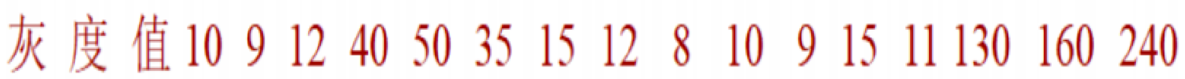
图像灰度压缩

一幅4*4的图像, 灰度值序列如下.请根据课堂上所讲代码,写出构造解的S数组、l数组和b数组, 追踪解的S数组. 需要体现做题过程,如:每一轮i的循环写出内部j循环的前两次和最后两次, 内部循环少于等于四次的需要全部j的计算过程



灰度值	10	9	12	40	50	35	15	12	8	10	9	15	11	130	160	240

构造阶段的b数组

已知灰度值序列为 `10 9 12 40 50 35 15 12 8 10 9 15 11 130 160 240`，共 `n = 16` 个元素。根据 `length` 函数：

- `b[1] = length(10)`：
  - `i = 10 / 2 = 5`， `k = 2`；
  - `i = 5 / 2 = 2`， `k = 3`；
  - `i = 2 / 2 = 1`， `k = 4`；
  - `i = 1 / 2 = 0`，返回 `k = 4`。
- `b[2] = length(9)`：
  - `i = 9 / 2 = 4`， `k = 2`；
  - `i = 4 / 2 = 2`， `k = 3`；
  - `i = 2 / 2 = 1`， `k = 4`；
  - `i = 1 / 2 = 0`，返回 `k = 4`。
- `b[3] = length(12)`：
  - `i = 12 / 2 = 6`， `k = 2`；
  - `i = 6 / 2 = 3`， `k = 3`；
  - `i = 3 / 2 = 1`， `k = 4`；
  - `i = 1 / 2 = 0`，返回 `k = 4`。
- `b[4] = length(40)`：
  - `i = 40 / 2 = 20`， `k = 2`；
  - `i = 20 / 2 = 10`， `k = 3`；
  - `i = 10 / 2 = 5`， `k = 4`；
  - `i = 5 / 2 = 2`， `k = 5`；
  - `i = 2 / 2 = 1`， `k = 6`；
  - `i = 1 / 2 = 0`，返回 `k = 6`。
- `b[5] = length(50)`：
  - `i = 50 / 2 = 25`， `k = 2`；
  - `i = 25 / 2 = 12`， `k = 3`；
  - `i = 12 / 2 = 6`， `k = 4`；
  - `i = 6 / 2 = 3`， `k = 5`；

  - `i = 3 / 2 = 1` ， `k = 6` ；
  - `i = 1 / 2 = 0` ，返回 `k = 6` 。

……

- `b[16] = length(240)`：
  - `i = 240 / 2 = 120` ， `k = 2` ；
  - `i = 120 / 2 = 60` ， `k = 3` ；
  - `i = 60 / 2 = 30` ， `k = 4` ；
  - `i = 30 / 2 = 15` ， `k = 5` ；
  - `i = 15 / 2 = 7` ， `k = 6` ；
  - `i = 7 / 2 = 3` ， `k = 7`；
  - `i = 3 / 2 = 1` ， `k = 8`；
  - `i = 1 / 2 = 0` ， 返回`k = 8`。

以此类推，计算出完整的 `b` 数组：`b = [0, 4, 4, 4, 6, 6, 6, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 8, 8, 8]`，索引从`0`开始

构造阶段的 `s` 数组和 `l` 数组

最终结果:

`s[]=15 19 23 35 41 47 53 59 65 71 77 82 86 105 113 121`，索引从1开始

`l[]:1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 6 7 1 2 3`，索引从1开始

步骤:

初始化：`Lmax = 256` ， `header = 11` ， `s[0] = 0`

- `i=1`时，`b[i]=4`,`bmax=4`,`s[1]=s[0]+bmax=4;l[1]=1;s[1]+=header=15`
  - `i=1<j=2`不进入内层循环

- `i=2`时，`b[i]=4`,`bmax=4`,`s[2]=s[1]+bmax=19;l[2]=1`
  - j=2
    - `bmax=4 == b[i-j+1]=b[1]=4` 不更新`bmax`,
    - `s[2]=19 > s[0] + j * bmax=0+2*4=8`,
    - 所以`s[2]=s[0] + j * bmax=2*4=8`,`l[2]=2`,
    - `s[2]+=header=19`

