



NTNU

Det skapende universitet

TDT4105/TDT4110 Informasjonsteknologi grunnkurs:

Uke 40 – Digital representasjon, del 2

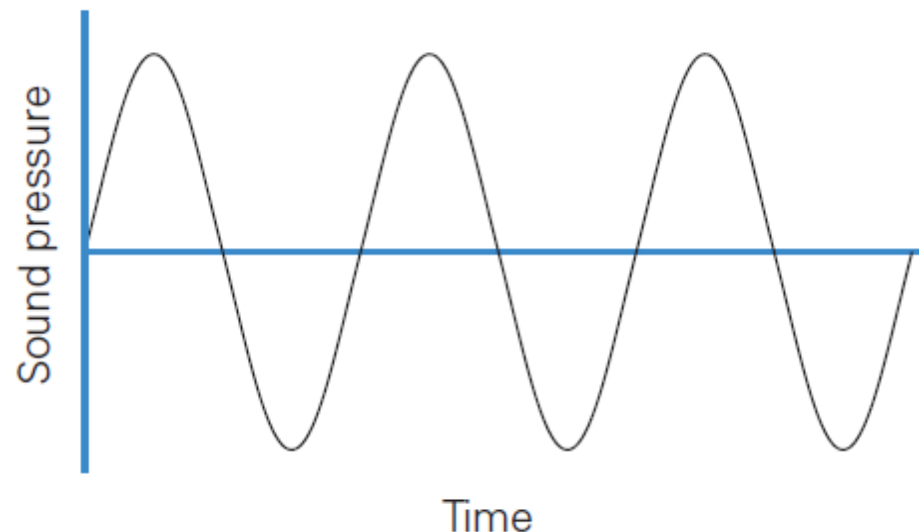
- Representasjon av lyd og bilder
- Komprimering av data

Rune Sætre

satre@idi.ntnu.no

Digitalisering av lyd

- Et objekt lager lyd ved å vibrere et medium
- Kraften eller intensiteten av bølgene avgjør volumet
- Frekvensene (antall bølger per sek) avgjør tonehøyden (pitch)



Analog til digital

- "Sample" eller ta målinger på bestemte intervall
- Antall samples per sekund kalles samplingsfrekvens (rate)
- Jo raskere frekvens, jo mer nøyaktig opptak av lyden

