Penerapan Pencocokan String dalam Aplikasi Duolingo

Reno Rasyad 13511045
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
[1]13511045@std.stei.itb.ac.id

***Abstrak*—Di zaman sekarang, orang dituntut untuk bisa berbahasa asing, karena persaingan yang akan terjadi dengan sendirinya di era globalisasi ini. Banyak cara untuk belajar memahami bahasa asing, dan kebanyakan caranya membosankan. Tetapi ada juga cara menarik untuk memahami bahasa asing, seperti menggunakan aplikasi Duolingo. Pengguna aplikasi ini bisa mempelajari beberapa bahasa seperi Jerman, Perancis, dan Italia. Pada dasarnya aplikasi ini beroperasi dengan menggunakan pencocokan string.**

***Kata Kunci*—Bahasa, Pencocokan String, Aplikasi, Menarik.**

I. PENDAHULUAN

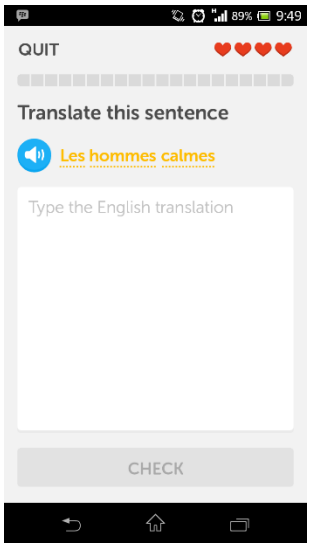
Komunikasi adalah faktor penting dan sangat berpengaruh bagi kehidupan manusia di segala aspek kehidupan, mulai dari keluarga, pendidikan, dan pasti sangat berpengaruh di lingkungan pekerjaan. Zaman sudah menuntut kita untuk bisa berkomunikasi dengan lancar kepada orang lain, bukan hanya orang yang ada di lingkungan kita, tapi juga orang-orang baru dari berbagai Negara.

Pada akhirnya, orang-orang memiliki cara masing-masing untuk mempelajari bahasa asing. Karena itu pula banyak orang yang memberikan layanan belajar bahasa asing, mulai dari yang konvensional seperti tempat les, sampai yang modern dan menarik seperti aplikasi yang berbasis *mobile* atau *web*.

1.1 Aplikasi Duolingo

Dalam mempelajari bahasa apapun, pasti kita tidak akan terlepas dari cara penulisan dan cara pengucapan kata dan kalimat dalam bahasa yang bersangkutan. Duolingo adalah aplikasi *multiplatform* yang bisa berjalan di platform *mobile* dan *web*. Aplikasi ini menyediakan layanan pembelajaran bahasa yang menarik, karena kita bisa belajar kosakata melalui gambar, belajar kalimat sehari-hari, dan mencoba mengucapkan kata-kata pada bahasa yang ingin dipelajari, tentu dengan dicontohkan terlebih dahulu pelafalannya.

Dari banyaknya fitur tersebut, pada makalah ini akan difokuskan pada fitur aplikasi Duolingo di bagian pengetikan translasi dan pencocokan translasi. Mode ini mengharuskan pengguna untuk melakukan input translasi bahasa inggris dari sebuah kalimat dalam bahasa tertentu (selain inggris).



Gambar 1: Aplikasi Duolingo saat dijalankan di platform Android

Dalam makalah ini akan dibahas penerapan pencocokan string pada aplikasi Duolingo ini

II. DASAR TEORI

Banyak sekali algoritma yang bisa dipakai untuk mencocokkan sebuah string, seperti Algoritma Aho-Corasick, Rabin-Karp, Boyer-Moore-Horspool, Knuth-Morris-Pratt, dan banyak lainnya. Akan tetapi, algoritma yang akan dibahas di makalah ini adalah algoritma yang diajarkan pada saat perkuliahan, yaitu Brute Force, Boyer-Moore dan Knuth-Morris-Pratt.

2.1 Algoritma Brute Force

Seperti yang sudah kita ketahui, algoritma brute force merupakan algoritma yang ditulis tanpa memikirkan kinerja atau performa dari sebuah sistem. Begitu pula dalam hal pencocokan string ini, performa tidak dipermasalahkan oleh brute force, algoritma ini akan terus mencari sampai string tersebut ditemukan, atau stringnya sudah habis.

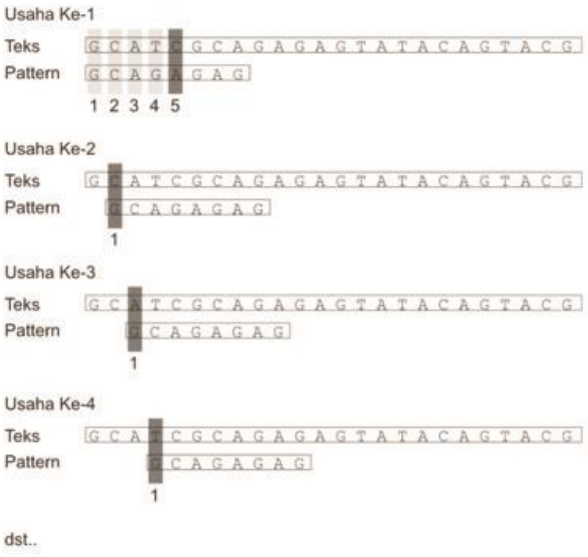
Cara kerja algoritma brute force saat pencocokan string adalah sebagai berikut:

1. Algoritma brute force mulai mencocokkan pattern pada awal teks.
2. Dari kiri ke kanan, algoritma brute force akan

mencocokkan karakter di pattern dengan karakter pada teks yang bersesuaian, sampai salah satu kondisi dibawah ini terpenuhi:

1. Karakter di pattern dan di teks yang dibandingkan tidak cocok
2. Semua karakter di pattern cocok. Kemudian algoritma akan memberitahukan posisi ini.

3. Setelah salah satu kondisi diatas terpenuhi, pattern akan digeser ke kanan dan mengulangi langkah 2, dan berhenti saat mencapai ujung teks.



Gambar 2: Ilustrasi Pencocokan String Menggunakan Algoritma Brute Force

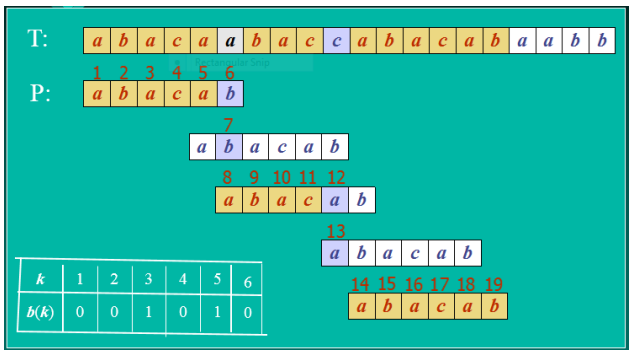
Berikut adalah pseudocode dari algoritma Brute Force

```
procedure BruteForceSearch(
        input m, n : integer,
        input P : array[0..n-1] of char,
        input T : array[0..m-1] of char,
        output ketemu : array[0..m-1] of
boolean
       )

Deklarasi:
       i, j: integer

Algoritma:
        for (i:=0 to  m-n) do
               j:=0
               while (j < n and T[i+j] = P[j])
do
                        j:=j+1
               endwhile
               if(j >= n) then
                         ketemu[i]:=true;
               endif
        endfor
```

2.2 Algoritma Knuth-Morris-Pratt

Kita sudah mengetahui bahwa pencarian brute force dilakukan dari kiri ke kanan sampai teks habis, tanpa memikirkan performansi. Sekarang kita akan membahas algoritma yang lebih baik yaitu Knuth-Morris-Pratt atau biasa disingkat KMP.

