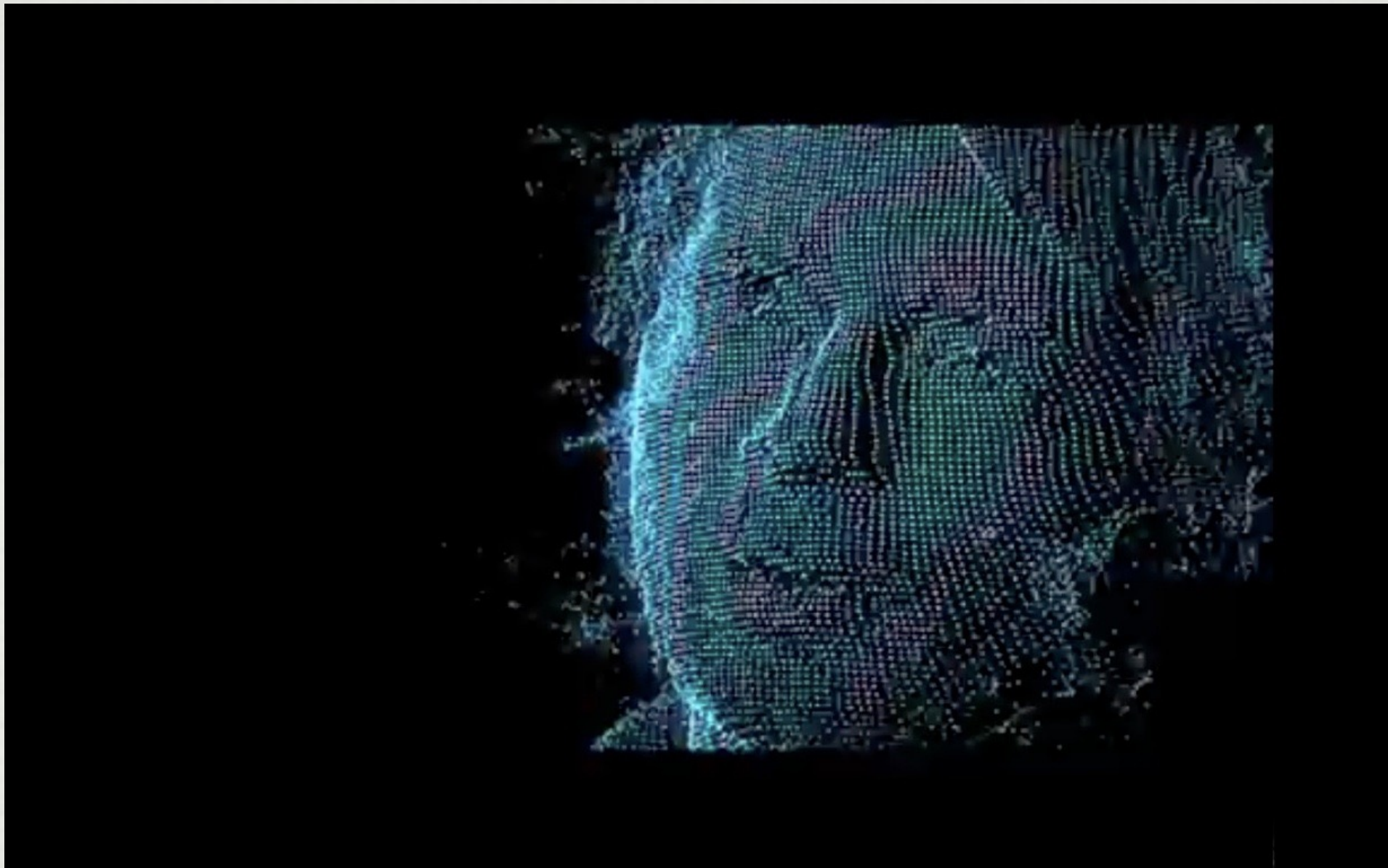
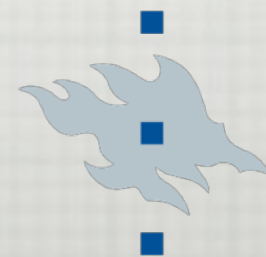




JOHDATUS TEKÖÄLYYN

TEEMU ROOS



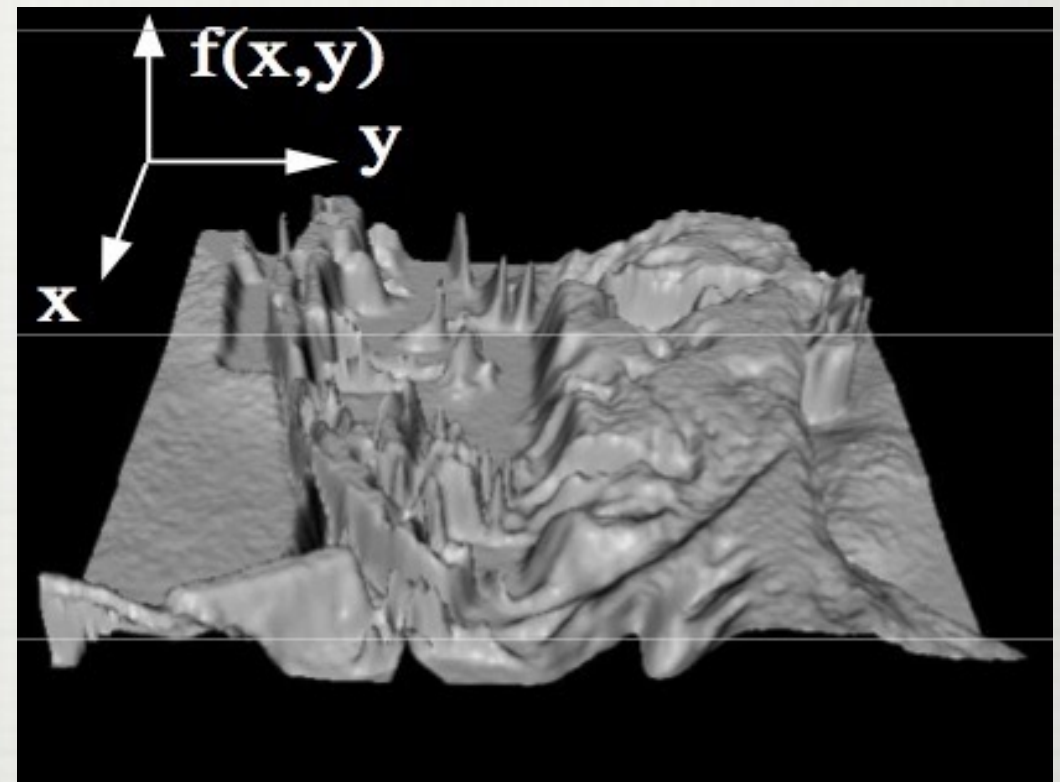
HELSINGIN YLIOPISTO



TERMINATOR SALVATION

SIGNAALINKÄSITTELY

- * KUVA VOIDAAN TULKITA KOORDINAATTIEN (x,y) FUNKTIONA.

