

アルゴリズムとデータ構造 2025 第6回 演習課題 「文字列探索とジェネリクス」

1. 下記は、最も単純な**文字列探索**アルゴリズムである。このメソッドは、文字列 `text` の中に文字列 `key` が含まれるか先頭から調べ、最初に見つかった位置 (0 以上) を返す。見つからなかった場合は -1 を返す。空欄を適切に埋めて実行し、動作を確認せよ。(補足: `charAt` は文字列の中の指定位置の 1 文字を返す)

```
public static int findString(String text, String key) {  
  
    int n = text.length();  
    int m = key.length();  
  
    // text の中で位置をずらしながら key が含まれるか調べる (text の残りが m 文字以上あれば継続)  
    for (int i = 0; i <=          ; i++) {  
  
        // text の中の位置 i から順に、key の中の文字と同じであるか調べる (k は key の中の位置)  
        int k;  
        for (k = 0; k <          ; k++) {  
  
            if (text.charAt(          ) != key.charAt(          )) /* ★ */  
                break;  
        }  
        if (k == m) return i; // key の全文字 (m 文字) が一致したら発見  
    }  
    return  
}
```

2. `String` クラスのメソッド `indexOf` を用いて、「government of the people, by the people, for the people」という文字列の中から「by」を探索して全ての出現位置 (インデックス) を表示し、次に「people」を探索して全ての出現位置を表示するプログラムを作成せよ。
3. 下記のクラスについて問いに答えよ (このクラスにはコンストラクタ等を追加してもよい)。

```
public class Item {    // 商品  
    public int code;    // 品番  
    public String name; // 品名  
}
```

別の `Main` クラスの中に、`Item` の配列の内容を挿入ソートで品番順に整列するメソッドと、2 分探索で引数の (仮の) 商品データと同じ品番の商品を探し出すメソッドを作成し、それぞれ動作を検証せよ。探索で見つからなかった場合は負数 (-1) を返すようにせよ。以下にメソッドの名前と引数を示す。

```
public static void sort(Item[] data)  
public static int binarySearch(Item[] data, Item key) // key は探索値を入れた仮のデータ
```

4. 普通の配列は作成時のサイズ (要素数) を変更することができないが、それが不便なことも多い。そこで、Java では、`java.util` パッケージに `ArrayList<E>` (`E` には要素のクラス名が入る) という、サイズが動的に変更できる配列 (のようなクラス) が用意されている (プロ II 教科書 16.1.1 参照)。

ここで、`<E>` は **ジェネリクス (総称型)** と呼ばれる記法で、`E` の部分にはインスタンス生成時に任意のクラス名を指定できる。ただし、`int`, `double` などの基本型は、`Integer`, `Double` などの対応するラッパークラス (プロ II 教科書 16.1.3 参照) で代用する。

次ページの表などを参考にして、文字列を要素とする `ArrayList` の中身を逆順に入れ替えるメソッド `reverse` を、`for` 文を使って作成し、動作を検証せよ。

```
public static void reverse(ArrayList<String> a)
```

	通常の配列	ArrayList
必要な import	なし	import java.util.ArrayList
配列の生成	double [] a = new double[10] 指定の要素数で生成される	ArrayList<Double> a = new ArrayList<Double>() 要素がない空の状態で作成される
要素数	a.length	a.size()
空の判定	a.length != 0	a.isEmpty()
要素の追加（末尾）	要素数は変更できない	a.add(x)
要素の取得	double x = a[i]	double x = a.get(i)
要素の変更	a[i] = x	a.set(i, x)
拡張 for 文	for (double x : a)	for (double x : a)
先頭から線形探索		int i = a.indexOf(x);
末尾から線形探索		int i = a.lastIndexOf(x);

5. 【発展】配列の整列や探索は自作するよりも、java.util.Arrays の機能を使う方が便利である。そのためには、要素のクラスに java.util.Comparable インタフェースを実装し、比較による順序関係を定義する必要がある。これを「自然な順序」という。まず、2.の Item を品番によって順序が付くように修正せよ。

```
public class Item implements Comparable<Item> { // Item が「比較可能」であることを示す
    // 2.で定義した部分はそのまま

    @Override
    public boolean equals(Object obj) { /* プロ II の教科書 14.2.6 を参考に実装 */ }

    @Override
    public int compareTo(Item item2) { /* code の小さい順になるように実装 */ }

    @Override
    public int hashCode() { return this.code; } // equals と矛盾しないように適切に定義
}
```

