

Utnyttjande av 3D-scanning vid skapande av digital modell

Janne Malin

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för Automationsteknik och IT

Raseborg 2015



EXAMENSARBETE

Författare: Janne Malin

Utbildningsprogram och ort: Automationsteknik och IT, Raseborg

Inriktning/alternativ/Fördjupning: Datorstödd tillverkning

Handledare: Håkan Bjurström

Titel: Utnyttjande av 3D-scanning vid skapande av digital modell

Datum: 22.4.2015

Sidantal: 36

Bilagor: 0

Abstrakt

Examensarbetet ger en redogörelse för hur 3D-scanning kan utnyttjas vid skapande av en digital modell. I arbetet beskrivs 3D-scanning på en allmän nivå. Med hjälp av 3D-scanning är det möjligt att förvandla vilket objekt eller utrymme som helst till digital form. I arbetet berättas om ursprunget för 3D-scanningstekniken, samt själva 3D-scanningprocessen med dess olika steg. De vanligaste teknikerna som används beskrivs; både kontakt samt kontaktfria metoder tas upp. I arbetet diskuteras även de olika användningsområden för teknologin, samt hur framtiden möjligtvis kan se ut för 3D-scanning.

3D scanning är en teknologi som faller under arbetssättet reverse engineering, det vill säga omvänd ingenjörskonst. Arbetssättet förklaras också i examensarbetet. Fokus i examensarbetet ligger på själva scanningsprocessen, de olika teknikerna som används, deras för- och nackdelar, samt på användningsområden för 3D-scanning.

Språk: Svenska

Nyckelord: 3D-scanning, reverse engineering

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Janne Malin

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Automationsteknik och IT, Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Datorstödd tillverkning

Ohjaaja: Håkan Bjurström

Nimike: 3D-skannauksen hyödyntäminen digitaalisen mallin luonnissa

Utnyttjande av 3D-scanning vid skapande av digital modell

Päivämäärä: 22.4.2015

Sivumäärä: 36

Liitteet: 0

Tiivistelmä

Opinnäytetyö antaa selvityksen siitä, miten 3D-skannausta voidaan hyödyntää luotaessa digitaalista mallia. Työssä pohditaan 3D-skannausta yleisellä tasolla. 3D-skannauksen avulla on mahdollista muuttaa mikä tahansa esine tai tila digitaaliseen muotoon. Työssä kerrotaan 3D-skannauksen alkuperästä, sekä itse skannausprosessista ja sen eri vaiheineen. Myös yleisimmät tekniikat selitetään, niin koskettavat kuin kontaktittomatkin menetelmät. Työ käsittelee myös 3D-skannausteknologian eri käyttöalueita, sekä miltä teknologian tulevaisuus mahdollisesti voi näyttää.

3D-skannaus on tekniikka, joka kuuluu työtapaan nimeltä reverse engineering, suomeksi takaisinmallinnus. Myös takaisinmallinnuksen työtapa on selitetty työssä. Opinnäytetyössä keskitytään itse skannausprosessiin, eri tekniikkoihin joita skannauksessa käytetään, niiden etuihin ja haittoihin, sekä itse 3D-skannauksen eri käyttöalueisiin.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: 3D-skannaus, reverse engineering

BACHELOR'S THESIS

Author: Janne Malin

Degree Programme: Automation and IT, Raseborg

Specialization: Design and manufacturing

Supervisor: Håkan Bjurström

Title: Utilization of 3D-scanning when creating a digital model

Utnyttjande av 3D-scanning vid skapande av digital modell

Date: 22.4.2015

Number of pages: 36 Appendices: 0

Summary

This thesis gives an account of how 3D-scanning can be utilized when creating a digital model. The thesis speaks of 3D-scanning at a general level. By utilizing 3D-scanning it is possible to transform any object or space into a digital form. In this thesis it is explained the origin for the 3D-scanning technology, as well as the 3D-scanning process with its various stages. The most common used techniques are explained, both contact and non-contact techniques are addressed. The thesis also discusses about the fields of use for the technology, as well as how the future may look for 3D-scanning.

3D-scanning is a technology that falls under a method of working called reverse engineering, which is also further explained. The focus of this thesis lies on the 3D-scanningprocess, the different techniques that are used, their advantages and disadvantages, as well as the different fields of use for the 3D-scanning technology.

Language: Swedish Key words: 3D-scanning, reverse engineering

Innehållsförteckning

1	INLEDNING.....	1
2	HISTORIA	1
2.1	FOTOGRAFERING.....	2
2.2	KONTAKTFRI 3D SCANNING.....	2
3	3D SCANNING.....	3
3.1	PROCESSEN.....	4
3.1.1	Uppfångande av data via 3D-scanning.....	4
3.1.2	Punktmoln.....	5
3.1.3	Sammansättning av 2D bilder.....	6
3.1.3.1	Volume rendering.....	7
3.1.3.2	Image segmentation.....	7
3.1.3.3	Image-based meshing.....	8
3.1.4	Digital modell.....	8
3.1.5	Reverse engineering.....	10
3.1.6	3D printning.....	12
4	3D SCANNINGS TEKNIKER	13
4.1	KONTAKT METODER	14
4.1.1	Koordinatmätningssmaskin.....	15
4.1.2	Mätarm.....	15
4.2	KONTAKTFRIA SCANNINGSMETODER	17
4.2.1	Kontaktfria aktiva scanningsmetoder.....	17
4.2.1.1	Time-of-flight (TOF).....	18
4.2.1.2	Triangulering.....	19
4.2.1.3	Strukturerat ljus.....	20
4.2.1.4	Konoskopisk holografi.....	21
4.2.2	Kontaktfria passiva scanningsmetoder.....	22
4.2.2.1	Fotogrammetri.....	23
4.2.2.2	Visuellt skrov.....	23
4.2.2.3	Siluet scanning.....	24
4.2.2.4	Stereoskopisk scanning.....	24
5	ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN.....	25
5.1	TILLVERKNINGSINDUSTRI.....	25
5.2	SPEL- OCH FILMINDUSTRI	27
5.3	HÄLSOVÅRD.....	28
5.4	HISTORIE- OCH OLYCKSUNDERSÖKNING.....	29
6	FRAMTIDEN INOM 3D SCANNING	30
6.1	AERIAL CASTLES	31
7	AVSLUTNING	31
	KÄLLOR.....	33
	FIGURKÄLLOR.....	36

TERMER OCH BETECKNINGAR

3D Tredimensionell

CAD Datorstödd design

Mesh Sammansättning av punkter, sträck och areor vilka skapar en 3D modell

1 Inledning

Examensarbetet är beställt av Yrkeshögskolan Novia. Syftet med examensarbetet är att bli bekant med 3D scanning på en allmän nivå, och hur det kan utnyttjas inom olika branscher.

Det är möjligt att utnyttja 3D scanning inom många områden, exempelvis inom spelindustri för att skapa karaktärer, inom hälsovård för att hjälpa skapa proteser, eller inom tillverkningsindustrin för kvalitetskontroll.

Tekniken inom 3D scanning utvecklas hela tiden, och är ännu en relativt ny teknik. På grund av detta kommer 3D scanning sannolikt bli mer vanligt hela tiden, både bland företag samt privatpersoner.

Målet med examensarbetet är att diskutera hur 3D scanning kan utnyttjas vid skapande av en digital modell, genom att redogöra olika tekniker samt deras positiva och negativa sidor.

2 Historia

Människan har under en lång tid varit väldigt intresserad av att kapa verkligheten till form av bild. Det har speciellt varit en passion för arkitekter och olika slags hantverkare.

För ca 30 000 år sedan började våra förfäder med att måla grottmålningar och skapa figurer i form av skulpturer från saker som fanns på den tiden. Människan ville dokumentera vardagliga saker, omgivningen och experimentera med nya saker. För en väldigt lång tid var detta den enda metoden att dokumentera saker från verkligheten.

2.1 Fotografering

Det var inte förrän i början av 1800-talet som fotografi uppfanns. År 1826 togs den första bilden genom att fotografera. Det öppnade en hel ny värld i att rekonstruera och dokumentera verkligheten. Det öppnade dörrarna till nya utmaningar och mycket nya möjligheter.

Fotograferingsteknologin betydde också framsteg för 3D scanningen. Efter att teknologin inom processering av digitala bilder uppfanns, kunde man också skapa 3D former med hjälp av många bilder av många olika vinklar. (Bcs.org, 2015)

2.2 Kontaktfri 3D scanning

Matematiken inom trigonometri har människan uppfunnit redan 2500 år sedan. Kontaktfria 3D scanners som använder sig av triangulerings tekniker är ändå en relativt ny uppfinning.

Den första 3D laser scannings teknologin uppfanns vid 1960-talet. De första scannrarna använde sig av ljus, kameror och projektorer för att skapa bilden av ett 3D objekt. Efter år 1985 utvecklades 3D scanners vidare till att använda vitt ljus, lasers, och skuggning för att kapa objektet man vill scanna.

I början använde sig laser 3D scanners av så kallad punkt teknologi som med hjälp av laser kapade enskilda punkter för att skapa en form på objektet. Det visade sig vara långsamt så 3D scanners utvecklades vidare så att lasersensorn kapade en rand åt gången. Utvecklingen var helt tydligt på väg till rätt riktning, och senare kunde sensorerna också kapa hela areor. Olika tekniker diskuteras senare i examensarbetet. (Bcs.org, 2015)



Figur 1. REPLICA laser scanner från 1994.

3 3D scanning

3D scanning är en teknologi med nästan oändliga möjligheter. En stor del av planering i dagens moderna samhälle sker i 3D, digitalt, till skillnad från det traditionella sättet med penna och papper.

Det existerar ofta inte 3D mallar eller ritningar av föremål inom tillverkningsindustrin, av delar som blivit trasiga, eller av omgivningen. Det kan också förekomma att ursprungliga ritningar för omgivningen eller föremålet är utdaterade. Det kan vara på grund av att de är för gamla, eller att det har skett förändringar som inte syns på ritningarna. Då motsvarar inte ritningarna verkligheten.

Med hjälp av 3D scanning är det möjligt att förvandla vilken som helst struktur, del, eller vilket som helt utrymme till digital form. I tillägg till att 3D scanna en del eller struktur, är det också möjligt att utnyttja 3D scanning till att digitalisera omgivningen. En riktig 3D modell av omgivningen underlättar planeringen, och minskar på misstag eller problem som annars skulle uppstå. Man kan också bättre ta i akt möjliga krav som omgivningen möjligtvis kan ställa, om man har en digital modell.

Man kan också använda 3D scanning till att göra olika slags granskningar. Det är möjligt att exempelvis granska konstruktioner eller gjutna delar för att undvika och förhindra misstag från att ske.

Samma princip kan också användas till stor nytta inom tillverkningsindustrin. Genom att scanna en produkt i tillverkningskedje är det möjligt lätt att göra ändringar i den digitala 3D modellen. Med att undvika felen och misstagen redan i tillverkningskedet, sparar ett företag direkt pengar genom att det inte uppkommer överraskande tilläggskostnader. Om en produkt tillverkas i många olika skeden, kan en 3D scanning i ett tidigt tillverkningskedje vara till hjälp för att hitta fel förrän produkten far vidare. Man sparar enormt i transport och materialkostnader ifall felet upptäckts i tid och massproduktion av en produkt ännu inte hunnit påbörjats.

Också i reklam och försäljning kan man ha stor nytta av 3D scanning. Ofta är en 3D modell mycket noggrannare och berättar mera än en gammalmodig 2D ritning. Man kan utnyttja 3D modellerna när man gör reklam för en produkt till exempel på internet. En fritt roterbar 3D modell ger ofta en bättre blick till kunden, och är mera tilltalande. (Prosolve, 2014)

3.1 Processen

3D scanningens mål är att förvandla ett föremål från verkligheten, till digital form. I digitala formen är ett föremål bearbetningsbart på en dator. 3D scanningprocessen sker i följande steg.

3.1.1 Uppfångande av data via 3D-scanning

Ett objekt som vill 3D scannas placeras bör först placeras vid respektive 3D scanner. Beroende på typen av 3D scanner fångar den formen av objektet på olika sätt. En 3D scanner kan antingen fånga formen på objektet genom att använda kontakta, eller kontaktfria metoder. De olika metoderna kan man läsa mera om i rubrik 3.2.

Oberoende av typen på 3D scanner kommer objektet att fås i en digital form. Specialiserad mjukvara för respektive 3D scanner rör scanningssensorn omkring objektet för att fånga tredimensionella formen på objektet. Sensorn rör sig i x, y och z led. Genom att studera objektet i alla tre dimensioner kan 3D scannern skapa en digital form. Ett 3D scannat objekt kan åstadkomma hundratusentals eller miljontals ackurata datapunkter, för att få geometrin för respektive objekt. (Shapegrabber.com, 2015)

Snabbheten beror på 3D scannern och dess teknologi, men en snabb scanner kan fånga ca 750 000 punkter per sekund, med en väldigt stor precision. En 3D scanningprocess även på ett komplext föremål kan ske på några minuter. (Laserdesign.com, 2015)

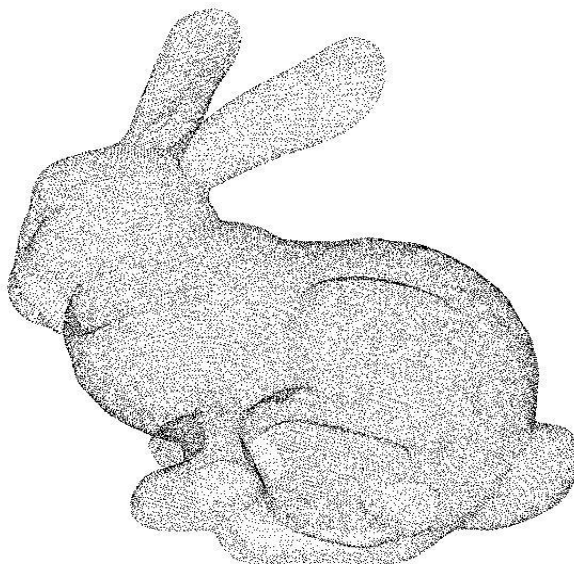
En 3D laserscanner producerar ett så kallat punktmoln. Ifall 3D scannern använder sig av fotograferingsteknologi så skapar den inte ett punktmoln som analyseras. En 3D modell kan också åstadkommas genom att kombinera flera 2D bilder. Då krävs det många 2D bilder från objektet för att kunna skapa en tredimensionell digital fil. Punktmolnet är betydligt mycket populärare sättet av dessa sätten att skapa en digital 3D modell.

3.1.2 Punktmoln

Ett punktmoln är en sammansättning av data punkter uppsatt i ett koordinatsystem. En 3D scanner samlar oftast data av en scanning och sätter ihop det till ett punktmoln. Punktmolnet består av flera små punkter, vilka alla har sin egna x, y och z koordinat. Alla punkter tillsammans skapar en helhet som bildar objektets form. Punkternas mängd beror naturligtvis på objektets storlek, form, och hur detaljerat det är.

Ett punktmoln som fås som resultat av en 3D scanningsprocess kan användas till många ändamål. Man kan skapa 3D CAD-modeller för tillverkade delar, använda punktmolnet exempelvis för kvalitetskontroll, visualisering och animering. Punktmolnen kan direkt inspekteras, men de är i allmänhet inte direkt användbara i de flesta 3D applikationerna.

Det finns många olika tekniker för att konvertera ett punktmoln till en 3D yta. Tekniker som "Delaunay triangulation", "alpha shapes" och "ball pivoting" bygger ett nätverk av trianglar över hörnen i ett punktmoln. Andra metoder konverterar punktmolnet till ett "volumetric distance field", och rekonstruerar ytan genom en så kallad "marching cubes" algoritm. (Wikipedia, 2015)



Figur 2: Ett punktmoln av ett 3D scannat objekt.

3.1.3 Sammansättning av 2D bilder

Alla typer av 3D scanners använder sig inte av punktmoln. Exempelvis magnet- och röntgenscanners producerar en serie av 2D-bilder istället för ett punktmoln. Inom magnet- och röntgenteknologin kallas en bild för ett tomograf. 2D bilderna sammansätts och man kan bilda en 3D modell av sammansättningen. Det finns

några olika sätt att sammansätta 2D bilderna till en 3D modell, beroende på ändamålet och slutresultatet man vill nå.

3.1.3.1 Volume rendering

Olika delar av ett objekt har vanligtvis olika tröskelvärden eller gråskala densiteter. Med hjälp av dessa är det möjligt att rekonstruera en tredimensionell modell av objektet och framföra det på en skärm. Flera tredimensionella modeller kan rekonstrueras från de olika tröskelvärdena. Då kan man använda sig av olika färger för att representera olika komponenter på det scannade objektet.