Teknik algoritma Knuth-Morris-Pratt mirip dengan teknik brute force yaitu pencarian dilakukan dari kiri ke kanan. Akan tetapi, pergeseran yang dilakukan oleh algoritma Knuth-Morris-Pratt lebih efektif. Pergeseran dilakukan dengan mencari sebuah sub string yang sama di awal dan di akhir pattern. Saat pattern dan teks tidak cocok, maka akan dilakukan pergeseran dengan memperhitungkan border function, sehingga pengecekan yang percuma seperti pada algoritma brute force tidak akan dilakukan. Border function berguna untuk menghitung letak suatu urutan karakter dimana perbandingan harus dilakukan. Border function dihitung dengan cara menghitung panjang prefix yang ada di sebuah pattern, yang sama dengan suffixnya.



Gambar 3: Ilustrasi Pencocokan String Menggunakan Algoritma KMP

```
procedure preKMP(
    input P : array[0..n-1] of char,
    input n : integer,
    input/output kmpNext : array[0..n] of
integer
)
Deklarasi:
i,j: integer

Algoritma
  i := 0;
  j := kmpNext[0] := -1;
```

```
  while (i < n) {
     while (j > -1 and not(P[i] = P[j]))
        j := kmpNext[j];
     i:= i+1;
     j:= j+1;
     if (P[i] = P[j])
        kmpNext[i] := kmpNext[j];
     else
        kmpNext[i] := j;
     endif
  endwhile
```

Diatas adalah pseudocode algoritma KMP pada fase pra-pencarian

```
procedure KMPSearch(
    input m, n : integer,
    input P : array[0..n-1] of char,
    input T : array[0..m-1] of char,
    output ketemu : array[0..m-1] of boolean
)

Deklarasi:
i, j,next: integer
kmpNext : array[0..n] of interger

Algoritma:
preKMP(n, P, kmpNext)
i:=0
while (i<= m-n) do
    j:=0
    while (j < n and T[i+j] = P[j]) do
       j:=j+1
    endwhile
    if(j >= n) then
       ketemu[i]:=true;
    endif
    next:= j - kmpNext[j]
    i:= i+next
endwhile
```

Diatas adalah pseudocode dari algoritma KMP.

2.3 Algoritma Boyer-Moore

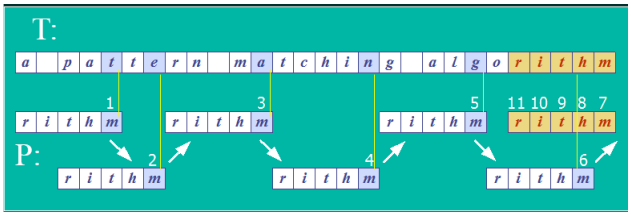
Algoritma Boyer-Moore adalah salah satu algoritma yang menurut banyak orang paling efisien pada aplikasi umum. Tidak seperti algoritma pencarian string yang lain, algoritma Boyer-Moore mulai mencocokkan karakter dari sebelah kanan karakter. Dengan mencocokkan karakter dari kanan, akan lebih banyak informasi yang didapat.

Algoritma Boyer-Moore adalah algoritma yang dilakukan dengan menerapkan 2 teknik, yaitu:

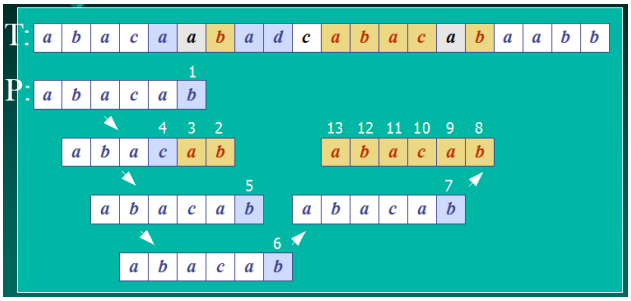
1. Teknik looking-glass
2. Teknik Character-jump

Teknik Looking-glass adalah teknik yang mencari suatu P di dalam kata T dengan mengecek secara mundur melalui P, mulai dari karakter yang terakhir. Sedangkan teknik character jump adalah teknik pelompatan ke target pengecekan berikutnya. Ada 3 kasus yang mungkin:

1. Jika pattern P mengandung x, maka pindahkan P ke kanan sehingga sebaris dengan kemunculan terakhir dari x di P dengan T[i]
2. Jika P mengandung x di suatu tempat, tetapi pergeseran tidak dimungkinkan maka geser P ke kanan sebanyak 1 karakter ke T[i+1]
3. Jika kasus 1 dan 2 tidak dilakukan, maka geser P agar membuat p[1] sebaris dengan T[i+1]



Gambar 4: Ilustrasi Pencocokan String Matching Menggunakan Algoritma Boyer-Moore



Gambar 5: Ilustrasi Pencocokan String Matching Menggunakan Algoritma Boyer-Moore 2

Berikut adalah contoh pseudocode algoritma boyer-moore pra-pencarian

```
procedure preBmBc(
    input P : array[0..n-1] of char,
    input n : integer,
    input/output bmBc : array[0..n-1] of
integer
)
Deklarasi:
  i: integer

Algoritma:
  for (i := 0 to ASIZE-1)
     bmBc[i] := m;
  endfor
  for (i := 0 to m - 2)
     bmBc[P[i]] := m - i - 1;
  endfor
```

```
procedure preSuffixes(
    input P : array[0..n-1] of char,
    input n : integer,
    input/output suff : array[0..n-1] of
integer
)
```

```
Deklarasi:
  f, g, i: integer

Algoritma:
  suff[n - 1] := n;
  g := n - 1;
  for (i := n - 2 downto 0) {
     if (i > g and (suff[i + n - 1 - f] < i -
g))
        suff[i] := suff[i + n - 1 - f];
     else
        if (i < g)
           g := i;
        endif
        f := i;
        while (g >= 0 and P[g] = P[g + n - 1 -
f])
           --g;
        endwhile
        suff[i] = f - g;
     endif
  endfor
```

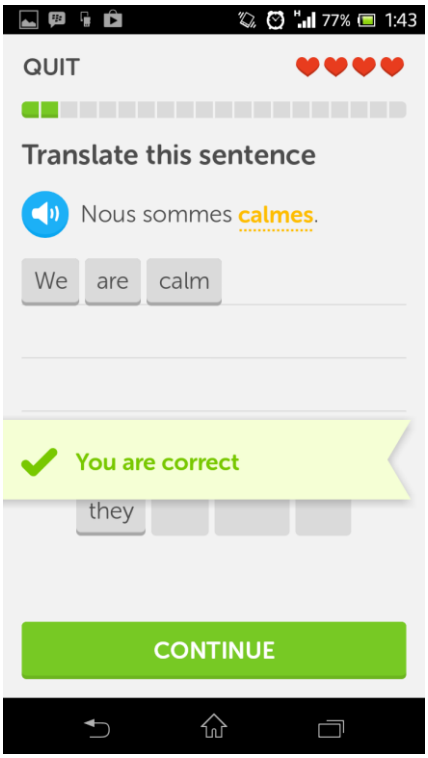
```
procedure preBmGs(
    input P : array[0..n-1] of char,
    input n : integer,
    input/output bmBc : array[0..n-1] of
integer
)
Deklarasi:
  i, j: integer
  suff: array [0..RuangAlpabet] of integer

  preSuffixes(x, n, suff);

  for (i := 0 to m-1)
     bmGs[i] := n
  endfor
  j := 0
  for (i := n - 1 downto 0)
     if (suff[i] = i + 1)
        for (j:=j to n - 2 - i)
           if (bmGs[j] = n)
              bmGs[j] := n - 1 - i
           endif
        endfor
     endif
  endfor
  for (i = 0 to n - 2)
     bmGs[n - 1 - suff[i]] := n - 1 - i;
  endfor
```

Berikut adalah pseudocode dari algoritma boyer-moore

```
   public static int bmMatch(String text,
    String pattern)
    {
    int     last[]     =     buildLast(pattern);
//mengembalikan index
   //dari  last  occurence  tiap  ASCII  char  di
pattern

    int n = text.length();
    int m = pattern.length();
    int i = m-1;

    if (i > n-1)
    return -1; // no match if pattern is
    // longer than text

    int j = m-1;
    do {
    if (pattern.charAt(j) == text.charAt(i))
    if (j == 0)
    return i; // match
    else { // looking-glass technique
    i--;
    j--;
    }
    else { // character jump technique
    int lo = last[text.charAt(i)]; //last occ
    i = i + m - Math.min(j, 1+lo);
    j = m - 1;
    }
    } while (i <= n-1);

    return -1; // no match
  } // end of bmMatch()
```

