

# 基于逻辑形式化的 Flash 动画测评<sup>①</sup>

倪应华<sup>1</sup>, 金炳尧<sup>1</sup>, 陈尧妃<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(浙江师范大学 行知学院, 金华 321004)

<sup>2</sup>(金华职业技术学院 信息工程学院, 金华 321017)

**摘要:** 提出了一种根据动画效果实现 Flash 动画自动测评的方案。采用逻辑形式化方法描述操作题阅卷信息, 并通过建立的逻辑形式化阅卷系统实现自动阅卷。重点介绍了自动测评方案实现的三个环节: 逻辑形式化描述、SWF to XML 和自动测评。结合实例给出了逻辑形式化阅卷的全过程。通过和人工阅卷对比分析表明: 逻辑形式化自动阅卷误差优于人工平均误差且接近人工最小误差。

**关键词:** 逻辑形式化; Flash 动画; XML; 自动测评

## Flash Movie Automatic Marking Based on Logical Formal

NI Ying-Hua<sup>1</sup>, JIN Bing-Yao<sup>1</sup>, CHEN Yao-Fei<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(Xingzhi College, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China)

<sup>2</sup>(College of Information Engineering, Jinhua College of Vocation and Technology, Jinhua 321017, China)

**Abstract:** The authors propose a scheme of Flash movie Automatic Marking based on animation effects and describe the question's Marking information by using the logical formal method. Achieve automatic Marking by building the logical formal system. This paper focuses on three components of the scheme: logical formal description, SWF to XML and automatic marking. It describes the whole process of logical formal Marking with example. The analysis of manual and automatic Marking shows that: logical Formal automatic Marking is better than the average artificial error and close to the minimum artificial error.

**Key words:** logical formal; flash movie; XML; automatic marking

SWF(Shockwave Flash)是 Macromedia 公司提出的交互矢量图形文件格式, 具有非常优秀的压缩性、传输性与交互性, 通过 Flash 动画软件设计制作。Flash 动画由于制作简单、文件量小、流式播放等特点, 事实上已经成为网络动画的主流表现形式。技能操作测评是计算机辅助测评 CAA(Computer Assisted Assessment)领域中一个重点研究方向<sup>[1]</sup>。目前研究比较薄弱, 尤其缺乏一般性的理论与方法。Flash 动画测评一般都依赖人工阅卷。由于 Flash 没有提供类似 Office 的对象模型, 无法直接提取 Flash 动画信息, 导致实现 Flash 动画自动测评比较困难。笔者对此提出了根据 Flash 动画效果进行自动阅卷的设想, 将 Flash 发布格式 SWF 动画文件转换成 XML 文档, 然后基于 XML 实现逻辑

形式化自动阅卷。

## 1 逻辑形式化概念和结构

### 1.1 逻辑形式化概念

形式化描述主要利用数学方式定义语言的语法和语义, 借此描述特定对象的特性和功能。形式化描述通过丰富的内建数学结构来描述对象的状态, 从而将它细化和严格化<sup>[2]</sup>。所谓逻辑形式化就是在形式化基础上, 使用逻辑表达式为基础来构建描述结构。与自然语言相比, 逻辑形式化描述主要具备以下优点。①一致性, 自然语言本身存在部分歧义性或者二义性, 而逻辑形式化描述结果是逻辑值, 可以排除这种不一致的情况。②简洁性, 逻辑形式化采用数学符号进行描述, 具有高度

① 基金项目:2008 年度浙江省教育厅项目(Y200805671);2010 年度浙江省教育厅项目(Y201017884)

收稿时间:2010-01-26;收到修改稿时间:2010-03-06

的概括性。③计算机可理解，计算机可以对逻辑形式化的描述信息进行分析和解剖。④可规约性，可以利用数学的、逻辑的方法对描述进行规约，排除描述中重复的、相悖的信息。

### 1.2 逻辑形式化结构

逻辑形式化描述结构如图 1 所示。①中 X 表示小题号，Y 表示小题分数。小题号是为了方便后期分数统计分析。②该小题涉及的技能点编号以及为了实现技能点判分必须从考生文档中提取的参数序列。②最终返回的是从考生文档中提取的技能点考生操作答案。③运算符，主要是实现操作判断的关系运算符。④标准答案，该小题技能点标准操作的结果。②③④组成一个逻辑表达式，返回结果为 True 时小题得分。



图 1 逻辑形式化描述结构

## 2 Flash动画测评方案

Flash 动画测评方案如图 2 所示，该方案主要经过两个阶段。考前阶段是教师根据 Flash 动画测评要求和评分标准对每个技能操作试题进行逻辑形式化描述。考后阶段是对学生操作结果进行逻辑形式化自动测评。自动测评之前首先将 Flash 动画 SWF 文件通过 SWF to XML 实现 Flash 动画内容的提取和 XML 描述；自动测评时阅卷系统逐个解析如图 1 所示的试题逻辑形式化阅卷描述，从 XML 文档中提取学生操作结果与标准结果进行对比实现自动测评。