- `i=3`时，`b[i]=4`,`bmax=4`,`s[3]=s[2]+bmax=19+4=23;l[3]=1`
  - j=2
    - `bmax=4 == b[i-j+1]=b[2]=4`不更新`bmax`,
    - `s[3]=23 == s[1] + j * bmax=15+2*4=23`,不更新`s[3]`、`l[3]`

    - j=3
        - `bmax=4 == b[i-j+1]=b[1]=4`不更新`bmax`,
        - `s[3]=23 > s[0] + j * bmax=0+2*4=8`,
        - 所以`s[3]=s[0] + j * bmax=3*4=12`,`l[3]=3`
        - `s[3]+=header=12+11=23`

- `i=4`时， `b[i]=6`,`bmax=6`,`s[4]=s[3]+bmax=23+6=29;l[4]=1`
    - j=2
        - `bmax=6 > b[i-j+1]=b[3]=4`不更新`bmax`,
        - `s[4]=29 < s[2] + j * bmax=19+2*6=41`,不更新`s[4]、l[4]`
    - j=3
        - `bmax=6 > b[i-j+1]=b[2]=4`不更新`bmax`,
        - `s[4]=29 > s[1] + j * bmax=15+3*6=33`,
        - 所以`s[4]=s[1] + j * bmax=33`,`l[4]=3`
    - j=4
        - `bmax=6 > b[i-j+1]=b[1]=4`不更新`bmax`,
        - `s[4]=33 > s[0] + j * bmax=0+2*4=8`,
        - 所以`s[3]=s[0] + j * bmax=3*4=12`,`l[3]=3`
        - `s[3]+=header=12+11=23`

- `i = 5`时， `b[5] = 6`,`bmax = 6`， `s[5] = s[4] + bmax = 35 + 6 = 41`， `l[5] = 1`
    - j = 2
        - `b[i - j + 1] = b[4] = 6` → `bmax = max(6, 6) = 6`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[3] + 2 * 6 = 23 + 12 = 35`
        - 由于 `35 < 41` → 更新 `s[5] = 35`， `l[5] = 2`
    - j = 3
        - `b[i - j + 1] = b[3] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[2] + 3 * 6 = 19 + 18 = 37`
        - 由于 `37 > 35` → 不更新
    - j = 4
        - `b[i - j + 1] = b[2] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[1] + 4 * 6 = 15 + 24 = 39`
        - 由于 `39 > 35` → 不更新
    - j = 5
        - `b[i - j + 1] = b[1] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[0] + 5 * 6 = 30`
        - 由于 `30 < 35` → 更新 `s[5] = 30`， `l[5] = 5`

        - `` `s[5] = 30 + 11 = 41 ``
        - l[5] = 5`

- `i = 6`时，`b[6] = 6``bmax = 6`，`s[6] = s[5] + bmax = 41 + 6 = 47`，`l[6] = 1`
    - j = 2
        - `b[i - j + 1] = b[5] = 6` → `bmax = max(6, 6) = 6`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[4] + 2 * 6 = 35 + 12 = 47`
        - 由于`47 == 47` → 不更新
    - j = 3
        - `b[i - j + 1] = b[4] = 6` → `bmax = max(6, 6) = 6`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[3] + 3 * 6 = 23 + 18 = 41`
        - 由于`41 < 47` → 更新`s[6] = 41`，`l[6] = 3`

......

    - j = 5
        - `b[i - j + 1] = b[2] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[1] + 5 * 6 = 15 + 30 = 45`
        - 由于`45 > 41` → 不更新
    - j = 6
        - `b[i - j + 1] = b[1] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[0] + 6 * 6 = 36`
        - 由于`36 < 41` → 更新`s[6] = 36`，`l[6] = 6`
        - `s[6] = 36 + 11 = 47`
        - `l[6] = 6`

- `i = 7`时，`b[7] = 4`，`bmax = 4`，`s[7] = s[6] + bmax = 47 + 4 = 51`，`l[7] = 1`
    - j = 2
        - `b[i - j + 1] = b[6] = 6` → `bmax = max(4, 6) = 6`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[5] + 2 * 6 = 41 + 12 = 53`
        - 由于`53 > 51` → 不更新
    - j = 3
        - `b[i - j + 1] = b[5] = 6` → `bmax = max(4, 6) = 6`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[4] + 3 * 6 = 35 + 18 = 53`
        - 由于`53 > 51` → 不更新

......

