Labdien!  
Mani sauc Katrīna Zvaigzne un mana maģistra darba tēma ir «Zemes pārseguma klasifikācija, izmantojot tālizpētes datus». Mana darba vadītāja ir Linda Gulbe.

* Zemes pārseguma tipu izšķiršana ir nozīmīga, lai būtu iespējams noteikt izmaiņas, ko izraisījušas kādas pārmaiņas dabā.
* Nepārtrauktā vides mainība ir viens no iemesliem, kādēļ zemes pārseguma tipu kartes ātri noveco un kļūst nederīgas.
* Tieši no segmentācijas rezultātiem iespējams iegūt nozīmīgu informāciju par interesējošiem reģioniem vai objektiem attēlā, kas noder turpmākai attēlu analīzei.
* Ortofotokartes sadalīšana zemes pārseguma tipos notiek divos soļos - attēla segmentēšana un segmentācijas rezultātu klasifikācija zemes pārseguma tipos.
* Maģistra darba mērķis ir izpētīt klasifikācijas metodes zemes pārseguma tipu noteikšanai ļoti augstas telpiskās izšķirtspējas multispektrālajos datos un izstrādāt darbplūsmas metožu pielietošanai.
* Lai sasniegtu maģistra darba mērķi, tika izvirzīti sekojoši uzdevumi:
  + veikt ortofotokartes segmentāciju, izmantojot JSEG segmentēšanas metodi;
  + JSEG segmentēšanas gaitā veikt kvantizācijā izmantotā krāsu skaita, mazākā loga izmēra, ortofotokartes fragmenta izmēru testēšanu;
  + izpētīt metodes ortofotokaršu segmentācijas rezultātu klasifikācijā;
  + sagatavot parauga datus;
  + izveidot validācijas datu komplektu;
  + klasificēt segmentācijas rezultātā iegūtos reģionus, izmantojot k-tuvāko kaimiņu metodi un neironu tīklus, un veikt rezultātu validāciju;
  + salīdzināt abu klasifikācijas metožu rezultātus un veikt secinājumus.
* Maģistra darbā izmantota Latvijas Ģeotelpiskās Informācijas Aģentūras ortofotokarte.
* Ortofotokarte ir zemes virsmas attēls, kas izgatavots no aerofotogrāfijām un kam, izmantojot speciālas, šim mērķim paredzētas datorprogrammas, novērsti visi sagrozījumi, kas rodas fotografējot reljefa un citu faktoru ietekmē.
* Ortofotokarte ir kvadrātiska ar izmēru 10 000 x10 000 pikseļi. Ortofotokartes telpiskā izšķirtspēja ir 0,4 metri uz pikseli. Ortofotokartes spektrālā izšķirtspēja ir redzamās gaismas RGB joslas.

Pētāmais apgabals ir 16 *km*2 plaša teritorija Ķekavas novadā, dienvidrietumu virzienā no Ķekavas un aptver Latvijai raksturīgu piepilsētas teritoriju. Pētāmais apgabals ir ļoti daudzveidīgs un ietver aramzemju platības, pļavas, kanālus, dīķus, viensētas, ciematu ”Jaunsils”, plašas mežu platības kā arī Augsto Tīreli.

