

基于内容结构的网络 Flash 动画检索方法*

孟祥增 徐振国 刘瑞梅

摘要 Flash 动画作为一种喜闻乐见、深受青少年和儿童喜爱的多媒体形式在互联网中广泛传播,成为不可或缺的网络多媒体信息资源。基于内容结构特征检索网络 Flash 动画的方法,既可以利用 Flash 动画的名称、内嵌文本的关键词进行检索,又可以根据 Flash 动画的帧数、场景数、组成元素数、动态效果数,以及分类、文件大小、画面大小、交互性、画面复杂性、颜色主色调等特征检索互联网中的 Flash 动画,并在检索结果中为用户提供 Flash 动画的场景摘要 Gif 动态图像,提高了网络 Flash 动画搜索的效率和效果。图 5。表 4。参考文献 23。

关键词 Flash 动画 内容结构 特征提取 信息检索

分类号 G254

A Method of Searching for Flash Movies on Internet Based on Component and Structure

MENG Xiangzeng, XU Zhenguo & LIU Ruimei

ABSTRACT

As a kind of multimedia loved by teenagers and children, flash movies are widely spread on the Internet and become an indispensable part of the online multimedia information resources. The research on searching flash movies on the Internet is a non-negligible work. The classical keyword based method of searching flash movies can not meet the requirements of a user to search a flash movie with specific components or structures. In this paper, a new method of flash movie retrieval based on component and structure is proposed. A flash movie can be retrieved based on name, keyword, and/or type, number of scenes, number of components, number of dynamic effects, interaction, complex and main colors of scenes in the flash movie, etc. The scenes' summary of the retrieved flash movie is presented in the retrieval result feedback. Compared with the existing methods, the proposed method is more effective for the search of flash movies with complicated components and structures, and meets the requirements of various kinds of users of searching for the specific contents of flash movies.

The component and structure features of a flash movie are described by the overall features, the features of logic scenes, visual scenes and components. The overall features include type, name, URL, page URL, file

* 本文系山东省科技发展计划项目“网络 Flash 的内容特征自动标注与搜索系统研究”(编号:2011GGX10112)的研究成果之一。(This article is an outcome of the project “Research on Searching and Labeling the Content Features of Flash Movies on Internet” (No. 2011GGX10112) supported by Science and Technology Development Project of Shandong Province.)

通信作者:孟祥增,Email:mxz@sdnu.edu.cn,ORCID:0000-0002-5090-1734 (Correspondence should be addressed to MENG Xiangzeng,Email:mxz@sdnu.edu.cn,ORCID:0000-0002-5090-1734)

size, width, height, number of frames, keyword, interaction, number of logic scenes, number of visual scenes, summary of scenes. A logic scene in a flash movie is a sequence of frames that can be played continuously, which is used to complete an independent function in a flash movie. A visual scene of a flash movie is a sequence of continuous frames that look similar. The components of flash movie are graphics, images, texts, audios, videos, morphs, movie clips, buttons, etc. The structure of a flash movie is made of scenes and components. The summary of scenes in a flash movie is a Gif dynamic image which is composed of the middle frames of all visual scenes in the flash movie, and shows the main content of the flash movie. The features of logic scenes, visual scenes and components are the numbers, visual features and the numbers of dynamic effects. The component and structure features of a flash movie are extracted by analyzing the tags and their parameters in the SWF file of a flash movie.

The flash movie retrieval system based on component and structure consists of four functional modules, including network search, webpage analysis and flash movie download, component and structure feature extraction and retrieval. The flash movie retrieval program established 25 retrieval conditions which are divided into 6 basic retrieval conditions and 19 advanced retrieval conditions. Retrieval feedback results include the scene's summary of the flash movie and URL, web URL, etc. 2 108 websites (including 73 012 website channels) are selected and pages containing flash movies are searched. The 25 133 452 web pages are visited on breadth first search rule including 4 100 789 web pages which contain flash movies, and 539 828 independent flash movies are downloaded and processed to set up the index database. The flash movie retrieval experimental system based on component and structure has been realized. The system is reliable and the application result is good during the two years of trial operation.

The system has realized the retrieval of flash movies on the Internet based on component and structure. However, the number of indexed flash movies is not large enough and only the basic component and structure features are used to retrieve flash movies. The future research will focus on increasing the number of indexed flash movies on the Internet and more features will be used to retrieve flash movies, such as visual and auditory features, emotional features, artistic features, in order to increase the generality of the system. 5 figs. 4 tabs. 23 refs.

KEY WORDS

Flash movie. Content and structure. Feature extracting. Information retrieval.

0 引言

Flash 动画(Flash Movie)是一种基于矢量图形的具有交互功能的多媒体形式,具有制作简单,色彩鲜艳,视觉表达力强,交互控制灵活,文件小,便于网络传播等优点,广泛应用于卡通动画、MTV、游戏、广告、电子贺卡、多媒体展示等。自 1996 年 11 月由美国 Macromedia 公司发布以来,由最初简单的流媒体动画发展成为现在具

有超强功能的交互型多媒体形式,发展速度之快超出原创者预想。Flash 动画广泛应用于互联网,极大地增强了网页的动态艺术效果和交互能力,各类信息以 Flash 动画为载体在互联网中迅速传播。第 35 次《中国互联网络发展状况统计报告》显示,截至 2014 年 12 月,中国的网站数量达到 335 万个,网页数量超过 1 899 亿个^[1]。笔者对 480 万个网页中嵌入和链接的信息资源的统计分析发现,平均每个网页嵌入 Flash 动画 0.088 个,仅次于文本和图像的数量,超过视频

