p))$, ait son histogramme H_J se rapprochant le plus possible d'une fonction "plate".

Nous définissons l'histogramme cumulatif de l'image I comme la fonction C_I définie sur l'intervalle de niveaux de gris $0, \dots, M$ et à valeurs entières non-négatives, associant à tout niveau de gris g le nombre de points dans I ayant un niveau de gris inférieur ou égal à g dans l'image I . On a donc :

$$C_I(g) = H_I(0) + \dots + H_I(g),$$

Egalisation d'histogramme (4/8)

- On peut donc obtenir CI par l'itération suivante :
 $CI(o) = HI(o)$, et $CI(g) = CI(g - 1) + HI(g)$ pour $g = 1, \dots, M$.
- On applique alors à l'image I la fonction de rehaussement des niveaux de gris f définie par $f(g) = M.CI(g)/n$ (arrondi de l'entier le plus proche)
- n : nombre de pixel dans l'image

Egalisation d'histogramme (7/8)

Pour une image couleur

Calculer l'histogramme pour chaque bande

Ou

- $I = (R + V + B)/3$
- Calculer l'histogramme de I
- Calculer l'histogramme cumulé de I
- Appliquer l'égalisation de l'histogramme dans chaque plan de l'image couleur

Egalisation d'histogramme (5/8)

Algorithme

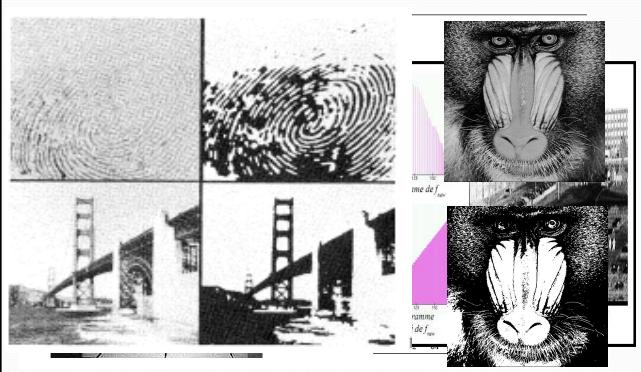


- Calcul de l'histogramme $h(k)$ avec $k \in [0, 255]$
- Normalisation de l'histogramme $h_n(k) = \frac{h(k)}{N}$ avec $k \in [0, 255]$
- Densité de probabilité cumulative $C(k) = \sum_{i=1}^k (h_n(i))$
- Transformation des niveaux de gris de l'image
 $I''(x, y) = C(I(x, y)) * 255$

Egalisation d'histogramme (8/8)



Egalisation d'histogramme (6/8)



aymen.sellaouti@gmail.com

nsat

Année universitaire 2014-2015

Niveau : 3ème Année
LA3GL
Cours
Filtrage d'image
Aymen.sellaouti@gmail.com

INSAT©Aymen SELLAOUTI

PLAN

- Prologue
- Les bruits dans l'image
- Convolution
- Définition du filtrage
- Filtrage passe bas
- Filtre médian
- Filtrage Min Max
- Filtrage par la moyenne
- Filtre Gaussien

TMM Cours 7 Filtrage d'image 2

Prologue

→ Le filtrage d'un signal/image consiste à faire passer un opérateur (le filtre) sur ce signal, afin de le transformer.

→ Quels effets recherchés ?

- Filtrage en fréquence : passe-bas, passe-haut, passe-bande
- Lissage, débruitage.
- Implémentation d'opérateurs différentiels (dérivées, laplacien)
- Sélection/transformation de composantes sur la base de leur taille ou forme (filtrage morphologique).
- ...

TMM Cours 7 Filtrage d'image 3

Les bruits dans l'image (1/10)

- Les régions formant l'image sont caractérisées par leur intensité moyenne. Les fluctuations autour de cette intensité moyenne proviennent
 - du dispositif d'acquisition (caméra, amplificateur, quantification...)
 - de la scène elle-même (poussières, rayures...)

→ Perturbations affectant la qualité des traitements = bruit.

TMM Cours 7 Filtrage d'image 4

Les bruits dans l'image (2/10)

- Echelle spatiale des fluctuations relativement faible par rapport aux dimensions des régions.
- Dans la plupart des cas, le bruit d'image est considéré comme étant aléatoire et additif.
- Le prétraitement se ramène alors à un problème de filtrage
 - Objectifs
 - réduire l'amplitude des variations d'intensité dans chacune des régions
 - conserver les transitions entre régions adjacentes

TMM Cours 7 Filtrage d'image 5

Les bruits dans l'image (3/10)

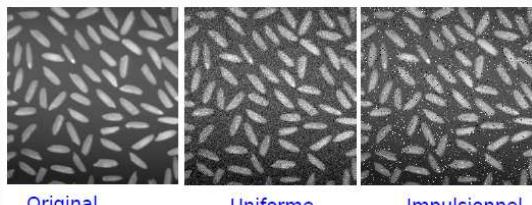
Différentes sources de dégradation

- bruit lié au contexte de l'acquisition : Bougé, mauvaises conditions d'éclairage,...
- bruit lié au capteur : Capteur de mauvaises qualités, mauvaise mise au point, etc...
- bruit lié à l'échantillonnage : Une mauvaise fréquence d'échantillonnage peut introduire dans l'image des points blancs ou noirs connus souvent sous l'appellation « sel et poivre ».
- bruit lié à la nature de la scène : Présence de fumée, de nuage, etc... Il faut corriger l'image par un procédé algorithmique.

TMM Cours 7 Filtrage d'image 6

Les bruits dans l'image (4/10)

- En fonction de répartition: 2 principaux types de bruits
 - Uniforme : chaque pixel est modifié par l'ajout d'une valeur aléatoire
 - Impulsionnel : quelques pixels prennent des valeurs complètement aléatoires



Original

Uniforme

Impulsionnel

Les bruits dans l'image (7/10)

Bruit gaussien

- Ce bruit modélise bien un grand nombre de bruits de capteurs visuels.
- Pour avoir une image **nette** il faut faire appel à des techniques permettant de « supprimer » le bruit (opération de lissage) et/ou de mettre en évidence et détecter les points frontières.

Les bruits dans l'image (5/10)

Bruit poivre et sel.

- Un bruit poivre et sel d'ordre n est obtenu en ajoutant n pixels blancs et n pixels noirs aléatoirement dans une image.
- On le caractérise souvent par le pourcentage de pixels remplacés.

Les bruits dans l'image (8/10)

- Ce bruit est obtenu en ajoutant à chaque pixel une valeur aléatoire suivant une loi de probabilité Gaussienne :

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(x-\mu)^2 + (y-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

σ : écart type
 μ : moyenne

Les bruits dans l'image (6/10)

➤ Ce bruit correspond à une réalité physique : Poussière sur objectif, petits objets, pertes de données

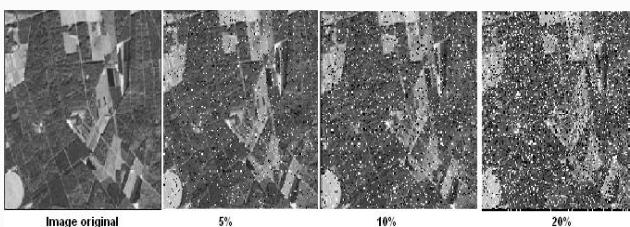


Image original

5%

10%

20%

Les bruits dans l'image (9/10)



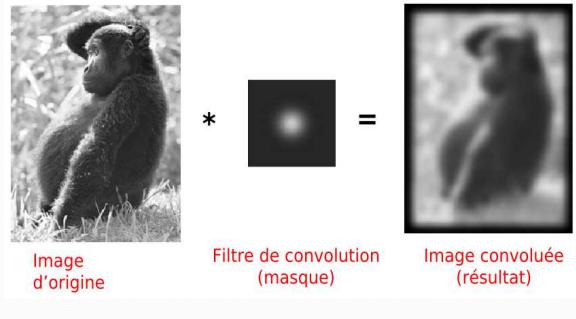
bruit gaussien
sigma=20

restauration

Les bruits dans l'image (10/10)



Convolution (3/11)



Convolution (1/11)

Principe fondamental de la convolution

- Le produit de convolution est l'opération de voisinage **linéaire** et **invariante par translation**.
- Il n'y a pas d'autre opération ayant ces propriétés. Cette opération fait donc appel aux outils disponibles pour respecter la convolution:
 - multiplication du niveau de gris d'un point par une constante.
 - addition des niveaux de gris des points d'une image; dans le cas continu, cette addition des niveaux se traduit sous forme d'une intégrale de surface.

