

Formats d'images et compression

DIU Enseigner l'Informatique au Lycée

E. Jahier, L. Rieg, C. Parent-Vigouroux, B. Wack

UFR IM2AG, Université Grenoble Alpes

juillet 2020

Plan

Images

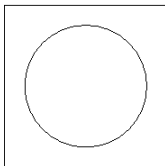
- Notion de format
- Les formats NetPBM
- Autres formats

Compression

- Run Length Encoding
- Lempel-Ziv
- Compression avec perte

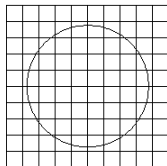
Numérisation d'une image

- ▶ discrétisation en pixels



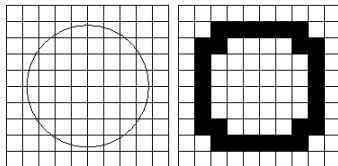
Numérisation d'une image

- ▶ discrétisation en pixels



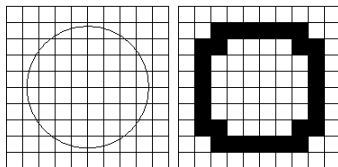
Numérisation d'une image

- ▶ discrétisation en pixels



Numérisation d'une image

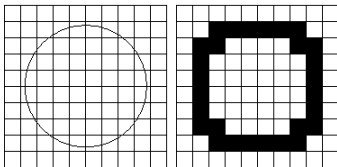
- ▶ discrétisation en pixels



- ▶ une nuance de gris = un nombre bien choisi

Numérisation d'une image

- ▶ discrétisation en pixels



- ▶ une nuance de gris = un nombre bien choisi

- ▶ une couleur = 3 nuances de Rouge, Vert, Bleu



Plan

Images

- Notion de format

- Les formats NetPBM

- Autres formats

Compression

- Run Length Encoding

- Lempel-Ziv

- Compression avec perte

Format de fichier

Rappel

Un fichier n'est jamais qu'une suite de bits **sans signification *a priori***.

Il faut donc décider d'une *convention* pour en extraire les données.

Format de fichier

Rappel

Un fichier n'est jamais qu'une suite de bits **sans signification *a priori***.

Il faut donc décider d'une *convention* pour en extraire les données.

Un **format de fichier** est une spécification technique qui décrit la structure interne d'un fichier et le sens à donner à son contenu.

En général, un fichier comporte :

- ▶ un « nombre magique » :
quelques octets indiquant quel format suit le fichier
- ▶ un en-tête qui rassemble des méta-données :
 - ▶ dimensions et couleurs d'une image
 - ▶ fréquence d'échantillonnage d'un fichier son
 - ▶ dictionnaire pour un fichier compressé
 - ▶ ...
- ▶ le contenu proprement dit (les données)

Attention : l'extension d'un fichier correspond souvent à un format, mais elle n'a qu'une valeur **indicative**.

Plan

Images

Notion de format

Les formats NetPBM

Autres formats

Compression

Run Length Encoding

Lempel-Ziv

Compression avec perte

Définition

Format d'images transmises en ASCII, robuste aux changements de formatage du texte :

P1	Nombre magique (P1 = noir et blanc)
# Un H couché	Commentaires commençant par #
5 3	Largeur et hauteur
1 1 1 1 1	Les données
0 0 1 0 0	...
1 1 1 1 1	...

- ▶ L'image est codée ligne par ligne, de haut en bas et de gauche à droite.
- ▶ Le noir est codé par un caractère 1, le blanc par un 0.
- ▶ Les espaces et retours à la ligne ne sont pas significatifs.
- ▶ Une image en noir et blanc est en général suffixée avec l'extension PBM (**P**ortable **B**it **M**ap).

Les formats PGM et PPM

Ce format supporte 2 variantes.

