ĐẠI HỌC CẦN THƠ

Báo cáo
Niên luận cơ sở ngành
Kỹ thuật phần mềm

Họ và tên: Lê Minh Luân
Mã số: B1400704
Khóa: 40
Ngành: kỹ thuật phần mềm
Lớp: DI1496A1

XÂY DỰNG ỨNG DỤNG GIẢI SUDOKU BẬC 3 ĐẾN 16

3x3 | 4x4 | 5x5 | 6x6

7x7 | 8x8 | 9x9

10x10 | 12x12 | 16x16

ĐẠI HỌC CẦN THƠ

01-11-2017

luanb1400704@gmail.com

0964054244

Giảng viên hướng dẫn
Ths. Huỳnh Quang Nghi
Bộ môn: Công nghệ phần mềm
Khoa: Công nghệ thông tin và truyền thông

1. MỞ ĐẦU VỀ SUDOKU

LỊCH SỬ

Sudoku được hình thành ở Nhật Bản vào năm 990 với tên gọi ban đầu là ô số kỳ ảo, nó phổ biến sang các quốc gia Ả Rập và Châu Âu trong thời gian sau đó.

Sudoku có thêm một bước tiến hóa mới vào năm 1776 khi một nhà toán học kiêm vật lý học người Thuỵ Sĩ tên Leonhard Euler bắt đầu nghiên cứu và phát triển các luật chơi mà ngày nay ta gọi là luật chơi Sudoku. Từ đó trò chơi này được gọi với tên Sudoku.

Năm 1970 lần đầu tiên Sudoku được xuất bản trong tạp chí và phổ biến ra công chúng ở New York (Hoa Kỳ).

Năm 2004, niềm đam mê Sudoku đã đưa Wayne Gould đến với London (Anh). Nhân một chuyến thăm ngẫu nhiên báo The Times, Gould đã thuyết phục tổng biên tập của báo này cho đăng Sudoku bên cạnh các ô chữ. Độc giả lập tức bị cuốn hút và yêu cầu đăng thêm nữa. Chỉ trong vài tuần lễ, các tờ báo trên khắp nước Anh đã thi nhau đăng Sudoku. Từ đó, Sudoku bắt đầu lan rộng sang Mỹ, Canada, Úc, Pháp, Nam Phi và nhiều quốc gia khác.

Sudoku là trò puzzle (đoán số hay chữ) phát triển nhanh nhất trên thế giới. Nó hiện có hàng triệu tín đồ và con nghiền. Nhiều nhân vật nổi tiếng ủng hộ nó. Và nó đã có được một nhà vô địch thế giới. Chính quyền nhiều nước đã khuyến cáo Sudoku như một công cụ rèn luyện trí lực và hạn chế sự phát triển của bệnh Alzheimer.

Từ đó đến nay Sudoku đã bắt đầu phát triển với tốc độ khá nhanh và nhiều dị bản cho nó. Sự phát triển của Sudoko cũng được so sánh gần giống với sự phát triển của môn thể thao huyền thoại Rubik.

CÁC DỊ BẢNG

Nền tảng và phiên bảng phổ biến nhất của Sudoku chính là ma trận khối 3x3 (3 hàng và 3 cột), các khối 3x3 này lại ghép theo luật 3 hàng 3 cột thành ma trận Sudoku 9x9.

Ngoài phiên bảng phổ biến nhất này, Sudoku còn nhiều dị bảng và khả năng giải chúng cũng như khả năng phân khối là vô cùng đa dạng. Bao gồm:

- Kích thước 4x4 ô chia làm 2x2 vùng
- Kích thước 6x6 ô chia làm 2x3 vùng
- Kích thước 5x5 ô chia vùng theo Pentomino (được phát hành với tên gọi Logi-5)
- Kích thước 7x7 ô chia vùng theo Heptomino
- Kích thước 8x8 ô chia vùng theo quy tắc (4x2):(4x2). Đây là cách chia thành 4 vùng

chính, mỗi vùng 16 ô. Trong mỗi vùng chính lại chia thành 2 vùng 8x8 dựa vào màu nền của từng ô. Tuy theo cách bố trí các ô khác màu này, sẽ phát sinh thêm một biến thể con khác. Cách bố trí đơn giản nhất là các ô khác màu nằm xen kẽ nhau – trông rất giống bàn cờ quốc tế.

Biến thể với kích thước lớn cũng khá phổ biến:

- Kích thước 16x16 ô (Monster SuDoku)
- Kích thước 12x12 ô chia làm 4x3 vùng (Dodeka Sudoku)
- Kích thước 25x25 ô (Giant Sudoku)
- Biến thể có kích thước lớn nhất được phổ biến là 100x100 ô.

SUDOKU TRONG LĨNH VỰC LẬP TRÌNH

Từ những ngày đầu hình thành lĩnh vực lập trình nói riêng và công nghệ thông tin nói chung, ma trận Sudoku luôn được thực hiện giải với các giải thuật mới và ngày càng phổ biến. Sudoku cũng là đề bài cho nhiều người hứng thú với lập trình.

Hiện nay trả quan lịch sử của kỹ nguyên công nghệ ta dễ dàng tải về một ứng dụng trò chơi Sudoku trên máy tính hoặc điện thoại di động

Sudoku được lập tình bởi hầu hết nhiều ngôn ngữ như: C, C++, Java, C#, Các ngôn ngữ web,…

Quá trình tìm ra giải thuật tối ưu nhất có thể để giải Sudoku cũng là một bài toán phổ biến trong ngành lập trình.

2. MÔ TẢ BÀI TOÁN SUDOKU

Sudoku có nhiều dị bản. Tuy nhiên, trong phần báo cáo này trình bài các dị bảng và luật chơi của chúng một cách khái quát nhất về luật chơi cho tất cả các dị bảng xoay quanh luật chơi 9x9 phổ biến nhất hiện nay.

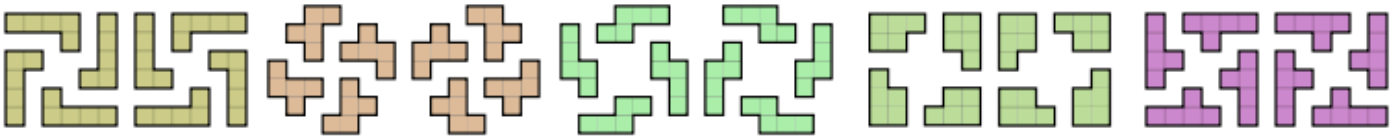
CẤU TRÚC MỘT MA TRẬN SUDOKU

Cấu trúc chung cho sudoku là một ma trận vuông cấp n (n hàng và n cột) với n là số nguyên lớn hơn 3 (Sudoku cấp 3 là nhỏ nhất).

