NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Teori – oppsummering (HW & DR)

Rune Sætre (satre@idi.ntnu.no)

Kunnskap for en bedre verden

It’s Learning: Undersøkelse

- Spørreundersøkelse på ITsLearning
  - Alle må logge inn å svare på den!
  - TDT4105 Matlab

- Tekna sitt eksamensrettede 1:https://www.tekna.no/kurs/krasjkurs-i-matlab-31696/
- 2:Matlab-kurs
  - HAR DU ITGK OG HAR BEGYNT Å TENKE PÅ EKSAMEN? ELLER TRENGER DU BARE EN REPETISJON ELLER INNFØRING I BRUK AV MATLAB-PROGRAMMET? DA ER DU HELDIG, FOR TEKNA ARRANGERER I NOVEMBER ET EKSAMENSRETTET KRASJKURS I MATLAB TO GANGER!
  - KURSSTART: 24. (F1) ELLER 25. (R1) NOV. 2015, KL 15-18 PÅMELDINGSFRIST: 24.11.2015 (FOR MEDLEMMER)
  - GRATIS INNMELDING 2015 (PÅ LENKEN OVER)

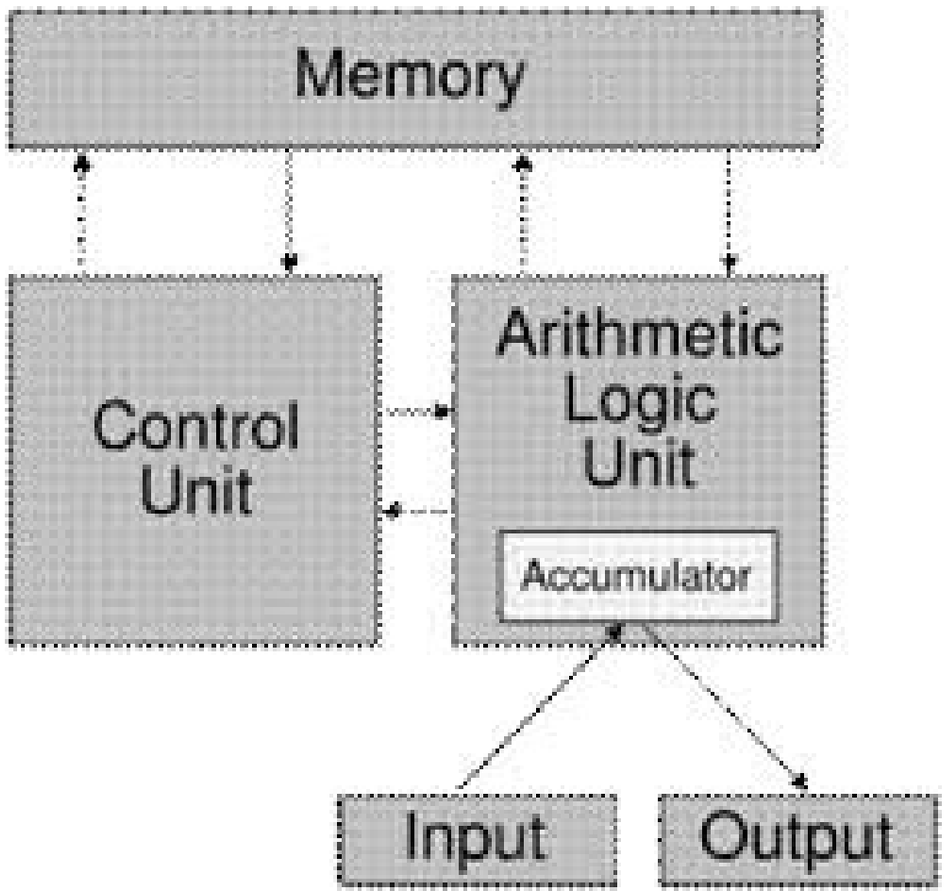
Tema

- **Datamaskinens oppbygging**
- **Digital representasjon**
- Nettverk
- Algoritmer
- Systemutvikling

Datamaskinens oppbygging

- Hovedenhet
  - CPU/RAM/Disk
- Inputenheter
  - Tastatur, Mus, Penn, Finger, Scanner
- Outputenheter
  - Skjerm
  - Printer
  - Høyttalere

CPU oppbygging



- Aritmetisk-logisk enhet
  - Beregninger
  - Mellomlagring
  - Registre (Akkumulator, PC)
- Kontrollenhet
  - Kontroll av utførelse
- Hukommelse
  - Lagring av resultater
- Buss
  - Frakting av data
  - Kommunikasjon mellom enheter

