

Posudek bakalárskej práce

Matematicko-fyzikálna fakulta Univerzity Karlovy

Autor práce	Richard Savčinský	
Název práce	Echo state siete a ich využitie na predpovedanie časových radov	
Rok odevzdání	2018	
Studijní program	Informatika	
Studijní obor	Programování a softwarové systémy	
Autor posudku	RNDr. František Mráz, CSc.	Vedoucí
Pracoviště	KSVI MFF UK	

K celé práci

lepší OK horší nevyhovuje

	lepší	OK	horší	nevyhovuje
Obtížnost zadání		X		
Splnění zadání				X
Rozsah práce <i>... textová i implementační část, zohlednění náročnosti</i>		X		

Práca popisuje a implementuje predpovedanie časových postupností pomocou špeciálneho modelu rekurentných neurónových sietí nazývaných Echo state siete (ESN). Autor model popísal, ukázal, ako by sa dal použiť na predpovedanie vývoja ceny akcií a naprogramoval aplikáciu, ktorá umožňuje, aby sa model na základe histórie vstupov a výstupov naučil počítať výstupy pre nové vstupy. Keď je vstupom časový rad a výstupom nasledujúca hodnota v časovom rade, tak sa jedná o predpovedanie vývoja radu. To sa dá použiť napr. na predpovedanie vývoja ceny akcie z histórie vývoja cien danej akcie.

Samotný model ESN je relatívne jednoduchý, ale jeho aplikácia vyžaduje nastavovanie viacerých parametrov, čo mala umožňovať vyvinutá aplikácia. Autor aplikáciu navrhol tak, aby sa dala využiť aj na štatistické porovnanie výsledkov dosiahnutých pomocou rôznych ESN a výsledky experimentov boli reprodukovateľné.

Bohužiaľ textová i implementačná časť nesú známky nedokončenosti. Aj keď je model jednoduchý, jeho popis obsahuje závažné chyby. Aplikácia model implementuje správne, ale nespĺňa cieľ užívateľskej prívetivosti. Využitie aplikácie na predpovedanie vývoja cien akcií je plné chýb. Tým je znehodnotená celá piata kapitola textovej časti BP, ktorá popisuje experimenty s predpovedaním vývoja cien akcií niekoľkých firiem a porovnanie s predpovedaním vývoja cien inými metódami – nástrojom Stocker a ARMA modelom.

Napriek tomu, že som autora upozorňoval na chyby v texte i implementácii a autorovi som nehotovú prácu neodporučil odovzdávať, autor ju odovzdal v nevyhovujúcom stave. Preto neodporúčam, aby odovzdaná práca Richarda Savčinského bola uznaná ako bakalárska práca.

Na to, aby práca mohla byť uznaná ako bakalárska práca, by autor (minimálne) musel

1. opraviť matematický popis modelu ESN,
2. doplniť užívateľskú dokumentáciu o presný popis formátu dát pre úlohu predpovedania cien akcií,
3. opraviť implementáciu: funkcie pre normalizáciu dát, funkcie pre výpočet zisku,
4. prepočítať a opraviť výsledky experimentov v kapitole 5 textovej časti.

Textová část práce

lepší OK horší nevyhovuje

Formální úprava ... jazyková úroveň, typografická úroveň, citace		X		
Struktura textu ... kontext, cíle, analýza, návrh, vyhodnocení, úroveň detailu			X	
Analýza		X		
Vývojová dokumentace			X	
Uživatelská dokumentace			X	

Formálna úprava a jazyková úroveň práce je až na mnoho chýbajúcich čiarok dobrá. Avšak jadrom modelu je nastavovanie váh do výstupnej vrstvy siete (vzorci (1.4) a (1.5)). Vo vzorci (1.4) má byť inverzná matica na ľavej strane a je tam použitá nesprávna matica \mathbf{X} – je nutné použiť maticu obsahujúcu nielen stavy v rezervoáre, ale aj riadok jednotiek a všetky vstupy. Hneď nasledujúce vzorce pre \mathbf{Y}^{target} majú zamenený dolný index a index v zátvorke. Našťastie v implementácii je to správne.

Už v druhej kapitole autor uvádza uživatelskú dokumentáciu k programu, kde popisuje aj špeciálne funkcie pre predpovedanie vývoja ceny akcií, ale tieto funkcie sú vysvetlené až v tretej a štvrtej kapitole.

Uživatelská dokumentácia popisuje formát vstupu jednou vetou na strane 20 (jedná sa o CSV s oddeľovačom medzera) – to stačí na obecné ESN – a obrázkom 2.11, čo je obrázok z tabuľkového procesora a nestačí to na popis formátu vstupného súboru. Užívateľ sa nedozvie, že súbor s vývojom cien akcií stiahnutý z Yahoo Finance (CSV s oddeľovačom čiarka) musí ručne upraviť na formát CSV s oddeľovačom tabulátor (aspoň v hlavičke CSV súboru). Program potom na nesprávny vstup reaguje výnimkou „index mimo rozsah“. Výpočet zisku pri simulovanom obchodovaní s akciami s dvomi jednoduchými stratégiami je popísaný vágne, čo potom viedlo k nezmyselnej implementácii. Dokumentácia nepopisuje, čo sa stane v prípade chybných vstupov, a bohužiaľ to takmer nikdy nerieši ani aplikácia.

