



УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП

ФАКУЛТЕТ ЗА ИНФОРМАТИКА

Катедра: Роботика и интелигентни системи

Јасна Јованова

МАГИСТЕРСКИ ТРУД

**Неинвазивна компјутерска метода за откривање на
деформитети на 'рбетен столб**

Штип, 2015 година

0

КОМИСИЈА ЗА ОЦЕНКА И ОДБРАНА

Претседател: Проф. д-р Цвета Мартиновска Банде, Факултет за информатика, Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

Член: Проф. д-р Илија Јолевски, Факултет за информатички и комуникациски технологии, Универзитет „Св. Климент Охридски“ - Битола

Ментор: Проф. д-р Сашо Коцески, Факултет за информатика, Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

Датум на одбрана: _____

АПСТРАКТ

Во овој труд се зборува за дијагноза и следење на идиопатска сколиоза, без користење на какво било зрачење.

Дијагноза и следење на идиопатска сколиоза обично се спроведува со користење на уред наречен *scoliometer* или почесто (за поточни резултати), X-зраци на рбетот на пациентот. Ова значи дека пациентот е изложен на значителна доза на јонизирачко зрачење, а факт кој е документиран при јонизирачкото зрачење е дека се зголемува веројатноста за предизвикување на дополнителни проблеми, особено кога пациентите се млади - децата и адолесцентите.

Една нова идеја се заснова врз база на Kinect сензор, произведен од страна на Microsoft, која заедно со сет на отворен код апликации, е можно да создаде 3D репрезентација на површината на грб на човек, лесно и во реално време. Сензорот користи инфрацрвени зраци и затоа е идеален за развој на систем за дијагноза и следење на сколиозата, кој е безбеден, неинвазивен, евтин и пренослив, со цел да се добијат релевантни индикатори за следење и дијагноза на идиопатска сколиоза.

Клучни зборови:

Идиопатска сколиоза, рендгенско зрачење, Kinect сензор, 3D реконструкција

ABSTRACT

This paper talks about the diagnosis and monitoring of idiopathic scoliosis without using any radiation.

Diagnosis and monitoring of idiopathic scoliosis usually implemented using a device called scoliometer or more (for more accurate results), X-rays of the spine of the patient. This means that the patient is exposed to a significant dose of ionizing radiance. A fact documented in ionizing radiation that increases the probability of causing additional problems, particularly when patients are young children and adolescents.

One new idea is based on the basis of Kinect sensor, manufactured by Microsoft, which together with a set of open source applications, it is possible to create a 3D representation of the surface of the back of a man, easily and in real time. Preferred infrared sensor and is therefore ideal for the development of a system for the diagnosis and monitoring of scoliosis, which is safe, non-invasive, inexpensive and portable in order to obtain relevant indicators for monitoring and diagnosis of idiopathic scoliosis.

Key words:

Idiopathic scoliosis, x-ray radiation, Kinect sensor, 3D reconstruction

СОДРЖИНА

1. ВОВЕД - Сколиоза.....	5
1.1. Сколиоза - Фактор на раст на 'рбетниот столб.....	10
1.2. Сколиоза - Фактор на човековиот раст.....	12
1.3. Сколиоза - Прогресија на искривеноста.....	14
1.4. Застапеност на сколиозата.....	14
2. Тридимензионална проценка на сколиозата.....	16
2.1. Референтен систем.....	18
2.2. Техники за 3Д реконструкции.....	20
2.2.1. CT Scan и MRI 3D реконструкции.....	20
2.2.2. Радиографска техника.....	20
2.3. Техники за оптичка топографија на површината.....	21
2.3.1. Интерес за развoтoк на неинвазивни техники за 3Д евалуација на грб.....	21
2.3.2. Оптички техники.....	21
2.3.3. Топографија на Moiré (Moiré Topography).....	22
2.4. Тридимензионални реконструкциски параметри.....	31
2.4.1. 3D област на искривеност.....	31
2.4.2. Горен поглед.....	32
2.5. 3D импликации за третман на сколиоза.....	32
3. Што е Kinect?.....	34
3.1. RGB камера.....	36
3.2. Depth Sensor	37
3.3. Моторизиран стожер.....	38
3.4. Микрофони.....	43

4. Kinect SDK.....	43
4.1. Depth Data Stream.....	46
4.2. Color Data Stream.....	51
4.3. Audio Data Stream.....	53
5. Што е Point Cloud?.....	54
6. Што е PLY?.....	55
7. Изработената апликација.....	58
7.1. База на податоци.....	59
7.2. Апликација за скенирање на пациентите.....	60
7.3. Апликација за работа со пациентите, визитите и скеновите.....	63
7.4. Апликација за работа со готови скенови.....	71
7.5. ИНДИКАТОР 1.....	78
7.6. ИНДИКАТОР 2.....	80
8. Евалуација.....	81
9. Заклучок.....	83
10. Користена литература.....	84

1. ВОВЕД - Сколиоза

Сколиоза (потекнува од грчкиот збор *сколиосис* или *сколиос* што значи „искривено“) е медицинска состојба, каде што се забележува искривување на 'рбетот од едната страна. Идиопатската сколиоза е деформитет на торзото, се карактеризира со латерална девијација и аксијална ротација на 'рбетот. Добри анатомски описи на структурните промени кои се гледаат во сколиозата за првпат се направени од страна на античките Грци. Деформитетот секогаш се развива од прав 'рбетен столб во закривен 'рбетен столб и обично е придружен со деформитет во страната на градниот кош. Сколиозата е прогресија на деформитет, односно влошување на scoliotic кривата.

Прогресијата кај болеста е различна кај секој поединечен пациент. Кај одреден број пациенти болеста напредува многу брзо, додека кај други пациенти болеста не напредува воопшто (Чарлс et al, 2006; Cheung et al, 2005 и 2006; Dimeglio, 2001; Escalada et al, 2005; Сандерс et al, 2007; Вевер et al, 2000; Yronen & Ylikoski, 2006 година). Кога брзината на растот на 'рбетот е 20 mm на година или повеќе, идиопатската сколиоза е речиси секогаш прогресивна (Cheung et al, 2004). Кога растот е завршен, прогресијата обично запира. Истражувањата покажале дека ризикот од прогресија на болеста првенствено се однесува на периодот на брз скелетен раст на пациентот, најчесто за време на пубертетот. Во спроведени истражувања се покажало дека скелетна искривеност на повеќе од 40 степени коб агол е во можност да напредува дури и по скелетната зрелост, заради префрлање на товарот на конкавната страна на скелетното искривување. Оваа прогресија ќе биде со многу пониска стапка од 1° и 2° годишно (Duval-Beaupere et al, 1970; Duval-Beaupere & Lamireau, 1985).

Иако е сложена тродимензионална деформација, доколку би се видело на рендгенските снимки од задната страна, 'рбетот на лицето со сколиоза може да изгледа повеќе како буквите „S“ или „C“ отколку како права линија (слика 1 и слика 2). Сколиозата се класифицира како вродена (предизвикана од аномалии на пршлените од раѓање), идиопатска (не е познато од што е предизвикана, поткласифицирана како детска, адолесцентна или возрасна во зависност од тоа кога се појавила, почеста кај девојчињата отколку кај момчињата - со однос 10:1) или невромускуларна (кога се развива како втор симптом од друга состојба: церебрална парализа, спинална мускуларна атрофија или физичка траума). Во просек 20 милиони луѓе се дијагностицирани со оваа состојба во САД.

Пациентите кои имаат достигнато скелетна зрелост, ретко доживуваат влошување на состојбата. Некои тешки случаи на сколиоза може да доведат до намалување на капацитетот на белите дробови, притисок на срцето и ограничувања во однос на физичките активности.



Слика 1 'Рбет на лице со сколиоза кој изгледа како буквата „S“



Слика 2 'Рбет на лице со сколиоза кој изгледа како буквата „C“

Знаци на сколиоза (слика 3):

- Нееднаква мускулатура на едната страна од 'рбетот;
- Испакнатост на ребро и/или испакнатост на плешка, предизвикана од ротација на ребрата во торакална сколиоза;

- Нееднакви колкови / должина на нозете;
- Спори нервни дејства (во некои случаи).



Слика 3 Знаци на сколиоза

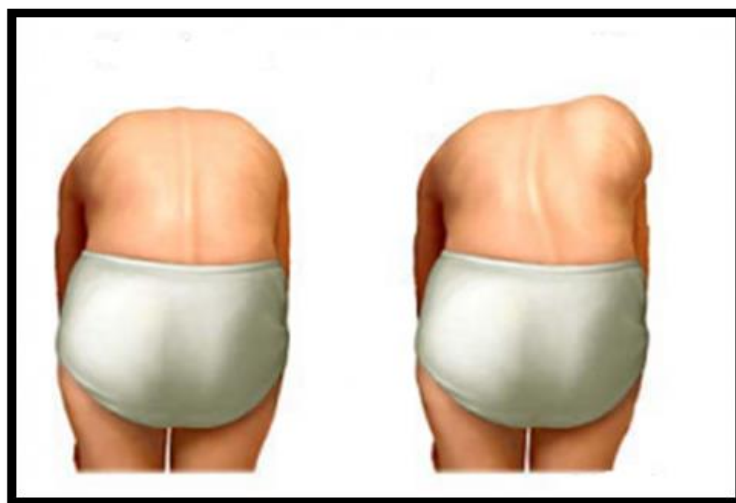
Сколиозата често е поврзана со други состојби како Елерс-Данлос синдром (хиперфлексибилност и други варијации на состојбата), кифоза, церебрална парализа, спинална мускуларна атрофија, мускуларна дистрофија, спина бифида и др.

Во случајот на најзастапената форма на сколиоза, адолесцентската идиопатска сколиоза, не постои јасна причина за нејзината појава и таа е повеќе факторска. Важна улога играат гените. Вмешани се повеќе причини, и иако никој од научниците нема консензус за причините на сколиозата, улогата на генетските фактори во развојот на оваа состојба е општо прифатена. Сколиозата се јавува најчесто кај жените. Во некои случаи, сколиозата е од раѓање поради вродени аномалии на пршлените. Повремено, развојот на адолесцентската сколиоза е поради клучна аномалија како што е врзан 'рбетен мозок, но во повеќето случаи причината е непозната или идиопатска, наследена од повеќе фактори, вклучувајќи ја генетиката. Сколиозата често се појавува или влошува за време на адолесцентскиот период.

Пациентите кај кои се појавува сколиоза во почетокот се испитуваат за да се одреди дали има причина за деформитетот. При физичко испитување се испитува следното:

- Кожата за дамки како бело кафе, индикатива на неурофиброматоза;
- Деформитети на стапалата;
- Абдоминални рефлекси;
- Мускулниот тонус за спастицитет.

За време на тестирањето, пациентот се замолува да го соблече неговиот/нејзиниот горен ден од облеката и да се наведне напред (Овој тест се извршува најчесто на ученици во училишта, слика 4). Доколку се забележи испакнатост, возможно е постоење на сколиоза и пациентот се испраќа на рендгенско снимање за да се утврди дијагнозата.



Слика 4 Лево - нормален 'рбет, десно - 'рбет со дијагностицирана сколиоза

Може да се користи сколиометар како алтернатива за да се дијагностицира состојбата. Се оценува начинот на движење на пациентот, а исто така има и тестирање на знаци за други абнормалности (пр. спина бифида, липом или хемангиома). Се извршува и темелен невролошки преглед. Кога се забележува сколиоза кај пациентот, веднаш се прават рендгенски снимки: коронална (преден преглед на грбот) и латерална (страничен преглед на грбот), за да се проценат сколиозните искривувања. Исто така се испитува дали има појава на кифоза и лордоза кои може да бидат случаи кај пациенти заболени со сколиоза. Рендгенските снимки на целосната должина на 'рбетот се стандарден метод за проценување на сериозноста и напредокот на сколиозата и служат за одредување на тоа дали истата состојба е вродена или идиопатска. Кај пациентите кои сè уште се во фаза на развој, се прават рендгенски снимки во интервал од 3 до 12 месеци, со цел да се следи напредокот на искривувањето. Кај некои случаи, се извршува магнетна

резонантна томографија за да се снимат 'рбетниот мозок. Стандардниот метод за оценување на квантитетот на искривувањето е мерење на т.н. Коб-агол.

Најчесто сколиозата за првпат се забележува кај децата во ран пубертет. Забрзаното развивање на телото во тој период ја влошува состојбата, ако веќе има искривување на 'рбетот. Освен забрзаниот раст, постојат и други фактори кои влијаат врз влошувањето на сколиозата. Тие се:

- Полот - кај женските е поголема веројатноста дека ќе се влоши состојбата и дека ќе биде потребен третман. Од сколиоза страдаат 2% од женското и 0.5% од машкото население во светот.
- Возраста - колку што е помало детето кога ќе се појави сколиозата, толку е поголема веројатноста искривувањето да се зголеми.
- Степенот на искривување - колку што е поголемо искривувањето, толку е поверојатно тоа да се влоши со текот на времето.
- Проблеми со 'рбетот од раѓање - децата кои се родени со сколиоза (конгенитална сколиоза) се изложени на поголем ризик од влошување на нивната состојба.
- Локацијата на искривувањето - искривувањата во средината и во долниот дел на 'рбетот не се толку склони кон прогрес, како тие во горниот дел.

Развивањето на сколиозата најчесто е постепено и скоро секогаш безболно. Искривувањето може да се појави без родителот или детето да забележат. Раното откривање е многу значајно, затоа што веднаш може да се започне со третман за да се спречи влошувањето на состојбата.

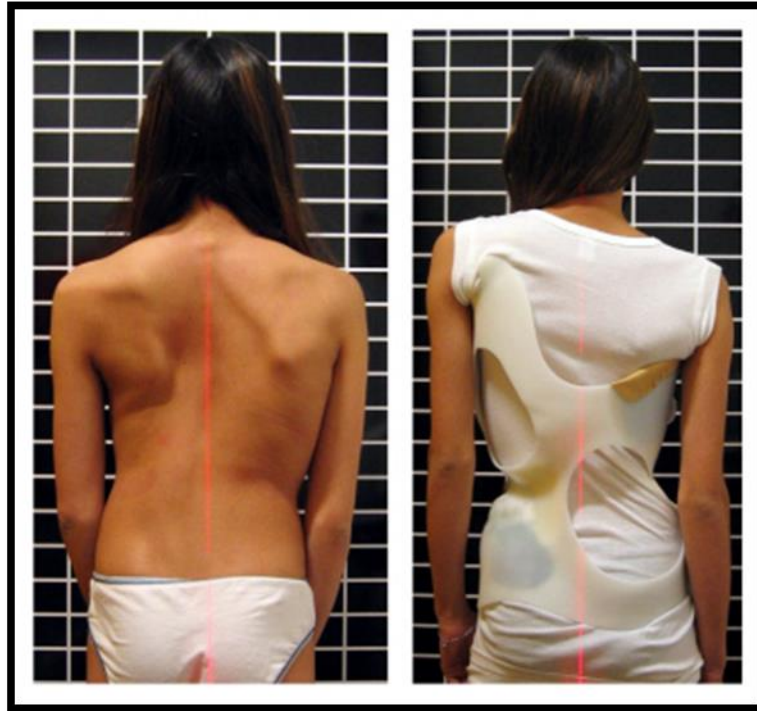
За жал, сколиозата обично станува видлива кога детето започнува да станува посвесно за своето тело (од 10 до 15-годишна возраст), па затоа родителите тешко можат да ја забележат ова појава.

Повеќето деца имаат благо искривување, помало од 20 степени и не им е потребен третман со корсет или хируршка интервенција. Потребно е често да се оди на контрола и да се прават рендгенски снимки, за да се следи степенот на искривување. Децата коишто сè уште растат, треба да одат на контрола на секои 4-6 месеци, за да се види дали има промени.

Одлуката за тоа какво да биде лекувањето зависи од многу фактори како: возраста, зрелоста на детето, полот, присуството на сколиоза во семејството и степенот на искривеност.

Ако искривеноста на 'рбетот на детето е од 25 до 40 степени и продолжува да се зголемува, докторот може да препорача третман со корсет (слика 5). Носењето на корсет нема да ја излечи сколиозата или да ја намали

искривеноста, но ќе го спречи понатамошното искривување.



Слика 5 Третман со корсет

Повеќето корсети треба да се носат постојано и дење и ноќе. Тие можат да ја спречат прогресијата на сколиозата и во 90% од случаите нема потреба од хируршка интервенција.

Корсетите треба да се носат според инструкциите на доктор и да не се занемаруваат. Кога скелетот е веќе зрел (15-16 години кај женските и 17-18 години кај машките) или искривеноста е многу голема (40-45 степени), третманот со корсет нема да помогне.

Ако искривеноста на 'рбетот кај детето е поголема од 40 до 50 степени, докторите најверојатно ќе предложат хируршка интервенција. Најчесто операцијата се прави со рез во средината на грбот. Операцијата на 'рбетот е сложена процедура, којашто трае неколку часа. Опоравувањето во болница може да биде од 5 до 7 дена, а неколку месеци потоа ќе треба да се внимава со физичките активности. Резултатите од операцијата се веднаш видливи и има големо подобрување на 'рбетот.

1.1. Сколиоза - Фактор на раст на 'рбетниот столб

Истражувачите на 'рбетните деформитети отсекогаш биле заинтересирани во 'рбетниот раст и односот на 'рбетната кривина. Нормално, надолжниот раст не се врши по униформа, линеарна шема (Танер, 1962 и 1978; Танер & Дејвис, 1985; Танер et al, 1965 година). Постојат два периода на брз раст: првиот, од раѓање па до три години, а вториот, адолесцентското растење. Повеќе од 100 години се дебатира на поврзаност помеѓу идиопатската сколиоза и 'рбетниот раст (Anderson et al, 1965; BURWELL & Дејнџерфилд, 1974; Калво, 1957; Duthie, 1959; Дувал-Beaupere et al, 1970; Дувал-Beaupere & Lamireau, 1985 година). Постојат голем број на спроведени студии во разликите на раст меѓу нормални девојки и девојки со болест сколиоза.

За жал, резултатите од овие студии не се доследни. Willner забележал повисока висина кај девојчињата со сколиоза во споредба со здравствените стандарди (Willner, 1974 & 1975 и 1975). Овие наоди биле поддржани од страна и на други студии (Буриќ & Момчиловиќ, 1982; Hagglund et al, 1992; Leong et al, 1982; Ниски et al, 1978; Nordwall & Willner, 1975; Normelli et al, 1985; Shohat et al, 1988 година). Голдберг и Вилковски објавиле дека девојките со адолесцентска идиопатска сколиоза (ЗИС) порано растат и побрзо ја постигнуваат висината за возрасни во споредба со здравствените несоколиоски стандарди (Голдберг, 1993; Ylikowski, 1993). Ова е во спротивност со многу други извештаи, кои не откриле никакви разлики во моделот на раст и височина помеѓу пациентите и ЗИС несоколиотски стандарди (Драмонд и Rogala, 1980; Тејлор, 1983; Veldhuizen, 1985; Veldhuizen et al, 1986 година). Сепак, треба да се има на ум дека повеќето од студиите на разлики на раст меѓу девојки со сколиоза и без сколиоза споменати погоре се базираат на мерење должина на седечката висина без корекција на грешка воведени од страна на самиот деформитет, или се коригирани со користење на методот опишан од Вјуре (Вјуре et al, 1968). Овој метод ја преценува реалната должина на 'рбетот, и може да не е валидна за накривеност од 30° или помал Коб агол, бидејќи во тие студии нема пациенти со таква блага искривеност (Skogland & Милер, 1981).

Роуф (Роуф, 1960 и 1966) и Диксон (Диксон et al, 1984 и 1987) ја објаснуваат патогенезата на идиопатската сколиоза, како резултат на бипланарна асиметрија. Зголемување на внатрешната 'рбетна висина од аспект на кривата со задниот крај карактеризира асиметрија на средната рамнина. Оваа лордоза на коскено ниво е важна основа за нивната теорија дека торакалната лордоза, која е предизвикана од прекумерен раст на предниот дел на 'рбетното тело, предизвикува започнување на сколиоза со свиткување. Исто така, ниту еден доказ за „Ојлер теоријата“, која идиопатската сколиоза ја претставува како резултат на свиткување под оптоварување, досега не е даден. Механичкото однесување на таков комплекс и високите нелинеарни структури, како што е 'рбетниот столб на луѓето, е многу тешко да се анализира. Судијќи според резултатите и елементите на овие студии, свиткувањето не може да иницира идиопатска сколиоза, бидејќи карактеристиките на спојување на латерална

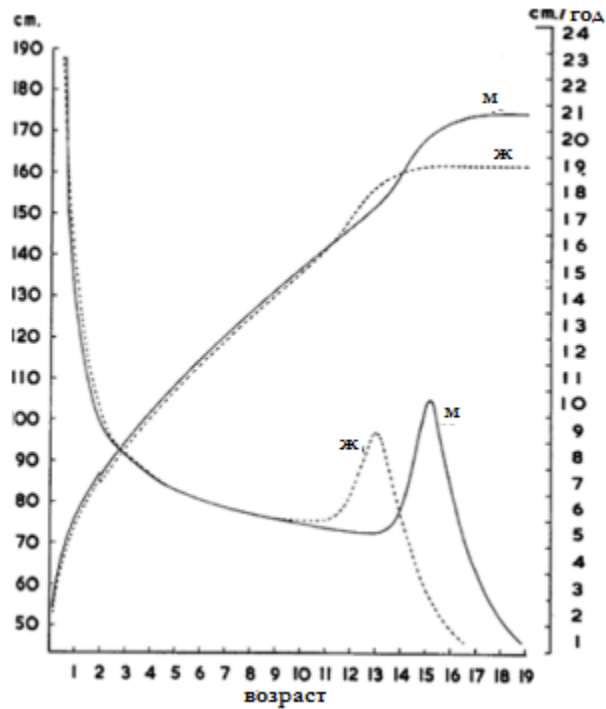
девијација и аксијална ротација се отсутни. Исто така, не може да се воспостави разлика на 'рбетната флексибилност помеѓу пациентите со идиопатска сколиоза и оние без идиопатска сколиоза (Mattson et al, 1983; Veldhuizen, 1985; Veldhuizen & Scholten, 1990). Механички и компјутерски модели на 'рбетот често се користат за анализа на механизмите со кои сколиозата е иницирана и влошена. Во релативно едноставен стабилен физички модел на човечкиот грб, може да биде прикажано дека прогресијата на сколиозата се должи на растот (Mapej и Bulstrode, 1996; Nijenbanning, 1998), но има малку докази дека растот иницира идиопатска сколиоза.

1.2. Сколиоза - Фактор на човековиот раст

Растот е волуметриска револуција. Од раѓање па наваму, висината на целото тело се зголемува за 350% и тежината се зголемува за околу 20 пати. Растот вклучува промени во пропорцијата. При раѓањето, долните екстремитети сочинуваат 30% од вкупната висина на телото, за разлика од 48% во скелетната зрелост. Главата на новороденчето сочинува 25% од вкупната висина на телото и само 13% во скелетната зрелост. Сите промени во димензиите на должината на телото се постепени и секоја димензија има сопствен период на брз раст (Busscher et al, 2010 и 2011 година; Dimeglio, 2001). Танер (Танер, 1962 и 1978 година) е првиот кој опишал теорија од дистален до проксимален градиентски раст. Оваа теорија наведува дека луѓето растат „од надвор кон внатре“, со други зборови, дисталните делови на телото ќе имаат брз раст на почетокот на адолесценцијата во споредба со повеќето од проксималните делови од телото. Четири главни карактеристики доминираат во пубертетот:

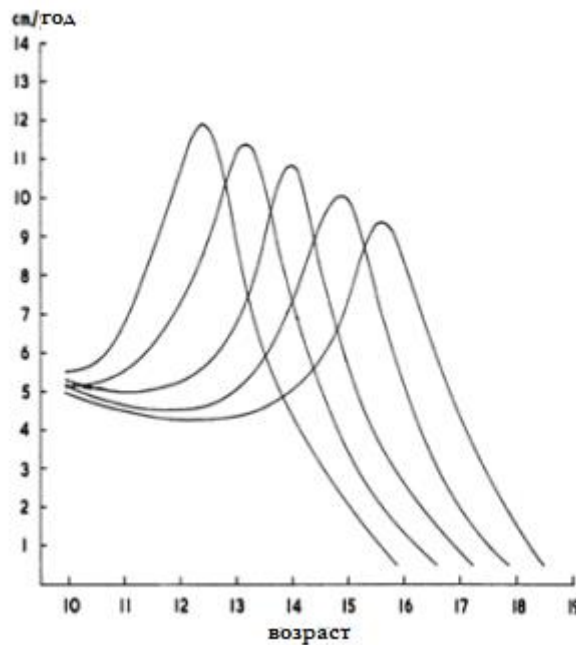
- Зголемување на вкупната висина на телото,
- промена на пропорциите на горниот и долниот сегмент на телото,
- промена на целокупната морфологија,
- развој на секундарни полови карактеристики.

Постојат широки индивидуални варијации во почетокот и за времетраењето на пубертетот, и многу фактори играат улога во растењето за време на пубертетот. Над 10-годишна возраст, моделот на раст на момчињата и девојчињата се разликува. Ова, главно, се должи на фактот дека момчињата растат подоцна во адолесценцијата. Просечната возраст за пубертетскиот брз раст на вкупната висина на телото е на возраст меѓу 10 и 14 во 95% од случаите кај девојчињата и на возраст помеѓу 12 и 16 во 95% од случаите кај момчињата (Gerver и De Bruin, 2001 и 2003 година; Танер & Дејвис, 1985), што е прикажано на следниот графикон.



Графикон 1 Просечната возраст за пубертетскиот брз раст на вкупната висина на телото

Исто така, познато е дека магнитудата на брзината на растот е значително поголема за оние лица кои растат повеќе во почетокот на пубертетот во споредба со оние кои растат на крајот, што е прикажано на следниот графикон.



Графикон 2 Приказ на магнитуда на брзината на растот според возраста

1.3. Сколиоза - Прогресија на искривеноста

Започнувањето на идиопатска сколиоза може да се објасни како основа на нервномускуларна состојба. Сепак, предложените невролошки дефекти не се во корелација со степенот на последователната прогресија на искривеноста.

Според Perdriolle (Perdriolle et al, 1993) прогресијата на идиопатска сколиоза е резултат на механички феномен. Тој покажал дека 'рбетниот раст во моментот кога првичната искривеност е дијагностицирана е од суштинско значење за понатамошниот развој на сколиозата. Во една неодамнешна студија е покажано дека прогресијата на идиопатската сколиотична искривеност е во корелација со периодите на умерен и брз раст, измерено со радиографија (Вевер et al, 2000). Различни биомеханички механизми се дадени за да се објасни прогресијата на сколиозата во текот на 'рбетниот раст. Постои силна корелација помеѓу степенот на апикална 'рбетна деформација и степенот на латерална девијација (Коб агол), што значи дека поголеми 'рбетни деформации се пронајдени кај потешки искривувања (Вевер et al, 1999 и 2000). Други, пак, ја истакнуваат важноста на задните мускулно-лигаментни структури на 'рбетниот столб, кои имаат силна тенденција да се скратат. Се претпоставува дека тенденцијата на врзување на мускулно-лигаментните структури на задниот дел во споредба со брзиот раст на предниот дел на 'рбетниот столб ќе резултира со прогресија на искривеноста и комплексна геометрија на сколиозата (Мареј и Vulstrode, 1996; Роуф, 1960 и 1966; Самервил, 1952 година). Исто така недостатокот на повратни информации, несоодветни повратни информации во рамките на централниот нервен систем, како резултат на патологија, резултира со различни степени на абнормални тонуси на мускулите, движење, и/или проблеми поврзани со гравитација и ориентација во просторот. Ова ќе доведе, преку дисфункција на мускулниот систем со асиметричните мускули, контракција, па сè до резултат кој ќе предизвика зголемување на сколиозата.

1.4. Застапеност на сколиозата

Сколиозата е, секако, опасна болест доколку се занемари или не се лекува. Потврда за тоа се црните статистики на Светската здравствена организација за смртни случаи од ова заболување. Во Обединетото Кралство во 2010 година 176 лица починале од сколиоза, во Франција во 2011 год. 134 лица, истата година во Италија починале 73 лица, а во 2012 год. во Германија сколиозата била причина за смрт на 64 лица, во Холандија на 21 и во Шведска на 12.

