

6. 探索とソートの補足

- ハッシュ表においてハッシュ値が等しい要素を扱う方法として、チェイン法のほかに開番地法 (open addressing, オープン法などともいう) がある。開番地法では、リストを使わず、ハッシュ表そのものに要素を格納する。
要素の追加の際、ハッシュ値を計算し、ハッシュ表の対応する場所に要素が入っていないならばその場所に格納する。要素が入っていた場合は次の場所を調べ、要素が入っていないならばその場所に格納する。以下同様に繰り返す。
要素の削除の際は、ハッシュ表の対応する場所に「削除済み」の印を付ける。要素の探索の際には、「削除済み」の場所は飛ばして次を調べる。
- シェルソート (Shell's sort) は、挿入ソートを応用したソートアルゴリズムである。狭義単調減少な自然数の列 h_1, h_2, \dots, h_k を固定する。ただし、 $h_k = 1$ とする。ソートする列を $a[1], a[2], \dots, a[n]$ とすると、シェルソートのアルゴリズムは次のように書ける。

```

for  $i \leftarrow 1, 2, \dots, k$  do
  for  $j \leftarrow 1, 2, \dots, h_i$  do
    部分列  $a[j], a[j + h_i], a[j + 2h_i], \dots$  を挿入ソートでソートする
  end for
end for

```

数列 $\{h_i\}$ としては、例えば、 $h_k = 1$, $h_{i-1} = 3h_i + 1$ で定まるものが使われる。このとき、比較回数は最悪で $O(n^{3/2})$ であることが知られている。

問題

(解答に際して、その問題より前にある問題の結果を用いてもよい。)

以下、開番地法を用いたハッシュ表を考え、ハッシュ関数は文字列の文字数をハッシュ値として返すものとする。また、ハッシュ表の大きさは 7 であり、1 から 7 までの整数で位置を指定するものとする。

- 6-1. 空のハッシュ表に対し、次のように insert (要素の追加) を行ったとき、最終的なハッシュ表を図示せよ。

insert(NEZUMI) \rightarrow insert(USHI) \rightarrow insert(TORA) \rightarrow insert(USAGI)

6-2. 空のハッシュ表に対し，次のように insert (要素の追加) と delete (要素の削除) を行ったとき，最終的なハッシュ表を図示せよ．

insert(USHI) → insert(TORA) → insert(USAGI) →
insert(RYU) → insert(HEBI) → delete(USHI)

6-3. 空のハッシュ表に対し，次のように insert (要素の追加) と delete (要素の削除) を行ったとき，最終的なハッシュ表を図示せよ．

insert(RYU) → insert(HEBI) → insert(UMA) →
insert(HITSUJI) → insert(SARU) → delete(HEBI)

6-4. 空のハッシュ表に対し，次のように insert (要素の追加) と delete (要素の削除) を行ったとき，最終的なハッシュ表を図示せよ．また，このハッシュ表で HEBI を探索したとき，表内の何か所を調べる必要があるか？

insert(NEZUMI) → insert(USHI) → insert(TORA) →
insert(USAGI) → insert(RYU) → insert(HEBI) → delete(TORA)

6-5. 次の整数列 (*) をシェルソートによって昇順にソートし，その経過を図示せよ．ただし，数列 $\{h_i\}$ として， $h_1 = 4$ ， $h_2 = 1$ を用いるとする．

68, 63, 92, 93, 51, 98, 90, 28 (*)

6-6. 整数列 (*) をシェルソートによって昇順にソートし，その経過を図示せよ．ただし，数列 $\{h_i\}$ として， $h_1 = 7$ ， $h_2 = 3$ ， $h_3 = 1$ を用いるとする．

6-7. 整数列 (*) を挿入ソートでソートした場合と，シェルソート ($h_1 = 4$ ， $h_2 = 1$) でソートした場合の比較回数をそれぞれ求め，どちらが少ないか比較せよ．

6-8. 数列 $\{h_i\}$ として， $h_1 = 4$ ， $h_2 = 1$ を用いるとき，シェルソートは安定か？ 安定であればそれを示し，安定でなければ元の順序を保たない例を挙げよ．