Convolution (4/11)

Convolution en discret

$$g(p, q) = \sum_i \sum_j f(p-i, q-j) h(i, j)$$

↑ ↑ ↑
 Niveau de gris Niveaux de opérateur de convolution
 après convolution gris initiaux (noyau de convolution)

$$\delta * h|_{p,q} = g(p, q) = \left(\sum_{(i,j) \in \text{voisinage}} \delta(p-i, q-j) h(i, j) \right) = h(p, q)$$

Opération linéaire de voisinage

Masque réponse impulsionnelle à support borné

Convolution (2/11)

La convolution discrète est un outil permettant l'utilisation de **filtres linéaires** ou de **filtres de déplacements invariants**

L'équation générale de la convolution, notée $g(x)$, de la fonction d'origine $f(x)$ avec une fonction $h(x)$ est :

$$g(x) = f(x) * h(x) = \sum_k h(x-k) f(k)$$

$f(x)$ est la fonction d'origine et $g(x)$ la fonction convoluée (résultat de la convolution)

- Dans notre cas, une image est vue comme une fonction mathématique

$h(x)$ est appelé **masque de convolution**, **noyau de convolution**, **filtre**, **fenêtre**, **kernel**, ...

Convolution (5/11)

Propriétés de la convolution

- Additivité/distributivité : $(f * h_1) + (f * h_2) = f * (h_1 + h_2)$
 - Commutativité : $h_1 * h_2 = h_2 * h_1$
 - Associativité du produit de convolution : $(f * h_1) * h_2 = f * (h_1 * h_2)$
 - Norme d'un opérateur $\|h\| = \sum_{(p,q) \in \text{voisinage}} h(p, q)$
 - Séparabilité d'un opérateur de convolution Un filtre de convolution est dit séparable si $h(x, y) = h_x(x) \cdot h_y(y)$
- $f(x, y) * h(x, y) = h_y(y) * (h_x(x) * f(x, y))$
 Traitement selon x Traitement selon y

Convolution (6/11)

$$g(x, y) = f(x, y) \otimes filtre(x, y)$$

$$g(x, y) = \sum_i \sum_j f(x+i, y+j) \cdot filtre(i, j)$$

w_1	w_2	w_3
w_4	w_5	w_6
w_7	w_8	w_9

$filtre(O, O) = w_5$

$$g(x, y) = f(x-1, y-1) * W_1 + f(x-1, y) * W_2 + f(x-1, y+1) * W_3 + \\ f(x, y-1) * W_4 + f(x, y) * W_5 + f(x-1, y+1) * W_6 \\ f(x+1, y-1) * W_7 + f(x+1, y) * W_8 + f(x+1, y+1) * W_9$$

Un pixel $f(x, y)$ est remplacé par une somme pondérée de lui-même et des pixels de son voisinage

Généralement, le masque (filtre) est de dimension impaire et symétrique.

Convolution (9/11)

Exemple

Image d'entrée

a ₁₀	b ₃₀	a ₁₅	124	80
c ₇₀	d ₁₀	c ₆₀	60	20
a ₇₀	b ₈₀	a ₇₂	68	59
72	71	15	18	19
28	25	18	15	22

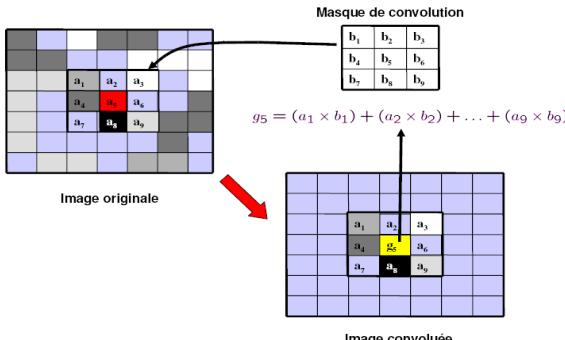
Image de sortie

s ₁				

$$s_1 = a_{10} + b_{50} + a_{15} + c_{70} + d_{10} + c_{60} + a_{70} + b_{80} + a_{72} + 124 + 80$$

Convolution (7/11)

Exemple



Convolution (10/11)

Exemple

Image d'entrée

10	a ₅₀	b ₁₅	124	80
70	c ₁₀	d ₆₀	c ₆₀	20
70	a ₈₀	b ₇₂	a ₆₈	59
72	71	15	18	19
28	25	18	15	22

Image de sortie

s ₁				
s ₂				

$$s_2 = a_{50} + b_{15} + a_{124} + c_{10} + d_{60} + c_{60} + a_{80} + b_{72} + a_{68} + 20$$

Convolution (8/11)

Exemple

filtré

Image d'entrée

Image de sortie ?

a	b	a
c	d	c
a	b	a

10	50	15	124	80
70	10	60	60	20
70	80	72	68	59
72	71	15	18	19
28	25	18	15	22

?

Convolution (11/11)

Problème : Que faire avec les bords de l'image ?

- Mettre à zéro (0)
- Convolution partielle
 - Sur une portion du noyau
- Miroir de l'image
 - $f(-x, y) = f(x, y)$
- ... (pas de solution miracle)

?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?										?
?										?
?										?
?										?
?										?
?										?
?										?
?										?
?										?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Définition du Filtrage

▪ Filtres passe-bas

- Atténue le bruit et les détails (basses fréquences)
→ lissage



TMM Cours 7

Filtrage d'image

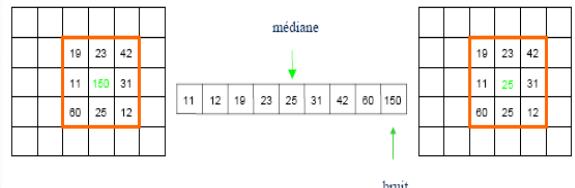
25

▪ Filtres passe-haut

- Accentue les détails et les contours (hautes fréquences)
→ accentuation

FILTRE MEDIAN (2/8)

$$g(x, y) = \text{médiane } \{f(n, m) \mid (n, m) \in S\}$$



TMM Cours 7 Filtrage d'image

28

Filtrage passe-bas

☞ FILTRE NON LINÉAIRE

- N'est pas réalisable avec une convolution
- Médian, Max, ...

☞ FILTRE LINÉAIRE

- Réalisable avec une convolution
- $g(x,y) = f(x,y) \otimes \text{filtre}(x, y)$
- Opérateur de convolution
- Moyenneur, Gaussien, ...

TMM Cours 7

Filtrage d'image

26

FILTRE MEDIAN (3/8)

- Le filtre médian consiste à prendre chaque pixel est le traité en considérant ses voisins sur un voisinage donné.
- Le pixel lui même et ses voisins forment alors un ensemble dont on calcule la « médiane ». Le pixel sera alors remplacé par cette valeur médiane.

TMM Cours 7 Filtrage d'image

29

FILTRE MEDIAN (1/8)

• Principe :

Remplacer la valeur du pixel central par la valeur médiane de la répartition (luminances triées dans l'ordre croissant) des niveaux de gris des pixels situés à l'intérieur de cette fenêtre

• Avantage: Préserve les contours.

