

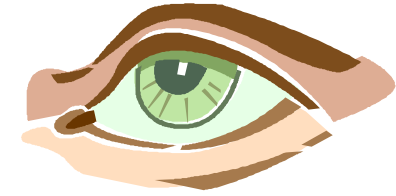
2. Kuvan muodostus

Ihmisen visuaalinen järjestelmä

Valokuvaus

Kuvantamistekniikoita

Ihmissilmä

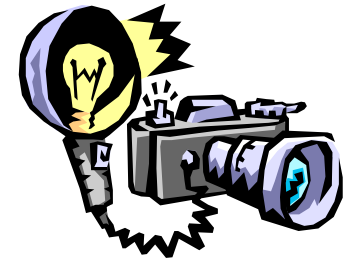


- Osia: Sarveiskalvo, pupilli, linssi, lasiainen, verkkokalvo, näköhermo
- Valosensorit:
 - *Sauvat* ($\approx 120 \times 10^6$ kpl): hämäränäkö
 - *Tapit* ($\approx 8 \times 10^6$): kirkas terävänäkö verkkokalvon keskiosassa (fovea).
Tappeja on kolmea tyyppiä, jotka (karkeasti) vastaavat RGB-järjestelmää
- Alkukäsittely sensorien hermojärjestelmässä, kuvan tajunta aivoissa.

Ihmisen visuaalisen järjestelmän ominaisuuksia

- Erittäin laaja kirkkausalue
 - Kirkkain : tummin $\approx 10^{10}$, mutta ei yhtäikää
 - Herkkyys mukautuu kirkkauteen
- Lokaalinen erottelukyky muutama kymmenen kirkkaustasoa
- Havaittu kirkkaus $\approx \log$ (tod. kirkkaus)
- Ympäristö vaikuttaa näennäiseen kirkkauteen (→ näköharhat)
- Reaktioaika useita millisekunteja (digitaalikamera nopeampi)

Perinteinen valokuvaus



- Digikamerat ovat syrjäyttäneet filmikamerat; vertailua:

	Etuja	Ongelmia
Filmi/ paperikuva	Tarkkuus Stabiili teknologia	Kuluminen Haalistuminen Hankala muokkaus
Digikuva	Kopioitavuus Muokattavuus Siirrettävyys	Teknologiariippuvuus Copyright-kysymykset

Kuvanmuodostuksen päätyypit

- *Passiivinen* kuvantaminen:
 - Luonnollinen säteilylähde
- *Aktiivinen* kuvantaminen:
 - Keinotekoinen säteilylähde, esim.
 - Salamalaitte (näkyvä valo)
 - Röntgenlaitte (röntgensäteily)
 - Tutka (mikroaallot)
 - Tärkeä lääketieteessä
 - Säteilyn säätely oleellinen tehtävä



Valokuvaustermistöä

- Valotusaika
- Polttoväli
- Aukko (aperture; halkaisija)
- F-arvo: polttoväli/aukko
- Palloaberraatio: Polttoväli erilainen linssin reunoilla ja keskellä
- Koma ('häntiminen')
- Kuvan kaareutuminen
- Kromaattinen aberraatio



Kameran perusyhtälöt

- Suurennuskerroin (yleensä $< 1!$):

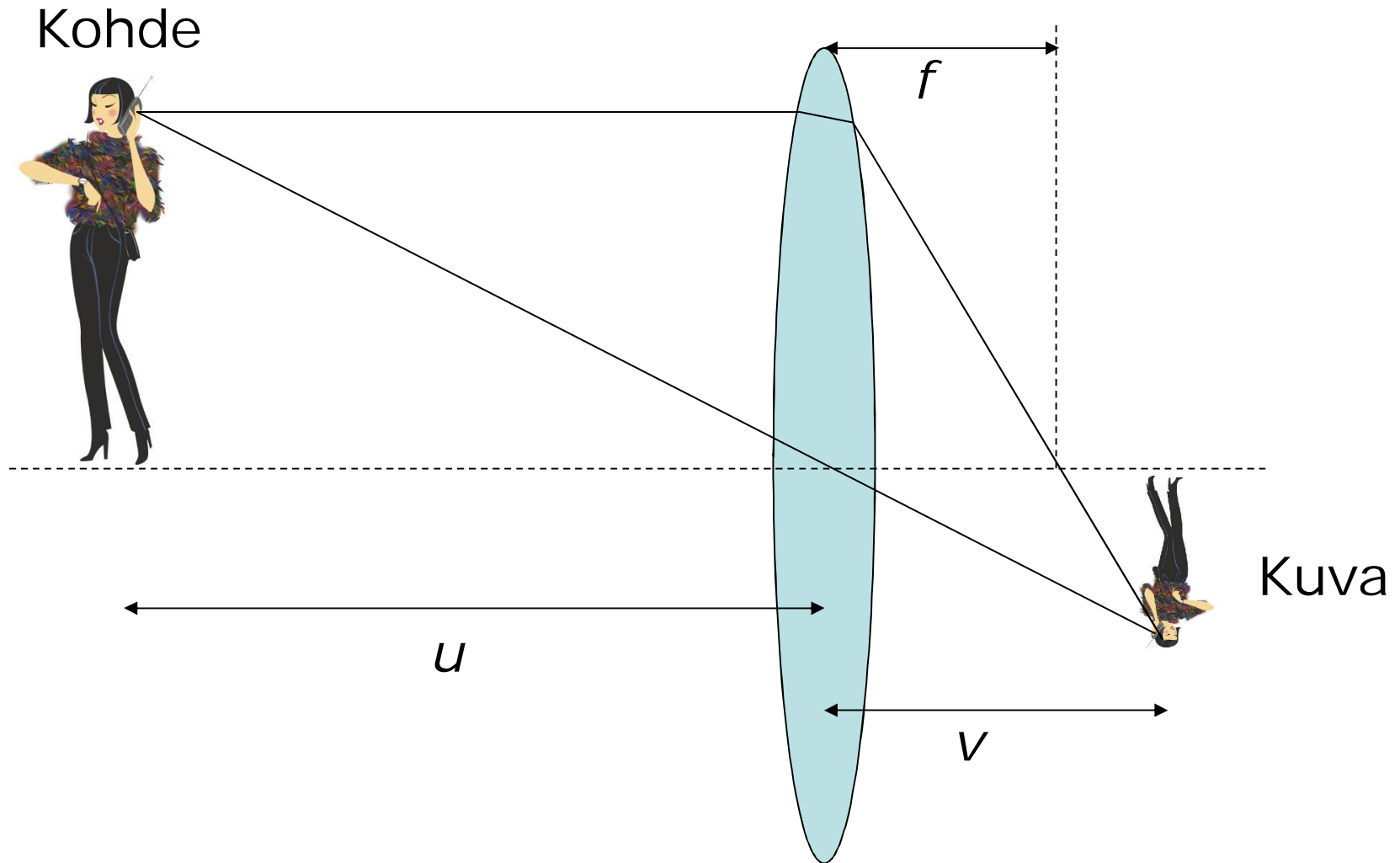
$$m = \frac{\textit{kuvan koko}}{\textit{kohteen koko}} = \frac{\textit{linssin etäisyys kuvatasosta}}{\textit{kohteen etäisyys linssistä}} = \frac{v}{u}$$

- Linssiyhtälö:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

f = polttoväli

Kuvan muodostuminen linssin taakse



Digitaalikamera



- Muistuttaa ulkoisesti vanhaa filmikameraa
- Objektiivi & zoom, etsin, salama
- CCD-kenno tai CMOS-sensori korvaa filmin
- Kuvat muistiin (muistikortti, useita eri tyyppejä, kapasiteetti muutamia gigatavuja)
- Pikakatselu LCD-ruudulla
- Kuvapisteitä yleensä 3-12 Mpix, jopa kymmeniä Mpix
- Siirto tietokoneelle kortilla tai USB-väylää pitkin
- Viimeistely kuvankäsittelyohjelmalla
- Tulostus yleensä erikoispaperille