Chyby v implementácii spôsobujú, že všetky výsledky experimentov s predpovedaním vývoja cien akcií z kapitoly 5 sú pravdepodobne nesprávne – viz nižšie. Experimenty mali používať historické dáta o vývoji denných cien akcií z Yahoo Finance z dvoch období. Prvé obdobie bolo od 1.1.2005 do 1.1.2009. Text tvrdí, že sa tieto dáta rozdelia na skupiny veľkosti 20 na inicializáciu rezervoára, 750 na tréningovanie a 250 na testovanie. Avšak v uvedenom období je iba 1009 obchodných dní. Rovnaká situácia je aj v druhom období od 1.1.2014 do 1.1.2018. Autor historické dáta nepriložil, takže nie je jasné, čo a s čím počítal.

Implementační část práce

lepší OK horší nevyhovuje

Kvalita návrhu ... architektura, struktury a algoritmy, použité technologie			X	
Kvalita zpracování ... jmenné konvence, formátování, komentáře, testování				X
Stabilita implementace			X	

Simulácia obecného modelu ESN je funkčná. Veľmi užitočná je možnosť mriežkového hľadania optimálnych parametrov – Grid Search – a tiež možnosť uložiť všetky parametre do konfiguračného súboru. Takýto súbor stačí načítať a spustiť, a tým jednoducho zopakovať experiment. Pre štatistické vyhodnotenie je možné spustiť opakované výpočty. Tu je nedostatok v tom, že ak sa vo formulári zadá semienko pre generátor pseudo-náhodných čísel, tak všetky opakovania dávajú totožné výsledky s tým istým semienkom, a teda sú pre štatistické vyhodnotenie nepoužiteľné. Stačilo by, keby sa pre opakované experimenty semienko napr. inkrementovalo.

Tiež je škoda, že autor nepriložil zdrojové dáta experimentov a k nim príslušné konfiguračné súbory. To by umožnilo jednoducho reprodukovat' autorom vykonané experimenty.

Implementácia obsahuje mnoho chýb. Obecne sa autor nevenoval ošetrovaniu chýb. Nevyplnenie niektorých políček formulárov spôsobí namiesto hlásenia s popisom chyby neošetrenú výnimku. Nedodržanie formátu v hlavičke súboru z Yahoo Finance končí výnimkou, pritom program vie, kde vo vstupnom súbore je chyba, takže by bolo jednoduché to užívateľovi oznámiť. Podobne, ak nastane chyba vo vstupnom súbore aj pre obecnú ESN, tak užívateľ uvidí iba výnimku, pritom program by mohol vypísať aj meno súboru a miesto v súbore, kde nastala chyba.

Autor tvrdí, že predpovedá záverečnú cenu dňa (t.j. 5. stĺpec súboru z Yahoo Finance), ale program pri normalizácii vstupných údajov do intervalu $[-1;1]$ pracuje so štvrtým stĺpcom, čo je minimálna cena dňa. Tým sú znehodnotené všetky výsledky experimentov s predpovedaním cien akcií. Pri normalizácii vstupných údajov podľa percentuálnej zmeny program síce pracuje so správnym piatym stĺpcom, ale táto normalizácia končí vždy výnimkou, pretože sa program pokúša otvoriť vstupný súbor, ktorý je už otvorený pre čítanie, súčasne aj pre zápis.

Ako jeden z hlavných ukazovateľov použiteľnosti ESN pre predpovedanie vývoja cien akcií je zisk pri simulovanom obchodovaní. Obidva algoritmy obchodovania implementované v práci neobchodujú, keď program predpovedá, že cena akcií bude klesať. Ale jednoduchší algoritmus počítania zisku pritom ohlási zisk rovný priemeru medzi minimálnou a maximálnou cenou zo všetkých skutočných a predpovedaných cien akcie. Pokročilejší algoritmus obchodovania oznámi zisk presne 10000!

Užívateľské rozhranie naznačuje, že autor použitú knižnicu Window Forms nedokáže plne využiť. V hlavnom menu po kliknutí na „ESN options“ sa objaví jediná položka „Create new ESN“, na ktorú je pre pokračovanie nutné kliknúť. Na druhú stranu aplikácia naučenej siete je zastrčená vo formulári „Task Center“.

Pre zobrazenie priebehu výpočtu obsahuje aplikácia progres bar „Computing...“, ale ten je zjavne nefunkčný. Formulár „I/O“ obsahuje zaškrtačacie políčko „Immediate training“, ale jeho význam je neznámy, v texte nie je popísaný a aplikácia ho zjavne nevyužíva. Formulár „Task center“ obsahuje niekoľko zaškrtačacích políček. Na zmenu stavu takéhoto políčka v hornej časti stačí kliknúť raz, ale v časti pre metriky je nutné kliknúť dvakrát.

Pri iterovaných experimentoch sa po výpočte zobrazí graf s požadovanými výstupmi pri tréovaní a pri testovaní spolu s tabuľkou hodnôt priemernej kvadratickej chyby pre jednotlivé iterácie. Avšak spočítané výstupy sa zobrazia až po kliknutí na príslušnú hodnotu chyby. Užívateľ na to však musí prísť sám – aplikácia to nepíše a nedozvie sa to ani z užívateľskej dokumentácie.

Celkovo považujem aplikáciu za nedokončenú.

Celkové hodnotenie Neprospl (spíše lepší)
Práci navrhuji na zvláštní ocenění Ne

Datum 30.8.2018

Podpis