

Основи машинског учења, јесен 2021.

домаћи задатак №5 решења

ИМЕ И ПРЕЗИМЕ (БРОЈ ИНДЕКСА)

Рок: понедељак, 27. децембар у 23:59 на Moodle-у.

Упутства: (1) Ова питања захтевају размишљање, не и дуге одговоре. Будите што сажетији. (2) Уколико има било каквих нејасноћа, питајте предметног наставника или сарадника. (3) Студенти могу радити и послати решења самостално или у паровима. У случају заједничког рада, имена и презимена оба студента морају бити назначена у Gradescope-у и није дозвољено радити са истим колегом више од једном. (4) За програмерске задатке, коришћење напредних библиотека за машинско учење попут `scikit-learn` није дозвољено. (5) Кашњење приликом слања односно свака пошиљка након рока носи негативне поене.

Сви студенти морају послати електронску PDF верзију својих решења. Препоручено је куцање одговора у \LaTeX -у које са собом носи 10 додатних поена. Сви студенти такође морају на Moodle-у послати и `zip` датотеку која садржи изворни код, а коју би требало направити користећи `make_zip.py` скрипту. Обавезно (1) користити само стандардне библиотеке или оне које су већ учитане у шаблонима и (2) осигурати да се програми извршавају без грешки. Послати изворни код може бити покретан од стране аутоматског оцењивача над унапред недоступним скупом података за тестирање, али и коришћен за верификацију излаза који су дати у извештају.

Кодекс академске честитости: Иако студенти могу радити у паровима, није дозвољена сарадња на изради домаћих задатака у ширим групама. Изричито је забрањено било какво дељење одговора. Такође, копирање решења са интернета није дозвољено. Свако супротно поступање сматра се тешком повредом академске честитости и биће најстроже кажњено.

1. [90 поена] Компресија методом k -средњих вредности

У овом задатку, биће примењена метода k -средњих вредности у сврху компресије слике с губицима кроз ефективно смањење броја боја које се користе.

Биће коришћене датотеке `src/k_means/peppers-small.tiff` као и `src/k_means/peppers-large.tiff` које представљају слике.

Датотека `peppers-large.tiff` садржи слику папричица величине 512×512 пиксела чије су боје представљене са 24 бита. Ово значи да за сваки од 262144 пиксела у слици постоје три осмобитне вредности (у опсегу од 0 до 255) које представљају интензитет црвене, зелене и плаве боје за тај пиксел. Праволинијска представа ове дигиталне слике стога заузима око $262144 \times 3 = 786432$ бајтова (при чему један бајт садржи осам бита). Да би се извршила компресија слике, биће коришћена метода k -средњих вредности како би се број боја у слици смањило на свега $k = 16$ боја. Прецизније речено, сваки пиксел на слици представља тачку у тродимензионалном (r, g, b) простору. Како би се извршила компресија слике са губицима биће извршена кластеризација ових тачака у простору боја у 16 кластера и биће замењена вредност сваког пиксела са њему најближим центроидом.

Пратити упутства у наставку уз напомену и упозорење да неке од операција могу потрајати и по неколико минута чак и на брзим рачунарима!

- (а) [70 поена] **[Програмерски задатак] Имплементација компресије методом k -средњих вредности.** Најпре *погледајмо* податке. Унутар `src/k_means/` директоријума покренути интерактивни Пајтон интерпретатор и у њему укуцати

```
from matplotlib.image import imread; import matplotlib.pyplot as plt;
```

а затим покренути `A = imread('peppers-large.tiff')`. Сада је `A` заправо “тродимензионална матрица” где су `A[:, :, 0]`, `A[:, :, 1]` и `A[:, :, 2]` дводимензионални низови димензија 512×512 који респективно садрже вредности црвене, зелене и плаве боје за сваки од пиксела. Слика се може приказати у новом прозору уносом `plt.imshow(A); plt.show()` наредби.

Пошто већа слика има укупно 262144 пиксела па поступак кластеризације може потрајати, векторска квантизација биће урађена на мањој слици. Стога је неопходно поновити претходни поступак за `peppers-small.tiff` датотеку.

Надаље ће бити имплементирана компресија слике с губицима у датотеци `src/k_means/k_means.py` у којој се налази шаблон. Третирајући (r, g, b) вредности сваког пиксела као елемент \mathbb{R}^3 простора, имплементирати методу k -средњих са 16 кластера над вредностима пиксела у мањој слици итерирајући све до конвергенције. У сврху иницијализације, поставити центроиде сваког од кластера на (r, g, b) вредности случајно изабраних пиксела у слици. Затим у слици `peppers-large.tiff` заменити (r, g, b) вредности сваког пиксела са вредношћу њој најближег центроида из скупа центроида израчунатих над `peppers-small.tiff` сликом. Визуелно упоредити новодобијену слику са оригиналном како би се проверила исправност имплементације. **Укључити у извештај компресовану слику, поред оригиналне. Одговор:**

Updated large image



Original large image



(b) [20 поена] **Фактор компресије.**

Уколико се слика представи са суженим скупом (од 16) боја, колики је (приближно) фактор компресије слике?

Одговор: Фактор компресије је 6. 16 боја се представља са $\log_2 16 = 4$ бита по пикселу. Како фактор компресије представља однос оргиниалне слике и компресоване слике, и како знамо да је оригинална слика представљена са 24 бита по пикселу, $24/4 = 6$ је фактор компресије.