

Ari Isokangas*, Outi Ruusunen ja Mika Ruusunen

Laserkeilauksesta ja fotogrammetriasta pistepilveksi

Tiivistelmä: Paperin tavoitteena on esitellä 3D-mallinnusmenetelmistä laserskannauksen avulla saatu pistepilvi sekä fotogrammetria, jossa hyödynnetään valokuvia tai videota kohteiden kolmiulotteiseen mittaukseen.

Teollisuudessa vanhankin prosessilaitteen uudistaminen on käytännössä tarkoittanut ensin piirustusten tekoa, joiden mukaisesti laite valmistetaan. Piirustusten teko on työlästä ja suunnitteluvaiheeseen liittyy aina virheen riski. 3D-skannauksilla vanha prosessilaitte voidaan muuttaa nopeasti mittatarkkaan digitaaliseen muotoon, jonka jälkeen tarvittavat muutokset voidaan tehdä. Myös nykyiset prosessilaitteet voidaan skannata digitaaliseen muotoon, muokata tietokoneella ja tarvittaessa myös 3D-tulostaa.

Tässä artikkelissa esitellään ensin Lidar -skannausten avulla muodostettu pistepilvi, joka yhdistettynä 360 asteen panoraamakuviin saadaan aikaan varsin realistisentuntuinen 3D-ympäristö. Fotogrammetriassa kuva tai videomateriaalista saadaan kolmiulotteinen malli ilman erityislaitteita, mutta mittaustarkkuus ei ole niin hyvä kuin laserskannauksessa.

Saatujen pistepilvien avulla voidaan suorittaa tehdassuunnittelua ja uusien prosessilaitteiden sijoittelua. Toisella mantereella oleva alihankkija voi ottaa tarvittavat mitat 3D-mallista ilman paikanpäällä käyntiä. Virtuaalitodellisuus (VR) mahdollistaa virtuaalilasien avulla pistepilven sisällä liikkumisen lähes kuin aidossa ympäristössä. Virtuaalitodellisuuden suurin hyöty lienee kuitenkin operaattorikoulutus, jolloin tehdasympäristöön voidaan tutustua virtuaalimaailmassa. Opetus on sekä turvallisempaa että helpompaa ilman koneiden melua.

AVAINSANAT digitalisaatio, pistepilvi, 3D-mallinnus

* **Yhteyshenkilö:** Ari Isokangas, Tutkijatohtori, Oulun yliopisto, E-mail: ari.isokangas@oulu.fi

1 Johdanto

3D-skannauksella monimutkainenkin esine voidaan muuntaa digitaaliseen kolmiulotteiseen muotoon. 3D-skannauksessa kappale voidaan mitata noin

kymmenesosassa käsin mittaamiseen käytetystä ajasta ja vastaavasti tarkkuus on jopa sata kertaa parempi (Ruonaniemi, 2019). 3D-skannaus perustuu yleensä laserkeilaukseen, jossa mittakeilain lähettää säteitä tiheänä rasterina. Lasersäteen kohdatessa esteen keilain mittaa etäisyyden ja säteen intensiteetin muutoksen, jolloin kimmoamispisteen koordinaatit voidaan laskea. Kohde voidaan myös keilata useammasta suunnasta katvealueiden välttämiseksi. Tuloksena on pistepilvi, josta saadaan hahmotettua kohteen kolmiulotteinen pinta. Yhdessä pistepilvessä voi olla jopa miljardeja pisteitä. (Wikipedia laserkeilaus, 2019)

Laserkeilaimeen voidaan liittää kamera, jolloin pistepilven todelliset värit pystytään muodostamaan pistepilvien ja kameran tallentamien kuvien avulla. Laserkeilauksen avulla lähes mikä tahansa kohde voidaan tallentaa digitaalseksi 3D-malliksi (Torikka, 2017). Laserkeilausta on hyödynnetty esimerkiksi teollisuuslaitosten korjaussuunnittelussa, maaston korkeuskartoituksissa, metsien kartoituksessa, arkeologiassa sekä tielinjojen, tunneleiden ja siltojen mittauksissa (Wikipedia laserkeilaus, 2019). Autonomisten alusten yleistyessä esimerkiksi satamien on valmistauduttava tuottamaan riittävästi tietoa väyläalueesta. Esimerkiksi Vuosaarella on testattu lidaria (laserkeilaus) tuottamaan reaaliaikaista 3D-karttatietoa (Martiala, 2018).

Laserkeilaimien asetuksista voidaan myös yleensä vaikuttaa tarkkuuteen. Suurempi tarkkuus kuitenkin kasvattaa mittausaikaa ja tiedoston kokoa. Lisäksi on huomioitava, että ikkuna- ja peilipinnoista ei yleensä saada luotettavia mittauksia. Tämän vuoksi kiiltävät pinnat voidaan peittää esimerkiksi teipillä mittausten ajaksi.

2 Tulokset

Oulun yliopiston minipilot koehallissa suoritettiin laserkeilaus 24 eri pisteessä, jotka yhdistettiin yhdeksi pistepilveksi. Laserskannauksen yhteydessä otettiin myös 360 asteen panoramakuvat, joiden väritietoa on käytetty pistepilven graafisessa esitysmuodossa. Koehalli on täynnä prosessilaitteita ja täydellinen pistepilvi vaatisi valtavan määrän skannauksia, koska kustakin skannauskohdasta jää katvealueita. Tehdyillä skannauksella saatiin kuitenkin taltioitua keskeiset

osiot varsin hyvin ja lopulliseen pistepilveen jätettiin noin 100 miljoonaa pistettä. Pistepilvi on nähtävissä [täältä](#) ja on riittävän kevyt katsottavaksi esimerkiksi matkapuhelimella. Pistepilven prosessilaitteista tehdyt dimensiomittaukset vastasivat todellisia prosessilaitteita erinomaisesti. Virhe oli maksimissaan 1 cm, joka oli myös pistepilven mittaustyökalan resoluutio.