  - j = 6
    - `b[i - j + 1] = b[2] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
    - `s[i - j] + j * bmax = s[1] + 6 * 6 = 15 + 36 = 51`
    - 由于 `51 > 47` → 不更新
  - j = 7
    - `b[i - j + 1] = b[1] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
    - `s[i - j] + j * bmax = s[0] + 7 * 6 = 42`
    - 由于 `42 < 47` → 更新 `s[7] = 42`，`l[7] = 7`
    - `s[7] = 42 + 11 = 53`
    - `l[7] = 7`

- `i = 8`时，`b[8] = 4`，`bmax = 4`，`s[8] = s[7] + bmax = 53 + 4 = 57`，`l[8] = 1`

  - j = 2
    - `b[i - j + 1] = b[7] = 4` → `bmax = max(4, 4) = 4`
    - `s[i - j] + j * bmax = s[6] + 2 * 4 = 47 + 8 = 55`
    - 由于 `55 < 57` → 更新 `s[8] = 55`，`l[8] = 2`
  - j = 3
    - `b[i - j + 1] = b[6] = 6` → `bmax = max(4, 6) = 6`
    - `s[i - j] + j * bmax = s[5] + 3 * 6 = 41 + 18 = 59`
    - 由于 `59 > 55` → 不更新

......

- j = 7
  - `b[i - j + 1] = b[2] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
  - `s[i - j] + j * bmax = s[1] + 7 * 6 = 15 + 42 = 57`
  - 由于 `57 > 53` → 不更新
- j = 8
  - `b[i - j + 1] = b[1] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
  - `s[i - j] + j * bmax = s[0] + 8 * 6 = 48`
  - 由于 `48 < 53` → 更新 `s[8] = 48`，`l[8] = 8`
  - `s[8] = 48 + 11 = 59`
  - `l[8] = 8`

- `i = 9`时`b[9] = 4`，`bmax = 4`，`s[9] = s[8] + bmax = 59 + 4 = 63`，`l[9] = 1`

    - j = 2
        - `b[i - j + 1] = b[8] = 4` → `bmax = max(4, 4) = 4`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[7] + 2 * 4 = 53 + 8 = 61`
        - 由于`61 < 63` → 更新`s[9] = 61`，`l[9] = 2`
    - j = 3
        - `b[i - j + 1] = b[7] = 4` → `bmax = max(4, 4) = 4`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[6] + 3 * 4 = 47 + 12 = 59`
        - 由于`59 < 61` → 更新`s[9] = 59`，`l[9] = 3`

......

    - j = 8
        - `b[i - j + 1] = b[2] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[1] + 8 * 6 = 15 + 48 = 63`
        - 由于`63 > 59` → 不更新
    - j = 9
        - `b[i - j + 1] = b[1] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[0] + 9 * 6 = 54`
        - 由于`54 < 59` → 更新`s[9] = 54`，`l[9] = 9`
        - `s[9] = 54 + 11 = 65`
        - `l[9] = 9`

- `i = 10`时，`b[10] = 4`，`bmax = 4`，`s[10] = s[9] + bmax = 65 + 4 = 69`，`l[10] = 1`

    - j = 2
        - `b[i - j + 1] = b[9] = 4` → `bmax = max(4, 4) = 4`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[8] + 2 * 4 = 59 + 8 = 67`
        - 由于`67 < 69` → 更新`s[10] = 67`，`l[10] = 2`
    - j = 3
        - `b[i - j + 1] = b[8] = 4` → `bmax = max(4, 4) = 4`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[7] + 3 * 4 = 53 + 12 = 65`
        - 由于`65 < 67` → 更新`s[10] = 65`，`l[10] = 3`

......

