

Hodnocení vedoucího bakalářské práce

Autor/autorka práce: **David Šavel**

Název práce: **Vytvoření generického kosterního modelu dolních končetin**

Původnost práce a práce související

Práce navazuje na diplomovou práci P. Kellnhofera zabývající se multi-morphingem 3D objektů (reprezentovaných trojúhelníkovými sítěmi) bez předem známé vzájemné korespondence a na práci L. Modenesse zabývající se automatickým vytvořením muskuloskeletálního modelu pro nástroj OpenSim z datového setu obsahující 3D objekty kostí (reprezentovaných trojúhelníkovými sítěmi) jednoho subjektu. Předmětem práce byla kombinace obojího za účelem vytvoření nástroje schopného generovat generický (průměrný) muskuloskeletální model z dat více subjektů.

Aktivita studenta a spolupráce s vedoucím

Ačkoliv v zimním semestru schůzky s vedoucím práce probíhaly každých 14 dní, tempo práce bylo oproti očekávání znatelně pomalejší. Analytická část práce byla ze strany vedoucího opakovaně připomínána pro její povrchnost. Nelze říci, že by student připomínky ignoroval, pouze jeho zpracování nešlo nad rámec toho, co bylo nezbytně nutné. Bohužel tento přístup se negativně poznamenává i na výsledné podobě textu práce (viz připomínky níže). Důsledkem také je, že to, že postup provést nejprve multi-morphing a pak STAPLE, který byl navrhován vedoucím práce od samého počátku, není použitelný, student odhalil až v pozdní realizační fázi namísto v analytické fázi. Realizační fáze započala až v druhé polovině února 2023 (první commit pochází až z konce února 2023). Zvýšená aktivita ze strany studenta a rychlejší postup probíhal až od druhého týdne v dubnu. Toto období hodnotím velmi kladně. Domnívám se, že kdyby stejným způsobem bylo k práci přistupováno dříve, mohla by být výsledná práce velmi kvalitní. Takto ale bohužel na zapracování celé řady připomínek vedoucího práce již, jak je patrné z textu práce, nezbyl studentovi čas.

Kvalita řešení

Vytvořené programové vybavení je funkční za předpokladu, že konfigurační soubor obsahuje plné cesty. Považoval bych za vhodné, aby tento požadavek nebyl nutný a bylo možné zadávat cesty relativní. Rovněž nešťastné je, že v přiloženém konfiguračním souboru se nachází neplatná cesta na adresář TLEM_MRI (správně má být TLEM2_MRI). V uživatelské příručce bych uvítal informaci o tom, které toolboxy Matlabu jsou pro správnou funkčnost třeba.

Velmi postrádám objektivní zhodnocení dosažených výsledků. Student se dopouští pouze subjektivního „Výsledek testu bych hodnotil jako uspokojivý“ (viz Kapitulu 7, str. 33), aniž by se zabýval otázkou, jak moc se odlišují pozice kloubů v případě použití či nepoužití STAPLE a v kapitole 6 navrženého přístupu na posun výsledných kostí oproti manuálně stanoveným pozicím. Rovněž by žádoucí bylo uvést informace o časové a paměťové náročnosti vytvořeného programového vybavení.

Při porovnání výsledků zobrazených na obrázcích 6.5 a 6.6 se domnívám, že experiment se slučováním všech kostí v jednom kroku byl proveden ještě v době před nahrazení aproximativní korespondence mezi povrchy dvou sítí (viz str. 25: „V původní implementaci ...“) za přesnější korespondenci s využitím barycentrických souřadnic. Mám pravdu? Pokud ano, jak by tedy vypadal výsledek?

Domněnka, že příčinou chybné registrace v jednom z experimentů (viz str. 34) je příliš hrubá reprezentace kostí pro počáteční zarovnání, zní rozumně, nicméně očekával bych její exaktní verifikaci.

Množství kódu (C++) je spíše průměrné (cca 1100 řádek, včetně řádek s komentářem a prázdných řádek), kód je přiměřeně komentován. Za nedostatek považuji předávání všech parametrů metod výhradně hodnotou, a to včetně polí, což snižuje výkon vytvořeného programového řešení. Drobným prohřeškem je rovněž nedodržení zřejmé konvence pojmenování metod.

