

基于运动特征的视频信息检索综述

曾 玮 薛向阳

(复旦大学计算机科学与工程系 上海200433)

摘 要 随着各种视频压缩标准的制定、计算机软硬件与网络技术的发展,基于内容的视频信息检索从20世纪90年代开始,逐步成为研究热点,其中基于运动特征的视频信息检索则是一个重要的研究分支。本文从运动信息的提取、运动特征的表示和基于运动特征的检索算法这三个方面回顾基于运动特征的视频信息检索技术的研究进展。

关键词 视频信息检索,运动分析

Motion Features Based Video Information Retrieval Techniques: A Review

ZENG Wei XUE Xiang-Yang

(Dept. of Computer Science and Engineering, Fudan University, Shanghai 200433)

Abstract With the establishment of video compression standards and the development of computer software, hardware and network technologies, content-based video information retrieval has become a new research topic since 1990s. Motion features based video information retrieval plays an important role in content-based video information retrieval. In this paper, we present a survey on motion features based video information retrieval techniques.

Keywords Video information retrieval, Motion analysis

1 简介

网络和多媒体技术的不断发展,使得基于内容的信息检索技术越来越重要。与文本检索技术在 Internet 上取得的显著成功相比,对其它媒体信息(例如图像、视频和音频等)的检索现在仍然处于研究和探索阶段。作为多媒体信息检索之一的视频检索,需要处理海量的视频数据,因此如何为视频建立高效的索引并提供查询和检索能力成为目前视频信息检索研究领域的关键问题^[1,2]。

一般认为,图像是二维的,而视频是三维的,视频和图像的最大区别在于视频在时间轴上累积效果体现出的运动^[3],因此运动是视频所特有的。通过分析视频中的运动信息,可以得到许多有价值的索引信息,从而有效地实现视频的检索。这是因为运动信息往往包含了丰富的语义。例如:在篮球比赛节目中,投篮时一般都有缩放镜头,在组织快速反攻时常有平动镜头^[4];在电视新闻节目中,重要政治人物出现时,常有放大镜头。另外对视频中运动的分析还有许多其它重要作用。视频中的局部运动一般是由镜头中物体运动引起的,因此通过对视频中局部运动的分析可以实现视频对象分割,而视频对象分割是计算机视觉中的经典难题;视频中的全局运动一般是由相机运动引起的,通过精确分析相机运动参数可以进行视频图像拼接,生成平动镜头的关键帧。物体分割和关键帧也都可以被用来有效地检索视频。

伴随着基于内容的视频信息检索的兴起,基于运动特征的视频信息检索成为视频检索的一个重要方面,许多学者在这方面做了大量的工作,取得了一定的研究成果。现在已有一些视频检索系统如 QBIC, JACOB 采用运动特征索引和检索视频^[5]。同时为了获得更好的效果,也常将各种特征结合起来进行视频检索,如对体育比赛的视频,可以将运动特征和颜色特征结合起来进行检索^[6]。

本文接下来的部分将从运动信息的提取、运动特征的表示和基于运动特征的检索三个方面,回顾近几年来在用于视频信息检索的运动分析算法方法的研究进展。最后总结全文并作展望。

2 运动信息的提取

在视频信息检索中,目前获得运动信息的方法主要有在图像序列上计算光流,或者从 MPEG 视频流中直接提取运动矢量两种方法。下面分别介绍并作比较。

2.1 光流估算法

光流估算法是通过计算连续图像序列之间的差异来提取运动信息的^[3]。光流方程为: $I_x(i, j)u(i, j) + I_y(i, j)v(i, j) + I_t(i, j) = 0$ 。其中, i, j 为像素坐标, $I_x(i, j)$ 、 $I_y(i, j)$ 和 $I_t(i, j)$ 分别是图像在 x, y 方向和时间 t 上的偏导。偏导值是通过计算差分图像得到的。经求解光流方程,可得到光流在水平方向上的分量 $u(i, j)$ 和光流在垂直方向上的分量 $v(i, j)$, 即可得到光流场。光流场反映的是图像中每一像素的运动信息。

由于在光流方程中,对图像上某一像素 (i, j) , 光流方程中存在两个未知数: $u(i, j)$ 和 $v(i, j)$, 因此该方程是不定的。解决方法是采用局部窗口平滑技术,即同时考虑图像上局部窗口内多个像素^[3], 使得计算出的光流较为可靠。

