

Létesítmények felmérése 3D scanner segítségével

Csizmadia Tamás - mérnök informatikus bsc. - III évf.

Nagy András - építész osztatlan - III évf.

Redele Márk - építészmérnök bsc. - III évf.

Konzulens: Kondor Tamás DLA, dr.habil

Pécsi Tudományegyetem - Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar

Tartalomjegyzék

I.Bevezetés.....	2
II.A műszer működési elve, technikai leírása.....	4
III.A felmérés menete, a munkafolyamat.....	5
IV.A szoftver felépítése.....	7
1.Jelenlegi állapot.....	7
2.Rövidtávú terv.....	11
V.Az alkalmazás működésének bemutatása példákon keresztül.....	11
VI.Víziók, további lehetőségek.....	12
VII.Konklúzió.....	14
Felhasznált szakirodalom:.....	15

Ábrajegyzék

ábra1.....	5.1.
ábra2.....	5.2.
ábra3.....	5.3.
ábra4.....	5.4.
ábra5.....	5.5.
ábra6.....	5.6.
ábra7.....	5.7.
ábra8.....	5.8.

I. Bevezetés

Napjaink beltéri épületfelmérési gyakorlata, a lézeres távmérő használatára épül. A műszer, a használó által manuálisan kerül alkalmazásra. Egy mérés egy pontot eredményez. Az épületszerkezetek pontjainak, síkbeli kiterjedéseinek távolsága mérhető adott ponttól, adott párhuzamosnak vélt síktól, felülettől. A sík itt egy minimálisan szükséges ponthalmaz által kerül deklarálásra. Mivel igen kevés a mért pontok száma, az egymással valamilyen viszonyban lévő geometriák, csupán becslés alapján kerülnek meghatározásra, pl. a merőleges vagy a párhuzamos viszony. Továbbá a mért objektum geometriáinak meghatározása idealizált feltételezésekre épül, révén egy-egy geometriáról igen kevés minta kerül vételezésre. Nem állapítható meg egy feltételezett síkról ilyen minimális mintánál hogy valóban sík-e, vagy egy felételezett szabályos felületről, hogy valóban szabályos-e. Továbbá a referenciapont, melytől a mérést végezzük, szintén egy feltételezés alapján meghatározásra került geometria ponthalmazának része. Mivel egy épületfelmérés során viszonylag minimális a mért minták száma, az épület geometriai információhalmazának töredéke kerül csak rögzítésre egy bejárás alatt. Ez ellentmondásos az épületfelmérés céljával, a gazdasági, műszaki érdekekkel. A rögzített adatok további felhasználása, elemzése az előbbieken taglalt feltételezésekre épül. A gyakorlat szerint az épületfelmérés során mért geometriai információknak, két dimenziós, vízszintes alapsíkra vonatkoztatott vetülete kerül rögzítésre, vagy ezen vetületeknek az alapsíkra merőlegesen történő kimozdításával nyert három dimenziós geometriai információ.

Emberi tényező irányítja, és befolyásolja a mérés folyamatát, ennek feltételezései, határozzák meg a mért információk pontosságát. A mérés folyamatában minden mozdulatért és műveletelemért emberi áttét felelős. Ez alapvetően megkérdőjelezi a felmérés pontosságát, az első mozdulattól kezdve.

A létrejövő 2D vagy 3D modell primitív és uniformizált, nélkülöz minden geometriai egyediséget. Továbbá csak geometriai információkat tárol, esetlegesen metainformációt. Nélkülözi az építészeti, építőipari, létesítményfenntartási, műemlékvédelmi szempontból a felmérés helyén rendelkezésre álló információk nagy részét. Anyagminőségre vonatkozó információt, szint, gépészeti, villamosságtechnikai, világítástechnikai, hőtechnikai, berendezésre vonatkozó információkat.

Létesítmények felmérése 3D scanner segítségével

Célunk olyan munkakörnyezet létrehozása mely segítségével, az épület bejárásával, minimális emberi beavatkozással, a helyszínről automatikusan felépülő 3D modell készíthető. Az elkészült modell, méretezhető, bővíthető, átalakítható, újrahasznosítható kell hogy legyen. Tetszés szerint tartalmazzon gépészeti, hőtechnikai és egyéb BIM(Building Information Modell) információkat. Exportálható kell hogy legyen a legtöbb népszerű CAD szoftver számára.

Léteznek olyan alkalmazások, műszerek melyek segítségével a 3 dimenziós teret térképezhetjük fel, ám kutatásaink arra vezettek hogy ezek kültérben használhatóak effektíven(hogy miért, ezt később tárgyaljuk), nem készítenek absztrakt modellt, csupán a valós 3d geometriai információkat nyerik ki a környezetükből és vételáruk nagyon magas.

A mi általunk leírt alkalmazás építőipari, építészeti jelentősége egyedülálló. A valós és absztrakt információk alapján valós időben automatikusan létrejövő 3d modell, mely valós időben visszaellenőrizhető, szerkeszthető, nem geometriai információkkal látható el, és felmérés közben folyamatos interakciót folytat a használóval, az épületfelmérés olyan megközelítése melyre a dolgozat írásának időpontjában ismereteink szerint nincsen gyakorlati lehetőség.

A felvázolt alkalmazás felhasználási területei azonban nem korlátozódnak csak az építőiparra. A további lehetőségekről és igényekről, később ejtünk szót.

TDK dolgozatunk olyan készültségi fokán mutatja be a munkakörnyezetet melyen a műszer saját állótengelye körül forgatva, a környezetét feltérképezni képes. A szoftver ezt az információt point cloud modell(lsd. köv. fej.) formájában menteni tudja, a pontfelhalmazt képes megjeleníteni, azon szűrőket alkalmazni, transzformációkat végrehajtani, műveleteket végezni. Képes a pontfelhalmazban különválasztani a síkokat reprezentáló részhalmazokat. Ezekből a matematikai reprodukcióhoz szükséges adatokat kinyerni.

II. A műszer működési elve, technikai leírása

Az általunk alkalmazott műszer, egy alacsony árkategóriás, mélységérzékelő infravörös szenzor. Eredeti funkciója emberi alakok mozgásának, mozdulatainak, mimikájának felismerését szolgálja. Elsősorban a számítógépes játékiparban alkalmazott.

Gyártója: *Microsoft Corporation*

A termék neve: *Microsoft Kinect*

Működési elve, az infravörös projekción és a kivetített infravörös minta torzulásának érzékelésén alapszik. Rendelkezik továbbá egy RGB kamerával is melynek köszönhetően, színeket is társíthat az észlelt pontokhoz.

PRODUCT SPECIFICATION

Property	PrimeSensor Spec	Property	PrimeSensor Spec
Field of View (Horizontal, Vertical, Diagonal)	58° H, 40° V, 70° D	Color image size	UXGA (1600x1200)
Depth image size	VGA (640x480)	Audio: built-in microphones	2 mics
Spatial x/y resolution (@2m distance from sensor)	3mm	Audio: digital inputs	4 inputs
Depth z resolution (@2m distance from sensor)	1cm	Data interface	USB 2.0
Maximal image throughput (frame rate)	60fps	Power supply	USB 2.0
Average image latency in full VGA resolution	40msec	Power consumption	2.25W
Operation range	0.8m - 3.5m	Dimensions (Width x Height x Depth)	14cm x 3.5cm x 5cm
		Operation environment (every lighting condition)	indoor
		Operating temperature	0°C - 40°C

2.1. részletes műszaki specifikáció

A műszer kimenete point cloud modell. A point cloud modell egy 3 dimenziós koordináta-rendszerben elhelyezkedő ponthalmaz. A műszer által létrehozott point cloud modell pontjai egy jobb sodrású koordináta-rendszerben helyezkednek el, ahol a z tengely a műszer érzékelőjére merőleges. Alapesetben az adatmodell minden pontjához 3 koordinátaértéket rendel és egy színkódot. Továbbá ha az alkalmazás megkívánja, a pontokhoz további értékek társíthatóak. Alkalmazásunk szoftveres része ezt a kimenetet dolgozza fel, a műszer használata közben. A műszer tartalmaz egy beépített 3 tengelyű gyorsulásmérőt is, mely a műszer nyomonkövetése kapcsán válhat fontossá.

