

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta aplikovaných věd

Katedra informatiky a výpočetní techniky

Diplomová práce

**Diagnostika pohybového
aparátu u dětí**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů.

V Plzni dne 23. 6. 2016

Zdeněk Vácha

Abstract:

This publication is oriented on musculoskeletal system diagnostics of children. In the first part there is an explanation, what the musculoskeletal abnormalities are, what the cause of these abnormalities is and which system, that already exists, is able to detect them and how.

Next part introduces the Microsoft Kinect sensor and explains its components and functionality in order to modify this sensor usability from gaming input device to a diagnostic system for detecting musculoskeletal abnormalities.

Next there is an introduction of the Application, which is also a part of this publication. The Application is an easy-use and user-friendly application which is able to use Kinect sensor as a tool that can scan patients' body joints and store them in a database. The Application user is able to view a patient in real-time, store his details in a database and consequently view history of patient's examinations and determine progress of patient's therapy through the use of a set of tools that the Application provides.

Thanks to this Application, the user is given a powerful system able to help professionals with diagnosis of patient's musculoskeletal abnormalities.

Abstrakt:

Tato publikace je zaměřená na diagnostiku pohybového aparátu u dětí. V první části je vysvětleno, co jsou vady pohybového aparátu, jak vznikají, jaké jsou pro jejich detekci k dispozici systémy a jak tyto systémy fungují.

Další část se zabývá senzorem Microsoft Kinect. Vysvětluje, z jakých komponent se skládá a jak lze modifikovat jeho funkčnost ze vstupního ovládacího prvku herní konzole na systém, který pomůže při diagnostice pohybových vad.

Následně je představena Aplikace, která je součástí této publikace. Aplikace je snadno ovladatelná a z hlediska uživatele příjemná. Využívá senzoru Kinect jako nástroje, jenž dokáže snímat klouby pacientova těla a ukládat jejich pozici do databáze. Dále je možné prohlížet historii pacientových vyšetření a sledovat postup pacientovy terapie pomocí několika užitečných funkcí, které aplikace poskytuje.

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Diagnostika vývojových vad.....	9
2.1	Vývojové vady.....	9
2.2	Nervové řízení pohybového aparátu.....	9
2.3	Motorika.....	10
2.4	Hrubá a jemná motorika.....	12
2.5	Náhradní systém.....	12
2.6	Zjištění vady v pohybovém aparátu.....	14
2.6.1	Ideální stav.....	14
2.6.2	Odchytky od ideálního stavu.....	15
2.6.3	Kde jsou odchytky patrné.....	15
2.6.4	Detekce vývojových vad.....	16
2.7	Prof. Dr. Václav Vojta.....	16
2.7.1	Míry závažnosti CKP.....	17
2.7.2	Ocenění prof. Vojty.....	17
2.8	Možnosti nápravy.....	18
2.9	Shrnutí.....	20
3	Sledování průběhu terapie.....	21
4	Microsoft Kinect.....	24
4.1	Senzor Microsoft Kinect.....	24
4.2	Verze senzoru Kinect.....	24
4.3	Hardware Kinect v1.....	25
4.3.1	Sledování těla.....	25
4.3.2	Snímání hloubky.....	25
4.3.3	Barevná kamera.....	25
4.3.4	Infračervená kamera.....	25

4.3.5	Mikrofonové pole	25
4.4	Hardware Kinect v2	26
4.4.1	Vylepšené sledování těla	26
4.4.2	Snímání hloubky	26
4.4.3	Barevná kamera	26
4.4.4	Infračervená kamera	26
4.4.5	Mikrofonové pole	26
4.5	Princip mechanického zraku senzoru Kinect	26
4.6	Proces rozpoznání člověka	31
4.6.1	Proces mapování skeletu na člověka	32
4.7	Využití senzoru Kinect v medicíně	33
4.8	Omezení senzoru Kinect	34
4.9	Možnosti Kinect pro programátora	35
4.10	Souvislost senzoru Kinect s touto prací	35
5	Vývoj aplikace	37
5.1	Pochopení problému	37
5.2	Příprava vývojové platformy	37
5.3	Požadované funkce aplikace	37
6	Funkce aplikace	39
6.1	Nahrávání videa ze senzoru Kinect	39
6.1.1	Nastavení pro nahrávání aplikace Kinect Studio v2.0	40
6.1.2	Nastavení senzoru pro nahrávání dat	41
6.2	Přehrávání videí získaných ze senzoru Kinect	42
6.3	Zobrazení informací o pacientovi během vyšetření	44
6.4	Porovnání kloubů pacienta s referenční vertikální osou	45
6.5	Ukládání a prohlížení historie vyšetření	50
6.5.1	Ukládání	50

6.5.2	Prohlížení historie vyšetření	51
6.6	Možnost pořízení snímku z vyšetření	52
6.7	Shrnutí	53
7	Nastavení senzoru pro snímání pacienta	54
8	Vnitřní logika Aplikace	55
8.1	Získání proudu dat ze senzoru Kinect	56
8.1.1	Mapování souřadnic	58
8.2	Vypočítávání diferencí dvou bodů	59
8.3	Vykreslování grafů s výsledky	60
8.4	Ukládání obrázku.....	61
8.5	Ukládání do databáze.....	62
9	Dosažené výsledky	63
9.1	Testování Aplikace	63
10	Závěr.....	64
11	Citovaná literatura	65

1 Úvod

Důvodem pro vznik této diplomové práce byla potřeba vytvořit systém, který by podstatně zjednodušil proces diagnostiky a pomohl při sledování změn v pohybovém aparátu u pacientů v průběhu jejich rehabilitace. Podnět k vytvoření tohoto systému vzešel od externího specialisty Mgr. Václava Kruckého, v jehož ordinaci bude systém využíván jako jedno z vyšetření při diagnostice pacientů. Znalosti a zkušenosti odborníka v oboru fyzioterapie byly při zpracování práce klíčové. Samotná diplomová práce pak zachycuje a popisuje proces vytváření diagnostického systému, využívajícího senzoru Kinect.

Diagnostický systém využívá zařízení MS Kinect pro zaznamenání atributů pacienta. Na zařízení Kinect je připojena aplikace, jejíž zpracování bylo součástí diplomové práce a jejíž funkcí je zaznamenání dat z jednotlivých vyšetření, reprezentace dat v reálném čase a porovnávání s předchozími vyšetřeními. Podrobnosti o aplikaci včetně uživatelské příručky jsou uvedeny v následujících kapitolách a přílohách.

Prvním krokem realizace práce bylo zjištění, zda vůbec je zařízení MS Kinect schopné detekce a potřebné přesnosti. Toto zjištění nebylo součástí diplomové práce, ale bylo součástí oborového projektu, zpracovávaném před diplomovou prací. Dále v tomto dokumentu bude na výsledky již zpracovaného oborového projektu odkazováno.

Dále bylo potřeba naimplementovat aplikaci, která dokáže s takto získanými daty pracovat. Způsob řešení a průběh práce bude podrobněji popsán v následujících kapitolách, společně s teoretickým základem, který osvětlí některá specifika a problematické části vývoje.

2 Diagnostika vývojových vad

2.1 Vývojové vady

Vady pohybového aparátu, získané i vrozené, provázejí lidstvo po celou jeho existenci. Záznamy o jejich diagnostice a léčení lze vystopovat již v době prehistorické. Dochovaly se v podobě kreseb, maleb a jako kosterní nálezy, které jsou předmětem studia paleopatologů. Rovněž v písemnictví jsou zaznamenány postoje různých společností k předkům postiženým vrozenými vadami pohybového aparátu. [1]

Pohybový aparát je nutno „čist“ jako celek, každý sval dostává svou funkci jen v rámci pohybového vzorce. V pohybových vzorcích jsou svalové funkce jednotlivých svalů plynule proměnlivé. Současné pojetí svalových funkcí by prakticky neumožnilo ani nejzákladnější fungování těla, tj. vzpřimování, stoj a chůzi.

Člověk by zůstával na úrovni holokinetické pohyblivosti končetinami v lehu na zádech či na břiše, podle toho, jak by byl položen, neboť by nebyl schopen se ani sám otočit. Tedy tak, jak je na tom novorozenec. Platon kdysi napsal, že Bůh je geometr a že je nutno hledat cestu z chaosu, aby se vyklubal řád. Takto inspirován se snažím hledat řád v našem, poněkud chaotickém, těle. [2]

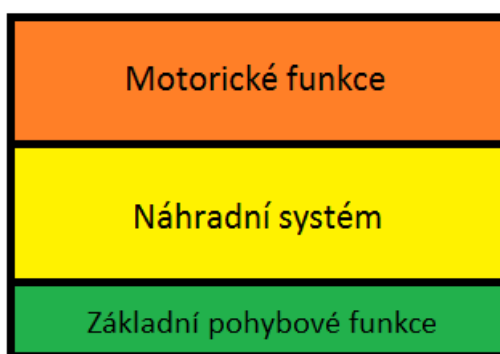
2.2 Nervové řízení pohybového aparátu

Mozek řídí motoriku člověka. Každý mozek disponuje pohybovými funkcemi, které jsou potřebné pro základní pohyby. Tyto pohyby jsou nejvíce patrné u novorozenců - pokud je dítě prudce vyvedeno z rovnováhy, začne zcela instinktivně a „nekontrolovaně“ rozhazovat končetinami. Tyto pohyby nejsou ovlivněné vůlí, ale jsou řízeny základními pohybovými funkcemi, které se u každého jedince vytváří během prenatálního vývoje.

Tyto pohyby jsou do mozku vloženy jako sada instrukcí, které nejsou ovlivnitelné, ale jsou nezbytné proto, aby byl člověk schopný učít se další a složitější pohyby, které už však vůlí ovlivnitelné jsou.

Pokud bychom si veškeré pohybové funkce zakreslili ve vrstvách, tak základní pohybové funkce by byly vrstvou nejnižší (viz Obrázek 2-1). Informace o ostatních vrstvách na obrázku budou vysvětleny v kapitolách (2.3 Motorika) a (2.5 Náhradní systém).

Obrázek 2-1 Vrstvy pohybových funkcí v prvním půlroce života



Když se dítě narodí, začne na něj působit gravitace, se kterou se v prenatalním období nesešlo. Poprvé je nuceno používat svaly, aby mohlo překonat tuto sílu, musí začít dýchat. V tomto momentě začíná také proces učení a dítě začíná postupně přebírat kontrolu nad svými pohyby.

Základní funkce se v organismu starají o:

- řízení tělesné teploty
- řízení krevního tlaku a pulzu - zužování a rozšiřování kožních cév
- řízení respirace.

Dojde-li k poškození těchto funkcí, člověk umírá. Správná funkce vrozených pohybů je důležitá pro možnosti učení dalších, pokročilejších pohybů. Při narušení základních funkcí je pak samozřejmě narušen i následný vývoj. [2]

2.3 Motorika

Motorika je další sada pohybových vzorců, které již nejsou člověku vrozené, ale jimž se postupem času učí. Jedná se o sadu nezbytných funkcí pohybového aparátu, mezi které patří:

- Automatika držení těla
- Automatika hybných stereotypů
- Vlastní základní pohybové stereotypy

Tyto se pak dělí ještě podrobněji [2]:

- Automatika držení těla
 - automatika řízení klidového svalového tonu
 - automatika řízení klidové svalové koordinace

- z těchto dvou programů se utváří řízení automatiky klidové kloubní centrace
- Automatika hybných stereotypů
 - automatiky řízení antigravitačních a vzpřimovacích programů
 - automatika řízení rovnovážných programů
 - automatika řízení koordinace svalového tonu při pohybu
 - automatika řízení svalové koordinace při pohybu
 - automatika řízení kloubní centrace při pohybu
- Vlastní základní pohybové stereotypy
 - automatika řízení chůzového stereotypu
 - automatika řízení úchopového stereotypu
 - automatika řízení dechového stereotypu
 - automatika řízení polykacího stereotypu
 - automatika řízení okohybného stereotypu

Systém lidské motoriky je velice komplikovaný, velmi rozsáhlý a geneticky daný plán pro pohyb. Právě pro jeho rozsáhlost je nezbytné období prvního roku k tomu, aby dorostl mozek a systém se mohl naplno rozběhnout. Tento systém je zcela autonomní, na vědomé vůli nezávislý. Plné a správné spuštění tohoto systému umožní, aby člověk měl ideální automatiku držení těla a ideální automatiku základních pohybových stereotypů. Tyto základní kameny motoriky jsou předpokladem pro bezproblémové učení se dalších programů jemné i hrubé motoriky. [2]

Pokud bychom si opět rozkreslili vrstvy pohybových funkcí, vypadaly by takto (viz Obrázek 2-2). Motorika je základem, na kterém později staví programy jemné a hrubé motoriky (viz kapitola 2.4). V případě porušení motorických funkcí nebude možné, aby hrubá a jemná motorika pracovala bezchybně.

Obrázek 2-2 Vrstvy pohybových funkcí po prvním roce života



2.4 Hrubá a jemná motorika

Programy hrubé a jemné motoriky jsou získávány učením, nejsou vrozené. Do programů hrubé motoriky patří například všechny pohyby, které jsou naučené ve sportu. Taneční kroky tanečníků a baletek, údery a páky bojovníků, nebo rovnováha akrobatů a gymnastů.

Jemná motorika dovoluje lidskému tělu další schopnosti. Pomocí jemné motoriky vznikají umělecká díla. Hra na hudební nástroje by nebyla možná bez jemné motoriky, dokonce ani řeč by bez jemné motoriky nebyla možná. [2]

Programy jemné motoriky může člověk v průběhu života vylepšovat a zdokonalovat. Řemeslníci, umělci, sportovci, tanečníci, všichni mohou provádět a zdokonalovat své činnosti právě díky programům jemné a hrubé motoriky.

Proto, aby bylo možné učení programů hrubé a jemné motoriky, je naprosto nezbytné, aby správně fungovaly základní pohybové funkce zmiňované v kapitole 2.2. Pokud tyto funkce nefungují správně, může být vývoj člověka narušen. V případě, že dojde k narušení, dostává se ke kontrole část, kterou externí specialista ve své publikaci [2] označuje jako „náhradní systém“

2.5 Náhradní systém

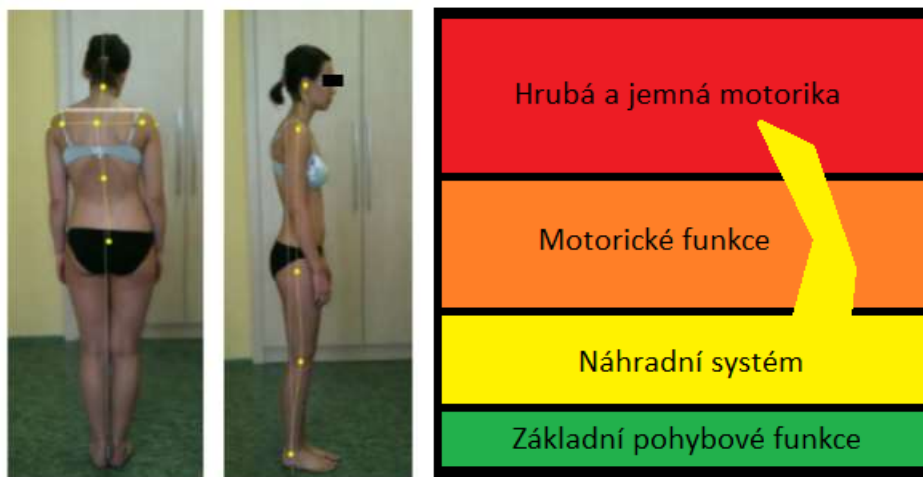
Náhradní systém se projevuje ve vývoji člověka pouze během prvních tří měsíců života, kdy na pohybové podněty dítě reaguje nekontrolovaným máváním končetin. Když probíhá vývoj normálně, během prvního půl roku života, je již tento systém plně nahrazen, a je tedy neznatelný.

Jde o jakýsi „záložní program“ určený pro stav nouze, kdy je z nějakého důvodu operační systém poškozen. Pak se náhradní program nahraje a spustí v takové míře, v jaké byl operační systém poškozen. Tedy může to být jen pro ovládání jedné končetiny, ale také celého těla. Náhradní systém slouží pouze pro zachování života a spouštění aplikačních programů je na něm významně ztíženo nebo není možné vůbec, a to jak aplikačních programů jemné, tak i hrubé motoriky. [2]

Pokud během vývoje jedince nedochází k žádným vadám, vrstvy pohybových funkcí se navzájem neovlivňují a nezasahují do sebe. O veškeré pohyby se starají procesy ovládané vůlí člověka a náhradní systém není vůbec potřeba. Přesto je tento systém stále zachován pro případ, kdyby došlo k nějakému poškození. Poškození může vzniknout buď nějakou vývojovou vadou (v tom případě je ale možné takové poškození zachytit, pokud je jedinec prozkoumán odborníkem), nebo může dojít k poškození v důsledku nějaké nehody.

Vady, ke kterým dochází, mohou být samozřejmě více, nebo méně závažné. Na závažnosti takové vady pak závisí, jakou měrou vstoupí náhradní systém do pohybového aparátu. Pro ilustraci jsou uvedeny dva obrázky vybrané z publikace externího specialisty [2], které perfektně demonstrují, jak míra poškození závisí na zásahu náhradního systému.

Obrázek 2-3 Částečný zásah náhradního systému



Obrázek 2-4 Těžké poškození systému



Na prvním obrázku: Obrázek 2-3 je vidět situace, kdy poškození systému není veliké, ale je zde již vidět zásah náhradního systému, který svou činností ovlivňuje funkce motorické, a tudíž zde může docházet k jistým pohybovým omezením.

Druhý obrázek: Obrázek 2-4, znázorňuje těžké poškození, kdy náhradní systém velkou měrou ovlivňuje funkce motorické a některé musel úplně nahradit, aby byl umožněn alespoň nějaký pohyb.

Na obrázcích je patrné, že čím větší poškození, tím víc zaujímá kontrolu nad pohyby náhradní systém. Protože náhradní systém není ovládaný vůlí, jsou lidé s větším poškozením v určitých mezích nekoordinovaní.

2.6 Zjištění vady v pohybovém aparátu

2.6.1 Ideální stav

Ideální stav držení těla dospělého jedince by měl vypadat tak, že spojíme-li určité body na těle linkami, měly by tvořit přímku kolmou k zemskému povrchu, tzn. být v rovině kolmé na zemský povrch, a to z pohledu zezadu nebo zboku.

Tyto body na těle jsou:

- Střed hlavy
- Krk
- Střed páteře mezi rameny
- Střed páteře zhruba pod hrudním košem
- Střed páteře mezi kyčlemi

- Polovina mezi koleny
- Polovina mezi kotníky

Dále ramena by měla být ve stejné výšce a vzdálenosti od středu páteře mezi rameny.

Pro takové ideální držení těla je důležité, aby při vývoji během prvního roku života nedošlo k nějakým komplikacím a tento vývoj probíhal nenarušeně. V případě, že k nějaké poruše dojde a nebude dostatečně včas podchycena, je velmi pravděpodobné, že tato porucha se bude dále rozvíjet a zhoršovat. To vše závisí na spoustě okolností, například působení vnějších vlivů.

2.6.2 Odchyly od ideálního stavu

Pokud některý z bodů zmiňovaný v kapitole 2.6.1, bude vychýlen mimo přímku vůči ostatním bodům, jedná se o výhylnu, pak se musí určit její závažnost a stanovuje se postup léčby.

Některé vady jsou viditelné lépe a některé hůře, záleží na zkušenosti člověka, který diagnostiku provádí. Obecně ale platí, že zkušený terapeut dokáže odchyly zjistit pouhým pohledem na člověka.

2.6.3 Kde jsou odchyly patrné

Poruchy myoskeletální jsou patrné ve vadném držení těla, a to na všech úrovních [2]:

- držení klenby nožní
- osy dolních končetin, zvláště nohy
- postavení pánve
- držení os páteře
- konfigurace hrudního koše
- postavení pletenců ramenních
- osy horních končetin, zvláště ruky
- držení hlavy
- držení dolní čelisti
- postavení očí

Porušené řízení hybnosti těla je patrné:

- porušení řízení základních pohybových stereotypů
 - chůzového

- úchopového
- dechového
- pohybového stereotypu orofaciální oblasti

Porušené řízení hrubé motoriky – hody, skoky, údery, kopy – obecně sporty

- porušení jemné motoriky – psaní, kresba, malba, výtvarné činnosti, hra na hudební nástroje
- jemná motorika orofaciální – řeč, zpěv, hra na hudební nástroje foukací

2.6.4 Detekce vývojových vad

Pro detekci vývojových vad je nejužívanější tzv. Vojtova metodika, vytvořená Prof. Dr. Václavem Vojtou. Jeho metoda spočívá v detekci vývojových poruch a následně také v jejich nápravě.

Metoda je založena na znalosti vývoje pohybových vzorců během života dítěte. Vývoj pohyblivosti (motoriky) člověka je určen geneticky, probíhá zcela automaticky a je pokračováním vývoje v děloze. [3]

2.7 Prof. Dr. Václav Vojta

Zde bych rád uvedl několik informací o profesoru Vojtovi, jehož práce mě přijde velice zajímavá a osobně si myslím, že jeho přínos je daleko vyšší než si široká veřejnost uvědomuje.