Сколиозата е многу честа појава. Врз основа на едно американско истражување, дури 1 од 40 Американци имаат сколиоза. Таа може да се развие кај децата и возрасните, но најчесто се јавува кај оние меѓу 10 и 15 години.

Резултатите од систематските прегледи на децата во основните и средните училишта во Македонија зборуваат дека деформитетите на 'рбетниот столб од година во година се во пораст. Коскено-мускулниот систем на децата во развој под влијание на внатрешните и надворешните фактори е подложен на деформации. Наследноста и лошите навики во држењето, претешките училишни торби, кратковидоста, неадекватни училишни клупи и столчиња, недоволната физичка активност доведуваат до нарушена статика на 'рбетниот столб, па како резултат на ова има појава на кифоза, сколиоза и лордоза.

Минатата година на територијата на неколку општини во град Скопје е спроведена анкета на родителите во 11 основни училишта. Со истражувањето спроведено со цел да се утврди до кој степен се информирани родителите за тоа што значи сколиоза, кои се првите знаци што треба да се забележат кај нивните деца и кои активности треба да се преземат за таа да не се појави, биле опфатени 4979 испитаници.

Сите или некои од симптомите на сколиоза биле присутни кај 547 деца, а родителите биле недоволно информирани за ова заболување. Само 42 отсто од родителите знаеле за симптомот испакнатост на ребро или плешка, а 56 проценти од родителите се свесни дека кривата поставеност на телото е една од симптомите за сколиоза. Според докторите оваа информираност на родителите е незадоволителна, во однос на бројот на ученици кои имаат симптоми на сколиоза.

Според резултатите од анкетата, повеќе од половина од анкетираниите родители не го однеле своето дете на ортопедски преглед надвор од редовните систематски прегледи.

Затоа начинот на испитување на сколиоза кој се презентира во овој труд и кој е лесно пренослив и неинвазивен ќе помогне децата уште од најрана возраст да бидат испитани за симптомите на сколиоза лесно и брзо дури и во нивните училишта. Со тоа ќе се потпомогне и на родителите и на децата во создавање свест за оваа болест и нејзино рано дијагностицирање со цел што е можно помалку деца и адолесценти понатаму да имаат отежнување и проблеми во извршување на секојдневните обврски. Раното откривање и дијагностицирање на сколиозата и почетокот на нејзино лекување, додека сè уште болеста не е во голем напредок, е многу важно за децата кои имаат симптоми на сколиоза.

2. Тридимензионална проценка на сколиозата

'Рбетните 3D нарушувања и најчесто нивните естетски последици се главните жалби на пациентите, што доведува до дијагноза: ребро грпка, асиметрија на рамо или на крилни позиции. Ова е добро познато во историската медицина

(од Хипократ во античка Грција, Василиадис 2009), како и нивната терапија за да се поправат овие тридимензионални нарушувања со влечење и деротирачки завои (слика 6).



A.



B.

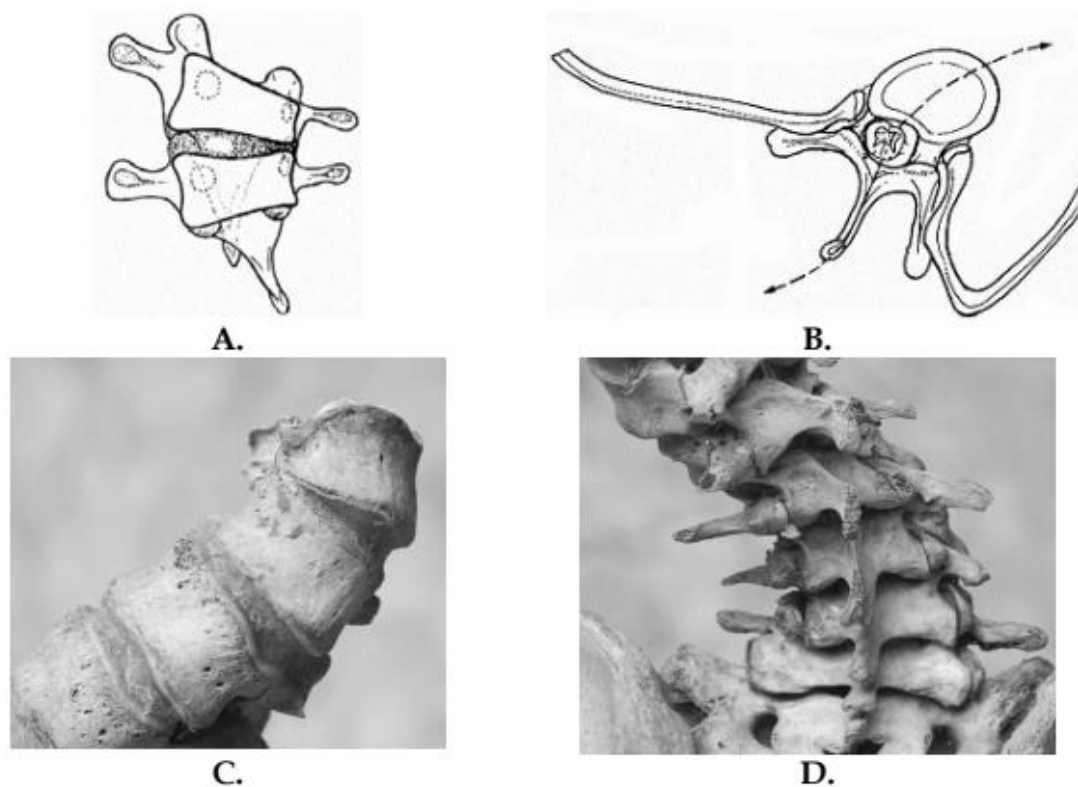
Слика 6 Лечење на 'рбетни нарушувања во минатото со влечење (A) и деротирачки завои (B)

Гледањето на сколиозата само како фронтална деформација имало негативно влијание врз терапевтските процеси, посебно при операцијата.

Проценката на 'рбетот во 3D преку реконструкција на модели е на прво место по значење за дијагноза, следење и третман на сколиозата.

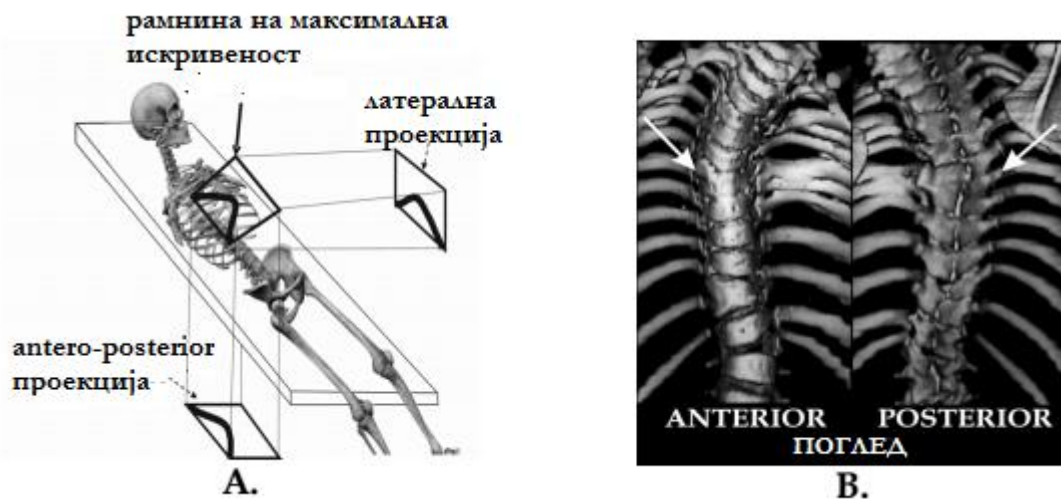
3D моделот на реконструкција на 'рбетот обезбедува виртуелно претставување на целокупната организација на пршлените изобличен на различни начини со карактеристични нарушувања кои влијаат на 'рбетот, карлицата, градниот кош, лигаментите и мускулите. Такви индивидуални анатомски деформации не се забележани, ниту со техники за обработка на слики, ниту од страна на 3D реконструкции. Само познавањето на еволуцијата на 'рбетниот деформитет овозможува индивидуализирана анализа на 3D виртуелен модел и нивната употреба за дијагностички, односно прогностички или терапевтски постапки.

За разлика од други деформации (искривувања предизвикани од болести како што се инфекција, тумор), вистинската идиопатска сколиоза се карактеризира со структурирана област, не се редуцира и во неа пршлените постепено се искривени. Значи, сколиозата станува сè повеќе и повеќе структурирана. 'Рбетниот деформитет се состои во асиметрија на 'рбетниот столб, деформација на зглобовите, односно торзија на сите пршлени вклучувајќи ги и дисковите, лигаментите и други поврзани структури како ребрата.



Слика 7 Структурни деформации на пршлените при сколиоза. А. Клинеста деформација на 'рбетниот столб. В. Трансверзална торзија. С. Торзија на 'рбетниот столб. D. Асиметрична деформација.

Забележливо е дека целиот 'рбет е организиран, така што да се доведе на крајот на еден хоризонтален поглед. Овие модели на адаптација се три-димензионални и овозможуваат разбирање на нарушувачкиот процес.



Слика 8 А. Рамнина на максимална кривина и странична и АП проекција. В. Беспомошна област при anterioren и posterioren поглед.

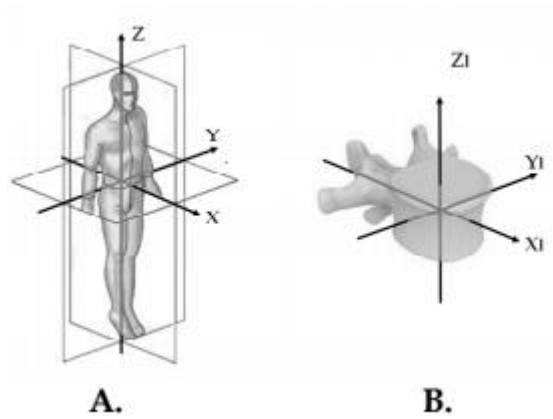
Како и да е повеќето дефиниции се базираат на радиографски 2D проекции на искривеност, без оглед на тридимензионалноста на нивната состојба. Веќе во 1965 година, Stagnara дефинираше „избор на рамнина“ на искривеност, или рамнина на максимална искривеност. Навистина, искривеноста може да остане непроменета при ротирање во телото. Ова ќе резултира со чувство на зголемување или намалување на искривеноста во радиографски странични и antero-posterior (АП) 2D проекции. Освен тоа, таквите структурни искривувања често се вкочанети од 'рбетната спонтана фузија.

Овој ротационен ефект е за да се разликува од вистинското влошување. Ова бара дефинирање на тридимензионален „избор на рамнина“ на искривувањето, областа на вкочанетост или на еластичност и интер'рбетна мобилност. Тоа ја нагласува потребата од 3D начин за оценување на 'рбетот за вистинско вреднување на сколиозата. Целта на тридимензионалната реконструкција на модел на 'рбетот е да се објаснат и да се измерат овие 3D нарушувања предизвикани од сколиозата за подобра дијагностичка и прогностичка евалуација, за прилагодување на корективни процеси со корсети или за хируршко планирање.

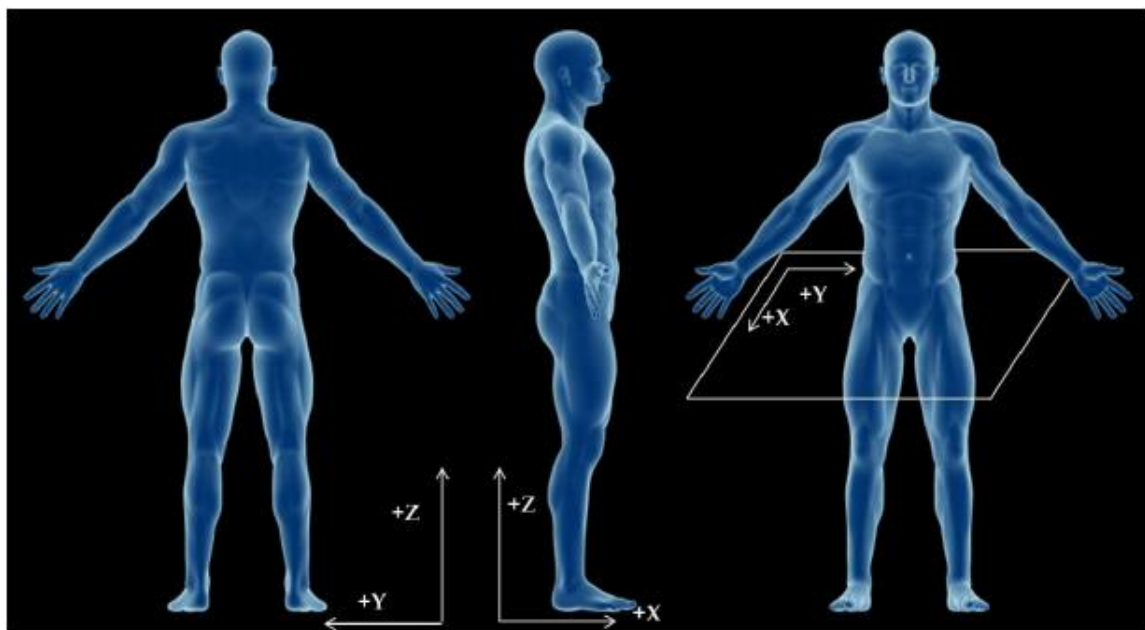
2.1. Референтен систем

Референтниот систем е универзален. Тој бил предложен од страна на Стоук во Истражувачкото друштво за сколиоза во 1994 година. Овој систем ги опишува рамнините и оските на целото тело (глобален систем), регионално (како 'рбетот, сколиоски криви...) или локални структури (како пршлени). Овој референтен систем е дефиниран на следниот начин: X-оската ја следи линијата на гравитација, а Y и Z-оската покажуваат кон лева и цефалична

насока соодветно. Ориентацијата на X, Y и Z-оската се идентични за сите системи со оски.



Слика 9 Референтни рамнини и оски А. Глобалниот систем на референтни (X, Y, Z) и во В. Локалниот 'рбетен систем.

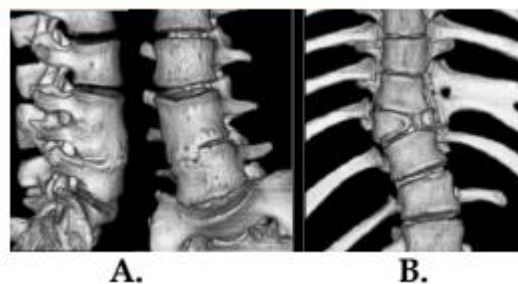


Слика 10 Референтните рамнини и оски во глобалниот систем на референтни (X, Y, Z)

2.2. Техники за 3D реконструкции

2.2.1. CT Scan и MRI 3D реконструкции

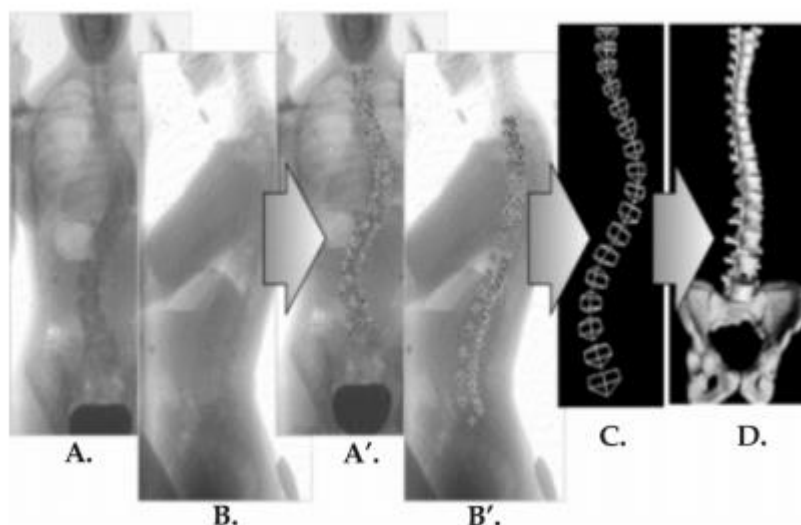
CT Scan и MRI може да се користат за да се процени состојбата на 'рбетот во 3D. Сепак, тие се изведуваат во лежечка позиција, не дозволувајќи притоа оценување на рамнотежата во стоечка положба. CT Scan и MRI имаат повеќе интерес при испитување и прецизен опис на морфолошки аномалии, тумори или инфекции кои поттикнуваат сколиоза. 3D реконструкција од CT Scan е прикажан на следната слика (слика 11).



Слика 11 3D реконструкција со CT скенирање на конгенитална сколиоза: А. Област помеѓу два пршлена од губење на сегментација. В. Асиметричен 'рбетен столб и фузија на ребра.

2.2.2. Радиографска техника

Техниките за 3D реконструкција овозможуваат виртуелна проценка на 'рбетот. Класично, овие 3D реконструкции се изведуваат со мултирамнински (обично ортогонален) радиограф во стоечка положба, прикажано на следната слика.



Слика 12 Главните чекори на 3D моделирање на 'рбетните структури

Постојат неколку радиографски техники кои се користат за 3Д реконструкција:

- Стереорадиографска техника;
- Полуавтоматска статистичка техника;
- Рачна стереорадиографска техника.

2.3. Техники за оптичка топографија на површината

2.3.1. Интерес за развој на неинвазивни техники за 3Д евалуација на грб

Иако сколиозата се карактеризира со 3D девијации на 'рбетот, клиничките резултати за деформациите одговорни за геометриски и морфолошки промени на телото и градниот кош доведуваат до почетните жалби на пациентот (Nault 2002). Симетрија на грбот е она што се гледа од страна на детето, а не од самата радиографија која традиционално се користи од страна на лекар. Покрај тоа, козметичко подобрување на грбот по каков било третман е од суштинско значење за детето кое го посетува третманот и неговото семејство. За лекарот, исто така, анализата на грбот може да помогне да се документира надворешната асиметрија која е поврзана со различни видови на 'рбетни искривувања, сколиоза, како и козметички подобрувања добиени по хируршки интервенции (Pazos 2007).

Инаку, скрининг во училиштата бил предложен за рана дијагноза на сколиоза и за подобри резултати од почетокот на третманите. Но, таков скрининг и евентуално последователно следење, ги ставаат децата на изложеност на повеќе последователни X-зраци. За жал, X-зраците го зголемуваат ризикот од некои видови на рак, особено рак на дојка кај девојчињата (Дентон 1992). Затоа е предложено употреба на оптички техники за скрининг.

2.3.2. Оптички техники

Оптички системи се развиени како неинвазивна техника за скрининг. Ваквите системи се мапирање на моаре-раб, структурно светлосни техники или системи со интегриран облик на обработка на слика (ISIS) (Turner-Smit 1984, 1988, Вајс 1988, Theologis 1997, Бериман 2008 година), 360° скенирачки уреди (Poncet 2000) и стереофотограметриски системи (Frobin 1983). Ласерски техники, исто така, беа развиени за производство на корсети, но не и за клиничка употреба.

2.3.3. Топографија на Moiré (Moiré Topography)

Уште еден начин кој е предложен во далечната 1970 година за испитување на површината на грбот на човечкото тело е топографијата на моаре (понатаму МТ) [4]. Откако Такасаки ја претстави МТ, многу други автори објавиле најразлични студии со цел да ја објаснат, подобрат или употребат оваа техника.

Според Остер (Oster, 1988), на топографијата на моаре или, исто така, наречен моаре феномен, се јавува кога еден сет на криви се преклопуваат во однос на друг сет на криви, формирајќи целосно нов сет. Ова преклопување на мрежи (или криви) мора да биде помало од агол од 45° , со цел да се генерираат пречки. Ова мешање формирано од страна на пресекот на линиите на мрежите е она што ќе го карактеризира стандардот на моаре (Bartl et al., 2001, Drerup, 1981, Dzielinski et al., 1990, Oster, 1988 година) [7].

Овој феномен може да биде генериран кога постои мала разлика во дебелината и растојанието помеѓу линиите на решетка (или ретикулум), и исто така, со употреба на кружни форми на стандардите на моаре. Во зависност од тоа која техника се користи, сепак, можно е дека двете мрежи создадени за генерирање на феноменот моаре не се исти и во реалноста на физичкиот објект. Ова се случува со методот сенка на моаре техниката (SMT), прикажано на следната слика, во која сенката на проектираната решетка за функциите на анализа на површина е како втора решетка (Brequé et al., 2004, Oster, 1988 година).



Слика 13 Техника на сенка Moiré

Истото се случува во проекцијата на моаре техниката (PMT), прикажано на следната слика (слика 14), во кое првата решетка е проектирана на површината за анализа и оптичкиот феномен е генериран, а сликата е обработена од страна на софтвер (Mínguez et al., 2007).



Слика 14 Проекција на Moiré техниката

Овие техники се чини дека се двете главни техники за евалуација на површината на човечкото тело, кое исто така беше истакнато од страна на Лим, Ким и Чун (Лим et al., 1989).

Моаре може да се користи за проучување на топографијата на површини, работ на моаре формата, линиите на контура - или на нивото на кривини - површината на објект се става под анализа (Breque et al., 2004, Yeras et al., 2003).

Зборот моаре доаѓа од француски термин што значи влажни или брановидни и е поврзано со свила увезена од Кина, во која самата ткаенина го дава овој необичен изглед на ткаенина (Bartl et al., 2001, Sciammarella, 1982). Во Бразил, структурата на истата оваа појава е наречена Tafeté или Chamalote. Во согласност со речникот (зборник) за текстил, обезбеден од страна на Hering компанијата (Hering, 2004), Chamalote, кој е направен од мешавина од камилски влакна и свила го дава истиот впечаток на „брановиден“ ефект (моаре).

Техниките моаре се збир на постапки врз основа на физичкиот феномен на моаре (Лино & Fabbro, 2004). Тие се стерометрички методи на три-димензионална анализа на објект од дводимензионална слика (Dreger, 1981, Ким et al., 2001). Техниките моаре се: моаре во рамнина, сенка моаре,

проекција моаре, интерферометрија моаре, микроскопски моаре, холографски моаре и интерференција моаре (Рослер et al., 2006, Yeras et al., 2003). Овие техники се разликуваат по начинот на кој феноменот на моаре е генериран и начинот на кој понатаму се користат во поддршка на топографските анализи.

Во принцип, МТ се состои од едноставен метод и бара камера, извор на светлина и решетка (рамна рамка со метални барови преку неа). Сликите (топограми) се формирани од страна на алтернатиции (промени) на јасни, чисти и темни рабови (Batouche & Benlamri, 1994, Batouche et al., 1996, Dregup, 1981, Ким et al., 2001). Оние темни рабови се викаат уште и работ на моаре (Рослер et al, 2006 год.). Моделот креиран од овие работи на површината на даден објект се користи понатаму и за понатамошна анализа.

Генерирањето на оптичкиот феномен ќе зависи од МТ што се користи. Со SMT (сенка моаре топографија), на пример, сенката на функциите на решетката е како втора решетка (Brequet et al., 2004, Oster, 1988). Во овој случај, сенката на објектот кој се анализира е деформиран од страна на формата на сопствената површина (Рослер et al., 2006).

Затоа, физичкиот принцип на СМТ е: извор на светлина Р кој е поставен на дијагонален агол на решетката G и тогаш се генерира сликата на површината С. Набљудувачот, наречен О (или камера, С) е ставен во предниот дел на решетката. Сенките формирани на површината на објектот или се гледаат од страната на набљудувачот или се снимаат со помош на камерата. Резултатот ќе изгледа како топографска карта, која резултира од оптички процес на моаре (Turner-Смит, 1997).

Поставувањето на камерата и изворот на светлина може да варираат. На пример, изворот на светлина може да биде над камерата и двете да бидат подредени точно во истата рамнина (Хамра и Volpon, 1995 година). Исто така, изворот на светлина може да се наоѓа малку пред камерата и поблиску до решетката (Yeras et al., 2003). Други алтернативни методологии за примена на моаре топографија се:

а) Позиционирање на изворот на светлина и на камерата еден до друг на исто ниво, но одржување на дијагонална пропорција на светлината на патеката (Кастро, 2007, Херц et al., 2005, Херц, 2005, Порто et al, 2007 година);

б) Да се користи извор на мобилна светлина (Лим et al, 1989);

в) Замена на камерата со видеокамера (Turner-Смит, 1997, Yeras et al., 2003).

Како недостаток се смета стандардизацијата во техниката моаре за топографска анализа на човечкото тело. Неколку студии го споменуваат и мерењето на растојанието лево помеѓу материјалот (камера, извор на светлина, хелиум, индивидуални), како и други важни карактеристики, како што

се: детали за ретикулум (Кастро, 2007, Хамра & Volpon, 1995, Херц et al., 2005, Херц, 2005, Kilpeäinen et al., 1996 година), процедурите за калибрација што се користат (Mínguez et al., 2007). Ова покренува загриженост со оглед на тоа дека повторливоста на мерењето е компромитирано со недостаток на информации. Тежината на стандардизирање на мерните процедури во ТМ создава потреба за уште поголема сигурност и докажаност при дефинирање на самата постапка.

Друг релевантен аспект кој е разгледан во некои студии е дека опремата која се користи за МТ е од непознато потекло во поголемиот дел од случаите, што значи дека можеби е или не е развиена од страна на лабораториите кои ги вршат овие истражувања. Покарактеристични се студиите (Кастро, 2007, Хамра и Volpon, 1995, Херц et al., 2005, Херц, 2005, Порто, 2008 година), кои користат TMS и мрежи кои се развиени од соодветни истражувачки групи, и кои, исто така, обезбедуваат информации во врска со методологиите кои се применети. Во врска со дизајнот на мрежата, често е дека истиот е направен од дрво (Кастро, 2007, Херц, 2005, Порто, 2008 година). Со оглед на нарушувањето што може да се случи со овој тип на материјал поради напнатоста, Adair (Adair et al., 1977) предложи дека мрежите треба да се направени од алуминиум. Takasaki (Takasaki, 1973), исто така, сугерирал дека големината на мрежата која се користи за анализа на целото човечко тело треба да биде со големина од 1,8 x 1,8 x 0,9 м3. За анализа на задниот дел, студиите покажаа дека квадратна мрежа со големина од 600 мм е на задоволително ниво (Кастро, 2007, Херц et al., 2005, Херц, 2005, Порто, 2008 година).

Дури и во тие студии, каде што е споменат производителот на опремата, карактеристиките на материјалот користен за изведба на МТ не секогаш е објаснет, како и во студијата на Mínguez (Mínguez et al., 2007), која оценува девијациски отстапувања поради сколиоза на 'рбетниот столб.

Експерименталниот дизајн на МТ може да варира од една студија до друга, во зависност од видот на МТ која е вклучена. Кога се користи SMT, на пример, може да се вклучи и мобилна решетка (Dzielinski et al., 1990) што е спротивно на една фиксна (Кастро, 2007, Хамра и Volpon, 1995, Херц et al., 2005, Херц, 2005, Порто, 2008 година). Мобилната решетка може да се движи хоризонтално пред објектот кој се испитува.

Во врска со камерата, видното поле на опремата мора да биде доволно големо за да се вклучат во него и решетката и нејзината сенка (Хамра и Volpon, 1995, Takasaki, 1973), па за такво нешто може да се искористи и употреби оптичкиот зум на камерата (Херц, 2005, Порто, 2008). Од друга страна, брзината на снимање по можност треба да биде помала од 1/8 од секундата за да се избегне неизбежното движење на телото. Со таква работа на камерата, според Takasaki (Takasaki, 1973), може да се обезбеди добар контраст на работите на МТ.

Кога се гледа на извор на светлина може да се види дека и во литературата, исто така, не постојат стандардни процедури за примена во TMS. Во студијата на Порто (Кастро, 2007, Херц et al., 2005, Порто, 2008) е наведено користење на 100W светилка. Takasaki (Takasaki, 1973) пак предложил 2-4kW Ксенон лампа, како идеален извор на светлина, но исто така забележува дека светилки на јод од 500W имаат добар придобивки кога се земаат предвид и трошоците.

