

从短信文本到手机动画的粒子特效的自动生成^①

林海华, 许向辉

(北京工业大学 多媒体与智能软件北京重点实验室, 北京 100124)

摘要: 粒子特效自动生成是手机 3D 动画自动生成系统的一个重要组成部分. 但系统不具备粒子特效自动生成这一功能, 本文对此进行设计, 并实现粒子特效的自动生成功能. 介绍了手机动画系统的本体库的现状, 研究了粒子特效的定性规划, 设计了粒子特效系统规则推理方案, 并指出定量实现的难点. 最后通过实验较好的验证了粒子特效自动生成功能.

关键词: 粒子特效; 手机动画; 自动生成; 本体库

Automatic Generation of Particle Effects from SMS Text to Cell Phone Animation

LIN Hai-Hua, XU Xiang-Hui

(Beijing Municipal Key Laboratory of Multimedia and Intelligent Software Technology, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract: The automatic generation of Particle Effects is an important part of the automatic generation system of mobile phones 3D animation. However, the system lacks of the function of particle effects automatic generation, this paper designs and realizes the automatic generating function of the particle effects. The paper introduces the present situation of ontology library of the phone animation system, studies the qualitative programming of particle effects, and designs a rule reasoning scheme of particle effects. And noted that the difficulties of quantitative realization. Finally, the automatic generation of particle effects is verified by experiments.

Key words: particle effects; mobile phones animation; automatic generation; ontology library

1 引言

计算机动画是计算机图形学和艺术相结合的产物. 上世纪 90 年代, 中科院陆汝钫院士^[1]首次提出全过程计算机辅助动画自动生成技术, 这是一种新的动画生产技术. 基于该技术, 实现从文本到动画的自动生成. 它结合人工智能的思想和技术, 处理受限的自然语言故事, 对故事内容进行定性描述, 然后进行定量计算, 并借助多媒体技术生成动画文件. 整个过程不需要人工干预, 是计算机自动完成的, 该过程是一个自顶向下、逐步求精的过程. 陆汝钫院士带领自己的研究小组实现了该技术, 研制出智能软件系统《天鹅》^[2], 并应用该系统成功制作了动画片《三兄弟》, 极大的缩短了传统方法需要的时间和人力.

随着智能手机的普及, 立足于移动通讯的快速发展, 中国科学院的张松懋研究员^[2]于 2008 年提出将动

画自动生成技术应用在手机短信上, 即面向手机短信的 3D 动画自动生成技术. 手机动画自动生成技术以短信文本为输入, 对动画内容给以定性分析和定量计算, 最终输出手机 3D 动画.

粒子系统技术^[3]是计算机动画技术的一个重要组成部分. 特别是近十多年, 它的发展非常迅速. 动画中的粒子特效是表现 3D 动画艺术的最具特色的技术手段. 在自然界中有一些现象, 比如雨、雪、霜、雾、烟、火等, 对于表现这些不规则的、模糊的、运动的物体, 粒子特效具有不可替代的精确性、真实性和无限的可操作性, 所以称其为模拟真实物体的绝佳工具. 在影视特效中, 常常借助粒子模拟一些通过摄影和剪辑技术难以或完全不能实现的效果. 在一些电视气象节目中, 使用粒子特效模拟气象信息, 使普通的天气动态变得生动形象^[4]. 还可以通过粒子特效实现超乎

① 收稿时间:2015-10-27;收到修改稿时间:2015-12-10 [doi:10.15888/j.cnki.csa.005227]

想象的视觉效果。

现阶段对粒子特效的实现方法的研究并不少,但其局限性在于需要根据具体的动画场景,手工的添加粒子特效。场景的变化,往往需要制作人员重新设计粒子效果,缺少复用性,也增大了动画制作成本。本文提出粒子特效的自动生成,其功能是根据场景的不同,动态的规划粒子效果,排除人工的参与,完全借助计算机来实现。需要指出的是,在视觉效果上,人工参与设计、制作的粒子效果目前确实比计算机自动生成的粒子特效好。这也是粒子特效自动生成功能的不足之处,但是它可以减少人工成本,缩短制作周期,还具有复用性和较强的适应性。