Kunnskap for en bedre verden

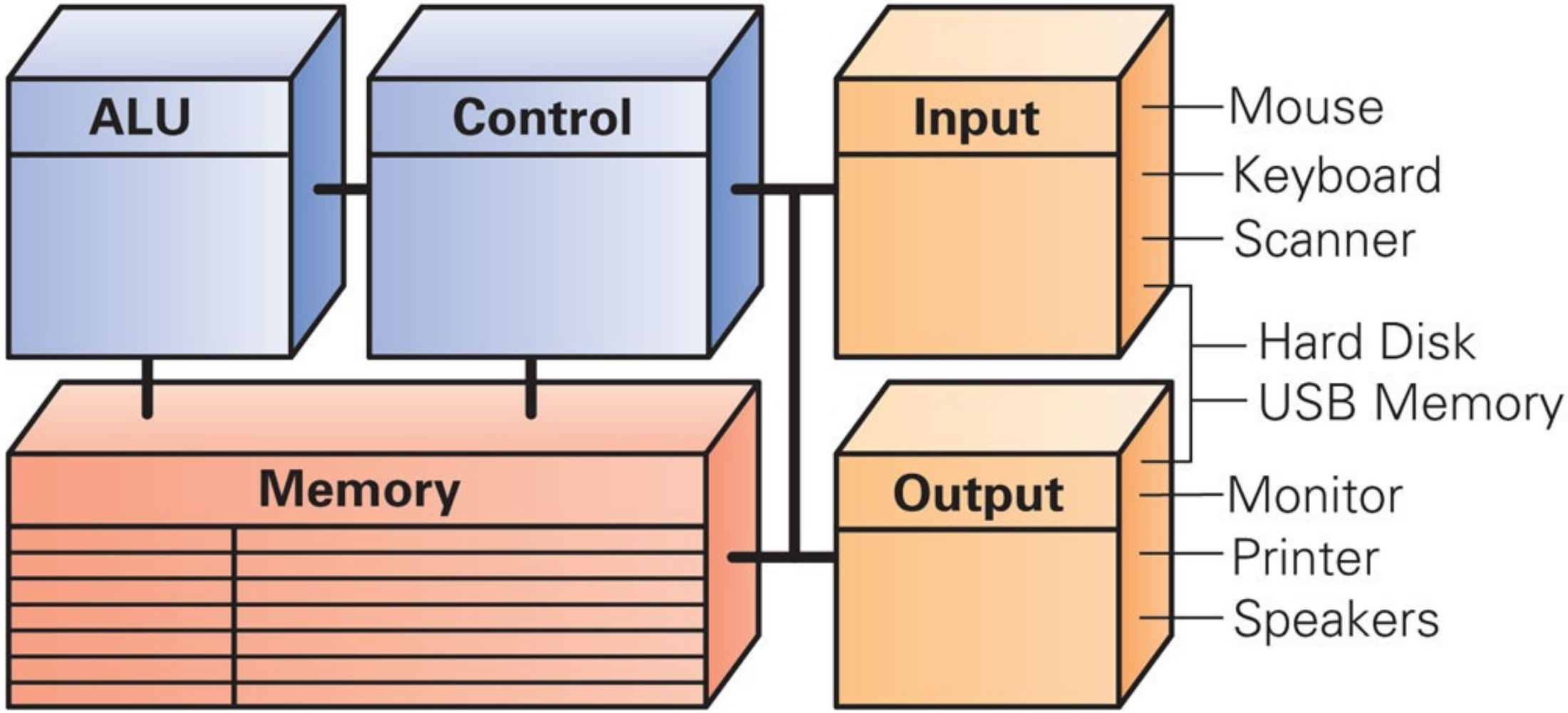
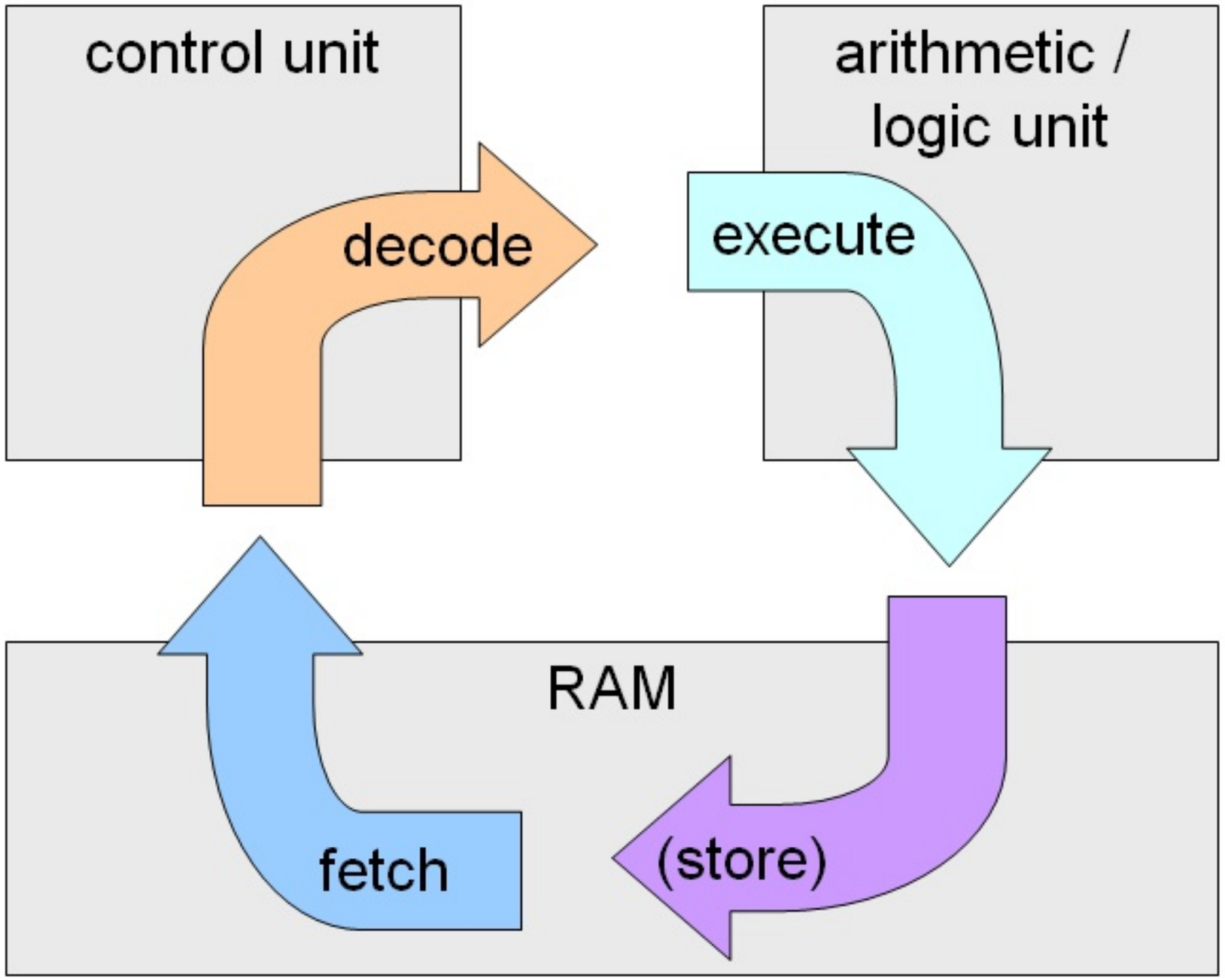


Figure 9.2. The principal subsystems of a computer.

Kunnskap for en bedre verden

Fetch-decode-execute



ALU

- Utfører regneoperasjonene
- En krets i ALU kan legge sammen to tall
- Det finnes også kretser for å multiplisere, sammenligne, osv.
- Gjør vanligvis jobben i Instruksjonsutførings-steget (EX) i syklusen, men instruksjoner som bare flytter på data bruker **ikke** ALU
- Data/Operand Hente-steget (DF) i syklusen henter de verdiene som ALUen trenger å jobbe med (operandene til operatoren)
- Når ALUen fullfører operasjonen sørger Resultat Returnerings/Lagrings-steget for å flytte svaret fra ALUen til den minnelokasjonen som er spesifisert i instruksjonen

PC (Program Counter)

