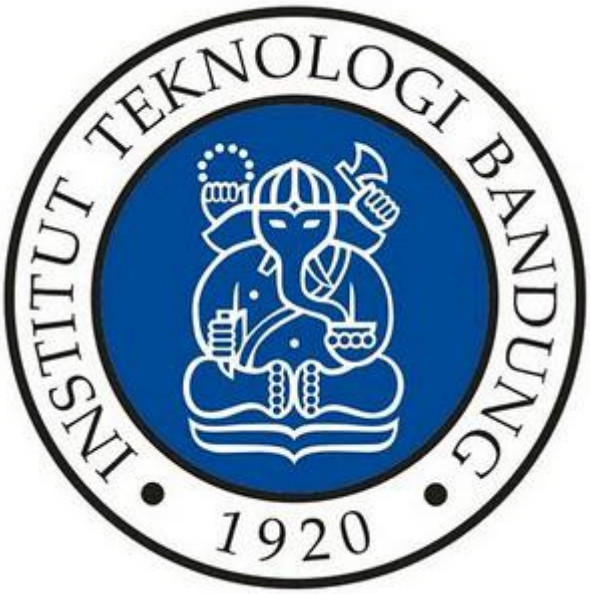
shCRYPTARITHMS DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA *BRUTE-FORCE*

TUGAS KECIL

Diajukan sebagai tugas dari mata kuliah Strategi Algoritma di jurusan Informatika Institut Teknologi Bandung

Oleh :
Dery Rahman Ahaddienata
13515097



PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

2017

A. **Deskripsi Persoalan**

Cryptarithmetic (atau *cryptarithm*) adalah sebuah *puzzle* penjumlahan di dalam matematika dimana angka diganti dengan huruf. Setiap angka dipresentasikan dengan huruf yang berbeda. Deskripsi permainan ini adalah: diberikan sebuah penjumlahan huruf, carilah angka yang merepresntasikan huruf-huruf tersebut. Contohnya

Permasalahan	Solusinya	Keterangan
SEND MORE+ ---------- MONEY	9567 1085+ ---------- 10652	S = 9 | E = 5 N = 6 | D = 7 M = 1 | O = 0 R = 8 | Y = 2
JUNE JULY+ ---------- APRIL	7924 7906+ ---------- 15830	J = 7 | L = 0 U = 9 | Y = 6 N = 2 | A = 1 E = 4 | P = 5 R = 8 | I = 3
FORTY TEN TEN+ ---------- SIXTY	29786 850 850+ ---------- 31486	F = 2 | E = 5 O = 9 | N = 0 R = 7 | S = 3 T = 8 | I = 1 Y = 6 | X = 4

Maksimum huruf yang unik adalah 10 buah.

B. Algoritma Brute-Force

Pemecahan masalah *Cryptarithms* menggunakan algoritma *Brute Force* secara garis besar adalah sebagai berikut

1. Baca semua operand dan hasil berupa *string*, kemudian simpan.
2. Petakan setiap *character* dalam *string* tadi menjadi index [0..9].
3. Buat *array of integer* yang berukuran 10, dan masukan angka dari 0 sampai 9.
4. Lakukan permutasi pada array tersebut.
5. Konversi operand yang berupa string menjadi sebuah angka, kemudian jumlahkan semua operand yang ada. NB : Misalnya pemetaan index ‘A’ adalah 0, f(‘A’)=0, sedangkan angka yang berada dalam array 0 adalah 4, ArrPermut[0]=4. Berarti nilai ‘A’ adalah 4.
6. Konversi hasil yang berupa string menjadi sebuah angka.
7. Lakukan pengecekan, jika jumlah semua operand sesuai dengan hasil, maka tulis jawabannya kedalam output file. Kemudian kembali lakukan

dari langkah ke 4, sampai permutasi selesai.

Pemecahan secara sistematis adalah sebagi berikut :

1. Baca semua *operand*, dan masukan ke dalam *array of string*. *Array* dengan *index* 0, merupakan operand pertama, 1 merupakan operan kedua, dan seterusnya. Baca hasil yang berupa *string*, dan masukan kedalam variabel *string*.
2. Masukan setiap huruf semua *operand* dan masukan kedalam fungsi yang dapat memetakan setiap huruf menjadi index. Misal f('D')=0, f('R')=1. Pemetaan ini digunakan untuk mengarahkan sebuah karakter menuju *index* dari *array* permutasi yang bersesuaian. Misalnya dalam khasus SEND + MORE = MONEY, kita perlu memetakan karakter-karakter SENDMORY.