和音频之和。Flash 动画成为继文本、图像之后的第三大网页组成元素,互联网也成为 Flash 动画网络传播的主要途径,汇聚了数量众多、各式各样的 Flash 动画,成为海量的 Flash 动画资源库。互联网中网站、网页、文档、图像、声音、视频等信息资源的搜索已有大量的研究,并且都有商业化的搜索引擎系统。如在雅虎、Google、百度网站中,都有网页、文档、图像、声音、视频等信息资源的搜索功能,但 Flash 动画的搜索功能却很少。百度、Google 等部分搜索网站提供限定文件类型的关键词搜索,可以搜索包含关键词的 SWF 文件形式的 Flash 动画,但这种间接的 Flash 动画搜索功能远不能满足网络用户对各种类型、各种结构的 Flash 动画资源的搜索要求。因此,研究、开发快速有效的搜索引擎系统是网络信息资源管理与应用的重要课题。本文针对互联网中海量的 Flash 动画资源,研究基于内容结构的网络 Flash 动画检索方法,通过提取 Flash 动画的外部参数和内容结构特征,设计、开发一种通用的基于内容结构的网络 Flash 动画搜索引擎系统,实现互联网中 Flash 动画资源的搜索服务。与单纯利用关键词搜索 Flash 动画相比,该系统具有更好的针对性,可以根据场景数、组成元素数、动态效果数以及视觉特征、交互性等内容结构特征更有针对性地搜索 Flash 动画,并为用户提供 Flash 动画的场景内容画面摘要,以使用户更方便地选择需要的 Flash 动画。该研究对网络 Flash 动画资源的搜索与应用、Flash 动画研究与制作均具有参考价值。

本文在对 Flash 动画检索的相关研究进行综述后,简要论述 Flash 动画的文件格式及其特点,以及 Flash 动画的内容结构特征描述方法,重点阐述 Flash 动画的内容结构特征提取方法和基于内容结构的网络 Flash 动画搜索引擎系统的构成,并对系统的实验数据进行分析,最后对本研究存在的问题和下一步的工作做简要说明。

1 相关研究

在信息技术、数字媒体艺术、教育、广告等领域,Flash 动画及其应用的研究越来越受到重视,发表的研究论文数量逐年增长。目前,关于 Flash 动画的研究主要集中在技术应用和人文艺术方面。在技术应用方面,主要研究 Flash 动画的设计与制作和在网站建设、教育、广告、游戏以及影视娱乐等方面的应用。在人文艺术方面,主要研究 Flash 动画的艺术特征、文化特征和视觉传达等。例如,王波^[2]从技术角度和文化角度对 Flash 动画的交互软件特性、文化现象与艺术特性进行分析,展望 Flash 动画作为新艺术手段的未来开发前景;王朝晖^[3]探讨了 Flash 技术在动画电影中角色造型、画面构图、色彩配置和蒙太奇节奏的应用研究;李珂^[4]研究 Flash 动画在中国网络新闻传播中的定位、构成元素及其发展趋势;张学军^[5]研究了利用 Flash 动画技术创建虚拟实验操作的交互设计与实现方法。

相对于大量的 Flash 动画的技术和应用研究,Flash 动画资源管理、搜索的研究却很少。现有的多媒体搜索引擎极少数支持 Flash 动画资源搜索,并且都是采用关键词搜索。由于 Flash 动画组成元素多样,视觉效果丰富,组成结构复杂,其内容特征难以用简单的关键词来描述,而且人们关心的内容往往难以用文字描述。20 世纪 90 年代发展起来的基于内容的多媒体检索 (CBMR) 弥补了基于关键词检索的局限性,已有学者在图像检索、视频检索中开展深入研究,并且取得了一些研究成果^[6]。但 Flash 动画有其特殊性,其组成不仅包含文本、图形、图像、视频、声音等多媒体基本元素和影片剪辑、按钮、脚本、嵌套等组合元件,而且具有移动、变形、淡入淡出、遮罩、混合等变幻效果以及按钮、键盘、鼠标跟踪、事件等交互功能,其场景结构、组成元素、视觉效果、链接和语义关系等错综复杂。Flash 动画的视觉场景类似于视频中的镜头,而

逻辑场景类似于多媒体中的节点。因而描述 Flash 动画的内容结构特征更为困难。

Yang 等人^[7]将 Flash 动画按对象(组成元素)、行为(事件)和交互三个层次对内容特征进行描述,建立了一个基于内容的 Flash 动画检索框架 FRAME(A Generic Framework for Content-based Flash Retrieval),提出在对象(文本、图形、图像、声音、视频)、事件(移动、旋转、缩放、变形、播放声音或视频、鼠标跟踪、链接导航)和交互(按钮、按键、鼠标点击)三个层次上检索 Flash 动画的设想,并建立了一个简单的原型系统,实现了一些简单的检索功能,分析了 Flash 动画检索研究面临的困难和问题。为了提高 Flash 动画检索的准确率, Yang 等人^[8]又研究了 Flash 动画场景中视觉对象的空间关系,提出基于绘制草图的 Flash 动画场景检索方案,并进行小规模的 Flash 动画库(共 1 253 个动画, 7 043 个场景)检索实验。Ding 等人^[9]利用贝叶斯分类器,根据 Flash 动画的文件大小、帧数、画面面积、长宽比、平均每帧的交互数、脚本数、超链接数、事件声音数等特征,将 Flash 动画分为卡通、游戏、MTV、网页界面、商标广告、短片六类;利用共生矩阵描述场景与对象的共生关系,并应用于 Flash 动画的语义扩展检索^[10];利用模糊语义网对场景中的对象进行概念标注,并做了小样本实验(共 120 个 Flash 动画, 1 883 个场景),希望能用于基于对象概