    - j = 9
        - `b[i - j + 1] = b[2] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`

        - `s[i - j] + j * bmax = s[1] + 9 * 6 = 15 + 54 = 69`
        - 由于 `69 > 63` → 不更新
    - j = 10
        - `b[i - j + 1] = b[1] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[0] + 10 * 6 = 60`
        - 由于 `60 < 63` → 更新 `s[10] = 60`， `l[10] = 10``
        - `s[10] = 60 + 11 = 71`
        - `l[10] = 10`

- `i = 11`时,`b[11] = 4`， `bmax = 4`， `s[11] = s[10] + bmax = 71 + 4 = 75`， `l[11] = 1`

    - j = 2
        - `b[i - j + 1] = b[10] = 4` → `bmax = max(4, 4) = 4`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[9] + 2 * 4 = 65 + 8 = 73`
        - 由于 `73 < 75` → 更新 `s[11] = 73`， `l[11] = 2`
    - j = 3
        - `b[i - j + 1] = b[9] = 4` → `bmax = max(4, 4) = 4`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[8] + 3 * 4 = 59 + 12 = 71`
        - 由于 `71 < 73` → 更新 `s[11] = 71`， `l[11] = 3`

      ......

    - j = 10
        - `b[i - j + 1] = b[2] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[1] + 10 * 6 = 15 + 60 = 75`
        - 由于 `75 > 67` → 不更新
    - j = 11
        - `b[i - j + 1] = b[1] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[0] + 11 * 6 = 66`
        - 由于 `66 < 67` → 更新 `s[11] = 66`， `l[11] = 11`
        - `s[11] = 66 + 11 = 77`
        - `l[11] = 11`

- `i = 12`时， `b[12] = 4`， `bmax = 4`， `s[12] = s[11] + bmax = 77 + 4 = 81`， `l[12] = 1`

    - j = 2
        - `b[i - j + 1] = b[11] = 4` → `bmax = max(4, 4) = 4`

    - `s[i - j] + j * bmax = s[10] + 2 * 4 = 71 + 8 = 79`
    - 由于 `79 < 81` → 更新 `s[12] = 79`，`l[12] = 2`
  - j = 3
    - `b[i - j + 1] = b[10] = 4` → `bmax = max(4, 4) = 4`
    - `s[i - j] + j * bmax = s[9] + 3 * 4 = 65 + 12 = 77`
    - 由于 `77 < 79` → 更新 `s[12] = 77`，`l[12] = 3`

......

  - j = 11
    - `b[i - j + 1] = b[2] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
    - `s[i - j] + j * bmax = s[1] + 11 * 6 = 15 + 66 = 81`
    - 由于 `81 > 71` → 不更新
  - j = 12
    - `b[i - j + 1] = b[1] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
    - `s[i - j] + j * bmax = s[0] + 12 * 6 = 72`
    - 由于 `72 > 71` → 不更新
    - `s[12] = 71 + 11 = 82`
    - `l[12] = 6`

- `i=13`时，`b[13] = 4`，`bmax = 4`，`s[13] = s[12] + bmax = 82 + 4 = 86`,`l[13] = 1`

  - j = 2
    - `b[i - j + 1] = b[12] = 4` → `bmax = max(4, 4) = 4`
    - `s[i - j] + j * bmax = s[11] + 2 * 4 = 77 + 8 = 85`
    - 由于 `85 < 86` → 更新 `s[13] = 85`，`l[13] = 2`
  - j = 3
    - `b[i - j + 1] = b[11] = 4` → `bmax = max(4, 4) = 4`
    - `s[i - j] + j * bmax = s[10] + 3 * 4 = 71 + 12 = 83`
    - 由于 `83 < 85` → 更新 `s[13] = 83`，`l[13] = 3`

......

  - j = 12
    - `b[i - j + 1] = b[2] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`
    - `s[i - j] + j * bmax = s[1] + 12 * 6 = 15 + 72 = 87`
    - 由于 `87 > 75` → 不更新
  - j = 13
    - `b[i - j + 1] = b[1] = 4` → `bmax = max(6, 4) = 6`

        - `s[i - j] + j * bmax = s[0] + 13 * 6 = 78`
        - 由于 `78 > 75` → 不更新
        - `s[13] = 75 + 11 = 86`
        - `l[13] = 7`

- `i=14`时，`b[14] = 8`，`bmax = 8`，`s[14] = s[13] + bmax = 86 + 8 = 94`，`l[14] = 1`
    - j = 2
        - `b[i - j + 1] = b[13] = 4` → `bmax = max(8, 4) = 8`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[12] + 2 * 8 = 82 + 16 = 98`
        - 由于 `98 > 94` → 不更新
    - j = 3
        - `b[i - j + 1] = b[12] = 4` → `bmax = max(8, 4) = 8`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[11] + 3 * 8 = 77 + 24 = 101`
        - 由于 `101 > 94` → 不更新

    ......

