

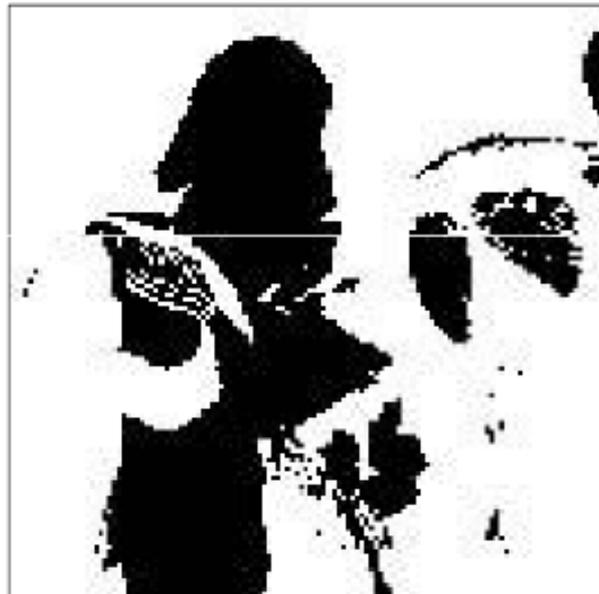
KOMPRESI CITRA

Kompresi Citra

- Kompresi Citra adalah aplikasi kompresi data yang dilakukan terhadap citra digital dengan tujuan untuk mengurangi redundansi dari data-data yang terdapat dalam citra sehingga dapat disimpan atau ditransmisikan secara efisien.

Kompresi Citra

- Citra hitam-putih: hanya ada 2 warna. Tiap piksel hanya memuat informasi sebanyak 1 bit (0 atau 1)
- representasi ■ Citra hitam-putih



Kompresi Citra

- Citra grayscale: berupa gradasi warna abu-abu sebanyak 256 warna. Tiap piksel memuat informasi warna sebanyak 8-bit (0-255).
- representasi

- Citra grayscale



Kompresi Citra

- Citra warna: berupa gradasi warna mulai dari 256 warna sampai 16 juta. Tiap piksel bisa menyimpan informasi warna mulai dari 8-bit sampai dengan 24-bit. Citra 24 bit terdiri dari 3 komponen warna: R, G, B
 - Citra berwarna



Teknik Kompresi Citra

- Teknik kompresi citra tetap sama:
- **Lossy Compression:**
- Ukuran file citra menjadi lebih kecil dengan menghilangkan beberapa informasi dalam citra asli.
- Teknik ini mengubah detail dan warna pada file citra menjadi lebih sederhana tanpa terlihat perbedaan yang mencolok dalam pandangan manusia, sehingga ukurannya menjadi lebih kecil.

Teknik Kompresi Citra

- **Lossy Compression:**
- Biasanya digunakan pada citra foto atau image lain yang tidak terlalu memerlukan detail citra, dimana kehilangan bit rate foto tidak berpengaruh pada citra.

Teknik Kompresi Citra

- Beberapa teknik loseless:
 - ▣ **Color reduction:** untuk warna-warna tertentu yang mayoritas dimana informasi warna disimpan dalam color palette.
 - ▣ **Chroma subsampling:** teknik yang memanfaatkan fakta bahwa mata manusia merasa brightness (luminance) lebih berpengaruh daripada warna (chrominance) itu sendiri, maka dilakukan pengurangan resolusi warna dengan disampling ulang. Biasanya digunakan pada sinyal YUV.

Color reduction

Mengurangi kedalaman warna (colour depth reduction)

- Biasanya digunakan pada citra berwarna
- Misalnya mereduksi citra dengan *colour space 24-bit* menjadi *16-bit* atau *8-bit*
- Menggunakan tabel warna Tabel warna ditentukan berdasarkan tabel warna yang sudah disepakati (*standard colour palette, web colour palette, dsb*) atau menggunakan segmentasi citra Computer Vision

