

Tämän harjoitustyön tavoitteena on soveltaa kurssin videoluentojen sisältöä ja esitellä bidirektonaalisen videon pakauksen perusmekaniikka. Työssä lasketaan liikevektorikenttä yksittäiselle videon kuvalle, jonka pohjalta luodaan keinotekoinen mosaiikkikuva. Työssä keskeisiä menetelmiä ovat intensiteettipohjainen liike-estimointi, MSE ja lohkopohjainen liikevektorien täyshaku (EBMA). Työ tehdään yksin tai pareittain!

LUE KOKO TYÖOHJE LÄPI ENNEN TYÖN ALOITTAMISTA!

Tehtävän kuvaus

Tehtävässä lohkolla tarkoitetaan kuvan osaa, jota parhaiten vastaavaa vastinlohko etsitään toisesta kuvasta etsintäalueelta. Työn tavoitteena on löytää kaikille kuvasarjan keskimmäisen kuvan lohkoille mahdollisimman hyvin niitä vastaava alue joko videon edeltävän kuvan tai seuraavan kuvan etsintäalueesta. Yksinkertaisuuden vuoksi käytössä on ainoastaan kolme peräkkäistä kuvaa videosta: rgbframe5206.png, rgbframe5207.png ja rgbframe5208.png.

Löydettyjen alueiden perusteella estimoidaan jokaiselle lohkolle liikevektori, joka kertoo mistä kuvasta (ennen vai jälkeen) ja mistä kohdasta suhteessa alkuperäiseen sijaintiin (x,y) parhaiten vastaava lohko löytyy. Paras vastinlohko määritellään toisen kuvan alueena, joka tuottaa pienimmän keskineliövirheen (MSE), kun verrataan toisiinsa käsiteltävän lohkon ja löydetyn vastinlohkon vastaavien pikselien arvoja. MSE-arvot kulkekin lohkolle talletetaan MSE-karttaan. (Enkooderi)

Liikevektorikartan perusteella työn lopuksi regeneroidaan vektorikartan määrittelemä kuva mosaiikkina, jonka tulee vastata mahdollisimman hyvin alkuperäistä keskimmäistä kuvaa, mutta jonka sisältö on lähtöisin kahdesta ympäröivästä kuvasta. (Dekooderi)

Tässä työohjeessa noudatetaan matriisi-indeksointia eli samaa, jolla indeksoidaan Matlabin matriiseja (rivit x sarakkeet).

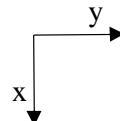
Vaaditut muuttujat

Työn main.m-skriptin tulee muodostaa Matlabin muistiin muuttujat, joiden nimien tulee olla täsmälleen seuraavat:

- **MSEkartta** - 12x20 matriisi (double).
- **LVK** – Liikevektorikenttä, 12x20x3 matriisi (double), jossa ensimmäisessä dimensiossa ovat x-siirtymät, toisessa y-siirtymät ja kolmannessa tieto, mistä kuvasta pienin MSE on löytynyt eli 1 (edellinen) tai 2 (seuraava).

Mikäli on suoritettu valinnainen työvaihe 5, tulee skriptin muodostaa muistiin myös seuraava muuttuja:

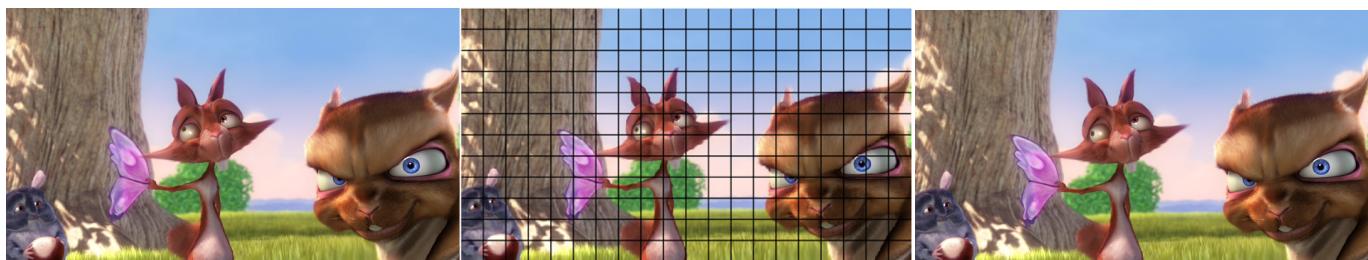
- **Mosaiikki** – 360x640x3 matriisi (double tai uint8).