Quy luật phân chia một Sudoku cũng có tính chất chung. Quy tắt này gọi là quy tắt độc nhất. Quy tắt này như sau:

- Quy tắc hàng ngang (Row): Một Sudoku cấp n thì trên mỗi hàng của nó chứa các số từ 1 đến n có thể không theo thứ tự, tức là trên một hàng không có 2 số trùng nhau.
- Quy tắc cột dọc (Colum): Một Sudoku cấp n thì trên mỗi cột của nó chứa các số từ 1 đến n có thể không theo thứ tự, tức là trên một cột không có 2 số trùng nhau.

- Quy tắc khối đơn (Block): Một Sudoku cấp n thì được chia làm n khối các nhau, một khối là tập hợp n ô, chúng có thể cùng hàng, hoặc cùng cột , hoặc khác cả hàng lẫn cột. Quy tắc là sau cho trong một khối n ô thì cũng có n số không trùng, tương tự như 2 quy tắc Row và Colum. Một Sudoku có thể có nhiều dạng chia khối khác nhau ví dụ như các Sudoku dưới đây (mỗi các ô cũng màu là cùng một khối).



Biến thể block 5x5

Thỏa mãn 3 quy tắc đã nêu thì ta có một ma trận Sudoku

Ngoài các Sudoku vuông n, còn tồn tại các biến thể puzzle theo ma trận **m** x **n** tuy nhiên tài liệu này chỉ tập trung vào các biến thể vuông n cạnh.

BÀI TOÁN ẨN SỐ TRONG SUDOKU

Để chơi một trò chơi trí tuệ như Sudoku người chơi cần phải điền đầy đủ tất cả các ô trong một ma trận Sudoku.

Để khởi động trò chơi người chơi sẽ được cung cấp một ma trận Sudoku trống hoặc có điền số nhưng không điền hết. Nhiệm vụ của người chơi là phải điền đủ tất cả các ô cho hợp theo 3 quy luật chơi Sudoku (Row, Colum, Block).

Độ phức tạp của Sudoku được xác định vào cấu trúc ma trận và các số đã điền sẵn trong đó:

- Sudoku cấp n, thì n càng lớp độ khó càng cao
- Sudoku cấp n, số ô điền sẵn càng ít thì độ khó càng cao
- Sudoku n là số lẽ và không không có căn bật 2 số học thì sẽ khó giải hơn các Sudoku số chẵn hoặc có căn bật 2 số học

Dưới đây là một bài toán Sudoku quen thuộc:

3. VẤN ĐỀ CẦN GIẢI QUYẾT

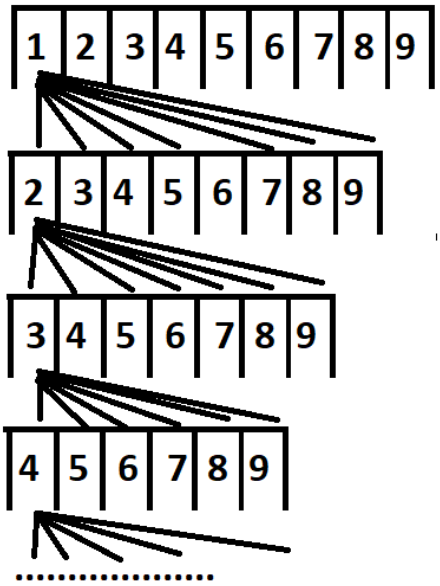
Một ma trận Sudoku nào đó có thể có từ 0 đến nhiều nghiệm, việc có bao nhiêu nghiệm thì phụ thuộc vào cách sắp xếp các ô số của đề bài. Tuy nhiên các ô cho sẵn càng ít thì số nghiệm còn lại sẽ nhiều hơn. Tuy nhiên vẫn có các Sudoku vô nghiệm, và việc giải một Sudoku bằng cách chọn số thường gặp 2 vấn đề sau.

THỜI GIAN

Nếu giải một Sudoku một các không theo quy tắc, người chơi sẽ mất rất nhiều thời gian. Cụ thể một Sudoku 9x9 có 81 ô số, và để điền một hàng bất kỳ người chơi cần lựa chọn 1 trong 9 con số, và cứ tiếp tục như thế người đó sẽ chọn cách điền cho con số tiếp theo. Với một hàng hoặc cột sẽ có **9x8x76x5x4x3x2x1 = 362880** cách chọn, và theo hàng và khối cũng tương tự. Giả sử người chơi chọn 1 trong 3 cách là điền theo hàng, cột, hoặc khối thì họ phải thực hiện 9 lần như trên tức là: **362880 x 9 = 3265920** cách điền. Việc thực hiện theo hướng thủ công là vô cùng khó khăn và tốn thời gian. Trung bình với một người thường chơi Sudoku thì mất khoản 15-30 phút cho một biến thể 9x9 không điền trước. Nếu vậy để thực hiện **3265920** thì người đó tốn khoản **48988800 đến 97977600 phút** tương đương **từ 816480 giờ đến 1632960 giờ**. Điều này là quá sức so với một trò chơi ở mức độ giải trí

CÔNG SỨC

Về mặt công sức,xét ma trận 9x9 nếu quy đổi các giải thuần ra một cây các cách giải thì ta có một cây để điền cho cho 81 ô với các chữ số từ 1 đến 9 như sau:



Việc thực hiện tuần tự một phép tính tay là tốn quá nhiều công sức, và việc kiểm tra chúng cũng thế. Cứ mỗi lần điền như thế ta kiểm tra lại ma trận, nếu thỏa thì xem như giả thành công, trong trường hợp đáp án chỉ có 1 và là cách điền cuối cùng trong danh sách các cách thì sẽ vô cùng tốn thời gian.

4. HƯỚNG TIẾP CẬN

Để giải một Sudoku người ta chọn giải thuật Quay lui (còn gọi là Backtracking) , với hướng dùng giải thuật này ,ta sẽ vừa thực hiện giải vừa kiểm tra, đảm bảo việc chuyển hướng giải đúng lúc, rút ngắn thời gian tối đa.

Về hoạt động: Quay lui là một kĩ thuật thiết kế giải thuật dựa trên đệ quy. Ý tưởng của quay lui là tìm lời giải từng bước, mỗi bước chọn một trong số các lựa chọn khả dĩ và đệ quy.

Giả thiết cấu hình cần liệt kê có dạng (x1,x2,x3,…,xn). Khi đó thuật toán quay lui được thực hiện qua các bước sau:

- Xét tất cả các giá trị x1 có thể nhận, thử cho x1 nhận lần lượt các giá trị đó. Với mỗi giá trị thử cho x1 ta sẽ:
- Xét tất cả các giá trị x2 có thể nhận, lại thử cho x2 nhận lần lượt các giá trị đó. Với mỗi giá trị thử gán cho x2 lại xét tiếp các khả năng chọn x2... cứ tiếp tục như vậy.

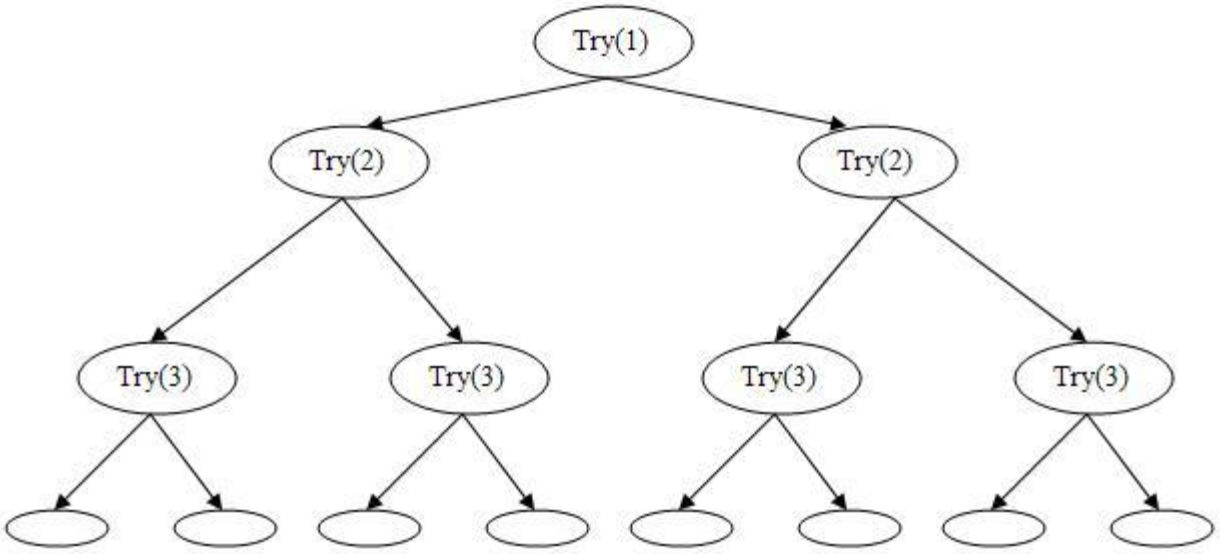
……

- Xét tất cả các giá trị xn có thể nhận, thử cho xn nhận lần lượt các giá trị đó, thông báo cấu hình tìm được (x1,x2,x3,…,xn).

Thuật toán quay lui có thể được mô tả bằng đoạn mã giả sau:

{Thủ tục này thử cho x i {\displaystyle x_{i}} x thứ i nhận lần lượt các giá trị mà nó có thể nhận}

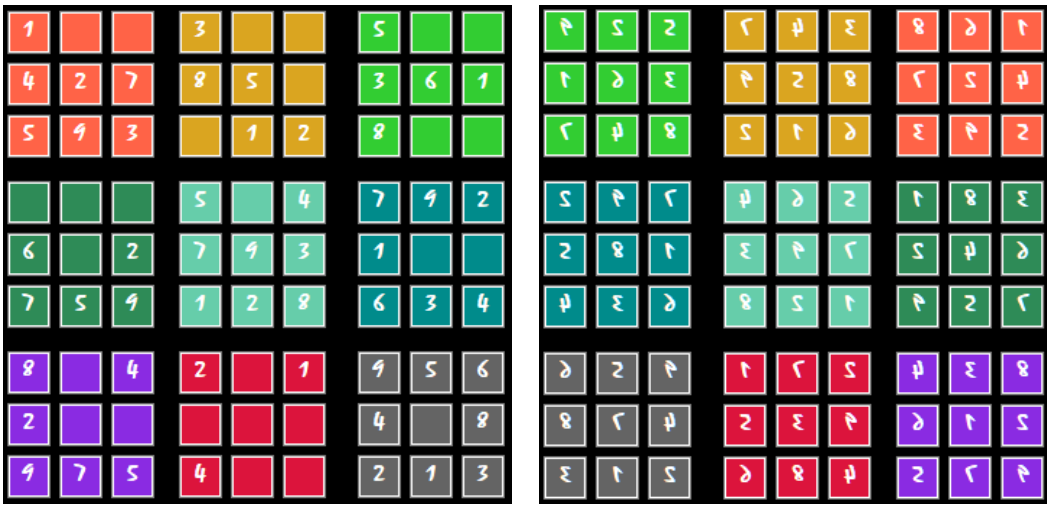
```
procedure Try(i: Integer);
begin
    for (mọi giá trị có thể gán cho x i {\displaystyle x_{i}} x thứ i) do
        begin
        <Thử cho x i {\displaystyle x_{i}} x thứ i:= V>;
        if ( x i {\displaystyle x_{i}} x thứ i là phần tử cuối cùng trong cấu hình) then <Thông báo cấu hình tìm được>
        else
            begin
                <Ghi nhận việc cho x i {\displaystyle x_{i}} x thứ i nhận giá trị V (Nếu cần)>;
                Try(i + 1); {Gọi đệ quy để chọn tiếp x i + 1 {\displaystyle x_{i+1}} x thứ i+1}
            end;
        <Nếu cần, bỏ ghi nhận việc thử x i {\displaystyle x_{i}} x thứ i:= V, để thử giá trị khác>;
        end;
end;
```



5. CÁCH GIẢI QUYẾT

Để giải một Sudoku ta có thể tiếp cận nó bằng giải thuật quay lui như sau

Ta có đề bài và đáp án sau, hãy xem giải thuật hoạt động thế nào trên ngôn ngữ C++:



Mỗi bước tìm tập các giá trị khả dĩ để điền vào ô trống, và sau đó đệ quy để điền ô tiếp theo. Giả mã của thuật toán (ở đây chú ý mảng chỉ có kích thước 9×9). Thủ tục Feasible(*S*,*x*,*y*,*k*) kiểm trả xem giá trị *k* có khả dĩ với ô *S*[*x*][*y*] không.

```
        Sudoku(S[1,2,…,9][1,2,…,9],x,y):
    if y=10
       if x=9
          print S
       else
          Sudoku(S[1,2,…,9][1,2,…,9],x+1,1)
    else if S[x,y]=Ø
       for k←1 to 9
          if Feasible(S,x,y,k)
             S[x,y]←k
             Sudoku(S[1,2,…,9][1,2,…,9],x,y+1)
             S[x,y]←Ø       ≪ for next branching
≫
    else                                ≪S[x,y] is given ≫
       Sudoku(S[1,2,…,9][1,2,…,9],x,y+1)
```

Code trên C++:

```
void solve_sudoku(int S[][9], int x, int y){
    if(y == 9){
        if(x == 8){
            printSolution(S);
            exit(0);
        } else {
            solve_sudoku(S, x+1,0);
        }
    } else if(S[x][y] == 0){
        for (int k = 1; k <=9; k++){
            if(feasible(S,x,y,k)){
                S[x][y] = k;
                solve_sudoku(S, x, y+1);
                S[x][y] = 0;
            }
        }
```

Giả mã của thủ tục Feasible(S,x,y,k) như sau:

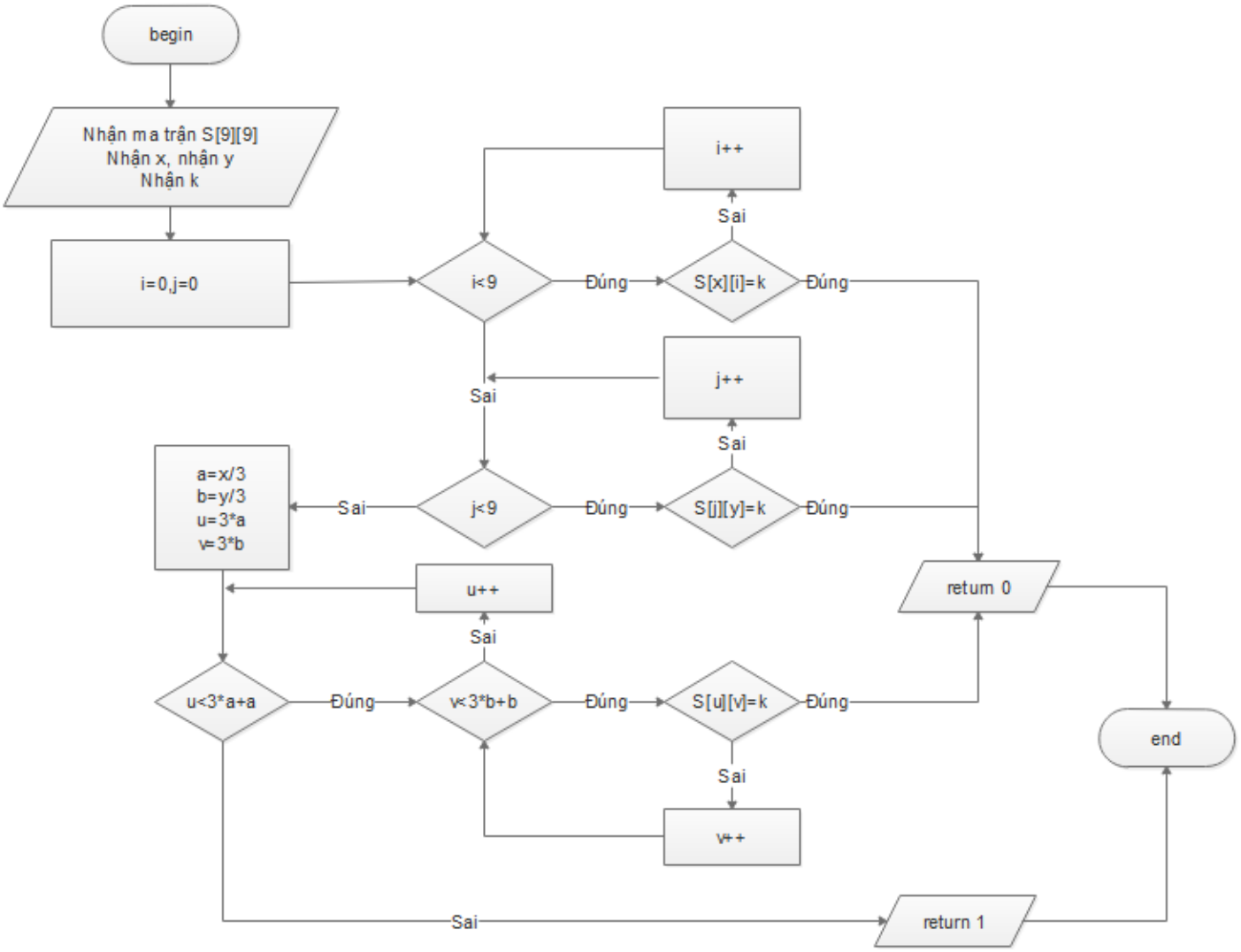
```
Feasible(S[1,2,…,9][1,2,…,9],x,y,k):
for i←1 to 9
   if S[x,i]=k
      return False
for i←1 to 9
   if S[i,y]=k
      return False
a←⌊(x−1)/3⌋,b←⌊(y−1)/3⌋
for i←3a+1 to 3a+3
   for j←3b+1 to 3b+3
     if S[i,j]=k
        return False
return True
```

Code bằng C++:

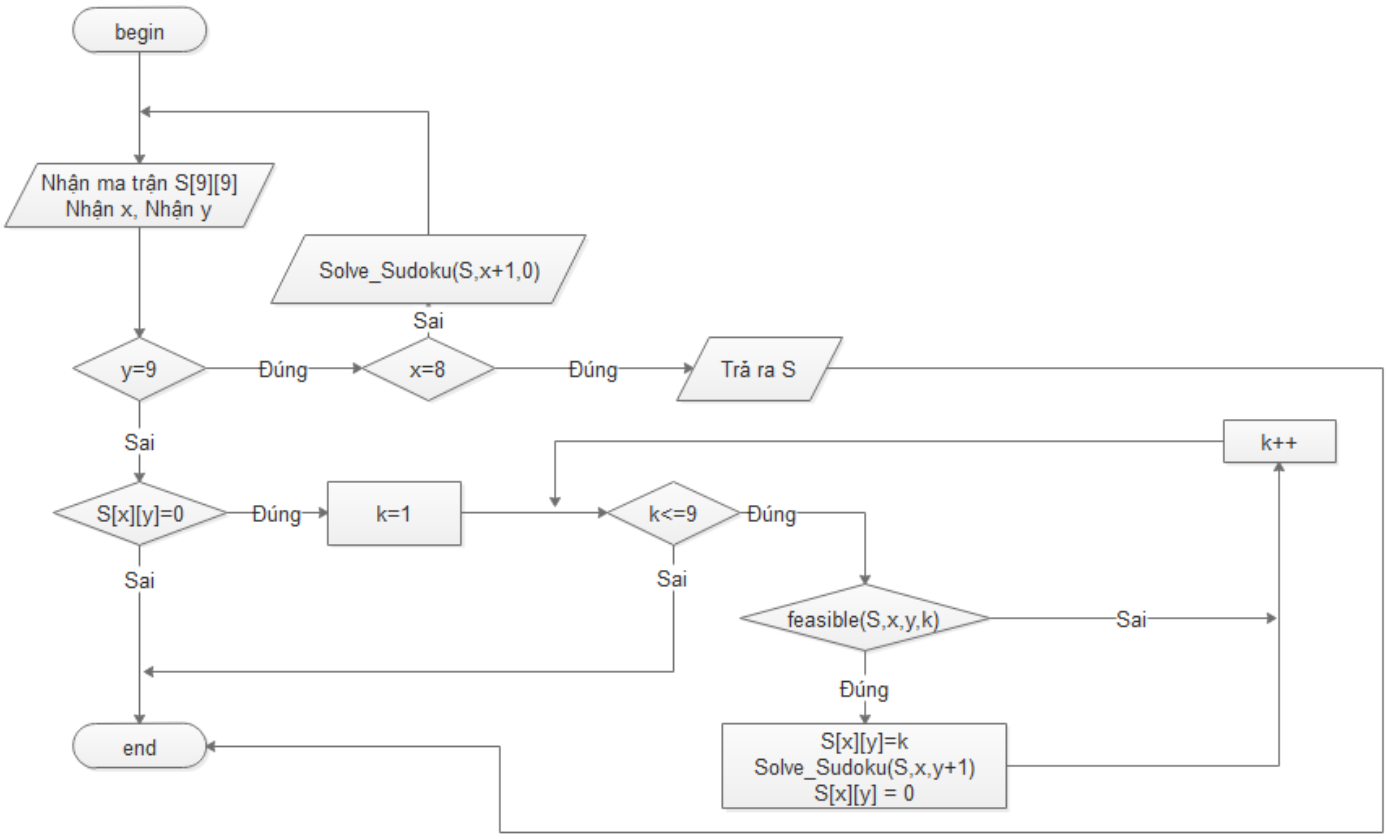
```
int feasible(int S[][9], int x, int y, int k){
    int i = 0, j = 0;
    for(i = 0; i <9 ; i++){
        if(S[x][i] == k) return 0;
    }
    for(j = 0; j <9 ; j++){
            if(S[j][y] == k) return 0;
        }
    int a = x/3, b = y/3;
    for(u = 3*a; u < 3*a+3; u++){
        for(v = 3*b; v < 3*b+3; v++){
            if(S[u][v] == k) return 0;
        }
    }
    return 1;

}
```

6. LƯU ĐỒ GIẢI THUẬT

Giải thuật giả Sudoku 9x9 (Solve_Sudoku)



Giải thuật kiểm tra tính hợp lệ

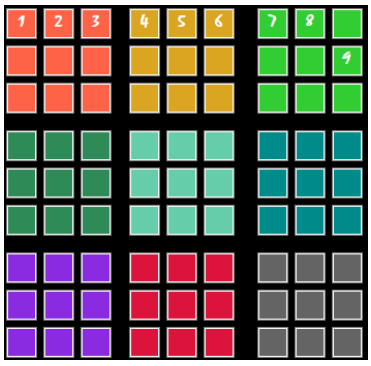


7. CẢI TIẾN BÀI TOÁN

KHUYẾT ĐIỂM BÀI TOÁN HIỆN TẠI

Từ phần trình bày ở hai phần 5 và 6 ta dễ dàng thấy bài toán giải Sudoku có một số khuyết điểm trong giải.

- **Vấn đề 1: Không giải quyết được vấn đề ma trận vô nghiệm:**

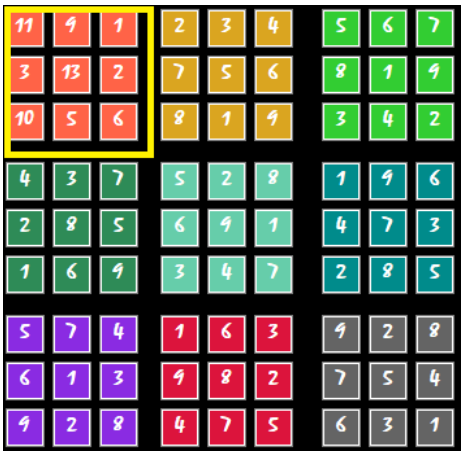


Một ví dụ ma trận vô nghiệm ô 1-9 chỉ có thể điền 9, tuy nhiên ô 2-9 đã trùng

Nếu ta đưa một ma trận vô nghiệm vào thuật toán trên thì nó sẽ vô tình trở thành một vòng lặp rất lớn chạy tất cả các trường hợp của phép giải ma trận. Quá trình sẽ thực

hiện khá lâu và kết quả cuối cùng trong vòng lập trả ra sẽ là một ma trận mà trong đó không đảm bảo các tính chất của một Sudoku.

