

## Praktikum iz objektno orijentisanog programiranja (13S112POOP)

### Projektni zadatak – Java

Napisati skup klasa sa odgovarajućim metodama i konstruktorima za realizaciju softverskog sistema za obradu slike. Potrebno je obezbediti mogućnost obrade slike pomoću alata koji je prethodno razvijen na programskom jeziku C++, kao i učitavanje i snimanje slika. Podržani formati fajlova treba da budu rasterski formati BMP i PAM, a treba predvideti i mogućnost proširenja drugim formatima. Opis formata navedenih fajlova je dat u prilogu ovog dokumenta.

Korisnik (naručilac) softvera, želi da softver pruži sledeće funkcionalnosti:

- Interakciju sa korisnikom putem grafičkog korisničkog interfejsa
- Učitavanje podataka
- Osnovnu obradu
  - prikaz trenutne slike
  - kreiranje novih slojeva
  - kreiranje novih selekcija
  - kreiranje novih kompozitnih operacija
  - izvršavanje operacija nad slikom
- Eksportovanje podataka
  - eksportovanje slike u BMP ili PAM formatu
  - eksportovanje projekta (uključuje sve slojeve, selekcije i kompozitne operacije)
- Kraj rada

Za uspešno rešenje zadatka potrebno je izvršiti analizu zahteva. Kao rezultat analize, potrebno je dopuniti i precizirati funkcionalnu specifikaciju softverskog alata. Na osnovu specifikacije, potrebno je napisati sistem klasa u jeziku Java koje realizuju traženi softver. U nastavku su navedeni neki elementi specifikacije. Od studenata se očekuje da dopune one stavke koje nisu dovoljno precizno formulisane, odnosno dodaju nove stavke (tamo gde to ima smisla) ukoliko uoče prostor za unapređenje. Izmene i dopune specifikacije mogu da donekle odudaraju od zahteva naručioca softvera u onoj meri u kojoj to neće narušiti traženu funkcionalnost. Takođe, priloženi UML dijagram koji opisuje zahtevani softver se ne mora obavezno poštovati, već samo predstavlja skicu potencijalnog rešenja. Prilikom izrade specifikacije voditi računa o potencijalnom unapređenju softvera na osnovu naknadnih zahteva.

Prilikom izrade rešenja, od studenata se očekuje intenzivno korišćenje svih onih mogućnosti koje pružaju specifikacija i biblioteke jezika Java, kao što su kolekcije, algoritmi, regularni izrazi, iteratori, lambda izrazi i sl. **Rešenja koja ne vode računa o ovom aspektu neće moći da dobiju maksimalan broj poena.** Takođe, voditi računa o **objektno orijentisanom dizajnu rešenja**, čistoći, čitkosti i komentaranju programskog koda.

## Funkcionalna specifikacija

U nastavku je zadat deo korisničkih zahteva koje treba razraditi i, po potrebi, dopuniti tako da se dobije funkcionalna aplikacija.

### Interakcija sa korisnikom

Korisnik može da interaguje sa programom izborom u datom trenutku dostupnih opcija putem grafičkog korisničkog interfejsa. Interakcija može da se vrši putem tastature ili miša. U zavisnosti od izabrane opcije i njenih parametara, program izvršava zadatu opciju ili ispisuje poruku greške. Poruka greške treba da bude što je moguće detaljnija da bi korisniku pomogla da grešku otkloni. Sve eventualne parametre koji su potrebni prilikom rada aplikacije je potrebno zatražiti od korisnika. Ukoliko korisnik ne zada ništa, koristiti vrednosti fiksirane u programu.

### Učitavanje podataka

Korisnik odabirom ponuđene opcije iz menija i unosom putanje do ulaznog fajla može zahtevati učitavanje slike. Prilikom učitavanja podataka o slikama koristiti regularne izraze za parsiranje datih fajlova gde god je to moguće. Predvideti način za oporavak od grešaka u slučaju neispravnog formata datoteke ili nepostojanja tražene datoteke. Po učitavanju potrebno je korisniku prikazati učitano sliku i omogućiti sve opcije za obradu slike.

### Osnovna obrada

Korisniku je potrebno omogućiti sledeće:

- Prikaz podataka  
Korisniku je potrebno prikazati trenutni izgled slike i sve postojeće slojeve, selekcije i operacije koje su dostupne.
- Rad sa slojevima  
Potrebno je prikazati sve slojeve i dozvoliti korisniku da za svaki sloj odredi da li je aktivan, da li je vidljiv i da mu postavi prozirnost. Korisnik može kreirati novi sloj, pri čemu važe ista pravila kao u prvom projektnom zadatku. Sloj je moguće obrisati.
- Rad sa selekcijama  
Potrebno je prikazati sve selekcije i omogućiti korisniku da odredi da li je selekcija aktivna. Trenutno izabrana selekcija se vidi kao pravougaonik iscrtan preko trenutne slike isprekidanom linijom. Moguće je kreirati novu selekciju selektovanjem jednog ili više pravougaonika unutar trenutno prikazane slike. Selekcija se vrši isključivo pomoću miša. Selekciju je moguće obrisati.
- Operacije nad slikom  
Potrebno je korisniku prikazati sve osnovne operacije koje je moguće sprovesti nad slikom. Takođe, korisnik može kreirati imenovane kompozitne operacije koje se sastoje od proizvoljnog broja osnovnih ili drugih kompozitnih operacija. Kompozitnu operaciju je moguće sačuvati u datoteku na način koji je opisan u prvom projektnom zadatku. Prilikom izvršavanja

operacija nad slikom slika se čuva u određenu datoteku, a zatim se vrši poziv C++ programa koji sprovodi tražene operacije. Po izvršavanju C++ programa korisniku se prikazuje rezultujuća slika. Izuzetno, studenti koji nisu radili prvi deo projektnog zadatka treba da operacije nad slikom realizuju u programskom jeziku Java.

- Ekportovanje podataka

Korisnik može u svakom trenutku zatražiti snimanje trenutne slike u jednom od dva ponuđena formata. Pored toga, korisnik može zatražiti i čuvanje celokupnog projekta. Projekat se čuva u formatu koji su studenti usvojili u prvom projektnom zadatku. Prilikom čuvanja celog projekta čuvaju se informacije o svim slojevima, selekcijama i kompozitnim operacijama.

## Kraj rada

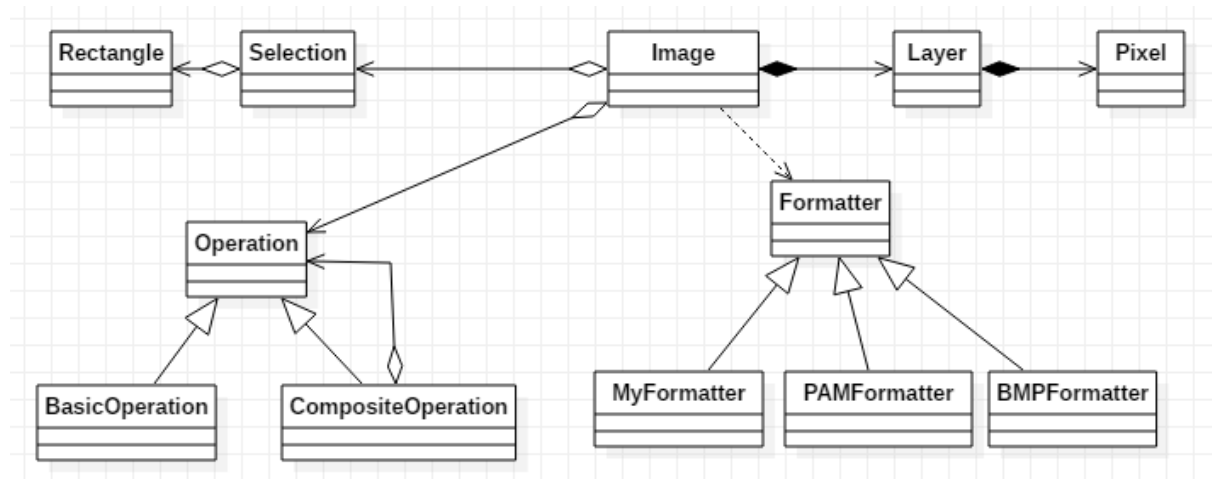
Korisnik može da zahteva kraj rada. Od korisnika se traži potvrda za napuštanje programa, uz upozorenje ukoliko program nakon poslednjeg snimanja slike nije generisao neki fajl. Korisniku treba ponuditi mogućnost da eksportuje sliku pre napuštanja programa, ukoliko to želi.

## Testiranje rada programa

Prilikom testiranja rada programa moguće je koristiti programe za prikazivanje slika. BMP fajl može se proveriti pomoću alata za obradu slika, među kojima je i Paint, koji dolazi uz Windows operativni sistem. U nedostatku prikazivača PAM fajlova moguće je online konvertovati PAM fajl u neki drugi format. Konverzija u PNG format je dostupna na sledećem linku: <https://convertio.co/pam-png/>.

## Dijagram klasa

Na osnovu prethodne funkcionalne specifikacije formiran je sledeći dijagram klasa. Dijagram klasa nije detaljan, te ga treba tumačiti kao skicu koja načelno ukazuje na arhitekturu softvera. Studenti mogu da koriste ovaj dijagram kao referencu i, po potrebi, prošire ga da bi ga usaglasili sa eventualnim dopunama specifikacije.



Prilikom implementacije rešenja, obratiti pažnju na objektno orijentisani dizajn i intenzivno koristiti kolekcije i algoritme standardne biblioteke jezika Java i lambda funkcije gde god je to moguće. Primititi da postoje tri različita formata izlaznih fajlova.