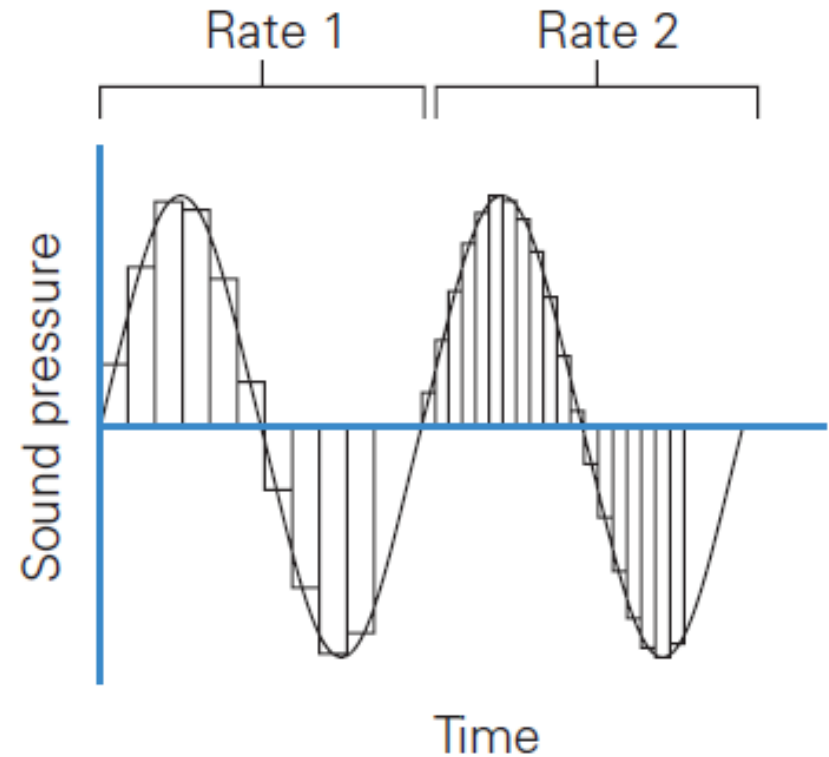
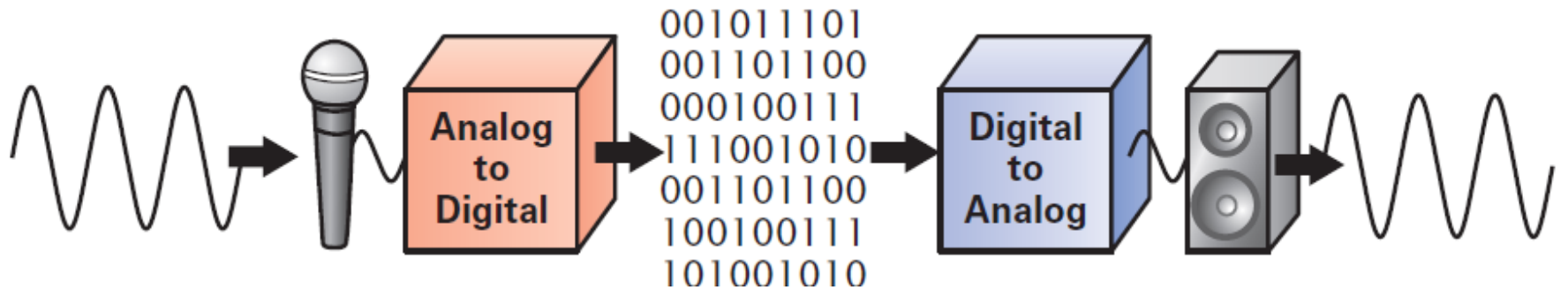


Figure 8.13 Two sampling rates; the rate on the right is twice as fast as that on the left.

Nyquist-regelen for sampling

- Hvis samplinga er for treg kan lydbølger plasseres mellom samplene og vi vil miste viktige segmenter av lyden.
- Nyquist-regelen sier at samplingsfrekvensen må være minst dobbelt så rask som den raskeste frekvensen.
- Ettersom menneskelige ører kan høre lyder opp til ca. 20 000Hz, vil samplingsfrekvens på 40 000Hz oppfylle Nyquists regel for digital lydopptak
- Av tekniske grunner ble samplingsfrekvensen for CD valgt til å være 44,100Hz (digital lyd).

Digitaliseringsprosess



Hvor mange bit per sample?

- Vi kan kun få omtrentlige målinger av lyd
- Hvis et ekstra bit vil bli brukt, vil lydsamplet bli dobbelt så nøyaktig
- Flere bits oppløsning gir mer nøyaktig digitalisering
- Digital CD lyd representeres ved 16 bit, dvs. 65 536 forskjellige lydnivåer.