➤ Utile pour contrer l'effet d'un bruit Poivre & Sel

TMM Cours 7

Filtrage d'image

27

FILTRE MEDIAN (4/8)

123	143	122	167	90	171	200
70	72	75	78	254	212	199
122	134	90	93	123	128	112
156	157	167	168	198	190	80
123	110	129	135	145	126	85
130	123	125	124	156	176	90
105	101	90	80	78	67	57

90 93 123 129 135 145 167 168 198
Tri des élément : 90 93 123 167 168 198 129 135 145

La valeur 168 ça sera remplacé par 135

TMM Cours 7 Filtrage d'image

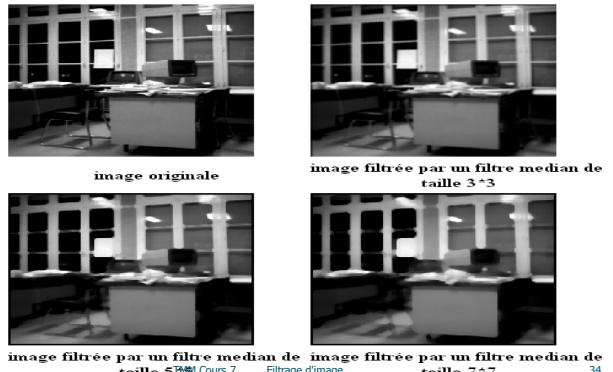
30

FILTRE MEDIAN (5/8)

Intérêt du filtre médian:

- Un pixel non représentatif dans le voisinage affectera peu la valeur médiane.
- La valeur médiane choisie étant le niveau de gris d'un des pixels considérés, on ne crée pas alors de nouveaux niveaux de gris dans l'image. Ainsi lorsque le filtre passe sur un contour très marqué il le préservera mieux.

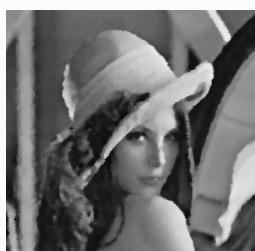
FILTRE MEDIAN (8/8)



FILTRE MEDIAN (6/8)



Image Originale



Filtrage médian 5 × 5

Filtrage Min Max (1/6)

- On considère le niveau de gris du pixel à traiter, et d'autre part tous ses voisins (à l'exception de lui-même).
- Sur les voisins on calcule le niveau min et le niveau max.,
- si le niveau de gris du pixel à traiter est compris entre le min et le max. alors on le laisse inchangé
- sinon on le remplace par le max(resp min).

FILTRE MEDIAN (7/8)



Image Originale



Filtrage médian 5 × 5

Filtrage Min Max (2/6)

- **Principe:** Consiste à remplacer la valeur au pixel (x,y) par le minimum ou le maximum sur la fenêtre centrée en ce point selon la proximité de ces deux valeurs à la valeur centrale.

Filtrage Min Max (3/6)

123	143	122	167	90	171	200
70	72	75	78	254	212	199
122	134	90	93	123	128	112
156	157	167	208	198	190	80
123	110	129	135	145	126	85
130	123	125	124	156	176	90
105	101	90	80	78	67	57

Min=90, Max=198 on a donc 208 >Max d'où la valeur 208 ça sera remplacé par 198 dans le cas du filtrage Max.

Filtrage Min Max (6/6)

- Ce filtre de lissage supprime bien le bruit de type "poivre et sel" c'est à dire qu'il "adoucit" les pixels isolés ayant un niveau de gris très différent des niveaux de gris de leur voisinage
- Il a la particularité de bien préserver les contours très marqués.
- Ce filtre s'assure en fait que tout pixel a son niveau de gris placé dans la gamme de ses voisins.

Filtrage Min Max (4/6)



Image originale

Filtrage par la moyenne (1/9)

- Le filtrage par la moyenne consiste à remplacer chaque pixel par la valeur moyenne de ses voisins (le pixel lui-même y compris).

$$\begin{array}{ccc} 120 & 120 & 0 \\ 120 & 255 & 120 \\ 120 & 120 & 120 \end{array}$$

Nous allons remplacer $p_{3,3}=255$ par :

$$p_{3,3}^{moy} = \frac{120+120+0+120+255+120+120+120+120}{9} \approx 121,67 \approx 122$$

Filtrage Min Max (5/6)



Filtrage Max

Filtrage par la moyenne (2/9)

- Cette méthode a pour effet de modifier les niveaux de gris trop différents de leurs voisins en ce sens on peut penser « supprimer » le bruit, c'est à dire des niveaux de gris « anormaux ».

Filtrage par la moyenne (3/9)

- Suivant la “**violence**” du lissage que l’on veut réaliser on choisira une **taille de filtre** plus ou moins grande (3×3 , 5×5 ,..) mais on doit comprendre que les contours de l’image de départ deviendront alors plus « flous ».

$$W_1 = \frac{1}{9} \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix} \quad W'_1 = \frac{1}{25} \begin{matrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

$$W_2 = \frac{1}{10} \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

TMM Cours 7 Filtrage d'image

43

Filtrage par la moyenne (6/9)

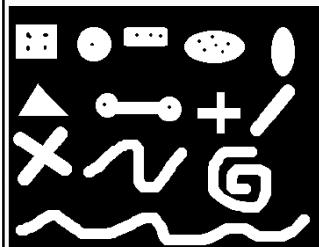


Image Originale



filtrage Moyenne 3×3

TMM Cours 7 Filtrage d'image

46

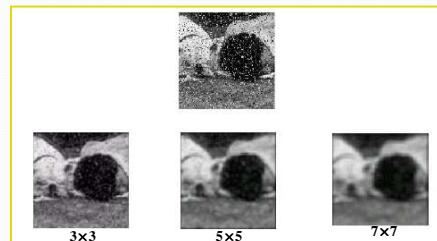
Filtrage par la moyenne (4/9)

$$\text{Input Image} * \begin{bmatrix} \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \end{bmatrix} = \text{Output Image}$$

TMM Cours 7 Filtrage d'image

44

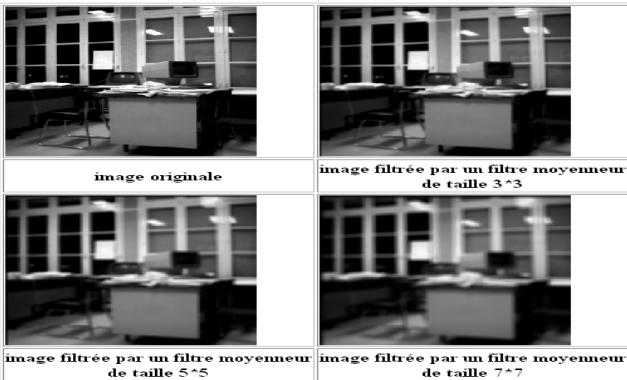
Filtrage par la moyenne (7/9)



TMM Cours 7 Filtrage d'image

47

Filtrage par la moyenne (5/9)



TMM Cours 7 Filtrage d'image

45

Filtrage par la moyenne (8/9)

- Un pixel isolé avec un niveau de gris “anormal” pour son voisinage va perturber les valeurs moyennes des pixels de son voisinage.
- Sur une **frontière de régions** le filtre va **estomper le contour et le rendre flou**, ce qui est gênant en visualisation bien sûr mais éventuellement aussi pour un traitement ultérieur qui nécessiterait des frontières nettes.

