

CHALMERS



3D-Skanning med Laserlinje

och Webkamera

DANIEL KRISTOFFERSSON

Examensarbete

Högskoleingenjörsprogrammet för datateknik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Institutionen för data- och informationsteknik

Göteborg 2012

Innehållet i detta häfte är skyddat enligt Lagen om upphovsrätt, 1960:729, och får inte reproduceras eller spridas i någon form utan medgivande av författaren. Förbudet gäller hela verket såväl som delar av verket och inkluderar lagring i elektroniska och magnetiska media, visning på bildskärm samt bandupptagning.

Förord

Detta examensarbete är utfört vid intuitionen för Data- och Informationsteknik, Chalmers Tekniska Högskola (CTH). Detta moment är den avslutande delen inom högskoleingenjörsprogrammet för datateknik och omfattar 15 högskolepoäng. Initiativet till arbetet utfördes på förslag av min handledare Sakib Sistek.

Jag skulle vilja ge ett stort tack till min handledare Sakib Sistek som har stöttat mig under projektets med- och motgångar och kommit med förslag och vägledning vid hinder.

Jag vill även rikta ett speciellt tack till Daniel Kron, Martin Olsson och Simon Larsson som har delat synpunkter och idéer under utförandet av detta examensarbete.

Göteborg juni 2012

Daniel Kristofferson

Abstract

In conjunction with 3D scanning using a linelaser and a webcam there are many factors that affect the scanning result. Many of these lies with the hardware limitations and lighting conditions. There are many solutions for 3D scanning. Old solutions are further developed and new solutions are introduced all the time. The purpose of this study is to evaluate software and hardware and compare it with other 3D scanning techniques. As the work progressed, various experiments were conducted to test the limitations of software and hardware. The report contains conclusions and suggestions for how to reach acceptable scan results within reasonable limits.

Sammanfattning

I samband med 3D-skanning med laser och en webbkamera finns ett stort antal faktorer som påverkar skanningsresultatet. Många av dessa ligger hos hårdvara begränsningar och ljusförhållanden. Det finns många lösningar för 3D-skanning. Gamla lösningar vidareutvecklas och nya lösningar införs hela tiden. Syftet med denna studie är att utvärdera programvara och hårdvara och jämföra dessa med andra 3D-skannings tekniker. Under arbetets gång har olika experiment utförts för att testa begränsningar hos mjukvara och hårdvara. Rapporten innehåller slutsatser och förslag till hur man kan nå acceptabla skanningsresultat inom rimliga gränser.

Definitioner

PLY: Polygon File Format

STL: Standard Tessellation Language

BPS: Bilder Per Sekund

PSE: Playstation Eye

VGA: Video Graphics Array

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Problem	1
1.3 Syfte	2
1.4 Avgränsning.....	2
2. Metod.....	3
3. Teknisk Bakgrund.....	4
3.1 3D-Skanner	4
3.1.1 Introduktion	4
3.1.2 Tekniker.....	4
3.1.2.1 Kontakt	4
3.1.2.2 Icke-Kontakt.....	4
3.2 Hårdvara.....	5
3.2.1 Webkamera	5
3.2.1.1 Playstation Eye	5
3.2.1.2 WebCam Live! Pro av Creative.....	5
3.2.2 Laser.....	6
3.3 Mjukvara	6
3.3.1 Skanning.....	7
3.3.1.1 MakerScanner	7
3.3.1.2 DAVID Laserscanner	9
3.3.1.3 Grasp3D	9
3.3.1.3.1 Line Sweeper.....	10
3.3.1.4 Vi3Dim.....	11
3.3.2 Bearbetning	11
3.3.2.1 MeshLab.....	12
3.3.2.2 Blender.....	12
3.3.2.3 GOM Inspect.....	12
4. Genomförande	13
4.1 Förforskning	13
4.2 Experiment	15
4.2.1 MakerScanner	15
4.2.2 DAVID Laserscanner	18
4.2.3 Grasp 3D och Vi3Dim	18
4.3 Begränsningar.....	19
4.3.1 Skanningsprogram	19
4.3.1.1 MakerScanner	19
4.3.1.2 DAVID Laserscanner	20
4.3.2 Bearbetningsprogram	22
4.3.2.1 MeshLab.....	22
4.3.2.2 Blender.....	22

4.3.3 Skanning med projektor.....	23
5. Resultat	25
5.1 Skanningsprogram.....	27
5.1.1 MakerScanner	27
5.1.2 DAVID Laserscanner	28
5.2 Bearbetningsprogram.....	29
5.2.1 MeshLab	29
5.3 Skanning med Line Sweeper.....	30
5.4 Jämförelse mellan MakerScanner och DAVID Laserscanner	30
5.5 Jämförelse med Strukturerat ljus.....	34
6. Slutsats	38
6.1 Resumé	38
6.2 Kristisk diskussion.....	38
6.3 Fortsatt forskning	40
REFERENSER	41

Figurförteckning

Figur 1.....	7
Figur 2.....	8
Figur 3.....	10
Figur 4.....	16
Figur 5.....	17
Figur 6.....	17
Figur 7.....	18
Figur 8.....	19
Figur 9.....	20
Figur 10.....	21
Figur 11.....	21
Figur 12.....	22
Figur 13.....	23
Figur 14.....	23
Figur 15.....	24
Figur 16.....	24
Figur 17.....	25
Figur 18.....	25
Figur 19.....	25
Figur 20.....	25
Figur 21.....	26
Figur 22.....	26
Figur 23.....	26
Figur 24.....	27
Figur 25.....	27
Figur 26.....	27
Figur 27.....	27
Figur 28.....	28
Figur 29.....	28
Figur 30.....	28
Figur 31.....	28
Figur 32.....	29
Figur 33.....	29
Figur 34.....	30
Figur 35.....	30
Figur 36.....	30
Figur 37.....	30
Figur 38.....	31
Figur 39.....	31
Figur 40.....	31

Figur 41	31
Figur 42	32
Figur 43	32
Figur 44	32
Figur 45	32
Figur 46	32
Figur 47	32
Figur 48	33
Figur 49	33
Figur 50	34
Figur 51	34
Figur 52	34
Figur 53	34
Figur 54	35
Figur 55	35
Figur 56	35
Figur 57	35
Figur 58	36
Figur 59	36
Figur 60	36
Figur 61	36
Figur 62	37
Figur 63	37

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Under de senaste åren har 3D-skanning blivit allt mer vanligare ute på marknaden, teknologin används inte enbart för skanning av föremål och fasta objekt utan det finns många andra områden där skanning kan tillämpas. Det finns en stor potential för detta inom medicin. Ett exempel är att man skulle kunna skanna in en hel kropp på en person och skulle det vara så att personen råkar ut för en olycka, där exempelvis en näsa har blivit deformerad, så kan man med hjälp av den inskannade data använda detta för att rekonstruera en identisk näsa. Det finns även stora möjligheter inom organtransplantationer där det skulle kunna vara möjligt att skanna inre organ för att senare skriva ut dessa och använda dem vid en transplantation. Eftersom organ är känsliga bör skanning ske utan beröring och detta är utmärkt för en 3D-skanner med laserteknik. [1][2]

Ett annat bra användningsområde är exempelvis industrin där man oftast gör modellering eller använder många reservdelar som är svåra att få tag på eller inte tillverkas längre. Då kan man mycket enkelt designa eller skanna en del med en 3D-skanner för att sedan skriva ut en kopia med hjälp av en 3D-skrivare. Bilföretaget Audi använder 3D-skrivare för att skriva ut delar vid modellering av nya bilmodeller. [3]

Det finns många befintliga lösningar men som har olika begränsningar och är till för att skanna olika saker, dessa skall undersökas.

1.2 Problem

Tekniken för 3D-skanning finns och olika lösningar har framställts men vilken teknik är bättre än den andra och vad är dess fördelar och nackdelar. Det finns både lösningar som är gratis och som kostar pengar, det vill säga kommersiella lösningar. Är det värt att betala för tekniken eller kan man nöja sig med lösningar som är gratis.

1.3 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att utvärdera befintliga lösningar och mjukvara för 3D-skanning med laserteknik som är gratis att använda. Dessa skall sedan jämföras med resultat från andra tekniker såsom strukturerad ljus teknik som man betalat för och avgöra vilken teknik som är bättre än den andra.

1.4 Avgränsning

Arbetet kommer att fokusera på att undersöka resultat från inskanning med hjälp av billigare kommersiella produkter samt om man kan förbättra resultatet så att man kan nå ett identiskt resultat som en kommersiell 3D-skanner.

Dock kommer inte följande att ingå i arbetat:

- Djupare förståelse av bildalgoritmer eller bildanalys och kunna applicera detta genom att utveckla eller förbättra mjukvara för 3D-skanning utan användning av existerande mjukvara kommer att användas.
- Konstruera eller utveckla egen hårdvara eller prototyp. Prototypen skall bestå av kommersiella produkter dock om det så krävs kommer små modifikationer att göras.

Dessutom kommer följande att användas:

- På marknaden finns det olika typer av laser men jag kommer att avgränsa mig till den vanligaste formen av laser som används ute på marknaden i och med att den passar mina syften i detta arbete.
- Linjelaser.

2. Metod

Följande produkter har använts som ett led för att undersöka möjligheterna bakom 3D-skanning med laserteknik:

- Laser.
- Playstation Eye samt olika web kameror.
- Gratis mjukvara samt Open source mjukvara.
- Projektor.
- Dator.

Under dem första veckorna utfördes en forskning för att studera hur en kamera och en laser fungerar. Sökandet efter lämplig mjukvara gjordes på nätet där större del av informationen kring olika 3D-skannings tekniker befann sig.

Mjukvara användes för att jämföra resultat från dem olika teknikerna så som strukturerat ljus och laserteknik. Skanning utfördes i olika miljöer för att testa gränser.

Egna tankar kring mjukvaran och dess funktioner framställdes efter användning och med hjälp av jämförelser från resultat från dem olika teknikerna.

3. Teknisk Bakgrund

3.1 3D-Skanner

3.1.1 Introduktion

En 3D skanner är en enhet avsedd för insamling av ett föremåls form och textur. Den insamlade data används för att återskapa objektet i en digital miljö i form av ett tredimensionellt objekt. För att skanna ett föremål används vanligtvis laser eller ljus för att mäta avståndet mellan skannern och föremålet. [4]

En kalibrering utförs innan eller efter inskanningen av föremålet och denna process utförs i mjukvaran för att bland annat bestämma skannerns position, rotation och avståndet mellan skannern och föremålet för att bestämma skalan på objektet. [5]

3.1.2 Tekniker

3D-skanners bygger på många olika tekniker för att samla information om ett föremåls form. Dessa tekniker delas huvudsakligen upp i två kategorier nämligen kontakt och icke-kontakt. [6]

3.1.2.1 Kontakt

Dessa 3D-skannrar bygger fysiskt beröring av objektet för att samla information om föremålets former. Dessa skannrar används ofta i en industriell miljö och är väldigt precisa. Ett exempel på en kontakt 3D skanner är "coordinate measuring machine" även kallat CMM. Denna maskin använder en tredimensionell skala för att avläsning av X,Y och Z koordinaterna i en punkt i objektet och maskinen styrs av en maskinoperatör eller en dator. [7]

3.1.2.2 Icke-Kontakt

- Time-of-flight
- Triangulation
- Conoscopic holography
- Laser skanner
- Strukturerat ljus
- Modulerat ljus

3.2 Hårdvara

3.2.1 Webkamera

Webkameror har blivit allt mer vanligare idag och använts vardagligt för kommunikation och videosamtal över nätet. Dess förmåga att fånga bilder och video visar sig vara väldigt bra inom 3D-skanning då detta är en brygga mellan Vår värld och den digitala världen. Denna egenskap används inom 3D-skanning då man överföra det kameran ser till datorn och översätta till digital form. [8]

3.2.1.1 Playstation Eye

Playstation Eye är en populär produkt från "Sony Computer Entertainment" och är ett tillbehör till Playstation 3 där spelaren med hjälp av en kamera kan styra vad som händer i ett spel i realtid. Kameran är ljuskänslig vilket är en fördel om man använder den i kombination med 3D-skanning då laserns upptäcks lättare i mörkare miljö. Kameran har även fördelen att den är mycket billigare än andra kameror som finns ute på marknaden med tanke på dess prestanda.

Dem flesta webkamerorna ute på marknaden har endast 30 Hz medan PSE har upp till 120 Hz beroende på upplösningen och stöd från mjukvaran. Kameran har 60 Hz vid upplösningen 640x480 och 120 Hz vid upplösningen 320x240 och använder sig av USB 2.0 vilket leder till snabbare prestanda. PSE kameran har endast 2 lägen av fokus. Ett läge är 50 grader och ett läge är 75 grader vilket motsvarar nära och lite längre bort.

3.2.1.2 WebCam Live! Pro av Creative

Kameran är tillverkad av Creative och används inom chatt och videosamtal. Den klarar 30 Hz vid upplösningen 640x480 vilket ger klara och detaljrika bilder. Utöver detta har kameran en inbyggd mikrofon och använder USB 2.0. [24] Kameran lanserades under 2005 och har klassificerats som "End of Service Life" vilket betyder att inga nya drivrutiner släpps för denna produkt. [9]

Det är en äldre teknologi men det går fortfarande att använda denna med dagens nyare teknologi vilket är bra då man inte behöver köpa nyare hårdvara för att bygga en 3D-skanner. Man kan alltså ta en gammal kamera man har liggandes i hemmet och börja bygga.

3.2.2 Laser

Laser är en teknik som man ofta ser användas inom musik och underhållningsbranschen på grund av dess förmåga att synas på långt avstånd och varianter av olika attraktiva färger vilka rör sig bland annat i takt med musiken. Ordet laser kommer från engelskan: "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation". "Light Amplification" är en egenskap som laser har, dess förmåga att kunna koncentreras till en bestämd punkt och senare spridas i en bestämd riktning, ett exempel är linjelaser som projiceras som en linje från ljuskällan. Laser har många fler användningsområden både inom industrin och vardagen. En laser med en starkare energi källa kan bränna och användas för att skära och det är denna egenskap man använder bland annat inom medicin inom operationer som till exempel ögonlaseroperation där det är väldigt viktigt med precision för att inte skada några vävnader. En tillräckligt stark laser kan till och med skära igenom stål eller svetsning.

Laser teknik används mer än vad man tror, dem flesta tänker inte ens på att dem använder det för att den är dold för ögat. Några exempel på detta är CD,DVD och BlueRay spelare, Playstation 3 och Xbox 360 där lasertekniken används för att läsa data från skivor. Laserteknik används även i affärer för att läsa in data från streckkoder. [10]

Det finns över tusen olika sorters laser och dessa är indelade i olika typer. Dem mest kända typerna är: Gaslaser, Kemisk laser, Färgämneslaser, Förångad-metall laser, Fast tillståndslaser, Halvledar-laser. [11]

3.3 Mjukvara

För att skanna objekt användes ett antal olika program. Varje program har sina fördelar och nackdelar och är bra på att skanna olika saker. Vägen från att skanna ett föremål och få in dess information i digitaliserad miljö är indelad i 2 huvuddelar. Vid skanning använder man sig utav skanningsprogram. Dessa skanningar måste bearbetas och sättas ihop och detta gör man med bearbetningsprogram. Det finns idag många program som både fungerar som skanningsprogram och bearbetningsprogram som till exempel DAVID Laserscanner. Man måste dock införskaffa en licens för att utnyttja denna funktion.

3.3.1 Skanning

När man skannar är det viktigt att komma ihåg att olika tekniker är bra för olika ändamål. Vissa tekniker kan till och med vara bra på för flera ändamål medan andra tekniker är bra för ett specifikt ändamål.

3.3.1.1 MakerScanner

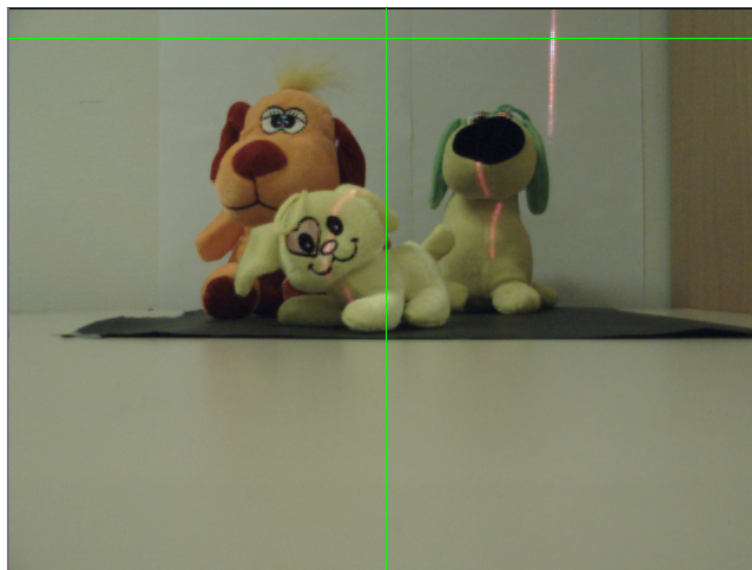
Version 0.3.1

MakerScanner är öppen källkod och är tillgänglig för allmänheten.

Tekniken fungerar med hjälp av en kombination av enkel matematik och kalibrering för att räkna ut avstånd till varje punkt i rummet. De grundläggande komponenterna som behövs för att möjliggöra en skanning med detta program är följande:

- Linjelaser
- Webbkamera
- Dator
- Plan vit bakgrundsytta
- MakerScanner

Föremålet som skall skannas placeras framför den plana bakgrundsytan. Ytan bör vara vit för att få så bra resultat som möjligt då det blir lättare för kameran att upptäcka laserlinjen. Ytan är referensen för programmet och alla punkter på föremålet registreras av kameran och jämförs med punkterna från ytan. [12]



Figur 1. Laserlinjen som skall jämföras med måste finnas längst till vänster och ovanför den horisontella gröna linjen.

Linjelaser används för att svepa en lodrät linje fram och tillbaka över föremålet från vänster sida av kameran. På så sätt skapas en linje på föremålet och till höger av denna linje skapas en linje vid referens ytan.



Figur 2. Avståndet mellan dem två linjerna räknas om till avstånd för varje enskild punkt från väggen.

Alla punkter som registreras visas som blåa punkter av programmet och när hela föremålet är täckt av blåa punkter är det lagom att avsluta skanningen.

När skanningen är klar tas alla punkter som inte tillhör figuren bort med hjälp av ett bearbetningsprogram.

3.3.1.2 DAVID Laserscanner

Version 3.3.0

David Laserscanner är ett gratisprogram som möjliggör skanning och digitalisering av 3-dimensionella föremål. Det fungerar att skanna med programmet och spara resultatet i OBJ format men vill man sätta ihop flera skanningar och skapa en fullständig skanning av föremålet måste man låsa upp dessa funktioner genom att skaffa en licens.

Innan man kan påbörja en skanning måste en kalibrering fullgöras. DAVID Laserscanner har utvecklat en egen kalibreringsmiljö där man kalibrerar och skannar mot ett hörn som har vinkeln 90 grader. [13]

Efter en lyckad kalibrering kan man skanna med vald teknik. DAVID Laserscanner stöder nämligen både skanning med laserteknik samt skanning med Strukturerad ljus teknik där man använder en projektor istället för linjelaser.

Följande komponenter används för skanning: [14]

- Webkamera
- Linjelaser
- DAVID Laserscanner
- Två bakgrundspaneler
- Dator

3.3.1.3 Grasp3D

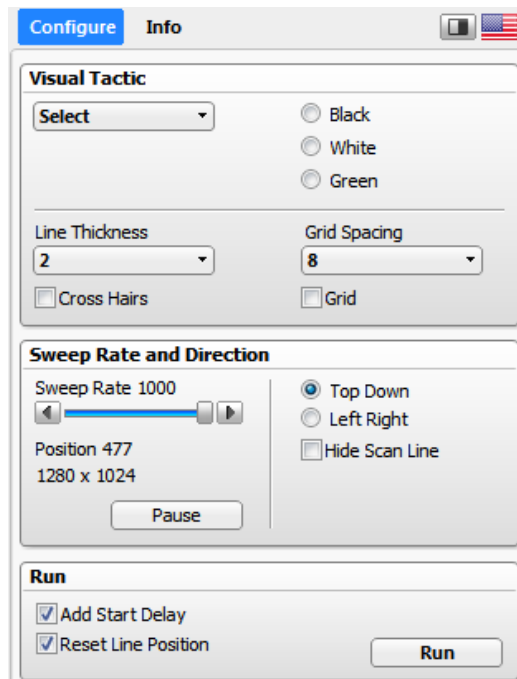
Version 1.0 Build 142 ALPHA Rev.1.3

Grasp3D är ett 3D-skanningsprogram som med hjälp av en laserlinje och en referensyta kan skanna föremål i 3D. Till skillnad från MakerScanner och DAVID Laserscanner så är dess algoritm baserad på topografi. Det vill säga skillnader i ytans olika höjder. Tekniken fungerar så att man sveper en laserlinje över föremålet och låter kameran infånga detta. Programmet registrerar processen och beräknar laserns olika vinklar och skapar en representation av föremålet i digitaliserad miljö. Programmet visar resultatet under skanningsprocessen vilket lättar då man kan se vart man behöver svepa laserlinjen ytterligare en gång. [15]

3.3.1.3.1 Line Sweeper

Line Sweeper är en enkel lösning ifall man saknar en laserlinje. Det är en mjukvara för simulering av en laserlinje som erbjuds av skaparna av Grasp3D. Det som behövs är Programmet, en dator och en projektor.

Det finns möjlighet att ställa in bakgrunds färg samt färg på linjen men det är tyvärr begränsat till följande färger:



Figur 3. Inställningar för Line Sweeper.

3.3.1.4 Vi3Dim

Version 1.2

Vi3Dim är ett kommersiellt program som möjliggör skanning av föremål med textur i 3D. Programmet består av kraftfulla algoritmer och behöver därför en dator med hög prestanda enligt följande: [16]

Processor: Intel P4 3.0 Ghz eller motsvarande AMD.

Grafikkort: 3D Accelerated.

Minne: 2 GB RAM.

Support för Operativsystem: Win2000, Win7x32 Win7x64, Win98, Win-Other, WinXP, WinVista, WinVista-x64.

För att kunna skanna behöver man ett par komponenter och mjukvara. Följande är vad som behövs:

- Dator
- Rutnät med svarta och vita rutor (Checkboard)
- Webkamera
- Vi3Dim

Själva skanningen är simpel för man behöver endast filma objektet med kameran och rotera objektet. Programmet skapar objektets polygonyta med bifogad textur. När skanningen är klar sparar man resultatet i valt format. [17]

3.3.2 Bearbetning

Det räcker inte med att enbart skanna ett objekt för ingen kamera kan fånga alla vinklar. Det man måste göra är att bearbeta den data man får från skanningsprogrammen och det är just detta bearbetningsprogrammen är till för. Man måste ta bort data som man inte vill ha med och sedan bifoga dem olika skanningarna för att tills slut erhålla en fullständig skanning av föremålet i 3D. För att ta bort, finjustera och inspektera data från skanningsresultaten testades olika program.

3.3.2.1 MeshLab

Version 1.3.1

MeshLab är ett program skapat för ändamålet att bearbeta och editera 3D objekt. Programmet påbörjades 2005 av ett par elever från Universitetet Pisa i Italien och idag fortsätter dem att utveckla programmet och släpper nya versioner löpande. Det medföljer användbara verktyg för editering, rensning, inspektion, rendering och konvertering dessa polygonytor. [18]

Programmet är baserat på "VCG" Biblioteket som är skrivet i C++ och används för manipulering och bearbetning av trianglar och tetraediska polygonytor. [19]

3.3.2.2 Blender

Version 2.62.0 Rev.44136

Utvecklingen av Blender började så tidigt som 1993 med ändamålet att skapelse av 2D och 3D objekt. Huvudsakligen är Programmet riktat mot design världen samt animering inom film för att skapa 3D-visualiseringar.