Työvaiheet (alleviivatut 1-3 pakollisia työn läpäisemiseksi, 4-6 valinnaisia)

1. Valmistele kuvat prosessointia varten ja määrittele indeksointi lohkoja ja niiden etsintäalueita varten.

- Prosessoitava kuva jaetaan 12x20 tasakokoiseen 30x32 pikselin lohkoon (Kuva 1). *Vihje: sisäkkäiset forsilmukat.*
- Edeltävä ja seuraava kuva laajennetaan nollilla riittävästi (zero padding), jotta etsintäalue mahtuu myös kuvien reunoiille. Lisättävien nollien määrä riippuu etsintäalueesta, ks. seuraava kohta. *Vihje: padarray.*



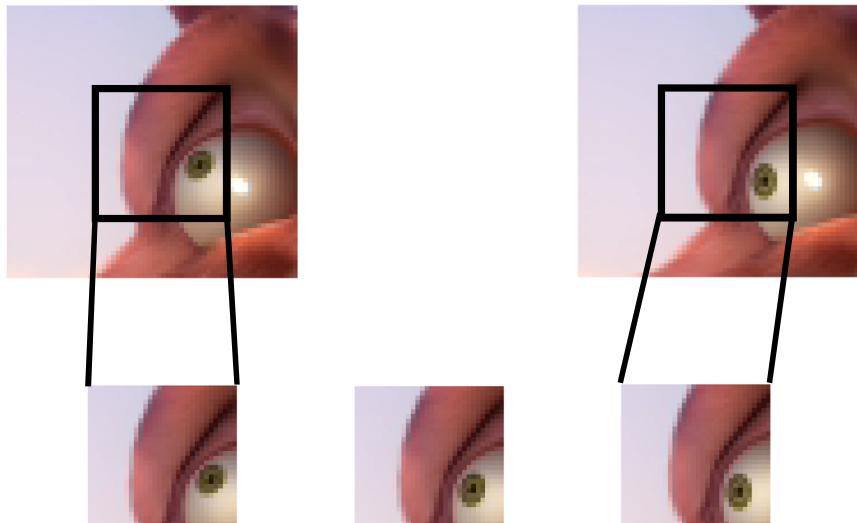
Kuva 1: Kolme perättäistä prosessoitavaa kuvaa rgbframe5206.png (vasen), rgbframe5207.png (keskellä) ja rgbframe5208.png (oikea). Käsiteltävä keskimmäinen kuva on jaettu 12x20 lohkoon.

2. Etsi vuorollaan jokaiselle keskimmäisen kuvan lohkolle paras vastinlohko joko edellisestä tai seuraavasta kuvasta.

- Muodosta käsiteltävänä olevan lohkon sijainnin ympärille etsintä-alue, jolta parasta vastinlohkoa etsitään kahdesta muusta kuvasta. Etsintäalueen tulee olla 50 % laajempi joka suhteessa alkuperäiseen lohkoon. Etsintäalue on siis pinta-alaltaan neljä kertaa alkuperäisen lohkon kokoinen. Esimeriksi, jos lohkon koko on 30x32 pikseliä, on etsintäalue 60x64 (15+30+15 x 16+32+16) pikseliä. (Kuva 2)
- Etsintä suoritetaan siirtämällä lohkon kokoista ikkunaa pikseli kerrallaan koko etsintäalueen yli ja laskemalla MSE jokaiselle sijainnille. *Vihje: muuta pikselien arvot double-tarkkuuteen laskutoimituksia varten. MSE voidaan laskea käyttäen kaikkia värikanavia eli siis yksinkertaisesti kahden vertailtavan matriisin alkiokohtaisten neliöityjen erotusten keskiarvona.*
- Etsintä suoritetaan sekä kuva edeltävälle videon kuvalle (1) että sitä seuraavalle kuvalle (2).

3. Tallenna vuorollaan jokaiselle keskimmäisen kuvan lohkolle liikevektori ja MSE-arvo.

- Kunkin lohkon kohdalle tallennetaan **MSEkarttaan** pienin löydetty MSE-arvo ja **LVK**-vektorikarttaan vastaavan lohkon x,y-siirtymä sijainissa suhteessa alkuperäiseen lohkoon sekä tieto siitä, löytyikö vastinlohko edeltävästä vai seuraavasta kuvasta. (Kuva 2)
- Esimeriksi, jos vasemman yläkulman käsiteltävän lohkon vastinlohko löytyy seuraavasta kuvasta MSE-arvolla 120 sijainnista, joka on +3 pikseliä pystysuuntaan ja +5 pikseliä vaakasuuntaan käsiteltävään lohkoon nähdien, tallennetaan MSE-karttaan arvo 120 kyseisen lohkon kohdalle ja vektorikarttaan vektori (3,5,2): $LVK(1,1,:) = [3,5,2];$



Kuva 2: Käsiteltävä lohko (6,8) keskimmäisessä kuvassa (alhaalla keskellä). Pienimmän keskineliövirheen tuottava vastinlohko kuvan 1 etsintäalueella (vasen) ja kuvan 2 etsintäalueella (oikea). Kuvasta 1 löytyneen vastinlohkon MSE oli noin 221 ja kuvasta 2 löytyneen vastinlohkon MSE noin 161. Jälkimmäisen MSE on pienempi, joten se valitaan mosaiikkiin ja sen sijainti suhteessa keskimmäisen kuvan lohkoon tallennetaan vektorikenttään. Vastinlohkojen sijainti ja koko ovat tässä viitteellisiä.

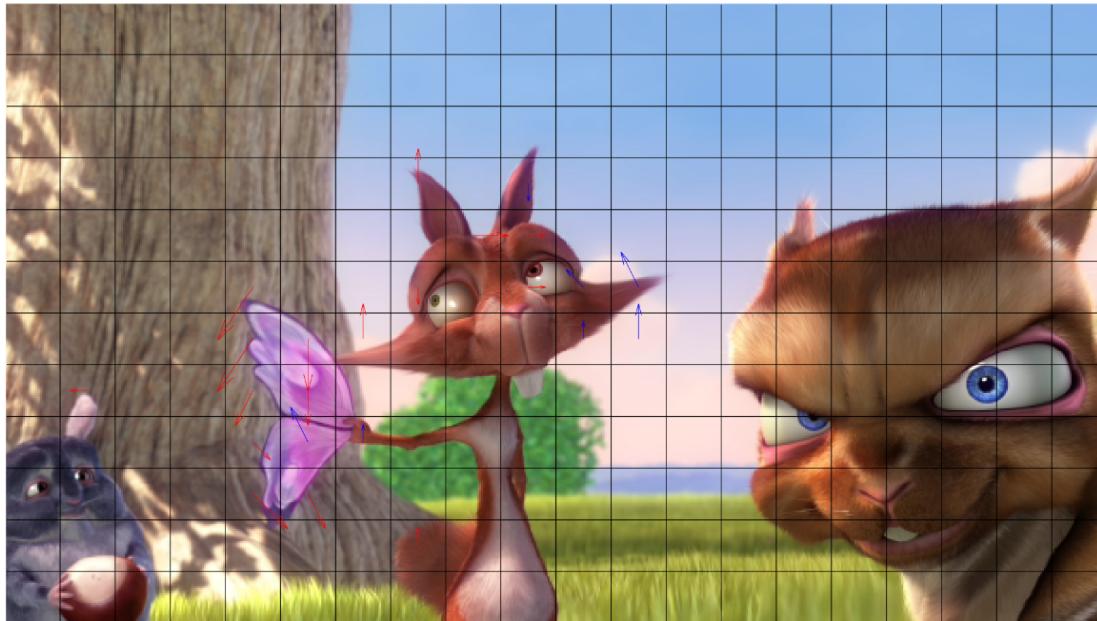
4. Visualisoi vektorikenttä ja MSE-kartta.

- Näytä **LVK**:n liikevektorit alkuperäisen keskimmäisen kuvan päällä käyttäen *quiver*-komentoa. Esitä sinisellä edelliseen kuvaan viittaavat vektorit ja punaisella seuraavaan kuvaan viittaavat vektorit. (Kuva 3)
- Visualisoi **MSEkartta** alkuperäisen kuvan kokoisena omaan figuuriinsa käyttäen *parula*-väripalettia. (Kuva 4)

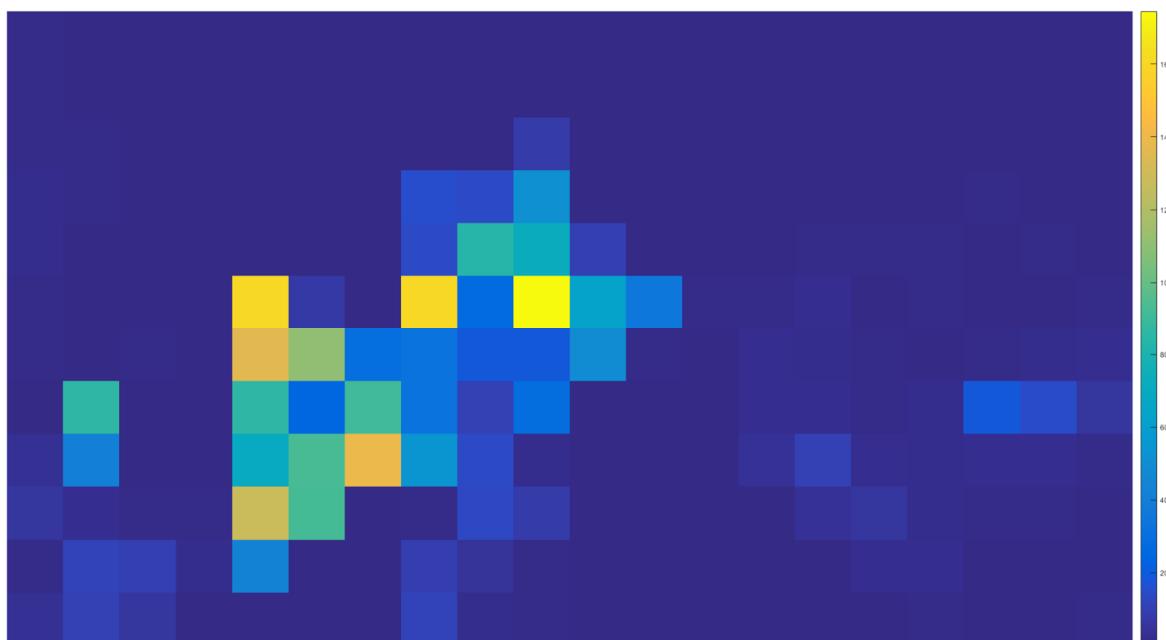
5. Generoi vektorikartan perusteella **Mosaiikki**-kuva poimimalla ulostulokuvaan kunkin liikevektorin osoittama lohko joko edeltävästä tai seuraavasta kuvasta ja piirrä näin generoitua kuvaa ruudulle. Muodostetun kuvan pitäisi siis muistuttaa alkuperäistä keskimmäistä kuvaa, mutta se ei todellisuudessa sisällä lainkaan keskimmäisen kuvan pikseliarvoja vaan on muodostettu edellisestä ja seuraavasta kuvasta poimituista vastinlohkoista.

6. Kokeile jakaa kuva pienempiin lohkoihin.

- Käytä nyt 20×20 pikselin lohkoja, jolloin kuva jaetaan 18×32 lohkoon. Muuta vastaavasti etsintäalueen kooksi 40×40 pikseliä.
- Visualisoi tulokset kuten kohdassa 4 ja tutki tiheän lohkojaon vaikutusta liikevektoreihin ja mosaiikkikuvaan.



