

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR

**3D-S FELÜLETMODELLEK  
ELŐÁLLÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI –  
WEBES ÉS ASZTALI ALKALMAZÁSOK  
ÖSSZEHASONLÍTÁSA**

**SZAKDOLGOZAT  
FÖLDTUDOMÁNYI ALAPSZAK**

*Készítette:*

**Szabó Márton**

térképész és geoinformatikus szakirányú hallgató

*Témavezető:*

**Mészáros János**

tanársegéd

ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék



Budapest, 2014

# Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	2
1. Bevezetés.....	3
2. Képalapú háromdimenziós modellezés.....	4
2.1 Leírása.....	4
2.2 Történeti áttekintés.....	4
2.3 Előnyök – hátrányok.....	5
2.4 Felhasználási területek.....	6
3. Modellezés folyamata.....	7
3.1 Felmerülő fogalmak, fájlformátumok.....	7
3.1.1 Fogalmak.....	7
3.1.2 Fájlformátumok.....	8
3.2 Modellezés a gyakorlatban.....	8
3.2.1 Fényképek készítése.....	8
3.2.2 Kamera kalibrálása.....	11
3.2.3 A modell elkészítése a fotókból.....	12
3.3 Modellezéshez használt fényképezőgép és fényképek.....	12
4. Modellező alkalmazások.....	14
4.1 Webes szolgáltatások.....	14
4.1.1 Arc3D Webservice.....	14
4.1.2 Autodesk123D – 123D Catch.....	17
4.1.3 My3DScanner.....	19
4.1.4 Microsoft Photosynth.....	21
4.2 Asztali ingyenes alkalmazások.....	23
4.2.1 Insight3D.....	23
4.2.2 VisualSFM.....	25
4.3 Asztali fizetős alkalmazások.....	27
4.3.1 Agisoft Photoscan.....	27
4.3.2 Pix4D.....	29
5. Programok összehasonlítása.....	32
5.1 Vizsgált pontok bemutatása.....	32
5.2 Összehasonlító táblázat.....	33
6. Összegzés.....	36
7. Irodalomjegyzék.....	37
8. Felhasznált weboldalak.....	38
9. Ábrajegyzék.....	39

## 1. Bevezetés

Az utóbbi években az informatika és a hardverek nagyarányú fejlődésével a háromdimenziós modellezés is nagyléptekben fejlődött. Ennek a fejlődésnek az egyik eredménye a képalapú háromdimenziós modellezésnek lehetősége, mely mára szinte mindenki számára elérhető, költséghatékony, arányaiban nézve magas minőséget felvonultató módszer. Ugyanakkor a végeredmény nem minden esetben lesz kielégítő, erre számos példát fogunk látni a dolgozatban.

Szakdolgozatom célja egy átfogó kép alkotása a modellezés folyamatáról és az alkalmazható szolgáltatásokról, programokról, kiemelve a modellezés menetét a program előnyeit, hátrányait és az elkészült modell minőségét. A dolgozat céljai között nem szerepel „*legjobb*” és „*legrosszabb*” program megtalálása a bemutatott programok közül.

Az eredményeket a dolgozat végén egy könnyen átlátható táblázatban összegeztem, az összehasonlítás pontjainál olyan szempontokat vettem alapul, melyekkel a háromdimenziós modellezés és az informatika során mindennap találkozhatunk.

## **2. Képalapú háromdimenziós modellezés**

Ebben a fejezetben a képalapú háromdimenziós modellezés általános leírásáról, előnyei/hátrányairól és felhasználási területéről lesz szó.

### **2.1. Leírása**

A kép alapú háromdimenziós modellezés egy olyan komplex és nagy számításigényű – a mai napig folyamatosan kutatott és fejlesztett technológiát takar, ahol egy objektumról készített képsorozat képei közötti átfedéseket használjuk ki a háromdimenziós modell generálásához a fotogrammetria szabályait alapul véve.

Egy modellezni kívánt tárgyról – legyen az egy szobor vagy akár egy geológiai képződmény - meghatározott szabályok alapján (szög, távolság... stb.) képeket készítünk, amik egymással átfedésben vannak. Ezekből a képekből lesz lehetőségünk a számunkra megfelelő programmal háromdimenziós modellt generálni.

### **2.2. Történeti áttekintés**

A kép alapú modellezés története két ágon vezethető vissza:

- fotogrammetriai topográfiai Digitális Domborzat Modell (DDM) létrehozására,
- és computer vision stereo matching.

A korai digitális domborzatmodellek, amit a kartográfiában használtak, manuálisan készültek, légi, egymással átfedésben lévő felvételekből egy sztereo-plotter nevezetű eszköz segítségével. Ezt a manuális folyamatot az 1980-as években váltották fel, a már majdnem teljes automatikus párosítással rendelkező újabb, modernebb technikák.

Az 1970-es években debütált a sztereo kép párosításának lehetősége. Ennek a mechanikának az úttörője két személy volt: David Courtnay Marr és Tomaso Poggio, akik az emberi sztereo látást tanulmányozták és ültették át számítógépes környezetbe.

Az évek során ez a feldolgozási procedúra folyamatosan fejlődött és jutott el napjainkra, egy olyan szintre, ahol már egy digitális fényképezőgép és egy modellező program segítségével, lényegében közel fotogrammetria felhasználásával készíthetünk költséghatékonyan tárgyakról, épületekről és számos más dologról 3D-s modellt. (A. Walford, 2009)

### 2.3. Előnyök - hátrányok

Ez a fajta modellezési metódus számos előnnyel és hátránnyal is rendelkezik. Legfontosabb előnye a „*low cost*” tehát alacsony költségvetésű használat. A modellezés elkezdéséhez már bőven elegendő egy átlagos digitális fényképezőgép vagy akár egy modernebb mobiltelefon, amelyekkel az objektumról fényképet készítünk. Feldolgozó szoftverek tekintetében számos ingyenes, szabad felhasználású szoftvert vagy online szolgáltatást is találunk, de találunk általában magasabb minőséget képviselő fizetős alkalmazásokat is. A választás általában nem egyszerű, hiszen mindegyik szoftver hasonló módon működik, de a végeredmény nem minden esetben lesz kielégítő, amire példát is fogunk látni az 4. fejezetben. A legtöbb szoftver használatához nem szükséges szakmai tudás, legtöbbjük automata módon működik, felhasználói oldalról sok bebeszólás nem lehetséges a modellezés folyamatába. Ellenben jó pár olyan szoftver is használatban van, ami számos plusz beállítást tesz lehetővé és megkíván egy bizonyos szintű szakmai ismeretet.

A fontosabb előnyöket és hátrányokat pár pontban összegeztem:

#### ELŐNYÖK:

- alacsony költségek
- elég hozzá egy átlagos digitális kamera vagy egy jobb mobiltelefon
- a legtöbb alkalmazás automatikus, nem szükséges hozzá szaktudás
- arányaiban nézve magas minőség és pontosság

#### HÁTRÁNYOK:

- sok különböző szoftver, amiből nehéz kiválasztani a számunkra megfelelőt
- nem biztos a jó és kielégítő végeredmény
- kérdéses a modell további felhasználási lehetősége az ingyenes és webes szolgáltatások esetében

## **2.4. Felhasználási területek**

A kép alapú háromdimenziós modellezés felhasználási területeit tekintve igen sokrétű és számos helyen alkalmazható: a régészetben, műemlékek felmérésénél, azok modellezett másának digitális megőrzésénél, virtuális múzeumokban, baleseti helyszíneléseknél, orvosi alkalmazásokban, egészen a térképészetten át a térinformatikáig egyaránt. (A. Walford, 2009)

### 3. Modellezés folyamata

Ebben a fejezetben a felmerülő fogalmak és fájlformátumok ismertetése mellett, a szakdolgozat lényegi része kerül bemutatásra. Az itt leírtak magába foglalják azokat a szabályokat, követelményeket, amiket a modellezés során figyelembe érdemes venni és érdemes betartani, hogy mire eljutunk a folyamat végére egy jó minőségű modellt kapjunk vissza.

#### 3.1. Felmerülő fogalmak – fájlformátumok

Mielőtt részletesebben tárgyalnánk a modellezés elméleti folyamatát érdemes néhány gyakran felmerülő fogalmat és fájlformátumot röviden, pár szóban ismertetni.

##### 3.1.1. Fogalmak

**Fotogrammetria:** A fotogrammetria görög eredetű szó, jelentése fényképmérés. Az ISPRS (Nemzetközi Fotogrammetriai és Távérzékelési Társaság) által meghatározott definíciója: „a tárgyak helyének és alakjának fényképek alapján történő meghatározására szolgáló művészet és tudomány”. A teljes folyamat magába foglalja a fénykép különböző technológiákkal történő rögzítését, mérését és értelmezését. A fotogrammetria alkalmazásával tárgyak fizikai tulajdonságaira is következtetni tudunk, valamint a természeti környezetünkben lejátszódó jelenségeket figyelhetjük meg, végezhetünk velük kapcsolatos méréseket. Elsősorban metrikus információszerezésre használjuk. *(Balázsik V., 2010)*

**Sztereo-fotogrammetria:** A sztereo-fotogrammetria (vagy tér-fotogrammetria) azt a geometriában széleskörűen alkalmazott lehetőséget használja fel, hogy a térbeli tárgyakat több képsíkon ábrázolja az egyértelműség kedvéért. Tehát, ha ugyanarról a tárgyról két különböző álláspontból készül fényképfelvétel, akkor a két kép által visszaállított térbeli sugárnyalábok metszéseként létrejön a lefényképezett tárgy térmodellje. *(Mélykúti, 2007)*

**Közel-fotogrammetria:** Közel-fotogrammetria esetében a fotók nem a földfelszínt ábrázolják, hanem a különféle tárgyakról, objektumokról készülnek általában kis távolságokból. *(Photo Metric, 2009)*

**(Digitális) Felületmodell:** DFM, digitális felületmodell a terep magassági viszonyait számítógépen kezelhető formában visszatükröző modell (ebből a szempontból a síkrajzi

elemeknek csak másodlagos szerep jut, a magassági információ hordozása). (Vincze L., 2010)

**Megapixel:** A megapixel a digitális fényképezőgépek, webkamerák és még néhány képdigitalizáló eszköz felbontóképességének jellemzésére szolgáló mutatószám. 1 MP egymillió képpontnak megfelelő érték. (Digicamhelp, 2014)

**Polygon mesh:** A polygon mesh, vagy más néven poligon háló, pontok és vonalak hálózata, ami a számítógépes modellezésben meghatározza az alakzatot. Általában háromszög hálót használnak az alakzatok leírásához, de ezektől eltérővel is találkozhatunk. (Paul Bourke, 1997)

**Pontfelhő:** Egy ponthalmaz három dimenziós koordináta-rendszerben. Minden benne tárolt pont az adott koordináta-rendszerben jellemző X, Y, Z koordinátával jellemezhető.

### 3.1.2. Fájlformátumok

**.JPEG:** (Joint Photographic Experts Group) mára a web legfontosabb platform független grafikus formátuma. Rendkívül tömör formátum, de a tömörítés nem veszteségmentes. (Zentai L.- Guszlev A., 2007)

**.PLY:** Polygon File Format, főként a háromdimenziós adatok tárolására használt egyszerű fájlformátum.

**.OBJ:** Az OBJ formátum egy olyan karakteres fájlformátum, mely lehetővé teszi a geometriai objektumok leírását – viszonylag – egyszerű és egységes formában.

**.TXT:** A szövegfájl vagy .txt (Text fájl) az informatikában legelterjedtebb, legalapvetőbb, formázást nem tartalmazó, szöveges dokumentumformátum.

## 3.2. Modellezés a gyakorlatban

Magára a modellezés folyamatára egy többlépcsős műveletként tekinthetünk, ahol első lépésként a képek elkészítése lesz a feladatunk a modellezni kívánt objektumról. Második lépés a kamera kalibrálása, míg az utolsó a modell elkészítése a fotókból.

