

Formulár ZK - Záverečná karta projektu

Riešiteľ: Ing. Michal Čerňanský, PhD.	Evidenčné číslo projektu: APVT-20-030204
Názov projektu: Teoretické štúdium a praktické aplikácie rekurentných neurónových sietí založených na architekturnom biase	

Na ktorých pracoviskách bol projekt riešený:	Slovenská technická univerzita
	Fakulta informatiky a informačných technológií
	Ilkovičova 3
	842 16 Bratislava 4
Ktoré zahraničné pracoviská spolupracovali pri riešení (názov, štát):	Peter Tiño, School of Computer Science, University of Birmingham, United Kingdom
	Lubica Beňušková, Knowledge Engineering and Discovery Research Institute, Auckland University of Technology, New Zealand
	Stefan Frank, Institute for Logic, Language, and Computation, University of Amsterdam, Netherlands

Udelené patenty alebo podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory vychádzajúce z výsledkov projektu:	
Publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu (uveďte i publikácie prijaté do tlače alebo pripravované): <i>Uvádzajte maximálne päť najvýznamnejších publikácií.</i>	M. Čerňanský, M. Makula and L. Beňušková: Organization of the state space of a simple recurrent neural network before and after training on recursive linguistic structures. <i>Neural Networks</i> , 20(2), pages 236-244, 2007.
	M. Makula and L. Beňušková: Interactive visualisation of oligomer frequency in DNA. <i>Computing and Informatics</i> , accepted, 2008.
	M. Čerňanský and P. Tiño: Comparison of Echo State Networks with Simple Recurrent Networks and Variable-Length Markov Models on Symbolic Sequences. In: <i>Lecture Notes in Computer Science</i> . - ISSN 0302-9743. - Vol. 4668 Artificial Neural Networks - ICANN 2007, 17th International Conference, Porto, Portugal, September 2007 : Proceedings, Part I (2007) - : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007, s. 618-627.
	M. Čerňanský, M. Makula, P. Lacko and P. Trebatický Text Correction Using Approaches Based on Markovian Architectural Bias. In <i>EANN 2007, Proceedings of the 10th International Conference on Engineering Applications of Neural Networks</i> , Thessaloniki, Greece, 29.-31.8.2007. - Thessaloniki. - ISBN 978-960-287-093-8. - S. 221-228.
	M. Čerňanský and M. Makula. Feed-Forward Echo-State Networks. In <i>Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks IJCNN 2005</i> , Montreal, Canada, 2005.
V čom vidíte uplatnenie výsledkov tohto projektu:	Pre projekt bola vytvorená webová stránka www.fiit.stuba.sk/research/archbias , kde sú uvedené výsledky riešenia projektu, vytvorené softvérové nástroje ako aj informácie o grantovej podpore. Výsledky výskumu sú aplikovateľné na riešenie úloh vyžadujúcich modelovanie postupností, a to hlavne na riešenie predikčných problémov. Výsledky projektu poukazujú na vhodnosť skúmaných metód - rekurentných konekcionistických modelov využívajúcich vlastnosť nazvanú markovovský architekturný bias na riešenie niektorých tried predikčných úloh. Taktiež bola preukázaná vhodnosť pokročilých tréningových algoritmov založených na Kalmanovej filtrácii oproti iným, klasickým algoritmom používaným na tréningovanie rekurentných sietí. Viaceré, v rámci riešenia projektu vytvorené a zverejnené softvérové nástroje dokladujú vedecké výsledky projektu. Významným výsledkom riešenia projektu je poukázanie na súvislosti medzi novou architektúrou – tzv. sietí s echo stavmi a markovovskými modelmi s premenlivou dĺžkou pamäti.

Podpisom záverečnej karty riešiteľ vyjadruje svoj súhlas ku zverejneniu údajov v nej uvedených.

Podpis riešiteľa:

Dátum:

Charakteristika výsledkov

Evidenčné číslo: APVT-20-030204

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - slovensky:

V súlade so zámerom projektu sme v priebehu riešenia projektu skúmali možnosti sietí založených na vlastnosti nazvanej „markovovský architekturný bias“. Významnou prednosťou týchto metód je nenáročnosť adaptačného procesu. Podstatnú pozornosť sme venovali novému prístupu pútajúcemu značnú pozornosť komunity, a to tzv. rekurentným neurónovým sieťam s „echo stavmi“. Skúmali sme vlastnosti týchto prístupov na riešenie úloh modelovania umelo vytvorených aj reálnych časových postupností, a to ako aj postupností zložených zo symbolov abecedy, tak aj postupností zložených z hodnôt zo spojitého intervalu.

Podarilo sa nám určiť problémy, keď skúmané modely dosahujú kvalitatívne porovnateľnú popr. lepšiu výkonnosť než výpočtovo náročné prístupy používané na tréningovanie rekurentných neurónových sietí. Na druhej strane sa pre niektoré úlohy preukázala vhodnosť pokročilých a výpočtovo mimoriadne náročných tréningových algoritmov založených na Kalmanovej filtrácii. Získané poznatky sme úspešne aplikovali v aplikáciách korekciu poškodeného textu a spracovania DNA sekvencií. Siete s „echo stavmi“ sme využili pri modelovaní reálnych dát na základe článkov publikovaných v prestížnych časopisoch. Podarilo sa nám ukázať, že pre niektoré úlohy je možné použiť ESN siete so zjednodušenou architektúrou a získané výsledky sú porovnateľné s publikovanými závermi. Pri úlohách spracovania postupností symbolov sme poukázali na blízky vzťah sietí s „echo stavmi“ a markovovských modelov s premenlivou dĺžkou pamäte. Na základe získaných poznatkov sme vyvinuli a verejne sprístupnili softvérové nástroje umožňujúce širšej komunite využiť niektoré zo skúmaných prístupov.

Popularizácia získaných výsledkov je podporená webovou stránkou www.fiit.stuba.sk/research/archbias vytvorenou pre tento projekt. Významným prínosom projektu je aj prehĺbenie existujúcej a dlhodobej spolupráce s našimi kolegami so zahraničných pracovníkmi, ako aj nadviazanie novej spolupráce. Za významné tiež považujeme zapojenie študentov inžinierskeho štúdia do riešenia úloh s výskumným charakterom.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - anglicky:

According to the project proposal we have studied capabilities of networks based on the property called Markovian architectural bias. These methods are very attractive because of low computational complexity of adaptation process. We have focused on novel method called echo state networks. We have studied properties of these approaches for processing tasks consisting of modeling both artificial and real-world time series, and both symbolic and real-valued sequences.

We have identified problems, where studied models proved to have comparable or better performance in comparing with computational demanding approaches commonly used for recurrent neural network training. On the other side we have showed the usefulness of advanced and computational demanding training algorithms based on the Kalman filtration. Several applications such as text-correction and DNA sequence processing were created using the gained knowledge. Also echo state networks were applied for modeling real-world data. These experiments were based on papers published in high-quality journals, but we were able to prove, that some tasks can be successfully solved using echo state networks with our newly proposed simplified architecture. We have showed close relation between echo state networks and a variable memory length Markov models. Gained knowledge helped us to create several software tools and some of them were made available for free download for interested public.

Popularization of the project outcomes is established through web page www.fiit.stuba.sk/research/archbias devoted to this project. We highly appreciate that long-term cooperation with our colleagues from international universities could have been extended and also new cooperation have been established. Through this project we have also managed to involve several MSc. students into solving tasks with research and development character.

Podpis riešiteľa: