

安防系统中相机拓扑的优化和相机联动

蔡乐才^a, 支明刚^b, 高峰^b

(四川理工学院 a. 计算机学院; b. 自动化与电子信息工程学院, 四川 自贡 643000)

摘要:在传统安防系统中,多相机联动或接力跟踪是基于目标的简单逻辑匹配来实现的,在相机拓扑图中的目标匹配率低,且容易遗漏不相邻但与目标相关的相机。为解决这一问题,提出了用无向图的数据结构来代替传统的相机拓扑图,并根据实际工程情况给定图中各节点的相关程度,并基于 XML 技术详细分析了目标的逻辑匹配流程和相机联动的实现方法。通过在实际工程项目中与传统相机拓扑的目标匹配相比较,该方法匹配效率高且不会遗漏任何一个相关相机,同时可以很好地实现跨平台的应用。

关键词:相机拓扑;数据结构图;相机联动;逻辑匹配

中图分类号:TP37

文献标志码:A

随着社会的不断进步和现代科技的日新月异,安全越来越受到人们的重视,因为它是一个社会和企业赖以生存和发展的基础。所以视频监控系统得到了越来越广泛的应用,比如工厂安防监控、智能小区安全防盗、海事安防、学校安防、交通监控系统^[1-3]。监控的功能也从原来简单的对视频信号进行人工的监视、系统多画面的显示以及硬盘录像的简单功能,发展到安防目标检测、提取、识别与跟踪等自动智能处理;并提供了监控场区的三维全景虚拟显示、三维场景与视频图像融合显示、多种安防传感器与三维全景融合、运动安防目标跨相机接力跟踪以及动静相机联动配合等多种智能化功能。

1 传统相机拓扑

相机是监控系统最重要的组成部分,也是整个监控系统的“眼睛”,其安装部署必须按照一定规则和结构进行,这样才能保证能够更大范围、更精确监控场景区域。在智能分析系统中,如果要实现跨相机接力,必须明确定义好各相机之间的邻接关系,也就是相机的拓扑结

构,这种关系是非线性的。

在传统的安防系统中,相机拓扑是如图 1 所示网格的形式产生的,在工程中根据每个相机的位置画出一个网格,每个相机都有一个唯一的标识号,如 1、2、3。我们将这个网格和其中的相机标识号写到配置文件中,在项目程序中当要进行跨相机的匹配时就将这个配置文件读到内存中以数组的形式存储,我们会先匹配它上下左右等 8 个相机。比如对于 11 号相机,对该相机产生的目标进行匹配时我们就会对 3、4、5、10、12、17、18 和 19 号相机里的目标进行匹配,如果没有匹配上就会对在外面一圈的 16 个相机进行匹配。

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

图 1 网格式的相机拓扑

基于上述逻辑进行跨相机匹配时,具有两个明显的缺陷:第一,在实际的环境中某一个相机并不一定与周围所有的相机都有关,如 11 号相机左面的 10 号相机与

收稿日期:2013-04-02

基金项目:物联网技术与应用四川省青年科技创新研究团队项目(2011JTD0031);四川省经信委技术创新重点项目(2010XM271)

作者简介:蔡乐才(1966-),男,四川大竹人,教授,主要从事物联网技术与应用方面的研究,(E-mail) clic@suse.edu.cn

其可能就没有相同的照射区域,对它进行的匹配就是无用功,导致效率的降低;第二,在网格上,相距较远的相机,如对于11号相机,8号相机在实际的环境中也可能与它有相同的照射区域,此时反而没有匹配,导致遗漏。

2 数据结构“图”与 XML 文件

本文中采用数据结构中的“图”来表示相机拓扑。图(Graph)是一种较线性表、树更为复杂的数据结构,图形结构中,结点之间的关系可以是任意的,图中任何两个数据元素之间都可能相关,因此,图能够很好的表现监控系统中各相机之间的邻接关系。图G由两个集合V和E组成,其中V是顶点的非空优先集;E是边的有限集,边是V中顶点的有序或无序偶对^[4]。图2为一个无向图,所有顶点偶对是无序的,在本项目中的相机关系列表,用无序偶对(即无向图)表示,如图2所示,相机1与相机2和4是相关的。图2中,Type标识安防系统中的摄像头类型,0代表枪机摄像头,1代表球机摄像头,边上的15等系数可以理解为一个关联的系数,用于后面联动处理。

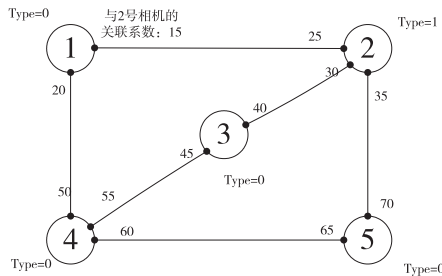


图2 图结构的相机拓扑

因为本项目需要提供 Web 服务,所以所有的配置信息都写到 XML 文件中。XML 是指可扩展标记语言,很类似 HTML,但并不是 HTML 的替代,它的设计是用来传输和存储数据,其焦点是数据的内容,而不像 HTML 是被设计用来显示数据,其焦点是数据的外观。XML 可以简化数据的共享和传输,通过 XML,可以在不兼容的系统之间轻松地交换数据^[5,6]。

3 匹配逻辑流程与相机联动

为了完成相机的图型拓扑和联动,创建了三个 C++ 类:第一个是 XML 管理类 CxmlOperation;第二个是拓扑类 CameraTuopu,作为相机拓扑和联动的管理类;第三个是联动类 LinkObj,是各种联动的具体实现函数。

CxmlOperation 是用于创建、写和读 XML 文件,即 XML 文件管理类。创建 XML 文件,将本地 ini 格式的配

置信息读到 XML 文件中,然后创建图的结构,本项目中用邻接矩阵的形式存储图,并将 XML 中的数据存储到图结构中,对外提供图数据的接口,图3所示即为该类的 UML 结构图。

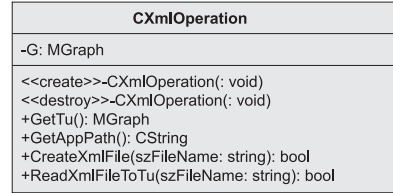


图3 CxmlOperation 类的类图

图3中,CreateXmlFile 函数会创建 XML 文件,并将事先写好的配置文件读到 XML 文件中。图2中标注的信息即为配置文件中的信息,它是一个相机的关系列表,以图的形式表现出来,图的顶点即表示1~5号相机,其中 Type=0 表示的这个相机是枪机,Type=1 表示这个相机是可以转动调焦的球机,两个相机之间有连线则表示这两个相机相关,线上的系数则是用于联动用的。

图4为该根据图2中的配置信息产生的 XML 文件中的一部分,第一行代码是该文件的声明, CameraId-List 则是该 XML 文件的根目录,其后所有的代码表示的是根目录的第一个子元素 Cameras,这个子元素表示了与1号摄像机有关的所有情况,包括1号相机的类型以及和它相关的相机的个数,相关相机的 ID、类型和联动的系数,如第三行代码,表示在根目录的第一个子元素 Cameras 中以元素属性的形式 CameraId = "1" CameraType = "0" Num = "2" 表明了该相机的 ID 为1、相机类型为0、相关相机的个数为2。第四行到第八行是 Cameras 第一个子元素 Camera,这个子元素表示的是与 ID 为1的相机第一个相关的相机的 ID、相机类型和联动的系数。第九至第十三行表示的是 Cameras 的第二个子元素,它表示的是与 ID 为1的第二个相关的相机。到此与1号相机相关的信息表示完整了。根目录的第二个子元素会表示所有与2号相机相关的信息。以此类推,所有的相机的 ID、类型以及和它相关的相机的 ID、类型、联动系数等信息就完全包含在该 XML 文件中了。

图3中函数 ReadXmlFileToTu 会将上述的 XML 文件中的数据读到该类的图结构中,即变量 G 中,该变量是以邻接矩阵形式存储的图结构,并且该变量在类中是以私有的形式存在的,该类是以函数 GetTu 作为对外提供图结构的接口,拓扑类通过该函数得到相机关系表。

拓扑类 CameraTuopu(图5)是作为相机拓扑和跨相

```
<?xml version="1.0" encoding="GB2312" ?>
- <CameraIDList>
- <Camers CameraId="1" CameraType="0" Num="2">
- <camera>
  <cameraID>2</cameraID>
  <cameraType>1</cameraType>
  <cameraRand>25</cameraRand>
</camera>
- <camera>
  <cameraID>4</cameraID>
  <cameraType>0</cameraType>
  <cameraRand>50</cameraRand>
</camera>
</Camers>
```

图 4 XML 文件的一部分

机联动的一个管理类,首先它会创建 XML 管理类的对象 xml 作为该类的成员变量,以此访问图结构中的数据,然后对读入数据进行一定的整合,并通过函数 GetCameraTopu 将整合后的有用数据传递给系统的匹配模块,匹配模块在调用该函数时同时传递一个相机 ID 号^[7]。

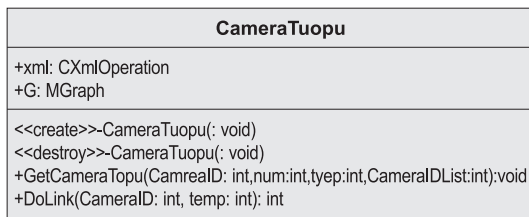


图 5 拓扑类 CameraTuopu 的类图

CameraTuopu 类还有一个函数 DoLink,这个函数也是供匹配类调用的。当匹配类需要跨相机联动时就会调用该函数,并传递需要联动的相机 ID 和联动类型。DoLink 函数首先根据参数信息进行一些判断,然后调用匹配类中的函数进行跨相机联动。

联动类 LinkObj 接受 DoLink 函数调用时传递的相机 ID 和联动系数,通过云台协议进行联动。本系统中目前只有两种联动,因此,图 6 所示联动类图中只有两个函数,其中,LinkFocusing 函数进行调焦联动,当某一个枪机中的目标不清晰时,负责找到一个跟该枪机相关的球机,转动该球机到需要的位置并进行调焦,从而得到清晰的图像;LinkRelay 函数进行接力跟踪联动,当某一个摄像机中的目标将要移出它的照射范围时,寻找相关的球机进行接力跟踪。

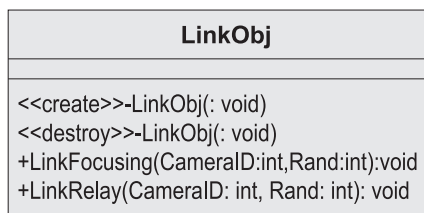


图 6 联动类 LinkObj 的类图

图 7 为相机匹配和联动的流程图。其中,2 表示匹配模块要对某一个相机的事件匹配时,调用拓扑和联动管理类并传递要匹配的相机 ID;1 表示拓扑和联动管理类会将该相机相关的相机 ID 返回给它;3 表示需要调用联动时,传递需要联动的相机 ID 和联动类型;4 表示相机拓扑和联动管理类调用联动类联动,传递哪个相机进行联动以及联动时的云台控制参数;6 表示 XML 管理类会读取本地的配置信息写入创建号的 XML 文件,最终写入图结构;5 表示 XML 类会返回给拓扑和联动管理类写好数据的图结构。

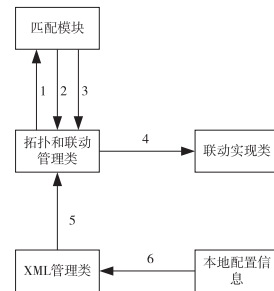


图 7 匹配和联动流程图

如上所述,即为本项目中相机拓扑和相机联动模块的三个类的简单实现。在本项目中每个数据通道内有三个到五个摄像机,且配置有一个分析服务器,所有的分析服务器最终会连接一个事件服务器,分析服务器首先进行本通道的匹配,然后将本通道产生的目标事件传递给事件服务器,事件服务器将分析服务器内没有匹配上的新目标与全部通道内所有摄像机产生的目标事件进行匹配。系统主要有 3 个方面的核心功能。

(1) 数据处理。XML 管理类会读取本地的 ini 格式的配置信息,该配置信息是根据现场工程考察得到的数据,以特定格式写好的。对于每个摄像机,配置信息不仅要包含它的相机类型等属性,还要包含与之相关联的所有相机及属性。XML 管理类先将这些数据创建一个 XML 文件以便提供 Web 服务,再将这些数据读取到 XML 管理类的图结构中,并以邻接矩阵的形式存储^[8-9]。