### 3.2.1. Fényképek elkészítése

Fényképeket az objektumról általában két féle környezetben szerezhethetünk:

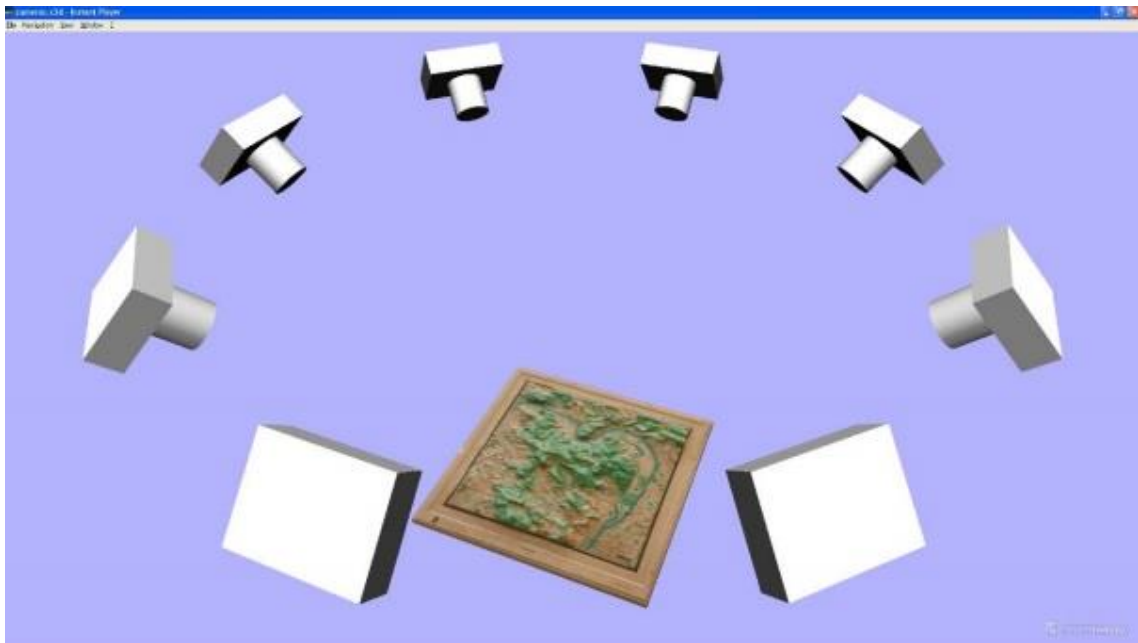
- ideális környezet, mint például egy jól megvilágított szoba, műterem vagy



- nem minden esetben ideális környezet, leginkább a szabadtéri helyszínek, ahol számos zavaró jelenség jelenlétére számíthatunk.

A továbbiakban az egyszerűség kedvéért a két környezetben való fényképezés egységesen lesz kezelve, bemutatva. A szakdolgozatom második felében példaként használt fényképek a felületmodellről közel ideális környezetben kerültek felvételre.

Ha megtaláltuk az objektumunk, érdemes előre eldönteni honnan és milyen irányból fogunk fényképezni. Ha lehet, akkor mindig érdemes arra törekedni, hogy a teljes objektumot 360 fokban fényképezzük körbe. Sajnos erre nem mindig lesz lehetőségünk, például egy boltozat esetében, de mindig törekedjünk a legkedvezőbb megoldásra a modell szempontjából.



*1. ábra: Kamerák helyzete egy domborzatmodell körül (Gede M. - Mészáros J., 2012)*

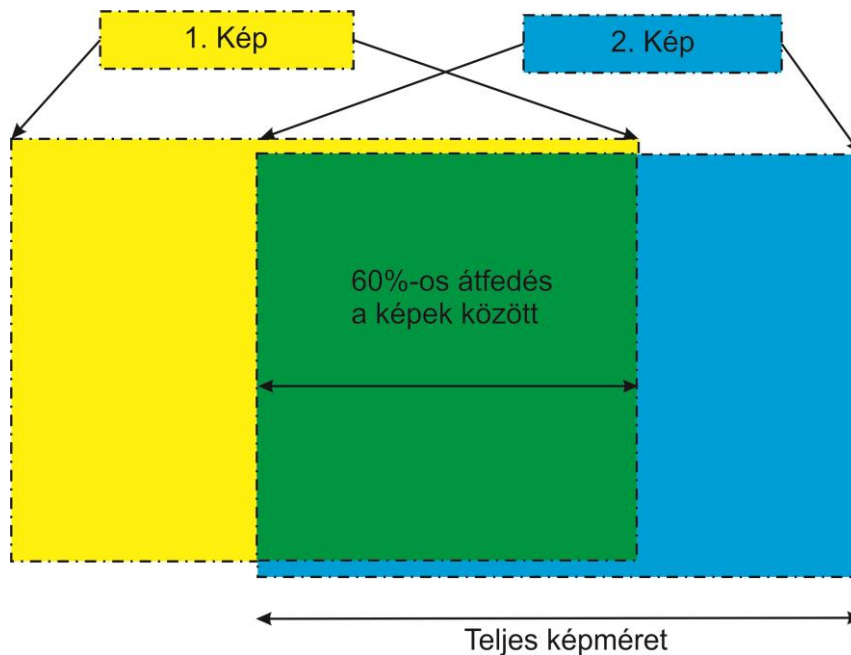
A legjobb eredmény érdekében a kamerát érdemes állványról használni. Ha erre nincs lehetőség, akkor a kézből történő fényképezés és/vagy a környezetünkben lévő tereptárgyakon megtámasztva is készíthetjük a képeket. Az utolsó két esetben viszont lehetséges, hogy a képek utólagos korrekcióra fognak szorulni.

A megfelelő pozíciók megtalálása mellett figyelmet kell fordítani a képek felbontásának meghatározására is. A kislebontású képek kevesebb és kevésbé részletes információkat hordoznak, míg a nagyfelbontású képeken rengeteg információ található, de ez a feldolgozás alatt a modellezés folyamatának sebességét nagyban lassítja. Az

ajánlott felbontás valahol 7-14 MP-el körül van, de ennek meghatározása csak a felhasználótól függ.

A képek fájlformátuma ma már szinte bármilyen lehet, hála a digitális fényképezőgépek fejlett szoftverének, de érdemes szem előtt tartani azt a tényt, hogy a legtöbb modellező szoftver kevés fájlformátumot támogat, azokból is leginkább csak a legelterjedtebbet, a .jpeg-et. Hiába veszteséges tömörítést alkalmazó képformátum, érdemes ezt használni.

A képeket úgy kell elkészíteni az objektumról, hogy átfedések legyenek köztük és egymás mellett lévő képek között sose legyen nagyobb, mint 90 fokos elfordulás. Az arany szabály általában, hogy a képek között minimum 60%-os átfedés vagy több legyen és minden pont legalább 3 képen megtalálható legyen.



2.ábra: Képek közötti átfedés (N.A. Matthews, 2008)

Képek számának tekintetében mindig a további felhasználási terület lesz a mérvadó. Elméletben már két fényképből is készülhet három dimenziós modell, de ezek pontossága és mérhetősége nem lesz kielégítő. A legtöbb program minimum 3-4 darab képpel dolgozik, a felső határ sok esetben nincs megadva. Elméletileg a minél több kép minél pontosabb modellt jelent, de ez nem felétlenül lesz igaz. Túl sok képpel számos program nem fog tudni megbirkózni, így vagy összeomlás lesz a folyamat vége vagy egy hibás modell. Ezenkívül a túl sok kép lassítja a modell számításának időtartalmát, de ez sokban függ a korábban említett képek felbontásától is. Hasonlóan a képek felbontásának

meghatározásához a képek számának meghatározása is a felhasználó belátása szerint történik.

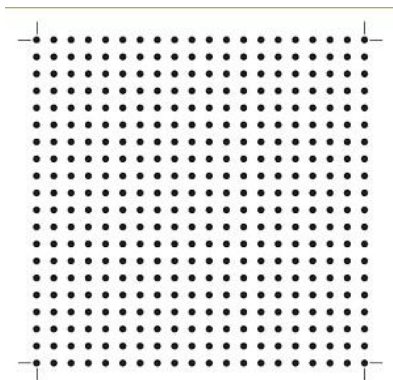
### 3.2.2. Kamera kalibrálása

Ahhoz, hogy lehetőleg a legjobban használjuk fel a kamerával készített képeket, ismernünk kell a kamera mátrixot, amely a kamera belső paramétereit, mint a – fókusz távolság, lencse geometriai torzításának jellemzői, stb... tartalmazza és a kamerát egyértelműen meghatározza. Ismernünk kell még a különböző koordináta-rendszerek közötti átmeneteket képező egyenletrendszereket. Ennek meghatározása nem triviális, meghatározása több lépésben történik, ezt nevezzük kamera kalibrációnak.

A kamera kalibrálására két módszert választhatunk:

- szakemberre bízunk,
- mi magunk végezzük el egy kalibrációs minta segítségével valamilyen erre alkalmas program segítségével.

Az utóbbi esetben szükségünk van, egy sakktáblaszerű kalibrációs mintára, melynek ismerjük a pontos méreteit, pontjait és amit a kamera elé fogunk helyezni. Erről a mintáról többféle nézőpontból és távolságból képeket készítünk, majd az elkészült képeken könnyen megtalálhatjuk a mintának megfelelő képpontokat: éldekódolást végzünk, metsző egyeneseket keresünk és végül megkapjuk a szükséges sarokpontokat.



3. ábra: kamera kalibráláshoz használt háló a sarkainál illesztő pontokkal

Fontos úgy elkészíteni a mintázatot, hogy az általunk maximálisan megengedhetőnek vélt hibaküszöböt ne lépjük át. Ezek után a kapott eredményeken hibaminimalizálást végzünk: az algebrai és geometriai hibát iterációs módszerekkel minimalizálnunk kell.

Ez a folyamat fontos a modell szempontjából, de elvégzésére csak egyszer van szükségünk, onnantól a kamera ugyanazokat a beállításokat fogja használni, mint amiket meghatároztunk.

### **3.2.3. A modell elkészítése a fotókból**

A képek elkészítése és a kamera kalibrálása után harmadik lépésben történik a modell elkészítése. Ez a folyamat számos algoritmus segítségével hajtható végre, melyeket a legtöbb alkalmazás automatikusan végez el.

Első lépésben a képeken található egymástól könnyen megkülönböztethető sarkok és élek megtalálása történik valamilyen kereső algoritmus segítségével. Ezek regisztrálása történhet kézzel is, de a folyamat mára már pontosabbá vált a folyamatosan fejlődő jobbnál-jobb algoritmusoknak köszönhetően. Második lépés a folyamatban a párosított pontok helyzetének a kameraadatokból történő kiolvasása és azok meghatározása, majd egy háromdimenziós koordináta-rendszerben történő ábrázolása. Az elkészül eredmény még közel sem végleges állapotot mutat, egy úgynevezett „*sparse cloud*”-ot vagyis ritka felhőt kapunk vissza. Ennek a ritka felhőnek a sűrítése a harmadik lépés a sorban, ennek neve „*dense cloud*”. Utolsó lépésként a megjelenítés, a felület számítása és az utófeldolgozás történik.

Bár itt a modellalkotás folyamata nagyon egyszerűen lett csak bemutatva, ez egy igen számításigényes és számos matematikai módszert felvonultató művelet. Ezek a módszerek/algoritmusok – ha nem is az összes – megtalálhatók a programokban és automatikusan működnek.