基于动画自动生成技术,我们设计了完整的系统。目前,系统已经可以根据不同内容的短信生成动画,可以为物体添加变形,为人物添加动作。然而,短信内容中直接或间接提及天气现象时,动画还不能表达这些天气现象。

为了进一步丰富动画的表现力,可以在系统中加入粒子特效的自动生成功能。在动画中添加粒子特效,模拟自然界的天气现象,以更加生动的方式表达短信的内容,增强动画的感染力。

粒子特效自动生成是手机 3D 动画自动生成系统中的重要部分。最初的动画是物体的简单摆放,比较单一,也缺少观赏性,不能引起用户的兴趣。后来加入了变形动画模块,物体能够发生形变,增加了动画的多样性,但有其自身的约束性,如对于自然界的风雨雪等现象无法刻画。粒子特效的加入,可以较好的解决这个不足。

2 系统介绍

2.1 手机 3D 动画自动生成系统介绍

手机 3D 动画自动生成系统是由多个子系统组成。系统是以短信文本作为输入,使用机器学习的思想和方法对短信文本进行信息抽取,提取出短信中的主题信息。这些信息又作为各个子系统的输入。系统主要包括情节规划子系统,动画变形子系统,人物动作和表情子系统,摄像机规划子系统等。它们分别实现动画的情节设计与实现,动画中物体的变形设计,人物动作和表情的规划以及摄像机拍摄规划等。这些子系统并不是简单的耦合,而是有一定的关联。每个子系统通常是由两个主要部分构成,定性规划和定量实现。

子系统对短信信息进行加工和扩展,设计出定性信息,将其转化成定量信息并实现。最后整个系统输出动画文件,并渲染成 3D 动画。图 1 给出系统的流程图。

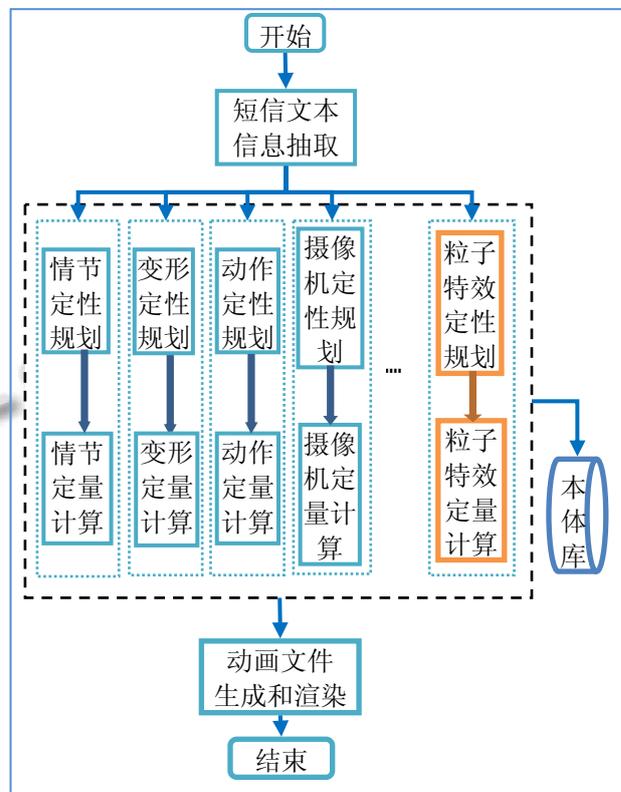


图 1 手机短信 3D 动画自动生成流程图

2.2 粒子系统粒子特效本体库

数粒子系统(Particle System)是 Maya 动力学(Dynamic)模块的重要组成部分。Maya 提供的强大的粒子系统使粒子特效动画成为重要的动画艺术手段。粒子特效(Particle Effects)能够制作最复杂、细致、真实的场景。粒子系统通过控制粒子发射的方向、数量及速度,制作出各种粒子特效来模拟自然界中的风、雨、雪、烟、雾、水和火等,达到逼真的效果,增强动画的灵活性和艺术表现力^[5]。