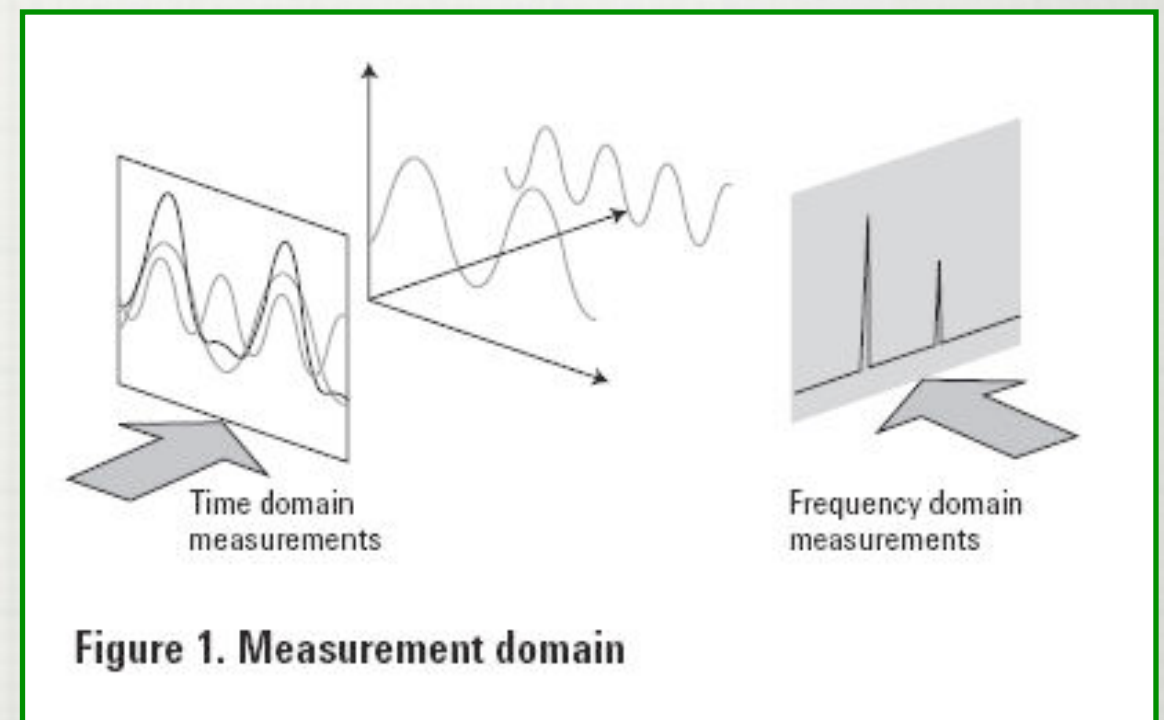
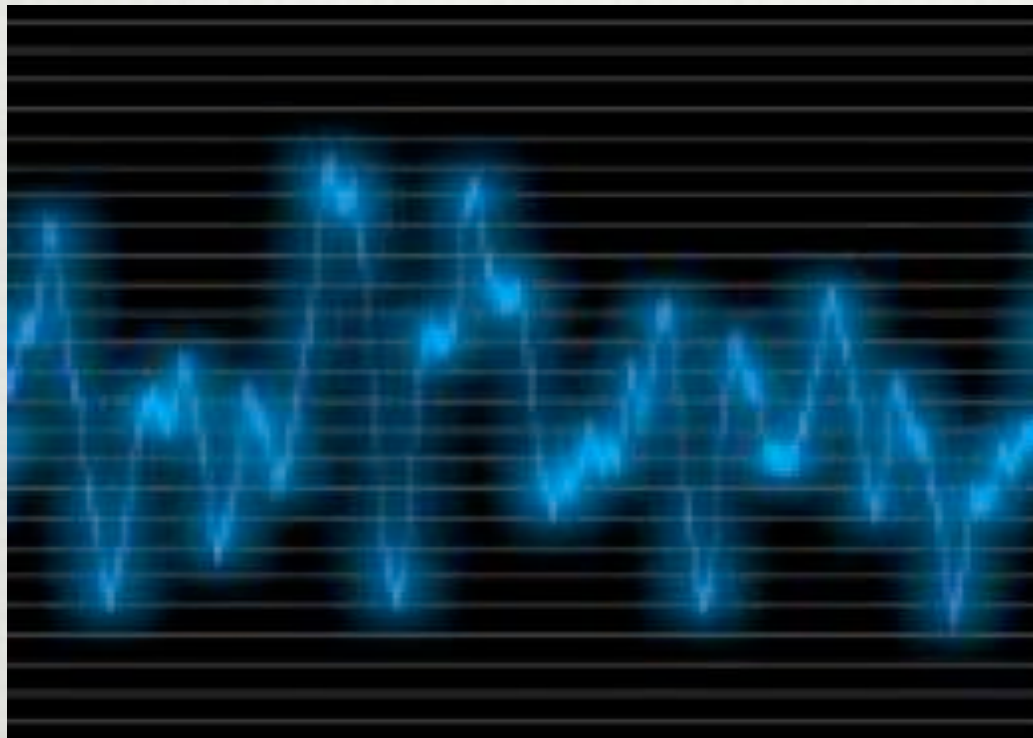


LÄHDE: S. SEITZ

- * VÄRIKUVA KOOSTUU KOLMESTA KOMPONENTISTA (R, G, B).
- * ÄÄNI VASTAAVASTI MUUTTUJAN t (AIKA) FUNKTIONA (TAI MUUTTUJAN f (TAAJUUS) $\Rightarrow$ "FREQUENCY DOMAIN")

SIGNAALINKÄSITTELY

- * KUVA VOIDAAN TULKITA KOORDINAATTIEN (X,Y) FUNKTIONA.



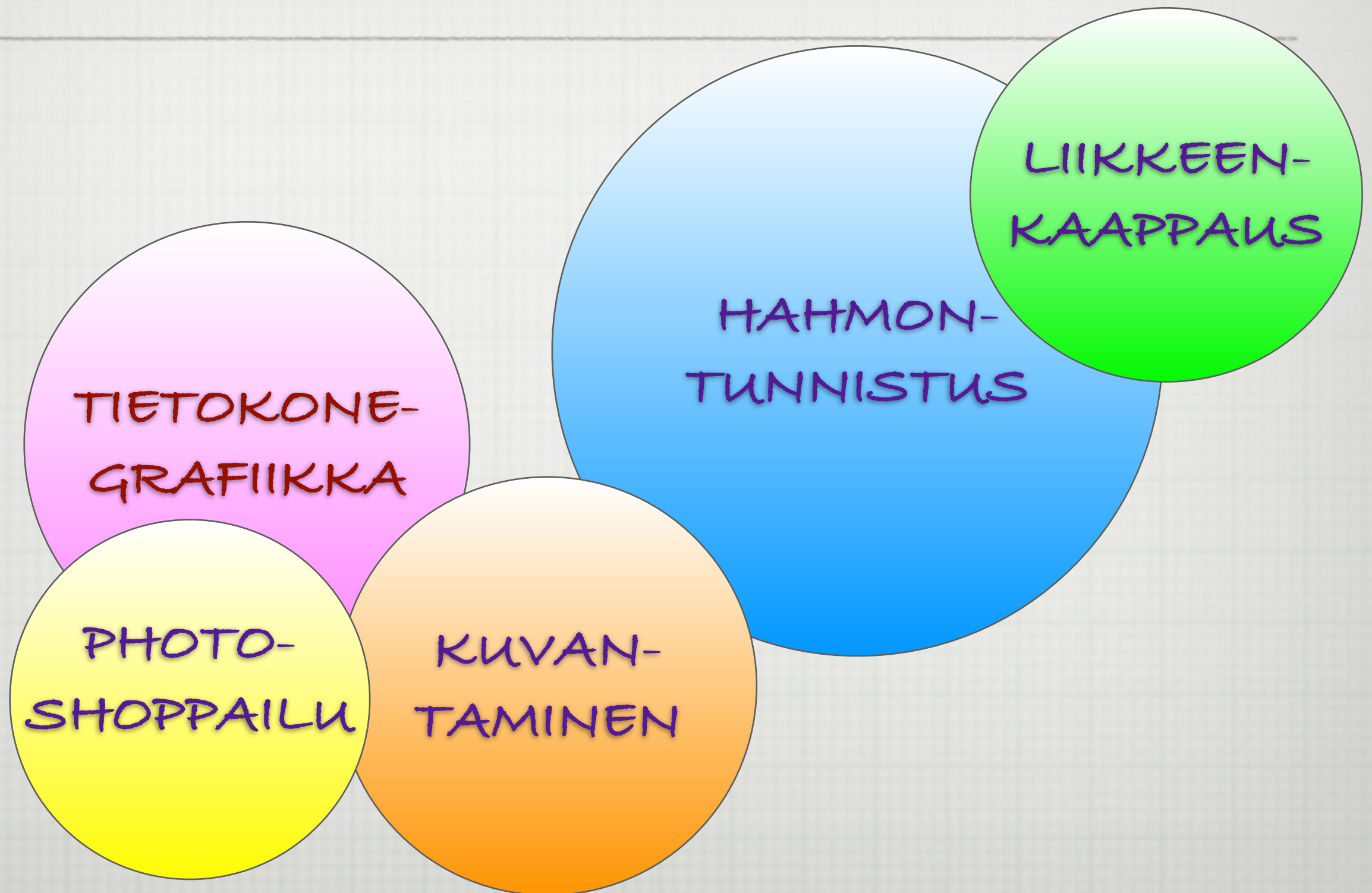
- * VÄRIKUVA KOOSTUU KOLMESTA KOMPONENTISTA (R,G,B).
- * ÄÄNI VASTAAVASTI MUUTTUJAN T (AIKA) FUNKTIONA (TAI MUUTTUJAN F (TAAJUUS) => "FREQUENCY DOMAIN")

SIGNAALINKÄSITTELY

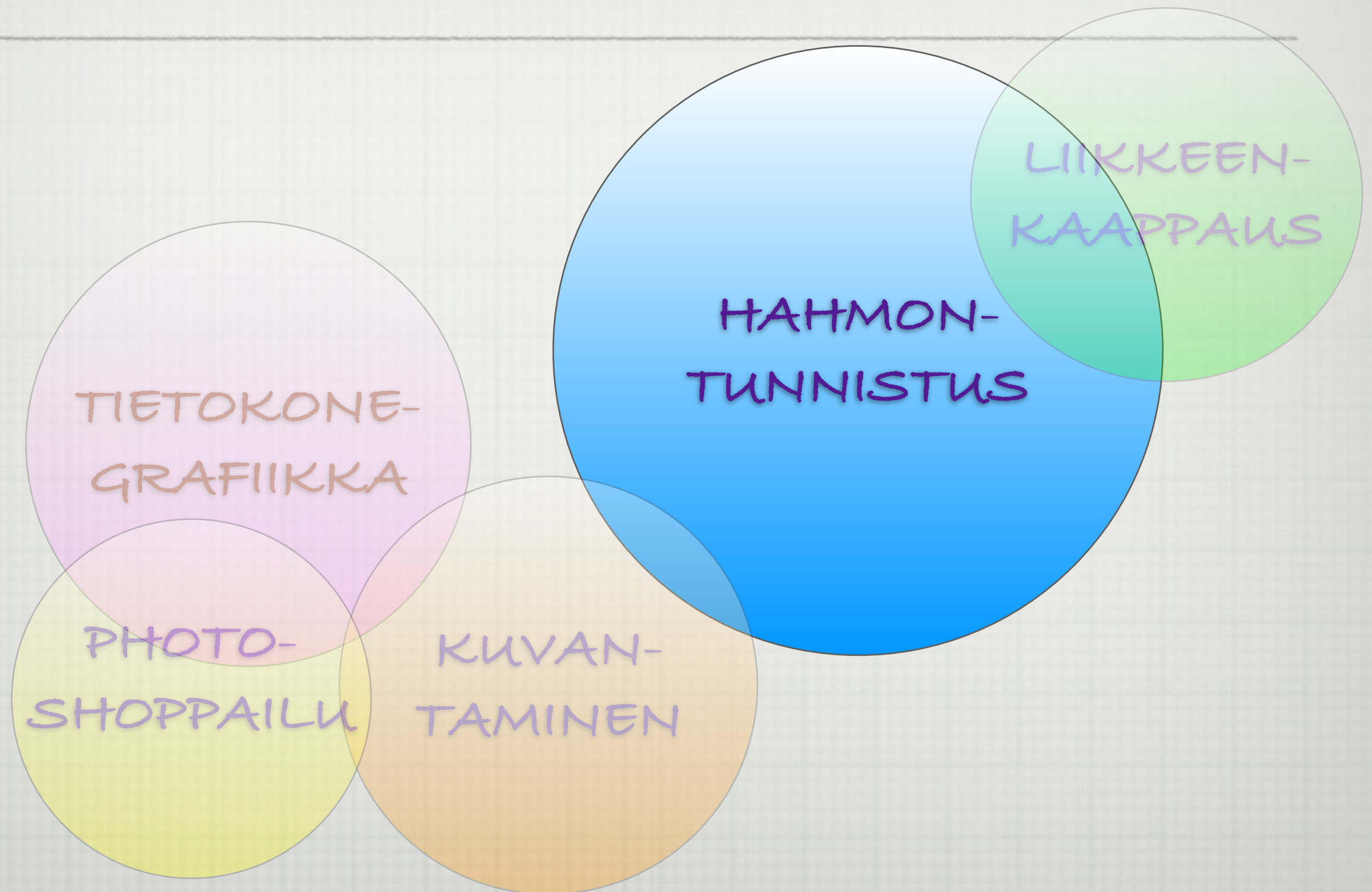
- * KUVAN TAI ÄÄNITIEDOSTON **KOKO** ON USEIN SUURI:
ESIM. 1000×1000 PIKSELIÄ = 1 000 000 PIKSELIÄ
 - KUVA: **RESOLUUTIO** [DPI]
 - ÄÄNI: **NÄYTTEENOTTOTAAJUUS** [HZ]
- * **KOHINAA** ESIINTYY AINA LUONNOLLISISSA SIGNAALISSA
- * SIGNAALI RIIPPUU MYÖS **OLOSUHTEISTA**:
 - KUVAKULMA, VALAISTUS, ETÄISYYS, ...
 - KAIKU, MIKROFONI, TAUSTAHÄLY, ...
- * $\Rightarrow$ TUNNISTAMINEN TAI LUOKITTELU VAIKEAA



SIGNAALINKÄSITTELY



SIGNAALINKÄSITTELY



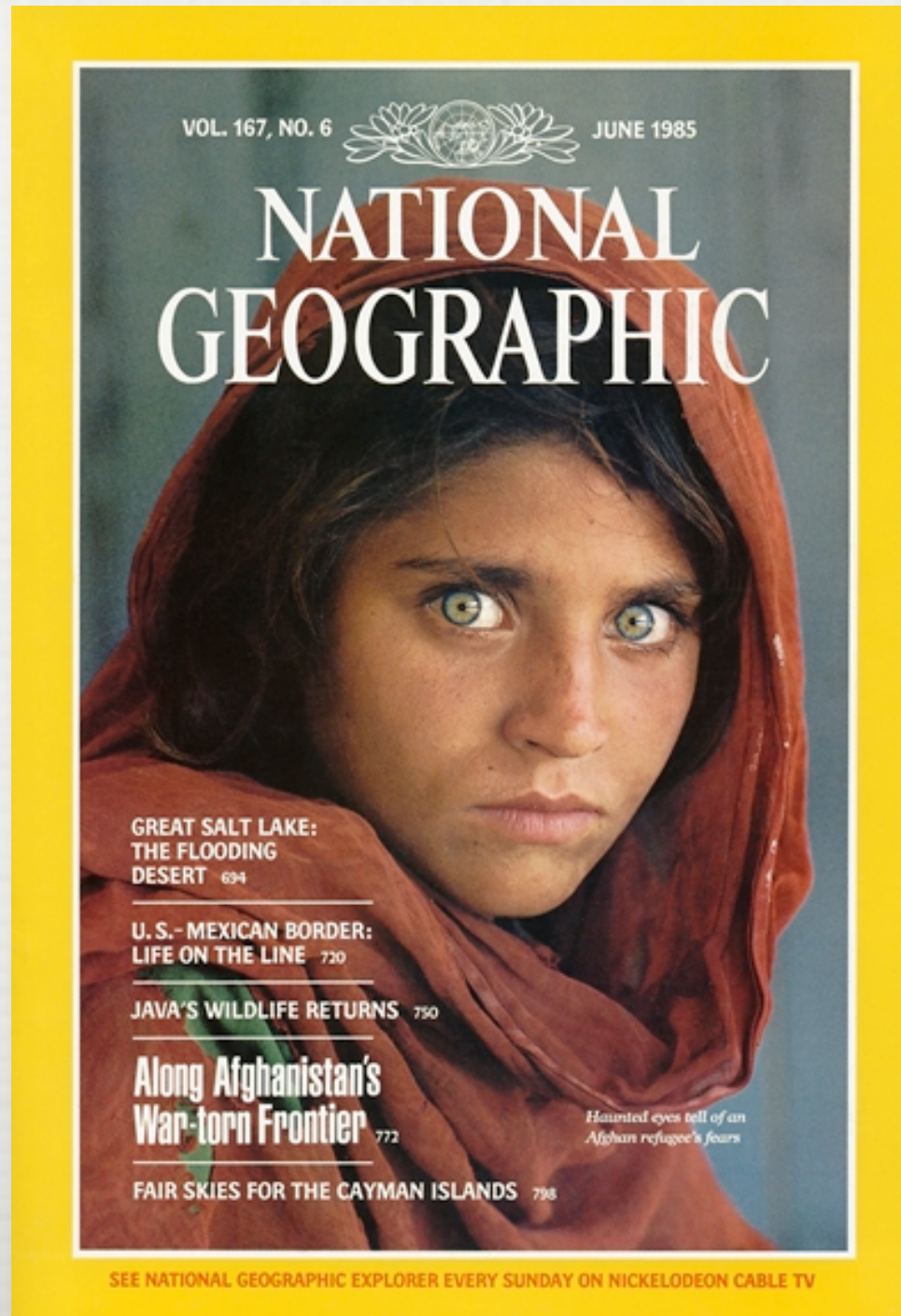
HAHMONTUNNISTUS

- * TAVOITE TUNNISTAMISESSA LÖYTÄÄ PIIRTEET, JOIDEN PERUSTEELLA VOIDAAN TUNNISTAA SAMA HAHMO ERI KUVISSA TAI ÄÄNINÄYTTEISSÄ
- * KUVASSA TYYPILLISIÄ PIIRRETYYPPEJÄ:
 - MUODOT (VÄRIEN SUHTEELLISET EROT)
 - SUHTEET
- * ÄÄNESSÄ:
 - TAAJUUS
 - TAAJUUDEN MUUTOKSET (YLÖS, ALAS, ...)
 - RYTMİ
 - ...