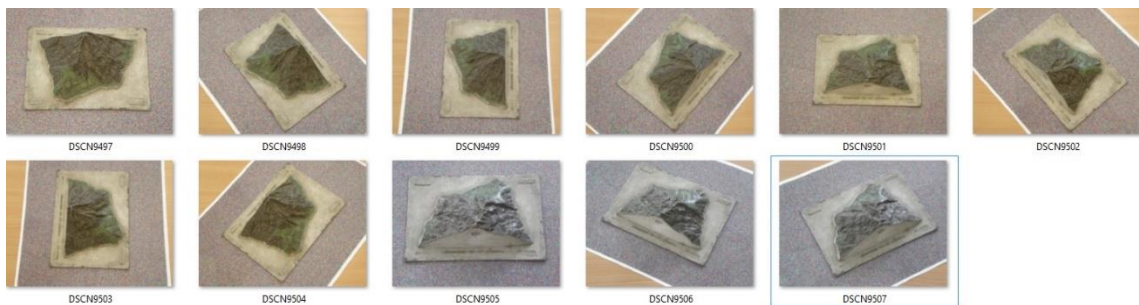
### **3.3. Modellezéshez használt fényképezőgép és fényképek**

A modellről készült fényképek egy Nikon Coolpix L14 (2007-es) típusú általános digitális fényképezővel készültek. Maga a fényképezőgép 7,1 MP megapixeles maximális felbontással, 3x-os zoom-al, ISO (fényérzékenység) 100-1000 között állítható értékkel rendelkezik.



4. ábra: Nikon Collpix L14-es digitális fényképezőgép

A modell alapjául szolgált felületről, egyenként 7,1 MP-es azaz 3072x2304 pixel felbontású kép került rögzítésre. Az ajánlások szerint így egy fénykép nagyjából  $\sim 33^\circ$  fokú ( $32,72^\circ$ ) szögműködésnek felel meg a másikkal képest.



5. ábra: A modellhez felhasznált képek

## 4. Modellező alkalmazások

Ebben a fejezetben az alkalmazások kerülnek bemutatásra. A programokat három csoportra bontottam: *webes szolgáltatások*, *asztali ingyenes* és *asztali fizetős* alkalmazások. Mind három csoport programjainak bemutatásakor törekedtem a modellezés folyamatának részletes ismertetésére, illetve, ha az adott program/szolgáltatás rendelkezik olyan tulajdonsággal, ami kiemeli a többi közül annak a bemutatására, értelmezésére. Az esetleges hibák kiküszöbölése érdekében a modellezés folyamatát minden alkalmazás esetében többször futattam le, így próbálva elkerülni a hibás modell lehetőségét. A programok az otthon használt asztali számítógépen futottak, a fizetős szoftverek esetében demo vagy trial (próbaverziós) szoftvereket használtam. Az elkészült modelleket ahol lehetséges volt a Cloude Compare ingyenes pontfelhőt és mesht feldolgozó szoftverrel jelenítettem meg, ahol ez a lehetőség nem volt adott ott a program saját megjelenítőjét használtam.

### 4.1. Webes szolgáltatások

A webes szolgáltatások csoportjába négy program került: Autodesk: 123D Catch, Arc3D Webservice, Microsoft: Photosynth és a My3DScanner. Ezeknek a szolgáltatásoknak az igénybevételéhez általában egy regisztrációra van szükség és egy letölthető kliensprogramra, amin keresztül feltölthetjük a modellezésre szánt képeinket és kommunikálhatunk a szerverrel. Fontos kiemelni, hogy a számítás során itt nem a saját gépünk számítási kapacitását vesszük használatba, hanem egy távoli szerverét. Ezek a szerverek általában nagy teljesítményűek, de előfordulhat „*sorban állás*”, például az Arc3D esetében így a folyamat az átlagosnál hosszabb időt is igénybe vehet. A vizsgált alkalmazások mindegyike ingyenes, a szakdolgozat írása során nem talákoztam webes fizetős szolgáltatással.

#### 4.1.1. Arc3D Webservice

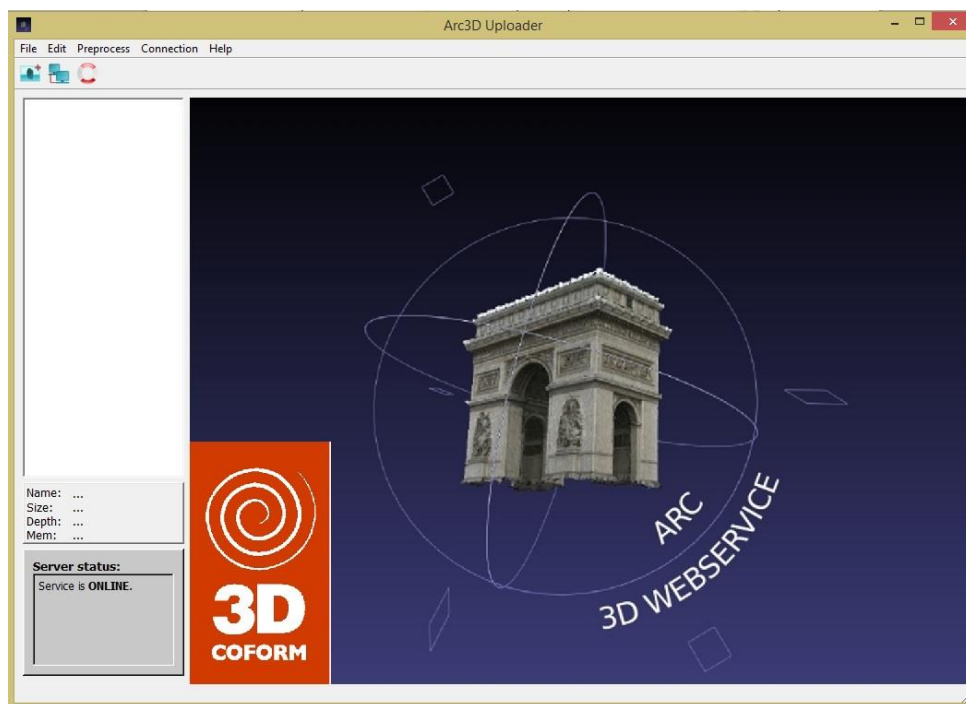
Az Arc3D webservice egy háromdimenziós internetes modellező alkalmazás, amit a Leuven Egyetem (Belgium) VISICS (Vision for Industry Communications and Services) csoportja fejleszt. (*VISICS, 2014*)

Az alkalmazás weboldalának felépítése egyszerű. A kezdőoldalon találunk egy rövid leírást a modellalkotás folyamatáról (erről a későbbiekben részletesebben). Tovább haladva a menüpontokban a *Downland* menüpont alatt tudjuk letölteni a keretprogramot,

ami szükséges lesz a későbbiekben a képek feltöltéséhez. *User's Guide* menüpont alatt találjuk a használati útmutatót, egy részletes leírást az alkalmazás használatához. A következő fontosabb menüpont a *Request Login*, ahol egy gyors regisztráció - mely egy név és egy email cím megadásából áll - után e-mailben megkapjuk a felhasználónevünket és a hozzá tartozó jelszót, mely a szolgáltatás igénybevételéhez lesz elengedhetetlen.

A modellalkotás hasonlóan történik, mint a többi modellalkotó szolgáltatás esetén. Először le kell töltenünk egy képfeltöltő keretprogramot (Arc3D Uploader), ami a feldolgozó szerverrel fogja tartani a kapcsolatot. Jelenleg a 2.2-es verziónál tart, elérhető Windows XP vagy újabb rendszerekre és OSX 10.7.0 vagy újabb rendszerekre. A nyílt forráskódú rendszerekre szabott verzió a 2.11 verziószámmal érhető el.

A letöltés és egy gyors telepítés után egy elég egyszerű felépítésű grafikus felület fogad. Ha a szerver online – ezt a bal alsó sarokban jelzi a program - akkor lényegében két lehetőségünk van: betallózni a felhasználni kívánt képeket majd feltölteni a szerverre. A feltölthető képek mennyiségére nincs pontos adat a honlapon belül csak ajánlás, homlokzatokhoz minimum 10-15 db, egy teljes 360 fokos modellhez pedig 50 db fényképet határoznak meg. Emellett a legjobb modell elkészítésének érdekében 90%-os átfedést ajánlanak.



6. ábra: Az Arc3D kezelőfelülete

Még a képek feltöltése előtt egy gyors ellenőrzés fog lefutni, a következő felugró ablakban az előzőleg e-mailben megkapott felhasználónevünket és jelszónkat kell megadnunk. Ha ez sikeres volt, kapunk még egy ablakot, ami a *Dialog* nevet viseli, ahol megadhatjuk modellünk leíró adatait (név/leírás/sorozat). Ha ezzel a résszel végeztünk, nem marad más, mint elindítani a feltöltést és várni, míg a szerver elvégzi a számítást. A honlap leírása szerint ez munkafolyamattól és a feldolgozandó modellek mennyiségétől függően tizenöt perc és több óra között változhat. Az elkészült modellről értesítést kapunk e-mailben, melyben három linket találunk:

- *Meshlab depth maps*, mely a camera fájlokat, frametextura képeket tartalmazza egy .v3d kiterjesztésű fájl mellett.
- *Full resolution modell*, mely a modellt a legmagasabb felbontásban tartalmazza .obj formátumban,
- és egy direkt linket egy alacsony felbontású modellről, amit weboldalba lehet ágyazni a továbbiakban.

Az elkészült modell:



7. ábra: Az Arc3D által készített modell

Mint a képen is látható a modellezés folyamata nem sikerült az elvárt szinten. Hogy a véletlen hibát kizárjam többször is lefutattam a folyamatot ugyanazokkal a képekkel felhasználva. Az eredmény mindegyik esetben hasonló lett. További felhasználásra alkalmatlan modell született.



## 4.1.2. Autodesk 123D – 123D Catch

Az Autodesk 123D egy ingyenes három dimenziós modellező szoftver család. Jelenleg 10 alkalmazást érhetünk el egy gyors és ingyenes regisztráció során, mely történhet a manapság divatos közösségi oldalak (Facebook, Google+) vagy az általános e-mail és jelszó páros használatával. Én az utóbbit választottam.

Bejelentkezés után a kezdőlapon találjuk magunkat, ahol kiválaszthatjuk a nekünk szükséges szoftvert, jelen esetben az *123D Catch* elnevezésű, fotókból három dimenziós modellt alkotó alkalmazást. A továbbiakban részletesen ismertetem a szoftver tulajdonságait.

### 123D Catch

Az 123D alkalmazás weboldalán három verziót találhatunk melyek különböző operációs rendszerre készültek el és tölthetők le:

- Android, az alkalmazás 4.0.3 vagy újabb rendszerekkel kompatibilis,
- IOS, mely a 7.0 vagy újabb verziószámú rendszereket támogatja,
- Windows operációs rendszere, Windows 7 és újabb rendszerekre egyaránt 32 és 64 bites verzióval.

Találhatunk még egy webes applikációt, mely használatához nincs szükség kliens szoftver letöltéséhez, de számos funkció korlátozva van benne.

Jelen írás tárgya Windows 8.1-es operációs rendszeren a 64 bites verzió használatával készült. A szoftver verziója utoljára 2014. szeptember 9.-én frissült.

A kliens első indítása után a főmenüben találjuk magunkat, ahol három alap opció mellett – a későbbiekben bővebben - youtube videó formájában segítséget találhatunk a használathoz. Mindhárom fő funkció használatához be kell jelentkeznünk az előbbieken regisztrált felhasználói fiókunkkal. Az alábbiakban a fő funkciókat mutatom be.