TMM Cours 7 Filtrage d'image

48

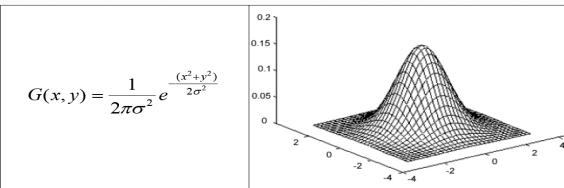
Filtrage par la moyenne (9/9)

- Il est possible de moduler ces effets néfastes en réalisant en chaque pixel une convolution "conditionnelle"
- Exemple : en un pixel de niveau de gris NG₁ on applique le filtre et on obtient une valeur NG₂, alors on décidera d'appliquer le filtre que si :

$$|NG_1 - NG_2| \geq SEUIL$$

LE FILTRE GAUSSIEN (3/10)

- Dans le traitement d'images on traite des données à deux dimensions (X et Y), on introduit donc une fonction gaussienne à deux dimensions G(x, y) :



LE FILTRE GAUSSIEN (1/10)

- Le filtre gaussien est un opérateur de lissage utilisé pour estomper les «détails» et le bruit.
- Ce filtre a une logique analogue au filtre moyenne.

LE FILTRE GAUSSIEN (4/10)

- Le filtrage Gaussien va utiliser cette distribution pour définir un filtre de convolution.
- Comme on travaille sur des images discrètes on utilise une approximation discrète de la distribution gaussienne dans un filtre fini de convolution.

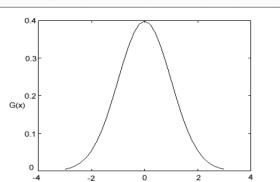
2	4	5	4	2
4	9	12	9	4
5	12	15	12	5
4	9	12	9	4
2	4	5	4	2

Fenêtre de taille 5 × 5 d'écart type égal à 1.4

LE FILTRE GAUSSIEN (2/10)

- La fonction Gaussienne est aussi souvent utilisée dans les distributions statistiques, elle est définie par la fonction

$$G(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

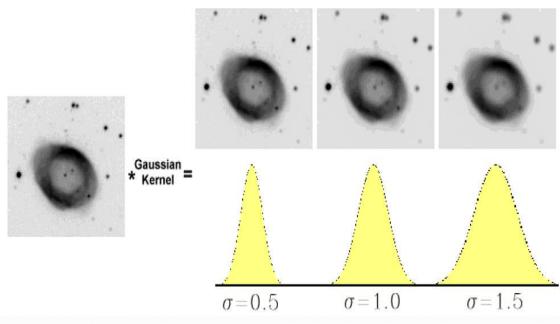


LE FILTRE GAUSSIEN (5/10)

1	2	1
2	4	2
1	2	1

1	4	6	4	1
4	16	24	16	4
6	24	36	24	6
4	16	24	16	4
1	4	6	4	1

LE FILTRE GAUSSIEN (6/10)



TMM Cours 7

Filtrage d'image

55

LE FILTRE GAUSSIEN (9/10)

- Le degré de lissage est déterminé par l'écart-type associé au filtre gaussien
- Plus l'écart-type est élevé plus il faut prendre un filtre plus grand ($5 \times 5, 7 \times 7$).

TMM Cours 7 Filtrage d'image

58

LE FILTRE GAUSSIEN (7/10)



TMM Cours 7

Filtrage d'image

56

LE FILTRE GAUSSIEN (10/10)

- Accorde plus d'importance au pixel central
- Filtre séparable:
 - Économie de calcul (filtrage des colonnes et des lignes séparément)
 - Exemple: filtre 5×5
 - Normalement: 5×5 multiplications + 24 additions par pixel.
 - Séparé: 5×2 multiplications + 4×2 additions par pixel.
- Atténuation du bruit

TMM Cours 7 Filtrage d'image

59

LE FILTRE GAUSSIEN (8/10)



Image originale

Filtre gaussien

TMM Cours 7

Filtrage d'image

57

aymen.sellaouti@gmail.com

TMM Cours 7 Filtrage d'image

60

INSAT Institut National des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

Année universitaire 2014-2015

Niveau : 3ème Année
LA3GL
Cours
Les détecteurs de contours
Aymen.sellaouti@gmail.com

INSAT©Aymen SELLAOUTI

Détection de contours (1/8)

La détection de contours est une technique de réduction d'information dans les images, qui consiste à transformer l'image en un ensemble de courbes, pas forcément fermées, formant les frontières significatives de l'image.

Si les structures extraites sont simples à manipuler (courbes fines, régulières, stables...), elles peuvent être utiles pour la mise en correspondance d'images (robotique, indexation,...)

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

PLAN

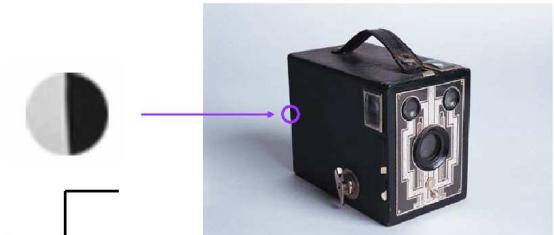
- Prologue
- Détection de contours
- Le Gradient
- Roberts,
- Prewitt
- Sobel
- Le seuillage
- Le Laplacien

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Détection de contours (2/8)

Qu'est-ce qu'un contour ?

- Un contour est une variation brusque d'intensité.



TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

PROLOGUE

- ❖ **Filtrage passe-bas**
 - Lissage et élimination du bruit : il conserve les basses fréquences
- ❖ **Filtrage passe-haut**
 - Détection des contours : il conserve les hautes fréquences

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Détection de contours (3/8)

Définition du contour

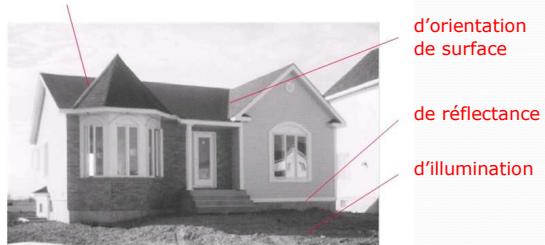
- Par définition, un **contour** est la **frontière** qui sépare deux objets dans une image.
 - Une **discontinuité** de l'image
- Dans notre cas, nous détecterons toutes les lignes marquant des **changements d'intensité**
 - Pas seulement les contours !
 - Abus de langage sur la notion de contours !

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Détection de contours (4/8)

Exemples de détection des discontinuités

de profondeur



TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

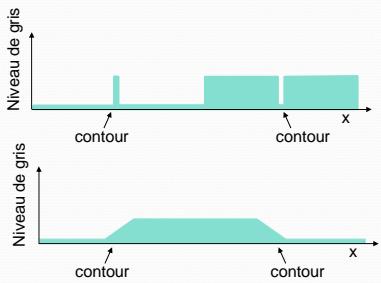
Détection de contours (7/8)

- Dans la plupart des cas et en particulier pour ceux présentées ici, la même méthodologie est employée.
- Elle s'applique en **deux étapes** :
 - la première permet de **localiser les contours** à partir d'un calcul de Gradient ou de Laplacien dans des directions privilégiées tout en quantifiant l'importance du contour.
 - La seconde étape va permettre **d'isoler les contours** du reste de l'image à partir d'un **seuillage judicieux**.

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Détection de contours (5/8)

Types de contours dans une image



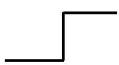
TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Détection de contours (8/8)

Comment Mesures les variations de l'image ?