III. A felmérés menete, a munkafolyamat

Az alkalmazás használhatósága és megvalósíthatósága, megköveteli azt, hogy minden pillanatban ismerjük a műszer szenzora által használt koordináta-rendszer origójának helyét.

A professzionális lézer szkennerek GPS, GNSS alapú globális helymeghatározást használnak. Valósídejú centiméter pontos mérést GPS-el csak a GNSS kiegészítő hálózat segítségével lehet elérni. A GNSS rendszer előfizetés alapú szolgáltatás. A GPS alapú globális helymeghatározás képességei korlátozottak épületszerkezeteken belül, nagy intenzitású beépítéseknel, ahol interferencia, vagy a jelek elnyelődése miatt adatvesztés történik, vagy a jel egyáltalán nem jut el a vevőig.^[1] A költségek alacsonyantartása végett, mint a projektünk egyik alapkonceptiója, ezt a technológiát elvetettük.

A lokális helymeghatározásnak több módoszata létezik, főképpen a rádiójeles technológiák elterjedtek. Megközelítőleg méter pontosságú meghatározásra képesek. Ez a megoldás az épületfelméréshez szükséges precíz helymeghatározáshoz nem használható.

Az általunk fejlesztett alkalmazás esetén, a felmérési modell origója fiktív origó. A műszer útja ehhez a fiktív origóhoz képest kerül kiszámításra. Az első, a műszertől érkező információhalmaz meghatározza ezt a fiktív origót. Ez az első információhalmaz egyben az első point cloud modellt is jelenti, melyben minden pont koordinátáját ismerjük a műszer koordináta origójához képest mely, révén hogy ez az első ponthalmaz, egyben a teljes felmérési modell fiktív origója. Azért fiktív, mert globális értelemben, semmilyen viszonyrendszerben nem ismerjük a földrajzi helyzetét.

Mikor a műszertől megérkezik a következő adathalmaz, ami egyben a második ponthalmaz, ennek pontjai az előző ponthalmaz pontjaihoz kerülnek hozzáfűzésre, a két ponthalmaz megegyező részei alapján. Így válik értelmezetté az első műszer origó, mint fiktív origó, melyhez képest az összefűzés után egyértelműen meghatározhatóak a második ponthalmaz elemeinek koordinátái ahogyan a második ponthalmaz origója is tehát a műszer aktuális helyzete. Így az n -edik ponthalmaz az $(1, 2, 3, \dots, n-2, n-1)$ halmazzal kerül összefűzésre, tehát az n -edik halmaz pontjainak koordinátái és origójuk, a műszer n -edik helyzete egyértelműen meghatározható a fiktív origóhoz képest.

Ezt a módszert a robotikában simultaneous localization and mapping(SLAM)-nek nevezik.

Létesítmények felmérése 3D scanner segítségével

Azokban az esetekben használatos mikor priori információk nélkül kell meghatározni egy mozgó eszköz helyzetét, ismeretlen környezetben. Az modellrészletek egymással való megfeleltetésére számos algoritmus létezik. ^[2]

A felmérés menetét, és módszerét tekintve két lehetőséget vettünk figyelembe.

Az első esetben a használó a mobil munkaállomást magára rögzítve, a műszert kezében hordozva járja be a létesítményt, méri azt fel a kívánt részletességig. A műszer teljes szabadsággal mozgatható.

Ennek a módszernek jelentős előnye hogy tudatosan mozoghatunk a felmérni kívánt térben, mellőzve a felmérés szempontjából hasztalan információkat. A nehezen elérhető részleteket is felmérhetjük.

A módszer hátránya hogy a műszer nagyon sok új helyzetet vesz fel, ennél fogva útvonalának követése, pontatlanabb, így maga a felmérés is.

A másik eset hogy a felmérés során a műszert több statikus helyre lehelyezve, bizonyos térrészeket egy helyről térképezünk fel a műszert szferikusan mozgatva. Így a felmérés során kevesebb új helyzetet vesz fel a műszer, hiszen a statikus pontokban az origó nem mozog tehát a modell pontosabb lesz. Azonban rugalmatlanabbá válik a munkamenet, és a kiszámíthatatlan részletekre is nehezebb reagálni. Továbbá a felmérés időtartama is megnőhet.

A projekt egyik alapkonceptiója, hogy a kész alkalmazás képes legyen minél rugalmasabban kielégíteni a a használó igényeit a kész modellre vonatkozóan, így indokolt hogy mindkét módszer részét képezze az alkalmazás lehetőségeinek.

Az alkalmazás lehetőséget ad arra, hogy a felmérést végző személy, a folyamat közben beavatkozzon, töröljön részleteket, hozzáadjon információkat. Így még a helyszínen, módosítható a modell. Ez a szubszidiáris megközelítés sokkal nagyobb garanciát jelent a modell helyességét tekintve, mint egy teljeskörű utómunka, hiszen a helyszíni körülményeket tisztán átlátja a műszer használója. Továbbá ez a szemléletmód lehetőséget ad a modell és a használó közötti interakcióra. Az alkalmazásban olyan interaktív eszközök kerülnének megvalósításra mint a berendezési tárgyak, szerelvények, gépészeti vezetékek felismerése. Ezek azonosítása egy olyan referencia adatbázis segítségével történne, mely a hétköznapi tárgyak, építőipari szerelvények point cloud modelljeit tartalmazza, továbbá ha ezen

Létesítmények felmérése 3D scanner segítségével

információhalmaz nem elegendő az adott tárgy azonosításához, a felmérést végző személy a helyszínen felvehetné és regisztrálhatná azt az adatbázisba, így később a tárgy minden további példányát felismerné az alkalmazás.

A létesítményfelmérés során tehát nem egy tisztán a geometriai információkra épülő modell jön létre, hanem egy olyan összetett modell mely koherens módon tárolna geometriai és metainformációkat. Ezeket az információkat indokolt lenne a Building Information Modelling(BIM) elvei szerint, tárolni és összhangban tartani a geometriai tartalommal, hogy később lehetőség legyen az épületfelmérésből származó modellt, BIM projektekbe integrálni. Továbbá létesítményfenntartás szempontjából fontos, hogy a megfelelő szoftverekkel a modell feldolgozható legyen és elegendő információt tartalmazzon.^[4]

Fontos tulajdonsága az alkalmazásnak, hogy a 3d modellhez színeket is társít, a point cloud modell minden eleme a 3 koordinátán kívül rendelkezik egy színkóddal is, így megőrizhetőek a felmért épület geometriáinak eredeti színei és bár a felmérés során kinyert falsíkokból, felületekből matematikai modell is készül, de a modell megőrzi az eredeti, akár tökéletlen, hibás, sérült geometriát is. A point cloud adatmodellben a pontokhoz tetszőleges mezők is rendelhetők, így akár megőrizhető egy beázott folt vagy sérülés egy falfelületen, úgy hogy azokat a pontokat egyszerűen a műszer használója kijelöli a programban. Ezek a funkciók lehetővé teszik többek között a műemléki épületek valós állapotának megőrzését de ez ugyan így igaz más létesítményekre is. ^[6] Továbbá heterogén tereket is effektíven lehetséges így felmérni, hiszen a szabálytalan és nem egységes modelleket is részletes információkkal lehet ellátni.