Volume rendering är en teknologi som oftast används endast för att skapa en visuell rekonstruering av objektet, istället för att skapa en bearbetbar tredimensionell modell. (Wikipedia, 2015)

3.1.3.2 Image segmentation

Image segmentation är en process inom datorseende där man delar en digital bild till flera olika segment. Målet med image segmentation är att förenkla eller ändra en bild så att den är mer meningfull och lättare att analysera. Typiskt används teknologin för att lokalisera objekt och gränser som exempelvis linjer eller kurvor i bilder.

Om olika objekt eller strukturer har liknande tröskelvärden eller gråskala densiteter kan det vara omöjligt att skilja på dem med hjälp av volume rendering. Lösningen är då segmentering, vilken är en manuell eller automatisk process med hjälp av vilken man kan få bort oönskade strukturer eller objekt från bilden. Mer exakt är image segmentation en process där varje pixel i en bild tilldelas en markör, så att bildpunkter med samma markör delar vissa egenskaper.

Resultatet av image segmentation är en uppsättning av segment som kollektivt täcker hela bilden, eller en uppsättning av konturer som tagits bort av bilden. Mjukvara för image segmentation gör det möjligt att exportera segmenterade objekt eller strukturer till CAD eller STL format. I CAD eller STL format kan man vidare bearbeta eller hantera objektet eller strukturen man rekonstruerat. (Wikipedia, 2015)

3.1.3.3 Image-based meshing

Image-based meshing är en automatiserad process för att skapa digitala modeller från bild data. Det finns många olika tekniker för image-based meshing i dagens läge, men ursprungligen är tekniken utvecklad för att skapa modeller från 2D CAD modeller.

Vid användning av 3D bild data för beräkningsanalys kan image segmentation och meshing vid användning av datorstödd planering vara tidskrävande, och praktiskt taget svårt beroende på bildens komplexitet. Med hjälp av image-based meshing skapar man en tredimensionell digital modell genom att ändra objektet till en sammansättning punkter och sträck. Det är en automatiserad process som skapar en ackurat och realistisk geometrisk beskrivning på objektet eller strukturen som scannats. (Wikipedia 2014)

3.1.4 Digital modell

Digitala modellen är den sista fasen i en 3D scanningsprocess. Det är om man inte vill 3D printa sitt objekt eller sin struktur man 3D scannat.

Efter att man har skapat de enorma punktmolnen eller sammansättningarna av 2D bilder, sammansätts de till en tredimensionell representation av objektet i form av en CAD fil. När man 3D scannar ett objekt eller en struktur och rekonstruerar det till

en virtuell tredimensionell CAD fil kallas det för reverse engineering. Mera information om reverse engineering i underrubrik 3.1.5.

(Laserdesign.com, 2015)

En 3D CAD modell är slutresultatet som fås av en 3D scanning. Det är en noggrann kopia på det scannade objektet eller strukturen. CAD modellen möjliggör en noggrann reproduktion av det scannade objektet. Det är också möjligt, och mycket vanligt, att man gör ändringar i CAD modellen för att rätta möjliga fel och misstag som objektet eller strukturen har. Det framkommer också möjliga fel under 3D scanningsprocessen, som manuellt kan ändras i efterhand i CAD filen som skapats.

CAD är en förkortning på "Computer-aided design", det vill säga datorstödd design. Med datorstödd design menas användning av datorprogram till hjälp att skapa, ändra, analysera eller optimera en design. CAD program används för att öka produktivitet, kvalitet och dokumentation för en produkt eller objekt. CAD program används inom många branscher och områden för att förbättra produktion.

(Sarcar, Mallikurjuna Rao, Lalit Narayan, 2008, s.3)

Ett CAD program kan vara ett program där man designar i antingen 2D eller 3D. En 3D scanningsprocess kräver naturligtvis ett CAD program där modeller uppkommer i tre dimensioner. Tvådimensionella CAD program används för det mesta vid design av områden eller för byggritningar. I ett CAD program kan man också rita en helt ny skiss, man behöver inte nödvändigtvis scanna ett objekt för att få en 3D modell.

Några vanliga CAD program är exempelvis "Autodesk Inventor" och "Solidworks". Ofta kräver CAD programmen relativt dyra licenser för att kunna användas. Det är för det mesta företag som köper dessa licenser. Läroanstalter erbjuder ofta studerande en studerande version av licenserade program gratis, för att kunna undervisa inom området. Det finns också gratis CAD program som en privatperson kan ladda för att använda i privatbruk.



Figur 3. CAD modell på en 3D scannad bil

3.1.5 Reverse engineering

3D scanningsprocessen är en process inom arbetssättet reverse engineering. På svenska kallas det för omvänd ingenjörskonst. Namnet härstammar helt enkelt av arbetssättet. Vanligtvis jobbar en ingenjör så att han kommer fram till en produkt, men när det är frågan om reverse engineering är arbetssättet inte det normala, utan omvänt.

Processen att upptäcka tekniska principer av en anordning, ett objekt eller ett system genom att analysera dess struktur och funktion, kallas för reverse engineering. Det innebär ofta att ta isär, exempelvis en maskin eller elektrisk komponent, och analysera dess funktion i detalj, och sedan skapa en ny produkt som gör samma sak utan att använda eller kopiera den ursprungliga maskinen eller komponenten som tagits isär.

Ursprunget till reverse engineering kommer från att analysera hårdvara för militär eller kommersiell fördel. Meningen är att härleda designbeslut från slutprodukten, med väldigt liten eller ingen information alls om processer involverade i ursprungliga produktionen. Liknande tekniker forskades därefter för att ersätta felaktig eller ofullständig dokumentation.

Genom att ta isär en komplex maskin lär man sig på ett av de effektivaste sätten dess funktionalitet, och kan rekonstruera det. Processen kan ändå vara relativt rörig, och kan resultera till en oanvändbar ursprunglig produkt. CAD programmen möjliggör reverse engineering utan att söndra eller förstöra den ursprungliga maskinen eller produkten. Detta åstadkoms att skapa eller scanna en produkt som en 3D CAD modell, och sedan vidare studera på den. I CAD programmen är det möjligt att analysera delarna i detalj, för att få reda på hur en maskin byggts eller hur den bör repareras. Allt detta är möjligt utan att ta isär själva produkten eller maskinen, så att man inte skadar den.

Reverse engineering kan vara nyttigt då ett företag behöver kopiera, eller reparera problem, på utrustning eller maskineri som kan vara svåra eller omöjliga att ersätta på grund av kostnader eller tillgänglighet.

Ett exempel kan vara ett företag inom tillverkningsindustrin. Om en speciell maskin inom just den branschen där företaget verkar går sönder, och producenten av reservdelar har slutat sin verksamhet 5 år sedan. Då kan det kosta väldigt mycket för företaget att skaffa en helt ny maskin. Det kan då vara lönsamt att satsa på att skaffa reverse engineering mjukvara, med hjälp av vilken ingenjörerna på företaget kan modellera och rekonstruera den söndriga delen. Mjukvaran kommer också att vara nyttig i framtiden, om liknande fall dyker upp.

I motsvarande fall är det ganska självklart att reverse engineering är till stor nytta i förhållande till investeringar. Tekniken används till stor nytta inom företag och tillverkningsindustrier med dyr maskineri, och kommer att vara en viktig investering för dem då de också kan ha stor nytta av att kunna modifiera 3D CAD modellerna för att skapa nya produkter, delar, former och reservdelar i fortsättningen. (Reverseengineering.com, 2015)

3.1.6 3D printning

3D scanningsprocessen innebär inte 3D printning, utan den tar slut då scannade objektet eller struktur är i digital form. Det är ändå värt en notifiering att det är möjligt att 3D printa sitt scannade objekt.

3D printning är en process för att skapa tredimensionella fasta objekt från en digital fil. Det normala sättet att skapa ett objekt eller en struktur är ofta genom att ta bort material för att skapa formen man vill ha. 3D printning fungerar på omvänt sätt, det vill säga man lägger till material för att skapa det önskade objektet eller strukturen.

3D printning är en så kallad additiv tillverkningsmetod. I en additiv tillverkningsprocess skapas ett objekt genom att bygga upp successiva lager av material på varandra, tills hela objektet skapas. Var och ett av dessa skikt kan ses som ett tunt skivat horisontellt tvärsnitt av det slutliga föremålet. Eftersom ett objekt byggs upp genom att bygga på varandra tunna två dimensionella lager, är det i teorin omöjligt att skapa objekt som är klotformade. Det är ändå möjligt att rekonstruera objekten väldigt noggrant, också klotformade, eftersom lagren är så tunna. Lagrens tjocklek påverkar naturligtvis på slutresultatet, ju tunnare lager desto noggrannare slutresultat får man.