Laserskannauksen avulla voidaan mallintaa myös yksittäisiä prosessilaitteita, mutta tässä paperissa on esitelty toinenkin vaihtoehto. [Fotogrammetrin 3D-malli](#) luotiin prosessilaitteesta, joka ei toiminut suunnitellulla tavalla. Mallinnuksen jälkeen vanhaan versioon tehtiin tarvittavat muutokset CAD -ohjelmistolla ja uusi prosessilaitte 3D-tulostettiin. Prosessilaitte mallinnettiin Unlimited 3D scanner -Android ohjelmistolla matkapuhelimen avulla. Prosessilaitteen alla on tarkoituksella sanomalehti, jotta käsivaralta kuvattu materiaali voidaan kohdentaa mahdollisimman hyvin. Ohjelmiston avulla on mahdollista käyttää joko kohteesta kuvattua video- tai kuvamateriaalia. Prosessilaitteen tapauksessa käytettiin 40 kuvaa, jotka otettiin kohteen ympäriltä. Ohjelmisto lataa lähdemateriaalin pilveen ja tekee automaattisesti kuvien yhdistämisen valmiiksi 3D-pintamalliksi. Kyseisen mallin tapauksessa lopullinen malli oli valmis 10 minuutissa. Jotkut fotogrammetriaa hyödyntävät ohjelmistot eivät tee pintamallia vaan pistepilven, kuten pienessä [oppilastyössä](#). Tässä tapauksessa oli perusteltua käyttää suoraan pintamallin tekevää ohjelmistoa, koska prosessilaitteen uusi versio 3D-tulostettiin.

Pistepilviä voidaan hyödyntää myös operaattorikoulutuksessa. Teollinen ympäristö sisältää vaaranpaikkoja ja kouluttajaa on usein vaikea kuulla koneiden melun takia. Virtuaaliympäristössä nämä eivät ole ongelma ja koulutusta on mahdollista käydä lähes paikka- ja aikariippumattomasti. Virtuaalimaailmassa voidaan tarkastella kolmiulotteisia objekteja kaikista mahdollisista suunnista. Lisäksi on mahdollista suunnitella johdotuksia sekä tarvittaessa harjoitella laitteiden purkua ja kokoamista. Isommassa pistepilvessä voidaan tehdä myös tilasuunnittelua.

3 Yhteenveto

Paperissa esitellään 3D-mallinnusmenetelmistä laserskannauksen avulla saatava pistepilvi sekä fotogrammetria, jossa hyödynnetään valokuvia tai videota kohteiden kolmiulotteiseen mittaukseen. Ensimmäisessä esitellään Oulun yliopiston minipilot hallin pistepilvi, joka on tehty 24 erillisestä Lidar -skannauksista yhdistettynä 360 asteen panoraamakuviin. Prosessilaitte on tehty fotogrammetrisesti 40 kännykällä otetusta kuvasta, jotka ohjelmisto on automaattisesti

muuttanut 3D-muotoon.

3D-mallinnuksella voidaan saavuttaa huikkeitä hyötyjä. 3D-skannauksessa kappale voidaan mitata noin kymmenesosassa käsin mittaamiseen käytetystä ajasta ja vastaavasti tarkkuus on jopa sata kertaa parempi. (Ruonaniemi, 2019) Teollisuudessa vanhan prosessilaitteen uudistaminen on käytännössä tarkoittanut ensin piirustusten tekoa, joiden mukaisesti laite valmistetaan. Piirustusten teko on työlästä ja suunnitteluvaiheeseen liittyy aina virheen riski. 3D-skannauksilla vanha prosessilaitte voidaan muuttaa nopeasti mittatarkkaan digitaaliseen muotoon, jonka jälkeen tarvittavat muutokset voidaan tehdä. Myös nykyiset prosessilaitteet voidaan skannata digitaaliseen muotoon, muokata tietokoneella ja tarvittaessa myös 3D-tulostaa.

Saatujen pistepilvien avulla voidaan suorittaa tehdassuunnittelua ja uusien prosessilaitteiden sijoittelua. Toisella mantereella oleva alihankkija voi ottaa tarvittavat mitat 3D-mallista ilman paikanpäällä käyntiä. Virtuaalitodellisuus (VR) mahdollistaa virtuaalilasien avulla pistepilven tai 3D-mallin sisällä liikkumisen lähes kuin aidossa ympäristössä. Virtuaalitodellisuuden suurin hyöty lienee kuitenkin operaattorikoulutus, jolloin tehdasympäristöön voidaan tutustua turvallisesti virtuaalimaailmassa. Myös opetus on helpompaa ilman koneiden melua.

4 Lähdeluettelo

1. Ruonaniemi, A., 2019. Kolmiulotteinen tulostus on mullistamassa Suomen teollisuutta: "Suurin osa tuotteistamme löytyy ihmisten suista" saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10621007>
2. Wikipedia, Laserkeilaus. saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Laserkeilaus>
3. Torikka, R. 2017. 3D-laserskannaus mullistaa maisema- ja rakennussuunnittelun. saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9602953>
4. Martiala, K. ,2018. Vuosaari mukana autonomisen liikenteen kehityksessä. Saatavilla: <https://www.portofhelsinki.fi/verkkolehti/vuosaari-mukana-autonomisen-liikenteen-kehityksessa>