A felmérés végén a modell információiból helységkönyv készül, és IFC adatként is menthető kell hogy legyen. Az IFC egy olyan nyílt adatmodell mely az épületinformációk leírása végett került kifejlesztésre. Biztosítja többek között a BIM szoftverek közötti mozgási lehetőséget. ^[4]

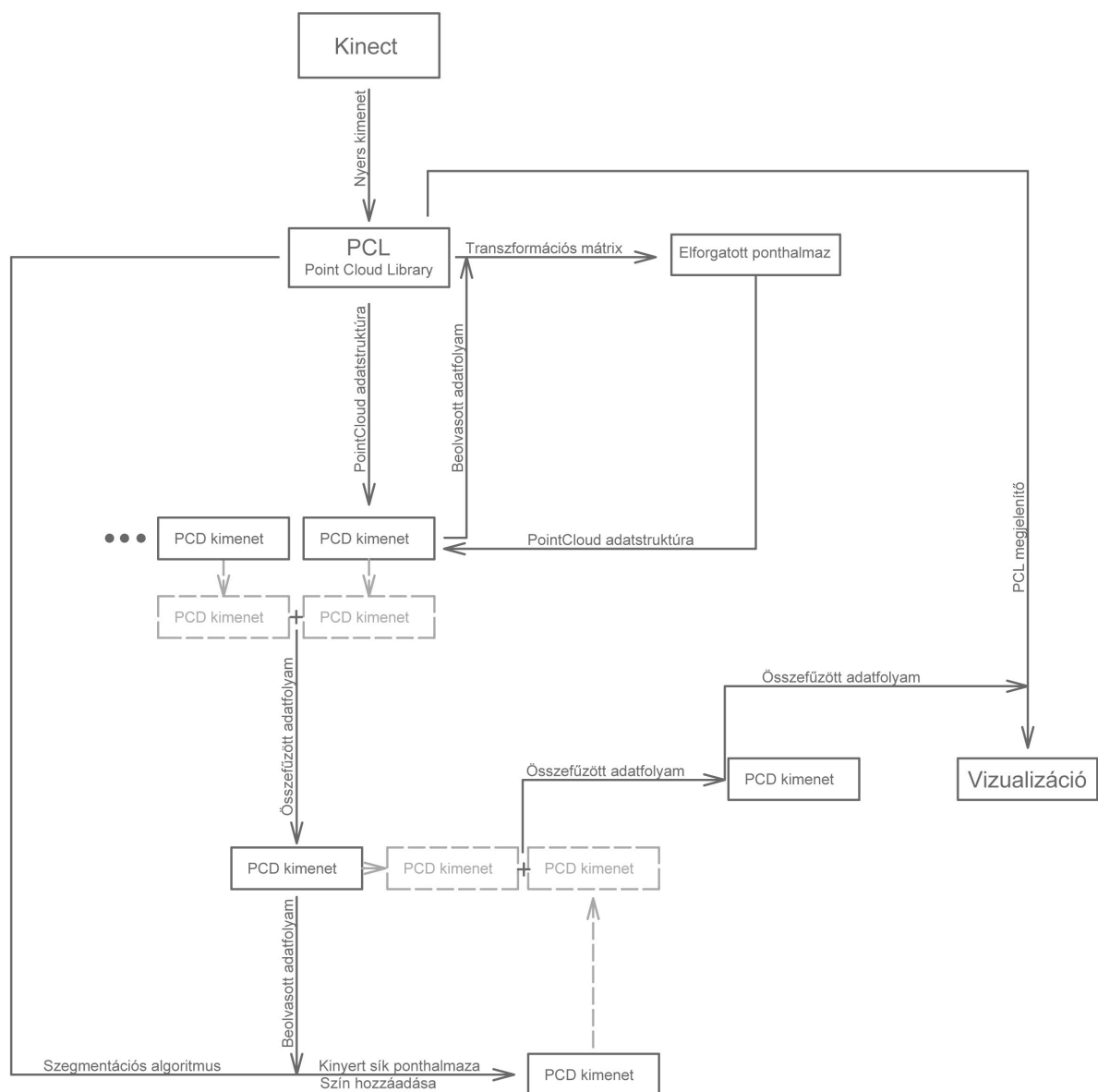
IV. A szoftver felépítése

1. Jelenlegi állapot

A szoftver célja egyrészt a műszer kimenetének valószerű feldolgozása, kiértékelése. Másrészt a felhasználó és az alkalmazás közötti interakció megteremtése. A kimenet

Létesítmények felmérése 3D scanner segítségével

feldolgozásának fázisában, a műszer által készített point cloud modellrészletek eltárolása, a szükséges transzformációk alkalmazása, az aktuális és az előző modellrészletek összefűzése, a pontthalmazok különböző kritériumok alapján történő szűrése és az összefűzött modellrészek síkokat reprezentáló részhalmazainak azonosítása zajlik. Ezen részhalmazokat szükséges elkülöníteni a teljes nyers modelltől, és identifikálni őket. Identifikálni matematikailag, a felmérést végző igényeinek szempontjából, egyéb kiegészítő információk szempontjából, mint például a szerkezetre vonatkozó anyagi jellemzők, és a jelenlegi műszaki állapot. Továbbá az elkülönített síkok pontthalmazainak pontjaihoz tartozó szín hozzárendelésére szolgáló adatmező eltérő színekódokkal kerül feltöltésre a későbbi vizuális elkülöníthetőség érdekében.



4.1 a jelenlegi program folyamatábrája

A szoftver háttérét a Point Cloud Library(PCL) keretrendszer biztosítja. A PCL egy olyan nyílt forrású projekt, mely korszerű algoritmusokat biztosít a pointcloud adatok feldolgozásához. Többek között a pontfelhalmaz szűréséhez, a síkok felismeréséhez, SLAM eljárásokhoz. Segítségével férünk hozzá a műszer kimenetéhez, és tudunk műveleteket végezni a kinyert adatfolyamokon.^[3] Továbbá a pontfelhalmazok megjelenítését is segítségével valósítjuk meg. Jelen stádiumban kizárólag a PCL programkönyvtárait használjuk szoftverünkben. A 2.2. folyamatábra bemutatja a jelenlegi szoftver összetevőit, működési elvét.

Mivel dolgozatunk az alkalmazás építészeti, építőipari jelentőségét, létjogosultságát, a benne rejlő lehetőségeket hivatott taglalni, továbbá bemutatni a pillanatnyi állapot alkalmazhatóságát, működését, úgy gondoljuk hogy a szoftver mélyreható elemzése, programrészletek mellékelése túlmutat, a dolgozat keretein, így azt mellőzzük.