Profesor Václav Vojta se narodil 12. 07. 1917 v obci Mokrosuky v Čechách. V roce 1937 začal studovat medicínu na Karlově univerzitě v Praze. Odpromovat mohl z důvodu německé okupace teprve v roce 1947. V témže roce se začal specializovat na neurologii a dětskou neurologii. [4]

Jeho praxe a kontakt s velkým množstvím pacientů daly vznik způsobu testování a včasné detekce vývojových poruch. Toto testování spočívalo v tom, že použil již v tu dobu známé testy a jejich výsledky sestavil do časové osy. Takto vznikla tabule Polohových reakcí, kterou publikoval v r. 1972. [2] [4]

Tato tabule dovoluje zjistit, v jakém stavu se nachází sledovaný pacient v době testu tak, že počítá, kolik změn od normálu pacient vykazuje. Podle počtu změn pak vyhodnocuje, zda je pacient v pořádku, nebo jak moc je ohrožen jeho pozdější vývoj. V případě, že je vývoj ohrožen, hovoří se o „centrální koordinační poruše“ (CKP) (viz 2.7.1). Nejedná se ale o

diagnózu, je to pouhé zachycení a popsání stavu v jakém se pacient nachází. Pak je nutné rozhodnout, zda se u pacienta musí začít s terapií, nebo zda bude stačit pečlivý dohled.

Velikou výhodou Vojtova testování je nejen popis aktuálního stavu, ale zároveň možnost sledování změn pacienta v průběhu terapie. Pokud je terapie prováděna správně, měl by se počet změn v jednotlivých testech postupně snižovat, a tím pádem by se měl snižovat i stupeň CKP, ideálně až do normalizovaného stavu. [2]

2.7.1 Míry závažnosti CKP

- nejlehčí CKP: 1-3 abnormální odpovědi v polohových zkouškách
- lehká CKP: 4-5 abnormálních odpovědí v polohových zkouškách
- středně těžká CKP: 6-7 abnormálních odpovědí v polohových zkouškách
- těžká CKP: 7 abnormálních polohových zkoušek současně s těžkou poruchou tonu

Velké studie ukazují, že pokud je zachycená CKP do 3. měsíce věku dítěte a následuje adekvátní terapie, pak lze do normy dovést 99% těchto dětí. Čím je záchyt poruch pozdější a intenzita terapie nedostatečná, tím stoupá procento dětí, které dozrají do motorické poruchy

[2]

2.7.2 Ocenění prof. Vojty

Za dobu svého působení byl profesor Vojta mnohokrát oceněn [4]:

- 1974 Cena Heinrich-Heine, nejvyšší vyznamenání Německé ortopedické společnosti
- 1980 Medaile "Miteinander wachsen" od Aktion Sonnenchein
- 1984 Bundesverdienstkreuz am Band
- 1985 Cena Ernst v. Bergmann od Spolkové lékařské komory
- 1986 Jmenování Profesor honoris causa na katolické Univerzitě v Soulu Katolického centra, Jižní Korea
- 1992 Medaile Meinhard v. Pfaundler Německého svazu dětských lékařů
- 1992 Jmenování docentem na Univerzitě Karlově v Praze
- 1998 UK v Praze rehabilituje prof. Vojtu. Z politických důvodů mu bylo v roce 1968 odňato místo ordináře jako dětského neurologa.
- 1996 byl jmenován profesorem a byl přijat do učitelského sboru.
- 1999 Zapůjčení Theodor Hellgrügge Award od mezinárodní Aktion Sonnenschein za jeho vynikající zásluhy a prosazování a další vývoj vývojové rehabilitace

- 2000 V České republice byla prof. Vojtovi v říjnu roku 2000 (posmrtně) propůjčena prezidentem Václavem Havlem medaile Za zásluhy.

2.8 Možnosti nápravy

Vojtova metodika nespočívá pouze v testování, ale rovněž nabízí sadu cviků a úkonů, které vedou pacienty k tomu, aby se postupně zlepšoval jejich stav, zlepšovaly jejich odpovědi v pohybových testech, snižovala se míra centrální koordinační poruchy a navracel se jejich stav do normálu.

Metodika funguje pro velké množství poruch a už se používá více jak 50 let u dětí. U dospělých se začala používat v posledních třiceti letech.

Cílem Vojtovy metodiky je dovést pacienta do stavu, kdy může dosáhnout na základní pohybové programy, které mu byly vloženy geneticky, ale z důvodu nějaké poruchy jsou nedostupné. Z těchto základních pohybových programů je pak obnovena činnost a pohybové spektrum poškozeného pohybového aparátu.

Prof. Vojta objevil terapii, která je nápomocna k obnově a navrácení ztracené motoriky. K tomu je ale nezbytně nutné, aby nebyly přerušeny komunikační linky mezi mozkiem a svaly, což znamená, že všechna nervová spojení musejí být v pořádku, aby bylo možné komunikovat se svaly. Tato terapie se nazývá reflexní lokomoce.

Reflexní lokomoce obsahuje [2]:

- reflexní otáčení
- reflexní plazení
- reflexní lezení

Reflexní lokomoce využívá [2]:

- zcela ideální motorické vzory, které jsou z hlediska jednotlivce přísně individuální;
- nastavuje stupeň zátěže svalové, kloubní a nervové přesně podle aktuálního tělesného stavu, vrozených dispozic a biomechanických poměrů jednotlivce;
- prakticky vylučuje možnost přetížení pohybového aparátu.

Vlastnosti systému reflexní lokomoce [2]:

- program nelze „vypnout“ žádným onemocněním či traumatickým stavem, a to až do úrovně hlubokých stavů bezvědomí;
- „jádro“ programu je z hlediska neuroanatomie pravděpodobně umístěno nad oblastí mozkového kmene, tedy těsně nad místem řízení základních životních funkcí;
- program pracuje s trvalou multifunkční zpětnou vazbou, a tím umožňuje využití všech dostupných rezerv pohybového aparátu.
- program, který je geneticky daný, a tudíž využitelný nebo „spustitelný“ u každého člověka od narození až do konce jeho života;
- program je schopen výrazně pozitivně ovlivňovat pohybové programy, a to jak pro jemnou motoriku, tak také motoriku hrubou.

Proto, aby bylo tělo schopno spustit programy pro opravu, musí se pacient položit do polohy, která je předem definovaná, a musí se vyvinout tlak na příslušná místa na těle. Z toho důvodu musí terapii provádět člověk zkušený a znalý problematiky. Díky takové stimulaci se vyvolá vůlí neřízený pohyb, jako je reflexní plazení a reflexní otáčení.

Stimulace neuronálních struktur CNS se dosahuje z daných výchozích pozic také drážděním tzv. spouštěcích zón. Spouštěcích zón a spouštěčových bodů je na těle celá řada, působí se jimi zejména na tahové receptory svalstva a šlach, tlakové receptory kůže a okostice (periostu) a receptory vnitřních orgánů (interoreceptory). Další receptory, které se na spouštění opravného programu podílejí, jsou receptory rovnováhy (labyrint) a také vlastní rovnovážné a vzpřimovací reflexy. [2]

Dalo by se říct, že stimulace v předem definovaných polohách dovolí tělu přistoupit k pohybovým programům, což by jinak nebylo možné. Díky tomu dojde k postupnému nahrazování porušených pohybových programů programy neporušenými. Je nutné, aby se terapie opakovala denně, jedině tak se náhrada stane trvalou a tělo tak stále více bude využívat opravené pohybové programy, které pak přejdou až v normální stav.

Na obrázku (Obrázek 2-5) je vidět výsledek terapie po třech a půl letech

Obrázek 2-5 Výsledek terapie po třech a půl letech



2.9 Shrnutí

V předcházejících kapitolách je nastíněna a stručně charakterizována problematika vývojových vad. Je popsáno, jak k vývojovým vadám dochází. Zároveň pojednává o schopnosti lidského organismu spustit mechanismus pro možnou opravu v případě nedokonalého vývoje nebo v případě nehody. Pokud je pohybový systém člověka nějak narušen, je tělo schopno, při správné stimulaci a dlouhodobým působením takové stimulace, obnovit chybné pohybové vzorce a navrátit tělo do normalizovaného stavu.

Pro potřeby této práce je takovýto obecný pohled na problematiku dostačující. Pro hlubší studium problematiky vývojových vad je k dispozici publikace [2], ze které tato práce hodně čerpá. Publikace nabízí mnohem hlubší pohled a hlavně pohled více zaměřený na „medicínský“ přístup.

3 Sledování průběhu terapie

Medicína má k dispozici několik metod, které dokáží zjistit stav pacientova pohybového aparátu. Mezi nejznámější patří rentgenové vyšetření, které využívá pronikavé elektromagnetické záření o velmi krátké vlnové délce 10^{-9} až 10^{-12} m. Záření prochází většinou látek, které je v různé míře pohlcují. Tak vzniká stínový obraz jejich vnitřku. Rentgenový přístroj se skládá ze zdroje záření, zdroje vysokého napětí, stojanu a zobrazovacího zařízení. Zdrojem záření je rentgenka, vakuová trubice s nejméně dvěma elektrodami a obvykle wolframovým terčíkem. Mezi katodu a anodu je přivedeno vysoké napětí (typicky 25 až 150 kV), které urychluje elektrony, emitované z katody. Vysoká energie těchto elektronů se při dopadu na anodu promění v pronikavé záření. To prochází zkoumaným tělesem a dopadá na světélkující stínítko, elektronický detektor nebo citlivý film. Stojan slouží k nastavení zdroje a stínítka vůči pacientovi nebo zkoumanému předmětu. [5]

Další metodou, je výpočetní tomografie. Zkoumaný objekt je prozářen z nejrůznějších úhlů v jedné rovině, čímž získáme zpravidla několik set projekcí. Úkolem výkonného počítače, který bývá součástí tomografu, je zrekonstruovat plošný řez vyšetřovaným objektem. Toto vyšetření je používáno pro vyšetření vnitřních orgánů a k zobrazení složitých fraktur končetin, především kolem kloubů, protože dokáže rekonstruovat danou oblast v několika rovinách. Zlomeniny, zranění vazů a dislokace se dají snadno rozpoznat s rozlišením 0.2 mm. [6]

Oba způsoby mají vysokou přesnost, ale vybavením potřebným pro získání dat z těchto měření disponují pouze větší zdravotnická zařízení. Další nevýhodou je také pořizovací cena přístrojů a to že pracují s rentgenovým zářením, to znamená, že musí být umístěny ve speciální místnosti, která zabraňuje úniku záření a obsluhovat je musí profesionál. Lékaři se také brání tomu, aby vystavovali tělo pacienta rentgenovému záření, pokud to není nezbytně nutné. Množství záření je velice pozorně hlídáno, a to z důvodu nadměrného ozařování pacienta nebo pro ochranu pracovníků, kteří musí zařízení obsluhovat. Je tedy vždy nutné rozhodnutí lékaře, zda svého pacienta na tato vyšetření pošle.

Možná rizika a poškození rentgenovým zářením [7]:

- poškozuje jednotlivé buňky (ačkoli škody způsobené nižšími dávkami se obvykle rychle napraví). Vzácně (ale v závislosti na expozici) může toto poškození buňku změnit v buňku nádorovou. I když přesně neznáme mechanismus vzniku těchto změn,

nabízí se vysvětlení, že radiace absorbovaná vodou, které je v buňce 75 procent, tvoří volné radikály, o kterých je známo, že jsou karcinogenní.

- U těhotné ženy mohou rentgenové paprsky ublížit vyvíjejícímu se plodu, a to buď přímo úmrtí, nebo vznikem vrozených vývojových vad.
- Může poškodit spermie nebo vaječníky dětí i dospělých, a tak způsobit abnormality budoucích generací. Víme také, že expozice rentgenovým paprskům se kumuluje; nebezpečí vzniku nějakého nepříznivé změny vzrůstá pokaždé, když je pacient vystaven další dávce.

Přes všechna tato rizika, je ale přesnost a informační hodnota takového vyšetření neocenitelná.

V posledních letech je snaha nalézat vyšetřovací metody, které nejsou založeny na prosvěcování těla rentgenovým zářením. Jako jeden z příkladů neinvazivní metody, která se nestojí na rentgenovém záření, zde bude uvedena metoda využívající diagnostického systému DTP-3 který převádí prostorové souřadnice trnových výběžků páteře pacienta, resp. referenčních míst pomocí speciálního programu do grafické podoby tvaru páteře a klinicky užitečných výstupů [8]. Tento systém využívá mechanického ramena, jímž se lékař dotýká trnových výběžků páteře pacienta a rameno převádí pozice do souřadnic v trojrozměrném prostoru. Z těchto informací je pak zrekonstruován model páteře, ze kterého se následně zjišťuje její zakřivení. Jak uvádí publikace [8], jsou výsledky měření touto metodou, srovnatelné s výsledky rentgenového vyšetření. Což je obrovská výhoda, protože není potřeba pacienta ozařovat a náklady na potřebné vybavení jsou také mnohem nižší.

Systém pro sledování průběhu terapie, který je používán v ordinaci externího specialisty, momentálně spočívá ve vyfocení pacienta u referenční osy a následné optické porovnání s předchozím stavem. Tato metoda se nedá řadit mezi metody moderní, protože olovnice pro určení odchylky od svíslé roviny je používána již po staletí. Nicméně stále se jedná o jednu z nejpřesnějších metod.

Velikým handicapem olovnice je neschopnost zaznamenat předchozí měření, proto je nutné využít fotoaparát. Jistou nevýhodou je, že fotoaparát pouze zaznamenává stav v určité době. Samotné porovnání s předchozím stavem musí stejně udělat člověk na základě dvou fotografií. Přestože některé změny mohou být viditelné velice dobře, některé drobné změny mohou být pouhým okem nepostřehnutelné.

Právě z tohoto důvodu vznikl požadavek, zda by nebylo možné nějakým způsobem využít moderní techniky v podobě počítače a případně určitého externího zařízení, s jejichž využitím by bylo možno zaznamenat potřebné hodnoty a rovněž tyto hodnoty vůči sobě zpětně porovnat.

Hlavním požadavkem bylo, zda by nový systém dokázal nahradit složitou práci s pořízením fotografie, vyznačením kloubů na postavě na snímku a spojení těchto bodů přímkami, které budou reprezentovat kosti. To všechno za použití neinvazivní metody, ani ozařování.

Druhým požadavkem byla možnost promítnutí vertikální osy do takto pořízeného snímku, aby vyšetřující mohl opticky porovnat jednotlivé klouby a zjistit, jestli leží na ose, nebo jak moc se odchyľují.

Dalším požadavkem byla možnost uložit údaje z vyšetření, aby je bylo možné porovnat s ostatními vyšetřeními, která pacient podstoupil.

V neposlední řadě bylo požadováno, aby bylo možné nějakým způsobem nahrávat a přehrávat záznam vyšetření a případně z něj zjišťovat informace o stavu pacientova pohybového aparátu.

Pro získání potřebných informací bylo zvoleno zařízení Microsoft Kinect, které je schopné zaznamenat klíčové body na těle člověka. Na Microsoft Kinect bude připojena aplikace, která bude schopna získané hodnoty uložit, zároveň zobrazit a také porovnat vůči sobě.

V následujících kapitolách bude popsána technologie, jakou zařízení Microsoft Kinect používá a jejímž prostřednictvím zaznamenává pohyb člověka, který stojí před zařízením. Nakonec bude podrobně vysvětleno, v jaké míře dokáže Nově vzniklá Aplikace stávající systém nahradit.

4 Microsoft Kinect

4.1 Senzor Microsoft Kinect

Microsoft Kinect je vstupní zařízení, které bylo vyvinuto společností Microsoft pro herní konzoli Xbox. Toto ovládací zařízení dovoluje hráčům ovládat hry pohyby vlastního těla.

Toto zařízení je zajímavé tím, že hráč nepotřebuje žádný další ovladač, nemusí držet nic v ruce, ani není potřeba, aby někde na jeho těle byly umístěny nějaké senzory. Hráči stačí, aby se postavil před senzor a pohyboval se, zařízení samo rozpozná postavu a její pohyby. Pohyby jsou pak přenášeny ze zařízení do herní konzole XBox, spuštěná aplikace pak se získanými daty sama pracuje.

4.2 Verze senzoru Kinect

Senzor Kinect prošel za dobu své existence dvěma verzemi, které jsou dostupné pro běžné uživatele. Jedná se o Senzor Kinect 1.0 a senzor Kinect 2.0. Původně se tato práce opírala o senzor verze 1.0, postupně však přešla na verzi 2.0. Konečná volba verze 2.0. neměla na průběh realizace a její výsledky žádný vliv. momentálně vše funguje na nové verzi 2.0. V kapitole 4.4 je popsán hardware senzoru Kinect 2.0 a v kapitole 4.5 je pak popsán vývoj technologie senzorů Kinect od verze 1.0.

Obrázek 4-2 Senzor Kinect v1 [9]



Obrázek 4-1 Senzor Kinect v2 [9]



4.3 Hardware Kinect v1

Obrázek 4-3 Hardware Microsoft Kinect v1 [9]



4.3.1 Sledování těla

Senzor dokáže detekovat dvě osoby a na každé osobě 20 referenčních kloubů, anatomicky korektně umístěných. [10]

4.3.2 Snímání hloubky

Hloubkový senzor snímá v rozlišení 320x240px, 30Hz ve vzdálenostech mezi 0,4m až 4,5m. Zorný úhel je 57° a 43° (horizontální a vertikální) [10]

4.3.3 Barevná kamera

Barevná kamera snímá v rozlišení 640x480px ve 30 Hz, které je možné hned zobrazit na obrazovce. [10]

4.3.4 Infračervená kamera

Infračervená kamera umožňuje senzoru vidět ve tmě, infračervená kamera může pracovat společně s barevnou kamerou.

Infračervená kamera snímá v rozlišení 320x240px ve 30 Hz [10]

4.3.5 Mikrofonové pole

Pole mikrofonů dokáže nejen zaznamenat zvuk, ale zároveň je schopné určit jeho směr. [10]
[11]

4.4 Hardware Kinect v2

Obrázek 4-4 Hardware Microsoft Kinect v2 [12]



4.4.1 Vylepšené sledování těla

Senzor dokáže detekovat šest kompletních těl a na každém z nich 25 referenčních kloubů, anatomicky korektně umístěných. [13]

4.4.2 Snímání hloubky

Vysoká přesnost snímání hloubky s redukcí šumu dává senzoru možnost vylepšené 3D vizualizace, lepší schopnost rozeznat malé předměty před zařízením položené.

Hloubkový senzor snímá v rozlišení 512x424px, 30Hz ve vzdálenostech mezi 0,5m až 8m. Zorný úhel je 70° a 60° (horizontální a vertikální) [13]

4.4.3 Barevná kamera

Barevná kamera snímá 1080p (1920x1080px) video ve 30 Hz (15 Hz za špatného osvětlení), které je možné hned zobrazit na obrazovce. [13]

4.4.4 Infračervená kamera

Infračervená kamera umožňuje senzoru vidět ve tmě, infračervená kamera může pracovat společně s barevnou kamerou.