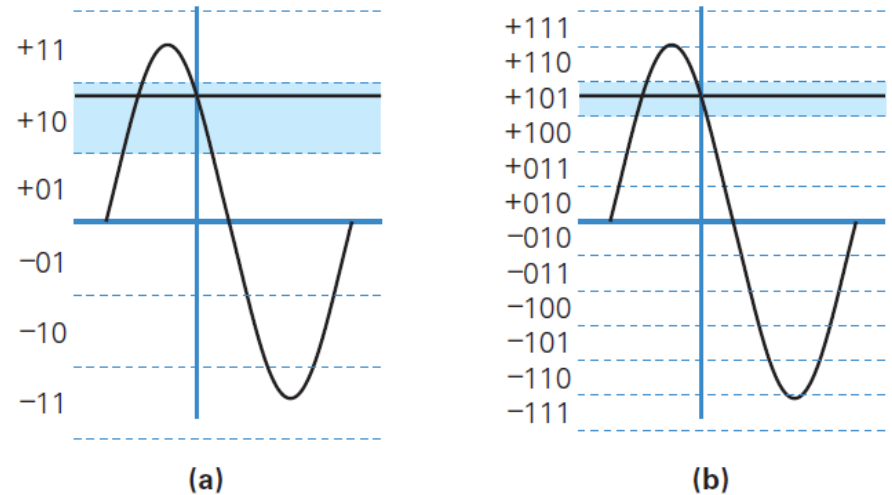


Figure 8.15 (a) Three-bit precision for samples requires that the indicated reading is approximated as +10. (b) Adding another bit makes the sample twice as accurate.

Fordeler med digital lyd

- En viktig fordel med digital informasjon er muligheten til å kjøre databehandling på representasjonen.
- En viktig databehandling er å komprimere digital lyd eller redusere antall bit som trengs.
- Hva med lyder som det menneskelige øre ikke kan høre fordi de er for høye eller lave?
- MP3 er representasjon av digital lyd som er databehandlet for å ta mindre plass (fjerner unødvendig informasjon).
 - Gir komprimering på mer enn 10:1 (mindre filer)
- Digital data kan reproduseres nøyaktig.
 - Kan dette være et problem?

Digitale bilder og video

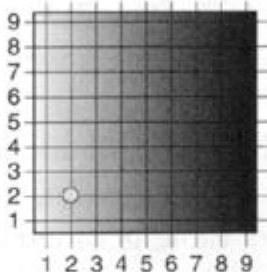
- Et bilde er en lang sekvens av RGB piksler
- Bildet er todimensjonalt, men tenk pikslene strekt ut rad etter rad i minne.
- Eksempel:
 - 8 x 10 bilde skannet til 300 piksler per tomme (dpi)
 - Det er 80tommer², hver trenger 300 x 300 = 90 000 piksler (7,2 megapiksler)
 - Representerer farger med 3 bytes per piksel, tar 21.6MB (3 * 7.2) i minnet til lagring av 8x10 fargebilde på 300 dpi (dots per pixels)
 - Sende dette bildet over en 56Kb/s linje vil ta minst $21\,600\,000 \times 8/56\,000 = 3\,085$ sekunder (mer enn 51 minutter)

Sampling av bilder

Original analog image



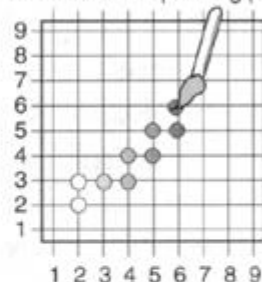
The image overlaid with an x, y coordinate grid.



A sample is taken at each integer point location with white = 0 and black = 10.

For example, at point (2, 2) the image is 20% black so the sample value is 2.
(This oversimplified version of digitization is expanded upon in Section 3.4.1.)

Sample values can also be created with tools in a painting program.