在 Maya 中,粒子(particle)对象是具有相同属性的多个粒子的集合。粒子可显示为圆点(dot)、流线(streak)、球体(sphere)、水滴曲面(blobby surface)或其它类型的点。使用粒子可以创建一个或上万个粒子对象,可以使用各种技巧为粒子的显示与移动制作动画效果,还可以加入动力场来制作动画。

如通过控制速度、惯性、寿命周期、数量等粒子属性为动画加入种类丰富的粒子特效,理论上来说,

使用 Maya 粒子系统并配合 MEL 语言可以实现任何效果。作为手机短信 3D 动画自动生成系统的动画渲染软件, Maya 提供了比较成熟的粒子系统, 使动画粒子特效自动生成具备可行性。

2.3 粒子特效自动生成系统

粒子特效自动生成功能是手机 3D 动画自动生成系统中的重要组成部分。在手机 3D 动画自动生成系统中, 首先对短信进行信息抽取, 得到短信主题, 然后根据主题, 经过定性规划和定量实现, 动态添加粒子特效。

粒子特效自动生成功能由粒子特效的定性规划和粒子特效的定量计算两部分组成。定性规划描述了粒子特效的相关属性, 首先构建粒子特效知识库, 描述并定义其所具有的属性以及相关的主题和模板。根据短信内容所涉及的主题, 实现粒子特效的定性规划。而定量计算则是将定性信息转化成定量信息, 完成粒子特效的定量计算, 实现粒子效果。最后生成 3D 动画。

将粒子特效应用到手机 3D 动画自动生成技术中, 能丰富动画的表现形式, 使动画内容也更加生动。

3 粒子特效之定性规划

对短信文本进行信息抽取, 得到短信的主题和模板信息。情节规划以此为输入, 在知识库中查找与短信主题和模板相符合的知识, 利用这些知识生成新的动画场景。情节规划结束后, 会给出动画场景信息, 包含选定的短信主题。

系统目前已经包括了主要的人物、季节等类模板, 但是没有天气模板, 不能描述自然现象如风、雨、雪等。因此在知识库中新增天气模板, 表示主要的自然现象。现实生活中, 人们习惯用天气现象间接的表达人的心情的变化, 如“落叶悲秋”, 用凋零的落叶刻画人的忧伤的情绪。所以, 在知识库中对情绪做知识定义。

3.1 粒子特效本体库

本体库是以描述型方法来存贮和管理知识的机构。在人工智能领域, Neches^[6]最早给出本体^[7](Ontology)的定义。本体是由 AI 中的语义网络^[8]演化的一种概念化的、结构化的表示方法。它能够描述语言文本中隐含的深层语义, 能够有效的处理复杂的知识, 因此本文采用基于本体的表示方法(本文本体库包括知识库

和规则库)。

知识库库提供了类、实例、关系属性以及数据属性等, 从概念层面刻画现实世界。类是对客观事物的抽象。实例是类的具体化, 即类的一个具体对象。对象属性用来表示类自身具有属性, 数据属性是类所拥有的数据关系。

为了支撑手机动画自动生成系统, 我们构建了知识库。我们对测试的手机短信进行了归类, 总结出 80 多个短信主题。还借助哈尔滨工业大学的自然语言处理系统对短信做进一步的分析, 建立了 60 多个模板信息类和 200 多个模板实例。我们还会继续对其进行扩充。知识库中模板主要包括人物模板, 动物模板, 食物模板, 季节模板、时间模板等。对主要的类模板做进一步细化, 尽可能涵盖客观世界的主要领域。主题主要包含日常时间主题, 情绪主题, 节假日主题等。