2. Rövidtávú terv

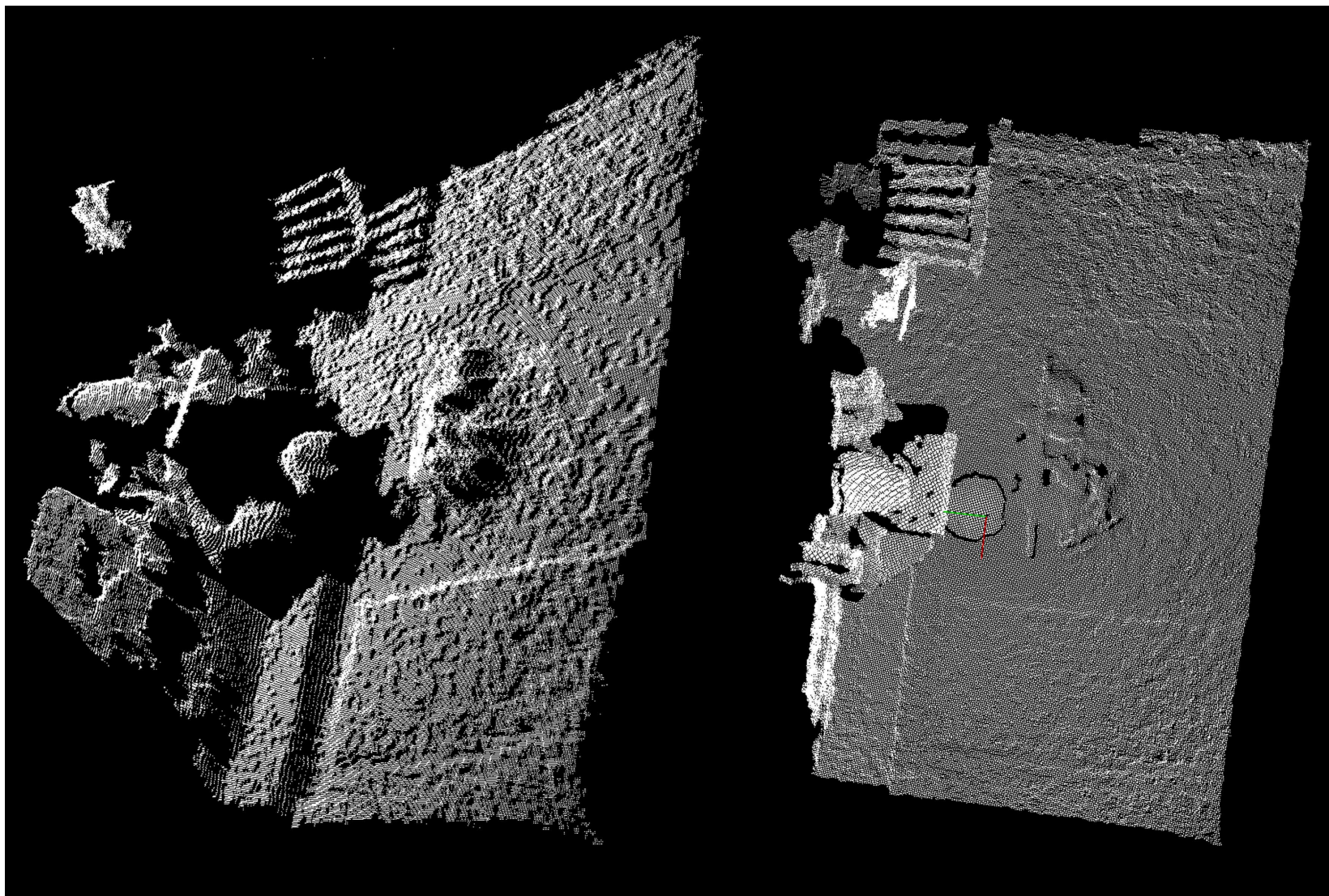
Az előző pontban tárgyaltakon túl, az alkalmazásnak képesnek kell lennie egy előre meghatározott minta alapján a feltérképezett térben objektumokat felismernie. Képes kell hogy legyen ismétlődő minták felismerésére és elkülönítésére a nyers modelltől. A szoftver alkalmas kell hogy legyen regisztrálni a műszer origójának útvonalát, a mozgás során rögzített modellrészleteket összefűzni valamilyen SLAM eljárás segítségével.

A felhasználó és a program közötti kapcsolatot megteremtő felhasználói felület segítségével a felhasználó igényei szerint alakíthatja a felmérési modell tulajdonságait és tartalmát. Legyen akár szó a modell finomságáról vagy az opcionális lehetőségekről, melyeket a későbbiekben tárgyalunk. Bár a felmérési modell, a helyszín bejárásával egyidőben, és automatikusan készül, a felhasználói felületnek biztosítani kell beavatkozási lehetőséget, például olyan esetben amikor bizonyos síkokat, felületeket már a felmérés közben szelektálni akarunk. Továbbá biztosítania kell a programnak olyan alapvető funkciókat, mint a modell megjelenítése, különböző ortogonális nézetek, és metszetek felvétele, a modell méretezése, metainformációk hozzáadása és szerkesztése. Természetesen az elkészült modell exportálható kell hogy legyen a használatos CAD szoftverek számára, további szerkesztéshez.

Létesítmények felmérése 3D scanner segítségével

V. Az alkalmazás működésének bemutatása példákon keresztül

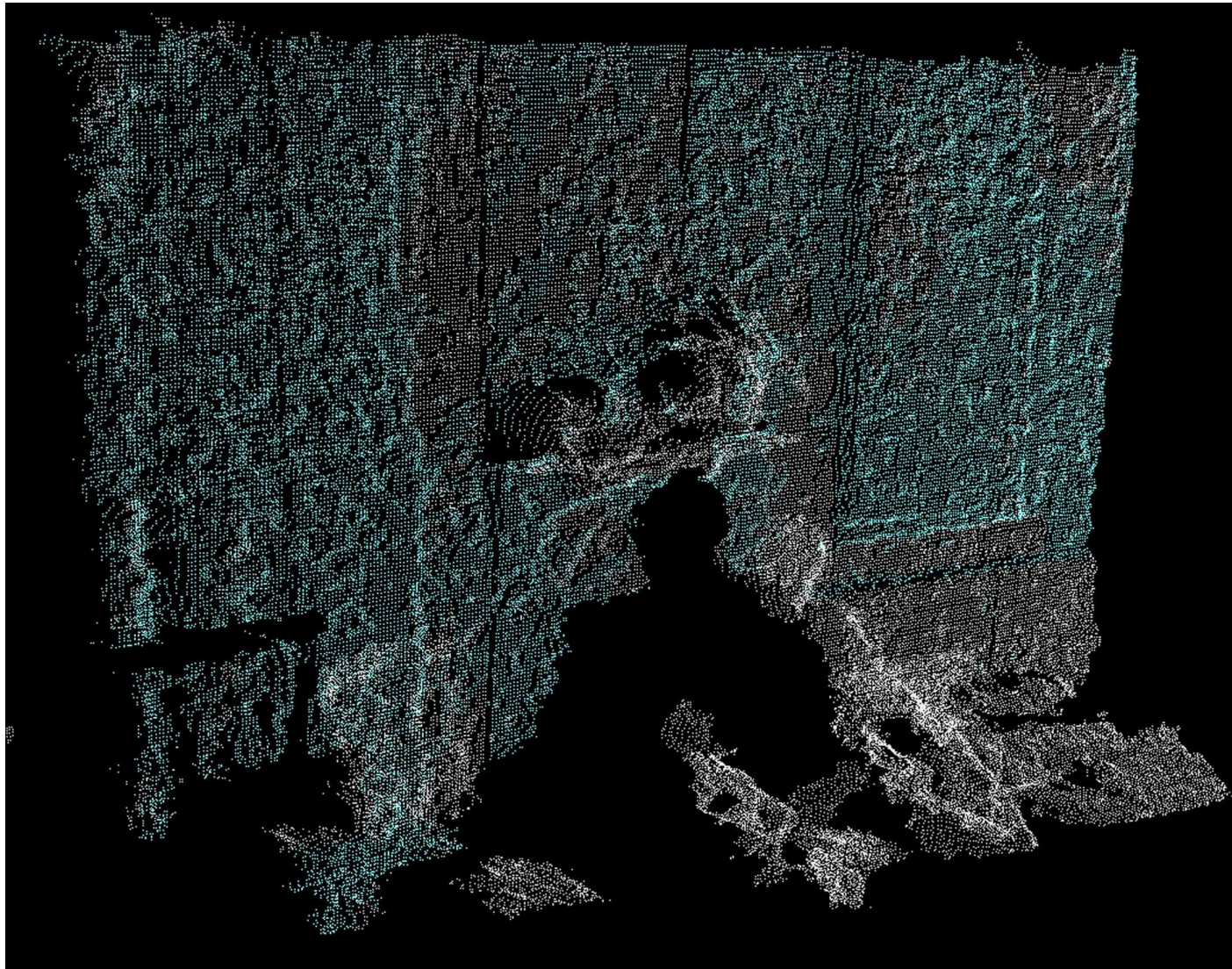
Ez a fejezet, az alkalmazás jelen funkcióit, működését példákon keresztül kívánja szemléltetni, képi és szöveges magyarázattal.



