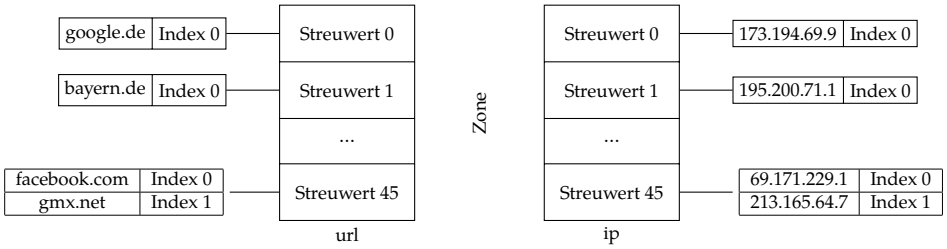
Aufgabe 6 Streutabellen (Hash-Tables)

Um die URL (zum Beispiel google.de) und die zugehörige IP des Servers (hier 173.194.69.9) zu verwalten, werden Streutabellen verwendet, die eine bestimmte Zone von Adressen abbilden. Die Streutabellen werden als zwei dynamische Arrays (in Java: ArrayLists) realisiert. Kollisionen innerhalb einer Zone werden ebenfalls in dynamischen Arrays verwaltet.



Um zu einer URL die IP zu finden, berechnet man zunächst mittels der Funktion `hash()` den entsprechenden Streuwert, entnimmt dann den Index der Tabelle URL und sucht schließlich an entsprechender Stelle in der Tabelle IP die IP-Adresse.

(a) Erläutern Sie am vorgestellten Beispiel, wie ein Hash-Verfahren zum Speichern großer Datenmengen prinzipiell funktioniert und welche Voraussetzungen und Bedingungen daran geknüpft sind.

(b) Nun implementieren Sie Teile dieser IP- und URL-Verwaltung in einer objektorientierten Sprache Ihrer Wahl. Verwenden Sie dabei die folgende Klasse (die Vorgaben sind in der Sprache Java gehalten):

```
1  class Zone {
2  private ArrayList<ArrayList<String>> urlList =
3    new ArrayList<ArrayList<String>>();
4  private ArrayList<ArrayList<String>> ipList =
5    new ArrayList<ArrayList<String>>();
6  public int hash(String url) {/* calculates hash-value h, >=0 */}
7  }
```

(i) Prüfen Sie in einer Methode `boolean exists(int h)` der Klasse `zone`, ob bereits mindestens ein Eintrag für einen gegebenen Streuwert vorhanden ist. Falls `h` größer ist als die derzeitige Größe der Streutabelle, existiert der Eintrag nicht.

```
56    /**
57     * Prüfe, ob bereits mindestens ein Eintrag für einen gegebenen
      ↪  Streuwert
58     * vorhanden ist. Falls h größer ist als die derzeitige Größe
      ↪  der Streutabelle,
59     * existiert der Eintrag nicht.
60     *
61     * @param h Der Index-Wert, der durch die Hashfunktion erzeugt
      ↪  wird.
62     *
```

```
63      * @return Wahr, wenn in beiden Streutabellen an einer
    ↪  bestimmen Index-Position
64      *         mindestes ein Wert hinterlegt ist, sonst falsch.
65      */
66     boolean exists(int h) {
67       if (urlList.size() - 1 < h || ipList.size() - 1 < h)
68         return false;
69
70       ArrayList<String> urlCollisionList = urlList.get(h);
71       ArrayList<String> ipCollisionList = ipList.get(h);
72       if (urlCollisionList.size() == 0 || ipCollisionList.size() ==
    ↪  0)
73         return false;
74
75       return true;
76     }
```

