

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Time-Series Classification for Action Detection in Imitation Learning
Název práce česky:	Klasifikace časových řad pro rozpoznání akcí v imitačním učení
Autor práce:	Michal Mikeška
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra kybernetiky
Vedoucí práce:	Mgr. Karla Štěpánová, Ph.D.
Pracoviště vedoucího práce:	CIIRC CVUT v Praze

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Přiložená práce se zabývá klasifikací časových řad. Zadání považuji za průměrně náročné. Cílem bylo porovnat kvalitu standardních klasifikátorů časových řad nad jednotlivými daty. Student musel zpracovat dostupné daty do jednotného formátu, zároveň navrhl a připravil také nový dataset, nastudovat, zprovoznit a adaptovat na vstupní data jednotlivé klasifikátory a následně provést systematickou evaluaci výsledků. Součástí práce bylo i zprovoznění simulovaného prostředí v rámci získání dat pro pohyby robotického manipulátoru.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Michal Mikeška splnil všechny body zadání. Využil některé již připravené daty a další daty připravil samostatně. Celkově porovnal výsledky na 4 datasetech (pohyby robota, pohyby rukou demonstrátora, audio záznam při jednotlivých prováděných akcích a nezávislý audio dataset při různých typech pohybů lahve). Pro tyto daty zkoumal kvalitu klasifikace pomocí tří metod (kNN s DTW metrikou, LSTM a GRU).	

Aktivita a samostatnost při zpracování práce	A - výborně
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.</i>	
Michal Mikeška začal pracovat na tématu již v rámci individuálního projektu, kdy se seznámil s jednotlivými typy klasifikátorů. Michal pravidelně konzultoval své výsledky a pracoval samostatně a systematicky. Zaměřoval se hlavně na plnění bodů zadání, ale při nesnázích byl schopný samostatně najít řešení problémů. U již dříve nahraných dat byl schopný komunikovat samostatně s ostatními studenty a data si následně upravit do potřebných formátů.	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Samotný přínos bakalářské práce spočívá hlavně v porovnání standardních klasifikátorů časových řad pro různé typy dat (pohyby rukou, pohyby robotického manipulátoru, audio signály). Student prokázal, že je schopný samostatně zpracovat daty do jednotného formátu, zprovoznit simulované prostředí, jednotlivé algoritmy nastudovat, pochopit a aplikovat pro řešení. Student pěkně popsal a formalizoval jednotlivé použité daty a použité metody. Podrobně ukazuje dosažené výsledky pro jednotlivé algoritmy. V práci bych ocenila závěrečné porovnání výsledků jednotlivých algoritmů a hlubší diskusi nad výsledky a jejich dopady, bohužel z časových důvodů na to již nebyl prostor.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	

Práce je psaná v angličtině a sázená v Latex s rozumnou typografickou úpravou. Angličtina není dokonalá, ale je dobře srozumitelná. Práci doplňují mnohé grafy a vizualizace datasetů i výsledků s relevantními popisky. Na bakalářskou práci má práce spíše nadstandardního rozsahu.

Výběr zdrojů, korektnost citací

B - velmi dobře

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Student cituje vybrané relevantní články, které se zabývají klasifikací časových řad. Citace jsou úplné a respektují citační normy. Student také dobře cituje použité datasety.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.

Vypracovaná práce popisuje výsledky klasifikace 3 různých klasifikátorů nad 4 různými datasety. Michal Mikeška prokázal, že je schopný si nastudovat, zprovoznit a aplikovat různé typy klasifikátorů i pracovat s různorodými typy dat. Na práci pracoval velmi samostatně. Přestože práce nepřichází s novým algoritmem, považuji systematické porovnání za velmi přínosné, stejně tak sjednocení formátu jednotlivých datasetů. Získané výsledky a připravené datasety budou základem pro další vědeckou práci.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 6.6.2022

Podpis:

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Klasifikace časových řad pro rozpoznání akcí v imitačním učení
Jméno autora:	Michal Mikeska
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra kybernetiky
Oponent práce:	Ing. Zdeněk Straka
Pracoviště oponenta práce:	Katedra kybernetiky, FEL, ČVUT v Praze

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Práce je spíše praktického rázu. Pro její zvládnutí bylo nutné prokázat zejména praktické programátorské dovednosti a mírně pokročilou znalost strojového učení. Zadání práce vyžadovalo od studenta udělení velkého množství práce.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posudte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Zadání bylo splněno bez výhrad.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posudte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Postup řešení byl do velké míry určen zadáním práce. K postupu testování klasifikátorů mám méně závažné výhrady (viz dále).	