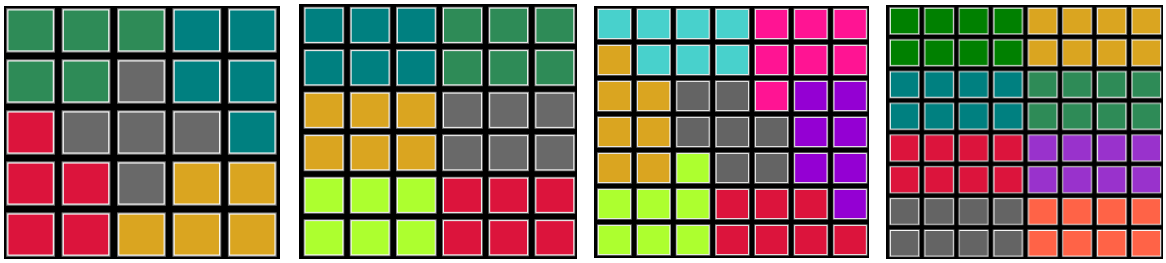
- **Vấn đề 2: Không kiểm tra được điểm biên và miền giá trị:**



Ví dụ về miền giá trị bị vượt , ô 1-1, ô 2-2, ô 3-1

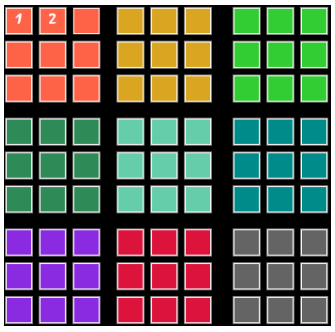
Một ma trận mặt định 9x9 sẽ được giải mà không thông qua việc kiểm tra miền giá trị. Thuật toán trên vẫn sẽ giải đồng thời cho ra một kết quả sai vì nó không xác định được điểm biên của một ma trận. Trong quá trình giải các giá trị vượt điểm biên sẽ được giữ lại và làm cho ma trận kết quả bị sai

- **Vấn đề 3: Thuật toán trên không thể giải được một Sudoku lớn hơn hoặc có phân vùng Block khác với hệ 9x9.**



Cấu trúc 5x5, 6x6, 7x7, 8x8 khác với 9x9

- **Vấn đề 4: Cách giải nghiệm kém đa dạng**



Ma trận có nhiều nghiệm (trái) và 2 trong các nghiệm của nó

Tính đa dạng trong việc thực hiện sẽ bị giới hạn, với một ma trận nhiều nghiệm thì thuật toán nào sẽ chỉ tìm được 1 nghiệm trong các lần thực hiện, thay vì ngẫu nhiên lấy 1 nghiệm trong danh sách các nghiệm.

- **Vấn đề 5: Phương pháp giải thuật theo hướng lập trình cấu trúc, gây khó khăn cho việc hình dung giải thuật và tối ưu hóa cách giải.**

CẢI TIẾN BÀI TOÁN

Để giải quyết được những nhược điểm trên ta thực hiện cải tiến thuật toán giải Sudoku và xây dựng thêm các giải thuật bên trong để hỗ trợ quá trình giải sudoku nxn bất kỳ. Tiến hành cải thiện theo hướng giao diện và sử dụng ngôn ngữ lập trình C#:

- **Đề xuất chuyển từ hướng lập trình cấu trúc sang lập trình hướng đối tượng. Hình thành đối tượng ô số Sudoku với cấu trúc sau (giải quyết vấn đề 5):**

```
class Number
    {
        private int row; //hàng của ô
        private int column; //cột của ô
        private int status;
        /*** trạng thái ô
         * -1 là trạng thái mới khởi tạo
         * 0 là trạng thái mặc định bị che đi, click vào để chỉnh sửa số cho
nó
         * 1 là trạng thái ô cho sẵn không thể sửa
         * 2 là ô đã điền rồi, nhưng có thể chỉnh sửa lại
         */
        private int value; // Chứa giá trị cho một ô

    }
```

Với một đối tượng ô số ta dễ dàng xác định vị trí của nó trong ma trận, cũng như xác định giá trị lẫn mối quan hệ của nó với các ô số khác.

- **Giải quyết vấn đề ma trận nxn và kiểm tra phân vùng (vấn đề 3):**

  Sử dụng mảng để lưu và khởi tạo các đối tượng ô:

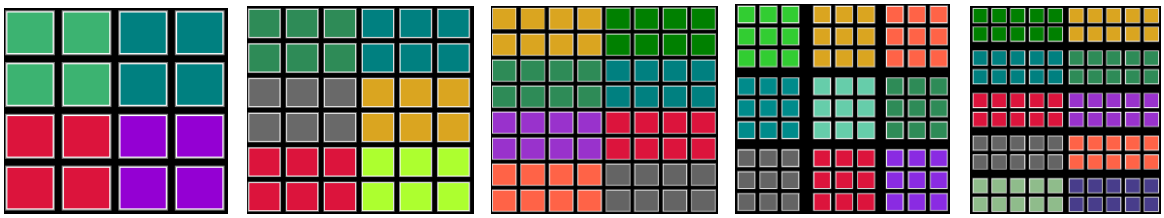
```
//Tạo ra một giá trị cho một block
        public Number newBlockValue(int row, int colum, int status, int value)
        {
            Number num = new Number();
            num.Row = row;
            num.Column = colum;
            num.Status = status;
            num.Value = value;
            return num;
        }

//Hàm tạo ma trận rỗng x*y
        public Number[,] newMatrix(int number)
        {
            Number[,] num = new Number[number, number];


            for (int i = 0; i < number; i++)
```

```
        {
            for (int j = 0; j < number; j++)
            {
                                    //Tạo ô i cột j với ô này false (bị khóa
              lại) và giá trị ban đầu bị trống
                num[i, j] = this.newBlockValue(i, j, 0, 0);
            }

        }
        return num;
}
```

Cải tiến các phân vùng:

Có 2 cách phân vùng cho một ma trận Sudoku:

- Phân các ma trận có phân dùng theo kiểu **m x n** (ô vuông hoặc chữ nhật)

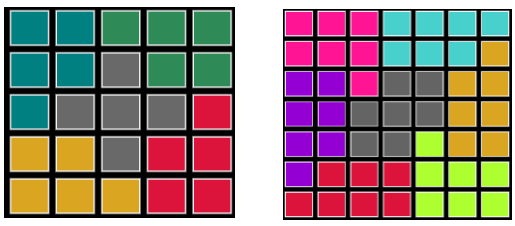


*Các dạng tiêu biểu cho Block **m x n (4x4, 6x6, 8x8, 9x9, 10x10)***

Ta dùng thuật thuật toán để kiểm tra cho dạng phân vùng này

```
        public bool feasibleBlock(Number[,] Sudoku, int x, int y, int number,
        int value,int m, int n)
                {
                    //Kiểm tra xe có bị trùng với ô nào trong khối của nó
        không       //Dạng phân vùng m x n, kiểm tra ô [x,y] trong phân vùng
                    int a = x / m, b = y / n;
                    for (int i = 3 * a; i < 3 * a + 3; i++)
                    {
                        for (int j = 4 * b; j < 4 * b + 4; j++)
                        {
                            if (Sudoku[i, j].Value == value && i != x && j !=
        y) return false;
                        }
                    }
                    return true;

        }
```