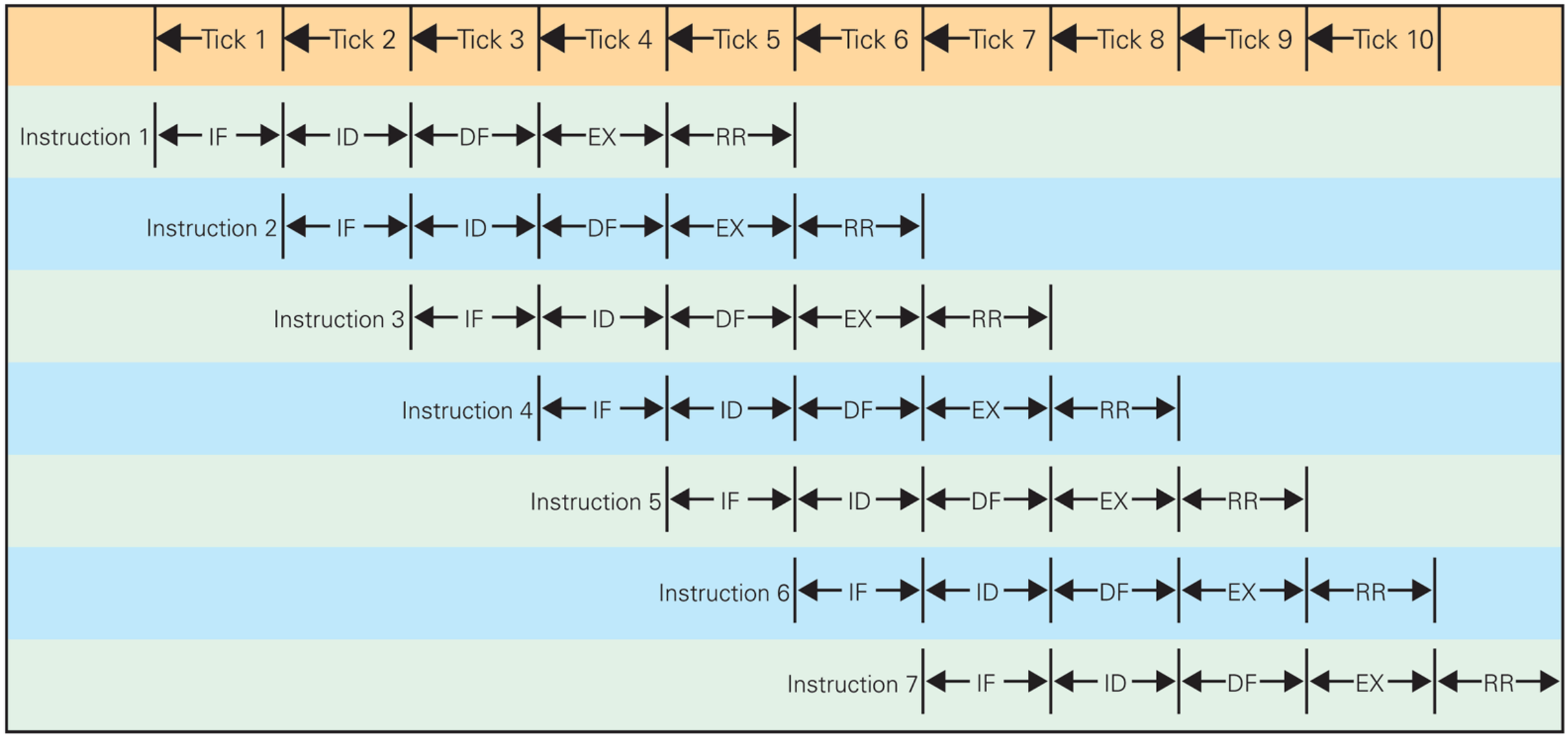
- Hvordan vet maskinen hvilket steg som er det neste som skal utføres?
- Adressen til den neste instruksjonen lagres i kontroll-delen til maskinen. Den kalles programteller (PC)
- Fordi instruksjoner bruker 4 byte minne, må neste instruksjon være på lokasjon PC + 4, 4 bytes lenger avgårde i sekvensen/programmet (generelt sett)
- Maskinen plusser på fire i PC, så når F/E-syklusen kommer tilbake til InstruksjonsHente-steget neste gang, så «peker» PC på den neste instruksjonen

Minne

- Minnet lagrer programmet som kjører og dataene som programmet behandler
- Egenskapene til minnet
  - Atskilte lagerplasser/lokasjoner. Hver plass består av 1 byte
  - Adresser. Hver minnelokasjon (byte) har en adresse (hele tall som starter på null).
  - Verdier. Minnelokasjoner tar opp eller lagrer verdier
  - Begrenset kapasitet. En gitt størrelse—programmerere må huske at dataene kanskje ikke «får plass» i minnelokasjonen
- 1-bytes minnelokasjoner kan lagre ett ASCII-tegn, eller ett nummer <256 (0-255)
- Programmerere bruker ofte en sammenhengende rekke av minnelokasjoner, uten å bry seg om at hver enkeltlokasjon har en egen adresse
  - Blokker på fire bytes blir så ofte brukt som en enhet at de kalles for (minne-) ord («Words»)
- Stort minne fører til mindre I/O

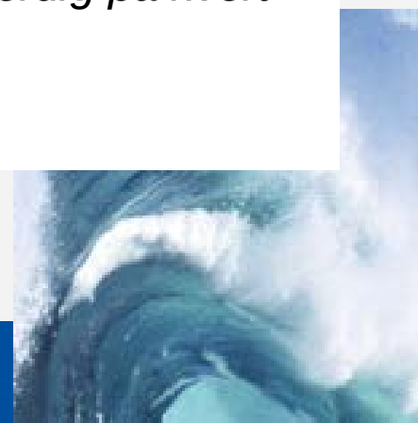
Hvordan forbedre klokke-hastigheten?

- Moderne maskiner prøver å starte en instruksjon på hvert klokke-tikk
- Overlater avslutning av instruksjonen til andre kretser (dette kalles «pipelining», som er en slags parallell-utføring. Forskjellig fra flerkjerne parallell-prosessering)
  - Fem instruksjoner kan behandles samtidig
- Kan en datamaskin med 1 GHz klokke virkelig utføre en milliard instruksjoner per sekund?
  - Ikke helt presist mål. Datamaskinen klarer ikke alltid å starte en ny instruksjon på hvert tikk, men klarer noen ganger å starte mer enn en instruksjon samtidig



Figur 9.12 *Skjematisk diagram for en parallell-prosessert «pipeline» Hente/Eksekvere «F/E»-syklus. På hvert tikk starter IF en ny instruksjon, og sender den deretter videre til ID (Instruksjons-Dekoding) enheten; ID-enheten arbeider med instruksjonen den fikk, og når den er ferdig sendes instruksjonen videre til DF (Datahenting «Fetch»)-kretsen, og så videre. Mens «røret» er fullt utføres fem instruksjoner samtidig, og en instruksjon blir ferdig på hvert klokke-tikk, som gjør at det ser ut som om maskinen kjører en instruksjon per tikk.*

computer appear to be running at one instruction per tick.