念的 Flash 动画检索^[11]。Feng 等人^[12]研究了利用对象的空间关系、移动和交互关系检索 Flash 动画的方法,并在一个小型数据库(共 224 个动画, 1 250 个场景)中进行检索实验。这些是作者在香港城市大学计算机系开展的研究,研究样本太少,实验数据库不大,不能满足互联网中海量的 Flash 动画资源的管理和检索应用需求。孟祥增等人^[13-15]建立了四层 Flash 动画内容结构特征描述模型,提出了逻辑场景、视觉场景的概念,利用组成元素、场景和总体特征实现了基于内容结构特征的 Flash 动画教育教学资源检索。以上研究,相对互联网中形式越来越多、功能越来越强、数量日益增大的 Flash 动画资源搜索和管理来说,还远远不够。网络 Flash 动画资源的搜索研究应该受到信息检索领域的重视,以便为网络用户提供更方便的搜索服务。

2 Flash 动画的文件结构和内容结构特征描述

2.1 Flash 动画的文件结构

Flash 动画文件是按 Adobe 公司(2005 年并购 Macromedia 公司)发布的 SWF 文件规范(SWF File Format Specification)规定的标签和参数,逐帧排列的二进制数据流^[16],其结构如图 1 所示。

文件头 Header	定义型标签 Definition tag	控制型标签 Control tag	结束标签 End tag
---------------	-------------------------	----------------------	-------	-----------------

图 1 Flash 动画文件的结构

Flash 动画文件由三部分组成:文件头(Header)、主体(Definition tags 和 Control tags)和文件结束标签(End tag)。文件头定义了 Flash 动画的基本信息,包括 Signature(文件标识)、Version(文件版本)、FileLength(文件长度)、FrameSize(帧画面大小)、FrameRate(帧速率)、

FrameCount(帧数)。

文件的主体由一系列标签组成,包括定义型标签和控制型标签。在 File_Format_Specification_V19 中有定义型标签 31 个、控制型标签 59 个,组合的功能达 560 多个。定义型标签简称定义标签,预先定义图形、图像、文本与字体、按

钮、影片剪辑、视频、声音等组成 Flash 动画的各类元素及其属性,为每个组成元素分配一个唯一的标识号 ID,并将所有预定义的组成元素放到字典(Dictionary)组成元素库中,供控制型标签调用。控制型标签简称控制标签,完成 Flash 动画组成元素的显示、动态变化控制以及交互方式控制等。如放置标签(PlaceObject)将组成元素从字典中提出,放置在播放列表(Display List)中,并设置相应的属性参数,如位置、大小、方向等静态参数和移动、缩放、旋转、变色、变形等动态属性;显示标签(ShowFrame)将播放列表中的所有对象按设置参数在舞台(即显示画面)上显示。在 Flash 动画中,每帧都有一个显示标签,用于显示该帧的内容。在 Flash 动画的帧序

列中,有播放列表的帧称作关键帧。在关键帧中,显示标签按播放列表或脚本程序显示帧中的内容。在两个关键帧之间的帧没有播放列表,称作补间帧,显示标签采用插补算法实现形状补间动画和动作补间动画。Flash 动画的交互功能由按钮(Button)、影片剪辑(Movie Clip)、动作标签(DoAction)和脚本(ActionScript)完成,包括 Flash 动画的交互控制、动作控制、参数输入、非线性跳转、链接等。

Flash 动画播放器按控制标签显示 Flash 动画的组成元素及其动态变化和交互控制。Flash 动画的形成是在定义标签、控制标签、字典三者相互协同作用下完成的。Flash 动画的组成元素定义、字典和显示列表关系如图 2 所示。

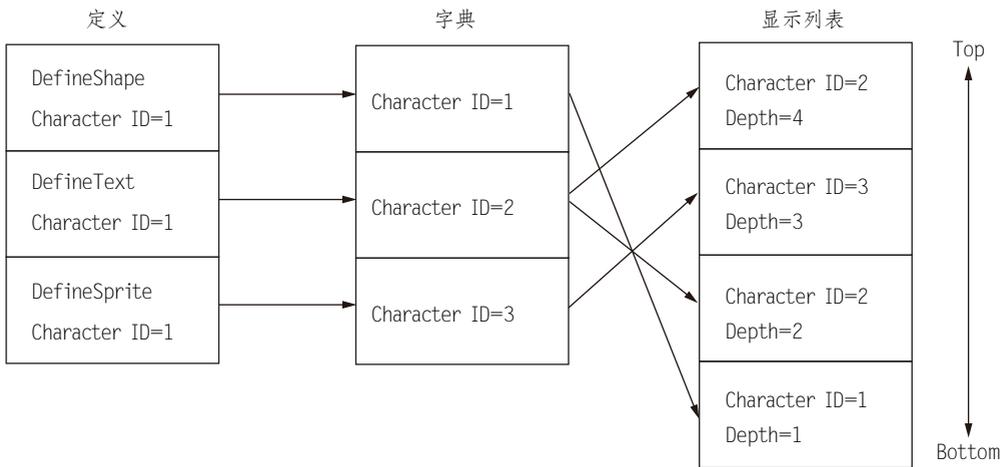


图 2 Flash 动画的组成元素定义、字典和显示列表关系示意图

2.2 Flash 动画的内容结构特征描述

Flash 动画由一系列帧组成。播放时,通常按顺序逐帧依次播放,直到帧序列结束或遇到含有 ActionStop 命令的帧暂停。在暂停的帧中,常有转移按钮通过 GoToFrame 命令转移到其他帧,再按新的顺序播放,形成非线性结构。把能够自动连续播放的一段帧序列称作逻辑场景,把视觉特征相似的在时间轴线上相邻的帧序列称作视觉场景。这样,一个 Flash 动画通常由若干逻辑场景和视觉场景组成,而每个逻辑场景

和视觉场景又由若干媒体元素及其动态效果组成,如图 3 所示。

Flash 动画的内容结构特征可以用 Flash 动画的总体、逻辑场景、视觉场景和组成元素四个层次内容的语义、视听觉特征等描述。第一层次,Flash 动画的总体特征;第二层次,Flash 动画的逻辑场景特征;第三层次,Flash 动画的视觉场景特征;第四层次,Flash 动画的组成元素特征。

