

UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI
FACULTATEA DE MATEMATICĂ ȘI INFORMATICĂ

LUCRARE DE LICENȚĂ

COORDONATOR ȘTIINȚIFIC

Lect. dr. Stupariu Mihai-Sorin

STUDENT

Roscaneanu George

BUCUREȘTI
Februarie 2016

Cuprins

1.Introducere.....	3
Motivația.....	3
Definiții și scurt istoric.....	3
Comparație: Grafica vectoriala VS Grafica raster.....	5
Despre limbajul Java.....	6
Despre IDE-uri.....	7
Despre IntelliJ IDEA.....	7
Despre GitHub și Git.....	8
2.Despre implementarea lucrării.....	9
Conținutul clasei BaseVectorizer.....	9
RectangleVectorizer.....	11
TriangleVectorizer.....	12
PolygonVectorizer.....	13
Despre Scalable Vector Graphics (SVG).....	14
3.Benchmark Triangle Vectorizer.....	17
4.Benchmark Square Vectorizer.....	19
5.Benchmark Polygon Vectorizer.....	20
6.Exemple.....	22
7.Static Point Array.....	24
8.Clasa Utility.....	25
9.Clasa Image Panel.....	27
10.Clasa Triangle Vectorizer.....	28
Subclasa Job a clasei TriangleVectorizer.....	32
11.Clasa Square Vectorizer.....	38
Subclasa Job a clasei SquareVectorizer.....	39
12.Clasa Polygon Vectorizer.....	42
Subclasa Job a clasei PolygonVectorizer.....	43
13.Bibliografie.....	47

1. Introducere

Motivația

Într-o zi căutam un cadou pentru o prietenă prin zona Pieței Unirii, iar unul dintre lucrurile care mi-a atras atenția au fost tricourile cu texte sau desene tipărite pe ele. Trecând prin toate modele pe care le aveau nu am găsit ceva destul de potrivit. Am întrebat vânzătoarea dacă poate să facă tricouri personalizate, ea spunând că pozele trebuie să fie în format vectorial. Eram puțin uimit de ce driver-ul imprimantei nu este în stare să folosească imagini raster obișnuite.

Din curiozitate am căutat pe internet dacă exista tool-uri sau aplicații care fac acest lucru cu ușurință.

Primul lucru pe care l-am încercat a fost <http://vectormagic.com>. Acesta oferă rezultate foarte bune, având multe opțiuni și setări, dar timpul de procesare este relativ mare și costul unei singure licențe este de 295 \$, iar versiunea trial oferă doar posibilitatea de a vedea cum arată fișierul vectorial; nu poate fi salvat.

Următorul pe care l-am găsit este RaveGrid. Versiunea care am reușit să găsesc este non comercială. Are doar trei niveluri de detaliu, timp relativ rapid de procesare, posibilitatea de a salva fișierul în format SVGZ (este nevoie de un editor ca Inkscape pentru a-l transforma în SVG) sau EPS.GZ, dar deoarece este Shareware, de fiecare dată când un utilizator încearcă să salveze fișierul aplicația afișează o fereastră care stă deschisă timp de aproximativ 12 secunde și nu poate fi închisă de către utilizator.

Ultima variantă la care m-am uitat este Scan2CAD care are la dispoziție trial gratuit, Lite pentru 699\$, Pro pentru 999\$ și Business \$1500. Versiunea cea mai ieftină care conține convertirea la o poză vectorială este Lite.

Văzând toate aceste implementări diferite oferite la prețuri relativ mari, am decis să creez câteva implementări pentru vectorizarea unei imagini, și să public codul sursă pe GitHub.

Definiții și scurt istoric

Grafica vectorială reprezintă folosirea primitivelor geometrice (puncte, segmente de

dreaptă , curbe , poligoane etc.) pentru a crea imagini digitale. Imaginile vectoriale sunt bazate pe vectori (sau perimetre / forme), ele având puncte de control sau noduri de control. Fiecare dintre aceste puncte au o poziție definită în raport cu axele OX și OY ale spațiului de lucru și determină direcția liniilor. Fiecare dintre aceste linii pot avea asignate proprietăți precum culoarea , forma și grosimea. Iar formele geometrice pot avea interiorul umplut cu o culoare sau nu. Toate aceste proprietăți nu cresc în mod semnificativ mărimea fizică a fișierului pe spațiul de stocare, deoarece informațiile doar descriu cum să fie desenate primitivele geometrice.

În comparație cu imaginile bazate pe pixeli , cele bazate pe primitive pot fi mărite oricât fără pierderea calității.

Termenul de grafică vectorială este de obicei folosit doar pentru obiecte grafice 2D, pentru a evidenția diferența față de grafica raster pe baza de pixeli.

Unul dintre primele folosiri ale graficii vectoriale a fost la sistemele de apărare aeriene US SAGE. Ele au fost de asemenea implementate de către Ivan Sutherland pe calculatorul TX-2 de la MIT Lincoln Laboratory pentru a rula aplicația Sketchpad în 1963.

Când vine vorba de tipărirea caracterelor folosind calculatoare, fie pe ecrane, fie pe foaie de hârtie folosind imprimante, fie pe alte suprafețe, se folosesc fișierele de tip font (TrueType, OpenType etc). Acestea descriu caracterele folosind curbe cubice sau pătratice cu puncte de control. Oricum, fonturile pe bază de bitmap încă sunt folosite. Convertirea caracterelor în ceva folosibil constă în trasarea curbilor pentru a forma perimetrul ei, iar apoi umplerea acestei figuri geometrice cu culorile dorite. Această convertire nu este un proces trivial din puncte de vedere computațional, de aceea programatorii preferă, să convertească întregul set de caractere în format bitmap și apoi folosindu-l ca un „sprite sheet”. Este foarte posibil ca programatorul să dorească mai multe „sprite sheet”-uri pentru fiecare font și dimensiune de font de care va avea nevoie în aplicația sa.

Una dintre aplicările mai moderne ale graficii vectoriale sunt spectacolele cu lumină laser, unde două oglinzi, una care se rotește pe axa X și cealaltă pe axa Y, sunt controlate pentru a crea linii curbe sau drepte pe o suprafață oarecare.

Comparație: Grafica vectoriala VS Grafica raster

Imaginile raster sunt formate din pixeli. Un pixel este un singur punct sau cel mai mic element care poate fi afișat pe ecranul device-ului (Figura 1.1).

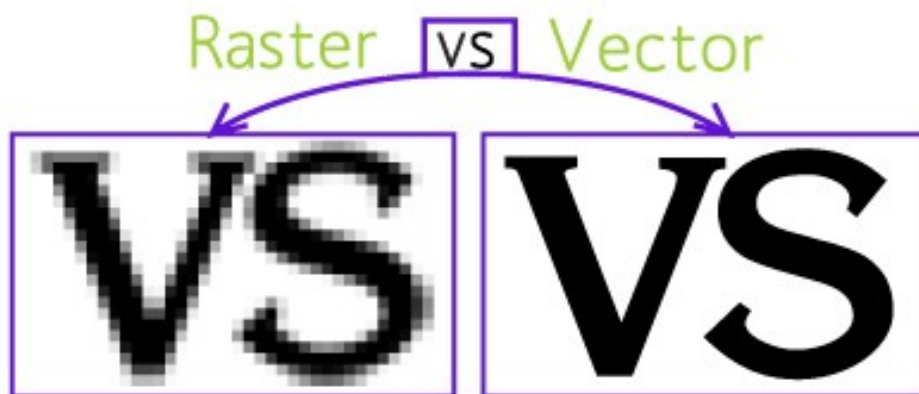


Figura 1.1 : http://vector-conversions.com/vectorizing/raster_vs_vector.html

Se poate observa că atunci când imaginea este mărită suficient de mult, încep să apară diferențe evidente (Figura 1.2). Când cea raster a fost mărită, începe să piardă din calitate și claritate. Iar cea vectorială rămâne clară oricât de mult se va mări imaginea.

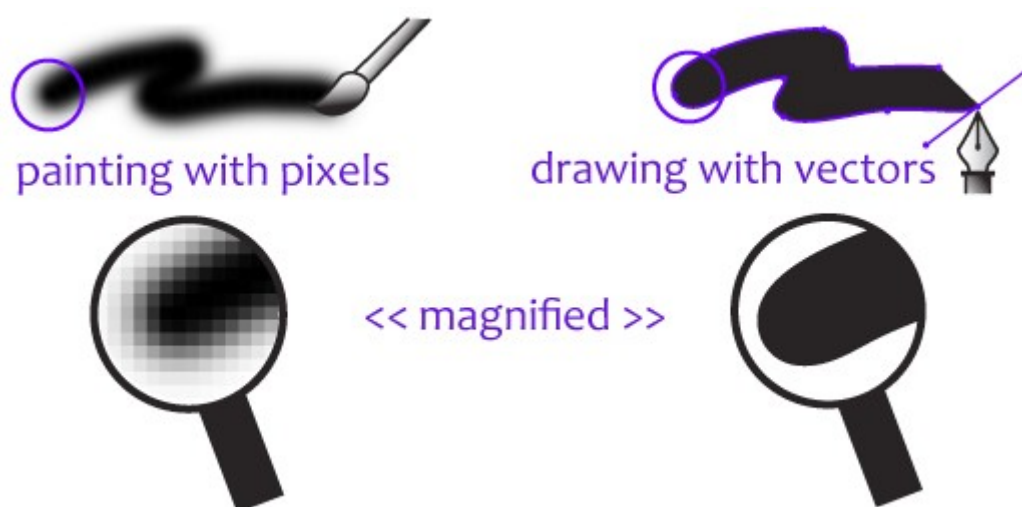


Figura 1.2 : http://vector-conversions.com/vectorizing/raster_vs_vector.html

	Avantaje	Dezavantaje
Vector	<ul style="list-style-type: none">* Infinit scalabil : datorită proprietăților matematice ale figurilor geometrice, acestea se pot scala mai mic sau mare fără a pierde din calitate* Fișiere mai mici : pentru imagini conținând grafică simplă, precum figuri geometrice și tipografie	<ul style="list-style-type: none">* Detalii limitate : figurile geometrice nu sunt practice pentru imagini complexe, chiar dacă acestea pot conține gradient, nu se poate compara cu avantajul imaginilor raster de a avea culori independente pentru fiecare pixel* Efecte limitate : prin definiție, imaginile

	* Editabilitatea : în comparație cu formatele jpg și png care stochează toți pixelii pe un singur strat, imaginile vectoriale au figurile geometrice aranjate pe categorii, grupuri și straturi	vectoriale sunt create din linii și puncte, deci nu sunt la dispoziție efecte precum blurare sau umbre
Raster	* Detalii bogate : o poza care are valoarea dpi mai mare va conține mai multe detalii subtile * Editare precisă : oricare dintre pixeli poate fi modificat independent ; o persoană poate să editeze poza respectivă cu ușurință	* Blurată atunci când este mărită : deoarece există un număr finit de pixeli, calculatorul va încerca să umple spațiul dintre pixeli cu interpolări ale valorilor de pe canalele de culoare * Fișiere mai mari: cu cât dpi-ul este mai mare cu atât crește proporțional și mărimea fișierului ; deși există formate precum jpg și png care ajută la comprimare , ele tot pot ajunge la dimensiuni foarte mari

Despre limbajul Java

Aplicația mea este realizată în Java. Nu am folosit nicio particularitate a acestui limbaj (în afară de faptul că este orientat pe obiecte), totuși, pentru completitudinea lucrării, aceasta include și o secțiune despre el.

Java este un limbaj de programare concurent, bazat pe ierarhia de clase, orientat obiect și în mod special proiectat pentru a avea cât mai puține dependențe de implementare posibile. Autorii lui și-au propus să îi lase pe dezvoltatorii de aplicații să “scrie odată, să ruleze oriunde” (“write once, run everywhere”, WORA). Aceasta înseamnă că un cod care rulează pe o platformă nu mai necesită recompilare pentru a rula pe o alta. Aplicațiile Java sunt în mod obișnuit compilate la cod binar (fișier .class) care poate rula pe orice mașină virtuală Java (Java Virtual Machine - JVM), indiferent de arhitectura sistemului de operare. Java este în mod curent una dintre cele mai populare limbaje de programare folosite, în mod particular pentru aplicațiile client-server, cu un număr 9 milioane de dezvoltatori raportați. Java a fost original dezvoltată de James Gosling în cadrul Sun Microsystems (ulterior cumpărat de Corporația Oracle) și lansată în 1995 sub forma unei componente de bază pentru Platforma Java. Limbajul moștenește mult din sintaxa C și C++, dar are mai puține facilități de nivel jos (“low-level”) față de ambele.

Compilatoarele originale, mașinile virtuale și bibliotecile *class* au fost dezvoltate de Sun din 1991 și lansate pentru prima dată în anul 1995. Din luna mai 2007, în concordanță cu specificațiile Java Community Process, Sun a schimbat licența majorității tehnologiilor sale Java la GNU General Public License.

Alții au dezvoltat de asemenea implementări alternative pentru aceste tehnologii Java, cum ar fi Compilatorul GNU pentru Java, GNU Classpath (biblioteci standard) și IcedTea-Web (un plugin pentru aplicațiile de browser – applet-uri).

Deși limbajul Java are mai puține facilități low-level , exista JNI (Java Native Interface) , un framework de programare care permite codului scris în Java și care rulează într-o Mașina Virtuală Java să apeleze cod nativ sau să fie apelat de aplicații native și librării scrise în limbaje precum C , C++ sau chiar în limbaj de asamblare.

Avantajele JNI-ului ar fi că anumite părți dintr-un program pot fi înlocuite cu cod nativ pentru a mări viteza de procesare. Din păcate acest avantaj este ușor eclipsat de anumite dezavantaje, de exemplu dificultatea implementării este masiv sporită, codul scris nativ nu are garbage collector , programatorul trebuie să fie atent la diferențele subtile de pe diversele platforme, codul scris în nativ este foarte greu de debug-uit. Luând în considerare aceste dezavantaje am decis ca aplicația să nu conțină cod scris în nativ.

Pentru scrierea codului sursă , am folosit un IDE (IntelliJ IDEA).

Despre IDE-uri

Un mediu integrat de dezvoltare (integrated development environment - IDE) sau mediu interactiv de dezvoltare este o aplicație software care oferă facilități cuprinzătoare programatorilor, pentru dezvoltarea software. În mod normal, un IDE constă dintr-un editor de surse, unelte de construcție a “executabilului” (builder) și un depanator (debugger). Majoritatea IDE-urilor moderne oferă opțiuni de completare automată a codului (Intelligent code completion).

Unele IDE-uri conțin un compilator, un interpretor, sau ambele, cum ar fi cazurile NetBeans , IntelliJ IDEA și Eclipse; altele nu, cum ar fi SharpDevelop și Lazarus. Limita dintre un mediu integrat de dezvoltare și alte tipuri de aplicații de dezvoltare software nu este bine definită. Câteodată un sistem de versionare a fișierelor și variate unelte care simplifică construcția GUI (graphical user interface = interfață grafică pentru utilizatori) sunt integrate în IDE. Multe IDE-uri conțin de asemenea un navigator pentru clase, un navigator pentru obiecte și o diagramă a ierarhiei claselor, pentru utilizare în dezvoltarea soft-ului orientat pe obiecte.

Despre IntelliJ IDEA

IntelliJ IDEA este un mediu integrat de dezvoltare pentru limbajul Java. A fost creat de compania JetBrains. Prima versiune a fost publicată în ianuarie 2001, și a fost unul dintre primele IDE-uri care oferea navigare avansată a codului și posibilitatea de a refactoriza codul deja integrat.

Într-un reportaj Infoworld din 2010, IntelliJ a primit cel mai mare scor într-un test în care au

participat și IDE-urile Eclipse, NetBeans și Oracle Jdeveloper.

În decembrie 2014, Google a anunțat versiunea 1.0 a programului Android Studio, un IDE open-source folosit la crearea aplicațiilor Android, bazat pe versiunea open-source de comunitate al aplicației IntelliJ IDEA. Alte medii de programare bazate pe IntelliJ sunt AppCode, PhpStorm, PyCharm, RubyMine, WebStorm și MPS.

Acest IDE are doua ediții : Community Edition (gratuit) și Ultimate Edition (plătit). Ambele pot fi folosite în scop comercial.

Ambele ediții au mai multe capabilități comune precum : Smart Code Completion, On-The-Fly Code Analysis, Advanced Refactoring, unelte de Version Control având interfață unificată pentru Git, SVN, Mercurial etc, și desigur suport pentru limbajul Java. Ediția Ultimate oferă mai multe lucruri precum unelte pentru lucru cu baze de date, designer pentru tabele UML, unelte pentru Web Development și altele.

Despre GitHub și Git

Git este un distributed revision control system (sistem distribuit de control al modificărilor) care a fost conceput pentru a avea viteză de procesare mare , păstrarea integrității datelor și suport pentru posibilitatea de a avea „workflow”-uri distribuite și non-liniare. Git a fost original creat de Linus Torvalds pentru programarea kernel-ului Linux în 2005, și de atunci a devenit unul dintre cele mai adoptate sisteme de version control.

