

Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko  
Sekcija za meteorologijo  
izr. prof. dr. Gregor Skok, predstavnik sekcije

Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko  
Izvršni odbor  
Jamova cesta 2  
1000 Ljubljana

***Zadeva: Predlog za podelitev priznanja SZGG s področja meteorologije za leto 2023 Urošu Perkanu***

V imenu Sekcije za meteorologijo Slovenske zveze za geodezijo in geofiziko predlagam podelitev priznanja SZGG s področja meteorologije za raziskovalne dosežke na Univerzi v Ljubljani, na Fakulteti za matematiko in fiziko, kandidatu Urošu Perkanu, mag. meteorologije.

Kandidat je po študiju fizike na 1. stopnji na Fakulteti za matematiko in fiziko, študij nadaljeval na meteorološki smeri na 2. stopnji, ki jo je zaključil letos septembra. V magistrskem delu, ki ima naslov »Napovedovanje vremena s konvolucijskimi nevronskimi mrežami« in primarno sodi na podpodročje srednjeročnega napovedovanja vremena, je razvil in kritično ovrednotil nov model strojnega učenja za globalno srednjeročno napovedovanje vremena. Delo je potekalo pod mentorstvom mene in višj. pred. dr. Žige Zaplotnika, ki je trenutno zaposlen na Evropskem centru za srednjeročne vremenske napovedi (ECMWF).

Napovedovanje vremena spada med ključne izzive človeštva, saj omogoča, da se lahko vnaprej pripravimo na nevarne vremenske razmere in varujemo življenja ljudi in živali ter omejimo materialno škodo. Povečanje računske zmogljivosti je v drugi polovici 20. stoletja omogočilo razvoj prvih numeričnih modelov za napovedovanje vremena, ki temeljijo na uporabi fizikalnih zakonov. Trenutno je njihova natančnost dovolj visoka, da so njihove napovedi uporabne do približno 10 dni vnaprej. Vseeno pa imajo mnogo pomanjkljivosti. Mednje sodi poenostavljena obravnava nekaterih vremenskih procesov, ki jih zaradi numeričnih ali fizikalnih omejitev ne morejo dovolj realistično simulirati. Te skupaj z netočnimi začetnimi pogoji povzročijo hitro rast napake napovedi zaradi kaotičnosti razvoja vremena.

V zadnjih nekaj letih se je na področju meteorologije začel intenziven razvoj modelov za napovedovanje vremena z nevronskimi mrežami. Te namesto numerične integracije parcialnih diferencialnih enačb razvoj vremena simulirajo z avtoregresivnimi preslikavami stanja ozračja v neko prihodnje stanje. Teh preslikav se nevronske mreže naučijo iz množice parov vremenskih stanj, ki so nekaj ur narazen, vir teh učnih podatkov pa so rekonstrukcije vremena za preteklo obdobje, t.i. reanalize.

Med najbolj perspektivne metode na področju napovedovanja vremena z nevronskimi mrežami trenutno spadajo grafske nevronske mreže ter transformerji. Nekateri modeli za srednjeročne napovedi (napovedi od približno 3 do 15 dni naprej), ki temeljijo na teh metodah, so po različnih standardnih metrikah že blizu uspešnosti najboljših operativnih fizikalnih modelov, hkrati pa za nekaj velikostnih redov zmanjšajo čas izračuna napovedi in

porabo energije pri tem. Področje je v fazi intenzivnega razvoja in vremenski modeli, ki temeljijo na strojnem učenju, so vse bolj natančni in kompleksni, a zaenkrat še ni jasno, kateri pristop se bo na koncu izkazal za najboljšega.

V magistrskem delu je kandidat razvil in kritično ovrednotil nov model strojnega učenja za globalno srednjeročno napovedovanje vremena, ki temelji na konvolucijskih nevronske mrežah. Kot vhodne podatke je uporabil globalna meteorološka polja iz reanaliz ERA5, ki so na voljo za obdobje od 1940 do 2023 in zaenkrat predstavljajo najboljši približek realnega stanja ozračja v tem obdobju. Polja je dnevno povprečil in naučil nevronske mreže tipa kodirnik-dekodirnik s konvolucijskimi plastmi preslikave iz stanja ozračja nekega dne na stanje ozračja naslednjega dne. Napoved vremena je bila tako izvedena z zaporedjem preslikav (avtoregresijo) z začetnim pogojem iz ERA5 reanalize. Napoved je nato primerjal z rekonstruirano "resnico" iz ERA5 reanalize za ustrezn dan napovedi. Pri tem je razvil in uporabil nekaj inovativnih pristopov, npr. metodo za upoštevanje periodičnih robnih pogojev in inovativno učinkovito metodo za preslikavo spremenljivk prek polov, ki je potrebna zaradi ekviangularne matrične predstavitve polj na sferični geometriji. Končni model, ki ga je poimenoval ConvCastNet, je tako prvi model za globalne srednjeročne vremenske napovedi, ki je bil v celoti razvit v Sloveniji.

Kandidatovo raziskovalno delo, ki ga je opravil v okviru magistrske naloge, precej izstopa po kompleksnosti, obsegu in kakovosti. Dobljene rezultate bi lahko z malo dodatnega truda nadgradil v članek, primeren za objavo v znanstveni reviji.

Izvršnemu odboru SZGG predlagam, da na redni letni skupščini podeli Urošu Perkanu priznanje za raziskovalno delo s področja meteorologije. Kandidat bo svoje delo predstavil z referatom na strokovnem posvetu.

Ljubljana, 6. 11. 2023

izr. prof. dr. Gregor Skok

predstavnik Sekcije za meteorologijo

**Grego**  
**r Skok**

Digitally signed  
by Gregor Skok  
Date:  
2023.11.06  
16:54:39 +01'00'