(1, 1) = 0

(1, 2) = 0

⋮

(5, 5) = 6

(5, 6) = 6

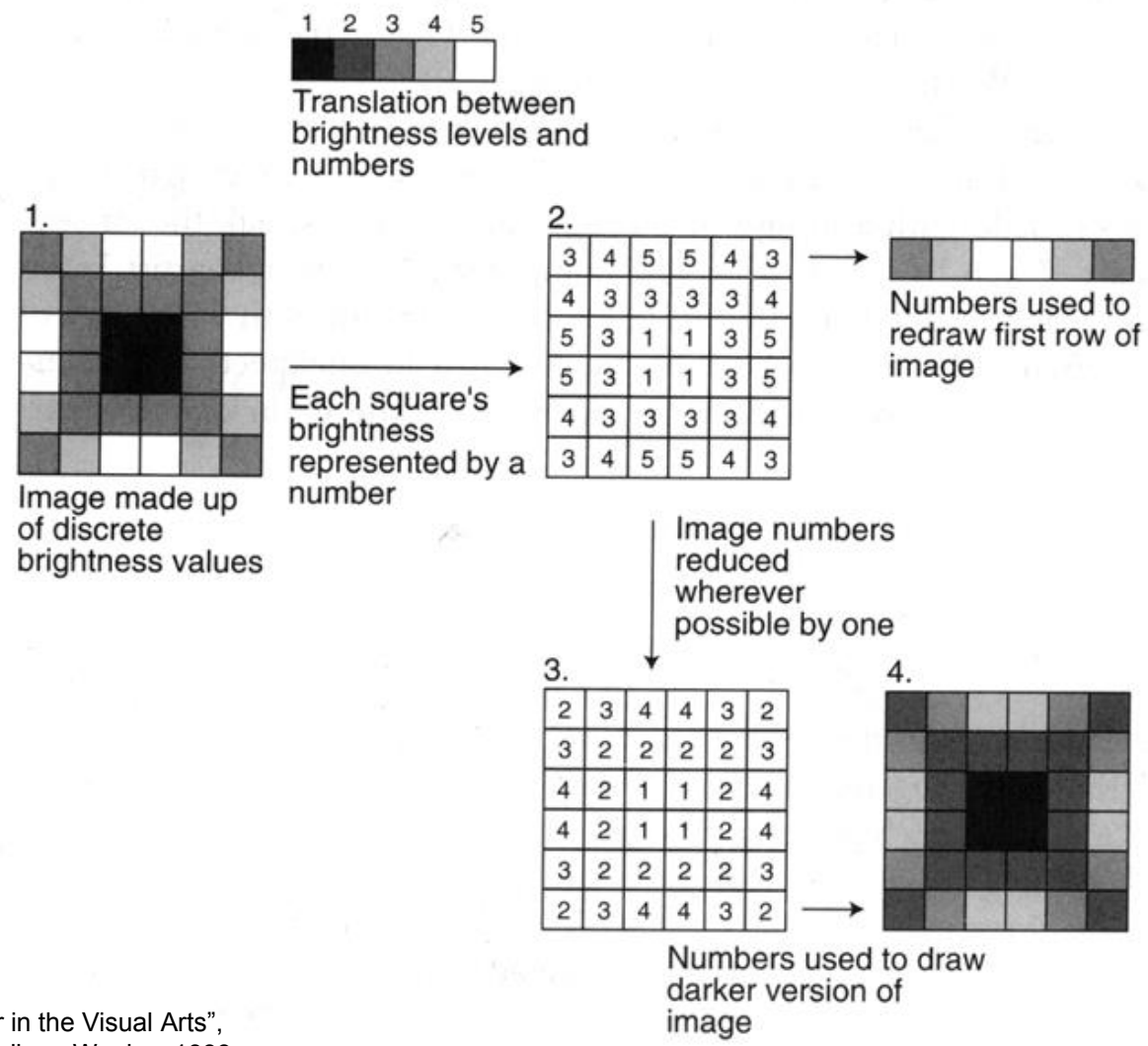
⋮

(9, 9) = 8

⋮

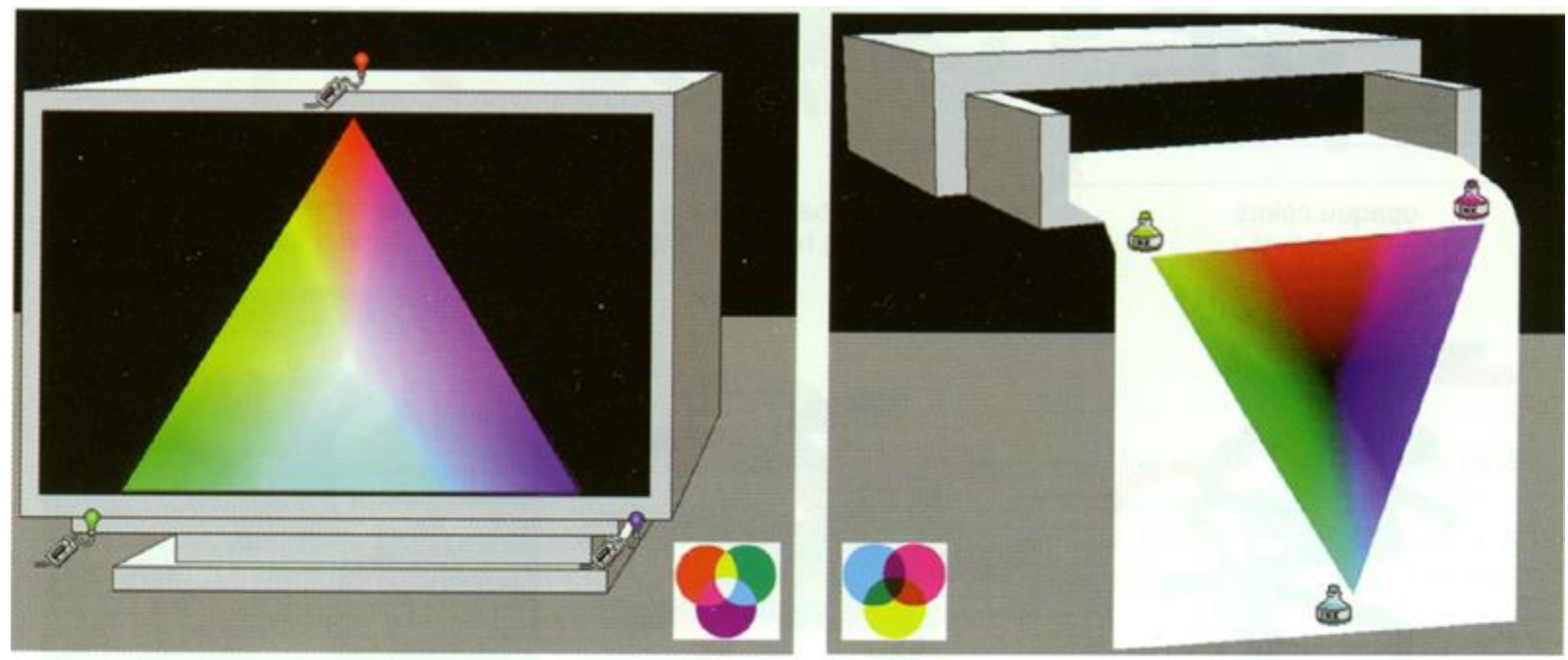
Whether samples are created by scanning or painting, the results are stored as a list of locations and sample values. These are the abstract pixel definitions.

Raster av bildeelement (pixels)



Figur fra "The Computer in the Visual Arts", Ann Morgan Spalter, Addison-Wesley, 1999