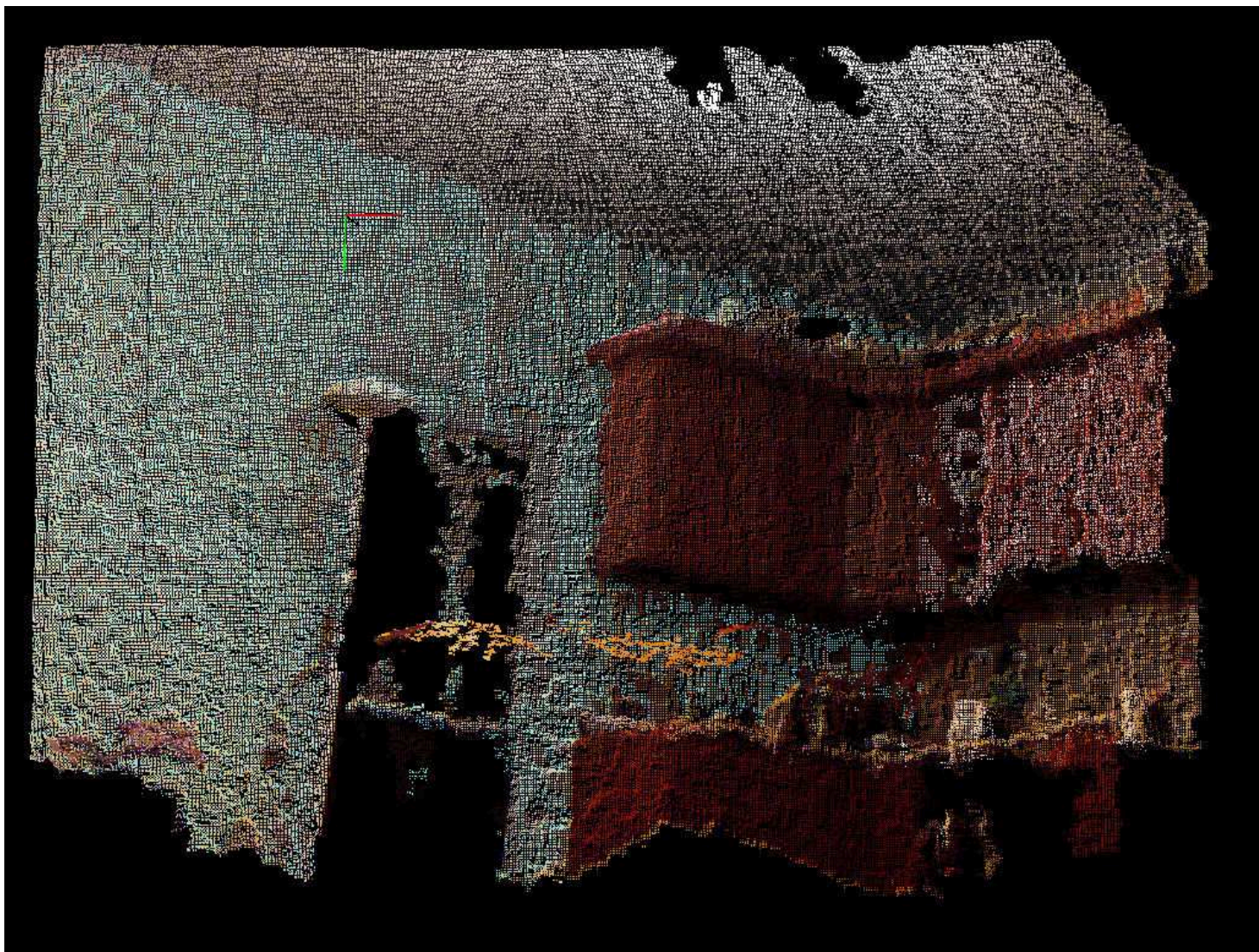
5.1. A fenti képeken, a műszer infravörös szenzorának kimeneti adatfolyamából a szofver által generált és megjelenített pointcloud modell látható. A modell megforgatható, a képernyőn "körbejárható".



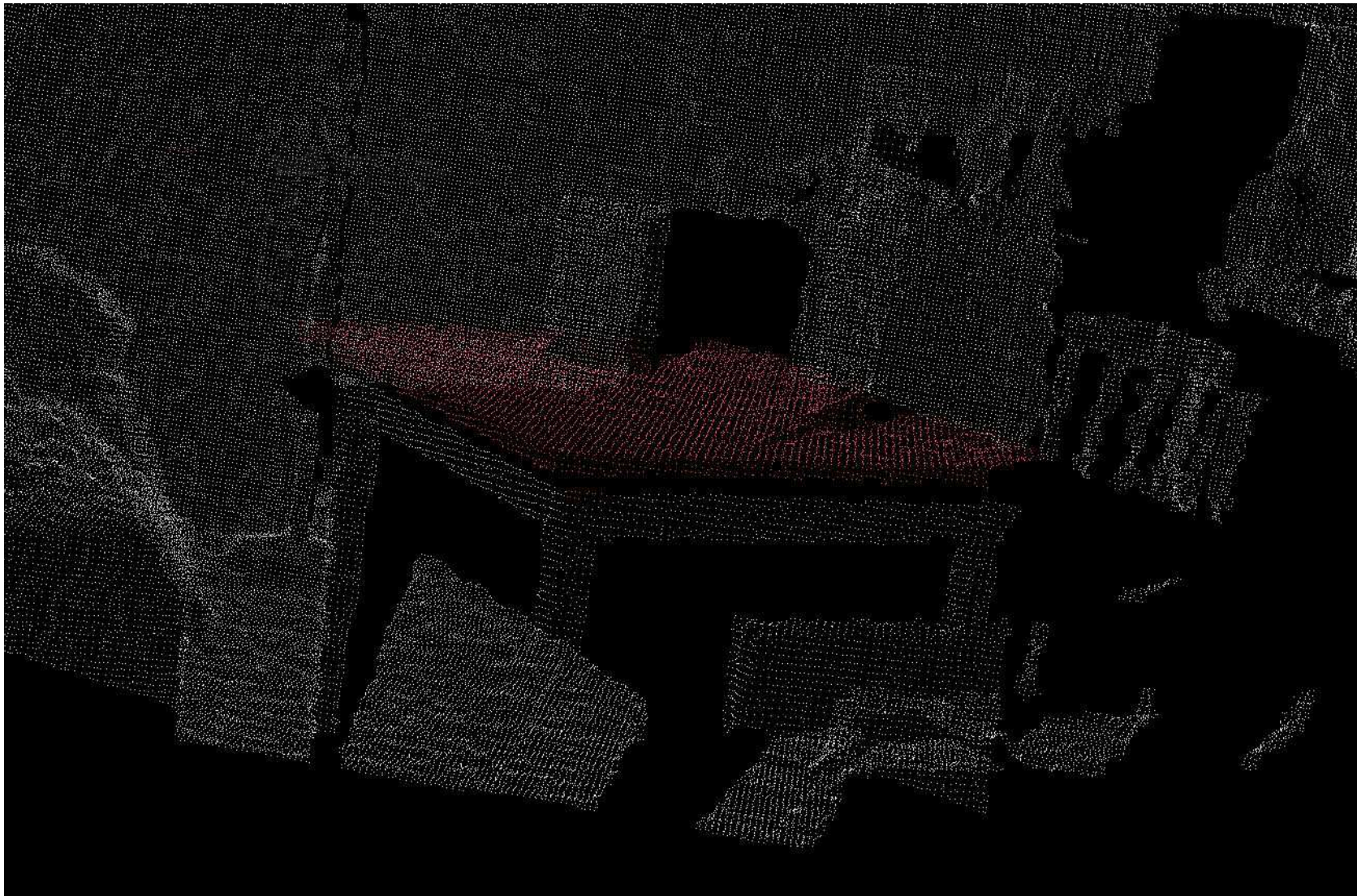
5.2. A fenti képeken láthatóak a műszer infravörös szenzorának kimeneti adatfolyamából a szofver által generált és megjelenített pointcloud modell, és a modell pontjaihoz hozzárendelt színek, melyek a műszer RGB kamerájának adatfolyamából származnak.