    - j = 13
        - `b[i - j + 1] = b[2] = 4` → `bmax = max(8, 4) = 8`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[1] + 13 * 8 = 15 + 104 = 119`
        - 由于 `119 > 94` → 不更新
    - j = 14
        - `b[i - j + 1] = b[1] = 4` → `bmax = max(8, 4) = 8`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[0] + 14 * 8 = 112`
        - 由于 `112 > 94` → 不更新
        - `s[14] = 94 + 11 = 105`
        - `l[14] = 1`

- `i = 15`时，`b[15] = 8`，`bmax = 8`，`s[15] = s[14] + bmax = 105 + 8 = 113`，`l[15] = 1`
    - j = 2
        - `b[i - j + 1] = b[14] = 8` → `bmax = max(8, 8) = 8`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[13] + 2 * 8 = 86 + 16 = 102`
        - 由于 `102 < 113` → 更新 `s[15] = 102`，`l[15] = 2`
    - j = 3
        - `b[i - j + 1] = b[13] = 4` → `bmax = max(8, 4) = 8`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[12] + 3 * 8 = 82 + 24 = 106`

        - 由于 `106 > 102` → 不更新

......

    - j = 14
        - `b[i - j + 1] = b[2] = 4` → `bmax = max(8, 4) = 8`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[1] + 14 * 8 = 15 + 112 = 127`
        - 由于 `127 > 102` → 不更新
    - j = 15
        - `b[i - j + 1] = b[1] = 4` → `bmax = max(8, 4) = 8`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[0] + 15 * 8 = 120`
        - 由于 `120 > 102` → 不更新
        - `s[15] = 102 + 11 = 113`
        - `l[15] = 2`

- `i=16`时，`b[16] = 8`,`bmax = 8`，`s[16] = s[15] + bmax = 113 + 8 = 121`，`l[16] = 1`
    - j = 2
        - `b[i - j + 1] = b[15] = 8` → `bmax = max(8, 8) = 8`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[14] + 2 * 8 = 105 + 16 = 121`
        - 由于 `121 == 121` → 不更新
    - j = 3
        - `b[i - j + 1] = b[14] = 8` → `bmax = max(8, 8) = 8`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[13] + 3 * 8 = 86 + 24 = 110`
        - 由于 `110 < 121` → 更新 `s[16] = 110`，`l[16] = 3`
    - j = 15
        - `b[i - j + 1] = b[2] = 4` → `bmax = max(8, 4) = 8`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[1] + 15 * 8 = 15 + 120 = 135`
        - 由于 `135 > 110` → 不更新
    - j = 16
        - `b[i - j + 1] = b[1] = 4` → `bmax = max(8, 4) = 8`
        - `s[i - j] + j * bmax = s[0] + 16 * 8 = 128`
        - 由于 `128 > 110` → 不更新
        - `s[16] = 110 + 11 = 121`
        - `l[16] = 3`

追踪解的s数组

已知结果

- `l` 数组：`[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 6, 7, 1, 2, 3]`

计算过程

从 `n = 16` 开始调用 `Traceback` 函数：

1. **初始调用**： `Traceback(16, i, s, l)`
   - 递归调用： `Traceback(16 - l[16], i, s, l)` → `Traceback(13, i, s, l)`
   - 记录： `s[i++] = 13`
2. **递归调用**： `Traceback(13, i, s, l)`
   - 递归调用： `Traceback(13 - l[13], i, s, l)` → `Traceback(6, i, s, l)`
   - 记录： `s[i++] = 6`
3. **递归调用**： `Traceback(6, i, s, l)`
   - 递归调用： `Traceback(6 - l[6], i, s, l)` → `Traceback(0, i, s, l)`
   - 记录： `s[i++] = 0`
4. **终止条件**： `n == 0`， 返回