Největší slabinou práce je její text. V textu práce se vyskytuje celá řada nepřesných nebo nejasných formulací, např.:

- Str. 10: „STAPLE umí i sloučit specifický kosterní model s generickým“. Jak? To je v rozporu s tím, co je tvrzené v kapitole 6.2.1.
- Na str. 11 je uvedeno „Rigidní metody hledají jednu afinní transformaci ..., zatímco nerigidní metody hledají rigidní transformaci ...“ – zde by bylo vhodné jasně definovat, co se rozumí transformací, afinní a rigidní transformací a dále třeba i s využitím odvolání na příslušnou literaturu lépe definovat pojmy rigidní a nerigidní registrace.
- Str. 12: „Byla k tomu použita metoda `vtkFillHolesFilter`, implementovaná v rámci softwaru VTK“ – třída `vtkFillHolesFilter` je implementována s využitím softwaru VTK, ale není součástí VTK.
- Str. 12: „Aby došlo k takovému zarovnání, je kromě transformace provést takzvaný scaling“ – zde jednak chybí sloveso „nutné“, a pak „scaling“ je přece jednou z elementárních transformací.
- a mnohé další

Poněkud nešťastné je pak používání pojmu „model“ pro různé účely: muskuloskeletální model, povrchový model 3D objektu, datový soubor obsahující 3D objekt(y). Obdobně jsou na tom stejné překlady dvou různých slov z angličtiny, bez řádné definování (např. souřadnice kloubu vs. souřadnice vrcholu, potomek a rodič kloubu).

Některé informace prezentované v kapitole 6 se zbytečně opakují. Často je to způsobeno tím, že student potřebuje doplnit novou informaci, která na starou navazuje. Zdá se, že textu práce by prospěla jistá restrukturalizace tak, aby čtenář neměl v kapitolách 2 a 3 pocit, že mu něco chybí k pochopení, a v kapitole 6 pak neměl pocit, že něco mu zde naopak přebývá. Leckteré detaily ale v práci prostě chybí, např. zcela chybí popis slučování sítí v přímém morphingu, není jasné, kdo a jak přesně metodu přímého morphingu upravil (viz str. 14), ani proč zrovna se vybírá 10% a max 500 vrcholů (viz str. 13). Obdobně je na tom věta v závěru na str. 35 „Chybu jsem odhalil až během testování a myslím že při další práci by mohla být odstraněna“, která sice navrhuje v navazující práci nejprve chybu odstranit, ale již neříká, jakým způsobem by se to mohlo provést.

Některé věty jsou obtížně vstřebatelné, např. věta na str. 20 "Po sloučení všech kostí je spojí do tří modelů kostí z kategorií z konfiguračního souboru." nerozumím ani po několikatém přečtení (a její kontext porozumění nepomáhá). Zejména obtížně čitelná je kapitola 6.2.2. Čtenáři je předkládán popis algoritmu, kde se střídavě přechází mezi minulým čase a přítomným kondicionálem, aniž by bylo vždy jasné, proč se nějaká úvaha zahazuje. Popisu návrhu vlastního řešení by rozhodně prospělo několik ilustračních obrázků anebo exaktních matematických formulí. Exaktnost je ale bohužel něco, co se v textu příliš nevyskytuje (viz např. „. Někjak využít JCS ...“). Popisky obrázků neumožňují pochopit, co na obrázcích vlastně je (viz zejména obrázky 5.3, 6.5 a 7.2).

Textu se nevyhnul ani relativně větší počet překlepů a gramatických chyb. Občas výklad sklouzává do slangové řeči, což pro kvalifikační práci není vhodné.

Splnění zadání

Přes výše uvedené výhrady ke kvalitě řešení považuji zadání bakalářské práce za splněné.

Využitelnost dosažených výsledků

Bakalářská práce otvírá prostor pro další experimentování a vylepšování, ale v současné době není jednoznačné, zda vytvořené programové vybavení je v praxi využitelné přímo (viz připomínku ke kvalitě řešení v druhém odstavci).

Závěrečné shrnutí

*Student prokázal, že je schopen se zorientovat v rozsáhlém cizím kódu psaném v různých programovacích jazycích (C++, Matlab) a že je schopen tyto kódy využít ve vlastní aplikaci pro vyřešení složitější úlohy. Bakalářskou práci proto doporučuji k obhajobě, ale vzhledem k výše uvedeným připomínkám navrhuji práci hodnotit známkou **dobře**.*

V Plzni dne 19. 5. 2023

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