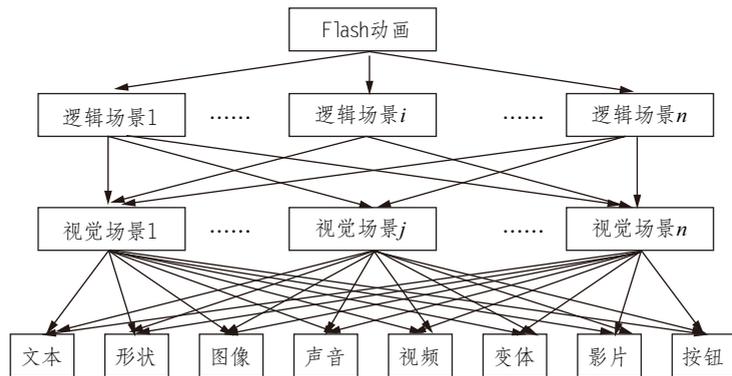


图3 Flash动画的内容结构模型

3 Flash动画的内容结构特征提取方法

3.1 Flash动画的总体特征提取

Flash动画的总体特征包括名称、URL、所在网页URL、文件大小、原始画面的宽和高、帧数、分类、关键词、逻辑场景数、视觉场景数、场景摘要等。Flash动画的文件大小、URL、所在网页的URL在网络搜索器从网页中提取和下载Flash动画时直接获得。Flash动画画面的宽度、高度和帧数在内容结构特征提取程序分析Flash动画内容时从文件头(Header)中直接获得。

Flash动画的关键词提取采用自然语言处理的方法,通过内嵌文本提取、分词后,获取名词、动词、形容词、成语等实词作为Flash动画关键词。Flash动画的名称取自Flash动画的文件名。若文件名是中文则直接获取,若是英文或拼音则利用英文—拼音—中文词典翻译后再获取。

Flash动画的结构比较复杂,虽然在制作时间轴上是线性的,但因存在帧间的跳转而使场景间建立了非线性的逻辑关系。因此,Flash动画不能像普通动画那样通过播放器快速浏览,而需要像网站中的网页那样逐页浏览。为此,将Flash动画的每个视觉场景用一个代表帧画面表示该视觉场景的大致内容,将所有视觉场景的代表帧画面组成一个Gif动态图像,可以大致表现Flash动画的场景内容,称作Flash动画

的场景摘要^[17]。

Flash动画的逻辑场景数、视觉场景数通过逻辑场景、视觉场景分割、统计获得。Flash动画的分类根据Flash动画的文件大小、帧数、画面比例和组成元素数、动态效果数等综合分类。Flash动画的交互通过按钮和脚本实现,交互性根据按钮、键盘、帧事件、脚本数等综合判断。这三项比较复杂,后面再做详细介绍。

3.2 Flash动画的场景特征提取

Flash动画在逻辑上由一个个相对独立的逻辑场景组成。每个逻辑场景相当于多媒体或超媒体作品结构中的一个节点,形成非线性逻辑结构。每个逻辑场景完成Flash动画的一个功能,如片头、封面、目录、显示信息、展示艺术效果、叙述故事、动态交互等。每个逻辑场景的最后帧都有ActionStop命令,当播放到该命令时暂停播放,等待用户交互操作和跳转。因此,通过提取关键帧中的ActionStop命令,可以分割Flash动画的逻辑场景。Flash动画的视觉场景指在时间轴线上,画面的视觉特征基本一致,类似于视频中的镜头。通过计算Flash动画每帧画面的区域颜色和边线密度变化,检测Flash动画的视觉场景^[18]。当检测到区域颜色或边线密度变化超过一定阈值时,判定Flash动画的视觉场景发生变化,从而实现对Flash动画的视觉场景分割。

在对 Flash 动画的逻辑场景、视觉场景进行分割后,可以获得 Flash 动画的场景结构和数量。利用每个视觉场景的中间帧作为该视觉场景的代表帧,生成 Flash 动画的场景摘要(Gif 动态图像)。对于 Flash 动画的画面复杂度,用代表帧图像的颜色数和边线密度判断:当颜色数或边线密度超过某一阈值时判定为复杂,当颜色数和边线密度均低于某一阈值时判定为简单,介于两者之间时判定为一般。Flash 动画的颜色主色调用代表帧图像的主要颜色表示。利用颜色直方图最大值法提取代表帧图像的主要颜色^[19],利用生活中常用的 23 种颜色名表示^[20]。

3.3 Flash 动画的组成元素提取

Flash 动画的组成元素由定义标签定义。定义标签预先定义了组成元素的类型和基本属性,如字体定义 Flash 动画中所有文本在任何场景和功能中可能使用的字体,文本定义 Flash 动画中文本的具体内容,形状定义 Flash 动画中图形、图像的轮廓形状、边线方式、填充方式、颜色等。

Flash 动画的组成元素主要包括文本(Text)、图形(Shape)、图像(Image)、音频(Audio)、视频(Video)、变体(Morph)、影片剪辑(Movie Clip)、按钮(Button)等。通过对 SWF 文件的定义标签进行解析,提取关键的参数,可以获得所有组成元素及其基本特征。Flash 动画中组成元素的基本特征描述主要依靠定义标签的标签头信息和标签主体信息。定义标签的标识

值位于标签头部分,由 Header 标签描述,类型为 Recordheader,定义标签的主体部分则描述了该元素的详细信息。Flash 动画组成元素的基本特征提取可以根据 Flash 动画文件的定义标签和参数获取。本文仅考虑了组成元素的数量特征,而组成元素个体特征暂不考虑。