Eftersom 3D printning är en additiv tillverkningsmetod, är den också mycket materialsnål. I teorin är det möjligt att skapa ett objekt genom att 3d printa det, utan det används alls onödigt material. Detta sparar på både materialkostnader och är också en mer naturvänlig tillverkningsprocess.

För att kunna 3D printa ett objekt behövs naturligtvis en digital modell. Det kan man få genom att antingen rita, eller alternativt 3D scanna ett objekt för att framföra det i ett CAD program. Mjukvaran skär det slutliga objektet man skapat i CAD programmet i hundratusentals horisontella lager. Filen laddas upp till 3D printern

och den rekonstruerar objektet av 3D modellen genom att läsa de hundratusentals lagren som mjukvaran skapat. Slutresultatet blir ett tredimensionellt objekt, med inga synliga tecken av att objektet var uppbyggt i flera tunna lager. (3dprinting.com, 2015)

3D printning går att anpassa till tillverkning av vad som helst. Det är endast fantasin som är som begränsning, eftersom man kan manuellt skapa vilket som helst objekt i ett CAD program genom att rita det, och sedan printa ut det med hjälp av en 3D printer. Också 3D printning har flera olika metoder, tekniker och materialval för att skapa ett objekt. Dessa metoder samt tekniker kommer dock inte att gås djupare in i, i detta examensarbete.



Figur 4. En 3D printad fluga.

4 3D scannings tekniker

Det finns en mängd olika tekniker för skapa ett digitalt tredimensionellt objekt. Man kan dela 3D scannings tekniker i två olika huvudkategorier: kontakt och kontaktfria. Tekniker som är kontaktfria kan vidare delas in i två grupper: aktiva och passiva scannings tekniker. En del av teknikerna faller under flera av dessa kategorier.

4.1 Kontakt metoder

3D scanning som använder sig av kontakt metoder fungerar såsom namnet också låter förstå, genom att röra objektet fysiskt. Objektet som vill 3D scannas placeras på ett plan, och fastsätts stadigt så att beröringen inte flyttar på objektet. En kontakt 3D scanner börjar sedan fysiskt röra objektet med en kontaktsond, för att skapa flera punkter i ett koordinatsystem. Efter att tillräckligt många beröringar gjorts kan en digital fil skapas av objektet.

Metoder som använder sig av fysisk kontakt används ofta för kvalitetsgranskning på grund av höga noggrannheten på 3D scannern. Till exempel i tillverkningsindustrin kan man scanna ett objekt med hög noggrannhet, sedan jämföra det med CAD modellen man har av objektet för att granska kvaliteten på produkten.

Problem med kontakta metoder är deras begränsade scanningsförmåga. Det går exempelvis inte att scanna hela områden, utan endast objekt som kontaktsonden rör. Det går inte heller att scanna mjuka objekt med hög precision, eftersom kontaktsonden fysiskt trycker i objektet och det kan trycka ihop sig. Om man vill skapa en 3D modell av ett historiskt föremål, lämpar sig en kontakt metod heller inte som scanningsmetod. En fysisk kontakt med ett gammalt arkeologiskt fynd kan skada eller i värsta fall förstöra det.

Skapandet av en digital modell av ett objekt med hjälp av kontakta metoder är ofta en långsam process, eftersom varje punkt måste fysiskt röras. (home.lagoa.com, 2014)

Det finns 3 olika typer av 3D scannrar vilka kan klassificeras som användare av kontakta metoder. Dessa är en koordinat mätningmaskin, en mätarm, eller 3D scanner vilken är en blandning av dessa två.

4.1.1 Koordinatmätningssmaskin

En koordinatmätningssmaskin beräknar geometriska egenskaper hos ett objekt genom att fysiskt röra objektet med en kontaktsond och tar upp dess koordinater. Maskinen kan vara manuellt styrd eller automatisk. En maskin som avläser i 6 frihetsgrader och kan framföra dessa mätningar i matematisk form klassificeras som en koordinatmätningssmaskin.

En typisk koordinatmätningssmaskin är den så kallade bro typen. Maskinen består av tre axlar: x, y och z. Axlarna är ortogonala mot varandra och skapar ett tredimensionellt koordinatsystem. Maskinen avläser axlarnas läge då kontaktsonden har kontakt med objektet. Koordinaterna för punkterna som uppmätts används för att bestämma storlek och form på objektet, vanligtvis med en mikrometerprecision.

En koordinatmätningssmaskin tillämpar sig bäst till objekt med flata former, eller enkla kurviga ytor. Det finns också andra typer av koordinatmätningssmaskiner än den så kallade bro typen. Dessa är exempelvis "gantry", horisontal, eller kolumn typer av koordinatmätningssmaskiner. De alla har ändå samma funktionsprincip: det är stela armar som rör sig i x, y och z-led, där varje axel glider längs ett spår och på så vis inte har fri rörelse, så som till exempel en arm skulle ha.

(ignou.ac.in, 2015)

4.1.2 Mätarm

En 3D mätarm är en typ av koordinatmätningssmaskin som är betydligt lättare att flytta på. En traditionell koordinatmätningssmaskin är också relativt klumpig jämfört med en mätarm. Exempelvis en koordinatmätningssmaskin har begränsad möjlighet att röra på sig, beroende helt på sin egen uppbyggnad. Därför har man utvecklat en koordinatmätningssmaskin som på samma sätt mäter med fysisk kontakt, men är rörlig som en hand.

En mätarm har en maximal utsträckning, som typiskt är från 60cm till 200cm. Inom koordinatmätningssmaskin industrin är mätarmarna klassificerade enligt total arbetsvolym. Ju kortare en mätarm är, desto bättre precision har den. Om mätarmen är kortare finns det mindre utrymme för mekaniska fel i mätningarna som utförs.

Mätarmar kan också klassificeras enligt antalet roterande axlar de har. Vanligtvis har en mätarm 6 roterande axlar. Det finns också mätarmar med ett handtag som kontrollerar en roterande vrist, och då räknas det som en mätarm med sju roterande axlar.

Funktionen på en mätarm är mycket liknande som en människoarm med axel, överarm, armbåge, underarm och handled. Varje axel har en sensor som noggrant beräknar axlarnas och ledernas rotationer samt ställningar vid scanning av ett objekt.

Jämfört med traditionella koordinatmätningssmaskiner är mätarmen som sagt lättare att flytta på. Mätarmen är också mer flexibel i sina rörelser, är mindre till storlek, och ofta effektivare än en koordinatmätningssmaskin. Det är en mer avancerad teknologi och många roterande axlar, vilket också naturligtvis ofta leder till ett högre pris.

Det existerar också mätarmar som inte använder sig av en kontaktsond, utan har en lasersensor. Då klassificeras mätarmen som en kontaktfri 3D scanner. Det är möjligt att nå platser som är svåra att nå med en traditionell mätarm som har en kontaktsond. (faro.com, 2013)



Figur 5. Mätarm med 6 roterande axlar.

4.2 Kontaktfria scanningsmetoder

Kontaktfria scanningsmetoder är metoder som inte använder sig av fysiskt kontakt av scanningsobjektet. Det är ofta fråga om någon typ av strålning eller ljus som används för att identifiera objektet. Dessa scanningsmetoder är i allmänhet betydligt mycket snabbare än 3D scanners som använder sig av kontakta metoder, men det kan kosta i precisionen. Kontaktfria scanningsmetoderna kan vidare delas in i två grupper: aktiva och passiva.

4.2.1 Kontaktfria aktiva scanningsmetoder

Kontaktfria aktiva scanningsmetoder som klassificeras som aktiva är 3D scanners som själva skickar strålning, ultraljud eller olika typer av ljus. Det finns ett antal olika tekniker som klassificeras som kontaktfria, aktiva 3D scanningsmetoder.

4.2.1.1 Time-of-flight (TOF)

En Time-of-flight 3D laserscanner är en typ av kontaktfri aktiv 3D scanningsmetod. Scannern skickar flera laserpulser mot objektet som scannas, och ljuset reflekteras tillbaka till scannern.

Time-of-flight scannern innehåller en laseravståndsmätare, vilken gör time-of-flight teknologin möjlig. Den mäter tiden det tar för en laserpuls att skickas från 3D scannern, träffa objektet och reflekteras tillbaka till en detektor. Eftersom ljusets hastighet är känt, är det möjligt att räkna ut avståndet till objektet med hjälp av informationen hur länge det tog för laserstrålen att färdas från 3D scannern till objektet och tillbaka.

Med en time-of-flight scanner är det möjligt att mäta avståndet till en punkt bara från ett håll åt taget. Man kan scanna hela dess synfält på en gång, varefter man måste flytta på hela scannern eller använda sig av speglar. Det används ofta roterande speglar eftersom de är lättare och snabbare att flytta på.