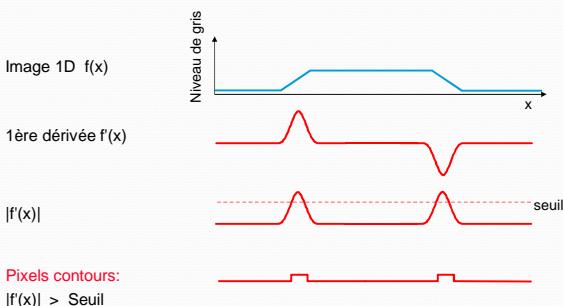
- Le gradient (première dérivée) de l'image est l'opérateur de base pour mesurer les contours dans l'image.

$$|\nabla f| = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2}$$



TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Détection de contours (6/8)



TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Le gradient d'une image (1/8)

Définition :

- En considérant l'image dans un repère orthogonal (Oxy) tel que (Ox) désigne l'axe horizontal et (Oy) l'axe vertical, le Gradient de l'image en tout point ou pixel de coordonnées (x,y) est désigné par :

$$\vec{\text{Grad}} f = \vec{\nabla} f = \begin{pmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{pmatrix} \quad \nabla I(x, y) = \left(\frac{\partial I(x, y)}{\partial x}, \frac{\partial I(x, y)}{\partial y} \right)^t$$

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Le gradient d'une image (2/8)

Le module du gradient

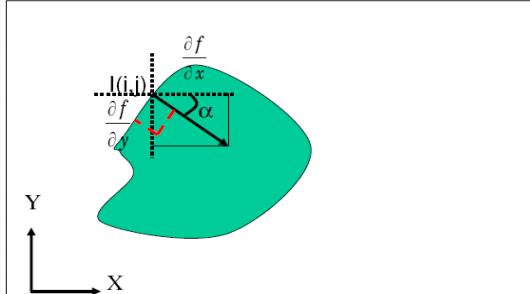
- Le module du gradient permet de quantifier l'importance du contour mis en évidence, c'est-à-dire l'amplitude du saut d'intensité relevé dans l'image :

$$\|\vec{\nabla} f\| = \sqrt{(\frac{\partial f}{\partial x})^2 + (\frac{\partial f}{\partial y})^2}$$

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Le gradient d'une image (5/8)

Détermination de la direction du gradient



TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Le gradient d'une image (3/8)

La direction du gradient

- La direction du gradient permet de déterminer l'arête présente dans l'image. En effet, la direction du gradient est orthogonale à celle du contour :

$$\alpha_0 = \arctan(\frac{\partial f / \partial y}{\partial f / \partial x})$$

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

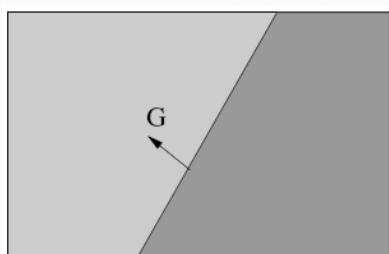
Le gradient d'une image (6/8)

- Le principe de la détection de contours par l'utilisation du gradient consiste à calculer
 - le gradient de l'image dans deux directions orthogonales
 - puis le module du gradient.
- Il s'agira ensuite d'effectuer une sélection des contours les plus marqués, c'est-à-dire les points de plus fort contraste par un seuillage adéquat.

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

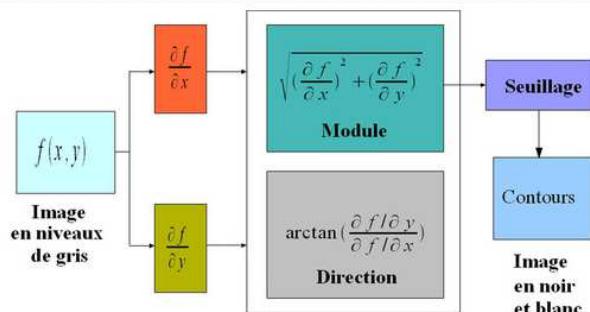
Le gradient d'une image (4/8)

Représentation du gradient



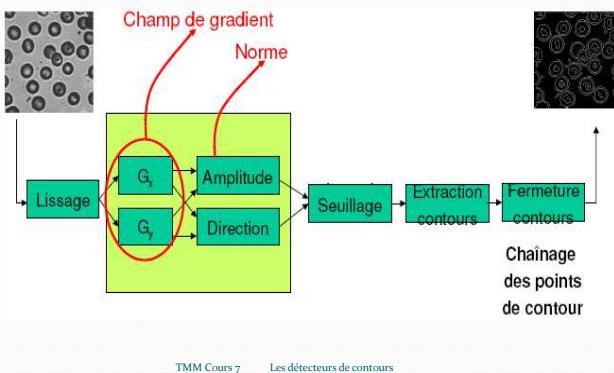
TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Le gradient d'une image (7/8)

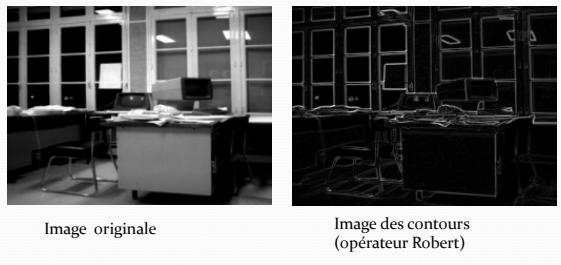


TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Le gradient d'une image (8/8)



Opérateur de Roberts (3/4)



Opérateur de Roberts (1/4)

- Ce masque proposé en 1965 permet de calculer un gradient le long des diagonales de l'image :

$$h1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad h2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

- La corrélation de ce masque avec l'image $f(i,j)$ permet bien d'implanter un gradient dans la direction verticale :

$$\sum_{m=-1}^0 \sum_{n=-1}^0 h(m,n) f(m+i, n+j) = h(0,0) f(i, j) + h(-1,-1) f(i-1, j-1) = f(i, j) - f(i-1, j-1)$$

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

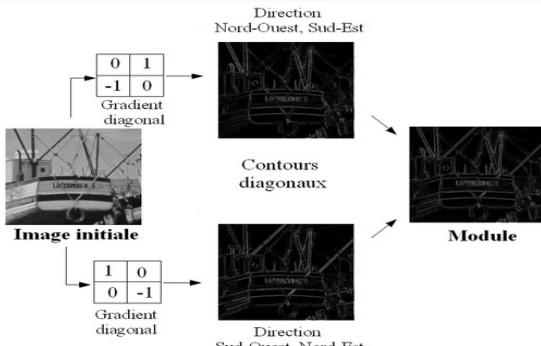
Opérateur de Roberts (4/4)

Inconvénient

- Le majeur inconvénient de ces masques réside dans leur **forte sensibilité au bruit**.

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Opérateur de Roberts (2/4)



Opérateurs de Prewitt (1/3)

- La convolution de l'image par deux masques correspond au calcul des dérivées de l'image pré-filtrée par un filtre h séparable :

$$h1 = 1/3 \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad h2 = 1/3 \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Masques de calcul du gradient en x et y .

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Opérateurs de Prewitt (2/3)

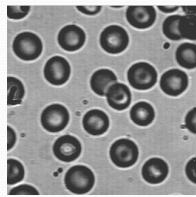


Image originale

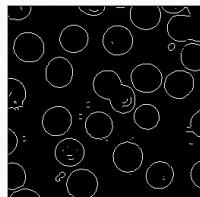


Image des contours
(opérateur Prewitt)

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Opérateurs de Sobel (2/6)

- Est un opérateur très populaire.
- Correspond à la convolution de l'image par :
 $[1 \ 2 \ 1] * [-1 \ 0 \ 1]$.
- Masques directionnels également.

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Opérateurs de Prewitt (3/3)



Image originale

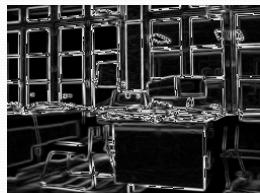


Image des contours
(opérateur Prewitt)

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Opérateurs de Sobel (3/6)

Les filtres de Sobel sont les suivants :

Filtre horizontal :

$$h = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix}$$

Filtre vertical :

$$v = \begin{pmatrix} -1 & 0 & -1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Opérateurs de Sobel (1/6)

- L'**Opérateur de Sobel** est un opérateur utilisé en traitement d'image pour la détection de contours.
- Il s'agit d'un des opérateurs les plus simples qui donne toutefois des résultats corrects.

