WYDZIAŁ
INFORMATYKI
I TELEKOMUNIKACJI

Obiegi drzew

Veronika Tronchuk

I rok Informatyki

Nr albumu: 30019

Celem

ćwiczenia było zapoznanie się z działaniem algorytmu Huffmana, który umożliwia efektywną kompresję danych tekstowych poprzez przypisanie krótszych kodów częściej występującym znakom. W ramach zadania zaimplementowano budowę drzewa Huffmana, generowanie kodów, kodowanie i dekodowanie tekstu oraz obliczenie współczynnika kompresji.

```
#include <iostream>
#include <queue>
#include <unordered_map>
#include <vector>
```

Dołączam biblioteki: iostream do wejścia/wyjścia, queue do kolejki węzłów drzewa, unordered_map do mapy częstotliwości i kodów, vector do tablic.

```
struct Node {
    char character;
    int frequency;
    Node* left;
    Node* right;
```

Struktura Node — węzeł drzewa: przechowuje znak (character), częstotliwość (frequency) i wskaźniki na lewego i prawego potomka.

```
Node(char ch, int freq)
    : character(ch), frequency(freq), left(nullptr), right(nullptr) {}

Node(char ch, int freq, Node* left, Node* right)
    : character(ch), frequency(freq), left(left), right(right) {}
```

Pierwszy konstruktor — jeśli węzeł to liść (bez dzieci). Drugi — jeśli ma dzieci.

```
struct compare {
    bool operator()(Node* left, Node* right) {
        return left->frequency > right->frequency;
    }
};
```

Ta struktura compare określa, jak sortować węzły w kolejce: węzeł z mniejszą częstotliwością ma wyższy priorytet.

```
void printCodes(Node* root, string str, unordered_map<char, string>& huffmanCode) {
    if (root == nullptr)
        return;

    if (!root->left && !root->right) {
        huffmanCode[root->character] = str;
    }

    printCodes(root->left, str + "0", huffmanCode);
    printCodes(root->right, str + "1", huffmanCode);
}
```

Funkcja printCodes: jeśli węzła nie ma — wychodzę. Jeśli to liść — zapisuję kod dla znaku. Dalej rekurencyjnie idę w lewo (+ "0") i w prawo (+ "1").

```
void buildHuffmanTree(string text) {
    unordered_map<char, int> freq;
    for (char ch : text) {
        freq[ch]++;
    }
```

Zliczam częstotliwość znaków i zapisuję w freq

```
priority_queue<Node*, vector<Node*>, compare> pq;
for (auto pair : freq) {
    pq.push(new Node(pair.first, pair.second));
}
```

Tworzę kolejkę i dodaję wszystkie znaki z częstotliwościami.

```
while (pq.size() != 1) {
    Node* left = pq.top(); pq.pop();
    Node* right = pq.top(); pq.pop();
    int sum = left->frequency + right->frequency;
    pq.push(new Node('\0', sum, left, right));
}
```

Dopóki w kolejce więcej niż jeden węzeł: biorę dwa z najmniejszą częstotliwością, tworzę nowego „rodzica” i odkładam.

```
Node* root = pq.top();
```

Teraz w kolejce został tylko korzeń drzewa.

```
unordered_map<char, string> huffmanCode;
printCodes(root, "", huffmanCode);
```

Tworzę tabelę kodów i wypełniam przez printCodes.

```
cout << "Huffman Codes:\n";
for (auto pair : huffmanCode) {
    cout << "Character: '" << pair.first << "', frequency: " << freq[pair.first]
        << ", Huffman code: " << pair.second << "\n";
}
```

Dla każdego znaku pokazuję: znak, ile razy jest w tekście i jaki ma kod Huffmana.

```
cout << "\nOriginal string:\n" << text << "\n";

string str = "";
for (char ch : text) {
    str += huffmanCode[ch];
}
cout << "\nEncoded string:\n" << str << "\n";
```