事物之间是相互联系的。在知识库中用物体属性和数据属性来描述类与类之间的关系。还需要创建实例来表示某个类的具体对象的信息。信息包含该实例所属的类, 所具有的相关属性等。主要的类模板或主题都有对应的实例。

天气模板目前有风, 雨, 雪, 雾这四个大类, 每个类又按照强度进行了细分。还建立了这些类之间的关系属性, 以及相关的实例。因为这些天气现象是用粒子特效实现的, 故又称作粒子特效类。如图 2。

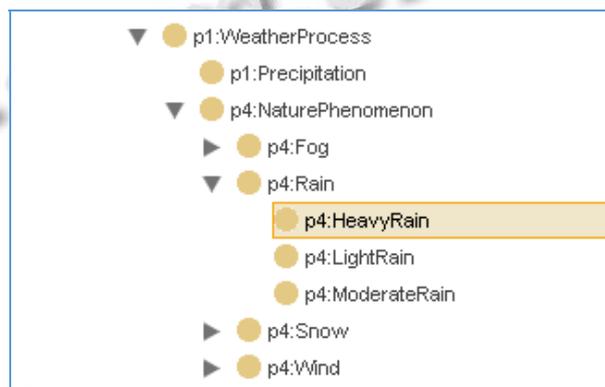


图 2 知识库中粒子特效类

对于风、雨、雪、雾这几个类, 其子类是用强度和方向作为划分依据的, 所以还建立了对应的方向类和强度类。粒子特效类不是孤立存在于系统中, 还需要它们与知识库中的其它类如季节等类模板建立关联。

情绪在动画中不容易表达. 影视中通过人物的面部表情, 动作等来表达情绪. 另外它们也会通过环境的变化来间接表现人物的喜怒哀乐. 例如, 动画中主人公处于悲伤的情绪时, 常常会是一个下暴雨的背景或者树叶大片的凋落. 这种效果在动画里可以用粒子特效实现. 因此我们在动画中用粒子特效类来营造一种环境氛围, 表现短信主题, 间接的表达人物情绪, 使动画情节和内容更加丰富.

目前, 手机 3D 动画自动生成系统中, 共有 4 大粒子特效类, 18 个子类, 37 个粒子特效规则. 能够实现风、雨、雪、雾四类天气现象. 能够表达开心、难过、遗憾等情绪.

知识库的建立是使用斯坦福大学医学院生物信息研究中心基于 Java 语言开发的本体编辑和知识获取软件—Protégé^[9].

3.2 粒子特效规则库及推导策略

知识库的构建是手机 3D 动画系统的基础. 对短

信文本进行信息抽取之后, 经过情节规划子系统, 推定动画的主题或模板. 粒子特效模块的任务是根据这个主题或模板推导出动画中是否需要添加粒子特效.

① 粒子特效规则库

本文通过规则将模板和主题与粒子特效关联起来. 系统中的各个子系统也是通过规则进行推理的. 每个子模块都创建了自己的规则库.

知识库仅仅基于描述逻辑, 它不能表示一般形式的规则, 于是人们提出了一种新的用语义方式呈现规则的语言——SWRL^[10]. SWRL(Semantic Web Rule Language)规则部分的概念是由 RuleML 演变而来, 再结合 owl 本体形成, 目前 SWRL 已经成为 W3C 的规范之一.

本文使用 SWRL Rules 建立的添加粒子特效的规则. 这些规则为定性部分的推导提供了支撑. 规则部分见图 3.