(ii) Die Methode `int getIndex (string url, ArrayList<String> urlList)` soll den Index einer URL in der Kollisionsliste berechnen. Ist die URL in der Kollisionsliste nicht vorhanden, soll `-1` zurückgeliefert werden.

```
68         return false;
69
70       ArrayList<String> urlCollisionList = urlList.get(h);
71       ArrayList<String> ipCollisionList = ipList.get(h);
72       if (urlCollisionList.size() == 0 || ipCollisionList.size() ==
    ↪  0)
73         return false;
74
75       return true;
76     }
77
78     /**
79      * Berechne den Index einer URL in der Kollisionsliste. Ist die
    ↪  URL in der
80      * Kollisionsliste nicht vorhanden, soll -1 zurückgeliefert
    ↪  werden.
81      */
82     int getIndex(String url, ArrayList<String> urlList) {
83       for (int i = 0; i < urlList.size(); i++) {
84         if (urlList.get(i).equals(url))
85           return i;
86       }
87       return -1;
88     }
```

(iii) Ergänzen Sie die Klasse Zone um eine Methode `String lookup (String url)`, die in der Streutabelle die IP-Adresse zur `url` zurückgibt. Wird eine nicht vorhandene Adresse abgerufen, wird eine Fehlermeldung zurückgegeben.

```
90     /**
91      * Gib in der Streutabelle die IP-Adresse zurück. Wird eine
    ↪  nicht vorhandene
92      * Adresse abgerufen, wird eine Fehlermeldung zurückgegeben.
93      *
94      * @param url Die gesuchte URL.
95      *
96      * @return Die entsprechende IP-Adresse.
```

```
97      */
98     String lookup(String url) {
99       int h = hash(url);
100      int collisionIndex = getIndex(url, urlList.get(h));
101      if (collisionIndex == -1)
102        return
           ↪ "Die URL kannte nicht in der Tabelle gefunden werden";
103      return ipList.get(h).get(collisionIndex);
104    }
```

Additum

Komplette Java-Datei

```
3  import java.util.ArrayList;
4
5  class Zone {
6
7    private ArrayList<ArrayList<String>> urlList = new
       ↪ ArrayList<ArrayList<String>>();
8
9    private ArrayList<ArrayList<String>> ipList = new
       ↪ ArrayList<ArrayList<String>>();
10
11   /**
12    * Der Konstruktor initialisert die Streutabellen mit 46 Buckets, damit
    ↪ wir den
13    * Code testen können.
14    */
15   public Zone() {
16     for (int i = 0; i <= 45; i++) {
17       urlList.add(new ArrayList<String>());
18       ipList.add(new ArrayList<String>());
19     }
20   }
21
22   /**
23    * Diese Methode wird zum Testen der Methode getIndex gebraucht.
24    */
25   public ArrayList<String> getUrlCollisionList(int h) {
26     return urlList.get(h);
27   }
28
29   /**
30    * Nicht wirklich eine Hashfunktion. Gibt die Werte wie im Schaubild
    ↪ zurück.
31    * Diese Methode muss nicht implementiert werden. Sie ist nur dazu da, um
    ↪ die
32    * Code testen zu können.
33    *
34    * @param url Eine URL.
35    *
36    * @return Ein Hashwert, der größer gleich 0 ist.
37    */
38   public int hash(String url) {
39     /* calculates hash-value h, >=0 */
40     switch (url) {
41       case "google.de":
```

```
42          return 0;
43
44        case "bayern.de":
45          return 1;
46
47        case "facebook.com":
48        case "gmx.net":
49          return 45;
50
51        default:
52          return 42;
53      }
54    }
55
56    /**
57     * Prüfe, ob bereits mindestens ein Eintrag für einen gegebenen Streuwert
58     * vorhanden ist. Falls h größer ist als die derzeitige Größe der
   ↪  Streutabelle,
59     * existiert der Eintrag nicht.
60     *
61     * @param h Der Index-Wert, der durch die Hashfunktion erzeugt wird.
62     *
63     * @return Wahr, wenn in beiden Streutabellen an einer bestimmen
   ↪  Index-Position
64     *         mindestes ein Wert hinterlegt ist, sonst falsch.
65     */
66    boolean exists(int h) {
67      if (urlList.size() - 1 < h || ipList.size() - 1 < h)
68        return false;
69
70      ArrayList<String> urlCollisionList = urlList.get(h);
71      ArrayList<String> ipCollisionList = ipList.get(h);
72      if (urlCollisionList.size() == 0 || ipCollisionList.size() == 0)
73        return false;
74
75      return true;
76    }
77
78    /**
79     * Berechne den Index einer URL in der Kollisionsliste. Ist die URL in der
80     * Kollisionsliste nicht vorhanden, soll -1 zurückgeliefert werden.
81     */
82    int getIndex(String url, ArrayList<String> urlList) {
83      for (int i = 0; i < urlList.size(); i++) {
84        if (urlList.get(i).equals(url))
85          return i;
86      }
87      return -1;
88    }
89
90    /**
91     * Gib in der Streutabelle die IP-Adresse zurück. Wird eine nicht
   ↪  vorhandene
92     * Adresse abgerufen, wird eine Fehlermeldung zurückgegeben.
93     *
94     * @param url Die gesuchte URL.
95     *
96     * @return Die entsprechende IP-Adresse.
97     */
98    String lookup(String url) {
99      int h = hash(url);
```

```
100       int collisionIndex = getIndex(url, urlList.get(h));
101       if (collisionIndex == -1)
102         return "Die URL kannte nicht in der Tabelle gefunden werden";
103       return ipList.get(h).get(collisionIndex);
104     }
105
106     /**
107      * Nicht verlangt. Zum Einfügen von Testwerten gedacht.
108      *
109      * @param url Eine URL.
110      * @param ip  Eine IP-Adresse.
111      */
112     public void addUrl(String url, String ip) {
113       int h = hash(url);
114       urlList.get(h).add(url);
115       ipList.get(h).add(ip);
116     }
117
118     public static void main(String[] args) {
119       Zone zone = new Zone();
120       zone.addUrl("google.de", "173.194.69.9");
121       zone.addUrl("bayern.de", "195.200.71.1");
122       zone.addUrl("facebook.com", "69.171.229.1");
123       zone.addUrl("gmx.net", "213.165.64.7");
124     }
125   }
```

Test-Datei

```
3   import static org.junit.Assert.assertEquals;
4
5   import java.util.ArrayList;
6
7   import org.junit.Test;
8   import org.junit.Before;
9
10  public class ZoneTest {
11
12    Zone zone;
13
14    @Before
15    public void legeZoneAn() {
16      zone = new Zone();
17      zone.addUrl("google.de", "173.194.69.9");
18      zone.addUrl("bayern.de", "195.200.71.1");
19      zone.addUrl("facebook.com", "69.171.229.1");
20      zone.addUrl("gmx.net", "213.165.64.7");
21    }
22
23    @Test
24    public void methodExists() {
25      assertEquals(true, zone.exists(0));
26      assertEquals(true, zone.exists(1));
27      assertEquals(false, zone.exists(2));
28      assertEquals(true, zone.exists(45));
29      assertEquals(false, zone.exists(46));
30    }
31
32    @Test
```

```
33    public void methodGetIndex() {
34      ArrayList<String> urlCollisionList = zone.getUrlCollisionList(45);
35      assertEquals(0, zone.getIndex("facebook.com", urlCollisionList));
36      assertEquals(1, zone.getIndex("gmx.net", urlCollisionList));
37      assertEquals(-1, zone.getIndex("bschlangaul.org", urlCollisionList));
38    }
39
40    @Test
41    public void methodLookup() {
42      assertEquals("173.194.69.9", zone.lookup("google.de"));
43      assertEquals("195.200.71.1", zone.lookup("bayern.de"));
44      assertEquals("69.171.229.1", zone.lookup("facebook.com"));
45      assertEquals("213.165.64.7", zone.lookup("gmx.net"));
46      assertEquals("Die URL kannte nicht in der Tabelle gefunden werden",
        ↪  zone.lookup("bschlangaul.org"));
47    }
48  }
```