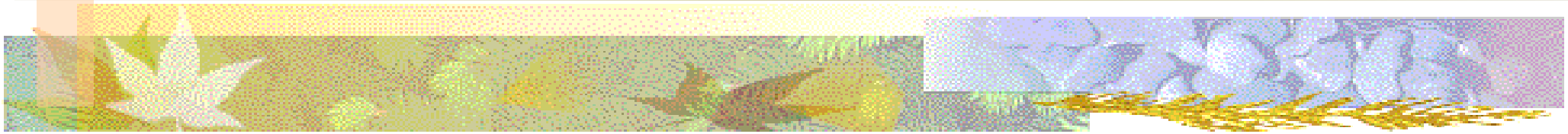
第10章 结构体和共用体

——典型实例：洗发牌模拟



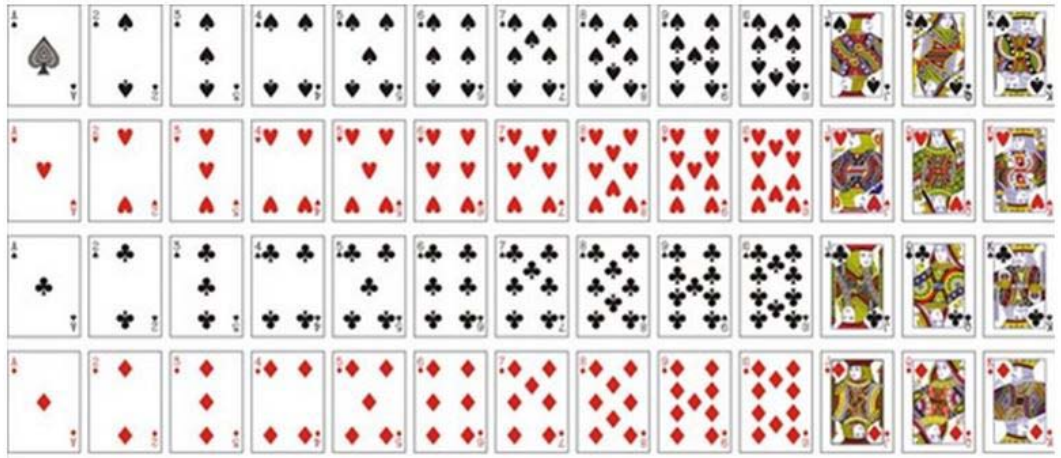
哈尔滨工业大学

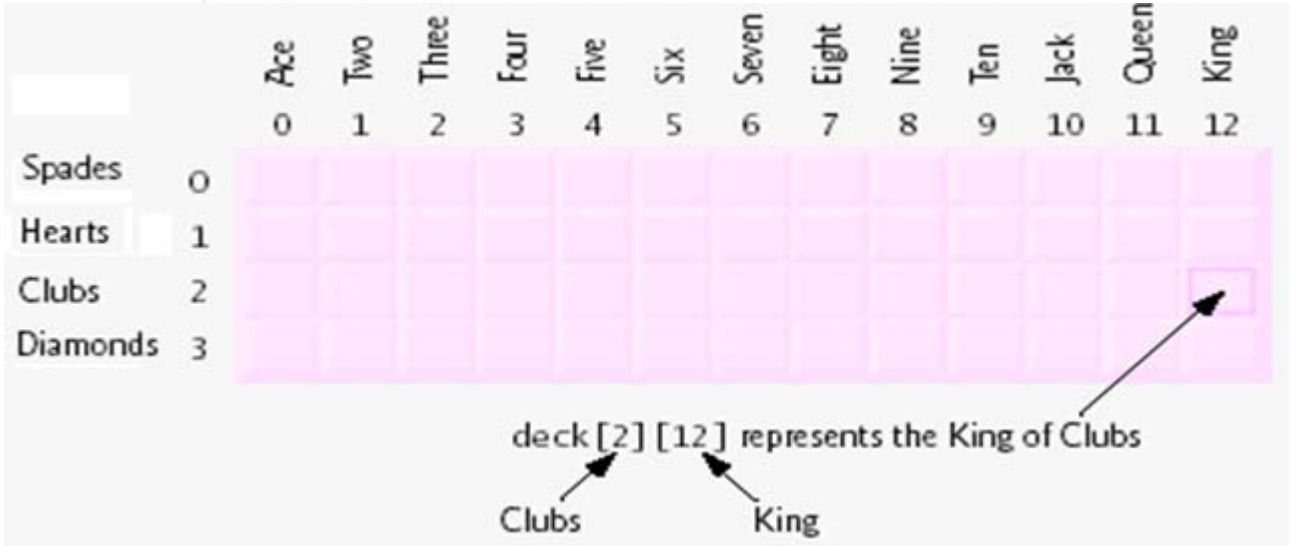
苏小红

sxh@hit.edu.cn

如何表示52张扑克牌？

- 每张牌分为4种花色(Suit)
  - 黑桃(Spades)、红桃(Hearts)、草花(Clubs)、方块(Diamonds)
- 每种花色有13张牌面(Face)
  - A, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, Jack, Queen, King
- 第一种方法
  - 用二维数组
  - deck[4][13];

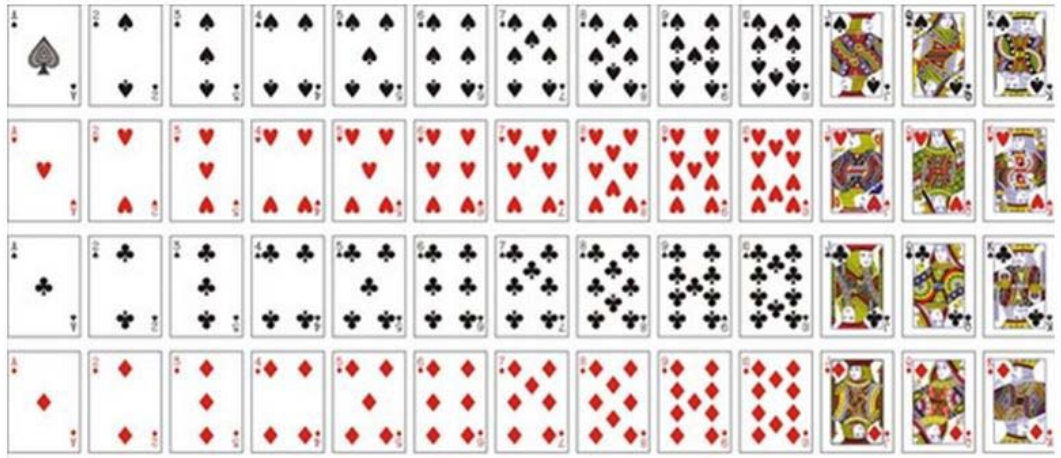




如何表示52张扑克牌？

- 第二种方法
  - 用结构体数组

```
typedef struct
{
    char suit[10];    /*花色*/
    char face[10];    /*牌面*/
}CARD;
CARD card[52];
```



问题：如何表示第1张牌的花色和牌面？

```
card[0].suit
card[0].face
```

如何保存一副扑克牌？

```
typedef struct
{
    char suit[10];    /*花色*/
    char face[10];    /*牌面*/
}CARD;
CARD card[52];
```

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51

i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33…
i/13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2…
i%13	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0	1	2	3	4	5	6	7…

```
int i;
for (i=0; i<52; i++)
{
    strcpy(card[i].suit, pSuit[i/13]);
    strcpy(card[i].face, pFace[i%13]);
}
```

```
char *pSuit[] = {"Spades","Hearts",
                 "Clubs","Diamonds"};
char *pFace[] = {"A","2","3","4","5",
                 "6","7","8","9","10",
                 "Jack","Queen","King"};
```

如何保存一副扑克牌？

```
void FillCard(CARD card[])
{
   char *pSuit[]={"Spades", "Hearts", "Clubs", "Diamonds"};
   char *pFace[]={"A","2","3","4","5","6","7","8","9","10","Jack","Queen","King"};
   int i;
   for (i=0; i<52; i++)
   {
       strcpy(card[i].suit, pSuit[i/13]);
       strcpy(card[i].face, pFace[i%13]);
   }
}
```

```
int i;
for (i=0; i<52; i++)
{
   strcpy(card[i].suit, pSuit[i/13]);
   strcpy(card[i].face, pFace[i%13]);
}
```

```
char *pSuit[] = {"Spades","Hearts",
                 "Clubs","Diamonds"};
char *pFace[] = {"A","2","3","4","5",
                 "6","7","8","9","10",
                 "Jack","Queen","King"};
```

如何发牌？

```
typedef struct
{
    char suit[10];    /*花色*/
    char face[10];    /*牌面*/
}CARD;
CARD card[52];
```

```
//发牌
void Deal(CARD card[])
{
   int i;

   for (i=0; i<52; i++)
   {
      printf("%10s%7s\n", card[i].suit, card[i].face);
   }
}
```