- Phân các ma trận có phân dùng theo kiểu **bất quy tắc** n ô cho ma trận **n x n** (ô vuông hoặc chữ nhật):



*Tiêu biểu cho phân vùng bất quy tắc là dạng ma trận lẻ và không có căn bật 2 số học như **5x5** và **7x7***

Để giải dạng này ta tiến hành thay đổi cách phân vùng cho một ma trận bằng các sử dụng mảng chứa các chỉ số cũng phân vùng

```
//Hàm kiểm tra tính hợp lệ trong một ô 7x7
            public override bool feasibleBlock(Number[,] nb, int x, int y, int number,
                int value)
             {
                //Xác định các tập hợp
                Number[] group1 = { nb[0, 0], nb[0, 1], nb[0, 2], nb[1, 0], nb[1, 1],
                nb[1, 2], nb[2, 2] };

                Number[] group2 = { nb[0, 3], nb[0, 4], nb[0, 5], nb[0, 5], nb[1, 4],
                nb[1, 5], nb[1, 6] };

                Number[] group3 = { nb[2, 0], nb[2, 1], nb[3, 0], nb[3, 1], nb[4, 0],
                nb[4, 1], nb[5, 0] };

                Number[] group4 = { nb[2, 3], nb[2, 4], nb[3, 2], nb[3, 3], nb[3, 4],
                nb[4, 2], nb[4, 3] };

                Number[] group5 = { nb[1, 7], nb[2, 5], nb[2, 6], nb[3, 5], nb[3, 6],
                nb[4, 5], nb[4, 6] };

                Number[] group6 = { nb[5, 1], nb[5, 2], nb[5, 3], nb[6, 0], nb[6, 1],
                nb[6, 2], nb[6, 3] };

                Number[] group7 = { nb[4, 4], nb[5, 4], nb[5, 5], nb[5, 6], nb[6, 4],
                nb[6, 5], nb[6, 6] };

                if (findGroup(group1, x, y, number, value))
                    if (findGroup(group2, x, y, number, value))
                        if (findGroup(group3, x, y, number, value))
                            if (findGroup(group4, x, y, number, value))
                                if (findGroup(group5, x, y, number, value))
                                    if (findGroup(group6, x, y, number, value))
                                        if (findGroup(group7, x, y, number, value))
                return true;

                return false;
                  }
```

- Xử lý vô nghiệm cho ma trận n x n bằng các tạo hàm

```
        //Hàm kiểm tra tính khả thi của ma trận khi đem nó đi giải
                public bool checkFeasible(Number[,] Sudoku, int number)
                {
                    for (int i = 0; i < number; i++)
                    {
                        for (int j = 0; j < number; j++)
                        {
                //Xác định tính hợp lệ thông qua hàm feasibleAll kiểm tra hợp lệ hàng,
        cột và khối cho một ô
```

```
                    if (!feasibleAll(Sudoku, number,i,j, Sudoku[i, j].Value)
                    && Sudoku[i, j].Value != 0 )
                              return false;

                    if (Convert.ToInt32(Sudoku[i, j].Value) < 0 ||
                    Convert.ToInt32(Sudoku[i, j].Value) > number)
                    return false;
                }

            }
//Nếu hợp lệ thì giải ma trận đó
            this.solveSudoku(Sudoku, 0, 0, number);
            for (int i = 0; i < number; i++)
            {
                for (int j = 0; j < number; j++)
                {
                    if (Sudoku[i, j].Value == 0) return false;
                }

            }
            return true;
      }
```

Hàm kiểm tra như sau:

```
public bool feasibleAll(Number[,] Sudoku, int number, int x, int y, int
value)
        {
            //Kiểm tra tính hợp lệ trên hàng x xem có ô nào trùng không,
            trùng thì báo sai
            if (!feasibleRow(Sudoku, number, x,y ,value))
            return false;

            //Kiểm tra tính hợp lệ trên hàng y xem có ô nào trùng không,
            trùng thì báo sai
            else if (!feasibleColum(Sudoku, number, x,y, value))
            return false;

            //Kiểm tra xe có bị trùng với ô nào trong khối của nó không
            else if (!feasibleBlock(Sudoku, x, y, number, value))
            return false;
            //Qua các trường hợp trên là hợp lệ
            return true;
                    }
```

- **Tạo hàm kiểm tra điểm biên và miền giá trị (giải quyết vấn đề 2):**

```
//Hàm kiểm tra tính khả thi của ma trận n = number khi đem nó đi giải
        public bool checkFeasible(Number[,] Sudoku, int number)
        {
            for (int i = 0; i < number; i++)
            {
                for (int j = 0; j < number; j++)
                {
```

```
            //Hàm kiểm tra phân vùng ,hàng, cột
            if (!feasibleAll(Sudoku, number,i,j,
            Sudoku[i, j].Value) && Sudoku[i, j].Value != 0 ) return false;
            //Hàm kiểm tra miền giá trị
            if (Convert.ToInt32(Sudoku[i, j].Value) < 0 || Convert.ToInt32(Sudoku[i,
            j].Value) > number) return false;
                        }

                    }
                    this.solveSudoku(Sudoku, 0, 0, number);
                    for (int i = 0; i < number; i++)
                    {
                        for (int j = 0; j < number; j++)
                        {
                            if (Sudoku[i, j].Value == 0) return false;
                        }

                    }
                    return true;
                }
```

