

程序设计

华中科技大学
计算机学院

综合课程设计

(2019.2)

课程目标

- p 进行程序设计综合性训练
- p 培养应用问题的求解能力
- p 程序编写向程序设计转化
- p 进一步培养编程规范性与工程化素养
- ü 问题定义
- ü 必要的需求分析
- ü 系统设计
- ü 编程实现
- ü 程序测试分析
- ü 编写课程设计报告

课程任务

- ▮ **熟悉问题:** 阅读综合课程设计任务书，查阅文献。
- ▮ **需求分析:** 分析问题中所涉及的数据对象，划分功能。
- ▮ **系统设计:** 明确程序的模块结构；设计数据结构（逻辑结构及其物理结构），参考并设计主要子问题的求解算法。
- ▮ **程序实现:** 基于系统设计，完成程序编写与调试任务。
- ▮ **程序测试:** 对程序进行功能测试，性能测量及理论分析。
- ▮ **程序优化:** 对设计方案中的结构，算法进行一定优化，测试与分析性能改善结果。
- ▮ **设计总结:** 按规范化要求撰写程序设计综合课程设计报告。
- ▮ **成果提交。**

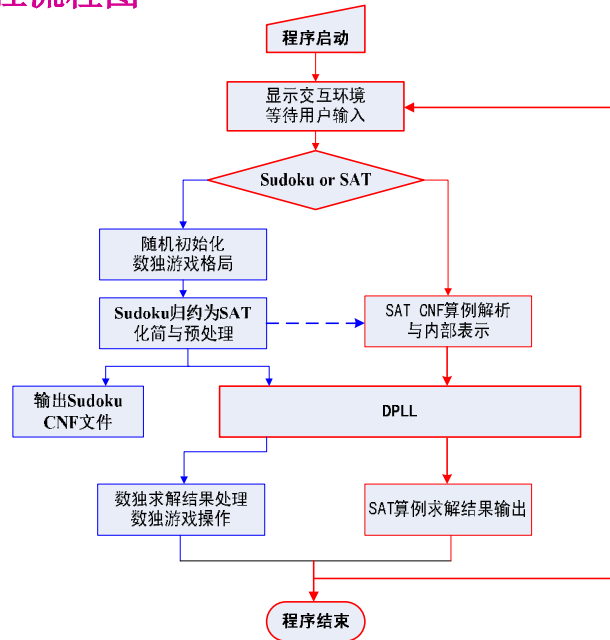
3

问题一 “基于SAT的数独游戏求解程序” 功能要求

- ▮ **输入输出功能:** 包括程序执行参数的输入，SAT算例cnf文件的读取，执行结果的输出与文件保存等。(15%)
- ▮ **公式解析与验证:** 读取cnf算例文件，解析文件，建立公式的内部物理结构；并实现对解析正确性的验证功能。(15%)
- ▮ **DPLL过程:** 基于DPLL算法框架，实现SAT求解。(35%)
- ▮ **时间性能的测量:** 记录DPLL过程执行时间（毫秒）。(5%)
- ▮ **程序优化:** 对基本DPLL的实现进行进行一定的优化设计与实现，提供明确的性能优化率结果。(15%)
- ▮ **SAT应用:** 将数独游戏转化为SAT问题，并集成到上面的求解器进行问题求解，具有一定的/简单的交互性。(15%)

4

程序主控流程图



5

Sudoku to SAT

9				3	4		6
		5		1			
3			9		6		5
8	3		6		2		
	9		3		1		7
		7		9		3	1
	5		4		7		2
				5		9	
6	8	1					5

9	8	1	5	7	3	4	2	6
7	6	5	2	1	4	8	3	9
3	2	4	9	8	6	1	5	7
8	1	3	7	6	5	2	9	4
2	9	6	3	4	1	5	7	8
5	4	7	8	9	2	3	6	1
1	5	9	4	3	7	6	8	2
4	7	2	6	5	8	9	1	3
6	3	8	1	2	9	7	4	5

n 变元:

ü 163 indicates that row 1, column 6 contains 3.