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Opérateurs de Sobel (4/6)

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline -2 & 0 & 2 \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline \end{array}$$

Gradient horizontal



$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline -1 & -2 & -1 \\ \hline \end{array}$$

Gradient vertical



Contours verticaux



Contours horizontaux



Module



Les détecteurs de contours

Opérateurs de Sobel (5/6)

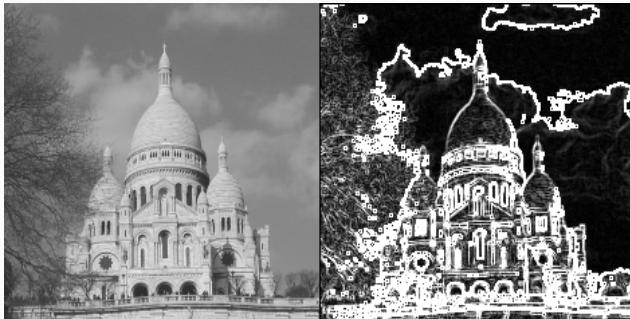


Image Originale

Détection de contour par Sobel

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Méthodes de seuillage (2/3)

- Cette opération nécessite le réglage d'un paramètre : le seuil S.
- Si la valeur du module du gradient en un pixel de l'image dépasse le seuil fixé, la valeur résultante du pixel est 1. Dans le cas contraire, la valeur du pixel est fixée à 0 :

$$I_b(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{si } I_M(i, j) \geq S \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Opérateurs de Sobel (6/6)

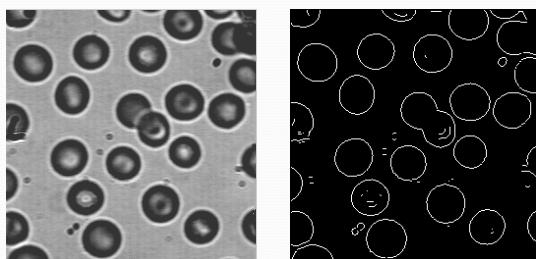


Image originale

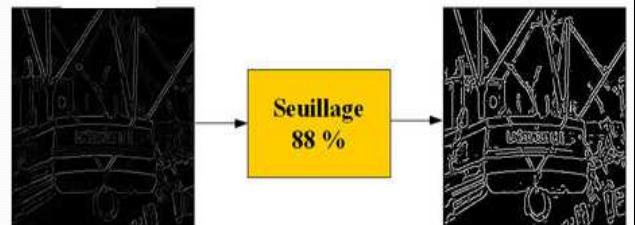
Image des contours (opérateur Sobel)

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Méthodes de seuillage (3/3)

Maxima locaux
du gradient

Contours



TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Méthodes de seuillage (1/3)

- L'objectif est de **conserver uniquement les maxima locaux dans une direction du gradient**.

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Le laplacien d'une image (1/10)

- Le laplacien d'une image d'intensité $I(x, y)$ est défini par :

$$\nabla^2 I(x, y) = \frac{\partial^2 I(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 I(x, y)}{\partial y^2}.$$

- Invariant aux rotations de l'image.
- Le laplacien est souvent utilisé en amélioration d'images pour accentuer l'effet de contour :

$$I'(x, y) = I(x, y) - c \nabla^2 I(x, y)$$

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Le laplacien d'une image (2/10)

- Sensibilité au bruit accrue par rapport au gradient.
- Le laplacien d'une image filtrée :

$$\Delta I'(x, y) = \Delta I(x, y) * h(x, y) = I(x, y) * \Delta h(x, y).$$

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Le laplacien d'une image (5/10)

- Le Laplacien peut s'écrire :

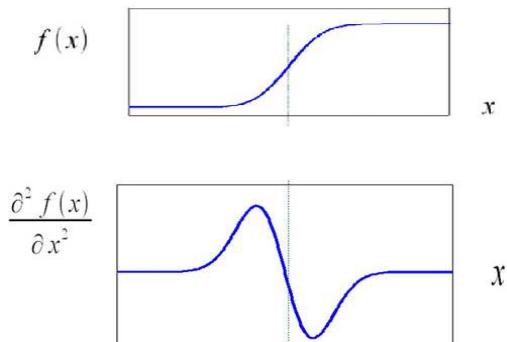
$$\nabla^2 f = f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1) - 4f(x, y)$$

- Cette opération de calcul de Laplacien peut alors être appliquée à une image par l'intermédiaire d'un filtre avec le masque 3×3 suivant :

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Le laplacien d'une image (3/10)



TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Le laplacien d'une image (6/10)

- D'autres masques peuvent être utilisés

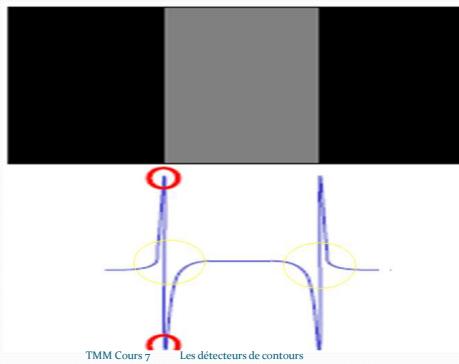
0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

-1	-1	-1
-1	-8	-1
-1	-1	-1

1	-2	1
-2	4	-2
1	-2	1

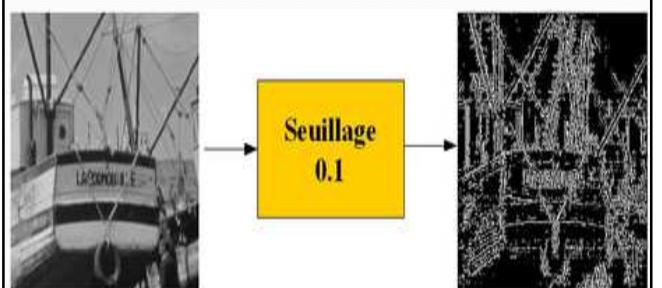
TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Le laplacien d'une image (4/10)



TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Le laplacien d'une image (7/10)



TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Le laplacien d'une image (8/10)

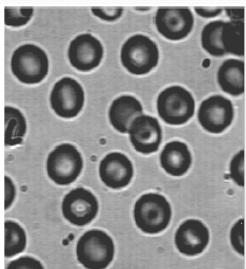
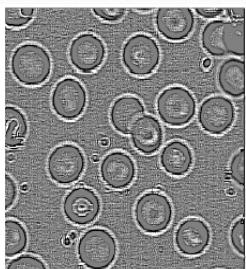


Image originale



Laplaciens

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

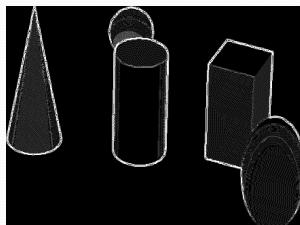
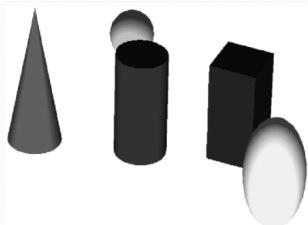
Résumé

La détection de contour

- Deux approches :
 - Approche gradient : détermination des extrema locaux dans la direction du gradient.
 - Approche laplacien : détermination des passages par zéro du laplacien.

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Le laplacien d'une image (9/10)



TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Remarque

La détection de contour

- Le calcul de dérivée nécessite un pré-filtrage des images :
 - Filtrage linéaire pour les bruits de moyenne nulle (par exemple bruit blanc Gaussien, filtre Gaussien).
 - Filtrage non-linéaire pour les bruits impulsifs (filtre médian par exemple).