Топограмот на моаре зависи и од позицијата на објектот зад решетката. Поради тоа, од суштинско значење е да се стандардизира и позицијата на објектот кој треба да се анализира (Dreger, 1981, Хамра & Volpon, 1995). Оваа потреба од стандардизација може да се оправда со мерење на отстапувањата присутни и поврзани со поимот на длабочина предложен од Takasaki (Takasaki, 1970). Не е пронајдена стандардизација за овој аспект во литературата. Adair (Adair et al., 1977) предложил протокол во кој индивидуата стои исправена, нозете доближени една до друга, со задникот во близина на екранот и рамениците паралелни со мрежата. Ова шематски може да се изнесе како проблем дека држењето на лице кое ќе биде анализирано е „договорено“ од страна на набљудувачот (иако резултатите од нивните студија беа навистина задоволителни при откривање на сколиозата кај децата на училишна возраст). Алтернативно, друга студија предлагала дека лицето што се анализира треба да биде во стоечка положба, стапалата раздвоени природно, а телото во близина на мрежата што е можно поблиску без да го допира. Недостатокот на методолошка стандардизација при примената на ТМ го попречува подобро разбирањето на деформитети на трупот вклучувајќи со тоа и генерирање и погрешно толкување на резултатите (Patias et al., 2010). Од оваа причина, определувањето на аголот Коб (Cobb angle) сè уште е златен стандард за дијагноза на сколиозата (Kotwicki et al., 2009).

Јасно е дека некои од техниките на МТ повеќе се користат од другите за анализа на површината на човечкото тело. Но SMT (сенка моаре топографија) се чини дека е најдобар за оценување на отстапувањата на 'рбетниот столб и/или на трупот (Адлер et al., 1984, Кастро, 2007, Херц et al., 2005, Херц, 2005, Takasaki, 1970, Uetake et al., 1998 година), што може да се објасни со фактот дека SMT беше првата техника од МТ користена за топографска евалуација на човечкото тело.

Други области на човечкото тело, исто така, се анализираат преку употреба на SMT, како што се планктарниот лак (Хамра и Volpon, 1995, Yeras et al., 2003), долните екстремитети (Yeras et al., 2003) и scapular регионот (Chalupová, 2001).

Во последниве години, проекција на моаре техниката се појавува сè почесто во научната литература, особено во однос на постурална евалуација (Kim & al., 2004, Ким et al., 2001, Mínguez et al., 2007). Ова, главно, се објаснува со тековниот напредок на техниката во областа на обработката на сликите, кои, исто така, овозможуваат употреба на МТ во повеќе деликатни и сложени

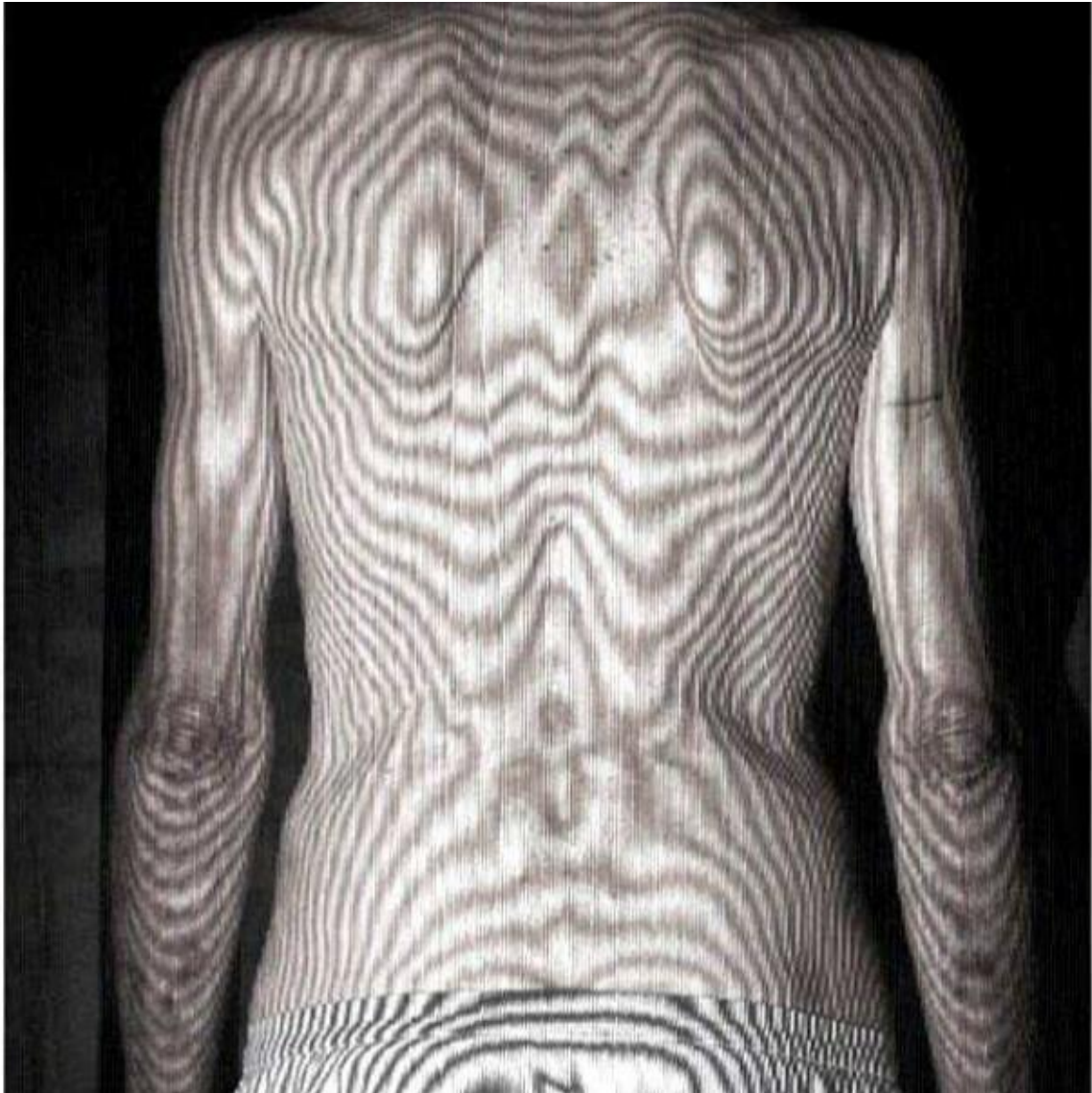
топографски области на човечкото тело, како што се некои коски, со користење на Интерферометрија моаре техника (Wood et al., 2001).

Медицинската анализа на сликите моаре се базира на симетрија на рабовите на двете страни во различни региони на телото (Batouche & Benlamri, 1994), како што е прикажано на следните слики подолу. Затоа, таа се класифицира претежно како квалитативна анализа (Адлер et al, 1984).

Колку и да се квантитативните параметри важни во дијагностиката на асиметричностите на човечкото тело, нема негирање и во фактот дека визуелната инспекција на сликите обезбедува исто така информации релевантни за оценувачот, набљудувачот и тие се корисни и во процесот на донесување одлуки којшто понатаму следува. На пример, Adair (Adair et al., 1977) следел сколиоза на 1 132 деца од училишна возраст во Отава, Канада. Ги користел предностите на лесно користење на TMS. Авторот бил во можност да фотографира 40 деца на час, и момчиња и девојчиња. Кај децата кај кои имало докази за асиметрии, биле скенирани со X-зраци за да се потврди сомневањето на сколиоза. Резултатите покажале дека со TMS се идентификувани 94% позитивни случаи со присуство на сколиоза дијагностицирани со X-зраци.



Слика 15 Moiré топограм на возрасен



Слика 16 Moiré топограм на постар човек

Квалитетна медицинска евалуација на генерираните топограми, врз основа на визуелната инспекција од сликите, може да биде исклучително заморна задача, особено кога станува збор за оценување на деформитети на голем број луѓе во краток временски период, како што се, на пример, студии за населението (Порто, 2008) или кога тој се користи за да се идентификува сколиоза кај децата во училиштата (Адлер et al., 1984). Исто така, Ким et al. (Ким et al., 2001) и Ким et al. (Ким et al., 2006) сметаат дека заморот предизвикан од страна на вршење на многу субјективни проценки може да влијае врз анализата на сликите на моаре. Поради оваа причина, овие автори

се залагаат за потребата за автоматизација на постапката за анализа на топограмите снимени од задниот дел на телото на поединци.

Имајќи го ова на ум, Порто et al. (Порто, 2008), во една студија за евалуација на населението на лица над 60-годишна возраст (мултидимензионално проучување на стари лица, популациите на Порто Алегре, Бразил), употребувал бесплатен софтвер за анализа на топограмите. Софтверот не ги одредувал деформитетите во регионот на задниот дел на поединци т.е. автоматски, но олеснета била евалуацијата со тоа што се добивале мерењата на аголното отстапување и длабочината со поголема прецизност.

Фотографии со 256 сиви тонови, кои се движат од 0 (црна) до 255 (бела), беа снимени од грбот на секој од постарите личности. Порто et al. (Порто, 2008b) ги оценувал латералните отстапувања на градната колона со мерење на формираните споени агли (во степени) и карактеристиките на моменталната присутна конкавност, нерамнини на фронтална рамнина со мерење на аголна девијација, во степени. За оваа оценка, авторот користел слободен софтвер (Power Draw 2D апликација Вектор), кој го оптимизира процесот на евалуација на сликите.

Претходно, други автори (Кастро, 2007, Херц et al., 2005, Херц, 2005) земале предвид слични карактеристики на евалуација на МТ и се обиделе да најдат нумерички параметар за проценки на девијациите на волонтери. Сепак, во овие студии се користат повеќе застарени инструменти за анализа на постурални отстапувања, како што се хартија, молив или пенкало и линијар.

Според Ким et al. (Ким et al., 2001), нумеричките информации на асиметрија се многу корисни во оценувањето на деформитети. Затоа, јасно е дека обидите на многу автори во квантифицирање субјективно на постуралните отстапувања не се најдобра опција, иако се помалку скапи. Овие иницијативи, сепак, ја покажуваат загриженоста на овие научници во подобрување на оваа биомеханичка оценка. Ова може да значи дека значаен ограничувачки фактор се финансиите.

Автоматизацијата на процесот на евалуација на сликите моаре има многу предности, особено за проучување на голем број луѓе во краток временски период. Ким et al. (Kim & al., 2004), на пример, користи нова техника на автоматско откривање на сколиоза за време на студија за оценување на 1 200 топограми на млади лица. Сепак, дури и со автоматско откривање на рабовите постојат сериозни проблеми поврзани со двосмислени рабови и неконтинуирани рабови. Според Клајн, Lorensen и Holik (Клајн et al., 1984), неконтинуираните површини генерираат скршени рабови кои субјективната анализа ја прават многу тешка. Во оваа ситуација, грешки при евалуацијата, исто така, се појавуваат кога се користи софтвер за анализа на топограмите.

При евалуација на површината на човечкото тело одредени модели на рабови се согледуваат во зависност од површината која се разгледува. Во оваа смисла, според Клајн, Lorensen и Holik (Клајн et al., 1984), работ е вграден во рамнината на сликата, кога површината е многу наклонета. Ова се случува, на пример, кај многу слаби поединци или оние кои се со градна кифоза. Кога површините се многу тесни, паузите помеѓу пиксели спречуваат автоматска изградба на сликата. Неуниформни површини со ниска рефлексија не би можеле да генерираат чисти модели на рабови. Други комплексни моаре модели што ја прават анализата на топограмите тешка се случаи кога поединци за евалуација се дебели, според Ruggione и Остин (Ruggione и Остин, 1986) и кога кај истите има значително присуство на вишок кожа и коса.

Методот на МТ има предности со тоа што е неинвазивна метода и не предизвикува зрачење, какво што се јавува во испитувања со X-зраците (Икеда & Terada, 1981, Yeras et al., 2003), не се бараат високо обучени професионалци за негова примена (Batouche & Benlamri, 1994, Икеда & Terada, 1981, Yeras et al., 2003 година), се овозможува евалуација на многу луѓе во краток временски период (Икеда & Terada, 1981, Yeras et al., 2003), лесен е да се репродуцира (Batouche & Benlamri, 1994, Икеда & Terada, 1981), со ниска цена е (Batouche & Benlamri, 1994, Yeras et al., 2003) и е во состојба да замени испитувања со употребата на X-зраци или да дејствува како комплементарен метод за дијагноза на болеста (Херц et al., 2005, Херц, 2005, Yeras et al., 2003).

Употребата на МТ во топографската анализа на човечкото тело е можна затоа што со неа се има можност да се идентификуваат индиректно местата со структурни деформитети под кожата преку формата на површината на анализираната индивидуа (Chalupová, 2001). МТ има, според тоа, многу можности за апликации и употреба на здравствените работници во клиничка евалуација на пациентите и за истражувачи и професори во нивните академски активности со учениците. Овие апликации вклучуваат:

- Рано откривање на сколиоза (Pearsall et al, 1992, Takasaki, 1982, Yeras et al, 2003);
- неинвазивни реконструкции на 'рбетниот столб врз основа на генерираниот топограм (Dzielinski et al., 1990);
- откривање на други деформитети на 'рбетниот столб (hyperkyphosis, hyperlordosis, gibosity) во различни рамнини (фронтална и попречно) од само една слика добиена од задната страна на телото на снимениот поединец (Batouche & Benlamri, 1994, Кастро, 2007, Херц et al, 2005, Херц., 2005 година);
- карактеризација на палатална морфологија (Kilpeäinen. et al, 1996);
- карактеризација на формата и откривање на аномалии на пониските делови од екстремитетите (Yeras et al, 2003);

- опис на scapular областа и симетрија во однос на 'рбетниот столб (Chalupová, 2001);

- проверка на влијанието на спортските активности во морфологијата на задниот дел на човечкото тело (Uetake et al., 1998).

2.4. Тридимензионални реконструкциски параметри

Перцепцијата на просторните позиции на пршлените и нивните ротации доведе до развој на компјутерски 3D реконструкции на 'рбетот. Стандардните параметри при обични 2D радиографски снимања остануваат мерливи и при 3D реконструкциите. Дополнителни 3D параметри се предложени, тоа се „3D област на искривеност“ и „горен поглед“ на 'рбетот.

2.4.1. 3D област на искривеност

'Рбетните искривувања се вклучени во рамни површини. Во нормални услови, овие области содржат лордоза и кифоза, и во суштина се сагитални. Во случај на сколиоза, овие области се попречени или некои се предизвикани од страна на сколиотична деформација, под влијание на 'рбетните ротации. Овие области, вклучувајќи ги и искривувањата лесно се откриени од страна на 3D софтвер за реконструкција.

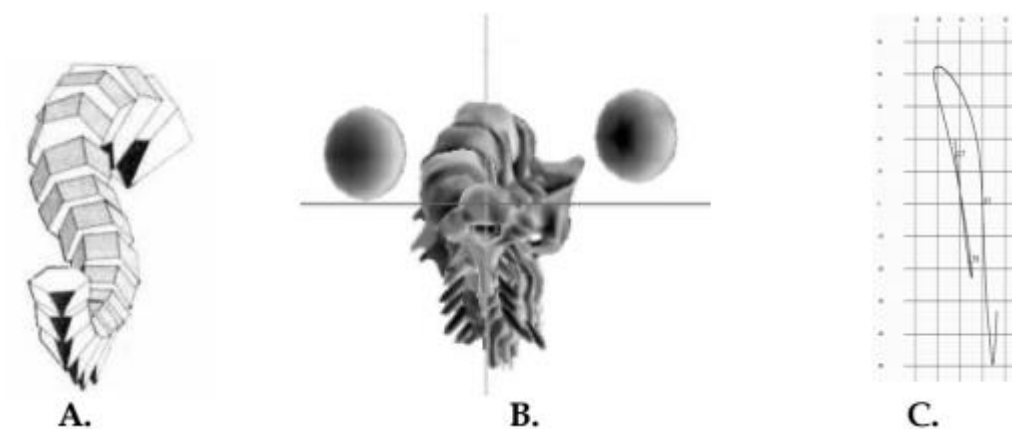


Слика 17 3D промена на рамнини на лордоза и кифоза предизвикани од лумбална сколиоза во 3D реконструкција странични (А) и А.П. (В) (С).

Степенот и 3D ориентацијата на овие површини, вклучувајќи ги и искривувањата, овозможуваат оценување на влошување или корекција на сколиозата и процесите на третман.

2.4.2. Горен поглед

Благодарение на компјутеризирани анализи на 'рбетниот столб, горниот поглед е развиен за да го прикажува 'рбетот како набљудувачот да е над пациентот и истиот да го гледа надолу. Тоа е предвидено од страна на 3D реконструкциски техники, без разлика на нивното потекло (X-зраци или оптички), со повеќе или помалку софистицирани репрезентации на слики.



Слика 18 Горни погледи од радиографија (A. Кубни обрасци B. Типизирани пршлени и C. Оптички преземања)

Овој поглед на врвот е во суштина тридимензионален. Тој ни овозможува да го гледаме деформитетот како целина: деформација со закосување од врвот на искривеноста, рамнината во која се вклучени (неговото проширување и 3D ориентација), интензитетот на 'рбетната ротација и целокупното навалување.

2.5. 3D импликации за третман на сколиоза

3D концептот на сколиоза овозможува, со користење на софтвер за реконструкција, подобра дијагноза и соодветно поединечно оценување на потенцијалните зголемување на искривеноста. Тоа подразбира 3D проценка на оние области на ригидност и флексибилност и нивна 3D ориентација. Овие сознанија не се достапни на 2D слики, исто така, довеле до концептуален третман, без разлика дали е медицински или хируршки.

3. Што е Kinect?

Kinect е влезен уред за внес и покажувач на движење направен од страна на Microsoft за Xbox 360 и Xbox One конзоли за видеоигри и Windows PC. Им овозможува на корисниците да го контролираат и да комуницираат со нивната конзола / компјутер без употреба на контролор за игра, преку кориснички интерфејс со користење гестови и зборовни команди. Првата генерација на Kinect првпат е пуштена во употреба во ноември 2010 година во обид да се прошири на публиката на Xbox 360 (слика 19). Верзијата за Windows беше објавена на 1 февруари 2012 година.



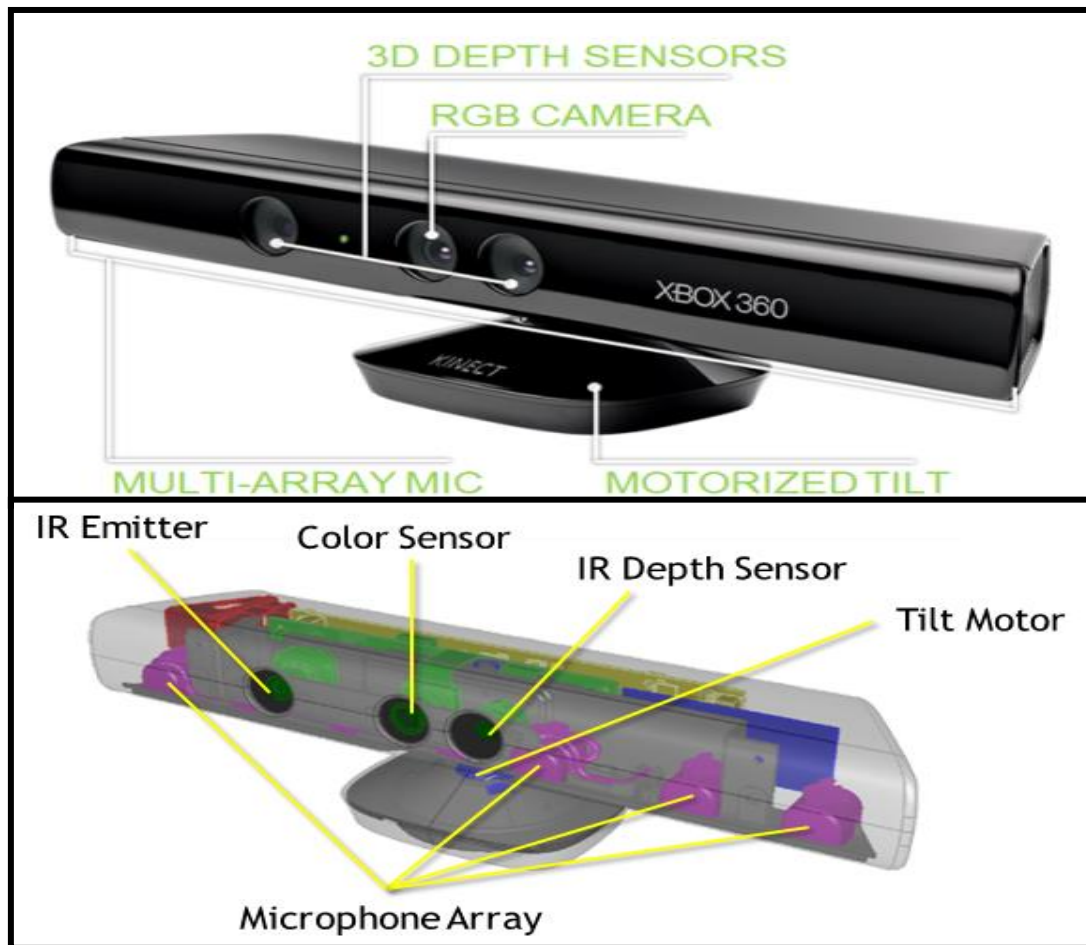
Слика 19 Kinect за Xbox 360

Microsoft објави комплет за развој на софтвер за Kinect за Windows 7 на 16 јуни 2011 година. Ова SDK (software development kit) е објавено со цел да им овозможи на програмерите да пишуваат Kinect апликации во C ++ / CLI, C #, или Visual Basic NET.

Kinect е изграден на база на софтверска технологија развиена од Rare, подружница на Microsoft Game Studios и range camera технологија од страна на израелскиот инвеститор PrimeSense, кој разви систем што може да ги интерпретира конкретните гестови, со што целосно е воспоставена hands-free контрола на електричните уреди што е можно со помош на инфрацрвената камера, проектор и специјален микрочип за да се следи движењето на предметите и лицата во три димензии. Со тоа овој 3D скенер овозможува варијанта на сликата базирана на 3D реконструкција.

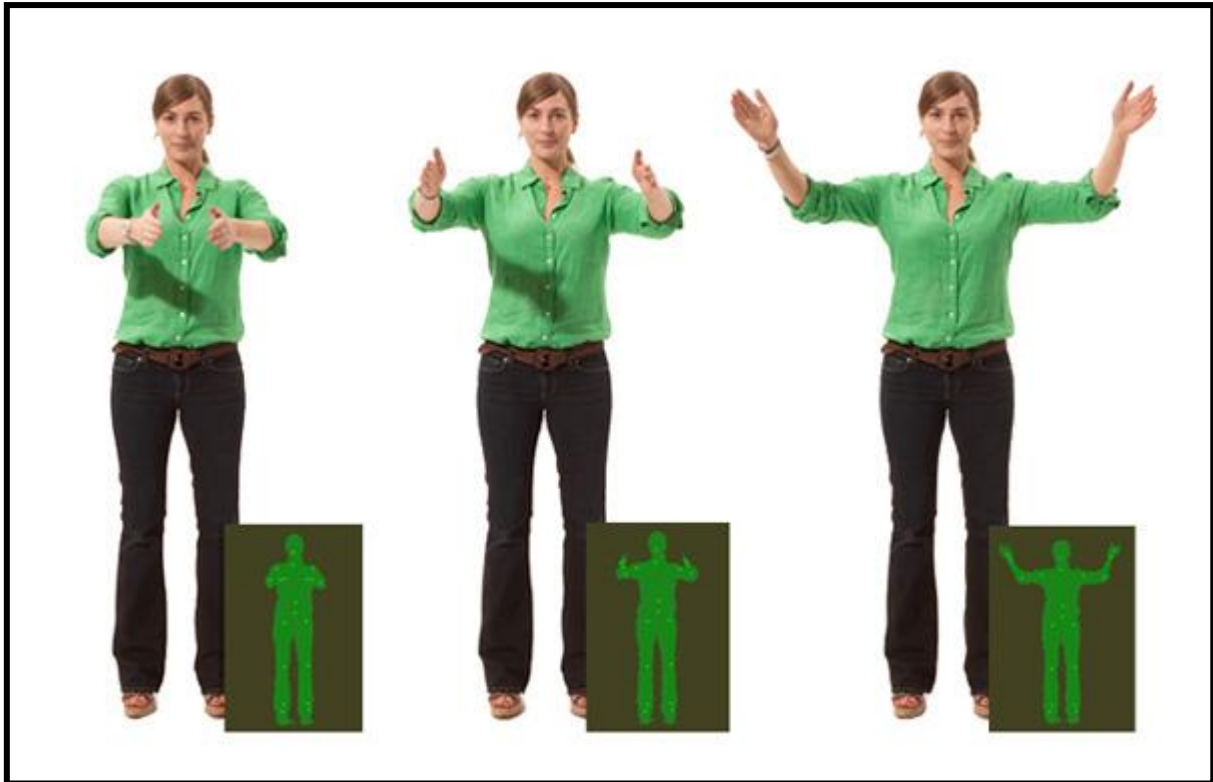
Kinect сензорот е хоризонтален уред поврзан со мала база со помош на моторизиран стожер и е дизајниран да биде поставен во должина над или под видеоприказот. Уредот е опремен со RGB камера, сензор за длабочина (depth sensor) и низа на микрофони (слика 20), со што се овозможува детектирање на 3D движењето на целото тело (слика 21), препознавање на лицето и

препознавање на гласот. На почетокот, функцијата за препознавање на гласот беше достапна само во Јапонија, САД, Канада и Велика Британија, за оваа опција подоцна во 2011 година да биде достапна и за останатиот дел од континентална Европа. Во моментот препознавањето на гласот е поддржано во Австралија, Канада, Франција, Германија, Ирска, Италија, Јапонија, Мексико, Нов Зеланд, Велика Британија и САД. Низата од микрофони на Kinect сензор овозможува на Xbox 360 да се спроведе локализација на звучен извор со поттиснување на амбиентната бучава, овозможувајќи партија разговор преку Xbox Live без слушалки.



Слика 20 Составот на Kinect сензорот

Сензорот за длабочина (depth sensor) се состои од инфрацрвен ласерски проектор со монохроматски CMOS сензор, кој снима видеоподатоци во 3Д под секакви светлосни услови. Опсегот на сензорот за длабочина е прилагодлив, а Kinect софтверот е способен за автоматско калибрирање на сензорот врз основа на дадена игра и физичката средина на играчот, како присуство на мебел или други пречки.

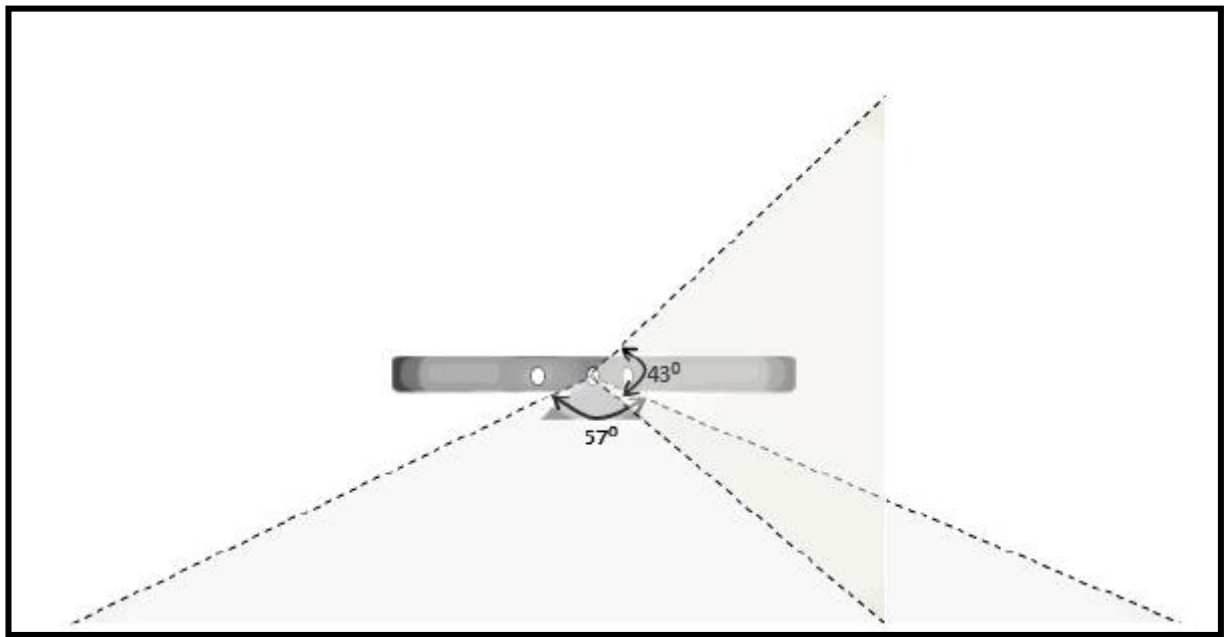


Слика 21 Детектирање на 3Д движењето на целото тело

3.1. RGB камера

Kinect сензорот дава излезно видео на рамката на ~ 9 Hz до 30 Hz во зависност од резолуцијата.