Blender var först ett betal program men under 2002 gick företaget i konkurs och det bestämdes för att fortsätta projektet som öppen mjukvara istället för att sluta vidareutvecklingen av det helt. [20]

3.3.2.3 GOM Inspect

Version 7.5 Hotfix 4, Rev.59073 Build 2012-03-01

GOM Inspect är en fri mjukvara för bearbetning av 3D data. Denna mjukvara är framförallt inriktad för industriell tillämpning. Funktioner som ingår i denna mjukvara är exempelvis 3D bearbetning av polygonytor, verktyg för granskning av 3D modeller samt importering av CAD data. Den senare funktionen kan användas för att skapa 3D modeller av CAD data. [21] En annan mycket viktig funktion är att man kan jämföra ytor mellan två inskannade objekt. Detta är användbart om man vill jämföra hur föremålet avviker i ytorna mellan två olika inskanningsmetoder. Detta görs genom att först sätta samman resultat av de två inskannade objekten och sedan presenteras avvikelserna visuellt.

Det finns även en fullversion av GOM Inspect som innehåller fler verktyg för bearbetning av 3D data som ger bättre visuell representation av vissa egenskaper av 3D objektet. [22]

4. Genomförande

Varje programvara testades för att upptäcka gränser och användarområden. Olika experiment utfördes i olika miljöförhållanden som påverkade skanningsresultaten på olika sätt.

Detta examensarbete kommer att försöka besvara på dessa frågor under arbetets gång:

- Hur stor skillnad blir det om man skannar med en vanlig webbkamera, en laser och gratis mjukvara jämfört med om man använder en kommersiell 3D-skanner?
- Blir resultatet bättre/sämre jämfört med andra tekniker såsom Strukturerat ljus?
- Måste man betala mycket för att uppnå acceptabla resultat? Hur mycket ska man betala? Är det hårdvaran eller arbetet bakom det och dess mjukvara man betalar för?

4.1 Förforskning

I det tidiga stadiet av arbetet var det fortfarande oklart vad som behövdes och vilka program som skulle väljas. Det dök hela tiden upp nya program. Alla lösningar liknade varandra men detta kunde man inte inse vid den tidpunkten.

Det bestämdes först för att enbart använda PSE kameran men eftersom denna inte fungerade i samband med DAVID Laserscanner på grund av problem med drivrutiner så infördes en alternativ webbkamera.

Sökningar gjordes via nätet där stor information av 3D-teknik finns vilket gjorde det lätt att få en större bild över problemet på en kortare tid eftersom allt var lättillgängligt. En föreläsning besöktes där ämnet bestod av 3D-skanning med laserteknik som genomfördes av ett företag vilket använder tekniken för bland annat optisk deformationsmätning av ytor, kvalitets kontroll av tillverkade föremål och "Reverse engineering". "Reverse engineering" är en process som innefattar hur man tar en produkt och går igenom detaljer och konstruktion av produkten och dess funktioner. [23]

Dessa program har valts att användas under experimenten. Nedan är en kort beskrivning av dessa.

MakerScanner v.0.3.1

Detta program valdes på grund av dess enkelhet och faktumet att det är öppen källkod vilket gör det möjligt att lära sig hur lösningen fungerar eftersom man får titta på koden samt att det inte kostar något.

DAVID Laserscanner v.3.3.0

Skanningsresultaten detta program gav var väsentligt bättre än alla andra program som möjliggjorde 3D-skanning med laserteknik utan kostnad. Detta program erbjöd möjligheten att skanna och spara resultatet i ett minimerat format. Men vill man ta del av programmets fulla potential var man tvungen att skaffa en licens.

Grasp 3D v.1.0 Build 142 ALPHA Rev.1.3

Programmet visade sig vara en kombination av MakerScanner och DAVID Laserscanner eftersom kalibreringen liknade MakerScanner och behövde en platt bakgrundsytta och sedan fanns möjlighet att få med texturen separat som DAVID Laserscanner. Eftersom programmet hade dessa egenskaper och var lättare att använda än DAVID Laserscanner var det intressant att testa hur resultaten skulle bli.

Vi3Dim v.1.2

Detta program använder inte laserteknik för att skanna föremål men var väldigt enkelt att använda och gav ett imponerande resultat vilket var anledningen jag valde att ta med det i rapporten.

MeshLab v.1.3.1

Programmet stödde det mesta formaten vilket var huvudsaken till varför det valdes att jobba med. Dessutom verkade användargränssnittet vänligt och behagligt att använda. Programmet är även öppen källkod vilket även betyder att det är gratis.

Blender v.2.62.0 Rev.44136

Blender rekommenderas av MakerScanner till användas vid bearbetning och är även den öppen källkod. Programmet har ett mer komplicerat användargränssnitt än MeshLab men har fler funktioner. Programmet erbjuder mer funktioner än vad som behövs för att bearbeta 3d-skanningar vilket gör mig lite skeptisk till att behöva använda den men det vore intressant hur resultatet kommer skilja sig till MeshLab.

GOM Inspect V7.5 Hotfix 4, Rev. 59073 Build 2012-03-01

Detta program används av professionella företag som erbjuder 3D-skanning som en tjänst. Programmet är gratis att använda och kan användas för att bland annat jämföra olika skanningar och se hur dem skiljer sig åt i till exempel skala. Detta kommer användas för att jämföra dem olika resultaten från skanningsteknikerna som nämns tidigare i rapporten.

4.2 Experiment

Olika experiment/tester utfördes för att testa begränsningar hos dem olika programmen som valdes.

En av redskapen för att möjliggöra 3D-skanning är en dator för att köra mjukvara.

Datorer med följande specifikation har använts:

Dator1

Dell Vostro 1720

Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU P7570 @ 2.26 GHz 2.27 GHz

8.00 GB RAM

64-bit Operativsystem Windows 7 Professional

Graffik: NVIDIA GeForce 9600M GS

Dator2

Dell Vostro 230

Pentium(R) Dual-Core CPU E6700 @ 3.20GHz 3.19GHz

2,00 GB RAM

32-bitars operativsystem Vista Home Basic SP2

Graffik: Integrated Intel(R) G41 Express Chipset

4.2.1 MakerScanner

För att förstå hur mjukvaran fungerar så började jag med att skanna olika objekt från olika vinklar där laserlinjen projicerades från olika vinklar ur webkamerans perspektiv. Efter flera försök lyckades skanningarna och detta var då lasern befann sig på vänster sida av kameran vilket ledde till en aning om hur programmet fungerar.

Följande testades:

- Skanning i olika ljusmiljöer.
- Skanning från olika vinklar.
- Skanning från olika avstånd.
- Skanning där objektet befinner sig från olika avstånd från kalibreringsytan.

För att en skanning ska lyckas och för att man ska få rätt djup för varje punkt måste lasern finnas på vänster sida av kameran. Detta såg man tydligt när man försökte skanna ett föremål och projicerade laserlinjen från olika vinklar. Man fick endast ett djup när laserlinjen projicerades från vänster sida av kameran.

Bevis hittades för detta i källkoden där laserns avstånd från kameran var ca 20 cm.

Taget ur filen "ScanThread.cpp

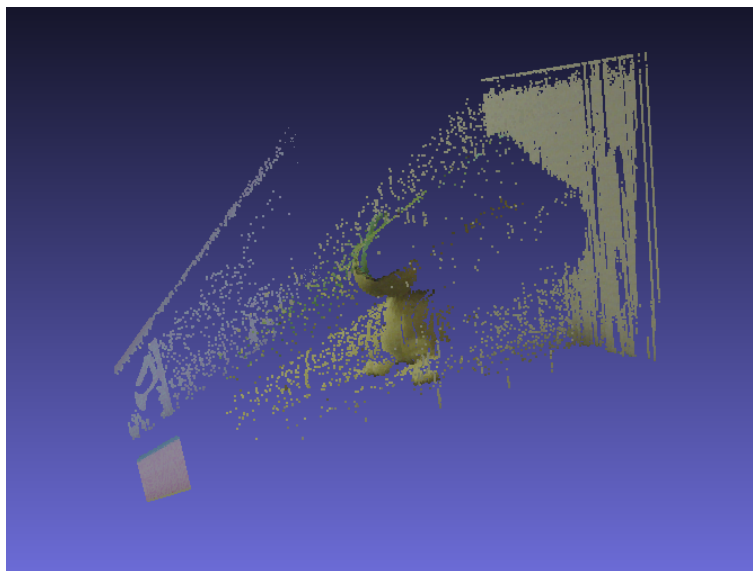
```
"#define DISPARITY_DISTANCE 19.8 // distance between the camera and  
the laser mirror in cm"
```

För att kunna få fokus av objekt vid mellan läge får man använda något för att hålla fast zoomen. Jag använde mig utav tejp för att hålla linsen på plats.



Figur 4. Tejp bitarna håller linsen på plats.

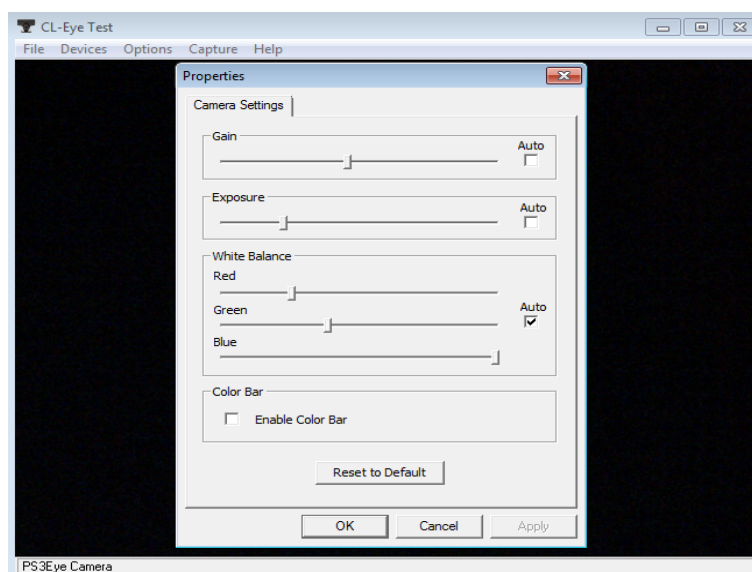
Om laser linjen inte är lika tjock överallt får blir det svårt att skanna ty kameran lyckas inte se den tunnare delen och då måste man justera belysningen i rummet. Nackdelen med detta blir att den tjockare delen av linjen syns för mycket vilket påverkar noggrannheten när man skannar och man får mycket brus, dvs. massa punkter som har fel position.



Figur 5. Skanning med Linjelaser före bearbetning.

Resultatet visade sig i form av flera prickar som innehöll information om position i x,y,z planet samt information om färg för varje prick.

Justeringen av kamerans inställningar gick inte att påverka inom programmet. Detta gick att lösa genom att justera det med ett externt program.



Figur 6. Inställningar för kameran

4.2.2 DAVID Laserscanner

Det här programmet skilde sig från MakerScanner eftersom det inte använde en platt kalibrerings yta då tekniken här var annorlunda. Här gjordes skanning mot ett hörn där vinkeln var 90 grader.

Satte ihop följande arbetsmiljö för att programmet skulle fungera och för att kalibrering vore möjlig.



Figur 7. Skanningsbås med mönster för kalibrering och Skanningsföremål.

När kalibrering blev möjlig kunde experimenten börja.

Följande testades:

- Kamerans position för lyckad kalibrering.
- Kamerans avstånd från kalibreringsmönstret.
- Skanning i olika ljusmiljöer.

4.2.3 Grasp 3D och Vi3Dim

På grund av tekniska fel samt begränsningar hos hårdvaran lyckades inte programmen testas. Det bestämdes därför att inte ha med dessa i resultaten då det fanns tillräckligt med material att användas vid jämförelser med andra 3D-skanningstekniker.

4.3 Begränsningar

4.3.1 Skanningsprogram

4.3.1.1 *MakerScanner*

Laserns position måste befinna sig till vänster om kameran. Vid skanning ser man att 2 linjer syns.

Programmet fungerar så att den mäter avståndet mellan dessa 2 linjer. En linje som syns på föremålet man skannar och en linje som syns inom kalibrering området. Ifall linjen inte syns inom kalibrering området så registrerar inte programmet några punkter. Eftersom lasern måste ha ett bestämt avstånd från kameran och faktumet att man måste skriva kamerans position från kalibrering området kan man anta att den räknar ut positionen för varje punkt med hjälp trigonometri.