3.4 Flash 动画的动态效果提取

Flash 动画的动态效果是在显示时通过补间帧实现的。Flash 动画的补间帧是根据放置标签的动态效果参数自动生成的中间帧。Flash 动画的动态效果有 Move(移动)、ColorChange(变色)、ShapeChange(变形)、Scale(缩放)、Rotate(旋转)。Flash 动画的放置标签包括三种:PlaceObject、PlaceObject2 和 PlaceObject3。PlaceObject 标签功能为增加一个对象到播放列表,PlaceObject2 标签和 PlaceObject3 标签不仅能够增加一个对象到播放列表,还能够修改指定对象的特征以及特征属性。移动、变色、变形、缩放、旋转就在 PlaceObject2 标签和 PlaceObject3 标签中进行设置,存在于控制标签中的播放列表标签(Display List Tags)中。因此,提取 PlaceObject2 和 PlaceObject3 中的移动、变色、变形、缩放、旋转标志即可提取 Flash 动画动态效果的数量。

利用上述方法,对 539 828 个 Flash 动画的内容结构进行分析,获得 Flash 动画的文件大小、帧数、原始宽度和高度、组成元素数、动态效果数、逻辑场景数和视觉场景数的平均值,如表 1 所示。

表 1 Flash 动画的内容结构特征参数平均值

特征	文件大小	帧数	宽度	高度	逻辑场景数	视觉场景数	按钮数
均值	1 591 173	464.79	596.68	455.76	1.36	5.54	10.19
特征	文本数	图形数	图像数	声音数	视频数	变体数	影片剪辑数
均值	38.47	184.49	32.72	5.45	0.12	5.76	74.30
特征	移动数	旋转数	缩放数	变色数	变形数		
均值	120.05	63.13	44.94	147.44	43.27		

3.5 Flash 动画的交互特征提取

Flash 动画具有很强的交互功能,交互特征的提取相对于动态效果特征的提取较为复杂。首先判断某组成元素是否具有交互特征。如果有,再进一步判断有哪种类型的交互以及交互的详细信息。SWF6 及以后版本的交互方式有鼠标弹起、鼠标点击、鼠标移动、鼠标经过、键盘弹起、键盘点击、影片剪辑载入、影片剪辑退出、帧事件等,还有当鼠标移到按钮上方时触发事件,当鼠标从按钮上方移出时触发事件,当在按钮上方按下鼠标然后在按钮外释放鼠标时触发事件等。

Flash 动画的交互在 PlaceObject2 标签和 PlaceObject3 标签中定义,但定义方式比动态效果定义方式更为复杂。PlaceObject2 标签和 PlaceObject3 标签中的 PlaceFlagHasClipActions 字段定义组成元素是否有交互特征。若有,则进一步读取 ClipActions 字段。ClipActions 字段采用 CLIP_ACTIONS 类型的存储结构,其中 AllEventFlags 字段采用 CLIP_EVENT_FLAGS 结构,描述了所有交互的类型,而 ClipActionRecords 字段采用 CLIP_ACTION_RECORD 结构,描述了每个交互的详细信息。

根据 Flash 动画的按钮数和交互动作数判断 Flash 动画的交互性:当按钮数或交互动作数超过某一阈值时判定为复杂,当按钮数和交互动作数均低于某一阈值时判定为简单,介于两者之间时判定为一般^[21]。

3.6 Flash 动画分类

根据互联网中 Flash 动画的内容和功能特点,将网络 Flash 动画分为六类:游戏、动画、MTV、广告、课件、其他(包括贺卡、网站、桌面虚拟现实、3D 动画等)。通过对 12 048 个 Flash 动画进行人工分类,并分析各类 Flash 动画的内容结构特点,发现有些类型的 Flash 动画的内容结构特征有明显不同,如游戏类的按钮和影片剪辑明显较多,而动画类的一些动态效果明显偏多。因此,将按钮数大于 25 或影片剪辑数大于

75 的 Flash 动画直接分为游戏类,将移动数大于 780 或旋转数大于 320 或缩放数大于 240 或颜色变化数大于 800 的 Flash 动画直接分为动画类。同时考虑网页中有些广告类 Flash 动画的长宽比特点,将长条形 Flash 动画(宽高比大于 3 或小于 0.5)直接划分为广告类 Flash 动画。对应其他 Flash 动画,根据 Flash 动画的文件大小、帧数、尺寸、宽高比、各类组成元素数、各类动态效果数等,利用 BP 神经网络进行模糊分类。通过对 12 048 个 Flash 动画的类型进行人工检验,系统对 Flash 动画自动分类总的准确率达 67%,基本能起到对 Flash 动画粗略分类的作用。

4 基于内容结构的网络 Flash 动画检索系统构成及实验系统分析

4.1 系统组成

基于内容结构的网络 Flash 动画检索系统由四个功能模块程序组成,结构如图 4 所示。Flash 动画搜索程序采用宽带优先的原则,在给定的种子网站内搜索所有嵌入 Flash 动画的网页。首先,检测网页中是否嵌入 Flash 动画。若有则将该网页下载,保存在临时网页文件夹中,并添加到嵌有 Flash 动画的网页数据库中。然后,提取与种子网站有相同域名的网页链接,视为种子网站的站内链接网页(例如,http://news.sohu.com/20150615/n1130562.html 视为 http://www.sohu.com/ 的站内链接,因 URL 中域名相同),作为下一层搜索网页,依次展开,直到种子网站链接的所有网页检测完,或者达到设定的搜索层数或网页个数为止。网页分析与 Flash 动画下载程序首先分析临时网页文件夹中的网页文件,提取嵌入的 Flash 动画地址,然后与 Flash 动画数据库中已下载的地址比较,若不重复,则作为新的 Flash 动画下载,否则跳过,不重复下载。若下载成功,则将 Flash 动画保存在临时 Flash 动画文件夹中,并将 Flash 动画的地址、所在网页、所在网站、文件名、文件大小、下载时间等信息保存在 Flash 动画数据库中。Flash 动