光流分析的另一个问题是,根据视频中相邻的两帧计算出的光流一般模值较小,容易受到误差的影响。可以通过对光流在时域上进行积分,得到较大模值的光流来消除这种影响。

光流分析能获得每一像素的运动信息,这使得它在物体分割、分析物体运动的场合较为有用。但它的缺点是需要相当大的计算开销,因而限制了它的应用。

2.2 运动矢量估算法

对于 MPEG 编码的视频流,有效获得运动信息的方法是利用编码中的运动矢量。这也是在基于运动特征的视频检索

中经常采用的主要方法^[8]。然而,在 MPEG 视频中,不同类型的图像(I 图,P 图,B 图)所包含的运动矢量类型不同,而且各个参考帧与其被参考帧之间所隔的帧数也有不同,由此带来了运动矢量模值尺度上的不等。为此,简单的应用中只使用 P 图中的前向运动矢量。在典型的视频流中 P 图的出现频率约每秒出现 8 次,这对于基于运动特征视频检索来说是足够了。

如果需要逐帧提取运动信息,就得同时利用 P 图和 B 图中的运动矢量。为了解决参考帧距离不相等的问题,文[9]中定义了逐帧前向运动矢量,它是通过将参考帧距离相差 1 帧的同向运动矢量作差得到的,该方法可以得到每一帧的前向运动矢量。

由于运动矢量信息可以直接在 MPEG 码流的压缩域中通过部分解码获得,因此利用运动矢量获得运动信息具有计算开销小、速度快的优点,同时在对精确度和分辨率要求不高的情况下,运动矢量场是光流场较好的近似。正因为这些,利用运动矢量获得运动信息已成为运动特征检索中所采用的主要方法。

3 运动特征表示

如何对运动特征进行表示是运动分析最根本的问题之一。它要考虑如何使运动特征的表示符合检索需求,并且具有一定的语义。许多学者选择的表示运动特征的方法都各不相同,其中主要分以下几类。

3.1 相机运动

相机运动体现为视频中的全局性运动。只需对运动矢量进行统计分析就可以得到相机的运动类型,由此来索引视频。一个简单的做法是根据运动矢量方向的优势分布将相机运动标注为八个主要运动方向(上、下、左、右及四个斜方向)之一。另外,还可根据运动矢量是否有向焦点汇聚的特性来检测相机是否在作缩放运动。

相机运动分析中涉及到的一个问题是,如何区分相机镜头的平移和摇摆这两种在视频中表现相似的运动。比如左右摇摆和左右平移,反映在视频中都是图像的左右平移。通过对相机运动几何模型的分析^[3],可以知道镜头摇摆的运动表现在视频中是和景物的深度无关的,而相机平移会使位于不同深度平面上的景物在视频中所表现出的运动程度不同。通过这点就可以区分相机镜头的摇摆和平移。

文[10]提出了一种基于运动矢量聚类分析的相机运动分析算法。其思想是如果运动矢量较好地符合某种相机运动的参数方程,那么通过该方程将运动矢量映射到相应的坐标空间中的话就会产生明显的聚类现象。通过逐一尝试各种映射同时进行聚类分析就可以得到相机运动类型,同时根据聚类结果反过来计算相机运动的参数。另外,镜头摇摆运动会对应单一的聚类中心,而镜头平移会产生多个聚类中心,分别对应不同的景物深度。由此通过将运动矢量的聚类结果反过来映射至图像上,还可以实现对景物深度的分层。

相机运动的优点是它具有相当直观的意义,检索要求容易提交。同时也很好评价相机运动的检索效果。但它的缺点是对运动特征的表达能力较弱,所包含的语义信息较少,这使得用户较难进行有意义的运动检索。

3.2 参数化的运动表示(Parametric Motion)

这里对运动信息的表示是将运动看成为图像到图像的一个变换。当前图像的坐标是前一图像的坐标通过变换而成,即 $(x', y') = (g_1(x, y), g_2(x, y))$ 。其中 $G = (g_1, g_2)$ 是坐标变换函数。根据选取的变换函数不同,就得到了不同的参数运动模型。常见的参数模型有:

1 仿射模型: $(x', y') = (a_1x + a_2y + a_3, a_4x + a_5y + a_6)$

2 投射模型: $(x', y') = (\frac{a_1x + a_2y + a_3}{a_7x + a_8y + a_9}, \frac{a_4x + a_5y + a_6}{a_7x + a_8y + a_9})$

仿射模型相对简单,而投射模型则较好地反映了景深的透视效果。其它的还有双线性模型和双二次模型等,由于形式过于复杂,一般不采用。

参数化运动分析的过程是,首先根据运动矢量场或光流场得到变换前后的坐标对应关系,然后由坐标对应关系来拟合参数模型。它一般用来反映视频的全局运动特征,比如用来做相机运动分析。作为一个例子,在文[4]中所提及的特定应用环境下,相机只能在固定位置做左右、上下平移和缩放操作,由此可建立简化的三参数仿射模型:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_1 & 0 \\ 0 & p_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p_3 \\ p_4 \end{pmatrix}$$

其中 p_1, p_3, p_4 分别是相机的缩放、左右平移和上下平移的参数,意义相当直观。

参数化运动的好处是它将运动特征数学模型化了,因此可以为后续的各种处理带来方便。其中之一就是能够根据参数模型重构运动场,这在运动分析的其它方面(如根据运动特征的物体分割)有潜在的应用价值。但想直接将参数化运动作为特征检索视频还有一定困难,所以在应用上,它常常作为运动特征分析的中间过程,为进一步的分析做准备。

3.3 运动活跃程度(Motion Activity)

运动活跃程度主要捕捉视频中运动的强度,以及运动强度在空间上的分布情况。如运动是强还是弱,是集中还是分散等。在 MPEG-7 标准中,运动强度根据人的主观感觉被划分为五个等级。划分标准可以是运动矢量模值的均值,也可以是运动矢量模值的标准差。然而统计结果表明,采用运动矢量模值的标准差来划分运动强度的等级与人对运动强弱的主观感觉更加相符一些^[11]。所以 MPEG-7 标准采用运动矢量的标准差来描述运动强度。

文[12]提出的另一种方法是根据 P 帧中无运动补偿的帧间宏块数占 P 帧中总宏块数的百分比来划分运动强度。因为 P 帧中无运动补偿的帧间宏块是以参考帧中相同位置的图像块进行预测编码的,所以可以说明该位置的图像运动足够地小。所以该百分比值就间接地反映了运动强度。

除了运动强度,还要考虑运动的空间分布。从直观上说,运动的空间分布描述的是运动在图像中的离散程度。比如,一个面部的特写镜头可能包含一大块连续的运动区间,而从空中拍摄的繁忙城市街道则包含许多分散细小的运动区间。这就对应了不同的运动空间分布。运动的空间分布在实现上是以宏块为单位,根据运动矢量的模值大小对其分布情况进行分类统计得到的。

运动活跃程度具有明确的语义,同时在检索上也有相当重要的意义。和其它运动特征的表示方法相比,运动活跃程度精简且有效,能很好地符合人主观上所表达的概念,因此不失为一种较为理想的检索特征。

3.4 物体运动与物体分割

由于物体运动的复杂性,物体运动的描述现在还只能在很低的语义层次进行。如果能成功进行物体识别和分割,则可以用物体的运动轨迹来描述物体运动。描述物体运动轨迹的方法是多样的,比如可以直接采用物体的坐标序列,也可以采用 B 样条曲线,还可以用链码来表示。

更普遍的方式是利用运动信息本身进行物体分割,分割的结果被用于视频检索:

1) 直接将物体分割的结果作为特征,用来索引和检索视

频。

2)利用物体分割的结果提取其它特征,如物体的颜色直方图。

文[13]采用的方法是直接使用物体分割的结果来索引和检索视频。它对局部运动光流场应用基于仿射模型的区域增长算法,从而将光流场划分为不同运动特征的区间。这些不同的区间就对应了视频中不同的运动物体。最后,这些区间对应的面积大小和仿射运动模型参数被作为特征来索引和检索视频。

文[6]中分割物体是为了进一步提取物体的颜色特征。其应用环境是对球类比赛进行分类和检索。由于运动员队服的颜色具有很好的语义信息,这种通过从背景中分离出物体来提取颜色特征的方法有很好的应用价值。

从本质上说,提取物体运动作为特征并用于视频检索是运动特征检索的最终目的。但由于物体识别和分割的难度,这方面的研究只是起步阶段。一方面,物体分割是提取物体运动特征的基础,但另一方面,对视频中运动特征的分析也可以用来进行物体分割。这是两个彼此关联又相互促进的领域。