Digitaalikameran valosensorit

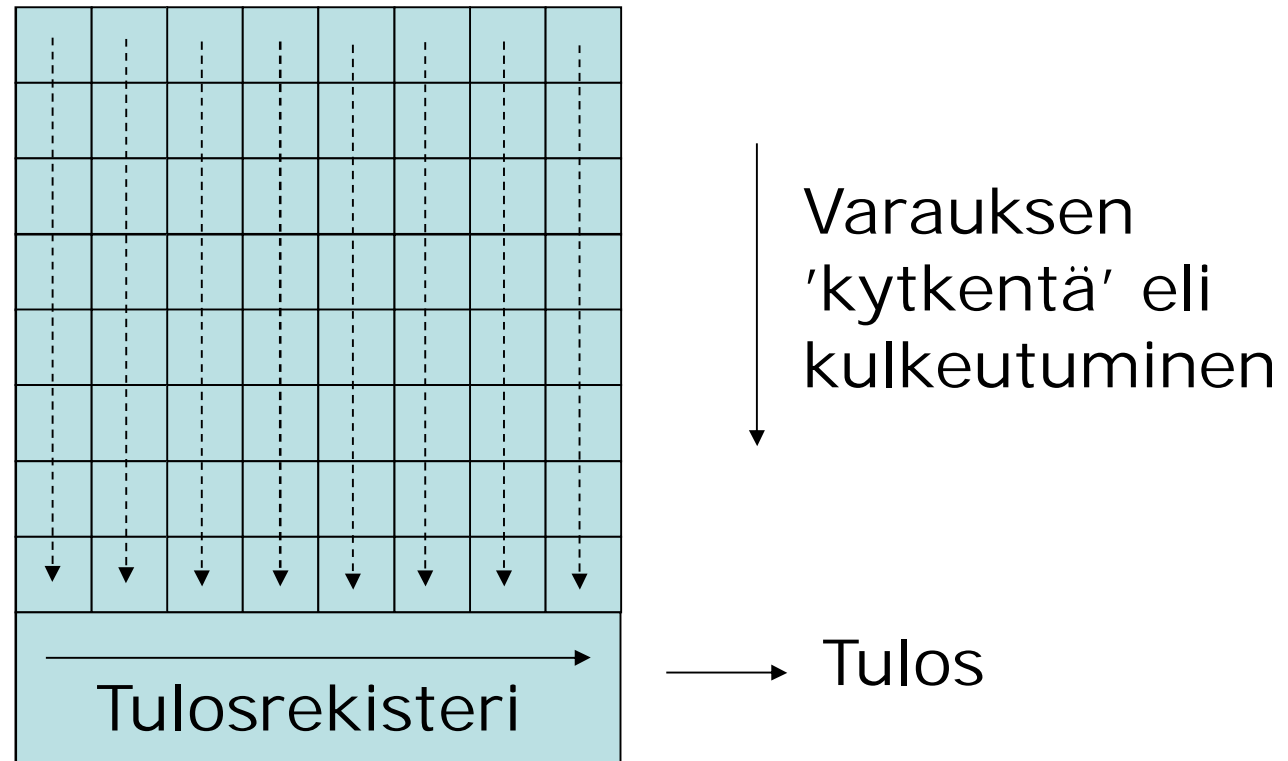
CCD = Charge-Coupled Device

- Kenno, joka muuttaa kunkin kuvapisteen (photosite) sähkövaraukseksi kirkkauden ja valotusajan suhteen lineaarisesti.
- Kuvan siirto kennosta rivi kerrallaan
- Analoginen laite; tarvitaan digitointi
- Fyysinen koko vaihtelee, usein n. 1 cm²; isompi on yl. parempi. Parhaissa jopa 24 x 36 mm (ns. *täyskennokamerat*).
- Mahdollisia virheitä:
 - *saturoituminen* (→ ylivuoto)
 - 'pimeä virta' (→ lämpösäteily)

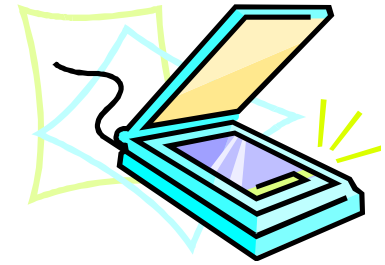
CMOS = Complementary Metal Oxide Semiconductor

- Kilpaileva tekniikka
- Pikselikohtainen valoenergian muunto volteiksi + digitointi

CCD:n rakenne



Kuvanlukijat eli skannerit



- Erikseen paperia ja filmiä varten
- Vanhojen kuva-arkistojen siirto digitaaliseen muotoon
- Tekniikka: liikkuva valonlähde ja CCD-ilmaisim
- Ohjaus ohjelmallisesti tietokoneelta
- Usein mukana OCR-ohjelma eli tekstin tunnistus
- Alkuperäisen kuvan laatu ratkaisee tuloksen laadun

Skannerien laadun mittoja

- *Tarkkuus* (ppi = *pixels per inch*):
Paperi 300-1000 ppi, filmi 2000-4000 ppi
- *Värisyvyys*: 24-48 bittiä / pikseli;
suurempi bittimäärä mahdollistaa paremmin sävykorjaukset
- *Dynamiikka* = max.densiteetti – min.densiteetti
 - Densiteetti = tulevan ja heijastuvan valon suhde, logaritminen asteikko
 - Paperi > 1.8D, filmi > 3.2D

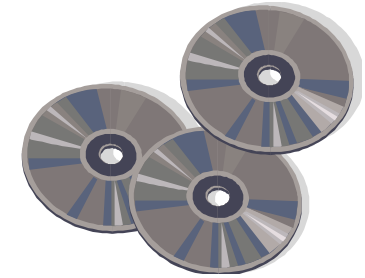
Kuvankäsittelyohjelmat

- Käsittelevät lähinnä bittikarttakuvia
- Voivat sisältää myös piirto- ja tekstityökaluja
- Esimerkkiohjelmia:
 - *Adobe Photoshop*
 - *Paint Shop Pro*
 - *Corel Photo-Paint*
 - *Gimp* (Gnu image manipulation program)
- Esimerkki ohjelmakirjastosta:
JAI (Java Advanced Imaging)