SURF

- * HAHMONTUNNISTUKSESSA SUOSIOSSA "INVARIANTIT PIIRTEET", KUTEN
 - * **SIFT** (Scale Invariant Feature Transform)
 - * **SURF** (Speeded Up Robust Features).
- * H. Bay, T. Tuytelaars & L. van Gool. "SURF: Speeded Up Robust Features", Computer Vision and Image Understanding (CVIU), vol. 110, No. 3, pp. 346-359, 2008

“AFGHAN GIRL”



“AFGHAN GIRL”



SURF

- * IDEANA LÖYTÄÄ KUVASTA JOUKKO PIIRTEITÄ (FEATURE), JOTKA SÄILYVÄT SAMANA
 - ERI KOOSSA
 - ERI KULMASSAJA JOTKA VOI LASKEA **INVARIANSSI**
 - NOPEASTI.
- * TOISAALTA PIIRTEIDEN TULISI OLLA "YKSILÖLLISIÄ"
- * TASAISEN PINNAN PISTE EI OLE YKSILÖLLINEN
- * REUNA EI OLE YKSILÖLLINEN
- * KULMA ON YKSILÖLLINEN

SURF

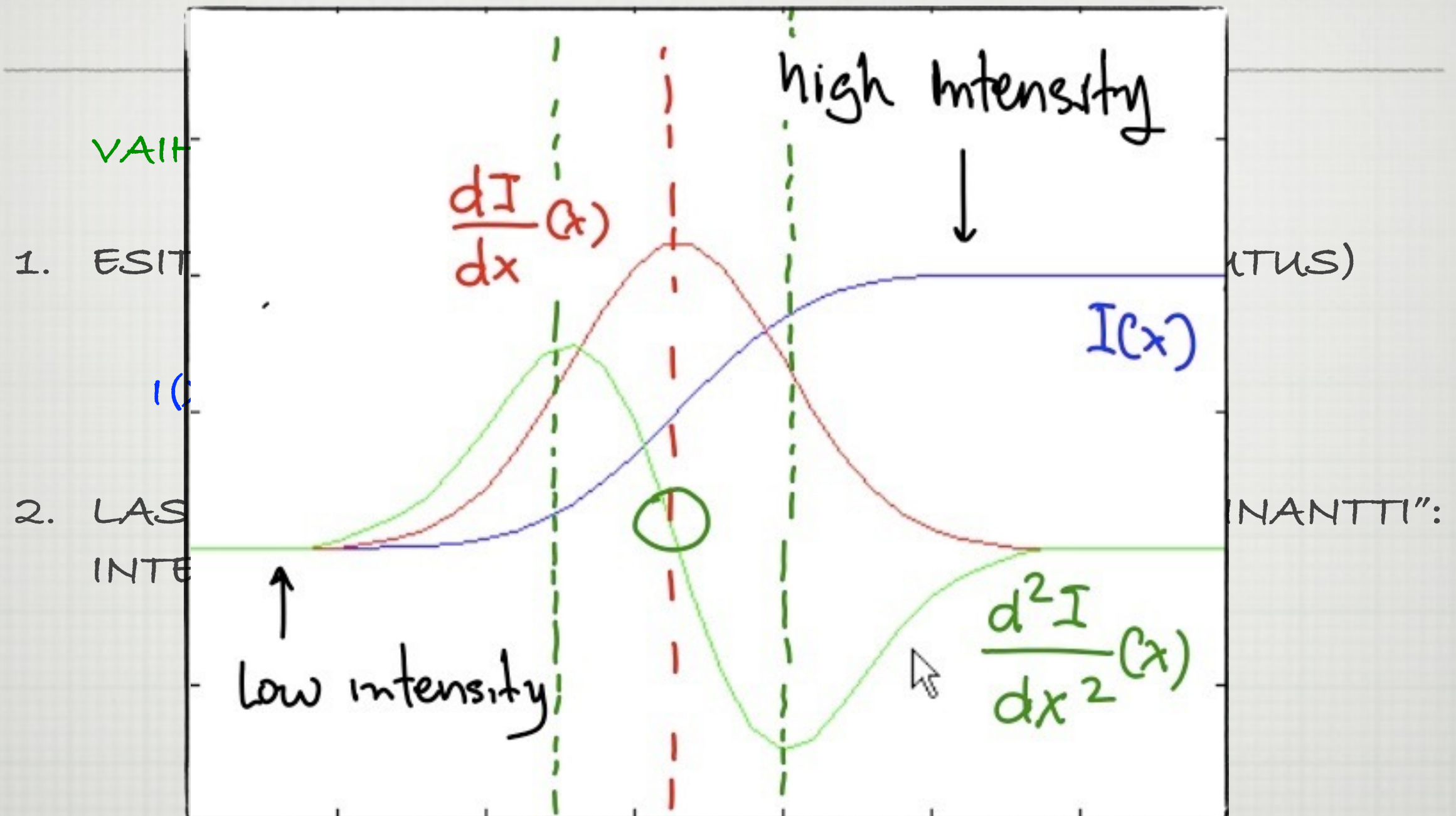
VAIHE 1: AVAINPISTEIDEN VALINTA:

1. ESITETÄ KUVA "INTEGRAALIMUODOSSA" (NOPEUTUS)

$$I(X,Y) = \sum_{i=1}^X \sum_{j=1}^Y F(i,j)$$

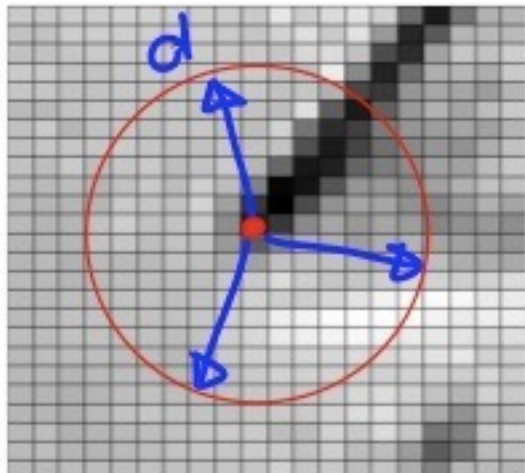
2. LASKE "HESSEN MATRIISIN (HESSIAN) DETERMINANTTI":
INTENSITEETIN 2. DERIVAATAT ERI SUUNTIIN

SURF



SURF

The Hessian matrix determines how $S(x,y)$ will change from a unit-length displacement d in a given direction



$$S(x,y) \approx$$

$$S(0,0) + \text{Hessian matrix } H$$

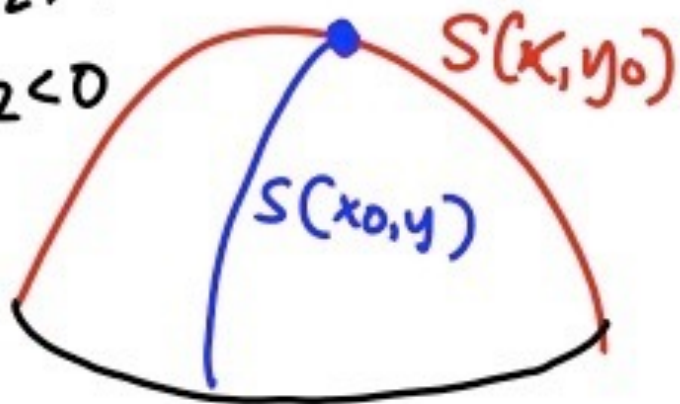
$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} x & y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 S}{\partial x \partial y} \\ \frac{\partial^2 S}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

1":

SURF

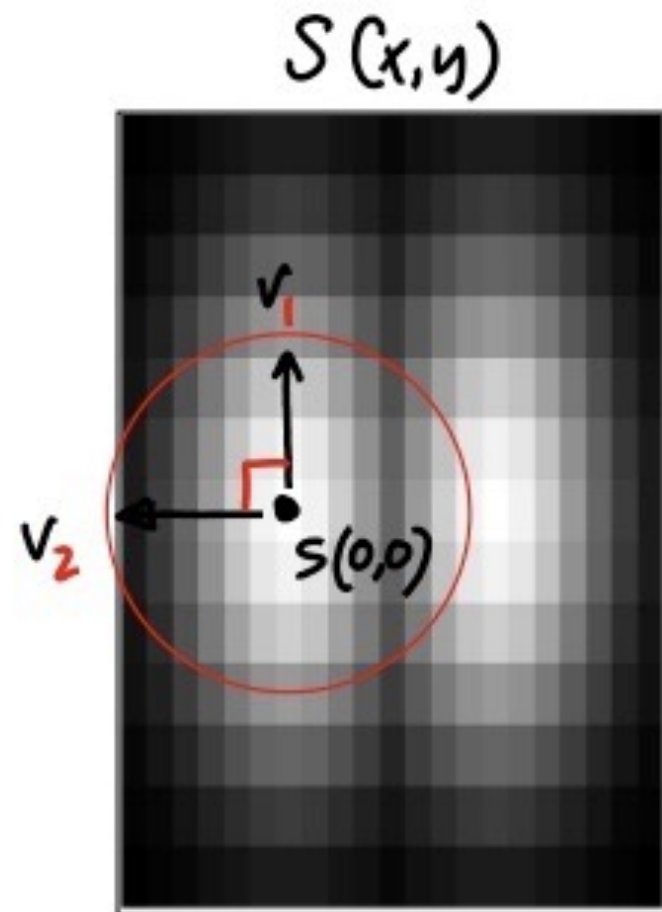
Cases A-C, B-D: (elliptical points)