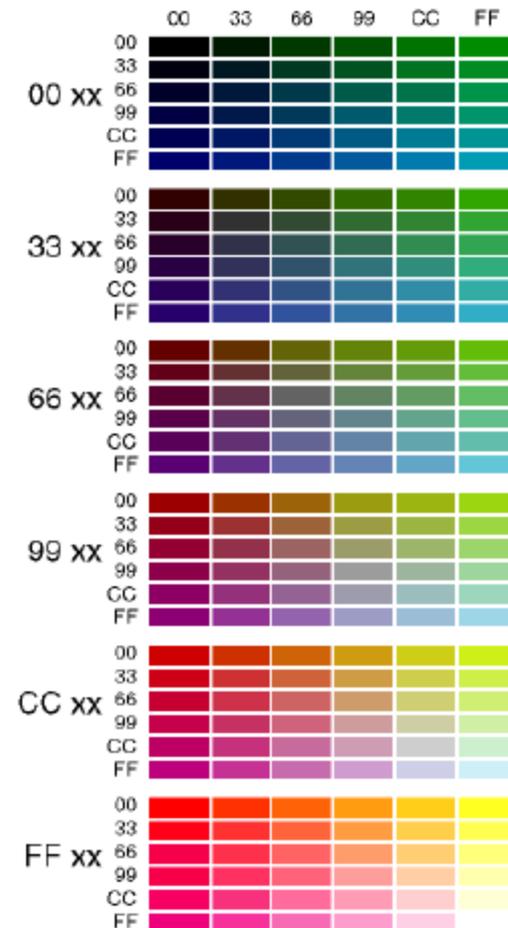
Color reduction

Kompresi Citra – Colour Depth

Contoh palet:

| | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A4803 | A4808 | A4811 | A4815 | A4826 | A4833 |
| A4834 | A4841 | A4842 | A4843 | A4852 | A4854 |
| A4855 | A4856 | A4857 | A4861 | A4873 | A4907 |
| A4908 | A4924 | A4925 | A4927 | A4928 | A4943 |
| A4946 | A4954 | A4957 | A4958 | A4960 | A4965 |
| A4970 | A4977 | C9513 | C9526 | C9560 | C9582 |

Nilai warna asli dari sebuah piksel diasosiasikan ke warna terdekat yang ada di dalam palet.



Contoh

Kompresi Citra – Colour Depth

Contoh pengurangan *colour depth*:



Chroma subsampling

- Metode subsampling tidak menyimpan semua piksel, tetapi hanya sebagian saja, misalnya 10 persen dari citra, disebut subsample
- Sub-sample tersebut pada saat dekompresi digunakan untuk merekonstruksi sekelompok piksel dengan jumlah dan warna sama dengan subsamplanya.
- Hanya cocok diterapkan pada gambar dengan pola, karena memiliki tingkat *loss* yang tinggi.

Teknik Kompresi Citra

- Transform coding: menggunakan Fourier Transform seperti DCT.
 - ▣ Fractal Compression: adalah suatu metode lossy untuk mengkompresi citra dengan menggunakan kurva fractal. Sangat cocok untuk citra natural seperti pepohonan, pakis, pegunungan, dan awan.
 - ▣ Fractal Compression bersandar pada fakta bahwa dalam sebuah image, terdapat bagian-bagian image yang menyerupai bagian bagian image yang lain.
 - ▣ Proses kompresi Fractal lebih lambat daripada JPEG sedangkan proses dekompresinya sama.

Teknik Kompresi Citra

□ **Loseless Compression:**

- Teknik kompresi citra dimana tidak ada satupun informasi citra yang dihilangkan.
- Biasa digunakan pada citra medis.
- Metode loseless: Shannon-Fano, Run Length Encoding, Entropy Encoding (Huffman, Aritmatik), dan Adaptive Dictionary Based (LZW)

Metode Shannon-Fano

Metode pengkodean yg banyak diterapkan untuk aplikasi kompresi citra, metode ini membentuk pohon atas dasar probabilitas setiap simbol. Dikembangkan oleh Claude Shannon dari Bell Labs dan RM Fano dari MIT

Implementasi metode shannon-fano

pesan yang dikompresi :

BCEEDDBBAAAABEEEDDDCCCAAACCDAAAABBBAAA

1. Frekuensi kemunculan :

| Simbol | frekuensi |
|--------|-----------|
| A | 15 |
| B | 7 |
| C | 6 |
| D | 6 |
| E | 5 |

Implementasi metode shannon-fano

pesan yang dikompresi :

BCEEDDBBAAAABEEEDDDCCCAAACCDAAAABBBAAA

2. Pembagian didasari pada total frekuensi

| Simbol | frekuensi | |
|--------|-----------|---|
| A | 15 | 0 |
| B | 7 | 0 |
| C | 6 | 1 |
| D | 6 | 1 |
| E | 5 | 1 |