3.5 MPEG-7标准中的运动描述子分类

在MPEG-7标准中,定义了若干运动描述子用来索引视频(图1),可以看成是对各种运动特征表示方法的一个较为系统的分类和总结^[11]。

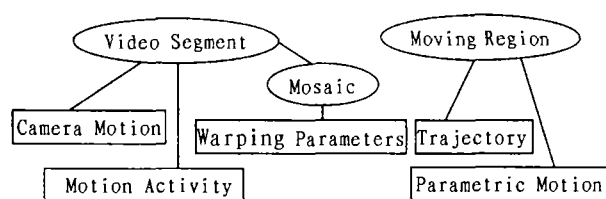


图1 MPEG-7中的运动描述子

属于Video Segment类型的描述子用于描述视频中的全局运动特征。其中形变参数描述子(Warping Parameters)是通过参数模型来描述视频中的全局运动。这与本文前面部分所介绍的参数化的运动表示方法相一致。而相机运动描述子(Camera Motion)和运动活跃程度(Motion Activity)描述子的意义也和本文前面相应的部分相同。

运动区域(Moving Region)类的描述子描述的是视频中的运动物体。其中运动轨迹(Trajectory)描述子描述的是物体的运动轨迹,而参数化运动(Parametric Motion)描述子可以用来描述物体的旋转和变形等更为细致的运动情况。它和形变参数描述子类似,也是采用参数模型来描述运动的。

MPEG-7标准的运动描述子部分囊括了目前主要的运动特征表示方法,从而能适合各种应用情况。同时更为重要的意义在于它给出了一个统一的接口,使得采用该标准的各个不同的系统间的相互交互成为可能。

4 基于运动特征的视频信息检索原理

4.1 运动信息的可靠性分析

由于对运动矢量编码的初衷并不是为了反映视频中的运动信息,运动矢量中有相当一部分会对运动分析起到干扰作用。所以在实现上,对运动矢量的过滤对于接下来的运动分析过程具有非常重要的意义。

对于利用运动矢量获得的运动信息的情况,首先要排除那些不反映真实运动情况的运动矢量,以免给进一步的分析带来不必要的干扰。有效的方法是采用空域和时域上的滤波器对运动矢量进行平滑。比如文[9]中采用的方法是将图像的

运动矢量场划分为若干个区间,分别统计运动矢量的均值和方差,对于方差大于某一阈值的区间,将被认为是不规则的,不在进一步的计算中考虑。在时域上也要做类似的筛选。

对于参数模型的运动特征表示,与之相结合的一种消除不可靠运动矢量的方法是迭代求精^[4],即在每一轮求解模型的参数后,根据参数模型重构运动矢量场,从而可以计算出每个运动矢量与重构的运动矢量之间的误差。对于误差超过某一阈值的运动矢量,在下一轮重新求解参数的过程中将被排除。如此经过若干轮迭代,可以很好地消除不相干的运动矢量的干扰,使得最终计算出来的参数模型更为精确地反映全局运动信息。另外迭代求精的方法在光流分析中也可以使用,只要运动特征是通过参数模型来表达的^[13]。

最后,对于相机运动分析的应用,一般假设相机在一定时间内的运动是稳定的,所以对于相机运动分析的结果,可以采用时域窗口进行平滑,以消除在个别帧上不连续的相机运动类型^[9]。

4.2 运动特征的相似度定义

因为存在多种运动特征的表达方式,所以运动特征的相似度定义也有多种。如果将运动特征作为一个矢量,则可简单地采用绝对值距离和欧氏距离。文[12]中采用的相似度是更为复杂的马氏距离,它利用了样本的统计特性,排除了样本间的相关性影响。

文[5]中将运动特征表达为直方图,相似度就定义为直方图间的距离。为了更符合人的主观感觉,文中还进一步定义了相似度矩阵,它考虑了直方图不同槽之间的相关性影响。

文[13]借鉴文本检索方法来检索视频。用作检索的特征通过训练得到的码书转化为码字文件。进一步的检索就在码字文件上进行,具体做法是采用 $TF * IDF$ (TF : Term Frequency, IDF : Inverse Document Frequency)计分的方法,使得每个码字文件都可以计算得到一个 N 维矢量。相似度就定义为 N 维矢量间夹角的余弦值。

总之,对相似度的定义依赖于所采用的运动特征表达方式。同时相似度的定义应该尽量符合人的主观感觉。

4.3 运动特征的聚类

在某些应用环境下,比如在体育比赛的视频中,运动信息有其特殊的语义。一般的体育比赛,比如篮球、足球等比赛,往往由为数不多的几类镜头组成,像远距离的全场镜头、中距离的局部镜头以及近距离的运动员特写镜头等。通过它们运动特征的特定模式,就可以很好地区分这几类镜头。另外通过对运动特征的分析,还可以监测特定事件的发生,比如进攻、得分等。所以对于像体育比赛这种运动特征较有意义的视频,根据运动特征将视频镜头进行聚类通常能将视频镜头合理归类。文[6]采用运动特征对篮球、足球比赛的视频镜头进行聚类,收到了良好的效果。