次に、この Item の配列に対して Arrays.sort（プロ II 教科書 6.6.1 参照）と Arrays.binarySearch（各自調べる）という静的メソッドを適用させて、2.と同じ結果を得るプログラムを作成せよ。

6. 【発展】配列を「自然な順序」以外の方法で整列・探索したい場合、まず、要素同士の新しい比較方法を定義するために java.util.Comparator インタフェースを実装したクラスを作る。以下に例を示す。

```
class ItemComparator implements Comparator<Item> { // Item の比較方法のクラスの実装例
    @Override
    public int compare(Item a, Item b) { // aの方が先の順序なら負、同じなら 0、後なら正
        return b.code - a.code; // 通常とは逆に品番の大きい順を整列順序とする例
    }
}
```

そして、Arrays.sort(items, new ItemComparator()) などとして、定義した Comparator クラスのインスタンスを追加の引数として整列・探索のメソッドに渡す。この機能を利用して、Item の配列を品番ではなく、品名で並べ替え、品名で探索するプログラムを作成せよ。

7. 【発展】ArrayList に対しては、java.util.Arrays のメソッドは使えないが、java.util.Collections が提供する Collections.sort および Collections.binarySearch が同様な方法で使える。これらを用いて 4.と同様の処理を行うプログラムを ArrayList<Item>を用いて作成し、動作を確認せよ。

8. 【発展】以下のプログラムは、効率的な文字列探索アルゴリズムであるボイヤー・ムーア法（簡易版）の例である。このアルゴリズムの特徴は、探索文字列の後ろから文字比較を行うことによって、不一致だった場合に探索位置を大きくスキップできることである。このアルゴリズムと 1. のアルゴリズムの文字比較回数を比べるために、それぞれのプログラムの /* ★ */ の if 文の **前** に実行回数を数える処理を加え、それを最後に表示させるように改造せよ。さらに、ある程度長い英文テキストを使って回数を比較してみよ。

```
public class Main {

    // 日本語にも対応するため、マスクをかけて文字コードの下位 8 ビットだけ抽出して利用する
    final static int BITMASK = 0xff;

    // あらかじめ、テキストと探索文字列を比較中に、照合された文字が異なっていた場合、
    // テキスト側の文字から判断して、探索位置を何文字スキップできるか表にしておく
    public static int[] makeSkipTable(String pattern) {
        int len = pattern.length();
        int[] skipTable = new int[BITMASK + 1]; // 256 文字分の表

        // 探索文字列に含まれない文字の場合、探索文字列の長さの分だけ探索位置をスキップ
        for (int i = 0; i <= BITMASK; i++)
            skipTable[i] = len;

        // 探索文字列に含まれる文字の場合、その文字の位置が合うように探索位置をスキップ
        for (int i = 0; i < len - 1; i++) {
            int code = pattern.charAt(i) & BITMASK;
            skipTable[code] = len - i - 1;
        }

        return skipTable;
    }

    // ボイヤー・ムーア法（簡易版）による文字列探索
    public static int findStringBM(String text, String key) {

        // あらかじめ探索文字列からスキップ表を作成して準備しておく
        int[] skipTable = makeSkipTable(key);
        int n = text.length();
        int m = key.length();

        int i = 0;
        while (i <= n - m) {
            // 探索文字列の末尾の文字（m 文字目）から前に 1 文字ずつ照合していく
            int k;
            for (k = m - 1; k >= 0; k--) {
                // テキストから照合位置の文字を取り出し、探索文字列の対応位置の文字と比較する
                int code = text.charAt(i + k);
                if (code != key.charAt(k)) { /* ★ */
                    // 文字が合わなかった場合、その文字からスキップ量を調べる
                    i += skipTable[code & BITMASK];
                    break;
                }
            }
            if (k < 0) return i;
        }
        return -1;
    }

    public static void main(String[] args) {
        String text = "Tamagawa Gakuen Kogakubu";
        System.out.println(findStringBM(text, "gawa"));
        System.out.println(findStringBM(text, "ken"));
        System.out.println(findStringBM(text, "gaku"));
        System.out.println(findStringBM("T a m a g a w a   G a k u e n", "g a w a"));
    }
}
```