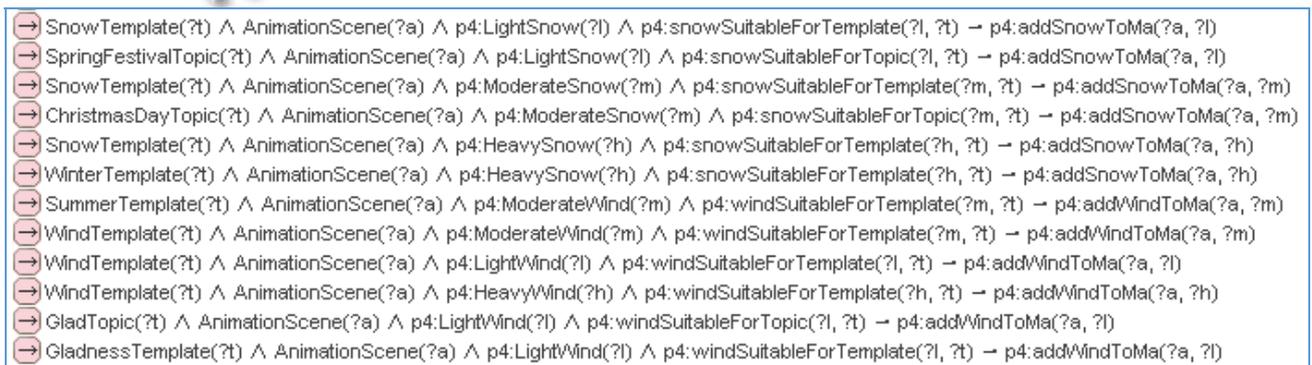


图 3 粒子特效规则示例

下面举例对粒子特效规则给出简要说明, 如:

$p2:RainTemplate(?t) \wedge p2:AnimationScene(?a) \wedge HeavyRain (?h) \wedge rainSuitableForTemplate(?h,?t) \rightarrow addRainToMa(?h,?a)$

表示: 情节规划系统给出一个动画场景 (AnimationScene), 根据短信抽出一个下雨的模板 (RainTemplate), 如果知识库中有一个粒子效果 (HeavyRain)能够表现(rainSuitableForTemplate)这个模板, 则将粒子效果(addRainToMa)添加到场景中.

② 粒子特效定性信息推导策略设计

建立粒子特效规则库后, 粒子特效知识库已经搭建成功. 然后制订推导规则, 根据规则推导出粒子特效的定性规划信息. 下面给出推导策略, 步骤如下:

第一步: 如果存在主题, 则基于规则库中的规则判断是否存在适合表达该主题的粒子效果; 如果存在适合的粒子效果, 则将粒子效果的属性及其值存入定性信息文档.

第二步: 如果存在模板, 则基于规则判断是否存在适合表达该模板的粒子效果; 如果存在适合模板的粒子效果, 则将粒子效果的属性及其值存入定性信息文档.

第三步: 如果不存在主题, 则获取当前场景的主题并判断是否存在适合表达主题的粒子效果; 如果存在适合的粒子效果, 则将粒子效果的属性及其值存入定性信息文档.

定性上按照此策略进行推导. 短信中有可能同时

提到多种天气现象,如“风雨交加”,就会同时出现两种粒子效果,风和雨.而目前实验室的硬件设施处理多种粒子效果时,渲染时间极长,甚至无法渲染.所以在定性部分,要全面考虑,合理取舍,确保每次只添加一种粒子效果.

根据上述策略,获得适合表达短信主题的粒子特效实例,并生成定性信息.

粒子效果的定性信息表示方式如下:

```
<rule ruleType="addEffectToMa" type="Rain"
Magnitude="Heavy" Direction="North" />
```

该信息指出,动画中可以添加粒子特效,粒子特效类型是“Rain”,强度是“Heavy”,方向是“North”.

至此,粒子特效自动生成模块的定性部分结束.

4 粒子特效之定量计算

定性规划生成定性信息文档.整个系统的定性信息都保存在此文档中.

