

Politechnika Świętokrzyska
Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki

Informatyka, rok I, semestr II

Podstawy Programowania 2 - Projekt

Maciej Brzęczkowski
Mariusz Lewczuk

Kompresja tekstu Metodą Huffmana

1. Opis tematyki projektu

Algorytm Huffmana jest algorytmem kompresji tekstu. Jego głównym założeniem jest, by litery występujące częściej miały krótszy kod, a te występujące rzadziej – dłuższy. Kod powstaje na podstawie drzewa, które w liściach posiada znaki występujące w tekście, który chcemy skompresować. Drzewo to jest skonstruowane w taki sposób, by długość drogi do liścia, w którym zapisany jest dany znak była uzależniona od ilości wystąpień danego znaku w histogramie. Pozwala to uzyskać kody krótsze niż 1 bajt dla często występujących w tekście znaków, co w efekcie przekłada się na kompresję tekstu.

2. Środowisko

Program został napisany w języku C. Do wykonania projektu wykorzystano odpowiednio:

Code::Blocks 16.1, Windows 7, gcc 4.9.3
Atom 1.7.3, Ubuntu 16.04, clang 3.7

oraz bibliotek:
stdio.h, stdlib.h, string.h, time.h, stdbool.h oraz math.h.

3. Instrukcja kompilacji

Program został przetestowany na kompilatorach gcc oraz clang z następującymi flagami:
-Wall -Wextra -pedantic -std=c99 -lm -O2

4. Instrukcja uruchomienia

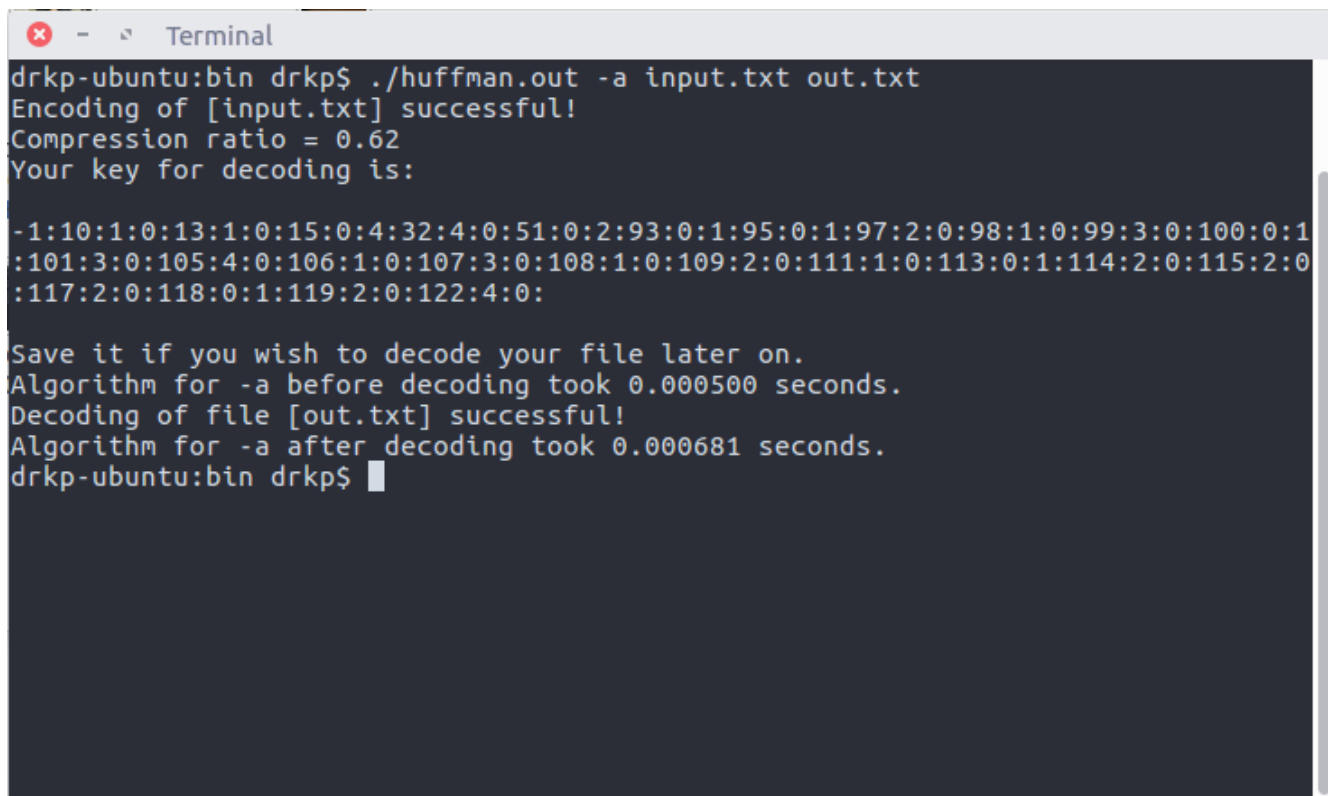
Program uruchamiamy z poziomu linii komend, z jednym z następujących argumentów:

-e [plik wejściowy] [plik wyjściowy] – koduje plik wejściowy, i zapisuje go do pliku wyjściowego
-s [string] [plik wyjściowy] -koduje string i zapisuje go do pliku wyjściowego

-d [plik wejściowy] [plik wyjściowy] [klucz] – dekoduje plik wejściowy przy pomocy klucza wygenerowanego argumentami '-e' bądź '-s' i zapisuje wynik do pliku wyjściowego

-a [plik wejściowy] [plik wyjściowy] – wykonuje cały algorytm – tj. kodowanie pliku wejściowego, dekodowanie i zapis wyniku do pliku wyjściowego.

