基于遗传算法的不确定图最可靠最大流分布计算实验报告

## 实验环境

Visual Studio 2010

Win7 i7-3770 3.4GHz

## 实验过程

为使用基本遗传算法计算不确定图最可靠最大流分布，实验将不确定图的一个子图看做是一个遗传个体。

遗传算法流程图如下：



**基因编码**：基因位数和不确定图边的个数相同，使用0-1表示，0表示子图中不包含该边，1表示子图中包含该边。可以将一个不确定图的子图所对应的流分布看做是我们想要求得的结果，即所需要的流分布。

**种群适应度**：种群中的每一个个体都有对应的适应度，个体的适应度fitness计算如下：

一个不确定图的子图概率为子图中各边的概率之积。

显然适应度较高的个体是我们需要的个体。

**选择操作**：实验使用的是比较常用的轮盘赌方式，适应度较高的个体被选择的可能性会更大。

**交叉操作**：实验设置交叉率为80%，个体两两交叉得到连个新的个体。

**变异操作**：实验设置变异率为15%，基因的每一位都在变异条件满足的情况下，将1变为0，或者将0变为1，以生成新的个体。

**计算新的种群适应度，并记录最优个体**：经过选择，交叉，变异获取的新的种群，需要计算新种群的每个个体的适应度。在这个过程中记录当前的最优个体，以保证实验获取的个体越来越“好”。

**种群迭代次数**：遗传的迭代操作并不是无限次的，在不同的需求情况可以不同的设置，本实验将迭代次数设置为变量，以对比观察实验结果。

在实验过程中关于遗传算法的参数设置如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 种群数量 | 交叉率 | 变异率 | 种群迭代次数 |
| 50 | 80% | 15% | 变量 |

## 实验结果

实验首先分别对V6E10，V8E14，V10E18，V12E22，V14E26进行计算，发现在实验的这些图规模大小下，基本迭代100次都可以达到和真实结果（参照蔡伟的实验结果）一致的结果。

实验结果数据如下表所示：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **实验数据** | **进化次数** | **时间/ms** | **执行结果** | **真实结果** | **精确度** |
| V6E10 | 10 | 60.5776 | 0.354885 | 0.354885 | 100.00% |
| 50 | 294.282 | 0.354885 | 100.00% |
| 100 | 590.983 | 0.354885 | 100% |
| 500 | 2930.66 | 0.354885 | 100% |
| 1000 | 5842.14 | 0.354885 | 100% |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **实验数据** | **进化次数** | **时间/ms** | **执行结果** | **真实结果** | **精确度** |
| V8E14 | 10 | 56.3023 | 0.130293 | 0.130293 | 100.00% |
| 50 | 270.652 | 0.130293 | 100.00% |
| 100 | 533.281 | 0.130293 | 100% |
| 500 | 2662.39 | 0.130293 | 100% |
| 1000 | 5422.32 | 0.130293 | 100% |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验数据 | 进化次数 | 时间/ms | 执行结果 | 真实结果 | 精确度 |
| V10E18 | 10 | 60.8016 | 0.047575 | 0.0597624 | 79.61% |
| 50 | 281.125 | 0.059762 | 100.00% |
| 100 | 558.494 | 0.059762 | 100% |
| 500 | 2750.78 | 0.059762 | 100% |
| 1000 | 5473.35 | 0.059762 | 100% |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验数据 | 进化次数 | 时间/ms | 执行结果 | 真实结果 | 精确度 |
| V12E22 | 10 | 61.865 | 0.059088 | 0.132277 | 44.67% |
| 50 | 268.144 | 0.116865 | 88.35% |
| 100 | 521.614 | 0.132277 | 100% |
| 500 | 2707.86 | 0.132277 | 100% |
| 1000 | 5299.77 | 0.132277 | 100% |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验数据 | 进化次数 | 时间/ms | 执行结果 | 真实结果 | 精确度 |
| V14E26 | 10 | 54.5437 | 0.044932 | 0.0628504 | 71.49% |
| 50 | 255.358 | 0.062747 | 99.84% |
| 100 | 528.99 | 0.06285 | 100% |
| 500 | 2465.38 | 0.06285 | 100% |
| 1000 | 4908.45 | 0.06285 | 100% |

因此本文都按照迭代100次的时间和精确算法MSBA\_SDA进行对比。获取表格如下：时间单位为ms.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **GA** | **MSBA\_SDA** |
| **V6E10** | 590.983 | 1000.1 |
| **V8E14** | 533.281 | 1004 |
| **V10E18** | 558.494 | 1047 |
| **V12E22** | 521.614 | 1120 |
| **V14E26** | 528.99 | 1260 |

上图横坐标为图规模，纵坐标为算法执行时间。其中GA算法的复杂度为：k n |V|2E ，其中k表示迭代次数，n表示种群大小，|V|2E表示使用Dinic算法计算确定图最大流的复杂度。

另外，实验过程中，选用了一个V15E84的不确定图，因为图的复杂度过高，目前没有真实的数据进行对比，实验结果如下：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **实验数据** | **进化次数** | **时间/ms** | **执行结果** | **真实结果** | **精确度** |
| v15e84 | 1000 | 11309.3 | 0.010622 |  |  |
| 1500 | 15710.4 | 0.023879 |  |  |
| 2000 | 20178.6 | 0.022295 |  |  |
| 2500 | 24983.8 | 0.0315 |  |  |
| 4000 | 80459 | 0.049291 |  |  |

## 实验分析

由以上试验结果可以得到如下结论：

（1）遗传算法在不确定图规模不是很大的情况下（最大为V14E26），能够在能够得到较好的结果，且算法执行时间优于MSBA\_SDA算法。

（2）MSBA\_SDA算法随着图规模的增大，执行时间增加较快，而GA算法在图规模不是很大的情况下，执行时间趋于稳定。（时间单位较小，误差率较高）

（3）通过对不确定图V15E84的结果分析，并不是迭代次数越多就能够得到越精确的解（迭代1500次和2000次的对比），但是根绝算法中的设置，对于每一个单独的迭代过程，迭代次数越多，得到的结果一定会越接近精确解。

（4）实验中使用到的遗传算法是最“朴素”的遗传算法，如果加以剪枝过滤（如在每一次计算fitness的时候，如果改个体没有发生改变，则不需要重新计算），可以简化算法。