Figur 8. En svart yta används för att filtrera bort oönskade punkter under skanning.

För att hjälpa bearbetningen av resultatet kan man använda en svart yta under föremålet man vill skanna. Detta fungerar eftersom lasern syns dåligt när man belyser mörka ytor vilket hjälper att begränsa vad man vill skanna. Man ser detta tydligt i figur 25 som använder en mörk yta jämfört med figur 24. Detta är även en nackdel ifall föremålet man vill skanna har en mörk yta men man kan förhindra detta genom att ändra ytans egenskaper. Ett tips är att täcka ytan med ett vitt pulver.

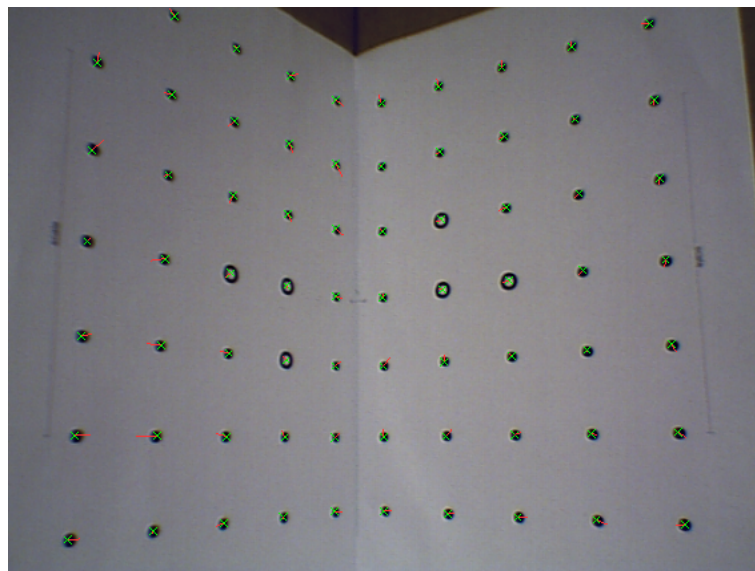
Möjligheten att skanna ett objekt har relationen att den är beroende mellan dess storlek och kalibreringsytans storlek bakom. Tekniken fungerar så länge laserlinjen syns och upptäcks av programmet. Så länge det är så kan man skanna på hur långa avstånd som helst samt hur stora objekt som helst. Eftersom synligheten minskas med avståndet så är detta sammankopplat.

Man kan inte skanna ett objekt för nära kameran för då syns inte kalibreringsområdet och laserlinjen måste både synas på föremålet samt kalibreringsytan.

4.3.1.2 DAVID Laserscanner

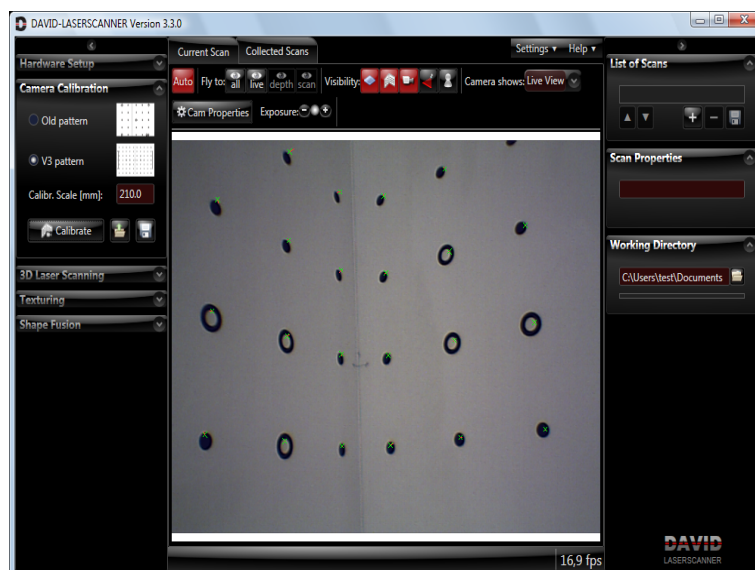
PSE kameran fungerade inte med DAVID Laserscanner programmet. Ett mail skickades till "codelaboratories" som var utgivaren av drivrutinerna för PSE kameran för OS miljö men inget svar erhöles. Därför valdes en ny kamera att användas med programmet. Kameran som valdes var WebCam Live! Pro av Creative men dess drivrutiner var inte kompatibel i 64-bit miljö och därför installerades Windows vista 32-bit. Senare släpptes en ny beta version av DAVID Laserscanner men jag hann aldrig testa kameran med denna version då jag redan var i slutstadiet av arbetet.

Innan man påbörja en skanning måste programmet kalibreras. För att kalibrering ska lyckas måste hela mönstret synas men den måste fylla hela bilden.



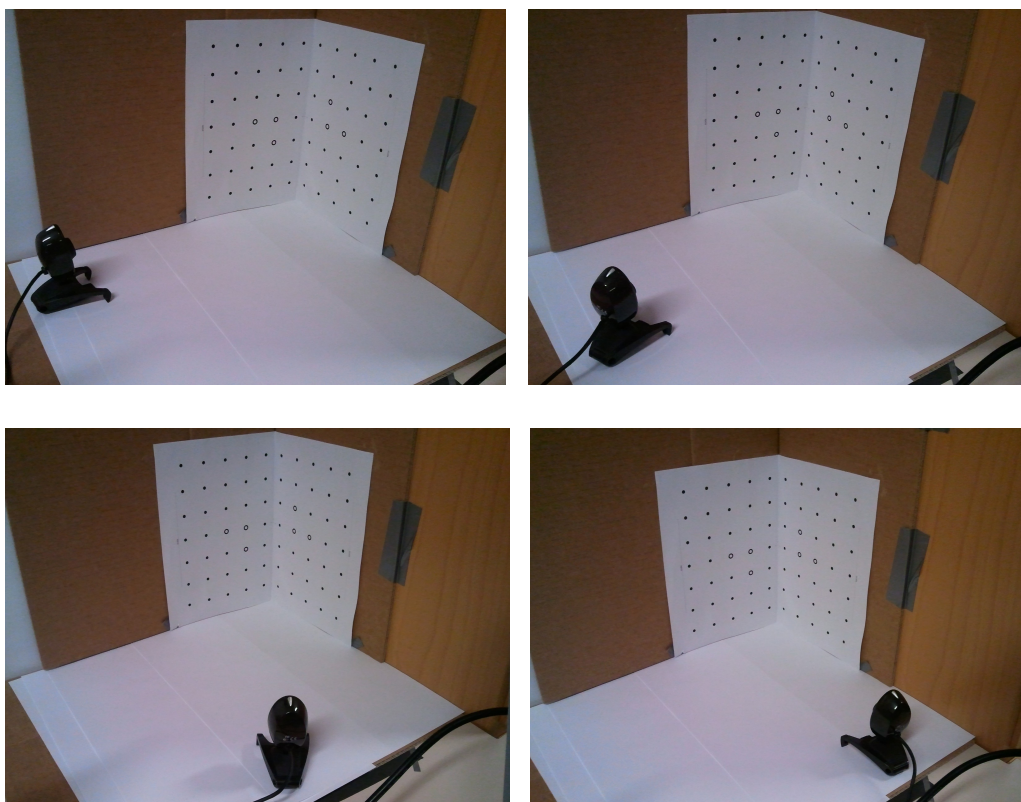
Figur 9. Vid en lyckad kalibrering markerar programmet varje punkt med ett grönt X.

Det visade sig att för en lyckad kalibrering kunde flytta kameran så nära så att dem stora cirkarna syntes men närmare än så gav en misslyckad kalibrering.

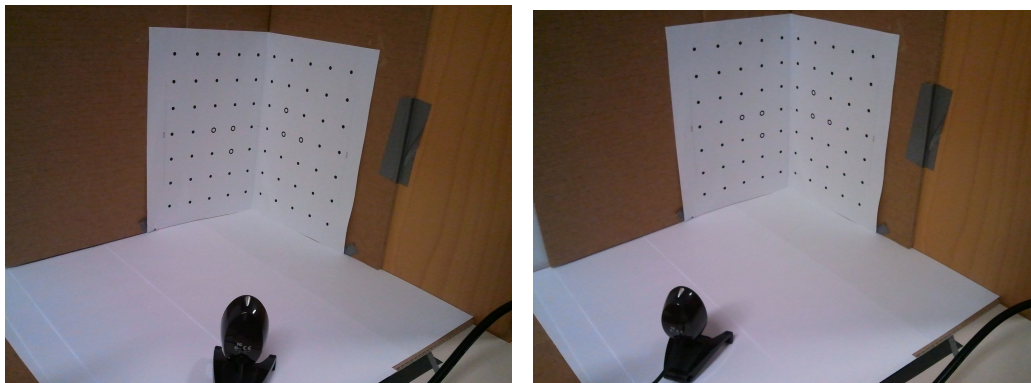


Figur 10. För en lyckad kalibrering räcker det med att dem stora cirkarna syns.

Även olika positioner av kameran testades för att se från vilka vinklar man kan få en lyckad kalibrering.



Figur 11. De fyra bilderna ovan är misslyckade kalibreringar.



Figur 12. Dem 2 figurerna ovan är lyckade kalibreringar.

4.3.2 Bearbetningsprogram

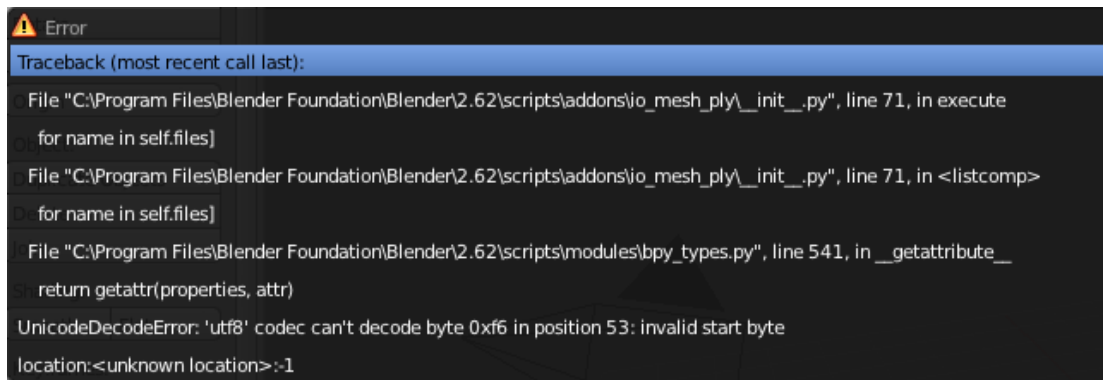
Under projektets gång användes två bearbetningsprogram men det bestämdes att endast användas en av dem på grund av programmets enkelhet och användarvänlighet. Under Resultat kapitlet kan man se hur mycket skillnad det blir efter man bearbetat data från skanningsprogrammen.

4.3.2.1 MeshLab

MeshLab visade sig redan från början vara enkelt att använda och det hade en bekväm och användarvänligt gränssnitt. Alla verktyg som användes kontinuerligt befann sig redan från början i ett arbetsfält. Vid skanning användes PLY och OBJ formaten av skanningsprogrammen och MeshLab stöder detta utan problem. Det finns även möjlighet att applicera textur på objekten ifall dess data innehöll information för detta. Programmet låter användaren att visa objektet som punkter eller dess polygonyta vilket lättar under arbetets gång då det ibland är svårt att se vilka punkter man skall ta bort.

4.3.2.2 Blender

Blender valdes att inte användas på grund av att det inte alltid gick att importera PLY filer vilket användes under arbetet med MakerScanner (se figur 13). Anledningen till detta var oklar men ledde till beslutet att arbeta vidare med MeshLab istället. En annan nackdel som Blender hade var oförmågan att applicera texturen som ingick vid import av filen. Programmet visade endast punkter och möjligheten att gå över till polygonytor var inte möjlig. Dessutom hade Blender ett mer komplicerat användargränssnitt och fler verktyg än vad som behövdes för ändamålet vilket var bearbetning av data från dem inskannade föremålen. Inlärningskurvan för programmet är hög och det är inte möjligt att lära sig programmet under den begränsade projekttiden.