在定量计算阶段,首先判断是否有粒子特效的定性信息,如果有,则获取要添加的特效的类型(如“Rain”)、特效的属性(如强度“Heavy”、方向“North”).定性信息中的强度对应于 Maya 中的 Rate 属性.强度越大,Rate 值越大,较大的 Rate 值会产生大量的粒子,直接影响动画的渲染时间.

通过对粒子强度进行大量的实验,找到比较合适的强度范围.既能有效区分粒子特效的级别,又能减少渲染时间.将强度划分为三个区间,分别对应定性中的“小”(“Light”)、“中”(“Moderate”)、“大”(“Heavy”)三个级别.在对应的区间,随机生成一数值,作为发射速率,使粒子效果的强度具有多样性.而方向则是根据 Maya 中的世界坐标系,按照一定顺序,分为八个方向,对应实际的方向(如“东”,“西”,“东南”,“西南”).然后调用 Maya API 为特效设置相应发射速率、特效的方向.

最初的定量计算是按照现实情形设计的.如“下雨”,会在整个场景中添加雨滴,粒子数量也达到千级,甚至上万.但由于硬件设备比较陈旧,渲染服务器无法渲染该量级的粒子,只能选择折中的方案.

定量计算需要解决一是粒子发射面的大小和位置;二是粒子发射速率的大小.

场景的大小不是固定值,不同的场景,摆放不同的物体,物体的位置也影响到发射面的大小.首先根

据场景中物体的摆放位置,计算出发射面的大小,使其能够覆盖场景中的所有物体.场景的不同,发射面的大小有较大差异,如沙漠,群山等室外场景,发射面比较大.粒子数量一定的前提下,发射面的大小能够直接影响动画中粒子特效的效果,或者雨滴特别稠密,或者无法看到雨的效果.另外发射面的高度,也不易确定.

对于粒子发射速率的设置,需要在大量实验的基础上,才能总结出比较合适的粒子发射速率和粒子的数量,既能有效区分出粒子效果的强度,又能适应硬件的渲染能力.最大的问题在于,场景是动态变化的,粒子效果的强度也是变量,这是定量实现中比较棘手的问题.这需要运用动态规划的思想,动态计算场景的大小,动态的设计粒子发射面积,根据粒子强度的不同,动态设定发射速率.根据发射面的大小,粒子效果的强度,为粒子发射速率设定了不同的范围.

5 实验

粒子特效自动生成系统作为手机 3D 动画自动生成系统的一个子系统,已经实现了基本的功能,目前正在短信测试,并修正、完善该系统.

该系统主要实现两个功能.一是短信中明确提到的天气现象,粒子特效自动生成系统应该能够实现相应的粒子特效.二是短信中没有提到天气,但是有表示情绪的信息,系统应该能够用粒子特效表现情绪.为了验证这两个功能,我们发送多条短信进行测试.

选取两条具体的短信进行说明.

① 手机短信:“下了几天的雨,天气变得凉爽了”.
对这条短信进行信息抽取,结果如下:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<result negType="" negCont="">
<message value="下了几天的雨,天气变得凉爽了"/>
<nemessage value="下了几天的雨,天气变得凉爽了"/>
<segmessage value="下#vb 了#ax 几#nb 天#qt 的#ax 雨
#nn,#wp 天气#nn 变得#vb 凉爽#aj 了 #ax"
<topic name="" key="">
<root name="天气" flag="" value="天: 天: 天|雨: 中
雨: 雨" color="">
</topic>
<topic name="" flag="1" probability="0.0"/>
```

```
<textType attribute="objective"/>
</result>
```

从短信中抽到的主题为空值,模板是天气模板,模板内容是中雨.

信息抽取模块没有抽到短信主题,因此根据模板进行推导.模板是天气模板,内容是中雨.通过粒子特效规则库和推导策略,粒子特效子系统定性模块推出如下信息:

```
<ruleruleType = "addEffectToMa" type= "Rain"
Magnitude = "Moderate" Direction = "NorthWest" />
```

可以看到粒子特效定性信息是可以添加雨的特效,强度是中等,方向是西北.在定量实现部分,定量模块根据定性信息在动画中添加下雨的特效.图4是生成的动画中的2个镜头.我们选取了同样场景的2个镜头,对比添加粒子特效和未添加粒子特效的差异.图4中,(a)、(b)是没有粒子特效时的效果,(c)、(d)是添加粒子特效后的效果.

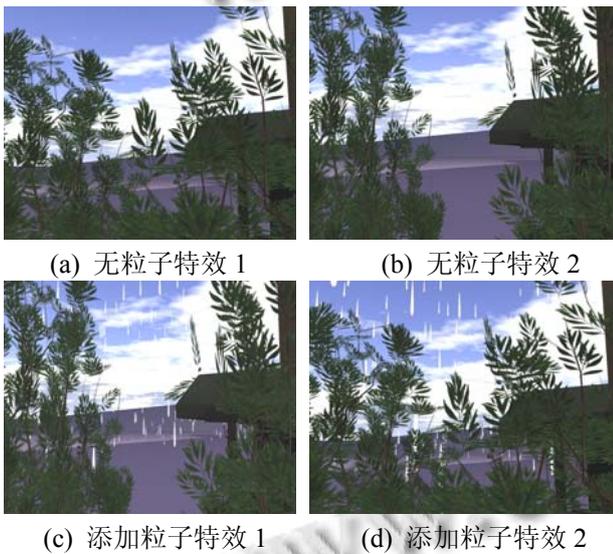


图4 有无粒子特效对比

②手机短信:“一到秋天,人就容易难过,情绪低落”.信息抽取的结果如下:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<result negType="" negCont="">
```

```
<message value="一到秋天,人就容易难过,情绪低落" />
```

```
<nemessage value="一到秋天,人就容易难过,情绪低落" />
```

```
<segmessage value="一#nb 到#pp 秋天#na , #wp
```

```
人#nn 就#ad 容易#aj 难过#aj , #wp 情绪#nn 低落#aj" />
```

```
<topic name="悲" key="难过">
```

```
<root name="人物" flag="" value="人物指示词:人" color="" />
```

```
<root name="情绪" flag="" value="悲伤:悲伤:难过" color="" />
```

```
<root name="季节" flag="" value="秋天:秋天:秋天" color="" />
```

```
</topic>
```

```
<topic name="悲" flag="1" probability="0.880342" />
```

```
<textType attribute="subjective">
```

```
<angry attribute="0.17991508929694436" />
```

```
</textType>
```

```
</result>
```

可以看出,该短信的主题是“悲”,即悲伤.由粒子特效知识库知道,可以用树叶的凋落来表达“悲伤”这个情绪.短信中没有直接提到天气现象,按照推导策略主题优先的设计,根据主题“悲”推出定性信息.

```
<rule ruleType = "addEffectToMa" type = "Wind"
Magnitude = "Heavy" Direction = "NorthEast" />
```

定性信息中给出了粒子特效的效果是“风”,强度是“大”,方向是“东北”.定量模块计算场景的大小,设定发射面,选择合适的粒子发射速率,最终呈现刮风的动画.同样,我们也给出了图5(a)、(b)、(c)和(d)四个对比图.