Muita kuviin liittyviä ohjelmia

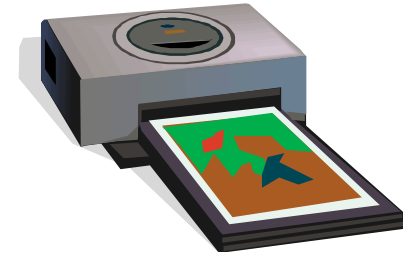
- Piirto-ohjelmat
- Kuva-arkisto-ohjelmat
 - Pienoiskuvat (thumbnails), tietokanta
 - Kuviin liitetty avainsanoja hakua varten
 - Arkistot usein optiselle muistilaitteelle (CD, DVD)
- Valokuvamultimedia
 - Kuvasarjan näyttö automaattisesti
 - Taustamusiikki, tekstitys
- Panoraamakuvien tuottaminen; alkaa olla kameroiden vakio-ominaisuus

Digitaalikuvien arkistointi



- Kovalevyt, SSD-levyt: miel. tilapäiseen säilytykseen
- CD-R- ja CD-RW-levyt
 - Kirjoitus kerran tai useasti, hitaampi kuin lukeminen
 - Kapasiteetti n. 650 Mt
 - Edullisin
 - yhteensopivuusongelmat
- DVD-R- ja DVD-RW-levyt
 - Kapasiteetti esim. 4.7 Gtavua
- BD-R- ja BD-RE-levyt
 - Kapasiteetti 25 tai 50 Gtavua
 - Säilyvyysaika epävarma

Paperitulosteet



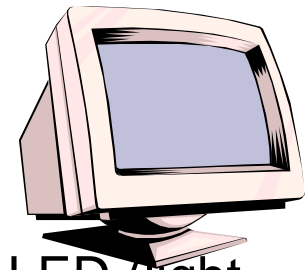
- Teknologioita:
 - *Mustesuihku* (laite edullinen, värikasetit ei ...)
 - *Sublimaatio* (laadukas jatkuvasävytekniikka)
 - *Värilaser* (nopea)
- Tarkkuus vähintään 300 dpi; mustesuihku jopa 9600 dpi (dpi = dots per inch)
- Todellinen tarkkuus usein pienempi ditheroinnin vuoksi (kuvapiste koostuu useasta väripisteestä).
- Hyvät (jatkuvat) värisävyt yhtä tärkeitä kuin tarkkuus.
- Yleensä erikoispaperille

Mustesuihkutulostin

- Selvästi halvin
- Yleensä A4-kokoinen paperi
- Perusvärit: Syaani (\approx turkoosi), magenta (\approx lila), keltainen ja musta (ns. CMYK-värimalli)
- Lisänä mahd. vaalea syaani ja vaalea magenta
- Tulostusohjain tärkeä laatutekijä: säätää värit vastaamaan näyttöä.
- Ongelma: Huono UV-kestävyys

Näyttömonitorit

- Perinteinen CRT-näyttö:
 - Historiaa...
- Paneelinäyttö:
 - Useita teknologioita, LCD (*liquid crystal display*), LED (*light-emitting diode*), OLED, AMOLED, ...
 - Pikselien osoitteistus: aktiivimatriisi (TFT *thin film transistor*)
 - Litteä, halkaisija yl. 15-24 tuumaa
 - Ei muotovirheitä
 - Kirkkaus jopa kaksinkertainen CRT:hen verrattuna
 - Kapeampi katselukulma kuin CRT-näytöissä
 - Vasteajan hitaus korjaantunut
 - Periaatteessa kiinteä resoluutio



Paneelinäyttöjen ominaisuuksia

- Tarkkuus (erottelukyky), esim.
 - 800 x 600, 1024 x 768, 1280 x 1024, 1600 x 1200, 1920 x 1200
- Vasteaika tyypillisesti 2-20 ms
- Virkistystaajuus ei niin kriittinen kuin CRT-näytöissä (yleensä vähintään 50 kertaa/sek).
- Input-viive (lag), luokkaa 0-40 ms
- Katselukulma, nykyään jopa 170°.
- Kontrastisuhde (staattinen/dynaaminen), yl. > 500/5000:1
- Värien määrä (riippuu näytönohjaimesta):
 - Ns. täysvärinäyttö: $3 \times 2^8 = \text{n.}16,7$ milj. väreä
- Liitäntöjä:
 - VGA (*Video Graphics Array; analoginen*)
 - DVI (*Digital Visual Interface*)
 - HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*)