22
pembagian
17

Implementasi metode shannon-fano

pesan yang dikompresi :

BCEEDDBBAAAABEEEDDDCCCAAACCDAAAABBBAAA

3. Proses pembagian kemudian direkursif terhadap bagian atas dan bagian bawah

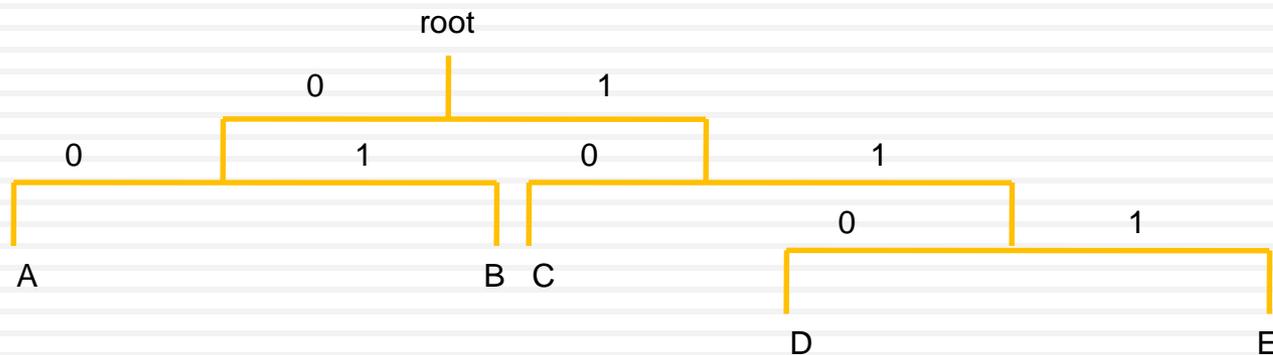
| Simbol | frekuensi | | | | |
|--------|-----------|---|---|---|-------------------|
| A | 15 | 0 | 0 | | Pembagian kedua |
| B | 7 | 0 | 1 | | Pembagian pertama |
| C | 6 | 1 | 0 | | Pembagian ketiga |
| D | 6 | 1 | 1 | 0 | |
| E | 5 | 1 | 1 | 1 | Pembagian keempat |

Implementasi metode shannon-fano

pesan yang dikompresi :

BCEEDDBBAAAABEEEDDDCCCAAACCDAAAABBBAAA

4. Membentuk tree shannon-fano dari pengkodean



Implementasi metode shannon-fano

pesan yang dikompresi :

BCEEDDBBAAAABEEEDDDCCCAAACCDAAAABBBAAA

5. Dikodekan dengan panjang dan kode shannon-fano

| Simbol | frekuensi | kode | Panjang kode | Total bit |
|--------|-----------|------|--------------|-----------|
| A | 15 | 00 | 2 | 30 |
| B | 7 | 01 | 2 | 14 |
| C | 6 | 10 | 2 | 12 |
| D | 6 | 110 | 3 | 18 |
| E | 5 | 111 | 3 | 15 |

Implementasi metode shannon-fano

pesan yang dikompresi :

BCEEDDBBAAAABEEEDDDCCCAAACCDAAAABBBAAA

6. Berdasarkan tabel bit yang dibutuhkan untuk mewakili pesain diatas adalah 89 bit. Sedangkan bila menggunakan ASCII 8 bit, dibutuhkan 39 x 8 bit = 312 bit, sehingga kompresi rasionya adalah

$$C_R = \frac{312}{89} = 3.15$$

Sedangkan redudansi datanya

$$C_R = 1 - \frac{1}{3.15} = 0.71$$

Hal Penting Dalam Kompresi Citra

- Scalability/Progressive Coding/Embedded Bitstream
- Adalah kualitas dari hasil proses pengkompresian citra karena manipulasi bitstream tanpa adanya dekompresi atau rekompresi.
- Biasanya dikenal pada loseless codec.
- Contohnya pada saat preview image sementara image tersebut didownload. Semakin baik scalability, makin bagus preview image.

Hal Penting Dalam Kompresi Citra

- Tipe scalability:
 - ▣ **Quality progressive:** dimana image dikompres secara perlahan-lahan dengan penurunan kualitasnya
 - ▣ **Resolution progressive:** dimana image dikompresi dengan mengkode resolusi image yang lebih rendah terlebih dahulu baru kemudian ke resolusi yang lebih tinggi.
 - ▣ **Component progressive:** dimana image dikompresi berdasarkan komponennya, pertama mengkode komponen gray baru kemudian komponen warnanya.

