Digikuva kertoo enemmän kuin tuhat sanaa

30.4.2019

– ja saattaa sisältää saman verran virheitä

Viime vuosina konenäön käyttö on yleistynyt teollisuudessa valtavasti kameroiden laadun paranemisen ja hintojen laskemisen sekä asioiden internet -buumin seurauksena. Hyvänä esimerkkinä kameroiden kehityksestä ovat kamerapuhelimet. Kaikki alkoi tiettävästi Sharpin vuonna 2000 julkaisemasta 0,1 megapikselin kamerapuhelimesta. Nokia julkaisi vain 13 vuoden päästä 38 megapikselin Pureview-mallinsa, ja tänä vuonna Huawei on tuomassa markkinoille 48 megapikselin takakameralla ja 25 megapikselin etukameralla varustettua lippulaivamalliaan.

Digitaalisen valokuvaamisen tärkeimmät komponentit ovat kenno, linssi ja valonlähde. Niinpä kuvien pääasialliset virhelähteet ovat kenno, linssi ja valonlähde.

Kenno on valoherkistä neliömäisistä soluista eli pikseleistä koostuva komponentti, joka muuntaa soluilleen osuvan valon sähköiseksi varaukseksi ja edelleen jännitteeksi. Muodostuvassa kuvassa on yksi pikseli jokaista kennon pikseliä kohti. Kuvapikselin kirkkaus on suoraan verrannollinen kennon pikselin jännitteeseen ja edelleen sille tulleen valon määrään. Jos siis kennolle ei pääse yhtään valoa, tulisi kuvan olla täysin musta, ja jos jokaiselle kennon pikselille tulee sama määrä valoa, kuvan jokaisen pikselin kirkkauden tulisi olla sama. Valitettavasti kennoilla on aina muutamia viallisia pikseleitä (valmistaja ilmoittaa raja-arvot), jotka tuottavat kuvaan olennaisen kirkkaita pikseleitä riippumatta valon määrästä. Lisäksi lämpökohinan takia täysin pimeissäkin olosuhteissa pikseleihin syntyy varausta, joka synnyttää kirkkauseroa tuloskuvassa. Kennon pikseleissä on myös aina herkkyyseroja.

Kennon virheiden korjaus vaatii pimeävirtakorjausta ja kuvakentän tasoitusta. Ensimmäisessä kameralla otetaan kuva täysin pimeässä, ja tämä kalibraatiokuva sitten vähennetään jokaisesta myöhemmin otettavasta kuvasta. Jälkimmäisessä kameralla otetaan kuva tasaisesta valonlähteestä, saatu kuva normalisoidaan (pikselien arvot muutetaan välille 0 – 1) ja jokainen tämän jälkeen otettu kuva jaetaan näin tuotetulla kalibraatiokuvalla. Parhaimman tuloksen saavuttamiseksi valotusajan tulisi pysyä samana.

Linssin tehtävä on kohdistaa siihen osuva valo kennolle, jolloin linssin näkymä saadaan muutettua kennon avulla kuvaksi. Tärkein linssistä johtuva virhe on linssivääristymä. Linssin muodon takia kohteen suorat viivat ovat kuvassa taipuneita. Vääristymä on sitä voimakkaampaa, mitä kauempana kohde on kuvan keskipisteestä. Toinen tärkeä linssivirhe on vinjetointi eli kuvan reuna-alueiden tummeneminen. Linssinpidikkeen sekä linssin muodon takia kennon reuna-alueille pääsee aina vähemmän valoa kuin keskelle. Kolmatta virhetyyppiä kutsutaan väriaberraatioksi. Erivärisen valon aallonpituuserojen takia linssi ei pysty fokusoimaan kaikkia värejä samaan pisteeseen. Jos siis samalla etäisyydellä kamerasta on sekä punainen että vihreä kohde, toinen niistä on kuvassa aina epätarkempi. Sinipunaisen kohteen reunoilla taas

näkyy sekä punainen että sininen halo.

Väriaberraation korjaaminen kuvasta on käytännössä mahdotonta. Sen suurin sallittu arvo tulee ottaa huomioon linssiä valittaessa. Muut mainitut linssivirheet ovat kuitenkin kompensoitavissa. Aiemmin mainittu kuvakentän tasoitus poistaa myös vinjetoinnin. Linssivääristymä saadaan laskettua ja korjattua ottamalla kuva shakkiruutukuviosta tai valkoiselle taustalle tasavälein sijoitelluista mustista pisteistä koostuvasta ”ruudukosta”, ja soveltamalla sitten valmiita vääristymän korjausalgoritmeja.

Kuvan korjaamisen huonona puolena on, että jokainen korjausvaihe vie aikaa ja näin hidastaa järjestelmää. Onko kyse siis hiusten halkomisesta? Sovelluksen toleranssi määrittelee sen. Jos tehtävänä on löytää isokokoinen kappale kuvasta, kalibrointia tuskin tarvitaan. Jos taas aiotaan mitata tarkasti esimerkiksi paneelin tuottaman valon tasaisuutta tai kappaleen reunan suoruutta, pitää olla varma, ettei epähuomiossa mittaa kuvausjärjestelmänsä ominaisuuksia kohteen ominaisuuksien sijaan. Kuvausvirheiden korjaamatta jättämisen tulisi aina olla tietoinen valinta, ei vahinko.

Juha Hirvonen
SeAMK Tekniikka