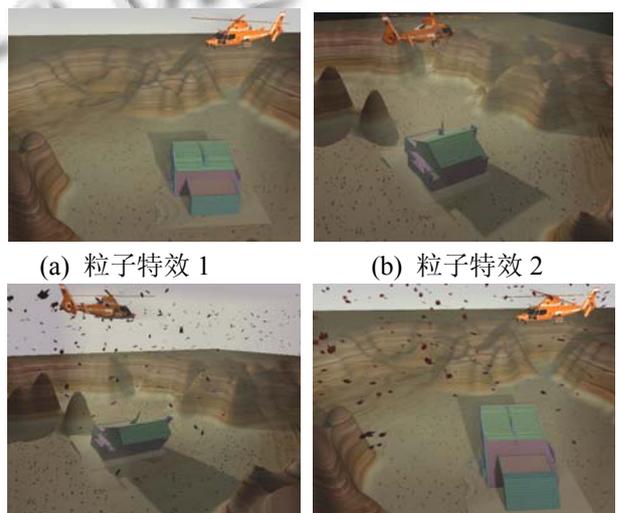


图5 由情绪推出的粒子特效

本小节用了两个具体的短信来验证粒子特效自动生成模块的可行性。现已能够实现短信中明确提到的风、雨、雪、雾这四种天气。这四种效果可以同时出现,如风雨交加等。但是,由于硬件的原因,不得不在定性和定量中,对其进行优化处理。我们还实现了用粒子特效间接表达人物的喜怒哀乐。从效果上看,有粒子特效显然使动画比较生动,更有观赏性。

对近六个月的短信测试结果进行总结。从 2015 年 3 月 10 日到 2015 年 9 月 10 日,课题组共测试短信 563 条,涉及到粒子特效的短信共 183 条。判定正确的标准是,粒子特效成功添加,粒子发射面的位置准确,并且能够渲染成动画。如果没有生成粒子特效,或者发射面位置误差较大,或者能渲染成功,但动画效果较差,均以错误来处理。以此标准,出错的是 44 条,准确率在 76.08%左右。出错的短信中还包括,定量模块成功生成 ma 文件,但是服务器无法渲染成动画,是因为粒子数量过多,超出服务器渲染能力。

6 结语

本文主要介绍了手机 3D 动画自动生成系统中粒子特效的自动生成功能的设计与实现。粒子特效模块能够实现风雨雪雾的自动生成。也能够表达三四种情绪。

情绪难以刻画,即使使用粒子特效间接表达,效果也不是很理想,有些时候难以区分是用来表达天气还是用来表达情绪的。后续工作还需要考虑粒子特效如何能够准确并形象的表达情绪。而且,能够表达的情绪的类型还比较少,不太丰富,而且主观性较强。

粒子特效自动生成子系统现在处于测试和改进的

状态,后续工作还需要大量的实验来验证并提高其准确性。

参考文献

- 1 Lu RQ, Zhang SM. Automatic Generation of Computer Animation. Springer-Verlag, 2002: 33-35.
- 2 陆汝钤,张松懋.从故事到动画片-全过程计算机辅助动画片自动生成.自动化学报.2002,28(3):321-348.
- 3 肖双九,毛慧.MAYA 粒子及流体特效处理[学位论文].上海:上海交通大学,2009,6.
- 4 胡荣辰,朱宝,凌洋,孙啸,黄亮.三维粒子特效技术在气象影视节目制作中的应用.气象与环境科学,2013,(2).
- 5 冯文超.基于 Maya 粒子系统的自然景观特效模拟.自动化与仪表,2014,(5).
- 6 Neches FR, Finin T, Gruber T, Patil R, Swartout WR. Enabling technology for knowledge sharing. AI Magazine, 1991: 36-56.
- 7 <http://protege.stanford.edu>.
- 8 白卫静,张松懋,刘椿年.中国古建的语义网络知识库及其高效实现.智能系统学报,2010,(6).
- 9 Noy NF, Ferguson RW, Musen MA. The knowledge model of Protégé. 2000: Combining Interoperability and Flexibility. Proc. Knowledge Engineering and Knowledge Management: 12th Int' Conf. (EKAW-2000), Lecture Notes in Artificial Intelligence. Springer-Verlag, Berlin. 2000. 1937. 17-32.
- 10 Reynares E, Calusco ML, Galli MR. A set of ontology design patterns for reengineering SBVR statements into OWL/SWRL ontologies. Expert Systems with Applications, 2014, 42(5): 2680-2690.