*Create a New Capture*: Új felvétel készítése. Ha rákattintunk az új felvétel ikonjára és sikeresen bejelentkeztünk a felhasználói fiókunkkal, a következő felugró ablakban a fotóinkat szükséges betallózni a három dimenziós modellünk elkészítéséhez. Maga a folyamat a \*.jpeg, \*.jpg, \*.tif, és \*.tiff formátumú képeket támogatja. A képek kiválasztása után a *Create Project* ikonra kattintva indíthatjuk a folyamatot majd egy újabb felugró ablakban elnevezhetjük a modellünk, tag-et (meta információ), kategóriát és leírást

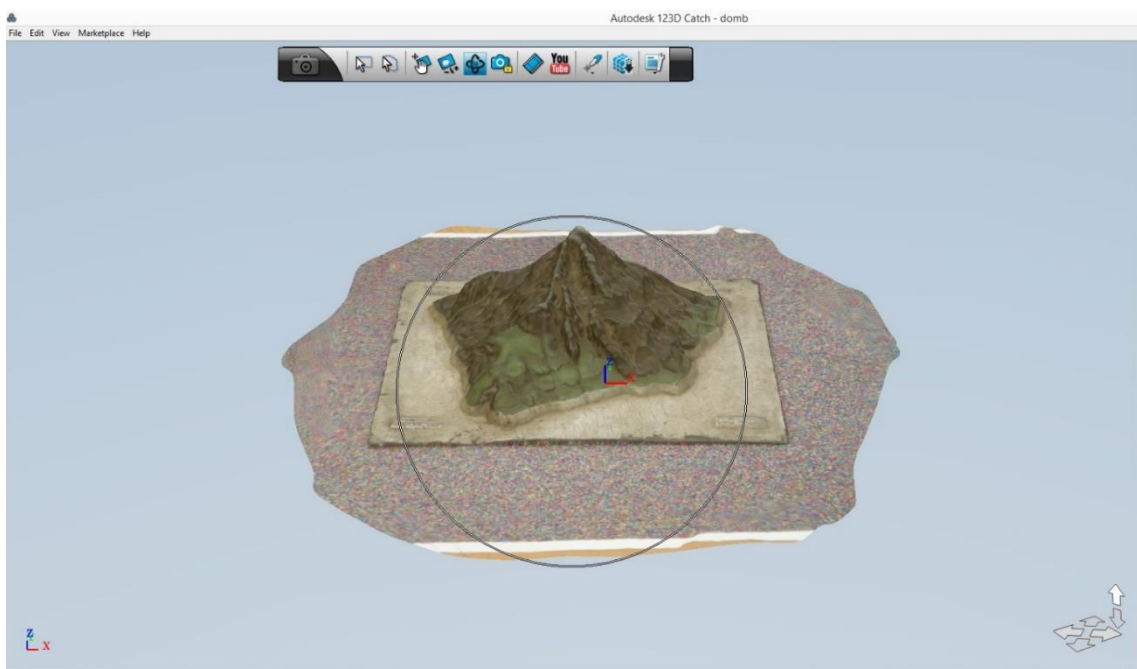
adhatunk meg. Ha ez kész, akkor a kliens feltölti a fényképeket a szerverre, majd ennek végezetével elkezd kiszámolni a háromdimenziós modellt. Fontos megjegyezni, hogy nem a számítógépünk végzi a modell számítását, hanem a szerverfelhő. A folyamat a képek mennyiségétől és minőségétől (felbontás) függően változó időt ölel fel. Ha elkészült a szerver, akkor automatikusan letöltődik számítógépünkre a modellünk, illetve egy új ablakban meg is nyílik.

A fenti menüsávban lehetőségünk van kijelölésre, a modell manipulálására (közelítés, forgatás, rögzítés), videó felvétel készítésére és egyben youtube videó megosztóra való feltöltésre, mérésre és mesh generálásra. Az utolsó ikonnal a megjelenítés beállításait változtathatjuk meg. Kész modellünket lementhetjük a számítógépünk merevlemezére \*.3dp (capture file) formátumban, vagy lehetőségünk van exportálásra is .dwg (autodesk drawing), .fbx (autodesk FBX) vagy .obj (object) fájlformátumban további felhasználásra.

*Open an Existing Capture:* Már létező felvétel megnyitása.

*Create an Empty Project:* Üres tervezet létrehozása.

Ezekon az opciókon kívül modellünk elérhető marad a felhőben, melyet a weboldalra való bejelentkezés után el is érhetünk, vagy ha szeretnénk, másokkal is megoszthatunk. Ez ugyanúgy igaz mások „alkotásaira” is, jelen pillanatban is több tízezer darab érhető el.



8. ábra: Az Autodesk - 123D Catch által generált modell

Maga az elkészült modell és részletessége az egyik legjobb a vizsgált alkalmazások közül, de fontos kiemelni, hogy a weboldali profilom alól letöltött .obj vagy .3dp kiterjesztésű fájlt valamilyen hiba folyamán nem tudtam Cloude Compare-en és egyéb megjelenítőkön belül megjeleníteni.

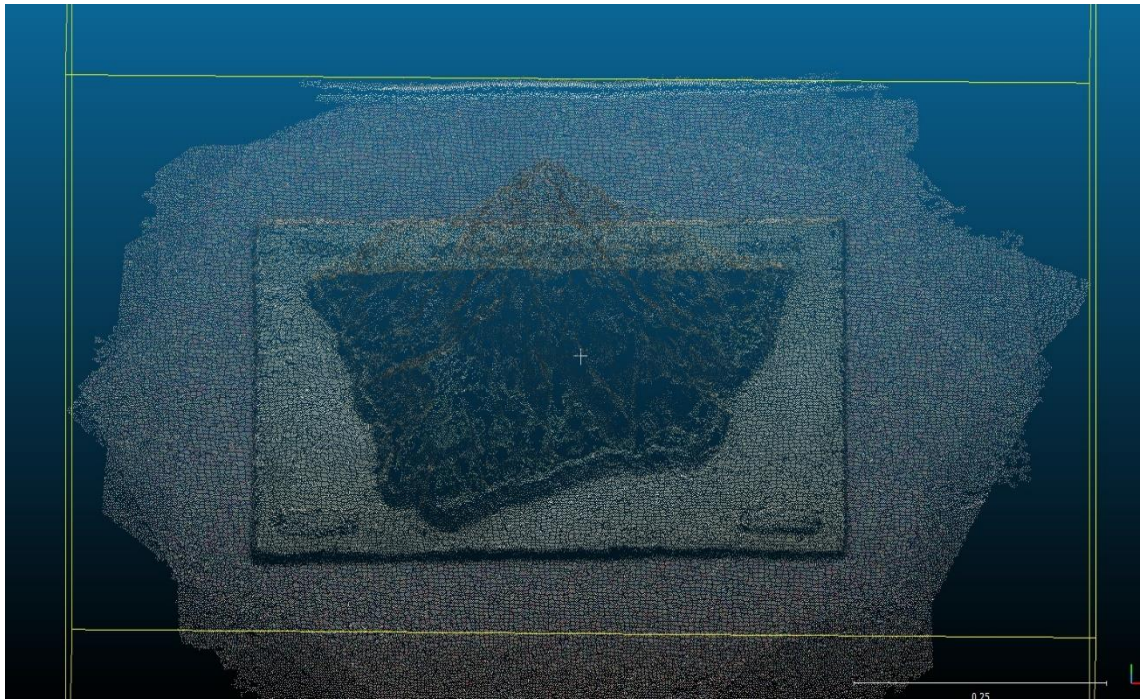
### 4.1.3. My3DScanner

A My3DScanner egy ingyenes háromdimenziós pontfelhő és mesh-t generáló webes szolgáltatás, melyet a szolgáltatás weboldalán érünk el.

Maga a szolgáltatás lényegében a klasszikus structure-from-motion elvet követi, tehát az előzőleg, szabályok szerint készített képeken keresi meg az azonos pontokat és párosítja őket, majd készít belőlük térbeli modellt. Képeken kívül lehetőségünk van videó felvételből is modellt generálni.

A szolgáltatás igénybevételéhez egy regisztrációra (amely valamiért a honlap aljára lett elrejtve) lesz szükség, mely egy email címből és egy felhasználónévből áll. Bejelentkezés után a *Your 3D studio* menüponton belül a *Create* menüponttal indíthatjuk el a folyamatot. Itt kapunk pár javaslatot arra, hogy mire ügyeljünk. Képeink csak .jpg kiterjesztésűek lehetnek és legyenek becsomagolva .zip, .7z vagy .rar kiterjesztésbe. Figyelni kell még, hogy a modell nevébe nem kerülhet speciális karakter.

Miután a webes szolgáltatásoknak zömmel vannak korlátai, itt is találunk párat. Jelen pillanatban a legnagyobb feltölthető fájl méret 200 MB és a képek száma nem haladhatja meg a 100 db-ot. Ha a feltöltés elkészült, akkor a szerver kiszámolja a modellt, majd egy automatikus email segítségével értesít minket. Az elkészült pontfelhőt .obj és a mesh-t .ply formátumban a *My Projects* menüpont alatt érhetjük és tölthetjük le.



9. ábra: A szolgáltatástól visszakapott pontfelhő Cloude Compare-ban megjelenítve

Miután a modell elég hűen adja vissza a domborzatot és nem kaptam vissza előre generált mesht, így én készítettem el szintén Cloud Compare-en belül.



10. ábra: a modell mesh generálása után

Mesh generálásánál a pontfelhő színét vettem alapul. A kép aljának nagyjából közepénél található „hurkát” (valószínűleg képhiba) leszámítva a webes szolgáltatások közül a legjobb, legsokoldalúbban használható modellt kaptam vissza.

Megjegyzendő, hogy a szolgáltatás november eleje óta nem érhető el szerver karbantartásra hivatkozva. A leírás még a karbantartás előtt készült el.

#### 4.1.4. Microsoft Photosynth

A Microsoft Photosynth az egyik legelső, ingyenes, általános használatra is elterjedt digitális képanalizáló, háromdimenziós modellt és pontfelhőt generáló alkalmazás, melyet a Microsoft Live Labs és az University of Washington fejlesztett és fejleszt a mai napig. Az első technikai bemutató 2006 novemberében került nyilvánosságra, majd 2010 márciusától mindenki számára elérhetővé vált. (*Wikipedia, 2014*)

A modellezés folyamata két lépcsőben történik. Az elsőben a digitális fényképek feldolgozása zajlik, melynek feltétele, hogy azonos helyről és azonos kamerával készüljenek. A program minden fényképen lefuttat egy „*interest point detection*” és egy „*matching*” algoritmust. E folyamatok segítségével talál hasonlóságokat a képek között, mint például egy ajtó kerete, vagy egy ablak párkánya és illeszti össze az azonosságoknál. A feldolgozás során a program meghatározza minden tereptárgy háromdimenziós helyzetét annak irányával, távolságával...stb. Ez a folyamat lényegében megegyezik a földi fotogrammetria mikéntjével. Ez az első lépés rendkívül számításigényes.

Második lépcső a háromdimenziós navigáció megalkotását hordozza magában az első lépésben generált pontfelhő segítségével. Ezt a műveletet egy Photosynth viewer nevű kliensprogram végzi el. Ez a program tartja fent a kapcsolatot a számítógép és a szerver között.

A szolgáltatás igénybe vételéhez először fel kell keresnünk a Photosynth weboldalát és létre kell hoznunk egy új felhasználói fiókot – vagy, ha már rendelkezünk egy Microsoft fiókkal, akkor azzal bejelentkeznünk.

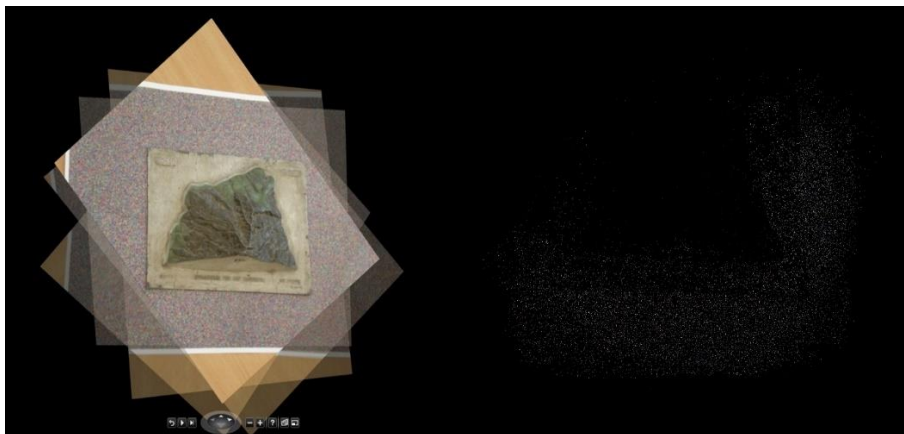
Bejelentkezés után a kezdőlapra találjuk magunkat, ahol több lehetőség közül választhatunk. A szakdolgozat szempontjából érdekes menüpontok a weboldal alján találhatóak. Az első menüpontra - *Create your Synth* – kattintva egy további aloldalra jutunk, ahol két lehetőség közül - Panoráma kép létrehozásához vagy Synth létrehozásához szükséges keretprogram letöltésének lehetőségeiből választatunk. További menüpont még az *about photosynth*, ahol magáról a Photosynthről kaphatunk bővebb információt. *Explore Synths* menüpont alatt böngészhetünk mások által készített és publikussá tett

synthek-ből/panoráma felvételekből, míg a *Latest Synth News* és a *Discussion Forum* az újdonságok és a fórum oldalára navigál.