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Le laplacien d'une image (10/10)

ABCD

ABCD

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

aymen.sellaouti@gmail.com

TMM Cours 7 Les détecteurs de contours

Année universitaire 2014-2015

Niveau : 3ème Année
LA3GL
Cours
Segmentation d'images

Aymen.sellaouti@gmail.com

INSAT©Aymen SELLAOUTI

Prologue (2/6)

Segmentation

Recherche de frontières (approches « contours ») Recherche de régions (approches « régions »)

Cours 8 Segmentation d'images

PLAN

- Prologue
- Approche Région
- Approche Contour
- Approche basée Clustering
- Approche hybride
- Conclusion

Cours 8 Segmentation d'images

Prologue (3/6)

Cours 8 Segmentation d'images

Prologue (1/6)

- La segmentation consiste à créer des partitions dans l'image en identifiant des pixels similaires selon un critère donné (niveau de gris, texture,...)
- La segmentation a pour objectif de différencier des zones d'intérêt (par exemple objets / fond). C'est généralement une première étape d'un traitement plus complexe comme la reconnaissance de formes.

Cours 8 Segmentation d'images

Prologue (4/6)

Un problème difficile ??!!

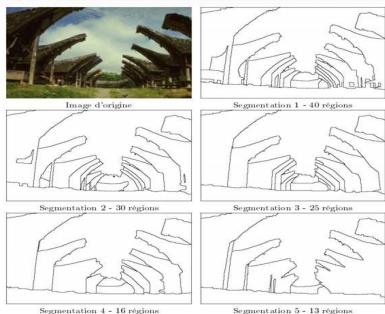
Pourquoi les algorithmes présentés dans ce cours ne marchent-ils pas en général?

- Pas de **données contextuelles**
Aucun algorithme n'est générique.
- *Plusieurs solution pour le même problème*
•*Pas de solution unique exacte*

Cours 8 Segmentation d'images

Prologue (5/6)

Un problème difficile ???



Exemples de segmentations obtenues par des personnes différentes pour une même image. Cours 8 Segmentation d'images

7

Approche région (2/7)

Croissances de régions

Idée: On part d'un point amorce ou encore les germes de départ (*seed*) et l'on l'étend en ajoutant les points de la frontières qui satisfont le critère d'homogénéité



• Les germes de départ peuvent être choisis soit par un humain, soit de manière automatique :

- Aléatoirement
- En sélectionnant les extrêmes locaux

• Le critère de croissance est généralement un critère bas niveau (radiométrie, texture).

Cours 8 Segmentation d'images

10

Prologue (6/6)

✓ Quatre grandes familles :

- Approche région
- Approche contour
- Approche Coopérative (Duale)
- Approche basées Clustering

Cours 8 Segmentation d'images

8

Approche région (3/7)

AVANTAGES

- Méthode rapide
- Conceptuellement très simple

INCONVENIENTS

- Tenir compte de l'homogénéité globale donne un algorithme sensible à l'ordre de parcours des points
- Algorithme très sensible au bruit, peu stable.

Cours 8 Segmentation d'images

11

Approche région (1/8)

Idée Générale :

- ✓ Identifier les régions

Quelques approches région :

- ✓ Croissance de régions (growing-region)
- ✓ Décomposition/Fusion (Split/Merge)
- ✓ ...

Cours 8 Segmentation d'images

9

Approche région (4/7)

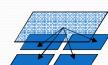
Split & Merge

Idée: Plutôt que de regrouper des pixels dans le region growing, pourquoi ne pas regrouper des zones homogènes pré-calculées sur l'image?

Phase 1 : Créer les zones homogènes = SPLIT
Phase 2 : Les regrouper = MERGE

SPLIT:

L'image est stockée dans un arbre.
Initialement, *arbre racine* = *image complète*



Récursevement, chaque feuille F est subdivisée en quatre si elle n'est pas assez homogène, et les quatre sous images sont ajoutée en tant que feuilles de F.

L'algorithme poursuit tant qu'il reste des feuilles non homogènes à diviser.

Cours 8 Segmentation d'images

12

Approche région (5/7)

Example

Homogénéité = critère sur la variance

0	1	0	0	7	7	7	7
1	0	2	2	7	7	7	7
0	2	2	2	7	7	7	7
4	4	2	2	7	7	7	7
0	0	1	1	3	3	7	7
1	1	2	2	3	7	7	7
2	4	3	0	5	7	7	7
2	3	3	5	5	0	7	7

Image initiale

0	1	0	0	7	7	7	7
1	0	2	2	7	7	7	7
0	2	2	2	7	7	7	7
4	4	2	2	7	7	7	7
0	0	1	1	3	3	7	7
1	1	2	2	3	7	7	7
2	4	3	0	5	7	7	7
2	3	3	5	5	0	7	7

Split 1

0	1	0	0	7	7	7	7
1	0	2	2	7	7	7	7
0	2	2	2	7	7	7	7
4	4	2	2	7	7	7	7
0	0	1	1	3	3	7	7
1	1	2	2	3	7	7	7
2	4	3	0	5	7	7	7
2	3	3	5	5	0	7	7

Split 2

0	1	0	0	7	7	7	7
1	0	2	2	7	7	7	7
0	2	2	2	7	7	7	7
4	4	2	2	7	7	7	7
0	0	1	1	3	3	7	7
1	1	2	2	3	7	7	7
2	4	3	0	5	7	7	7
2	3	3	5	5	0	7	7

Split 3

Cours 8 Segmentation d'images 13

Approche Contour (1/2)

Idée Générale :

- ✓ Déetecter les contours qui représentent la séparation entre deux régions (les discontinuités dans la scène).

Principe :

- ✓ Extraction des maxima locaux
- ✓ Sélection des maxima locaux significatifs par seuillage
- ✓ Fermeture des contours

Quelques approches contour :

- ✓ Ligne de partage des eaux (Watershed)
- ✓ ...

Cours 8 Segmentation d'images

16

Approche région (6/7)

Construction du RAG

- Connecte les régions adjacentes
- Arrêtes = mesures de différence d'homogénéité

Cours 8 Segmentation d'images 14

Approche Contour (2/2)

Ligne de partage des eaux

Idée:

Grossir simultanément toutes les régions jusqu'à ce que l'image soit entièrement segmentée

Principe:

- ✓ Phase 1 : Générer une carte d'élévation à partir de l'image de départ
- ✓ Phase 2 : Remplir progressivement les bassins

Inconvénients:

Sur segmentation

17

Approche région (7/7)

MERGE:

- Chaque noeud du Region Adjacency Graph est examiné.
- Si un des voisins de ce noeud est à une distance inférieure à un seuil de regroupement, les deux noeuds fusionnent dans le RAG.
- Lorsque plus aucun noeud ne peut fusionner avec l'un de ses voisins, STOP.

La distance en terme d'homogénéité de régions est portée par l'arrête valuée qui les relie dans le RAG

Cours 8 Segmentation d'images 15

Approche basée Clustering (1/10)

Idée Générale :

- ✓ Initialiser les piques de l'images.
- ✓ Chercher les régions les plus denses à partir de ces derniers.

Quelques approches basée clustering:

- ✓ K-Means
- ✓ Mean Shift
- ✓ ...

Cours 8 Segmentation d'images

18

Approche basée Clustering (2/10)

Mean Shift

Idée:

- ✓ Recherche les régions les plus denses

Principe:

- ✓ Inonder l'image de point de départ P_i
- ✓ Chercher l'ensemble E des points qui sont dans le voisinage des P_i .
- ✓ Déplacer les P_i vers le barycentre de E_i .

Avantages:

- ✓ Outil indépendant de l'application
- ✓ Cherche automatiquement les clusters

Inconvénients:

- ✓ Dépendance au choix de la taille de fenêtre.

