











Pistepilvestä virtuaalimalliksi työpolku

ProDigiOUs-hanke: Osallistava Virtuaalitodellisuus -työpaja 13.02.2018

Työryhmä: Hannu Kupila, Tero Markkanen, Jani Mäkinen, Kalle Tammi ja Toni Teittinen







1. Laserskannaus



- Hyvä 3D-laserskannausprojekti lähtee aina etukäteissuunnittelusta
 - mitä varten kohde laserkeilataan
 - => ajoitus, työnkulku, laitteen asetukset yms.

Toteutus

- Sisätiloissa kiinnitetään huomiota kattavuuteen ja tilasta toiseen siirtymiin
- Mieti resoluution ja valaistuksen vaikutukset
- Huomioi heijastavat ja läpinäkyvät pinnat
- Päätä: tähysten kanssa vai ilman tähyksiä; tarvitaanko georeferointia vai ei
- Laitevalmistajia on useita esim. Faro, Leica, Z&F, Riegl, jne.
 - Tiedosta laitekohtaiset rajoitukset ja mahdollisuudet





$\begin{array}{c} \textbf{Vipuvoimaa} \\ \textbf{EU: Ita} \\ \textbf{2014-2020} \end{array}$



2. Skannausten yhdistäminen

• Pistepilviaineiston koostaminen on (semi)automaattista

- Ohjelma purkaa/indeksoi raakadatan ymmärtämäänsä muotoon
- Ohjelma tekee oletussuodatuksia => laadukkaat pisteet jäävät
- Yksittäiset skannaukset rekisteröidään yhdeksi pistepilveksi eli tuodaan ne samaan koordinaatistoon joko tähyksien avulla yhdistämällä, tai cloud-to-cloud –tyyppisillä algoritmeilla
- Tarvittaessa tehdään georeferointi eli pistepilvi saatetaan valittuun paikkatietokoordinaatistoon
- Huomioitava:
 - Rekisteröinnin onnistuminen/tarkkuus
 - Datan ryhmittely
- Esimerkissä käytetty Faro Scene-ohjelmaa
 - muilla laitevalmistajilla omat ohjelmat ja vaihtoehtoisesti voi käyttää myös esim. Autodesk ReCap Pro -ohjelmaa

Scan 1







etc.

Registered point cloud



3. Pistepilven käsittely

• Pistepilven valmistelu seuraaviin vaiheisiin/ohjelmiin vaatii yleensä editointia:

- Värit, yksinkertaisimmillaan luodaan automaattisesti skannerin ottamista kuvista
- Tarpeettomien pisteiden/kohinan poistaminen, automaattisesti suodattamalla ja/tai käsin poistamalla
- Pistetiheyden säätäminen, usein alkuperäistä pienempi pistetiheys riittää
- Pistepilven segmentointi eli pilkkominen sopiviksi kokonaisuuksiksi käsiteltävyyden helpottamiseksi
- Koordinaattimuunnokset (jos tarpeen)
- Demossa on käytetty Faro Scene –ohjelmaa, mutta tarjolla on useita eri vaihtoehtoja
 - Sekä lisenssoituja ohjelmia, esim. Autodesk ReCap, että avoimen lähdekoodin ohjelmia, esim. CloudCompare











4. Pistepilven muuntaminen kolmioverkoksi

- Jotta pistepilveä voidaan hyödyntää virtuaalimaailmassa tulee pistepilvi muuntaa kolmioverkkomalliksi (mesh – malli)
- Löytyy sovelluksia erilaisilta valmistajilta
- Keilausaineistojen monimuotoisuus verrattuna perinteisen maastomallin kolmioverkon (yksi pinta) muodostamiseen käytettävistä aineistosta on merkittävä
 - useita eri tasoissa ja suunnissa olevia pintoja
 - vaatii monipuolisimpia algoritmeja
- Tässä demossa pistepilvestä luotu mesh-malli on muodostettu Autodeskin ReCap ohjelmistolla
- Pilven koordinaatiston ja asemoinnin voi määritellä ReCap ohjelmassa





Mesh-malli Case ReCap

- ReCap ohjelmasta löytyy pilvipalveluna toimiva työkalu joka muuntaa pistepilviaineiston Mesh-malliksi
 - Rajoituksena on näkyvän alueen (Limit Box) mitta 30m
 - Demossa käytetty aineisto jouduttiin tekemään kahdessa osassa