追踪解的 S 数组

最终 `s` 数组存储的是每个分段的起始位置（按调用顺序逆序记录）：

```
s = [0, 6, 13]
```

结果解释

- `s[0] = 0`：第一个分段从像素 1 开始（0 是前一个位置）
- `s[1] = 6`：第二个分段从像素 7 开始（6 是前一个位置）
- `s[2] = 13`：第三个分段从像素 14 开始（13 是前一个位置）

验证分段方案

- **分段 1**：像素 1-6（长度 6， `bmax = 6`）
- **分段 2**：像素 7-13（长度 7， `bmax = 4`）
- **分段 3**：像素 14-16（长度 3， `bmax = 8`）

Code

```
#include <iostream>
#include <vector>
using namespace std;

// 计算整数的二进制位数
int length(int i)
{
    int k = 1;
    i /= 2;
    while (i > 0)
    {
        k++;
        i /= 2;
    }
    return k;
}
```

```
// 图像压缩函数
void Compress(int n, int p[], int s[], int l[], int b[])
{
    int Lmax = 256, header = 11;
    s[0] = 0;
    for (int i = 1; i <= n; i++)
    {
        b[i] = length(p[i]);
        int bmax = b[i];
        s[i] = s[i - 1] + bmax;
        l[i] = 1;
        for (int j = 2; j <= i && j <= Lmax; j++)
        {
            if (bmax < b[i - j + 1])
                bmax = b[i - j + 1];
            if (s[i] > s[i - j] + j * bmax)
            {
                s[i] = s[i - j] + j * bmax;
                l[i] = j;
            }
        }
        s[i] += header;
    }
}

// 回溯函数，确定最优分段
void Traceback(int n, int &i, int s[], int l[])
{
    if (n == 0)
        return;
    Traceback(n - l[n], i, s, l);
    s[i++] = n - l[n];
}

// 输出压缩结果
void Output(int s[], int l[], int b[], int n)
{
    cout << "图像压缩后的最小空间为: " << s[n] << endl;
    int m = 0;
    Traceback(n, m, s, l);
    s[m] = n;
    cout << "将原灰度序列分成" << m << "段序列段" << endl;
    for (int j = 1; j <= m; j++)
    {
        l[j] = l[s[j]];
        b[j] = b[s[j]];
    }
    for (int j = 1; j <= m; j++)
    {
        cout << "段" << j << ": 长度=" << l[j] << ", 存储位数=" << b[j] << endl;
    }
}

int main()
{
    // 示例灰度值序列（4x4 图像）
    int p[] = {0, 10, 9, 12, 40, 50, 35, 15, 12, 8, 10, 9, 15, 11, 130, 160, 240};
    int n = 16; // 图像像素数

    // 初始化数组
    int *s = new int[n + 1];
    int *l = new int[n + 1];
    int *b = new int[n + 1];

    // 执行压缩
    Compress(n, p, s, l, b);
    // 输出b,s,l数组
    cout << "b数组:" << endl;
    for (int i = 1; i <= n; i++)
    {
        cout << b[i] << " ";
    }
    cout << endl;

    cout << "s数组:" << endl;
    for (int i = 1; i <= n; i++)
    {
        cout << s[i] << " ";
    }
    cout << endl;
    cout << "l数组:" << endl;
    for (int i = 1; i <= n; i++)
    {
        cout << l[i] << " ";
    }
    cout << endl;

    // 输出结果
    Output(s, l, b, n);

    // 释放内存
    delete[] s;
    delete[] l;
    delete[] b;

    return 0;
}
```

Out Put

```
b数组:
4 4 4 6 6 6 4 4 4 4 4 4 4 8 8 8
s数组:
15 19 23 35 41 47 53 59 65 71 77 82 86 105 113 121
l数组:
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 6 7 1 2 3
图像压缩后的最小空间为: 121
将原灰度序列分成3段序列段
段1: 长度=6, 存储位数=6
段2: 长度=7, 存储位数=4
段3: 长度=3, 存储位数=8
```

最终分段

- 段 1：像素 1-6（长度 6，b=6）
- 段 2：像素 7-13（长度 7，b=4）
- 段 3：像素 14-16（长度 3，b=8）

总位数：每段头信息11位

$$(6 \times 6 + 7 \times 4 + 3 \times 8) + 3 \times 11 = 121 \text{ 位}$$