or $\lambda_1, \lambda_2 > 0$
or $\lambda_1, \lambda_2 < 0$



$$\det(H) = \lambda_1 \lambda_2 > 0$$

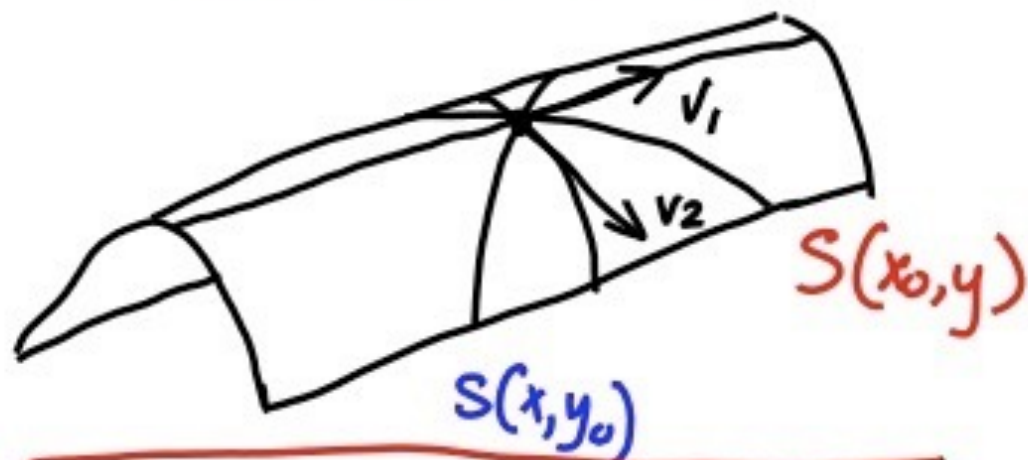
$$\text{tr}(H) = \begin{cases} > 0 & \text{case B-D} \\ < 0 & \text{case A-C} \end{cases}$$



v_1, v_2 are the eigenvectors of the Hessian H

SURF

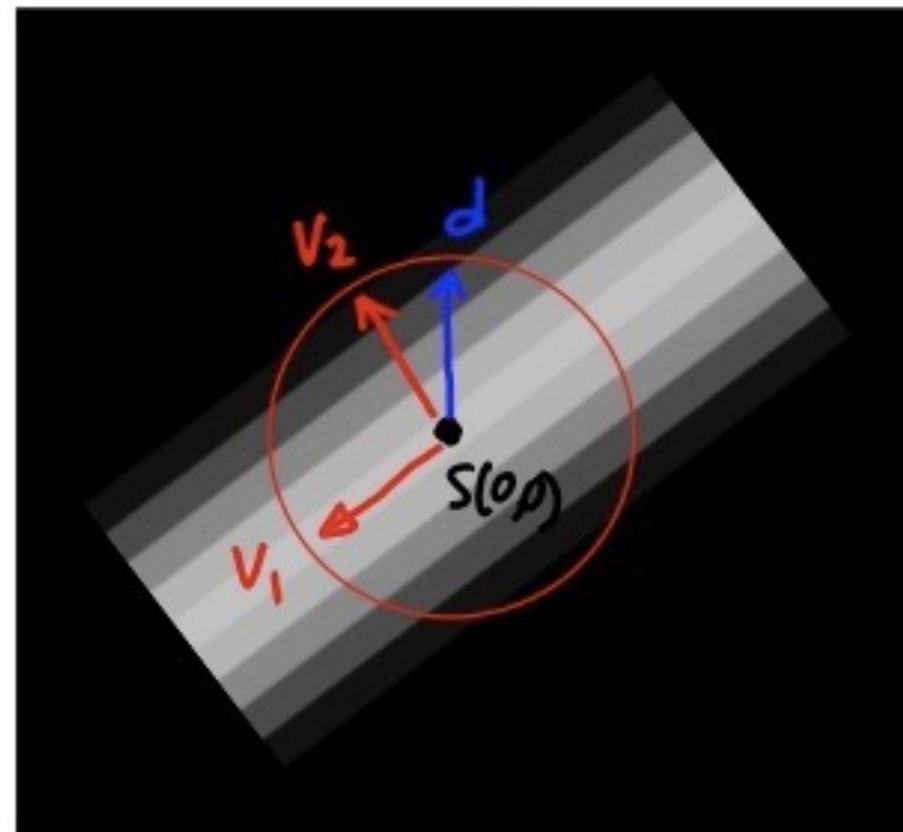
Cases $E-C, E-D, A-F, B-F$
(cylindrical points)



$$\det(H) = \lambda_1 \cdot \lambda_2 = 0$$

$$\text{tr}(H) = \begin{cases} > 0 & \text{case } E-D, F-B \\ < 0 & \text{case } E-C, F-A \end{cases}$$

$S(x, y)$



v_1, v_2 are the eigenvectors of the Hessian H

SURF

VAIHE 1: AVAINPISTEIDEN VALINTA:

1. ESITETÄ KUVA "INTEGRAALIMUODOSSA" (NOPEUTUS)

$$I(x,y) = \sum_{i=1}^x \sum_{j=1}^y F(i,j)$$

2. LASKE "HESSEN MATRIISIN (HESSIAN) DETERMINANTTI":
INTENSITEETIN 2. DERIVAATAT ERI SUUNTIIN
3. TOISTA ERI SKAALAUKSILLA (SKAALAINVARIANTTI)
4. VALITSE $\det(H)$:N PAIKALLISET MAKSIMIT AVAINPISTEIKSI

VAIHE 1: A

1. ESITETÄ K

$$I(x,y) =$$

2. LASKE "H
INTENSITE

3. TOISTA ER

4. VALITSE d



NOPEUTUS)

TERMINANTTI":
TIIN

ARIANTTI)

AVAINPISTEIKSI

SURF

VAIHE 1: AVAINPISTEIDEN VALINTA:

1. ESITETÄ KUVA "INTEGRAALIMUODOSSA" (NOPEUTUS)

$$I(x,y) = \sum_{i=1}^x \sum_{j=1}^y F(i,j)$$

2. LASKE "HESSEN MATRIISIN (HESSIAN) DETERMINANTTI":
INTENSITEETIN 2. DERIVAATAT ERI SUUNTIIN
3. TOISTA ERI SKAALAUKSILLA (SKAALAINVARIANTTI)
4. VALITSE $\det(H)$:N PAIKALLISET MAKSIMIT AVAINPISTEIKSI

SURF

VAIHE II: PIIRTEIDEN KUVAUS:

1. TARKASTELE JOKAISEN AVAINPISTEEN YMPÄRISTÖÄ
2. LASKE ORIENTAATIO (INTENSITEETIN PERUSTEELLA)
3. KONSTRUOI INTENSITEETIN VAIHTELUN PERUSTEELLA KUVAAJAVEKTORI (SURFISSA 64-DIMENSIOINEN)

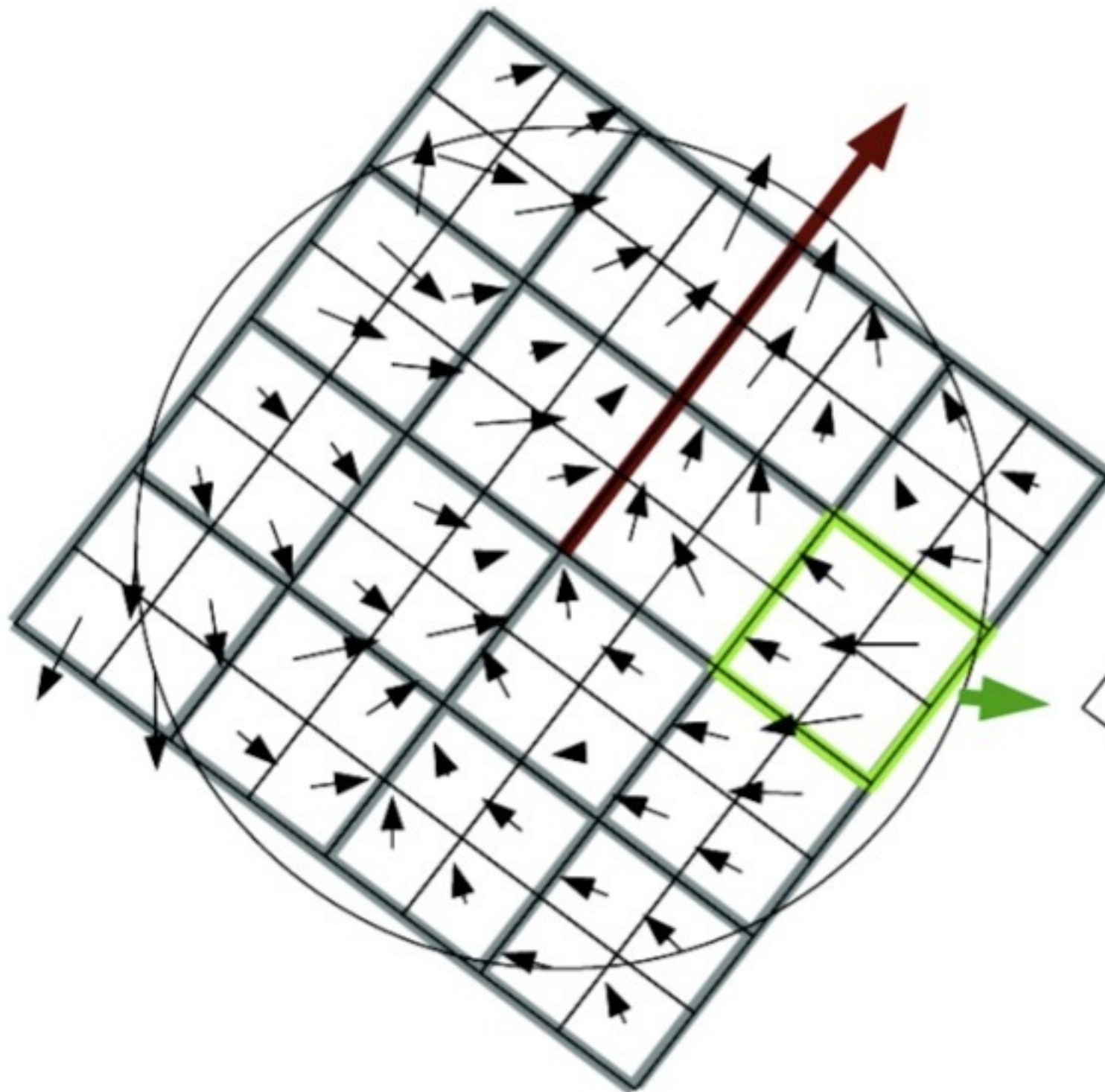
CLIDE

VAIH

1. TAR

2. LAS

3. KON
KUV



ÖÖ

(LA)