Infračervená kamera snímá v rozlišení 514x424px ve 30 Hz [13]

4.4.5 Mikrofonové pole

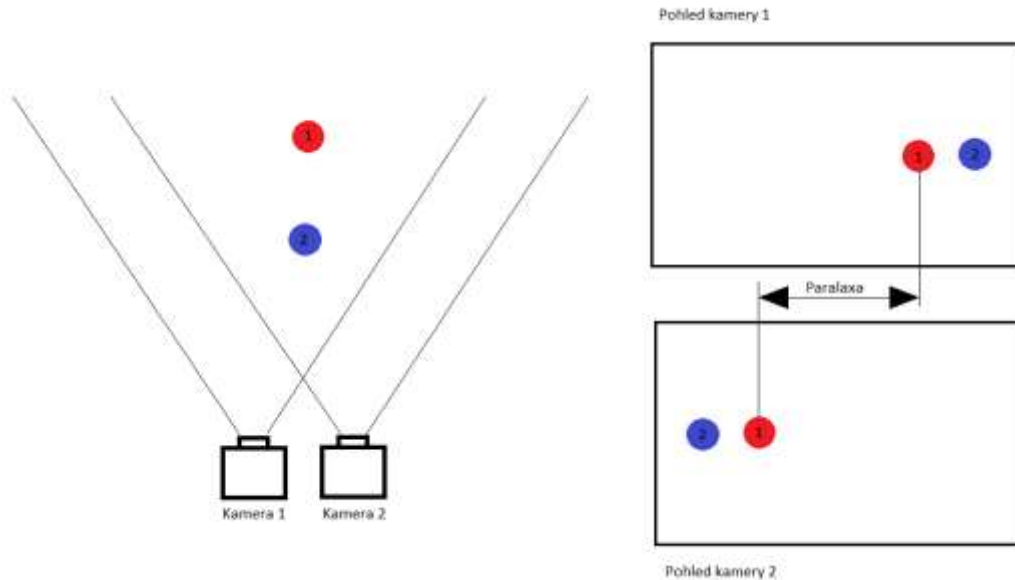
Pole mikrofónů dokáže nejen zaznamenat zvuk, ale zároveň je schopné určit jeho směr. [10] [13]

4.5 Princip mechanického zraku senzoru Kinect

Počítačové vidění je oblast výzkumu zaměřená na měření objektů pomocí. Podstatou je zjištění, v jakém prostředí se počítač právě nachází skrze senzory. 3-D senzory mají hluboký dopad, protože řeší většinu problémů spojených s deformací perspektivy tradičních 2-D

kamer. Deformace perspektivy znamená zmenšení objektu, jakmile se dostane dál od kamery. [12]

Obrázek 4-5 Ukázka snímání vzdálenosti dvěma kamerami [12]

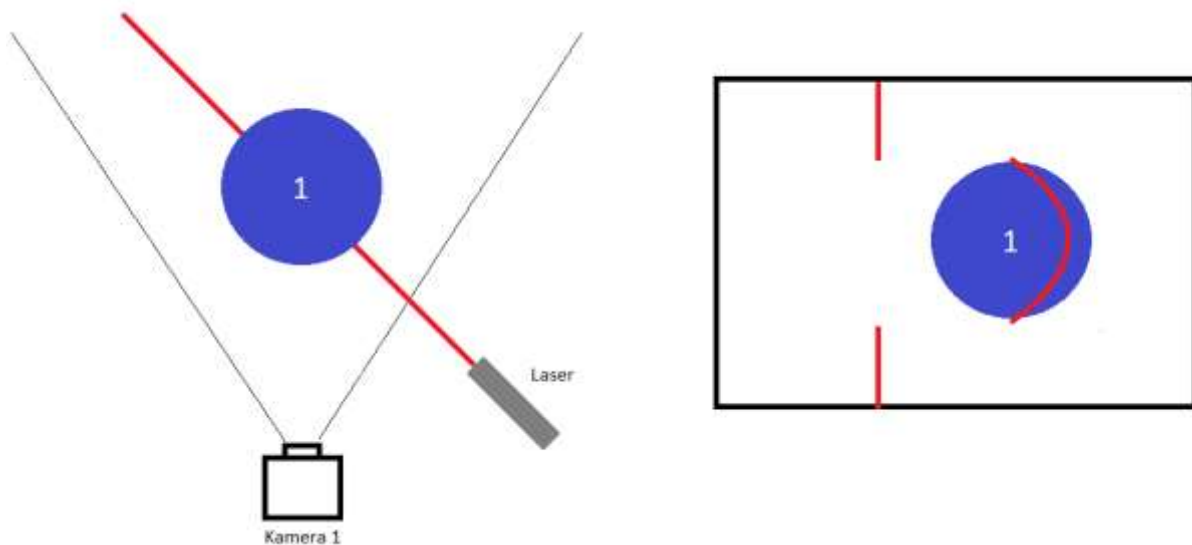


Metoda měření vzdálenosti kamerou Kinect 1.0 zapadá do technologie, která spoléhá na triangulaci. Triangulace funguje stejně jako lidské oči. Proces triangulace je naznačen na obrázku (Obrázek 4-5). Jsou vidět dva body v prostoru s různými vzdálenostmi od kamer. Na oba body nahlíží obě kamery, bod 1 je dál od kamer než bod 2. Zdánlivý rozdíl polohy bodu vzhledem k pozadí při pozorování ze dvou míst je nazýván paralaxa [14] Čím je paralaxa menší, tím dál se nachází pozorovaný bod.

Kinect 1.0 ale nemá dvě kamery, které by prováděly triangulaci. Místo toho se spoléhá na triangulaci mezi infračervenou kamerou a laserovým paprskem. Jedná se o jednu z prvních metod 3D skenování, kdy je na objekt nasvícen jeden pruh světla, který přejede přes celý objekt. Kinect 1.0 ale nepoužívá jen jeden pruh světla, ale osvítí najednou celou scénu, kterou si uloží jako obrázek. Z mnoha obrázků získaných v průběhu osvětlení scény je pak zrekonstruován 3D povrch objektu. [12]

Obrázek 4-6 ukazuje, jak by metoda fungovala pro jeden snímek videa. Je patrné, že čím víc vpravo se laser objeví, tím blíže ke kameře je povrch měřeného objektu. Jedná se o jeden paprsek laseru mířící na jeden bod v jediném snímku videa. Pokud by byl požadován snímek v rozlišení 640x480px, musí se stejný postup opakovat 480x na jednom řádku, čímž vznikne světelný pruh na jednom řádku a takových řádků bude 640. Stejný mechanismus se bude opakovat pro každý snímek v celém videu.

Obrázek 4-6 Ukázka nasvícení laserového paprsku na bod ve snímku [12]



Pro správnou funkci laserového pruhu je potřeba, aby zkoumaný objekt zůstal během skenování v klidu. To znamená, že tuto metodu nelze využít pro skenování v reálném čase, což dělá senzor Kinect 1.0. [12]

Kinect 1.0 používá pseudonáhodný obrazec bodů, který vznikne tím, že zdroj laserového paprsku postupně osvětlí body v celém zorném poli. Software senzoru poté prochází celý takto vzniklý obraz, prohledává v něm malá okna a snaží se najít shodující se obrazce mezi vzorem, který vyslal laser, a vzorem nasnímaným kamerou.

Logicky se nabízí otázka, proč díky zkreslení perspektivy nejsou body laseru menší, pokud jsou dál od kamery, a větší, pokud jsou blíže ke kameře. Tento problém je u senzoru vyřešen tím, že kamera a projektor zabírají stejné zorné pole. To znamená, že čím dál je objekt od senzoru, tím širší paprsek laseru na něj dopadá. Paprsky laseru nejsou v tomto případě rovnoběžné, ale laser vysílá světelný kužel, který se rozšiřuje se zvětšující se vzdáleností. Světelný kužel laseru je nastaven tak, aby se rozšiřoval stejně jako světelný kužel, ve kterém dokáže kamera snímat. [12]

Problémem Kinect 1.0 je závislost na malých oknech v nasnímaném obrázku. Senzor potřebuje detekovat jednotlivé body a potom musí najít také sousední body, načež musí najít také sousední body. Teprve pak z konstelace těchto bodů může identifikovat přesnou konstelaci bodů z promítaného vzoru. Bez konstelace okolních bodů, nedokáže Kinect 1.0 identifikovat jeden jediný bod v promítaném vzoru. [12]

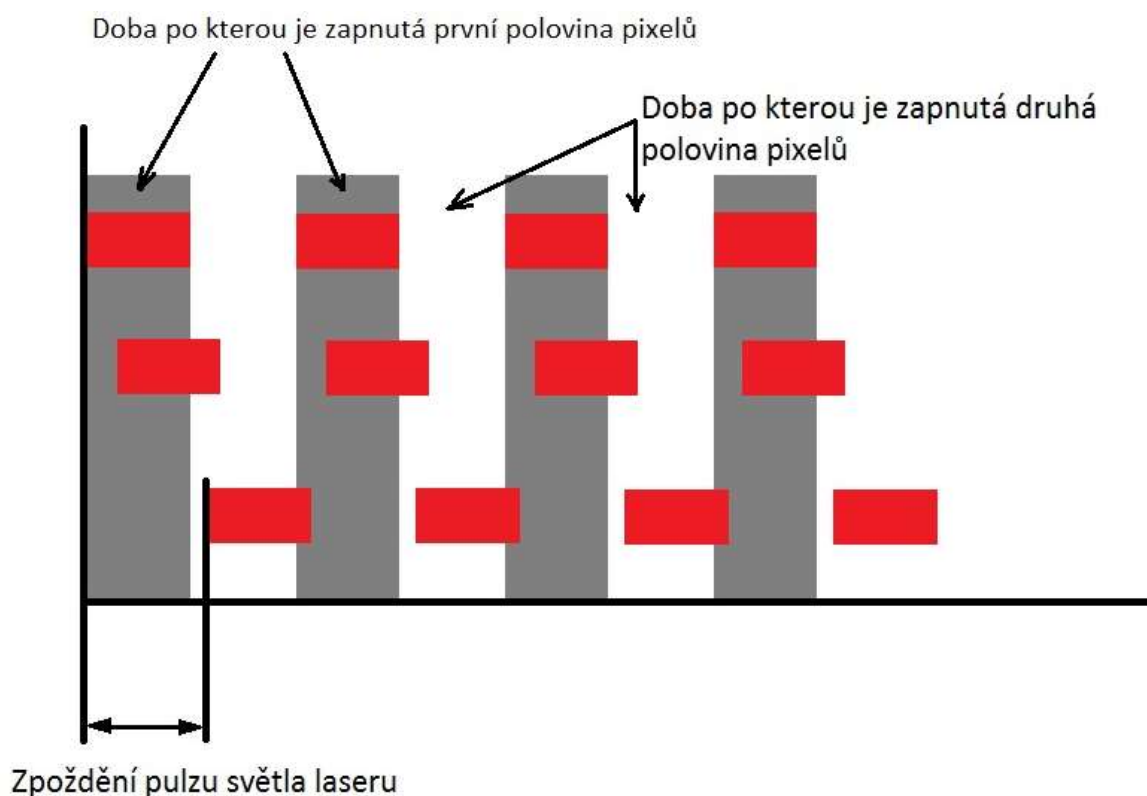
Ve hrách toto nevádí, protože části těla jsou poměrně velké, a různé konstelace se tak bez problémů vejdu do pixelů formujících například paži nebo nohu. Pro měření úzkých objektů, jakými jsou například kabel či vlas, je to však značné omezení. Tvůrci senzoru Kinect proto začali pracovat na nové verzi, která by toto omezení odstranila. [12]

Pro Kinect 2.0 byl vyvinut nový senzor, jenž měří dobu, kterou trvá pulzu laserového světla doletět k povrchu sledovaného objektu a zase zpět do senzoru. Pro měření je třeba vyjít z faktu, že za jeden cyklus procesoru s frekvencí 1Ghz urazí pulz světla přibližně jednu stopu. Při užití měřicího zařízení pracujícího na frekvenci 10GHz lze snadno získat přesnost měření na desetinu stopy. Pokud je proveden vysoký počet měření v krátkém časovém úseku, lze dosáhnout přesnosti ještě větší. [12]

Senzor Kinect 2.0 vždy jeden pixel snímací plochy rozdělí napůl. Polovina pixelu je zapnutá a polovina vypnutá. Pokud je zapnutá, absorbuje fotony laserového světla. V případě, že je vypnutá, fotony neabsorbuje. Druhá polovina pixelu dělá v podstatě totéž, ale o 180 stupňů mimo fázi, tudíž je-li první polovina zapnutá, druhá je vypnutá a naopak. Ve stejnou dobu je laserové světlo vysíláno v pulzech, a to tím způsobem, že když je první polovina pixelu zapnutá, svítí i laser, a pokud je první polovina pixelu vypnutá, laser nesvítí. [12]

Jak je ukázáno na obrázku (Obrázek 4-7). Pokud vyšleme laserový paprsek na kameru z hodně malé vzdálenosti, čas, který bude trvat, než fotony doletí na senzor, bude 0 sekund. Na obrázku (Obrázek 4-7) je toto patrné horní řadou světelných pulzů (červené obdélníky), které jsou perfektně synchronizované s šedými sloupci. Šedé sloupce značí dobu, po kterou je první polovina pixelů snímače zapnutá. To znamená, že vyslaný světelný pulz bude celý pohlcen první polovinou pixelů, protože je to zrovna ta polovina, jež je zapnutá a jež je schopná fotony přijímat. Zároveň ale budou tyto fotony odmítnuté druhou polovinou pixelů, protože ty jsou zrovna vypnuté a neschopné fotony přijímat.

Obrázek 4-7 Ilustrace zjištění množství světla dopadající na pixely snímače [12]



Nastane-li případ, že se laser bude nacházet o jednu stopu dál od senzoru, fotony laserového pulzu dorazí na pixely snímače se zpožděním jednoho cyklu procesoru o frekvenci 1GHz od doby, kdy opustily laser. Toto je na obrázku (Obrázek 4-7 Ilustrace zjištění množství světla dopadající na pixely snímače Obrázek 4-7) zobrazeno druhou řadou laserových pulzů. Fotony, které opustily laser hned po jeho zapnutí, dorazí na senzor a budou absorbovány první polovinou pixelů a odmítnuty druhou polovinou.

Fotony, které opustily laser těsně před jeho vypnutím, však dorazí až po zapnutí druhé poloviny pixelů. Jsou tudíž pohlceny druhou polovinou pixelů a nejsou pohlceny první polovinou. Množství světla pohlceného první polovinou pixelů bude sníženo, ale množství světla pohlceného druhou polovinou pixelů bude větší. Bude-li laser oddalován stále více od senzoru, bude stále více fotonů dopadat na senzor v době, kdy je první polovina pixelů vypnutá a druhá zapnutá. To znamená, že množství světla, které bylo pohlceno první polovinou pixelů senzoru, se bude zmenšovat a množství světla pohlceného druhou polovinou pixelů senzoru zvětšovat.

Senzor následně (za několik milisekund) tato množství pohlceného světla porovná. V případě, že bylo množství světla pohlceného druhou polovinou pixelů větší než první polovinou

pixelů, dá se předpokládat, že doba, za kterou muselo světlo překonat vzdálenost k objektu a zpět, je větší, a tím pádem je předmět ve větší vzdálenosti. Tímto způsobem získané dvě hodnoty záznamu z obou polovin pixelů snímače představují značně důležité informace, protože se může stát, že část světla bude objektem pohlcena a do senzoru se tedy nedostane stejné množství, jaké bylo vysláno. Z toho důvodu neporovnává senzor přesný počet fotonů, ale jejich poměr.

Samozřejmě se může stát, že vzdálenost, kterou musí světlo laseru urazit, bude velká do té míry, že fotony dorazí se zpožděním tak značným, že první polovina pixelů snímače je už znovu zapnutá. Budou tudíž na cestě celou dobu, co byla zapnutá druhá polovina pixelů snímače, a dorazí až v momentě, kdy je znovu zapnutá první polovina snímače (viz Obrázek 4-7 třetí řada červených obdélníků). Tímto vznikne nejednoznačnost, s níž si senzor poradí tím způsobem, že prodlouží dobu, kdy je první i druhá polovina pixelů snímače zapnutá. Tím světlo získá víc času, aby se stihlo vrátit nejpozději do doby, než bude vypnuta druhá polovina pixelů snímače. Toto ale znamená, že bude složitější detekovat drobné změny v časech cesty fotonů.

Kinect 2.0 používá dvě měření. Nejprve provede měření v nízkém rozlišení a s tak dlouhým časem, kdy jsou obě poloviny pixelů snímače zapnuty, aby se dalo předpokládat, že nedojde k žádným nejednoznačnostem. Druhé měření pak provede s vysokou přesností a krátkým časem. První měření se použije pro odstranění nejednoznačností. Tato metoda je samozřejmě ovlivněna tím, jak rychle senzor pracuje. V případě požadavku na vyšší přesnost je možné přidat další měření pro odstranění nejednoznačnosti. [12]

Senzor má navíc vestavěnou funkci na odfiltrování okolního světla. Každý pixel snímače samostatně detekuje, zda není přesvícen příchozím okolním světlem, a pokud ano, resetuje se během snímání. Starší verze Kinect 1.0 takovou schopnost neměla, a proto bylo jeho použití omezené. Bylo například zcela použít starší senzor v místě, kam dopadalo sluneční záření. [12]

4.6 Proces rozpoznání člověka

Technologie popsaná v kapitole 4.5, je nesmírně zajímavá, ale jedná se „pouze“ o snímání vzdálenosti objektů od senzoru Kinect. Co dělá Kinect opravdu zajímavým je jeho software, který dává smysl tomu, co je senzor schopný rozpoznat, a dál se získanými informacemi pracuje. Senzor sám o sobě dokáže pouze sejmut výškovou mapu scény, která se před ním nachází. Teprve software pak z těchto dat dokáže rozpoznat například klouby člověka.

V momentě zapnutí, senzor Kinect naskenuje prostor v zorném poli a nakonfiguruje si prostor, ve kterém se bude osoba pohybovat. Následně Kinect detekuje osoby v zorném poli. Na každé z nich zjistí 48bodů (kloubů), které si mapuje na digitální reprezentaci osoby, a to včetně její skeletální struktury a detailu obličeje. [11]

Kinect používá samoučící mechanismus (konkrétně algoritmus vyvinutý Jamiem Shottonem – výzkumným pracovníkem ve společnosti Microsoft). Proto, aby se mohl učící algoritmus spustit, museli vývojáři senzoru Kinect nashromáždit obrovské množství dat získané snímáním pohybu lidí v běžných situacích. Díky tomu pak byli vývojáři schopni mapovat tato data na modely, které reprezentovaly osoby různých věkových skupin, různého pohlaví, různých tělesných proporcí a v různém oblečení. S těmito daty byli vývojáři schopni naučit systém rozeznat pohyby skeletu každého modelu, zvýraznit jeho klouby a vzdálenosti mezi klouby. [11]

Software senzoru Kinect je dokonce schopný rozlišit pohyby lidí částečně zakrytých nějakou překážkou. Kinect extrapoluje zbytek těla z informací, které zakryté nejsou. Díky tomu mohou lidé před senzorem například vstoupit před někoho jiného nebo stát za nábytkem.

4.6.1 Proces mapování skeletu na člověka

Výpočetní proces, který musí senzor Kinect provést, aby mohl zobrazit klouby člověka a celý skelet, se skládá z několika kroků [15]:

1. Jakmile se postaví osoba před Kinect, senzor zjistí vzdálenosti k různým bodům na těle člověka. Z takto získaných bodů se poskládá celý povrch člověka.
2. Dalším krokem je zjištění, o kterou jednotlivou část těla se jedná. To se dělá na základě zkušenosti s pozicemi těla, jež vývojáři nasníмали z pohybů běžných lidí. Vytvořili si tak databázi, vůči které senzor porovnává. Senzor tak zjistí, která část nasnímaných bodů patří například k levé ruce nebo hlavě apod.
3. Dále senzor Kinect na základě pravděpodobnosti určí, jaká kosterní struktura by mohla patřit právě nasnímaným částem těla. V podstatě si na nasnímané tělo promítne mnoho možných skeletů a nakonec se rozhodne pro jeden nejpravděpodobnější. Toto rozhodnutí je částečně založené na zkušenosti získané z nasnímaných těl a částečně na kinetických modelech vložených vývojáři
4. Poté, co se senzor rozhodne, že má dostatečnou přesnost na postačujícím množství částí těla, zobrazí tento skelet. S tím následně pracují další aplikace (například ve hře se tak může zformovat podobizna hráče).

5. Všechny předchozí kroky opakuje senzor znovu 30x za sekundu. Všechny kroky mu zaberou několik milisekund, stále zůstává dostatek času na jiné operace.

4.7 Využití senzoru Kinect v medicíně

Poté, co byl senzor Kinect vytvořen, si někteří vývojáři uvědomili, že zařízení by mohlo být využitelné i v jiných oblastech a že má vyšší potenciál, než být pouze ovladačem pro hry. Na Internetu je možné nalézt různá využití senzoru Kinect v různých odvětvích. Výzkumné společnosti, firmy, ale i domácí kutilové začali pro senzor vytvářet různé aplikace, od bezkontaktního ovládání systémů přes virtuální zkušebnu oděvů. Nejpodstatnější je však jeho uplatnění v oblasti medicíny, v níž je v současné době využití senzoru Kinect poměrně široké. Podrobněji jsou tyto aplikace popsány v již zmiňovaném projektu, který byl zpracován před diplomovou prací.

Vzhledem k obsahu a zaměření práce je podstatné právě využití senzoru Kinect v oblasti medicíny, proto bude prostor dále věnován medicínským aplikacím Kinectu. Aplikací a využití senzoru je větší počet, proto bude uvedeno jen několik vybraných zajímavých řešení.

1. **Reflexion Health** – Program, který využívá senzor Kinect pro rehabilitaci. Nabízí uživateli sadu rehabilitačních cvičení a kontroluje jejich správné provádění. Nahrazuje přítomnost specialisty v době cvičení, zábavnou formou se snaží přivést pacienta ke cvičení a v reálném čase hlídá, zda jsou cvičení prováděna správně. [16]
2. **Home Team Therapy** – Další aplikace, která nabízí uživatelům sady cvičení, kontroluje jejich provedení, ale je více zaměřená na počty opakování v daných cvičeních než na hlídání správného provedení cviků. [17]
3. **Jintronix** – Aplikace pro fyzioterapeuty, kteří mohou díky dvěma částem aplikace sledovat své pacienty, aniž by je museli denně navštěvovat. Jedna část aplikace nabízí pacientům mnoho klinicky ověřených cvičení a druhá část sbírá data a reprezentuje je fyzioterapeutovi na jeho počítači. Takto mohou zůstat fyzioterapeut s pacientem ve spojení, aniž by se museli každý den navštěvovat. Fyzioterapeut tak získá důležitá data z průběhu rehabilitace a může se tak připravit na příští osobní návštěvu pacienta [18]
4. **Mirarehab** – Aplikace, jež nabízí pacientům sady cvičení a jež na základě jejich výsledků sestavuje individuální plány a další sady cvičení. Sleduje průběh cvičení a zobrazuje výsledky v přehledných grafech. Sledovanými parametry jsou například rychlost a přesnost provedení cviku. Zaměřuje se na pomoc pacientům po úrazech. Motivuje pacienty ke cvičení. [19]

Ve výčtech podobných aplikací a cvičebních pomůcek by se dalo pokračovat. Co ale mají všechny aplikace společné, je to, že z původně herního ovladače využitím jeho potenciálu vytvořili něco, co neslouží pouze pro zábavu, ale pomáhá lidem. Ať už je to motivaci, nebo přímo ve cvičení.