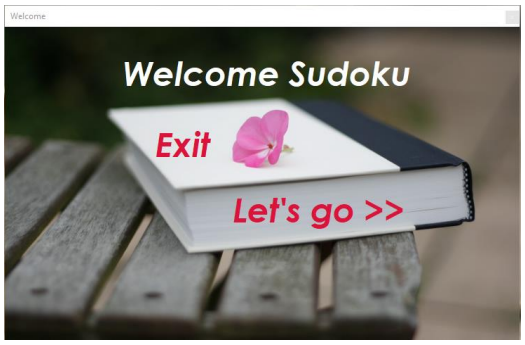
- **Tạo hàm giải ngẫu nhiên tăng tính đa dạng bằng cách tạo mảng và trộn giá trị mảng, và xuất ngẫu nhiên nghiệm trong các nghiệm của ma trận Sudoku nhiều nghiệm (giải quyết vấn đề 4):**

```
//Hàm trộn chuỗi để tự động giải sudoku một cách ngẫu nhiên
        public int[] autoConvertArray(int number)
        {
            int[] arrayNum = new int[number];

            //Nạp các giá trị có thể vào một mảng
            for (int a = 0; a < number; a++)
            {
                arrayNum[a] = a + 1;
            }

            //Tạo ra giá trị tự động tên ran
            Random ran = new Random();
            int x, y, temp;
            //Trộn 50 lần
            for (int i = 1; i < 50; i++)
            {
                x = ran.Next(0, number - 1);
                y = ran.Next(0, number - 1);
                temp = arrayNum[x];
                arrayNum[x] = arrayNum[y];
                arrayNum[y] = temp;
            }
          return arrayNum;
 }
```

8. KẾT QUẢ

Từ quá trình cải biến thuật toán ta có phần mềm máy giải tự động một ma trận Sudoku trên giao diện ứng dụng Desktop

Mở đầu chế độ chơi và Bảng chọn : Ta có 10 chế độ chơi



Chế độ giải Sudoku 7x7

Nút **Check** cho phép kiểm tra tính hợp lệ của ma trận trước khi giải

Nút **Result** cho ra một nghiệm ma trận sau khi giải

Nút **Clear** xóa màn hình để tiến hành chơi lại

Nút **Back Menu** trở về màn hình chình

Demo các trường hợp khi giải

- Ma trận vô nghiệm

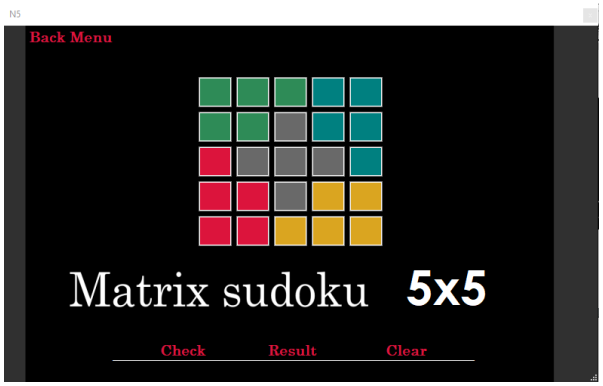
- Ma trận không hợp lệ về miền giá trị tại ô [3-6]

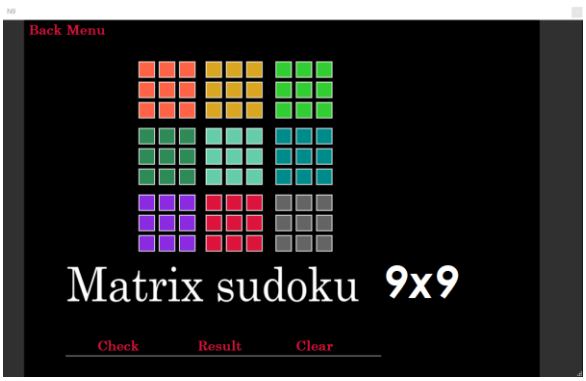
- Ma trận hợp lệ và có thể giải

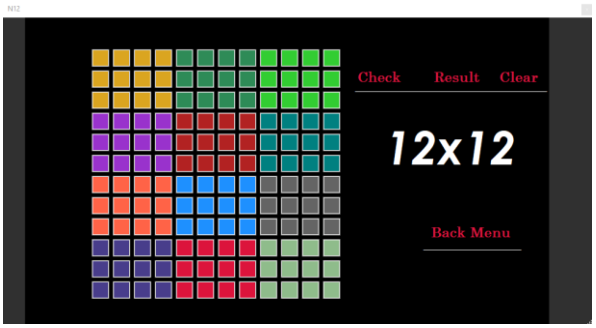
- **Kết quả ma trận sau khi thực hiện giải**

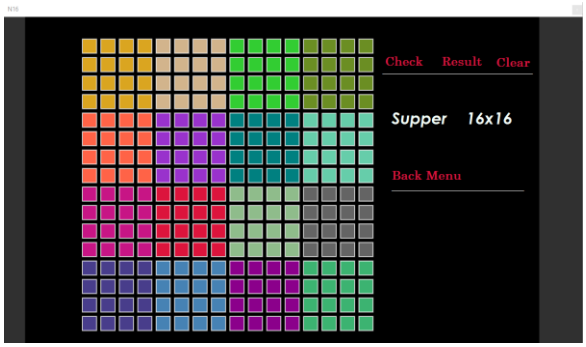
Với mỗi lần giải người chơi thế thể có mỗi nghiệm khác nhau nếu đề bài đa nghiệm. Ví dụ cho ô 1-1 có giá trị 1 và ô 1-2 có giá trị 2 ta có nhiều nghiệm sau:

Cách chế độ chơi khách cũng tương tự như trên









- Thông tin phần mềm

9. PHỤ LỤC

Hiện tại vẫn tồn tại nhiều phương pháp giải Sudoku được cho là rút ngắn thời gian giải một cách nhanh nhất như các phương pháp:

- Ô đơn hiện
- Ô đơn ẩn
- Những sự tương tác giữa khối và cột / khối và hàng.
- Các tương tác giữa các khối.

- Tập hợp con “hiện”
- Tập hợp con “ẩn”
- Cánh bướm (Nâng cao)
- Chuỗi bắt buộc (nâng cao)
- Nishio
- Thử và Sai

Trên thực tế thì các phương pháp này được thực hiện xoay quanh phương pháp quay lui truyền thống, tuy nhiên chúng có thể giúp con người tận dụng cảm quan logic chọn các hướng đi nhanh hơn, tuy nhiên đa số các phương pháp đều không đem lại một thuật toán đúng cho mọi trường hợp và không có hệ thống thuật toán rõ ràng. Vì lý do này đa số các phương pháp không thể ứng dụng trong lập trình.

Nguồn tài liệu thực hiện báo cáo này được lấy từ các trang web:

http://noibai.forumotion.com/t199-topic

http://www.giaithuatlaptrinh.com/?tag=sudoku

https://vi.wikipedia.org/wiki/Sudoku

https://text.123doc.org/document/1765986-do-an-cau-truc-du-lieu-va-giai-thuat-giai-sudoku-docx.htm

Hết