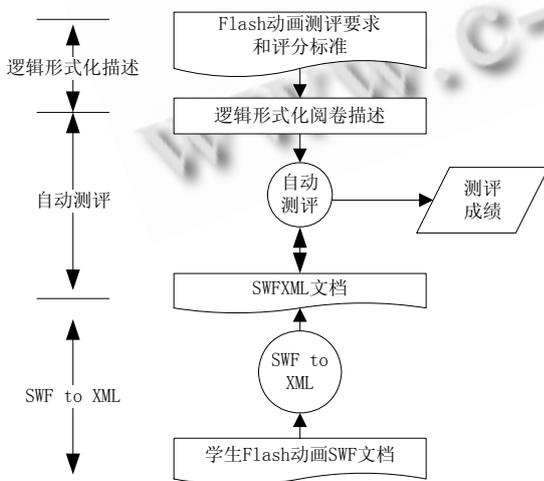


图 2 Flash 动画测评方案

## 3 关键技术分析

### 3.1 逻辑形式化描述

逻辑形式化描述是实现逻辑形式化自动测评的前提条件。在此阶段主要的任务是建立符合阅卷描述系统要求的试题技能点阅卷描述信息。阅卷系统构建者根据 Flash 动画阅卷的需要对阅卷描述系统技能知识点进行整理，给每个技能点生成唯一性编号，并针对每一个技能点阅卷所需的参数序列进行了分析和指定，最终形成专家知识库存储在阅卷系统中。任课教师通过试题阅卷描述界面直接进行试题阅卷描述，阅卷描述系统根据技能点编号从专家知识库中提取并检查录入的参数序列是否有效。下面是 101 号技能点判断动画宽度为 400 像素的逻辑形式化阅卷描述。

1,0.5={\*101|width\*}=400

### 3.2 SWF to XML

#### 3.2.1 实现流程

Flash 动画效果 SWF 文件以二进制形式存储，这种格式不利于动画效果信息的提取。利用 XML 半结构化描述在数据交换表达上的优势，将 SWF 文件信息解析转换为 XML 格式。图 2 中 SWF to XML 整个转换实现流程如图 3 所示，整个流程分成 SWF 解析和 XML 形式化两个部分。SWF 解析是 XML 形式化的实现基础，XML 形式化是对 SWF 解析内容的表达和存储。SWF 解析分成 SWF Header 解析和 SWF Tag 解析两个部分。XML 形式化可以分成三个环节：①Header XML 形式化表达；②Objects XML 形式化表达；③封装生成 SWFXML 文档。

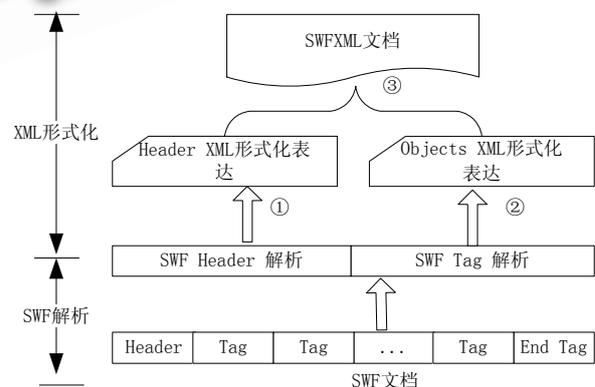


图 3 SWF to XML 的实现流程

#### 3.2.2 SWF 解析

SWF 文件的组织和存储结构由一个文件头

Header 和一系列 Tag 组成, 最后以 End Tag 结束文件。

在 Header 中主要定义了与 SWF 动画播放环境相关的重要信息, 结构如表 1 所示。具体包括文件是否压缩、版本号、场景大小、播放帧频以及动画总帧数。

表 1 SWF 文件头字节结构

字节	类型	含义
1	UI8	F-未压缩, C-压缩
2	UI8	W
3	UI8	S
4	UI8	SWF 文件的版本号
5-8	UI32	文件长度所占字节数
9-N	RECT	场景大小信息
N+1-N+2	UI16	播放帧频
N+3-N+4	UI16	动画总帧数

Tag 是 SWF 文件的主体。每个 Tag 分成 Tag 头和 Tag 体前后两个部分。每个 Tag 头又分成 Tag 类型和 Tag 内容长度。根据 Tag 头格式不同可以将 Tag 分成两种: 短 Tag 和长 Tag。短 Tag 结构如表 2 所示, 整个短 Tag 头只有 2 个字节, 其中前 10 位定义 Tag 类型号, 后 6 位定义 Tag 体长度。长 Tag 结构如表 3 所示, 整个长 Tag 头有 6 个字节, 其中前 10 位定义 Tag 类型号, 后 6 位使用“111111”填充, 后继的 4 个字节定义为长 Tag 的 Tag 体长度。

表 2 短 Tag 结构

Tag 结构	字段结构	字段含义
Tag 头	UB[10]	Tag 类型号
	UB[6]	Tag 体长度
Tag 体	...	Tag 内容

表 3 长 Tag 结构

Tag 结构	字段结构	字段含义
Tag 头	UB[10]	Tag 类型号
	UB[6]	Tag 填充位
	UI[32]	Tag 体长度
Tag 体	...	Tag 内容

Tag 主要定义了涉及 SWF 动画的内容信息和动画呈现控制信息。所有的 Tag 数据块形式一致而且独立。Tag 组织顺序遵循以下规则<sup>[3,4]</sup>: ①当前 Tag 可以引用前面出现过的 Tag, 但不能引用后继出现的 Tag, 即先定义后引用; ②定义标记中的元素必须在控制标记引用前定义, 即先定义后控制; ③声音流定义标记内部数据必须严格有序; ④End Tag (结束标记) 必定是最后一个标记。SWF 文件的这种组织和存储格式为 SWF 动画效果解析提供了实现基础。

按照 Tag 的作用可以分成两类: 定义型 Tag 和控制型 Tag。定义型 Tag 定义了动画中的元素, 主要有形状、可变形状、按钮、影片剪辑、文字、位图、声音以及视频, 共 8 大类<sup>[5,6]</sup>。定义型 Tag 不会绘制任何图形, 也不会产生任何动画效果。绘制和控制图形的功能都是由控制型 Tag 实现的。这类 Tag 用来产生和操作角色, 并且控制影片的流程。

### 3.2.3 XML 形式化

Header XML 形式化表达主要遵循以下规则:

①SWFXML 形式化文档的根元素是 SWF; ②描述动画环境信息的各个参数作为 SWF 根元素的属性; ③动画环境参数的值作为相应属性的属性值。

Objects XML 形式化表达主要遵循以下规则: ①

每个对象使用对象名称命名 XML 根节点的一个元素。比如每一个 DefineShape 对象信息都表示在一个以 DefineShape 作为元素名称的 XML 片段中。②对象的直接描述信息表达为元素的属性, 对象的组合属性作为对象的子元素表示。比如: 形状 ID 号、宽度 Width 和高度 Height 都是形状对象的直接描述信息, 因此作为 DefineShape 元素的属性表示。而涉及到形状的填充样式、轮廓线样式等信息作为 DefineShape 元素的子元素进行描述和表达。

### 3.3 自动测评

逻辑形式化测评系统就是一个逻辑形式化描述求解系统。为了提高阅卷信息描述的灵活度和阅卷的准确度, 在阅卷信息描述的构建中部分引入了程序的概念, 允许在阅卷信息的描述过程中设置变量、引用函数和宏替换实现复杂信息的描述。在该系统中设计了以下 10 类符号: 1) 算术运算符; 2) 字符串运算符; 3) 关系运算符; 4) 逻辑运算符; 5) 括号运算符; 6) 变量; 7) 字符串常量; 8) 数值常量; 9) 宏替换; 10) 函数。有关逻辑形式化自动求解的专家系统架构可参看参考文献<sup>[2]</sup>。

阅卷系统根据学生操作试题的试题号从阅卷库中提取试题阅卷逻辑形式化描述信息。阅卷系统按照小题逐个解析每个小题的逻辑形式化表达式。根据技能点编号验证参数序列, 从学生操作转换的 SWFXML 文档中提取技能点学生操作答案与技能点操作标准答案进行关系运算。根据运算结果给出小题得分, 并累加到测评成绩中。

## 4 测评实例和效果分析

### 4.1 测评实例分析

试题操作要求如下:

(1) 将 Flash 动画场景大小调整至 400\*350 像素, 背景色设置为 #00FFFF; (2 分)

(2) 将太阳的填充色更改为 #FFFF00; (1 分)

(3) 制作动画实现太阳从左往右运动。(2 分)

采用逻辑形式化方法来描述该操作题:

1,0.5={\*101|Width\*}=400 /判断动画宽度

1,0.5={\*101|Height\*}=350 /判断动画高度

1,1={\*102\*}=#00FFFF /判断背景色

N={\*203|1|1\*} /返回第 1 帧太阳实例对象号

2,1={\*406|N\*}=#FFFF00 /判断太阳填充色

3,0.5={\*201|24\*}=True /判断关键帧

3,1={\*501|1|24\*}=True /判断动画类型

A={\*301|1|N|Left\*} /返回太阳对象 Left

M={\*203|24|1\*} /返回第 24 帧太阳实例对象号

B={\*301|24|M|Left\*} /返回太阳对象 Left

3,0.5=B>A /判断运动方向

采用上述逻辑形式化描述对某一学生 Flash 动画 SWF 文件进行自动阅卷, 阅卷结果如表 4 所示。

表 4 实例逻辑形式化阅卷效果

逻辑形式化描述	②部分值	逻辑结果	得分
1,0.5={*101 Width*}=400	400	True	0.5
1,0.5={*101 Height*}=350	300	False	0
1,1={*102*}=#00FFFF	"#00FFFF"	True	1
2,1={*406 N*}=#FFFF00	"#FFFF00"	True	1
3,0.5={*201 24*}=True	True	True	0.5
3,1={*501 1 24*}=True	True	True	1
3,0.5=B>A	B=52,A=52	False	0
试题总得分			4

#### 4.2 测评效果分析

5 名教师采用相同阅卷标准分别对 10 个操作题进行人工阅卷。将人工阅卷平均分作为该操作题的标准分。根据阅卷分数和标准分计算绝对误差, 计算公式如下所示。

绝对误差 = |阅卷分数 - 标准分| / 标准分 × 100%

根据上式分别计算人工最大误差、人工平均误差、人工最小误差和自动阅卷误差。人工最大误差是指阅卷教师中偏离标准分最大的阅卷分数与标准分之间的绝对误差百分比; 人工平均误差是指所有教师阅卷分数与标准分之间的绝对误差百分比平均值。上述四种误差比较如图 4 所示, 分析图中数据不难发现: (1) 部分操作题自动阅卷为零误差; (2) 自动阅卷误差绝大部分均小于等于人工平均误差; (3) 自动阅卷误差

绝大部分等于人工最小误差; (4) 个别自动阅卷误差虽高于人工最小误差, 但远低于人工最大误差。通过误差对比分析表明: 采用计算机实现 Flash 动画逻辑形式化自动测评, 测评效果基本接近人工最小误差。

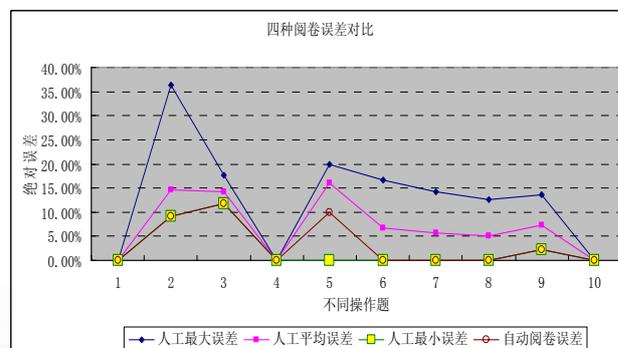


图 4 四种阅卷误差对比

#### 5 结语

本文提出了一套完整的 Flash 动画自动测评方案。实现了 Flash 动画效果的自动阅卷。该方案建立在 SWF 文件转换为 XML 文档基础上, 因此阅卷技能点的范围也受到一定的限制, 由于 SWF 中只存储了与动画表现相关的关键帧及对象信息, 没有存储场景、元件等信息。要实现场景、元件信息的自动阅卷还必须探索其他信息获取方法来进一步实现。本文自动阅卷方法, 即采用逻辑形式化方法描述阅卷信息并最终实现逻辑形式化自动阅卷, 阅卷效果接近人工最小误差。该阅卷方法同样可以应用到其他技能测评系统中。

#### 参考文献

- 1 何克抗, 许骏. 计算机辅助测评 CAA 研究新进展. 开放教育研究, 2005, (2): 78-83.
- 2 金炳尧, 马永进, 骆红波, 等. 阅卷信息的形式化描述及其应用. 计算机科学, 2005, 32(1): 106-107.
- 3 Macromedia Incorporated. Macromedia Flash File Format (SWF). <http://www.half-serious.com/swf/format/index.html>
- 4 万明磊. 机顶盒中 SWF 解码器的设计与实现[硕士学位论文]. 武汉: 华中科技大学, 2005.
- 5 Yang J, Li Q, Liu WY, Zhuang YT. Content-based Retrieval of Flash Movies: Research Issues, Generic Framework, and Future Directions. Multimedia Tools and Applications, 2007, (34): 1-23.
- 6 刘磊. Flash 动画的内容分析与特征提取研究[硕士学位论文]. 济南: 山东师范大学, 2008.