Hal Penting Dalam Kompresi Citra

- **Region of Interest Coding:** daerah-daerah tertentu diencode dengan kualitas yang lebih tinggi daripada yang lain.
- **Meta Information:** image yang dikompres juga dapat memiliki meta information seperti statistik warna, tekstur, small preview image, dan author atau copyright information

Pengukuran Error Kompresi Citra

- Dalam kompresi image terdapat suatu standar pengukuran error (galat) kompresi:
- **MSE (Mean Square Error)**, yaitu sigma dari jumlah error antara citra hasil kompresi dan citra asli.
- **Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)**, yaitu untuk menghitung peak error.
- Nilai MSE yang rendah akan lebih baik, sedangkan nilai PSNR yang tinggi akan lebih baik.

Algoritma Kompresi / Dekompresi Citra

- Algoritma umum untuk kompresi image adalah:
- Menentukan bitrate dan toleransi distorsi image dari inputan user.
- Pembagian data image ke dalam bagian-bagian tertentu sesuai dengan tingkat kepentingan yang ada (**classifying**).
- Menggunakan salah satu teknik: DWT (Discrete Wavelet Transform) yang akan mencari frekuensi nilai pixel masing-masing, menggabungkannya menjadi satu dan mengelompokkannya

Algoritma Kompresi / Dekompresi Citra

- Pembagian bit-bit di dalam masing-masing bagian yang ada (**bit allocation**).
- Lakukan kuantisasi (**quantization**).
 - ▣ Kuantisasi Scalar : data-data dikuantisasi sendiri-sendiri
 - ▣ Kuantisasi Vector : data-data dikuantisasi sebagai suatu himpunan nilai-nilai vektor yang diperlakukan sebagai suatu kesatuan.
- Lakukan pengenkodingan untuk masing-masing bagian yang sudah dikuantisasi tadi dengan menggunakan teknik entropy coding (huffman dan aritmatik) dan menuliskannya ke dalam file hasil.

Algoritma Kompresi / Dekompresi Citra

- Sedangkan algoritma umum dekompresi image adalah:
 - ▣ Baca data hasil kompresi menggunakan entropy dekoder.
 - ▣ Dekuantisasi data.
 - ▣ Rebuild image.

Beberapa Metode Kompresi Citra

| Algoritma | BMP | GIF | PNG | JPEG |
|-----------|-----|-----|-----|------|
| RLE | X | | | X |
| LZ | | X | X | |
| Huffman | | | X | X |
| DCT | | | | X |

Teknik Kompresi GIF

- GIF (Graphic Interchange Format) dibuat oleh CompuServe pada tahun 1987 untuk menyimpan berbagai file bitmap menjadi file lain yang mudah diubah dan ditransmisikan pada jaringan komputer.
- GIF merupakan format citra web yang tertua yang mendukung kedalaman warna sampai 8 bit (256 warna), menggunakan 4 langkah interlacing, mendukung transparency, dan mampu menyimpan banyak image dalam 1 file.
- Byte ordering: LSB – MSB

Teknik Kompresi GIF

- Kompresi GIF menggunakan teknik LZW: gambar GIF yang berpola horizontal dan memiliki perubahan warna yang sedikit, serta tidak bernoise akan menghasilkan hasil kompresan yang baik.
- LZW kurang baik digunakan dalam bilevel (hitam-putih) dan true color
- Format file GIF:
 - ▣ GIF87a: mendukung interlacing dan mampu menyimpan beberapa image dalam 1 file, ditemukan tahun 1987 dan menjadi standar.
 - ▣ GIF89a: kelanjutan dari 87a dan ditambahkan dengan dukungan transparency, mendukung text, dan animasi.

Teknik Kompresi GIF

- Animated GIF: tidak ada standar bagaimana harus ditampilkan sehingga umumnya image viewer hanya akan menampilkan image pertama dari file GIF. Animated GIF memiliki informasi berapa kali harus diloop.
- Tidak semua bagian dalam animated GIF ditampilkan kembali, hanya bagian yang berubah saja yang ditampilkan kembali.

Teknik Kompresi PNG

- PNG (Portable Network Graphics) digunakan di Internet dan merupakan format terbaru setelah GIF, bahkan menggantikan GIF untuk Internet image karena GIF terkena patent LZW yang dilakukan oleh Unisys.