Mesh-malli Case ReCap

mesh	set the opt	ons for ger object mesl	nerating the 🛛			
mesh name						
lielahti						
mesh qualit	y 😧					
R	n de	T		W		
		\oslash		1		
Low	Med	lium	High			
output form	nat 🕜					
🖌 OBJ	🖌 RC	м				
total cost				1		
0		try	now free!			
cloud crea	lits	buy	more credit	5		
cancel		submit				
the state of the state			A Card Database			

- Sovellus tekee kaiken lähes automaattisesti eikä tässä ole juurikaan säädettäviä asetuksia
 - nimi
 - tarkkuus, kolme tasoa
 - formaatti OBJ / RCM
 - RCM Autodeskin oma formaatti
- Kun laskenta on valmis tulos tallentuu A360 Drive pilvipalveluun josta se on ladattavissa
- Hyödyntää tekstuurien muodostamisessa keilaimen ottamaa kuvamateriaalia



5. Aineiston vieminen virtuaalitodellisuussovellukseen

- Sovelluksen tehtävänä mm. renderöinti, törmäystarkastelu, fysiikkamoottori, animaatiot ja muistinhallinta
 - Pelimoottorit (esim. Unity ja Unreal Engine) yleisesti käytettyjä tähän tarkoitukseen
- Aineiston 3D-mallista (kolmioverkko ja tekstuurit) luodaan peliobjekti sovellukseen vietäessä
 - Objektin ominaisuudet (esim. interaktio käyttäjän kanssa) muokattavissa komponenteilla ja skripteillä
- Objektille lisättävä törmäystieto (collider): generoidaan automaattisesti tai luodaan manuaalisesti primitiiveistä (vain yksinkertaisissa tapauksissa)
- Erityistä huomiota kiinnitettävä 3D-mallien skaalaukseen (usein tiedostomuotoriippuvaisia) sekä koordinaatistoihin (erityisesti useita tiedostoja käyttäessä)
 - Mallien käsittely (esim. verkon muokkaaminen) yleensä helpompaa muissa sovelluksissa

Vipuvoimaa EU:lta 2014–2020



5. Aineiston vieminen ja katselu virtuaalitodellisuusympäristössä – Työpolkuesimerkki

http://prodigious.tamk.fi/files/2018/02/vr_example.wmv





Tietomallinnuksen työpolku

 Jos pistepilven lisäksi virtuaalimallissa halutaan esittää uutta suunnitteluaineistoa täytyy pistepilviaineisto viedä lähtöaineistoksi tietomallinnussovellukseen





Tietomallinnuksen työpolku





Euroopan unio

CASE AUTODESK REVIT





- Tuodaan ja tarvittaessa muunnetaan pistepilvi ohjelmistoon
 - ReCap- ohjelmistolla luotua aineistoa ei tarvitse muuntaa







- Tuodaan ja tarvittaessa muunnetaan pistepilvi ohjelmistoon
 - tukee monien eri valmistajien pistepilvi-formaatteja

	0.012011 10101			
ommand	6.6.2017 14.04	File folder		
	6.6.2017 14.04	File folder		
	6.6.2017 13.54	File folder		
	6.6.2017 13.46	File folder		
	6.6.2017 13.48	File folder		
oud Projects (*.rcp)				
ud Projects (*.rcp)				
Point Clouds (*.rcs)				
Raw formats (*.3dd, *.asc, *.cl3, *.clr, *.e57, *.fls, *.fws, *.ixf, *.las, *.las, *.las84, *.mpc, *.obj, *.pcg*, *.ptg, *.pts, *.ptx, *.rds, *.rep, *.rxp, *.txt, *.zfprj, *.zfs)				
(*.*)				
	ommand oud Projects (*.rcp) ud Projects (*.rcp) uds (*.rcs) nats (*.3dd, *.asc, *.cl3, *.clr, *.*)	bommand 6.6.2017 14.04 6.6.2017 14.04 6.6.2017 13.54 6.6.2017 13.46 6.6.2017 13.48 bud Projects (*.rcp) ud Projects (*.rcp) uds (*.rcs) mats (*.3dd, *.asc, *.cl3, *.clr, *.e57, *.fls, *.fws, *.ix *.*)		





- Tarvittaessa tehdään pistepilven asemointi
 - koordinaatisto, kierrot
 - On voitu tehdä jo aikaisemmassa vaiheessa
 - Asemoitu pistepilvi toimii suunnittelun referenssiaineistona





• Määritellään pistepilven avulla korkeustasot ja viitelinjat

Graphic Display Options	Edit	
Hide at scales coarser than	1:5000	
Discipline	Architectural	
Show Hidden Lines	By Discipline	
Color Scheme Location	Background	
Calar Scheme	<#IOITE>	
Default Analysis Display Style	None	
Reference Label		
Sun Path		
Extents		
Crop View		
Crop Region Visible		
Properties help		Ą
Anna Albertan Cale and Anna		
Project of DWHER + CHIE THERE AND DHE	nt	
E [D] Views (all)		
Floor Plans		
katto		
Lattia		
Site		
Ceiling Plans		
katto		
Lattia		
B-3D Views		
3D View 1		
(3D)		
El-Elevations (Building Elevat	ion)	
Ent		
North		
South		
West		
- E Legends		
Schedules/Quantities		
- D Sheets (all)		
1990		

 $\begin{array}{c} \textbf{Vipuvoimaa} \\ \textbf{EU:lta} \\ \textbf{2014-2020} \end{array}$





- Määritellään pistepilven avulla korkeustasot ja viitelinjat
 - (kuvassa jo myös mallinnetut uudet tilat)







- Viitelinjojen ja korkeustasojen avulla mallinnetaan joko olemassa olevat tai uudet tilat
- Lisätään myös tarvittavat ovet, ikkunat, kalusteet ja valaisimet
 - Samalla voidaan tarkastella mallin yhteensopivuutta pistepilviaineistoon







- Tehty malli voidaan tallentaa eri formaateissa jatkohyödyntämistä varten
- Revit, FBX-formaatti sopii VR-maailmaan, 3D-näkymästä







- Tehty malli voidaan tallentaa eri formaateissa jatkohyödyntämistä varten
- Ilmainen lisäosa Revit ohjelmistoon, käytetty tässä demossa
 - tallentaa mallin OBJ-formaatissa

📐 Revit OBJ Expo	nt 2 —		×
Export Filename :		v2.8	.5
D:\CIVIT\Civit_malli	_Kupila.obj	Char	ige
Export Units :	${\scriptstyle igodol }$ Meters ${\scriptstyle igodol }$ Centimeters ${\scriptstyle igodol }$ Millimeters ${\scriptstyle igodol }$ Feet ${\scriptstyle igodol }$ Inches		
Geometry :	Flip YZ-axis Rotation : Project North O True No	orth	
Elements :	Group Elements Selected Elements		
Level of Detail :	8 min — max		
Materials :	☑ Include Materials ☑ Include Textures ☑ Spaces to Un	derscores	
Textures :	Scale Factor 1 Directory textures	·	
OBJ Labels :	Label Elements by Material O Label Elements by Name		
OBJ Label IDs :	○ No Label ID		
Unique Label IDs :	Add Sequential No. Seed (1-9) 1		
OBJ Tags :	• Tag as OBJ Objects (o) O Tag as OBJ Groups (g)		
Export :	Export OBJ File		
		_	
	copyright (c) 20	17 Inglegre	en.cor





Huomioita

- Koordinaatistot ja mittayksiköt
 - Pistepilvestä muodostetun mesh-mallin ja suunnitteluohjelmistoilla mallinnettujen tilojen tallentamisessa eri formaattiin tulee ottaa huomioon että kaikki saadaan samaan koordinaattijärjestelmään ja käytetään samoja mittayksiköitä
- Käytettävät tekstuurit, nimet
 - 3D-malleissa käytään usein tekstuureita (kuvatiedosto).
 - Kun esimerkiksi suunnitteluohjelmistolla tehty malli muunnetaan eri formaattiin siirtyvät mukana kyseisen ohjelmiston käyttämät tekstuurit
 - Osa ohjelmista ei ymmärrä tekstuureja joissa on esim: ä, ö tai erikoismerkkejä.





Huomioita

- ReCap ohjelmistolla mesh-mallia luotaessa haluttiin oviaukkojen kohdalle aukot jotta näistä päästään VR-maailmassa kulkemaan läpi
 - Ongelmia aiheutui kun osa ovista oli ollut toisessa tilassa keilausvaiheessa auki ja vastakkaisesta tilasta keilatessa kiinni, tai kiinni kummassakin
 - Vaati luodun mesh-mallin editointia jälkikäteen
 - leikattiin aukot kolmioverkkoon
 - Tämä aiheuttaa myös virheitä tekstuureihin jotka syntyvät mesh-mallia luotaessa





CASE GRAPHISOFT ARCHICAD





2014-2020

Euroopan unioni Euroopan sosiaalirahasto

	Arkisto Muokkaus Näkymä Suunnitte	elu Dokumentti Vaihtoehdot Tiimi	Ikkunat				
Pistepilvitiedosto *.e57	Uusi	▶ E → + → → → → → → → → → →	• 🔊 (
Tuodaan ja muunnetaan	Poistu tiimiprojektista Iallenna Ctrl+S Iallenna nimellä Ctrl+Vaihto+S	KIAIMISTO Nojatuoli 01 2 X [] (3D / Valinta-alue)	0 Tuo pistepilvi Look in:	prodigious	G 🖸 📂 🖽 -		
ArchiCAD-objekti	 ⇒ Vie muutokset Ctrl+Alt+S ↓ Luo etätyöpaketti ↓ Julkaise BIMx-hypermalli 		Recent Places	Name ^	Date modified 26.1.2018 13:57 25.1.2018 8:00 27.9.2016 10:42	Type File folder File folder E57 File	Size 676 513 KB
	Viitteet Kirjastot ja objektit Tiedot Piiŗturi Piiŗtari Arkin <u>m</u> äärittely Ctrl+Vaihto+P	C Litta Elementin määrätiedot Tuo pistepilvi Sijoita pinta mittauspisteiden muk Vie malli Google Earthiin	Desktop Libraries Computer				
	🔏 Luo pistepilv	viobjektit		File name: prodigious_koulutus.e57 0 53 7: *.yy2)			Qpen Cancel
	Tuotaessa pist Luo LCF-tiedo C:\Users\Tero Pistepilvet: Lähteen nimi prodigious_t	tepiivi luodaan aina LCF-tiedostot, jotka automaatt stot tähän kansioon: Markkanen\Documents\GRAPHISOFT\Pistepilvet Mimi oulotus,,, prodigious_koulutus	isesti lisätään linkil	Sijainti Sijainti Muunnetut tiedostot: 1 LCF-tiedostonimi prodigious_koulutus			
<mark>Vipuvoimaa</mark> FU:lta	() Samassa Kumoa	ı sijainnissa olevat samannimiset pistepilviobjektit j	ia LCF-tiedostot nin	tetään automaattisesti uudelleen. Luo ja sijoita			

28









▶ Ø 0,00° → □□ 1:100 → Ø Kaikki auki ja näkyvissä → 20 Koko malli → Ų 03 Pääpiirustus 100 →







 $\begin{array}{c} \textbf{Vipuvoimaa} \\ \textbf{EU:lta} \\ \textbf{2014-2020} \end{array}$









2014-2020

Euroopan unioni Euroopan sosiaalirahasto









2014–2020

Euroopan unioni Euroopan sosiaalirahasto

Nettopituus ulkopinn... Nettopinta-ala sisäpi... Nettopinta-ala ulkopi..

54.87

60,88

40.04

60.13

54.87 m²

60.88 m²

40,04 m²

60,13 m²

215,92 m²

5 J. S. S. p. 150

Pituus oikea

16.397

16,397

9.926

9.926

9 926

9,926

9,926

9,926 9,926

Mallin määräluettelot

69,482 m

102.276 m

32,794 m

54.87

60,88

39.86

60.13

60.88 m

39,86 m

60,13 m

215 74 m

[] [3D / Valinta-alue]

Määrä

54.87 m

9.926

16,397

7,526

16 397

Määräluettelon

luonti

Palkit

3. Aineiston vieminen virtuaalitodellisuussovellukseen

- Aineiston 3D-mallista luodaan (peli)objekti vastaavasti kuin laserskannatusta datasta luodulle aineistolle
 - Molemmissa tapauksissa VR-sovellus vaatii 3D-tiedoston kolmioverkkona (esim. *.fbx)
 - Riippuen pelimoottorin valinnasta, myös osa sovelluskohtaisista tiedostomuodoista voi olla tuettuna
- Tiedostomuodot sekä aineiston skaalaus ja koordinaatisto huomioitava