画内容结构特征提取程序负责 Flash 动画的内容结构特征提取,包括:从 Flash 动画的内嵌文本中提取关键词;Flash 动画的逻辑场景、视觉场景分割,视觉场景的颜色主色调提取,画面复杂

度计算;Flash 动画的组成元素、动态效果提取;Flash 动画的帧数、宽度、高度提取以及自动分类等。提取程序将提取的 Flash 动画的内容结构特征也保存在 Flash 动画数据库中。

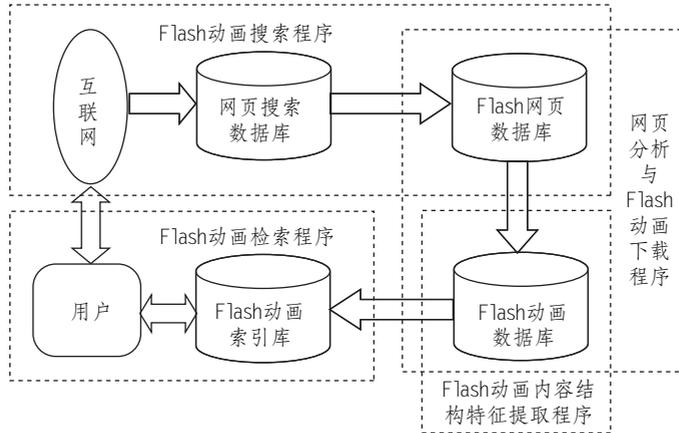


图 4 系统结构图

Flash 动画检索程序利用 Lucene 全文检索技术,将 Flash 动画的 25 个内容结构特征建立索引项,用于 Flash 动画的内容结构特征检索。Flash 动画的检索分为基本检索和高级检索。基本检索利用 Flash 动画的基本内容结构特征,包括 6 个基本检索项:名称、关键词、类别、交互性、逻辑场景数、视觉场景数。高级检索利用人们可能感兴趣的其他特征,包括 Flash 动画的元信

息、视觉特征、组成元素数和动态效果数,共 19 个检索项:文件大小、帧数、宽度、高度、主色调、画面复杂度、文本数、图形数、图像数、变体数、音频数、视频数、影片剪辑数、按钮数、移动数、旋转数、缩放数、变形数、变色数。如图 5 所示。

Flash 动画检索程序使用 Lucene 的 Document 和 Field 两个类处理数据库中的 25 个内容结构特征,将其作为 Flash 动画的检索条件。使用 In-



图 5 Flash 动画检索界面

dexWriter类的 addDocument 创建一个 Document-Writer 对象,再通过调用 addDocument 向索引中添加文档,其中多个 Document 组成一个 segment,而 Lucene 索引管理的最大单位就是 segment。Flash 动画检索使用 Lucene 的 Index-Searcher 类。在该类中可以构建几种搜索方法,用到的重要项包括 Query、Hits、Filter、Sort、Hit-Collector、Weight 等。

Flash 动画的检索方法采用布尔逻辑检索。Flash 动画名称和关键词通过文本框输入,其他检索条件通过下拉框选择。检索结果反馈给用户的信息包括 Flash 动画的帧数、文件大小、画面大小、所在网页的地址,以及由 Flash 动画的视觉场景代表帧组成的 Gif 动态图像。Gif 图像链接 Flash 动画的地址,点击可以显示或下载 Flash 动画。用户浏览 Gif 动态图像,可以大概了解 Flash 动画的场景结构,进而判断是否是自己需要的 Flash 动画内容。

4.2 实验系统分析

为了验证该方法的有效性,本文选取 2 108

个种子网站作为 Flash 动画的网络来源,包括从中国网站排名网 (<http://www.chinarank.org.cn>) 的 18 类网站(新闻、科学、教育、艺术、政府机构、地方网站等)中选取的访问量最多的 1 572 个网站(包含 73 012 个网站频道)、256 个 Flash 动画资源比较丰富的娱乐网站、280 个著名的教育网站等。搜索策略是,对于大型的门户网站,由于包含太多的网页,一般搜索到 5—8 层;对于嵌入 Flash 动画比较多的专题网站(如 61Flash、闪吧、K7K7 小游戏、4399 小游戏、闪靓童网、相约 Flash 网等),采用穷尽的方法,即将所有站内网页搜索穷尽,将所有网页中的 Flash 动画提取并下载。共搜索网页 25 133 452 个,其中嵌入 Flash 动画的网页 4 100 789 个(有效率为 16.3%)。从这些网页中下载 URL 地址不完全重复的 Flash 动画 887 816 个。通过内容分析,去掉不完整或损坏的 Flash 动画,最后获得 539 828 个完好的 Flash 动画(有效率为 60.8%)。这些 Flash 动画的内容结构特征经提取后,保存在实验系统的索引数据库中。经过自动分类,各类 Flash 动画数量如表 2 所示。

表 2 各类 Flash 动画的数量和比例

类型	游戏	动画	MTV	广告	课件	其他	合计
数量	114 080	34 065	23 268	158 027	209 896	492	539 828
比例(%)	21.13	6.31	4.31	29.27	38.88	0.09	100.00

从 Flash 动画的文件名中提取 Flash 动画的名称,共计 17 382 个。通过对 Flash 动画的内嵌文本进行分词,提取可用于 Flash 动画检索的关键词,共计 67 183 个。通过对 Flash 动画的文件大小、帧数、宽度、高度、组成元素数、动态效果数、逻辑场景数、视觉场景数进行统计分析,根据均值和数量分布,将每个特征的取值分为三级,用于 Flash 动画的内容结构检索。各级特征的 Flash 动画数量如表 3 所示。