RGB камерата е задолжена за примање и праќање на податоците за бојата. Нејзината функција е откривање на основните бои - црвена, зелена и сина од местото кое се снима. Податоците кои се пренесуваат до RGB камерата се податоци за бојата на местото кое се фотографира. Стандардното RGB видео користи 8-битна VGA резолуција (640×480 пиксели) со Баер филтер во боја, но хардверот е способен за резолуција и до 1280×1024 (по пониска рамка) и други формати на боја како што е UYVY. Полето на гледање на камерата во боја е 43 степени вертикално и 57 степени хоризонтално (слика 22).



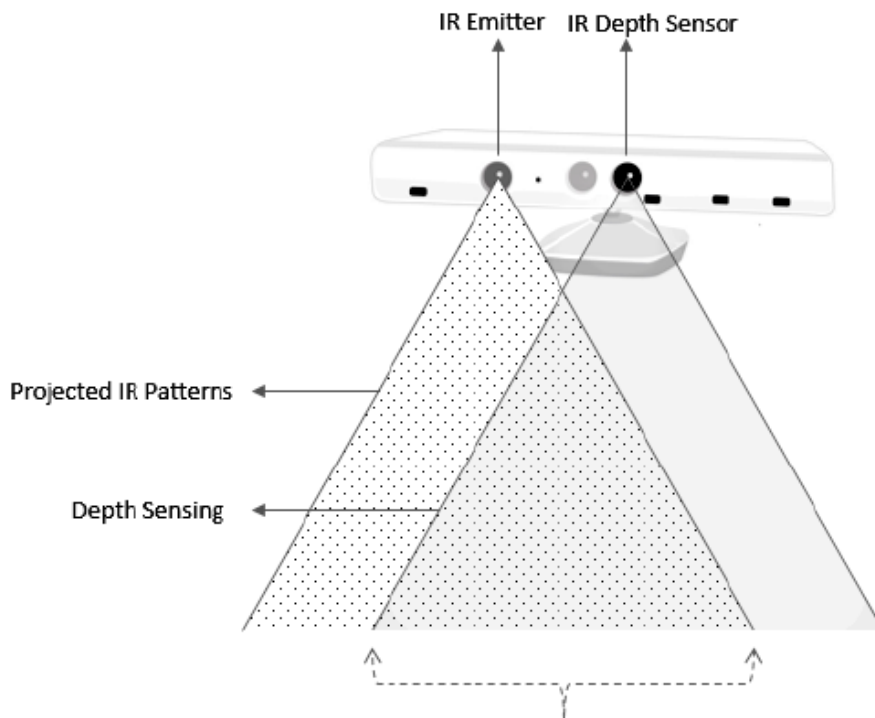
Слика 22 Поле на гледање на камерата во боја

3.2. Depth Sensor

Длабочинскиот уред работи со помош на инфрацрвена камера. Инфрацрвениот предавател пренесува точки низ полето на погледот на сензорот. Овие инфрацрвени точки се невидливи за човековото око, но се видливи за сензорот. Според овие точки, тој добива информации за оддалеченоста на објектот од сензорот т.е. за нивната длабочина.

Монохроматскиот длабочински уред дава излезно видео во VGA резолуција (640 × 480 пиксели) со 11-битна длабочина, кој предвидува 2048 нивоа на чувствителност. Kinect сензорот, исто така, може да го прикаже погледот и од IR камерата директно (слика 22) (т.е. пред да се претвори во длабочинска карта, слика 23) како 640x480 видео, или 1280x1024 по пониска рамка. Kinect сензорот има граница на растојание од 1,2 до 3,5 м (3,9-11,5 стапки) кога се користи со Xbox софтвер.

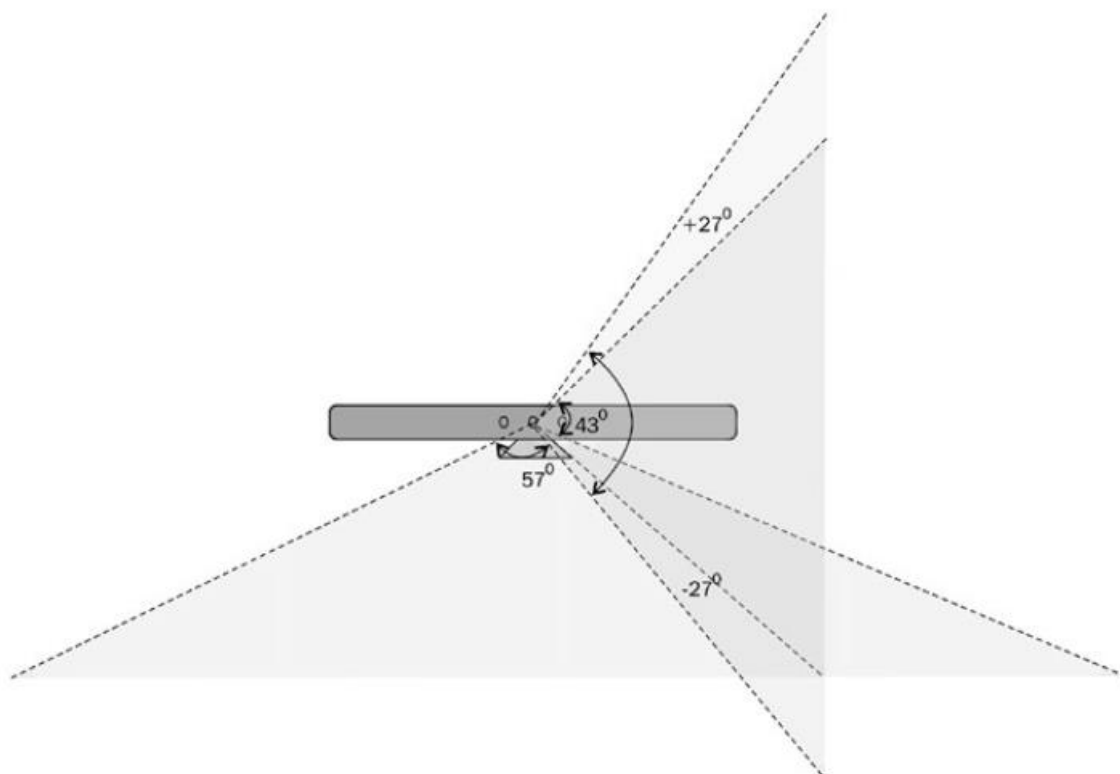
Областа потребна за да се игра на Kinect е приближно 6 м², иако на сензорот може да се задржи следење на движењето преку проширен опсег од околу 0,7-6м (2,3-19,7 стапки). Хоризонталната област на Kinect сензорот е на минимална оддалеченост од ~ 0,8 м (2,6 стапки) што е ~ 87 см (34 инчи), а вертикалната област е на оддалеченост од ~ 63 см (25 инчи), што резултира со резолуција од нешто повеќе 1.3 мм (0.051 инчи) по пиксел.



Слика 23 Илустрирано прикажана работата на инфрацрвениот и длабочинскиот сензор

3.3. Моторизиран стожер

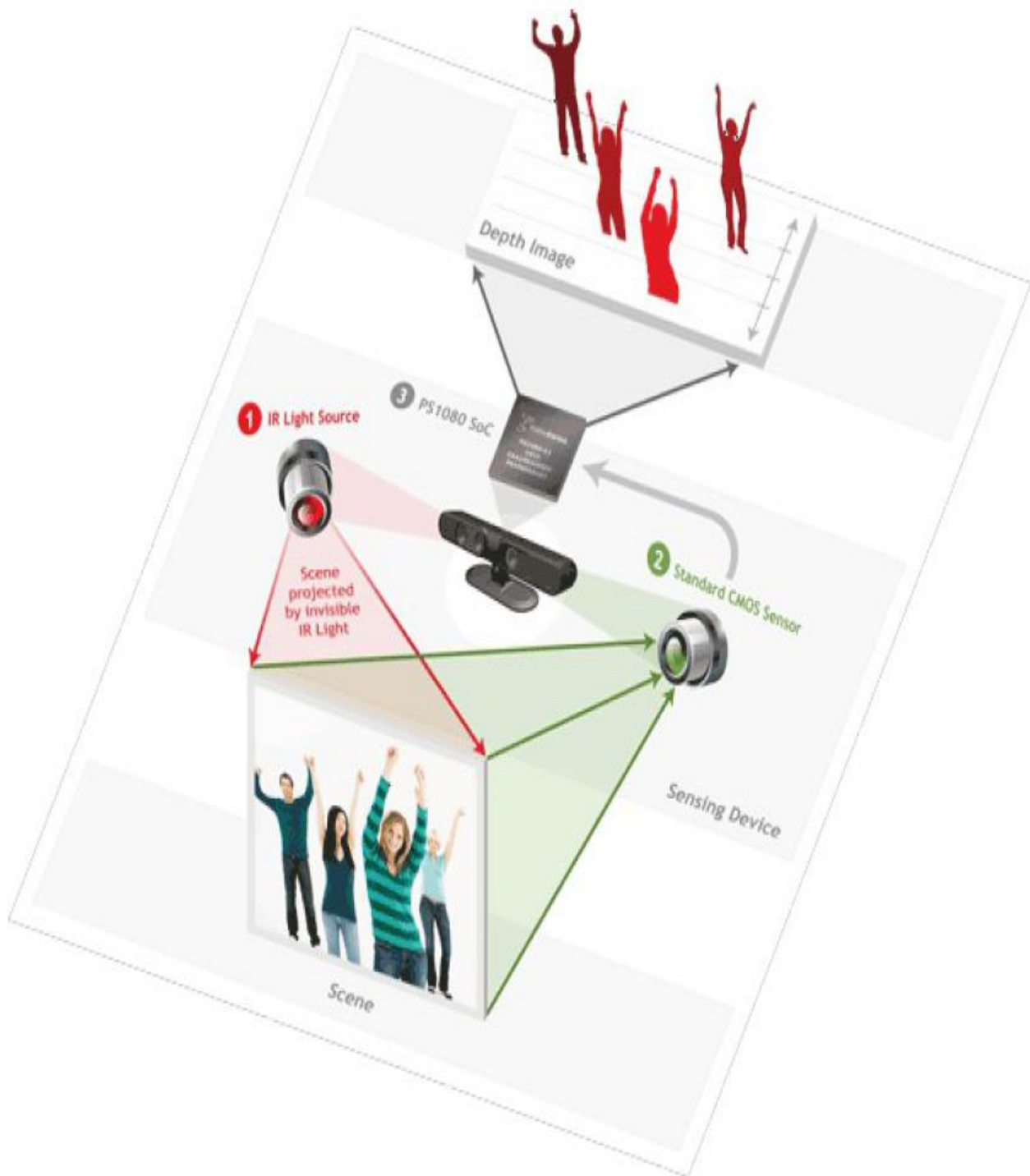
На базата на Kinect сензорот се наоѓаат мали мотори, чијашто функција е да успее да му обезбеди вертикална патека на сензорот, така што објектот кој е фокус на снимањето да биде целосно во видното поле на сензорот. Овој мотор има способност да го сврти сензорот за 27 степени нагоре и надолу. Така можното гледно поле на сензорот кога тој е во фиксна позиција е зголемено за 27 степени нагоре и надолу како што е прикажано на слика 24.



Слика 24 Зголемување на видното поле на сензорот со помош на моторизираниот стожер

Бидејќи моторизираниот стожер на Kinect сензорот бара повеќе електрична енергија отколку што една USB порта може да обезбеди, уредот користи USB комуникација со дополнителен извор на електрична енергија.

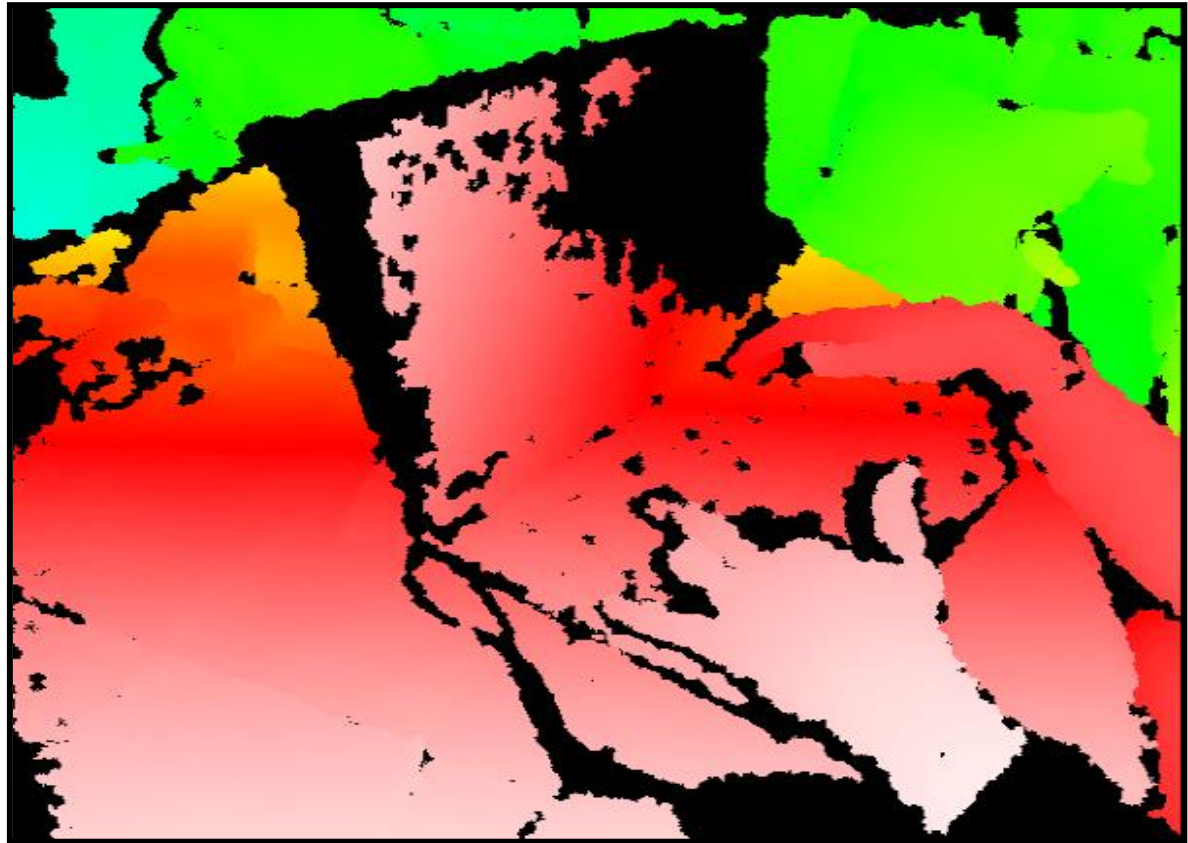
Kinect сензорот „фотографира“ на местото на кое е поставен и како резултат враќа тридимензионални координати. Начинот на кој ова е постигнато е тоа што се синтетизираат информациите од дводимензионалната слика од местото кое се снима земени од поинаков агол, на која подоцна ѝ се додава длабочината како краен резултат. За да се постигне ова, се користат повеќе камери, а двете слики кои придонесуваат за 3Д реконструкција се инфрацрвената слика и онаа во боја. Шематски тоа е прикажано на слика 25.



Слика 25 Приказ на шема за 3Д реконструкција со помош на инфрацрвена и слика во боја на Кинест сензорот

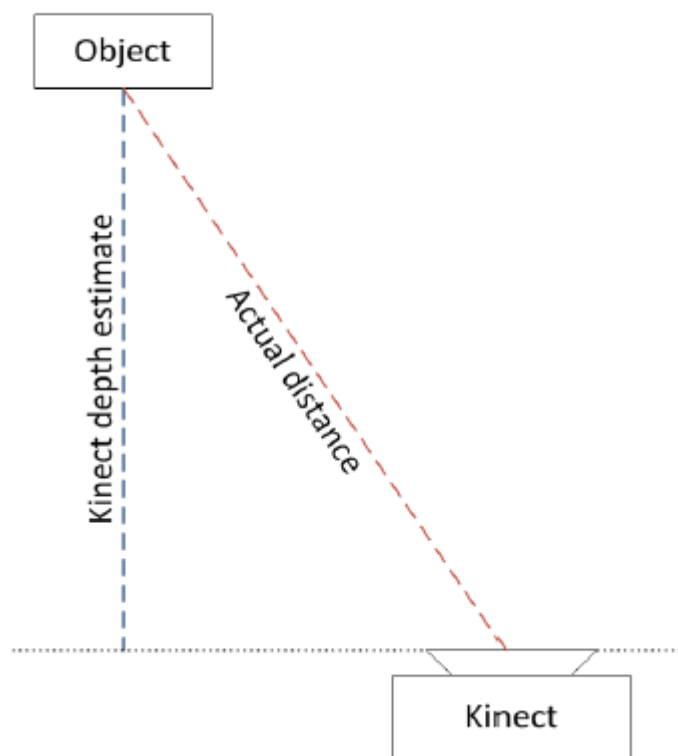


Слика 26 Слика од инфрацрвената камера која покажува ласерска мрежа по која подоцна се пресметува длабочината



Слика 27 Слика со длабочина која е визуализирана со градиенти на боја од бело (блиско), па до сино (далеку)

Исто така е важно да се напомене дека вредноста за длабочината вратена од Kinect сензорот е вертикално т.е. како што е прикажано на сликата 28.



Слика 28 Проценка на длабочината со Kinect сензорот

Комбинацијата на сензорот за длабочина со обичната камера заедно со соодветниот софтвер е она што овозможува на овој уред да се направи 3Д реконструкција на даден објект во боја. Подолу се прикажани главните технички карактеристики на Kinect сензорот, кои се од важно значење за развојот на предложениот софтвер во оваа магистерска тема.

Атрибут	Спецификација
Поле на видливост (земајќи ги предвид моторните навалувања)	хоризонтално 57 вертикално 43 (± 27)

Резолуција на камерата во боја	640 × 480 по стапка од 30Hz 1280 × 960 по стапка од 12Hz
Резолуција на инфрацрвениот сензор	640 × 480, 320 × 240 80 × 60
Номинален број на просторна резолуција (од 2 м)	3 мм
Номинален број на длабочина	од 0,8 метри до 3,5 метри
Номинална длабинска анализа (од 2 м)	1 см

Табела 1 Спецификации на Кинект сензорот

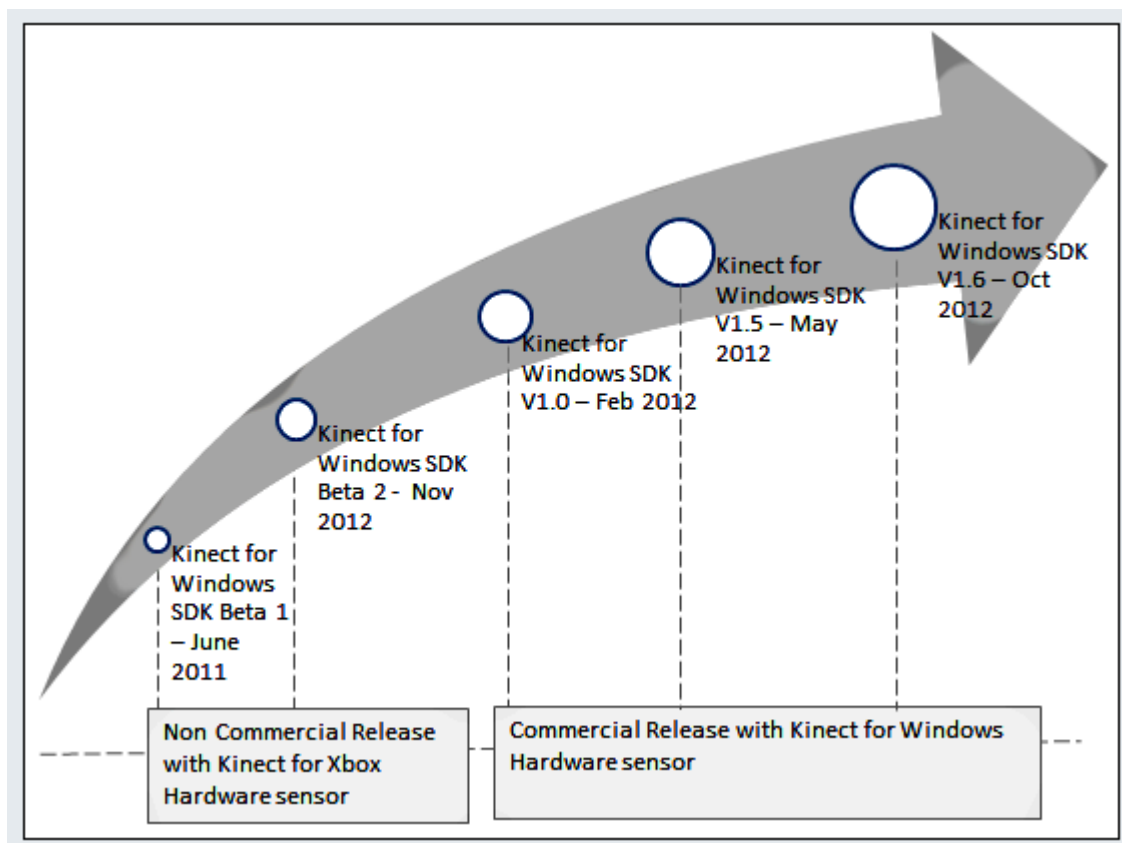
3.4. Микрофони

Функцијата на низата на микрофони е да го препознава гласот, како што е споменато и погоре.

Низата на микрофони има четири микрофон капсули и работи со секој канал за обработка на 16-битна аудиоснимка со стапка од 16 kHz.

4. Kinect SDK

Во ноември 2010 се појавија првите open-source драјвери за Kinect сензорот, со цел неговите функционалности да се користат и на десктоп апликации. Едни од покористените open-source драјвери за Kinect сензорот се оние од PrimeSense и OpenNI. Во февруари 2011 година и Microsoft објави драјвери за Kinect сензорот за тој да стане што е можно подостапен за програмерите во развој на апликации. Оттогаш па до денес има излезено повеќе верзии на Kinect SDK.



Слика 29 Развој на Kinect SDK

Како што е и претходно напоменато, Kinect сензорот е првично направен за употреба со Xbox 360, но откако Microsoft го објави Kinect SDK за развој на Windows апликации, функционалноста на Kinect сензорот има поголем опсег. Ова покренува развој на Kinect базирани апликации во областа на роботиката, медицината и транспортот.

Пред да се почне со употребата на Kinect SDK и Kinect базирани апликации потребни се следниве работи:

- 32 битен или 64 битен dual-core процесор со брзина од 2.66 GHz или повеќе;
- 2 GB RAM
- USB 2.0 bus
- Microsoft Windows 7, Windows Embedded Standard 7, Windows 8
- Microsoft Visual Studio 2010
- .NET Framework 4.0
- Microsoft DirectX SDK

По инсталирањето на Kinect SDK и вклучување на Kinect сензорот во компјутерот автоматски се видливи сите три компоненти на Kinect уредот, како што е прикажано на слика 30. Тоа не е случај кога се работи со open-source

драјвери од PrimeSense или OpenNI и понови модели од Kinect сензорот произведени подоцна од датумот на излегување на овие драјвери.

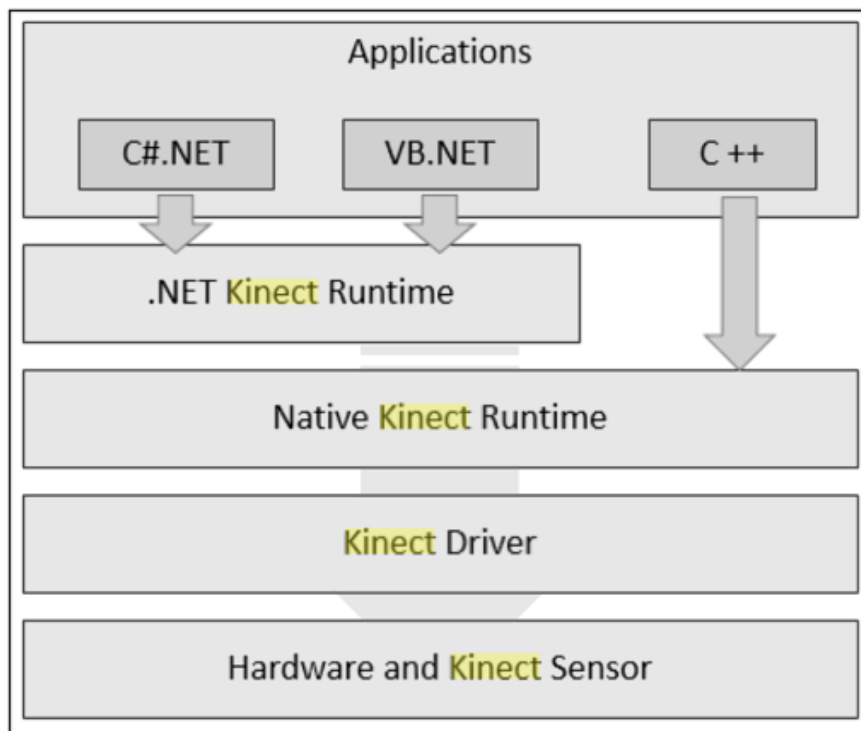


Слика 30 Компонентите на Kinect сензорот по инсталирање на Kinect SDK

Кинект драјверот може да ја контролира камерата во боја, сензорот за длабочина, низата од микрофони и моторот. Податоците кои се пренесуваат помеѓу сензорот и кинект базираната апликација се од следниот тип:

- Depth Data Stream
- Color Data Stream
- Audio Data Stream

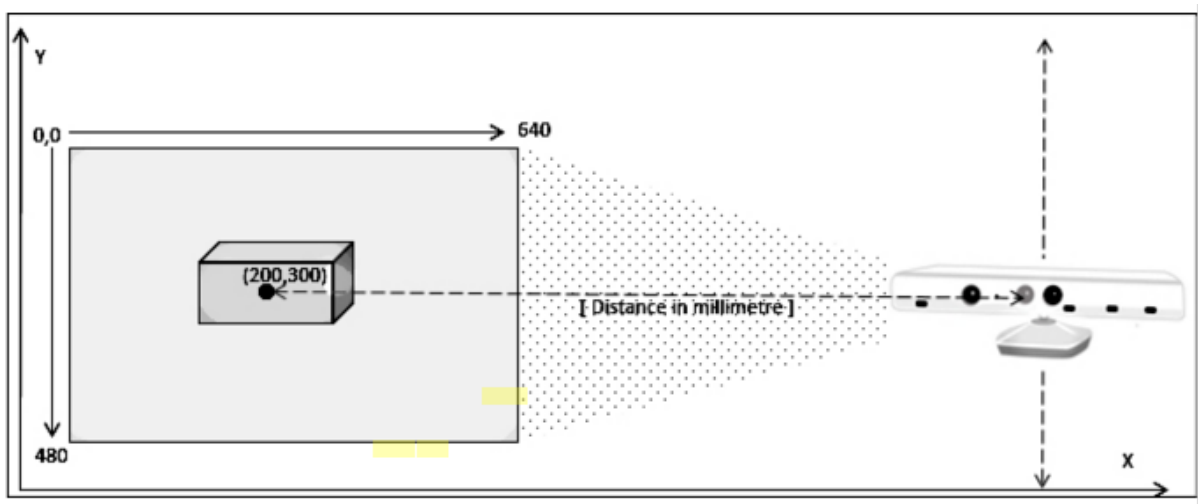
Следната слика е дијаграм кој ги прикажува компонентите на Kinect SDK и како тие комуницираат со една кинект базирана апликација.