Idx	0	1	2	3	4	5	6	7
Char	'S'	'E'	'N'	'D'	'M'	'O'	'R'	'Y'

3. Buat sebuah *array of integer* dengan panjang 10. Kemudian isi angka dari 0 sampai 9. *Array* ini digunakan untuk meng*generate* semua permutasi yang mungkin sebanyak 10!.

Val	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Idx	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Permutasi selanjutnya

Val	0	1	2	3	4	5	6	7	9	8
Idx	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

.

.

Val	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Idx	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

4. Setiap permutasi angka-angka tersebut lakukan konversi semua operand dan hasil menjadi angka.

Val	9	5	6	7	1	0	8	2	3	4
Idx	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
Idx	0	1	2	3	4	5	6	7		
Char	'S'	'E'	'N'	'D'	'M'	'O'	'R'	'Y'		

5. Kemudian cek, apakah semua operand dijumlahkan dengan

menggunakan nilai tersebut, hasilnya sesuai atau tidak. Jika sama, maka tampilkan hasilnya kemudian catat waktunya. Lakukan terus hingga permutasi berakhir.

Tambahan : Algoritma Next Permutation

1. Dari belakang, cari 2 angka yang menurun pertama menggunakan iterator i dan ii. Contoh :

								i	ii	
								↓	↓	
Val	0	1	2	3	4	5	8	7	9	6
Idx	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

2. Cari angka dari belakang dengan menggunakan iterator j, dimana angka tersebut lebih besar dari angka yang ditunjukan oleh iterator i.

								i	ii	j	
								↓	↓	↓	
Val	0	1	2	3	4	5	8	7	9		6
Idx	0	1	2	3	4	5	6	7	8		9

3. Kemudian *swap* antara angka yang ditunjuk iterator i dan j.

								i	ii	j	
								↓	↓	↓	
Val	0	1	2	3	4	5	8	9	7		6
Idx	0	1	2	3	4	5	6	7	8		9

4. Selanjutnya *reverse* angka yang ditunjuk dari iterator ii sampai index yang paling akhir.

								i	ii	j	
								↓	↓	↓	
Val	0	1	2	3	4	5	8	9	6		7
Idx	0	1	2	3	4	5	6	7	8		9

5. Lakukan berulang kali hingga iterator i menunjuk ke index paling awal, dalam hal ini 0.

C. Source Code

Cryptarithms.cpp

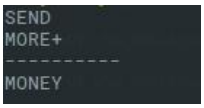
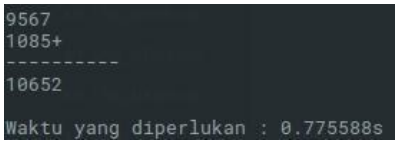
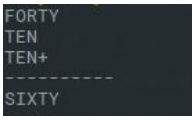
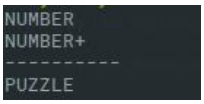
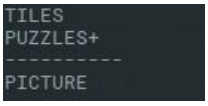
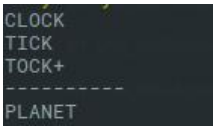
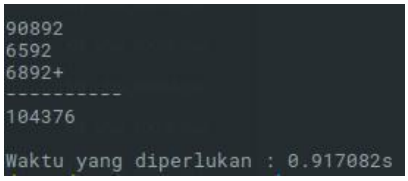
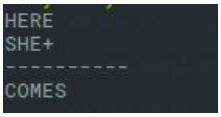
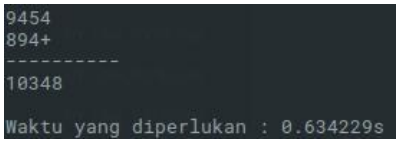
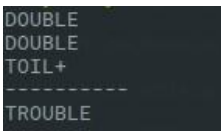
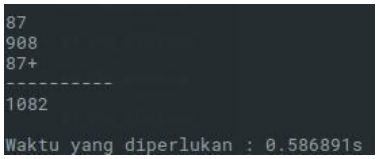
```
/*
          Author    : Dery Rahman A
          NIM       : 13515097
          Date      : 23-01-2017
          Topic     : Solving Cryptarithms using Brute-Force Algorithm
*/
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <string>
#include <time.h>
using namespace std;

class Map{
private:
          char c[10];
          int val[10], last;
public:
          Map(){
                    for(int i=0;i<10;i++)
                              val[i]=-1;
                    last=0;
          }
          void setMap(char x){
                    for(int i=0;i<10;i++){
                              if(c[i]==x) break;
                              if(val[i]==-1) {
                                        c[i]=x; val[i]=last; last++; break;
                              }
                    }
          }
          int getN(){
                    return last;
          }
          int getVal(char x){
                    for(int i=0;i<10;i++)
                              if(c[i]==x) return val[i];
                    return -1;
          }
};

void reverse(int i, int j, int arr[10]){
```