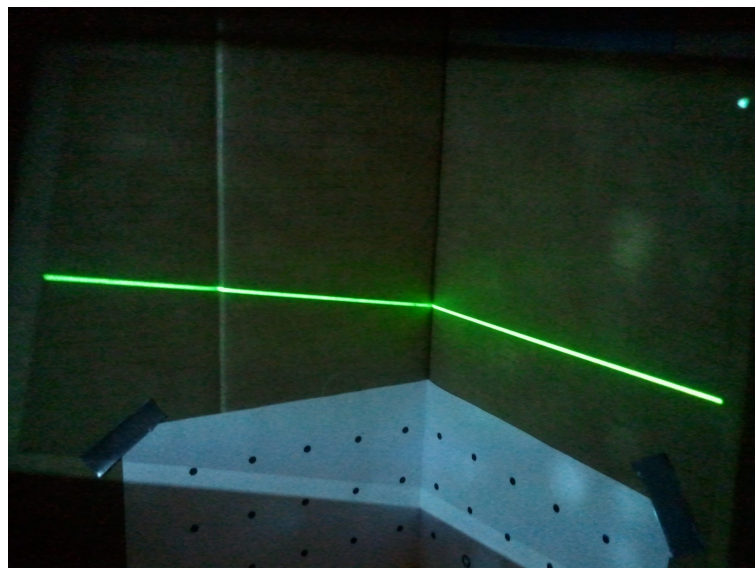


Figur 13. Felmeddelande vid importering av en PLY fil till programmet Blender.

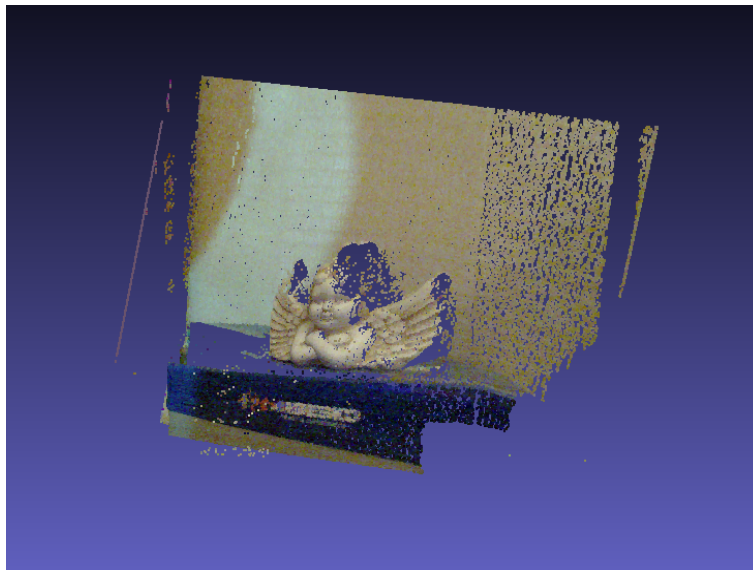
4.3.3 Skanning med projektor

Projektor som användes: LG RD-JT20

En projektor har förmågan att projicera en bild mot vald riktning. Denna egenskap utnyttjades för att simulera en laserlinje på valt föremål under skanning vilket resulterade i ersättning av lasern. Anledning till varför detta sätt att skanna var så mycket mer effektivt var möjligheten att flytta linjen stegvist i antingen lodrät eller vågrät riktning. Resultatet blev en mer precis skanning med minskad "brus" i skanningen. Det vill säga man fick mindre punkter som hade fel djup och behövde inte ta bort dessa med bearbetningsprogram. Jämför skanningsresultatet med mellan figur 5 och figur 15.



Figur 14. Projektorn projicerar en simulerad laserlinje.



Figur 15. Skanning med hjälp av projektorn.

För att skanna med Line Sweeper användes en projektor och ett stativ. Detta gjorde det lätt att positionera riktningen linjen skulle komma ifrån.



Figur 16. Skannings studio anpassad för DAVID.

5. Resultat

Detta kapitel är ämnat för resultat av både jämförelser mellan de enskilda programmen och dess begränsningar samt jämförelser av programmets resultat med resultat från andra 3D-skanningstekniker.

Det har valts 7 föremål för jämförelser som har olika storlekar och olika egenskaper hos ytan:

- Tweety
- Vattenflaska
- Människa (Ansikte)
- Gossebjur
- Datorchassi
- Hjärna
- Leksak med blank yta



Figur 17. Tweety, en känd animerad figur (miniatyr).



Figur 18. Flaska med blank yta.



Figur 19. Ansikte som skall skannas.



Figur 20. Gossebjur med delvis mörk yta.



Figur 21. Datorchassi mellan stort.



Figur 22. Liten hjärna med detaljerad yta



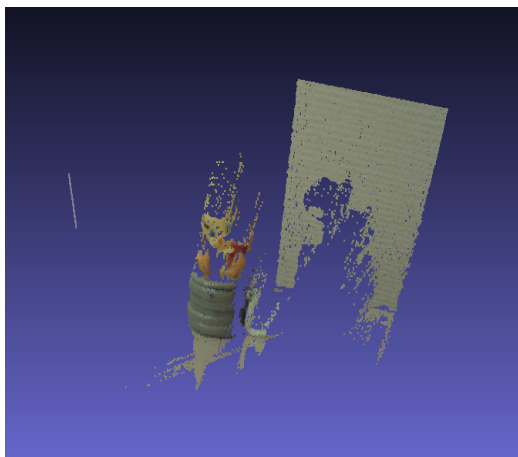
Figur 23. Leksak med en plastig och genomskinlig yta.

Dessa kommer att skannas med skanningsprogrammen för att sedan jämföra resultaten med varandra. Senare kommer det bästa resultatet att väljas och jämföras med resultat av samma föremål fast med en annan skanningsteknik som använder strukturerat ljus.

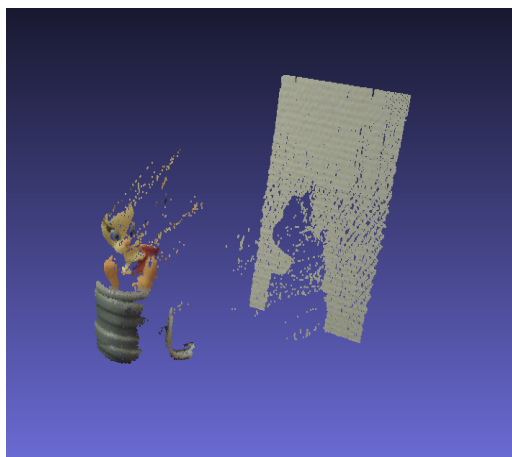
5.1 Skanningsprogram

5.1.1 MakerScanner

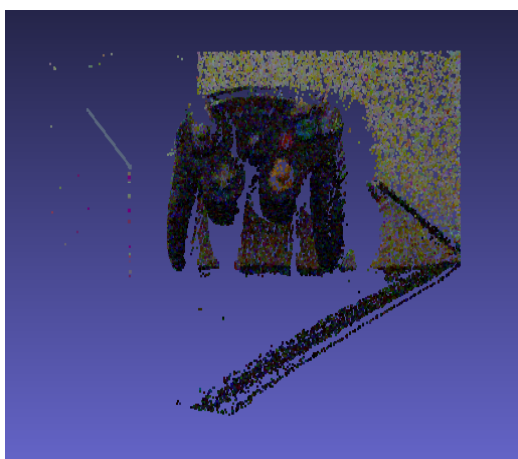
Olika tester utfördes med programmet MakerScanner för att testa dess begränsningar. Olika föremål skannades i olika ljusmiljöer samt ifall man kunde skanna flera föremål samtidigt.



Figur 24. Tweety utan svart underlägg.



Figur 25. Tweety med svart underlägg.

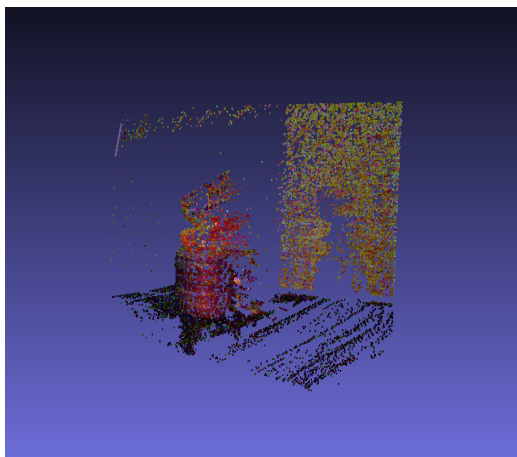


Figur 26. Gameboy kontroll i mörk miljö.



Figur 27. Gameboy kontroll i ljus miljö.

Det märktes att användning av en svart yta under föremålet som skannas förenklar bearbetningsprocessen. Figur 24 är skannad utan en svart yta och det syns i bilden att man får med punkter vilket senare behövs ta bort med ett bearbetningsprogram. Jämför man figur 25 med figur 24 ser man att dessa punkter inte togs med under skanning och behöver inte tas bort med ett bearbetningsprogram. Vid skanning i mörkare miljö uppfattas laserlinjen bättre av kameran vilket ger ett bättre resultat, detta ser man i figur 26 medan resultatet i figur 27 blev sämre. Föremålet i figur 27 och 28 skannades i ljus miljö vilket ledde till sämre resultat då laserlinjen inte syntes på den mörka blåa ytan som Gameboy kontrollen hade men däremot fick man rätt färg på föremålet.



Figur 28. Tweety i mörk miljö (nära föremål).



Figur 29. Flera gosedjur.

Det är möjligt att skanna flera föremål inom samma skanning vilket man ser i figur 29.

5.1.2 DAVID Laserscanner

När kalibrering var lyckad kunde man skanna och det visade sig att ljusförhållandet inte påverkade skanningen då under själva skanningsprocessen så skannar programmet i svart och vitt. De båda figurerna nedan är resultatet av skanning med DAVID laserscanner i ljus alternativt mörk miljö. Figurerna 30 och 31 visar tydligt att det inte blir någon skillnad när man skannar i mörk eller ljus miljö med DAVID laserscanner.



Figur 30. Hund skannad i ljus miljö med DAVID laserscanner.



Figur 31. Hund skannad i mörk med DAVID laserscanner.

Vill man få med textur kunde man göra detta innan påbörjad skanning i ljust miljö och sedan applicera detta på resultatet efter en skanning. Man ser tydligt i figur 32 att applicering av textur ger ett detaljrikare 3D-objekt.



*Figur 32. Hund skannad med DAVID laserscanner
Med applicerad textur.*

5.2 Bearbetningsprogram

Under detta delkapitel kommer det visas hur det ser ut efter man bearbetat resultat från skanningsprogrammen. Jag hade velat visa hur man sätter ihop flera skanningsbilder och skapar ett fullständigt 3D-objekt men det fanns inte tillräckligt med tid för detta.

5.2.1 MeshLab

Programmet MeshLab har använts för att ta bort oönskade punkter efter en skanning och om man jämför mellan hur skanningen såg ut innan bearbetningen och hur den såg ut efteråt så ser man en markant skillnad. Som ett exempel visar jag detta i bild 34 och 33.

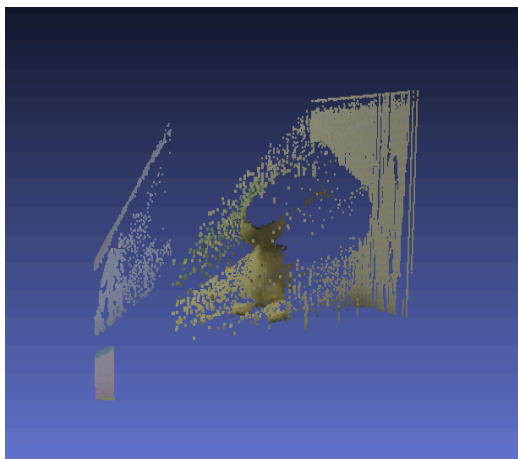


*Figur 33. Resultat efter en bearbetning
med MeshLab.*

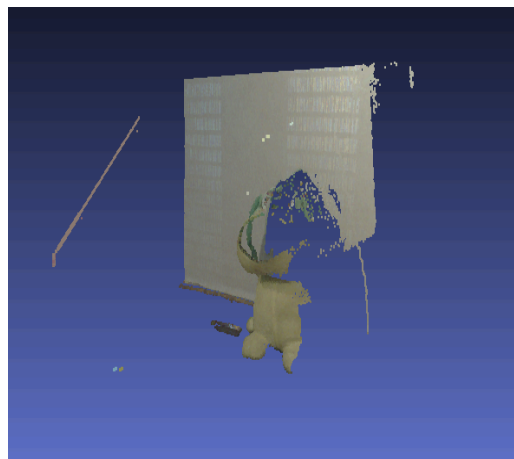
Efter man har rensat en skanning så kan man se ifall ytterligare skanning krävs från samma vinkel och sedan skannar man föremålet från en annan vinkel. När alla skanningar erhållits sätter man ihop dessa med programmet MeshLab.