Farger - RGB og CMYK



(a)

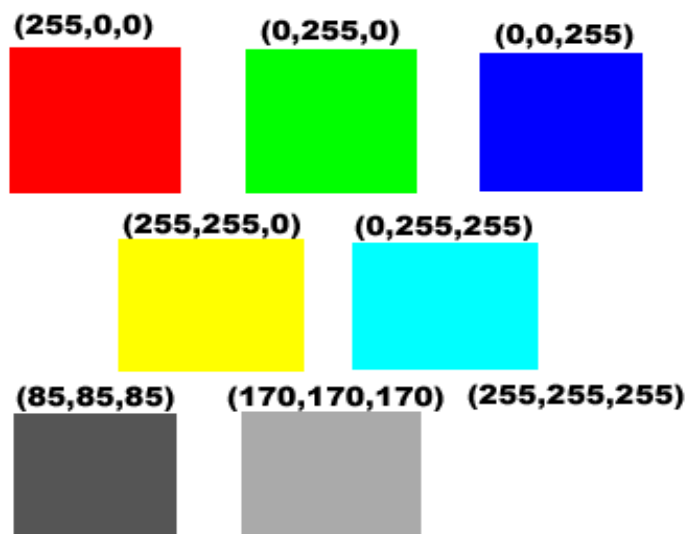
(b)

Color Plate 1 Additive and subtractive mixing. (a) All possible combinations of fully bright red, green, and blue lights mixed additively from the corners of the triangle toward white in the center. (b) All possible combinations of cyan, magenta, and yellow inks mixed subtractively from the corners of the triangle toward black in the center.