Digital representasjon

- Læringsmål
  - Digital representasjon av informasjon
  - Binære og heksadesimale tallsystemer
  - Koding av tekst, heltall og flyttall

Representasjon av informasjon

- Bits: 0/1 (Bit = BInary digiTs)
- Bytes: 8 bits, $2^8 = 256$ symboler (mønster)
  - 0000 0000, 0000 0001, 0000 0010, … , 1111 1110, 1111 1111
- Digitalisering: Representere informasjon ved symboler
  - Diskret vs. analog: distinkt, skillbart vs. kontinuerlig
- P and A-koding (Present and Absent)
  - Presence / absence av fysisk fenomen
    - Strøm, spenning, magnetisme, lys/ikke-lys, …
- Datamaskinens minne
  - Sekvens av bits gruppert i bytes
  - Hver byte, unik adresse

Konvertering mellom binære tall og desimaltall

- Hver posisjon har en vekt: 2^n, 2^{n-1}, …, 2^1, 2^0
- Konvertering binært til desimalt er enkelt og rett fram
  - $101 = 1*2^2 + 0*2^1 + 1*2^0 = 4 + 0 + 1 = 5$
  - $11001010 = 2^7 + 2^6 + 2^3 + 2^1 = 128 + 64 + 8 + 2 = 202$
- Konvertering desimalt til binært er litt mer komplisert

Tall som konverteres	202	202	74	10	10	10	2	2	0
Posisjonsverdi	256	128	64	32	16	8	4	2	1
Subtraherer		128	64			8		2	
Binærtall	0	1	1	0	0	1	0	1	0

Addisjon og subtraksjon

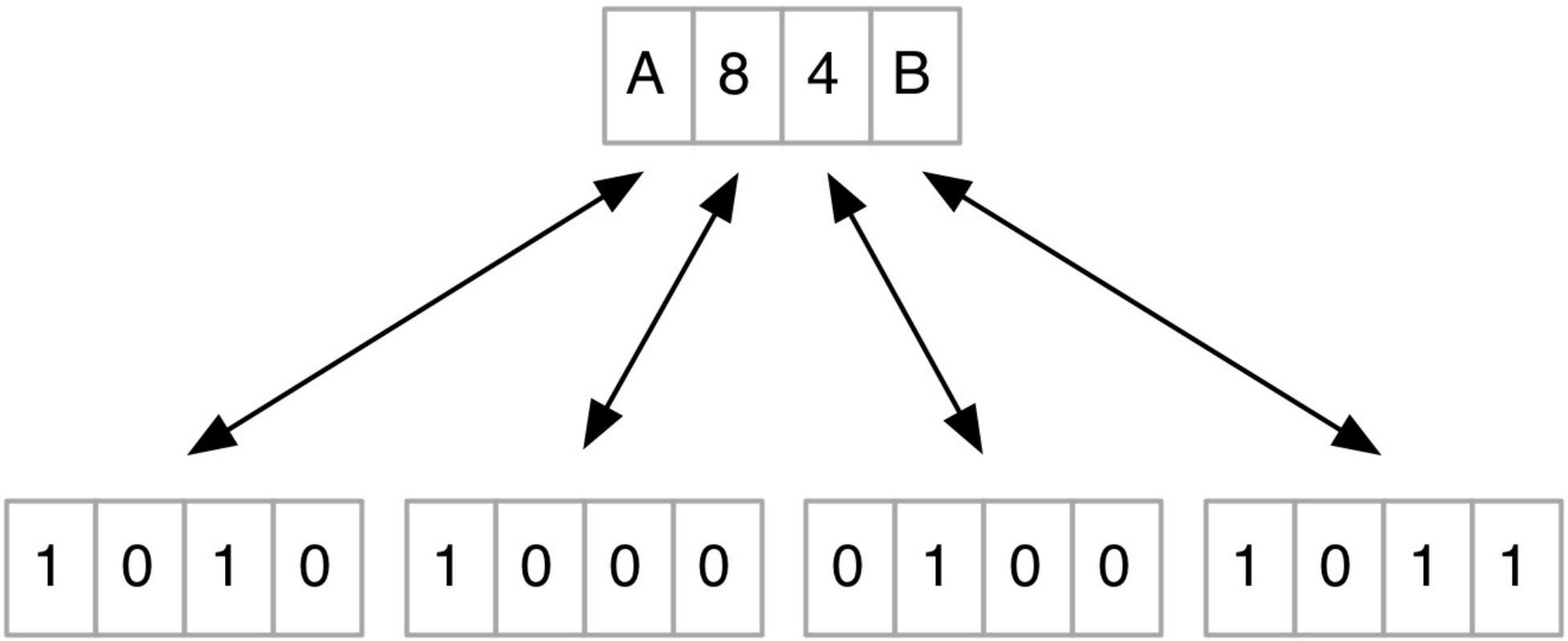
- Samme prinsipper som for desimaltall

	1	1				
		1	1	0	0	(12)
+		1	1	1	0	(14)
	1	1	0	1	0	(26)

		2	2			
	~~1~~	~~1~~	0	1	0	(26)
-		1	1	1	0	(14)
	0	1	1	0	0	(12)

Hex til/fra binært

- $10*16^3 + 8*16^2 + 4*16 + 11 = 43083$
- $1*2^{15} + 1*2^{13} + 1*2^{11} + 1*2^6 + 1*2^3 + 1*2^1 + 1*2^0 = 43083$
- Bruker ofte hex der vi skal gi inn binære tall
  - #FFFFFF = 1111 1111 1111 1111 1111 1111
  - Spesifiserer helt hvitt i RGB-fargekoding på WWW



Representasjon av heltall

- Fast størrelse i antall byte
- int8 (1 byte)
  - 2^8 = 256 symboler
  - Bare positive tall (unsigned): 0 - 255
  - Positive og negative (signed): Fra -128 til 127
- int32 (4 byte)
  - 2^{32} = 4 294 967 296 symboler
  - Bare positive tall: 0 – (2^{32}-1)
  - Positive og negative tall: Fra -2 147 483 648 til 2 147 483 647
- Eksakte verdier
- Kan få overflyt
  - Int8: 255 + 1 kan ikke representeres

Positive og negative tall

- Fortegnsbit (0 = positivt, 1 = negativt)
- Case: 3 bits heltall (8 symboler)
- Enkleste representasjon vist til høyre
- To nuller!
- Vanlig å bruke 2-komplement for negative tall

Fortegnsbit

0	1	1	3
0	1	0	2
0	0	1	1
0	0	0	0
1	0	0	0
1	0	1	-1
1	1	0	-2
1	1	1	-3

Kunnskap for en bedre verden

Vanlig å bruke 2-komplement for negative tall

- Ta positiv koding, bytt alle 0 og 1, legg til 1 (ignorer overflyt)
- Eks:
  - 001 -> 110 -> 111 (-1)
  - 010 -> 101 -> 110 (-2)
  - 011 -> 100 -> 101 (-3)
- Bonus: Subtraksjon == Addisjon