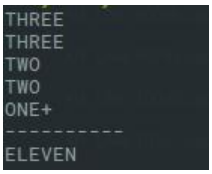
```
          int arrTemp[10]={-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1}, k=0, ii=i;
          for(;i<j;++i,++k)
                    arrTemp[k]=arr[i];
          k--;
          for(;k>=0;k--)
                    arr[ii++]=arrTemp[k];
}

bool next_permutation(int first, int last, int arr[10]){
    if (first==last)
        return false;
    int i=first; ++i;
    if (i == last)
        return false;
    i = last; --i;

    while(true){
        int ii = i; --i;
        if (arr[i] < arr[ii]){
            int j = last;
            while (!(arr[i] < arr[--j]));
          int temp=arr[i]; arr[i]=arr[j]; arr[j]=temp;
            reverse(ii, last, arr);
            return true;
        }
        if (i == first){
            reverse(first, last, arr);
            return false;
        }
    }
}

bool isSame(int arrPrev[10], int arr[10], int N){
          for(int i=0;i<N;i++)
                    if(arrPrev[i]!=arr[i]) return false;
          return true;
}

void assignArr(int arrPrev[10], int arr[10], int N){
          for(int i=0;i<N;i++)
                    arrPrev[i]=arr[i];
}

void updateMap(string opr,Map &f){
```

```
          for(int i=0;i<opr.length();i++)
                    f.setMap(opr[i]);
}

int getValOpr(string opr, Map f, int arr[10]){
          int sum=0, pengali=1;
          for(int i=opr.length()-1;i>=0;i--,pengali*=10)
                    sum+=arr[f.getVal(opr[i])]*pengali;
          return sum;
}

bool isMeetReq(string opr[10], int size, Map f, int arr[10], int oprVal[10]){
          int sum=0,i=0;
          if(arr[f.getVal(opr[size-1][0])]==0) return false;
          for(;i<size-1;i++){
                    if(arr[f.getVal(opr[i][0])]==0) return false;
                    oprVal[i]=getValOpr(opr[i],f,arr);
                    sum+=oprVal[i];
          }
          return sum==getValOpr(opr[i],f,arr);
}

int main(){
          int arr[10]={0,1,2,3,4,5,6,7,8,9};
          Map f;

          fstream file("input.txt", ios_base::in);
    ofstream outfile; outfile.open("output.txt");

          string opr[10],x,res,separator;
          int size=0;
    while(file >> x) {
          cout << x << endl;
        if(x[0]!='-'){
            if(*(x.end()-1)=='+')
                x.erase(x.end()-1);
            opr[size++]=x;
        } else{
            separator=x;
            file >> x;
                    cout << x << endl;
            opr[size++]=x;
        }
        updateMap(x,f);
```

```
    }
    cout << endl;

    int oprVal[10],arrPrev[10]={-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1};
    bool found=false;
    float t;
    clock_t tStart = clock();
          do{
                    if(isMeetReq(opr, size, f, arr, oprVal)){
                              if(isSame(arrPrev,arr,f.getN())) continue;
                              t=(double)(clock() - tStart)/CLOCKS_PER_SEC;
                              int resVal=0,i=0;
                              for(;i<size-2;i++){
                                        outfile << oprVal[i] << endl; cout << oprVal[i] << endl;
                                        resVal+=oprVal[i];
                              }
                              outfile << oprVal[i] << "+" << endl; cout << oprVal[i] << "+" <<
endl;
                              outfile << separator << endl; cout << separator << endl;
                              resVal+=oprVal[i];
                              outfile << resVal << endl << endl; cout << resVal << endl << endl;
                              assignArr(arrPrev,arr,f.getN());
                              found=true;
                    }
          } while(next_permutation(0, 10, arr));

          if(!found){
                    outfile << "Tidak ditemukan kombinasi yang mungkin\n\n"; cout << "Tidak
ditemukan kombinasi yang mungkin\n\n";
          }
    outfile << "Waktu yang diperlukan : " << t << endl; cout << "Waktu yang diperlukan : " <<
t << endl;
    outfile.close();
          return 0;
}
```

D. Contoh Masukan dan Keluaran

Input	Output
	
	
	
	
	
	
	
	
	

E. Cek List

Poin	Ya	Tidak
1. Program berhasil dikompilasi	V	
2. Program berhasil *running*	V	
3. Program dapat membaca file masukan dan menuliskan luaran.	V	
4. Solusi *cryptarithmetic* hanya benar untuk persoalan *cryptarihtmetic* dengan dua buah *operand*.	V	
5. Solusi *cryptarithmetic* benar untuk persoalan *cryptarihtmetic* untuk lebih dari dua buah operand.	V	