

ПРЕПОЗНАВАЊЕ ОБЛИКА (2017/2018)

Циљ пројекта је анализа и конструкција класификатора са надгледаном обуком и примена неког од њих на један проблем даљинске детекције.

Проблем који се решава је аутоматска класификација површина засејаних са 5 најзначајнијих пољопривредних култура на подручју Војводине, коришћењем мерења електромагнетског зрачења добијених у виду мултиспектралних сателитских снимака.

Као улазни подаци је предвиђено да се користе: 1) сателиттске слике са јавно доступног сателита Landsat-8 (свемирске агенције NASA), у комбинацији са 2) ручно прикупљеним подацима са терена помоћу којих је вршено означавање узорака и креиран одговарајући референтни скуп. Сврха референтног скупа је да се користи за надгледану обуку могућих класификатора и мерење њихових перформанси корсвалидацијом. Након мерења перформанси, читав референтни скуп би требало да се користи за надгледану обуку класификатора који се затим користи за класификацију пиксела у датој тест слици.

Резултат рада класификатора би требало да буде представљен на 2 начина:

- 1) У виду одговарајућих квантитативних мера квалитета добијеног решења (рада класификатора), израчунатих симулирањем рада класификатора на референтном скупу.
- 2) У виду визуелног приказа рада класификатора на неозначеним подацима. Приказ треба да буде у облику псеудо-колор слике на којој ће различитим бојама бити обојени пиксели (површине) које је класификатор означио да одговарају одабраним културама (5 боја), а преостали пиксели (које је класификатор означио да не припадају ни једној од 5 класа) треба да буду представљени оригиналним RGB вредностима из сателитског снимка (било која слика из временске серије).

Оно што је карактеристично за разматрани проблем, а што до сада није поменуто, је да коришћење само једног мултиспектралног снимка посматраног подручја није довољно, већ је потребно користити неколико слика са различитим временима снимања. Разлог је то што су фазе развоја одабраних пољопривредних култура за које се прави класификатор међусобно временски померене, нпр. у тренутку када су неке од култура у веома раној фази развоја и на слици је још увек уочљива земља испод њих, друге културе су већ у завршној фази развоја. Из наведеног разлога, коришћење само једне слике би за последицу имало мању дискриминативност између мерења која одговарају различитим класама, што отежава конструкцију доброг класификатора. На

овај начин се за сваки просторни пиксел формира временска серија мултиспектралних мерења. У наставку је задатак пројекта и опис података који ће бити на располагању.

Задатак:

Коришћењем надгледане (енгл. supervised) обуке направити класификатор који је у стању да изврши класификацију узорака (временских серија мултиспектралних мерења) у 6 различитих класа (5 пољопривредних култура + класа „остало“). Измерити његову тачност на референтном (енгл. ground-truth) скупу коришћењем:

- 1) матрице за оцену тачности класификатора (енгл. error matrix, или accuracy assessment matrix) - једна матрица за цео класификатор и
- 2) одговарајућих мера за оцену квалитета класификације посматраног класификатора (пар или више вредности за сваку од класа).

Класификатор за који се кросвалидацијом покаже да постиже добре резултате на референтном скупу (нпр. просечну тачност класификације преко 70%), у другом кораку ће се користити за класификацију неозначених узорака у приложеној слици која обухвата мало подручје на коме ће визуелно бити тестиран рад класификатора. На крају, визуелно приказати рад класификатора на слици.

Избор обележја је слободан, али је препоручљиво да класификатор буде конструисан на нивоу пиксела (тзв. енгл. pixel-based класификатор), без узимања у обзир његове околине, због мале просторне резолуције мерења (1 квадратни пиксел представља 30 m на терену), и релативно мале површине пољопривредних парцела – на посматраном примеру који се односи на подручје Војводине значајан број парцела у Landsat-8 сателитској слици има ширину од свега неколико пиксела.

Као обележја се могу користити сва мултиспектрална мерења која су доступна, или само нека (сва мерења немају исти значај за разликовање пољопривредних култура, а нека имају и другачију просторну резолуцију, јер су добијена различитим сензорима – нпр. оригинално мерење је са резолуцијом од 100 m, али је извршена интерполација на 30 m).

За имплементацију се препоручује програмски језик Matlab и алати доступни у PRTools библиотеци, или некој од уграђених или јавно доступних Matlab-ових библиотека. Уколико постоји жеља за коришћењем неког другог алата, тако нешто је такође дозвољено (под условом да алат није у потпуности аутоматизован).

Важна напомена: приликом тестирања класификатора на референтном скупу коришћењем кросвалидације водити рачуна да се пиксели (вишедимензионални узорци) који припадају истој просторној парцели (њиви) не нађу и у тренинг и у тест скупу (јер су мерења која одговарају пикселима из исте парцеле веома слична, па тест

не би био исправан ако би се неки од њих налазили и у тренинг скупу). Зато је приликом формирања подскупова за кросвалидацију случајну поделу потребно вршити на нивоу парцела, а не на нивоу пиксела. Како парцеле нису исте величине, не садрже подједнак број узорака, овако формирани подскупови неће имати исти број пиксела, али би требало да имају приближно исти број парцела.

Одбрана пројекта:

Пројекат се предаје у виду писаног извештаја и пратећег програма који се усмено бране у договореном термину. Пројекат се може радити и у групама од по двоје. Форма писања извештаја је слободна. Извештај треба да садржи: тачност класификатора и визуелни приказ класификације, опис обележја, коришћеног класификатора и опис имплементације. Пројекат носи укупно 30 поена на испиту, од чега писани извештај максимално 25, а усмена одбрана 10 поена. Усмена одбрана извештаја је неопходна. Усмена одбрана се састоји из презентације извештаја и презентације програма.

Опис сателитских снимака и података који су на располагању:

Сваки Landsat-8 сателитски снимак се записује као вишеканална слика са целобројним вредностима. Ова слика садржи квантизована мерења са два мултиспектрална мерна инструмента: OLI и TIRS сензора, који се налазе на сателиту. На основу вредности у слици, њиховом линеарном трансформацијом и коришћењем доступних радиометријских коефицијената, вредност сваког пиксела добијену са OLI сензора је могуће интерпретирати на као вредност израчене снаге или као карактеристику материјала исказану кроз вредност рефлектансе, а вредности са TIRS сензора као температуру. Како је у проблему класификације на основу мултиспектралних мерења од интереса карактеризација материјала, пожељно је коришћење вредности рефлектансе, а такође могуће је извршити и додатну корекцију атмосферских утицаја којима се додатно подиже квалитет мерења. Атмосферска корекција се може вршити на различите начине, а кључни сегмент је процена састава атмосфере и њено адекватно моделовање, за шта се могу користити и мерења са других сателита.

Слике се испоручују тако што се сваки од канала записује као посебан фајл. Укупно постоји 11 канала који представљају вредности мерења, Табела 1. Поред њих постоји и још један вештачки генерисани канал (фајл), који уместо вредности мерења за сваки од пиксела садржи одлуку посебног класификатора за детекцију облака, која означава да ли се на месту посматраног пиксела налази облак или не (уместо грубе одлуке даје се мека вредност). Овај канал се може користити у фази претпроцесирања за ефикасно уклањање пиксела са облацима. Канал са ознаком NIR је веома битан за детекцију хлорофила у биљкама.

Табела 1 – Карактеристике појединачних канала (енгл. bands) у Landsat-8 сателитској слици.*

Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) Launched February 11, 2013	Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
	Band 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
	Band 2 - Blue	0.45 - 0.51	30
	Band 3 - Green	0.53 - 0.59	30
	Band 4 - Red	0.64 - 0.67	30
	Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
	Band 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
	Band 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
	Band 8 - Panchromatic	0.50 - 0.68	15
	Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
	Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100 * (30)
	Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100 * (30)

*Преузето са: http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php

Просторна резолуција слика са OLI сензора је 30 m, што се сматра средњом резолуцијом, и углавном је погодна за анализу природних процеса. Изузетак је канал бр. 8, Табела 1, који има дупло већу резолуцију, али као последица чињенице да је ширина спектралног опсега зрачења које мери вишеструко већа од спектралних карактеристика других канала. Разлог је што је „оштрина“ слике понекад важнија од спектралне карактеризације материјала – као у случају визуелног приказа, због чега се наведени канал углавном користи за вештачко повећање резолуције: 4., 3. и 2. канала, чијом комбинацијом се добија стандардна колор слика.

Просторна резолуција мерења на TIRS сензору је 100 m, али се пре испоручивања слика резолуција интерполацијом вештачки повећава на 30 m и слике се поравнавају са сликама са OLI сензора.

Иако приликом класификације није неопходан корак, у случају података који ће бити коришћени, оригиналне вредности пиксела су прво трансформисане у вредности рефлектансе, након чега је извршена додатна атмосферска корекција, а добијене реалне вредности су затим рескалиране и квантизоване на целобројне вредности. На располагању ће бити сва мерења сем панхроматског канала, канал бр. 8 – Табела 1, који има већу просторну резолуцију и који због широког спектралног опсега не доприноси бољој дискриминацији између класа.

Подаци се састоје из 4 сателитске слике, које су снимљене изнад Бачке: 13.06., 31.07., 16.08. и 01.09.2013. год., а из којих је за сваки од пиксела издвојено по 10 спектралних мерења, што укупно даје 40 вредности по пикселу. Групе од по 10 узастопних вредности у временској серији одговарају редом каналима у Табели 1, уз изостављање панхроматског канала, канал бр. 8, који је намерно прескочен. Тако нпр. 9. и 10. вредност у вектор врсти придруженој сваком од пиксела одговарају каналима 10 и 11 у првој слици, а 19. и 20. вредност каналима 10 и 11 у другој слици, итд.

Дата су 2 фајла:

1. `skupZaObuku_Landsat8_30_187_6Klasa.mat`

2. `test_Slika_Landsat8_30_187_028.mat`

Први фајл представља референтни скуп за обуку и састоји се од ручно означених пиксела (сваком пикселу је ручно придружена ознака класе) и временске серије мултиспектралних мерења придружених сваком од њих (40 вредности за сваки пиксел). Означавање пиксела је вршено тако што су на слици ручно уцртавани гео-референцирани полигони на основу којих је одређивано који од пиксела припадају уцртаној парцели. Фајл садржи следеће променљиве:

- **pixelShapeID**, садржи нумеричке ознаке парцела којима припада свих 130915 пиксела;
- **pixelValues**, 40 измерених вредности придружених сваком од 130915 пиксела;
- **pixelID**, нумеричка ознака класе којој припада сваки од 130915 пиксела; вредности имају следеће значење: 0 = КУКУРУЗ; 1 = ПШЕНИЦА; 2 = СОЈА; 3 = ШЕЋЕРНА РЕПА; 6 = СУНЦОКРЕТ; 7 = КЛАСА „ОСТАЛО“.

Класа означена као „остало“ садржи узорке култура за које није постојао довољан број парцела, као што су јечам, детелина, купус, воћњаци, али и пашњаке, ливаде,

Други фајл представља сегмент из оригиналног сателитског снимка који је издвојен да би се на њему визуелно приказао резултат класификације. Из оригиналних гео-референцираних снимака, издвојена је подслика (матрица) димензија 278×349 пиксела ($\approx 8.3 \times 10.4$ km), и записана као 3D матрица, у којој 3 димензија садржи 40 измерених вредности придружених сваком од пиксела. Фајл садржи следеће променљиве:

- **data**, 3D матрица са вредностима мерења придружених сваком од пиксела;
- **Xgeo**, x-координата пиксела у WGS 84 / UTM zone 34N географском координатном систему који се често користи за наше подручје;

- **Ygeo**, y-координата пиксела у WGS 84 / UTM zone 34N систему;
- **bqaSve**, вредности BQA (Quality Assessment Band) канала који се може користити као маска за облаке за сваки од пиксела. Сваком од пиксела су придружене по 4 вредности, по једна за сваки од 4 снимка у временској серији. За интерпретацију вредности видети линк: <http://landsat.usgs.gov/L8QualityAssessmentBand.php>. Ова променљива није неопходна и не мора се користити, пошто је одабрано подручје такво да је имало релативно малу облачност на свим снимцима. Иначе, вредности пиксела које одговарају облацима у сцени имају веома велику рефлексију (међу најсветлијим тачкама у слици), што за последицу има да је класификатор углавном у стању да их доста добро разликује.

Обратити пажњу да различити канали у оквиру исте слике немају исти опсег вредности, као последица чињенице да: а) не потичу са истих сензора (нпр. последње две вредности у односу на првих 8), или б) за њих није вршена атмосферска корекција (нпр. канал бр. 9 у Табели 1, односно 8. вредност у сваком скупу од по 10 мерења придружених сваком пикселу). Зато се приликом коришћења датих вредности као обележја класификатора препоручује да се прво уради њихова нормализација на нивоу истог снимка (нормализација мерења насталих под истим условима снимања на исти опсег вредности).

Међутим, при томе је нормализацију потребно извршити на идентичан начин и: 1) у референтном скупу, и 2) у тест слици, како би се класификатор обучавао и касније тестирао на подацима са истим динамичким опсегом одређеног канала. Иако постоји корелисаност између суседних канала, нормализацију би требало извршити за сваки од канала посебно. Пошто су 4 снимка начињена под различитим условима, описану нормализацију би такође требало вршити независно за сваки од снимака (сваку од 4 групе од по 10 мерења), по сваком од канала.

Поред нормализације, први наредни корак би требало да буде прављење подскупова за кросвалидацију. Подскупови нису потребни у случају тзв. leave-one-out кросвалидације. Њена мана је да дуже траје (под „one“ се у овом случају подразумева 1 парцела са одређеном вредношћу из pixelShapeID, односно сви пиксели који припадају једној истој њиви). Зато се кросвалидација углавном ради са 5 или више подскупова (нпр. 10), где се у сваком „пролазу“ 1 од подскупова користи као тест скуп, док се преостали користе за обуку класификатора. Ако је број подскупова 10, то значи да се изводи укупно 10 експеримената.