

Posudek oponenta diplomové práce

Autor práce: Zdeněk Vácha

Název práce: Diagnostika pohybového aparátu u dětí

Obsah práce

Práce se zabývá vytvořením aplikace pro automatické pořízení fotografie osoby a určení poloh klíčových kloubů zařízením Kinect, porovnání poloh jednotlivých kloubů vůči sobě a jejich vizualizací včetně vizualizace vývoje jejich relativní polohy v čase, která má nahradit současný postup využívaný v ordinaci Mgr. Václava Kruckého, který je založen na ruční anotaci fotografie osoby stojící před olovnicí.

Kvalita řešení a dosažených výsledků

Přestože posouzení, zda zařízení Kinect je schopné potřebné přesnosti pro detekci kloubů, nebylo součástí předložené diplomové práce, ale součástí oborového projektu zpracovávaného před touto prací, postrádám v práci alespoň stručné zhodnocení využitelnosti zařízení pro zamýšlený účel. Na str. 34 je pouze suché konstatování, že přesnost je dostačující. Domnívám se však, že není dostačující ve všech případech. LaBelle ve své práci (LaBelle K: Evaluation of kinect joint tracking for clinical and in-home stroke rehabilitation tools. Bachelor thesis. Notre Dame, Indiana, December 2011) zkoumala vliv stability Kinect SDK při určování polohy kloubů stojící osoby v klidu v závislosti na její vzdálenosti od zařízení. Přestože osoba byla relativně v klidu, směrodatná odchylka pozic kloubů hlavy, kyčle, a kolene byla až 1.8 cm, přičemž ve vzdálenosti větší než 3 m rychle narůstala až na více než 5 cm ve vzdálenosti 3.5 m. Jednalo se o Kinect v1, zatímco v předložené diplomové práci se pracuje s Kinect v2, přesto to vzbuzuje otázku, zda skutečně v kapitole 7 stanovená vzdálenost 3 m pro snímání je optimální. Bohužel diplomant volbu této vzdálenosti ani výšky sensoru nad zemí nijak nevysvětluje, pouze se spokojí s konstatováním, že je „...důležité, aby umístění sensoru odpovídalo nákrese na [uvedeném] obrázku“. Webster et al. (Webster D, Celik O: Experimental evaluation of Microsoft Kinect's accuracy and capture rate for stroke rehabilitation applications. In: Proceedings of IEEE Haptics Symposium 2014, pp. 455-460. doi: 10.1109/HAPTICS.2014.6775498) ve svých experimentech ukázali, že přesnost Kinect SDK při určování poloh jednotlivých kloubů dosahuje chyby až 2.75 cm. Zatímco LaBelle, Webster et al., ale i další autoři se shodují na tom, že chyba v přesnosti je akceptovatelná pro rehabilitační účely, novější studie Huber et al. (Huber ME, et al. Validity and reliability of Kinect skeleton for measuring shoulder joint angles: a feasibility study. Physiotherapy 2015, doi: 10.1016/j.physio.2015.02.002), demonstrující, že chyba v úhlu ramenního kloubu přesahuje 5° v 95% případů, využitelnost pro rehabilitační účely zpochybňuje. Očekával bych, že pro zamýšlený účel diagnostiky pohybového aparátu je přesnost ještě důležitější než pro účely rehabilitační. **LZE ZAŘÍZENÍ, KTERÉ MÁ EVIDENTNĚ PŘESNOST V ŘÁDECH CM, SKUTEČNĚ VYUŽÍT ZA VŠECH OKOLNOSTÍ BEZ PROBLÉMŮ?**

Diplomant bohužel nevysvětluje ani mnohá další důležitá rozhodnutí, která v průběhu řešení učinil. Namísto očekávané důkladné analýzy současného stavu a dostupných možností, implementačně nezávislého návrhu řešení pro Kinect, implementačních detailů, popisu experimentů s konkrétní implementací a jejich zhodnocení, předložená diplomová práce, vyjma kapitoly 2, kde je popsána diagnostika vývojových vad, působí spíše dojmem uživatelské příručky doplněné o neúplnou programátorskou příručku v kapitole 8 na str. 55-62 prošpikované tu a tam větami nebo odstavci, které jsou buď vzhledem k zadání práce irelevantní (např. životopis prof. Vojty na str. 16-17, provádění terapie na str. 18-19, princip hloubkového sensoru Kinect na str. 27-31), nebo mají nulovou či téměř nulovou informační hodnotu (např. kapitola 5.1 a 5.2 na str. 37, kde je řečeno, že student si musel „... připravit počítač do stavu, ve kterém bude možné na něm požadovanou aplikaci vyvíjet ...“ a že „ve chvíli, kdy se podařilo platformu připravit, mohlo se začít s návrhem aplikace“, dále pak poslední odstavec kapitoly 6.3 na str. 45, kde je řečeno, že „v Aplikaci se s příchodem obrázku spustí mnoho dalších výpočtů, o kterých uživatel ani nemá tušení, ale jsou nezbytné pro chod dalších funkcí aplikace“).

Kapitola 2 na 12 stranách pojednává o příčinách vývojových vad pohybového aparátu, detekci vad zejména u novorozenců a terapii, což považuji sice za zajímavé, ale poněkud zbytečně obsáhlé vzhledem k tématu práce. Skutečně relevantní tak jsou pouze podkapitoly 2.1, 2.6 a částečně 2.8. Naopak v kapitole 3 bych očekával hlubší rešerši

neinvasivních přístupů pro sledování průběhu terapie. Vedle metody používané v ordinaci Václava Kruckého je představena pouze jedna jediná metoda. SKUTEČNĚ SE V PRAXI JINÁ METODA NEPOUŽÍVÁ? Existují přístupy využívající Kinect pro tyto účely? V práci je uveden pouze přehled aplikací pro rehabilitační a fyzioterapeutické účely (kapitola 4.7).

Kapitola 4, která popisuje zařízení Kinect a která vznikla převážně překladem anglického blogu, obsahuje nepřesné a nesprávné údaje. Konkrétně: Kinect nemá sensor pro sledování těla, o detekování se musí postarat příslušný software, hloubkový sensor je tvořen NIR (blízkým infračerveným) laserem a NIR kamerou, přesný princip fungování sensoru Kinect je chráněn patentem a oficiálně neveřejný, takže veškeré informace v kapitole 4.5 mají spekulativní charakter, na což čtenář však není upozorněn, navíc postup získání hloubkové mapy není dobře vysvětlen. Vzhledem k zadání práce je princip fungování hloubkového sensoru nepodstatný. Když už se diplomant pouští do takovýchto detailů, význam by měl spíše popis, jak a s jakou přesností se z hloubkové mapy získává pozice kloubů v Kinect SDK a dostupných konkurenčních řešení (např. OpenNI), aby bylo možné stanovit, zda Kinect SDK je nejvhodnější pro zamýšlený účel.

V kapitole 5 je uveden výčet požadované funkcionality, ale již není vysvětleno, co jednotlivé funkce obnáší a k čemu jsou při diagnostice pohybového aparátu dětí důležité, tj. chybí analýza požadavků a případy užití, které u takto zaměřených inženýrských prací jsou standardem. Není tak zcela jasné, jak probíhá práce s aplikací Microsoft Kinect studio 2.0, kterou diplomant doporučuje pro nahrávání a přehrávání záznamů ze zařízení Kinect, a vytvořenou aplikací, a jak jsou obě aplikace propojené. Vytvořená Aplikace podle tvrzení na str. 39 pracuje vždy pouze se záznamem pořízeným v jednom časovém okamžiku. Kinect studio 2.0 lze použít pro nahrání více záznamů, což je vhodné pro použití v domácím prostředí, přičemž expert v ordinaci posléze z nahrávky potřebuje vybrat jeden záznam, ve kterém je osoba v příslušné vyšetřovací poloze. JAK TENTO VÝBĚR PROBÍHÁ? JAK SE ZÁZNAM DOSTANE DO VYTVOŘENÉ APLIKACE?

Nerozumím, jak probíhá porovnávání s referenční osou, popisované v kapitole 6 na str. 46. CO JSOU „SOUŘADNICE X, Y, A Z REFERENČNÍ OSY“? Osa je definována bodem v prostoru a svým směrovým vektorem. Za předpokladu, že Aplikace používá souřadný systém totožný se systémem zařízení Kinect (tato informace chybí), směrový vektor je $(0, 1, 0)$. Neměl diplomant spíše na mysli, že jsou to souřadnice X, Y, a Z bodu na referenční ose, který je nejbližší k pozici kloubu? Obdobně také není zřejmé, jak se porovnává dvojice kloubů, o které je se mluví na str. 48. Ještě zásadnější nedostatek je pak na str. 52, kde diplomant uvádí, že z důvodu, že děti rostou, nelze porovnávat „... přesné hodnoty vzdáleností kloubů, ...“, ale je nutné „... sledovat stav, zda se určitá vada u pacienta zhoršuje, nebo zlepšuje v průběhu terapie“, ale nikde v práci není popsáno, jak toto sledování v Aplikaci vypadá. JAK SE TOTO SLEDOVÁNÍ TEDY PROVÁDÍ?

Výsledkem porovnání je trojice číselných hodnot (diferencí v X, Y, a Z), které jsou v Aplikaci uživateli zobrazeny, a to v cm na 7 desetinných míst, což je dost nepřehledné a navíc z důvodu přesnosti zařízení (viz výše) zcela zbytečné. Postrádám odůvodnění, proč byla zvolena zrovna tato reprezentace. Domnívám se, že vhodnější by bylo zobrazení vzdálenosti kloubu od své ideální polohy. Analogicky pro srovnávání, zda terapie vede ke zlepšení či nikoliv, považuji za podstatně přehlednější zobrazit dva skeletony přes sebe, než uvádět grafy diferencí v jednotlivých osách. CO STÁLO ZA VOLBOU TAKOVÝCHTO REPREZENTACÍ?

Postrádám ERA model databáze, která byla navržena pro ukládání dat. V práci je uvedeno (na str. 51) pouze, že se „databáze skládá pouze ze dvou tabulek“ a mnohem později (na str. 62), že byla použita sqlite3 databáze kvůli své jednoduchosti.

V práci chybí popis, jak byla výsledná aplikace otestována a ověřena. Na str. 63 je pouze uvedeno, že „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.“. Fakt, že testování na pacientech nebylo provedeno, výrazně snižuje kvalitu práce, protože stanovení silných a slabých stránek aplikace je důležité.

Vytvořená Aplikace na přiloženém DVD je funkční, nicméně padá v nejrůznějších scénářích. Konkrétně: spustit aplikaci, výběr pacienta, zavřít, výběr pacienta, vede k pádu aplikace. Obdobně, jakmile již jednoho pacienta skutečně vyberu, opakovaný výběr jiného pacienta vede k pádu aplikace. Výběr pacienta „Antonín první“ vede rovněž k pádu aplikace. Aplikace nemá ošetřené vstupy při zadávání nového pacienta, takže zadání nečíselné hodnoty v měsíci narození vede k pádu aplikace. Zobrazit graf vývoje pro dvojici stejných kloubů (např. Hlava-Hlava, což je mimochodem výchozí

hodnota) vede k pádu aplikace. Fakt, že text na tlačítku „Pozastavit“ se po jeho stisku nezmění, ale snímání se pozastaví, po opakovaném se změní na „Spustit“, ale snímání již běží, již je jen drobná kosmetická chyba.

Za zásadnější problém považuji to, že dokud aplikace snímá, lze zapnout nebo vypnout zobrazení kostry a klouby, měnit osu, vůči které se zobrazují difference kloubů, a měnit výběr dvojice kloubů pro porovnání, ale jakmile se snímání pozastaví, všechny tyto operace jsou nefunkční. Uživatel tak může zkoumat difference pouze v dynamicky měnícím se prostředí, tj. dostává sadu čísel měnících se 30x za vteřinu, což pro nějaké zkoumání není praktické.

Při umístění sensoru a osoby podle požadavků (v kapitole 7) je obrázek postavy a její kostra zobrazená v aplikaci tak malá, že se domnívám, že pro praktické účely to nemusí být postačující. Vizualizaci bohužel nelze plynule zvětšit, jak by se u moderní aplikace očekávalo. Ačkoliv knihovna WPF je plně vektorová a umožňuje snadné vytvoření aplikace, jejíž velikost oken (včetně dialogů) lze uživatelsky zvětšovat resp. zmenšovat, těchto možností nebylo využito a výsledná aplikace tak vzhledově a způsobem ovládání spíše připomíná aplikace z minulého století než ty ze současné doby.