Pokazuję oryginalny tekst i zakodowany jako ciąg zer i jedynek.

```
auto decode = [&](string str) {
    cout << "\nDecoded string:\n";
    Node* curr = root;
    for (char bit : str) {
        if (bit == '0') curr = curr->left;
        else curr = curr->right;
        if (!curr->left && !curr->right) {
            cout << curr->character;
            curr = root;
        }
    }
    cout << "\n";
    };
```

Dekoder: czyta bity i odtwarza oryginalny tekst z drzewa.

```
int bityASCII = text.length() * 8;
int bityHuffmana = 0;
for (auto pair : freq) {
    bityHuffmana += pair.second * huffmanCode[pair.first].length();
}
double wspKompresji = (double)bityASCII / bityHuffmana;

cout << "\nBits ASCII: " << bityASCII << endl;
cout << "Bits Huffmana: " << bityHuffmana << endl;
cout << "Compression ratio: " << wspKompresji << endl;
```

Obliczam ile bitów zajmuje normalnie (ASCII) i ile z Huffmanem. Potem pokazuję współczynnik kompresji.

```
int main() {
    string text = R"(Zasadził dziadek rzepkę w ogrodzie,
        Chodził tę rzepkę oglądać co dzień
    Kawka na trawkę. )"
;
buildHuffmanTree(text);
```

Podaję tekst (Rzepka) i uruchamiam drzewo Huffmana

„Rzepka”

Za-sa-dził dzia-dek rzep-kę w ogro-dzie,
Cho-dził tę rzep-kę ogl̨a-dać co dzień.
Wy-ro-sła rzep-ka jędr-na i krzep-ka,
Schru-pać by rzep-kę z ka-wał-kiem chleb-ka!
Więc cią-gnie rzep-kę dzia-dek nie-bo-żę,
Cią-gnie i cią-gnie, wy-cią-gnąć nie może.

Za-wo-łał dzia-dek na pomoc bab-cię:
„Ja zła-pię rzecz-kę, ty za mnie złap się!”
I bied-ny dzia-dek z bab-cią nie-bo-gą

Cią-gną i cią-gną, wy-cią-gnąć nie mogą.
Bab-cia za dziad-ka,
Dzia-dek za rzep-kę,
Oj, przy-dał-by się ktoś na przy-czep-kę!

Przy-le-ciał wnu-czek, babci się zła-pał,
Poci się, stęka, aż się za-sa-pał!
Wnu-czek za bab-cię,
Bab-cia za dziad-ka,
Dzia-dek za rzep-kę,
Oj, przy-dał-by się ktoś na przy-czep-kę!
Pocą się, sapią, stę-ka-ją srogo,
Cią-gną i cią-gną, wy-cią-gnąć nie mogą.

Za-wo-łał wnu-czek szcze-niacz-ka Mrucz-ka,
Przy-le-ciał Mru-czek i cią-gnie wnucz-ka!
Mru-czek za wnucz-ka,
Wnu-czek za bab-cię,
Bab-cia za dziad-ka,
Dzia-dek za rzep-kę,
Oj, przy-dał-by się ktoś na przy-czep-kę!
Pocą się, sapią, stę-ka-ją srogo,
Cią-gną i cią-gną, wy-cią-gnąć nie mogą!

Na kurkę czy-hał kotek w ukry-ciu,
Za-szcze-kał Mru-czek: „Pomóż nam, Kiciu!”
Kicia za Mrucz-ka,
Mru-czek za wnucz-ka,
Wnu-czek za bab-cię,
Bab-cia za dziad-ka,
Dzia-dek za rzep-kę,
Oj, przy-dał-by się ktoś na przy-czep-kę!
Pocą się, sapią, stę-ka-ją srogo,
Cią-gną i cią-gną, wy-cią-gnąć nie mogą!

Więc woła Kicia kurkę z po-dwór-ka,
Wnet przy-le-cia-ła usłuż-na kurka.
Kurka za Kicię,
Kicia za Mrucz-ka,
Mru-czek za wnucz-ka,
Wnu-czek za bab-cię,
Bab-cia za dziad-ka,
Dzia-dek za rzep-kę,
Oj, przy-dał-by się ktoś na przy-czep-kę!
Pocą się, sapią, stę-ka-ją srogo,
Cią-gną i cią-gną, wy-cią-gnąć nie mogą!

