

Posudek oponenta na bakalářskou práci

Tereza Fuciková: Strojové učení pro klasifikaci zdrojů spojitě akustické emise

Včasná a správná klasifikace zdrojů spojitě akustické emise může předejít nenadálým destrukcím materiálu, nebo pozdní výměně opotřebovaných součástek, a tím zabránit nevratným ekonomickým škodám. Pro příklad z poslední doby uvedme pozdě detekované závady u některých svarů v jaderných elektrárnách ve Francii, které výrazně přispěly k prohloubení energetické krize v Evropě. Jako do většiny oblastí, kde je k dispozici dostatek dat a jednoznačně zadaná úloha, proniklo strojové učení v čele s neuronovými sítěmi (NN) i do klasifikace akustických signálů. Jelikož ale analýza časových řad, stejně jako tabulovaných dat, je velmi specifický problém lišící se úkol od úkolu, převzaly se v této oblasti především architektury a postupy vyvinuté primárně pro vizuální problémy, nebo NLP. Předkládaná práce si kladla za úkol vyzkoušet právě takovéto metody, jako jsou konvoluční (CNN) a rekurentní neuronové sítě (RNN), na laboratorních datech spojitě akustické emise.

Práce je strukturována do pěti kapitol, přičemž první čtyři se věnují rešerši neuronových sítí, CNN a použitým knihovnám v Pythonu. Pátá poslední kapitola popisuje reálný experiment, naměření a zpracování dat, aplikaci některých představených metod a stručnou analýzu výsledků.

Celkově je práce dostatečně obsáhlá, přehledná, ale často se věnuje zbytečně základním oblastem a ty zásadní pro význam a výsledky práce opomíjí. Jelikož se jedná o bakalářskou práci, jejíž podstatou měla být aplikace známé teorie na nová data v nové oblasti, tak jsem očekával především diskuzi a výsledky v oblasti daného experimentu, popisu a možností předzpracování dat, porovnání více metod na bázi různých metrik atd. Místo toho se drtivá většina práce věnuje rešerši neuronových sítí a to ještě podle mě na bázi jedné publikace (není zřejmé, zdali bylo čerpáno z anglického originálu, nebo českého překladu). Přestože problematika strojového učení a neuronových sítí může být pro studenty třetího ročníku oříšek, když většina předmětů s tímto tématem spojených se vyučuje až v magisterském studiu, tak očekávám od podobně znějícího zadání jiné než předkládané výsledky.

Rešeršní části by dozajista pomohlo, pokud by autorka od začátku uvedla motivaci pro použití NN, soustředila se čistě na klasifikační úlohy a více si utřídila základní pojmy. Ani samotná čeština bohužel správnému pochopení moc nepomáhá, jelikož v této oblasti jsou anglické názvy přeci jen zavedenější. V práci pak dochází občas k záměně kdy se o hyperparametrech sítě mluví jako o parametrech (str. 8), trénovací množina se prolíná s validační (str. 24-25), používají se řádkové vektory a místo skalárního součinu se pak všude píše sumace, o výstupu z aktivační funkce mapující reálnou osu na (0,1) se mluví jako o pravděpodobnosti (str. 16), zaměňuje se značení odhadu a realizace (str. 17) apod. Rešeršní část se za mě zbytečně věnuje popisu programovacího prostředí, kdy místo zmínky jaký jazyk a knihovny se použily a do práce se dal odkaz na zdrojové kódy, tak se zabředne do kusů kódu, které jsou občas navíc i špatně do práce zkopírované (str. 27), neokomentované a zavádějící (str. 27-28) a nebo se prapodivně věnuje datovým typům, přičemž nezmíní proč je potřeba tento typ používat (str. 24).