Слика 31 Компонентите на Kinect SDK и како тие комуницираат со една кинект базирана апликација

4.1. Depth Data Stream

Kinect сензорот враќа raw depth data во 16-битна сива скала со ранг на погледот од 43 степени вертикално и 57 степени хоризонтално. Но, ова не е само слика; позади сцената на Kinect сензорот завршува низа на алгоритми врз снимените податоци за да врати назад, како резултат, нешто повеќе од слика, за да врати резултат за оддалеченоста на секој пиксел. Пикселот за длабочина содржи информации за оддалеченоста на објектот пред сензорот од самиот сензор во милиметри. Податоците се претставуваат во зависност од X и Y координатите на погледот на сензорот. На пример, ако координатите на еден пиксел се 200X300, податокот за длабочината или оддалеченоста на тој пиксел би биле претставени како на слика 32.

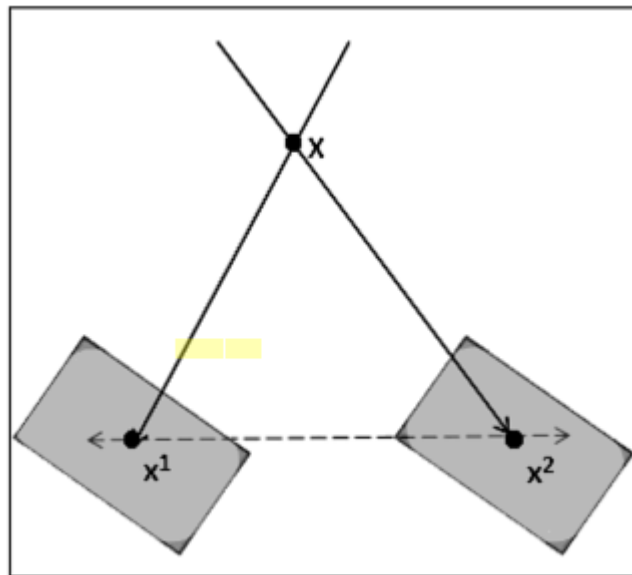


Слика 32 Приказ на оддалеченоста на пиксел со координати 200X300

Како што е напоменато и погоре во 30 рамки по секунда резулцијата на сензорот за длабочина може да биде 640X480 пиксели, 320X240 пиксели и 80X60 пиксели. Сензорот може да ги гледа објектите и над 4 метри длабочина, но во тој случај квалитетот би се намалил поради бучавата.

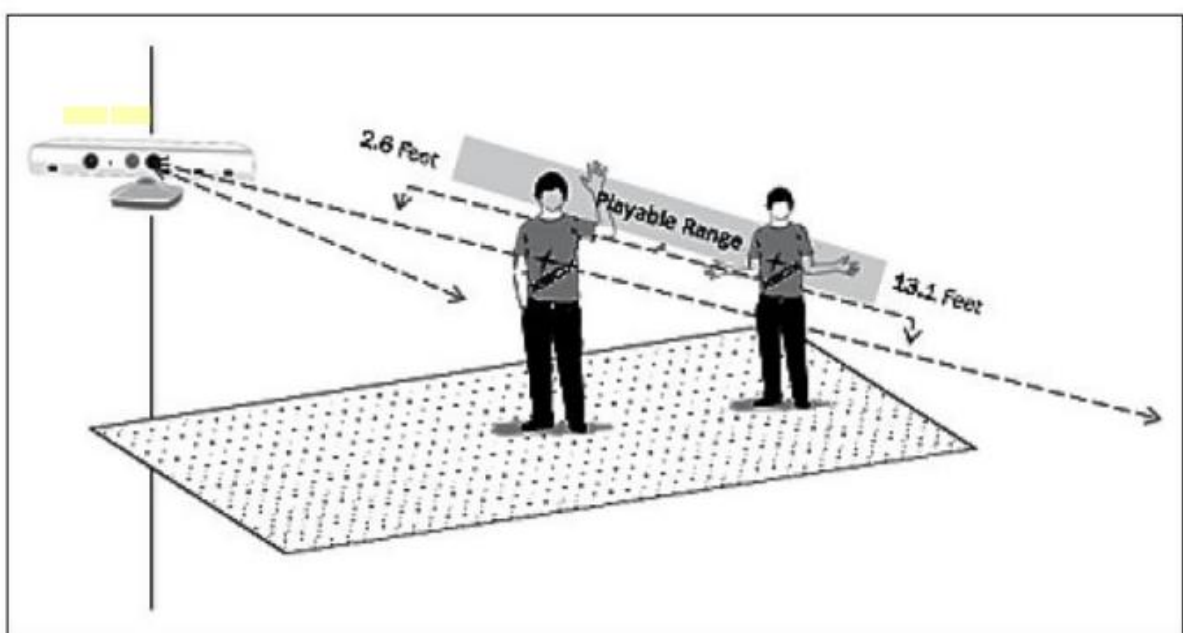
Во пракса, за да се пресмета оддалеченоста на една 3Д точка се користи алгоритмот за стереотриангулација. Две слики се користат за да се прикажат два различни погледа на сцената. По споредбата на овие две слики се добива оддалеченоста на секоја 3Д точка. Кога станува збор за Kinect сензорот, има само една слика. Меѓутоа за да се изврши пресметката на оддалеченоста постои уште една слика која е невидлива - тоа е шемата од точки добиена од инфрацрвениот ласер. Овие две слики не се идентични бидејќи постои оддалеченост помеѓу IR emitter-от и IR depth сензорот. Овие две слики се

сметаат како да припаѓаат на две различни камери и со тоа се добива можност стереотриангулацијата да може да се примени, како што е прикажано на слика 33.



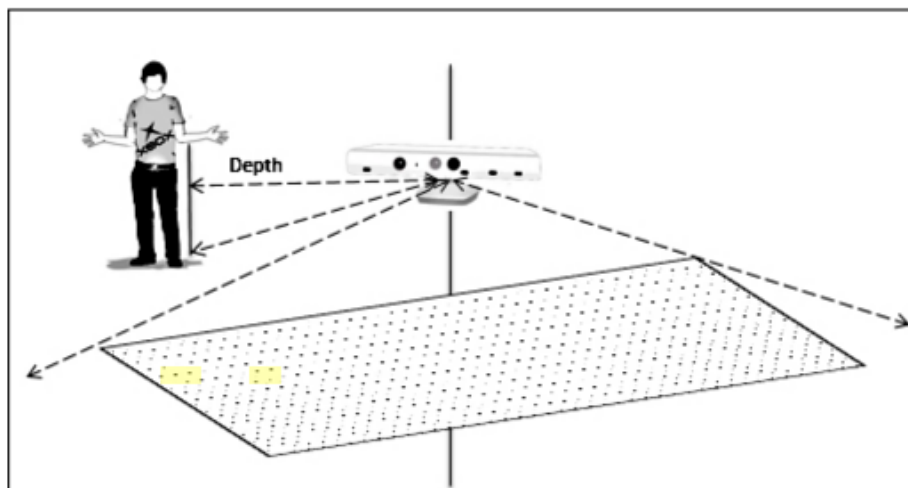
Слика 33 Приказ на стереотриангулација

За да се пресмета оддалеченоста на дадена точка од сензорот, потребно е таа да биде во рангот кој го опфаќа самиот сензор, којшто како што е наведено погоре има ранг од 800 мм до 4000 мм, што е прикажано на слика 34.



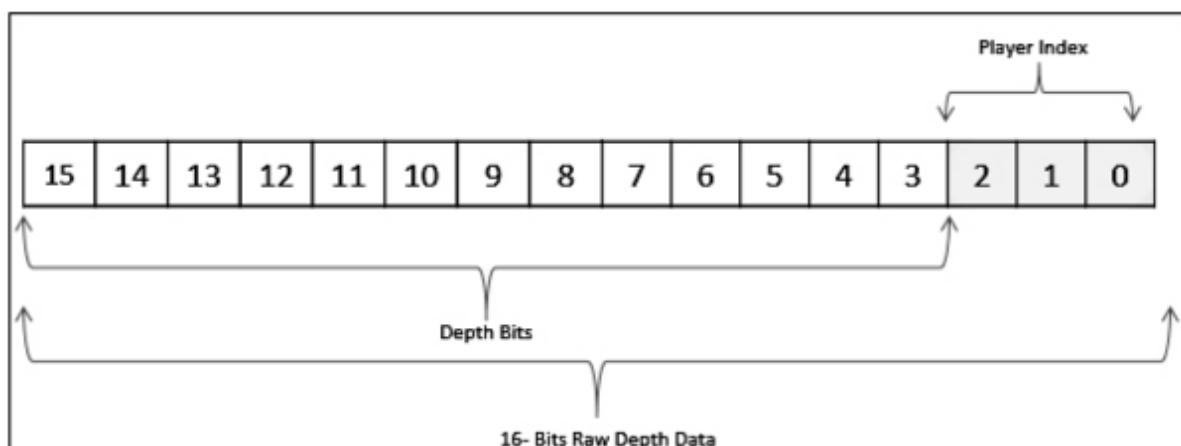
Слика 34 Сливовит приказ на рангот на оддалеченост на Kinect сензорот

Сликата 34 прикажуваше како сензорот ја пресметува оддалеченоста со права линија, помеѓу објектот и сензорот. Меѓутоа кога постои пиксел кој е на дијагонална оддалеченост од сензорот, тој црта замислена линија во нормала со сензорот и ја пресметува оддалеченоста директно од таму со цел таа оддалеченост да биде со што е можно поминимални отстапки од вистинската (слика 35).



Слика 35 Пресметка на оддалеченоста на објект кој се наоѓа во дијагонала од сензорот

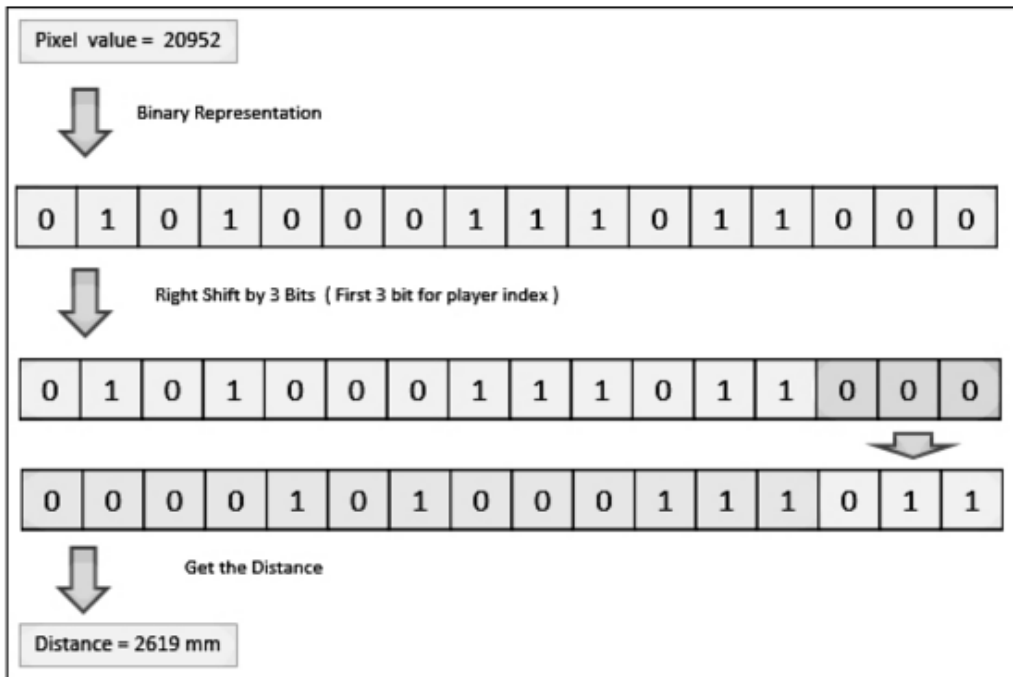
Кинект сензорот по пресметките враќа 16-битни податоци за длабочината. Првите три бита се користат за да се идентификуваат играчите во сцената која е во погледот на сензорот, а останатите 13 бита ја содржат информацијата за вредноста за оддалеченоста на пикселот од Кинект сензорот (слика 36).



Слика 36 Приказ на 16-битните податоци за длабочината (raw depth data)

Од дадените податоци од 16 бита, потребни се само првите 13 бита за да се добие вредност за длабочината. Затоа е потребно да се направи операција bitwise shift (>>) за да се поместат битовите на нивната точна позиција.

На пример, нека вредноста на некој пиксел е 20952. Следната слика прикажува како длабочината (оддалеченоста) се пресметува во милиметри за дадена вредност на пикселот со операцијата bitwise shift (>>).



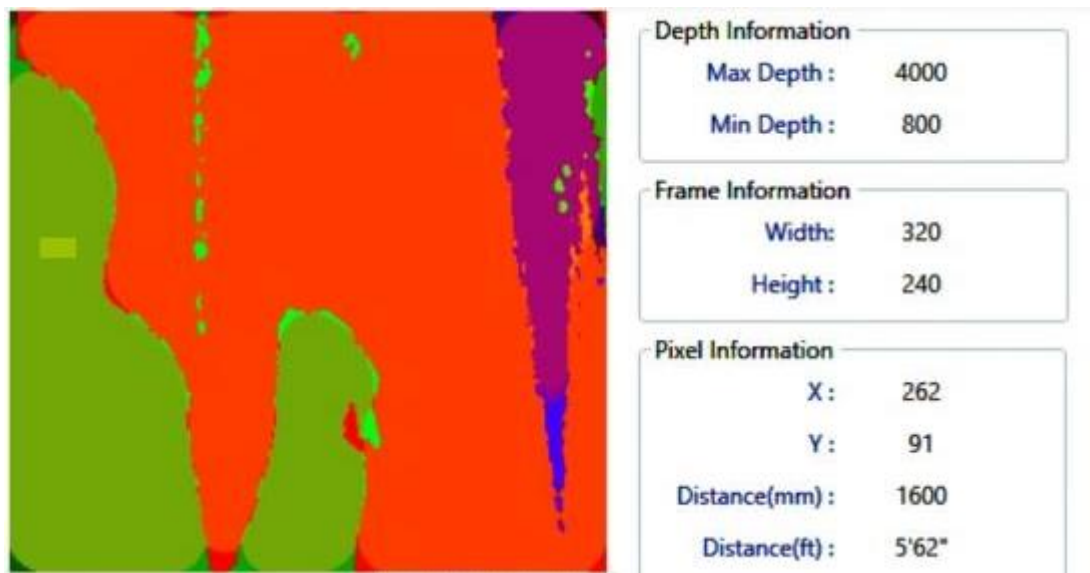
Слика 37 Приказ на операцијата bitwise shift (>>)

Според овој начин возможно е за секој пиксел да се пресмета соодветната длабочина. Информациите што секој пиксел ќе ги има ќе бидат вредност за X и Y координатите и вредноста за длабочината.



Слика 38 Информации за секој пиксел

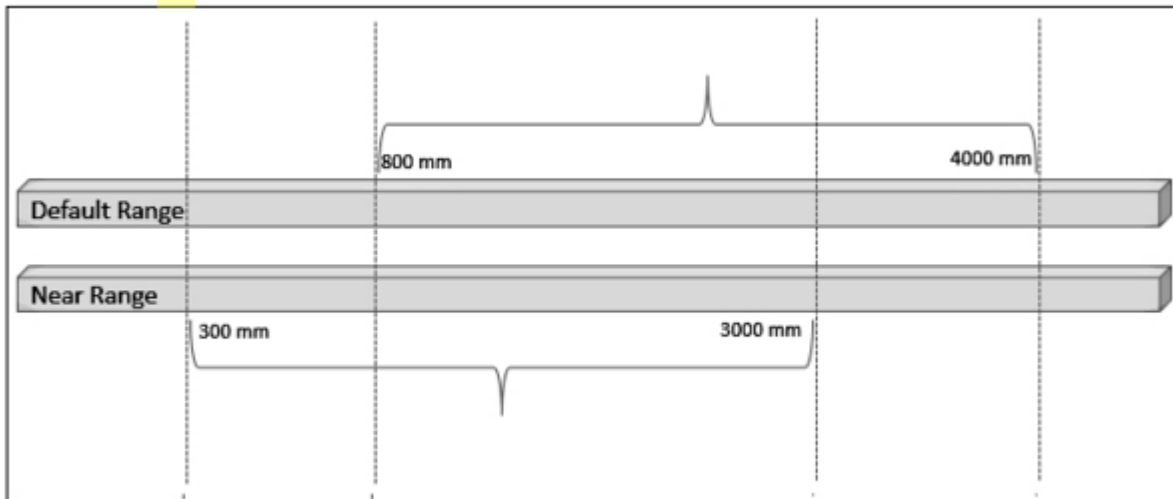
Ако рангот за оддалеченоста на пикселите се поврзе со RGB рамка, тогаш секој пиксел може да содржи и боја во зависност од вредноста на неговата оддалеченост, како што е прикажано на слика 39.



Слика 39 Обоена слика на длабочина според вредноста за длабочината на секој пиксел

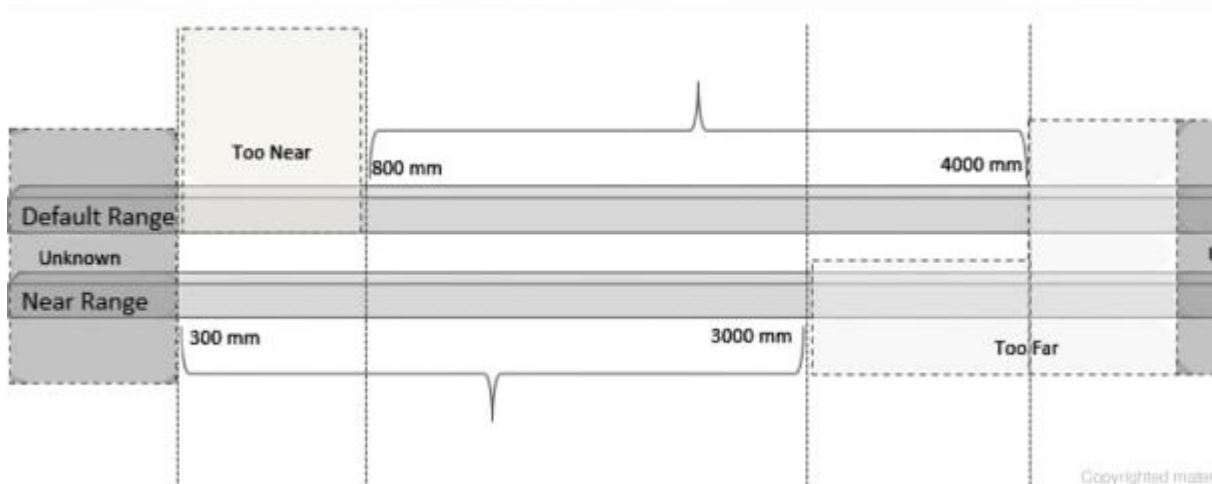
Обојувањето на податоците во зависност од нивната длабочина дава разни можности како сè овие податоци можат да се користат. Овој начин на приказ е многу полезен кога се користи, на пример, детекција на објекти во одреден ранг на длабочина.

Во Kinect SDK постојат два ранга на длабочината. Дадени се вредностите на Default и Near. Вредноста на модот Default е оној кој и до сега го споменувавме од 800 мм до 4000 мм, а вредностите на модот Near се од 300 мм до 3000 мм.



Слика 40 Ранг на длабочина Default и Near

Според рангот на длабочина кој се употребува, постојат длабочини за коишто вредноста за оддалеченоста не е можно да се пресмета. Тоа се длабочините преблиску (Too Near), предалеку (Too Far) и непозната (Unknown) длабочина.



Слика 41 Преблиску (Too Near), предалеку (Too Far) и непозната (Unknown) длабочина

4.2. Color Data Stream

Камерата во боја како резултат враќа 32-битна RGB слика. Kinect SDK поддржува слики со резолуција од 640X480 со 30 рамки во секунда, 1280X960 со 10 рамки во секунда и YUV слики со резолуција од 640X480 со 15 рамки во

секунда. Користејќи го Kinect SDK може да се снимаат слики во живо во различна резолуција.

Секој пиксел од RGB слика преку Color Data Stream е информација од четири компоненти кои се подредени во следниот редослед: црвено, зелено, сино и алфа. Алфа е информација за транспарентноста.

Blue	Green	Red	Alpha	Blue	Green	Red	Alpha
Blue	Green	Red	Alpha	Blue	Green	Red	Alpha
Blue	Green	Red	Alpha	Blue	Green	Red	Alpha
Blue	Green	Red	Alpha	Blue	Green	Red	Alpha

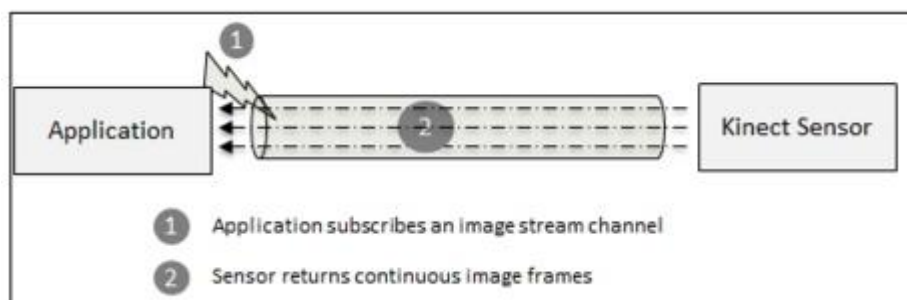
Слика 42 4 компоненти кои се подредени по редослед: црвено, зелено, сино и алфа.

Секој пиксел пак од YUV слики преку Color Data Stream е информација од 3 податоци, каде Y е податок за осветлувањето, U е податок за синиот канал и V е податок за црвениот канал.

Kinect SDK нуди два модела за прикажување на Color Data Stream. Тоа се:

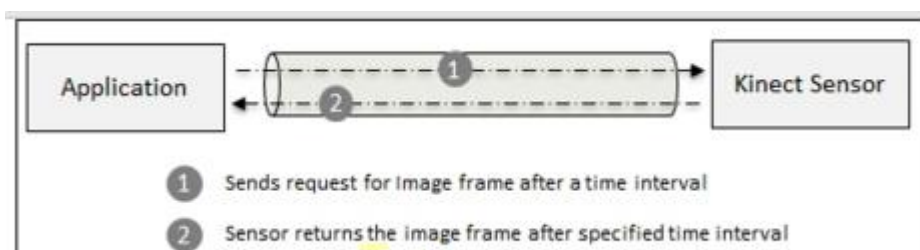
- Event model
- Polling model

Преку Event моделот кинект сензорот ја праќа рамката до апликацијата секој пат кога нова рамка е снимена со него. Со тоа во апликацијата треба да се вметне дел кој ќе ги презема тие рамки и подоцна ќе се прави нешто со нив. Се разбира, пред да се снимаат рамките треба да му се каже на сензорот во кој формат да бидат и каква да биде нивната резолуција.



Слика 43 Event model

Преку Polling моделот се праќаат покани до кинект сензорот за тој да испрати рамка, а притоа треба да се дефинира и временски интервал после кој сензорот ќе испрати рамка до апликацијата.

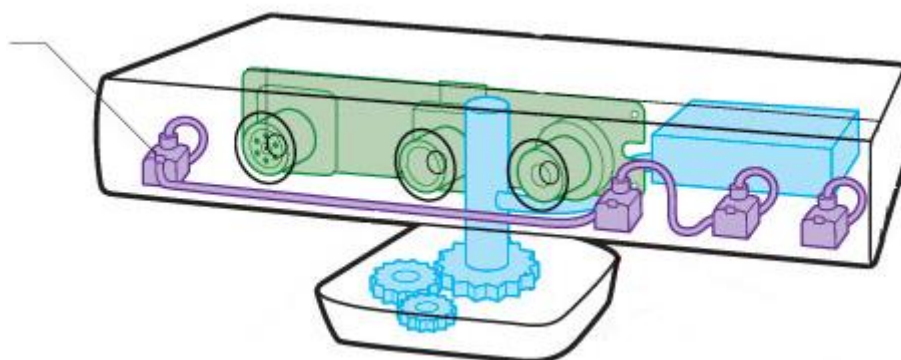


Слика 44 Polling model

Првото нешто што обично кинект програмерите го прават е да прикажат слика од Color Data Stream на сензорот. Ова покажува дека сензорот работи правилно и е основа за развивање на едноставни кинект базирани апликации.

4.3. Audio Data Stream

Кинект сензорот содржи низа од 4 линеарно подредени микрофони, кои на сликата 45 се прикажани во виолетова боја.



Слика 45 Низа од 4 линеарно подредени микрофони прикажани со виолетова боја

Kinect SDK овозможува аудиообработка со висок квалитет со помош на користење на сопствените внатрешни аудиоможности. Преку Kinect SDK освен raw audio data можно е и добивање на висококвалитетни аудиоподатоци со отстранување на бучавата и ехото од околината. Исто така е можна контрола и на насоката на зракот на низата од микрофони на кинект сензорот.

5. Што е Point Cloud?

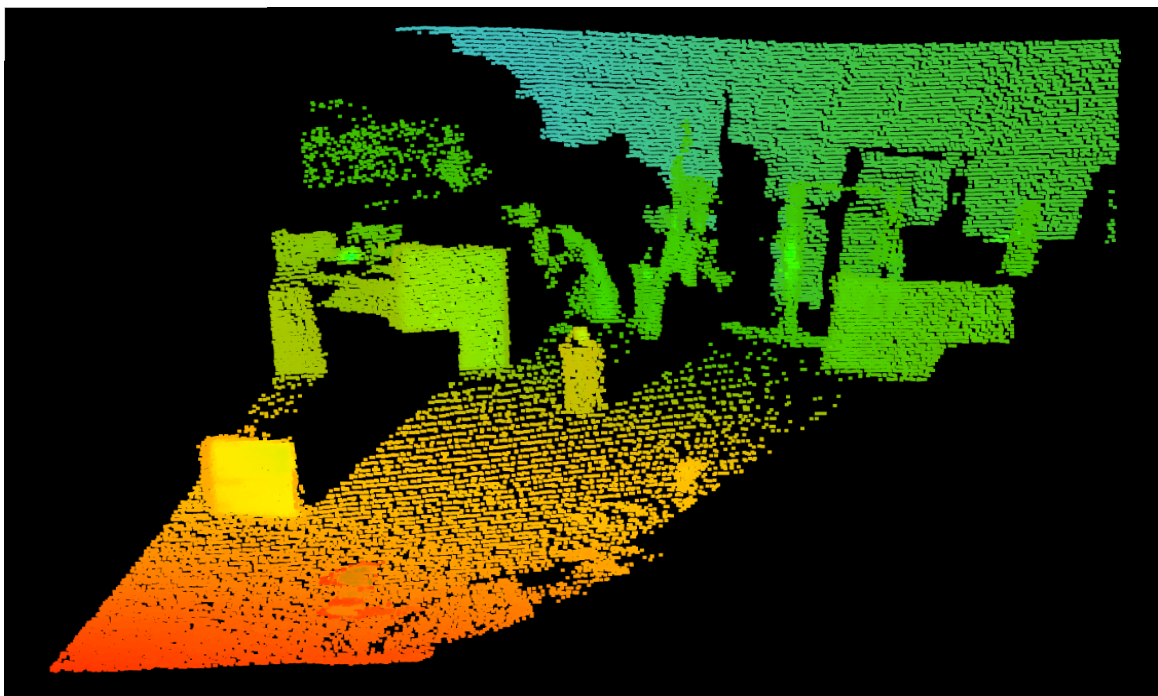
Point Cloud е множество од податоци за точки во некој координатен систем. Во 3Д координатен систем овие точки се обично дефинирани со X координата, Y координата и податок за Z координата. Обично овие точки се користат за да се претстави надворешната површина на некој објект.

Point Cloud може да биде креиран и од 3Д скенери. Овие скенери ги мерат точките на површината на поголеми објекти и како излез даваат фајл со податоци за тие точки во вид на Point Cloud. Point Cloud претставува множество на точки кои скенерот ги измерил.

