中山大学数据科学与计算机学院

人工智能本科生实验报告

（2018-2019）学年秋季学期

教学班级	16级计科二班	专业（方向）	计算机科学与技术
学号	16337334	姓名	周启恒

约束满足问题CSP

（1）原理

N皇后问题规则：对于最终棋盘

- 每一行有且仅有一个皇后
- 每一列有且仅有一个皇后
- 每一条对角线有且仅有一个皇后

回溯

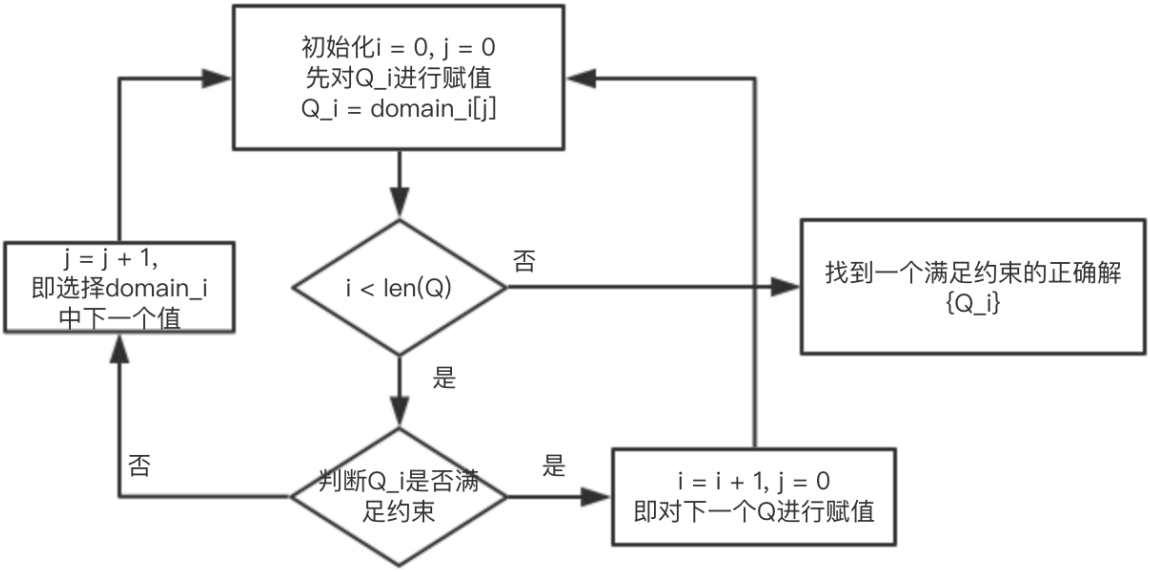
- 思想：暴力搜索的方法，遍历所有情况，不断舍弃不满足约束的解，最终找到所有满足约束的解。
- 基本步骤：
    - 对于某个状态，搜索当前对象的值域，取其中一个值进行赋值，得到新的状态。
        - 若新的状态满足约束条件则继续。
        - 否则将其视为无效解，回溯到上一个步骤重新选择值域中的其他值。
        - 当新的状态到达最终期望的目标状态也返回，进行之后的搜索。

前项检测

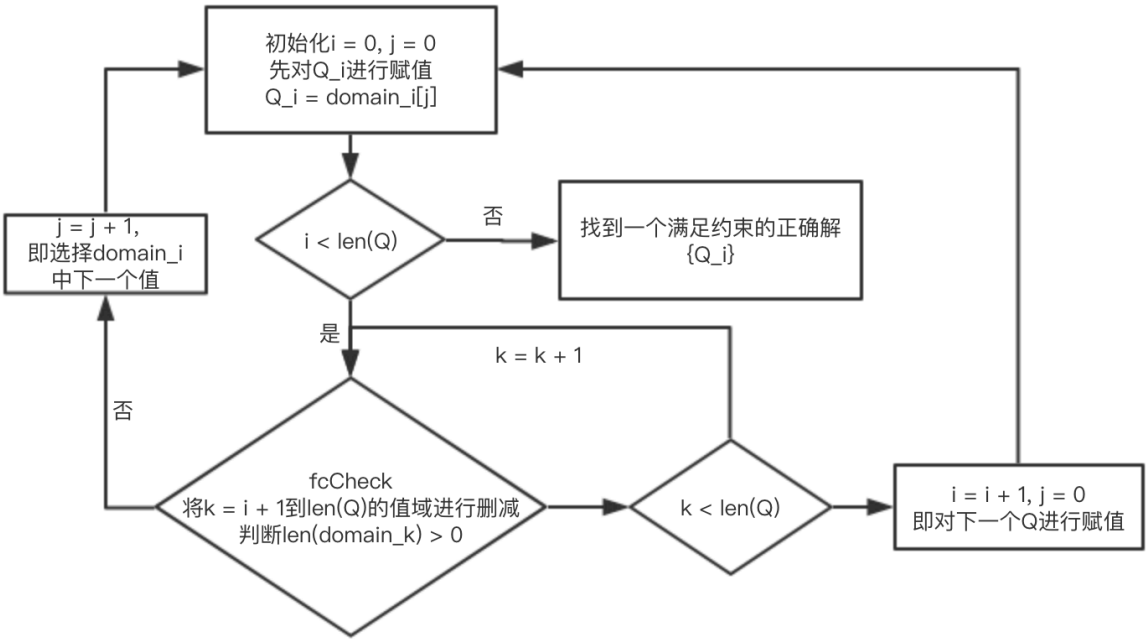
- 思想：本质上与回溯算法相同，但在搜索过程中，根据当前对象的赋值改变还未赋值的对象的值域，从而达到更好的剪枝效果，提高搜索效率。
- 基本步骤
    - 对于某个状态，搜索当前对象的值域，取其中一个值进行赋值。
    - 对于还未赋值的对象，根据当前的选择和约束条件，对自己的值域进行调整，从而得到新的状态。
    - 其他步骤与回溯算法相同

（2）流程图

回溯



前向检测



（3）关键代码（c++带注释）

回溯法

check

```
/*
检测方法
判断当前状态是否合法，即是否符合N皇后问题的规则。
1.每一行有且仅有一个皇后（这里不可能出现）
```

```
2.每一列有且仅有一个皇后
3.每一条对角线有且仅有一个皇后
*/
bool check(int puzzle[len], int num){
   for(int i = 0; i < num - 1; i ++){
        if(puzzle[i] == puzzle[num - 1] || abs(puzzle[i] - puzzle[num - 1])
== abs(i - num + 1))
            return false;
   }
    return true;
}
```

搜索

```
/*
puzzle：一个一位数组，每一位对应一行，其中的值代表对应行的皇后的列序号
num：代表当前搜索的行序号
*/
void search(int puzzle[len], int num){
    //判断当前状态是否合法
    if(!check(puzzle, num)) return;
    //搜索到最底端，结束
    if(num == len){
        ++ total;
        // if(total == 1) printQueen(puzzle);
        return;
    }
    //对于当前行，搜索所有摆放位置
    for(int i = 0; i < len; i ++){
        //直接赋值，之后判断
        puzzle[num] = i;
        search(puzzle, num + 1);
    }
}
```

前向检测

结构体Queen

```
/*
domain:该行的能摆放的位置的值域，一开始全部置为-1.
num:该行能摆放位置的数量
*/
struct Queen{
    int domain[len];
    int num;
    Queen():num(len){
        for(int i = 0; i < len; i ++)
            domain[i] = -1;
    }

};
```

fcCheck

```
/*
row, col:当前皇后的行列位置
对row之后的所有行进行值域缩减。
*/
bool fcCheck(int row, int col, vector<Queen>& CurDom){
    //若该行已经被放置皇后，则不继续搜索
    if(CurDom[row].domain[col] != -1) return false;
    //对当前行之后的所有行的值域进行改变
    for(int i = 1; i < len - row; i ++){
        //与当前皇后同一列的位置都删除
        if(CurDom[row + i].domain[col] == -1){
            CurDom[row + i].domain[col] = row;
            -- CurDom[row + i].num;
        }
        //与当前皇后同一对角线的位置都删除
        if(col - i >= 0 && CurDom[row + i].domain[col - i] == -1){
            CurDom[row + i].domain[col - i] = row;
            -- CurDom[row + i].num;
        }
        if(col + i < len && CurDom[row + i].domain[col + i] == -1){
            CurDom[row + i].domain[col + i] = row;
            -- CurDom[row + i].num;
        }
        //如果这一行的值域为空，则说明该解不正确，停止搜索
        if(!CurDom[row + i].num)
            return false;
    }
    return true;
}
```

FC搜索

```
void FC(vector<Queen >& CurDom, int num){
    //到达底端，结束搜索
    if(num == len){
        ++ total;
        return;
    }
    //对当前行所有的位置进行搜索
    for(int i = 0; i < len; i ++){
        //fcCheck中对值域进行改变，如果check返回真则可以继续下一行的搜索
        if(fcCheck(num, i, CurDom)) FC(CurDom, num + 1);

        //回溯，对fcCheck中的改变进行恢复
        for(int j = 1; j < len - num; j ++){
            if(CurDom[num + j].domain[i] == num){
                CurDom[num + j].domain[i] = -1;
                ++ CurDom[num + j].num;
            }
            if(i - j >= 0 && CurDom[num + j].domain[i - j] == num){
                CurDom[num + j].domain[i - j] = -1;
                ++ CurDom[num + j].num;
            }
            if(i + j < len && CurDom[num + j].domain[i + j] == num){
                CurDom[num + j].domain[i + j] = -1;
                ++ CurDom[num + j].num;
            }
        }
    }
}
```

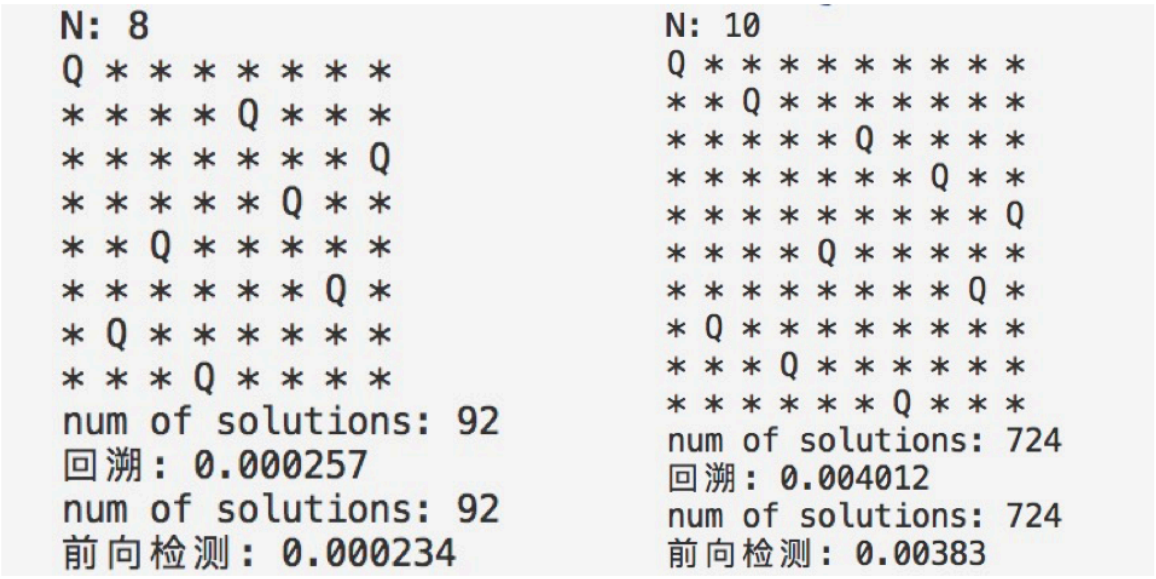
（4）优化

具体都是代码方面的优化。

- fcCheck的变化与回溯时对指定位置进行操作。
- 不进行矩阵的复制（提速效果明显）

（5）结果展示

- N=8，N=10的结果：



算法	N = 8(92)	N = 10(724)	N = 13(73712)	N = 16(14772512)
回溯	0.000244s	0.004454s	0.62406s	190.653s
前向检测	0.000218s	0.003979s	0.534973s	137.869s