

# 第九讲 排序（上）

浙江大学 陈 越

## 9.2 希尔排序 ( by Donald Shell )



## 举个例子

81	94	11	96	12	35	17	95	28	58	41	75	15
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

5-间隔

35	17	11	28	12	41	75	15	96	58	81	94	95
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

3-间隔

28	12	11	35	15	41	58	17	94	75	81	96	95
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

1-间隔

11	12	15	17	28	35	41	58	75	81	94	95	96
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

- 定义增量序列  $D_M > D_{M-1} > \dots > D_1 = 1$
- 对每个  $D_k$  进行“ $D_k$ -间隔”排序 ( $k = M, M-1, \dots, 1$ )
- 注意: “ $D_k$ -间隔”有序的序列, 在执行“ $D_{k-1}$ -间隔”排序后, 仍然是“ $D_k$ -间隔”有序的

# 希尔增量序列

- 原始希尔排序  $D_M = \lfloor N/2 \rfloor, D_k = \lfloor D_{k+1}/2 \rfloor$

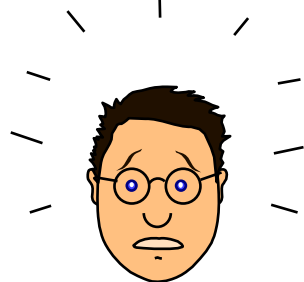
```
void Shell_sort( ElementType A[], int N )
{   for ( D=N/2; D>0; D/=2 ) { /* 希尔增量序列 */
    for ( P=D; P<N; P++ ) { /* 插入排序 */
        Tmp = A[P];
        for ( i=P; i>=D && A[i-D]>Tmp; i-=D )
            A[i] = A[i-D];
        A[i] = Tmp;
    }
}
}
```

最坏情况:  $T = \Theta(N^2)$



## 举个坏例子

	1	9	2	10	3	11	4	12	5	13	6	14	7	15	8	16
8-间隔	1	9	2	10	3	11	4	12	5	13	6	14	7	15	8	16
4-间隔	1	9	2	10	3	11	4	12	5	13	6	14	7	15	8	16
2-间隔	1	9	2	10	3	11	4	12	5	13	6	14	7	15	8	16
1-间隔	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16



增量元素不互质，则小增量可能根本不起作用。

# 更多增量序列

## ■ Hibbard 增量序列

- $D_k = 2^k - 1$  — 相邻元素互质
- 最坏情况:  $T = \Theta(N^{3/2})$
- 猜想:  $T_{avg} = O(N^{5/4})$

## ■ Sedgewick 增量序列

- $\{1, 5, 19, 41, 109, \dots\}$   
—  $9 \times 4^i - 9 \times 2^i + 1$  或  $4^i - 3 \times 2^i + 1$
- 猜想:  $T_{avg} = O(N^{7/6})$ ,  $T_{worst} = O(N^{4/3})$