Ceea ce deosebește Git-ul față de celelalte sisteme este faptul că fiecare director Git este un repozitor complet și „independent” care conține întreaga istorie a modificărilor, neavând nevoie de acces la rețea sau un server central după ce a fost descărcat sau copiat. Asemenea kernel-ului Linux, Git este un program oferit gratuit sub licența GNU General Public License revizia 2.

Design-ul Git-ului a fost inspirat după BitKeeper și Monotone. Acesta avea ca plan original să fie un sistem low-level pe care alte aplicații îl poate apela. În momentul acesta Git poate fi folosit direct din linia de comanda. Deși a fost puternic influențat de BitKeeper, Torvalds intenționat a evitat tehnicile convenționale, astfel ajungând la un design unic.

Git permite unui developer să verifice ce modificări au fost făcute asupra unui proiect, sau să adauge noi modificări la un repozitor, crearea unei noi „ramuri” de proiect pentru a crea o facilități nouă și apoi reunirea acestei ramuri la ramura principală pentru ca întregul proiect original să conțină această nouă facilități. De-asemena dacă au fost făcute greșeli, se poate reîntoarce codul la un „commit” precedent.

Am decis să îl folosesc pentru a putea readuce proiectul la o stare precedentă în cazul în care am făcut greșeli.

Exista opțiunea de a avea repozitorul stocat doar local pe SSD-ul meu, dar nu vroiam să risc pierderea proiectului așa că am decis să folosesc GitHub pentru a stoca proiectul.

GitHub este un serviciu online de găzduire a repozitoarelor Git, astfel având toate capabilitățile oferite de către Git. Spre deosebire de Git care oferă strict doar un program care se

folosește prin linii de comanda, GitHub oferă o interfață grafică pentru Web, desktop și telefoane smartphone. De-asemena oferă administratorului posibilitatea de schimba nivelul de acces al celorlalte colegi care lucrează la proiect, și unelte de colaborare precum bug tracking, feature request, controlul task-urilor și crearea wiki-urilor.

Conturile gratuite de GitHub pot găzdui decât proiecte care sunt complet vizibile oricărei persoane care ori găsește repozitorul ori are link-ul direct către acesta. În anul 2015 , GitHub a raportat faptul că are peste 9 milioane de utilizatori și peste 21.1 milioane de repozitoare, astfel fiind cel mai mare service de găzduire a codurilor sursă de pe Pământ în acel moment.

GitHub este de obicei folosit doar pentru cod sursa, dar el permite în plus vizualizarea fișierelor grafice 3D sau fișiere native PSD de PhotoShop și compararea lor cu celelalte versiuni ale acestora.

2. Despre implementarea lucrării

În proiectul meu am creat trei clase de vectorizare care extind o clasă BaseVectorizer.

Clasa BaseVectorizer a fost creată pentru ușura tastarea codului în restul aplicației, astfel reducând cantitatea de cod care trebuie scrisă și lăsând posibilitatea de a integra cu ușurința vectorizatoarele în codul pentru interfața grafică.

Conținutul clasei BaseVectorizer

```
protected BufferedImage originalImage;
```

```
protected BufferedImage destImage;
```

În *originalImage* este păstrată referința către poza originala în format raster, iar în *destImage* se pastrează imaginea în format vectorial și apoi afișată în interfața grafică. Motivul pentru care am ales obiectele să fie de tipul *BufferedImage* este datorită funcției *getRGB(int x,int y)* care ajută la obținerea informațiilor. Din păcate nu am avut încredere deplină în viteza de procesare a funcției *getRGB* așa că am creat vectori ajutători.

```
protected char[] originalRedArray;  
protected char[] originalGreenArray;  
protected char[] originalBlueArray;  
protected int[] originalColorArray;
```

```
public void calculateColorArrays()
```

În acești vectori sunt păstrate valorile culorilor roșu, verde, albastru și combinația lor. Motivul de ce primii trei vectori sunt de tip *char* este deoarece Java folosește acest tip de date pentru a stoca valori de la 0 la 255 spre comparație de tipul *byte* care stochează valori de la -128 la 127. Acești vectori vor fi folosiți pentru a calcula rapid media culorilor dintr-o zonă. În descrierea vectorizatoarelor vor fi mai multe detalii despre acestea.

Metoda *calculateColorArrays()* este chemată imediat după ce s-a setat un nou obiect *originalImage*.

```
protected short w,h;
```

```
protected int area;
```

Acestea sunt variabile ajutătoare pentru alte funcții.

```
public int threshold=-1;
```

Valoarea *threshold* este una dintre cele mai folosite în tot codul. Ea decide cât de agresiv este procesul de vectorizare atunci când vine vorba de compararea culorilor. Dacă suma modulelor diferențelor valorilor roșu, verde și albastru al culorilor dintre doi pixeli este mai mare decât valoarea *threshold* atunci acei doi pixeli nu pot aparține aceleiași figuri geometrice. Astfel dacă *threshold* are o valoare mai mică atunci exista o șansă mai mare ca doi pixeli învecinați să aparțină unor figuri geometrice diferite astfel crescând mărimea fizică a fișierului dar și claritatea imaginii.

```
protected ImagePanel destImagePanel;
```

Clasa *ImagePanel* a fost creată deoarece nu există element de interfață grafică făcut special pentru a afișa o imagine.

```
protected JobThread lastJob;
```

Clasa *JobThread* a fost creată deoarece clasa *Thread* nu conține o metoda de încredere de a opri subit o linie de execuție. Cea mai potrivită ar fi fost metoda *stop()*, care din păcate este deprecată.

Aceasta clasa acum conține un boolean numit *canceled* care inițial are valoarea false. Atunci când se apelează metoda *setCanceled(true)*, *canceled* va primi valoarea true. Acum depinde de ce se afla în implementarea metodei *run()*. Ea trebuie să verifice în mai multe puncte dacă valoarea *canceled* a devenit true și să oprească execuția într-un mod curat (exemplu: închiderea unor stream-uri sau thread-uri secundare).

```
protected final Object jobLock=new Object();
```

```
public abstract void startJob();
```

```
public abstract void cancelLastJob();
```

Obiectul mutex *jobLock* este folosit în blocurile *synchronized* din metodele *startJob* și *cancelLastJob* atunci când un vectorizator dorește crearea unui nou thread *jobThread* sau oprirea celui curent.

Pentru a permite userului sa încerce rapid diferite valori pentru *threshold*, codul trebuie să poată crea și opri cât mai rapid thread-urile dar în același timp să elimine posibile probleme de multi-threading precum „data racing”. Metoda *startJob* are grijă mai întâi să verifice dacă există deja un obiect *jobThread* care rulează, dacă da, îi oprește execuția cu metoda *setCanceled* și așteaptă ca el să se oprească. După aceea se poate crea un nou obiect *jobThread* în siguranță. Metoda *cancelLastJob* execută la fel în afară de crearea noului thread.

```
public abstract void exportToSVG(OutputStream os,boolean isCompressed);
```

Atunci când se dorește exportarea rezultatului curent în format SVG sau SVGZ, se deschide un fișier , se obține *OutputStream*-ul lui, se alege dacă va fi exportat comprimat sau nu, și se apelează metoda. Dacă s-a ales opțiunea de comprimare a fișierului , folosesc un obiect de tip *GZIPOutputStream* pentru comprimare. Ce este interesant cu acest obiect este că metoda de

comprimare este compatibilă cu aplicația InkScape pentru a deschide fișierul nou creat. După aceea obiectul este înfășurat cu un `BufferedOutputStream`, acesta poate ajuta la procesele lente de scriere.

```
public char redOrig(int x,int y){return originalRedArray[y*w+x];}  
public char blueOrig(int x,int y){return originalBlueArray[y*w+x];}  
public char greenOrig(int x,int y){return originalGreenArray[y*w+x];}  
public int colorOrig(int x,int y) {return originalColorArray[y*w+x];}
```

Metode ajutătoare pentru accesarea valorilor culorilor pentru anumiți pixeli. Numele metodelor sunt foarte simple și scurte deoarece ele sunt foarte des folosite și ar umple codul prea mult.

```
public void initialize(){calculateColorArrays();}
```

Este chemată atunci când `setOriginalImage(BufferedImage image)` primește ca parametru un `image` care este diferit de fostul obiect `originalImage`.

```
public void setOriginalImage(BufferedImage image)
```

Metoda aceasta verifică dacă imaginea setată este `null` atunci să oprească `jobThread`-ul curent și să reseteze valorile auxiliare la valorile lor default. Altfel dacă noul `image` este diferit față de cel vechi atunci se va executa procesul de inițializare.

```
protected StringBuilder svgStringBuilder = new StringBuilder(2000000);  
protected StringBuilder svgzStringBuilder = new StringBuilder(2000000);  
protected ByteArrayOutputStream baos = new ByteArrayOutputStream(2000000);  
protected GZIPOutputStream gzos;
```

```
protected abstract void constructStringSVG();
```

Metoda `constructStringSVG` are rolul de a construi conținutul fișierelor în formate SVG și SVGZ și de a le stoca în obiectele `svgStringBuilder` și `svgzStringBuilder`. Motivul de ce păstrez referința acestor trei obiecte este pentru a anula costul de construire și deconstruire al acestora atunci când apelez metoda `constructStringSVG`. Ca și optimizare în plus le ofer un spațiu generos inițial la prima lor construcție. Obiectul `gzos` este creat mai târziu atunci când este nevoie de el.

RectangleVectorizer

Acest vectorizator creează o listă de dreptunghiuri care acoperă întreaga suprafață a pozei originale. Fiecare dintre dreptunghiuri are o culoare care este calculată făcând media culorilor pixelilor care aparțin dreptunghiului respectiv.

Pentru a ajuta codarea acestei clase, am creat o clasă ajutătoare `RectangleFragment` care stochează marginile left, right, top, down și culoarea dreptunghiului. Toate câmpurile sunt publice pentru a fi folosite mai rapid. Pentru a spori siguranța, clasa `RectangleFragment` conține o metodă `isValid()` care returnează `true` dacă marginile sunt valide.

Procesul de divizare în dreptunghiuri este recursiv, încercând prima dată un dreptunghi care ocupa toată suprafața imaginii, și dacă acesta nu este considerat bun el va fi fragmentat în 4 dreptunghiuri și procesul continuă de acolo.

Am decis ca procesul de fragmentare să fie randomizat și în același timp limitat. Aleg aleator două valori `midX` și `midY` ambele aflându-se între o pătrime și trei pătrimi din lungimea și lățimea dreptunghiului original, astfel lăsând posibilitatea utilizatorului să reîncece vectorizarea

până când este mulțumit. Din cauza naturii aleatoare, este foarte posibil ca mărimea fișierului generat după o imagine sursă și un *threshold* anume să difere considerabil.

În primele revizii ale programului valorile *midX* și *midY* erau pur și simplu alese să fie în mijlocul dreptunghiului, dar acestea generau imagini vectoriale care avea aspect de „caiet de matematică”; arătând tabelat și științific. Acum că cele două valori sunt alese aleator imaginile generate au un aspect mai plăcut.

Procesul de validare constă mai întâi din generarea a unei medii aproximative a culori (calculată folosind doar vârfurile dreptunghiului). Dacă vreunul dintre pixeli este prea diferit de către aceasta media aproximativă, dreptunghiul este respins. În timp ce se iterează toți pixeli, se însumează culorile lor pentru a calcula media adevărată a culorilor. Dacă un dreptunghi este respins acesta este tăiat în patru și se va încerca validarea acestora. Dacă un dreptunghi este valid, media adevărată a culorilor din acel dreptunghi este stocată în câmpul *color* de la obiectul *RectangleFragment* folosit la validare, apoi el este adăugat unei liste care a fost trimisă ca argument.

Am decis să trimit ca parametru un *LinkedList* gol fiecărui thread muncitor care să adune toate rezultatele găsite pentru a putea abuza de multithreading fără a avea probleme de data racing când încerc să adaug obiecte la *LinkedList* comun. Din păcate din cauza acestei decizii acum numărul minim de dreptunghiuri care poate reprezenta o imagine este patru, dar acest detaliu este neglijabil având în considerare faptul că acum lucrează patru thread-uri, fiecare thread rulând metode recursiva cu patru *LinkedList*-uri independente și patru obiecte *RectangleFragment* care au fost generate aleator din *RectangleFragment*-ul principal.

Când fiecare din thread-uri își termina execuția, rezultatele depuse în *LinkedList*-ul respectiv sunt acum depuse de către thread-ul principal într-un *ArrayList* de *SquareFragments*. Am ales *ArrayList* pentru performanța sporită la citire.

După ce s-a generat lista de dreptunghiurile, se construiesc string-urile care vor conține lista în formatele SVG și SVGZ. Am decis să construiesc acest string ca să pot afișa pe ecran mărimea fișierului când este salvat în formatele SVG și SVGZ. Deasemenea se creează un nou *BufferedImage* în care este randat o aproximație a imaginii vectoriale și apoi afișat utilizatorului.

TriangleVectorizer

Acest vectorizator creează o lista de triunghiuri care acoperă întreaga suprafață a pozei originale. Fiecare dintre triunghiuri are o culoare care este calculată făcând media aritmetică a culorilor pixelilor care aparțin suprafeței triunghiului respectiv.

Pentru a ajuta codarea acestei clase, am creat o clasă ajutătoare *Triangle* care reține coordonatele vârfurilor reținute în valori *float*, culoarea într-o valoare *integer* și câteva valori ajutătoare precum *xMin*, *yMin*, *xMax* și *yMax* care reprezintă bounding-box-ul triunghiului având lungimea și lățimea paralele cu axele *oX* și *oY* ale imaginii. De-asemenea în fiecare obiect de tipul *Triangle* se mai află și un obiect de tipul *Path2D.Float* numit *path* care este folosit la optimizarea creării imaginii demonstrative utilizatorului.

Clasa *Triangle* a fost notată ca fiind serializabilă și valorile și obiectul ajutător sunt notate ca

fiind transient ceea ce înseamnă că ele nu vor fi scrise la serializare.

Procesul de divizare în triunghiuri este recursiv. În faza inițială imaginea care este dreptunghiulară este despărțită în două triunghiuri pe una dintre diagonalele ei. Fiecare triunghi este verificat dacă satisface valoarea curentă a *threshold*-ului. Dacă da, acesta este adăugat la o lista de obiecte *Triangle*. Altfel acesta este fragmentat în 2 triunghiuri și procesul continuă de acolo.

Am decis ca procesul de fragmentare să fie randomizat și în același limitat. Aleg aleator o valoare uniformă r între 0.2 și 0.8, apoi caut latura cea mai lungă a triunghiului. Linia care va fragmenta triunghiul în două este trasă de la colțul opus al laturii mari la un punct interpolat între cele două puncte ale laturii mari folosind valoarea r . Din cauza naturii aleatoare, este foarte posibil ca mărimea fișierului generat după o imagine sursă și un *threshold* anume să difere considerabil. Deoarece r este ales aleator, las posibilitatea utilizatorului să reîncece vectorizarea până când este mulțumit de rezultat.

În primele revizii ale programului valoarea r era aleasă direct ca fiind 0.5, dar aceste genera un efect caleidoscopic care deși arăta interesant era prea predictiv.

Valorile alese aleator pentru r da un aspect mai plăcut imaginii vectoriale generate.

Procesul de validare al unui triunghi începe cu calcularea unei medii aproximative a culorilor folosind doar vârfurile sale. După aceea iterând fiecare pixel care aparține suprafeței triunghiului se verifică suma modulelor diferențelor valorilor culorilor dintre media aproximativă și pixelul verificat este mai mare decât valoarea *threshold*, atunci acest triunghi este respins. Dacă un triunghi este respins acesta este tăiat în două și se va încerca validarea acestora. Este posibil ca din cauza erorilor de calcul ca un triunghi să ajungă să aibă aria mai mică de 0.5, dacă se întâmplă acest lucru triunghiul va fi ignorat. Dacă un triunghi este valid, media aritmetică a culorilor din acel triunghi este calculată și stocată în câmpul *color* de la obiectul *Triangle* folosit la validare, iar apoi este adăugat unei liste care a fost trimisă ca argument.

Am decis să trimit ca parametru un *LinkedList* gol care să adune toate rezultatele găsite pentru a putea abuza de multithreading fără a avea probleme de data racing când încerc să adaug obiecte la același *LinkedList*. În momentul acesta procesul de vectorizare folosește doar două thread-uri, cele care au fost create când s-au creat primele două triunghiuri ale imaginii. Deoarece performanța este satisfăcătoare am decis să nu folosesc mai multe thread-uri, dar este într-adevăr posibilă folosirea mai multor thread-uri.

Când fiecare din thread-uri își termina execuția, rezultatele depuse în *LinkedList*-ul respectiv sunt acum depuse de către thread-ul principal într-un *ArrayList*. Am ales *ArrayList* pentru performanța sporită la citire.