En typisk time-of-flight 3D laserscanner kan mäta avståndet på 10 000–100 000 punkter per sekund. Noggrannheten på 3D scannern är helt beroende på dess kapacitet och precision att mäta tid. Eftersom ljusets hastighet är väldigt stor, kommer tiden för laserstrålen att reflekteras från objektet tillbaka till scannern vara väldigt liten. Det är möjligt, och ofta ändamålsenligt, att med time-of-flight teknologin att scanna objekt eller strukturer på långa avstånd, till och med kilometeravstånd. Noggrannheten på långa avstånd kan fås på millimeter noggrannhet. (Lange, 2000)

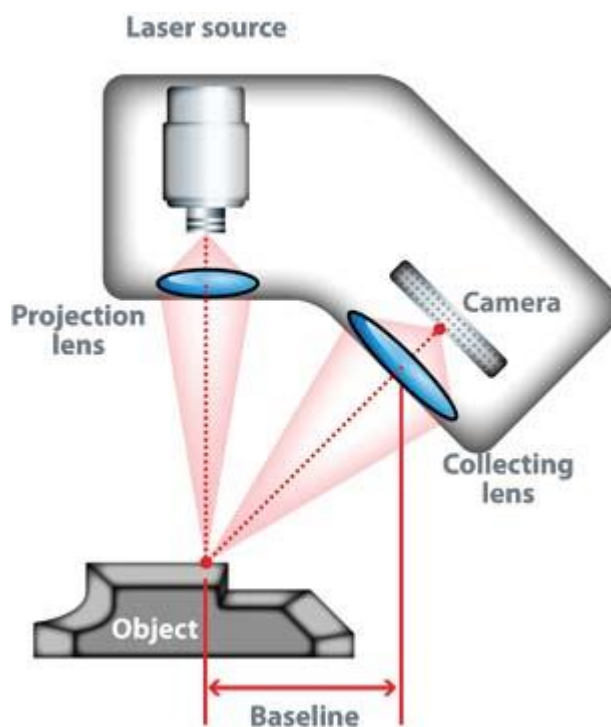
4.2.1.2 Triangulering

3D scanners som baserar sig på trianguleringsteknik är också typer scanners som skickar ett laserljus för att bestämma formen och positionen för ett objekt. Till skillnad från time-of-flight scanners så använder en scanner med trianguleringsteknik en kamera för kunna lokalisera laserpunkten på objektet som scannern skickar. Beroende på avståndet mellan laseravsändaren och objektet syns laserpunkten på olika ställen för kameran.

Tekniken kallas för triangulering eftersom 3D scannern, kameran, och laserpunkten på objektet bildar en triangel. Man vet avståndet mellan laseravsändaren och kameran vilket bildar en sida i triangeln. Också laseravsändarens vinkel är bekant, och vinkeln för hörnet där kameran befinner sig kan man få genom att se på laserpunkten från kamerans synvinkel. Med dessa tre bitar av information kan man räkna ut geometrin på triangeln, och få reda på laserpunktens läge.

Ofta skickas laserstrålarna som en rand på objektet istället för endast en punkt. Detta görs för att snabba upp processen av att scanna ett objekt.

Om man jämför triangulering med time-of-flight så har trianguleringstekniken en betydligt mycket bättre precision. Man kan dock inte scanna långa avstånd vilket time-of-flight tillämpar sig bättre till. Med triangulering kan man nå en noggrannhet på 10 mikrometer, som jämförelse så är ett hårstrå på människa ungefär 100 mikrometer tjockt. (Creaform3d.com, 2012)



Figur 6. Trianguleringsteknikens funktionsprincip.

4.2.1.3 Strukturerat ljus

En 3d-scanner som använder sig av strukturerat ljus använder sig också av trianguleringstekniken, samt ett kamerasystem. Istället för att använda en laser, projicerar 3d-scannern en mängd linjära mönster på ett föremål eller objekt som vill scannas.

Formen av objektet bestäms genom att beräkna de återkommande mönstren av ljus. Med hjälp av att undersöka kanterna på varje linjära rand i mönstret, går det att beräkna avståndet från 3d-scannern till objektets yta. Den väsentliga skillnaden från trianguleringstekniken är att i stället för att sen en laserlinje, ser kameran kanten i det projicerade mönstret, men beräknar avståndet på liknande sätt då det används strukturerat ljus.

Med hjälp av strukturerat ljus är det möjligt att fånga ett helt område med samma scanning, istället för en enda rand eller punkt åt taget. Detta kan ge en stor klarhet

i detaljerna, och rörelse distorsion kan elimineras. Med vissa av 3d-scannern som använder sig av strukturerat ljus är det möjligt att erbjuda mätningar i realtid av ett rörligt objekt.

De mer vanliga 3d-scannern som använder sig av strukturerat ljus kan inte scanna rörliga objekt, utan tar sina mätningar över tid. De kräver flera sekventiella prognoser vilka görs vid en given tidpunkt, och deras avkodning sker genom en tidsprojektion. Resultaten är då inte ögonblicklig, utan kräver en tid för att fås. Också apparaturen bör vara fast och orörd mellan tidsintervallen för att inte få felmätningar i processen.

Eftersom en scanner med hjälp av strukturerat ljus kan scanna areor istället för punkter är det snabbare än trianguleringstekniker som använder sig av laserljus. Då mätningen sker snabbare är också ofta noggrannheten på slutresultatet inte lika bra, men ändå mycket pålitlig. (Creaform3d.com, 2012)

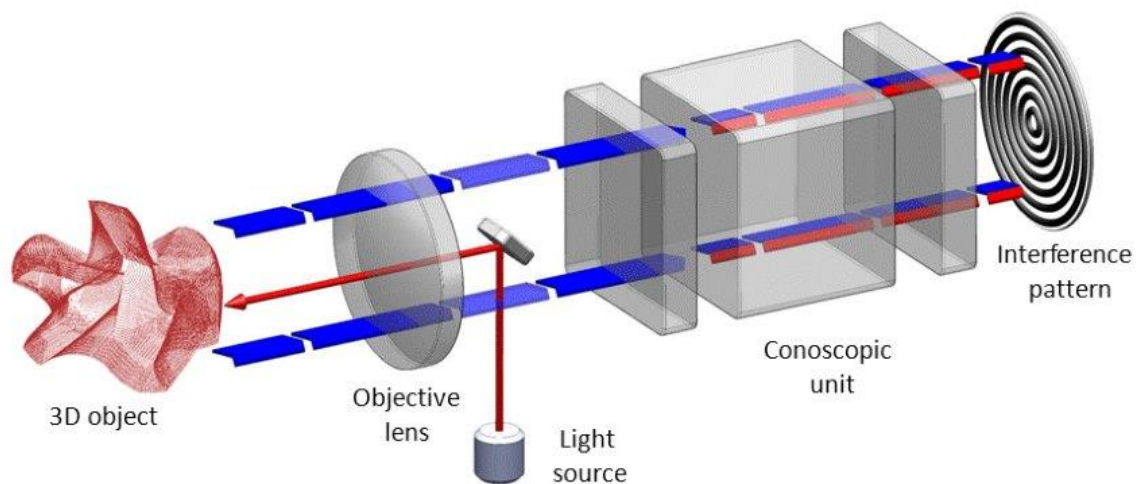
4.2.1.4 Konoskopisk holografi

I klassisk holografi skapas ett hologram genom att undersöka ett störningsmönster som bildas mellan en objektstråle och en referensstråle från samma ljuskälla. Båda strålarna fortplantar sig med samma hastighet, men har olika banor som de åker längs. Det skapas en fasskillnad mellan de två strålarna vilken beror på den geometriska vägskillnaden. Med hjälp av fasskillnaden skapas ett störningsmönster vilket är mätbart, och kan användas för att rekonstruera objektet som scannats.

I konoskopisk holografi mäts avstånd genom att använda polariserings egenskaper för en ljuskägla som speglar från ett objekt. Som grund i teknologin finns en kristall, som delar en laserstråle i två delar. Strålarna har samma bana men ortogonala polariseringar. Kristallens struktur får varje laserstråle att ha olika hastighet, vilket skapar en fasskillnad mellan laserstrålarna. Fasskillnaden möjliggör att det går att

mäta avståndet till objektet, och på så vis skapa en tredimensionell form på det. Eftersom båda ljusstrålarna åker på samma bana, är det ofta ett mera stabilt och pålitligt sätt att mäta avstånd än klassisk holografi, där laserstrålarna har olika geometriska banor.

Laserstrålen som avges av en ljuskälla är ögonsäker. Strålen skickas av ljuskällan, därefter fokuseras den av ett objektiv, och träffar objektet eller föremålet som mäts. En del av ljuset som skickats kommer att reflekteras från objektet till en sensor, och kommer sedan in konoskopiska enheten vilken kristallen finns i. Störningsmönstret detekteras och för att få reda på information som avstånden används signalbehandlingsalgoritmer på den uppmätta datan. (Optimet.com, 2015)



Figur 7. Visualisering av funktionsprincipen bakom konoskopisk holografi.

4.2.2 Kontaktfria passiva scanningsmetoder

Passiva kontaktfria scanningsmetoder klassificeras som passiva eftersom de inte själva skickar någon form av strålning eller ljus mot objektet själva. Skillnaden mellan aktiva och passiva kontaktfria scanningsmetoder är att aktiva skickar själv strålningen, medan passiva använder sig av annan strålning.

Passiva scanningsmetoder upptäcker ett objekt eller föremål med hjälp av strålning eller ljus från omgivningen. De flesta lösningarna av denna typ utnyttjar synligt ljus,

eftersom det är lätt tillgängligt från omgivningen. Det är även möjligt att utnyttja andra typer av strålning, som till exempel infraröd strålning. Passiva metoderna är ofta billiga, eftersom man endast behöver en digitalkamera för att scanna ett objekt.

4.2.2.1 Fotogrammetri

Inom fotogrammetri skapas en tredimensionell digital form på ett objekt genom att kombinera två eller flera tvådimensionella bilder. Man måste ha minst två bilder av en punkt på objektet, för att kunna räkna ut tredimensionella läget där punkten ligger.

Grundläggande principen bakom fotogrammetri är triangulering. Det används motsvarande algoritmer för att räkna ut var en punkt ligger på objektet, och därför behövs det minst två bilder för att hitta 3D-koordinaterna för punkterna. Punkterna som skapas resulterar till ett tätt punktmoln, vilket representerar objektet som fotograferats, men i tredimensionell form.

Fotogrammetri är en relativt snabb scanningsmetod, men dess starka sida är dess förmånlighet. Det ända man behöver är en digital kamera, en medelmåttig dator samt mjukvara för att skapa en digital tredimensionell modell av bilderna. (Hometrica.ch, 2011)

4.2.2.2 Visuellt skrov

Metoden för att skapa ett visuellt skrov kräver också en uppsättning av bilder som tagits från många olika håll. Rekonstruktionen av 3D modellen sker genom volymiskärnings metoder.

Principen för att skapa ett visuellt skrov är att fånga geometrin av ett objekt vilket avbildas av flera kameror. Geometrin på objektet fås genom att skära av koner som

bildas av dess projektion på bildplanen. Objektet måste också separeras från bakgrunden.

Resultatet som fås är en tredimensionell volym, vilken kallas för ett visuellt skrov. Ju flera kameror som används för att skapa tredimensionella formen på objektet, desto bättre noggrannhet blir det på det så kallade visuella skrovet. (Hometrica.ch, 2011)

4.2.2.3 Siluett scanning

Inom siluett scanningstekniken används också bara en kamera. Ett objekt eller föremål som vill scannas fotas mot en kontrastrik bakgrund. Föremålet som scannas roteras tills man fått bilder av det från alla olika synvinklar för att kunna skapa en tredimensionell representation.

Siluetterna som fås av bildtagandet extraheras och skärs, för att skapa ett tredimensionellt objekt. Också i siluett scanning kallas det för att skapa ett visuellt skrov. Genom att använda sig av siluettscanning kan det vara omöjligt att skapa vissa konkava former på ett objekt. Ett exempel kan vara en inre sida på en vas, eller motsvarande objekt som har ett djup. Om man bara roterar objektet 360 grader kommer dessa djup inte att fångas genom att använda sig av siluett scanning. (Olsson & Persson, 2001)

4.2.2.4 Stereoskopisk scanning

Stereoskopisk scanning är också en typ av scanningsmetod där man får en tredimensionell modell av tvådimensionella bilder. För att kunna använda sig av stereoskopisk scanning behövs två kameror, till skillnad från fotogrammetri där det endast behövs en.

Funktionsprincipen bakom stereoskopisk scanning utnyttjar också triangulering. Då man tar bilder av ett objekt, är båda kamerorna placerade så att de har samma

synfält, men lite isär från varandra. Principen är att försöka rekonstruera ett mänskligt synfält. Genom att analysera bilderna av samma synfält av två kamerorna kan man upptäcka små skillnader. Tack vare dessa skillnader är det möjligt att räkna ut avstånd för punkter på objektet till kameran, och vidare skapa en tredimensionell profil. (Gali-3d.com, 2011)

5 Användningsområden

Det är möjligt att utnyttja 3D scanning inom många olika branscher, och inom vissa branscher vid flera arbetsstegen. Branscher som använder sig av 3D scanning är stort sett sådana som jobbar med tillverkning, design, utveckling, konstruktion, testning, undersökning, eller motsvarande arbete. Målet med 3D scanningen är inom många branscher att uppnå bättre kvalitet, samt att spara pengar och tid. (3dscanco.com, 2012)

5.1 Tillverkningsindustri

Inom tillverkningsindustrin kan man ha stor nytta av 3D scanning. Det är möjligt att utnyttja 3D scanning i ett tidigt skede av en tillverkningsprocess, redan på idé eller koncept fasen. En idé eller ett koncept förvandlas ofta av en designer till en handgjord, fysisk modell. Istället för att fysiskt göra ändringar på modellen scannas den till en digital form, där det är lättare att göra små eller stora ändringar för att skapa ett bättre slutresultat.

I design fasen går 3D scanning att utnyttjas då man har ett fysiskt objekt, vilket skall användas för att skapa en CAD modell. Det är mycket vanligt att designers skall skapa eller anpassa deras modellering runt ett redan existerande objekt. Dessa delar som passar ihop med varandra kan också scannas, vilket leder till att designen passar ihop bättre, och mera koncist. Processen att skapa en CAD modell från en

existerande tillverkad del kallas som sagt för reverse engineering, med hjälp av vilken det är möjligt att förbättra och optimera ett objekt inom tillverkningsindustrin.

Vid prototypfasen kan 3D scanning utnyttjas på en mängd olika sätt. Det vanligaste är för att minska antalet processcykler som är nödvändiga inom prototypfasen. Ett objekt vilket är konstruerat med hjälp av 3D scanningsdata kräver endast en eller inga prototyper, eftersom dess design utnyttjar exakta mätningar från verkligheten. Det går också att utnyttja 3D scanning vid prototyp skedet för att skapa objekt i olika skalor.

I produktions skedet framkommer det ofta att det sker så kallad "hand trimning", vilket är små ändringar som manuellt gjorts för att uppnå önskat slutresultat. Med hjälp av 3D scanning är det möjligt att överföra manuella ändringarna till verktyg, så att alla tillverkade delar matchar efter produktionen. Det går också att använda 3D scanning för att analysera verktygsslitage under en tillverkningsprocess, och om verktyget används på ett rätt sätt. Den informationen kan användas för att förutspå eller hindra att ett verktyg går sönder, och i fall det går sönder kan 3D scanningsdata användas för att återskapa delen.

Det används också 3D scanners för kvalitetskontroll. Delar som producerats scannas ofta med kontaktfria metoder, för att snabbt kunna inspektera och få en överblick formen och storleken av ett objekt, och upptäcka möjliga fel eller misstag. Ifall delen som tillverkats har mycket bulthål eller borrar kan kontakta scanningsmetoder användas för granskning, men processen tar längre tid. Mjukvara används ofta tillsammans med 3D scanning vid kvalitetskontroll för att upprätthålla kvalitet och dokumentation för tillverkningsprocessen.