A Synth keretprogramja Windows Xp vagy újabb rendszert követel meg és jelenleg csak asztali verzióban érhető el. A letöltés után egy gyors telepítés következik, ami után első indításkor be kell jelentkezni a felhasználónevével. Ha mindez sikeresen megtörtént, egy egyszerű felület fogad. Az *Add Photos* gombra kattintva tárolhatjuk be a modellhez felhasználni kívánt képeinket. A modellezéshez minimum három képet ír elő a program, ellenben felső határt nem határoz meg. Ezen a felületen lehetőségünk van még elnevezni a modellünket, *tag*-eket és leírást hozzárendelni, beállíthatjuk, hogy publikus vagy csak számunkra elérhető legyen. Ha ezzel elkészültünk, akkor a *Synth* gombra kattintva indíthatjuk el a folyamatot, ami a képek felbontásától és darabszámától függően pár perctől több tíz percig tarthat. Ha befejeződött, akkor a felugró ablakon *view* gombra kattintva újra a weboldalon találjuk magunkat.

Még mielőtt eljutnánk a modellünkhöz a weboldalon, muszáj feltelepítenünk egy Microsoft Silverlight nevű szoftverfejlesztési környezetet az oldalba ágyazott megjelenítő helyes használatának érdekében, máskülönben nem tudjuk igénybe venni a szolgáltatást.

A Microsoft Photosynth megjelenítője elég kezdetleges állapotokat mutat. Az alapvető modell manipulálási lehetőségeken kívül (mozgatás, nagyítás, forgatás) egyedül a megjelenítést tudjuk változtatni négy módon: *3D view*, *overhead* – aminek elméletileg a pontfelhőt felülről kellene mutatnia, de jelen modellnél alulról mutatja, *2D view* – ami a képeket listázza, illetve az utolsó a *point cloud* – ami a pontfelhőt jeleníti meg. A pontfelhőt vagy a mesht további felhasználásra nincs lehetőségünk letölteni.



11. ábra: A Photosynth által készített modell és pontfelhő

## 4.2. Asztali ingyenes alkalmazások

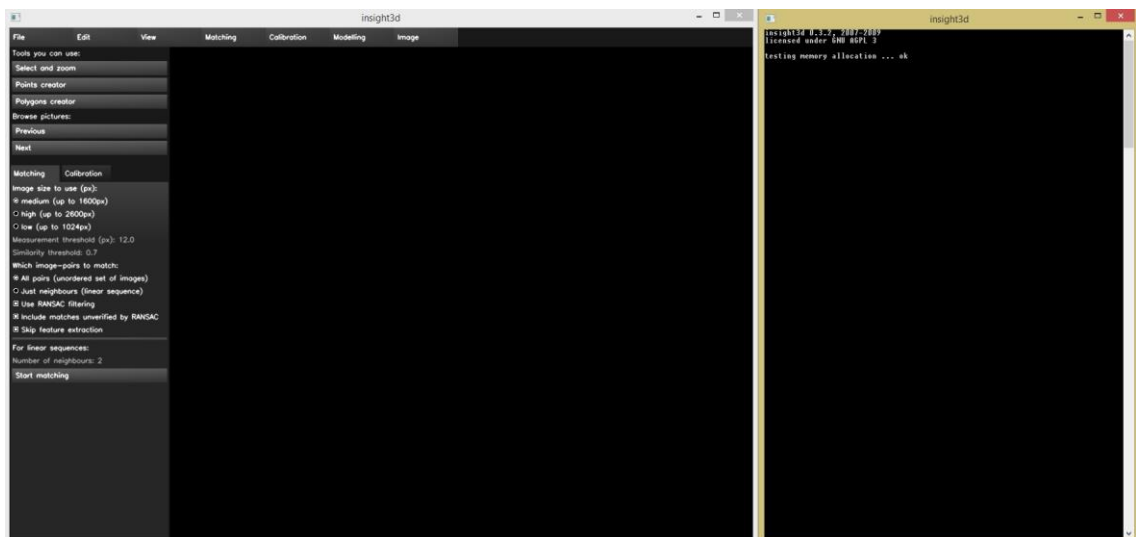
Asztali ingyenes alkalmazások tekintetében két program kerül bemutatásra: Insight3D és a VisualSFM. Ezek a programok a számítógépünk számítási kapacitását használják ki a modell létrehozásához, így a futási időtartam a képek mennyiségétől és felbontásától függően nagyban változhat. A programok használatához nincs szükség előzetes regisztrációra, csak letöltésre és telepítésre.

### 4.2.1. Insight3D

Az insight3D egy ingyenes, nyílt forráskódú 3D modellező asztali alkalmazás, amit jelenleg a fejlesztői weboldalon keresztül érhetünk el.

Maga a weboldal igazán egyszerű. Egy rövid leíráson és pár bemutató képen kívül két linket találunk Windows és Linux rendszerekhez való telepítő fájlok letöltéséhez. A jelenlegi program verzió a 0.3.2-es (utolsó elérés ideje 2014.11.11.). A telepítők mellett elérhető egy tutorial pdf is, mely részletesen taglalja a modellalkotás folyamatát lépésről lépésre, kellő segítséget nyújtva bárkinek. Az alkalmazás használatához nincs szükség regisztrációra, egy gyors telepítés után már használatba is vehetjük azt.

A program elindítása után két ablakot fogunk látni, az egyik magának a programnak a grafikus kezelőfelülete lesz, míg a másik egy parancssor, ahol nyomon tudjuk követni az adott folyamat állapotát.



12. ábra: az Insight3D kezelőfelülete

A modellezés elkezdéséhez először a képeket kell betallózni. Kétféle módszer közül választhatunk: egyesével tallózzuk be a képeket, vagy készítünk egy szöveges fájlt a képek listájával ugyanabban a könyvtárban, ahol a képeink vannak és ezt hívjuk be a programba. Többszörös képmegnyitásra, vagy drag n' drop módszerre nincs lehetőségünk. Következő lépés a képek párosítása, ami az azonos pontokat keresi meg a különböző képeken. Ezt a folyamatot a program automatikusan végzi, időtartama a képek mennyiségétől és felbontásától függően változik. Második lépés a kamerák kalibrálása. Az első lépéshez hasonlóan ez is automatikusan működik, de nem emészt fel hosszú időt.

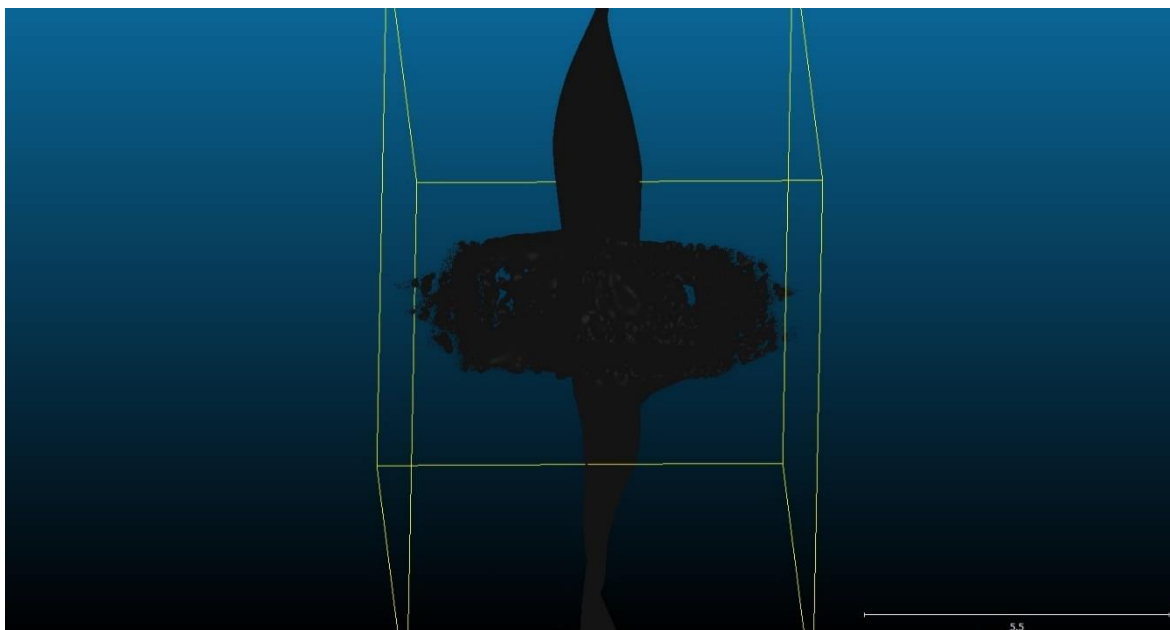
Kalibrálások után érhetjük el a pontfelhőket, amit a kamera fájlal egyetemben lehetőségünk van exportálni .txt formátumba. Bár a programnak kiterjesztéssel ellátott fájlokat kellett volna létrehoznia, mégis, egy kiterjesztés nélküli állomány lett az eredmény. Ezt a hibát úgy tudjuk orvosolni, hogy manuálisan, kézzel írunk be kiterjesztést (például Total Commander fájlkezelőben) a fájloknak és így már lehetőségünk lesz behívni és tovább dolgozni velük egy erre megfelelő szoftverrel – jelen esetben a Cloud Compare segítségével.



*13. ábra: Az elkészült pontfelhő Cloud Compare-ben megjelenítve*

A visszakapott pontfelhő első körben jónak tűnhet, de nem az. Számos pont van rossz helyen, a modell felett és alatt szétszórva. Mivel itt se kaptam vissza mesht, ezért én generáltam egyet Cloude Compare-el. Az előbb említett rossz helyen lévő pontok problematikája itt látszódik a legjobban. Valószínű, hogyha törölnénk ezeket a pontokat lehetőségünk lenne rendes mesh generálására.