(2) 匹配处理。对某一个相机产生的目标事件进行匹配,必须知道是对哪个相机产生的目标事件进行匹配。系统首先在匹配模块创建拓扑类的对象,然后调用该类中的 Get Camera Topu 函数,并传递所要匹配的目标事件所属的相机 ID,通过函数 Get Camera Topu 访问 XML 类中的图结构,返回与匹配模块所传递的相机 ID 相关的所有相机的 ID。这样,对于任何一个目标事件,匹配模块可以在其产生相机的相关相机内进行匹配,既保证了效率,同时又不会遗漏任何一个相关的相机。

(3) 接力跟踪联动。在匹配完后,如果某一摄像机要进行接力跟踪联动,匹配模块会调用拓扑类的 DoLink 函数,并同时传递给该函数需要联动的相机 ID 和联动类型。DoLink 函数会判断需要联动的相机类型以及联动类型,并根据判断结果访问图结构,找到与需要联动的相机相关的球机,随后调用联动类函数,选择与之联动的相机并传递联动系数,最终联动类中实现联动。

4 结束语

对于目标匹配,在传统网格式的相机拓扑中,首先是对所要匹配的相机的外面一圈的 8 个相机匹配,如果匹配不上,再对外面一圈的 16 个相机进行匹配;而在本文给出的相机拓扑中,是直接与需要匹配的相机进行匹配,从计算量的角度来看,改进后的相机拓扑在进行匹配的时候效率会高很多。另外,对于传统的网格拓扑,匹配时可能会遗漏某一个相关的相机,如图 1 中 8 号相机可能也与 11 号相机在现实的环境中也是相关的,但在匹配算法中不会再去匹配该相机导致遗漏,而在改进的相机拓扑中,不会遗漏任何一个相关的相机,相机拓扑匹配性能更高,并且可以很好地跨平台应用。

参考文献:

- [1] Collins R T, Lipton A J, Takeo K, et al. Introduction to the special section on video surveillance[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(8):745-746.
- [2] Versavel J. Road safety through video detection[C]// IEEE Intelligent Transportation Systems Council. Proceedings of 1999 IEEE/IEEEJ/JSAP International Conference on Intelligent Transportation Systems, Tokyo, October 5-8, 1999:753-757.
- [3] Haritaoglu I, Harwood D, Davis L S. W⁴: Who? When? Where? What? A real time system for detecting and tracking people[C]// IEEE Computer Society Technical Committee on PAMI. Proceedings of Third IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, Nara, Japan, April 14-16, 1998:222-227.
- [4] 董东, 郑玉明. 数据结构图的语法[J]. 计算机工程与应用, 1998(2):53-55.
- [5] 王宏志. XML 数据查询处理技术的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2008.
- [6] 蔺旭东. 基于语义的 XML 查询及规范化研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2010.
- [7] 汪陈应. XML 数据编码与存储管理关键技术研究[D]. 天津: 南开大学, 2010.
- [8] 陈静波. 结构拓扑优化算法的问题研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2008.
- [9] Gao X B, Xiao B, Tao D C, et al. A survey of graph edit distance[J]. Pattern Analysis and Applications, 2010(13): 113-129.

Optimization of Camera Topology in Security System and Camera Linkage

CAI Le-cai^a, ZHI Ming-gang^b, GAO Feng^b

(a. School of Computer Science; b. School of Automation and Electronic Information, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China)

Abstract: In traditional security systems, the achievement of multiple camera linkage or relay tracking is based on the simple logic matching of target. Target matching efficiency is low in camera topology map, and it's easy to omission the cameras that not adjacent but related to the target. To solve this problem, a method is proposed that use data structure of undirected graph instead of the traditional camera topology map, and the relevant degree of each node in graph is given according to the practical engineering situation, and then the method to realize target's logic matching process and camera linkage based on XML technology is detailed analyzed. Compared with the target matching of traditional camera topology in actual projects, the method is of a high matching efficiency and missing no relevant cameras, at the same time it can realize the cross-platform applications.

Key words: camera topology; data structure graph; camera linkage; logic matching