După ce s-a făcut rost de *ArrayList*-ul cu toate triunghiurile, se construiesc string-urile care vor conține lista în formatele SVG și SVGZ. Am decis să construiesc aceste string-uri devreme pentru a afișa utilizatorului mărimea fișierului când este salvat în formatele SVG și SVGZ.

PolygonVectorizer

Acest vectorizator creează o listă de poligoane care acoperă întreaga suprafață a pozei

originale. Fiecare dintre poligoane are o culoare care este calculată făcând media aritmetică a culorilor pixelilor care aparțin poligonului respectiv.

Pentru a ajuta codarea acestei clase, am creat o clasă ajutătoare *ColoredPolygon* care reține coordonatele vârfurilor stocate într-un vector de *short*-uri folosind un obiect de tipul *StaticPointArray* și culoarea într-o valoare *integer*. De asemenea în fiecare obiect de tipul *ColoredPolygon* se mai afla și un obiect de tipul *Path2D.Float* numit *path* care este folosit la optimizarea creării imaginii demonstrative utilizatorului.

Clasa *StaticPointArray* a fost creată pentru a spori viteza procesării datelor.

Clasele *ColoredPolygon* și *StaticPointArray* au fost notate ca fiind serializabile și obiectul ajutător *path* a fost notat ca fiind *transient* ceea ce înseamnă ca ele nu vor fi scrise la serializare.

Procesul de divizare în poligoane constă în căutarea zonelor de culori care sunt similare și continue. Mulțimea de poligoane descoperita nu este cea mai eficientă deoarece am ales să folosesc metoda Greedy pentru descoperirea lor. Folosind metoda Greedy am scăzut dificultatea codului de a-l scrie. Din păcate procesul se rulează decât pe un singur thread, dar este posibilă divizarea imaginii în celule și apoi aplicarea procesului doar pe acele celule pentru fiecare thread. Procesul în sine nu este aleator, o imagine va da aceleași rezultate de fiecare dată pentru un *threshold* anume.

Una dintre dificultățile codului a fost faptul că perimetrele poligoanelor erau dificil de calculat, odată chiar încercând să folosesc backtracking, dar am ajuns la un cod care găsește în timp liniar perimetrul unei mulțimi conectate de pixeli.

De fiecare dată când se începe un proces de divizare se inițializează o matrice de flag-uri cu valori dacă un pixel este vizitat sau nevizitat.

Atunci când se găsește un pixel nevizitat, se caută toți pixelii conectați de acesta și care suma modulelor diferențelor culorilor dintre pixeli nu depășește *threshold*-ul curent. Toți pixelii conectați sunt apoi considerați vizitați. Fiecare poligon descoperit este adăugat la un *LinkedList*.

După ce s-a făcut rost de lista cu toate triunghiurile, se construiesc string-urile care vor conține lista în formatele SVG și SVGZ. Am decis să construiesc aceste string-uri devreme pentru a afișa utilizatorului mărimea fișierului când este salvat în formatele SVG și SVGZ.

Despre Scalable Vector Graphics (SVG)

Scalable Vector Graphics este un format de imagini vectoriale bazat pe XML pentru crearea imaginilor grafice bidimensionale cu suport pentru interactivitate și animații. Specificația SVG este un „open standard” dezvoltat de către World Wide Web Consortium (W3C) din 1999.

Deoarece imaginile SVG sunt definite prin fișiere XML, ele pot fi parsate, indexate, scriptate și comprimate eficient. De asemenea ele pot fi editate chiar și cu un editor text, dar în majoritatea cazurilor se folosesc software-uri specializate.

Toate web browser-ele moderne sunt capabile de a afișa imagini vectoriale SVG.

SVG-ul permite trei tipuri de obiecte grafice: grafică vectorială, grafică raster și text. Obiectele grafice, care includ imaginile raster PNG și JPEG, pot fi grupate, stilizate, transformate și

combinat cu obiectele care au fost deja randate. El nu suportă în mod direct z-index-ing care separă ordinea desenării de ordinea lor în document pentru suprapunerea obiectelor, spre deosebire de alte standarde precum VML. Asupra obiectelor grafice se pot aplica transformări multiple, clipping paths, mask-uri alpha și efecte de filtru.

Începând cu 2001, specificația SVG a fost actualizată la versiunea 1.1. SVG Mobile Recommendation a introdus două profile simplificate de SVG 1.1: SVG Basic și SVG Tiny, menite pentru aparatele cu putere computațională redusă. O versiune îmbunătățită numită SVG Tiny 1.2 a devenit mai târziu recomandarea autonomă.

În momentul acesta se lucrează la SVG 2, care încorporează capabilități noi și include și pe cele folosite în SVG 1.1 și SVG Tiny 1.2.

Deși specificația SVG se concentrează în mod primar pe limbajul de grafica vectorială, design-ul său include și câteva capabilități de bază pentru definirea aranjării obiectelor într-o pagină precum format-ul PDF de la Adobe. SVG-ul are informațiile necesare pentru aranjarea fiecărei glyph și imagine pe o poziție aleasă pe o pagină de printat. Spre deosebire de XHTML are ca scop principal să comunice conținutul său, nu prezentarea lui, deci HTML specifică ce obiecte sunt afișate, nu unde sunt aranjate.

Imaginile SVG pot fi dinamice și interactive. Modificările pe bază de timp asupra obiectelor pot fi descrise cu SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) sau JavaScript. Deși W3C recomandă SMIL, Google Chrome l-a deprecia în August 2015. Evenimente precum *onmouseover* și *onclick* pot fi folosite pentru a produce modificări și animații în SVG.

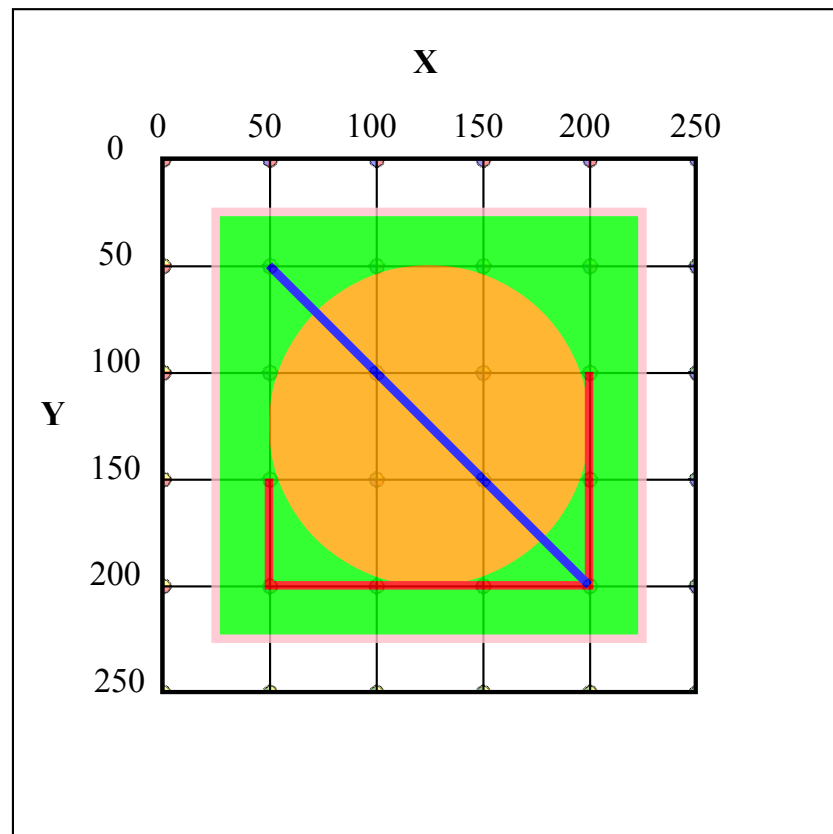
Deoarece SVG este scris în format XML, sunt foarte multe bucăți de text repetate, deci el poate fi comprimat foarte ușor. Atunci când o imagine SVG a fost comprimată folosind algoritmul *gzip*, acesta este acum referit ca fiind de tipul SVGZ. De obicei o imagine în format SVGZ ocupă aproximativ 20-50% din spațiul fizic de stocare față de aceeași imagine în format SVG.

Formatul SVG oferă la dispoziție 14 funcționalități pentru definirea lui.

- * **Path** : figuri geometrice definite prin linii drepte sau curbe. Pentru a face mai compactă scrierea coordonatelor, se folosesc litere precum M(move), L(line to), Z(închide figura), C,S,Q,T,A. Dacă se folosește literă mare, coordonatele sunt absolute, dacă se folosește literă mică, coordonatele sunt relative față de cele precedente.
- * **Basic shapes**
- * **Text** : suport pentru caractere Unicode. Este posibilă scrierea textului în ambele sensuri orizontale, dar și vertical pentru chineză. Textul poate de asemenea să fie scris de-a lungul unei căi și să folosească diverse efecte vizuale.
- * **Painting** : figurile pot fi umplute și/sau conturate folosind diverse culori, gradiente sau paterne.
- * **Color** : culorile sunt definite fie prin cuvinte literale precum „black”, „red”, prin hexazecimale #63ff01, #02f, prin decimale cu rgb(123,23,12) sau prin procente rgb(100%,0%,50%)
- * **Gradiente și paterne**

- * Clipping, masking și compositing : conturul de la alte elemente grafice, precum texte, căi și figuri pot fi folosite pentru a defini aceste lucruri
- * Efecte de filtru : SVG are la dispoziție mai multe filtre precum : blend, gaussian blur , merge , tile etc
- * Interactivitate : orice parte dintr-o imagine SVG poate avea „event listeners”
- * Linking
- * Scriptare
- * Animații : conținutul SVG poate fi animat folosind elemente precum <animate> , <animateMotion> și <animateColor>
- * Fonturi
- * Metadata

Exemplu :



```
<svg xmlns="http://www.w3.org/2000/svg" version="1.1">
```

```
  <rect x="25" y="25" width="200" height="200" fill="lime" stroke-width="4"
stroke="pink" />
```

```
  <circle cx="125" cy="125" r="75" fill="orange" />
```

```
  <polyline points="50,150 50,200 200,200 200,100" stroke="red" stroke-width="4"
fill="none" />
```



```
<line x1="50" y1="50" x2="200" y2="200" stroke="blue" stroke-width="4" />
</svg>
```

În acest exemplu este desenat totul în afară de grilă și texte. Acesta poate fi de asemenea scris într-un notepad, salvat cu formatul SVG, și apoi deschis cu un browser modern precum Firefox sau Chrome.

3. Benchmark Triangle Vectorizer

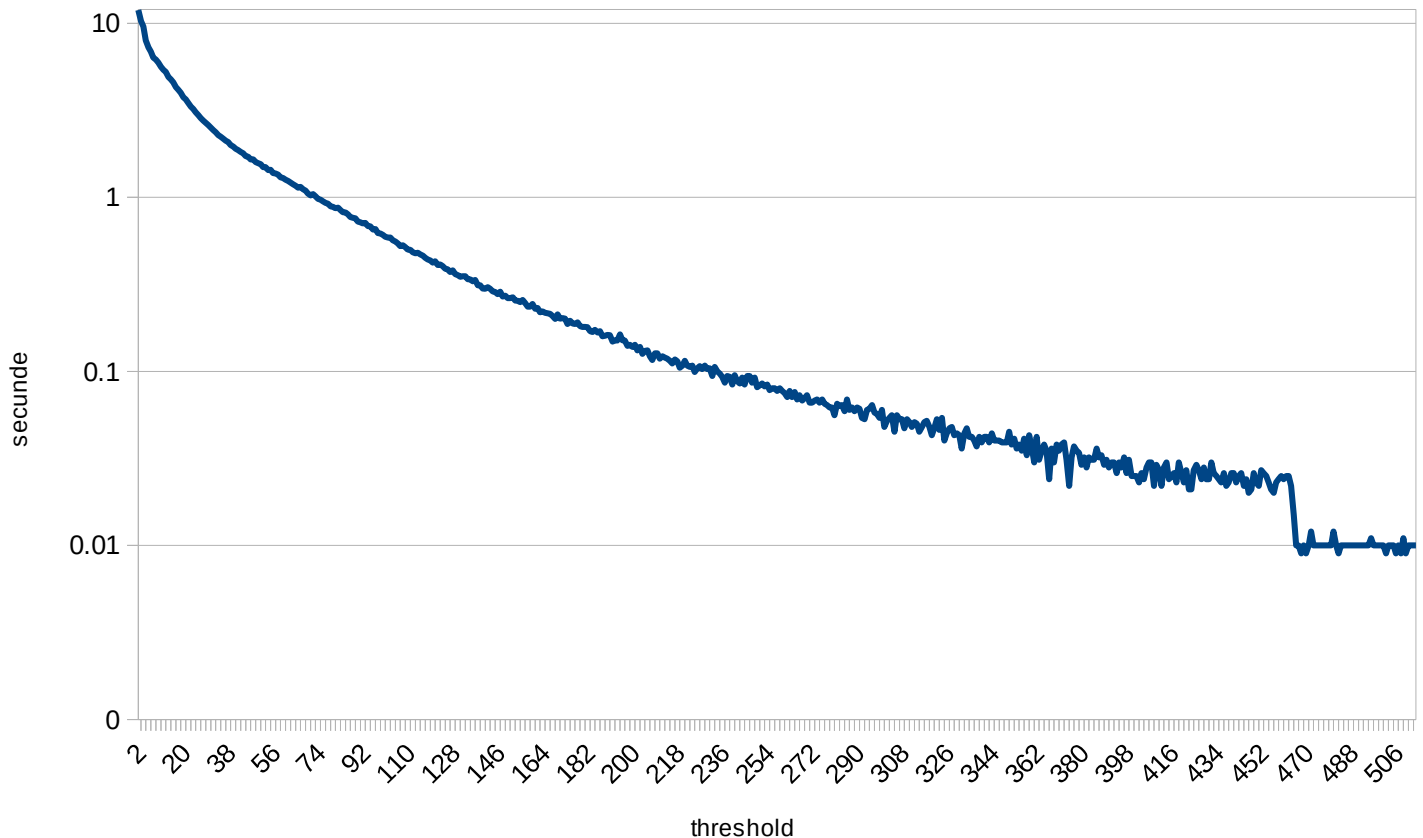


Figura aceasta măsoară în secunde timpul de vectorizare al imaginii.

Având în vedere faptul ca procesul folosește doar două thread-uri, sunt mulțumit de performanța pe care o oferă.

Se poate observa imediat fenomenul bizar când *threshold* este foarte mare, timpul de execuție este foarte mic. *Threshold*-ul este atât de mare încât vectorizarea returnează doar două triunghiuri mari care ocupă toată imaginea.

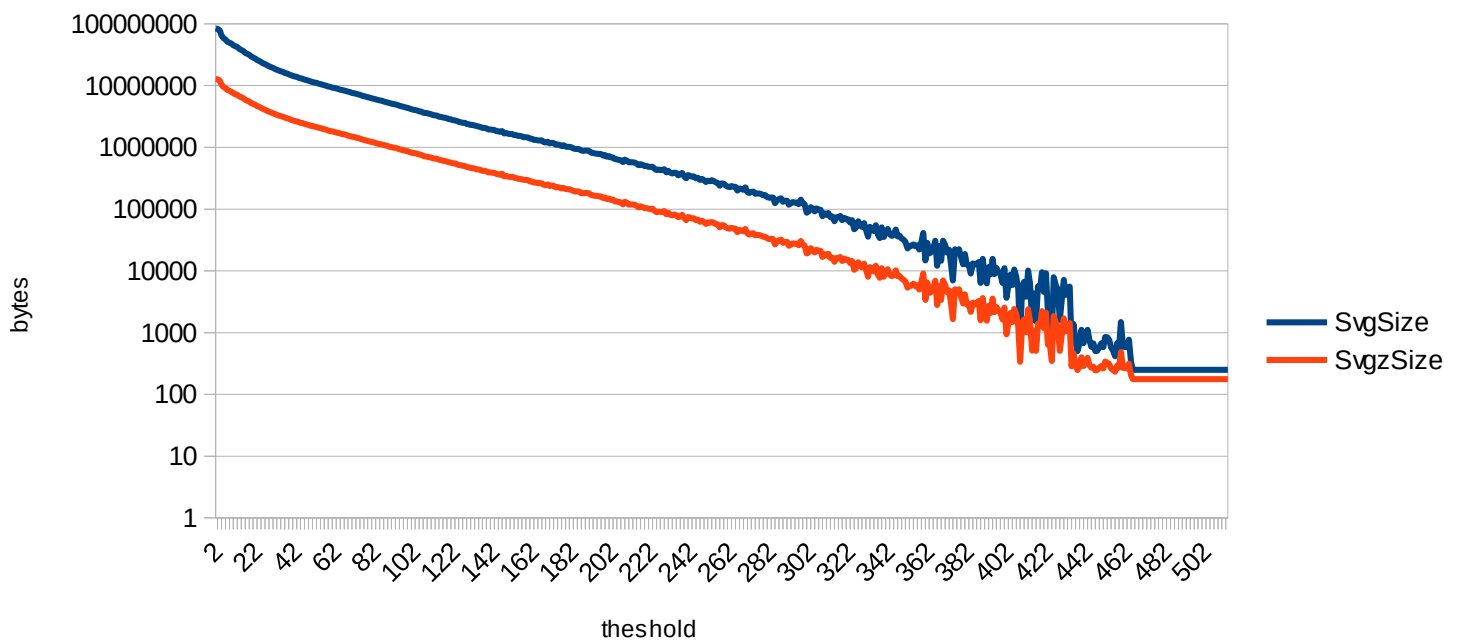
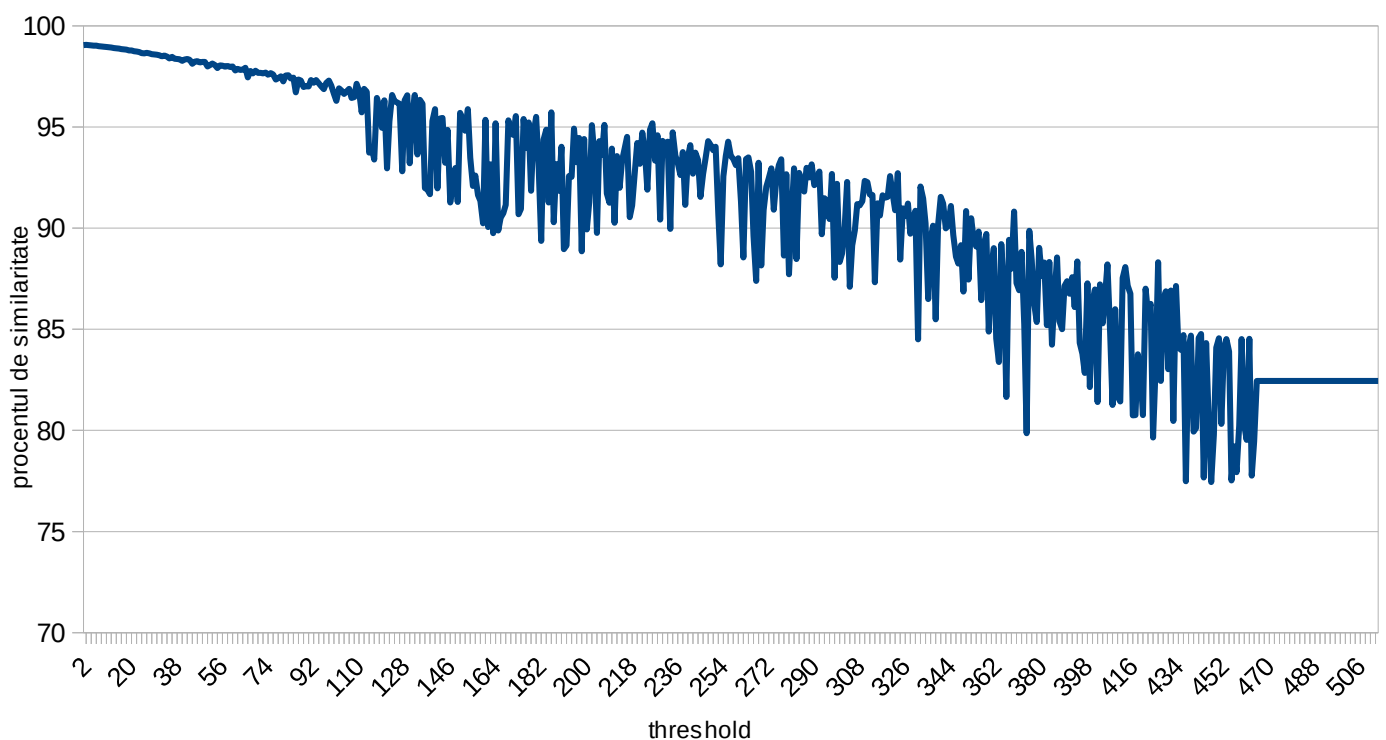


Figura această măsoară dimensiunea fișierelor SVG și SVGZ în bytes.

La prima vedere, nu pare a fi prea mare diferență. Dar aceasta este o scară logaritmică. În majoritatea cazurilor se vede cum SVGZ este aproximativ de 10 ori mai mic decât SVG.



Această figură reprezintă procentul de similaritate cu poza originală. Se vede imediat cât de mult variază la diferite valori de *threshold*, dar până la urmă scade puțin câte puțin.

Chiar dacă valoarea de *threshold* este 0, vectorizarea folosind triunghiuri nu poate să reproducă 100% poza originală.

4. Benchmark Square Vectorizer

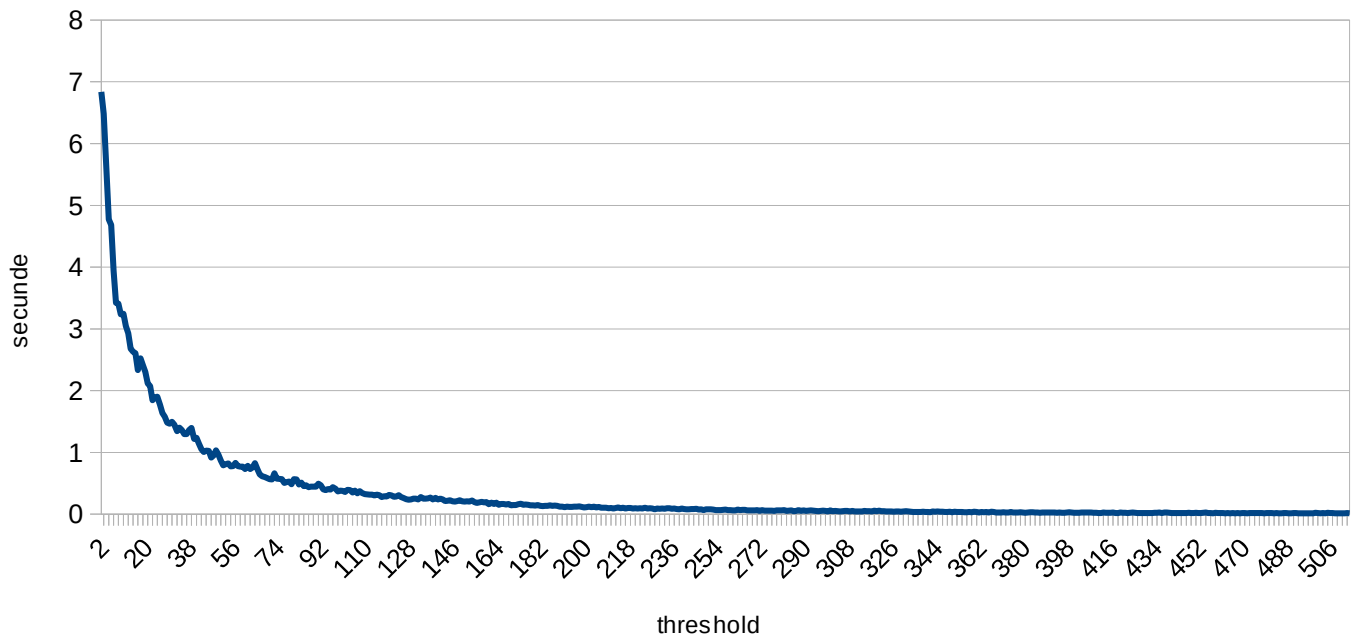


Figura aceasta măsoară în secunde timpul de vectorizare a imaginii.

Având în vedere faptul că vectorizarea cu dreptunghiuri folosește doar patru thread-uri, sunt mulțumit de performanța pe care o oferă.

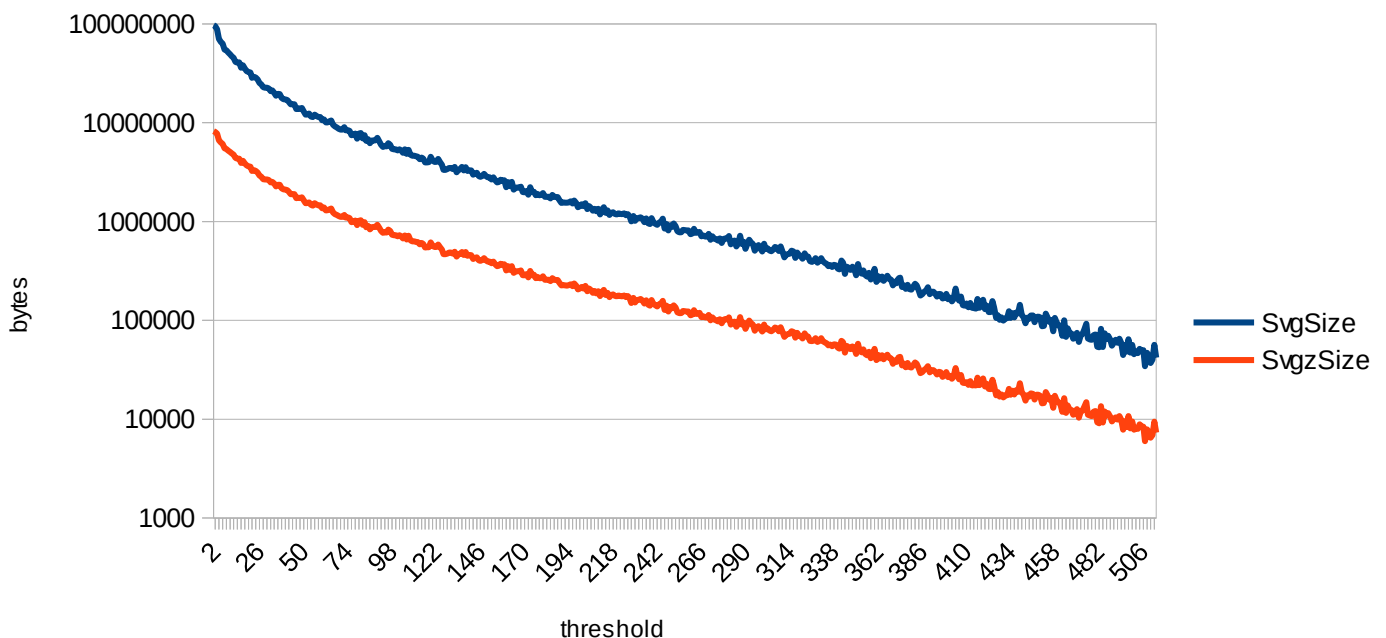
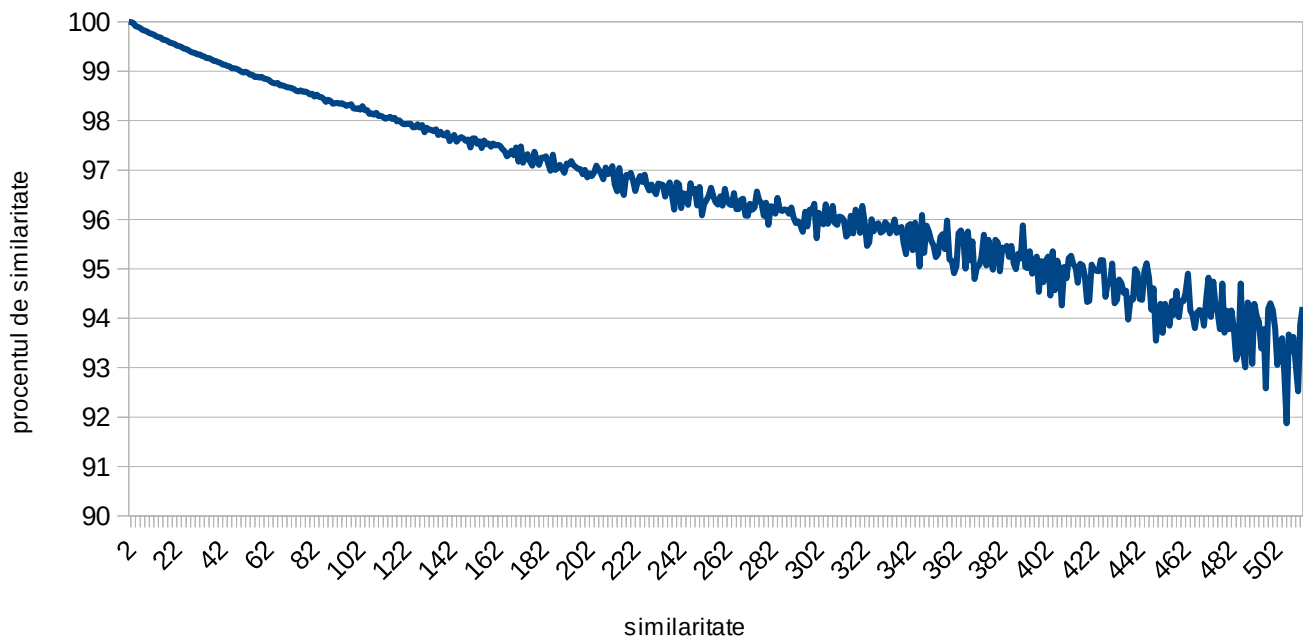


Figura aceasta măsoară dimensiunea fișierelor SVG și SVGZ în bytes.

La prima vedere, nu pare a fi prea mare diferența. Dar aceasta este o scară logaritmică. În majoritatea cazurilor se vede cum SVGZ este aproximativ de 10 ori mai mic decât SVG.



Această figură reprezintă procentul de similaritate cu poza originală. Se vede imediat cât de mult variază la diferite valori de *threshold*, dar până la urmă scade puțin câte puțin.

Vectorizarea folosind dreptunghiuri poate să reproducă 100% poza originală, dar cu dezavantajul că este irosit foarte mult spațiu.

5. Benchmark Polygon Vectorizer

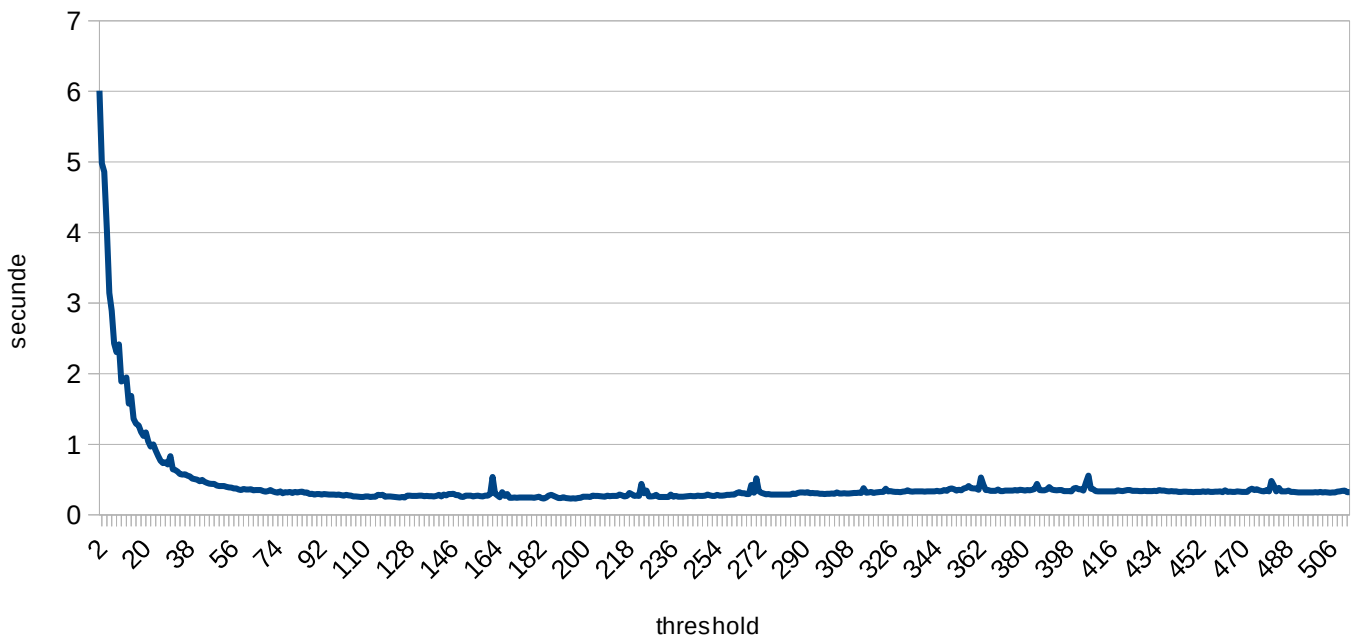


Figura această măsoară în secunde timpul de vectorizare a imaginii.

Având în vedere faptul ca vectorizarea cu poligoane folosește doar un singur thread , sunt

mulțumit de performanța pe care o oferă.

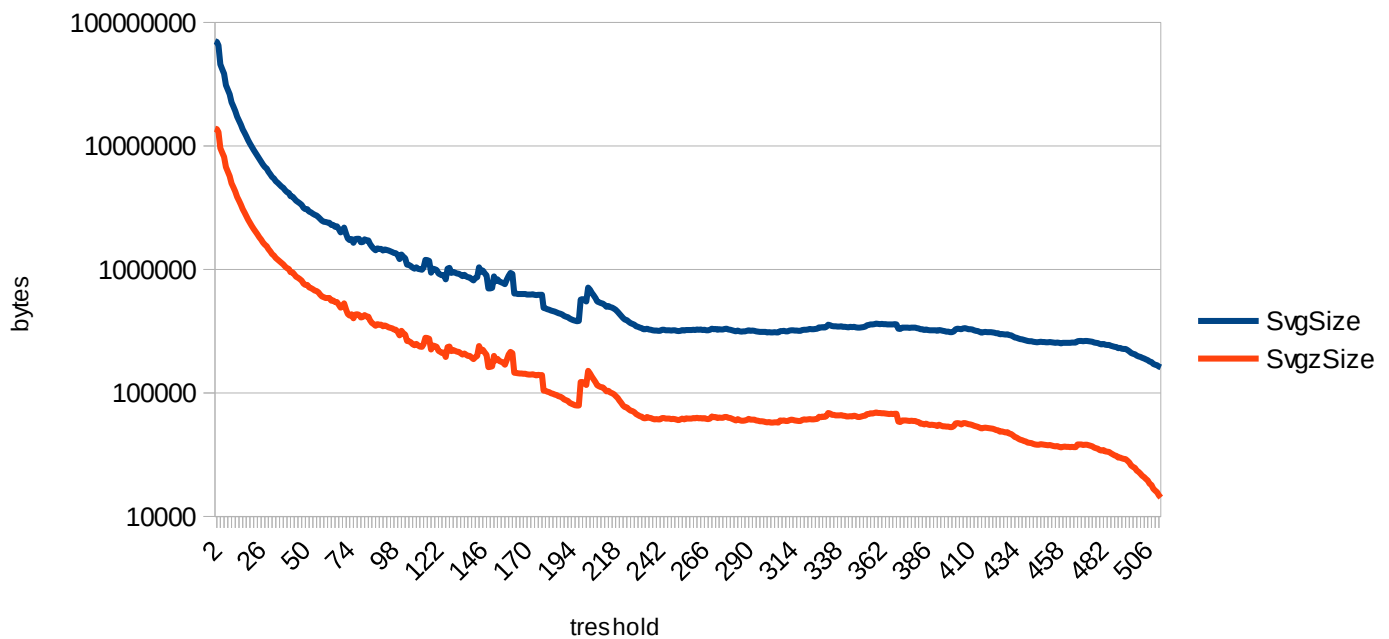
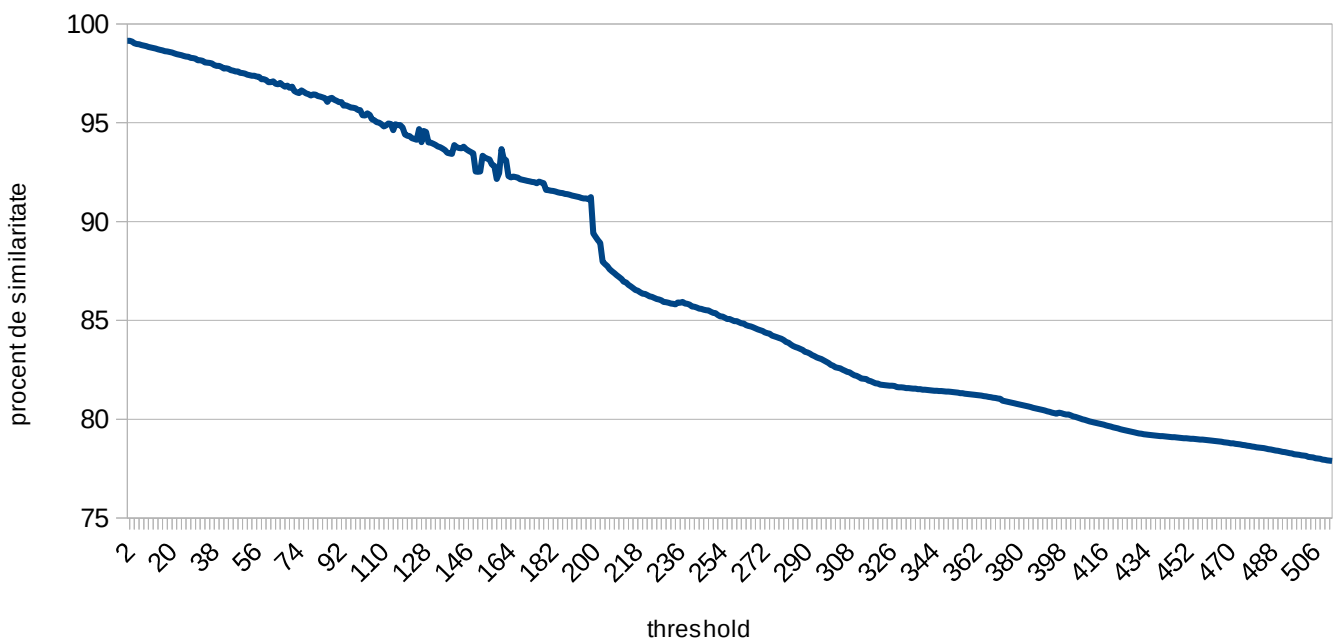


Figura aceasta măsoară dimensiunile fișierelor SVG și SVGZ în bytes.

La prima vedere, nu pare a fi prea mare diferența. Dar aceasta este o scară logaritmică. În majoritatea cazurilor se vede cum SVGZ este aproximativ de 10 ori mai mic decât SVG.



Acestă figură reprezintă procentul de similaritate cu poza originală. Se vede imediat cât de mult variază la diferite valori de *threshold*, dar până la urma scade puțin câte puțin.

Vectorizarea folosind poligoane poate sa reproducă 100% poza originală, dar cu dezavantajul că este irosit foarte mult spațiu.

6. Exemple

Poza originala : JPG 1600 x 1200 370 KB



TriangleVectorizer: SVG: 6.12 MB ; SVGZ: 1.2 MB



RectangleVectorizer: SVG: 4.81 MB ; SVGZ: 0.65 MB



PolygonVectorizer: SVG: 4.22 MB ; SVGZ: 1.02 MB



7. Clasa Static Point Array

Pentru a mări viteza de procesare a perimetrelor la vectorizatorul de poligoane am creat o nouă clasă care să memoreze coordonatele punctelor perimetrelor.

Am denumit-o *Static Point Array* deoarece odată ce este creat acest obiect, el are la dispoziție un vector de mărimea *size* cu care să facă toate operațiile. Nu funcționează ca un *ArrayList* în care dacă se depășește spațiul disponibil să se realoce un vector nou.

Am ales să folosesc doi vectori de tipul *short* ca să memorez coordonatele, deoarece nu mă aștept ca vreun utilizator să folosească poze care au înălțimea sau lățimea mai mare de 32000.

Exista o variabila cu numele *count* care memorează lungimea curentă a datelor relevante din vectori.

Descrierea metodelor :

```
public void push(short x, short y)
```

Împinge la sfârșitul vectorilor un punct nou. Metoda aruncă excepții dacă operația nu este posibilă. Operația are timp constant deoarece ea mereu introduce la finalul vectorilor.

```
public void deleteLast()
```

Șterge punctul final din vectori. Metoda aruncă excepții dacă operația nu este posibilă. Tot ce se face este să se decrementeze variabila *count*. Operația are timp constant deoarece ea mereu șterge de la finalul listei.

```
public void clearAll()
```

Se șterg toate punctele din vectori. Tot ce se face este să fie setată variabila *count* la 0. Operația are timp constant.

```
public boolean isEmpty()
```

Se returnează dacă *count* este egal cu 0.

```
public int size()
```

Deși numele pe care l-am ales pentru funcție este *size*, el defapt returnează *count*.

```
public short getX(int i)
```

```
public short getY(int i)
```

Funcții getter pentru puncte de pe anumiți indexi, a trebuit să fac două deoarece nu vroiam să fac un struct care să conțină ambele puncte. Operația are timp constant deoarece se citește dintr-un vector.

```
public short getLastX()
```

```
public short getLastY()
```

Funcții getter specializate, citește ultima valoare din vectori.


```

public void setX(short i, short x)

public void setY(short i, short y)

public void setXY(int i, short x, short y)

```

Metode setter pentru puncte de pe anumite poziții. În momentul acesta nu se verifica dacă index-ul se află între 0 și *count*.

```

public StaticPointArray cloneUpTo(int s)

```

Metodă folosită pentru a crea un nou obiect *StaticPointArray* de mărime *s* care copiază din vectorii originali până la indexul *s*. Timpul de execuție este liniar.

```

public void delete(int i)

```

Metodă pentru a șterge un punct de la o anumită poziție. Din păcate timpul de execuție este liniar, din cauza vectorilor.

```

public void copyFrom(StaticPointArray spa)

```

Am creat metoda aceasta pentru a copia rapid valori de la un obiect *StaticPointArray* la altul. Timpul de copiere este liniar, și aruncă excepție dacă nu este suficient spațiu pentru a copia vectorii.

8. Clasa Utility

Deoarece majoritatea claselor folosesc mai multe funcții comune am decis să le mut pe toate într-o clasă utilitară.

```

public static int manhattanDistance(int c1, int c2) {

    char b1 = (char) (c1 & 255);
    c1 >>= 8;
    char g1 = (char) (c1 & 255);
    c1 >>= 8;
    char r1 = (char) (c1 & 255);
    char b2 = (char) (c2 & 255);
    c2 >>= 8;
    char g2 = (char) (c2 & 255);
    c2 >>= 8;
    char r2 = (char) (c2 & 255);
    return abs(r1, r2) + abs(g1, g2) + abs(b1, b2);
}

```

Folosesc variabile de tipul *int* pentru a stoca culori, metoda aceasta este des întâlnită.

În Java variabilele de tipul *int* contin 32 de biti de informație. Folosesc diferite regiuni pentru a defini culoarea care ma interesează. Primii 8 biți sunt de obicei folosiți pentru a descrie valoarea alpha a culorii. Următorii 8 sunt pentru cât roșu conține culoarea, apoi încă 8 pentru verde apoi ultimii 8 pentru albastru.

Pentru a accesa ultimii opt biti, se aplică operația binară AND folosind un număr care are ultimii 8 biți egali cu valoarea unu și restul biților cu zero. Acest număr este 255, sau 0xFF scris în baza hexazecimală.

Aplicând AND binar cu 255 , obțin ultimii opt biți dintr-o variabila int. Ultimii opt biti dintr-o variabila int folosite pentru a stoca culor reprezintă culoarea albastră. După aceea trebuie sa împing la dreapta cu 8 biti întreaga variabila folosind operația Right Shift .

După aceea se pot repeta operatiile precedente pentru a obtine bitii pentru verde și pentru roșu. Nu repet acelesi lucru și pentru valoarea alpha deoarece nu am de gând sa procesez și imagini care au transparenta.

După ce obtini valorile culorilor de la prima variabila , repet același proces pentru a doua variabila .

Am numit functia manhattanDistance deoarece doar insumez valorile absolute ale diferentelor culorilor pentru a obtine valoarea care o doresc. Sunt mulțumit de rezultate și nu doresc sa calculez distanța euclidiană .

Deoarece folosesc operatii pe biti , întreaga funcție ar trebui să fie destul de rapid, ca și bonus , am creat o funcție specială care calculează modulul cu variabile char.

```
public static int abs(char a, char b) {  
    if(a<b) return b-a;  
    return a-b;  
}
```

Java da eroare dacă încerc sa returnez char, deoarece operația de scădere într-o doua variabile char returneaza o variabila int , și nu am vrut să mai creez overhead cu typecast-ul diferentei înapoi în char.

```
public static void writeTo(String s, OutputStream os) throws IOException {  
    os.write(s.getBytes());  
}
```

Funcție creata doar de dragul convenientei.

```
public static float distanceFromPointToLine(float x0, float y0, float x1, float y1, float  
x2, float y2) {  
    float a = (y2-y1)*x0-(x2-x1)*y0+x2*y1-y2*x1;  
    a = Math.abs(a);  
    float b = (y2-y1)*(y2-y1)+(x2-x1)*(x2-x1);  
    b = (float) Math.sqrt(b);  
    return a/b;  
}
```

Aveam nevoie de o funcție rapidă și eficientă pentru calcularea distantei de la un punct la o linie. Linia este definita de punctele (x1,y1) și (x2,y2) , iar punctul folosit pentru a afla distanța de la el la linie este reprezentat de (x0,y0) . Functia pare destul de rapidă și de eficienta, dar din păcate aceasta folosește o operație de calculare a radicalului.

Nu am pus protectii împotriva cazurilor speciale deoarece oricum functia nu este niciodată folosită în cazuri precum : linie definita de doua puncte identice , coordonatele se afla la distance extreme , etc.

```
public static float interpolate(float a, float b, float x)
{
    return a + x*(b-a);
}
```

Funcție creată deoarece am început să scriu în mod repetat o bucată de cod și am vrut să o încapsulez.

```
public static String approximateDataSize(int x) {
    if(x < 0)
        return "-1 B";
    if(x<1000)
        return x+" B";
    if(x<1000000)
        return String.format("%.2f KB",x/1024.f);
    if(x<1000000000)
        return String.format("%.2f MB",x/1048576.f);

    return String.format("%.2f GB",x/1073741824.f);
}
```

Cu cât am început să experimentez cu fișiere din ce în ce mai mari pentru a măsura dimensiunea fișierelor în formatele SVG și SVGZ a început să devină din ce în ce mai greu de observat rezultate. În versiunile mai vechi afișam dimensiunea în bytes, ceea ce era greu de citit (exemplu: SVG: 5012583B SVGZ: 331215B)

Acuma afișez valoarea într-un format mai ușor de citit pentru utilizatorii obișnuiți . Exemplul anterior devine SVG: 4.78 MB SVGZ: 323 KB . Modificările acestea mici dar subtile ajută foarte mult la user-experienc-ul aplicației.

9. Clasa Image Panel

Din prima zi în care am început să scriu codul proiectului , mi-am readus aminte de un lucru destul de important despre Swing , aparent el nu conține din start un panou pentru afișarea unei imagini. Nu am găsit nici măcar opțiunea de a seta un panou obișnuit cu background imagine. Așa că am decis să implementez o clasă scurtă și simplă.

Prin repozițorul Git , se poate vedea că această clasă cândva avea mai multe funcționalități dar o să menționez doar pe cele care încă le folosesc.

```
private BufferedImage image;
```

Motivul de ce am ales să folosesc BufferedImage este deoarece aveam acces ușor la pixelii stocați în imagine. În momentul acesta nu mai este nevoie de asta, dar mai demult ImagePanel avea cod care utiliza acești pixeli pentru a calcula și aproxima bound-urile din imagine.

```
protected void paintComponent(Graphics g) {
    g.drawImage(image, 0, 0, getWidth(), getHeight(), null);
}
public void setImage(BufferedImage img){
    image = img;
    repaint();
}
```

Deoarece clasa `ImagePanel` era una „custom” care extinde clasa `JPanel` a trebuit sa definesc ce anume mai exact este desenat în el. Metoda `paintComponent` este chemata atunci când framework-ul `Swing` dorește desenarea obiectului , sau atunci când este chemat explicit functia `repaint()` .

La prima vedere , metoda `paintComponent` pare ca este greșită , dar ea funcționează corect. Odată este faptul ca nu verific dacă valoarea obiectului `image` este egala sau nu cu `null`, sau nici măcar nu îl înconjurez cu un `block try/catch` pentru a prinde erori , dar aparent din documentatia metodei `drawImage` , acesta deja are grija de astfel de situații și acționeaza în mod corespunzător.

A doua problema este faptul ca nu chem metoda `super.paintComponent(g)` . Aceasta ar fi o problemă dacă în loc `JPanel` aş fi extins o clasa mai complicata care avea deja ca default sa deseneze ceva , dar `JPanel` deja nu deseneaza mai nimic deci nu are rost sa chem aceea metoda.

Renuntand la folosirea metodei `super.paintComponent(g)` și a `block-urilor if/else` și `try/catch` am mai redus puțin din overhead-ul de performanță.

Am făcut obiectul *image* să fie privat deoarece doream ca atunci când apelez functia `setter` pentru ea sa facă și un `repaint` al întregului obiect. Un lucru care mi s-a părut foarte interesant este faptul ca obiectul `ImagePanel` funcționează corect chiar și când functia `setImage` este apelata repetitiv, ea neavand nevoie de un obiect de sincronizare.

Metodele sunt rapide, scurte și ușor de citit.

```
public boolean isOpaque() {return true;}
```

Metoda `isOpaque` este apelata de către framework-ul `GUI` pentru a ajuta la desenarea tuturor obiectelor. Dacă obiectul care extinde `JPanel` returneaza `true` , atunci obiectul este desenat cu ideea ca este perfect opac, niciun pixel sa fi transparent , și deci nu se va încerca desenarea lucrurilor din spatele ei, dacă acestea exista. Dacă returneaza `false` , framework-ul va încerca sa deseneze și lucrurile din spatele obiectului , chiar dacă vor fi sau nu vizibile.

Am decis sa returnez `true` , pentru a reduce din overhead-ul de performanță .

10. Clasa `Triangle Vectorizer`

Acuma voi prezenta mai multe detalii despre implementarea vectorizatorului pe baza de triunghiuri.

```
private Random random = new Random(System.currentTimeMillis());
```

Aeste nevoie de o valoare aleatoare pentru ca paternele care sunt generate sa nu arate ca un desen „tehnic” . Fiind aleator exista o șansa ca tringhiurile să se aranjeze în paterne mai organice.

```
private ArrayList<Triangle> lastSavedTriangleList = null;
```

Aceasta dar tine o referinta către ultima lista de tringhiuri care a fost generata de către un `Job`. Este posibil sa renunț la aceasta implementare dacă nu ii găesc folos , pentru ca lista de triunghiuri este totuși considerabila ca și mărime.

```
public void startJob() {
```

```

synchronized (jobLock) {
    if (lastJob != null) {
        lastJob.setCanceled(true);
        try {
            lastJob.join();
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
    setIsDone(false);
    lastJob = new Job();
    aproxCompletedPixelCount.set(0);
    lastJob.start();
}
}

```

Funcția asta o s-o descriu decât o singură dată aici deoarece ea este practic identică cu celelalte vectorizatoare.

Motivul de ce am folosit un obiect `jobLock` pentru a îmi asigura siguranța datelor este deoarece obiectul `lastJob` mai trebuie accesat și din alta parte, astfel având nevoie de un obiect comun ca să creeze sincronizarea.

După ce mi-am asigurat accesul unui singur thread la date importante, verific dacă există vreun Job în referința `lastJob`. Dacă aceasta există, este posibil ca să și ruleze, așa că setez flag-ul *canceled* pe `true`. Thread-ul de tip job nu se va opri instant, trebuie așteptată oprirea ei folosind `lastJob.join()`. Chiar și așa, funcția care rulează pe Job trebuie să verifice în mod constant valoarea flag-ului *canceled*. Voi discuta despre asta mai jos.

Acum că sunt sigur că numai există niciun Job thread rulând, care ar putea să corupă date, sau să țină referința la structuri de date nedorite, *lastJob* primește referința unui nou thread Job.

Funcția `setIsDone()` este folosită în benchmarking pentru a anunța atunci când un Job a terminat, și poate să înceapă unul nou în siguranță. Deoarece aici practic job-ul a fost înlocuit cu altul nou, îl setez pe fals pentru siguranță.

Ca ultima asigurare înainte să pornească noul thread, resetez valoarea atomică `aproxCompletedPixelCount` la 0.

```

public void cancelLastJob() {

    synchronized (jobLock) {
        if (lastJob != null) {
            lastJob.setCanceled(true);
            try {
                lastJob.join();
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
        setIsDone(true);
    }
}

```

Metoda `cancelLastJob` este foarte similară la prima vedere.

Se folosește tot obiectul *lastJob* pentru a asigura siguranța datelor. Se așteaptă oprirea execuției ultimului job curent. Și se apelează funcția `setIsDone(true)` pentru a anunța benchmark-ul

ca vectorizatorul a terminat ceva.

Metoda aceasta este similara cu cele din celelalte vectorizatoare deci nu este necesar sa îl mai explic din nou mai jos.

```
private void drawTriangles(ArrayList<Triangle> list){

    if(destImagePanel!=null || isInBenchmark){
        Graphics2D g = destImage.createGraphics();
        for(Triangle t:list){
            g.setColor(new Color(t.color));
            g.fill(t.getPath());
        }
        if(!isInBenchmark) {
            destImagePanel.setImage(destImage);
        }
    }
}
```

Metoda aceasta este folosita pentru a afisa userului rezultatul aproximativ (si superficial) al vectorizarii. Mai întâi se verifica dacă am referinta către obiectul ImagePanel , sau dacă vectorizarea doar este în Benchmark-ing.

Am dorit sa masor timpul de desinare în benchmark deoarece o imagine mai mare și un threshold mic începe sa ingreuneze semnificativ viteza de creare a imaginii de prezentare după vectorizare.

Nu am văzut observat niciun overhead semnificativ în crearea obiectului Graphics2D la fiecare a chemare a metodei drawTraignles() așa ca l-am lăsat așa.

După aceea interez prin toată lista de obiecte Triangle, la fiecare pas setand culoarea triunghi-ului , și umplerea figurii geometrice definite de către obiectul triunghi (t.getPath()).

Dacă vectorizarea a fost făcută cu scopul masurarii performantei sale , nu se va afisa nimic userului.

```
protected void constructStringSVG()
```

Metoda creata pentru construirea string-urilor care va conține imaginea vectoriala în formatele SVG și SVGZ.

```
svgStringBuilder.setLength(0);
```

Deoarece exista o șansa foarte mare ca userul sa încerce mai multe threshold-uri pana când este mulțumit , am create un obiect StringBuilder pe care îl resetez la zero de fiecare data când încep scrierea formatelor SVG/SVGZ. Chiar dacă el este resetat , el își păstrează vechiul buffer folosit dinainte, deci nu va fi overhead în distrugerea și recrearea bufferului sau intern.

```
svgStringBuilder.append(String.format("<svg xmlns='http://www.w3.org/2000/svg' version='1.1' width='%d' height='%d'>\n", w, h));
```

Prima linie pe care o conține SVG-ul va descrie în ce format este scris , și ce latime și înălțime trebuie sa aibe fișierul imagine.

```
DecimalFormat decimalFormat = new DecimalFormat("#.##");
```

Acesta este un obiect destul de interesant. Atunci când se crează un string folosind acest format și un număr real, el va încerca să îl reprezinte ca în acel format.

El va afișa de exemplu pentru numerele $3.14159 \Rightarrow 3.1$; $42 \Rightarrow 42$; $621.59 \Rightarrow 621.6$.

Încă un lucru interesant este că formatul pe care l-am ales pune întotdeauna un punct, nu o virgulă, atunci când vrea să scrie partea fracționară. Dacă partea întreagă și partea fracționară ar fi fost separate de o virgulă, atunci formatul SVG nu ar fi fost scris corect, deoarece el folosește virgulă pentru a separa coordonate.

Am ales să afișeze doar o singură zecimală deoarece pixelii originali din care a fost construită poza aveau numai coordonate întregi, așa că nu am nevoie de precizie mai mare de atât. Astfel mai reduc umplerea din mărimea fisierului față de cazul în care foloseam două sau mai multe zecimale.

```
svgStringBuilder.append(String.format("<g stroke-width='0.5'>\n"));
```

Există o mică problemă cu vectorizarea prin triunghiuri. Din cauza erorilor de calcul cu float încep să apară mici spații între triunghiurile care ar trebui să fie vecine. Atunci când un utilizator deschide imaginea în format SVG într-un editor sau într-un browser, el/ea poate să observe numeroase linii albe între triunghiuri. Efectul este și mai evident dacă mărește poza folosind zoom.

Așa că aplic o proprietate comună la toate triunghiurile care o să le adaug, toate vor avea perimetrul sau desenat cu linie de grosime 0,5. Creșterea acestei valori ajută la ascunderea liniilor albe dintre triunghiuri, dar nu rezolvă perfect situația. Dacă valoarea aceea de 0,5 este crescută mai mult, triunghiurile cresc mai mult și încep să se suprapună una peste alta prea mult.

```
for (Triangle t : lastSavedTriangleList) {  
  
    svgStringBuilder.append(String.format("<path d='M%s,%sL%s,%sL%s,%sZ' fill='##06X'  
stroke='##06X' />\n",  
        decimalFormat.format(t.x0),  
        decimalFormat.format(t.y0),  
        decimalFormat.format(t.x1),  
        decimalFormat.format(t.y1),  
        decimalFormat.format(t.x2),  
        decimalFormat.format(t.y2),  
        t.color&0xffffffff,  
        t.color&0xffffffff));  
}
```

Iterând fiecare triunghi din ultima listă salvată de triunghiuri, încep să adaug fiecare dintre ele în formatul SVG.

Am ales tag-ul path pentru a mai reduce din numărul de caractere total. Litera 'M' are rolul de a muta „pensula” fără să deseneze la coordonatele absolute definite de următoarele două numere. Litera 'L' are rolul de a trasa o linie de la ultima poziție a pensulei la următoarele coordonate absolute. Iar litera 'Z' este folosită pentru a închide figura geometrică descrisă. Atributul *fill* și *stroke* primesc ca valoare o culoare definită asemănător stilului HTML. Format-ul *%06X* definește un număr hexadecimal în care dacă numărul sau de cifre nu depășește 6 va fi umplut în stânga cu cifre de 0 până când are 6 cifre.

Am ales să scriu în format RGB hexadecimal deoarece este cea mai scurtă opțiune la dispoziție. A trebuit să am o precauție în plus în definirea culorii, așa că păstrez numai biții care sigur au numai valori pentru RGB, și fără Alpha. Operația aceasta de filtrare a biților o fac prin

AND binar cu numărul 0xfffff.

```
svgStringBuilder.append("</g>\n");  
  
svgStringBuilder.append("</svg>");
```

La finalul fisierului SVG , se adauga sfarsiturile de tag pentru proprietatea care da la toate triunghiurile o linie grosa , și tag-ul de sfârșit al intregului format SVG.

O să presupun aici ca JIT-ul o să mai optimizeze codul atunci când sunt create atât de multe obiecte String. Dar am mai lucrat cu StringBuilder și am obținut performanțe ridicate.

Acesta a fost doar conținutul imaginii în format SVG. Din fericire convertirea ei în SVGZ este foarte ușoară de făcut în Java.

```
try {  
  
    if(gzos==null)  
        gzos = new GZIPOutputStream(baos, true);  
    baos.reset();  
    gzos.write(svgStringBuilder.toString().getBytes());  
    gzos.flush();  
    svgzStringBuilder.setLength(0);  
    svgzStringBuilder.append(baos.toString());  
} catch (IOException e) {  
    e.printStackTrace();  
}
```

Obiectul *gzos* este de tipul *GZipOutputStream* , iar obiectul *baos* este de tipul *ByteArrayOutputStream*. Obiectul *baos* a fost initializat cu un buffer de 2000000 de bytes , ceea ce ar trebui să fie suficient pentru start, iar obiect-ul *gzos* am decis sa îl initializez aici.

Obiectul *gzos* funcționează folosinduse de încă un *OutputStream* deși el este la rândul lui un *OutputStream*.

Resetarea obiectului *baos* are rolul de a reseta counter-ul sau intern , buffer-ul intern nu este deconstruit și reconstruit.

Sunt puțin îngrijorat de linia *gzos.write()* , deoarece în acel punct se genereaza un obiect String destul de mare ceea ce ar putea deranja performanța aplicației , dar se pare ca JIT-ul se descurca destul de bine. După ce string-ul a fost scris in *gzos* , apelez explicit *flush()* pentru a ma asigura ca procesul de comprimare s-a efectuat cu succes.

Continul vechi al lui *svgzStringBuilder* este resetat , și apoi conținut obiectului *baos* este scris în el.

Subclasa Job a clasei TriangleVectorizer

Clasa aceasta are rolul de a crea în mod relativ eficient lista de triunghiuri a procesului de vectorizare. Ea extinde clasa *JobThread* care conține un flag boolean *canceled*.

```
private ArrayList<Triangle> triangles = new ArrayList<>();
```

Aici va tine ca referinta lista de triunghiuri la care lucrează thread-ul, dacă operația de

vectorizare se termina cu succes , referinta aceasta va fi copiată mai târziu în *lastSavedTriangleList*.

Am ales sa folosesc ArrayList pentru aceasta lista pentru a avea viteza constanta la citirea datelor din ea.

```
public void run()
```

În urmatoarele paragrafe voi explica continutul metodei run.

```
if(canceled) return;
```

```
final Triangle t1 = new Triangle(0,0,w-1,0,w-1,h-1);  
final Triangle t2 = new Triangle(0,0,0,h-1,w-1,h-1);
```

Din prima linie se verifica dacă valoarea flag-ului *canceled* a fost deja setat fals. Este posibil ca utilizatorul sa scroleze rapid bara de threshold , deci este nevoie ca un Job thread să fie nevoit să fie oprit imediat pentru a începe unul nou cu un nou threshold.

Cele doua triunghiuri sunt folosite pentru a împarți în jumătate lucrul functiei. Triunghiul t1 este deasupra diagonalei principale , iar t2 este dedesubtul diagonalei principale.

```
LinkedList<Triangle> triangleArray1 = new LinkedList<>();
```

```
LinkedList<Triangle> triangleArray2 = new LinkedList<>();
```

```
Thread th = new Thread(() -> {  
    recTriangulation(t1,triangleArray1);  
});  
th.start();  
recTriangulation(t2, triangleArray2);  
try {  
    th.join();  
} catch (InterruptedException e) {  
    e.printStackTrace();  
}  
if(canceled) return;
```

Aceste linii de cod par puțin exagerate , dar dacă sunt urmărite cu atenție , ele defapt executa *recTriangulation()* pe doua fire de execuție. Una pe cea curenta , una pe un thread nou.

Initializez doua liste dublu inlantuite care au rolul de a depune rezultatele celor doua linii de execuție. Motivul de ce am ales sa folosesc LinkedList în loc de ArrayList , este deoarece aceste lista vor avea foarte multe operatii de adaugare la final. Un ArrayList va produce probleme de performanța atunci când este upuizat bufferul sau intern de la prea multe adaugari, dar LinkedList nu va avea aceeași problema.

Creez un nou thread , acesta va executa *recTriangulation* pe *t1* și va depune rezultatele în prima lista. După aceea pornesc acel thread cu *start()* , acum ca el a pornit vectorizarea pe triunghiul *t1* , încep vectorizarea pe firul principal executand *recTriangulation(t2, triangleArray2);*

Dacă dintr-un motiv vectorizarea pe *t2* a reușit sa termine mai repede , trebuie să mă asigur ca celalalt triunghi a fost terminat și el. Execut metoda *join()* pe thread-ul creat anterior , astfel dacă thread-ul nu a terminat , firul principal va aștepta pana când acesta termina , sau dacă thread-ul deja a terminat , *join()* va returna imediat.

Exista posibilitatea ca flag-ul *canceled* sa fi fost setat pe true. Chiar dacă el a fost setat pe true , pentru a avea o organizare mai buna a memoriei interne de către JIT , trebuie asteptata mai întâi terminarea executiei thread-ului anterior , și abia apoi după ce thread-ul a terminat în siguranța se poate închide thread-ul Job.

```
triangles.ensureCapacity(triangleArray1.size() + triangleArray2.size());

triangles.addAll(triangleArray1);
triangles.addAll(triangleArray2);
if(canceled) return;
```

Dacă cele doua linii de execuție au executat cu succes *recTriangulation* , trebuie culese informațiile adunate de către ele într-o lista comuna. Prima data ma asigur ca ArrayList-ul *triangles* va avea o zona de memorie suficient de mare pentru a putea include toate datele dintr-o data. După aceea ele sunt adaugate una câte una.

Mai fac încă o verificare a flag-ului *canceled* pentru ca tocmai s-a executat câteva linii care au o durata considerabila de timp de execuție.

```
lastSavedTriangleList = triangles;

th = new Thread(new Runnable() {
    @Override
    public void run() {
        constructStringSVG();
        updateDetails(String.format("SVG:%s SVGZ:%s",
            Utility.aproximateDataSize(svgStringBuilder.length()),
            Utility.aproximateDataSize(svgzStringBuilder.length())));
    }
});
th.start();
drawTriangles(triangles);
try {
    th.join();
} catch (InterruptedException e) {
    e.printStackTrace();
}
setIsDone(true);
```

Acum ca s-au colectat toate triunghiurile într-o lista comuna, se seteaza lista de triunghiuri a intregului obiect TriangleVectorizer cu aceasta.

După aceea , execut pe un thread separat construirea imaginilor în format SVG și SVGZ , iar pe linie de execuție principala creez imaginea de prezentat userului. Functia set isDone() anunța testul benchmark momentul când a terminat vectorizatorul treaba.

```
public void recTriangulation(Triangle triangle,AbstractList<Triangle> triangles)
```

Aceasta metoda cauta în mod recursiv toate triunghiurile care se afla în obiectul *triangle* și le depoziteaza în lista *triangles*. Valorile sunt mai ușor de recuperat dacă trimit lista ca parametru.

```
float i0=0,i1=0,man;

int flag;
float a;
float x0 = triangle.x0;
float x1 = triangle.x1;
float x2 = triangle.x2;
float y0 = triangle.y0;
float y1 = triangle.y1;
float y2 = triangle.y2;
float xMin = triangle.xMin;
float xMax = triangle.xMax;
float yMin = triangle.yMin;
float yMax = triangle.yMax;
int rTotal=0,gTotal=0,bTotal=0,count=0;
int rMed=0,gMed=0,bMed=0;
int m;
```

Aici definesc și initializez diverse variabile ajutătoare. Valorile min și max sunt generate de către triunghi atunci când este construit cu cele trei coordonate ale sale. Marea majoritate dintre aceste variabile le-am pus aicea pentru a mai reduce din numărul de caractere scrise în cod , și pentru al face mai ușor de citit.

```
rMed += redOrig((int)x0, (int)y0);

rMed += redOrig((int)x1, (int)y1);
rMed += redOrig((int)x2, (int)y2);
bMed += blueOrig((int)x0, (int)y0);
bMed += blueOrig((int)x1, (int)y1);
bMed += blueOrig((int)x2, (int)y2);
gMed += greenOrig((int)x0, (int)y0);
gMed += greenOrig((int)x1, (int)y1);
gMed += greenOrig((int)x2, (int)y2);
rMed/=3;
gMed/=3;
bMed/=3;
```

Aproximez o media a culorilor după care se va încerca să se facă comparatia cu threshold-ul curent ales. Adun valorile culorilor RGB din cele trei colturi ale triunghiului curent verificat, apoi împart la 3. Chiar dacă fac împărțire int la int văd ca nu sunt probleme la vectorizare.

```
boolean fail = false;

for (int y = (int) yMin; y <= yMax && !fail; y++) {
```

Iterez de sus în jos toate liniile orizontale care se intersectează cu triunghiul. Deasemenea verific dacă variabila *fail* a devenit true , deoarece este posibil ca un pixel sa fi fost prea diferit pentru threshold.

```
flag = 0;

a = 1.f * (y - y0) / (y1 - y0);
flag += ((a >= 0) && (a <= 1)) ? 1 : 0;

if (flag == 1) {

    i0 = (int) (x0 + (x1 - x0) * a);
}
```

Aici se calculează punctul de intersecție dintre linia y și linia de la (x_0, y_0) la (x_1, y_1) . Dacă punctul acesta de intersecție se afla în segmentul $(x_0, y_0)(x_1, y_1)$, coordonata x a acestui va fi memorată în $i0$.

Procesul de calculare și respingere este unul rapid și eficient. Variabila *flag* are rolul de număra câte puncte de intersecție s-au găsit până acum.

```
a = 1.f * (y - y1) / (y2 - y1);

flag += ((a >= 0) && (a <= 1)) ? 1 : 0;
if (flag == 1) {
    i0 = (int) (x1 + (x2 - x1) * a);
} else if (flag == 2) {
    i1 = (int) (x1 + (x2 - x1) * a);
}
```

Se repeta aceeași verificare dar pe linia $(x_1, y_1)(x_2, y_2)$. În funcție de valoarea lui *flag* al doilea punct de intersecție va fi notat fie pe $i0$ fie pe $i1$.

```
if (flag == 1) {

    a = 1.f * (y - y2) / (y0 - y2);
    i1 = (int) (x2 + (x0 - x2) * a);
}
```

Este posibil ca *flag* să fi rămas egal cu 1, deci asta înseamnă că s-a descoperit decât un singur punct de intersecție până acum cu primele două segmente ale triunghiului, deci cu siguranța trebuie să facă intersecție cu ultimul segment al triunghiului și el va fi notat în $i1$.

```
if (i0 > i1) {

    man = i0;
    i0 = i1;
    i1 = man;
}
i0 = (int) Math.floor(i0);
i1 = (int) Math.ceil(i1);
if (i0 < xMin) i0 = xMin;
if (i1 > xMax) i1 = xMax;
```

Acesta este procesul de aranjare și rafinare a datelor găsite. Mai întâi ele sunt orientate corect de la stânga la dreapta, apoi se extind marginile spre numere întregi fără să li se dea voie să iasă din segmentul $[xMin, xMax]$.

```
if (canceled) return;
```

Se verifică dacă s-a apelat metoda de anulare.

```
for (int x = (int) i0; x <= i1 && !fail; x++) {

    if (canceled) return;
```

Se iterează de la stânga la dreapta toate coordonatele x între cele două puncte de intersecție găsite. La fiecare pas se verifică variabila *fail* dacă a devenit adevărat și să se oprească procesarea triunghiului. Deoarece acest *for* este destul de strâns, am decis să pun și aici încă o verificare pentru *flag-ul canceled*.

```
count++;
```

```
rTotal += redOrig(x, y);
```

```
gTotal += greenOrig(x, y);
```

```
bTotal += blueOrig(x, y);
```

Se incrementeaza contorul de pixeli , și se adaug valorile culorilor la sumele lor corespunzatoare. Acestea vor fi folosite mai târziu pentru a calcula adevărata medie a culorilor.

```
m = Math.abs(rMed - redOrig(x, y)) +
```

```
Math.abs(gMed - greenOrig(x, y)) +
```

```
Math.abs(bMed - blueOrig(x, y));
```

Se calculează distanța Manhattan bazata pe valorile culorilor RGB dintre pixelul current și media aproximativa a culorilor.

```
if(m > threshold)
```

```
fail = true;
```

Dacă valoarea m este mai mare decât threshold, înseamnă ca s-a descoperit un pixel care este prea diferit de media aproximativ calculata , deci analiza triunghiului este oprita.

```
if(canceled) return;
```

```
if(count==0)
```

```
return;
```

```
else {
```

```
    rTotal /= count;
```

```
    gTotal /= count;
```

```
    bTotal /= count;
```

```
}
```

Dacă dintr-un vreun motiv un s-a găsit nici măcar un pixel , procesul de vectorizare în acel triunghi este oprit. Altfel se calculează media adevărata a culorilor.

```
if(!fail || triangle.area<=3){
```

```
    triangle.color = 0xff000000 | (rTotal<<16) | (gTotal<<8) | bTotal;
```

```
    triangles.add(triangle);
```

```
    int x = aproxCompletedPixelCount.addAndGet((int)Math.ceil(triangle.area * 100));
```

```
    updateDetails(String.format("Progress : %.1f%%",1.f*x/area));
```

Se verifica dacă vreunul dintre pixelii verifica a eşuat testul threshold, dacă da acel triunghi nu va fi adaugat. A trebuit sa adaug o excepție la regula aceasta , codul câteodată intra într-un loop recursiv cu triunghiuri din ce în ce mai mici , și aveam nevoie de o metoda eleganta de a lasa numai anumite triunghiuri sa treacă. Dacă aria triunghi-ului este mai mica sau egal 3 , el va avea aproximativ cel mult 3 pixeli întregi deci nu mai rost sa mai folosesc conditia stricta de threshold.

```
}else{
```

```
    double dist0 = Math.sqrt((x0-x1)*(x0-x1) + (y0-y1)*(y0-y1));
```

```
    double dist1 = Math.sqrt((x2-x1)*(x2-x1) + (y2-y1)*(y2-y1));
```

```
    double dist2 = Math.sqrt((x0-x2)*(x0-x2) + (y0-y2)*(y0-y2));
```

Dacă triunghiul nu a fost respins , acesta va trebui separat în doua. Pentru ca triunghiurile sa nu devină prea subtiri sau sa aibe un unghi prea obtuz, taierea triunghiului se face începând de la un punct de pe segmentul cel mai lung și colțul opus.

```
float r = random.nextFloat()*0.6f + 0.2f;

Triangle t1,t2;
if(dist0>=dist1 && dist0>=dist2){
    t1 = new Triangle(Utility.interpolate(x0, x1, r),Utility.interpolate(y0, y1,
r),x2,y2,x0,y0);
    t2 = new Triangle(Utility.interpolate(x0, x1, r),Utility.interpolate(y0, y1,
r),x2,y2,x1,y1);
}else if(dist1>=dist0 && dist1>=dist2){
    t1 = new Triangle(Utility.interpolate(x2, x1, r),Utility.interpolate(y2, y1,
r),x0,y0,x2,y2);
    t2 = new Triangle(Utility.interpolate(x2, x1, r),Utility.interpolate(y2, y1,
r),x0,y0,x1,y1);
}else{
    t1 = new Triangle(Utility.interpolate(x2, x0, r),Utility.interpolate(y2, y0,
r),x1,y1,x2,y2);
    t2 = new Triangle(Utility.interpolate(x2, x0, r),Utility.interpolate(y2, y0,
r),x1,y1,x0,y0);
}
```

Generez un numar aleator r din mulțimea $[0.2,0.8]$. Folosind valoarea r apoi despart triunghiul cel mai mare în doua mai mici , având grija sa tai pe latura cea mai lunga. Punctul de despărțire este ales prin interpolarea celor doua puncte ale laturii cele mai mici cu valoarea numarului r .

```
if(t1.area>0.5)recTriangulation(t1,triangles);

if(t2.area>0.5)recTriangulation(t2,triangles);
```

Exista posibilitatea ca după taierea triunghiului , unul dintre ele o să fie foarte foarte mic. Dacă aria triunghiului a devenit mai mic decât o jumătate de pixel , nu mai are rost să fie luat în considerare.

Atunci când un triunghi este considerat suficient de mare , se continua procesul recursiv , pasand referinta către containerul de triunghiuri.

11. Clasa Square Vectorizer

Acuma voi prezenta mai multe detalii despre implementarea vectorizatorului pe baza de dreptunghiuri.

```
private Random random = new Random(System.currentTimeMillis());
```

Este nevoie de o valoare aleatoare pentru ca paternele care sunt generate sa nu arate ca un desen „tehnic” . Fiind aleator exista o șansa ca dreptunghiurile să se aranjeze în paterne mai organice.

```
private ArrayList<SquareFragment> lastSavedSquareList;
```

Aceasta doar tine o referinta către ultima lista de dreptunghiuri care a fost generata de către un Job. Este posibil sa renunț la aceasta implementare dacă nu îi găsesc folos , pentru ca lista de

dreptunghiuri este totuși considerabila ca și mărime.

Funcțiile `startJob()` și `cancelLastJob()` sunt identice cu cele din *TriangleVectorizer*.

```
public void drawFunction(ArrayList<SquareFragment> list){

    if(destImage!=null || isInBenchmark) {
        Graphics2D g = destImage.createGraphics();
        for (SquareFragment s : list) {
            g.setColor(new Color(s.color));
            g.fillRect(s.l, s.t, s.r - s.l + 1, s.d - s.t + 1);
        }
        if(!isInBenchmark) {
            destImagePanel.setImage(destImage);
        }
    }
}
```

Metoda aceasta este foarte similara cu funcția *drawTriangles* din *TriangleVectorizer*. Am folosit metoda *fillRect* în loc de *fill* deoarece aceasta este specializata pentru a desena dreptunghiuri deci exista o șansa foarte mare și fie mai rapidă. Motivul de ce am adaugat 1 la latime și lungime este deoarece metoda scade cu 1 aceste valori înainte sa deseneze.

```
protected void constructStringSVG()
```

Metoda creata pentru construirea string-urilor care va conține imaginea vectoriala în formatele SVG și SVGZ. Ea este foarte similara cu ceea din *TriangleVectorizer*.

Mai jos voi explica singura diferența.

```
for (SquareFragment sf : lastSavedSquareList) {

    svgStringBuilder.append(String.format("<rect x='%d' y='%d' width='%d' height='%d' style='fill:#06X' />\n",
        sf.l,
        sf.t,
        sf.r-sf.l+2,
        sf.d-sf.t+2,
        sf.color&0xffffffff));
}
```

Am decis sa folosesc tag-ul *rect* pentru al face mai natural de citit , și manipulat într-un editor de fisiere vectoriale precum Inkscape. Dacă aș folosi un tag mai compact precum *path* atunci dimensiunea fisierelor în format SVG ar scadea foarte mult dar s-ar pierde intuitivitatea.

Am observat ca obțin rezultate corecte din punct de vedere vizual dacă cresc cu 2 latimea și lungimea dreptunghiurilor. Un mic avantaj la SquareVectorizer este faptul ca toate coordonatele sunt numere întregi , ceea ce face construirea string-ului mai rapidă.

Subclasa Job a clasei SquareVectorizer

Clasa aceasta are rolul de a crea în mod relativ eficient lista de dreptunghiuri a procesului de vectorizare. Ea extinde clasa *JobThread* care conține un flag boolean *canceled*.

```
private ArrayList<SquareFragment> fragList = new ArrayList<>();
```

Aici va tine ca referinta lista de dreptunghiuri la care lucrează thread-ul, dacă operația de vectorizare se termina cu succes , referinta aceasta va fi copiata mai târziu în *lastSavedSquareList*.

Am ales sa folosesc ArrayList pentru aceasta lista pentru a avea viteza constanta la citirea datelor din ea.

```
private void splitSquareFragmentInFour(SquareFragment s, SquareFragment
s1, SquareFragment s2, SquareFragment s3, SquareFragment s4) {

    short midX = (short) (s.l + (random.nextFloat() / 2 + 0.25f) * (s.r - s.l));
    short midY = (short) (s.t + (random.nextFloat() / 2 + 0.25f) * (s.d - s.t));
    s1.set(s.l, midX, s.t, midY);
    s2.set((short) (midX + 1), s.r, s.t, midY);
    s3.set(s.l, midX, (short) (midY + 1), s.d);
    s4.set((short) (midX + 1), s.r, (short) (midY + 1), s.d);
}
```

Am creat metoda aceasta pentru a crea 4 fragmente dreptunghiulare dintr-unul singur. Mai întâi aleg aleator doua valori de pe lungimea și latimea dreptunghiului mare. Aceasta o calculez ca fiind interpolarea dintre valorile stânga cu dreapta și sus cu jos și o valoarea aleatoare aleasa uniform din mulțimea [0.25,0.75].

Metoda a fost creata special pentru a recicla fragmente vechi sau proaspăt create, de aceea pasez ca argumente obiectele *s1,s2,s3,s4*.

```
public void run()
```

În urmatoarele paragrafe voi explica continutul metodei run.

```
if (originalImage == null || canceled) return;

SquareFragment squareFragment = new SquareFragment((short) 0, (short) (w - 1),
(short) 0, (short) (h - 1), -1);
startTime = System.currentTimeMillis();
SquareFragment s1 = new SquareFragment();
SquareFragment s2 = new SquareFragment();
SquareFragment s3 = new SquareFragment();
SquareFragment s4 = new SquareFragment();
splitSquareFragmentInFour(squareFragment, s1, s2, s3, s4);
```

Din prima linie se verifica dacă valoarea flag-ului *canceled* a fost deja setat fals. Este posibil ca utilizatorul sa scroleze rapid bara de threshold , deci este nevoie ca un Job thread să fie nevoit să fie oprit imediat pentru a începe unul nou cu un nou threshold.

Se genereaza cele patru dreptunghiuri initiale generate randomizat de către *splitSquareFragmentInFour()*.

După aceea se creaza 3 thread-uri muncitoare și 3 containere de SquareFragments asemenator ca în *TriangleVectorizer*. Acele thread-uri și împreuna cu thread-ul principal lucrează pe cele 4 fragmente generate anterior pentru a aduna întreaga lista de dreptunghiuri care alcatuieste poza.

Pe parcursul adăugării listelor de fragmente din thread-uri , mai verific boolean-ul *canceled* pentru a fi sigur ca userul dorește sau nu sa înceapă o noua vectorizare.

Acum ca s-au colectat toate dreptunghiurile într-o lista comuna, se seteaza lista de dreptunghiuri a intregului obiect *SquareVectorizer* cu aceasta.

După aceea , execut pe un thread separat construirea imaginilor în format SVG și SVGZ , iar pe linie de execuție principala creez imaginea de prezentat userului. Functia set isDone() anunța testul benchmark momentul când a terminat vectorizatorul treaba.

```
private void recFragCheck(SquareFragment s, Collection<SquareFragment> localFragList)
```

Aceasta metoda cauta în mod recursiv toate dreptunghiurile care se afla în obiectul *s* și le depoziteaza în lista *localFragList*. Valorile sunt mai ușor de recuperat dacă trimit lista ca parametru.

```
int rTotal, gTotal, bTotal, avgColor;
```

```
rTotal=(redOrig(s.l,s.t)+redOrig(s.r,s.t)+redOrig(s.l,s.d)+redOrig(s.r,s.d))/4;  
gTotal=(greenOrig(s.l,s.t)+greenOrig(s.r,s.t)+greenOrig(s.l,s.d)+greenOrig(s.r,s.d))/4;  
bTotal=(blueOrig(s.l,s.t)+blueOrig(s.r,s.t)+blueOrig(s.l,s.d)+blueOrig(s.r,s.d))/4;  
avgColor = 0xff000000 | (rTotal << 16) | (gTotal << 8) | bTotal;
```

Prima data calculez media culorilor varfurilor dreptunghiului pentru a aproxima culoare spre care trebuie sa tinda restul dreptunghiului. Cu cât dreptunghiul este mai mic cu atât aproximarea va fi mai precisa.

```
boolean fail = false;
```

```
rTotal = 0; gTotal = 0; bTotal = 0;  
for (int y = s.t; y <= s.d && !fail; y++)  
    for (int x = s.l; x <= s.r && !fail; x++) {  
        if (canceled) return;  
        rTotal += redOrig(x,y); gTotal += greenOrig(x, y); bTotal += blueOrig(x,y);  
        if (Utility.manhattanDistance(colorOrig(x, y), avgColor) > threshold)  
            fail = true;  
    }  
}
```

Resetez sumele de culori și initializez un valoarea boolean *fail* cu scopul de a monitoriza dacă dreptunghiul curent conține culori prea distincte fata de media calculata mai devreme.