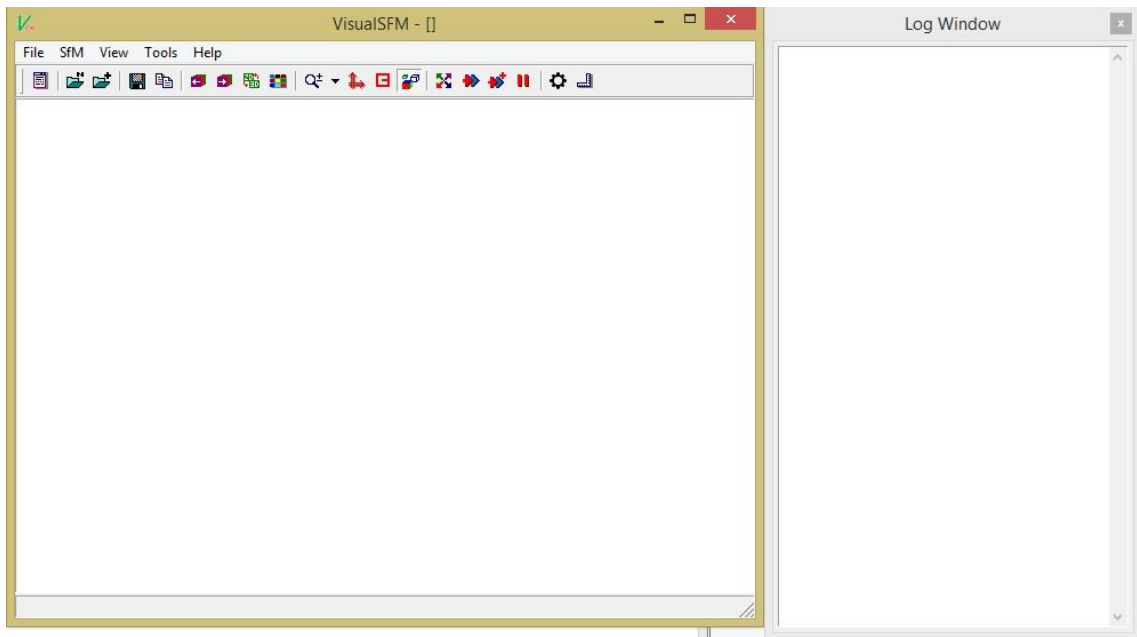
14. ábra: A modell mesh generálás után

#### 4.2.2. VisualSFM

A VisualSFM egy ingyenes, asztali, structure from motion szabad felhasználású alkalmazás, amit Chanhchang Wu google szoftvermérnök fejleszt. A program egyedisége abból adódik, hogy nagyban támogatja a több processzormagon történő és a grafikus kártya nyers erejére támaszkodó feldolgozó folyamatokat. (CCWU, 2013)

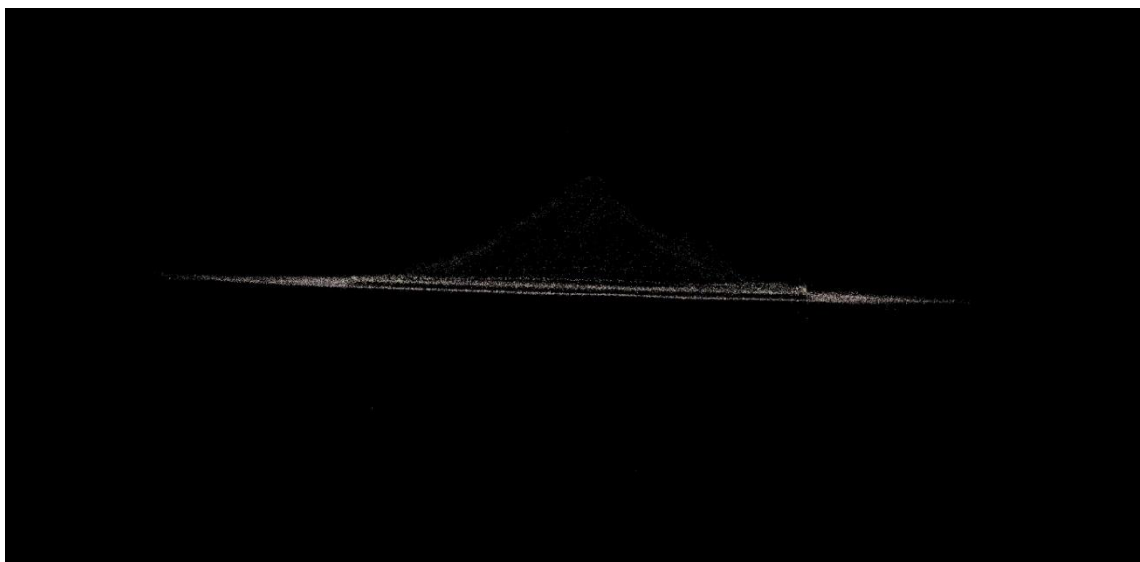
Magát a programot a fejlesztői weboldalon érjük el, Windows, Linux és Mac OSX operációs rendszerekre. Mindhárom rendszerre egyaránt elérhető 32 és 64 bites telepítő. Jelen írás tárgya a 0.5.25-ös verziószámú 64 bites Windows verziót foglalja magába. Magát a programot nem kell telepíteni, egyszerűen csak ki kell csomagolni a tömörített állományt egy tetszőleges célmappába. A weboldalon lehetőségünk van még elérni egy széleskörű dokumentációt a programról.

Első indítás után két ablak fogad. Az egyik a *Log Window*, amin keresztül az elindított folyamatokat tudjuk soron követni, a másikban pedig maga a programablak ahol a műveleteket tudjuk kezelni.



15. ábra: A VisualSfM kezelőfelülete

Ahhoz hogy elkezdjük a modellezést, először a képek hozzáadására lesz szükségünk. Második lépésben a képek párosítása történik. Harmadik lépésben két opció közül választhatunk: *sparse* vagy *dense* (ritka vagy sűrű) „újjáépítés”. E három lépés segítségével hozható létre képeinkből a pontfelhő. Magának a folyamatnak a sebessége a processzor és a videokártya sebességétől függően változhat. Mikor a folyamat elkészült, akkor a megjelenítő ablakban fogjuk látni az eredményt.



16. ábra: Az elkészült pontmodell a program belső saját megjelenítőjében

A program alapértelmezetten *.nvm* (nviewmatch) formátumba ment, de van lehetőség elméletben más, általánosabb formátumba mentésre is (*.ply*, *.out*, *.aln*...stb). Jelen sorok írása közben ez a funkció nem működik megfelelően, az exportálás nem volt sikeres.

### **4.3. Asztali fizetős alkalmazások**

Az asztali fizetős alkalmazások csoportjába két szoftver került: a Pix4D és az Agisoft –PhotoScan. Mindkét szoftverről elmondható, hogy kihasználja a modern hardver erejét, legyen szó többmagos processzorról, a videokártya számítási teljesítményéről vagy nagy mennyiségű memóriáról. Maguknak a szoftvereknek is jóval több funkciójuk van, mint az eddig vizsgált webes és ingyenes asztali alkalmazásoknak, illetve ezzel a felhasználási területük is sokrétűbb, nem csak erre a műveletre korlátozódnak. Ezen szoftverek használata licenzhez kötött, így a programok próbaverziós változatát használtam – a használat során nem estem bele a korlátozás hatáiraiba.

#### **4.3.1. Agisoft – Photoscan**

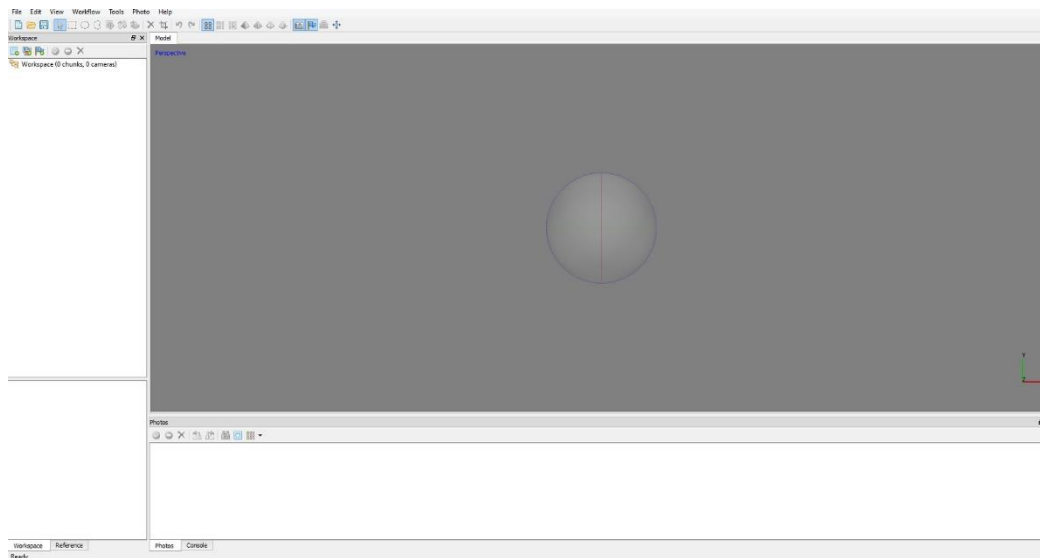
Az Agisoft Photoscan egy önállóan futtatható, fizetős asztali fotogrammetriai alkalmazás mely automatikusan textúrával ellátott modellek, georeferált ortomozaikok és DSM/DTS modellek fotókból való létrehozására szolgál. A feldolgozást korszerű, az átlagnál gyorsabb és pontosabb algoritmusokkal végzi, ezzel biztosítva a magas minőségű eredményt.

A program számos olyan előnnyel rendelkezik, ami kiemeli és/vagy csak részben megtalálható a hasonló szoftverek között. Ilyen például a magas pontosságú és részletességű végtermékek, a grafikus kártyákat is kihasználó feldolgozó algoritmusok vagy a megosztási lehetőségek (mind *.pdf* vagy online formában). Ezen előnyök mellett számos fontos tulajdonsággal rendelkezik a program: légi háromszögelés, pontfelhő sűrítés, valódi DSM/DTM előállítás, georeferálás repülési adatsorból, multispektrális képfeldolgozás vagy a beépülő Python szkriptek támogatása. Ezen előnyök és tulajdonságok mellett kiemelendő még, hogy megbirkózik a hal-szem felvételek feldolgozásával, a legtöbb UAV-val (pilóta nélküli repülőgéppel) kompatibilis, támogatja az EPSG koordinátarendszerek nagy részét, emellett széleskörű exportálási lehetőségeket biztosít a legtöbb formátumba.

A szoftver jelenleg az 1.0.4-es verzióánál tart, elérhető Windows, Mac OS és Linux operációs rendszerekre. A szoftver bemutatásához alkalmam volt a honlapon

próbaverziót igényelni. Ehhez névre és egy működő email cím megadására volt szükség. Regisztráció után pár perccel meg is érkezett a válaszelevél, benne a linkkel a program letöltéséhez és természetesen a próbaverzió kódjával, melyet a telepítés utáni első indításkor kell megadni. Maga a próbaverzió funkciókban egyenértékű a teljes verzióval.

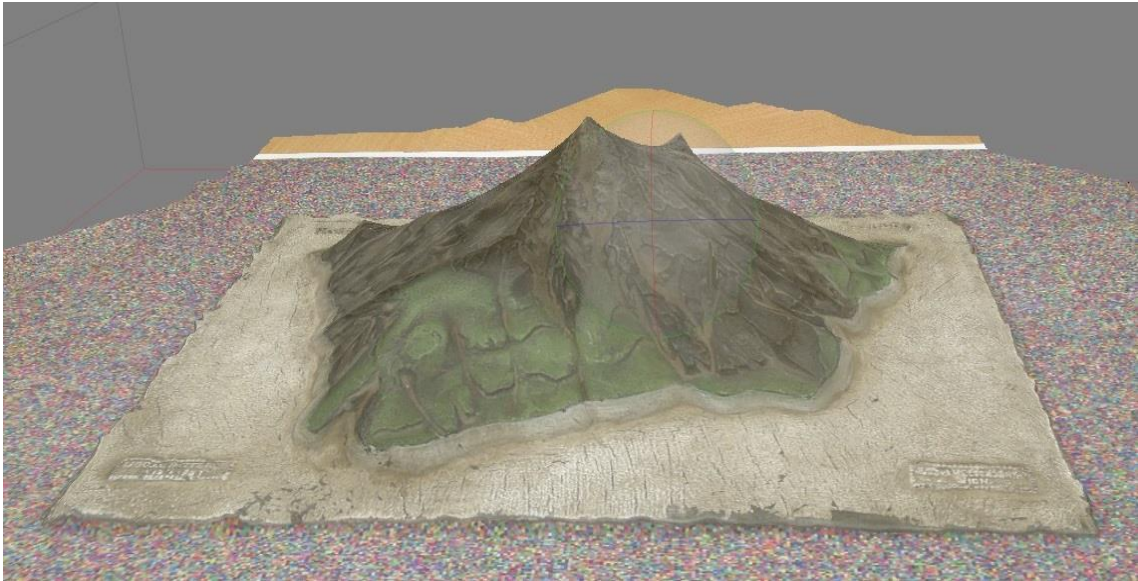
A program első indítása után egy könnyen átlátható kezelőfelület fogad. A képernyő nagy részét a megjelenítő foglalja el, az alsó sávban találjuk a képek szekciót – itt láthatjuk miniatürizálva a képeket tallózás után, vagy válthatunk a console földre, ahol a Python programnyelven írt szkripteket tudjuk bevinni és futtatni. Bal oldalt található még a Workspace nevezetű felület, melyen majd a munkafolyamat során jelennek meg a modellek és képek.