ü -452 indicates that row 4, column 5 does not contain 2.

6

Sudoku to SAT

9				3	4	6
	5		1			
3		9		6		5
8	3		6		2	
	9		3		1	7
		7		9		3
	5		4		7	
				5		9
6		8	1			5

9	8	1	5	7	3	4	2	6
7	6	5	2	1	4	8	3	9
3	2	4	9	8	6	1	5	7
8	1	3	7	6	5	2	9	4
2	9	6	3	4	1	5	7	8
5	4	7	8	9	2	3	6	1
1	5	9	4	3	7	6	8	2
4	7	2	6	5	8	9	1	3
6	3	8	1	2	9	7	4	5

Individual cell clauses:

A cell contains exactly one value in the range 1 to 9.

Consider the cell <1,1>

• The clause 111 112 113 114 115 116 117 118 119 0 indicates that it contains a least one such value.

• To show that it contains only one value .

-111 -112 0 (can't be both 1 and 2);

-111 -113 0 (can't be both 1 and 3) ;

These have to be repeated for each of the 81 cells.

7

Sudoku to SAT —Row clauses

9	8	1	5	7	3	4	2	6
7	6	5	2	1	4	8	3	9
3	2	4	9	8	6	1	5	7
8	1	3	7	6	5	2	9	4
2	9	6	3	4	1	5	7	8
5	4	7	8	9	2	3	6	1
1	5	9	4	3	7	6	8	2
4	7	2	6	5	8	9	1	3
6	3	8	1	2	9	7	4	5

Row 1:

• contains a 1: 111 121 131 141 151 161 171 181 191 0

• contains a 2: 112 122 132 142 152 162 172 182 192 0

... ..

• does not contain more than one 1:

-111 -121 0 (first two squares aren't both 1)

-111 -131 0 (first and third aren't both 1)

... ..

• does not contain more than one 2:

... ..

Row 2:

... ..

8

Sudoku to SAT

— Column clauses

9	8	1	5	7	3	4	2	6
7	6	5	2	1	4	8	3	9
3	2	4	9	8	6	1	5	7
8	1	3	7	6	5	2	9	4
2	9	6	3	4	1	5	7	8
5	4	7	8	9	2	3	6	1
1	5	9	4	3	7	6	8	2
4	7	2	6	5	8	9	1	3
6	3	8	1	2	9	7	4	5

n Column 1:

Ü contains a **1**: 111 211 311 411 511 611 711 811 911 **0**
 Ü contains a **2**: 112 212 312 412 512 612 712 812 912 **0**

... ..

Ü does not contain more than one **1**:
 -111 -211 **0** (first two squares aren't both 1)
 -111 -311 **0** (first and third aren't both 1)

... ..

Ü does not contain more than one **2**:

... ..

n Column 2:

... ..

9

Sudoku to SAT

— Block clauses

9	8	1	5	7	3	4	2	6
7	6	5	2	1	4	8	3	9
3	2	4	9	8	6	1	5	7
8	1	3	7	6	5	2	9	4
2	9	6	3	4	1	5	7	8
5	4	7	8	9	2	3	6	1
1	5	9	4	3	7	6	8	2
4	7	2	6	5	8	9	1	3
6	3	8	1	2	9	7	4	5

n The top left block:

Ü contains a **1**: 111 121 131 211 221 231 311 321 331 **0**
 Ü contains a **2**: 112 122 132 212 222 232 312 322 332 **0**

... ..

Ü does not contain more than one **1**:
 -111 -221 **0** (The 11 and 22 squares aren't both 1)
 -111 -131 **0** (The 11 and 33 squares aren't both 1)

... ..

Ü does not contain more than one **2**:

... ..

n The middle left block:

... ..

10

Sudoku to SAT

So far, we have completed the clauses which reflect the basic rules of the Sudoku game.

But, for Pre-filled cells

9				3	4		6
		5		1			
3			9	6		5	
8	3		6		2		
	9		3	1		7	
		7		9		3	1
	5		4	7			2
				5		9	
6		8	1				5

For example,

if cell <2,3> has to contain 5, we add the clause: **235 0**

...

11

Sudoku to SAT

- Every row contains every number:

$$\bigwedge_{i=1}^9 \bigwedge_{n=1}^9 \bigvee_{j=1}^9 p(i, j, n)$$

(1)

- Every column contains every number:

$$\bigwedge_{j=1}^9 \bigwedge_{n=1}^9 \bigvee_{i=1}^9 p(i, j, n)$$

(2)

- Every 3x3 block contains every number:

$$\bigwedge_{r=0}^2 \bigwedge_{s=0}^2 \bigwedge_{n=1}^9 \bigvee_{i=1}^3 \bigvee_{j=1}^3 p(3r+i, 3s+j, n)$$

(3)

- No cell contains more than one number:

$$\bigwedge_{i=1}^9 \bigwedge_{j=1}^9 \bigwedge_{n=1}^8 \bigwedge_{m=n+1}^9 (\neg p(i, j, n) \vee \neg p(i, j, m))$$

(4)

9				3	4		6
		5		1			
3			9	6		5	
8	3		6		2		
	9		3	1		7	
		7		9		3	1
	5		4	7			2
				5		9	
6		8	1				5

12

问题二 “基于高级语言源程序格式处理工具” 功能要求

- p 语言定义：选定C语言的一个子集，实现语言定义。
- p 单词识别：设计DFA的状态转换图（参见实验指导），实验时给出DFA，并解释如何在状态迁移中完成单词识别（每个单词都有一个种类编号和单词的字符串这2个特征值），最终生成单词识别（词法分析）子程序。(50%)
- p 语法结构分析与生成抽象语法树。(40%)
- p 按缩进编排生成源程序文件：对测试用例生成的抽象语法树进行先根遍历，按缩进编排的方式写到.c文件中。(10%)

13

课程设计要求

1. 两个题目任选其一，独立完成。
2. 按华中科技大学计算机科学与技术学院制定的课程设计报告文本结构及写作规范撰写课程设计报告。
3. 报告提交方式：
 - (1) 打印《程序设计综合课程设计报告》(A4纸双面打印)；
 - (2) 以班为单位提交光盘(至少含课程设计报告、源程序和脱离开发环境独立运行的目标程序、测试用例)；
 - (3) 按课表课程设计结束后3周左右集体提交。
4. 指导教师：李剑军 李开 许贵平
助教：IS1703 陆康；计卓1701 胡涛

14

程序设计综合课程设计评价标准

评价指标	满分	评价标准
程序功能 (40%)	100	题目：比赛 (1) 至 (6) 项功能得分之和，其中：处理信息得分：0.8，成绩计算得分：0.2。 题目：成绩 = (1) 至 (4) 项功能得分之和。其中：(2) / (3)，处理正负用同是 0.9，成绩计算得分：0.1。
程序效率 (10%)	100	程序效率：80，效率：80+，程序效率得分：90+，效率：80+。
设计特色 (10%)	100	特色不突出：70，有一定特色：80+，特色突出：90+。
报告内容 (30%)	100	同题报告得分：20，程序系统设计、数据结构、算法设计和算法分析：60，测试分析及测试分析：20。
报告规范 (10%)	100	文本规范：80，规范：80+，不规范：80+。
教师评分	10	教师评分：80+，教师评分：80+。

综合成绩 = 设计成绩 × 82% + 实验成绩 × 8%
设计成绩 = (程序功能 × 40% + 设计特色 × 10% + 程序规范 × 10% + 报告内容 × 30% + 报告规范 × 10% + 教师评分)

15

报告格式 (封面)

华中科技大学 课程设计报告

题目：基于 SAT 的数独游戏求解程序

课程名称：程序设计综合课程设计
专业班级：
学号：
姓名：
指导教师：
报告日期：

计算机科学与技术学院

16