Kuva 3: Liikevektorit piirretynä alkuperäisen kuvan päälle lohkoristikona. Siniset vektorit viittaavat sijaintiin edellisessä kuvassa ja punaiset vektorit sijaintiin seuraavassa kuvassa.



Kuva 4: MSE-kartta visualisoituna *parula*-värikartalla.

Raportointiohje

Kuvaan omin sanoin lyhyesti, miten työssä toteutettu prosessi toimii. Liitä mahdolliset valinnaiset visualisoinnit (liikevektorikartta, MSE-kartta ja mosaiikkikuva) raporttiin tai viittaa koodin avaamiin ikkunoihin. Vastaa raportissa ainakin seuraaviin pakollisiin kysymyksiin 1-3:

1. Mitä liikevektorit osoittavat eli voidaanko niiden avulla päätellä jotain videon sisällöstä?
2. Miten työn prosessi liittyy videotiedostojen pakkaamiseen?
3. Millaisia ongelmia liittyy työssä toteutettuun prosessiin videon kuvanlaadun kannalta?

Jos suoritit valinnaisia tehtäviä 4-6, vastaa seuraaviin kysymyksiin (tehtävien mukainen numeroointi):

4. Mitä MSE-kartan kirkkaat arvot käytännössä tarkoittavat? Mikä merkitys niillä on vastaavien liikevektorien kannalta?
5. Vastaako mosaiikkikuva alkuperäistä keskimmäistä kuvalta? Jos ei, miksi?
6. Miten tiheämpi lohkojakoa vaikutta tuloksiin? Mitä hyötyä/haittaa isoista/pienistä lohkoista on liikevektorien estimoinnissa? *Vihje: huomioi tasaiset tausta-alueet ja pienet liikkeet.*

Raportin ehdoton maksimipituus on 2 sivua. Yhdenkin sivun raportti on riittävä, jos se kattaa tarpeelliset tiedot. Raportti on suositeltavaa tehdä kurssin SGN-16006 raporttipohjalla [2,3], mutta pakollisia otsikoita raportissa ovat vain:

1. Lyhennelmä (Abstract)

- Kuva lyhyesti mitä työssä tehtiin, mitkä osiot toteutut ja mitä opit.
- 100 - 200 sanaa.

2. Teoria (Introduction)

- Selvitä lyhyesti luentokalvojen ja kurssimateriaalien perusteella, miten työ liittyy videoiden prosessointiin.
- 300-500 sanaa.

3. Menetelmät (Methods)

- Selosta miten toteutut työn eri vaiheet ja pyri perustelemaan valintasi.
- Selosta, mitä mikäkin osa koodistasi tekee (esim. funktiolistaus), jotta ratkaisusi toiminta on helppo ymmärtää. Yksityiskohtiin ei tarvitse mennä vaan ne selitetään tarvittaessa koodin kommenteissa.

4. Yhteenveto (Conclusions)

- Vastaa yllä esitettyihin kysymyksiin.
- Anna palautetta harjoitustyöstä.
- Arvioi, paljonko työn tekemiseen meni aikaa. Jos työ tehtiin parityönä, selosta työnjako.

Arvostelu

Työn arvostelu perustuu 50% koodin toiminnallisuuteen ja 50% siitä kirjoitettuun raporttiin. Toisin sanoen yhden bonuspisteen voi saada koodista, toisen raportista. Bonuspisteistä voi saada myös osia, jos esimerkiksi osa koodista toimii hyvin ja toinen puoli on rikki ja vastaavasti osa raportista vastaa tehtävänantoa hyvin ja osa taas ei. Raportissa tärkeintä ei ole pituus vaan se että se kuvaan hyvin toteutuneen työn sisällön ja vastaa esitettyihin kysymyksiin.

Karkeat kuvaukset arvostelukriteereistä arvosanoille 0, 1 ja 2 bonuspistettä:

• 0 Hyväksytty

- Työssä on toteutettu pakolliset työvaiheet 1-3 suurin piirtein oikein toteuttava koodi.
- Raportissa on selostettu lähinnä koodin sisältö. Teoriaosuuksia puuttuu tai on vähäinen eikä työtä ole osattu liittää kurssillä käsitellyihin aiheisiin.

• 1 Bonuspiste

- Työssä on toteutettu pakolliset työvaiheet 1-3 toteuttava koodi.
- Raportti on laadittu huolella, teoria yhdistää työn sisältämät aiheet kurssin käsittelemiin aiheisiin ja yhteenvedossa on arviontu työn lopullista toteutusta sekä vastattu esitettyihin kysymyksiin huolellisesti.

TAI

- Työssä on toteutettu pakolliset työvaiheet 1-3 ja osan valinnaisista työvaiheista 4-6 toteuttava koodi tai vähintäänkin päästy pitkälle sitä yrityessä. Koodi on kommentoitu sekä toimii täydellisesti tai melkein täydellisesti.
- Työn sisältöä ei ole yhdistetty teoriaan eikä yhteenvedossa ole syvällistä pohdintaa.

2 Bonuspistettä

- Työssä on toteutettu pakolliset työvaiheet 1-3 ja valinnaiset työvaiheet 4-6 toteuttava koodi. Koodi toimii täydellisesti tai melkein täydellisesti ja on selkeästi kommentoitu.
- Raportti on laadittu huolella, teoria yhdistää työn sisältämät aiheet kurssin käsittelemiin aiheisiin ja yhteenvedossa on arvioitu työn lopullista toteutusta sekä vastattu esitettyihin kysymyksiin huolellisesti.

Palautus

Ennen työn palauttamista vertaa ratkaisusi tuottamia muuttuja **MSEkartta** ja **LVK** harjoitustyöpaketin .mat-tiedostossa **example_MSE_LVK.mat** saatavilla oleviin muuttuijiin. Mikäli ratkaisusi toimii oikein, muuttujien pitäisi sisältää matriisit, jotka ovat kooltaan identtiset esimerkkien kanssa ja sisältävät identtiset tai lähes identtiset arvot. Pienet pyöristysvirheet, reunaefektit yms. erot ovat hyväksyttäviä, mutta suuria eroja ei pitäisi olla. Voit vertailla tuloksia käsin Matlabin käytölläitettävässä, visualisoinneilla ja/tai ohjelmallisesti esim. komennolla *all(LVK_oikea(:) == LVK_oma(:))*, jossa *LVK_oikea* viittaa esimerkkimuuttujaan ja *LVK_oma* oman ratkaisusi tuottamaan muuttujaan. Mikäli visualisoit liikevektorit, kannattaa myös verrata niitä silmällä kuvasarjan kuvien ja varmistaa, että havaitut liikkeet ovat oikean suuntaisia.

Kun olet todennut ratkaisusi kutakuinkin oikeelliseksi, palauta työ Moodleen [ZIP-paketissa](#)

- [Sukunimi_opnro_DIVP16.zip](#) (yksilötyö) tai
- [Sukunimi1_opnro1_Sukunimi2_opnro2_DIVP16.zip](#) (parityö, jonka vain toinen parista palauttaa),

joka sisältää vain m-tiedostot työn toteutuksesta sekä pdf-muotoisen raportin. Koodissa voit olettaa kuvatiedostojen olevan samassa kansiossa m-tiedoston kanssa. Älä siis käytä absoluuttisia polkuja äläkä liitä annettuja kuvia palautukseen. Varmista ennen palautusta, että koodisi toimii ainakin TC303-luokan Matlabilla ja että lopulliset Matlabin muistiin syntyvät muuttujat ovat vaaditun nimisiä. Ratkaisun tulee käynnistyä suoraan ajamalla **main.m** skripti, mutta siinä voi olla enemmänkin tiedostoja.

Työ tulee palauttaa viimeistään 6.11.2016 klo 23:59

Materiaalit

1. Kurssimateriaalit POPissa ja Moodlessa
2. LaTeX: http://www.cs.tut.fi/kurssit/SGN-16006/report_template/SGN16006_Template.zip
3. Word: http://www.cs.tut.fi/kurssit/SGN-16006/report_template/SGN16006_Template.doc