Како резултат на скенирањето на овие точки тие се користат за различни цели, вклучително и 3Д модели на производни делови, инспекција за квалитет, анимација, визуализација и многу други примени во специјално дизајнирани апликации.

Иако Point Cloud може директно да се добијат од скенирањето на 3Д скенери, тие речиси никогаш не се употребуваат самостојно за понатамошна употреба. Потребно е или да се претстават како 3Д модел или да се дизајнира посебна апликација кој би можела да ги разбере податоците за точките од Point Cloud.

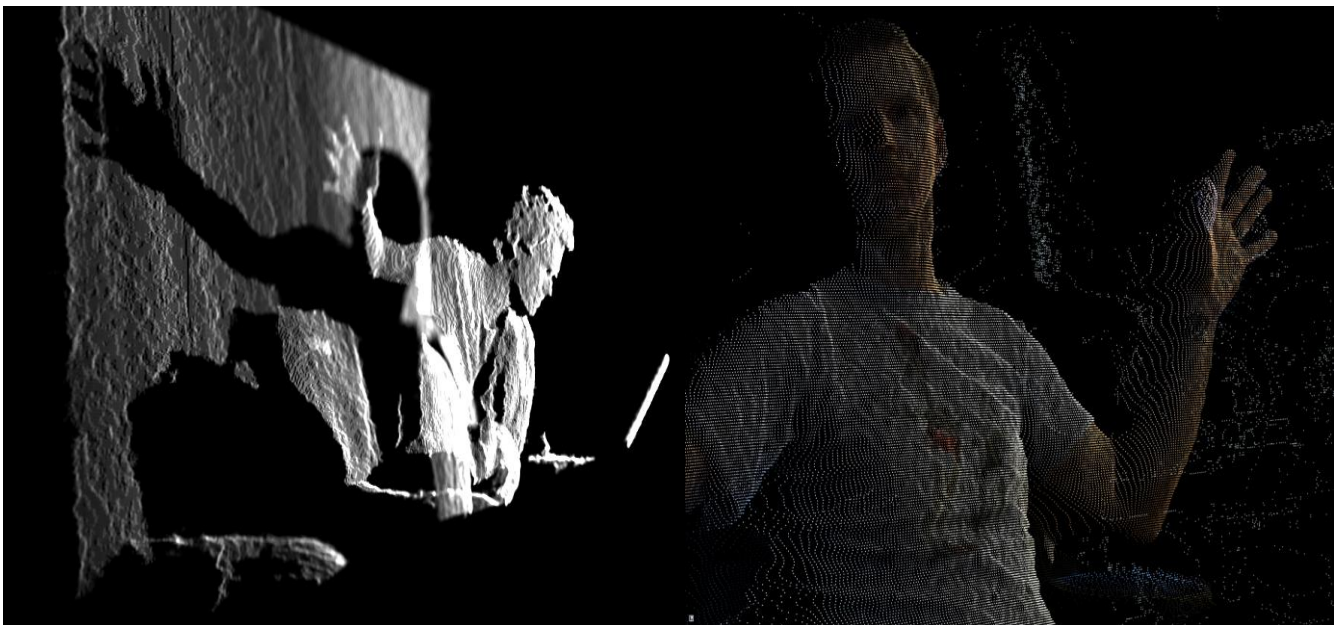
Point Cloud може да се разгледува од различни страни, агли и светлосни услови. Можно е врз површината на Point Cloud да се поставуваат бои и текстури. Point Cloud е еден чекор зад комплетен 3Д модел, но многу пати се покажал како многу покорисен.



Слика 46 Пример за обоен Point Cloud

Point Cloud обично директно не се употребуваат во повеќето 3Д апликации, па затоа обично се конвертираат во полигон меш модел или триангл меш модел преку процес кој се нарекува реконструкција на површината. Постојат многу техники за конвертирање на Point Cloud во 3Д модел. Повеќето од нив прават мрежа на триаголници врз постоечките точки на Point Cloud.

Она што ги поврзува Point Cloud и Кинект сензорот е тоа што информациите за пикселите кои ги дава сензорот во вид на координати, боја и длабочина се совршени за креирање на Point Cloud. При тоа длабочинската мапа од Кинект сензорот може да се употреби за различен приказ на Point Cloud.



Слика 47 Пример за Point Cloud добиен од Кинект сензорот

6. Што е PLY?

PLY е формат на компјутерски фајл познат како полигон фајл формат, Polygon File Format или уште познат како Stanford Triangle Format.

Овој формат оригинално е направен за да зачувува тридимензионални информации добиени од 3Д скенерите. Има релативно едноставен опис на објектите како листа од рамни полигони. Цела друга низа на податоци може да биде зачувана со овој формат како, на пример, бојата и транспарентноста, нормалите на површината, координатите за текстурите и слично. Овој формат дозволува да се имаат различни карактеристики за предниот и задниот дел од полигонот. Постојат две верзии на овој фајл формат и тоа: бинарен и ASCII.

Фајловите од овој тип на формат се организирани во заглавие, спецификации за елементите на мешот и нивните типови, потоа следуваат самите елементи, точките, нормалите на површините. Заглавието на двете верзии на овој фајл формат се напишани со ASCII текст. Хедерот секогаш започнува со линија во која е напишано името на форматот - PLY. Потоа следува втората линија во која е напишано за која верзија на форматот станува збор. Верзијата може да биде една од трите прикажани на следната слика.

```
format ascii 1.0
format binary_little_endian 1.0
format binary_big_endian 1.0
```

Слика 48 Верзии на форматот - PLY

Фајловите од овој формат кои се користат за изработка на апликацијата за оваа магистерска тема ја користат првата верзија на PLY.

Коментари можат да бидат напишани во хедерот со употреба на зборот comment на почетокот на линијата. Потоа следуваат информации за бројот на елементите кои ги има и нивните карактеристики.

Фајловите кои се користат во изработената апликација, покрај бројот на елементите, точки кои ги има во фајлот, имаат и опис за карактеристиките на точките кои се користат и тоа нивните координати X, Y и Z и податок за бојата на секоја точка даден со вредност за црвено, сино и зелено (слика 49).

```
ply
format ascii 1.0
comment object: kinect
element vertex 60933
property float x
property float y
property float z
property uchar red
property uchar green
property uchar blue
end_header
```

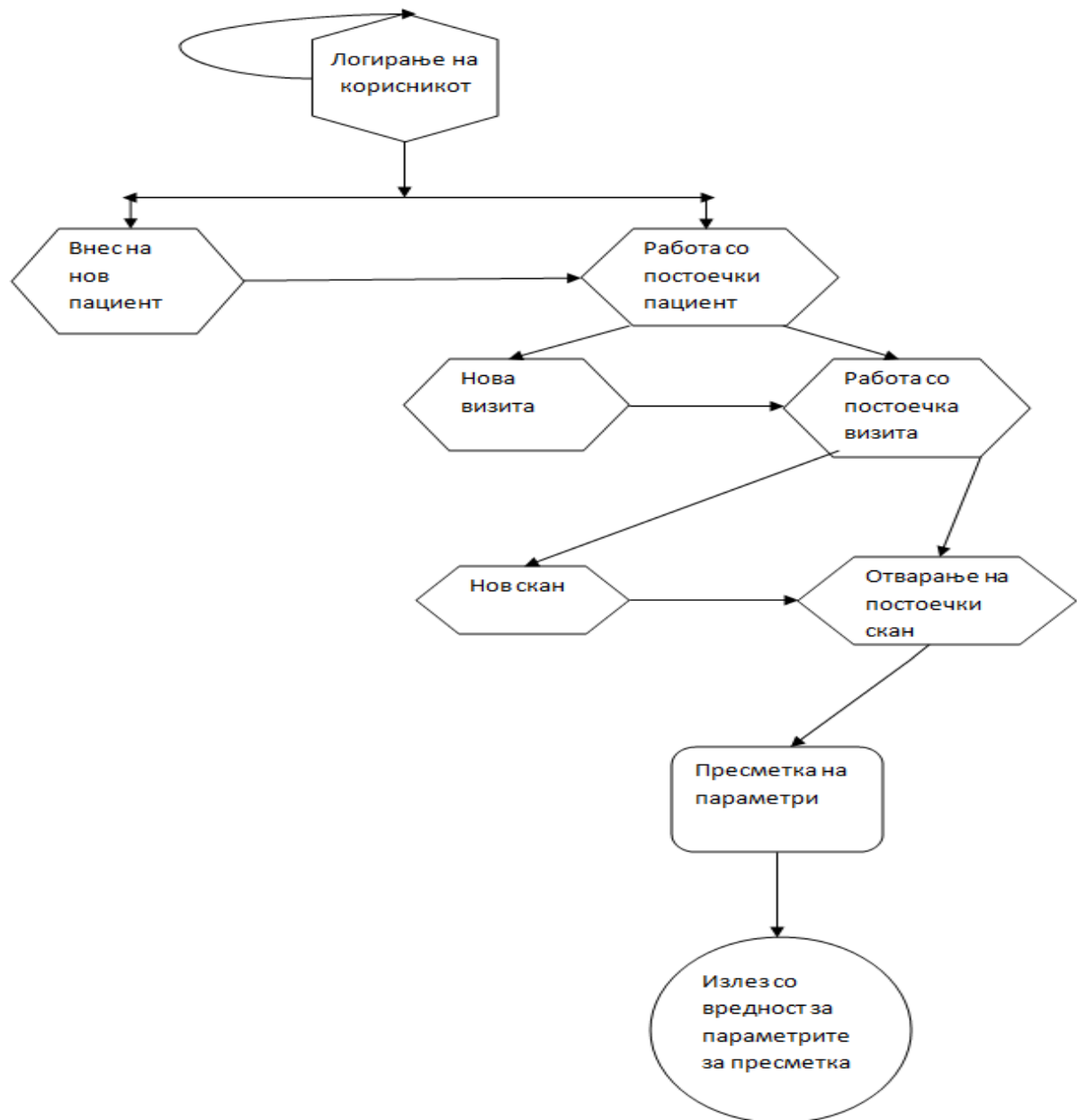
Слика 49 Заглавие од фајл во PLY формат

PLY форматот напишан со ASCII текст во секоја линија поединечно содржи информации за секоја точка посебно одделени со празно место, како што е прикажано на следната слика.

```
-0.3207249 0.05924218 1.167 169 165 170  
-0.3207249 0.05719935 1.167 177 171 169  
-0.3196256 0.0508958 1.163 196 194 202  
-0.3196256 0.04885997 1.163 196 194 202  
-0.3196256 0.04682414 1.163 202 198 200  
-0.3196256 0.04478828 1.163 208 201 199
```

Слика 50 Информации за точките, координати и боја

7. Изработената апликација



Дијаграм 1 Дијаграм на изработената апликација

Апликацијата е изработена во Microsoft Visual Studio 2010 со програмскиот јазик C#. За изработка на апликацијата се користени и Microsoft SDK's, бесплатната библиотека за OpenGL со поддршка во C# OpenTK.

Изработената апликација се состои од три дела:

- База на податоци;
- Апликација за работа со пациентите, визитите и скеновите;
- Апликација за скенирање на пациентите;
- Апликација за работа со готови скенови.

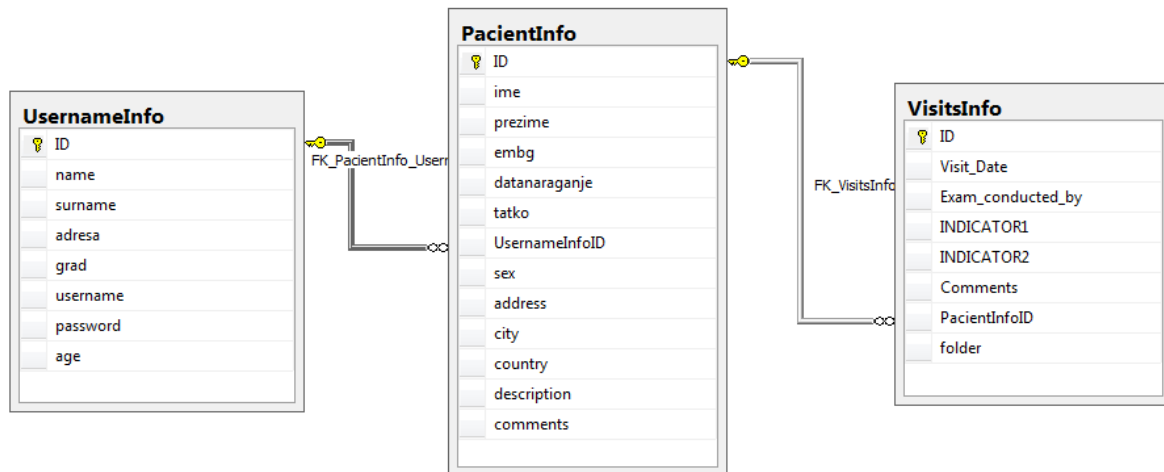
7.1. База на податоци

Базата на податоци ги содржи сите информации со кои се работи во апликацијата. Има податоци за корисниците на апликацијата, податоци за сите пациенти, нивните скенови и податоци за извршените визити на секој пациент.

Во базата на податоци се чуваат информации за локацијата на скеновите на секој пациент како и информација за секој пресметан параметар при претходно извршен преглед, неговиот датум и соодветни забелешки или коментари од корисникот.

Според законот за заштита на правата на пациентите, секој пациент има право на доверливост (тајност) на личните и медицинските податоци. Затоа при изработката на оваа апликација најпрвин е потребно корисникот на истата да се логира со свое корисничко име и лозинка. Притоа, корисникот може да прегледува, додава, едитира и брише само пациенти кои тој претходно ги има внесено во базата на податоци. Корисниците на апликацијата не можат да пристапат до податоците на пациентите кои ги има внесено друг корисник.

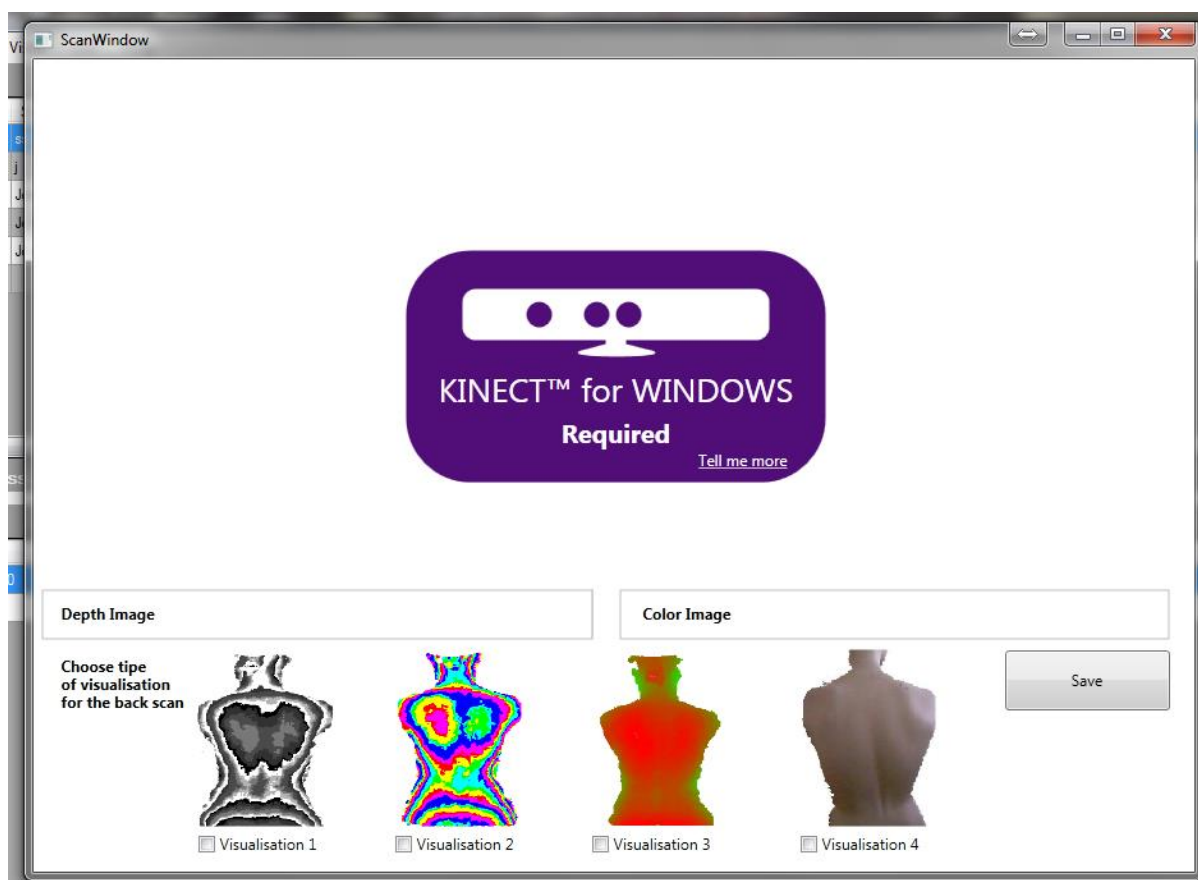
Базата на податоци е со наставка .mdf, а подолу е даден дијаграм од базата на податоци.



Дијаграм 2 Дијаграм од базата на податоци користена во апликацијата

Табелата UsernameInfo содржи податоци за корисниците на апликацијата, табелата PacientInfo содржи податоци за пациентите и табелата VisitsInfo содржи информации за визитите на пациентите.

7.2. Апликација за скенирање на пациентите



Слика 51 Прозорецот за скенирање на пациентите ако нема поврзано Кинект сензор

По отворање на прозорецот за скенирање на слика 34 е даден приказ доколку на компјутерот на кој се стартува програмата нема поврзано Кинект сензор. Апликацијата најпрвин врши проверка за постоење на Кинект сензор и доколку истиот не е пронајден враќа повратна информација на корисникот каде го известува дека за употреба на овој дел за скенирање од самата апликација е потребен Кинект сензор.

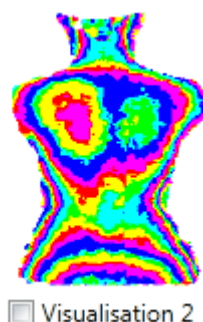
Ако Кинект сензорот е пронајден, тогаш апликацијата го прикажува видното поле на сензорот со слика за длабочините од лево и слика во боја од десно.

Исто така на корисникот му се нуди можност за избор на една од понудените 4 типа на визуализации при снимање на скенот. Станува збор за следните визуализации:

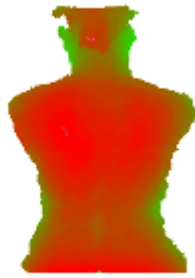
- Визуализација 1: Приказ на длабочините на секој пиксел со помош на синусоидна функција.



- Визуализација 2: Приказ на длабочините на секој пиксел како вредност за претворање во HUE систем за бои.



- Визуализација 3: Приказ на длабочините на секој пиксел со различен интензитет на бојата на скала од зелено до црвено.



Visualisation 3

- Визуализација 4: Приказ на скенот во неговата реална боја добиена од снимката во боја.

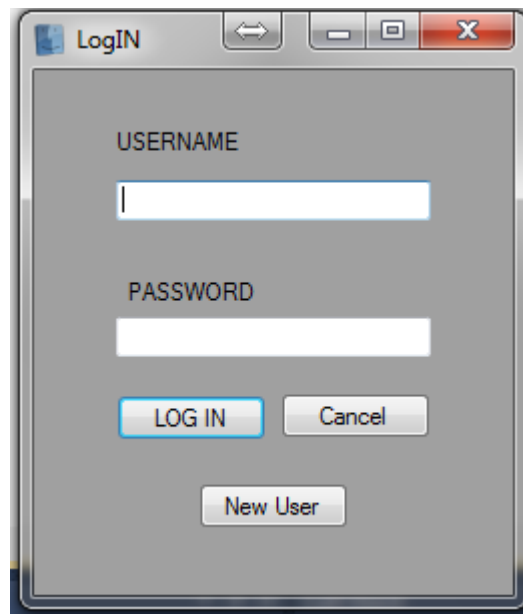


Visualisation 4

Корисникот на апликација со кликување на една од четирите CheckBox кои се наоѓаат веднаш под сликите, кои се пример за тип на визуализација, може да избере каков ќе биде скенот кој сака да го сними и, се разбира, потоа да притисне на копчето Save за да ја потврди можноста за снимање на скенот со саканата визуализација. Новиот скен се зачувува во фолдер конфигуриран специјално за секој пациент, со име од датата и часот во кој е снимен самиот скен.

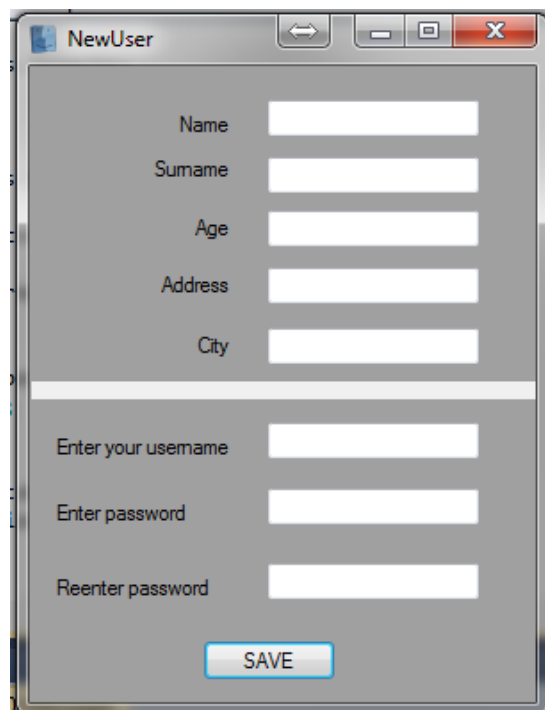
При работа со овој дел од апликацијата многу важно е да се напомене дека човекот кој моментално се скенира треба да биде на оддалеченост од 1 метар од Кинект сензорот. Во сликата за длабочините од левата страна, која се прикажува во овој дел од апликацијата со црвена боја, се обележани деловите кои се предалеку од скенерот, со сина боја се прикажани оние објекти од видното поле кои се преблиску до скенерот, додека со зелена боја се прикажани објектите од видното поле кои се наоѓаат на оддалеченост соодветна за скенирање со оваа апликација. Ваквиот начин на обојување на објектите од видното поле е многу полезен за корисниците на апликацијата, бидејќи при користење на делот за скенирање корисникот точно ќе знае дали пациентот е поставен на место соодветно за скенирање или не. Ако целиот пациент е обоен во зелено, значи тој е на соодветно место за скенирање, без притоа корисникот да мора да мери оддалеченост од скенерот.

7.3. Апликација за работа со пациентите, визитите и скеновите

A screenshot of a Windows-style dialog box titled "LogIN". The dialog has a standard title bar with minimize, maximize, and close buttons. The main area is light gray and contains two text input fields. The first is labeled "USERNAME" and the second is labeled "PASSWORD". Below the password field are two buttons: "LOG IN" (highlighted with a blue border) and "Cancel". At the bottom center of the dialog is a button labeled "New User".

Слика 52 Првата форма која се прикажува при стартување на програмата

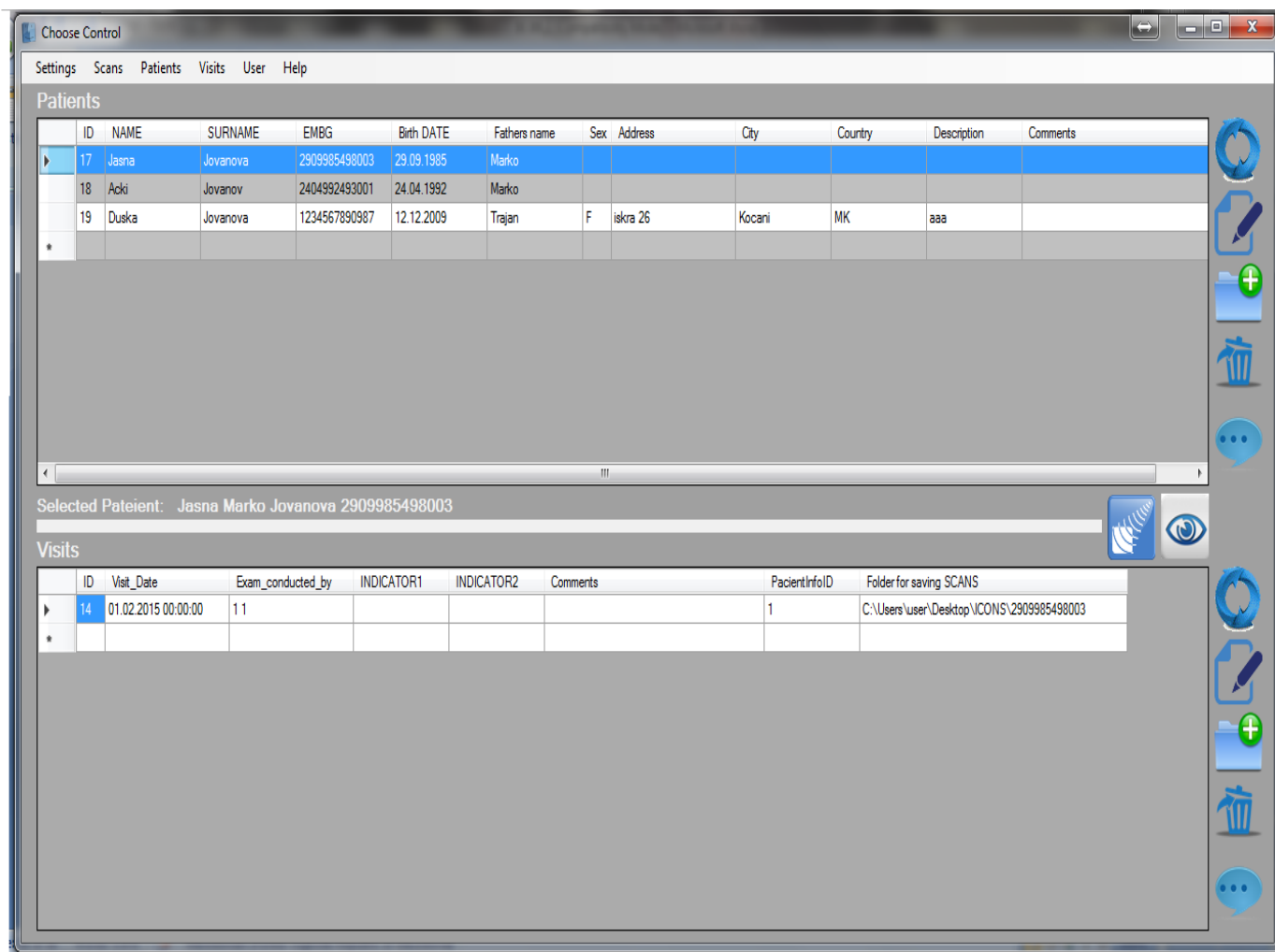
Првиот прозорец кој се прикажува при стартување на апликацијата е форма за логирање на корисникот: форма со внес на корисничко име и лозинка, како и можност за внес на нов корисник или, пак, можност за откажување на логирањето.

A screenshot of a Windows-style dialog box titled "NewUser". The dialog has a standard title bar with minimize, maximize, and close buttons. The main area is light gray and contains several text input fields. The first section has five fields labeled "Name", "Surname", "Age", "Address", and "City". Below these is a horizontal separator line. The second section has three fields labeled "Enter your username", "Enter password", and "Reenter password". At the bottom center of the dialog is a button labeled "SAVE".

Слика 53 Форма при внес на нов корисник

На погорната слика е прикажана формата која се отвора при внес на нов корисник. Во оваа форма треба да се внесат потребните податоци кои со кликање на копчето Save или се прифаќаат и се зачувуваат во базата на податоци или, пак, му се дава информација на корисникот кои полиња треба да се презапишат, како, на пример, ако некое од полињата е оставено празно или пак двете полиња за внес на лозинката содржат различен податок.

По логирање на корисникот се отвора форма со можности за работа со пациентите, визитите и скеновите.