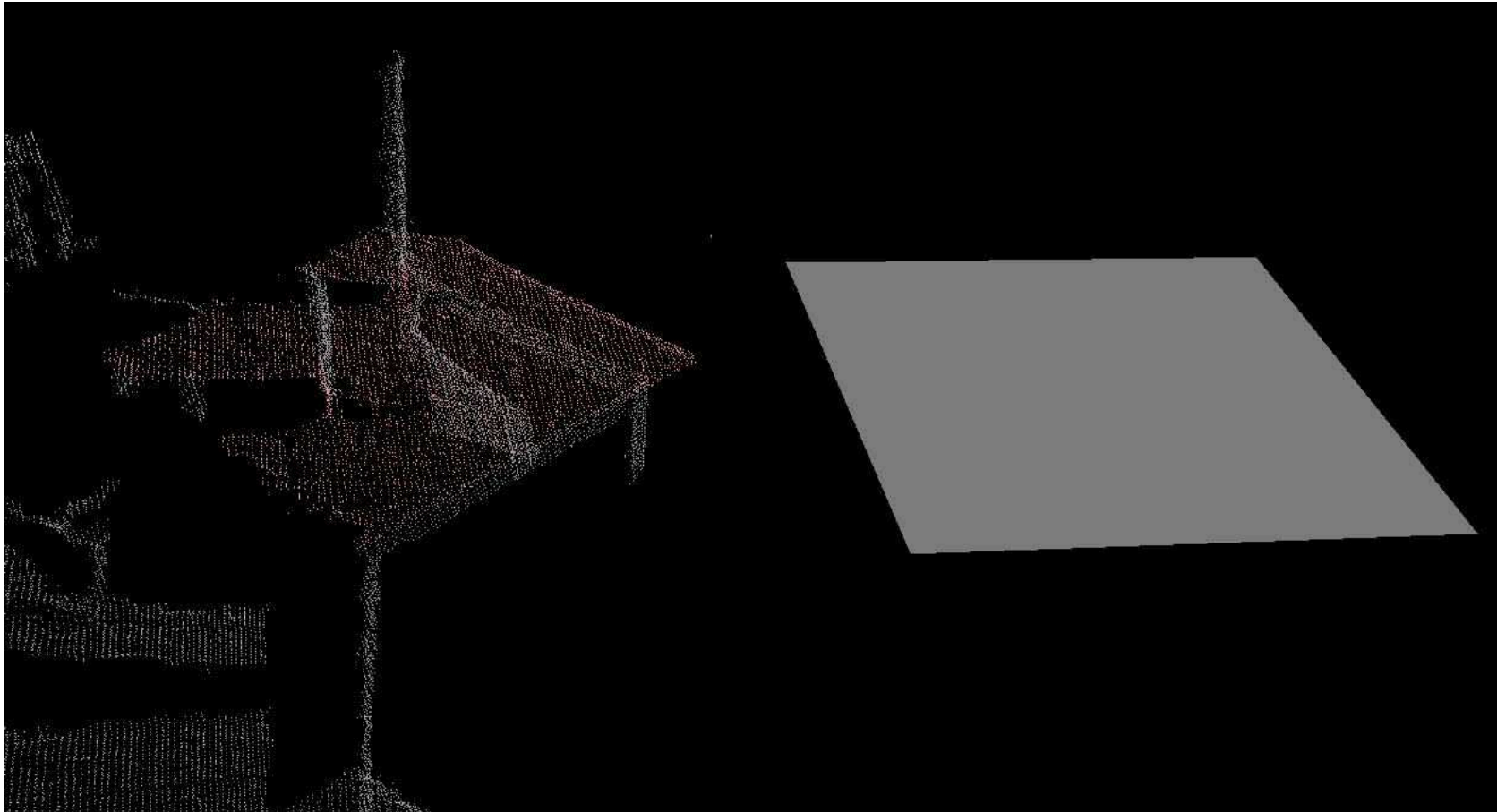
5.3. Itt az 5.1. számú képen megjelenő környezet látható és a háttérben a fal szoftver által felismert, elkülönített és színezett síkja.



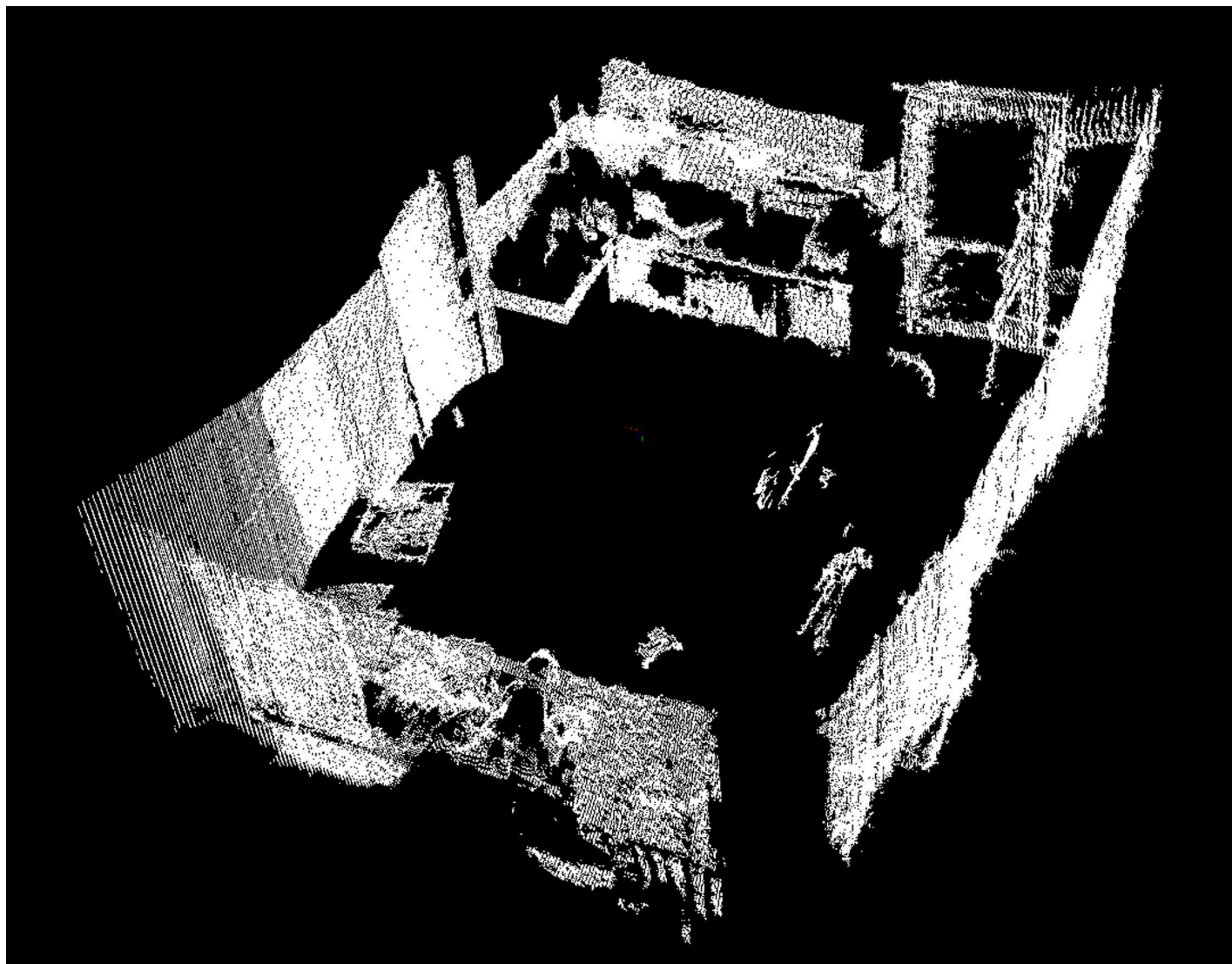
5.4. Itt az 5.2. számú képen megjelenő környezet látható és a falak, mennyezet, konyhabútor ajtólapjainak szoftver által felismert, elkülönített és színezett síkja.