将这 539 828 个网络 Flash 动画资源建立索引数据库,利用 Lucene 全文检索技术开发了基

于内容结构的网络 Flash 动画检索实验系统,安装于实验室服务器中(网络地址 <http://www.flashcbr.sdmu.edu.cn>),开展网络 Flash 动画检索实验。

系统检索结果的召回率依赖于 Flash 动画搜索程序搜索的广度和准确性。由于 Flash 动画在网页中的嵌入方式多种多样,目前还没有从网页中下载所有 Flash 动画的方法和工具,也没有专用于 Flash 动画搜索研究的标准网页数据库或数据集,因此本文对系统检索结果的召回率暂不考虑。

表 3 各级参数的 Flash 动画数量

文件大小	大(>=500K)	中(>50K,<500K)	小(=<50K)	帧数	1—50	51—500	500 以上
	219 739	176 909	143 180		374 923	79 639	85 266
宽度	大(>=500)	中(<500,>100)	小(=<100)	高度	大(>=500)	中(<500,>100)	小(=<100)
	3 964	124 257	411 607		117 098	408 153	14 577
交互性	无交互	简单交互	复杂交互	画面 复杂度	简单	一般	复杂
	253 172	149 598	137 057		23 506	19 618	69 851
逻辑 场景数	1—5	6—10	10 以上	视觉 场景数	1—5	6—10	10 以上
	444 014	25 905	19 402		263 521	37 241	50 923
文本数	0	1—20	20 以上	图像数	0	1—5	5 以上
	206 246	166 613	166 968		115 645	271 432	152 750
图形数	0	1—100	100 以上	变体数	0	1—5	5 以上
	36 546	299 336	203 946		390 707	74 109	75 012
音频数	0	1—5	5 以上	视频数	0	1—5	5 以上
	296 381	121 709	121 738		526 606	12 509	713
影片 剪辑数	0	1—20	20 以上	按钮数	0	1—10	10 以上
	86 573	223 547	229 708		253 172	149 599	137 057
移动数	0	1—5	5 以上	旋转数	0	1—5	5 以上
	400 000	53 072	86 726		373 248	69 553	96 998
变形数	0	1—5	5 以上	变色数	0	1—5	5 以上
	292 358	40 792	206 649		263 277	140 707	135 815
缩放数	0	1—5	5 以上				
	346 322	78 380	115 097				

系统检索结果的准确率依赖于 Flash 动画内容结构特征提取程序的准确性。Flash 动画的文件大小、帧数、宽度、高度、组成元素数、动态结构数、逻辑场景数都是确定的数据,经核查程序提取的准确率是 100%。但 Flash 动画的类别、视觉场景数、主色调、交互性、画面复杂度以及名称、关键词等在提取时存在一定的模糊性和主观性,其准确性受到提取方法、判断阈值等影响,系统检索结果的准确率也受此影响,在此本文不做详细讨论。

系统检索的速度依赖于数据库的结构、大小、服务器的性能和反馈结果的多少。对 25 个检索项采用单项检索和多项组合检索进行实

验,表 4 列出几种常用检索方式的耗时。

表 4 几种常用检索方式的耗时

单项检索	耗时(S)	组合检索	耗时(S)
名称	0.092	两项组合	0.151
关键词	0.072	三项组合	0.208
类别	0.112	四项组合	0.252
交互性	0.163	五项组合	0.337
主色调	0.119	六项组合	0.386
画面复杂度	0.133	七项组合	0.470

从检索实验结果看,单项检索具有较高的检索速度,而多项组合检索反馈结果范围缩小,具有更高的检索准确率,同时检索速度变慢,但

一般不超过 30 秒。

系统经过近两年的试运行,用户访问量超 30 万人次。从运行记录上看,运行效果良好,检索速度较快,系统稳定可靠,一定程度上满足了部分网络用户对网络 Flash 动画搜索的需要。

5 结束语

Flash 动画作为互联网中富有生命力的多媒体形式,深受青少年和儿童喜爱,提供方便、有效的搜索方法是网络信息检索领域不可忽视的研究课题。本文提出的基于内容结构特征的网络 Flash 动画检索方法,既可以像检索文档那样按 Flash 动画名称、关键词搜索,又可以根据 Flash 动画的场景、组成元素、动态效果数以及分类、交互性、画面复杂性、主色调等特征搜索,提高了网络 Flash 动画搜索的准确性,同时为用户提供 Flash 动画场景摘要 Gif 动态图像,使用户能够方便了解 Flash 动画的内容结构和视觉特

征,快速做出选择。限于作者的实验条件,系统从互联网中下载、索引的 Flash 动画数量偏少,收集的 Flash 动画仅来自于 2 108 个中文网站,远没有覆盖某一类或某一领域的网站,搜索范围不够宽泛。此外,本文在 Flash 动画的内容结构特征检索方面仅考虑了 Flash 动画的场景、组成元素、动态效果数及少量的视觉特征,不能满足网络用户对 Flash 动画更高层次的内容特征检索要求,如 Flash 动画的动态艺术特征、情感特征、某一组成元素的视听觉特征检索等。今后作者将进一步扩大 Flash 动画的网络搜索来源,争取覆盖某些领域或类型的中文网站,为网络用户提供更多的 Flash 动画资源。同时,进一步深入研究 Flash 动画的内容特征,包括 Flash 动画整体的和单个组成元素的视听觉特征^[21]、情感特征^[22]、艺术特征(角色与造型、色彩与构图、移动与变化效果等)^[23]等,为网络用户提供更全面、更具特色的网络 Flash 动画搜索服务,以满足不同领域、不同兴趣的用户需要。