ELLA



SURF

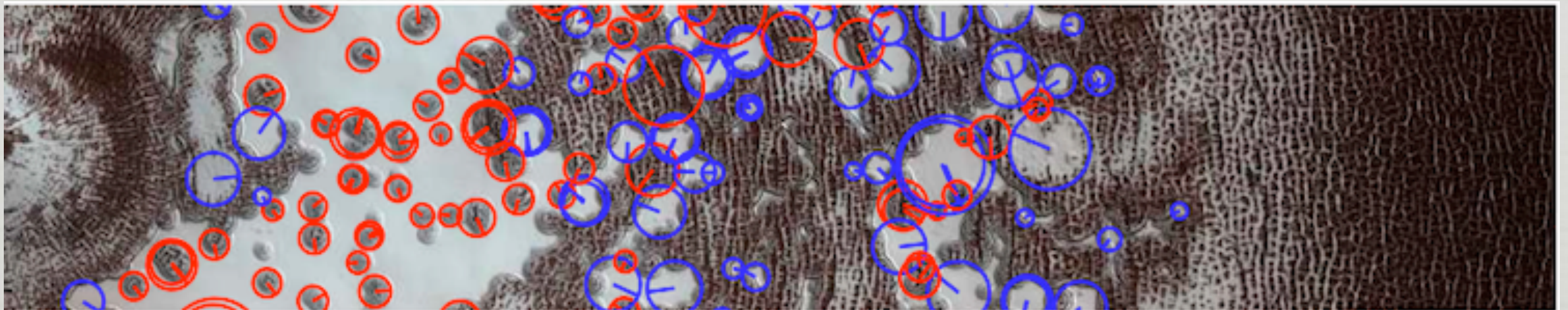
VAIHE II: PIIRTEIDEN KUVAUS:

1. TARKASTELE JOKAISEN AVAINPISTEEN YMPÄRISTÖÄ
2. LASKE ORIENTAATIO (INTENSITEETIN PERUSTEELLA)
3. KONSTRUOI INTENSITEETIN VAIHTELUN PERUSTEELLA KUVAAJAVEKTORI (SURFISSA 64-DIMENSIOINEN)

TULOKSENA PIIRREVEKTORI:

(X,Y,SKAALA,ORIENTAATIO,KUVAAJAVEKTORI)

SURF



LÄHDE: NASA/JPL/UNIV OF ARIZONA

SEURANTA (TRACKING)