5.3 Skanning med Line Sweeper

Skanning med Line Sweeper visade vara en stor hjälp då man ser tydligt av skanningsresultatet att det blir mindre brus och att man slipper bearbeta data.



Figur 34. Skanning med Linjelaser.

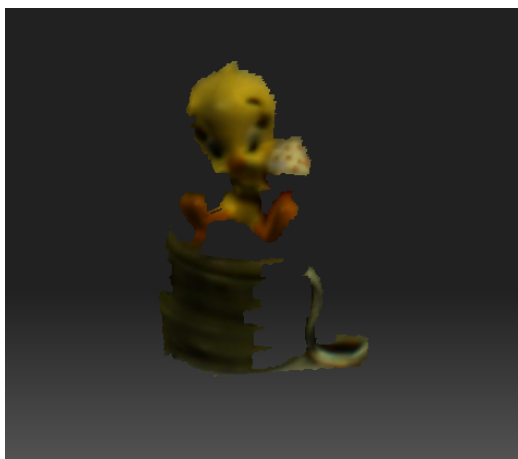


Figur 35. Skanning med Line Sweeper.

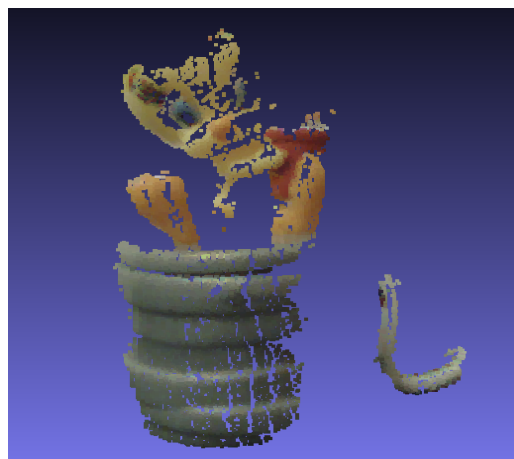
Som man ser ur figur 35 så är det mycket mindre brus vid skanning vilket betyder att man slipper bearbeta data allt för mycket med till exempel MeshLab.

5.4 Jämförelse mellan MakerScanner och DAVID Laserscanner

I detta kapitel kommer skanningsresultaten av dem sju föremålen som nämndes i början av kapitlet att jämföras. Skanningar kommer att göras med programmet DAVID laserscanner och MakerScanner.



Figur 36. Tweety skannad med DAVID laserscanner

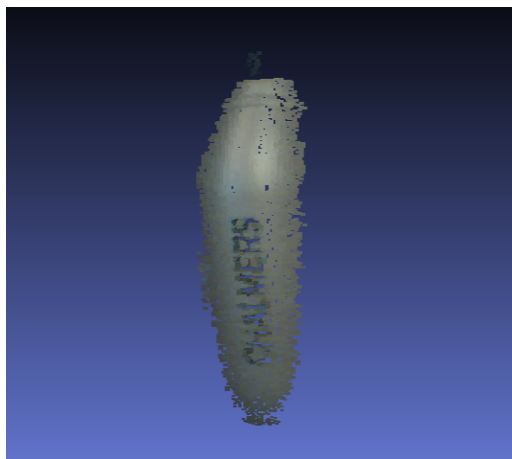


Figur 37. Tweety skannad med MakerScanner

Båda skanningsteknikerna lyckades skanna objektet (se figur 36 och 37) som var väldigt litet men personligen tycker jag att resultatet från DAVID laserscanner blev mycket bättre.

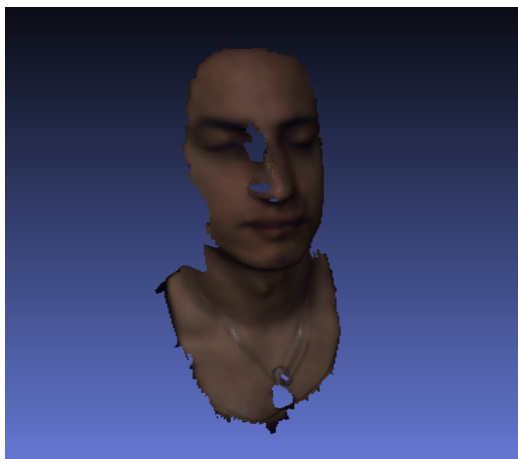


Figur 38. 0.5 litersflaska med Chalmers logga skannad med DAVID laserscanner.

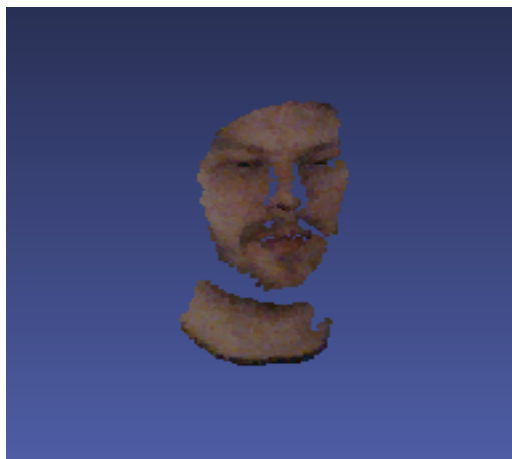


Figur 39. 0.5 litersflaska med Chalmers logga skannad med MakerScanner.

Båda teknikerna hade problem med att se blank yta (se figurer 38 och 39).



Figur 40. Skanning av ett ansikte med DAVID laserscanner.

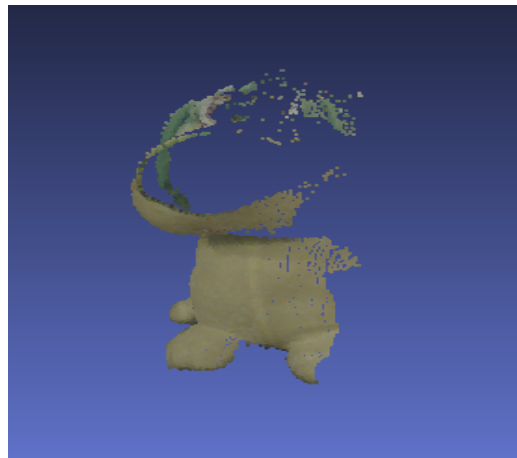


Figur 41. Skanning av ett ansikte med MakerScanner.

I figur 41 blev resultatet oklart och det är svårt att se vem som har blivit avskannad. Däremot blev resultatet detaljrikare och man kan se konturer bättre efter skanning med DAVID laserscanner som ses i figur 40.



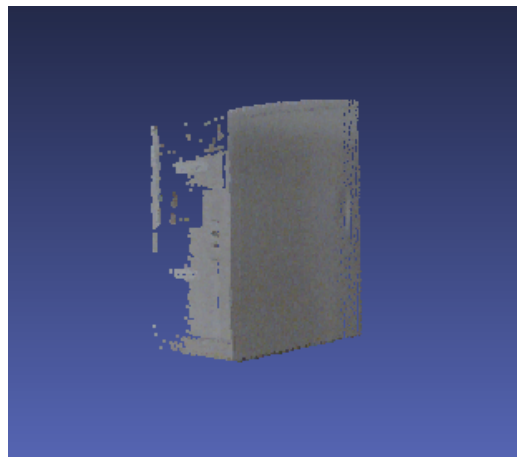
Figur 42. Mellanstort gosedyr skannad med DAVID laserscanner.



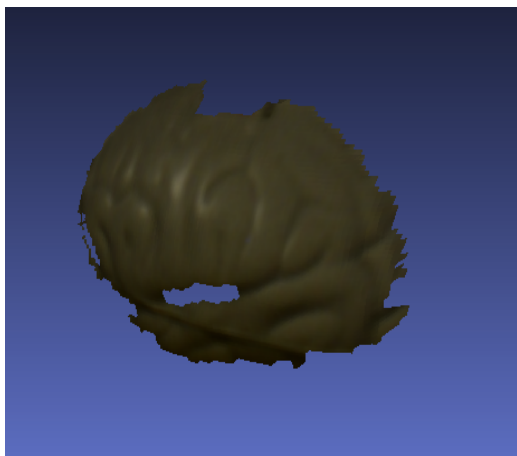
Figur 43. Mellanstort gosedyr skannad med MakerScanner.



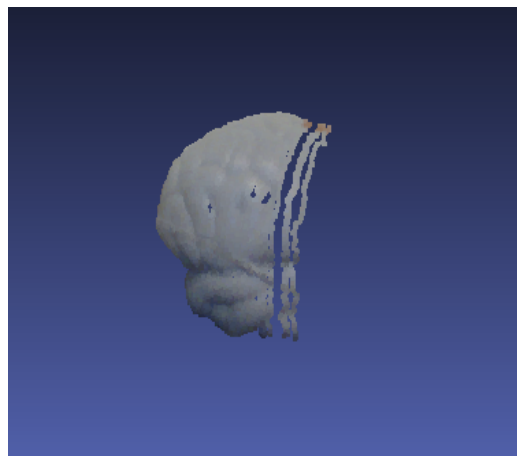
Figur 44. Vitt datorchassi skannad med DAVID laserscanner.



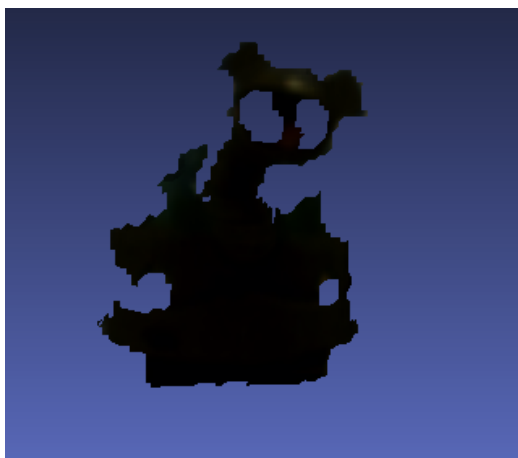
Figur 45. Vitt datorchassi skannad med MakerScanner



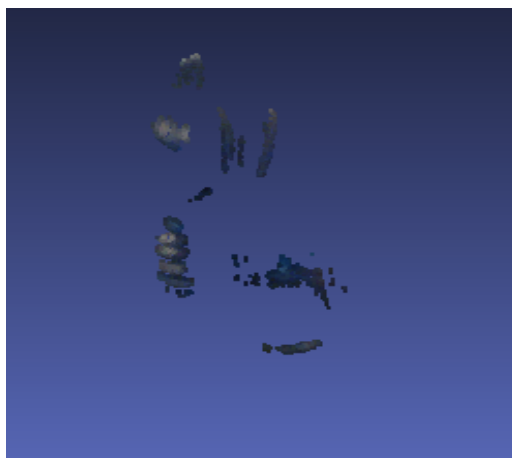
Figur 46. Hjärna skannad med DAVID laserscanner



Figur 47. Hjärna skannad med MakerScanner



Figur 48. Leksak skannad med DAVID laserscanner



Figur 49. Leksak skannad med MakerScanner

Skanningsresultaten visar tydligt att DAVID laserscanner uppnår bättre resultat än MakerScanner. Figur 42 är ett bra exempel på hur det ser ut efter applicering av textur på objektet. Denna textur går att välja bort medan MakerScanner applicerar textur under skanning och går inte att välja bort.