Approche basée Clustering (5/10)

Région d'intérêt

Centre de masse

Vecteur
Mean Shift

Objectif : Chercher les regions les plus denses

Approche basée Clustering (3/10)

Région d'intérêt
Centre de masse

Objectif : Chercher les regions les plus denses

Approche basée Clustering (6/10)

Région d'intérêt
Centre de masse

Objectif : Chercher les regions les plus denses

Approche basée Clustering (4/10)

Région d'intérêt
Center of mass

Objectif : Chercher les regions les plus denses

Approche basée Clustering (7/10)

Région d'intérêt
Centre de masse

Objectif : Chercher les regions les plus denses

Approche basée Clustering (8/10)

Objectif : Chercher les régions les plus denses

Cours 8 Segmentation d'images 25

Approche Hybride (1/4)

Idée Générale :

- ✓ Coopération entre l'approche région et l'approche contour

Trois grandes familles:

- ✓ Coopération séquentielle
- ✓ Coopération des résultats
- ✓ Coopération mutuelle

Cours 8 Segmentation d'images 28

Approche basée Clustering (9/10)

Objectif : Chercher les régions les plus denses

Cours 8 Segmentation d'images 26

Approche Hybride (2/4)

Coopération séquentielle

Cours 8 Segmentation d'images 29

Approche basée Clustering (10/10)

La segmentation avec Mean Shift

- ✓ Définir les attributs de segmentation
- ✓ Initialiser les fenêtres
- ✓ Exécuter Mean Shift pour chaque Fenêtre jusqu'à ce qu'il converge
- ✓ Fusionner les fenêtres qui sont proches du même cluster

Représentation de l'espace de l'image Execution de Mean Shift Filtrage de l'image Segmentation

Cours 8 Segmentation d'images 27

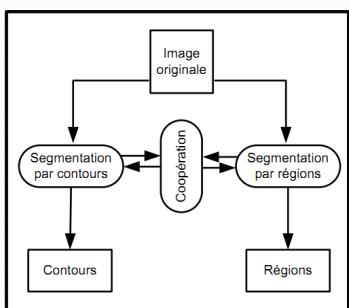
Approche Hybride (3/4)

Coopération des résultats

Cours 8 Segmentation d'images 30

Approche Hybride (4/4)

Coopération mutuelle



Conclusion

- Problème difficile
- Problème non générique
- Perspective : intégration de la sémantique ...

aymen.sellaouti@gmail.com

nsat Année universitaire 2014-2015

Niveau : 3ème Année
LA3GL
Compression & Codage de vidéo numérique

Aymen.sellaouti@gmail.com

INSAT©Aymen SELLAOUTI

Qu'est ce qu'une vidéo numérique

Une vidéo numérique est une succession d'images numériques à une certaine cadence.

Le débit nécessaire pour afficher une vidéo (en octets par seconde) est égal à la taille d'une image que multiplie le nombre d'images par seconde.

L'œil humain a comme caractéristique d'être capable de distinguer environ 20 images par seconde. Ainsi, en affichant plus de 20 images par seconde, il est possible de tromper l'œil et de lui faire croire à une image animée. C'est sur ce principe que repose la vidéo.

On caractérise la fluidité d'une vidéo par le nombre d'images par secondes.

Plan

TMM Cours 9 - Compression de vidéo numérique

2

Numerisation

C'est le procédé permettant la construction d'une représentation discrète d'un objet du monde réel.

C'est la conversion d'un signal (vidéo, image, audio, caractère d'imprimerie, impulsion, etc.) en une suite de nombres permettant de représenter cet objet en informatique ou en électronique numérique.

TMM Cours 9 - Compression de vidéo numérique

5

Introduction

- Evolution des technologies de compression vidéo
- Besoin de partage de vidéo à travers le web
- Requiert des quantités astronomiques de données numériques.
- La solution passe donc par la compression vidéo efficace.

TMM Cours 9 - Compression de vidéo numérique

3

la compression vidéo

Le principe de base de la compression vidéo est l'élimination de la redondance.

Il existe deux familles de compression

- Compression non destructive
- Compression destructive

Il existe deux types de redondance:

- Redondance spatiale
- Redondance temporelle

TMM Cours 9 - Compression de vidéo numérique

6

Compression non destructive

Nommée aussi : "compression lossless" ou "compression sans pertes" ou "compactage".

Permet de restituer le signal initial tel qu'il était avant codage.

Basée sur la fréquence d'apparition de mots binaires dans le flux binaire représentant une image ou une source audio.

Réduit la quantité d'information à transmettre.

Redondance temporelle

la répétition des informations similaires dans le temps

Ce type de compression emmagasine les différences entre les images en éliminant les informations redondantes dans le temps.

Compression destructive

Nommée aussi : "compression lossy" ou "compression avec pertes".

Les données restituées après décompression se trouvent "dégradées" par rapport à leur état initial avant l'encodage. Il est donc vivement conseillé de conserver les enregistrements originaux.

S'appuie sur les limites de la perception humaine: il procède en quelque sorte à une simplification de l'information en vue du gain de place et cela, sans trop nuire (jusqu'à certaines limites) à la compréhension du signal par l'être humain.

Type de codages

Codage spatial: image intracodée

Codage prédictif: image prédictive

Codage bidirectionnel: image bidirectionnelle

Redondance spatiale

L'ensemble des pixels identiques adjacents

Ce type de compression affecte l'information spécifique à une seule image.



Le codage spatial

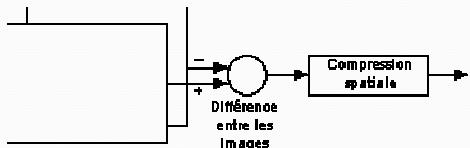
C'est le codage d'une image intra codée

Les zones spatialement redondantes sont codées une seule fois

Si une image était erronée, on ne sera pas bloqué

Le codage prédictif (1/2)

Les **images P** (images prédictives) sont codées par rapport à l'image précédente, où on recherche un macrobloc identique ou semblable pour optimiser le codage.

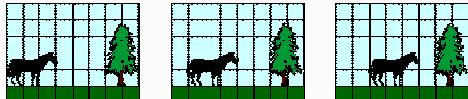


Le codage bidirectionnel (2/4)

Il peut être plus efficace de chercher les données dans l'image suivante que dans l'image précédente

D'où l'utilité des **images B** (bidirectionnelles) qui ressemblent aux images P, sauf qu'elles permettent au bloc de référence de se trouver soit dans l'image précédente soit dans l'image suivante

Le codage prédictif (2/2)



Cette technique est appelée la **compensation de mouvement**.

le fichier ainsi compressé contient:

- un vecteur de déplacement entre le macrobloc de référence et le macrobloc qui va être codé.
- la différence entre le contenu de ces deux macroblocs est appelée le terme d'erreurs.

Le codage bidirectionnel (3/4)

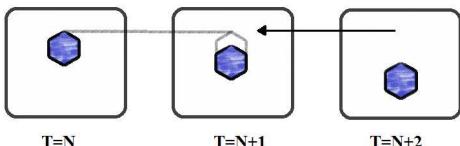


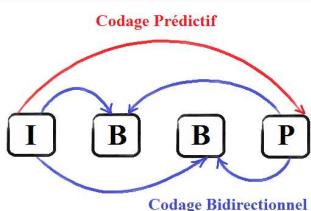
Figure 6 – La région révélée n'est pas dans l'image N mais dans l'image N+2

Le codage bidirectionnel (1/4)

Compensation de mouvement avec les images P : technique très puissante, mais ne résout pas tous les problèmes de la compression vidéo.

Il y a beaucoup de situations où cette technique échoue lamentablement

Le codage bidirectionnel (4/4)



I : Codage Spatial (image clé)

P : Codage prédictif
Le codeur envoie la différence entre I et P

B : Codage bidirectionnel
L'image B est codée à partir d'une image I ou P, précédente ou suivante.

Figure 7 – Fonctionnement du codage bidirectionnel

Qu'est ce qu'un codec?

Un procédé capable de compresser et/ou de décompresser un signal numérique.

Le mot-valise «codec» vient de «compression-décompression» («codage-décodage» -COnvertisseur DECode en anglais).

Les formats les plus couramment rencontrés

MPEG

Le DivX

Le XviD

Le MKV

E-Mail :

aymen.sellaouti@gmail.com