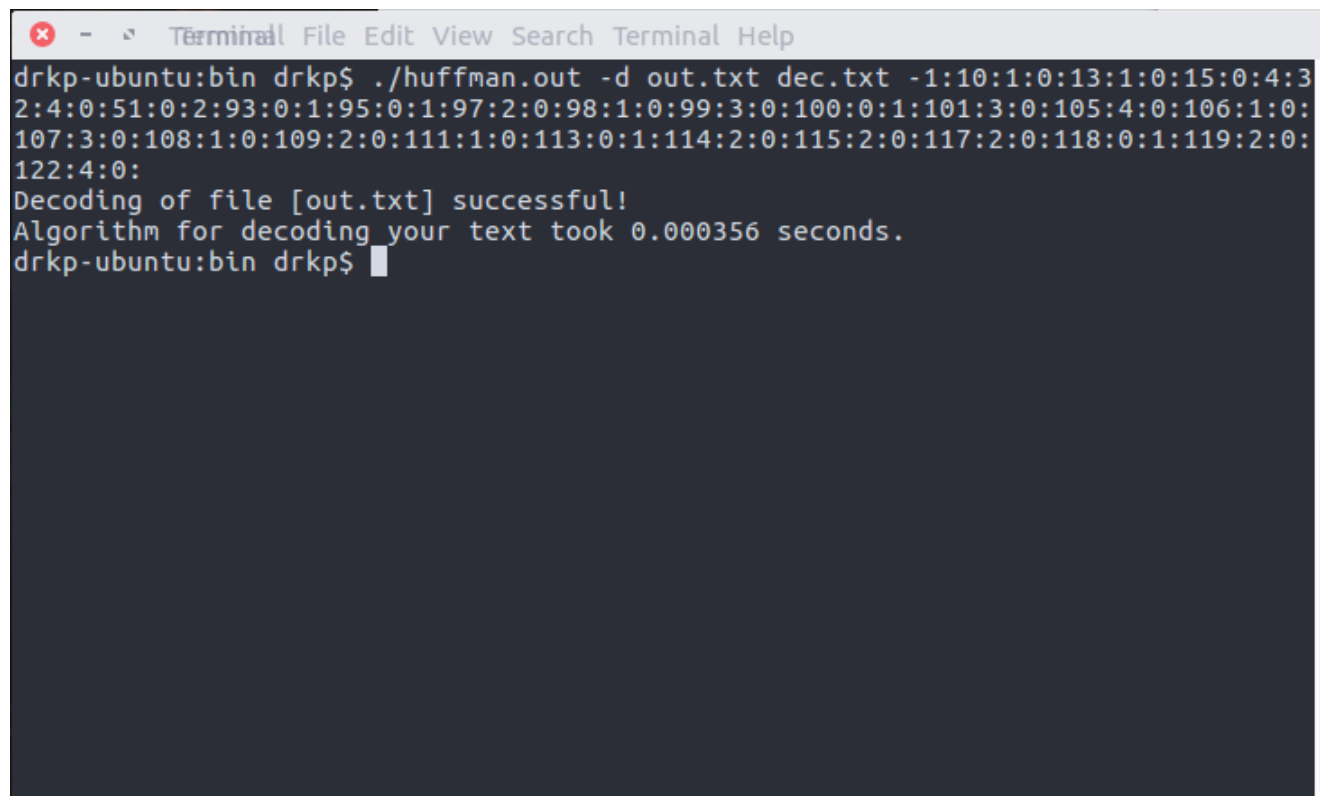
5. Zrzuty ekranu

A terminal window titled "Terminal" showing the execution of a Huffman encoding program. The user runs './huffman.out -a input.txt out.txt'. The program outputs: 'Encoding of [input.txt] successful!', 'Compression ratio = 0.62', and 'Your key for decoding is:'. It then displays a long key string: '-1:10:1:0:13:1:0:15:0:4:32:4:0:51:0:2:93:0:1:95:0:1:97:2:0:98:1:0:99:3:0:100:0:1:101:3:0:105:4:0:106:1:0:107:3:0:108:1:0:109:2:0:111:1:0:113:0:1:114:2:0:115:2:0:117:2:0:118:0:1:119:2:0:122:4:0:'. It concludes with 'Save it if you wish to decode your file later on.', 'Algorithm for -a before decoding took 0.000500 seconds.', 'Decoding of file [out.txt] successful!', and 'Algorithm for -a after decoding took 0.000681 seconds.' The prompt 'drkp-ubuntu:bin drkp\$' is visible at the end.

```
drkp-ubuntu:bin drkp$ ./huffman.out -a input.txt out.txt
Encoding of [input.txt] successful!
Compression ratio = 0.62
Your key for decoding is:

-1:10:1:0:13:1:0:15:0:4:32:4:0:51:0:2:93:0:1:95:0:1:97:2:0:98:1:0:99:3:0:100:0:1
:101:3:0:105:4:0:106:1:0:107:3:0:108:1:0:109:2:0:111:1:0:113:0:1:114:2:0:115:2:0
:117:2:0:118:0:1:119:2:0:122:4:0:

Save it if you wish to decode your file later on.
Algorithm for -a before decoding took 0.000500 seconds.
Decoding of file [out.txt] successful!
Algorithm for -a after decoding took 0.000681 seconds.
drkp-ubuntu:bin drkp$
```

A terminal window titled "Terminal" with a menu bar (File, Edit, View, Search, Terminal, Help) showing the execution of a Huffman decoding program. The user runs './huffman.out -d out.txt dec.txt -1:10:1:0:13:1:0:15:0:4:32:4:0:51:0:2:93:0:1:95:0:1:97:2:0:98:1:0:99:3:0:100:0:1:101:3:0:105:4:0:106:1:0:107:3:0:108:1:0:109:2:0:111:1:0:113:0:1:114:2:0:115:2:0:117:2:0:118:0:1:119:2:0:122:4:0:'. The program outputs: 'Decoding of file [out.txt] successful!' and 'Algorithm for decoding your text took 0.000356 seconds.' The prompt 'drkp-ubuntu:bin drkp\$' is visible at the end.

```
drkp-ubuntu:bin drkp$ ./huffman.out -d out.txt dec.txt -1:10:1:0:13:1:0:15:0:4:3
2:4:0:51:0:2:93:0:1:95:0:1:97:2:0:98:1:0:99:3:0:100:0:1:101:3:0:105:4:0:106:1:0:
107:3:0:108:1:0:109:2:0:111:1:0:113:0:1:114:2:0:115:2:0:117:2:0:118:0:1:119:2:0:
122:4:0:
Decoding of file [out.txt] successful!
Algorithm for decoding your text took 0.000356 seconds.
drkp-ubuntu:bin drkp$
```

6. Opis fragmentów implementacji

Najważniejsze funkcje:

generateTree() - Funkcja przyjmuje wskaźnik na korzeń drzewa I tablicę histogramu posortowaną malejąco po ilościach wystąpień. W pierwszym kroku znajduje ostatni element histogramu mający ilość wystąpień większą od zera. Następnie pobiera ten element oraz element przedostatni, tworzy dla nich węzły i rodzica i szuka drzewa, do którego mogłaby podłączyć powstałe drzewo. Jeśli znajdzie wskaźnik na drzewo, funkcja złączy te drzewa tworząc nowego rodzica, którego lewy wskaźnik wskazuje na nowo powstałe drzewo, a prawy na drzewo, do którego chcemy się podłączyć. Adres nowego rodzica ustawia jako korzeń i pobiera dwa kolejne elementy z histogramu, aż do wykorzystania wszystkich elementów. Jeśli jednak funkcja nie znajdzie drzewa, do którego mogłaby połączyć nowo powstałe drzewo to ustawia korzeń na nowo powstałe drzewo i pobiera kolejne elementy z histogramu. Funkcja zwraca wskaźnik na korzeń wygenerowanego w ten sposób drzewa.

encode() - Funkcja pobiera z pliku wejściowego znak, znajduje jego kod w tablicy `int **codes` i zapisuje do buffera (tablica dziewięcioelementowa). Jeśli kod nie wypełni wszystkich pól buffera, pobierany jest następny znak. Jeśli buffer jest pełny jest on zamieniany na kod ASCII i zapisywany do pliku wyjściowego. Pętla trwa aż do pobrania wszystkich znaków z pliku wejściowego. Funkcja zwraca poziom kompresji jako stosunek rozmiaru wyjściowego do wejściowego w formacie `double`.

decode() - Celem funkcji jest zamiana kodu zakodowanego w postaci kodów ASCII na kod binarny. Korzysta przy tym z pomocy funkcji `asciiToBin()`

Ponadto został wykorzystany algorytm quicksort w celu posortowania histogramu.

7. Podsumowanie

Algorytm kompresji Huffmana jest dobrym, bezstratnym, niesłownikowym algorytmem kompresji, który najlepiej spisuje się przy typowym tekście (zróżnicowany histogram). W projekcie udało się, oprócz samej kompresji zrealizować również dekompresję oraz interfejs CLI. Najważniejszym elementem dalszego rozwoju projektu jest rozszerzenie działania programu poza zakres kodów ASCII oraz więcej usprawnień interfejsu użytkownika.