Szła sobie gąska ście-ży-ną wąską,
Krzyk-nę-ła kurka: „Chodź no tu, gąsko!”
Gąska za kurkę,
Kurka za Kicię,
Kicia za Mrucz-ka,
Mru-czek za wnucz-ka,
Wnu-czek za bab-cię,
Bab-cia za dziad-ka,
Dzia-dek za rzep-kę,
Oj, przy-dał-by się ktoś na przy-czep-kę!
Pocą się, sapią, stę-ka-ją srogo,
Cią-gną i cią-gną, wy-cią-gnąć nie mogą!Le-ciał wy-so-ko bocian-długonos,
„Fruń-że tu, boćku, do nas na pomoc!”
Bo-ciek za gąskę,
Gąska za kurkę,
Kurka za Kicię,
Kicia za Mrucz-ka,
Mru-czek za wnucz-ka,
Wnu-czek za bab-cię,
Bab-cia za dziad-ka,
Dzia-dek za rzep-kę,
Oj, przy-dał-by się ktoś na przy-czep-kę!

Pocą się, sapią, stę-ka-ją srogo,
Cią-gną i cią-gną, wy-cią-gnąć nie mogą!

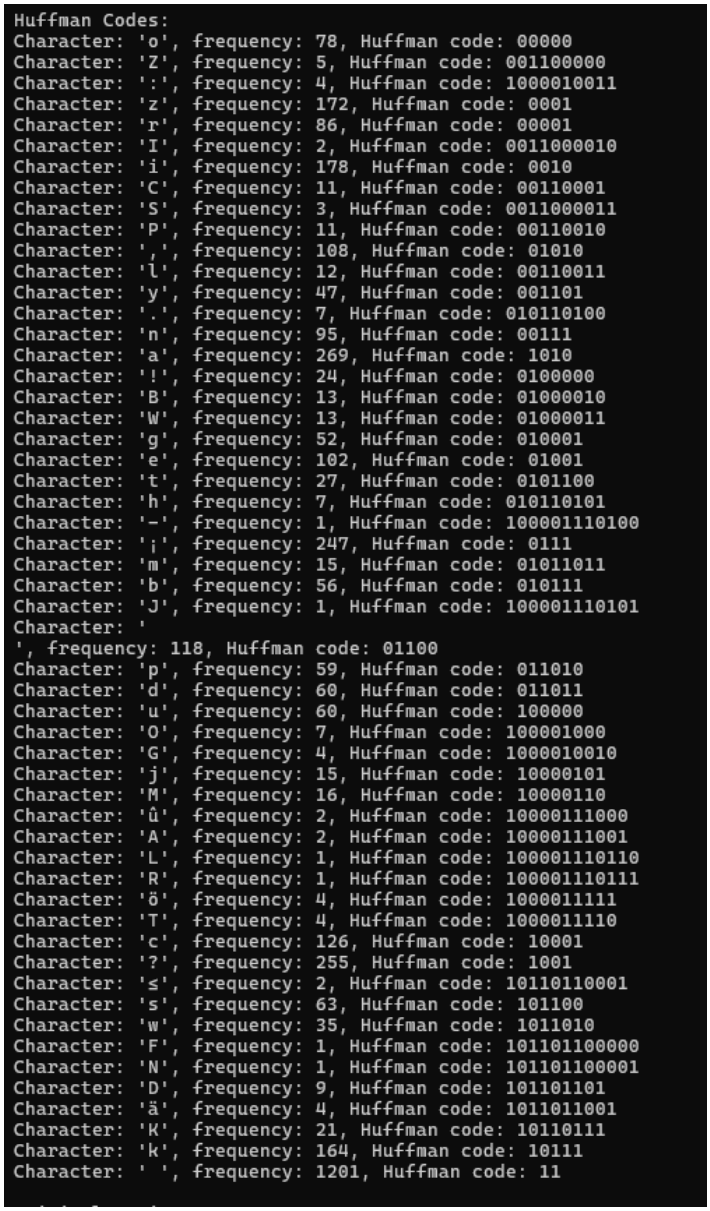
Ska-ka-ła drogą zie-lo-na żabka,
Zła-pa-ła boćka – rzad-ka to grat-ka!
Żabka za boćka,
Bo-ciek za gąskę,
Gąska za kurkę,
Kurka za Kicię,
Kicia za Mrucz-ka,
Mru-czek za wnucz-ka,
Wnu-czek za bab-cię,
Bab-cia za dziad-ka,
Dzia-dek za rzep-kę,
A na przy-czep-kę
Kawka za żabkę,
Bo na tę rzep-kę
Też miała chrap-kę.