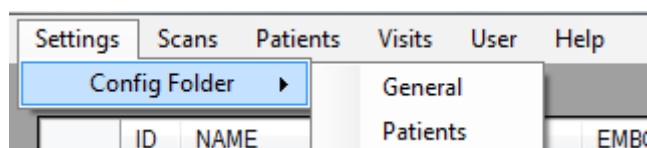


Слика 54 Приказ на основниот прозорец за работа со пациенти и визити

Во овој прозорец во горниот дел е табела од сите пациенти на логираниот корисник и нивните основни информации. Со кликување врз редицата на даден пациент се пополнува и долната табела за визитите на селектираниот пациент. Со тоа корисникот ќе има увид во сите претходни визити на пациентот, датумот на нивната реализација и индикаторите од обработените скенови. Така полесно ќе може да се следи напредокот на пациентот низ поминатиот временски период.

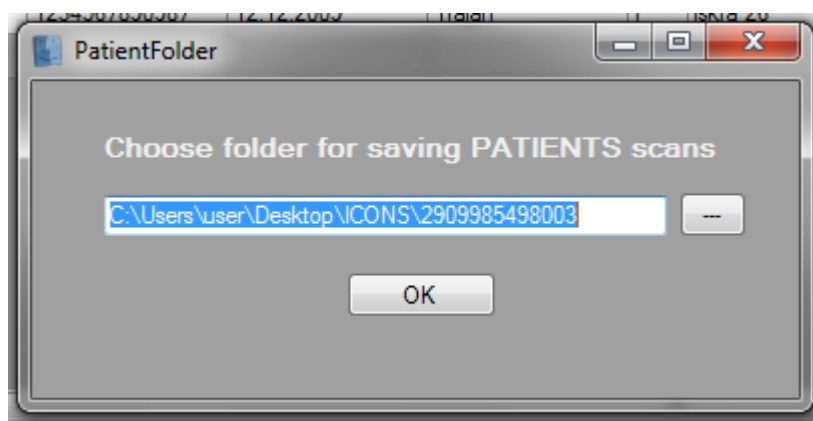
Во најгорниот дел од прозорецот се наоѓа главното мени кое се состои од:

- Settings – Мени за конфигурација на фолдерите за снимање на скеновите
- Scans – Мени за работа со скеновите
- Patients – Мени за работа со пациентите
- Visits – Мени за работа со визитите
- User – Мени за податоците на логираниот корисник
- Help – Мени за помош



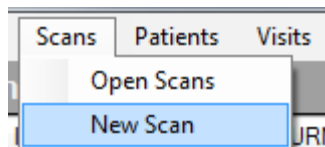
Слика 55 Менито Settings

Во менито Settings, постојат можности за конфигурација на генералниот фолдер, фолдер во кој ќе се чуваат сите скенови и конфигурација на фолдер на пациент кој обично се конфигурира при првата визита и се наоѓа внатре во генералниот фолдер. Името на фолдерот на пациентот обично е неговиот матичен број со што е спречена можноста за преклопување на фолдерите.



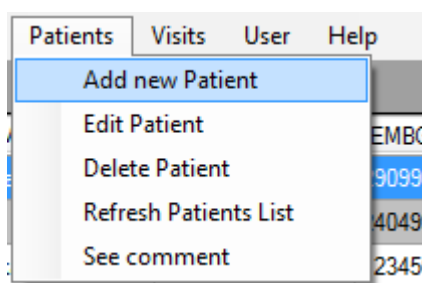
Слика 56 Конфигурација на фолдер на пациент

Пример за конфигурација на фолдер на пациент е даден на сликата погоре. Името на фолдерот на пациентот е матичен број, а овој фолдер се наоѓа внатре во фолдерот ICONS, кој во овој случај е конфигуриран како генерален фолдер за чување на скеновите.



Слика 57 Менито Scans

Во менито Scans има две опции. Едната е New Scans - делот од апликацијата за скенирање, кој беше објаснет погоре за скенирање на пациентите и Open Scans - делот од апликацијата за работа со готови скенови, кој ќе биде објаснет понатаму во темата.



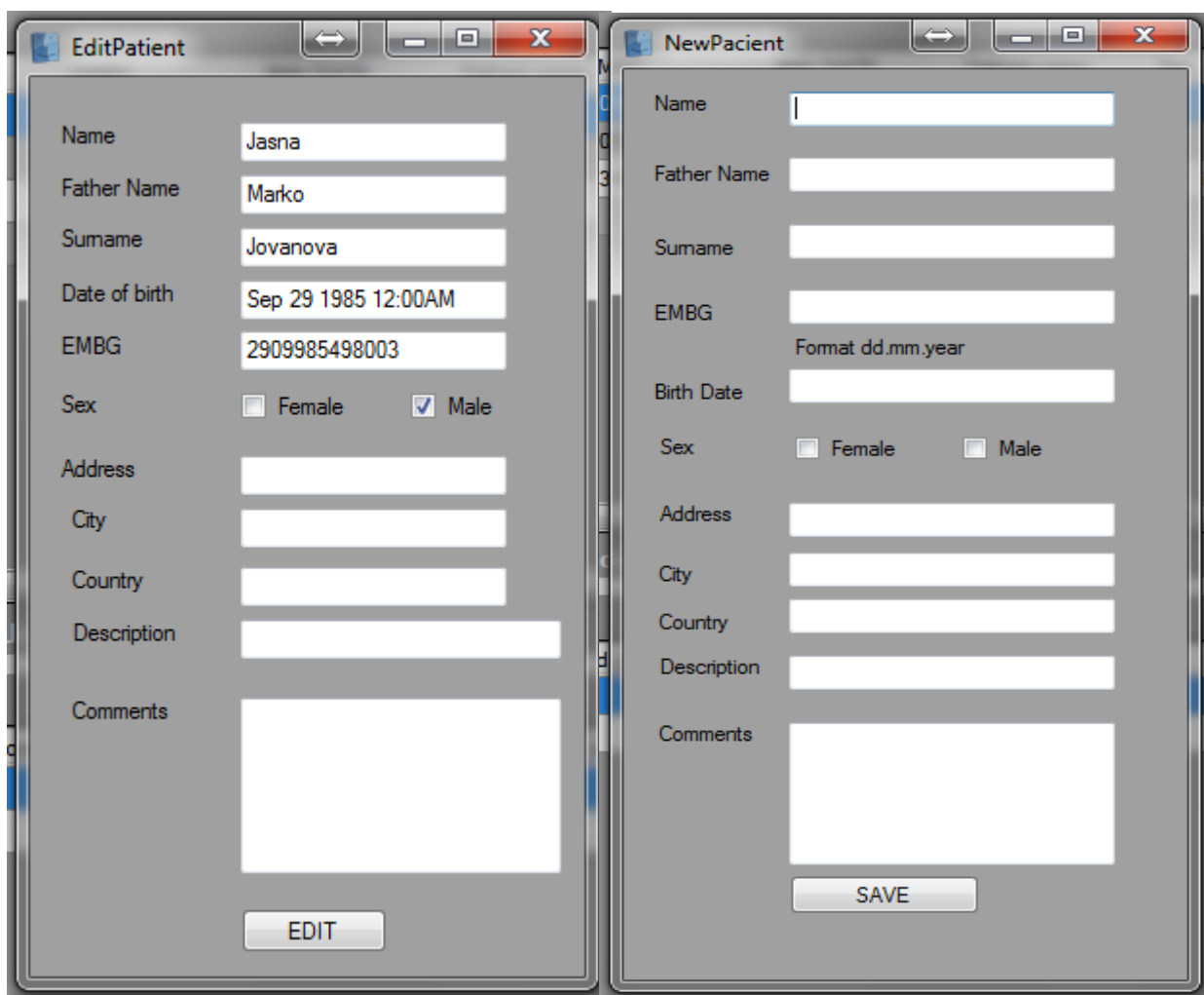
Слика 58 Менито Patients

Во менито Patients има опции за додавање нов пациент, промена на податоци на пациент, опција за бришење на пациент, за освежување на листата со пациенти при вршење повеќе промени и опција за поглед на коментар на даден пациент.

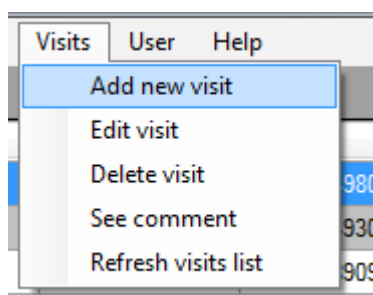
Бидејќи во табелата со пациенти просторот е ограничен, а коментарите за пациентите може да се подолги, па за нивни комплетен преглед служи опцијата за поглед на коментар. Пред да се кликне на оваа опција од главното мени потребно е да се означи пациентот од табелата со пациенти.

При едитирање на податоците на пациентот или при бришење на некој пациент, исто така е потребно да се означи саканиот пациент од листата на пациенти.

Се разбира, при бришење на пациенти, корисникот прво добива порака дали е сигурен дека сака пациентот да биде избришан, а при потврден одговор добива порака дека пациентот успешно е избришан од базата на податоци. Иста порака за успешна промена на податоци се добива и при едитирање на податоците на пациентот. На следната слика има приказ од формите за едитирање на податоците на пациентот и формата за внес на нов пациент.



Слика 59 Форма за едитирање на пациенти (лево) и форма за додавање на нови пациенти десно



Слика 60 Менито Visits

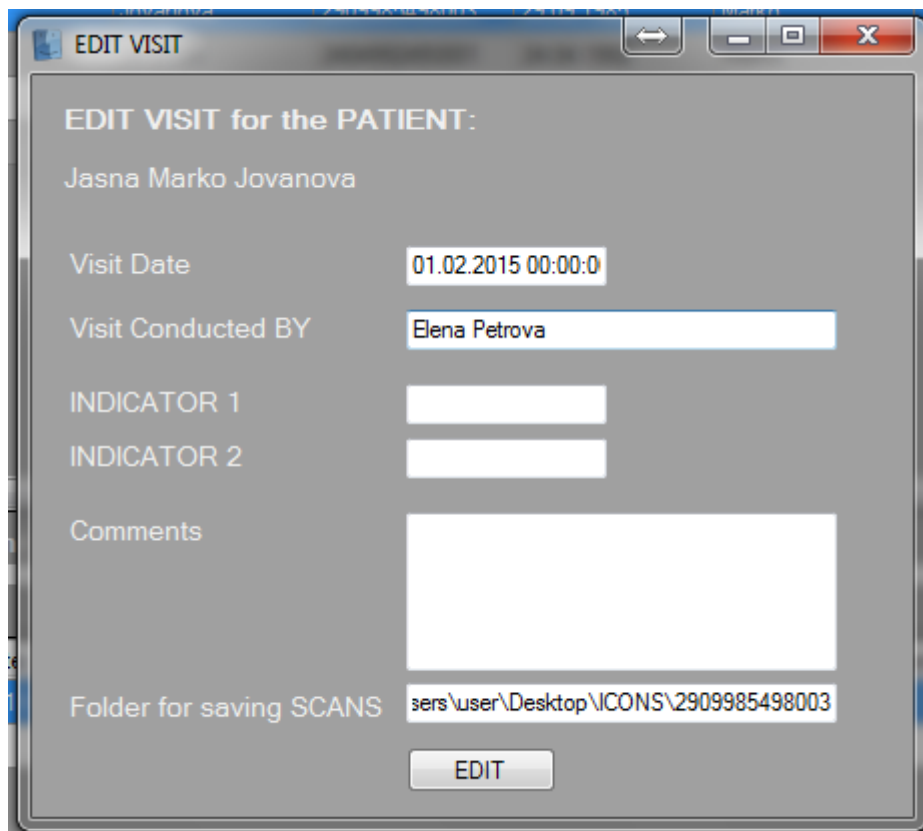
Менито Visits во себе содржи опции за додавање на нова визита, едитирање на веќе постоечка визита, бришење на дадена визита, поглед на коментар за дадена визита и освежување на листата со визити при вршење на повеќе промени.

Како што е напоменато и погоре, за да се пополни табелата со податоци за визитите најпрвин потребно е да се означи корисник од горната табела, за подоцна за истиот да се прикажат неговите визити.

Бидејќи во табелата со визити просторот е ограничен, а коментарите за визитите може да се подолги, па за нивни комплетен преглед служи опцијата за поглед на коментар. Пред да се кликне на оваа опција од главното мени потребно е да се означи визита од табелата со визити.

При едитирање на податоците на визита или при бришење на некоја визита исто така е потребно да се означи саканата визита од листата на визити.

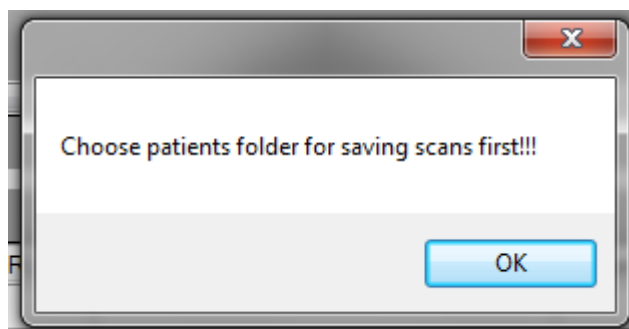
Се разбира, при бришење на визити, корисникот прво добива порака дали е сигурен дека сака визитата да биде избришана, а при потврден одговор добива порака дека таа визита успешно е избришана од базата на податоци. Иста порака за успешна промена на податоци се добива и при едитирање на некоја визита. На следната слика има приказ од формата за едитирање на визита.



The image shows a software window titled "EDIT VISIT". Inside the window, the text "EDIT VISIT for the PATIENT:" is displayed at the top, followed by the patient's name "Jasna Marko Jovanova". Below this, there are several input fields: "Visit Date" with the value "01.02.2015 00:00:0", "Visit Conducted BY" with the value "Elena Petrova", "INDICATOR 1" and "INDICATOR 2" with empty text boxes, and "Comments" with a larger empty text area. At the bottom, there is a field for "Folder for saving SCANS" containing the path "zers\user\Desktop\ICONS\2909985498003". A button labeled "EDIT" is positioned at the bottom center of the form.

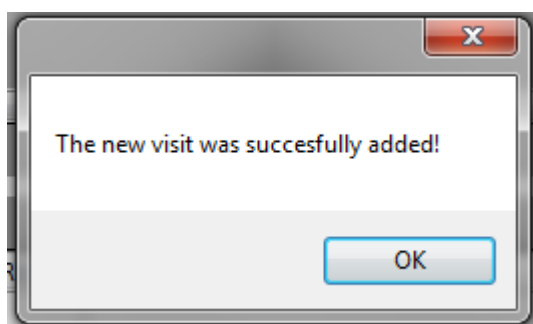
Слика 61 Форма за промена на податоци за означена визита

При внесување на нова визита, доколку нема претходни визити за тој пациент, кога корисникот ќе побара внес на нова визита, добива информација за генерирање на фолдер за тој пациент, како што е дадено на следната слика.

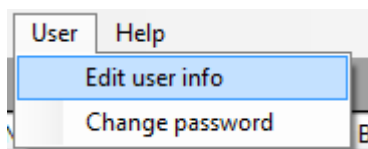


Слика 62 Порака за генерирање на фолдер на пациент при внес на неговата прва визита

Доколку, пак, визитата која се внесува не е прва, односно тој пациент веќе има претходни прегледи, неговата визита автоматски се внесува и како фолдер за пациент се зема претходно внесениот. Визитата автоматски се додава со тоа што автоматски се запишува датумот на визитата, кој го извршил прегледот и фолдерот за пациентот. Потоа корисникот добива порака за успешно додадена нова визита како на следната слика.

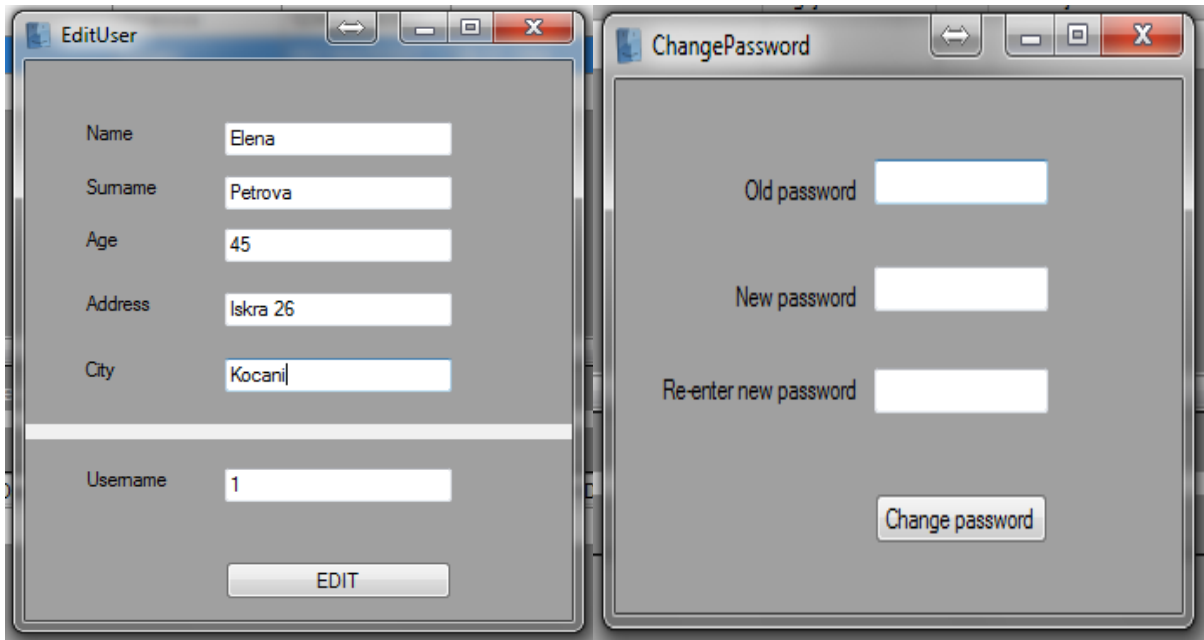


Слика 63 Порака за успешно додадена нова визита



Слика 64 Менито User

Менито User содржи две опции: опција за промена на податоците на корисникот на апликацијата и опција за промена на лозинката. И при промена на некои од корисничките податоци или при промена на лозинката, корисникот добива порака за успешно едитирање на податоците, односно за успешна промена на лозинката.



Слика 65 Форма за едитирање на податоците на корисникот на апликацијата (лево) и форма за промена на лозинка (десно).

Од десната страна на прозорецот за работа со пациенти и нивните визити постојат икони кои претставуваат кратенки за опциите од менито кои се објаснети погоре.



Икона за освежување на листа со пациенти (горе до табела со пациенти) и освежување на листата со визити (долу до табелата со визити).



Икона за едитирање на означен пациент (горе до табела со пациенти) и едитирање на означена визита (долу до табелата со визити).



Икона за бришење на означен пациент (горе до табела со пациенти) и бришење на означена визита (долу до табелата со визити).



Икона за поглед на коментар на означен пациент (горе до табела со пациенти) и поглед на коментар на означена визита (долу до табелата со визити).



Икона за додавање на нов пациент (горе до табела со пациенти) и додавање на нова визита (долу до табелата со визити).



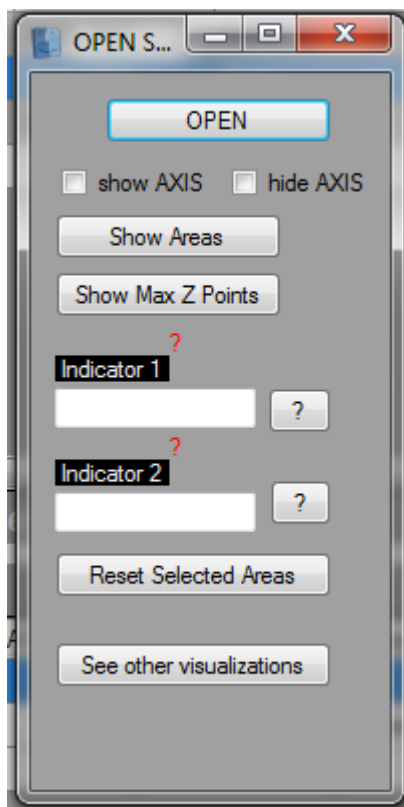
Икона за отворање на делот од апликацијата кој служи за преглед и анализа на веќе постоечки скенови.



Икона за отворање на делот од апликацијата кој служи за скенирање на пациентите.

7.4. Апликација за работа со готови скенови

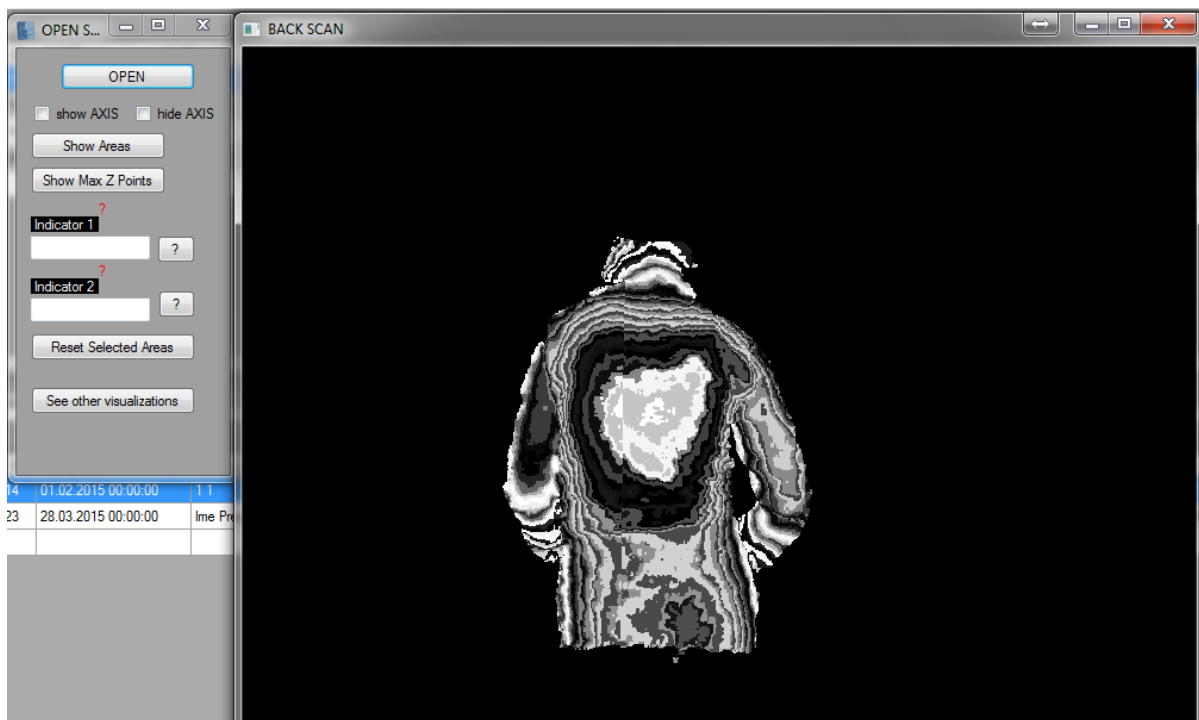
Апликацијата за поглед и работа со готови скенови се вклучува или преку главното мени или преку иконите за скратено вклучување како што е објаснето и погоре.



Слика 66 Приказ на делот од апликацијата за работа со готови скенови

Откако ќе се отвори прозорецот за работа со веќе снимени скенови, потребно е да се притисне на копчето Open. Потоа се отвора FileOpenDialog кој како директориум за скеновите го отвора директно фолдерот за претходно означениот пациент. Од скеновите кои се наоѓаат во фолдерот на тој пациент потребно е да се отвори скенот кој треба да се анализира. Како што и погоре е напоменато, бараниот скен може да се пронајде по датумот и часот на неговото снимање што, всушност, е неговото име.

Откако ќе се одбере саканиот скен тој се отвора во посебен прозорец. Преку него е овозможена полесна манипулација со истиот. Преку дадени тастери од тастатурата може да се извршат сите потребни манипулации и анализи на отворениот скен.



Слика 67 Приказ на апликацијата со отворен скен

Со тастерот F11 е овозможен приказ на прозорецот на целиот екран. Од ваквиот приказ може да се врати на претходниот со притискање на тастерот ESC.

Со тастерот Space скенот може да се ротира околу почетната точка на замислениот 3Д координатен систем.

Со тастерите - стрелки од тастатурата, скенот може да се движи соодветно лево, десно, горе и долу по екранот.

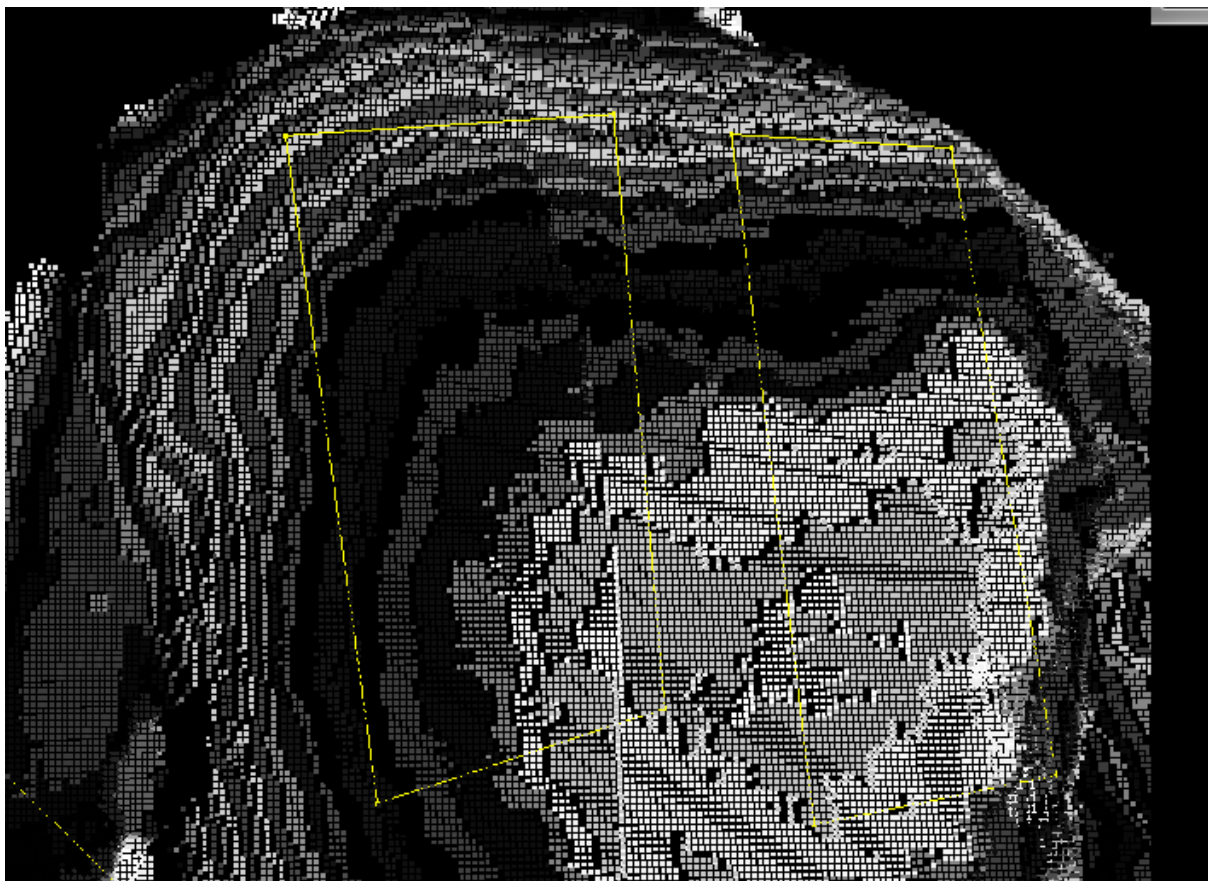
Со тастерот W се врши зумирање на скенот прикажан во прозорецот, а со истовремено држење и на тастерот S се зголемува брзината на зумирање.

Со тастерот D скенот може да се движи десно, за полесно придвижување на скенот додека истиот се зумира.

Со тастерот A скенот може да се движи на лево, за полесно придвижување на скенот додека истиот се зумира.

Со скролот од глумчето исто така е овозможено зумирање.

Со помош на левиот клик на глумчето е потребно да се означат мануелно точките од двете области на грбот од пациентот, односно лева ареа во областа на неговата лева плешка и десна ареа во областа на неговата десна плешка.

