
Posudek oponenta bakalářské práce

Martin Ryba

Arm rehabilitation with video motion detection
(Rehabilitace paže pomocí detekce pohybu ve videu)

Anglicky psaná práce Martina Ryby se zabývá problematikou počítačové podpory rehabilitace paže s omezenou hybností po úrazech či jako následku cévní mozkové příhody. Cílem mělo být vytvoření aplikace, která by „pozorovala“ rehabilitujícího pacienta a upozorňovala na příp. nesprávné provedení cviku. Dosažení takového cíle by bylo nepochybně velmi záslužným činem.

Po prostudování textu a přiloženého software ovšem musím konstatovat, že tato práce dle mého názoru příliš nezapadá do spektra kvalifikačních prací řešených na Katedře informatiky a výpočetní techniky FAV ZČU. Dovedu si představit její úspěšnou obhajobu např. na některé z kateder Fakulty zdravotnických studií, ovšem z pohledu ryze informatického (autor je ostatně studentem oboru Informatika) je objem vykonané práce zoufale nedostatečný: Implementaci aplikace (jak je požadováno body 3 a 4 zadání) věnuje sotva 10 stran z celkem 45, a to se ještě čtenář prakticky žádné implementační detaily nedozví. Zmíněných 10 stran popisuje velmi obecně sběr trénovacích dat (bez uvedení podstatných detailů), několik odstavců popisuje jednoduché klasifikační techniky a jejich trénování (ovšem zase bez podstatných detailů), načež jsou předestřena skóre úspěšnosti klasifikace, z nichž ale není jasné, jak k nim autor došel, a také chybí jakákoli diskuse k těmto výsledkům. Naopak je čtenář seznamován s motivací pacientů k rehabilitaci, technikou provádění cviků, a dalšími – z pohledu informatika málo podstatnými – skutečnostmi.

Nepochybuji o tom, že autor prostudoval značné množství materiálu a strávil mnoho hodin diskusemi s fyzioterapeutem (zmíněno v textu). Také zvládnutí použitých nástrojů jistě není triviální. Ovšem samotný autorův přínos je dle mého názoru s přihlédnutím k oboru jeho studia diskutabilní. 315 řádek (sic!) kódu v Pythonu, které víceméně jen volají kód komplexních knihoven jiných autorů pro počítačové vidění (OpenCV) a pro rozpoznávání a klasifikaci pozice lidského těla (OpenPose), bych považoval spíše za semestrální práci v odborném předmětu zaměřeném na rozpoznávání a klasifikaci, než za práci bakalářskou.

Jak již bylo uvedeno výše, programové řešení sestává z 315 řádek kódu v Pythonu. Při daném objemu není dost dobře možné kód posoudit z kvalitativního hlediska. Zapsán je v souladu se zvyklostmi a přehledně (k čemuž ostatně autora nutí sám použitý programovací jazyk). Rozsah programátorské práce odvedené při implementaci však nepovažuji za odpovídající bakalářské práci studenta oboru Informatika – objemem kódu jde spíše o práci semestrální, a ještě menšího rozsahu. Nezpochybňuji ovšem rozsah práce analytické při zkoumání a zprovozňování použitých knihoven.

Implementace aplikace sice zakládá splnění bodu 4 zadání, ovšem zvolený způsob provedení je na hony vzdálen od použitelného produktu: Nedovedu si představit, že by tuto aplikaci spustil na svém domácím počítači neprofesionál (navíc zřejmě starší člověk po úrazu či mrtvici) bez nějakého podpůrného aparátu (instalátor), který autor ale nedodal. Předložený software tedy zřejmě není vhodným řešením zadaného problému, což je patrné i mezi řádky průvodního textu. Autor si totiž sám odporuje v závěrech ohledně použitelnosti aplikace, a tedy si patrně je dobře vědom, že dílo není reálně použitelné k zamýšlenému účelu.

Uváděné hodnoty spolehlivosti klasifikace (55 % - 72,5 % při hodnocení sekvence snímků), zda byl rehabilitační cvik proveden správně či nikoliv, také prakticky nedovolují software nasadit. Bližší analýza uváděných výsledků pak vede i k pochybnostem o korektním nasazení použitých technik klasifikace (str. 38). Klasifikátor KNN totiž podle autora dosahuje úspěšnosti 72,5 %, zatímco SVM s gaussovským kernelem jen 55 %. To ale při korektním použití na shodných vstupních datech není dost dobře možné: Úspěšnost KNN (byla-li metrikou eukleidovská vzdálenost) v takovém případě musí být v důsledku konstrukce klasifikátoru infimem úspěšnosti SVM s gaussovským jádrem.

Autor nakonec vybral jen jeden rehabilitační cvik, jehož správné provádění aplikace hodnotí. Výběr cviku je odůvodněn jen diskusí s fyzioterapeutem, zcela chybí rozbor cviků ve vztahu k rozpoznávání pózy (je jen naznačeno, že některé nejsou vhodné, protože si cvičenec sám zakrývá části těla). Také z textu není jasné, zda byly dosažené výsledky klasifikace znovu diskutovány a ověřeny zmíněným fyzioterapeutem.