17. ábra: A program kezelőfelülete

Ahhoz, hogy létrehozhassunk egy modellt, először képeket kell betallózni. Az alsó határ minimum két kép; felső határa akár több ezer kép is lehet a honlap leírása szerint. A képek fájlformátumát tekintve a szokásos formátumokon (.jpeg, .png, .tif, .bmp) kívül használhatunk kevésbé elterjedt formátumokat is (.exr, .pgm, .ppm, .mpo, .seq). Tallózás után a képek párosítása következik, ami egy automatikus folyamat, időtartama a képek mennyiségétől és minőségétől függően változhat. Ezt az *Align Photos* funkcióval tehetjük meg, amire rákattintva egy felugró ablakban be kell állítanunk a pontosságot (*low*, *medium*, *high*). A folyamat végeztével a pontfelhő megjelenik a megjelenítőben. Második lépésnél érdemes pontfelhő sűrítést végrehajtani a jobb eredmény érdekében. Ezt a *Build Dense Cloud* opcióval érhetjük el, hasonlóan, mint a párosításnál itt is megadhatjuk a minőséget. Harmadik lépésben a mesh generációja következik. Hasonlóan az előbbi két

opcióhoz itt is több beállítási lehetőségünk van. Utolsó lépés a textúra felépítése, itt is számos opcióból van lehetőségünk választani.



18. ábra: Az elkészült modell

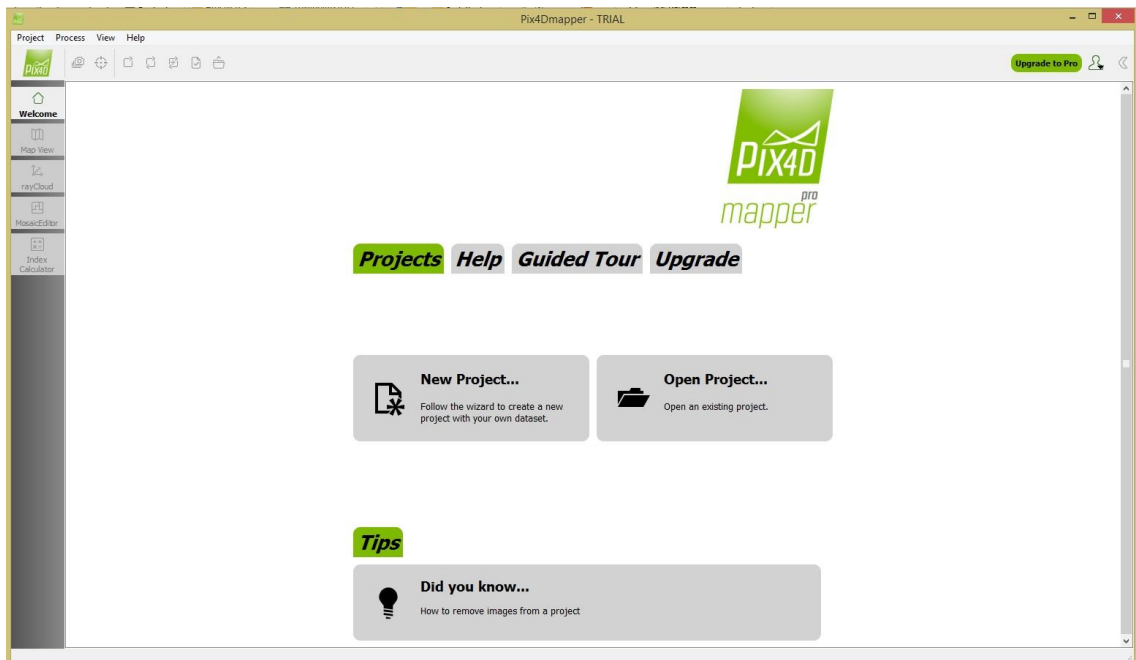
Az elkészült modell további felhasználására az export funkciók adnak lehetőséget. Szinte mindegyik lényeges és ismert formátum támogatva van ( *.obj*, *.ply*, *.3ds*, *.wrl*, *.dae*, *.u3d*, *.dxf*, *.fbx*, *.kmz*, *.pdf*). Modellen kívül lehetőségünk van csak magának a pontfelhőnek vagy a textúrának az exportálására is.

### 4.3.2. Pix4D

A Pix4D egy asztali környezetbe szánt professzionális és üzleti célú képfeldolgozó, térképező és modellező alkalmazás. Miután az alkalmazás használata megvásárolt licenzhez kötött így, a honlapról egy gyors regisztráció után elérhető trial, azaz próbaverziót töltöttem le és használtam a program bemutatásához. Maga a próbaverzió korlátozása egyedül a kimeneti eredményeket érinti.

Jelenleg az 1.2.88-as 64bit-es verzió érhető el (utolsó elérés 2014.11.12). Magának a programnak az eddig vizsgált alkalmazásokhoz képest sokkal magasabb rendszerigénye van. Ez megnyilvánul a magas memória és háttértár igényben, ezenkívül kihasználja a 2-4 és többmagos processzorok számítási kapacitását egyes folyamatoknál, míg más folyamatok esetében a grafikus feldolgozó egység erejére támaszkodik. A program letöltése és telepítése a szokásos módon zajlik, majd az első indításkor az előzőekben regisztrált felhasználónkkal kell bejelentkeznünk.

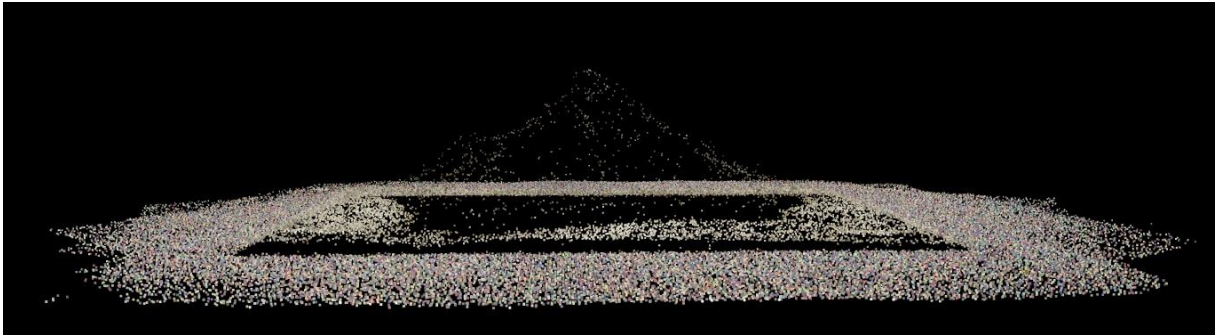
A program indítása után már a kezdőlapon több lehetőséget találunk új vagy meglévő project létrehozására, megnyitására, valamint itt találhatunk leírásokat, útmutatókat a program használatához. Ezek a tutorialok többnyire egy weboldalra vagy egy videóra mutatnak, mindenesetre érdekes és hasznos információkat tartalmaznak az alapokhoz.



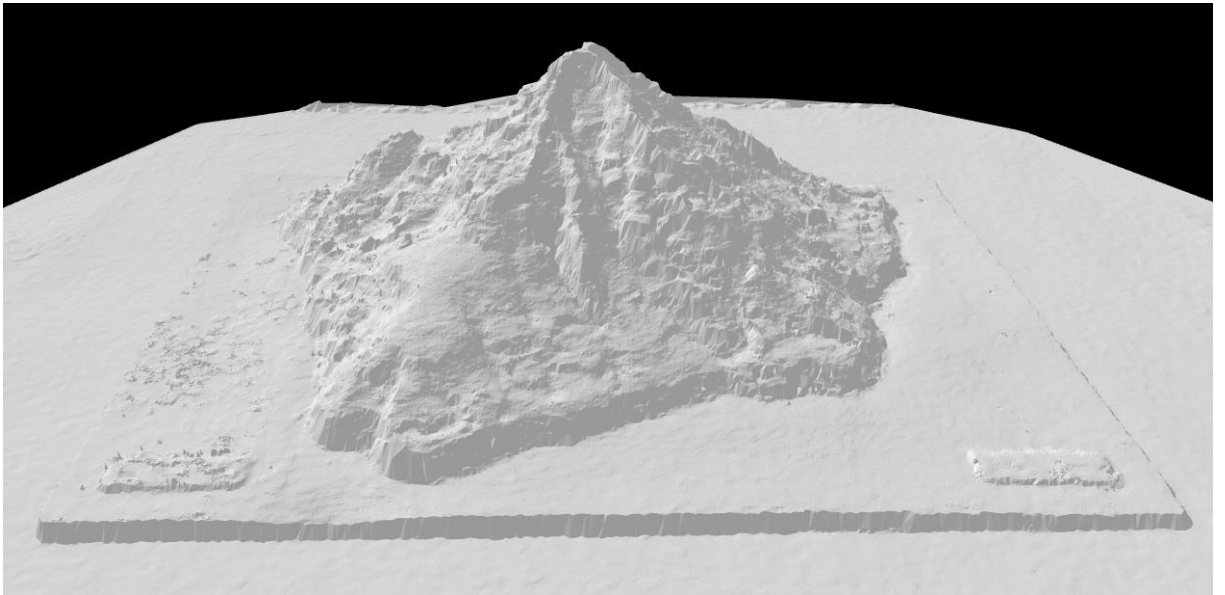
19. ábra: A Pix4D indítása után fogadó kezelőfelület

Ahhoz, hogy belekezdjünk a modellezésbe, először egy *new project*-et kell indítanunk. A felugró ablakban van lehetőségünk a modell nevét a mentés helyét, és a project típusát megadni. Típusnál két különbözőből választhatunk, az egyik a pontfelhő, DSM (DDM) és ortomosaic hármast öleli fel, míg a másik lehetőség csak pontfelhőt generál. Én az első, bővebb opciót futattam le. A következő ablakban következik a képek betallóztatása a modellhez, a program minimum három darabot kér a folyamathoz, felső határa nincs, vagy nem írja – valószínű az adott rendszer teljesítménye lesz a felső korlát. Harmadik, egyben utolsó ablakban beállíthatjuk a képek vetületi rendszerét, hozzárendelhetünk georeferált adatokat (ha azok nélkül lettek készítve) – de ez a lépés csak ajánlott, nem kötelező, kihagyható. Lehetőségünk van még a képek adatainak manuális manipulálására, mint magasság (ha légi felvételtől van szó), pontosság (horizontálisan/vertikálisan). Ha ezeket a beállításokat megtettük, nincs más dolgunk, mint elindítani az utolsó ablakban a képernyő alján található start gombra kattintva a számítást és megvárni, míg a képek, a felbontás és a választott opciók függvényében változó időmértékben elkészül. A választott három feladat nem egyszerre készül el,

hanem részenként. Figyelni kell, mert minden részt külön kell elindítani. Ezen feladatok állapotát egy állapotjelző csík segítségével követhetjük nyomon.



20. ábra.: az elkészült pontfelhő



21. ábra: A modell mesh generálás után

## 5. Programok összehasonlítása

Ebben a fejezetben az előző fejezetben ismertetett és bemutatott programok összehasonlítása került táblázatos formába. Az összehasonlítás során nem volt céloom az általam vizsgált legjobb és legrosszabb szoftver megtalálása, inkább egy, a programokról átfogó, könnyen áttekinthető képet alkotni. A vizsgált pontokat a saját meglátásom szerint állítottam össze. A továbbiakban e pontok bemutatása, szöveges magyarázata és a táblázathoz köthető értékelése olvasható.