III. ANALISIS

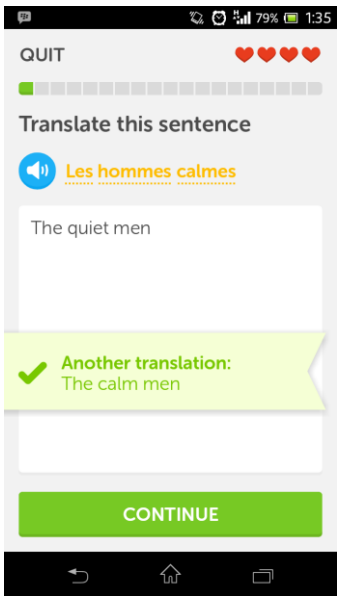
Seperti yang sudah ditulis pada pendahuluan, yang akan dibahas adalah mode pengetikan translasi dan pencocokan translasi. Berikut adalah gambar aplikasi Duolingo pada mode pencocokan translasi



Gambar 6: Duolingo Pada Mode Pencocokan Translasi

Mode pengetikan translasi bisa dilihat pada Gambar 1 di bagian Pendahuluan. Kita bisa melihat, aplikasi Duolingo memberikan kalimat “Les hommes calmes” yang dalam bahasa inggris artinya “The quiet men”. Maka kita harus menginputkan “The quiet men” di kolom input, lalu kita tekan tombol *check*. Aplikasi akan mengecek apakah kata yang kita ketikkan adalah terjemahan bahasa inggris dari kalimat yang diberikan atau bukan. Saat pengecekan inilah terjadi string matching. Apabila input kita benar, maka kita

akan melanjutkan ke pertanyaan berikutnya dan apabila ada terjemahan lain, maka aplikasi akan menunjukkannya kepada pengguna. Apabila input kita salah, maka akan tetap lanjut ke pertanyaan berikutnya, dengan *Health Point* yang berkurang.



Gambar 7: Output Aplikasi Apabila Input Benar.

Proses pencocokkan dilakukan dengan cara membaca input dan memeriksannya dengan jawaban kalimat yang terdapat di database Duolingo. Pertama mari analisis apabila pencocokan menggunakan brute force. Saat menggunakan brute force, maka pencarian dilakukan pada semua karakter sampai teks tersebut habis. Pasti akan membutuhkan waktu yang cukup lama.

Apabila pencocokkan dilakukan dengan algoritma KMP, akan lebih cepat dari brute force karena pencarian yang tidak perlu akan diloncat. Begitu pula dengan Algoritma Boyer-Moore, pencarian akan lebih cepat dari algoritma brute force.

IV. KESIMPULAN

Banyak algoritma yang bisa dipakai untuk mencocokkan string, masing-masing algoritma mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing, tergantung kasus yang ditangani. Untuk kasus string matching yang pendek seperti pada aplikasi Duolingo, ternyata algoritma yang dipakai tidak terlalu berpengaruh. Untuk menentukan algoritma apa yang cocok dipakai, kita harus melihat kemungkinan karakter atau teks apa yang banyak terdapat di teks yang akan kita cari.

REFERENSI

[1] Munir, Rinaldi, Diktat Kuliah IF2211 Strategi Algoritma, Program Studi Teknik Informatika Institut Teknologi Bandung, 2009.

[2] Lecroq, Thierry Charras, Christian. 2001. Handbook of Exact String Matching Algorithm.

[3] Knuth, Donald; Morris, James H.; Pratt, Vaughan (1977). "Fast pattern matching in strings". SIAM Journal on Computing

[4] Boyer, Robert S.; Moore, J Strother (October 1977). "A Fast String Searching Algorithm.". *Comm. ACM* (New York, NY, USA: Association for Computing Machinery)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 20 Desember 2013

Reno Rasyad (13511045)