Niveaux de gris (PGM pour **P**ortable **G**ray **M**ap)

- ▶ nombre magique P2
- ▶ l'en-tête précise également la valeur maximale M de niveau de gris (qui représentera un pixel **blanc**)
- ▶ chaque pixel est maintenant représenté par un entier entre 0 et M
- ▶ les espaces deviennent nécessaires pour séparer les pixels

Couleurs (PPM pour **P**ortable **P**ix **M**ap)

- ▶ nombre magique P3
- ▶ l'en-tête précise toujours la valeur maximale M autorisée
- ▶ chaque pixel est représenté par trois entiers entre 0 et M :
 - ▶ niveau de rouge, de vert et de bleu

Plan

Images

Notion de format

Les formats NetPBM

Autres formats

Compression

Run Length Encoding

Lempel-Ziv

Compression avec perte

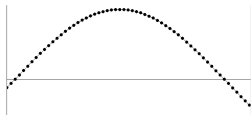
Autres formats d'images

Trop nombreux et complexes pour tous les citer mais on peut identifier de grandes familles :

- ▶ ASCII *versus* binaire
 - ▶ Exemple : PBM avec le nombre magique P4 = bits regroupés par 8 sur un octet
- ▶ bitmap *versus* vectoriel (postscript, pdf, svg...)
 - ▶ bitmap : une image est décrite comme un ensemble de « points »
 - ▶ vectoriel : une image est décrite par un ensemble de courbes
- ▶ ouvert *versus* propriétaire
 - ▶ Selon que la spécification du format est publique ou non, libre de droits ou payante
- ▶ compressé ou non (voir section suivante)

Autres formats de fichiers

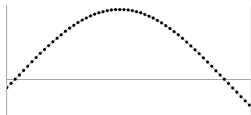
Toutes les informations peuvent être numérisées sur le même principe d'échantillonnage discret, par exemple un son :



En revanche les formats de fichiers associés deviennent vite complexes (car intégrant de la compression notamment).

Autres formats de fichiers

Toutes les informations peuvent être numérisées sur le même principe d'échantillonnage discret, par exemple un son :



En revanche les formats de fichiers associés deviennent vite complexes (car intégrant de la compression notamment).

Un format simple : fichier csv (*Comma Separated Values*)

- ▶ Données structurées ligne par ligne
- ▶ À l'intérieur d'une ligne on distingue plusieurs *champs*
- ▶ Mais les contenus des champs sont de longueurs variables : utilisation d'un *séparateur*, en principe `,` mais aussi `TAB` ou `;`

Typiquement utilisé dans les tableurs, mais pas que.

Plus flexible et aujourd'hui largement répandu : XML et ses dérivés.

Plan

Images

- Notion de format

- Les formats NetPBM

- Autres formats

Compression

- Run Length Encoding

- Lempel-Ziv

- Compression avec perte

Principe du RLE

Une suite de 15 octets consécutifs identiques dans une séquence de 16 caractères :

$S = \text{"abbbbbbbbbbbbbbb"}$ ('a' et 15 fois 'b')

peut être réduite à 4 octets : $S = \text{'a','b',\#, 14}$

- ▶ Le 1^{er} octet des octets identiques : 'b'
- ▶ un marqueur spécial : # indiquant une répétition
- ▶ un nombre de répétitions : 14 (octet : $\max < 255$)
- ▶ séquence trop longue = suite de séquences courtes.

Contenus adaptés à la compression RLE

Tout contenu comprenant une suite d'octets identiques :

- ▶ Sources en divers langages : indentation (espaces + tab)
- ▶ Zone monochrome dans une image
(plus fréquent si le nombre de couleurs est faible)
- ▶ fichiers exécutables : section data (valeurs initiales nulles)
et champs à 0 dans les tables.
- ▶ Pages de mémoire partiellement vides : des 0 à la fin.

Choix du marqueur de répétition

Cas simplissime : on n'a que 2 valeurs (noir/blanc).

→ il suffit d'alterner les nombres de répétitions.

Cas simple : fichier de texte (ASCII, iso-latin1, utf8, ...).

→ utiliser pseudo-caractères (contrôle affichage ou télécoms).