Odborná úroveň	D - uspokojivě
<i>Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
V práci jsem nenašel některé důležité parametry učení (např. počet trénovacích epoch nebo použitá metoda gradientního sestupu u LSTM/GRU) a informace o implementaci (např. jaký programovací jazyk byl použit). Považoval bych také za vhodné aby byl kód součástí přílohy práce. Dále bych vytknul méně precizní popisy použitých metod. Například na straně 17 v rovnici 3.3 mi není ze zápisu jasné jak se přesně použije fft.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	C - dobře
<i>Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Formální a jazyková úroveň je dobrá a odpovídá úrovni kterou lze čekat u studenta bakalářského stupně (méně předchozích zkušeností s psaním vědeckých textů v angličtině). Práci lze vytknout několik méně závažných nedostatků. Například že v přehledu relevantních prací se používají nedefinované zkratky (např. LCSS, EDR), Sekce 2.2 je tvořena pouze jednou podsekcí nebo že obvykle název „Materials and methods“ (kapitola 2) zahrnuje i obsah kapitoly 3.	

Výběr zdrojů, korektnost citací	C - dobře
<i>Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.</i>	
Student cituje korektně relevantní zdroje. Počet citovaných zdrojů by mohl být vyšší ale stále je v přijatelném rozsahu pro	

bakalářskou práci. Způsob citování je v některých případech méně obvyklý (např. uvedení celého jména článku v textu na straně 3).

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Student udělal velké množství práce. Natrénoval a vyhodnotil 3 různé klasifikátory (k-NN, LSTM a GRU) pro více variant 4 významně se lišících datasetů. Také provedl shlukovou analýzu sekvencí.

Za nevhodné považuji, že dataset byl rozdělen pouze na trénovací a validační část, bez testovací části. Zvláště když datasety nejsou až tak velké a pro nalezení hyperparametrů u LSTM a GRU se používá mřížkové prohledávání (grid search). Jako riziko vidím, že během mřížkového prohledávání dojde k „nafitování“ na validační dataset a změřená přesnost („accuracy“) se pak na testovacím datasetu může významně lišit. Pokud důvodem chybějící testovací části byl menší počet dat, tak bylo vhodné provést odhad rozdílu mezi validační a testovací chybou a ověřit že se příliš neliší.

Dále je podezřelá obrovská variabilita úspěšnosti učení LSTM a GRU v závislosti na počáteční inicializaci (viz Fig. 4.17) a také častá velmi silná „nemonotónnost“ křivek (hodnoty „náhodně“ skáčí nahoru a dolů) v grafech mřížkového prohledávání (např. Fig. 4.16). Je škoda, že v práci nebyl analyzován důvod tohoto podezřelého chování. Může být například příznakem toho, že použitý klasifikátor je příliš komplexní (např. má příliš velký počet skrytých neuronů) pro danou velikost a charakter datasetu.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uvedte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Na této práci musím ocenit její široký záběr a velké množství výsledků. To vyžadovalo udělení velkého množství práce. Naopak bych uvítal informace o implementaci, preciznější a detailnější popis použitých parametrů učení a metod (některé důležité technické informace chybí) a použitý kód jako součást této práce. Dále bych vytknul, že validační dataset byl použit i jako testovací a také, že pro LSTM a GRU nebyl zkoumán důvod velké variability úspěšnosti v závislosti na náhodné inicializaci a důvod silné „nemonotónnosti“ v některých grafech mřížkového prohledávání.

Vzhledem k velkému množství udělané práce hodnotím, i přes zmíněné nedostatky, tuto práci stupněm C - dobře.

Otázky:

- 1) Jaká knihovna byla použita pro trénování klasifikátorů?
- 2) Jak si vysvětlujete zmíněnou silnou „nemonotónnost“ v některých grafech mřížkového prohledávání?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm

Datum:

Podpis: