

1. Runde

des

42. Bundeswettbewerbs Informatik

Junioraufgabe 2: St. Egano

Teamname: EZ

Team-ID: 00871

Bearbeitet

von

Florian Bange

Teilnahme-ID: 71639

21. November 2023

Inhaltsverzeichnis

0	Einleitung	2
1	Modellierung des Problems	2
2	Loesungsvorschlag	2
3	Analyse der Zeit- und Platzkomplexitaet der Loesung	3
4	Implementierung	4
5	Beispiele	4
5.1	Beispiel 1 - „bild01.ppm“	4
5.2	Beispiel 2 - „bild02.ppm“	4
5.3	Beispiel 3 - „bild03.ppm“	4
5.4	Beispiel 4 - „bild04.ppm“	4
5.5	Beispiel 5 - „bild05.ppm“	4
5.6	Beispiel 6 - „bild06.ppm“	5
5.7	Beispiel 7 - „bild07.ppm“	5
6	Quellcode	7

0. Einleitung

Dieses Dokument beinhaltet meine Dokumentation der zweiten Junioraufgabe¹ der ersten Runde des 42. Bundeswettbewerbs Informatik² aus dem Jahr 2023.

1. Modellierung des Problems

Definition 1: Bild

Ein Bild im Sinne der Aufgabenstellung besteht aus n Zeilen und k Spalten an Pixel, wobei $n, k \in \mathbb{N}$. Dabei wird der Pixel in Zeile $i \in \{0, 1, \dots, n-1\}$ und Spalte $j \in \{0, 1, \dots, k-1\}$ dargestellt durch ein Tripel

$$(r_{i,j}, g_{i,j}, b_{i,j}).$$

mit $0 \leq r_{i,j}, g_{i,j}, b_{i,j} \leq 255$.

Bemerkung 2:

Diese Definition spiegelt das Dateiformat Portable Pixmap (PPM) wieder. Bei diesem wird die Anzahl der Spalten und Zeilen gefolgt von durch Leerzeichen getrennten RGB-Tripeln angegeben. Dabei besteht jedes Tripel aus drei durch Leerzeichen getrennte Ganzzahlen.

2. Loesungsvorschlag

Im Folgenden wird auf die Loesung des Problems eingegangen.

Gegeben sei ein Bild nach Definition 1. Die Loesung folgt sofort aus der, in der Aufgabenstellung beschriebenen, Vorgehensweise zur Decodierung der Geheimnachrichten im Bild. Der Algorithmus erzeugt die Geheimnachricht s zeichenweise, indem er den aktuellen Pixel mit Koordinaten (x, y) in Spalte x und Zeile y , fuer $x, y \in \mathbb{N}$ mit $0 \leq x < k$ und $0 \leq y < n$, trackt. Dabei wird mit $(x, y) = (0, 0)$, d.h., mit der linken oberen Ecke, begonnen. Fuer den aktuellen Pixel mit Koordinaten (x, y) geschieht Folgendes:

1. Die Werte r, g und b werden aus dem Pixel des Bildes gelesen.
2. Das naechste Zeichen wird an die Nachricht s angehaengt. Dieses entspricht dem ASCII Wert von r .
3. Die naechsten Koordinaten werden mit Hilfe von g und b berechnet. Da x der Spalte des Pixels im Bild entspricht und g angibt, um wie viele Pixel nach rechts gegangen werden soll, wird x auf $x + g$ gesetzt. Damit dabei ggf. bei der ersten Spalte weitergemacht wird, wenn der rechte Bildrand ueberschritten wird, wird dabei die Addition modulo k verwendet. D.h., der neue Wert von x ist $(x + g) \bmod k$. Analog dazu ist $(y + b) \bmod n$ der neue Wert von y .

Diese Schritte werden fuer den neuen Pixel mit den Koordinaten (x, y) wiederholt, sofern nicht gilt, dass $g = 0$ und $b = 0$. Bzw. sofern $g \neq 0$ oder $b \neq 0$. Damit die Schritte mind. einmal ausgefuehrt werden, sodass r, g und b mind. einmal ausgelesen werden, wird eine do-while-Schleife verwendet.

¹siehe https://bwinf.de/fileadmin/bundeswettbewerb/42/BwInf_42_Aufgaben_WEB.pdf

²siehe <https://bwinf.de/bundeswettbewerb/42/1/>

Algorithmus 3: Algorithmus zum Decodieren der Geheimnachricht

Der zuvor beschriebene Algorithmus:

Algorithmus 1 : Dekodiere Geheimnachricht

Input : Bild mit $n \in \mathbb{N}$ Zeilen und $k \in \mathbb{N}$ Spalten mit nullindizierten Pixeln $(r_{i,j}, g_{i,j}, b_{i,j})$
Output : Die decodierte Nachricht s

```

1  $s \leftarrow []$  // Liste der bisher decodierten Zeichen
2  $(x, y) \leftarrow (0, 0)$  // Koordinaten im Bild
3  $(r, g, b) \leftarrow (0, 0, 0)$  // Aktueller Pixel
4 do
5    $r \leftarrow r_{x,y}$ 
6    $g \leftarrow g_{x,y}$ 
7    $b \leftarrow b_{x,y}$ 
8    $s.append(r \text{ as a character})$ 
9    $x \leftarrow (x + g) \bmod k$ 
10   $y \leftarrow (y + b) \bmod n$ 
11 while  $g \neq 0 \vee b \neq 0$ ;
12 return  $s$ 
```

3. Analyse der Zeit- und Platzkomplexitaet der Loesung

Nachdem das Loesungsverfahren fuer das Problem vorgellt wurde, folgt nun die Analyse der Zeit- und Platzkomplexitaet.

Fuer den Fall, dass bei der Decodierung der Geheimnachricht ein Zyklus auftritt, ist sowohl die Platzkomplexitaet als auch die Zeitkomplexitaet $+\infty$. Denn in diesem Fall wird niemals ein Zustand mit $g = 0 = b$ erreicht, sodass die Schleife nicht terminiert und die Liste s unendlich vergroesert wird.

Dies ist genau dann der Fall, wenn mind. eine Koordinate (x, y) zwei mal erreicht wird.

Im Weiteren wird angenommen, dass das Programm terminiert. Dies ist genau dann der Fall, wenn keine Koordinate im Bild mehr als einmal erreicht wird.

Weiter wird angenommen, dass Ganzzahlen eine konstante Platzkomplexitaet und Operationen auf ihnen eine konstante Zeitkomplexitaet haben.

Platzkomplexitaet:

Nach den Annahmen hat ein Pixel des Bildes eine konstante Platzkomplexitaet $\mathcal{O}(1)$. Da das Bild aus $n \cdot k$ Pixeln besteht besitzt das Bild die Platzkomplexitaet $\mathcal{O}(n \cdot k)$.

Da weiter jeder Pixel des Bildes nur maximal einmal erreicht werden kann, folgt dass die Laenge von s stets kleiner ist als $n \cdot k$. Somit ergibt sich insgesamt die Platzkomplexitaet

$$\mathcal{O}(n \cdot k) + \mathcal{O}(|s|) = \mathcal{O}(n \cdot k) + \mathcal{O}(n \cdot k) = \mathcal{O}(n \cdot k),$$

wobei $|s|$ die Laenge der Nachricht nach Terminierung des Algorithmus ist.

Zeitkomplexitaet:

Die Zeilen 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10 und 11 des Algorithmus haben je eine konstante Laufzeit $\mathcal{O}(1)$. Dabei werden die Zeilen 5 bis 10 $|s|$ mal ausgefuehrt. Dabei ist $|s|$ erneut die Laenge der Nachricht nach Terminierung des Algorithmus. Aus demselben Argument wie zuvor gilt $|s| \leq n \cdot k$. Somit ergibt sich die Zeitkomplexitaet

$$\mathcal{O}(|s|) = \mathcal{O}(n \cdot k).$$

4. Implementierung

Wie bereits angedeutet wurde das Dateiformat PPM fuer die Eingabebilder gewaehlt, sodass sich die Pixel des Bildes einfach auslesen lassen.

Weiter wurde der vorgestellte Algorithmus in C++ implementiert. Ein Bild wurde dabei in einem 2-dimensionalen Vektor aus 3-Tupeln an Integern gespeichert, sodass die Pixel als 3-Tupel dargestellt wurden.

Des Weiteren wurde die Liste der Zeichen der Nachricht als Vektor von Integern umgesetzt, wobei im Anschluss die Ganzzahlen in Zeichen (chars) uebersetzt wurden.

5. Beispiele

Nun wird auf die Beispieldateien der BwInf Website eingegangen, indem jeweils der entstandene Text angegeben wird. Dabei wird die Formatierung teilweise ignoriert. Ausserdem wird bei Beispiel 6 nur der Anfang und der Ende des Textes angegeben.

Die vollstaendigen Loesungen sind im Ordner mit dem Pfad „Junioraufgabe-2/Loesungen“ zu finden.

5.1. Beispiel 1 - „bild01.ppm“

Hallo Welt

5.2. Beispiel 2 - „bild02.ppm“

Hallo Gloria

Wie treffen uns am Freitag um 15:00 Uhr vor der Eisdiele am Markplatz.

Alle Liebe, Juliane

5.3. Beispiel 3 - „bild03.ppm“

Hallo Juliane,

Super, ich werde da sein! Ich freue mich schon auf den riesen Eisbecher mit Erdbeeren.

Bis bald,
Gloria

5.4. Beispiel 4 - „bild04.ppm“

Der Jugendwettbewerb Informatik ist ein Programmierwettbewerb für alle, die erste Programmiererfahrungen sammeln und vertiefen möchten. Programmiert wird mit Blockly, einer Bausteinorientierten Programmiersprache. Vorkenntnisse sind nicht nötig. Um sich mit den Aufgaben des Wettbewerbs vertraut zu machen, empfehlen wir unsere Trainingsseite. Er richtet sich an Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 5 - 13, prinzipiell ist aber eine Teilnahme ab Jahrgangsstufe 3 möglich. Der Wettbewerb besteht aus drei Runden. Die ersten beiden Runden erfolgen online. In der 3. Runde werden zwei Aufgaben gestellt, diese gilt es mit eigenen Programmierwerkzeugen zuhause zu bearbeiten.

5.5. Beispiel 5 - „bild05.ppm“

Der Bundeswettbewerb Informatik richtet sich an Jugendliche bis 21 Jahre, vor dem Studium oder einer Berufstätigkeit. Der Wettbewerb beginnt am 1. September, dauert etwa ein Jahr und besteht aus drei Runden. Dabei können die Aufgaben der 1. Runde ohne größere Informatikkenntnisse gelöst werden; die Aufgaben der 2. Runde sind deutlich schwieriger.

Der Bundeswettbewerb ist fachlich so anspruchsvoll, dass die Gewinner i.d.R. in die Studienstiftung des deutschen Volkes aufgenommen werden. Aus den Besten werden die TeilnehmerInnen für die Internationale Informatik-Olympiade ermittelt. Der Bundeswettbewerb ermöglicht den Teilnehmenden, ihr Wissen zu vertiefen und ihre Begabung weiterzuentwickeln. So trägt der Wettbewerb dazu bei, Jugendliche mit besonderem fachlichen Potenzial zu erkennen.

5.6. Beispiel 6 - „bild06.ppm“

Bonn

Die Bundesstadt Bonn (im Latein der Humanisten Bonna) ist eine kreisfreie Großstadt im Regierungsbezirk Köln im Süden des Landes Nordrhein-Westfalen und Zweitregierungssitz der Bundesrepublik Deutschland. Mit 336.465 Einwohnern (31. Dezember 2022) zählt Bonn zu den zwanzig größten Städten Deutschlands. Bonn gehört zu den Metropolregionen Rheinland und Rhein-Ruhr sowie zur Region Köln/Bonn. Die Stadt an beiden Ufern des Rheins war von 1949 bis 1973 provisorischer Regierungssitz und von 1973 bis 1990 Bundeshauptstadt und bis 1999 Regierungssitz Deutschlands, danach wurde sie zweiter Regierungssitz. Die Vereinten Nationen unterhalten seit 1951 hier einen Sitz.

...

Justizbehörden

Bonn ist Sitz des Landgerichtes Bonn, dem sechs Amtsgerichte unterstehen, darunter das Amtsgericht Bonn. Daneben sind in der Stadt ein Arbeitsgericht und die Staatsanwaltschaft Bonn ansässig. Das in Bonn beheimatete Bundeszentralregister ist zum 1. Januar 2007 mit der Außenstelle des Bundesjustizministeriums im neugebildeten Bundesamt für Justiz mit Sitz in Bonn aufgegangen. Dort wird unter anderem das Bundesgesetzblatt herausgegeben. Gemäß dem Berlin/Bonn-Gesetz behält das Bundesjustizministerium weiterhin eine Außenstelle mit etwa 30 Mitarbeitern in Bonn.

Arbeitsmarktbehörden

Bonn ist außerdem Standort der Zentralen Auslands- und Fachvermittlung (ZAV) der Bundesagentur für Arbeit (BA). Im Stadtteil Duisdorf befindet sich der Hauptsitz der ZAV mit ihren bundesweit 18 Standorten.

Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Bonn>

5.7. Beispiel 7 - „bild07.ppm“

Es hatte ein Mann einen Esel, der schon lange Jahre die Säcke unverdrossen zur Mühle getragen hatte, dessen Kräfte aber nun zu Ende giengen, so daß er zur Arbeit immer untauglicher ward. Da dachte der Herr daran, ihn aus dem Futter zu schaffen, aber der Esel merkte daß kein guter Wind wehte, lief fort und machte sich auf den Weg nach Bremen: dort, meinte er, könnte er ja Stadtmusikant werden. Als er ein Weilchen fortgegangen war, fand er einen Jagdhund auf dem Wege liegen, der jappte wie einer, der sich müde gelaufen hat. "Nun, was jappst du so, Packan?" fragte der Esel. Äch, sagte der Hund, "weil ich alt bin und jeden Tag schwächer werde, auch auf der Jagd nicht mehr fort kann, hat mich mein Herr wollen todt schlagen, da hab ich Reißaus genommen; aber womit soll ich nun mein Brot verdienen? Weißt du was, sprach der Esel, ich gehe nach Bremen und werde dort Stadtmusikant, geh mit und laß dich auch bei der Musik annehmen. Ich spiele die Laute, und du schlägst die Pauken." Der Hund wars zufrieden, und sie giengen weiter. Es dauerte nicht lange, so saß da eine Katze an dem Weg und machte ein Gesicht wie drei Tage Regenwetter. "Nun, was ist dir in die Quere gekommen, alter Bartputzer?" sprach der Esel. "Wer kann da lustig sein, wenns einem an den Kragen geht," antwortete die Katze, "weil ich nun zu Jahren komme, meine Zähne stumpf werden, und ich lieber hinter dem Ofen sitze und spinne, als nach Mäusen herum jage, hat mich meine Frau ersäufen wollen; ich habe mich zwar noch fortgemacht, aber nun ist guter Rath theuer: wo soll ich hin? Geh mit uns nach Bremen, du verstehst dich doch auf die Nachtmusik, da kannst du ein Stadtmusikant werden." Die Katze hielt das für gut und gieng mit. Darauf kamen die drei Landesflüchtigen an einem Hof vorbei, da saß auf dem Thor der Haushahn und schrie aus Leibeskräften. "Du schreist einem durch Mark und Bein," sprach der Esel, "was hast du vor? Da hab ich gut Wetter prophezeit," sprach der Hahn, "weil unserer lieben Frauen Tag ist, wo sie dem Christkindlein die Hemdchen gewaschen hat und sie trocknen will; aber weil Morgen zum Sonntag Gäste kommen, so hat die Hausfrau doch kein Erbarmen, und hat der Köchin gesagt sie wollte mich Morgen in der Suppe essen, und da soll ich mir heut Abend den Kopf abschneiden lassen. Nun schrei ich aus vollem Hals, so lang ich noch kann. Ei was, du Rothkopf," sagte der Esel, "lieh lieber mit uns fort, wir gehen nach Bremen, etwas besseres als den Tod findest du überall; du hast eine gute Stimme, und wenn wir zusammen musicieren, so muß es eine Art haben." Der Hahn ließ sich den Vorschlag gefallen, und sie giengen alle viere zusammen fort.

Sie konnten aber die Stadt Bremen in einem Tag nicht erreichen und kamen Abends in einen Wald, wo sie übernachten wollten. Der Esel und der Hund legten sich unter einen großen Baum, die Katze und der Hahn machten sich in die Äste, der Hahn aber flog bis in die Spitze, wo es am sichersten für ihn war. Ehe er einschlief, sah er sich noch einmal nach allen vier Winden um, da däuchte ihn er sähe in der Ferne ein Fünkchen brennen und rief seinen Gesellen zu es müßte nicht gar weit ein Haus sein, denn es scheine ein Licht. Sprach der Esel so

müssen wir uns aufmachen und noch hingehen, denn hier ist die Herberge schlecht."Der Hund meinte ein paar Knochen und etwas Fleisch dran, thäten ihm auch gut. Also machten sie sich auf den Weg nach der Gegend, wo das Licht war, und sahen es bald heller schimmern, und es ward immer größer, bis sie vor ein hell erleuchtetes Räuberhaus kamen. Der Esel, als der größte, näherte sich dem Fenster und schaute hinein. "Was siehst du, Grauschimmel?"fragte der Hahn. "Was ich sehe?"antwortete der Esel, einen gedeckten Tisch mit schönem Essen und Trinken, und Räuber sitzen daran und lassens sich wohl sein.Das wäre was für uns!sprach der Hahn. "Ja, ja, ach, wären wir da!"sagte der Esel. Da rathschlagten die Thiere wie sie es anfangen müßten, um die Räuber hinaus zu jagen und fanden endlich ein Mittel. Der Esel mußte sich mit den Vorderfüßen auf das Fenster stellen, der Hund auf des Esels Rücken springen, die Katze auf den Hund klettern, und endlich flog der Hahn hinauf, und setzte sich der Katze auf den Kopf. Wie das geschehen war, fiengen sie auf ein Zeichen insgesamt an ihre Musik zu machen: der Esel schrie, der Hund bellte, die Katze miaute und der Hahn krächte; dann stürzten sie durch das Fenster in die Stube hinein daß die Scheiben klirrten. Die Räuber fuhren bei dem entsetzlichen Geschrei in die Höhe, meinten nicht anders als ein Gespenst käme herein und flohen in größter Furcht in den Wald hinaus. Nun setzten sich die vier Gesellen an den Tisch, nahmen mit dem vorlieb, was übrig geblieben war, und aßen als wenn sie vier Wochen hungern sollten.

Wie die vier Spielleute fertig waren, löschten sie das Licht aus und suchten sich eine Schlafstätte, jeder nach seiner Natur und Bequemlichkeit. Der Esel legte sich auf den Mist, der Hund hinter die Thüre, die Katze auf den Herd bei die warme Asche, und der Hahn setzte sich auf den Hahnenbalken: und weil sie müde waren von ihrem langen Weg, schliefen sie auch bald ein. Als Mitternacht vorbei war, und die Räuber von weitem sahen daß kein Licht mehr im Haus brannte, auch alles ruhig schien, sprach der Hauptmann "wir hätten uns doch nicht sollen ins Bockshorn jagen lassen,ünd hieß einen hingehen und das Haus untersuchen. Der Abgeschickte fand alles still, gieng in die Küche, ein Licht anzuzünden, und weil er die glühenden, feurigen Augen der Katze für lebendige Kohlen ansah, hielt er ein Schwefelhölzchen daran, daß es Feuer fangen sollte. Aber die Katze verstand keinen Spaß, sprang ihm ins Gesicht, spie und kratzte. Da erschrack er gewaltig, lief und wollte zur Hinterthüre hinaus, aber der Hund, der da lag, sprang auf und biß ihn ins Bein: und als er über den Hof an dem Miste vorbei rannte, gab ihm der Esel noch einen tüchtigen Schlag mit dem Hinterfuß; der Hahn aber, der vom Lärmen aus dem Schlaf geweckt und munter geworden war, rief vom Balken herab "kikeriki!"Da lief der Räuber, was er konnte, zu seinem Hauptmann zurück und sprach äch, in dem Haus sitzt eine gräuliche Hexe, die hat mich angehaucht und mit ihren langen Fingern mir das Gesicht zerkratzt: und vor der Thüre steht ein Mann mit einem Messer, der hat mich ins Bein gestochen: und auf dem Hof liegt ein schwarzes Ungethüm, das hat mit einer Holzkeule auf mich losgeschlagen: und oben auf dem Dache, da sitzt der Richter, der rief bringt mir den Schelm her. Da machte ich daß ich fortkam."Von nun an getrauten sich die Räuber nicht weiter in das Haus, den vier Bremer Musikanten gefiels aber so wohl darin, daß sie nicht wieder heraus wollten. Und der das zuletzt erzählt hat, dem ist der Mund noch warm.

6. Quellcode

Nun folgt der Quellcode des wichtigsten Teils der Implementierung der Loesung in C++.

```
1 // Track the message
  vector<int> message;
3
  // Current coordinates (x, y) in the image
5 int x = 0, y = 0;
  int r, g, b;
7
  do {
8      // Get current pixel
9      tuple<int, int, int> pixel = image[y][x];
11     r = get<0>(pixel);
12     g = get<1>(pixel);
13     b = get<2>(pixel);
14
15     // Get current character for the message
16     int character_int = r;
17     message.push_back(character_int);
18
19     // Get new coordinates
20     x = (x + g) % columns;
21     y = (y + b) % rows;
  } while (g != 0 || b != 0);
```