Tak się za-wzię-li,
Tak się na-dę-li,
Że nagle rzep-kę
Trr-rach!! – wy-cią-gnę-li!
Aż wstyd po-wie-dzieć,
Co było dalej!
Wszy-scy na sie-bie
Po-upa-da-li:

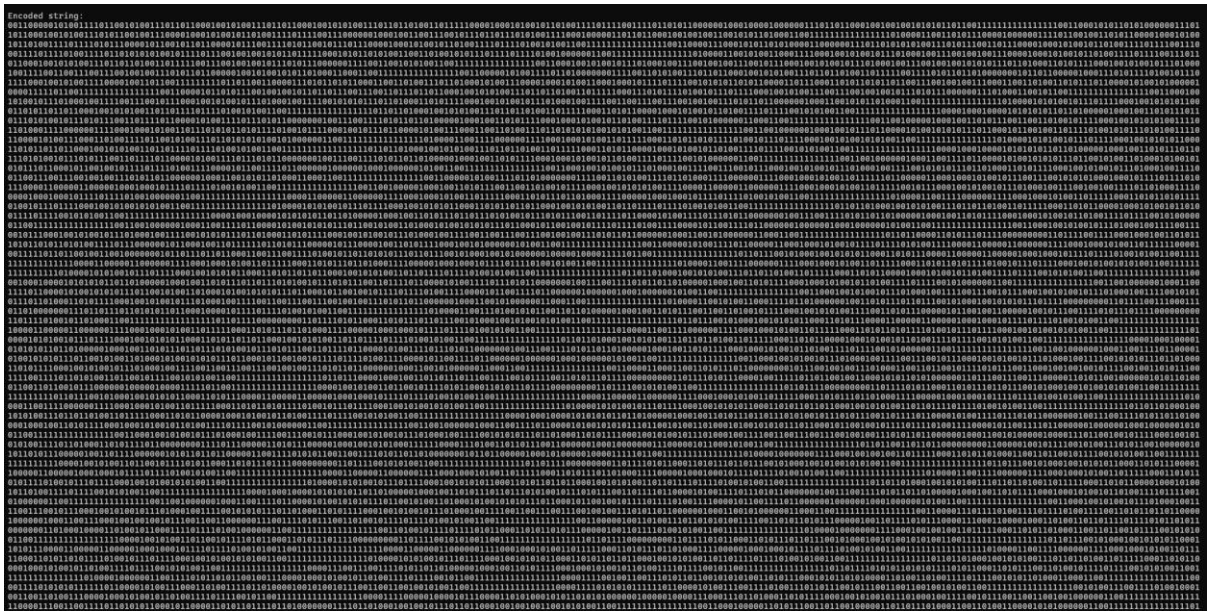
Rzep-ka na dziad-ka,
Dzia-dek na bab-cię,
Bab-cia na wnucz-ka,
Wnu-czek na Mrucz-ka,
Mru-czek na Kicię,
Kicia na kurkę,
Kurka na gąskę,
Gąska na boćka,

Bo-ciek na żabkę,
Żabka na kawkę
I na ostat-ku
Kawka na traw-kę.