Exemple : codes Ctrl-Q/Ctrl-S de contrôle de flux Xon/Xoff
codes ASCII 0x17 (DC1/Xon) et 0x19 (DC3/Xoff)

Cas général : contenu binaire quelconque, toutes les valeurs d'octets peuvent faire partie du contenu.

Une méthode simple : $[x, x, n]$ représente $[x, \dots, x]$ ($n+2$ fois x)

→ deux octets consécutifs identiques = marqueur spécial.

Exemples

s1="abbbbcdddeffg0h" et s2="abcdeeegga"

0 : caractère '0', 0 : entier 0 (nb répétitions)

a b b b b c d d d e f f g 0 h

↓ rle

a b b 2 c d d 1 e f f 0 g 0 h

a b c d e e e g g a

↓ rle

a b c d e e 1 g g 0 a

Plan

Images

- Notion de format

- Les formats NetPBM

- Autres formats

Compression

- Run Length Encoding

- Lempel-Ziv**

- Compression avec perte

Un exemple

Pomme de reinette et

Pomme d'api

Tapis, tapis rouge,

Pomme de reinette et

Pomme d'api

Tapis, tapis gris

Compressé

Pomme de reinette et
[-21,6]d'api
T[-5,3]s, [-7,5] rouge,
[-53,69]
gris

Décompression ?

Tas de riz, [-12,8]ats ;
[-26,10] tentant, [-34,12][-21,4]és ;
[-41,18][-9,6][-46,22]
[-22,19]tâta [-71,18].

Décompression ?

Tas de riz, [-12,8]ats ;
[-26,10] tentant, [-34,12][-21,4]és ;
[-41,18][-9,6][-46,22]
[-22,19]tâta [-71,18].

Tas de riz, tas de rats ;
Tas de riz tentant, tas de rats tentés ;
Tas de riz tentant tenta tas de rats tentés ;
Tas de rats tentés tâta tas de riz tentant.

Plan

Images

Notion de format

Les formats NetPBM

Autres formats

Compression

Run Length Encoding

Lempel-Ziv

Compression avec perte

Sous-échantillonnage

Codage des couleurs

- ▶ 1 pixel = 3 valeurs
chacune sur 1 octet



Sous-échantillonnage

Codage des couleurs

- ▶ 1 pixel = 3 valeurs
chacune sur 1 octet
- ▶ D'où $2^{24} \simeq 16$ M de couleurs ;
l'œil humain en distingue
300 000.



Sous-échantillonnage

Codage des couleurs

- ▶ 1 pixel = 3 valeurs
chacune sur 1 octet
- ▶ D'où $2^{24} \simeq 16$ M de couleurs ;
l'œil humain en distingue
300 000.



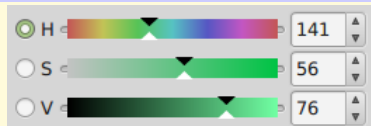
Compressions basées sur la couleur

- ▶ Sous-échantillonnage : assimiler des couleurs proches

Sous-échantillonnage

Codage des couleurs

- ▶ 1 pixel = 3 valeurs
chacune sur 1 octet
- ▶ D'où $2^{24} \simeq 16$ M de couleurs ;
l'œil humain en distingue
300 000.



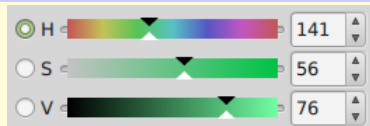
Compressions basées sur la couleur

- ▶ Sous-échantillonnage : assimiler des couleurs proches
- ▶ En fait on triche sur la chrominance (teinte), pas sur la luminance.
- ▶ On atténue aussi les variations de luminance très localisées

Sous-échantillonnage

Codage des couleurs

- ▶ 1 pixel = 3 valeurs chacune sur 1 octet
- ▶ D'où $2^{24} \simeq 16$ M de couleurs ; l'œil humain en distingue 300 000.