Figur fra "The Computer in the Visual Arts", p. 11
Ann Morgan Spalter, Addison-Wesley, 1999

RGB - Rød, Grønn og Blå

- 0-255 enheter av hver farge



- $256 * 256 * 256 = 16.777.216$ farger
- Web: #00FF00 = ?

Bildestørrelse (1)

- Størrelse (dimension)
 - Bredde (cm/tomme) x høyde (cm/tomme)
- Oppløsning (resolution):
 - antall pixler pr cm/tomme (dpi = dot pr inch)
- Fargedybde
 - Antall fargealternativer for hver pixel:
 - 1 bit : 2 alternativ
 - 8 bit : $2^8 = 256$
 - 24 bit : $256 * 256 * 256 = 2^{24} = 16,7$ millioner

Bildestørrelse (2)

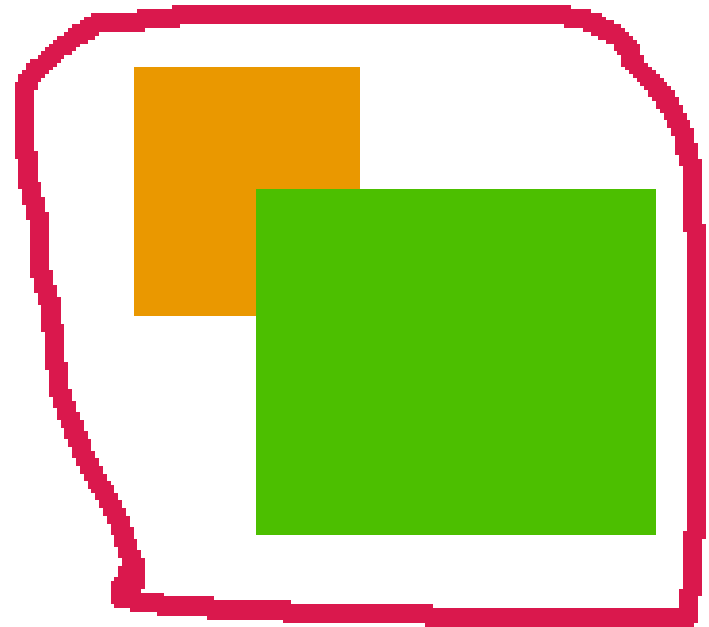
- På skjerm er *oppløsning* irrelevant
 - Brekke (antall pixler)
 - Høyde (antall pixler)
 - Fargedybde (antall byte pr pixel)
- Filstørrelse = Brekke*Høyde*Fargedybde
 - $600*400*3 \text{ byte} = 240.000*3 = 720.000 \text{ byte}$
- 600x400, 256 farger (indeksert)
 - $600*400*1 \text{ byte} = 240.000 \text{ byte}$

Filformater

- Regler for koding av bilder
- Fargedybde
 - 24 bit / indekserte farger
- Komprimering
 - Dataene kodes slik at de tar mindre plass
 - Komprimering: Bilde -> Kodet fil
 - Dekomprimering: Kodet fil -> Bilde
 - Tapsløs / tapskoding
 - Tapsløs: Halvering – tredeling
 - Tapskoding: Større effekt, avhengig av tap
- TIFF, PSD, BMP, PNG, GIF,
- JPEG/JPG

GIF

- 8 bit fargetabell (= 256 farger)
- Alfa-kanal for transparens
- Tapsløs komprimering
- Bra for "data grafikk",
- mindre bra for fotografier



JPEG

- 24 bits
- Komprimering med tap, styrbar
- Bra for fotografier (glatter skarpe kanter + artifakter)
- Ikke bra for "datagrafikk"
- Org 560 KB
 - 14 KB og 162 KB





Bildekomprimering

- Komprimering betyr å endre representasjon slik at færre bit trengs til å lagre eller overføre informasjon.
 - Eks: Fakser en sekvens av 0 og 1ere som koder en side av hvitt (0) og sort (1)
 - Bruker *run-length*-koding for å spesifisere hvor lang første sekvens av 0ere er, så hvor lang neste sekvens av 1ere er, osv...
- *Run-length*-koding er tapsløs (*lossless*) komprimering
 - Den originale representasjon av 0ere og 1ere kan bli rekonstruert perfekt fra den komprimerte versjonen.
- Motsatte er *lossy*- (taps)-komprimering
 - Originale representasjon kan ikke rekonstrueres eksakt fra den komprimerte versjonen.