Zatímco nad nedostatky v rešeršní části bych byl ochoten i přimhouřit oko, tak nejvíce bych vytknul malý rozsah, nedostatečný popis a slabou diskuzi nad analytickou částí zpracování reálných dat, která měla být dle zadání hlavním cílem této práce. Již v úvodu mi chybí motivace, proč tato data měřit a analyzovat. Dále proč mícháme data z různých senzorů dohromady, místo abychom zjistili, jaký senzor je pro klasifikaci nejvhodnější. Proč používáme jen jeden typ NN v základní jednoduché architektuře, atd.

Některé body shrnu do následujících otázek, které doporučuji během obhajoby zodpovědět.

- V zadání je zdůrazněno, že se má práce věnovat i RNN. O této architektuře nebyla zmínka ani v rešeršní části, jen v závěru bylo bez zdůvodnění zmíněno, že datová sada je nevhodná pro práci s tímto typem sítí. Okomentujte podrobněji, proč jste se nedržela zadání a proč jste případně místo RNN nepoužila jiný typ architektury vhodný pro časové řady (například TFT), jako srovnání s CNN.
- V práci je zmíněno, že v jednoduchosti je síla a proto jste se věnovala jen jednoduchým strukturám s malou hloubkou. V rešeršní části se přitom píše, že je důležité vyzkoušet různá nastavení pro dosažení nejlepších výsledků. Proč jste použila jen dvě velmi podobné architektury a nezkusila jiné, případně složitější pomocí transfer learningu?
- V práci je v kapitole 4 ukázka kódů, kde v metodě *fit()* jsou dané hyperparametry uvedeny jako *None*. V závěrečné kapitole se o hledání optimálních parametrů nikde nepíše, ani nejsou tyto hodnoty nikde uvedeny. Můžete je uvést, aby mohlo jít případně vaše výsledky replikovat a okomentovat, proč jste zvolila právě tyto hodnoty?
- Na str. 37 se píše, že byla použita funkce *train_test_split* pro dělení na trénovací a testovací data, bez dalšího popisu této funkce a s jakým nastavením. Mohla byste podrobněji popsat jak byla data rozdělena a zdali nemohla být validační/testovací množina kontaminována? Dále proč považujete dělení 75%/25% za vyhovující?
- Vzhledem k tomu, že jste se nakonec věnovala jen binární klasifikaci, proč jste zvolila jako metriku pro porovnání „úspěšnost“. Mohla byste ji řádně definovat a zdůvodnit, proč zrovna tato metrika je pro vás důležitá? Dále bych rád viděl souhrn výsledků (hodnotící metrika na train/test/valid datech) v tabulce a nikoli jen v textu na různých stránkách.
- Z obrázků v kapitole 5.3 je vidět vysoká nestabilita pro ztrátovou funkci i „úspěšnost“ na validační množině. Čím je tato nestabilita pro určité epochy dána?

Celkově práce působí na první pohled dobře a kompaktně, ale bohužel ve výsledku více otázek vyvolává, než zodpovídá. Na jednu stranu musím ocenit, grafické zpracování, práci s vizualizacemi, na druhou stranu by šlo lépe pracovat se značením (vektory, časové řady, náhodné veličiny, realizace, ...) a i literaturou. Z práce není zcela zřejmé, zdali studentka veškerá data I naměřila a předzpracovala, nebo je měla již k dispozici. Některé pasáže by měly být lépe ocitované a celkově je seznam zdrojů velmi chudý.

Jelikož zadání nebylo zcela splněno a v práci tato skutečnost není řádně okomentována, moje hodnocení závisí značně na odpovědích výše uvedených otázek a následné diskuzi při obhajobě. S přihlédnutím ke komplexnosti práce (naměření dat, zpracování, použití metod vyučovaných mimo bakalářské studium, vizualizace výsledků, atd..) a za podmínky uspokojivých odpovědí na výše položené otázky doporučuji práci k obhajobě a navrhuji udělit známku **D (uspokojivě)**.

V Praze dne 8. srpna 2022

.....
Ing. Jiří Franc, Ph.D.