Compressions basées sur la couleur

- ▶ Sous-échantillonnage : assimiler des couleurs proches
- ▶ En fait on triche sur la chrominance (teinte), pas sur la luminance.
- ▶ On atténue aussi les variations de luminance très localisées

Applications

- ▶ utilisé en JPEG (avec d'autres techniques : RLE, Huffman)
- ▶ adapté aux photographies

Sous-échantillonnage

Codage des couleurs

- ▶ 1 pixel = 3 valeurs
chacune sur 1 octet
- ▶ D'où $2^{24} \simeq 16$ M de couleurs ;
l'œil humain en distingue
300 000.



Compressions basées sur la couleur

- ▶ Sous-échantillonnage : assimiler des couleurs proches
- ▶ En fait on triche sur la chrominance (teinte), pas sur la luminance.
- ▶ On atténue aussi les variations de luminance très localisées

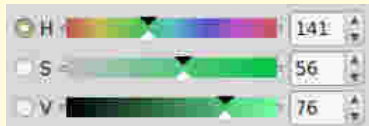
Propriétés et limitations

- ▶ risque de créer des artefacts autour des « bords »

Sous-échantillonnage

Codage des couleurs

- ▶ 1 pixel = 3 valeurs
chacune sur 1 octet
- ▶ D'où $2^{24} \simeq 16$ M de couleurs ;
l'œil humain en distingue
300 000.



Compressions basées sur la couleur

- ▶ Sous-échantillonnage : assimiler des couleurs proches
- ▶ En fait on triche sur la chrominance (teinte), pas sur la luminance.
- ▶ On atténue aussi les variations de luminance très localisées

Propriétés et limitations

- ▶ risque de créer des artefacts autour des « bords »
- ▶ crée des blocs visibles à l'œil nu si on cherche à trop compresser

Indexation des couleurs

Notion de *palette*

- ▶ Certaines images n'utilisent que certaines teintes.



Indexation des couleurs

Notion de *palette*

- ▶ Certaines images n'utilisent que certaines teintes.
- ▶ Dans d'autres c'est le contraste qui compte, pas les nuances.



Indexation des couleurs

Notion de *palette*

- ▶ Certaines images n'utilisent que certaines teintes.
- ▶ Dans d'autres c'est le contraste qui compte, pas les nuances.
- ▶ Idée : sélectionner un nombre limité de couleurs (256).



Indexation des couleurs

Notion de *palette*

- ▶ Certaines images n'utilisent que certaines teintes.
- ▶ Dans d'autres c'est le contraste qui compte, pas les nuances.
- ▶ Idée : sélectionner un nombre limité de couleurs (256).



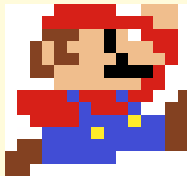
Une image indexée =

- ▶ 1 palette associant un octet à chaque couleur (décrite sur 3 octets)
- ▶ suivie de l'image elle-même mais avec 1 pixel = 1 octet

Indexation des couleurs

Notion de *palette*

- ▶ Certaines images n'utilisent que certaines teintes.
- ▶ Dans d'autres c'est le contraste qui compte, pas les nuances.
- ▶ Idée : sélectionner un nombre limité de couleurs (256).



Une image indexée =

- ▶ 1 palette associant un octet à chaque couleur (décrite sur 3 octets)
- ▶ suivie de l'image elle-même mais avec 1 pixel = 1 octet

Applications

- ▶ utilisé en GIF ou en PNG
- ▶ adapté aux images de synthèse, aux graphiques, aux dessins

Indexation des couleurs

Notion de *palette*

- ▶ Certaines images n'utilisent que certaines teintes.
- ▶ Dans d'autres c'est le contraste qui compte, pas les nuances.
- ▶ Idée : sélectionner un nombre limité de couleurs (256).



Une image indexée =

- ▶ 1 palette associant un octet à chaque couleur (décrite sur 3 octets)
- ▶ suivie de l'image elle-même mais avec 1 pixel = 1 octet

Propriétés et limitations

- ▶ Bon taux de compression mais seulement si l'image est assez grande
- ▶ Risque de créer de grands aplats uniformes artificiels