## Specifikacija BMP formata

BMP je rasterski format zapisa digitalnih slika. Kompletnu specifikaciju ovog formata moguće je pronaći na sledećem linku: [https://en.wikipedia.org/wiki/BMP\\_file\\_format](https://en.wikipedia.org/wiki/BMP_file_format). Na navedenom linku su dati i primeri bmp fajlova, od kojih je jedan predstavljen i u nastavku ovog dokumenta.

Offset	Veličina	Hex vrednost	Vrednost	Opis
BMP zaglavlje				
0h	2	42 4D	"BM"	ID polje (42h, 4Dh)
2h	4	46 00 00 00	70 B (54+16)	Veličina BMP fajla
6h	2	00 00	Ne koristi se	-
8h	2	00 00	Ne koristi se	-
Ah	4	36 00 00 00	54 B (14+40)	Offset na kome počinje niz piksela
DIB (device independent bitmap) zaglavlje				
Eh	4	28 00 00 00	40B	Broj bajtova u DIB zaglavlju (od ove tačke) (fiksno)
12h	4	02 00 00 00	2 piksela	Širina slike
16h	4	02 00 00 00	2 piksela	Visina slike
1Ah	2	01 00	1	Jedna karata boja (fiksno)
1Ch	2	18 00	24 bits	Broj bita po pikselu (fiksno)
1Eh	4	00 00 00 00	0	BI_RGB (fiksno)
22h	4	10 00 00 00	16 B	Veličina bitmape u bajtovima
26h	4	13 0B 00 00	2835 pixels/metre	Ostaviti fiksirano
2Ah	4	13 0B 00 00	2835 pixels/metre	
2Eh	4	00 00 00 00	0	Ostaviti fiksirano
32h	4	00 00 00 00	0	Ostaviti fiksirano
Početak niza piksela				
36h	3	00 00 FF	0 0 255	Crveni piksel
39h	3	FF FF FF	255 255 255	Beli piksel
3Ch	2	00 00	0 0	Dopuna do 4 B
3Eh	3	FF 00 00	255 0 0	Plavi piksel
41h	3	00 FF 00	0 255 0	Zeleni piksel
44h	2	00 00	0 0	Dopuna do 4 B

U odnosu na navedeni primer, potrebno je promeniti ukupnu veličinu BMP fajla, širinu i visinu slike, ukupnu veličinu fajla koja se odnosi na niz piksela i, naravno, same piksele koji se nalaze od offseta 36h. Za svaki piksel se navode u obrnutom redosledu, kao što se vidi iz primera. Svaki red slike potrebno je dopuniti nulama kako bi ukupan broj bajtova za jedan red slike bio deljiv sa 4. Za potrebe ovog projekta biće potrebno pored R, G i B kanala dodati i A (alpha) kanal kako bi se predstavila prozirnost. Na linku koji je dat moguće je naći primer i sa poluprozirnim pikselima.

## Specifikacija PAM formata

Pam je rasterski format zapisa digitalnih slika i deo je Netpbm open-source paketa. Kompletnu specifikaciju ovog formata moguće je pronaći na sledećem linku: [https://en.wikipedia.org/wiki/Netpbm#PAM\\_graphics\\_format](https://en.wikipedia.org/wiki/Netpbm#PAM_graphics_format). Svaki PAM fajl počinje sledećim zaglavljem:

P7 # oznaka PAM fajla, magic number P7  
WIDTH w # w – širina slike  
HEIGHT h # h – visina slike  
DEPTH d # d – broj kanala (1 – greyscale, 3 – RGB, 4 – RGBA)  
MAXVAL m # m – maksimalna vrednost (255 za RGB)  
TUPLTYPE t # t – tip torke (dat u tabeli ispod)  
ENDHDR # oznaka kraja zaglavlja

t	m	d	Objasnjenje	Prozirnost (alpha)
BLACKANDWHITE	1	1	Crno-bela slika	Ne
GRAYSCALE	2...65535	1	Slika u nijansama sive	Ne
RGB	1...65535	3	Slika u RGB formatu	Ne
BLACKANDWHITE_ALPHA	1	2	Crno-bela slika	Da
GRAYSCALE_ALPHA	2...65535	2	Slika u nijansama sive	Da
RGB_ALPHA	1...65535	4	Slika u RGB formatu	Da

Tabela 1 Tipovi torke u PAM fajlu

Nakon ASCII zaglavlja slede binarno zapisani podaci o pikselima u zavisnosti od izabaranog tipa torke (t). Podaci o pikselima jednog reda se zapisuju jedni za drugima bez separatora. Između piksela različitih redova potrebno je ubaciti ASCII kod znaka za prelaz u novi red (0x0A).

Za kreiranje, prikaz i menjanje binarnih datoteka moguće je koristiti alat Hex Editor Neo. U nastavku su prikazani primer PAM fajla i slika koju taj fajl opisuje.