	0	1	1	3
+	1	1	0	-2
=	0	0	1	1

	0	1	0	2
+	1	0	1	-3
=	1	1	1	-1

(ignorerer overflyt ut av 3 bit)

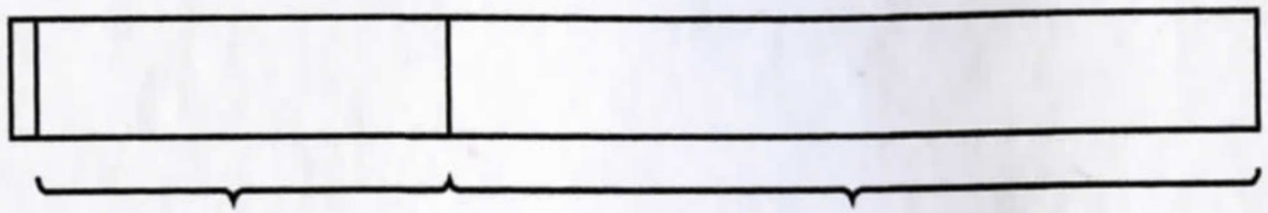
011	3
010	2
001	1
000	0
111	-1
110	-2
101	-3
100	-4

Representasjon av reelle tall

- Tallene representeres i scientific notation
  - 1234,56 = 1,23456 x 10^{3}
  - 0,0011 = 1,1 x 10^{-3}
  - Normalisert med ett siffer foran komma
- Kan representere tall med:
  - Mantisse (fractional part) inkludert fortegnsbit
  - Eksponent (exponent)
- Komma alltid etter første siffer i mantissen (floating point)
- Eksempler:
  - 1234,56 har 0 (fortegn), 123456 (mantisse),
    3 (eksponent)

IEEE flyttallstandard

IEEE Single-Precision Floating-Point Representation (32 bits)



Sign bit
- 0 specifies a positive value; 1 specifies negative

Exponent (representing a base-2 exponent)
- all zeros and all ones are reserved for special values
- 8 bits → -126 to 127; 11 bits → -1,022 to 1,023

Fractional part (representing a base-2 fraction)
- Normalized to lie between 1 and 2
  all zeros = 1.0; all ones = 1.999999…

e.g., smallest positive single-precision value =
00000000100000000000000000000000 =
$1.0 \times 2^{-126} \approx 1.18\ 10^{-38}$

e.g. largest positive single-precision value =
01111111011111111111111111111111 =
$1.999\ldots \times 2^{127} \approx 3.4 \times 10^{38}$

IEEE Double-Precision Floating-Point Representation (64 bits)

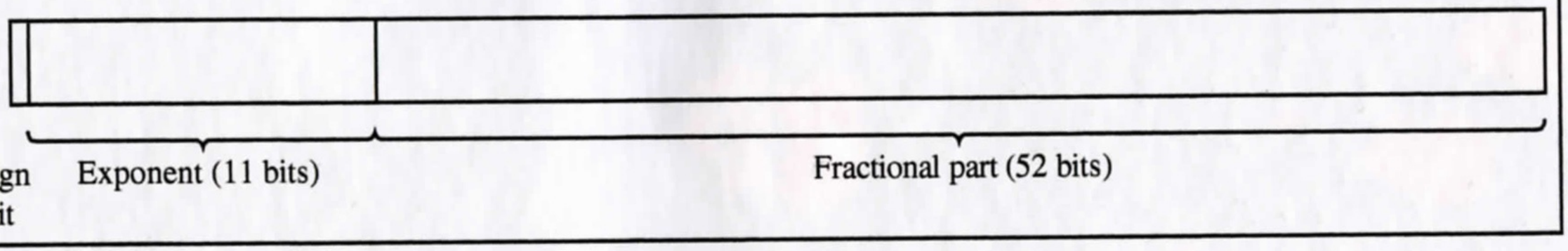
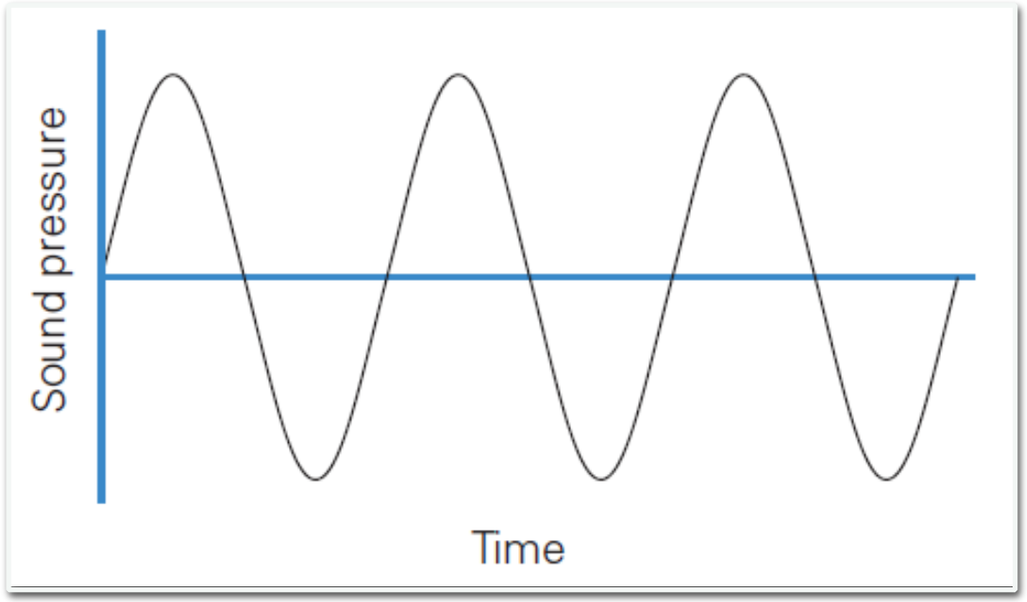


Figure 12.6 IEEE Floating-point representations.

Representere lyd/grafikk

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



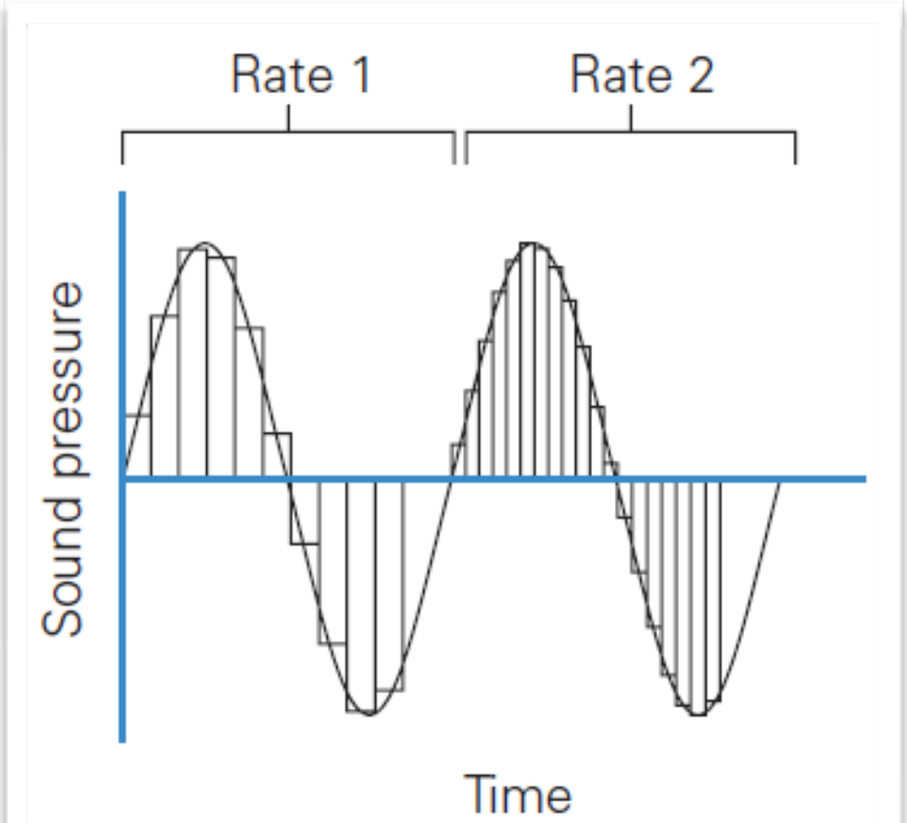
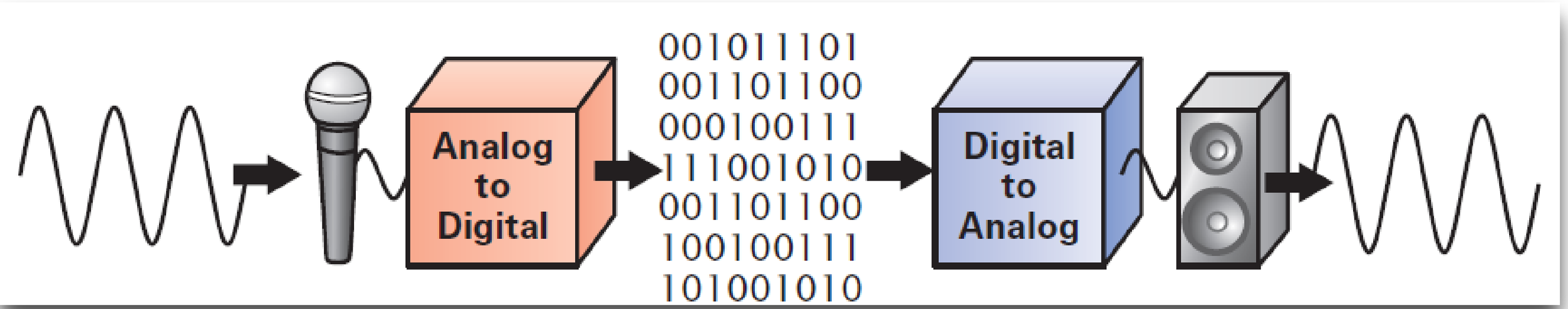


Figure 8.13 Two sampling rates; the rate on the right is twice as fast as that on the left.



- 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.

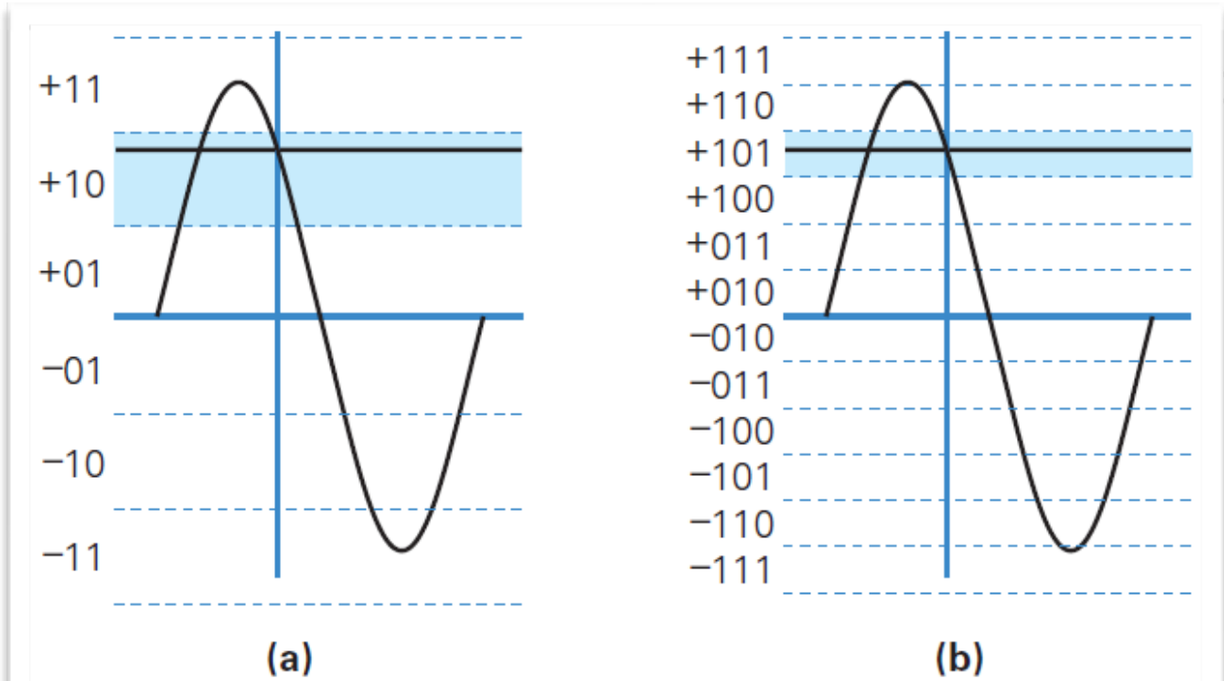


Figure 8.15 (a) Three-bit precision for samples requires that the indicated reading is approximated as +10. (b) Adding another bit makes the sample twice as accurate.

Digital lyd

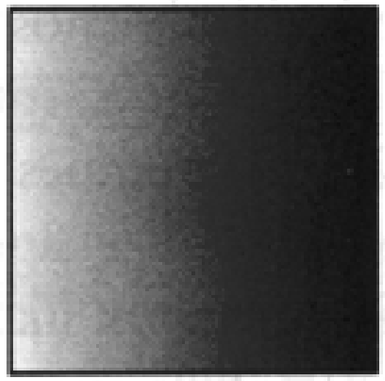
- En viktig fordel med digital informasjon er muligheten til å kjøre databehandling på representasjonen.
  - En viktig databehandling er å komprimere digital lyd eller redusere antall bit som trengs.
- Hva med lyder som det menneskelige øre ikke kan høre fordi de er for høye eller lave?
- MP3 er representasjon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

Komprimering av lyd

- Lossy - ca 90% reduksjon i filstørrelse
  - MP3
    - MPEG-1 og 2 Audio layer III - tatt i bruk i 1992
  - AAC - Advanced Audio Coding
    - MPEG-4 lydstandard - introdusert i 1997
- Lossless - ca 40% reduksjon i filstørrelse
  - FLAC - Free Lossless Audio Codec - introdusert i 2001
  - ALAC - Apple Lossless Audio Codec - introdusert i 2004
  - Begge er open source og gratis

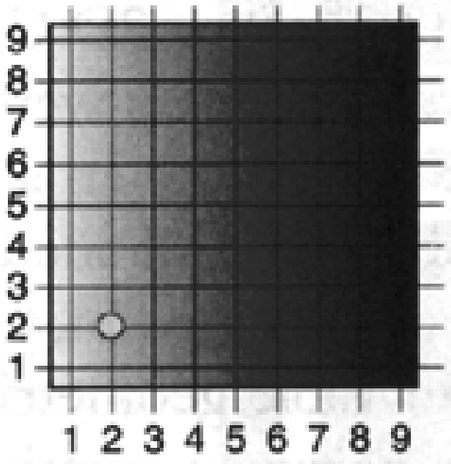
Sam

Original analog image

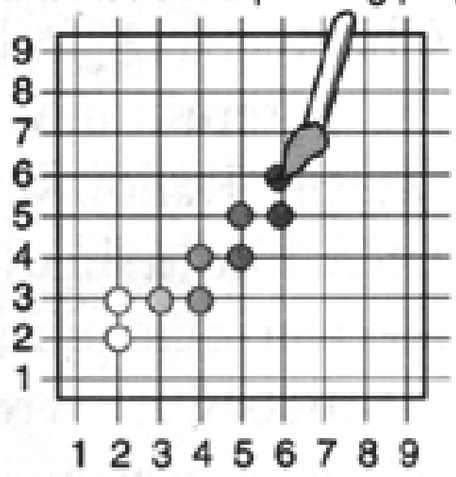


The image overlaid with an *x*, *y* coordinate grid.

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.

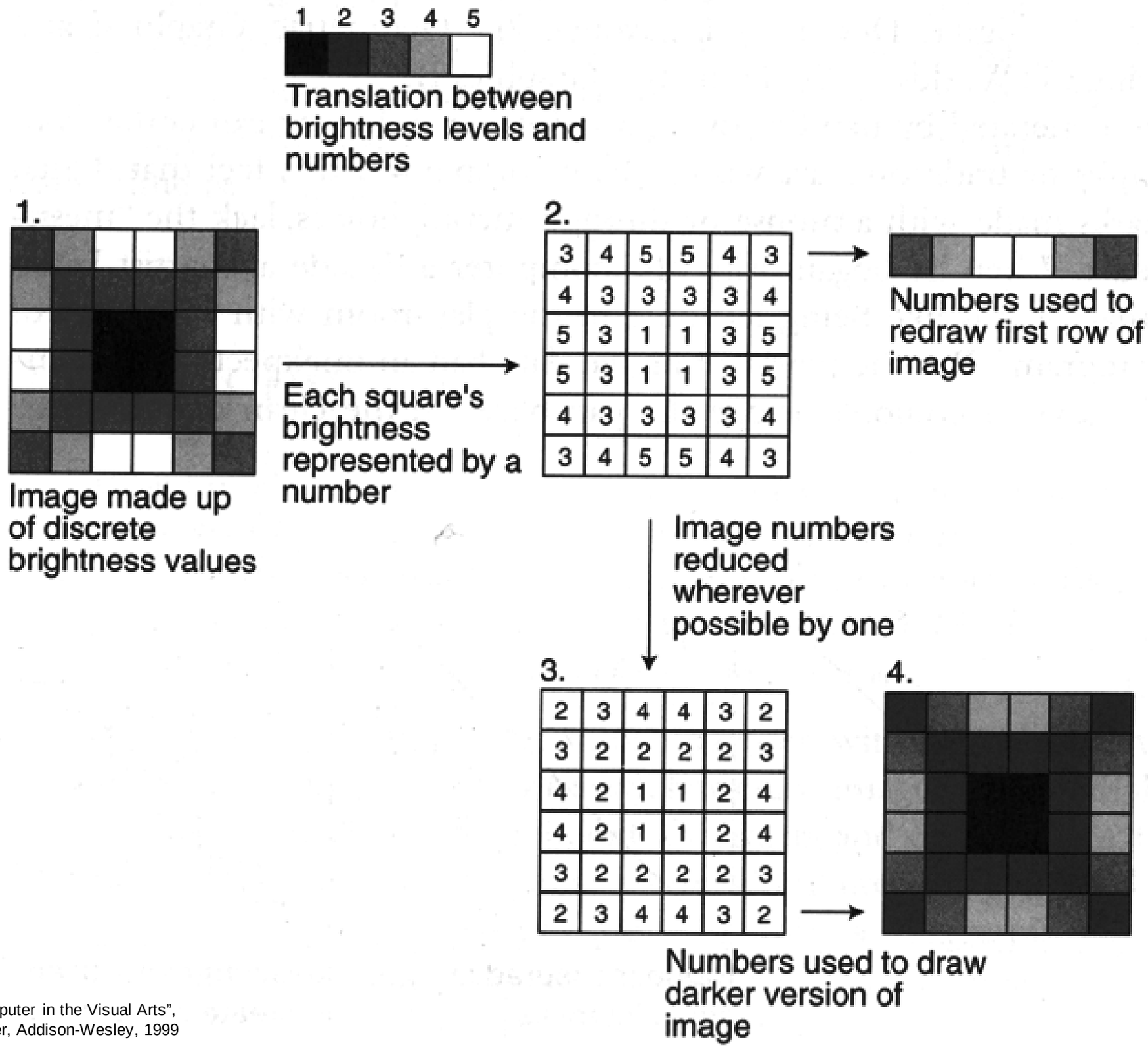


(1, 1) = 0
(1, 2) = 0
.
.
.
(5, 5) = 6
(5, 6) = 6
.
.
.
(9, 9) = 8
.
.
.

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.

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

Ra



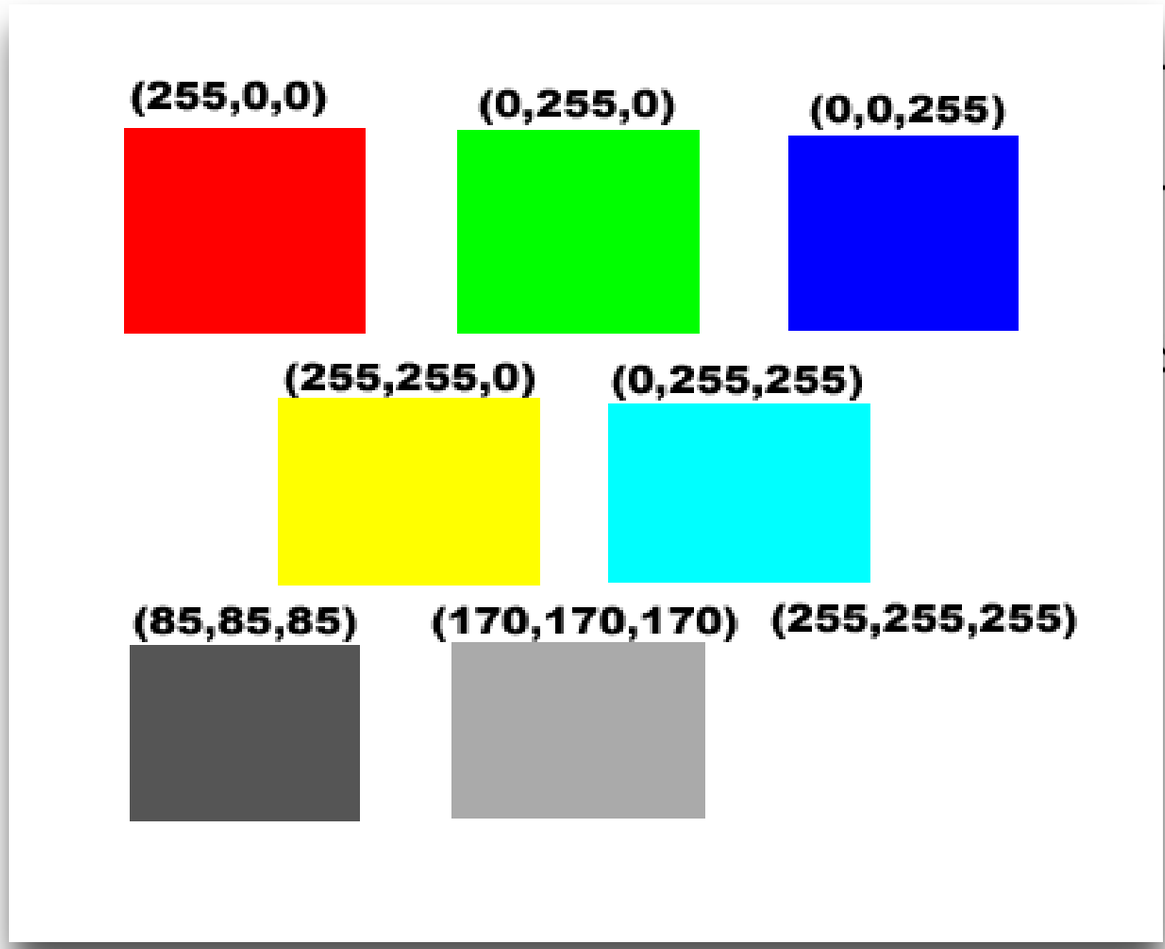
Figur fra ”The Computer in the Visual Arts”, Ann Morgan Spalter, Addison-Wesley, 1999

Bilde

- 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 tommer bilde skannet til 300 piksler per tomme (dpi)
  - Det er 80 tommer^2, 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 x 8/56 000 = 3085 sekunder (mer enn 51 minutter)

Bildestørrelse

- Størrelse (dimention)
  - 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 : 28 = 256
    - 24 bit : 256*256*256 = 224 = 16,7 millioner
- På skjerm er oppløsning irrelevant
  - Bredde (antall pixler)
  - Høyde (antall pixler)
  - Fargedybde (antall byte pr pixel)
- Filstørrelse = Bredde*Høyde*Fargedybde
  - 600*400*3 byte = 240.000*3 = 720.000 byte
- 600x400, 256 farger (indeksert)
  - 600*400*1 byte = 240.000 byte

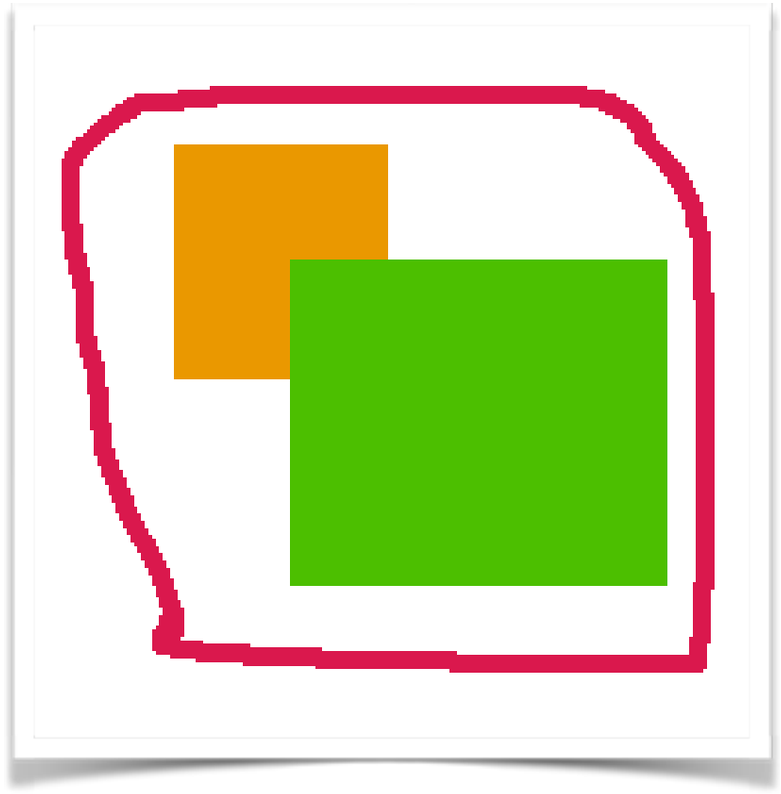


Filformater

- 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

Formater (2)

- 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 til høyre



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

- Lossy og lossless
  - Lossy fjerner informasjon man antar har liten effekt på opplevelsen
  - Lossless tar vare på all informasjon og fjerner ingenting
- MP-3 er sannsynligvis den mest kjente type komprimering
  - MP3 er lossy (mono i bass, fjerner lave lyder like etter kraftige etc…)
- 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)