* Pētījuma gaitā izstrādātas darbplūsmas, kas ortofotokarti sadala zemes pārseguma tipos. Izstrādātās darbplūsmas sastāv no:
  + Parauga datu sagatavošanas;
  + Validācijas datu komplekta sagatavošanas;
  + Attēla segmentēšanas reģionos, izmantojot JSEG;
  + Deskriptoru aprēķināšanas gan parauga datiem, gan visiem segmentētajiem reģioniem;
  + Segmentēto reģionu sadalīšanas atsevišķos attēlos;
  + Reģionu klasifikācijas zemes pārseguma tipos, izmantojot k-tuvāko kaimiņu metodi un neironu tīklus;
  + Rezultātu validācijas;
  + Metožu salīdzināšanas.
* JSEG jeb J-segmentācija ir krāsu attēlu segmentācijas algoritms, kas reģionu atrašanas procesā izmanto gan krāsas, gan tekstūras informāciju.
* Attēlu segmentācija datorredzē ir digitālā attēla sadalīšanas process vairākos segmentos jeb pikseļu kopās, savienojot kaimiņpikseļus ar līdzīgām raksturīpašībām. Segmentācijas mērķis ir vienkāršot vai mainīt attēla reprezentāciju formā, kas ir daudz nozīmīgāka un vieglāk analizējama.
* Pats algoritms sastāv no četriem soļiem:
  + Attēla kvantizācijas;
  + J-attēla izveides;
  + Reģionu audzēšanas;
  + Reģionu apvienošanas
* Attēla kvantizācija ir atšķirīgo toņu skaita samazināšanas attēlā.
* J-attēla izveide ir tāda melnbalta attēla izveidošana, kur pikseļu vērtības veido J-vērtība, kas aprēķināta interesējošā pikseļa apkārtnē ar izvēlētu rādiusu.
* Reģionu audzēšana sastāv no ieleju kandidātu punktu atrašanas, kam seko šo punktu savienošana, izmantojot 4-savienojamību. Pēc tam ielejas audzē, aizpildot caurumus tajās un atrod tās *J* vērtības, kuras ir zemākas par visu nesegmentēto pikseļu vidējo *J* vērtību. *J* vērtības, kas ir zemākas par vidējām vērtībām, savā starpā savieno un, ja tās atrodas blakus vienai vienīgai ielejai, tad pievieno tai. Šīs darbības atkārto katrā mērogā līdz mazākajā mērogā pikseļu pievienošanu veic pa vienam.
* Standarta JSEG algoritmā reģionu apvienošana tiek veikta kā pēdējais solis.
* K-tuvāko kaimiņu metode ir klasifikācijas metode, kas pieder pie vadītās mašīnmācīšanās metožu grupas. Metodes pamatideja ir, ka pikseļa piederība kādai klasei tiek izsvērta no tā, kādai klasei pieder tā tuvākais kaimiņš.
* K-tuvāko kaimiņu algoritms sastāv no diviem soļiem. Pirmais solis ir tuvāko kaimiņu atrašana, bet otrais, klases piešķiršana, izmantojot šos kaimiņus
* Mākslīgie neironu tīkli ir informācijas apstrādes sistēmas, kas sastāv no liela skaita skaitļošanas vienību (neironu).
* Mākslīgo neironu tīklu var arī saukt par vispārīgu cilvēka smadzeņu modeli, lai arī tas no cilvēka smadzenēm spējis adaptēt tikai divas īpašības:
  + Spēju tikt apmācītam
  + Savienojamību jeb tas, cik ļoti stipras saites pastāv starp neironiem nosaka to, kā tīklā tiek uzglabātas zināšanas.
* Mākslīgais neirons sastāv no svariem, summēšanas jeb izplatīšanas funkcijas un aktivitātes funkcijas.
* Vispirms parauga dati tiek izveidoti, izmantojot MatLab funkciju *roipoly,* no ortofotokartes izveidojot binārās maskas katram zemes pārseguma tipam.
* Pēc ortofotokartes segmentēšanas bināro masku sareizina ar segmentēšanas rezultātā iegūto reģionu matricu un tā iegūst parauga datu reģionu attēlu katram zemes pārseguma tipam.
* Klasifikācijai, izmantojot k-tuvāko kaimiņu metodi, parauga datu attēliem veic koordinātu pārrēķināšanu.
* Tad parauga datus poligonizē, izmantojot programmatūru QGIS, un katram reģionam aprēķina deskriptorus. Deskriptorus pa zemes pārseguma tipiem saglabā CSV formātā, lai pēc tam būtu iespējams tos ielasīt MatLab. Poligonizāciju un deskriptoru aprēķināšanu arī veic visai reģionu matricai.

Ortofotokartes segmentēšana tiek veikta, izmantojot krāsu attēlu segmentēšanas metodi JSEG.

Eksistējoša metodes implementācija programmatūrā MatLab tika optimizēta un pielāgota pētījuma vajadzībām.

Pētījumā ortofotokarte tika sadalīta 400 500 x 500 pikseļu lielos apakšapgabalos un vispirms tika veikta krāsu skaita samazināšana līdz 12 krāsām, izmantojot pudurošanu pēc vidējiem.

Tad no šī kvantizētā attēla tika izveidoti J-attēli 4 mērogos un veikta reģionu audzēšana.

Galarezultātā tika iegūti 46 654 reģioni.

Klasifikācija, izmantojot k-tuvāko kaimiņu metodi tiek veikta implementējot to, izmantojot programmatūru MatLab. Vispirms tiek ielasīti iepriekš aprēķinātie deskriptori un, izmantojot iepriekš studiju kursa “Digitālo attēlu apstrāde” ietvaros izstrādāto funkciju k-tuvāko kaimiņu metodes īstenošanai, tiek veikta reģiona klasifikācija pa zemes pārseguma tipiem. Klasifikācijai, izmantojot neironu tīklus, nepieciešamos reģionus saglabā kā atsevišķus attēlus, izmantojot programmatūru MatLab. Pēc tam, izmantojot brīvi pieejamu Python skriptu, *Inception* modeļa pēdējam slānim veic atkārtotu apmācību, lai tas spētu atšķirt zemes pārseguma tipus. Izmantojot brīvi pieejamu Python skriptu, veic klasifikāciju pa zemes pārseguma tipiem un klasifikācijas rezultātus saglabā CSV failā. Beigās šos rezultātus ielasa MatLab un veic pēcapstrādi.

Attēlā redzams klasifikācijas rezultāts, izmantojot k-tuvāko kaimiņu metodi un atbilstošā kļūdu matrica. Metodes precizitāte ir 79,1%

Attēlā redzams klasifikācijas rezultāts, izmantojot neironu tīklus un atbilstošā kļūdu matrica. Metodes precizitāte ir 82,9%

Apkopojot iegūtos rezultātus tiek secināts, ka darba mērķis un tā veikšanai plānotie uzdevumi ir izpildīti. Tāpat tika secināts, ka:

* JSEG segmentēšanā svarīga loma ir tādiem parametriem, kā attēla kvantizācijā izmantoto krāsu skaitam un attēla apakšapgabala izmēriem. Testējot parametrus, tika secināts, ka labāko rezultātu iespējams iegūt 500 x 500 pikseļu lielam apakšapgabalam, izmantojot 12 krāsas attēla kvantizācijā.
* Segmentēto reģionu klasifikācijā svarīga loma ir ne tikai tajā, cik labi parauga dati atbilst klasificējamam reģionam, bet arī to skaitam un zemes pārseguma tipa dažādo īpašību reprezentēšanai
* Segmentēto reģionu klasifikācija, izmantojot neironu tīklus, uzrādīja par 3,8 % augstāku precizitāti nekā šo pašu reģionu klasifikācija, izmantojot k-tuvāko kaimiņu metodi
* Reģionu klasifikācija, izmantojot k-tuvāko kaimiņu metodi, aizņem 40 reizes mazāk laika, kā tāda paša apjoma reģionu klasifikācija, izmantojot neironu tīklus
* Pamatojoties uz klasifikācijas metodes izpildes laiku un tā precizitāti, k-tuvāko kaimiņu metode sniedz labākus rezultātus kā reģionu klasificēšana, izmantojot neironu tīklus

Apkopojot secinājumus, tika izvirzīti sekojoši priekšlikumi:

* Abu pētījumā apskatīto klasifikācijas metožu precizitāti iespējams paaugstināt izvēloties vairāk parauga datu. Tāpat nepieciešams pievērst vairāk uzmanības parauga datu kvalitātei un tam, cik labi tie reprezentē konkrētā pārseguma tipa raksturīgākās īpašības.
* Veicot apmācību un sagatavojot parauga datus, parauga datiem vienmērīgi jānoklāj visi zemes pārseguma tipi
* Balstoties uz pētījuma apgabalu, vērts ieviest papildus zemes pārseguma tipus, kā piemēram, smilšu segums, apdzīvota teritorija un purvs.
* Lai uzlabotu skaitļošanas laiku gan segmentācijā, gan klasifikācijā, izmantojot neironu tīklus, nepieciešams palielināt skaitļošanas resursus, izmantojot skaitļošanas klasterus

Paldies par uzmanību!

Tālāk sniegšu atbildes uz recenzenta jautājumiem.

1. jautājums ir - lūdzu uzskatāmi paskaidrot, kas ir segmentētas ortofotokartes sadalīšana atsevišķos attēlos katram reģionam.

Apskatīsim viena reģiona no ūdens pārseguma tipa parauga datiem saglabāšanu kā atsevišķu attēlu.

* Vispirms reģionu saglabā atsevišķā matricā.
* Tad šim reģionam, izmantojot funkciju regionprops, izveido masīvu, kas satur visus savienotos objektus šajā reģionā.
* Tā kā atrastie objekti ir vairāk kā viens, izvēlas to, kura aptverošās kastītes izmēru summa ir vislielākā un šo aptverošo kastīti saglabā kā atsevišķu mainīgo.
* Tā kā aptverošās laukums ir lielāks kā 80 pikseļi, no reģionu un oriģinālā attēla izveido masīvus ar šo atrasto objektu.
* Reģiona attēls, ko saglabā ir šo abu masīvu elementu reizinājums.

1. jautājums ir kas ir konvolucionālā neironu tīkla translācijas invariants, un par kādu translāciju vispār ir runa?

Jāatzīst, ka šāda kļūda bija radusies mana nepareizā tulkojuma no angļu valodas dēļ. Patiesībā ar šo teikumu bija domāts, ka savstarpējās izmantošanas slānis konvolucionālā neironu tīklā ir paredzēts pārveidojumus neietekmējošu pazīmju ģenerēšanai, izmantojot statistiku par konvolucionālām aktivizācijām no maza uztverošā laukuma, kas atbilst iezīmju kartei.