另外,对运动特征的聚类也是实现视频分类的重要手段之一。相比于颜色、纹理等静态图像的特征用于视频分类,运动特征往往能给出更为有效的结果。同时,运动特征还可以与其它特征相结合用于视频分类,以达到更为理想的效果。

结论 基于运动特征的视频信息检索是20世纪90年代兴起的一个研究热点。本文从运动信息的提取,运动特征的表示和运动检索的实现三个方面,回顾了近几年来在视频检索中运动分析方面的研究进展。可以看到,目前已有不少有关于利用运动特征进行视频检索的研究,同时也已经提出了多种运动特征的表示方法。另外,一些视频信息检索系统也已将基于运动特征的视频检索功能实现并投入了应用阶段。但同时可以看到不足之处在于,现在的系统在运动特征的表达能力上

还相当有限。除了相机运动等较为简单的特征,用户一般较难提交其所期望的查询。目前的各种运动特征表示方法,在语义上少有明确的意义,这就限制了基于运动特征的视频检索的有效性。从根本上说,视频中的物体识别和分割基本未实现,从而面向对象的运动特征提取也难以实现。基于物体运动的检索现在只是起步阶段,有待进一步的研究与发展。可以展望,今后的运动特征检索将以物体运动为主要的研究目标。

此外,由于各个不同的学者和公司根据自己的需要定义不同的运动特征提取和表示方法,使得很难达到信息共享。2001年9月,MPEG组织通过了MPEG-7标准,给多媒体内容的描述者(生产者)和使用者(消费者)提供了一个统一的接口,这其中包括本文前面部分所介绍的各种运动描述子。这在一方面使得运动特征的表示有了很大的通用性,进一步使得基于运动特征检索的广泛应用成为可能;在另一方面,它也使得对运动特征的表达能力有了很大提高。作为一个预测,在将来的发展中还有可能出现形式化的运动特征描述语言,从而使用户对运动特征的表达能力极大丰富,基于运动特征的检索效率也会极大提高。

运动特征检索的另一个可能发展方向是为特定视频片断的检测所服务。比如新闻节目中播音员镜头或体育比赛中的得分镜头的检测。即运动特征将和其它特征结合起来实现复合特征的检索,从而进一步检索具有特定语义的视频片断。单独的运动特征本身往往不具有明确的语义,但许多含有特定语义的视频片断常常具有典型的运动特征。由此可以预见,这种基于运动特征的高级语义检索具有很好的发展前景。

参考文献

- 1 Chang S F, Chen W, Meng J H. VideoQ: An automated content-based video search system using visual cues. In: Proc ACM Multimedia'97 Conference Proceedings, Seattle USA, 1997. 313~324
- 2 Rui Y, Huang T S, Mehrotra S. Constructing table-of-content for videos. ACM Multimedia System, 1999, 7(5): 359~368
- 3 Sudhir G, Lee J C M. Video annotation by motion interpretation using optical flow streams. Journal of Visual Communication and Image Representation, 1996, 7: 354~368
- 4 Tan Y-P, Saur D D, Kulkarni S R, Ramadge P J. Rapid estimation of camera motion from compressed video with application to video annotation. Circuits and Systems for Video Technology. IEEE Transactions on, 2000, 10(1): 133~146
- 5 Aghbari Z, Kaneko K, Makinouchi A. A Motion-Location Based

- Indexing Method for Retrieving MPEG Videos. DEXA Workshop, 1998. 102~107
- 6 Ngo C H, Pong T C, Zhang H J. On Clustering and Retrieval of Video Shots. ACM Multimedia 2001, Ottawa, Canada, 2001
- 7 Dimitrova N, Golshani F. Motion recovery for video content analysis. ACM Trans. Inform. Syst., 1995, 13(4): 408~439
- 8 Ardizzone E, Cascia M L, Avanzato A, Bruna A. Video Indexing Using MPEG Motion Compensation Vectors. IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS-99), Florence, Italy, June 1999
- 9 Milanese R, Deguillaume F, Jacot-Descombes A. Video segmentation and camera motion characterization using compressed data, Multimedia Storage and Archiving Systems I. Vol. 3229 of SPIE Proceedings, Dallas TX, Nov. 1997
- 10 Jinzenji K, Ishibashi S, Kotera H. Algorithm for automatically producing layered sprites by detecting camera movement. In: Proc. of ICIP. 1997. 767~770
- 11 Jeannin S, Divakaran A. MPEG-7 Visual Motion Descriptors, IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology, 2001, 11(6): 720~724
- 12 Sun X, Divakaran A, Manjunath B S. A Motion Activity Descriptor and Its Extraction in Compressed Domain. IEEE Pacific Rim Conference on Multimedia, 2001. 450~457
- 13 Yu Tianli, Zhang Yujin. Motion feature extraction for content-based video sequence retrieval. SPIE Proceedings Vol. 4311, San Jose, CA, USA, Jun. 2001. 378~388
- 14 Zhong D, Chang S-F. Structure Analysis of Sports Video Using Domain Models. In: IEEE Conf. on Multimedia and Exhibition, Tokyo, Japan, Aug. 2001
- 15 Pili M, On Using Raw MPEG Motion Vectors To Determine Global Camera Motion, Pili Digital Media Department HP Laboratories Bristol HPL-97-102 Aug. 1997
- 16 Ngo C W, Pong T C, Zhang H J, Chin R T. Motion characterization by temporal slice analysis. Computer Vision and Pattern Recognition, 2000, 2: 768~773
- 17 Lee J W, You S, Neumann U. Large Motion Estimation for Omnidirectional Vision. In: IEEE Workshop on Omnidirectional Vision, June 2000
- 18 Vieville T, Faugeras O D. Motion analysis with a camera with unknown, and possibly varying intrinsic parameters. In: Fifth Intl. Conf. on Computer Vision, June 1995
- 19 Wang R, Zhang H-J, Zhang Y. A confidence measure based moving object extraction for compressed domain. In: Proc. IEEE Int. Symp. Circ. and Syst., 2000
- 20 Wang R R, Hong P, Huang T. Memory-Based Moving Object Extraction for Video Indexing. In: Intl. Conf. on Pattern Recognition (ICPR'00)-Volume 1, Sep. 2000
- 21 Wei J, Li ZN, Gertner I. A novel motion-based active video indexing method. In: IEEE Int. Conf. on Multimedia Computing System (ICMCS'99), Vol. 2, 1999. 460~465

(上接第97页)

进行平滑处理以及估计噪音参数。

(2)数据挖掘算法 针对不同问题和不同解决方案,上述过程形成了多个由数据挖掘过程中使用到的信息组成的定制数据库,针对这些数据库有很多的数据挖掘算法。几乎所有的数据挖掘算法都要事先提出一些标准来度量产生的模式,通常利用诸如置信度、感兴趣度等的统计属性作为对产生模式的评估标准,从而更进一步决定哪些模式可以保留,哪些模式需要丢弃,更有效地找出潜在的有兴趣的模式。

(3)精化数据和使用结果 对于运行数据挖掘算法生成的过程,可以循环进行新一轮的数据挖掘过程,同时与分析者以及领域专家进行沟通,反复精化、筛选得到认可后,即成为各种形式的知识,其集合就构成了知识库,可以被用户使用。在此模型中就是将有用信息回馈给系统,从而帮助他们准确地迅速地决策。

结束语 目前电子政务在全国才刚刚起步,但随着电子政务的发展,全国电子政务工程的推进,对安全性的要求也必

将不断地提高。因而,只有不断地发展新的技术,完善电子政务的安全技术规范 and 相关的法律法规,才能实现安全可靠的电子政务系统。

参考文献

- 1 Mukherjee B, Hberlein T L, Levitt K N. Network Intrusion Detection[J]. IEEE Network, 1994, 8(3): 26~41
- 2 Satton G, Buckley C. Term Weighting Approaches in Automatic Text Retrieval. Information Processing and Management, 1988, 24(5): 513~523
- 3 Freitas A A, Lavinton S H. Mining Very Large Databases with Parallel Processing[M]. Kluwer Academic Publishers, 1998
- 4 Kumar A. New Techniques for Data Reduction in a Database System for Knowledge Discovery Applications[J]. Journal of Intelligent Information Systems, 1998, 10: 31~48
- 5 HAN J W, Micheline K. Data Mining Concepts a Technique[M]. Beijing. High Education Press, 2001
- 6 Agrawal R, Imielinski T, Swami A. Database Mining: A performance Perspective[J]. IEEE Trans Knowledge and Data Engineering, 1993, 5: 914~925