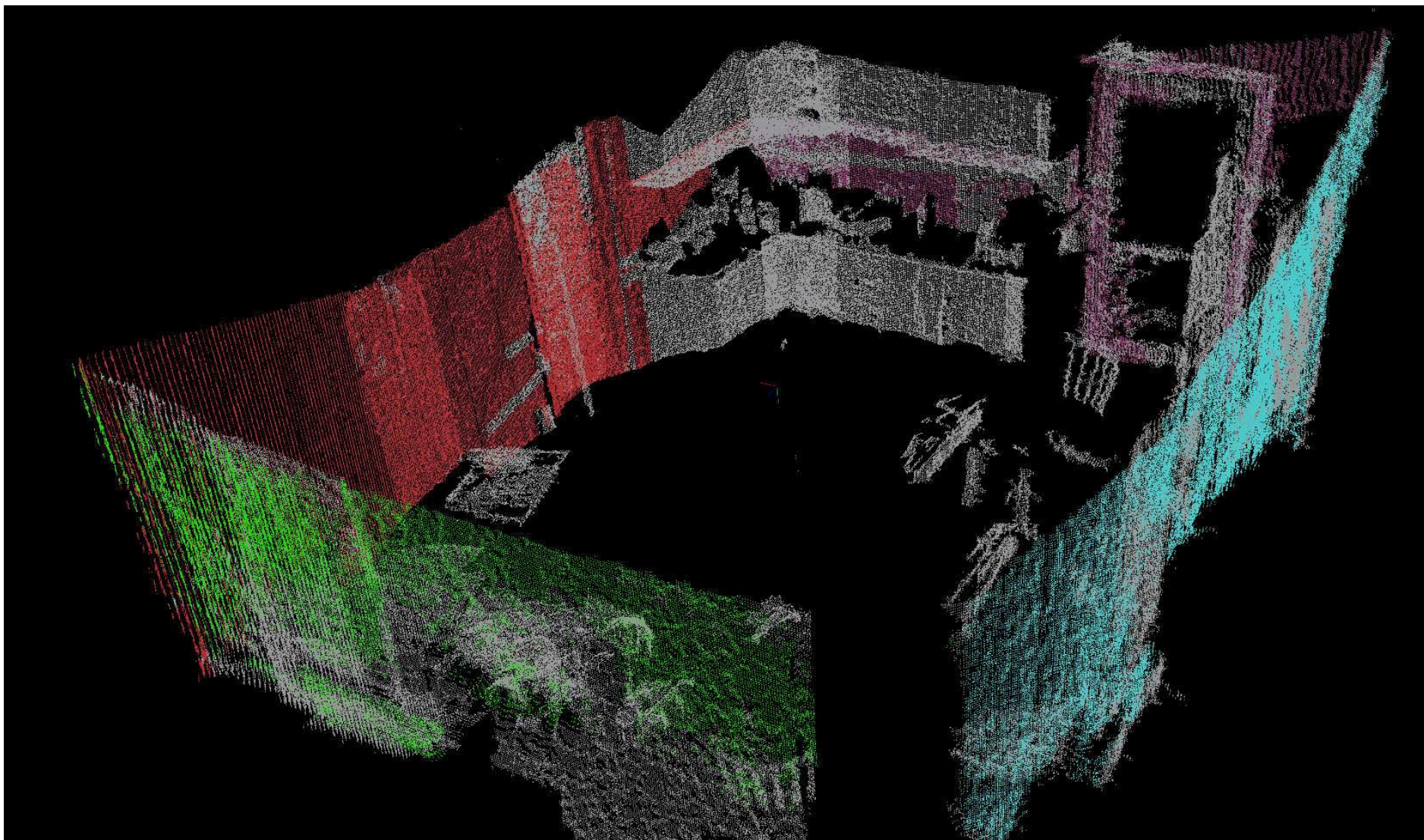
5.5. Itt a egy asztal lapjának a szoftver által felismert, elkülönített és színezett síkja látható.



5.6. Itt a egy asztal lapjának a szoftver által felismert, elkülönített és színezett síkja látható, és a síkból kinyert matematikai információk(a sík normálvektorának 3 koordinátája és a sík egy pontja.) alapján létrehozott síkmodell. A pointcloud modellben a síkok felismeréséhez bizonyos tűréshatárokat adunk meg, a színezett síkmodell(ponthalmaz) ebbe a tűréshatárba beletartozó pontok összességéként kerül vissza a teljes modellbe, azonban a matematikai információ egy középértékből származik(RANSAC algoritmus).^[3]



5.7. Itt a műszer 45° -kénti elforgatásával, és a keletkező modellrészletek transzformálásával(koordinátarendszer 45° -os visszaforogtatása) és ezek összefűzésével keletkező modell készült, mely egy szoba részleges modellje.



5.8. Itt az előző környezet falainak, a szoftver által felismert, elkülönített és színezett síkjai láthatóak.

VI. Víziók, további lehetőségek

A műszerhez társíthatók lehetnének bizonyos kiegészítő információk a felmért létesítménnyel kapcsolatban, úgy mint a gépészeti, és villamossági és egyéb szerelvények lokalizálása a falakban, valamint a létesítmény határfalainak belső felületi hőmérsékletének mérése. A szerelvények detektálása minden tekintetből hasznos, helyzetüket közlő információk birtokában figyelembe vehető szempontként jelennek meg egy esetleges átalakítás megtervezésénél. A hőtérkép segítségével ellenőrizhetőek az épület csomóponti kialakításainak hatása a hőenergia veszteség tekintetében a belső felületek hőmérsékletének mérésével. A felületi hőmérséklet ismerete az állagmegóvás szempontjából is fontos, mivel ezen adat ismeretéből következtethetünk arra, hogy lehet-e számítani a szerkezetben kapilláris kondenzációra és ezzel együtt penészgombatelepek jelenlétére. Ennek érdekében a jelenleg a műszerbe beépített infravörös mélységérzékelő szenzor és az RGB-kamera mellé társításra kerülne fémdetektor, magnetométer, feszültségmérő és hődetektor. Ezek a szenzorok a geometriai információkat gyűjtő érzékelőkkel azonos hatásfokkal működne, az infravörös mélységérzékelő által létrehozott point cloud modell pontthalmazához minden mérési helyzetben hozzárendelődnek a kiegészítő szenzoroktól érkező digitális információk, növelve ezzel a végtermék dimenzióit. Ezek a kapcsolt funkciók meglehetősen növelik az eszköz költségeit, ezért ezek alapl műszerhez való társítása opcionális lenne.