参考文献

- [1] 中国互联网络信息中心.第35次《中国互联网络发展状况统计报告》[R/OL]. [2015-02-03]. <http://www.cnnic.net.cn>. (China Internet Network Information Center. The 35th China Internet network development status statistics report [R/OL]. [2015-02-03]. <http://www.cnnic.net.cn>.)
- [2] 王波. Flash: 技术还是艺术[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2005: 20-58. (Wang Bo. Flash: technology or art [M]. Beijing: China Renmin University Press, 2005: 20-58.)
- [3] 石朝晖. Flash 技术在动画电影中的应用研究[J]. 电影文学, 2012(15): 52-53. (Shi Zhaohui. Research on the application of flash technology in animation film[J]. Movie Literature, 2012(15): 52-53.)
- [4] 李珂. Flash 在中国网络新闻传播中的应用[J]. 当代电视, 2003(6): 46-47. (Li Ke. The application of flash in China's Internet news communication [J]. Contemporary TV, 2003(6): 46-47.)
- [5] 张学军, 李刚. 基于 Flash 的虚拟实验操作交互设计研究[J]. 中国远程教育, 2011(9): 84-88. (Zhang Xuejun, Li Gang. Research on interaction design of virtual experiment operation based on flash movie[J]. Distance Education in China, 2011(9): 84-88.)
- [6] Zhao J. Research on content-based multimedia information retrieval[C]//2011 International Conference on Computational and Information Sciences: 261-263.
- [7] Yang J, Li Q, Liu W Y, et al. FLAME: a generic framework for content-based flash retrieval[C]//4th International Workshop on Multimedia Information Retrieval (MIR 2002), Dec., 2002: 111-114.
- [8] Yang J, Yu M H, Li Q, et al. Sketch-based retrieval on flash movies via primary scenes[C]//7th IEEE International Symposium on Multimedia, Dec., 2005: 12-14.

- [9] Ding D W, Yang J, Li Q, et al. Automatic detection of flash movie genre using Bayesian approach [C] // ICME 2004: 603-606.
- [10] Ding D W, Li Q, Feng B, et al. A semantic model for flash retrieval using co-occurrence analysis [J]. ACM Multimedia 2003: 239-242.
- [11] Ding D W, Li Q, Feng B, et al. Automatic annotation of flash movies with a fuzzy semantic network [C] // IEE CVMP 2004: 69-77.
- [12] Feng B, Li Q, Ding D W, et al. Exploiting spatiality, motility and interactivity: a relationship-centric flash retrieval model [C] // ICDCS Workshops 2004: 242-247.
- [13] Meng X Z, Liu L. On retrieval of flash animations based on visual features [J]. Lecture Notes in Computer Science, 2008, 5093: 270-277.
- [14] 孟祥增. 基于内容的 Flash 网络教学资源检索研究 [J]. 电化教育研究, 2009 (9): 77-79. (Meng Xiangzeng. Research on the retrieval of flash educational resource in Internet based on content [J]. E-Education Research, 2009 (9): 77-79.)
- [15] 孟祥增. Flash 网络教学资源的内容结构分析 [J]. 电化教育研究, 2010 (10): 81-85. (Meng Xiangzeng. Content structure analysis of flash network teaching resources [J]. E-Education Research, 2010 (10): 81-85.)
- [16] Adobe Systems Incorporated. SWF file format specification (version 19) [EB/OL]. [2013-12-08]. <http://www.adobe.com/devnet/swf.html>.
- [17] 刘菲, 孟祥增. 基于场景的 Flash 动画摘要研究及其教育应用 [J]. 现代教育技术, 2009 (5): 111-114. (Liu Fei, Meng Xiangzeng. Research on scene-based flash animation summarization and educational application [J]. Modern Educational Technology, 2009 (5): 111-114.)
- [18] 刘俊晓, 孟祥增, 刘旭花, 等. 基于帧差与非相邻帧差的自适应镜头检测方法 [J]. 计算机工程与应用, 2007 (24): 212-215. (Liu Junxiao, Meng Xiangzeng, Liu Xuhua, et al. A self-adaptive method of shot detection based on neighbor frame difference and non-neighbor frame difference [J]. Computer Engineering and Applications, 2007 (24): 212-215.)
- [19] 张学福. 论数字图书馆基于颜色内容的图像检索技术 [J]. 中国图书馆学报, 2003 (2): 57-60. (Zhang Xuefu. Image retrieval technology based on color content of digital library [J]. Journal of Library Science in China, 2003 (2): 57-60.)
- [20] 孟祥增, 王玲, 李海霞, 等. 一种利用颜色词检索图像的方法 [J]. 中国图象图形学报, 2005 (3): 349-353. (Meng Xiangzeng, Wang Ling, Li Haixia, et al. A method of image retrieval with color names [J]. Journal of Image and Graphics, 2005 (3): 349-353.)
- [21] 徐振国, 孟祥增. Flash 动画的内容特征提取研究 [J]. 电化教育研究, 2015 (6): 55-60. (Xu Zhenuo, Meng Xiangzeng. Research on content features extraction of flash animation [J]. E-Education Research, 2015 (6): 55-60.)
- [22] 黄崑, 赖茂生. 图像情感特征的分类与提取 [J]. 计算机应用, 2008 (3): 659-662. (Huang Kun, Lai Maosheng. Classification and extraction of image affective features [J]. Computer Applications, 2008 (3): 659-662.)
- [23] 黄丹丹. 闪亮的艺术——Flash 动画片艺术特征初探 [J]. 电影文学, 2008 (22): 14. (Huang Dandan. Sparkling art: a preliminary study on the characteristics of flash movie [J]. Movie Literature, 2008 (22): 14.)

孟祥增 山东师范大学传媒学院教授。山东 济南 250014。

徐振国 山东师范大学传媒学院硕士研究生。山东 济南 250014。

刘瑞梅 山东师范大学传媒学院工程师。山东 济南 250014。

(收稿日期: 2015-07-30; 修回日期: 2015-09-11)