Vyhodnocení výsledků pacienta je na základě reakcí na splněné úkoly a cvičení. Tato cvičení jsou podobná, nebo plně stejná, jako se provádějí při fyzioterapii. Dokonce tato cvičení jsou navrhována fyzioterapeutem. Výsledek a postup v terapii vychází například ze sledování trajektorie, kterou ruka opisuje při cvičení, nikoliv z pozic částí těla vůči sobě nebo vůči osám.

Na závěr bude zmíněn systém Rothballer, který disponuje větším počtem možností. Pro své výpočty také používá senzor Kinect, ale v tomto případě nesnímá skelet člověka. Senzor snímá povrch těla a je napojen na další senzory, například na podložku, která dokáže změřit, jak pacient došlapuje. [20]

4.8 Omezení senzoru Kinect

Systém Kinect 1.0 podléhal značnému omezení, pokud měl snímat na slunečním světle, neboť používal infračervenou kameru pro triangulaci. Sluneční světlo má také infračervenou složku, tudíž Kinect v 1.0 na slunci není schopen snímat. Toto omezení odstranil příchod verze 2.0 (viz kapitola 4.5).

V případě této diplomové práce by právě toto omezení nehrálo roli, protože snímání bude probíhat v ordinaci lékaře. Sluneční záření tedy nepředstavuje problém, lze jej snadno odstínit.

Další omezení systému Kinect představuje fakt, že senzor Kinect nikdy nedosáhne přesnosti rentgenového vyšetření. Důvodem je, že senzor a následně software vypočítává pozici skeletu z nejpravděpodobnější pozice kloubů na těle na základě databáze obrovského množství nasnímaných lidí (jak bylo popsáno v kapitole 4.6.1).

Nicméně ani výše popsané omezení není pro tuto diplomovou práci zásadní. Přesnost měření, jaké Kinect umožňuje, je dostatečná pro využití sledování rozdílů pozic kloubků vůči sobě. Navíc není potřeba pacienta opakovaně ozařovat rentgenovým zářením. Malou nepřesnost oproti rentgenovému snímku lze tudíž bez problému tolerovat.

4.9 Možnosti Kinect pro programátora

Pokud chce programátor vyvíjet aplikaci, která využívá senzoru Kinect, není nutné opatřovat si pro práci množství pomůcek (dokonce ani senzor Kinect viz. Kapitola 6.2).

Stačí vývojové prostředí a potřebné knihovny pro práci se senzorem. Při zpracování v rámci této diplomové práce bylo využito jako vývojové prostředí Microsoft Visual Studio a jako knihovna Kinect SDK pro Windows.

Rozhodnutí, která mě k tomu vedly, jsou podrobněji popsána v předcházejícím projektu. Rozhodujícím faktorem pro výběr knihovny byl dostatek dokumentace a příkladů, na kterých bylo možné vyzkoušet, jak se s knihovnou pracuje.

4.10 Souvislost senzoru Kinect s touto prací

Schopnost senzoru Kinect snímat skelet člověka (popsané v předchozích kapitolách) je zásadní vlastností, která umožnila vznik této práce. Původní nápad externího specialisty byl, vytvořit diagnostickou pomůcku, jež zvládne nahradit jeho stávající systém sledování postupu v terapii jeho pacientů. Systém spočíval ve vyfocení pacienta u olovnice, která symbolizovala vertikální osu, vůči které se měly dlouhodobým působením terapie srovnat body na těle pacienta.

Postup získání takového obrázku obnášelo:

1. Vyfocení pacienta u olovnice
2. Práce v grafickém editoru na zvýraznění kloubů a os
3. Založení upravené fotografie do záznamů pacienta

Daný postup pochopitelně nebyl optimální. Přestože olovnice je velmi přesný nástroj, není už v dnešní době považována za moderní. Práce v grafickém editoru je poměrně zdlouhavá, navíc tak vzniká místo na nepřesnosti v umístění bodu na sledovaný kloub.

Sledování průběhu terapie spočívalo ve sledování a porovnávání starších obrázků s novými. Největší slabinou užívání této metody a celého postupu bylo to, že neposkytovala žádnou číselnou informaci. Zjištění, zda se vada na pacientově pohybovém aparátu zlepšuje, nebo zhoršuje, byla závislá pouze na vizuálním porovnání několika snímků.

Díky schopnostem senzoru Kinect je možné tento systém nahradit „modernější“ a méně pracnou variantou. Nasnímat pacientovo tělo senzor Kinect umí, stejně jako zjistit pozici jeho

kloubů. Velice dobře zvládne promítnout skelet na tělo pacienta, problémem není ani následné vytvoření obrazového materiálu, který lze poté založit.

V rámci této diplomové práce nakonec byla vytvořena aplikace, která dokáže vše výše uvedené provést, a to mnohem pohodlnější formou. Podstatné je i to, že dokáže uchovávat data z dřívějších vyšetření a vzájemně je mezi sebou porovnávat.

Výhodu představuje také to, že je možné změnit sledované údaje. Například pokud původní metodou, využívající olovnice a grafického editoru, byla u pacienta sledována vada na koleni, bylo možné v historii vyhledat pouze údaje o koleni. Nová metoda díky aplikaci dovede nabídnout sledování libovolné části těla z předcházejících vyšetření a porovnání této části těla vůči jiné části těla, případně vůči referenční ose, kterou lze promítnout na jakoukoliv část těla. Tyto údaje je následně možné zpracovat přehledně ve formě grafů, na kterých je vidět podle zakřivení osy hodnot, zda se vada na pacientově těle zhoršuje, nebo zlepšuje.

V následujících kapitolách bude popsán způsob, jakým aplikace vznikala, budou nastíněny použité postupy a vysvětlena vnitřní logika aplikace.

5 Vývoj aplikace

5.1 Pochopení problému

Prvním krokem při vývoji aplikace představovalo samotné pochopení problému. Bylo potřeba sezení s externím specialistou, jehož nápad všechno odstartoval, při němž byly naformulovány požadavky na nový systém (viz. kapitola 5.3), vycházející z potřeby nahradit původní, již nedostatečně vyhovující systém (viz. kapitola 0).

Jakmile byl problém vysvětlen, bylo potřeba začít připravovat podmínky pro vytvoření testovací aplikace, což znamenalo zejména připravit počítač do stavu, ve kterém bude možné na něm požadovanou aplikaci vyvíjet.

5.2 Příprava vývojové platformy

Na základě rozhodnutí, že pro práci bude využito senzoru Kinect 2.0 a knihovna SDK pro Windows, bylo nutné zajistit počítač, na kterém je nainstalován operační systém Windows 8, protože knihovna SDK pro Windows na starší verzi nefungovala.

Rovněž bylo potřeba nainstalovat potřebné ovladače pro samotný senzor Kinect 2.0, které jsou volně dostupné ke stažení a jejichž instalace je snadná. Nezbytnou nutností je, aby na vývojovém počítači byl USB port verze 3.0., neboť senzor Kinect 2.0 pracuje s obrovským množstvím dat, která putují mezi senzorem a počítačem.

Následným krokem byla instalace programu Kinect Studio verze 2.0. Z jakého důvodu tak bylo učiněno, bude postupně vysvětleno v (kapitole 6.1).

Ve chvíli, kdy se podařilo platformu připravit, mohlo se začít s návrhem aplikace. To spočívalo v rozpisu požadovaných funkcí a rozkreslení budoucího uživatelského rozhraní.

5.3 Požadované funkce aplikace

Seznam funkcí, které musí aplikace splňovat, nebyl dlouhý, nicméně je třeba uvědomit si, že každý ze zmiňovaných bodů za sebou má složitou vnitřní logiku a větví se do několika dalších bodů.

Požadované funkce:

- Nahrávání videa ze senzoru Kinect pro pozdější získání hodnot
- Přehrávání videí získaných ze senzoru Kinect
- Zobrazení informací o pacientovi během vyšetření
- Porovnání kloubů pacienta s referenční vertikální osou
- Ukládání a prohlížení historie vyšetření
- Možnost pořízení snímku z vyšetření

6 Funkce aplikace

6.1 Nahrávání videa ze senzoru Kinect

Jedním z požadavků na Aplikaci bylo nahrávání a přehrávání videa ze senzoru Kinect tak, aby bylo možné například nahrát pacienta v jeho domácím prostředí a záznam později přehrát v ordinaci lékaře.

V souvislosti s tím však vyvstalo několik problémů. Prvním z nich bylo množství dat, která senzor Kinect ukládá. V dnešní době se samozřejmě lze opřít o vysoce kapacitní disky a rychlé přenosové linky. Nicméně obtíž zůstávala v tom, že nebylo možné tuto vlastnost do aplikace zakomponovat. Podařilo se pouze získat záznam, jenž trval 14 sekund, větší množství dat nebylo možné pomocí SDK zpracovat. Se stejným problémem se potýkala řada dalších programátorů, kteří se snažili naprogramovat ukládání dat ze senzoru Kinect do souboru. Každý, s kým byl problém probírán, nakonec doporučil použití Kinect Studio v2.0.

Jedná se o program, který sám Microsoft poskytuje svým uživatelům pro nahrávání a přehrávání videí ze senzoru Kinect. Program je vysoce sofistikovaný, uživatelům dovoluje nahrávat videa tím způsobem, že si vyberou, co všechno má senzor zaznamenávat - mohou například vypnout infračervený proud dat nebo zvuk, pokud jej nepotřebují.

Programátorům dovoluje tato aplikace vyvíjet za použití nahraných videí. Těto vlastnosti bylo při zpracovávání diplomové práce hojně využíváno, neboť bylo během vývoje velmi pohodlné spustit proud videa, aniž by bylo potřeba pohybovat se před senzorem. Díky tomu vlastně vývojář ani nepotřebuje mít senzor. Také je možné si připravit přesně videa, která obsahují sadu pohybů, a na ně se zaměřit. Jak je patrné, Kinect Studio v2.0 usnadňuje vývoj a má řadu užitečných funkcí, kterých by podobná aplikace vyvinutá pro potřeby této práce nikdy nemohla dosáhnout.

Jednou z efektivních funkcí Kinect studia v2.0 je, že uživatel může stisknutím jediného tlačítka zvolit zdroj, z něhož budou čerpána data. Může tedy vybrat, zda chce, aby jakákoliv aplikace brala data buď ze senzoru, připojeném v USB, nebo z nahraného videa. Tím pádem i při vývoji neřeší programátor rozdíl mezi tím, jestli data přicházejí ze senzoru, nebo jestli přicházejí z videa nahraného dříve.

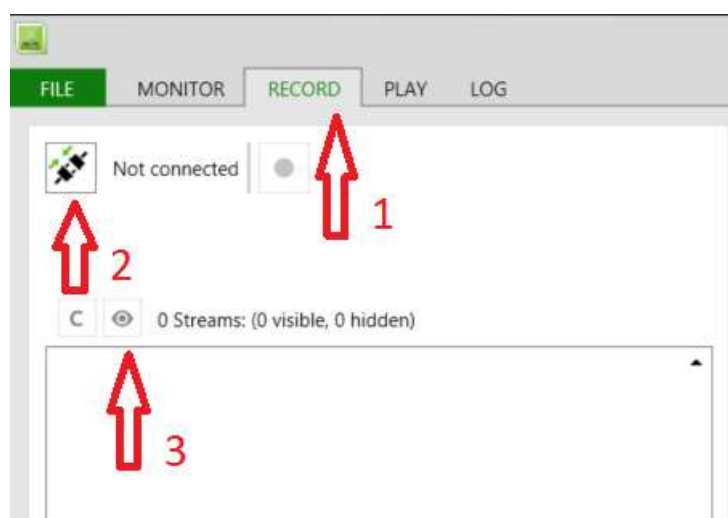
Z toho důvodu bylo rozhodnuto, že na přehrávání a nahrávání videí ze senzoru Kinect bude použito právě této aplikace.

Výběr nahrávání a přehrávání pomocí programu Kinect Studio v2.0 má jednu obrovskou výhodu. Není potřeba instalovat Aplikaci, která je součástí této diplomové práce, na počítač, který bude provádět nahrávání. Kinect Studio v2.0 je volně dostupné z Windows Store. Jeho instalace je velmi jednoduchá, může ji provést kdokoli, není nijak závislá na Aplikaci diplomové práce. Sama instalace také zkontroluje, zda jsou k dispozici všechny potřebné podmínky, aby mohla fungovat, a bez problémů se spustí. Instalace Kinect studia v2.0 je pohodlná a bezproblémová. Nepotřebuje, na rozdíl od Aplikace diplomové práce, žádné další knihovny. Uživatel, který bude nahrávání provádět, pouze musí vědět, jaké parametry nastavit, aby nahraný soubor obsahoval všechna potřebná data. Z nich posléze Aplikace, která je součástí této diplomové práce, uloží data pro sledování historie změn pohybového aparátu pacienta.

6.1.1 Nastavení pro nahrávání aplikace Kinect Studio v2.0

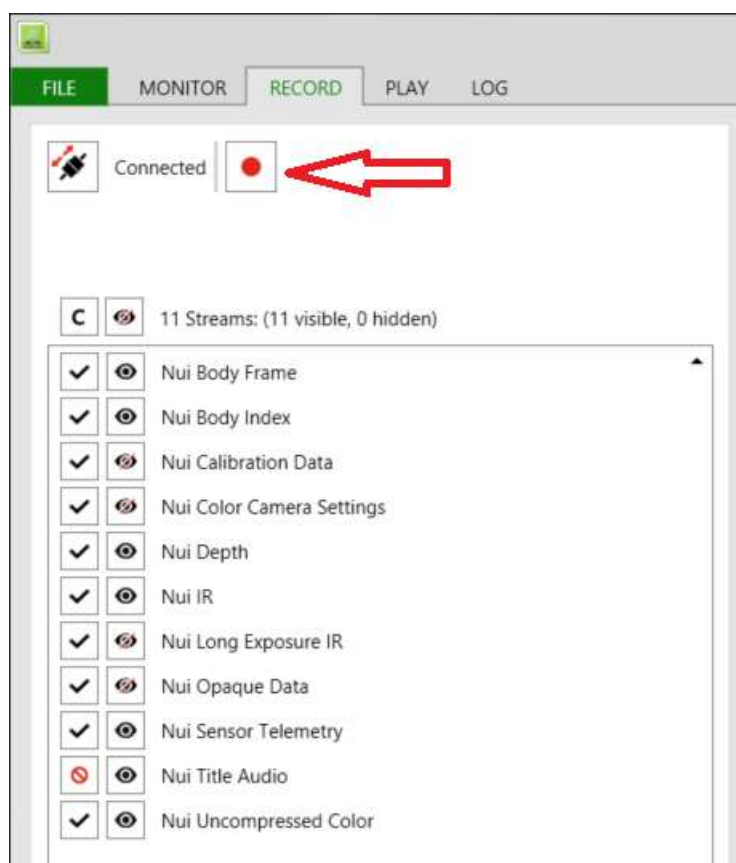
Po spuštění aplikace Kinect Studio v2.0 se objeví okno aplikace, které má v levém horním rohu menu. Pro nahrávání se stačí přepnout na panel s názvem „RECORD“ (viz Obrázek 6-1, bod 1). Následně je třeba stisknout tlačítko pro připojení k senzoru (viz Obrázek 6-1, bod 2.) a nakonec zobrazit všechny proudy dat, které může senzor nahrávat (viz Obrázek 6-1, bod 3.).

Obrázek 6-1 Panel pro nahrávání



Poté se zobrazí všechny proudy dat, jež jsou k dispozici. Je potřeba vybrat proudy tak, jak je zobrazeno na obrázku (Obrázek 6-2). Pak již stačí jen stisknout tlačítko pro nahrávání a senzor začne nahrávat vše, co vidí před sebou, včetně všech dat potřebných k indexaci postavy.

Obrázek 6-2 Nastavení proudů dat pro nahrávání



Po ukončení nahrávání se uživatel nemusí o nic starat, stačí, aby stisknul opět tlačítko pro nahrávání, tím se nahrávání vypne a program automaticky uloží soubor ve formátu:

YYYYMMDD_HHMMSS_00.xef.

Soubor je vytvořen automaticky, uživatel nemůže zvolit jeho jméno. Pokud by však přesto bylo potřeba jméno změnit, lze to udělat po skončení programu, a to pomocí funkce přejmenování souboru v operačním systému.

Jak je vidět, proces nahrávání je velmi jednoduchý. Po instalaci aplikace Kinect Studio v2.0 jej zvládne běžný uživatel bez jakýchkoliv problémů.

6.1.2 Nastavení senzoru pro nahrávání dat

Detailní popis nastavení senzoru pro nahrávání dat pro pozdější přehrání, včetně nákresu pozic je uveden v kapitole 0.

6.2 Přehrávání videí získaných ze senzoru Kinect

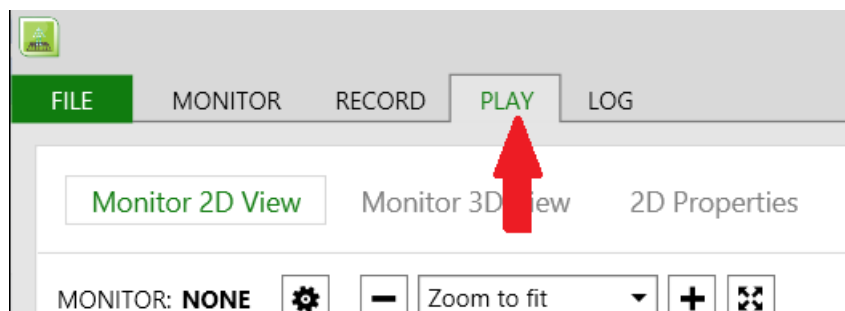
Stejně jako nahrávání, je i přehrávání řešeno s pomocí aplikace Kinect Studio v2.0. Aplikace diplomové práce se nezabývá tím, jestli data přebírá přímo ze senzoru Kinect, nebo jestli jsou přehrávány z dříve nahraného videa. Aplikace pouze měří a zapisuje potřebné údaje.

Stejně jako by byl pacient v ordinaci, kde mu lékař řekne, jak se má před senzorem pohybovat, lze i v případě nahrávání v domácím prostředí pacienta instruovat, aby se mohla nahrát potřebná pozice těla. Vzniklé video se uloží do souboru (viz kapitola 0).

Pro přehrání je nejprve nutné otevřít soubor s videem (Přesný postup bude popsán v uživatelské příručce). Po otevření se uživateli otevře řada potenciálních možností, protože Kinect Studio v2.0 je velice sofistikovaný nástroj. Pro správné přehrání všech potřebných dat ale stačí učinit pouze několik kroků.

Nejprve je nutné přepnout do panelu pro přehrávání (měl by se spustit automaticky při výběru souboru pro přehrání, viz. Obrázek 6-3)

Obrázek 6-3 Přepnutí panelu pro přehrávání



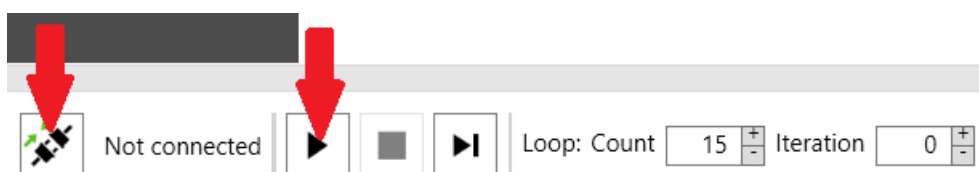
Následně je - stejně jako u nahrávání - potřeba vybrat datové proudy, které se mají přehrát. Kliknutím na ikonu škrtnutého oka se zobrazí možnosti výběru datových proudů (viz Obrázek 6-4).

Obrázek 6-4 Nastavení přehrávaných proudů dat



Ve výběru datových proudů se nastaví klikáním na ikonu přeškrtnutého oka proudy, které nemá program přehrávat. Nakonec je třeba kliknout na tlačítko spojení a tlačítko pro přehrávání.

Obrázek 6-5 Propojení programu Kinect Studio v2.0 s Aplikací a spuštění videa



Po spojení a spuštění dojde k tomu, že program Kinect Studio v2.0 převezme kontrolu nad proudem dat ze senzoru Kinect. Pokud před senzorem stojí člověk a zobrazoval se na obrazovce, v momentě spojení a spuštění Kinect Studia se tento obraz nahradí obrazem, který přehrává Kinect Studio. Po odpojení se opět obnoví proud videa ze senzoru Kinect.

Tato vlastnost je velice užitečná pro programátory, protože je možné pořídit testovací videa kdekoli a následně na nich vyvíjet aplikace. Vede to k obrovské úspoře času a razantnímu urychlení vývoje.

Navíc, jak je patrné z obrázku (Ve výběru datových proudů se nastaví klikáním na ikonu přeškrtnutého oka proudy, které nemá program přehrávat. Nakonec je třeba kliknout na tlačítko spojení a tlačítko pro přehrávání.

Obrázek 6-5), lze video ještě zastavit a nastavit počet iterací, nebo počet opakování. Programátorovi nebo samozřejmě vyšetřujícímu lékaři je umožněno nastavit videu příkaz, aby se stále opakovalo, díky čemuž může opakovaně prohlížet sekci videa, na kterou se potřebuje zaměřit. U programátora to může být stav, ve kterém vyvíjená aplikace hlásí výjimku, u vyšetřujícího lékaře to může být v případě, kdy se potřebuje zaměřit na problematický pohyb pacienta.