Průvodní dokument bakalářské práce je spíše menšího rozsahu (celkem 45 stran) a je vysázen v \TeX u, a tedy není zatížen zásadními technickými chybami. Lze nalézt některé drobné odchylky od normy sazby (např. použití spojovníku místo pomlčky, nestandardní odkazování na prvky struktury dokumentu prostřednictvím znaku ‘§’, nesprávná sazba

uvozovek), atp., ale celkový dojem je veskrze harmonický. V textu lze ale nalézt řadu překlepů, které by spell-checker jistě odhalil.

Jazykem dokumentu je angličtina, kterou autor ovládá zjevně velmi dobře. Častá oscilace od britského k americkému pravopisnému úzu už ovšem tak dobře nepůsobí. Text je většinou dobře čitelný, nicméně poměrně často se lze setkat s typickými problémy anglicky píšících Slovanů: Nesprávným slovosledem, nevhodným užitím členů, nezvládnutým číslem (str. 9, 13, aj.), záměnou idiomu za jiný (na mnoha místech např. „allow for“), nevhodnými formulacemi (např. na str. 15 „runtime“) a nezvládnutou kapitalizací. Vět, které opravdu ani po několikerém čtení nelze pochopit, je naštěstí jen pár.

Obrázků, tabulek, grafů a zejména ukázek kódu bych ovšem s ohledem na řešenou problematiku očekával poněkud více. Ty, které text doplňují, jsou vhodné a provedené v přiměřené technické kvalitě (až na obr. 2.2 na str. 12). Při čtení mě poněkud popouzeló u výkladu nového pojmu odkazování na části textu, kde ale předmětný pojem stejně není vysvětlen (např. str. 18 „§2.4“).

Autor se také dopouští řady nepodložených zobecnění či zjednodušení (např. str. 14 výklad konvoluce a konvolučních vrstev DNN), některým konceptům zjevně neporozuměl (str. 13 „symbolic AI“), lze nalézt i tvrzení vysloveně nepravdivá (např. str. 27 vysvětlení logistické regrese).

Dokument není co do obsahu jednotlivých částí vhodně vyvážen: Obsahuje celou řadu nepodstatných detailů z oblasti lékařství a rehabilitace, a přitom chybí zásadní informace týkající se implementace klasifikátorů. Např. není vůbec jasné, jak vypadá příznaková reprezentace videa vstupující do vybraných klasifikátorů, není jasné, proč byly vybrány právě tyto klasifikační techniky, co vlastně klasifikátory vůbec klasifikovaly, atd.

Autor cituje celkem 39 zdrojů, z nichž většina je k předloženému tématu relevantní, u některých o tom ale lze úspěšně pochybovat (např. [36] či [16]). U zdroje [16] se ještě na chvíli zastavme: Jeho autory jsou mimo jiné pan **Z. D. Facebook**, pan **A. I. Research** a pan **O. Sri**¹. Nelze tedy úplně s klidným svědomím prohlásit provedení seznamu zdrojů za korektní. Také další položky seznamu vykazují dost zásadní nedostatky: Autorem zdroje [39] je pan —, o čemž lze také úspěšně pochybovat. Zdroj [17] není opatřen dostatečným množstvím identifikátorů.

V textu jsou citace provedeny správně. Obecně ale lze říci, že bibliografie vykazuje řadu velmi zásadních nedostatků, se kterými by neměla projít přes kontrolu vedoucího a rozhodně by neměla být v tomto stavu odevzdána a veřejně zpřístupněna!

Zadání lze s mnoha výše uvedenými výhradami snad považovat za splněné, ovšem velmi minimalistickým způsobem. Omluvou pak nemůže být ani tvrzení, že jde o prototyp jako výsledek vědeckého bádání (protože prototyp nebyl zadáním požadován, byla požadována použitelná aplikace; také rozhodně nešlo o vědecké bádání, ale o typickou aplikační úlohu).

Práce je dle mého názoru na samé hranici přijatelnosti jako práce bakalářská, uznáme-li rozsah a náročnost provedené analytické činnosti za podstatný (což ale není dokumentem nezpochybnitelně doloženo). Přikláním se však k názoru, že autor zřejmě měl snahu zadaný úkol systematicky řešit a předložené řešení považoval za optimální. Práci proto s velkým sebezapřením ještě **doporučuji k obhajobě** a hodnotím klasifikačním stupněm

„dobře“.

Ing. Kamil Ekštejn, Ph.D.
KIV FAV ZČU

V Plzni dne 7. srpna 2020

Doplňující otázky:

1. Jak vypadá příznaková reprezentace klasifikovaného videozáznamu? Je nějak uvažována poloha jednotlivých uzlových bodů jako funkce (bortícího se) času (DTW) nebo jde o „bag-of-points“ model?
2. Jak byly nastaveny hyperparametry SVM klasifikátoru (a proč to není v dokumentu uvedeno)?
3. Diskutovali jste s fyzioterapeutem dosažené výsledky a praktickou použitelnost aplikace? Jaký na to měl názor?

¹italská zkratka pro společnost s ručením omezeným (società a responsabilità limitata)