### 5.1. Vizsgált pontok bemutatása

**Alkalmazási környezet:** ez a pont talán az, ami nem érdemel magyarázatot, két lehetőség van ONLINE és ASZTALI.

**Ingyenes vagy fizetős:** az előző ponthoz hasonlóan itt is két összehasonlítási pont szerepel: INGYENES vagy FIZETŐS.

**Operációs rendszer:** ebben a pontban a három legelterjedtebb operációs rendszert vettem alapul: Windows, Mac OS, Linux. A táblázatban a kezdőbetűjüket használtam jelölésre: W, M, L. Amelyik webes szolgáltatásnál nincs szükség feltöltést segítő program használatára, ott ez a lehetőség áthúzásra került.

**Hardverigény:** ennél a pontnál három lehetőséget határoztam meg: ALACSONY vagy ONLINE, ÁTLAGOS, értve ez alatt egy általános felhasználásra használt számítógépes környezetet és MAGAS, melybe azok a programok fognak tartozni, amik igénylik a többmagos rendszereket és a nagy mennyiségű memóriát.

**Skálázódás:** Ebben a pontban azt figyeltem, hogy a munkafolyamat hogyan használja ki a processzormagokat, a videokártya erejét és a nagy mennyiségű memóriát a modellezéshez. Online szolgáltatások esetén a táblázatban lévő mező áthúzásra került, míg ALACSONY skálázódás esetén kevésbé, jó skálázódás esetén MAGAS szavak kerültek.

**Egyéb függőségek:** ha a programnak az általános függőségeken kívül (DirectX, .Net framework...stb), további függőségei vannak, az ide került a függőség pontos nevének megnevezésével.

**Munkamenet egyszerűsége:** itt a modellezés folyamatának egyszerűségét vagy nehézségét határoztam meg: KÖNNYŰ - könnyen használható egy átlagosnak tartott



felhasználó is elboldogul vele, KÖZEPES – valamennyivel bonyolultabb folyamat, megkövetel már szaktudást és BONYOLULT – sok beállítási lehetőséggel rendelkező, szaktudást igénylő programok.

**Opciók a munkamenet során:** itt a modellezés folyamata során felmerülő beállítási lehetőségek mennyisége az összehasonlítási szempont. Három lehetőséget adtam meg, NINCS – ha nincs egyáltalán plusz beállítási lehetőség, KEVÉS – ha van lehetőség egyéb opciók beállítására, de mennyiségét tekintve kevés van belőle, SOK – ha van lehetőség egyéb opciók beállítására és ezek száma sok lehetőséget takar.

**Eredmények típusai:** ebben a pontban a visszakapott eredmény került összehasonlításra. Ha visszakaptunk pontfelhőt, akkor PF, ha mesht akkor M, ha textúrázott mesht akkor TM betűjelzésekkel jelöltem.

**Átjárhatóság más szoftverekkel:** itt a modell más szoftverekben történő használatát vettem figyelembe. NINCS – az elkészült modellt nem tudjuk másik alkalmazásban alkalmazni, ROSSZ – van lehetőség máshol használni a modellt, de csak korlátozott lehetőségeink vannak, JÓ – átjárhatóság egyéb szoftverek között megoldott szinte minden szempontból.

**Modell minősége:** Itt az elkészült modell minőségét jellemeztem három pontban: ROSSZ – a modell nem sikerült, JÓ – a modell sikerült, de vannak hibái, KIVÁLÓ – a modell jól sikerült.

**Egyéb megjegyzés:** ebbe a pontba kerültek azok a dolgok, amik a szolgáltatás mellé pluszban járnak, például online galéria, tárhely... stb.

## **5.2. Összehasonlító táblázat**

A következő két oldalon az összehasonlító táblázat található az előző pontban ismertetett pontok alapján.

	<b>Arc3D</b>	<b>Autodesk-123D</b>	<b>Microsoft – Photosynth</b>	<b>My3DScanner</b>	<b>Insight3D</b>	<b>VisualFSM</b>	<b>Pix4D</b>	<b>Agisoft Photomod.</b>
<b>Alkalmazási környezet</b>	ONLINE	ONLINE	ONLINE	ONLINE	ASZTALI	ASZTALI	ASZTALI	ASZTALI
<b>Ingyenes/fizetős</b>	INGYENES	INGYENES	INGYENES	INGYENES	INGYENES	INGYENES	FIZETŐS	FIZETŐS
<b>Operációs rendszer</b>	W/L	W/L/M	W		W/L	W/L	W	W/M/L
<b>Hardver-igény</b>	ONLINE	ONLINE	ONLINE	ONLINE	ALA-CSONY	ALA-CSONY	MAGAS	MAGAS
<b>Skálázódás</b>					ALA-CSONY	ALA-CSONY	MAGAS	MAGAS
<b>Egyéb függőségek</b>			Microsoft Silverlight	fájltömörítő alkalmazás				

	<b>Arc3D</b>	<b>Autodesk-123D</b>	<b>Microsoft – Photosynth</b>	<b>Mv3DScanner</b>	<b>Insight3D</b>	<b>VisualFSM</b>	<b>Pix4D</b>	<b>Agisoft Photomod.</b>
<b>Munkamenet egyszerűsége</b>	KÖNNYŰ	KÖNNYŰ	KÖNNYŰ	KÖZEPES	KÖZEPES	KÖZEPES	NEHÉZ	NEHÉZ
<b>Opciók a munkamenet során</b>	NINCS	NINCS	NINCS	NINCS	KEVÉS	KEVÉS	SOK	SOK
<b>Eredmény típusa</b>	PF/TM	PF/TM	PF/TM	PF	PF	PF	PF/M/TM	PF/M/TM
<b>Átjárhatóság más szoftverekkel</b>	ROSSZ	ROSSZ	NINCS	JÓ	ROSSZ	ROSSZ	JÓ	JÓ
<b>Modell Minősége</b>	ROSSZ	KIVÁLLÓ	JÓ	JÓ	ROSSZ	ROSSZ	JÓ	KIVÁLLÓ
<b>Egyéb megjegyzés</b>		Online tárhely és galéria	Online tárhely és galéria					

## 6. Összegzés

A képalapú háromdimenziós modellezés, mint láthattuk az előző fejezetekben számos előnyel és hátránnyal rendelkezik. Kiemelendő a költséghatékonysága és a viszonylag könnyű használata, viszont ahhoz, hogy a továbbiakban is használható magas minőségű modellt alkossunk fényképeinkből már elengedhetetlen a komoly szakmai tudás.

Az általam bemutatott és összehasonlított programok és szolgáltatások minősége is vegyes képet mutat, egy-két kivételtől eltekintve a fizetős, professzionális alkalmazások felé dől a mérleg egyelőre, viszont ennek a modellező technikának a gyors ütemű fejlődésével ez könnyen megváltozhat, és egyre inkább elterjedhet a mindennapokban és a szakmai közegekben egyaránt.

## 7. Irodalomjegyzék

**Bourke, P.** (1997). Surface (polygonal) Simplification.

Letöltés helye: <http://paulbourke.net/geometry/polygonmesh/>

Utolsó elérés: 2014.14.10

**Balázsik V.** (2010). A távérzékelés fogalma, a fotogrammetria és a távérzékelés kapcsolata. Nyugat-magyarországi Egyetem.

Letöltés helye:

[http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027\\_FOT1/ch01s04.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_FOT1/ch01s04.html)

Utolsó elérés: 2014.12.10

**Mélykúti G.** (2007). Fotogrammetria.

Letöltés helye:

<http://www.fmt.bme.hu/fmt/oktatas/feltoltesek/BMEEOFTAG12/ag12segedlet.pdf>

Utolsó elérés: 2014.12.14

**Vincze L.** (2010). A digitális alaptérképek fogalma, fajtái, jellemzői. Nyugat-magyarországi Egyetem

Letöltés helye:

[http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027\\_NMT3/ch01s12.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_NMT3/ch01s12.html)

Utolsó elérés: 2014.12.10

**Walford, A.** (2009). A New Way to 3D Scan,

Letöltés helye: <http://www.photomodeler.com/downloads/ScanningWhitePaper.pdf>

Utolsó elérés: 2014.12.10

**Zentai L. – Guszlev A.** (2007). Számítógépes térképészet. Budapest: FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet.

## **8. Felhasznált weboldalak**

### **Agisoft Photomodeller**

Elérhetőség: <http://www.agisoft.com/>

Utolsó elérés: 2014.12.07

### **Autodesk 123D Catch**

Elérhetőség: <http://www.123dapp.com/catch>

Utolsó elérés: 2014.12.04

### **Arc3D**

Elérhetőség: <http://homes.esat.kuleuven.be/~visit3d/webservice/v2/>

Utolsó elérés: 2013.12.04

### **CCWU (2013), Changchang Wu**

Elérhetőség: <http://ccwu.me/>

### **Digicamhelp (2014)**

Elérhetőség: <http://www.digicamhelp.com/camera-features/camera-parts/megapixels/>

### **Insight3D**

Elérhetőség: <http://insight3d.sourceforge.net/>

Utolsó elérés: 2014.12.10

### **Microsoft – Photosynth**

Elérhetőség: <https://photosynth.net/>

Utolsó elérés: 2014.12.04

### **My3DScanner**

Elérhetőség: <http://www.my3dscanner.com/>

Utolsó elérés: 2014.11.15

## **Pix4D**

Elérhetőség: <http://pix4d.com/>

Utolsó elérés: 2014.12.10

## **Photo Metric (2009)**

Elérhetőség: <http://www.photometric.hu/fotogrammetria-11.html>

## **VISICS (2014), Vision for Industry Communications and Services**

Elérhetőség: <http://www.esat.kuleuven.be/psi/visics>

## **VisualSFM**

Elérhetőség: <http://ccwu.me/vsfm/>

Utolsó elérés: 2014.12.10

# **9. Ábrajegyzék**

*Az ábrajegyzékben forrás nélkül feltüntetett képek saját készítésűek.*

1. ábra: **Gede M. – Mészáros J.** (2012). The Possible Use of Free Tools For Digitizing Old Relief Modeles. 82-88 oldal.

Kép címe: Camera positins fo a simple relief model

Elérhetőség: <http://www.e-perimetron.org/Vol 7 2/Gede Meszaros.pdf>.....9

2. ábra: **N.A. Matthews** (2008). Aerial and Close-Range Photogrammetric Technology: Providing Resource Ddocumentation, Interpretation, and Preservation. 1-62. oldal.....10

3. ábra:  
<http://www.ni.com/cms/images/devzone/tut/aomjmbde9176630949726129674.gif>.....11

4. ábra: <http://www.slipperybrick.com/2007/08/nikon-coolpix-114-115/>.....13

5. ábra:.....13

6. ábra:.....15

7. ábra:.....16

8. ábra:.....18

9. ábra:.....	20
10. ábra:.....	20
11. ábra:.....	22
12. ábra:.....	23
13. ábra:.....	24
14. ábra:.....	25
15. ábra:.....	26
16. ábra:.....	26
17. ábra:.....	28
18. ábra:.....	29
19. ábra:.....	30
20. ábra:.....	31
21. ábra:.....	31



## Nyilatkozat

Alulírott, Szabó Márton (FN23C5) nyilatkozom, hogy jelen szakdolgozatom teljes egészében saját, önálló szellemi termékem. A szakdolgozatot sem részben, sem egészében semmilyen más felsőfokú oktatási vagy egyéb intézménybe nem nyújtottam be. A szakdolgozatomban felhasznált, szerzői joggal védett anyagokra vonatkozó engedély a mellékletben megtalálható.

A témavezető által benyújtásra elfogadott szakdolgozat PDF formátumban való elektronikus publikálásához a tanszéki honlapon

HOZZÁJÁRULOK

NEM JÁRULOK HOZZÁ

Budapest, 2014. december 11.

.....  
a hallgató aláírása