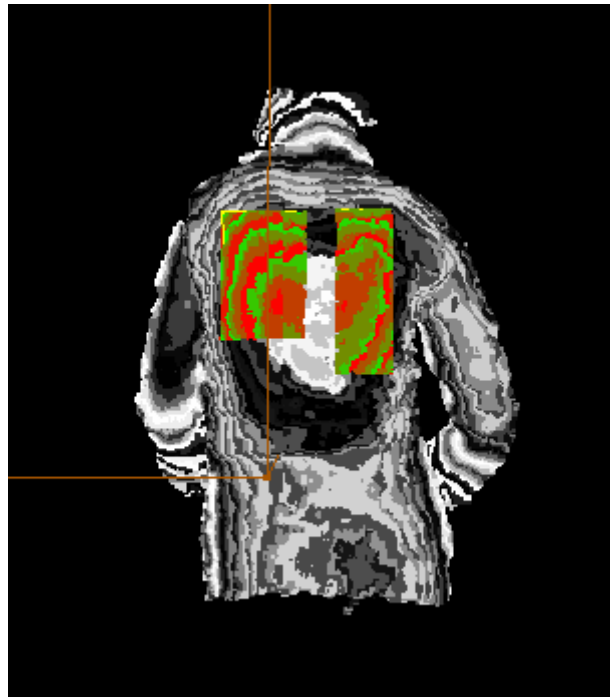


Слика 68 Зумиран приказ на означени лева и десна област на грбот од 3Д скенот

Откако областите ќе се означат од страна на корисникот, точките од 3Д моделот кои припаѓаат во тие области програмски се одделуваат и понатаму тие се точките кои ќе служат за анализа.

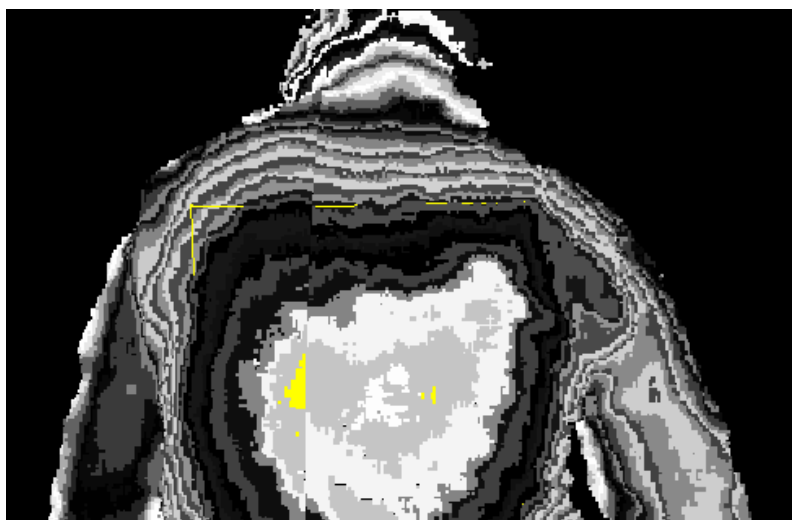
Со помош на тастерот К овие области се обојуваат за нивни подобар приказ.

Тие се обојуваат во црвено-зелен спектар од бои со помош на синусоидна функција на длабочината на одделените селектирани точки.



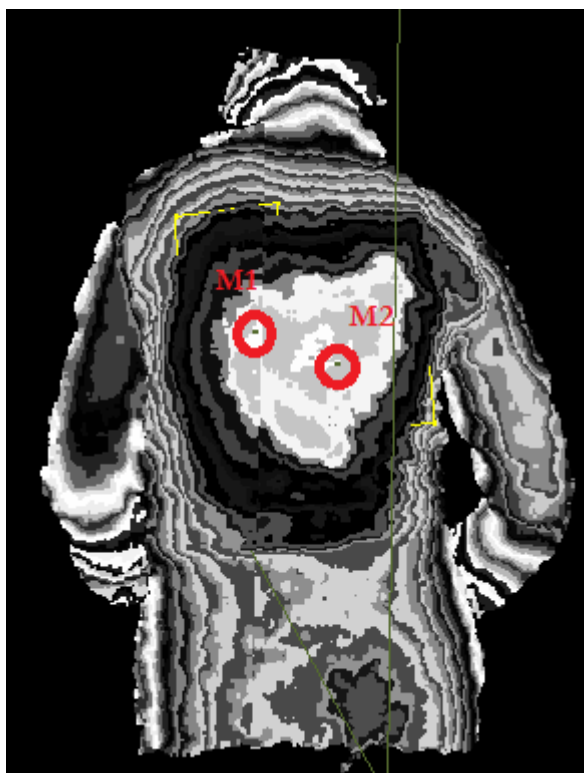
Слика 69 Пример за приказ на селектираните области

Со тастерот М се означува множеството точки со најголема висина, односно најиспакнатите точки на грбот на скенираниот човек со жолта боја. Овие точки понатаму се потребни за пресметка на индикаторите 1 и 2.



Слика 70 Приказ на множество од точки потребни за пресметка на индикаторите 1 и 2

Со помош на тастерот N се прикажуваат двете точки M1 на левата област и точката M2 на десната област од кои понатаму директно зависи пресметката на двата индикатора. На следната слика точките се обележани за полесна видливост.



Слика 71 Приказ на точките M1 и M2

Освен со тастерите од тастатурата можна е работа со скеновите и со помош на формата која се отвора при избирање на опцијата за отворање на постоечки скенови.

Преку двете CheckBox кои се поставени на овој прозорец е можен приказ на 3Д оските од координатниот систем.

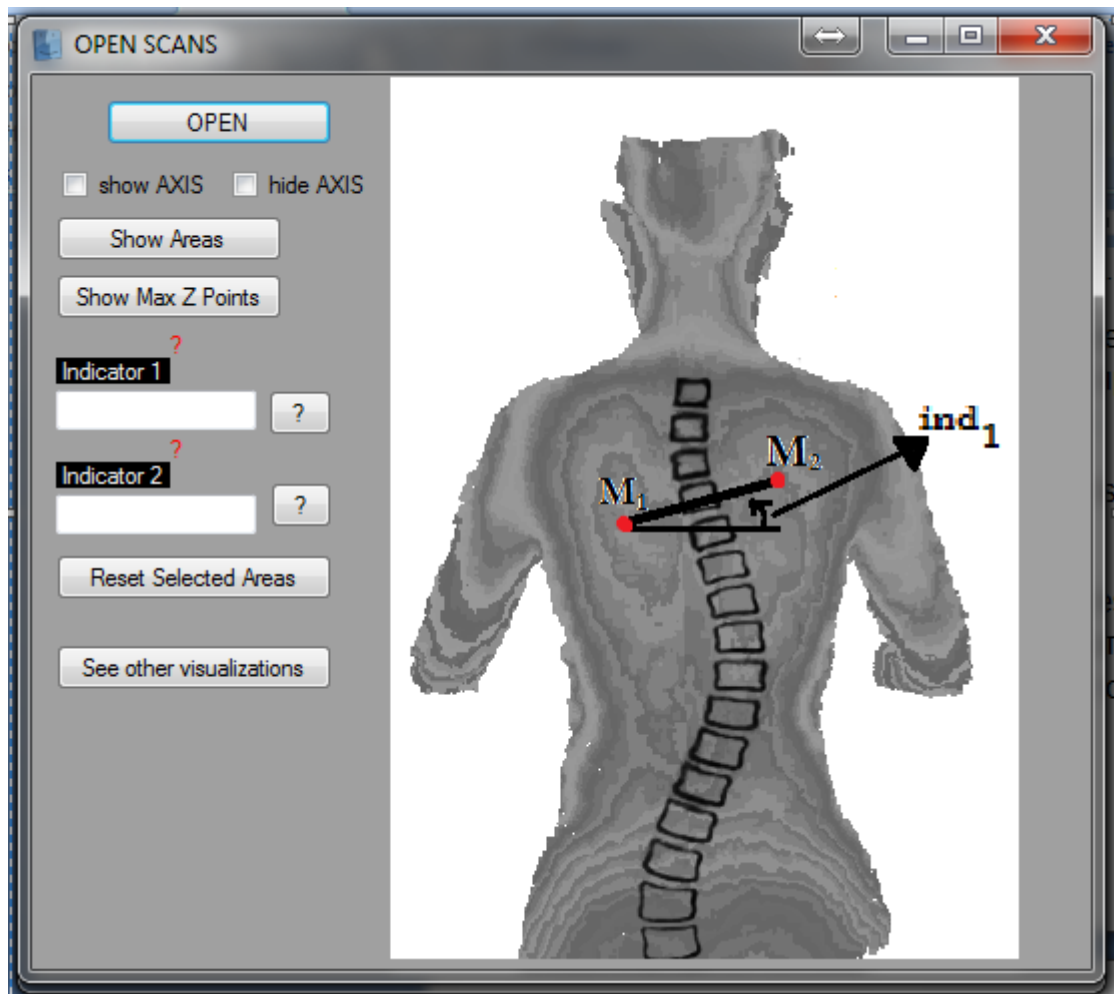
Преку копчето Show Areas означените области со глумчето се обојуваат со помош на синусоидна функција пресметана според длабочината на секоја точка, исто како и со тастерот K.

Преку копчето Show Maz Z Points се прикажуваат двете точки M1 и M2, исто како со тастерот N.

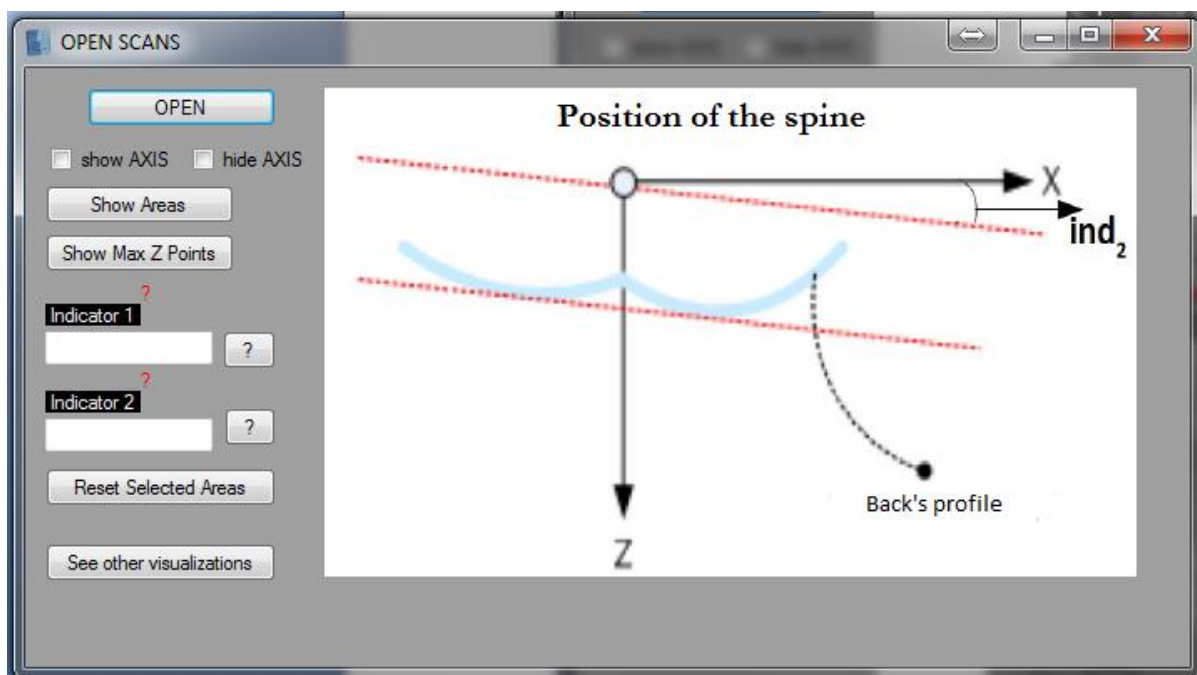
Преку копчето Reset Selected Areas, областите кои претходно се селектирани со глумчето се ресетираат, со тоа што корисникот сега може одново да означи точки за двете области на грбот од 3Д моделот.

Преку копчињата кои стојат до индикаторите еден и два, откако претходните постапки објаснети погоре ќе бидат завршени во празните полиња предвидени за индикаторите, се впишуваат нивните вредности.

Исто така со кликување врз црвениот прашалник над соодветниот индикатор корисникот добива слика со објаснување за соодветниот индикатор.



Слика 72 Објаснување за индикатор 1



Слика 73 Објаснување за индикатор 2

7.5. ИНДИКАТОР 1

Индикаторот 1(ind 1) е наклонот на телото дефиниран како вртење на телото околу својата Z-оска.

Прво се изолираат лева и десна област ($Area_{right}$, $Area_{left}$) од грбот на човекот, областа кај левото рамо, односно левата плешка и областа кај десното рамо, односно десната плешка. Потоа од овие области се идентификува множество на точки со максимална вредност за координата z, како што е прикажано во следното равенство.

$$M_1 = \max_z (Area_{right})$$

$$M_2 = \max_z (Area_{left})$$

За да биде стабилна пресметката на овој параметар (во однос на присуството на бучава), сите точки се идентификувани, кои се во рамките на сфера со радиус r и центарот на M1, M2, соодветно:

$$M_1^{new} = \{(x, y, z) : (x - x_{M_1})^2 + (y - y_{M_1})^2 + (z - z_{M_1})^2 \leq r^2\}$$

$$M_2^{new} = \{(x, y, z) : (x - x_{M_2})^2 + (y - y_{M_2})^2 + (z - z_{M_2})^2 \leq r^2\}$$

Тогаш средна вредност (медиана) е добиена од M1 нови, M2 нови, како претставник од овие два региона:

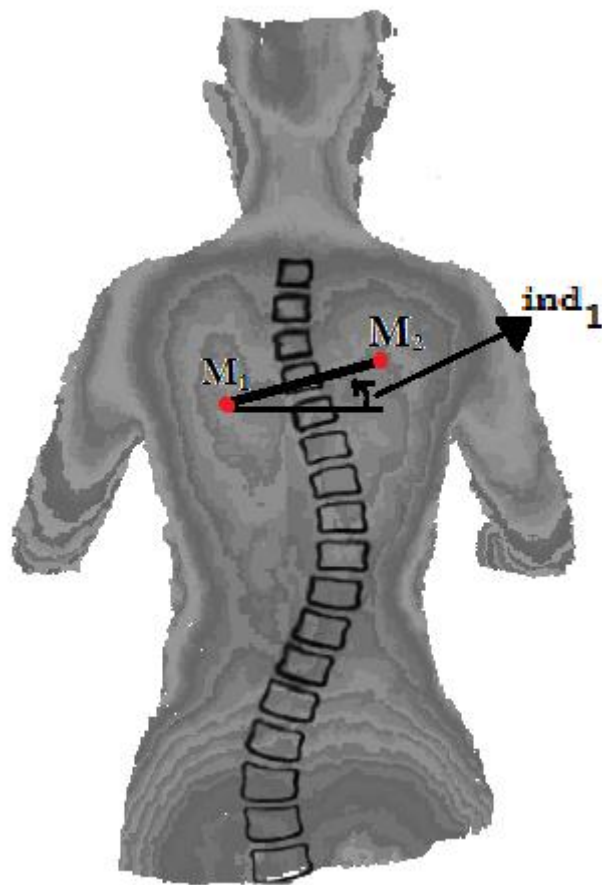
$$\overline{M}_1 = (\overline{x}_1, \overline{y}_1, \overline{z}_1) = \text{median}\{M_1^{new}\}$$

$$\overline{M}_2 = (\overline{x}_2, \overline{y}_2, \overline{z}_2) = \text{median}\{M_2^{new}\}$$

По наоѓање на овие две репрезентативни точки на левата и десната област, аголот е пресметан по основа на следниот однос:

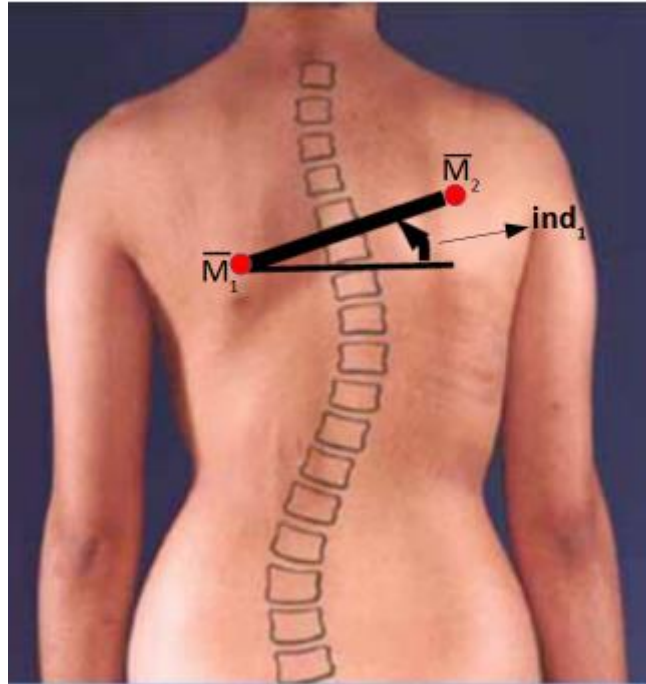
$$ind_1 = \arctan\left(\frac{\overline{y}_1 - \overline{y}_2}{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}\right)$$

На следната слика е прикажан индикаторот 1 на скениран 3Д модел од грб на човек.



Слика 74 Приказ на индикаторот 1

На следната слика е прикажан индикаторот 1 врз 3Д модел од грб на човек со неговите реални бои.



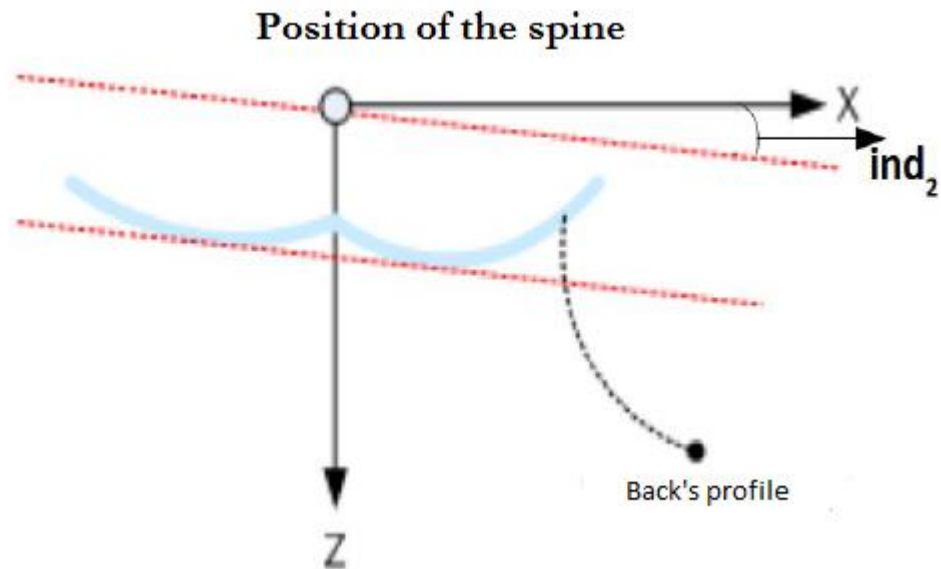
Слика 75 Приказ на индикатор 1 на човечко тело

7.6. ИНДИКАТОР 2

Индикаторот 2 на свртување на тело е дефиниран како аголот на ротација околу оската Y. Методологијата на пресметка за параметарот ind2 е со истите чекори како и за пресметката на параметарот ind1. Диференцијацијата лежи во конечната пресметка, која е дадена со следната равенка:

$$ind_2 = \arctan \left(\frac{\bar{z}_1 - \bar{z}_2}{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} \right)$$

На следната слика е даден приказ на аголот кој го претставува индикаторот 2.



Слика 76 Приказ на индикаторот 2

8. Евалуација

Практичната евалуација на предложената методологија во оваа магистерска теза беше спроведена во соработка со Универзитетската клиника за трауматологија, ортопедија, анестезиологија со интензивно лекување на Универзитетот во Лаквила, Италија. За реализација на оваа студија претходно беше обезбедена согласност од етичкиот комитет, а согласно европските и меѓународните стандарди на Светската здравствена организација за неинвазивни истражувања од овој тип.

Како предмет на истражување беше формирана група од осум пациенти на возраст од 7 до 17 години. Секој од пациентите беше скениран по претходно опишана процедура и методологија. Сесиите на скенирање не беа подолги од 15 минути. Паралелно со овие сесии пациентите беа подложени и на стандардни радиолошки методи на дијагноза. Во текот на испитувањето пациентите беа придружувани најмалку од едно возрасно лице (нивни родител или старател). За секој од пациентите нивниот родител (старател) пред истражувањето потпиша писмена изјава за согласност.

Демографските податоци за пациентите кои партиципираа во оваа студија се дадени во табелата подолу.

Пациент ИД	Пол	Возраст (години)	Искривување (степени)
1	М	7	26
2	Ж	10	21
3	М	8	30
4	Ж	9	19
5	Ж	11	25
6	Ж	12	22
7	М	14	30
8	М	17	21

Табела 1 Податоци за пациентите кои партиципираа во евалуацијата

По секое извршено скенирање, а пред да се изврши пресметка на односите и аглиите, податоците беа препроцесирани т.е. од добиените облици од 3Д точки беа отстранети шумот и позадината.

По извршената обработка на податоците во изработениот софтвер, добиени се резултатите прикажани во табелата подолу.

Пациент ИД	Cobb агол (степени)
1	28
2	19
3	29
4	20
5	27
6	22
7	30
8	20

Табела 2 Податоци за пациентите кои партиципираа во евалуацијата

Врз основа на добиените резултати може да се заклучи дека постојат минимални отстапувања на пресметаните резултати во однос на резултатите добиени со радиолошките методи, што го прават ваквиот систем и софтвер потенцијално употреблив во клиничката пракса.

9. Заклучок

Оваа теза се однесува на изнаоѓање на алтернативно решение кое е сигурно, безбедно и неинвазивно и кое ќе им помогне на медицинските експерти во дијагностицирање и следење на идиопатска сколиоза. За таа цел се користи Kinect сензор кој може да реконструира 3D површина со користење на инфрацрвени зраци. Значи, со користење на овој сензор и дадената спецификација на предложениот развиен систем, тој е безопасен како за пациентите така и за медицинскиот персонал. Притоа во оваа теза е разгледувана литература за слични системи и се изнесуваат корисни заклучоци за индикаторите кои потенцијално може да ги заменат традиционалните X-зраци, при мерење на аголот Коб. Со специјални ознаки на медицинските експерти на задниот дел од телото на пациентот, грбот, ќе можат да се измерат индикаторите на лицето кое страда од сколиоза.

За да се автоматизира овој процес, индикаторите кои се објаснети погоре се инкорпорирани во развиениот софтверски интерфејс. Во процес на целосно функционирање на системот се земаат податоци од задниот дел односно од грбот на пациентот, а потоа се пресметуваат вредностите кои се преземени во соодветните индикатори. Овие вредности се прикажани во софтверскиот интерфејс.

Конечно, имплементацијата на системот е пресметување на аголот на Коб на вистински пациенти заболени од сколиоза; пациенти со веќе пресметана искривеност на Коб-агол на традиционален начин со X-зраци, за подоцна истите да бидат скенирани со помош на Kinect сензорот и предложениот систем во оваа теза. Добиените резултати се задоволителни, но постојат многу мали отстапки во Коб аголот кај пациентите кои беа изложени на снимање со X-зраци и овој предложен систем. Значи, истот може да се употребува при испитување на сколиоза со добра точност на Коб аголот и притоа е многу важно дека истиот е сосема сигурен, неинвазивен и не е штетен по здравјето на пациентите и на медицинскиот персонал. Затоа би бил погоден да се користи при испитување на сколиоза особено кај помлади пациенти, адолесценти и деца.

Користена литература

- [1] „Сколиоза“ [Online]., Acunetix [Online]. Available: <https://mk.wikipedia.org/wiki/Сколиоза> (Access Date: 1 September 2014)
- [2] F.H. Wapstra and A.G. Veldhuizen „Hypothesis on the Pathogenesis of Idiopathic Scoliosis“[Online]. Available: <http://www.intechopen.com/books/recent-advances-in-scoliosis/hypothesis-on-the-pathogenesis-of-idiopathic-scoliosis>
- [3] Keith M. Bagnall „How to Improve Progress in Scoliosis Research “[Online]. Available: <http://www.intechopen.com/books/recent-advances-in-scoliosis/where-to-focus-to-improve-scoliosis-research>
- [4] Adair, I. V., Van Wijk, M. C. & Armstrong, G. W. (1977). Moire topography in scoliosis screening.
- [5] Adler, NS, Csongradi, J & Bleck, EE. (1984). School screening for scoliosis
- [6] Bartl, J, Fira, R & Hain, M. (2001). Inspection of surface by the Moiré method.
- [7] Batouche, M & Benlamri, R. (1994). A computer vision system for diagnosing scoliosis.
- [8] Batouche, M, Benlamri, R & Kholadi, MK. (1996). A computer vision system for diagnosing scoliosis using Moiré images
- [9] Breque, C, Dupre, J & Bremand, F. (2004). Calibration of a system of projection moiré for relief measuring: biomedical applications
- [10] Castro, SLS. (2007). A comparison of two postural assessment techniques in elderly of Porto Alegre and their level of physical activity [thesis].
- [11] Chalupová, M. (2001). Use of a biomechanical model of the scapula region for the identification of muscle disbalance. Vol No. Retrieved from <mms.tudelft.nl/dsg/intersg/Proceedings_2001_files/06_chalupova.pdf>
- [12] Cline, Harvey E., Lorensen, William E. & Holik, Andrew S. (1984). Automatic moire contouring.
- [13] Daruwalla, J. S. & Balasubramaniam, P. (1985). Moire topography in scoliosis. Its accuracy in detecting the site and size of the curve.
- [14] Drerup, B. (1981). A procedure for the numerical analysis of Moiré topograms.

- [15] Dzielinski, A, Skoneczny, S, Zbikowski & Kuklinski, S. (1990). Cellular neural network application to Moiré pattern filtering.
- [16] Hamra, A & Volpon, JB. (1995). Fotopodometria „quantitativa“ na avaliação do arco plantar longitudinal medial. Rev Bras Ortop, Vol 30, No. 8, pp. 609-614, Hering. Glossary of textile industry. 2004. [captured in: Ago 23 2007]. Available in: [http://www.previ.com.br/pls/portal/docs/PAGE/PG_PREVI/INVESTIMENTO S/2004GOVERNANCACORPORATIVA/20050414%20GLOSSARIO%20CONSELHEIROS/GLOSS%C3%81RIO%20TEXTIL.DOC](http://www.previ.com.br/pls/portal/docs/PAGE/PG_PREVI/INVESTIMENTO_S/2004GOVERNANCACORPORATIVA/20050414%20GLOSSARIO%20CONSELHEIROS/GLOSS%C3%81RIO%20TEXTIL.DOC)
- [17] Hertz, H, Russomano, T, Porto, F, Gurgel, JL, Steiger, A, et al. (2005). Development of shadow Moiré technique as an alternative low-cost method for postural evaluation.
- [18] Hearst, N & Newman, TB, pp. (55-68), Artmed, Porto Alegre
- [19] Kim, HS, Ishikawa, S, Ohtsuka, Y, Shimizu, H, Shinomiya, T, et al. (2001). Automatic scoliosis detection based on local centroids evaluation on Moiré topographic images of human backs.
- [20] Kotwicki, T., Negrini, S., Grivas, T. B., Rigo, M., Maruyama, T., et al. (2009). Methodology of evaluation of morphology of the spine and the trunk in idiopathic scoliosis and other spinal deformities.
- [21] Takasaki, H. (1973). Moire Topography.
- [22] Takasaki, H. (1970). Moiré Topography.
- [23] Kinect [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Kinect> (Access Date: 13 April 2013)
- [24] How does the Kinect work?[Online]. Available:<http://users.dickinson.edu/~jmac/selected-talks/kinect.pdf>
- [25] How Microsoft Kinect Works[Online] Available: <http://electronics.howstuffworks.com/microsoft-kinect.htm> (Access Date: 20 September 2014)
- [26] Point cloud[Online]Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Point_cloud (Access Date: 20 September 2014)
- [27] PLY(file format) [Online] Available https://en.wikipedia.org/wiki/PLY_%28file_format%29 (Access Date: 20 September 2014)