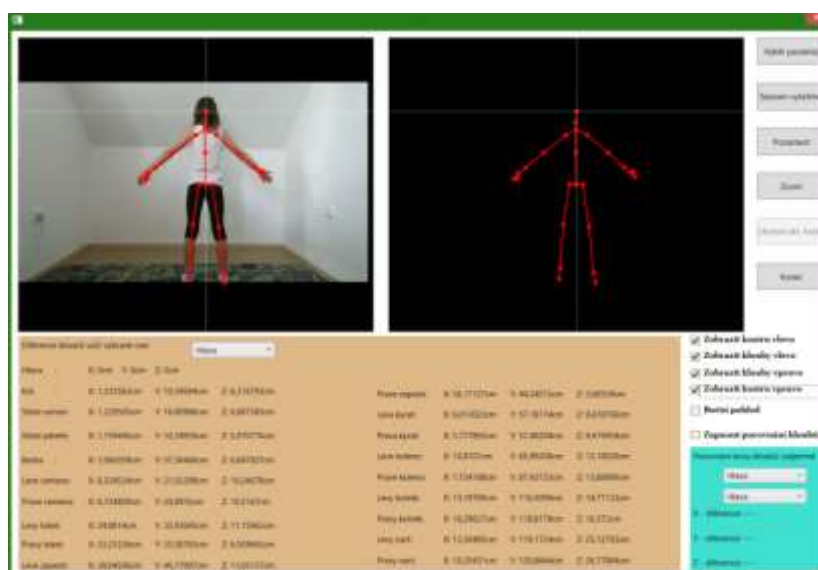
Program nabízí i další užitečné funkce, jako například možnost spuštění pouze určitého úseku videa, ale tyto funkce budou popsány až v uživatelské příručce.

6.3 Zobrazení informací o pacientovi během vyšetření

Zobrazení informací během vyšetření je podstatná funkce Aplikace. Nejde jen o to, aby vyšetřující lékař viděl v Aplikaci, zda pacient stojí správně a mohl tak provést měření, ale musí také zároveň vidět, jaké hodnoty mu senzor posílá.

Zobrazení potřebných dat je v Aplikaci vyřešeno několika náhledovými okny. V prvním okně je vidět pacient prostřednictvím kamery, to znamená, že vyšetřující lékař vidí postavu pacienta a může ho tak slovními pokyny nebo přímou interakcí dostat do požadované polohy. V případě přímé interakce se najednou před senzorem objeví více osob, ale Aplikace je na to připravená a snímá pouze prvního člověka, který se před senzor postaví. Je tedy nutné, aby první osoba, která se před senzorem objeví, byl pacient. Pokud by se před senzorem jako první objevil vyšetřující lékař, senzor by začal měřit jeho údaje, což by mohlo vést ke zkreslení pacientových dat.

Obrázek 6-6 Hlavní zobrazení Aplikace



Pro zobrazení pacienta a pro všechny další výpočty je potřeba, aby program přijal obrázek. Obrázek je možné buď nasnímat ze senzoru, nebo z uloženého videa. Jak už bylo řečeno v kapitole 0. Aplikaci je jedno odkud obrázek přijme, chová se k němu stejně.

Aplikace aby mohla vypočítávat potřebná data, musí snímat pomocí všech senzorů (kromě zvuku, ten zde není potřeba). Pokud stojí člověk před senzorem, Aplikace si sama ohlídá, aby ze senzoru přicházelo vše, co je pro výpočet nezbytné. Pokud je snímek z nahraného videa, které bylo pořízeno s nastavením popsaným v kapitole (6.1.1), vše bude fungovat bez problémů. Pouze pokud nebyl dodržen postup z kapitoly (6.1.1), pak by se mohlo stát, že aplikace nějaké informace nebude schopná zobrazit

Druhy snímků jsou:

- DepthFrameReference – snímek hloubkového senzoru
- InfraredFrameReference – snímek infračerveného senzoru
- ColorFrameReference – snímek barevné kamery
- BodyFrameReference – snímek skeletu člověka (který je vypočítáván z předchozích tří zdrojů snímku)

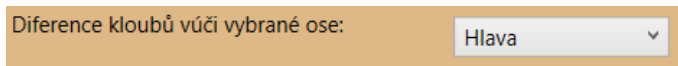
V momentě přijmutí snímku začne Aplikace snímek zpracovávat a informaci z barevné kamery hned zobrazí uživateli v prvním okně Aplikace. Díky tomuto zobrazení může uživatel postavit pacienta do požadované polohy, kterou kontroluje v tomto náhledovém okně. Informace z barevné kamery slouží pouze pro zobrazení pacienta uživateli, nebo pro zvětšený náhled pro uživatele (zoom), pokud by náhledové okno nebylo dostatečně podrobné.

V Aplikaci se s příchodem obrázku spustí mnoho dalších výpočtů, o kterých uživatel ani nemá tušení, ale jsou nezbytné pro chod dalších funkcí aplikace. Obrázky snímá senzor frekvencí 30 snímků za sekundu a veškerá vnitřní logika se stejnou frekvencí přepočítává i ostatní data. Jak se toto děje, bude popsáno v dalších kapitolách.

6.4 Porovnání kloubů pacienta s referenční vertikální osou

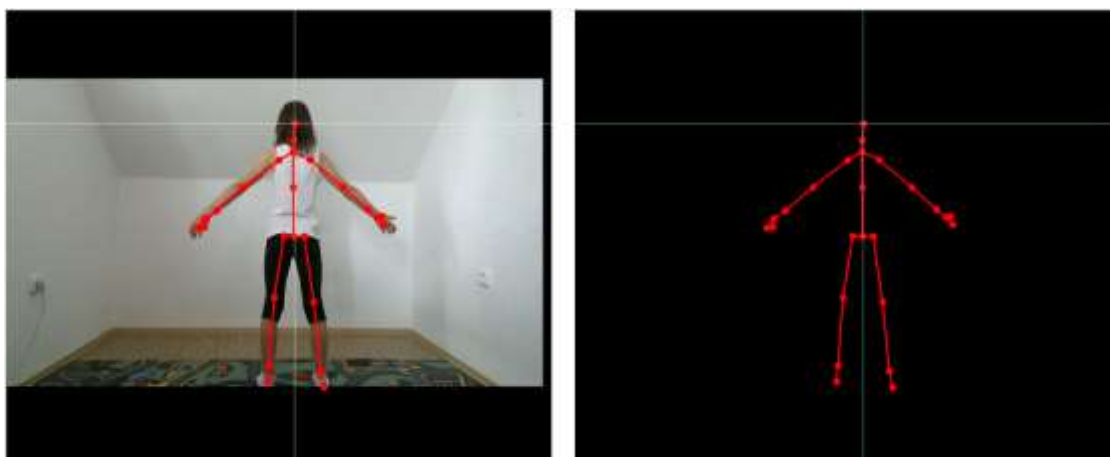
Stávající systém využívající olovnici vycházel pouze ze srovnání s vertikální osou. Využití nového systému dovoluje zobrazit a porovnávat zároveň nejen s vertikální osou, ale i s horizontální osou, proto osa olovnice byla v systému aplikace nahrazena zobrazením kříže, který zobrazuje zároveň vertikální i horizontální osu. Polohu středu kříže si volí uživatel a dále je v dokumentu označován jako referenční osa.

Obrázek 6-7 Výběr referenční osy



Proto, aby program mohl porovnávat klouby s referenční osou, musí nejprve znát pozici všech kloubů na těle sledovaného pacienta.

Obrázek 6-8 Náhledová okna



K načtení pozice kloubů pacienta dojde v momentě, kdy Aplikace přijme snímek. Součástí tohoto snímku, jak už bylo uvedeno, nejsou jen obrazová data, ale i data z ostatních čidel senzoru. Z těchto dat jsou získané pozice kloubů, které jsou dostupné pro programátora jako pole objektů. Každý kloub je reprezentován souřadnicí v trojrozměrném prostoru, tedy třemi desetinnými čísly.

Při porovnávání kloubů s referenční osou, kterou v dřívějším systému reprezentovala olovnice, je pozice každého kloubu porovnána vůči této ose a to pro všechny tři souřadnice každého kloubu. Je vypočtena diference souřadnice X, Y a Z každého kloubu, vůči souřadnicím X, Y a Z referenční osy. Jakmile jsou všechny diference vypočítány, je zobrazena diference pro každou osu zvlášť uživateli.

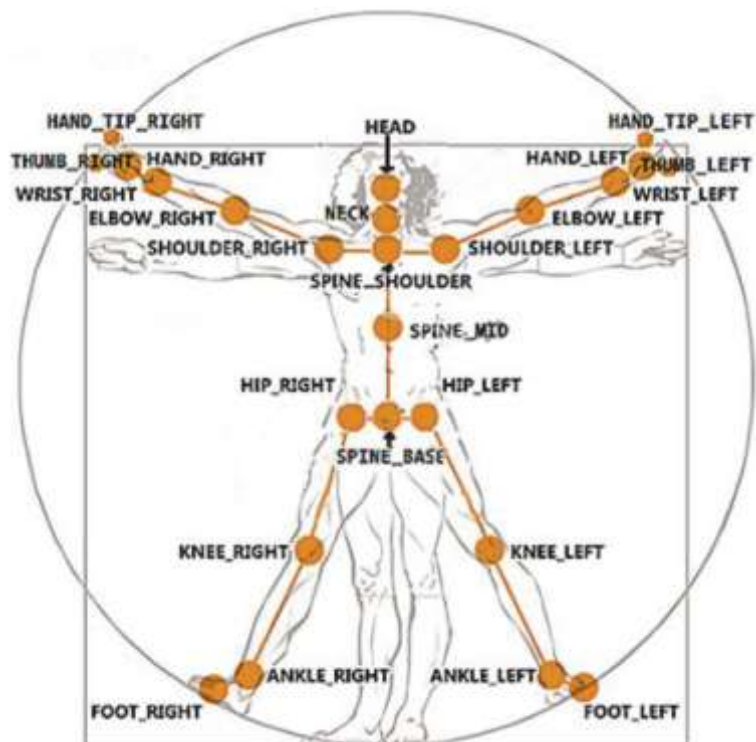
Obrázek 6-9 Zobrazení diferencí vůči ose

Krk :	X: 1,232583cm	Y: 10,39694cm	Z: 6,316793cm
Střed ramen:	X: 1,229505cm	Y: 16,00986cm	Z: 6,067383cm
Střed páteře:	X: 1,159445cm	Y: 33,34926cm	Z: 5,970776cm
Bedra :	X: 1,066359cm	Y: 57,36466cm	Z: 6,647837cm
Leve rameno:	X: 8,324534cm	Y: 21,02298cm	Z: 10,24678cm
Prave rameno:	X: 6,734809cm	Y: 20,8935cm	Z: 10,5167cm
Levy loket:	X: 24,8814cm	Y: 33,93645cm	Z: 11,15962cm
Pravy loket:	X: 23,23226cm	Y: 33,58783cm	Z: 6,509662cm
Leve zápěstí:	X: 38,04596cm	Y: 45,17007cm	Z: 11,65137cm

Všechny klouby, které je systém schopný rozpoznat jsou (viz Obrázek 6-10):

- Bederní část páteře
- Střed páteře
- Krk
- Hlava
- Levé rameno
- Levý loket
- Levé zápěstí
- Pravá ruka
- Pravé rameno
- Pravý loket
- Pravé zápěstí
- Pravá ruka
- Levá kyčel
- Levé koleno
- Levý kotník
- Levá noha
- Pravá kyčel
- Pravé koleno
- Pravý kotník

Obrázek 6-10 Klouby, snímané senzorem Kinect [24]



- Pravá noha
- Střed ramen
- Konec levé ruky (špičky prstů levé ruky)
- Levý palec na ruce
- Konec pravé ruky (špičky prstů pravé ruky)
- Pravý palec na ruce

Aplikace se zabývá především pohybovým aparátem a opěrným systémem těla, proto body, jako špička prstů na ruce, palec ruky jsou ignorovány, protože nejsou pro opěrný systém důležité. Technicky vzato je stejná věc u loktů a zápěstí, ale ty byly prozatím v Aplikaci ponechány. Aplikace tedy pracuje s devatenácti body na těle sledované osoby.

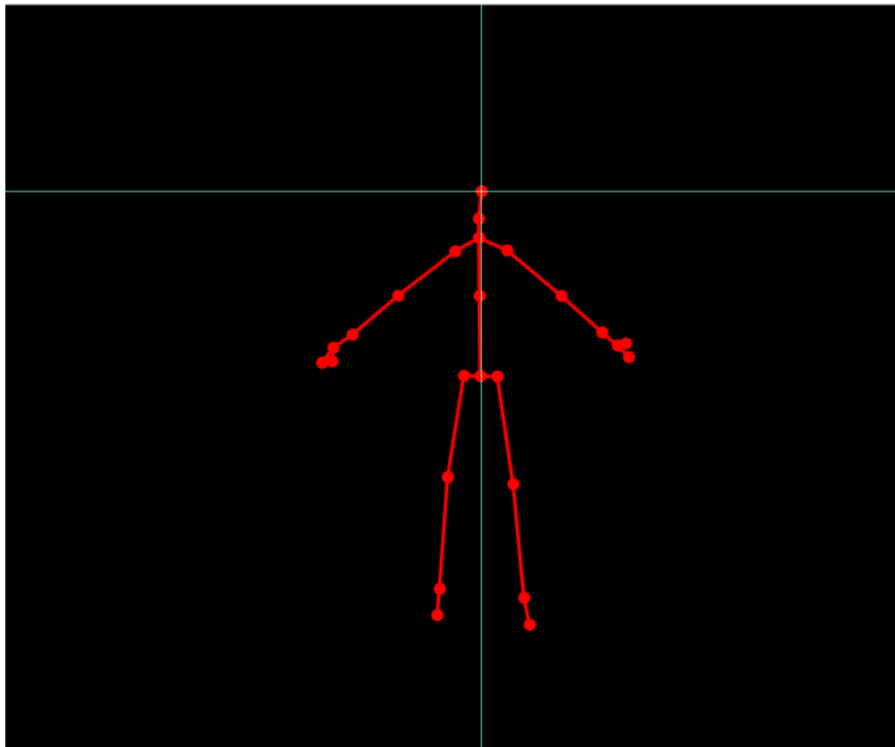
Uživatel má možnost vybrat si, kterým kloubem chce, aby referenční osa procházela. Toto dřívější systém, využívající olovnici nedovoloval. Stačí, aby z kontextového menu vybral příslušný kloub, a Aplikace okamžitě přepočítá difference všech kloubů vůči nově vybrané ose. Tuto osu, společně se skeletem pacienta zobrazí Aplikace v zobrazovacím okně, společně s osou. Uživatel Aplikace tak má k dispozici vizuální porovnání vůči ose a ještě číselné hodnoty, které udávají diferencii kloubu vůči referenční ose (a to ve všech třech souřadnicích).

Navíc byla do Aplikace přidána možnost porovnat vůči sobě dva libovolné klouby. Uživatel si vybere dva klouby ve dvou kontextových menu a Aplikace porovná tyto dva klouby vůči sobě (nezávisle na výběru referenční osy).

Pacienta ale nestačí vyšetřit pouze v pohledu zepředu, nebo zezadu. Někdy je potřeba zjistit, zda je osa páteře rovná i při pohledu z boku. V takovém případě uživatel Aplikace přepne přepínač pohledu z boku a Aplikace přestane zobrazovat skelet na rukou, ramenech a jedné noze (aby se vzájemně nepřekrýval skelet s končetinami a náhledový obrázek byl přehlednější).

Přehlednost byla klíčovým faktorem při návrhu Aplikace a právě z toho důvodu bylo přidáno ještě jedno náhledové okno, ve kterém si uživatel může zobrazit pouze data o skeletu a samozřejmě osy. V tomto náhledovém okně totiž není zobrazován datový proud z barevné kamery a tím pádem je vidět pouze skelet, který je v případě, že si to uživatel přál, zobrazen společně s referenční osou, nebo s osami porovnávaných kloubů na jednobarevném pozadí. Tato vlastnost je výborná v tom, že i na malém náhledovém okně jsou velmi dobře vidět difference mezi osami.

Obrázek 6-11 Zobrazení odseparovaného skeletu od pozadí



Uživatel má tedy k dispozici na hlavní obrazovce informace vizuální a číselné. Může si prohlížet vady pohybového aparátu pacienta přímo na jeho těle, pokud si nechá zobrazit jeho skelet, nebo je může prohlížet pouze na skeletu, který je odseparován od pacienta i pozadí místnosti, ve které byl pacient snímán. Může si také prohlížet difference mezi klouby a osou nebo difference mezi dvěma klouby navzájem. Pokud by náhodou ani toto nebylo dostačující, byla do Aplikace přidána ještě jedna možnost, která plně využívá rozlišení barevné kamery (1920x1080 pixelů). Jedná se o možnost zvětšení (zoom) kdy se uživateli otevře nové okno, do kterého aplikace vykreslí barevný snímek v plném rozlišení a na něm zobrazí osy, které si uživatel nastavil. V tuto chvíli může uživatel sledovat vady pohybového aparátu pacienta v plném rozlišení ve velkém okně, kde je patrný sebemenší detail.

Při zvětšení jsou tímto oknem překryty číselné údaje a celá zobrazovací plocha je využita pro vizuální zkoumání pacienta. V tomto zobrazení je uživateli dovoleno pořídít snímek obrazovky a uložit jej jako obrázek (v rozlišení 1920x1080 pixelů).

Díky této funkci Aplikace plně nahrazuje stávající systém používající olovnici a fotoaparát a ještě uživateli nabízí další užitečné funkce.

6.5 Ukládání a prohlížení historie vyšetření

6.5.1 Ukládání

Ukládání vyšetření souvisí se zobrazením pacienta. Protože se pacient před kamerou pohybuje, nabízely se dvě možnosti řešení.

První možnost byla sledovat jeho pohyb v časovém intervalu a z naměřených hodnot potom vypočítat průměr. Takový způsob měření by ale byl velice nepřesný a jediná jeho výhoda by byla, že uživatel Aplikace by měl trochu snazší ovládání.

Druhá možnost se nabízela taková, že jakmile uživatel Aplikace nastaví pacienta to potřebné sledované polohy, zastaví přijímací proud dat a pokud je se snímkem, který se mu objeví na monitoru spokojen, uloží data o pacientovi do databáze. Tato metoda sice požaduje po uživateli Aplikace, aby ve vhodný moment zastavil snímání, ale to je vyváženo její přesností.

Zvolená metoda byla, že jakmile je vyšetřující spokojen s pozicí pacienta před snímačem, stiskne tlačítko a pokud vyhodnotí pozici pacienta jako správnou, stisknutím dalšího tlačítka uloží data do databáze. Další výhodou tohoto řešení je fakt, že pacient nemusí být vždy vyšetřován přímo, ale může být vyhodnocováno uložené video. Tím pádem vyšetřující nemá možnost ovlivnit pozici pacienta před snímačem, a pokud by byla použita metoda první, mohlo by vést měření k naprosto nesmyslným hodnotám.

Informace ukládané do databáze jsou: Datum měření a pozice všech kloubů na těle pacienta, tzn. souřadnice X, Y a Z všech devatenácti kloubů, které Aplikace sleduje.

Pozice kloubů je potřeba svázat s pacientem, aby bylo následně možné sledovat jeho změny. Vyšetřující to provede tak, že vyvolá nabídku pro výběr pacienta, ve které má možnost vybrat pacienta, který již byl vyšetřován a je už zaveden v databázi, nebo vytvořit pacienta nového, pokud ještě vyšetřován nebyl.

Osobní údaje, které jsou o pacientovi ukládány, jsou pouze základní identifikační:

- Jméno
- Příjmení
- Datum narození

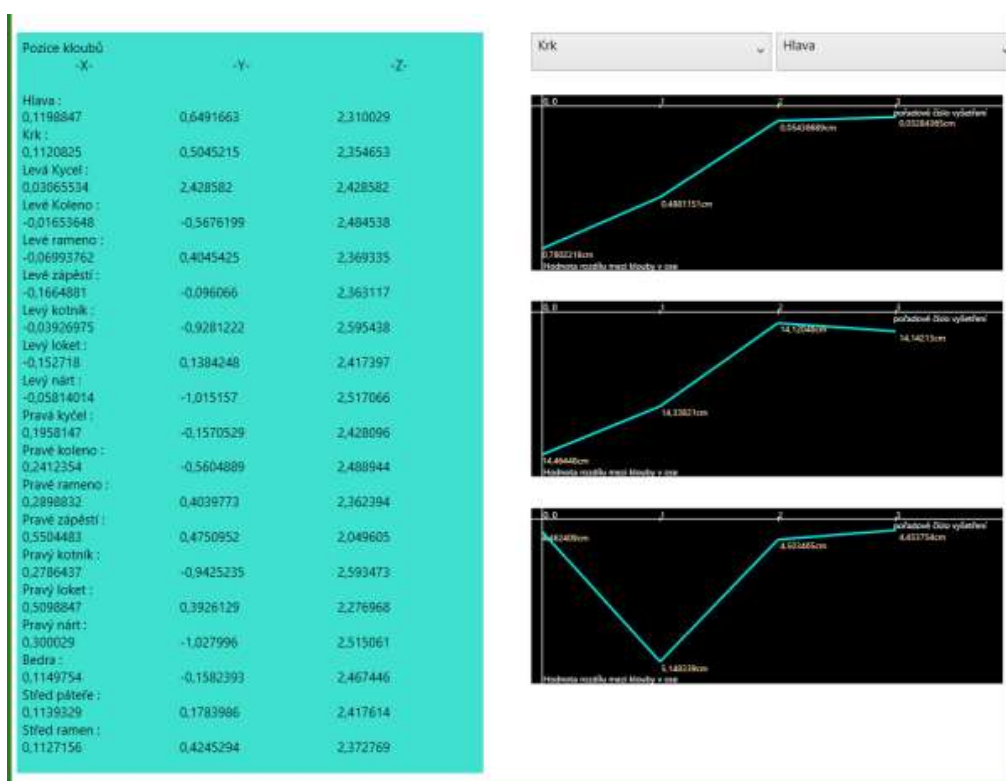
Tyto údaje, přestože je jich málo, stačí pro jednoznačnou identifikaci pacienta v ordinaci. Ostatní údaje, jako je rodné číslo, zdravotní pojišťovna atd. jsou v ordinaci uloženy v databázi lékařské, společně s historií pacientovy léčby.

Databáze, do které jsou data ukládána, je velice jednoduchá, skládá se pouze ze dvou tabulek, přesto ale obsahuje všechna potřebná data pro jednoznačnou identifikaci pacienta a informace ze všech jeho vyšetření. Z údajů v databázi je možné prohlížet rozdíly mezi jednotlivými měřeními od začátku terapie.

6.5.2 Prohlížení historie vyšetření

Jakmile je u pacienta provedeno alespoň jedno měření a uloženo do databáze, může vyšetřující prohlížet historii vyšetření. Stačí, aby vybral pacienta, u které si chce prohlédnout historii a ta se mu zobrazí v novém okně. V levé části okna může prohlížet naměřené hodnoty v číselné formě a v pravé části okna jsou pak vyobrazeny rozdíly mezi dvěma vybranými klouby. Vyšetřující může porovnat vůči sobě pozice libovolných dvou kloubů v průběhu všech vyšetření, které byly na pacientovi provedeny.

Obrázek 6-12 Zobrazení historie vyšetření



Tyto hodnoty jsou pak uživateli zobrazeny pomocí grafů. Každá souřadnicová osa má svůj graf. Měřítko grafu je dynamicky upravováno tak, aby se vždy pokryla celá plocha grafu. Je

to z toho důvodu, že pokud by vyšetřující chtěl porovnávat například levý kotník s pravým zápěstím, difference na osách X a Y by byly obrovské. Pokud by ale chtěl zobrazit difference mezi levým a pravým kolenem, difference by byly tak malé, že by se zobrazily do jedné přímky. Z toho důvodu jsou měřítka grafů vždy vypočítána z naměřených hodnot tak, aby byla změna vždy dobře patrná.

V tomto případě není tolik důležitá číselná hodnota difference, ale údaj, jestli se difference zvětšuje, nebo zmenšuje. Hodnota difference je vždy v grafu zobrazena u příslušné hodnoty, v centimetrech. Aby byl program co nejvíce univerzální, jsou vždy zobrazeny difference ve všech osách (X, Y a Z), přestože vyšetřující se nikdy nezaměřuje na všechny tři. U každého pacienta jsou sledovány různé údaje a proto je na vyšetřujícím, aby věděl na který z grafu zaměřit svou pozornost a který ignorovat.

Číselné hodnoty diferencí v průběhu delšího úseku vyšetřování jsou zavádějící. Je potřeba si uvědomit, že měření pacienta se provádí v poměrně dlouhých časových intervalech (měsíc, čtvrt roku). Proto číselná difference může být dobrá informace při měření s měsíční frekvencí, ale v dlouhodobém časovém intervalu (například porovnání měření aktuální s o dva roky starým měřením) je naprosto k ničemu. Tělo člověka se v průběhu dospívání mění a tělesné proporce se mění s ním. Proto Aplikace není zaměřená na přesné hodnoty vzdáleností kloubů, ale snaží se sledovat stav, zda se určitá vada u pacienta zhoršuje, nebo zlepšuje v průběhu terapie.

6.6 Možnost pořízení snímku z vyšetření

Stávající systém pro pořízení snímku z vyšetření je odkázaný na fotoaparát. Fotografie je převedena do počítače a opatřena pozicemi kloubů v grafickém editoru. Taková práce je zdlouhavá a náchylná na chyby. Aplikace diplomové práce je schopna stisknutím tlačítka pořídit fotografii v rozlišení 1920x1080 pixelů a zároveň ji opatřit vykreslením skeletu a referenčních os. Rozlišení nedosahuje kvality dnešních digitálních fotoaparátů, ale přesto je dostatečné pro účely této práce. Výhodou tohoto řešení je, že zásadně šetří čas a práci.

V momentě, kdy vyšetřující lékař postaví pacienta do požadované polohy a provede nastavení Aplikace, kdy rozhodne, které části těla a které referenční osy chce na pacientovi zobrazit, stiskne tlačítko pro zastavení. Tuto možnost má jak v běžném, tak ve zvětšeném zobrazení. V tu chvíli aplikace nepřijímá další snímky ze senzoru, pracuje pouze s posledním, takže se obraz jeví jako „zamrzlý“. Po vizuální kontrole, zda je vše na obrázku podle představ vyšetřujícího lékaře, je ve zvětšeném zobrazení možnost uložit tento snímek do souboru.

Snímek se ukládá ve formátu JPG, a je zobrazen dialog, který dovolí uložit obrázek na zvolené umístění.

6.7 Shrnutí

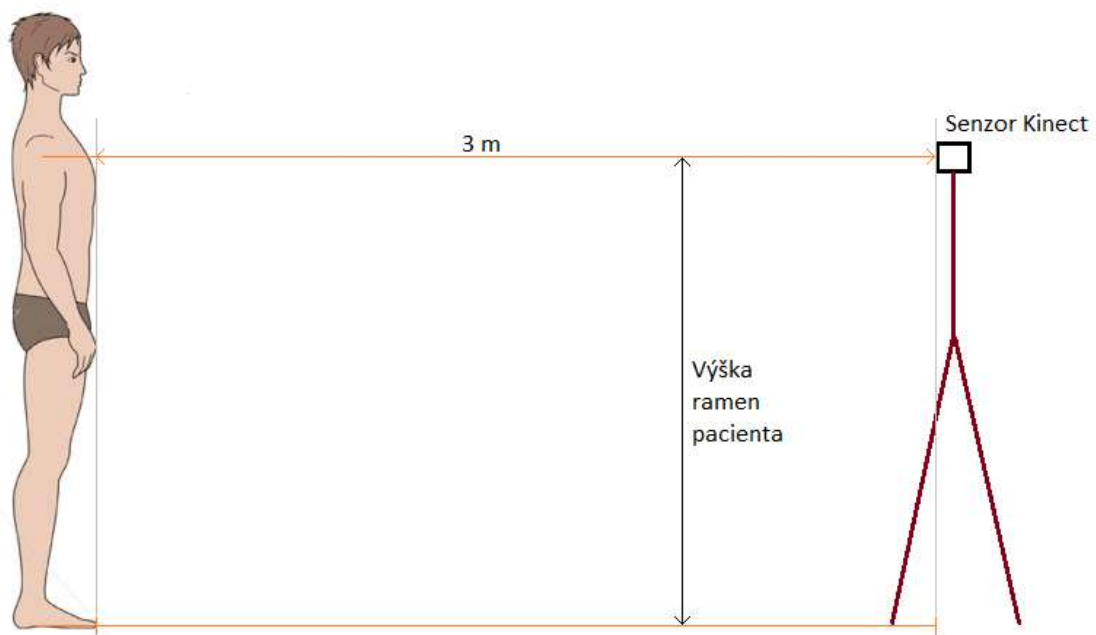
Jak ukazuje kapitola 6, všechny požadavky na funkčnost aplikace byly splněny. Nahrávání a přehrávání videí ze senzoru Kinect obstarává program Kinect Studio v2.0 a všechny ostatní funkční požadavky pokrývají funkce Aplikace vytvořené jako součást diplomové práce. Během vývoje se nabízelo využít vlastností senzoru Kinect a možností vývojové platformy Kinect pro Windows SDK. Díky těmto možnostem nakonec výsledná Aplikace poskytuje vyšetřujícímu lékaři mnohem víc, než bylo plánováno.

Vývoj samotný ale neprobíhal vždy úplně hladce, některé problémy, které se vyskytly, si vyžádaly nejen větší množství času na řešení, ale také bylo potřeba prozkoumat a navrhnout další postupy, které pomohly tyto problémy vyřešit. V následujících kapitolách bude popsána vnitřní logika aplikace a budou popsány způsoby řešení problémů, které vznikly během vývoje.

7 Nastavení senzoru pro snímání pacienta

Během snímání pacienta je důležité, aby umístění senzoru odpovídalo nákresu na obrázku (Obrázek 7-1). Pacient se postaví čelem k senzoru ve vzdálenosti tří metrů. Výška senzoru je nastavena podle výšky ramen pacienta. Pro snímání dalšího pacienta je potřeba upravit výšku senzoru podle výšky jeho ramen.

Obrázek 7-1 Nastavení senzoru pro snímání a nahrávání pacienta



Přestože senzor Kinect v2 není citlivý na sluneční záření, jako byl senzor Kinect v1, je doporučeno vyšetření provádět v místnosti osvětlené umělým světlem, nebo osvětlené tak, aby na žádnou část snímaného prostoru, ani na senzor nedopadalo přímé sluneční světlo

8 Vnitřní logika Aplikace

Tato kapitola se bude zabývat vnitřní logikou Aplikace, budou zde popsány důležité části programového kódu a zdůrazněna klíčová místa. Aplikace je naprogramovaná v jazyce C# a jsou použity základní knihovny MS Windows a knihovna Microsoft.Kinect z balíku Kinect pro Windows SDK 2.0. Jako vývojové prostředí bylo použito Microsoft Visual Studio Community 2015.

Aplikace je vytvořena jako WPF (Windows Presentation Foundation) aplikace, protože WPF je framework pro komplexní tvorbu bohatých formulářových aplikací, který je součástí .NET framework od verze 3.0. Disponuje širokou paletou formulářových prvků a také umožňuje bohaté stylování vzhledu aplikace. [21]

WPF aplikace jsou postaveny na návrhovém vzoru MVVM (Model-View-ViewModel) který nabízí řešení, jak oddělit logiku aplikace od uživatelského rozhraní. Princip MVVM je prostý – vytvořit třídu, která si drží stav aplikace. Nazývá se ViewModel. Té se dotazuje uživatelské rozhraní, které podle ní vykresluje ovládací prvky. Zadá-li uživatel do uživatelského rozhraní nějaké údaje, zpropagují se automaticky do ViewModel. WPF je pro toto použití dobře uzpůsobeno, protože díky navázání lze deklarativně napojit uživatelské rozhraní na ViewModel. [22]

O View se v programovém kódu starají třídy:

- MainWindow.xaml (hlavní okno Aplikace)
- DipExmPatient.xaml (Okno s výsledky vyšetření jednoho pacienta)
- Patient.xaml (Formulář pro zakládání nového pacienta)
- zoom.xaml (Formulář se zobrazením zvětšeného pohledu na pacienta)

O model Aplikace se starají třídy:

- PatientClass.cs
- vysetreni.cs
- DipLines.cs
- DipGraphValue.cs
- DipJointLabel.cs
- DipCounting.cs

O ViewModel se starají třídy:

- MainWindow.xaml.cs
- DipExmPacient.xaml.cs
- Patient.xaml.cs
- zoom.xaml.cs

Nyní budou vysvětleny některé části zdrojového kódu. V těchto částech kódu bylo potřeba vyřešit nějaké problémy

8.1 Získání proudu dat ze senzoru Kinect

Jakmile se aplikace spustí, převezme kontrolu třída `MainWindow`. Tato třída je hlavní třídou Aplikace a zajišťuje spuštění ostatních tříd a jejich metod.

V momentě spuštění třídy je spuštěna metoda `Window_Loaded`, která se snaží získat datový proud senzoru Kinect. Ve skutečnosti nepozná, zda data přicházejí přímo ze senzoru, nebo jestli jsou posílána programem Kinect Studio v2.0. Aplikace otevře komunikační kanál a přijímá po něm data. Přístup k datům je umožněn přes proměnnou `_reader`, jejíž hodnota je naplněna z proudu dat ze senzoru `_sensor`, který je nastaven tak, aby přijímal data všech čidel (barevná kamera, hloubkové čidlo, infračervené čidlo a informace o postavě).

```
private void Window_Loaded(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    _sensor = KinectSensor.Default();

    if (_sensor != null)
    {
        _sensor.Open();

        _reader = _sensor.OpenMultiSourceFrameReader(FrameSourceTypes.Color |
            FrameSourceTypes.Depth | FrameSourceTypes.Infrared |
            FrameSourceTypes.Body);
        _reader.MultiSourceFrameArrived += Reader_MultiSourceFrameArrived;
    }
}
```

Tato metoda dále vyvolává metodu `Reader_MultiSourceFrameArrived`. Nejprve je načten jeden snímek ze senzoru, snímek obsahuje všechna data všech datových proudů do proměnné:

```
var reference = e.FrameReference.AcquireFrame();
```

Potom je přichodící snímek rozdělen na jednotlivé složky (barevná, hloubková, infračervená a informace o postavě)

Barevná složka:

```
using (var frame = reference.ColorFrameReference.AcquireFrame())
{
    if (frame != null)
    {
        if (_mode == CameraMode.Color)
        {
            camera.Source = frame.ToBitmap();
            lastFrame = frame.ToBitmap();
        }
    }
}
```

Hloubka:

```
using (var frame = reference.DepthFrameReference.AcquireFrame())
{
    if (frame != null)
    {
        if (_mode == CameraMode.Depth)
        {
            camera.Source = frame.ToBitmap();
        }
    }
}
```

Infračervená složka:

```
using (var frame = reference.InfraredFrameReference.AcquireFrame())
{
    if (frame != null)
    {
        if (_mode == CameraMode.Infrared)
        {
            camera.Source = frame.ToBitmap();
        }
    }
}
```

Informace o postavě:

```
using (var frame = reference.BodyFrameReference.AcquireFrame())
```

Zde jsou načítány informace o postavě a předány do proměnné `body`

```
if (body.IsTracked)
{
    this.body = body;
}
```

Pokud Aplikace rozpozná tělo, v dalším kódu této metody je vykreslování jednotlivých kloubů a kostí skeletu. Následující řádka z metody vykreslí spojnici mezi hlavou a krkem.

```
Diplines.drawLineP2P(canvas, joint3dtojoint2d(body.Joints[JointType.Head]),
joint3dtojoint2d(body.Joints[JointType.Neck]), Colors.Red, 2, fullscreen);
```

Další příkazy v této metodě se starají o vykreslování kruhů přes klouby, čar přes kosti a referenčních os na místo, které zvolí uživatel. Všechna tato vykreslení závisí na tom, jak uživatel nastavil zobrazování v Aplikaci. Metody vykreslování budou vysvětleny v následujících kapitolách.

Data z barevné kamery jsou vykreslována do náhledového okna a přes ně jsou vykreslovány přímky a kruhy, které reprezentují skelet. Při tomto vykreslování nastal během vývoje první problém, který bylo potřeba vyřešit. Barevná kamera má totiž jiné rozlišení, než hloubkový a infračervený senzor.

8.1.1 Mapování souřadnic

Při vykreslování snímku z barevné kamery, přes kterou je nakreslen skelet sledované osoby je nutné provést přepočítání souřadnic. Pokud by k přepočtu nedošlo, byl by zobrazen barevný snímek, jehož rozlišení je 1920x1080 pixelů a přes něj by se zobrazoval skelet, který je ale načtený v rozlišení 512x424pixelů. Vykreslovaný skelet by nepřekrýval klouby sledované osoby a byl by menší, než sledovaná osoba. Oprava tohoto problému spočívá v použití mapovače souřadnic, který nabízí knihovna Kinect pro Windows SDK CoordinateMapper, přesněji jeho metod:

- MapCameraPointToColorSpace
- MapCameraPointToDepthSpace

Které převádějí bod z barevné kamery do rozlišení 512x424 pixelů, nebo bod z hloubkového a infračerveného čidla do rozlišení 192x1080 pixelů. Výsledkem je, že jsou body přemapovány do stejných souřadnic a tím pádem dojde k přesnému překrytí kloubů osoby nasnímané barevnou kamerou skeletem, který je nasnímán ostatními čidly.

```
public Point joint3dtojoint2d(Joint joint) /* Mapovani souradnic */
{
    Point point = new Point();
    if (joint.TrackingState == TrackingState.Tracked)
    {
        /* Bod ve 3d souradnicich */
        CameraSpacePoint jointPosition = joint.Position;
        /* bod ve 2d souradnicich */
        if (_mode == CameraMode.Color) /* Zmena rozliseni obrazu a canvasu na
```

```

rozmary 1920 x 1080 */
{
    ColorSpacePoint colorPoint =
        _sensor.CoordinateMapper.MapCameraPointToColorSpace(jointPosition);

    point.X = float.IsInfinity(colorPoint.X) ? 0 : colorPoint.X;
    point.Y = float.IsInfinity(colorPoint.Y) ? 0 : colorPoint.Y;
}
else if (_mode == CameraMode.Depth || _mode == CameraMode.Infrared)
/* Zmena rozliseni obrazu a canvasu na rozmary 512 x 424 */
{
    DepthSpacePoint depthPoint =
        _sensor.CoordinateMapper.MapCameraPointToDepthSpace(jointPosition);

    point.X = float.IsInfinity(depthPoint.X) ? 0 : depthPoint.X;
    point.Y = float.IsInfinity(depthPoint.Y) ? 0 : depthPoint.Y;
}
}
return point;
}

```

8.2 Vypočítávání diferencí dvou bodů

Jedná se o pomocnou třídu, ve které se provádějí pomocné výpočty pro ostatní třídy. Z důvodu přehlednosti kódu byly některé metody přesunuty do této třídy. Za zmínku rozhodně stojí metoda, které vypočítává diferencí dvou kloubů vůči sobě:

```

/* vypocet difference mezi dvema klouby */
public static String getJointDifference(String pojmenovani, Joint point1, Joint
point2)
{
    String result = ""; /* promenna pro vysledny retezec do label */
    CameraSpacePoint kloub1 = point1.Position; /* pozice prvnioho kloubu */
    CameraSpacePoint kloub2 = point2.Position; /* pozice druheho kloubu */
    float x = (Math.Abs(kloub1.X - kloub2.X)) * 100; /* difference ve smeru osy
X */
    float y = Math.Abs(kloub1.Y - kloub2.Y) * 100; /* difference ve smeru osy Y
*/
    float z = Math.Abs(kloub1.Z - kloub2.Z) * 100; /* difference ve smeru osy Z
*/
    /* vysledny format retezce */
    result = pojmenovani + ":\tX: " + x + "cm\tY: " + y + "cm\tZ: " + z +
"cm";
    return result;
}

```

Metoda požaduje dva body jako vstupní parametry a mezi nimi vypočítává diferencí pro jednotlivé souřadnice. To znamená, že od sebe odečte souřadnici jednoho bodu v jedné ose a souřadnici druhého bodu ve stejné ose. Tento výsledek převede na kladné číslo a vynásobí číslem 100, pro převod na centimetry. Nakonec vrátí řetězec s vypsányi hodnotami, které se potom zobrazí v okně Aplikace.

8.3 Vykreslování grafů s výsledky

Třída se stará o zobrazení historie vyšetření. Tato historie sestává ze seznamu všech vyšetření a možnosti porovnání dvou kloubů vůči sobě v průběhu všech vyšetření, která pacient podstoupil.

Protože každý pacient podstoupil různý počet vyšetření a protože hodnoty diferencí mezi klouby mohou nabývat hodnot několika milimetrů ale i mnoha centimetrů, bylo potřeba přepočítávat zobrazované údaje v grafu tak, aby byla patrná změna mezi jednotlivými vyšetřeními. Aby se malé hodnoty nezobrazovaly pouze do jedné přímky, je měřítko grafu vždy přepočítáno podle hodnot, které se v grafu budou zobrazovat. Klíčový úsek algoritmu, který hodnoty pro zobrazení přepočítává:

```
rozsah = max - min; /* rozsah hodnot maximum - minimum */
double rozsahCanvas = canvas.ActualHeight - 40;
/* rozsah grafu sirka - okraje */
double jednotka = rozsahCanvas / rozsah; /* velikost jedne jednotky v
grafu */
canvas.Children.Clear();/* vysicteni platna */
Diplines.drawAxisis(canvas); /*vykresleni osy X a osy y */

for (int i = 0; i < grafValues.Count-1; i++) /* cyklus projde vsechny
hodnoty v grafu */
{
    Point b1 = new Point(); /* aktualni bod v poli */
    b1.X = (i * (canvas.ActualWidth/grafValues.Count) + 10); /* nastaveni
X - sirkaplatna/pocethodnot * poradi */
    b1.Y = (grafValues[i].Value - min) * jednotka + 20; /* nastaveni Y -
sirkaplatna/pocethodnot * poradi */
    Point b2 = new Point(); /* dalsi bod v poli */
    b2.X = ((i+1) * (canvas.ActualWidth / grafValues.Count) + 10);/*
nastaveni X - sirkaplatna/pocethodnot * poradi */
    b2.Y = (grafValues[i+1].Value - min) * jednotka + 20; /* nastaveni Y -
sirkaplatna/pocethodnot * poradi */

    /*vypis hodnoty na pozici v grafu */
    Diplines.Text(canvas, grafValues[i].Index + (i * (canvas.ActualWidth /
grafValues.Count) + 10), (grafValues[i].Value - min) * jednotka + 20,
""+ grafValues[i].Value + "cm", Colors.Bisque);

    Diplines.drawSimpleLineP2P(canvas, b1, b2, Colors.Aqua, 2);
    /* vykresleni souradnice na ose X*/
    Point tick = new Point(); /*zacatek cary */
    tick.X = ((i+1) * (canvas.ActualWidth / grafValues.Count) + 10);
    tick.Y = 8; /* vyska cary 4 px */
    Point tick2 = new Point(); /*konec cary */
    tick2.X = ((i+1) * (canvas.ActualWidth / grafValues.Count) + 10);
    tick2.Y = 12;
    Diplines.drawSimpleLineP2P(canvas, tick, tick2, Colors.White, 1);
    /*vykresleni cary */
    Diplines.Text(canvas,tick.X, 0 , "" + (i + 1), Colors.Bisque); /*
vypsani poradoveho cisla k care */
}
}
```

```

/*vypis popisky grafu na spodni pozici */
DipLines.Text(canvas, grafValues[grafValues.Count - 1].Index +
((grafValues.Count - 1) * (canvas.ActualWidth / grafValues.Count) + 10),
(grafValues[grafValues.Count - 1].Value - min) * jednotka + 20, "" +
grafValues[grafValues.Count - 1].Value+"cm", Colors.Bisque);

```

Nejprve je stanoven rozsah zobrazovaných hodnot tak, že se zjistí rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou, kterou je potřeba zobrazit. Potom je stanoven rozsah plochy, na kterou se bude graf vykreslovat. Rozsah se získá z atributu plochy a odečte se 40 pixelů, pro okraje. Pak se vypočítá jednotka grafu – hodnota, kterou se bude násobit zobrazovaná hodnota.

Po vyčištění vykreslovací plochy (kdyby uživatel zobrazoval několik grafů po sobě) se vykreslí osy X a Y a program začne procházet hodnoty grafu uložené v poli. Každá hodnota grafu je reprezentována třídou DipGraphValue.

Cyklus prochází postupně všechny hodnoty v poli a vždy určí dva body, které potom spojí čarou. První bod je vypočten z aktuálního bodu a druhý bod je vypočten z vedlejšího bodu. Pro každý bod se vypočítají obě souřadnice X a Y. Body se vykreslí na plochu a vypíše se k nim jejich číselná hodnota.

Každá hodnota je reprezentována pořadím vyšetření a je potřeba umístit příslušné označení na osu X. O to se stará druhá polovina algoritmu, kdy pro vykreslovanou hodnotu je zakresleno i označení na ose X a k němu je připsáno pořadí vyšetření.

8.4 Ukládání obrázku

Třída zoom.xaml.cs se stará o vykreslování zvětšeného obrázku z vyšetření. Problém zde nastal při ukládání, protože třída vykresluje do několika vrstev, obrázků na pozadí a postupně jednotlivé klouby, kosti a osy. Pokud by se jednalo o prosté uložení obrázku z MS Kinect, SDK pro windows, nabízí patřičnou funkci. Proto bylo nutno najít řešení, které by dokázalo poskládat obrázek ze všech vrstev, které jsou vykresleny a tyto následně uložit do souboru. Toto řešení používá třídu JpegBitmapEncoder.

```

/* ukladani obrazku do souboru */
private void CreateSaveBitmap(Canvas canvas, string filename)
{
    /* vytvoreni vysledne bitmapy, do ktere bude prekresleno platno */
    RenderTargetBitmap renderBitmap = new RenderTargetBitmap(
        (int)canvas.ActualWidth, (int)canvas.ActualHeight,
        96d, 96d, PixelFormats.Pbgra32);
    /* nutne nastaveni, jinak je vysledny obrazek cerna plocha */
    canvas.Measure(new Size((int)canvas.ActualWidth,
        (int)canvas.ActualHeight));
    canvas.Arrange(new Rect(new Size((int)canvas.ActualWidth, (int)canvas.

```

```

        ActualHeight));
        /* vykreslení bitmapy na plátno */
        renderBitmap.Render(canvas);
        /* převod výsledné bitmapy do png */
        JpegBitmapEncoder encoder = new JpegBitmapEncoder();
        encoder.Frames.Add(BitmapFrame.Create(renderBitmap));

        using (FileStream file = File.Create(filename))
        {
            encoder.Save(file);
        }
    }
}

```

8.5 Ukládání do databáze

Celá databáze je z důvodu jednoduchosti ukládaných dat vytvořena pomocí sqlite3. Tento jednoduchý databázový server byl vybrán z několika důvodů. Prvně se jedná o opravdu jednoduchou záležitost, která nevyžaduje žádnou instalaci při přenosu Aplikace na jiný počítač. Za druhé bude Aplikace zatím používána pouze a výhradně v ordinaci externího specialisty – v případě potřeby by nebyl nejmenší problém migrovat databázi na kterýkoliv jiný databázový server. Údaje v databázi jsou poměrně jednoduché z toho důvodu, že lékaři používají při vyšetření vlastní databázi a tím pádem mají všechny klíčové údaje uložené tam. Z toho důvodu stačí jako údaje o pacientovi ukládat jméno, příjmení a datum narození a do vyšetření se ukládají pozice všech kloubů v souřadnicích.

9 Dosažené výsledky

V rámci diplomové práce byla vypracována Aplikace, jež v plné míře splňuje zadání a jež plní všechny požadavky, které byly na Aplikaci kladeny:

- Nahrávání videa ze senzoru Kinect pro pozdější získání hodnot;
- Přehrávání videí získaných ze senzoru Kinect;
- Zobrazení informací o pacientovi během vyšetření;
- Porovnání kloubů pacienta s referenční vertikální osou;
- Ukládání a prohlížení historie vyšetření;
- Možnost pořízení snímku z vyšetření.

Ve srovnání s aplikacemi zmiňovanými v kapitole 4.7, se jedná o jedinečný diagnostický nástroj. Výstupy totiž nezávisí na čistotě provedených cvičení, Aplikace přesně mapuje polohu kloubů pacienta a sleduje průběh terapie v čase. Přesnost zobrazení a možnosti, která nabízí, předčily očekávání. Aplikace se stane užitečným pomocníkem při vyšetřování vad pohybového aparátu pacientů externího specialisty.

9.1 Testování Aplikace

Testování Aplikace proběhlo v ordinaci externího specialisty. Nebylo zatím provedeno testování na pacientech. Aplikace však byla otestována po všech stránkách a její výsledky byly označeny jako velmi dobré.

Přesnost všech zobrazení rovněž předčila původní očekávání a byla hodnocena externím specialistou kladně. Obrázky, jež aplikace generuje, plně nahrazují a automatizují stávající systém – což bylo nejdůležitějším požadavkem na Aplikaci.

Další testování, které bude prováděno na pacientech, postupně ukáže, jak Aplikace pracuje v čase. Vyšetření pacientů jsou prováděna jednou za jeden až tři měsíce, což znamená pro dlouhodobé testování málo dat. Změny v pohybovém aparátu však nejsou v kratších časových intervalech tolik patrné.

10 Závěr

Záměr vytvořit diagnostický systém pro sledování průběhu terapie pohybového aparátu se naplnit podařilo. Vznikla uživatelsky příjemná aplikace, která nabízí uživateli mnoho možností při nastavování zobrazovaných informací a která podstatně usnadní práci při diagnostice pacientů v praxi externího specialisty.

Program disponuje řadou nastavení a variant zobrazení. Ty se stanou značnou pomocí při diagnostice vad pohybového aparátu, a to naprosto neinvazivní metodou, která navíc není založena na rentgenovém záření. Přitom cena tohoto řešení je oproti jiným řešením velice nízká a náklady s provozem minimální.

I když aplikace do jisté míry předčila očekávání zadavatele, najde se i prostor pro její případné vylepšení. V první řadě by to byla možnost provádět měření zároveň zepředu i z boku, což by však znamenalo spolupráci dvou senzorů Kinect. Zapracování takové změny by bylo nad rámec této práce a přibylo by množství problémů při implementaci. Další potenciální rozšíření představuje přidání informací o úhlech, které spolu jednotlivé části opěrného systému člověka svírají, což by přineslo další zpřesnění výstupu při diagnostice pacienta. Pokud by se spojila tato dvě vylepšení dohromady, Aplikaci by se otevřela cesta k dalším potenciálním vylepšením, jako například automatické vyhodnocování testů Vojtovy metody, což by značně zjednodušilo diagnostiku pacientů v prvním roce jejich vývoje.

11 Citovaná literatura

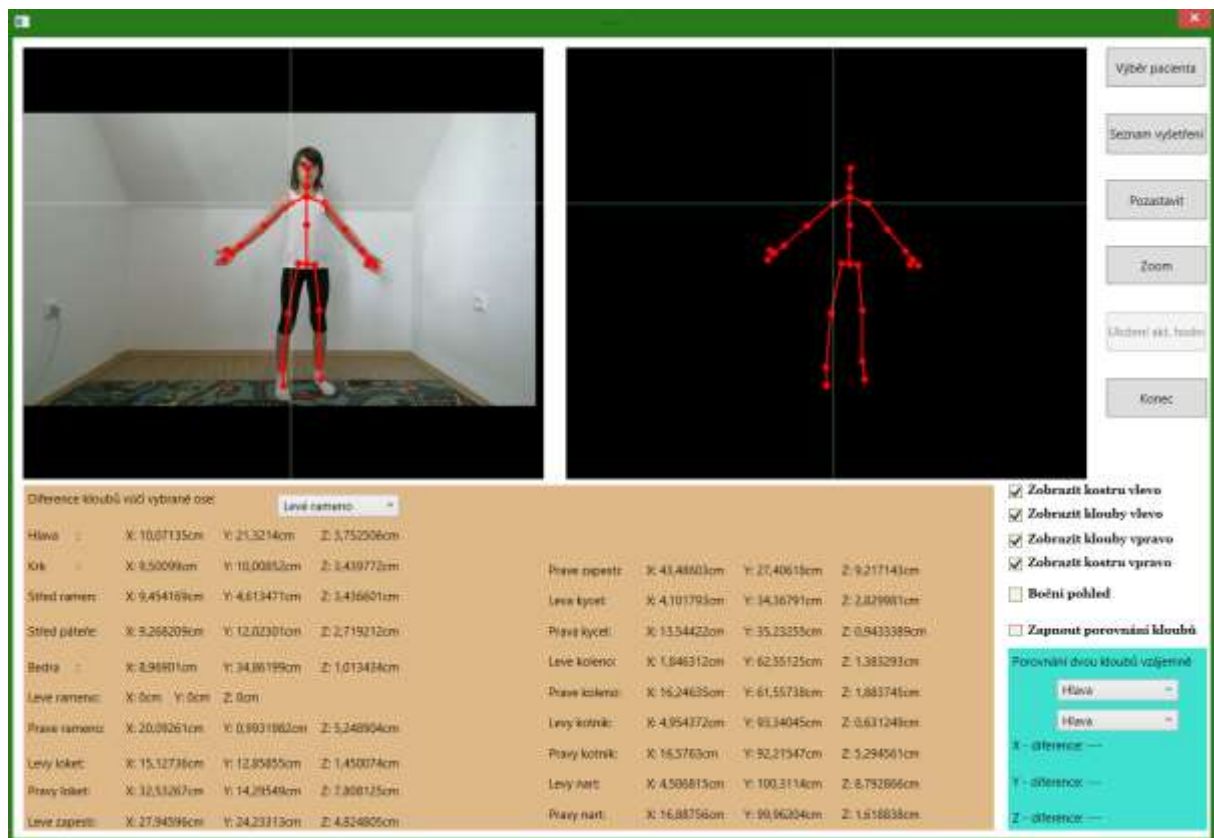
1. **Doc. MUDr. Ivo Mařík, CSc., MUDr. Alena Maříková.** Vrozené vady pohybového ústrojí, a komplexní léčení diagnóza. *Postgraduální medicína*. [Online] 3. 2 2006. [Citace: 17. 1 2016.] <http://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/vrozene-vady-pohyboveho-ustroji-a-komplexni-leceni-diagnoza-170716>.
2. **Mgr. Krucký, Václav.** *Vojtova metodika 2. generace*. Karlovy Vary, Česká Republika : autor neznámý, 2015.
3. Vojtova metoda. *Wikipedie*. [Online] 30. 1 2015. [Citace: 20. 3 2016.] https://cs.wikipedia.org/wiki/Vojtova_metoda.
4. Prof. Václav Vojta. *Internationale Vojta Gesellschaft (IVG)*. [Online] 2016. [Citace: 20. 3 2016.] <http://www.vojta.com/cs/vojtuv-princip/profvvojta>.
5. Rentgen (zařízení). *Wikipedie*. [Online] 6. 3 2016. [Citace: 16. 6 2016.] [https://cs.wikipedia.org/wiki/Rentgen_\(za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rentgen_(za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD)).
6. Výpočetní tomografie. *Wikipedie*. [Online] 12. 2 2016. [Citace: 15. 6 2016.] https://cs.wikipedia.org/wiki/V%C3%BDpo%C4%8Detn%C3%AD_tomografie.
7. Co vám lékaři neřeknou - Rentgenové vyšetření. *empatia.cz*. [Online] 5. 2 2015. [Citace: 17. 6 2016.] <http://empatia.cz/co-vam-lekari-nereknou-rentgenove-vysetreni>.
8. Ověření přesnosti systému DTP-3 určeného pro neinvazivní vyšetření tvaru páteře prostřednictvím rtg vyšetření. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Čechoslovaca*. [Online] [Citace: 16. 6 2016.] <http://www.achot.cz/detail.php?stat=543>.
9. Beyond the Screen. *metmedialab.hackpad.com*. [Online] [Citace: 11. 6 2016.] https://hackpad-attachments.s3.amazonaws.com/hackpad.com_XTrLTlgFhxL_p.218015_1406906214791_walle.jpg.
10. How Does The Kinect 2 Compare To The Kinect 1? *Zugara*. [Online] 9. 12 2014. [Citace: 15. 6 2016.] <http://zugara.com/how-does-the-kinect-2-compare-to-the-kinect-1>.
11. How Micorosoft Kinect Works. *How stuff works*. [Online] 2016. [Citace: 11. 6 2016.] <http://electronics.howstuffworks.com/microsoft-kinect3.htm>.

12. The Science Behind Kinects. *Gamasutra*. [Online] 27. 11 2013. [Citace: 3. 6 2016.] http://www.gamasutra.com/blogs/DanielLau/20131127/205820/The_Science_Behind_Kinects_or_Kinect_10_versus_20.php.
13. Kinect hardware. *Microsoft*. [Online] Microsoft, 2016. [Citace: 27. 5 2016.] <https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect/hardware>.
14. Paralaxa. *Wikipedie*. [Online] 25. 1 2016. [Citace: 10. 6 2016.] <https://cs.wikipedia.org/wiki/Paralaxa>.
15. Inside Project Natal's Brain. *Popular science*. [Online] 7. 1 2010. [Citace: 11. 6 2016.] <http://www.popsci.com/gadgets/article/2010-01/exclusive-inside-microsofts-project-natal>.
16. Reflexion health - our solution. *Reflexion health*. [Online] 2016. [Citace: 12. 6 2016.] <http://reflexionhealth.com/>.
17. Hometeam - for patirents. *Hometeam*. [Online] 2016. [Citace: 12. 6 2016.] <https://www.hometeamtherapy.com/>.
18. Jintronix kinect rehabilitation. *Jintronix*. [Online] 2016. [Citace: 12. 6 2016.] <http://www.jintronix.com/>.
19. Mira+ Key benefits. *Mira+*. [Online] 2014. [Citace: 12. 6 2016.] <http://www.mirarehab.com/product>.
20. Rothballer electronics systems. *Rothballer*. [Online] 2016. [Citace: 12. 6 2016.] <http://www.rothballer.de/index.php?&language=de>.
21. Úvod do WPF (Windows Presentation Foundation). *itnetwork.cz*. [Online] 2016. [Citace: 18. 6 2016.] <http://www.itnetwork.cz/csharp/wpf/c-sharp-tutorial-wpf-uvod-a-prvni-formularova-aplikace/>.
22. MVVM: Model-View-ViewModel. *dotnetportal.cz*. [Online] 21. 4 2009. [Citace: 18. 6 2016.] <http://www.dotnetportal.cz/clanek/4994/MVVM-Model-View-ViewModel>.
23. XBOX ONE technical analysis. *Game Debate*. [Online] 23. 05 2013. [Citace: 6. 05 2016.] <http://www.game-debate.com/blog/5864/xbox-one-technical-analysis>.
24. Kinect for Windows V2. *innovotion*. [Online] 2016. [Citace: 10. 06 2016.] <http://www.innovotion.co.jp/images/blog/KinectV2Body.PNG>.

Seznam obrázků

Obrázek 2-1 Vrstvy pohybových funkcí v prvním půlroce života.....	10
Obrázek 2-2 Vrstvy pohybových funkcí po prvním roce života.....	12
Obrázek 2-3 Částečný zásah náhradního systému	13
Obrázek 2-4 Těžké poškození systému	14
Obrázek 2-5 Výsledek terapie po třech a půl letech.....	20
Obrázek 4-1 Senzor Kinect v2 [9].....	24
Obrázek 4-2 Senzor Kinect v1 [9].....	24
Obrázek 4-3 Hardware Microsoft Kinect v1 [9]	25
Obrázek 4-4 Hardware Microsoft Kinect v2 [12]	26
Obrázek 4-5 Ukázka snímání vzdálenosti dvěma kamerami [12].....	27
Obrázek 4-6 Ukázka nasvícení laserového paprsku na bod ve snímku [12].....	28
Obrázek 4-7 Ilustrace zjištění množství světla dopadající na pixely snímače [12]	30
Obrázek 6-1 Panel pro nahrávání	40
Obrázek 6-2 Nastavení proudů dat pro nahrávání.....	41
Obrázek 6-3 Přepnutí panelu pro přehrávání	42
Obrázek 6-4 Nastavení přehrávaných proudů dat	43
Obrázek 6-5 Propojení programu Kinect Studio v2.0 s Aplikací a spuštění videa	43
Obrázek 6-6 Hlavní zobrazení Aplikace	44
Obrázek 6-7 Výběr referenční osy	46
Obrázek 6-8 Náhledová okna	46
Obrázek 6-9 Zobrazení diferencí vůči ose	47
Obrázek 6-10 Klouby, snímané senzorem Kinect [24]	47
Obrázek 6-11 Zobrazení odseparovaného skeletu od pozadí.....	49
Obrázek 6-12 Zobrazení historie vyšetření	51
Obrázek 7-1 Nastavení senzoru pro snímání a nahrávání pacienta.....	54

Příloha 1. Uživatelská příručka Aplikace



Levé náhledové okno zobrazuje vstup z barevné kamery a podle nastavení přepínačů aplikace pak přes barevný obraz nakreslí kostru a/nebo klouby snímaného pacienta.

Pravé náhledové okno zobrazuje pouze skelet pacienta, bez rušivého pozadí pro porovnání pozic kloubů vůči sobě, nebo vůči osám.

Spodní část okna zobrazuje číselné informace o pozicích každého sledovaného kloubu a dovoluje vyšetřujícímu vybrat referenční osu, vůči které se všechny diference ihned přepočítávají (diference vůči vybranému kloubu bude vždy 0).

Pravá část okna obsahuje nastavení a volby zobrazení.

Možnosti zobrazení:

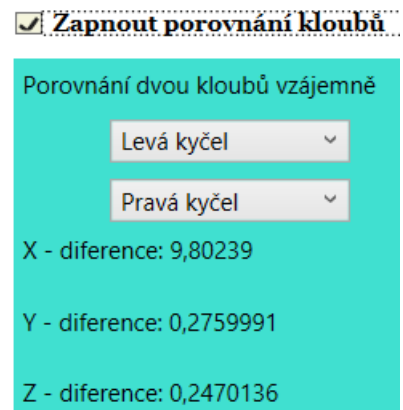
- Zobrazit kostru vlevo – zapíná/vypíná zobrazení spojnic mezi klouby (skeletu) v levém okně.
- Zobrazit klouby vlevo – zapíná/vypíná zobrazení kloubů v levém okně.
- Zobrazit klouby vpravo – zapíná/vypíná zobrazení kloubů v pravém okně.

- Zobrazit kostru vpravo – zapíná/vypíná zobrazení spojnic mezi klouby (skeletu) v pravém okně
- Boční pohled – při pohledu z boku, vypne zobrazování paží a jedné končetiny, aby bylo možné prohlížet zakřivení páteře.

Porovnání dvou kloubů vzájemně:

Porovnání dvou kloubů dovoluje zobrazit informace o diferenci mezi dvěma vybranými klouby. Zapnutím přepínače „Zapnout porovnání kloubů“ jsou ihned zobrazeny informace o diferenci mezi dvěma klouby, které vyšetřující vybere z kontextových menu.

Zároveň jsou do náhledových oken zakresleny osy obou kloubů pro optické porovnání diferencí.



Výběr pacienta

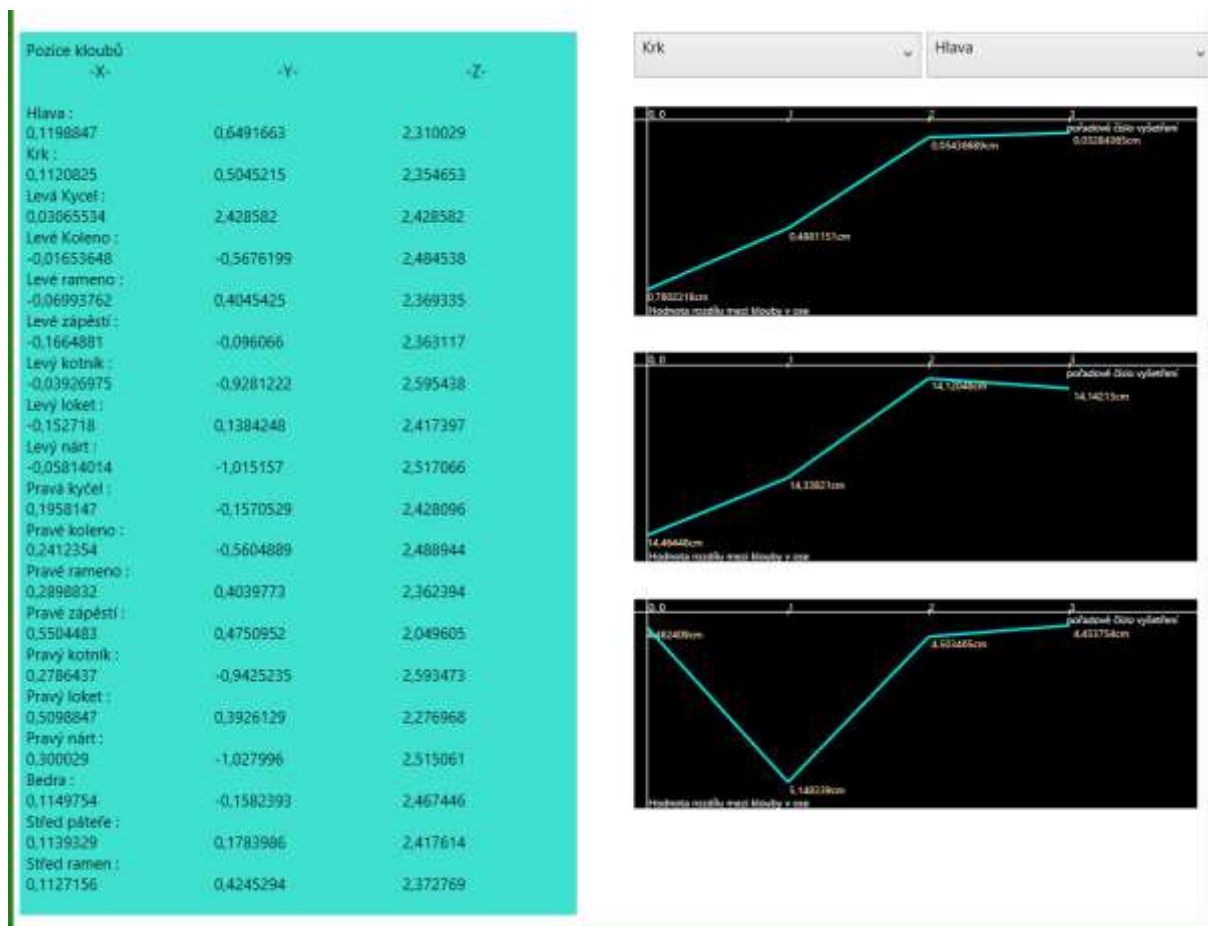
Výběr pacienta se provede stisknutím příslušného tlačítka. Objeví se dialogové okno, kde buď vyšetřující vybere existujícího pacienta z kontextového menu, nebo zadá informace o novém pacientovi.

Seznam vyšetření

Pokud nebyl vybrán pacient, nebo pokud ještě neproběhlo žádné vyšetření pacienta, tato možnost se nespustí a bude pouze vypsáno chybové hlášení.

Pokud je vše v pořádku, zobrazí se vyšetřujícímu okno s informacemi o vyšetřeních a možností prohlížet historii vyšetření.

Dále je možné sledovat graf průběhu změn vzdáleností dvou kloubů v průběhu všech vyšetření, které byly na pacientovi provedeny. Vyšetřující pouze vybere požadované klouby v kontextových menu a stiskne tlačítko „Zobrazit graf“.



Pozastavení

Pozastavení slouží pro vyšetřujícího, aby si mohl zastavit zobrazení v momentě, kdy je spokojen s pozicí pacienta. V momentě pozastavení je umožněno uložení aktuálních hodnot do databáze.

Uložení hodnot do databáze

Jakmile je vyšetřující spokojen s pozicí pacienta, program pozastaví funkci „pozastavit“, v tu chvíli je aktivní tlačítko pro uložení do databáze a jedním stisknutím dojde k uložení aktuálních dat.

Zoom

V případě, že vyšetřujícímu nestačí náhled v náhledovém okně, může si pomocí funkce zoom obraz zvětšit. Zvětšené okno si pak může vyšetřující roztáhnout podle libosti, například přes celou obrazovku. Takto vzniklý pohled si pak může aktualizovat, v případě že pacienta postavil do ještě lepší pozice, než byla před tím.

Další možností je uložení náhledu do souboru. Uživatel bude vyzván k vybrání umístění vzniklého souboru a poté bude obrázek na zvolené místo uložen.

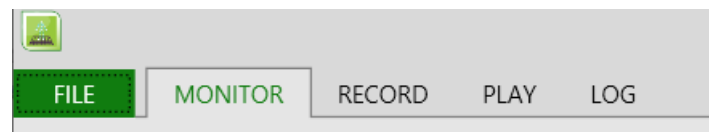
Konec

Poslední volbou pro uživatele Aplikace je ukončení a návrat zpět do operačního systému.

Příloha 2. Uživatelská příručka Kinect Studio v2.0

Po spuštění programu se objeví nástrojová lišta, ve které jsou volby pro:

- Práci se soubory (FILE)
- Prohlížení (MONITOR)
- Nahrávání (RECORD)
- Přehrávání (PLAY)
- Prohlížení zaznamenávaných informací (LOG)

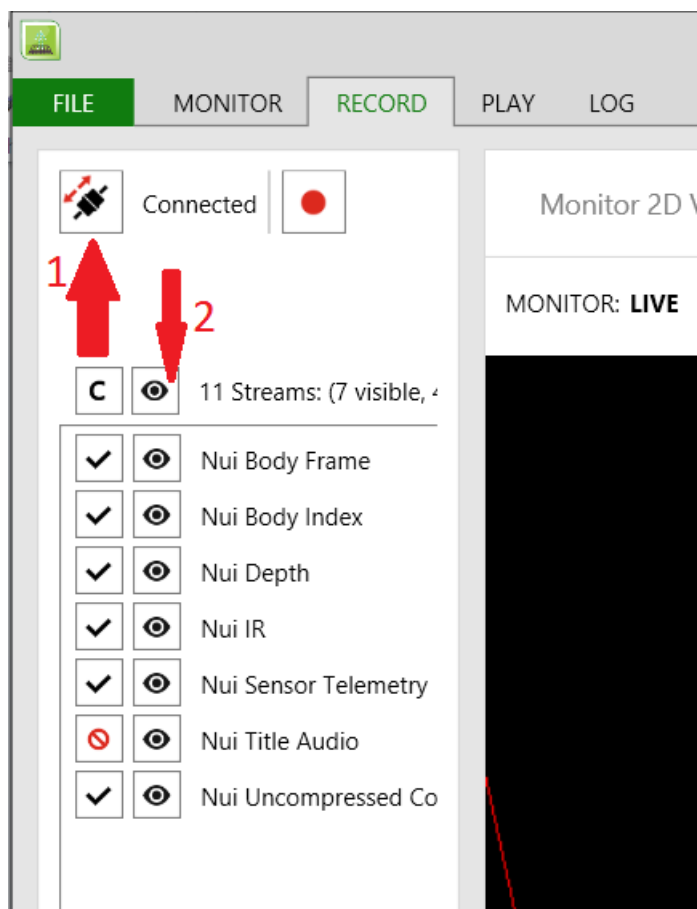


Postup pro nahrávání videí ze senzoru Kinect:

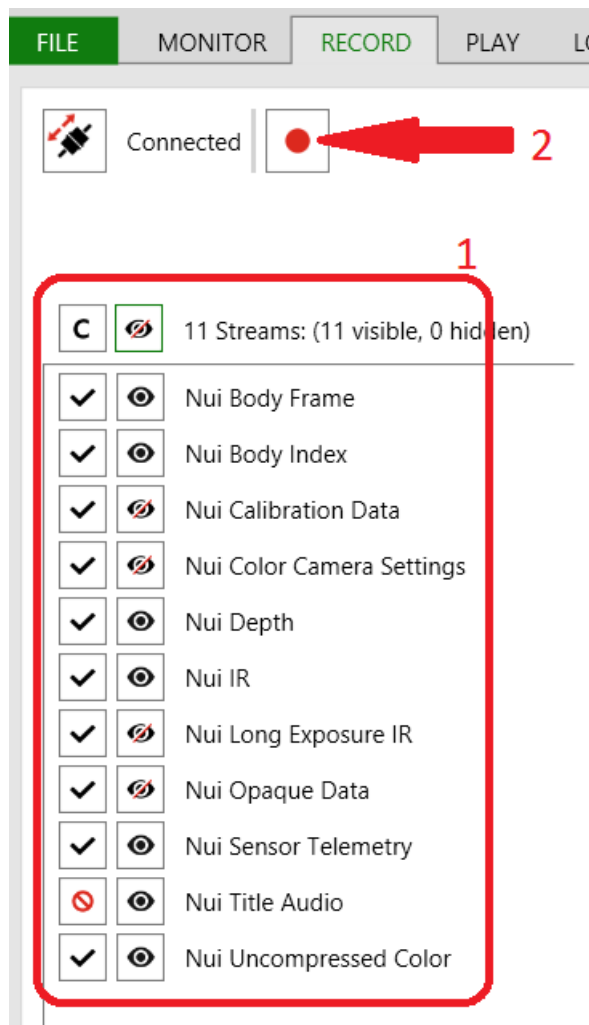
Pro nahrávání videa ze senzoru Kinect je potřeba nejprve přepnout na panel RECORD a provést následující nastavení:

1. Stisknout tlačítko pro připojení k senzoru Kinect
2. Stisknout symbol oka, pro zobrazení všech datových proudů, které může senzor zaznamenat.

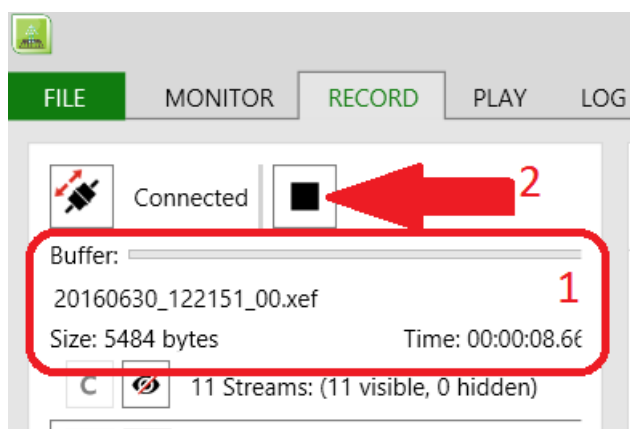
V levém spodním okně se pak zobrazí všechny datové proudy.



Po nastavení datových proudů podle obrázku (1) stačí stisknout tlačítko pro nahrávání označené červeným puntíkem (2).



Během nahrávání jsou uživateli zobrazovány informace o stavu:

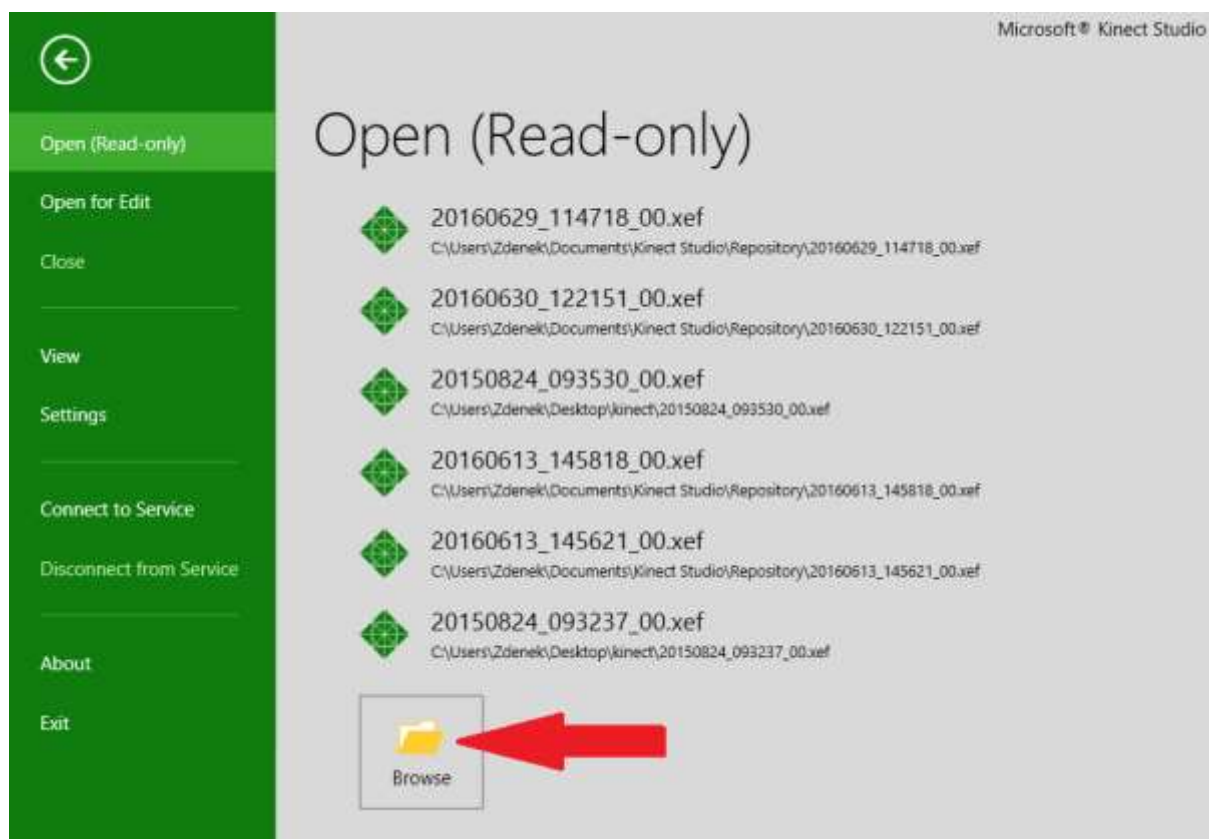


V okně (1) jsou informace o množství dat v bufferu, jméno souboru, do kterého je nahráváno, velikost, kterou soubor zabírá a časový údaj zobrazující, jak dlouhé zatím video je.

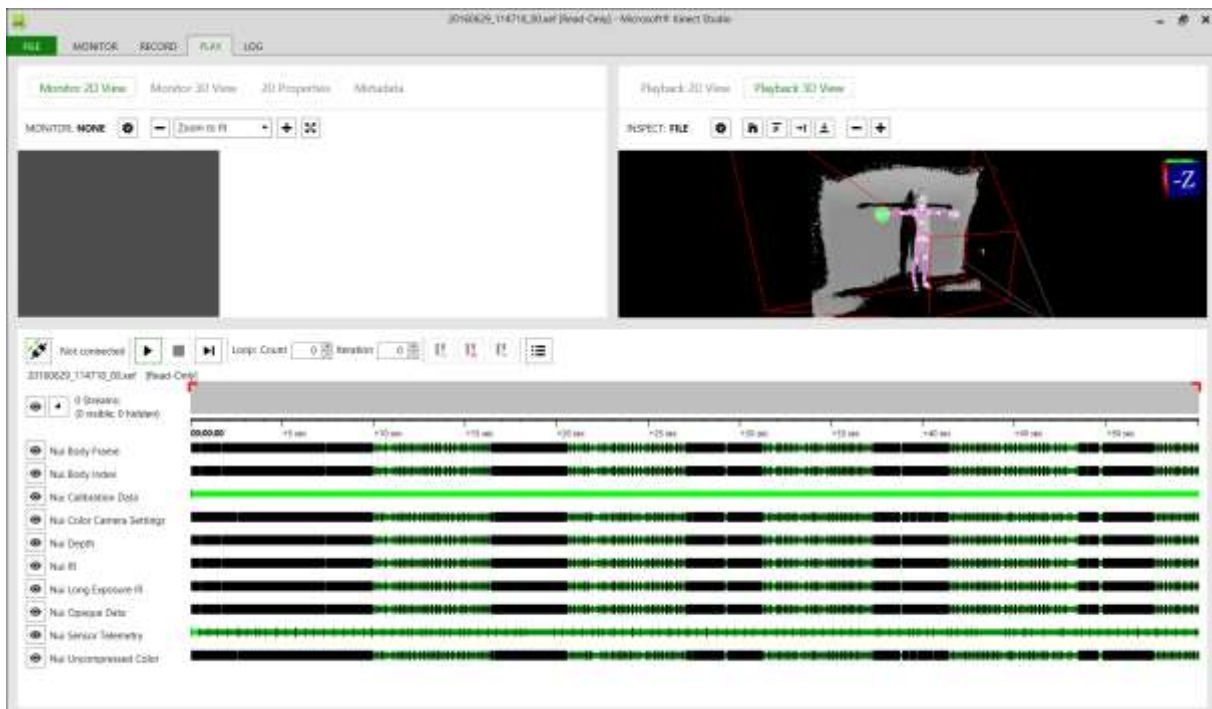
Zastavení nahrávání se provede stisknutím tlačítka (2). Nahraná data jsou pak uložena do souboru, jehož jméno není možné změnit (to je možné až po uložení prostřednictvím funkce „přejmenovat“ operačního systému).

Postup pro přehrávání videí ze senzoru Kinect

Při přehrávání je nejprve nutné otevřít soubor s videem, které už bylo nahráno dříve. To se provede v záložce „FILE“, kde buď uživatel vybere některý soubor z nedávno použitých, nebo stiskne tlačítko „Browse“ a vybere soubor v dialogovém okně:



Po vybrání souboru se otevře záložka přehrávání a zobrazí se následující pohled:



Zobrazení obsahuje dvě náhledová okna v horní části a ve spodní části se nachází nastavení datových proudů a možnosti přehrávání. Nejprve je nutné zkontrolovat, zda jsou opravdu zapnuty všechny potřebné datové proudy. Nastavení datových proudů pro přehrávání:

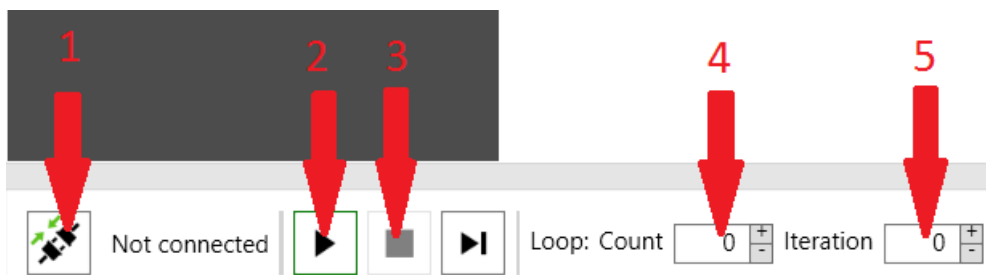
0 Streams:
(0 visible, 0 hidden)

- Nui Body Frame
- Nui Body Index
- Nui Calibration Data
- Nui Color Camera Settings
- Nui Depth
- Nui IR
- Nui Long Exposure IR
- Nui Opaque Data
- Nui Sensor Telemetry
- Nui Uncompressed Color

V šedivé liště si může uživatel vybrat výsek videa, který se bude přehrávat (pokud z nějakého důvodu nechce přehrávat video celé). Stačí změnit pozici červených zářezek, kdy levá značí začátek přehrávání a pravá konec.



Samotné spuštění se provede v nástrojové liště, kde si uživatel může nastavit ještě několik dalších možností, které mu mohou usnadnit práci:



1. Tlačítko přepíná datový proud pro Aplikaci, pokud je ikona rozpojená, Aplikace získává data ze senzoru Kinect, pokud je spojená, Aplikace získává data z nahraného videa.
2. Spuštění přehrávání
3. Zastavení přehrávání
4. Nastavení počtu opakování videa
5. Nastavení počtu iterací videa (kolikrát se má zopakovat nastavená smyčka)

Pro pouhé přehrávání dat v Aplikaci stačí stisknout tlačítko 1. a následně tlačítko 2.