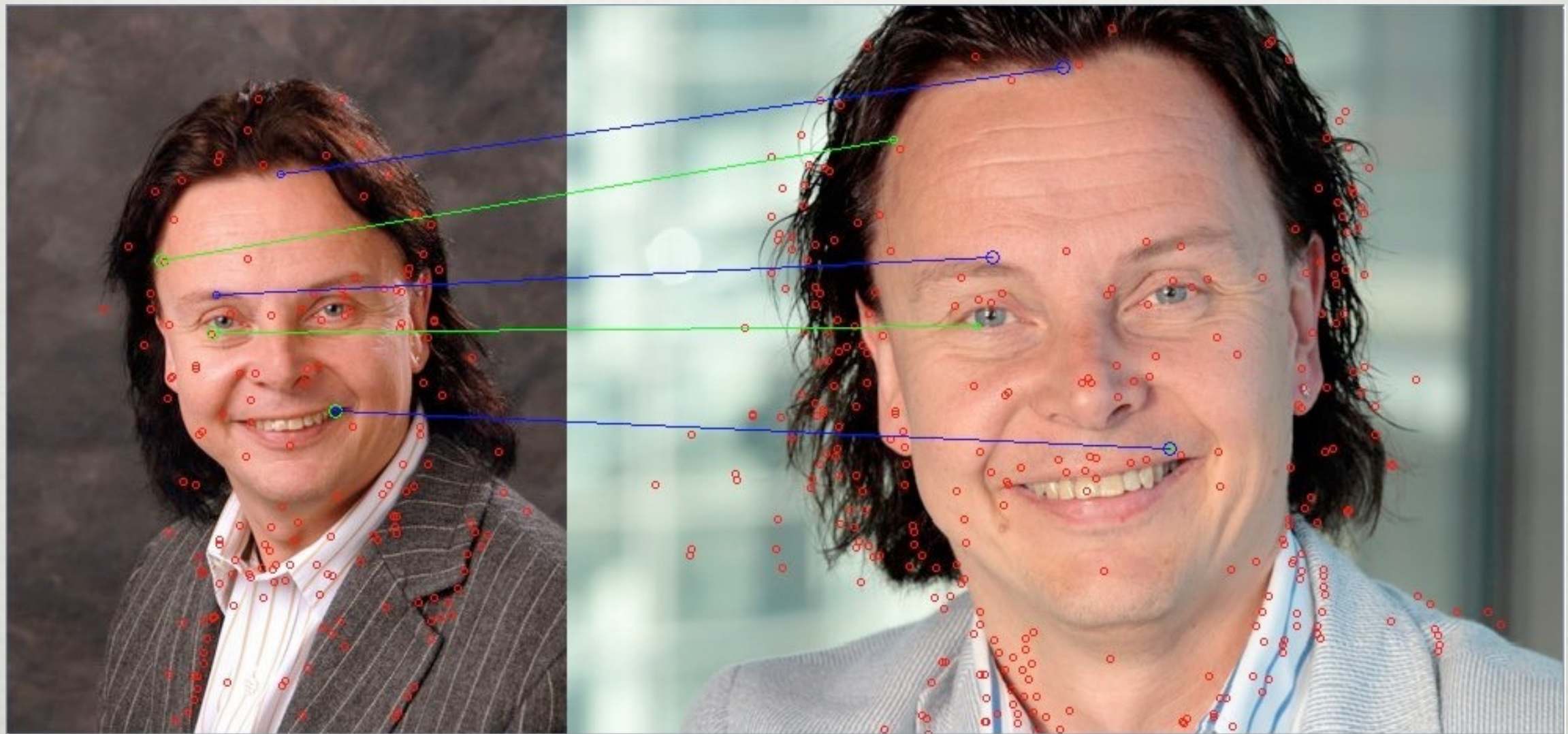


SURF

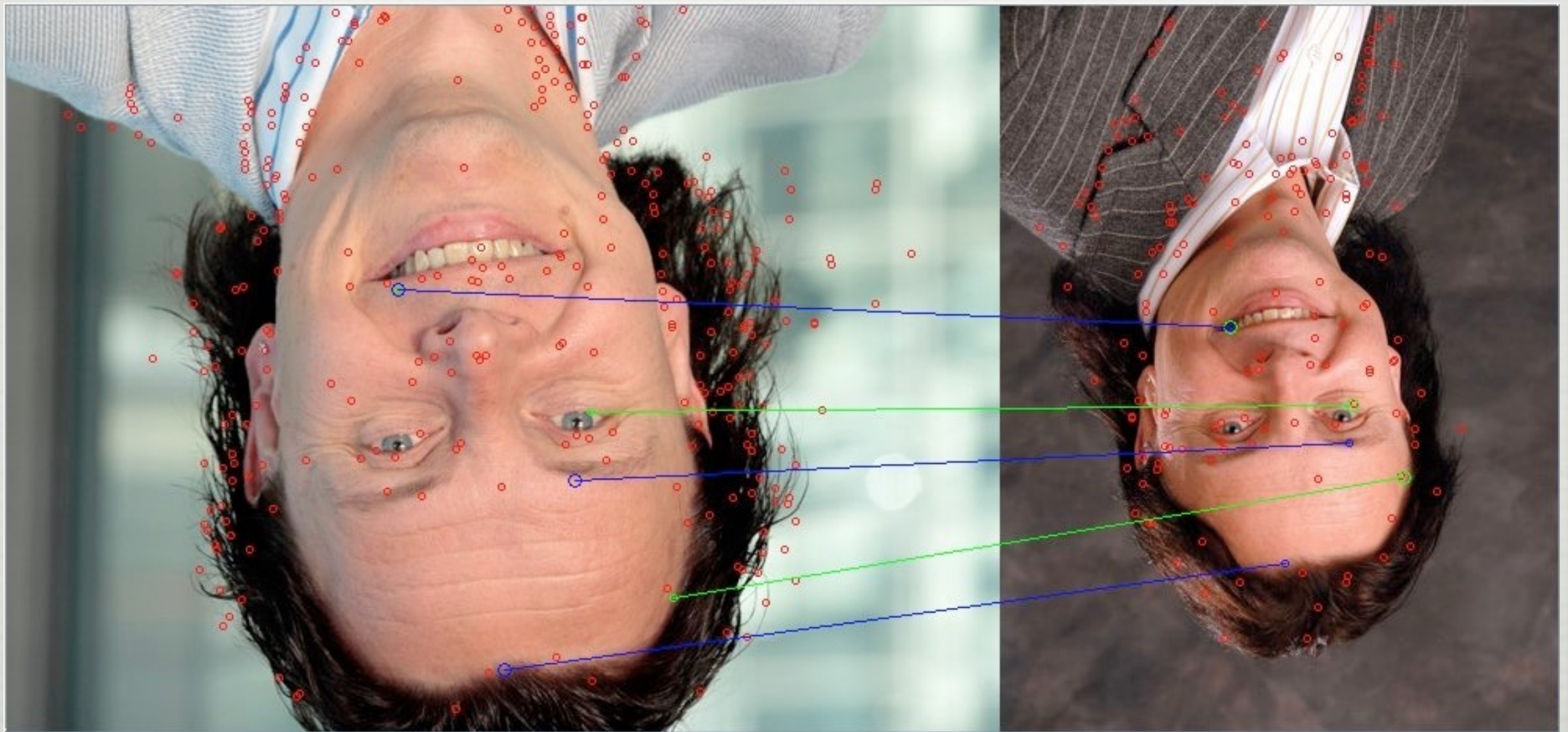
VAIHE III: HAHMONTUNNISTUS

1. ETSI PIIRTEET YHDESTÄ KUVASTA
2. ETSI PIIRTEET TOISESTA KUVASTA
3. ETSI ERI KUVISSA ESIINTYVIÄ PIIRREPAAREJA, JOTKA OVAT RIITTÄVÄN LÄHELLÄ TOISIAAN (EUKLIDINEN ETÄISYYS)
4. VOI PARANTAA GEOMETRISILLA RAJOITTEILLA (KORVAT ERI PUOLELLA PÄÄTÄ, SILMÄT SIINÄ VÄLISSÄ, JNE.)

SURF



SURF



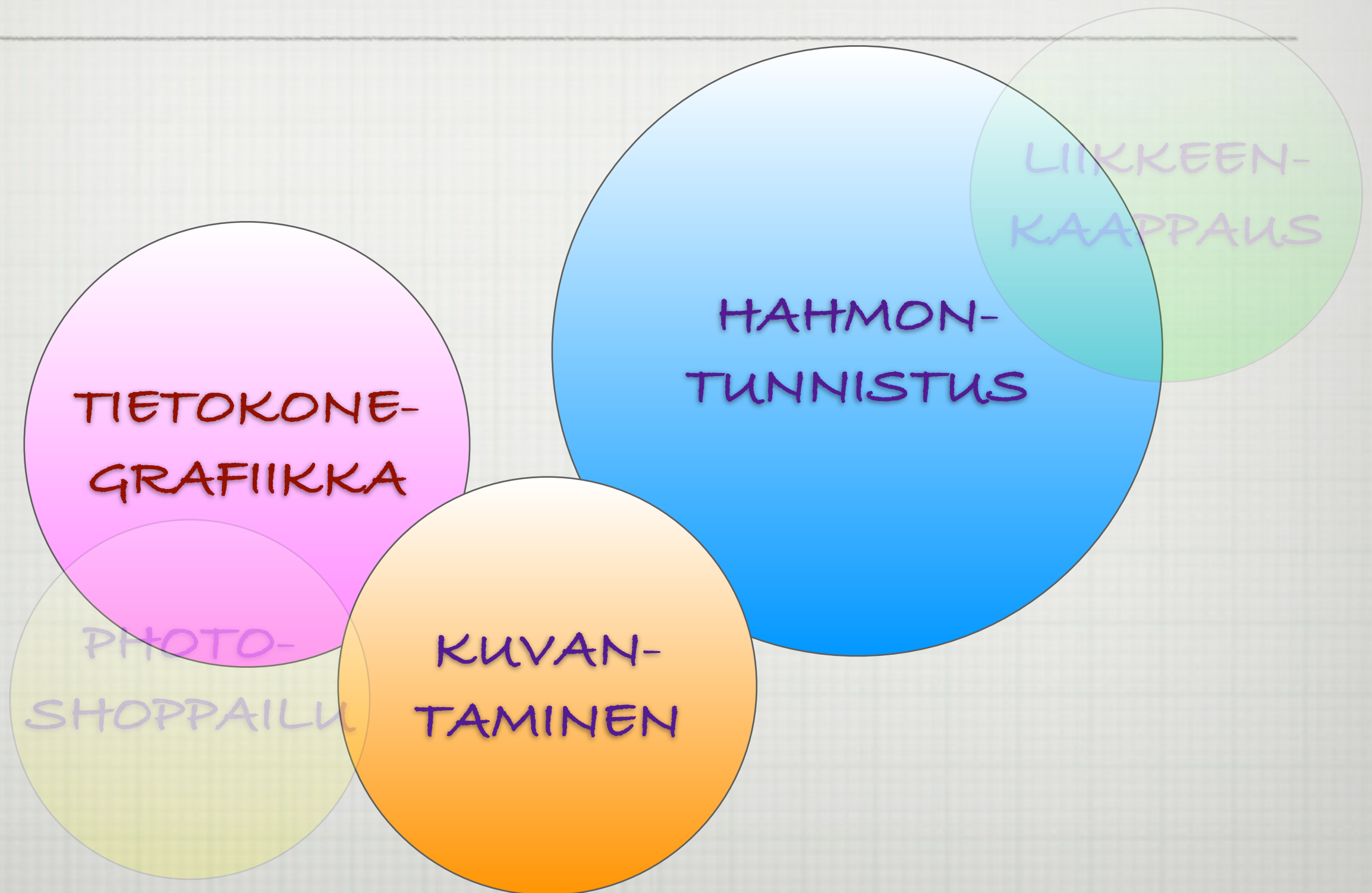
SURF



SURF

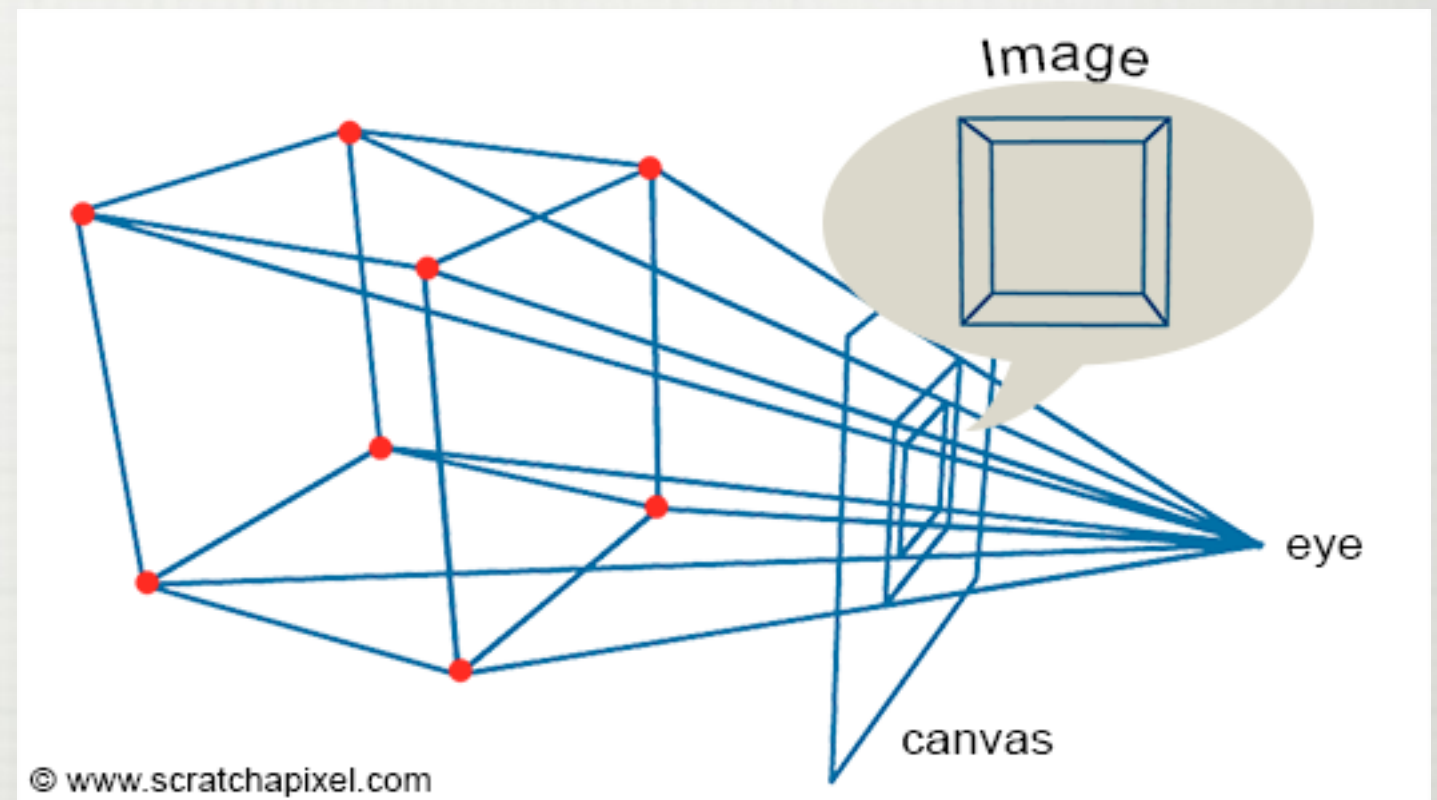


SIGNAALINKÄSITTELY



KONENÄKÖ: 3D-REKONSTRUKTIO

3D-RENDERÖINTI: ANNETTUNA 3D-MALLI JA KAMERAN SIJAINTI JA SUUNTA (x, y, z, u, v, w) , LASKE PISTEIDEN SIJAINTI 2D-KUVASSA.