A létesítményfelmérésben fontos szempontot képvisel, hogy a helyiségkönyvek alapján az épületben fellelhető tárgyakról pontos leltárt lehessen készíteni. Ennek érdekében a műszernek lenne egy tárgyfelismerő funkciója. A tárgyak felismerése történhet a geometriai adatok alapján. Ebben az esetben a műszer tartalmazna egy tárgyadatbázist, amelyben a leggyakrabban előforduló berendezési tárgyak lennének fellelhetőek. A műszer a bemenő geometriai adatokat egyeztetné az adatbázisban található tárgyak point cloud modelljeivel és azonosítaná azokat. Ezek után a tárgyat a felhasználó elláthatja különböző nemgeometriai adatokkal (anyag, műszaki állapot, gyártmány, megőrzésre szánt, illetve nem szánt stb.). Amennyiben egy bizonyos objektum nem egyeztethető a műszer adatbázisában fellelhető tárgymodellekkel, úgy a felhasználónak lehetősége nyílik az eszköz segítségével a bemenő geometriai adatokat tárgyként regisztrálni a műszer adatbázisába. A tárgykönyvtár bővítésével a későbbiekben az eszköz fel fogja ismerni a regisztrált objektumhoz hasonló tárgyakat.

Létesítmények felmérése 3D scanner segítségével

Az épületüzemeltetésben várhatóan egyre inkább meghatározó lesz az a tendencia, mely szerint az épülethez tartozó berendezési tárgyak egy identifikátorral lesznek ellátva. Ezek nagy valószínűséggel QR-kódok lesznek, amelyek az 1 dimenziós vonalkód 2 dimenzióba emelt változatai. Nagy előnye hogy, kis beesési szög esetén is és minden irányból fel lehet ismerni, valamint, hogy az 1 dimenziós vonalkódoknál lényegesen több információt képes tárolni. Amennyiben a berendezési tárgyak ilyen azonosítókkal vannak ellátva a műszer felismeri a QR-kódot és leltárba veszi az általa hordozott információkat, valamint a kód a lapján azonosít egy előzetesen a kódnak megfeleltetett point cloud tárgymodellt.

A felismert tárgyakat az alkalmazás egy külön fóliákként kezelné, amelyek igény szerint kapcsolhatók ki és be, annak megfelelően, hogy milyen részletezettségi modellre van szükség. Az eszköz helyszíni kezelése többféleképpen történhet. Csatlakozhat hozzá egy kisméretű kijelző, amelyen folyamatosan nyomon lehet követni a felmérés, identifikálás folyamatát, felül lehet azt írni, az adódó hibákat a helyszínen ki lehet javítani a modellben. A modell a helyszínen szerkeszthető. Ehhez használható hagyományos kezelőfelület, de a vizsgált objektum lévén három dimenziós objektum, annak kezelése egy két dimenziós kezelőfelületen problémákba ütközik, az egyes pontok fedő helyzete miatt. Ennek kiküszöbölésére egyik lehetséges megoldás a Rátai Dániel által feltalált Leonar3Do nevű eszköz használata. Ebben az esetben a szemüvegen keresztül a virtuális valóságban érzékelnénk a térbeli objektumot, amely a térbeli egérrel (madárral) szerkeszthető.

Az eszköz vezérlése kiegészíthető hangfelismerő rendszer beépítésével. Utasításainkra regisztrálnának, töröltnének és egyéb műveletek hajtódnának végre az aktív elemeken. A korábbiakból láthatjuk, hogy az alkalmazás képes térbeli mintákat felismerni, így az emberi testet is képes identifikálni. Egy szoftver segítségével azonosíthatók az ember testtengelyei csuklópontjai, súlypontja. Ezt kihasználva az állványra rögzített eszköz vezérlési alternatívája lehet, hogy a felhasználó egy hordozható kezelőfelülettel felruházva ellenőrzi az eszköz munkáját, és a tárgyak tényleges megérintésével választ ki a térben olyan elemeket, amelyeket további műveletek végzése céljából aktív állapotba szeretne helyezni. Ez a módszer csak egy kiegészítése lehet az elsődleges kezelőfelületnek, mivel az érintéssel való kiválasztásnak sok esetben fizikai korlátai vannak a hozzáférhetőség, illetőleg a magassági viszonyok következtében

Az eszköz egy különleges nem építőipari felhasználási területe, a barlangok felmérése

Létesítmények felmérése 3D scanner segítségével

lehetne. A barlangok igen bonyolult térbeli struktúrák, melyek felmérésére tudomásunk szerint jelenleg még nincs kellő hatásfokú rendszer kidolgozva. Jelenleg egyik bevett felmérési módszer, hogy zsinórt feszítenek ki a járatok fő tengelyének megfelelően, ennek a zsinórnak mérik a töréspontok közötti hosszát és a törésszögeket. Az így kapott poligon reprezentálja a barlang járatrendszerét. A zsinór tengelyére merőlegesen lézeres távmérővel keresztshelvényeket vesznek fel a barlang járatáról bizonyos sűrűségben. A keresztshelvények közötti szakaszok beclléssel vannak kirajzolva a kiterített térképre. A dolgozatban ismertetett eszközzel a barlangok felmérése, az korábbi módszerekhez képest jelentős könnyebbséggel és nagyobb pontossággal végezhető el. A felmérés kimenete egy igény szerint alakítható 3 dimenziós modell lesz, társítva az RGB-kamera által alkotott képekkel, így a modell tartalmazza a barlang közetstruktúrájának képét is. A barlangfelmérő eszközöböl nélkülözheti a tárgyfelismerő adatbázist és az egyéb csatolt építőipari felmérésben jelentős funkciókat, viszont érdemes ütés és vízállóvá tenni, így a vízzel telített barlangok is felmérhetővé válnak a barlangi bűvárok által.

VII. Konklúzió

A koncepció kidolgozása és ezzel kapcsolatos olvasmányaink, kutatásaink során kétségtelenné vált, hogy egy a dolgozat témáját képező alkalmazás kifejlesztése olyan problémákra nyújtana megoldást mely szervesen érinti a beltéri létesítményfelmérés területeit. A gyakorlati megvalósítás első lépéseinek megtétele után, pedig bizonyosságra jutottunk annak tekintetében, hogy az általunk kiválasztott alacsony árkategóriás eszköz képes ellátni az elvárt feladatokat és hogy a rendelkezésre álló nyílt forráskódú, szabad felhasználású programkönyvtárak erőteljes eszközöket nyújtanak a point cloud modellek feldolgozásához. Feltett szándékunk az alkalmazást minél hamarabb bevethetővé tenni, és konkrét épületfelmérési feladat során megmérettetni.

Létesítmények felmérése 3D scanner segítségével

Felhasznált szakirodalom:

- [1] F. van Diggelen "Indoor GPS theory & implementation" Position Location and Navigation Symposium, 2002 IEEE, 2002, 0-7803-7251-4
- [2] M. W. M. Gamin Disanayake, Member, IEEE, Paul Newman, Member, IEEE, Steven Clark, Hugh F. Durrant-Whyte, Member, IEEE, and M. Csorba "A Solution to the Simultaneous Localization and Map Building (SLAM) Problem", IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS AND AUTOMATION, VOL. 17, NO. 3, JUNE 2001, 1042-296X
- [3] Rusu, R.B., Cousins, S., Willow Garage, Menlo Park, CA, USA "3D is here: Point Cloud Library (PCL)" Robotics and Automation (ICRA), 2011 IEEE International Conference, 9-13 May 2011, Shanghai, 978-1-61284-386-5
- [4] Dana K. Smith, Michael Tardif "Building information modeling: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers", John Wiley and Sons, 2009.03.27., ISBN 978-0-470-25003-7
- [5] "Innovatív módszerek és technológiák" konferenciakiadvány, TERC, 2009, Budapest ISBN 978-9-638-06261-1
- [6] Szabó László "Népi építészeti gyökerek felmérése, kutatása diákjaimmal 1976-2001", Építésügyi Tájékoztató Központ, 2003, Budapest ISBN 9635131734