Med hjälp av 3D scanning inom tillverkningsindustrin är det möjligt att spara mycket tid och kostnader. För en typisk tillverkningsprocess är det möjligt att uppnå en 75 % reduktion i kostnader genom att utnyttja 3D scanning i många olika tillverkningskedor. (3dscanco.com, 2012)

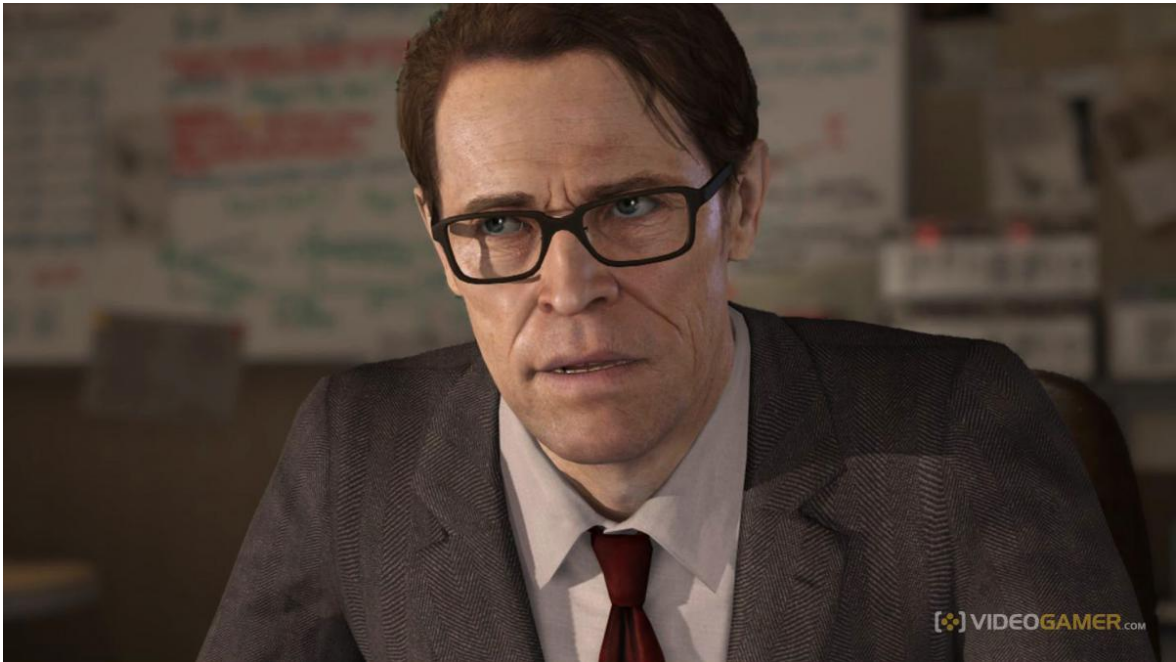
5.2 Spel- och filmindustri

Det vardagliga livet har under de senaste tiotals åren, och fortsätter dagligen att bli mer digitalt och interaktivt genom webben, spel samt television. På grund av detta har också förväntningarna för verkliga objekt inom den virtuella världen blivit betydligt högre. Tolkningarna från riktiga världen förväntas vara mer realistiska hela tiden. Ett av de bästa sätten att skapa en virtuell modell är genom att använda 3D scanning.

Om man vill skapa en animation eller en digital modell för ett spel eller en film kan det vara tidskrävande. Det är betydligt mycket snabbare att 3D scanna ett objekt, istället för att manuellt bygga upp det, för att skapa en digital modell, vilken sedan är bearbetbar av animatörer. Inom filmindustrin används 3D scanning traditionellt för att skapa modeller för animationer, eller för att hjälpa skapa bättre specialeffekter. (dirdim.com, 2015)

I tidiga skeden inom spelindustrin har 3D scanning inte varit nödvändigt. Spelen har förut haft en så låg resolution, att modeller och animatörer har klarat av att skapa digitaliseringar för hand. Eftersom hårdvaran till datorer och konsoler har utvecklats enormt, har det också möjliggjort skapandet av mer realistiska modeller och visualiseringar. Virtuella modeller för spel har snabbt blivit så detaljerade att det inte längre lönar sig att manuellt bygga upp dem. Istället används 3D scanning för snabbt kunna skapa en detaljerad visualisering på ett föremål eller en människa.

Det svåraste att visualisera inom spelindustrin är ofta människor, speciellt ansikten. Med hjälp av 3D scanning har det blivit möjligt att skapa väldigt noggranna visualiseringar på människor och ansikten. Teknologin passar spel- och filmindustrin också bra på grund av att animatörer kan jobba vidare på ett scannat objekt. Det är möjligt att modifiera på virtuella modellen så att den passar bättre in i omgivningen, eller få objektet att se exempelvis söndrigt ut. (Graphinesoftware.com, 2014)



Figur 8: En figur i ett spel som visualiserats med hjälp av 3D scanning.

5.3 Hälsovård

Inom hälsovården har 3D scanning blivit allt mer användbar eftersom en 3D scanner kan snabbt, och relativt enkelt fånga mätningar från en människas ansikte eller kropp. På grund av att varje människa har ett unikt utseende, kan läkare med hjälp av 3D scanning skapa personliga, unika medicinska produkter för sina patienter.

Scannrar inom hälsovård används för att fånga 3D former på patienten inom ortopedi och tandvård. I tandvården kan 3D scanning utnyttjas exempelvis för att skapa tandställningar, eller dentala implantat för patienter. Det är också möjligt att skapa ansiktsmasker, anpassade handskar eller motsvarande för behandling av brännskador.

Då man skapar proteser för patienter kan man också ha nytta av 3D scanning. Proteser kan skapas till så gått som alla kroppsdelar. En scannad kroppsdel underlättar skapandet av en protes betydligt. Mjukvara används också för att

konstruera och modifiera proteser, så att den är unik till patienten. (Lmi3d.com, 2011)

5.4 Historie- och olycksundersökning

Historiska eller kulturellt viktiga föremål kan vara svåra att undersöka på grund av att de är spröda, och därför lätt kan gå sönder eller ta skador av fysisk beröring. Som hjälpmedel till undersökning av sådana föremål används ofta kontaktfria 3D-scanningsmetoder.

Med hjälp av att scanna ett historiskt föremål är det möjligt att undersöka objektet på dator, i en digital form, utan risken att det kan skadas. Det är också vanligt att liknande föremål 3D-scannas för att skapa kopior. Muséer kan använda kopior för undersökning, eller för utställningar. Kulturella eller historiska föremål scannas också för dokumentering. En dokumenterad tredimensionell fil av ett föremål är till enorm hjälp, då ett historiskt föremål underhålls, eller restaureras helt. (cyark.org, 2006)

Vid olycks- eller brottsfall kan man ha stor nytta av 3D-scanning. Poliserna runt i världen har redan i många år använt sig av 3D-scanningsmetoder för att dokumentera olycks- eller brottsplatser. Det är ett effektivt sätt att dokumentera, eftersom omgivningen dokumenteras som just sådan den varit vid olycksfallet. Efteråt kan man digitalt analysera olycksplatsen som en orörd omgivning, istället för att hamna på platsen där det också är möjligt att små ändringar har skett.

Slutmålet med 3D-scannad data är naturligtvis att få reda på vad som har hänt vid en olycksplats. Det är möjligt med hjälp av mjukvara och scannad data att få reda på ursprungspunkten av möjliga blodfläckar, eller var och av vilken riktning ett vapen har avfyrats. Det är också möjligt att skapa animationer av vad som har hänt.

Eftersom 3D scanningen sker genast efter ett olycksfall, vid en ännu orörd omgivning, kan dokumenteringen också användas som ett starkt bevis inom eventuella rättegångar. (Nordicgeocenter.com, 2011)

6 Framtiden inom 3D scanning

Framtiden inom 3D scanning ser positiv ut, men det är ändå omöjligt att säga hur den kommer att se ut. Det finns i princip inga begränsningar på hur mycket området kan utvecklas i framtiden, men man kan ändå spekulera hur det kan se ut några tiotals år framåt.

Det som framförallt kommer utvecklas är tekniken inom 3D scanning, vilket kan öppna dörrar till nya möjligheter. Teknikens tillgänglighet och förenkling kommer antagligen att vara stora förbättringar i framtiden. Detta innebär att 3D scanning möjligtvis också används mera inom privatbruk. Tekniken skulle exempelvis kunna implementeras på en mobiltelefon, så att den direkt av bilder skapar tredimensionella modeller.

Eftersom tekniken kommer att utvecklas i framtiden, kommer också precisionen för digitala modellen att bli bättre. Det skulle exempelvis kunna vara möjligt att 3D scanningen också känner till materialet på objektet, eller känner igen roterande axlar direkt i den digitala modellen.

Inom hälsovården kan man i dagens läge använda 3D scanning till hjälp för skapandet av proteser. I framtiden kan man tänka sig att scanna hela kroppen från en människa, för att exempelvis efter en olycka, eller anors bara föråldring, kunna operera människan enligt digitala modellen. Också inom spelindustrin kan man tänka sig att scanna hela sin kropp, för att sedan ladda upp den och spela med sin egna kropp på nätet. (Creaform3d.com, 2009)

6.1 Aerial Castles

Aerial castles var ett 3D scannings- och printprojekt, vilket var ett samarbete mellan TenboAir och EtreScan. Slottet ligger nära New Orleans, och var byggt på 1980-talet av Simon Villemarette. Han var uttråkad på att bygga traditionella hus, och byggde ett litet slott istället, trots att dess ända uppgift var att fungera som en fiskekoja.