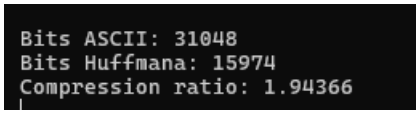
https://zwierciadlo.pl/kultura/548398,1,rzepka--wiersz-juliana-tuwima-ktory-bawi-dzieci-od-pokolen.read



```
Original string:
Za¡sa¡dzi? dzia¡dek rzep¡k? w ogro¡dzie,
        Cho¡dzi? t? rzep¡k? ogl?¡da? co dzie?.
        Wy¡ro¡s?a rzep¡ka j?dr¡na i krzep¡ka,
        Schru¡pa? by rzep¡k? z ka¡wa?¡kiem chleb¡ka!
        Wi?c ci?¡gnie rzep¡k? dzia¡dek nie¡bo¡??,
        Ci?¡gnie i ci?¡gnie, wy¡ci?¡gn?? nie mo?e.

        Za¡wo¡?a? dzia¡dek na pomoc bab¡ci? :
    äJa z?a¡pi? rzecz¡k?, ty za mnie z?ap si?!ö
        I bied¡ny dzia¡dek z bab¡ci? nie¡bo¡g?
        Ci?¡gn? i ci?¡gn?, wy¡ci?¡gn?? nie mog?.
        Bab¡cia za dziad¡ka,
        Dzia¡dek za rzep¡k?,
        Oj, przy¡da?¡by si? kto? na przy¡czep¡k?!

        Przy¡le¡cia? wnu¡czek, babci si? z?a¡pa?,
        Poci si?, st?ka, a? si? za¡sa¡pa?!
        Wnu¡czek za bab¡ci?,
        Bab¡cia za dziad¡ka,
        Dzia¡dek za rzep¡k?,
        Oj, przy¡da?¡by si? kto? na przy¡czep¡k?!
        Poc? si?, sapi?, st?¡ka¡j? srogo,
        Ci?¡gn? i ci?¡gn?, wy¡ci?¡gn?? nie mog?.

        Za¡wo¡?a? wnu¡czek szcze¡niacz¡ka Mrucz¡ka,
        Przy¡le¡cia? Mru¡czek i ci?¡gnie wnucz¡ka!
        Mru¡czek za wnucz¡ka,
        Wnu¡czek za bab¡ci?,
        Bab¡cia za dziad¡ka,
        Dzia¡dek za rzep¡k?,
        Oj, przy¡da?¡by si? kto? na przy¡czep¡k?!
        Poc? si?, sapi?, st?¡ka¡j? srogo,
        Ci?¡gn? i ci?¡gn?, wy¡ci?¡gn?? nie mog?!

        Na kurk? czy¡ha? kotek w ukry¡ciu,
        Za¡szcze¡ka? Mru¡czek : äPom≤? nam, Kiciu!ö
        Kicia za Mrucz¡ka,
        Mru¡czek za wnucz¡ka,
        Wnu¡czek za bab¡ci?,
        Bab¡cia za dziad¡ka,
        Dzia¡dek za rzep¡k?,
        Oj, przy¡da?¡by si? kto? na przy¡czep¡k?!
        Poc? si?, sapi?, st?¡ka¡j? srogo,
        Ci?¡gn? i ci?¡gn?, wy¡ci?¡gn?? nie mog?!

        Wi?c wo?a Kicia kurk? z po¡dw≤r¡ka,
        Wnet przy¡le¡cia¡?a us?u?¡na kurka.
        Kurka za Kici?,
        Kicia za Mrucz¡ka,
        Mru¡czek za wnucz¡ka,
        Wnu¡czek za bab¡ci?,
        Bab¡cia za dziad¡ka,
        Dzia¡dek za rzep¡k?,
        Oj, przy¡da?¡by si? kto? na przy¡czep¡k?!
        Poc? si?, sapi?, st?¡ka¡j? srogo,
        Ci?¡gn? i ci?¡gn?, wy¡ci?¡gn?? nie mog?!
```




```
Decoded string:
Za¡sa¡dzi? dzia¡dek rzep¡k? w ogro¡dzie,