Teknik Kompresi PNG

- Menggunakan teknik loseless dan mendukung:
 - ▣ Kedalaman warna 48 bit
 - ▣ Tingkat ketelitian sampling: 1,2,4,8, dan 16 bit
 - ▣ Memiliki alpha channel untuk mengontrol transparency
 - ▣ Teknik pencocokan warna yang lebih canggih dan akurat

Teknik Kompresi JPG

- JPEG (Joint Photographic Experts Group) menggunakan teknik kompresi lossy sehingga sulit untuk proses pengeditan.
- JPEG cocok untuk citra pemandangan (natural generated image), tidak cocok untuk citra yang mengandung banyak garis, ketajaman warna, dan computer generated image

JPEG 2000

- Adalah pengembangan kompresi JPEG.
- Didesain untuk internet, scanning, foto digital, remote sensing, medical imegrey, perpustakaan digital dan e-commerce

JPEG 2000

- Kelebihan:
 - ▣ Dapat digunakan pada bit-rate rendah sehingga dapat digunakan untuk network image dan remote sensing
 - ▣ Menggunakan Lossy dan loseless tergantung kebutuhan bandwidth. Loseless digunakan untuk medical image
 - ▣ Transmisi progresif dan akurasi & resolusi pixel tinggi
 - ▣ Menggunakan Region of Interest (ROI)
 - ▣ Robustness to bit error yang digunakan untuk komunikasi jaringan dan wireless

JPEG 2000

- Kelebihan:
 - Open architecture: single compression/decompression
 - Mendukung protective image security: watermarking, labeling, stamping, dan encryption
 - Mendukung image ukuran besar 64k x 64k, size up to 232 - 1
 - Mendukung meta data dan baik untuk computer-generated imagenary. Dulu JPEG standar baik untuk natural imagenary.

TIFF (Tagged Image File Format)

- Dikembangkan oleh Aldus Corporation, tahun 80-an
- Dalam perkembangannya didukung oleh Microsoft
- Mendukung adanya pengalokasian untuk informasi tambahan (tag) → fleksibel
- Tag terpenting : format signifier (tipe kompresi)
- Dapat menyimpan berbagai tipe gambar : 1 bit, grayscale, 8 bit, 24 bit RGB, dll

EXIF (Exchange Image File)

- Format gambar untuk kamera digital
- Dikembangkan tahun 1995, versi 2.2 dipublikasikan tahun 2002 oleh Japan Electronics and Information Technology Industries Association (JEITA)
- EXIF yang dikompres menggunakan sistem JPEG
- Memungkinkan penambahan tag untuk kualitas cetak yang lebih baik

EXIF (Exchange Image File)

- Penyimpanan informasi kamera dan kondisi pengambilan gambar (flash, exposure, light source, white balance, type of scene) → dipergunakan printer untuk color-correction algorithm
- Menyertakan spesifikasi untuk format file audio yang menyertai gambar
- Mendukung tag untuk informasi yang dipergunakan untuk konversi ke FlashPix (dikembangkan Kodak)

Graphic Animation Files

- FLC dikembangkan oleh Animation Pro
- GIF89

PS dan PDF

- Penting untuk typesetting dan kebanyakan printer high-end memiliki
- PostScript interpreter
- Berbasis vektor
- Software : Illustrator, Freehand
- Untuk file (text) yang disertai gambar : PDF (Portable Document Format)

Windows Media Format (WMF)

- Berbasis vektor
- Dikembangkan Microsoft
- Terdiri dari kumpulan Graphics Device Interface (GDI) → melakukan proses rendering

Windows BMP (Bitmap)

- Format file standard untuk Microsoft Windows
- Menggunakan kompresi RLE
- Dapat menyimpan gambar 24 bit

Macintosh PAINT dan PICT

- PAINT dipergunakan pada program MacPaint.
Hanya mengenali gambar 1 bit monokrom
- PICT dipergunakan pada MacDraw (basis vektor)
untuk penyimpanan yang terstruktur

X Windows PPM (Portable PixMap)

- Untuk sistem X Windows
- Mendukung warna 24 bit, dan dapat dimanipulasi dengan editor XV

Sumber

- Diktat Kuliah Fakultas Teknik Informatika UKDW
- Wikipedia.org
- Pengolahan Citra Digital, Darma Putra, Andi Offset , Yogyakarta, 2009