Projektet gick ut på att 3D scanna slottet, och sedan 3D printa en miniatyr, utan att vara på plats för att fotografera objektet. TenboAir använde ett experimentellt fjärrstyrt obemannat flygplan (s.k. "drone") vilket hade en GoPro kamera monterat på sig, för att filma slottet. Efter att dronen filmat objektet skapades en digital modell av 3D scanningen, varefter det printades en miniatyr med hjälp av en 3D scanner. Slutresultatet blev bra, och detta kan vara en inblick i hur framtiden kan se ut för 3D scanning. (Entrescan.com, 2015)

7 Avslutning

Examensarbetet beskriver 3D scanning på en allmän nivå, och också lite om 3D printning. I arbetet gicks igenom 3D scannings historia, själva scanningsprocessen, och de vanligaste teknikerna som används för att 3D scanna ett objekt. Också de mest allmänna användningsområden diskuterades, fastän det finns säkert möjlighet att utnyttja 3D scanning i många andra branscher till stor nytta.

I slutet diskuterades också framtiden inom 3D scanning, vilken ser mycket positiv ut. Inom privatbruk är en 3D scanner inte ännu allmänt, vilket har mycket att göra med det höga priset. En 3D scanner kan kosta upp till tiotusentals euro, och kan ännu kräva ett eget datorprogram som hanterar den scannade datan. Dessutom kan det finnas så mycket scanningsdata, att det också ställer relativt stora krav på datorn som används.

Personligen tror jag att framtiden inom 3D scanning inom de kommande tiotals åren ligger just inom den privata sektorn. Det är mycket sannolikt att tekniken blir vanligare och utvecklas. Detta leder till att tekniken också blir billigare, och därför också kommer att locka mera privatpersoner. Om också 3D printningstekniken följer samma mönster, kan vem som helst snart hemma skapa vilken som helst produkt.

Källor

M.M.M. Sarcar, K. Mallikarjuna Rao, K. Lalit Narayan, 2008

Computer Aided Design and Manufacturing

K. Olson, T. Persson, 2001

Shape from Silhouette Scanner Tillgänglig:

<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:18671/FULLTEXT01.pdf>

Examensarbete, University of Linköping

Bcs.org, *25 Years of High Definition 3D Scanning: History* Tillgänglig:

http://www.bcs.org/upload/pdf/ewic_ev14_s19paper3.pdf Hämtad: 3.3.2015

Prosolve.fi, *Prodigit 3D-skannauspalvelut* Tillgänglig: <http://www.prosolve.fi/digit/>

Hämtad: 4.3.2015

Shapegrabber.com, *How Shapegrabber 3D Scanners Work* Tillgänglig:

<http://www.shapegrabber.com/solutions-how-it-works.shtml>

Hämtad: 5.3.2015

Laserdesign.com, *3D Laser Scanning* Tillgänglig:

http://www.laserdesign.com/learn_more.aspx Hämtad: 5.3.2015

Wikipedia.org, *Point cloud* Tillgänglig:

http://en.wikipedia.org/wiki/Point_cloud Hämtad: 6.3.2015

Wikipedia.org, *Volume rendering* Tillgänglig:

http://en.wikipedia.org/wiki/Volume_rendering Hämtad: 6.3.2015

Wikipedia.org, *Image segmentation* Tillgänglig:

http://en.wikipedia.org/wiki/Image_segmentation Hämtad: 9.3.2015

Wikipedia.org, *Image-based meshing* Tillgänglig:

http://en.wikipedia.org/wiki/Image-based_meshing Hämtad: 9.3.2015

Reverseengineering.com, *What is reverse engineering?* Tillgänglig:

<http://www.reverseengineering.com/what-is-reverse-engineering.html> Hämtad:

11.3.2015

3dprinting.com, *What is 3D printing?* Tillgänglig:

<http://3dprinting.com/what-is-3d-printing/> Hämtad: 12.3.2015

home.lagoa.com, *What is the right 3D scanner for you?* Tillgänglig:

<http://home.lagoa.com/2014/04/whats-the-right-3d-scanner-for-you/> Hämtad:

13.3.2015

ignour.ac.in, *Coordinate Measuring Machines (CMM)* Tillgänglig:

<http://www.ignou.ac.in/upload/Unit-8-62.pdf> Hämtad: 16.3.2015

Faro.com, *3D Measurement Arm Technology* Tillgänglig:

www2.faro.com/site/resources/share/2104 Hämtad: 17.3.2015

R. Lange, *3D Time-of-Flight Distance Measurement* Tillgänglig:

<http://d-nb.info/960293825/34> Hämtad 18.3.2015

Creaform3d.com, *Short-range 3D scanning technologies* Tillgänglig:

<http://www.creaform3d.com/blog/2012/12/short-range-3d-scanning-technologies-an-overview/> Hämtad: 19.3.2015

Optimet.com, *Basics of conoscopic holography* Tillgänglig:

http://www.optimet.com/Our_Technology.php Hämtad: 24.3.2015

Hometrica.ch, *Passive 3D Scanning Systems* Tillgänglig:

<http://www.hometrica.ch/docs/passivesystems.pdf> Hämtad: 25.3.2015

Gali-3d.com, *What is 3D-stereoscopy*

Tillgänglig:

<http://www.gali-3d.com/en/techno-co-je-3d-stereo/techno-co-je-3d-stereo.php>

Hämtad: 27.3.2015

3dscanco.com, *Who can benefit from 3D scanning* Tillgänglig:

<http://www.3dscanco.com/about/3d-scanning/benefits.cfm>

Hämtad: 2.4.2015

Dirdim.com, *Almost everything you wanted to know about 3D scanning* Tillgänglig:

http://www.dirdim.com/lm_everything.htm

Hämtad: 8.4.2015

Graphinesoftware.com, *3D Scanning for Video Games*, Tillgänglig:

<http://graphinesoftware.com/blog/2014-12-18-3d-scanning-for-video-games>

Hämtad: 8.4.2015

Lmi3d.com, *Medical Applications In 3D Scanning*, Tillgänglig:

<http://marketing.lmi3d.com/medical-applications-in-3d-scanning> Hämtad: 9.4.2015

Cyark.org, *Laser Scanning for Cultural Heritage Applications*, Tillgänglig:

<http://www.cyark.org/news/laser-scanning-for-cultural-heritage-applications>

Hämtad: 10.4.2015

Nordicgeocenter.com, *3D-laserskannaus forenssisessa rikospaikka/tapaturmatutkimuksessa*,

Tillgänglig:

<https://nordicgeocenter.wordpress.com/2011/05/23/3d-laserskannaus-forenssisessa-rikospaikkatapaturmatutkimuksessa/> Hämtad: 10.4.2015

Creaform3d.com, *The future of 3D scanning*, Tillgänglig:

<http://www.creaform3d.com/blog/2009/09/the-future-of-3d-scanning/> Hämtad:

14.4.2015

Entrescan.com, *Aerial Castles*, Tillgänglig:

<http://entrescan.com/blog/2015-02-08-Aerial-Castles>

Hämtad: 16.4.2015

Figurkällor

Figur 1: REPLICA laser scanner, hämtad: 22.4.2015. Tillgänglig:

http://vr.isdale.com/3DScanners/3d_scan_history/history.htm

Figur 2: Punktmoln, hämtad 22.4.2015. Tillgänglig:

<http://w3.impa.br/~boris/sib2003.html>

Figur 3: CAD modell på 3D scannad bil, hämtad 22.4.2015. Tillgänglig:

<http://www.creaform3d.com/blog/2013/09/product-designers-using-3d-scanners-for-product-development-%E2%80%93-from-dream-to-reality/>

Figur 4: 3D printad fluga, hämtad 22.4.2015. Tillgänglig:

<http://mossandfog.com/2013/06/06/3d-printed-bowtie/>

Figur 5: Mätarm, hämtad 22.4.2015. Tillgänglig:

www2.faro.com/site/resources/share/2104

Figur 6: Trianguleringsteknik, hämtad 22.4.2015. Tillgänglig:

<http://www.deskeng.com/de/3d-scanning-101/>

Figur 7: Konoskopisk holografi, hämtad 22.4.2015. Tillgänglig:

http://www.optimet.com/our_technology.php

Figur 8: Spelfigur, hämtad 22.4.2015. Tillgänglig:

<http://graphinesoftware.com/blog/2014-12-18-3d-scanning-for-video-games>