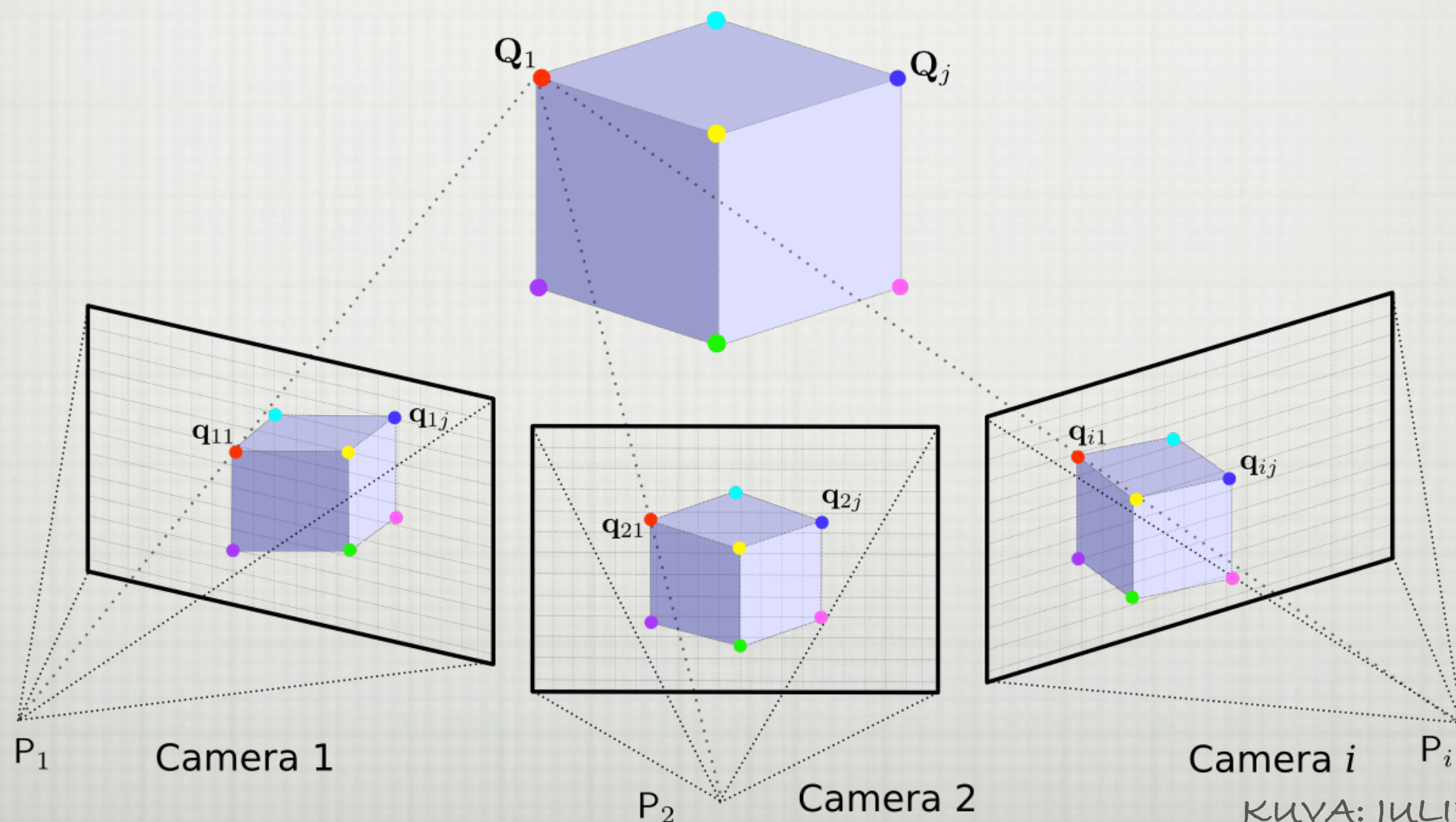


KÄÄNTEINEN ONGELMA: ANNETTUNA 3D-MALLI JA PISTEET 2D-KUVASSA, PÄÄTTELE KAMERAN SIJAINTI JA SUUNTA

LINEAARINEN YHTÄLÖRYHMÄ!

KONENÄKÖ: 3D-REKONSTRUKTIO

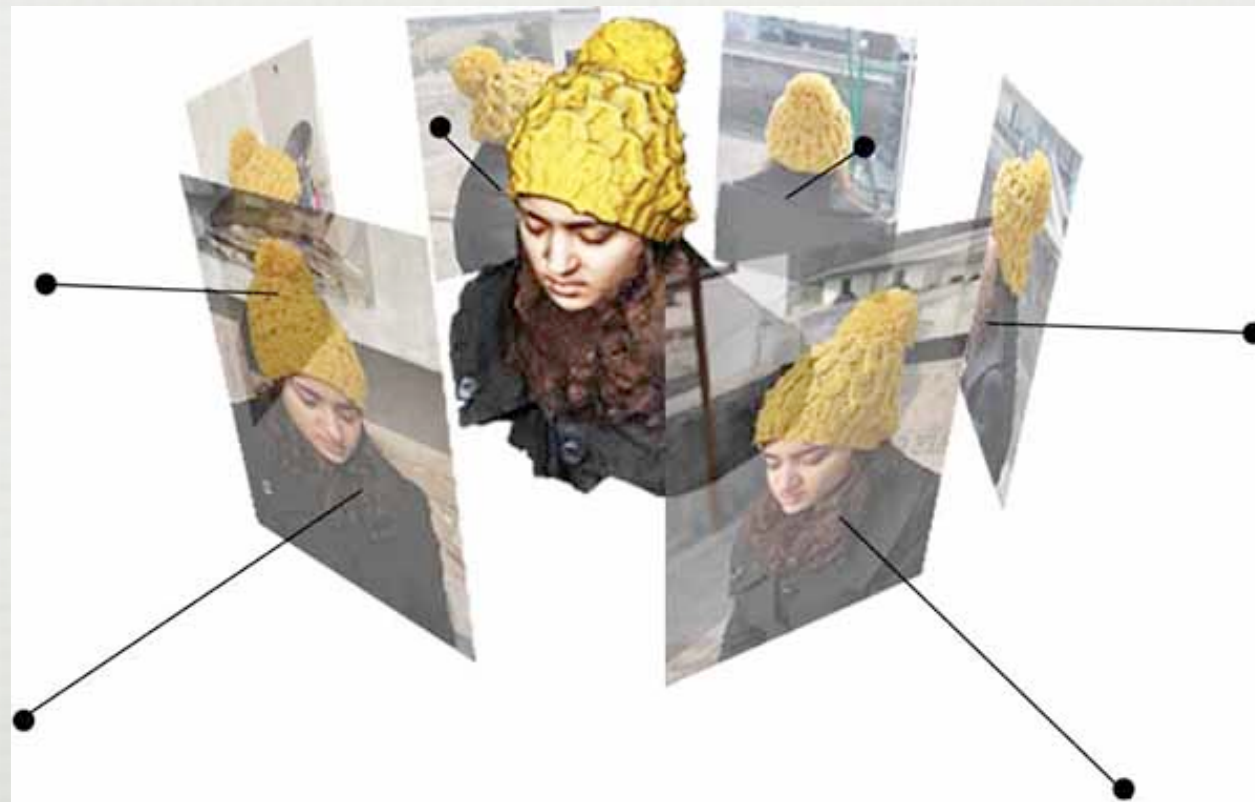
3D-REKONSTRUKTIO-ONGELMA: ANNETTUNA PISTEIDEN SIJAINNIT MONESSA 2D-KUVASSA, PÄÄTTELE KAMERAN SIJAINNITJA SUUNNAT SEKÄ 3D-MALLI



KUVA: JULIEN MICHOT

KONENÄKÖ: 3D-REKONSTRUKTIO

3D-REKONSTRUKTIO-ONGELMA: ANNETTUNA PISTEIDEN SIJAINNIT MONESSA 2D-KUVASSA, PÄÄTTELE KAMERAN SIJAINNIT JA SUUNNAT SEKÄ 3D-MALLI



ONGELMA: SAMOJEN PISTEIDEN TUNNISTAMINEN USEASTA KUVASTA? => ESIM SURF!

MICROSOFT PHOTOSYNTH