Komprimering

- MP-3 er sannsynligvis den mest kjente type komprimering
 - MP3 er *lossy* ettersom de høye notene kan ikke gjenskapes.
- JPG (or JPEG) er *lossy* komprimering av bilder
 - Utnytter karakteristikker av menneskelige oppfatningsevne for å lage forenklinger iht. lys og farge som ikke er så synlig.
- Mennesker er temmelig sensitive til små endringer i lysstyrke (luminance)
- Lysstyrkenivåer i et bilde må bevares mellom ukomprimert og komprimerte versjoner
- Mennesker er ikke sensitive til små forskjeller i farger (chrominance)

JPEG-komprimering

- JPEG er i stand til 10:1 komprimering uten synlig tap av klarhet i bilde ved å gjøre områdene der man komprimerer små

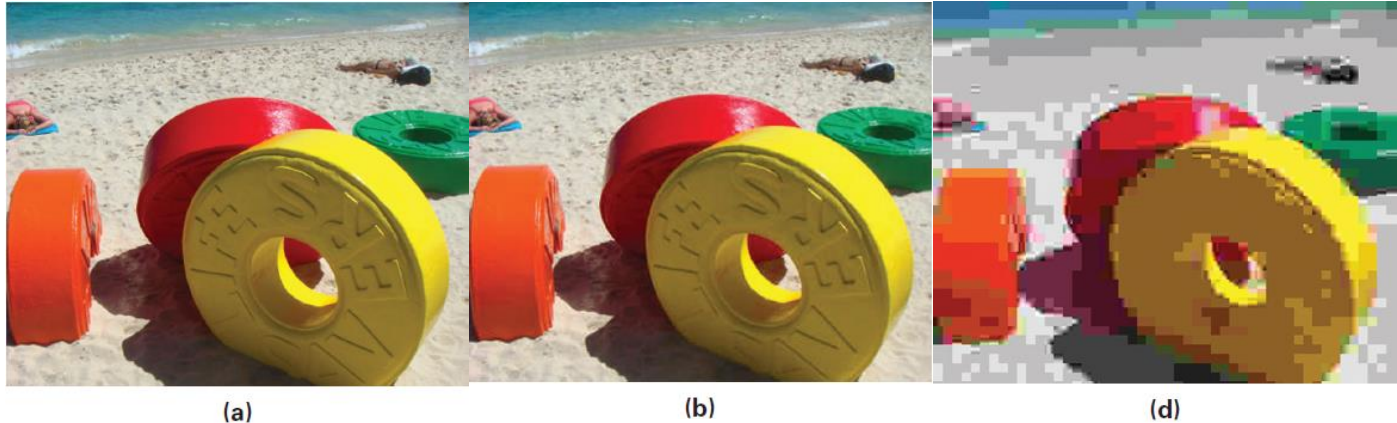


Figure 8.16 Life Saver Sculpture at the Beach (400 × 300 pixels); (a) original 202 KB, (b) 10:1 compression (20 : 25:1 ratio (8 KB).

Bits: Universalmedium

- 4 bytes kan representere ulike typer informasjon
- Fundamental egenskap av informasjon:
 - **Bias-Free Universal Medium Principle:**
Bits kan representere all diskre informasjon.
- Bits har i utgangspunktet ingen iboende mening
- All diskre informasjon kan representeres ved bits
- Diskrete ting – ting som kan separeres fra hver andre
- kan representeres ved hjelp av bits