Pentru fiecare pixel în parte adun valorile culorilor lor în sumele lor respective și verific dacă diferența dintre culoarea ei și a valorii *avgColor* este mai mica sau egal cu cea a lui *threshold*, altfel procesul se va întrerupe atribuindui boolean-ul *fail* valoarea false.

Dacă după ce s-au iterat toate punctele variabila *fail* a rămas falsa , înseamnă ca acest dreptunghi este bun și va fi adaugat în lista *localFragList* după ce i se atribui campului *color* al acestuia media corecta a culorilor bazate pe sumele *rTotal*, *gTotal* și *bTotal*.

Dacă valoarea lui *fail* este true , atunci dreptunghiul curent este spart în patru folosind metoda *splitSquareFragmentInFour* și se verifica în mod recursiv cele patru noi dreptunghiuri dacă sunt sau nou potrivite pentru ariile lor respective.

12. Clasa Polygon Vectorizer

Acuma voi prezenta mai multe detalii despre implementarea vectorizatorului pe baza de poligoane.

```
private StaticPointArray list;
```

```
private StaticPointArray workList;
```

Aceste liste sunt folosite pentru a scade din punctele redundante folosite la definirea unui poligon. Ele sunt inițializate în constructor având mărimea maxima egala cu aria imaginii , ceea ce elimina orice posibilitate de „overflow” dar sacrifica foarte mult spațiu de pe RAM.

```
private static final int DIR_X[] = new int[] {1,1,0,-1,-1,-1,0,1};
```

```
private static final int DIR_Y[] = new int[] {0,1,1,1,0,-1,-1,-1};
```

Atunci când se cauta pixeli învecinați , în loc de a folosi opt condiții *if* , folosesc un *for* care iterează toate aceste valori pentru a calcula pozițiile vecinilor. Motivul de ce am ales primul vecin verificat să fie cel drept (1,0) este pentru a putea folosi cât mai mult posibil cache-ul procesorului.

Atunci când un procesor face un request pentru informații de pe RAM , acesta de obicei obține și date imediat învecinate și le stochează împreună în cache. Cache-ul este semnificativ mai rapid decât memoria RAM , dar aceasta este limitata (exemplu : procesorul Intel i5 4460 are 6MB de cache) . Dacă un cod accesează în mod consecutive biți de informație de pe RAM , procesorul va folosi foarte des și corect cache-ul său. Dacă un cod accesează biți în mod aleator de pe RAM , cache-ul va fi folosit ineficient , și viteza de procesare a informațiilor va scădea semnificativ.

```
private char visitMatrix[];
```

```
private char workMatrix[];
```

Cele doua matrice conține una din patru valori numerice despre fiecare pixel în parte , și sunt folosite la descoperirea poligoanelor de culori continue. Matricea *workMatrix* stochează informațiile relevante doar la poligonul curent procesat, iar matricea *visitMatrix* stochează informații despre toate poligoanele descoperite în momentul procesării. Mai multe detalii despre cele patru valori vor fi prezentate mai jos.

```
private LinkedList<ColoredPolygon> coloredPolygons = new LinkedList<>();
```

Aceasta doar tine o referinta către ultima lista de poligoane care a fost generata de către un Job. Este posibil sa renunț la aceasta implementare dacă nu ii găesc folos , pentru ca lista de poligoane este totuși considerabila ca și mărime.

Funcțiile *startJob()* și *cancelLastJob()* sunt identice cu cele din *TriangleVectorizer*.

```
private void drawFunction(AbstractList<ColoredPolygon> coloredPolygonList)
```

Metoda aceasta este foarte similara cu functia *drawTriangles* din *TriangleVectorizer*.

```
protected void constructStringSVG()
```

Metoda creata pentru construirea string-urilor care va conține imaginea vectoriala în formatele SVG și SVGZ. Ea este foarte similara cu ceea din *TriangleVectorizer*.

Mai jos voi explica singura diferența.

```
for(ColoredPolygon c : coloredPolygons){

    StaticPointArray spa = c.pointArray;
    svgStringBuilder.append("<path d='M'");
    int n = spa.size()-1;
    for(int i=0;i<n;i++){
        svgStringBuilder.append(spa.getX(i));
        svgStringBuilder.append(',');
        svgStringBuilder.append(spa.getY(i));
        svgStringBuilder.append('L');
    }
    svgStringBuilder.append(spa.getX(n));
    svgStringBuilder.append(',');
    svgStringBuilder.append(spa.getY(n));
    svgStringBuilder.append(String.format("Z' fill='#%06X' />\n", c.color&0xffffffff));
}
```

Am decis sa folosesc tag-ul *path* pentru al face mai natural de citit , și manipulat într-un editor de fisiere vectoriale precum Inkscape. Litera M are rolul de a muta „pensula” la aceea poziție absolută , litera L are rolul de a trasa o linie la aceea poziție absolută iar litera Z are rolul de a închide cu o linie figura geometrica desenata. Un mic avantaj la PolygonVectorizer este faptul ca toate coordonatele sunt numere întregi , ceea ce face construirea string-ului mai rapidă.

Subclasa Job a clasei PolygonVectorizer

Clasa aceasta are rolul de a crea în mod relativ eficient lista de poligoane a procesului de vectorizare. Ea extinde clasa JobThread care conține un flag boolean *canceled*.

```
private LinkedList<ColoredPolygon> localList = new LinkedList<>();
```

Aici se va tine ca referința lista de poligoane la care lucrează thread-ul, dacă operația de vectorizare se termina cu succes , referința aceasta va fi copiată mai târziu în *coloredPolygons*.

```
if(visitMatrix==null || visitMatrix.length < h*w) {

    visitMatrix = new char[h*w];
}
if(workMatrix==null || workMatrix.length < h*w){
    workMatrix = new char[h*w];
}
```

Deoarece este foarte posibil ca utilizatorul sa reîncerce diferite poze a trebuit sa creez o metoda de a recicla array-urile cele vechi.

```
Arrays.fill(visitMatrix,0,h*w, (char) 0);
```

```
Arrays.fill(workMatrix,0,h*w, (char) 0);
```

Ultimul pas al reciclării este curățarea conținuturilor lor. Functia *Arrays.fill()* doar itereaza array-ul intre cele doua valori 0 și h*w cu un simplu *for*. Este posibil ca prin folosință repetata ca JIT-ul sa eficientizeze acele loop-uri.

```
for (y0=0;y0<h;y0++){

    for (x0=0;x0<w;x0++){
        pixel = y0*w+x0;
        if(canceled) return;
    }
}
```

```

        if (visitMatrix[pixel] == 0) {
            ColoredPolygon coloredPolygon = findShape(x0,y0);
            localList.add(coloredPolygon);
        }
    }
    int k = aproxCompletedPixelCount.addAndGet(w);
    updateDetails(String.format("Progress : %.1f%%", 100.f * k / area));
}

```

Caut fiecare figura geometrica prin iterarea tuturor pixelilor din imagine. Atunci când o figura geometrica este descoperita , pixelii care ii aparțin acestuia sunt vizitați. Se va încerca căutarea unei figuri geometrice numai și numai dacă acest pixel nu a fost notat ca fiind vizitat.

Următoarele linii de cod sunt similare cu cele din TriangleVectorizer. Lista locala de poligoane este copiata la lista principala *coloredPolygons*, iar apoi folosind thread-ul principal și unul secundar se afișează imaginea rezultat aproximativa și se construiesc fișierele în formatele SVG și SVGZ. Functia set isDone() anunța testul benchmark momentul când a terminat vectorizatorul treaba.

```
private char getWorkPixel(int x,int y)
```

Returnează valoarea de vizitare dacă coordonatele x și y aparțin imaginii pe care se lucrează.

```
private boolean isWorkPixelNotVisited(int x,int y)
```

Returnează dacă pixelul este valid și dacă este nevizitat.

```
private boolean isThereAnyEmptySpaces(int x0,int y0)
```

Se verifica dacă în jurul pixelului se afla cel puțin un pixel nevizitat , sau dacă se afla pe marginea imaginii.

```
private ColoredPolygon findShape(short x,short y)
```

Metoda aceasta returneaza figura geometrică care reprezintă zona continuă de culori asemănătoare pe baza valorii threshold, care conține pixelul de pe coordonata (x,y) și este formata din pixeli care anterior nu au fost vizitați de către apelări precedente ale metodei *findShape*.

```
ColoredPolygon coloredPolygon = new ColoredPolygon();
```

```

int startColor = colorOrig(x,y);
int rTotal=0,gTotal=0,bTotal=0;
int count=0;
int currentColor;

```

Obiectul *coloredPolygon* reprezintă obiectul ce va fi adăugat. Dacă procesul nu a fost anulat el va conține informații relevante.

Pentru a cauta cât mai rapid poligonul, o să presupun că pixelul inițial conține media aproximativă a culorilor pe care trebuie sa le caut. În *rTotal,gTotal* și *bTotal* stochez suma canalelor de culori pentru a calcula media adevărata a culorilor. Variabila *count* reprezintă numărul de pixeli care aparțin poligonului construit , iar *currentColor* este o variabila ajutătoare.

```
workMatrix[y*w+x] = 2;
```

Valoarea 2 reprezintă faptul ca pixelul este vizitat , este considerat perete , dar nu a fost încă adăugat la lista finală.

```

short x0=x,y0=y,x1,y1;

list.clearAll();
list.push((short) (x0 - 1), y0);
list.push(x0, (short) (y0-1));
list.push(x0, (short) (y0+1));
list.push((short) (x0+1),y0);

```

Deși obiectul *list* se numește așa , în următoarele linii de cod el va fi folosit ca o stivă. Lista este resetată și se înserează toate punctele învecinate pixelului pentru a se verifica dacă sunt valide pentru a face parte din interiorul poligonului sau din perimetrul poligonului.

```

rTotal += redOrig(x, y);

gTotal += greenOrig(x, y);
bTotal += blueOrig(x, y);
count++;

```

Se adaugă valorile culorilor ale punctului inițial și incrementează variabila *count*.

```

short minX=x,maxX=x,minY=y,maxY=y;

```

Valorile acestea vor fi folosite mai jos pentru a descoperii cel mai nordic pixel care are valoarea de vizitări egală cu 2 (perete care nu este încă adăugat la lista de puncte).

```

while(!list.isEmpty()){

    if(canceled) return coloredPolygon;
    x0 = list.getLastX();
    y0 = list.getLastY();
    list.deleteLast();
}

```

Cât timp mai sunt puncte în liste , acestea vor fi verificate , deasemenea se verifică dacă job-ul curent a fost anulat sau nu.

```

int index = y0*w+x0;

if(x0<0 || x0>=w || y0<0 || y0>=h) continue;
if(workMatrix[index]!=0) continue;
currentColor = colorOrig(x0,y0);

```

Variabila *index* are rol ajutător. Se verifică dacă pixelul acesta se află în imagine , și dacă da, dacă acel pixel a fost sau nu vizitat. După aceea se stochează culoarea curentă .

```

if(minX>x0)minX = x0;

if(minY>y0)minY = y0;
if(maxX<x0)maxX = x0;
if(maxY<y0)maxY = y0;

```

Se reactualizează valorile min și max.

```

if(x0==0 || x0==w-1 || y0==0 || y0==h-1 ||

    visitMatrix[index]!=0 ||
    Utility.manhattanDistance(startColor, currentColor)>threshold)
{
    workMatrix[index]=2;
}

```

Dacă pixelul se afla pe marginea imaginii, sau dacă a fost vizitat de un poligon creat anterior , sau dacă eşuează testul `threshold` , atunci acesta este considerat pixel pentru perimetru şi nu valorile culorilor sale nu vor fi adăugate la media culorilor.

```
else
{
    workMatrix[index]=1;
    rTotal += Utility.red(currentColor);
    gTotal += Utility.green(currentColor);
    bTotal += Utility.blue(currentColor);
    count++;
    if(isWorkPixelNotVisited(x0,y0+1))
        list.push(x0, (short) (y0+1));
    if(isWorkPixelNotVisited(x0+1,y0))
        list.push((short) (x0+1),y0);
    if(isWorkPixelNotVisited(x0-1,y0))
        list.push((short) (x0-1),y0);
    if(isWorkPixelNotVisited(x0,y0-1))
        list.push(x0, (short) (y0-1));
}
```

Dacă pixelul nu a eşuat niciuna dintre testele precedente , atuncea acesta este un pixel interior poligonului căutat. Valorile culorilor sale sunt adunate , iar vecini săi sunt adăugați la container-ul *list*.

```
y = minY;

x = minX;
while(getWorkPixel(x,y)!=2)x++;
```

Se caută primul pixel de linia *minY* care face parte din perimetru.

```
list.push(x,y);

workMatrix[y * w + x] = 3;
boolean done = false;
int dir=0,dir2;
```

Acel punct găsit mai devreme face cu siguranța parte din perimetru , deci el va fi notat cu valoarea 3. El este adăugat în lista pentru a ajuta la găsirea următoarelor puncte în ordinea corectă.

```
while(!done) {

    if (canceled) return coloredPolygon;
    x1 = list.getLastX();
    y1 = list.getLastY();
    for (dir2 = dir; dir2 < 8 + dir; dir2++) {
        x0 = (short) (x1 + DIR_X[dir2 % 8]);
        y0 = (short) (y1 + DIR_Y[dir2 % 8]);
        if (x0 < 0 || x0 >= w || y0 < 0 || y0 >= h) continue;
        if (y0 == y && x0 == x) {
            done = true;
            break;
        }
        else if (workMatrix[y0 * w + x0] == 2) {
            if (isThereAnyEmptySpaces(x0, y0)) {
                workMatrix[y0 * w + x0] = 3;
                list.push(x0, y0);
                dir = (dir2 + 5) % 8;
                break;
            }
            else {
                workMatrix[y0 * w + x0] = 1;
                rTotal += redOrig(x0, y0);
                gTotal += greenOrig(x0, y0);
            }
        }
    }
}
```

```

        bTotal += blueOrig(x0, y0);
        count++;
    }
}
}

```

De fiecare data când se repeta ciclul *while* se verifica toate cele opt punctele învecinate acestuia dacă sunt valide (în interiorul imaginii) și dacă este considerat perete nevalidat (cu valoarea 2). Din cauza felului cum sunt implementate array-urile *DIR_X* și *DIR_Y* și a algoritmului de parcurgere a suprafeței imaginii se va găsi întotdeauna cel puțin un punct care este corect.

Este posibil ca un punct care a fost notat ca fiind perete nevalidat să fie fals. El poate fi perete adevărat doar dacă are cel puțin un spațiu gol învecinat. Dacă este perete adevărat atunci acesta este adăugat la lista și se iese din ciclul *for*; altfel acel punct va fi notat ca un punct interior obișnuit și se vor adăuga valorile culorilor sale la sumele lor respective. Dacă unul dintre punctele învecinate este chiar punctul inițial, înseamnă ca lista a fost construită corect, și se poate întrerupe ciclul *while*.

Rolul variabilelor *dir* și *dir2* este de a alege poziția corectă din care să se înceapă căutarea, în așa fel încât primul punct valid este și cel corect, astfel algoritmul nu are nevoie să folosească metoda backtrack-ing.

```
coloredPolygon.pointArray = list.cloneUpTo(list.size());
```

După ce s-a creat lista redusă, poligonul va primi o clonă a listei respective, dar cu mărimea maximă redusă la exact cât este necesar.

```

int index;

for (y0=minY; y0<=maxY; y0++)
    for (x0=minX; x0<=maxX; x0++) {
        if (canceled) return coloredPolygon;
        index = y0 * w + x0;
        if (workMatrix[index]==1 || (workMatrix[index]==3 && (x0==0 || x0==w-1 || y0==0 || y0==h-1)))
        {
            visitMatrix[index] = workMatrix[index];
        }
        workMatrix[index]=0;
    }
}

```

Se copiază în *visitMatrix* valorile de vizitare care sunt relevante: valorile de 1 care reprezintă faptul că pixelul a fost în interiorul poligonului, și valorile de 3 care sunt pe marginea imaginii. Și în același timp se șterg valorile curente din *workMatrix*.

Ca să fie mai eficientă parcurgerea, se traversează doar zona cuprinsă de *minX*, *minY*, *maxX* și *maxY*.

```
return coloredPolygon;
```

La final se returnează poligonul generat.

13. Bibliografie

https://en.wikipedia.org/wiki/Vector_graphics

http://vector-conversions.com/vectorizing/raster_vs_vector.html

https://www.ll.mit.edu/publications/labnotes/LookingBack_19_1.pdf

http://ark.intel.com/products/80817/Intel-Core-i5-4460-Processor-6M-Cache-up-to-3_40-GHz

<http://www.lanl.gov/software/RaveGrid/>

<http://www.scan2cad.com/>

<https://www.ll.mit.edu/about/History/SAGEairdefensesystem.html>

<https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/java/lang/Thread.html>