



Vilnius
universitetas

MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
DUOMENŲ MOKSLO IR SKAITMENINIŲ
TECHNOLOGIJŲ INSTITUTAS

JŪROS EISMO VERTINIMAS NAUDOJANT GILIUOSIUS NEURONINIUS TINKLUS

MARITIME TRAFFIC AWARENESS EVALUATION USING DEEP NEURAL NETWORKS

2020 m. spalio mėn. 1 d. – 2024 m. rugsėjo mėn. 30 d.

Doktorantas: Robertas Jurkus

Vadovas: dr. Povilas Treigys

Vilnius, 2021



TURINYS

1. Studijų plano vykdymo informacija
2. Bendrosios veiklos ir studijų apibendrinimas
3. Mokslinio tyrimo rezultatai ir planai

Bendra visų studijų plano vykdymo suvestinė

Studijų metai	Egzaminai ¹		Dalyvavimas konferencijose ²		Publikacijos ³		
	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Būklė ⁴
I (2020/2021)	2	1	1		1		Įteikta
II (2021/2022)	2		1		1		
III (2022/2023)			1		1		
IV (2023/2024)			2		1		

¹ Nurodomas egzaminų skaičius.

² Nurodomas tarptautinių renginių, kuriuose pristatyti disertacijos rezultatai skaičius.

³ Nurodomas publikacijų, kuriuose pateikti pagrindiniai disertacijos rezultatai ir publikuoti Clarivate Analytics Web of Science referuojamuose ir turinčiuose citavimo rodiklį (Impact Factor) žurnaluose, skaičius ir būklė.

⁴ Nurodoma publikacijos, pažymėtos stulpelyje „Įvykdyta“ būklė: „Publikuota“, „Įteikta“, „Įteikta (gautos pirmos recenzijos)“.

Einamieji studijų metai (I: 2020/2021)

Egzaminai		Dalyvavimas konferencijose		Publikacijos	
Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta
Mašininis mokymasis	Išlaikyta: Mašininis mokymasis	International Conference on Information and Software Technologies (ICIST) 2021		Communications in Computer and Information Science (volume of Springer-Verlag CCIS)	
Informatikos ir informatikos inžinerijos tyrimo metodai ir metodika	Neišlaikyta: Informatikos ir informatikos inžinerijos tyrimo metodai ir metodika	25 th international scientific conference TRANSPORT MEANS 2021 (alternatyva ICIST)			

Mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai (1)

	Darbo pavadinimas	Atlikimo terminai	Pastabos
1.	Mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir analizė (Lietuvoje ir užsienyje): 1. Disertacijos darbo objekto konkretizavimas. 2. Jūros eismo būsenos sąvokos formalizavimas. 3. <u>Jūros eismo būsenos duomenų tyrimas.</u> 4. <u>Giliaisiais rekurentiniais tinklais paremtų architektūrų ir metodologijų nagrinėjimas.</u> 5. Atliktos apžvalgos apibendrinimas ir pateikimas disertacijos analitinės dalies aprašyme.	2020 m. spalio mėn. – 2021 m. rugsėjo mėn.	Šiame etape analizuoti gilieji rekurentiniai neuroniniai tinklai ir atliktas tyrimas su skirtingomis jų architektūromis: fully-connected (simple) recurrent neural network, basic (vanilla), bidirectional, stacked Long Short-Term Memory network, autoencoder, ir gated recurrent unit, siekiant prognozuoti laivo judėjimo trajektoriją jūros eisme. Tyrimo eiga ir rezultatai aprašyti mokslinėje ataskaitoje, apimtis: 14 psl.
2.	Mokslinio tyrimo vykdymas: 2.1. Tyrimo metodikos sudarymas: 1. Pagrindžiamas temos aktualumas, nurodoma darbo problema ir suformuluojamas tikslas. 2. Atliekamas uždavinių pasirinkimas bei formulavimas sprendžiamai problemai spręsti. 3. Taikomos metodologijos ar tyrimo metodo pateikimas ir aprašymas.	2021 m. spalio mėn. – 2021 m. gruodžio mėn.	
	2.2. Teorinis tyrimas: 1. Mokslinės ir kitos informacijos analizė ir sisteminimas. 2. Tyrimo metodologijos sudarymas. 3. Erdvės ir laiko duomenų tyrybos metodų taikymas jūros eismo prognozavimui. 4. Giliojo mašininio mokymo taikymas jūros eismo būsenos analizei.	2021 m. gruodžio mėn. – 2022 m. rugsėjo mėn.	

Mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai (2)

	Darbo pavadinimas	Atlikimo terminai	Pastabos
2.	2.3. Empirinis tyrimas: 1. Eksperimentinės dalies aprašas. 2. Egzistuojančio metodo realizavimas kuriamo metodo palyginimui. 3. Metodų modifikacijos sukūrimas. 4. Sukurtų modifikacijų eksperimentinis tyrimas ir modifikacijų palyginimas su publikuotais egzistuojančiais metodais.	2022 m. spalio mėn. – 2023 m. kovo mėn.	
	2.4. Gautų duomenų analizė, apibendrinimas, išvadų parengimas: 1. Teorinio tyrimo apibendrinimas. 2. Empirinio tyrimo apibendrinimas. 3. Rezultatų apibendrinimas, išvadų parengimas.	2023 m. kovo mėn. – 2023 m. rugsėjo mėn.	
3.	Atskirų daktaro disertacijos dalių (tyrimo metodikos, rezultatų, ginamų teiginių, išvadų, ir kt.) parengimas: 1. Tikslų, uždavinių, tyrimo metodikos, ginamųjų teiginių patikslinimas. 2. Analitinės disertacijos dalies parengimas. 3. Teorinės disertacijos dalies parengimas. 4. Eksperimentinės disertacijos dalies parengimas. 5. Bendrųjų išvadų suformulavimas.	2023 m. spalio mėn. – 2024 m. kovo mėn.	
4.	Daktaro disertacijos parengimas ir svarstymas padalinyje	2024 m. balandžio mėn.	
5.	Daktaro disertacijos gynimas	2024 m. rugsėjo mėn.	

■ Bendruosius gebėjimus stiprinančios veiklos

MOKSLINĖS INFORMACIJOS IŠTEKLIAI, PAIEŠKA, IR ĮRANKIAI (0,1 ECTS)

MOKSLINIŲ REZULTATŲ PUBLIKAVIMAS PAGAL FORMALAUS VERTINIMO REIKALAVIMUS (0,1 ECTS)

LIETUVOS AKADEMINĖ ELEKTRONINĖ BIBLIOTEKA (eLABa): autoriaus sąsaja (0.15 ECTS)

MOKSLINIŲ TYRIMŲ DUOMENŲ VALDYMO DIRBTUVĖS (0.25 ECTS)

LaTeX (1,25 ECTS)

Doktorantūros studijos

Studijų apimtis – ne mažiau nei 33 kreditai (ne mažiau kaip 3 dalykus), 3 kreditai už dalyvavimą bendruosius gebėjimus stiprinančiose veiklose.

Nuolatinės studijos: **30** / **7** ECTS

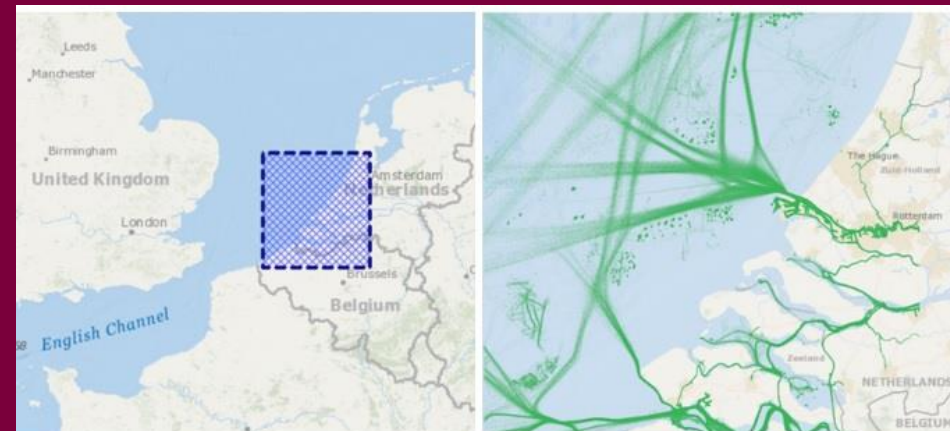
Studijų dalykai: **4** / **1**

Bendrieji gebėjimai: **3** / **1,85** ECTS



Mokslinio tyrimo rezultatai

- ❑ Jūros eismo vertinimas – prognozuojant laivo judėjimo trajektoriją;
- ❑ Mokslinės literatūros analizė (giliųjų rekurentinių tinklų ir transporto prognozavimo srityje);
- ❑ Sukurtos rekurentinių tinklų architektūros;
- ❑ Atlikti eksperimentai Olandijos krantinės regione;
- ❑ Tyrimo eiga ir rezultatai aprašyti straipsnyje (pateiktas recenzavimui).



■ Preliminarus tyrimo objektas, tikslas ir uždaviniai

Tyrimo objektas – jūros eismo duomenimis apmokyti gilieji rekurentiniai neuroniniai tinklai.

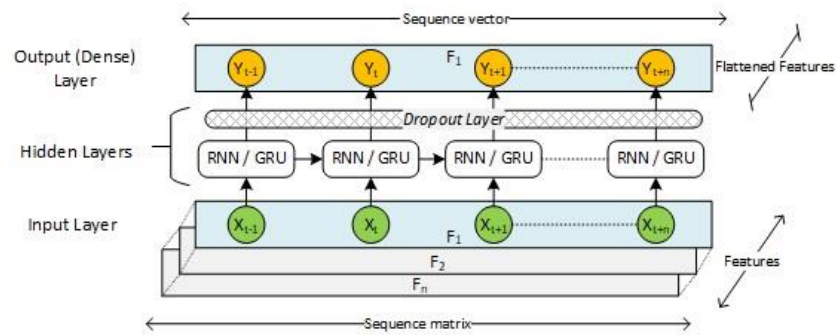
Tyrimo tikslas – ištirti giliuosius rekurentinius neuroninius tinklus jūros eismo būsenos stebėsenai – laivo eigos prognozavimui.

Siekiant įgyvendinti užsibrėžtą tikslą, keliami šie **tyrimo uždaviniai**:

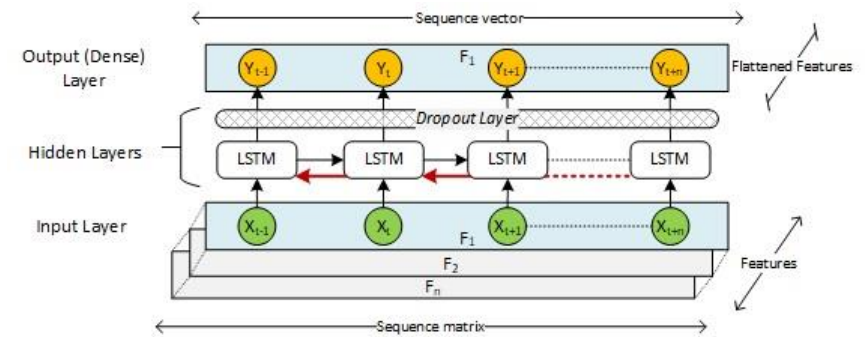
1. Išnagrinėti naujausias mokslines publikacijas, analizuojančias jūros eismo ir transporto prognozavimo problemas sprendimo būdus, taikant gilųjį mokymą ir parinkti metodologiją laivų eismo prognozavimo uždaviniui spręsti.
2. Sukurti giliojo rekurentinio tinklo architektūras ir metodologiją laivo trajektorijos prognozavimui.
3. Ištirti sukurtų modelių prognozavimo bei tikslumo parametrus ir įvertinti gautus rezultatus.

Tyrinėtos ir sukurtos architektūros

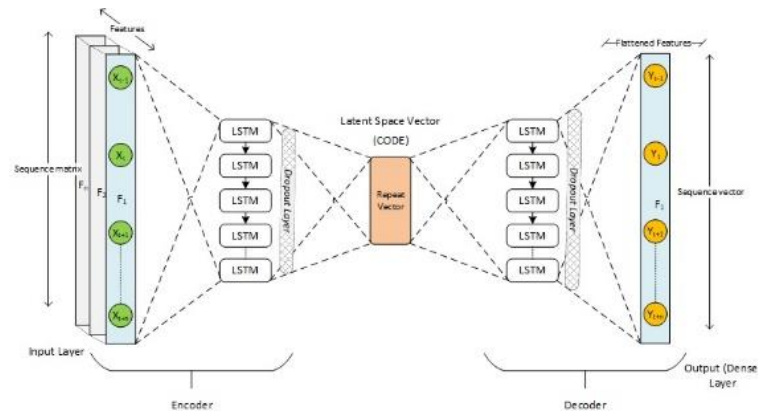
(Simple) Recurrent neural network ir gated recurrent unit



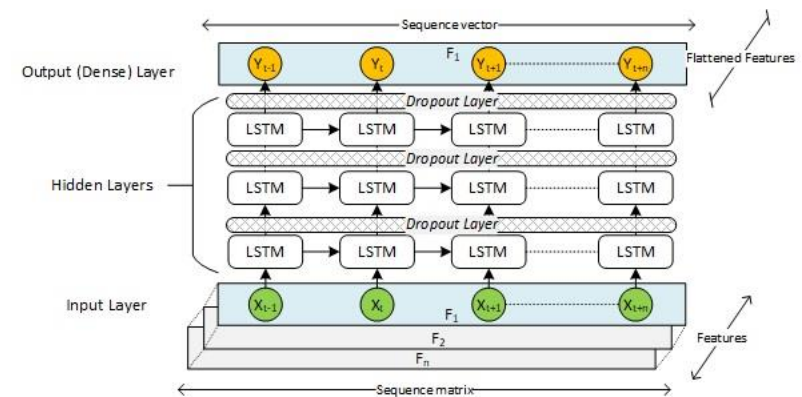
Long Short-Term Memory (LSTM) basic ir bidirectional



Autoencoder (AE)



Stacked Long Short-Term Memory (LSTM)



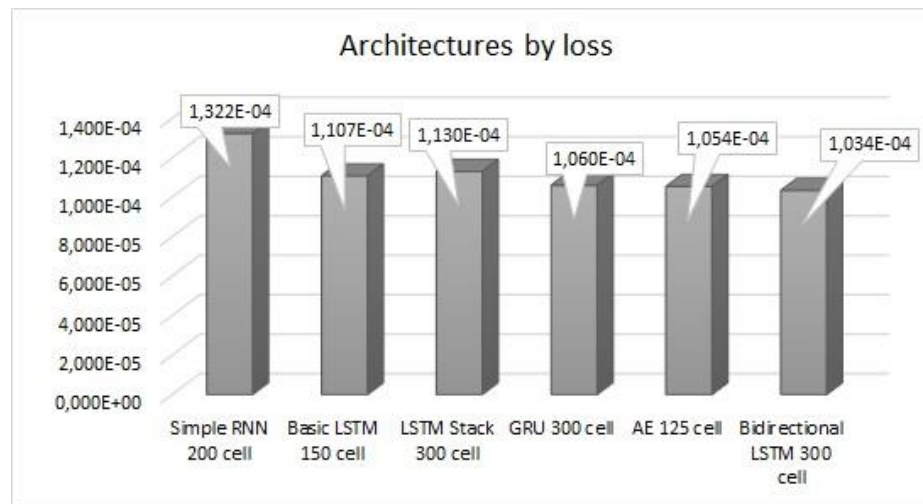
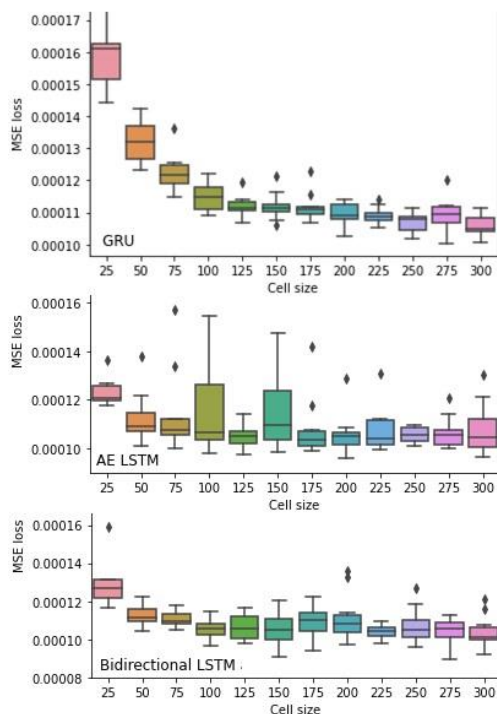
Apibendrinti rezultatai