Zdrojový kód je napsán v programovacím jazyce C# s využitím knihovny WPF. Přestože v textu diplomové práce je poznamenáno (na str. 55), že byl využit MVVM návrhový vzor, ve skutečnosti MVVM bylo užito velmi nedůsledně, takže kód patřící části Model, View, ViewModel bývá často míchán, např. třída vysetreni obsahuje vedle funkcionality typické pro model ještě metodu fillList, která vytváří seznam pro reprezentaci kloubů ve View, tj. typickou funkcionality ViewModel. Rovněž objektový návrh a členění kódu do metod není provedeno důsledně. Např. metoda Reader_MultiSourceFrameArrived na svých 202 řádků kódu provádí snímání postavy ze zařízení Kinect, podmíněně vykreslení kloubů, vykreslení skeletonu, vykreslení skeletonu do druhého okna, zobrazení diferencí mezi klouby, atd. Kód pro vykreslení skeletonu, který má asi 25 řádků, je duplicitně na třech místech, dvakrát v metodě Reader_MultiSourceFrameArrived, jednou v metodě paint třídy zoom.

V kódu jsou dále hojně používány magické konstanty, např. 1.7777777777777777, nebo 1080 znemožňující snadnou aktualizaci kódu, pokud byl použit Kinect v1, nebo např. budoucí Kinect v3, který bude mít jiné rozlišení. V celém kódu není ani jedno ošetření výjimek, čímž se vysvětlují časté pády aplikace. Kód nesplňuje doporučenou kulturu pro pojmenovávání tříd, metod a atributů programů C#. Okomentování kódu hodnotím kladně.

Celá práce má 981 řádků kódu, z toho 97 v evidentně přejatých třídách, dalších několik řádek je v automaticky vygenerovaném kódu, takže s přihlédnutím na výše zmíněné duplicitu v kódu, celkové množství vytvořeného kódu lze považovat spíše za průměrné.

Formální úroveň

Text práce je relativně vhodně strukturován do 9 kapitol. Problematické jsou kapitoly 6 a 8. V kapitole 6 je uveden popis výsledné aplikace, ale chybí zde mnoho detailů, které by logicky tam měly být uvedeny. Alespoň s některými z nich se čtenář setká pak v kapitole 8, např. jak se porovnávají dva klouby, o čemž se hovoří v kapitole 6, si čtenář odvodí až z kódu uvedeného v kapitole 8 na str. 59.

Po jazykové stránce obsahuje text relativně malé množství gramatických nedostatků, jako je tečka za slovem „viz“, chybějící nebo naopak přebývající čárky, překlapy (např. „pohybovými funkce“ na str. 9, „dokáže Nově vzniklá“ na str. 23, „údaje, Což by mohlo“ na str. 44, „Microsft“ na str. 55, „vynásobí číslem 100, pro převod na centimetry“ na str. 59), nebo neúplné věty (např. „Bylo například zcela použít ...“ na str. 31). Práci se nevyhnuly chyby v odkazech. Opakovaně se v textu odkazuje na kapitolu 0.

Formátování kódů uvedených v kapitole 8 je nevhodné. Čitelnosti by prospělo využití různých řezů písma pro komentáře, klíčová slova a kód, rovněž zalamování komentářů je nešťastné.

Práce s literaturou

Student ve své práci čerpal pouze z internetových zdrojů, přičemž ani v jednom případě se nejedná o odbornou literaturu z oblasti IT. Práci s literaturou považuji proto za slabou. Všechny zdroje jsou řádně citovány.

Splnění zadání

Zadání diplomové práce bylo splněno s výhradami ke kvalitě řešení a dosažených výsledků, které jsou uvedeny výše.

Dotazy k práci

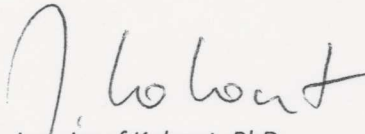
Diplomant měl v průběhu obhajoby vyjádřit ke všem věcným DOTAZŮM uvedeným v posudku výše, zejména však k následující otázce:

- Jakou přesností disponuje dle Vašich experimentů zařízení Kinect? V jakých případech je tato přesnost zcela postačující? V jakých naopak je zcela nevhodná?

Závěrečné shrnutí

Protože zadání diplomové práce bylo splněno a vytvořená aplikace, podle všeho, usnadňuje sledování terapie vývojových vad v ordinaci Václava Kruckého, tj. je v praxi použitelná, práci doporučuji k obhajobě, přestože svým vypracováním se jedná o práci velmi podprůměrnou, která by na dotažení do dobré podoby vyžadovala ještě tak měsíc usilovné práce, a navrhuji ji hodnotit známkou ještě **dobře**.

V Plzni dne 28. 7. 2016


Doc. Ing. Josef Kohout, PhD.
KIV-FAV-ZČU

**SOUHLASÍ
S ORIGINÁLEM** 

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta aplikovaných věd
katedra informatiky a výpočetní techniky