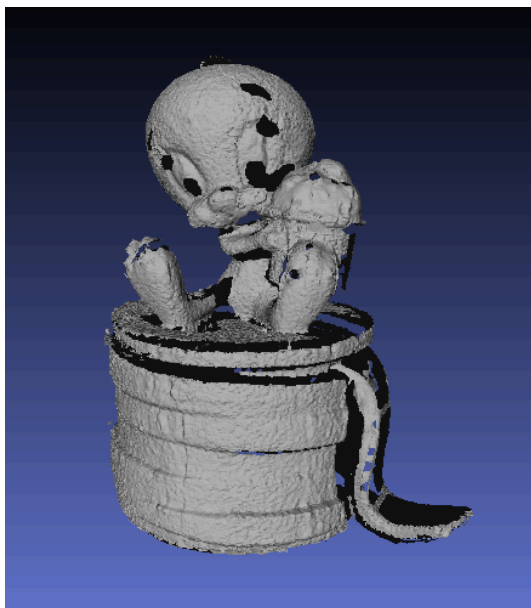
Skanning med laserteknik visar sig ge sämre resultat på föremål med mörka ytor, detta beror på att lasern inte upptäcks av kameran. Detta syns tydligt i figur 42, där hundens svarta nos inte upptäcktes av programmet. Detta är en nackdel med tekniken men kan även användas som en fördel vilket vi ser i figur 8, där vi använde egenskapen för att filtrera bort oönskat skanningsresultat.

Både MakerScanner och DAVID laserscanner visar sig vara dåliga på att skanna föremål med genomskinlig yta då kameran inte kan se laserlinjen eftersom den lyser igenom ytan (se figur 48 och 49).

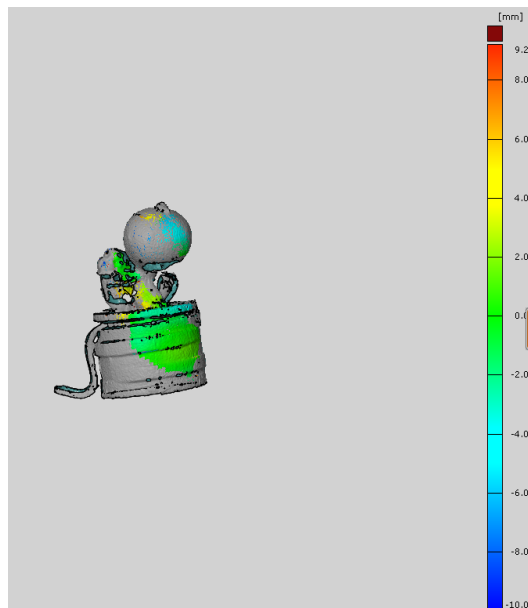
Denna del i kapitlet har bekräftat vilket skanningsprogram som ger ett bättre resultat. Nu återstår det att jämföra resultaten från skanning med laserteknik med resultat från skanning med strukturerad ljusteknik.

5.5 Jämförelse med Strukturerat Ljus

Under detta delkapitel visas jämförelser av resultat mellan DAVID Laserscanner som hade betydligt bättre resultat enligt personlig åsikt och resultat från ett kommersiellt skanningssystem som använder strukturerat ljus för att skanna. För att göra en jämförelse mellan resultaten används programmet GOM Inspect som först sätter samman objekten. När objekten har bifogats samman sker en jämförelse mellan ytorna för att se hur mycket de skiljer sig åt.



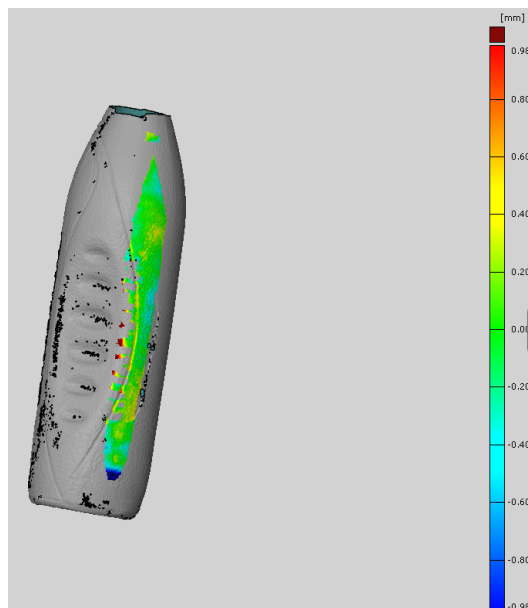
Figur 50. Tweety skannad med strukturerad ljus teknik.



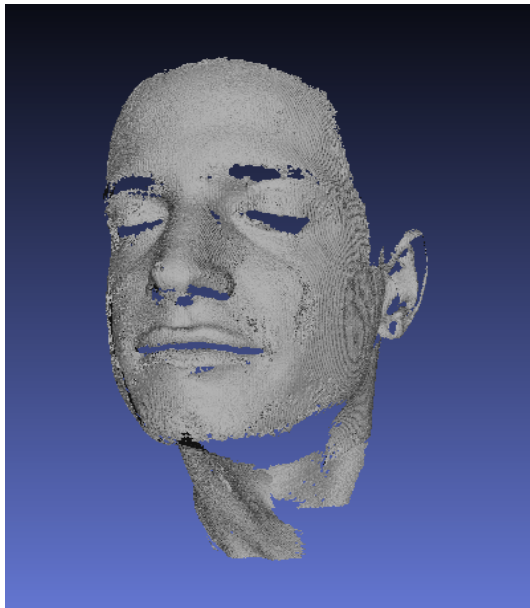
Figur 51. Jämförelse mellan DAVID laserscanner och strukturerad ljus teknik.



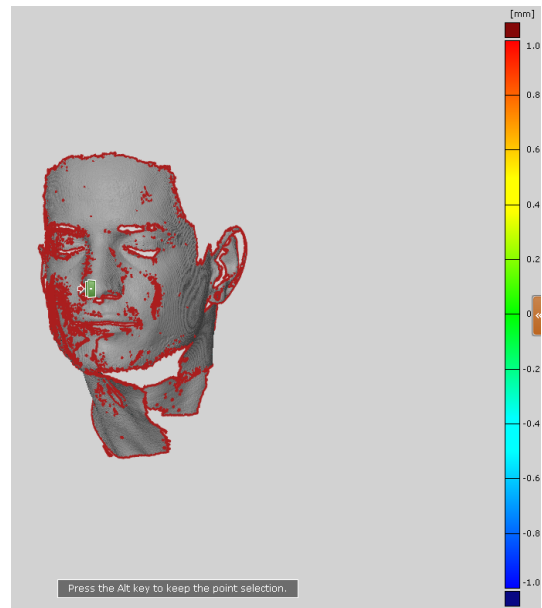
Figur 52. 0.5 liters flaska med Chalmers logga skannad med strukturerad ljus teknik.



Figur 53. Jämförelse mellan DAVID laserscanner och strukturerad ljus teknik.



Figur 54. Ansikte skannad med strukturerad ljus teknik.

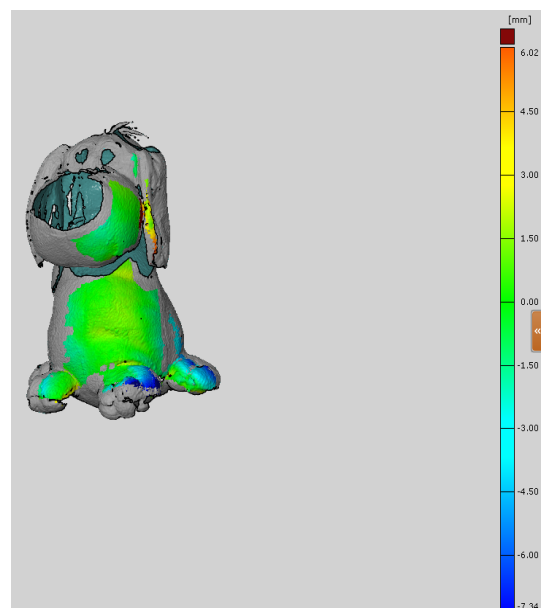


Figur 55. Jämförelse mellan DAVID laserscanner och strukturerad ljus teknik.

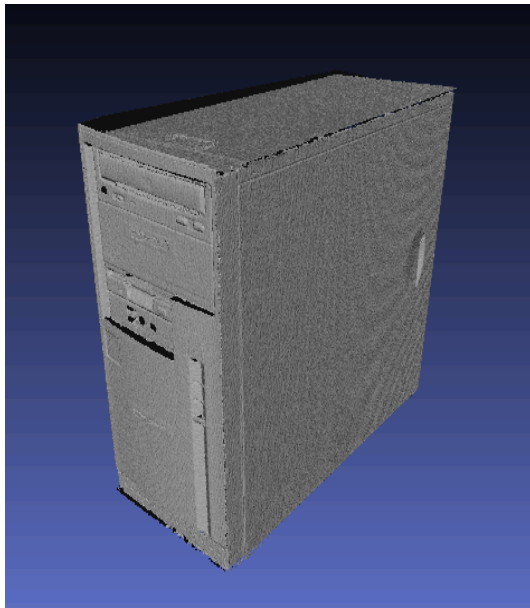
Det inskannade objektet med strukturerad ljus teknik gick inte att jämföra med resultatet av det inskannade objektet med DAVID laserscanner då GOM Inspect inte kunde sätta ihop dem olika objekten. Anledningen till detta var på grund att det inskannade objektet från DAVID laserscanner inte var rätt skannad. Ansiktet blev ihop tryckt då kalibreringen innan skanning gjordes med en projektor. Användning av projektor gav en skev bild när kalibreringsmönstret projicerades mot hörnet.



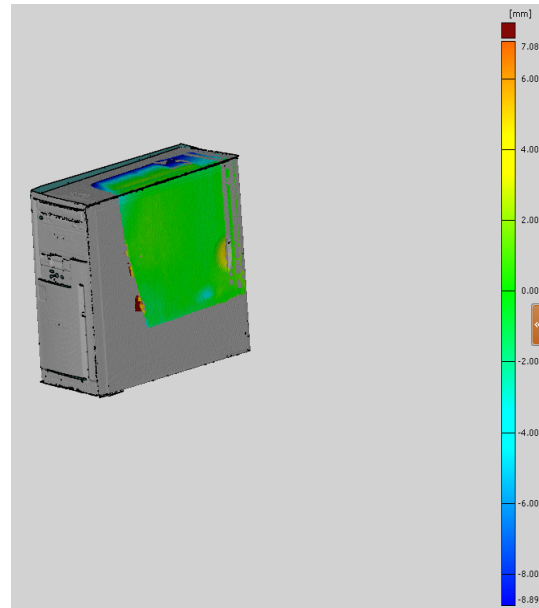
Figur 56. Gosedjur skannad med strukturerad ljus teknik.



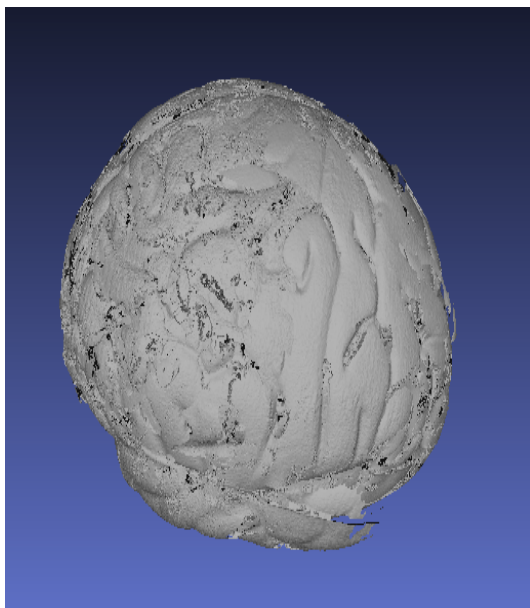
Figur 57. Jämförelse mellan DAVID laserscanner och strukturerad ljus teknik.



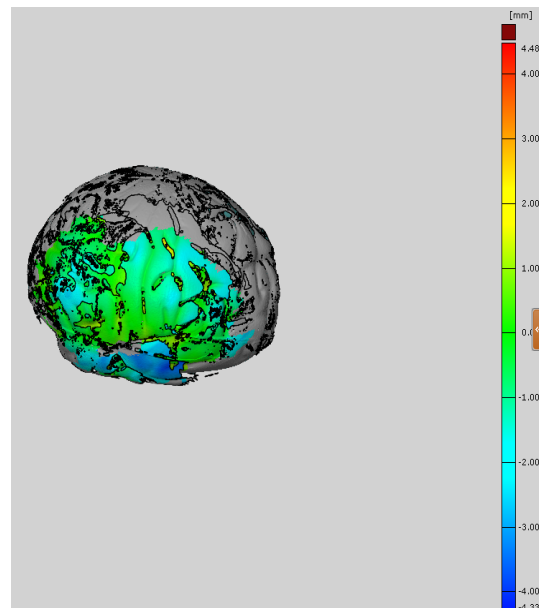
Figur 58. Datorchasso med vit yta skannad med strukturerad ljus teknik.



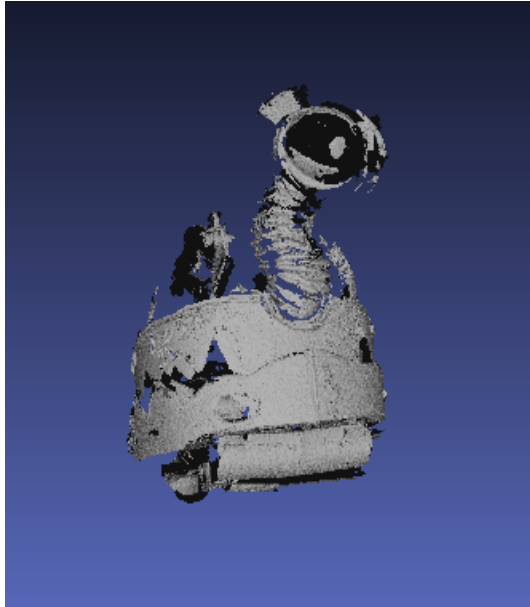
Figur 59. Jämförelse mellan DAVID laserscanner och strukturerad ljus teknik.



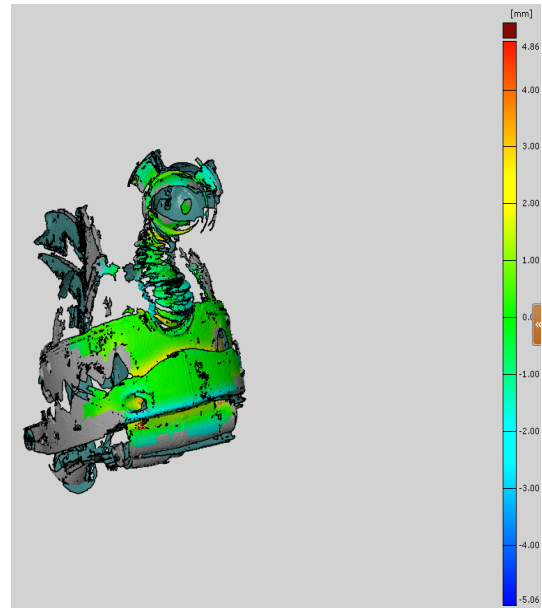
Figur 60. Hjärna skannad med strukturerad Ljusteknik.



Figur 61. Jämförelse mellan DAVID laserscanner och strukturerad ljus teknik.



Figur 62. Leksak med genomsiktig yta skannad med strukturerad ljus teknik.



Figur 63. Jämförelse mellan DAVID laserscanner och strukturerad ljus teknik.

Resultaten tyder på att vid en lyckad skanning så blir inte skillnaderna mellan dem olika skanningsteknikerna så stor när det gäller objektens yta. Den största skillnaden var nämligen 1mm vilket syntes i figur 63.

6. Slutsats

6.1 Resumé

Syftet med detta arbete var att jämföra resultat mellan gratislösningar för 3D-skanning med resultat från lösningar som kostar för att se ifall man kan få liknande resultat och på så sätt undvika höga kostnader för 3D-skanning. Det valdes att jämföra resultat mellan 3D-skanning med laserteknik och strukturerad ljusteknik, där laserteknik är gratisvarianten av dem två. Innan jämförelse mellan dem olika teknikerna kunde påbörjas gjordes först en jämförelse mellan dem olika lösningar som använde laserteknik för att avgöra vilken av dem som senare skulle användas vid jämförelse med strukturerad ljusteknik. Det visade sig klart och tydligt att skanning med DAVID laserscanner var bättre än MakerScanner på grund av dess bekvämlighet vid användning samt skanningsresultat och därför valdes resultat från detta program att jämföras med resultat från strukturerat ljusteknik. Jämförelse mellan dem olika resultaten gjordes med hjälp av programmet GOM Inspect och det som framställde sig var att man får bättre resultat ifall man använder en kommersiell 3D-skanner som strukturerad ljusteknik. Men däremot bör man först tänka vad man vill använda tekniken för. Är det precision och noggrannhet man vill uppnå så ska man klart och tydligt betala för det men om man bortser från detta så får man hyfsat bra resultat med gratis program.

I jämförelse med de äldre versionerna av de fria programvarorna har det blivit markanta förbättringar på kvalitén av de inskannade objekten. Det förutspås att dessa programvaror kan i framtiden utmana de kommersiella programmen. Dock finns det en risk att dessa fria programvaror kommer att med tiden bli kommersiella och kostsamma.

6.2 Kristisk diskussion

Det upptäcktes att lasern har egenskapen att kunna projicera en stark linje på ett föremål med hjälp av en lins som bryter ljuset för att uppnå denna egenskap. Styrkan på lasern har visats sig ha en stor inverkan på resultatet i mörkare samt ljusare miljö med programmet MakerScanner dessutom har laserstrålens linje inte varit jämn vilket har lett till att tjockleken vid olika positioner av linjen har varierats och infört störningar under skanningens moment då linjen antingen syns för lite i ljusare miljö alternativt syns för mycket i mörkare miljö. Ju starkare laser desto längre kan avståndet mellan föremålet och kameran vara. Kameror med olika egenskaper har använts för att se om det finns stora skillnader mellan dem. Olika kameror har olika upplösningar, BPS och ljuskänslighet och detta har påverkat slutresultatet i olika miljöer.

Det går att skanna med en alternativ lösning. Man byter ut lasern mot en projektor och projicerar en linje. Programmet fungerar som vanligt och bättre kontroll av laser infördes tack vare detta.

Det gick även att justera storlek på mönstret för programmet DAVID Laserscanner med hjälp av projektorn. Man kunde projicera mönstret i valt hörn för att sedan kalibrera kameran. Bra ifall man inte har tillräckligt stort papper!

Det är betydligt svårt att skanna på långt avstånd på grund av att kameran inte lyckas se laserlinjen lika tydligt på avstånd (ljusförhållanden kan öka avståndet).

Val av teknik beror på vad man vill uppnå.

Ifall man använder laserteknik kan finns möjligheten att spela in en video där man skannar objektet för att senare med hjälp av denna video och en mjukvara skapa ett 3D-objekt.

Av resultaten ser man tydligt att skanning med strukturerat ljus, vilket i detta fall ingick i ett paket som ett företag erbjuder som en tjänst, är mycket bättre och klarar av att skanna en större variant av objekt när det kommer till ytor med olika egenskaper. Ett bra exempel ser vi i figur 62 där tekniken lyckades skanna ett föremål med en genomskinlig yta vilket inte DAVID laserscanner och MakerScanner kunde göra.

Ifall jag hade kunnat göra saker och ting annorlunda så hade först och främst börjat med intensiv läsning om 3D-Skanning och koncentrerat mig på skanningsprogrammen och skanna vid ett mycket tidigare stadium. Efter det så hade jag letat efter bearbetningsprogram för dem har inte varit en kritisk punkt i det här arbetet och jag har slösat allt för mycket tid med att hitta bra program för att bearbeta data. Hittills har det varit svårt att få acceptabla resultat med skanningsprogrammen och det har tagit väldigt mycket tid att skanna.

Hade jag planerat bättre så är jag säker på att jag hade uppnått bättre resultat och en rikare rapport. Detta insåg jag efter att ha följt min nuvarande planering där jag bestämt vad som skulle göras varje vecka. Denna planering följdes någorlunda. Ifall jag istället bestämt vad som skulle göras varje dag så hade jag gjort en mer utförlig planering där jag beskriver hur många timmar jag arbetar varje dag och med vad. Ett exempel vore 4 timmars skanning, 1 timmes rapportskrivning, 1 timmes diskussion och slutsatser av arbetet hittills, 1 timmes läsning om fakta för en djupare förståelse och 1 timmes genomgång av vad som hittills gjorts samt planering för nästkommande dagar. Ifall jag arbetat på detta vis är jag övertygad om att rapporten blivit annorlunda.

6.3 Fortsatt forskning

Det finns alltid rum för förbättring och då teknik alltid utvecklas så skapas rum för förbättringar. Under arbetets gång bytes laserlinjen ut mot en projektor och ett program som användes för att simulera en laserlinje men det blev väldigt krångligt att använda eftersom datorn inte hade 2 ingångar för VGA kabel. Man var då tvungen att använda en annan dator för detta endemål. Därför tycker jag att det hade varit jättebra ifall man kunde utveckla ett kretskort som skickar ut en linje via VGA med hjälp av en arduino som man kan koppla till projektorn. På så sätt slipper man koppla den till datorn och köra LineSweeper programmet varje gång. LineSweeper hade vissa begränsningar då den inte erbjöd en större variant av färger på linjen. Det vore bra om man kunde utveckla programmet så att man kan ha större variant av färger av linjen och bakgrunden. Det märktes även att vid långsammare rörelser så hackar linjen framåt. Det vore bra ifall man lyckades få en mjukare rörelse av linjens rörelse.

Under arbetets gång försökte jag sätta ihop flera skanningar för att få en fullständig 3D-skanning men detta visade sig vara svårt då skanningar inte var tillräckligt tydliga för detta ändamål. En lösning vore att sätta ut markeringspunkter för att lätta för bearbetningsprogrammen att hitta referenspunkter men då var man tvungen att markera dessa på föremålen. En idé som kom upp var att projicera dessa punkter på föremålet med hjälp av en projektor. Punkterna bör röra sig i samband med föremålet. Det vill säga att om man roterade föremålet så måste dessa punkter rotera med objektet. Ett alternativ vore att kunna välja vilka punkter som skall synas och var. Då kan vi sätta dit punkter på föremålet hur vi vill och på så sätt få kameran att tro att punkten egentligen sitter på objektet.

REFERENSER

1. http://journals.lww.com/plasreconsurg/Abstract/1996/08000/Three_Dimensional_Facial_Anthropometry_Using_a.4.aspx
2. http://www.nikonmetrology.com/en_EU/Applications/Medical/Implants-Protheses
3. <http://www.youtube.com/watch?v=6liYssaoP24&feature=g-all-u&context=G2f833ffFAAAAAAAAHAA>
4. <http://www.absolutegeometries.com/3D-Scanning.html>
5. <http://blog.3d3solutions.com/bid/85533/The-Importance-of-Calibrating-a-3D-Scanner-for-Accuracy>
6. http://en.wikipedia.org/wiki/3D_scanner
7. http://en.wikipedia.org/wiki/Coordinate_measuring_machine
8. <http://en.wikipedia.org/wiki/Webcam>
9. <http://support.creative.com/Products/ProductDetails.aspx?catID=218&CatName=web+cameras&subCatID=219&subCatName=WebCam&prodID=10450&prodName=WebCam+Live!+Pro>
10. <http://en.wikipedia.org/wiki/Laser>
11. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_laser_types
12. <http://wiki.makerbot.com/makerscanner>
13. http://www.david-laserscanner.com/wiki/user_manual/getting_started
14. <http://www.david-laserscanner.com/>
15. <http://en.souvr.com/product/201105/7991.html>
16. <http://www.vi3dim.com/Default.asp?sType=0&PageId=40042>
17. <http://www.vi3dim.com/Default.asp?sType=0&PageId=40037>
18. <http://meshlab.sourceforge.net/>
19. http://vcg.sourceforge.net/index.php/Tutorial#What_is_VCG_Lib_.3F
20. <http://wiki.blender.org/index.php/Doc:2.6/Manual/Introduction/History>
21. <http://www.gom.com/3d-software/gom-inspect.html>
22. <http://www.gom.com/3d-software/gom-inspect/features.html>
23. <http://www.cascade.se/>
24. http://download.cnet.com/Creative-WebCam-Live-Pro/3000-18489_4-64194.html