Skirtingas celių dydis turi tiesioginės įtakos rezultatams, atsižvelgiant į architektūros tipą.

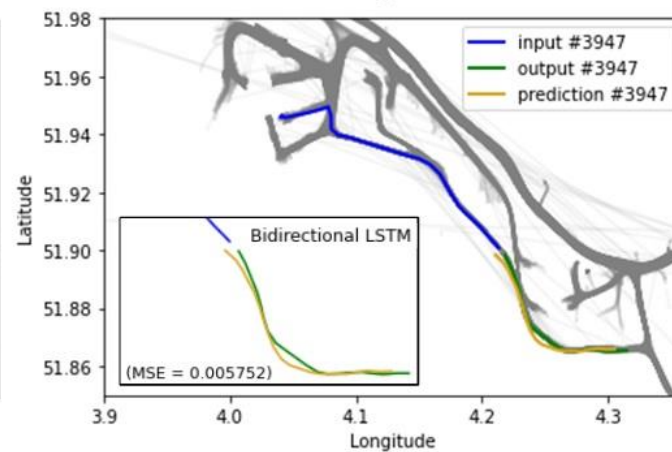
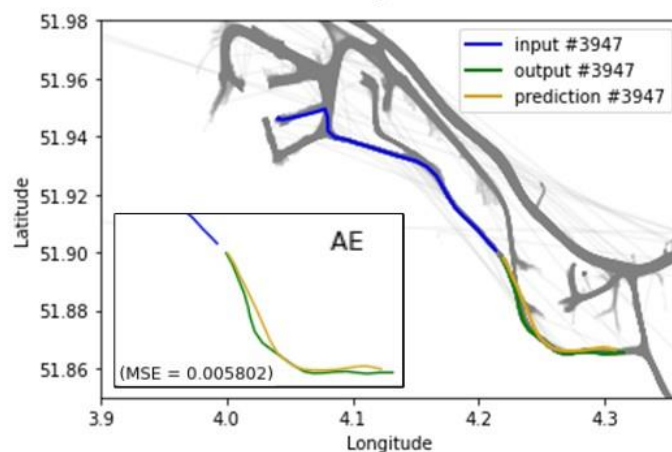
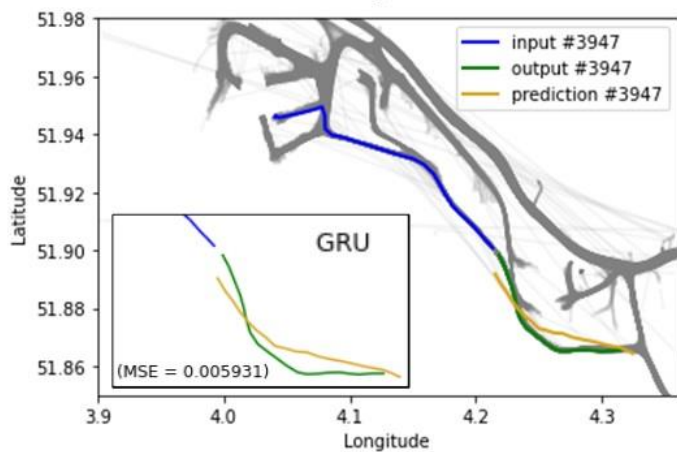
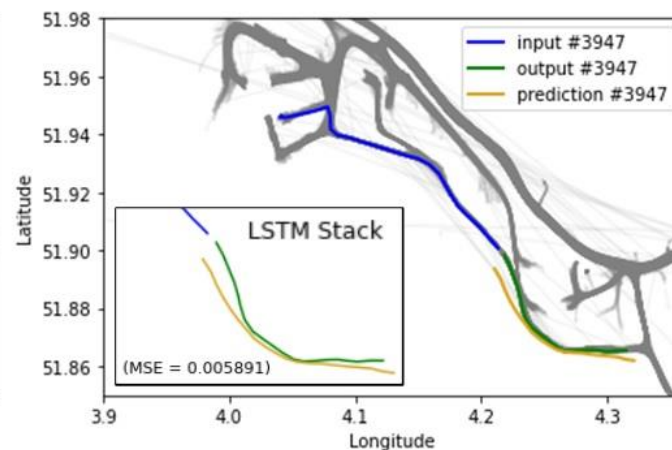
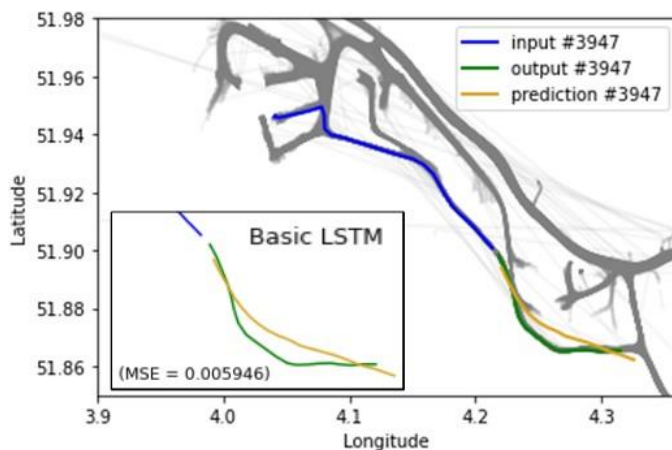
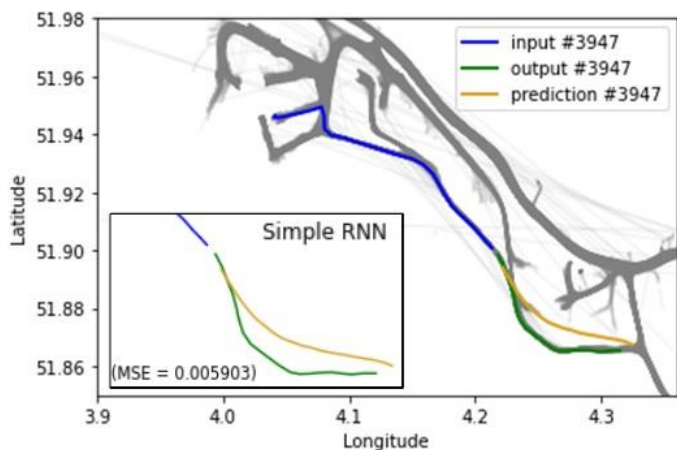
Tiksliausia prognozė ir mažiausia klaida (MSE) pasiekama naudojant dvikryptį (bidirectional) $0,9194 \times 10^{-4}$ (su 300 celėmis) ir autoenkoderio (AE) $0,9761 \times 10^{-4}$ (su 125 celėmis) architektūras.

AE yra priklausoma nuo tinkamo celių kiekio pasirinkimo paslėptajame sluoksnyje, nes pasirinkus jų per mažai arba per daug įvyksta dispersijos svyravimai.

Dvikryptėje architektūroje dispersija mažiau kinta net su mažesniu celių kiekiu.



Laivo judėjimo prognozė atsitiktinėje trajektorijoje



Mokslinio tyrimo planai

- ❑ Prognozės tikslumo gerinimas, susijusių architektūrų bei metodologijų analizė;
- ❑ Planuojama eksperimentus patikrinti kitoje duomenų imtyje;
- ❑ Konkretizuojamas disertacijos darbo objektas;
- ❑ Formalizuojama jūros eismo būsenos sąvoka;
- ❑ Vykdomi kiti studijų plane užsibrėžti tikslai.





Vilnius
universitetas

Ačiū už dėmesį.

Robertas Jurkus

Doktorantas

robertas.jurkus@mif.stud.vu.lt