        Cho¡dzi? t? rzep¡k? ogl?¡da? co dzie?.
        Wy¡ro¡s?a rzep¡ka j?dr¡na i krzep¡ka,
        Schru¡pa? by rzep¡k? z ka¡wa?¡kiem chleb¡ka!
        Wi?c ci?¡gnie rzep¡k? dzia¡dek nie¡bo¡??,
        Ci?¡gnie i ci?¡gnie, wy¡ci?¡gn?? nie mo?e.

        Za¡wo¡?a? dzia¡dek na pomoc bab¡ci? :
    äJa z?a¡pi? rzecz¡k?, ty za mnie z?ap si?!ö
        I bied¡ny dzia¡dek z bab¡ci? nie¡bo¡g?
        Ci?¡gn? i ci?¡gn?, wy¡ci?¡gn?? nie mog?.
        Bab¡cia za dziad¡ka,
        Dzia¡dek za rzep¡k?,
        Oj, przy¡da?¡by si? kto? na przy¡czep¡k?!

        Przy¡le¡cia? wnu¡czek, babci si? z?a¡pa?,
        Poci si?, st?ka, a? si? za¡sa¡pa?!
        Wnu¡czek za bab¡ci?,
        Bab¡cia za dziad¡ka,
        Dzia¡dek za rzep¡k?,
        Oj, przy¡da?¡by si? kto? na przy¡czep¡k?!
        Poc? si?, sapi?, st?¡ka¡j? srogo,
        Ci?¡gn? i ci?¡gn?, wy¡ci?¡gn?? nie mog?.

        Za¡wo¡?a? wnu¡czek szcze¡niacz¡ka Mrucz¡ka,
        Przy¡le¡cia? Mru¡czek i ci?¡gnie wnucz¡ka!
        Mru¡czek za wnucz¡ka,
        Wnu¡czek za bab¡ci?,
        Bab¡cia za dziad¡ka,
        Dzia¡dek za rzep¡k?,
        Oj, przy¡da?¡by si? kto? na przy¡czep¡k?!
        Poc? si?, sapi?, st?¡ka¡j? srogo,
        Ci?¡gn? i ci?¡gn?, wy¡ci?¡gn?? nie mog?!

        Na kurk? czy¡ha? kotek w ukry¡ciu,
        Za¡szcze¡ka? Mru¡czek : äPom≤? nam, Kiciu!ö
        Kicia za Mrucz¡ka,
        Mru¡czek za wnucz¡ka,
        Wnu¡czek za bab¡ci?,
        Bab¡cia za dziad¡ka,
        Dzia¡dek za rzep¡k?,
        Oj, przy¡da?¡by si? kto? na przy¡czep¡k?!
        Poc? si?, sapi?, st?¡ka¡j? srogo,
        Ci?¡gn? i ci?¡gn?, wy¡ci?¡gn?? nie mog?!

        Wi?c wo?a Kicia kurk? z po¡dw≤r¡ka,
        Wnet przy¡le¡cia¡?a us?u?¡na kurka.
        Kurka za Kici?,
        Kicia za Mrucz¡ka,
        Mru¡czek za wnucz¡ka,
        Wnu¡czek za bab¡ci?,
        Bab¡cia za dziad¡ka,
        Dzia¡dek za rzep¡k?,
        Oj, przy¡da?¡by si? kto? na przy¡czep¡k?!
        Poc? si?, sapi?, st?¡ka¡j? srogo,
        Ci?¡gn? i ci?¡gn?, wy¡ci?¡gn?? nie mog?!
```



Wnioski

Głównymi wadami są to, że program działa tylko na tekście wpisanym ręcznie w kodzie, nie odczytuje danych z pliku ani od użytkownika, nie zapisuje zakodowanego wyniku do pliku oraz nie obsługuje przypadku pustego tekstu lub tekstu z jednym znakiem, co ogranicza praktyczne zastosowanie programu.