如何设计主函数？

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
typedef struct card
{
   char suit[10];   /*花色*/
   char face[10];   /*牌面*/
}CARD;
void FillCard(CARD card[]);
void Deal(CARD card[]);
int main()
{
   CARD card[52];
   FillCard(card); /*按序保存一副扑克牌*/
   Deal(card);     /*输出未经洗牌的结果*/
   return 0;
}
```

如何模拟洗牌？

- 洗牌的基本思路
  - 将52张牌顺序编号
  - 然后随机生成一个编号的序列
    - 例如，3，9，10，21，34，0，1，…
  - result的下标代表发牌的顺序号

```
//发牌
void Deal(CARD card[], int result[])
{
   int i;
   for (i=0; i<52; i++)
   {
     printf("%10s%7s\n",card[result[i]].suit,
                        card[result[i]].face);
   }
}
```

洗牌前，result[0]=0，表示发的第1张牌是card[0]：花色Spades，牌面A

洗牌后，result[0]不一定为0

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51

```
//洗牌前
int i, result[52];
for (i=0; i<52; i++)
{
     result[i] = i;
}
```

如何模拟洗牌？

- 打乱编号的算法步骤：
  - step1： 令i = 0
  - step2： 产生0~51的随机数，将其放于result[i]内
  - step3：i = i + 1
  - step4：如果i<52，则重复step2~3，否则，结束循环
  - step5：输出结果

```
result[0] = 3
result[1] = 5
result[2] = 13
result[3] = 3
```

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51

- 存在一个致命的问题：
  - 重复step2时，产生的随机数可能与以前产生的随机数相同，意味着发出去的52张牌中将出现2张以上相同的牌

如何模拟洗牌？

- 解决方法
  - 增加一步，判断新产生的随机数以前是否出现过
  - 如果出现过，则重新生成一个随机数；
  - 如果以前未出现过，则i=i+1
- 算法步骤：
  - step1：令i = 0
  - step2：产生0~51的随机数，将其放于result[i]内
  - step3：判断result[i]之前(result[0]~result[i-1])是否出现过
    - 若之前没有出现过，则i=i+1，否则直接回到step2
  - step4：如果i<52，则重复step2~3，否则，结束循环
  - step4：输出结果

如何模拟洗牌？

- 算法缺陷
  - 随着生成随机数数量的增加，新的随机数与已产生的随机数相同的可能性越来越大，有可能出现算法延迟问题
- 高效算法
  - 先将52张牌按照花色与牌面顺序存放
  - 再将其随机打乱
  - 每次循环生成一个0~51之间的随机数j
  - 然后将result中的发牌序号result[i]与随机选出的result[j]进行交换

如何模拟洗牌？

- 洗牌算法
  - 每次循环生成一个0~51之间的随机数j
  - 然后将result中的发牌序号result[i]与随机选出的result[j]进行交换

```
//按新牌顺序编号
void Initialize(int result[])
{
    int i;
    for (i=0; i<52; i++)
    {
        result[i] = i;
    }
}
```

```
//通过对编号随机置乱，实现洗牌
void Shuffle(int result[])
{
    int i, j, temp;
    srand(time(NULL));
    for (i=0; i<52; i++)
    {
        j = rand() % 52;
        temp      = result[i];
        result[i] = result[j];
        result[j] = temp;
    }
}
```

```
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
typedef struct card
{
   char suit[10];   /*花色*/
   char face[10];   /*牌面*/
}CARD;
void FillCard(CARD card[]);
void Deal(CARD card[], int result[]);
void Initialize(int result[]);
void Shuffle(int result[]);
int main()
{
   CARD card[52];
   int  result[52];
   FillCard(card);      //将牌面和花色顺序存放于结构体数组card
   Initialize(result); //将牌编号顺序存放于数组result
   Deal(card, result); //输出洗牌前的结果
   Shuffle(result);    //洗牌
   printf("After Shuffle:\n");
   Deal(card, result); //输出洗牌后的结果
   return 0;
}
```

讨论

- 本节介绍的洗发牌程序，只是修改了数组result中保存的发牌序号，通过对发牌序号随机乱序实现了洗牌的效果，并没有实际修改结构体数组card中按序存放的牌面和花色。
- 请问如果要将结构体数组中的牌面和花色也进行乱序存放，那么程序应该如何修改？请分析对比这两种方法各自的优缺点。


Thank you for
your attention !
SuXiaoHong


Q&A