



Kauno technologijos universitetas

Informatikos fakultetas

Automatinio pažeistų miško medžių lajų (lapų) klasifikavimo sistema

T000M241 „Tiriamasis projektas 1“, Projekto paraiška

Tomas Poška

Studentas

dr. Rytis Maskeliūnas

Dėstytojas

Kaunas, 2023

Turinys

1.	Projekto paraiška	3
1.1.	Poreikis	3
1.1.1.	Projekto vartotojai ir klientai.....	3
1.1.2.	Vartotojo problemos	3
1.1.3.	Rinkos tyrimas.....	4
1.1.4.	Informacija apie klientus	4
1.2.	Pasiūlymas.....	5
1.2.1.	Produkto ar paslaugos apibūdinimas	5
1.2.2.	Sistemos kontekstas.....	6
1.2.3.	Bendri apribojimai.....	6
1.2.4.	Projekto įgyvendinimo planai ir kokybės vertinimas.....	6
1.3.	Nauda.....	7
1.4.	Konkurencija ir alternatyvos	8
1.5.	Santrauka	8
	Literatūros sąrašas	9

1. Projekto paraiška

Įvadas

Miškai yra svarbi planetos ekosistemos dalis. Lietuvoje, miškai yra viena pagrindinių kraštovaizdžio dalių, 2020 metais, miškas sudarė 33.7% viso šalies ploto [1]. Tuo pat metu, medienos bei jos gaminių eksportas siekė 11.7% viso šalies eksporto [2]. Miškų tvarkymas yra svarbus ne tik dėl aplinkosauginių priežasčių, bet ir medienos gamybos. Kenkėjų pažeisti medžiai teikia mažiau kokybiškos medienos, ji yra pigesnė ir mažiau naudinga [3]. Todėl miškų klestėjimas yra svarbus ekologiškai ir ekonomiškai.

Europoje miškų sveikatos būklė yra gera – 2020 metais, vidutinė visų rūšių miško medžių lajų defoliacija Europoje buvo 23.3% [4]. Tačiau, įvairios medžių ligos, gali atsirasti dėl įvairių priežasčių ir plisti labai sparčiai, ypač jei tam tikros medžių rūšys yra dominuojančios miško plote. Sistema, kuri leistų greitai ir efektyviai aptikti medžių ligas ankstyvose jų stadijose būtų labai naudinga miškotvarkoje – padėtų išsaugoti miškų sveikatą ir išvengti galimų ekosistemų sutrikimų. Medžio laja yra pagrindinis miško medžių komponentas, kuriuo galima nustatyti medžio sveikatos būklę [5]. Medžio lajos defoliacija yra dažniausiai naudojamas matas nustatyti medžio sveikatą [6]. Sistema, gebanti automatiškai klasifikuoti medžių defoliacijos lygį, galėtų būti naudinga aptikti ankstyvuosius medžių ligų požymius, apie juos signalizuoti miškotvarkos specialistams.

Projekto metu bus kuriama sistema, kuri padės nustatyti miško medžių defoliacijos lygį. Sistemai įgyvendinti bus kuriama mobili programėlė, kurios pagalba naudotojai galės nufotografuoti miško medžius ir įvertinti jų defoliacijos lygį, gauti atsaką iš sistemos apie įvertinimo tikslumą. Tokia sistema padės surinkti didelį duomenų kiekį, kurių pagalba apmokant konvoliucinių neuroninių tinklų algoritmus bus siekiama efektyviau ir tiksliau nustatyti medžių lajų defoliacijos lygį.

Projekto pasiūlymas yra suformuotas pagal Ryčio Maskeliūno užsakymą ir bus įgyvendinamas Tomo Poškos kaip magistrinio darbo dalis. Projektą planuojama įgyvendinti iki 2024 metų spalio mėnesio. Įgyvendintas projektas klasifikuos medžių defoliacijos lygį naudojant konvoliucinius neuroninius tinklus.

1.1. Poreikis

1.1.1. Projekto vartotojai ir klientai

Sistemos naudotojai galėtų būti institucijos susijusios su miškotvarka, žmonės, kurie tiesiogiai dirba miško valdyje, analizuoja medžių būklę arba renka duomenis apie miško sveikatos rodiklius. Tai gali būti miško inžinieriai, mokslininkai, ekologai, kurie siekia efektyviau stebėti, identifikuoti ir reaguoti į medžių ligas, saugoti ir puoselėti miško sveikatą ir išteklių panaudojimą.

1.1.2. Vartotojo problemos

Nustatyti miško medžių defoliacijos lygį yra ilgas ir daug pastangų reikalaujanti veikla. Šiuo metu miško medžių lapų defoliacijos stebėseną ir įvertinimą yra vykdomi lauko tyrimo būdu. Miško inžinieriai ir tyrėjai vykdo ekspedicijas, kurių metu tikrina pasirinktus miškų plotus, kur vizualiai vertina medžių defoliacijos lygį. Ekspertai stebi ir įvertina medžių vainikus, lajas, ieškodami pažeidimų ar lapų praradimo požymių ir pagal iš anksto nustatytus kriterijus klasifikuoja defoliacijos lygį. Tokio tipo vertinimas yra ribotas, susiduriama su šiomis problemomis: tyrimai

nepadengia dilelio ploto; reikalauja daug specialistų laiko ir pastangų; ekspertų įvertinimai gali skirtis tarpusavyje.

Mokslininkai vis daugiau tyrinėja būdus kompiuterizuoti miško medžių sveikatos vertinimą, siekdami pigiau, efektyviau ir tiksliau nustatyti medžių ligas. Šiam tikslui pasiekti be lauko tyrimų duomenys yra renkami iš dronų skrydžių, satelitinių nuotraukų. Tačiau tai yra brangūs sprendimai. Tyrėjai siekia sukurti pigesnes, tačiau konkurencingas alternatyvas šiems metodams naudojant kompiuterinės regos algoritmus, kurie naudotų duomenis nuo žemės lygio.

Kuriamas produktas sieks palengvinti duomenų rinkimo problemą, panaudojus renkamus duomenis ir apmokant kompiuterinės regos algoritmus suteikti vartotojams tikslų ir efektyvų miško medžių defoliacijos vertinimą.

1.1.3. Rinkos tyrimas

Šiuo metu rinkoje nėra sistemų skirtų nustatyti medžių lapų defoliacijos lygį. Analizuojant mokslininkų atliktus defoliacijos nustatymo tyrimus [7] yra pateikiamos kelios mobilios programėlės kaip geri pavyzdžiai kuriamai sistemai – „Pl@ntNet“ [8], „LeafSnap“ [9] ir „iNaturalist“ [10]. Programėlės yra skirtos identifikuoti, klasifikuoti įvairius augalus, taigi spėndžia panašia problemą. „Pl@ntNet“ programėlė gali klasifikuoti augalus, nustatyti medžio rūšį iš pateiktos nuotraukos. „iNaturalist“ programėlė leidžia nufotografuoti augalų ar gyvūnų rūšis, priskirti lokaciją kurioje užfiksuota nuotrauka ir pateikti nuotraukos aprašymą. „LeafSnap“ programėlė leidžia identifikuoti augalus iš lapų nuotraukų. Kuriamą sistemą, programėlė būtų labiau specializuota pateiktų pavyzdžių versija t.y. panašios paskirties kaip „Pl@ntNet“ programlė, tačiau skirta lapų defoliacijai nustatyti.

„Pl@ntNet“ programėlė „Google Play“ platformoje turi daugiau nei 10 milijonų parsisiuntimų, „LeafSnap“ ir „iNaturalist“ po daugiau nei milijoną. Programėlės turi *iOS* versijas, taigi parsisiuntimų skaičius tikėtina yra dar didesnis. Tai rodo vartotojų, tyrėjų-mėgėjų susidomėjimą augalų identifikavimo programomis, galima teigti, kad rinkoje yra paklausa panašios paskirties sistemoms.

1.1.4. Informacija apie klientus

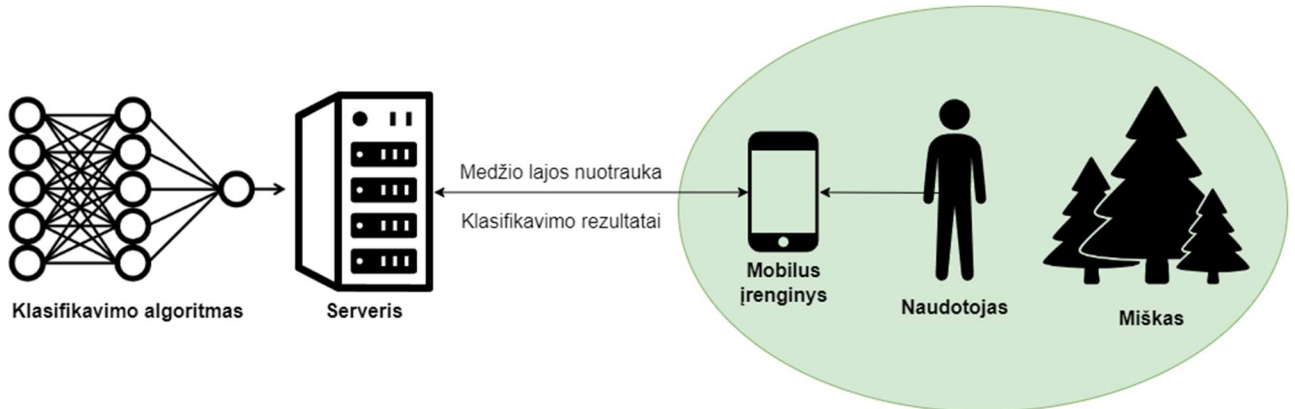
Kuriamą programėlę gali būti įdomi dviejų tipų vartotojams: institucijų darbuotojams siekiantiems efektyviau valdyti miškus – miškotvarkos specialistai, mokslininkai miško inžinieriai; kita kategorija (remiantis pateiktais pavyzdžiais) gamtos entuziastai, kuriems įdomu ekologija, rūpi gamtos, miško sveikata.

Išvystytos automatinio klasifikavimo sistemos pirkėjai gali būti viešojo sektoriaus organizacijos, orientuotos į miškotvarką, aplinkosaugą ir privačios kompanijos valdančios didelius plotus miško. Viešosios institucijos, tokios kaip miškų priežiūros tarnybos arba aplinkos apsaugos agentūros, gali būti pagrindiniai klientai, siekiantys efektyviai prižiūrėti ir valdyti miškų plotus. Privačios įmonės, kurios užsiima medienos pramone, gali būti suinteresuotos šia sistema siekdamos efektyviau identifikuoti medžių ligas ir užtikrinti medienos kokybę.

1.2. Pasiūlymas

1.2.1. Produkto ar paslaugos apibūdinimas

Miško medžių lajų defoliacijos klasifikavimo naudojant žemės lygio nuotraukas problemai spręsti siūlomas sistemos konceptas (1 pav.)



pav. 1 Sistemos konceptas

Sistemos tikslas yra sukurti įrankį, kuris įgalintų efektyviai rinkti duomenis reikalingus konvoliucinių neuroninių tinklų apmokymui siekiant patikimai klasifikuoti miško medžių defoliacijos lygį nuo žemės lygio. Naudojant surinktus duomenis sukurti efektyvų pažeistų medžių lajų klasifikatorių.

Sistemos principas yra naudotojas nufotografuoja medį ir jį įvertina pagal defoliacijos lygį. Nuotrauka su įvertinimu nusiunčiama į serverį, kur gauti duomenys užsaugomi ir naudojant dirbtinį intelektą atliekamas gautų duomenų automatinis įvertinimas, kuris siunčiamas naudotojui. Jei yra dideli nesutapimai tarp naudotojo įvertintų duomenų ir sistemos algoritmo, atliekamas duomenų patikimumo įvertinimas, tai atlieka kitas naudotojas arba nuotrauką padaręs naudotojas patikina, kad jis nuotrauką įvertino tiksliau nei kompiuteris. Atitinkamai nuotraukos įvertinimas užsaugomas serveryje tolimesniam apmokymui.

Tikslinė grupė yra miškotyros specialistai ir tyrėjai, ekologijos entuziastai. Sistemai yra svarbi duomenų kokybė, todėl nuotraukas vertinti turi galėti tik naudotojai gebantys tiksliai įvertinti medžių defoliacijos lygį. Programėlė turės pamokos tipo vadovą, kaip tinkamai vertinti renkamus duomenis.

Sistema turi būti moderni ir lengvai naudojama, kad patenkintų šiandieninių naudotojų poreikius:

- Naudotojas galėtų lengvai prisiregistruoti;
- Norint ištrinti savo paskyrą, tokiu atveju duomenys būtų ištrinami iš naudotojo įrenginio ir duomenų bazės;
- Programėlė laikytųsi asmens duomenų, privatumo reikalavimų;
- Paprasta ir aiški naudojimosi sąsaja, kad naudotojai lengvai suprastų, kaip valdyti paskyrą.

Duomenys bus renkami miškuose, todėl programėlė veiks be interneto ryšio. Neturint interneto ryšio nuotraukos su įvertinimais bus saugomos naudotojo mobiliame įrenginyje ir atsiradus interneto ryšiui visi duomenys nusiunčiami į serverį.

1.2.2. Sistemos kontekstas

Kuriama sistema naudos konvoliucinius neuroninius tinklus vaizdų apdorojimui. Kuriamos sistemos klasifikavimo algoritmas remsis mokslininkų atliktais tyrimais susijusiais su sprendžiama problema, t.y. miško medžių defoliacijos įvertinimas naudojant nuotraukas padarytas nuo žemės [12], vaizdu grindžiamas medžių viršūnių praradimo įvertinimas atskiriems medžiams naudojant nuotolinio orlaivio robotus [13]. Atliktų tyrimų autoriai teigia pasiekę tenkinamus klasifikavimo rezultatu, tačiau pateikia išvadą, kad norint sukurti patikimą ir efektyvą pažeistų medžių lajų klasifikatorių reikalingas didelis kokybiškų duomenų kiekis, šiam tikslui pasiekti kuriama mobili programėlė. Taip pat, atlikus analizę nustatyti keli metodai kuriais galima eksperimentuoti siekiant pasiekti tenkinamus sistemos veikimo reikalavimus.

Vienas iš konvoliucinių neuroninių tinklų modelių, kuriais bus eksperimentuojama klasifikavimui atlikti bus „ResNet“, taip pat, tikslinga siekti sukurti savo modelį naudojant mašinio mokymosi karkasą „PyTorch“.

1.2.3. Bendri apribojimai

Bendri sistemos apribojimai:

- Turi būti užtikrintas kokybiškų duomenų rinkimas, negalimas netikslų, klaidingų įvertinimų pateikimas;
- Programėlė turi veikti praradus interneto ryšį;
- Turi būti užtikrinta saugi komunikacija tarp programėlės ir serverio naudojant HTTPS protokolą, sertifikatus ir pan.

1.2.4. Projekto įgyvendinimo planai ir kokybės vertinimas

Darbų seka ir terminai:

- Projektavimo metodologijos ir technologijų analizė (2023-11-15)
- Projekto paraiška (2023-12-06)
- Projektavimo planas (2023-12-20)
- Reikalavimų specifikavimas (2024-03-13)
- Architektūros specifikavimas (2024-04-17)
- Darbų viešo pristatymo medžiagos paruošimas (2024-05-08)
- Prototipas 1 (2024-05-22)
- Programų sistemos testavimo planavimas (2024-10-02)
- Inžinerinis projektas - Programų sistemos prototipas (2024-10-30 – 2024-11-10)
- Testavimo realizavimas (2024-11-20)
- Projekto kokybės tyrimas (2024-12-22)
- Inžinerinis projektas - Programų sistemos įdiegimas (2024-12-18)
- Projekto ataskaita - Projekto techninė dokumentacija + Naudotojo vadovas (2025-01-12)

Projekto metu kuriamai sistemai realizuoti bus naudojamas „Django“ *Python* programavimo kalbos karkasas. Duomenų bazei realizuoti bus naudojama *MySQL* reliacinė duomenų bazių valdymo sistema. Programėlei realizuoti bus naudojamas *React Native* vartotojo sąsajos programinės įrangos kūrimo karkasas.

Kuriamos sistemos kokybės vertinimo kriterijai lentelės forma (1 lentelė)

Nr.	Kriterijus	Pagrindimas
1	Medžio lajos klasifikavimo tikslumas	Konvoliucinis neuroninis tinklas teisingai, tiksliai priskiria medžio nuotrauką atitinkamai defoliacijos lygio kategorijai.
2	Mažas sistemos klasifikavimo nuokrypis nuo ekspertų įvertinimų	Bendras vidutinis neuroninio tinklo nuokrypis nuo vidutinio miškotyrų ekspertų įvertinimų
3	Patvarumas	Sistema turi priemones, kurios neleidžia vartotojams netiksliai vertinti duomenis, užtikrina renkamų duomenų kokybę
4	Palaikomumas	Programėlė pritaikyta 90% vartotojų naudojamų įrenginių <i>Android</i> ir <i>iOS</i> įrenginių

lentelė 1 Sistemos vertinimo kriterijai

Sistemos kūrimui bus reikalingas vienas programuotojas ir vienas projekto vadovas. Programuotojas turi išmanyti, turėti patirties kuriant mobilias programėles, projektuoti duomenų bazes, būti susipažinęs su Python, JavaScript, SQL programavimo kalbomis. Projekto vadovas turi turėti patirties kuriant ir vadovaujant projektų kūrimu.

Projekto biudžeto skaičiavimas pateiktas lentelės forma (2 lentelė).

Išlaidos	Vienetai	Vienetų skaičius	Vieneto kaina, Eur	Viso, Eur
1. Žmonių ištekliai				
Programuotojas	Mėnesis	18*0.5 etato	2,468,50	22,216.50
Vadovas	Mėnesis	18*0.1 etato	3,778.42	2,267.05
<i>Iš viso žmonių išteklių</i>				24,483.55
2. Įranga ir prekės				
Kompiuteris	Vienetas	1	2,000	2,000
Monitorius	Vienetas	1	300	300
Pelė	Vienetas	1	3,99	3,99
Klaviatūra	Vienetas	1	4,99	4,99
<i>Iš viso įranga ir prekės</i>				2,308.98
3. Programinė įranga				
Windows 11 operacinė sistema	Vienetas	1	169,99	169,99
<i>Iš viso programinė įranga</i>				169,99
Viso tiesioginiai projekto kaštai				26,962.52

lentelė 2 Projekto biudžetas

1.3. Nauda

Projekto laukiami rezultatai: Miško medžių lajos klasifikavimo sistemos tikslumo nuokrypis nuo specialistų vertinimų ne didesnis nei 5%. Sėkmingai realizuota sistema gebanti patikimai klasifikuoti medžių defoliacijos lygį gali reikšmingai prisidėti prie ankstyvojo ligų nustatymo ir stebėsenos miškuose pažangos, prisidėti prie tvarios miškotvarkos ir vertingų ekosistemų išsaugojimo.

1.4. Konkurencija ir alternatyvos

Kuriama sistema yra specializuota ir neturi tiesioginių konkurentų rinkoje, alternatyvūs sprendimai yra mokslininkų tyrimai, tačiau tai yra sveikintina konkurencija.

1.5. Santrauka

Vertėmis grįstas pasiūlymas: automatinio pažeistų miško medžių lajų klasifikavimo sistema.

Sistema skirta miškotvarkos institucijoms, jų darbuotojams, tyrėjams, miško inžinieriams ir gamtos entuziastams, kuriems svarbi tvari miškotvarka ir miškų ekosistemų išsaugojimas.

Mūsų siūlomas sprendimas: automatinio pažeistų miško medžių lajų klasifikavimo sistema.

Tai sistema, kuri gebės automatiškai klasifikuoti pažeistas miško medžių lajas naudojant žemės lygio nuotraukas, turės įrankį skirtą rinkti duomenis efektyvesniam klasifikavimo apmokymui.

Šiuo metu nėra komercinės sistemos leidžiančios automatiškai nustatyti pažeistas miško medžių lajas. Sėkmingai įgyvendinta sistema galėtų prisidėti prie ilgalaikio tvaraus miškotvarkos ir vertingų ekosistemų išsaugojimo.

Literatūros sąrašas

- [1] Valstybinė miškų tarnyba, “Šalies miškų rodikliai ir jų kaita,” Kaunas, 2020.
- [2] R. Beinortas, “Medienos produktų importo ir eksporto 2020 m. analizė,” Vilnius, 2020.
- [3] K. Budnik, J. Byrtek, B. Skrabanek, and J. Wajs, “AI-Accelerated Decision Making in Forest Management,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Institute of Physics, 2023. doi: 10.1088/1755-1315/1189/1/012030.
- [4] P. Co-ordinating Centre of ICP Forests, “Forest Condition in Europe The 2021 Assessment ICP Forests Technical Report under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Air Convention) FOREST CONDITION IN EUROPE: The 2021 Assessment,” 2021. doi: 10.3220/ICPTR1624952851000.
- [5] V. Stakėnas, I. Varnagirytė-Kabašinskienė, and A. Kabašinskas, “A methodological approach for the assessment of basic crown parameters in scots pine stands,” *Balt For*, vol. 27, no. 1, 2021, doi: 10.46490/BF551.
- [6] A. 1975- Michel, W. Seidling, Johann Heinrich von Thünen-Institut, and N. und L. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, “Forest Condition in Europe 2014 technical report of ICP forests ; report under the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP),” Vienna, 2014.
- [7] U. Kälín, N. Lang, C. Hug, A. Gessler, and J. D. Wegner, “Defoliation estimation of forest trees from ground-level images,” 2018, doi: 10.1101/441733.
- [8] “Pl@ntNet.” Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: <https://identify.plantnet.org/>
- [9] “LeafSnap.” Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: <https://plantidentifier.info/>
- [10] “iNaturalist.” Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: <https://www.inaturalist.org/>