

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.03.029

# 导弹图像特征提取算法及系统架构

周娇, 李端明, 曹泰峰

(西南科技大学 经济管理学院, 四川 绵阳 621010)

**摘要:** 为解决高效检索信息的难题, 基于内容的检索方法对导弹图像特征提取算法及系统架构进行设计。以导弹图像专用检索领域为研究对象, 通过分析导弹特点及导弹图像, 总结出应提取的导弹图像特征及提取算法, 并模仿已成型的其他领域的专用图像检索系统架构, 设计完成了导弹图像检索系统的系统架构图。该研究可为下一步导弹图像检索系统工作提供参考。

**关键词:** 导弹; 导弹图像; 特征提取算法; 系统架构

**中图分类号:** TP317.4; N99 **文献标志码:** A

## Algorithm of Extracting Features of Missile Image and System Structure

Zhou jiao, Li Duanming, Cao Taifeng

(School of Economic Management, Southwest University of Science &amp; Technology, Mianyang 621010, China)

**Abstract:** To solve the problem of high efficiency inquiring information, the content based on inquiring image designed the algorithm of the feature extraction from the missile image and the system architecture. Dedicated to the missile image inquiring as the research object, by analyzing the characteristics of the missile and missile images, summed up the image features that should be extracted and extraction algorithms, and had finished the designing of the system structure through imitating the image inquiring systems that had been forming in the other fields. This study could provide reference for the next step work of the construction of the missile image inquiring system.

**Keywords:** missile; missile image; algorithm of the feature extraction; system structure

### 0 引言

为解决如何快速、高效地从海量图像数据中检索出人们所需的信息等难题, 众多学者专家对图像信息检索作了大量的研究。目前, 图像信息检索的研究主要集中于: 基于文本的检索方法和基于内容的检索方法(the Content Based Image Retrieval)<sup>[1]</sup>。由于基于文本的图像检索方法具有不充分性、主观性及工作量大、处理速度慢等缺点, 使得基于内容的图像检索方法渐渐成为了图像检索领域的主流思想<sup>[2]</sup>。基于内容的图像检索技术是一项从图像数据库中找出与检索内容相似的图像检索技术。它利用从图像中自动抽取出来的底层特征, 如颜色、纹理、轮廓和形状等特征, 进行计算和比较, 检索出符合用户需求的结果图像集, 且其检索结果可以借鉴文本检索技术中的相关反馈技术得到优化提高<sup>[3]</sup>。

图像检索领域发展至今虽已取得了许多成果, 但仍无法做到高效的检索。相对而言, 在某一领域的专用图像检索系统却能很好地满足检索者的要求。其原因有: 1) 上述检索系统的检索者都有相似的检索要求及目标, 在设计特征提取及相似度测量算法的过程中, 目标较明确统一, 较容易满足检索

者的要求; 2) 在这些特殊的图像检索系统的图像样本库中存储的图像基本都属于统一类型的图像, 而在进行图像特征提取的过程中可以采用同一方法对所有图像进行特征提取工作。

由此, 笔者将研究对象定位于导弹图像, 通过借鉴现已成型的专用图像检索系统的设计模式, 对导弹图像特征提取算法及系统架构进行研究。

### 1 导弹图像特征分析研究

#### 1.1 导弹及导弹图像分析

通过对生物特征图像(人脸、指纹、手形)、昆虫识别图像检索、中草药图像检索系统的总结分析可以看出, 无论是在哪个领域的图像检索系统, 在建立系统之前都必须经过4个步骤: 图像内容分析、图像分析、图像内容特征提取、特征匹配及相似度测算。同样, 在建立导弹图像检索系统时也必须遵守上述步骤, 即先对导弹的基本特征进行研究分析。

导弹是一种依靠自身动力装置推进、由制导系统导引、控制其飞行路线并导向目标的武器, 通常由弹头、制导、推进、弹体结构和弹上电源等5个分系统构成的。导弹主要性能参数如表1。

收稿日期: 2010-10-11; 修回日期: 2010-11-29

基金项目: 飞行器图像内容检索研究

作者简介: 周娇(1986—), 女, 山东人, 研究生, 硕士, 从事信息系统与信息技术研究。

表1 导弹主要性能参数

	PL-2	PL-3	PL-5	PL-7	PL-8	PL-9	PL-11	PJ-2	PL-12	TY-90	R-73
弹长/m	2.83	2.123	3.235	2.75	2.9	2.9	3.89	3.87	3.85	1.862	2.9
直径/mm	127	135	190	157	157	157	208	0.127	203	90	170
翼展/m	0.53	0.654	0.657	0.66	0.86	0.5	0.68	0.609	0.674	--	--
重量/kg	85	93	150	90	115	115	220	90	180	20	110
战斗部重/kg	11.3	--	30	12	10	10	33	11	---	--	7.4
飞行速度/M	2.5	2	2.2	2	2	2	4	2.5	4	2	
最大过载/g	--	--	30	35	35	35	--	30	38	20	40
使用高度/m		23 000	21 500	21 000	21 000	21 000	21 000	--	25 000	6 000	--
射程/km	8~10	11.5	10~16	14	0.5~15	0.5~15	40~75	5~18	70	0.5~6	30
制导方式	主动单脉 冲雷达	被动红 外近炸	半主动 雷达	被动红 外近炸	主动微波 近炸	被动红 外近炸	主动 雷达	被动红 外近炸	主动 雷达	多元红 外导引	主动无线电 近发引信

由上述几种导弹的基本信息可知,导弹的性能参数主要有:弹长、直径、翼展、重量、射程、飞行速度、推进系统、制导系统、攻击目标等。通过仔细观察和测量导弹弹体,还能得到其弹体颜色、标示符号、弹长、直径、翼展信息。若能综合这几种信息,那么还能识别出某种型号导弹的衍生型。因此,导弹型号的识别因子主要包括:弹长、直径、翼展。图1中既有发射飞行中的导弹,也有待发射的导弹,其颜色都清晰可见。通过图像放大等处理技术,也可获得其标示符号。若能获得这2种特征信息,即可容易地辨识出导弹型号。故颜色特征及弹体标示符号也应作为导弹图像特征。

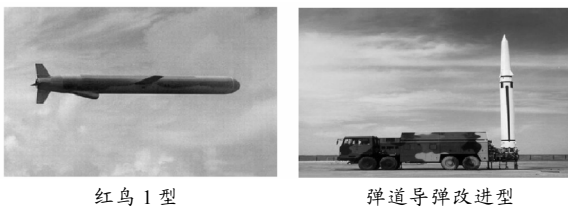


图1 导弹图像

## 1.2 导弹图像分析研究

本文研究的目标图像是指通过卫星设备拍摄到的待发射或发射过程中的导弹图像。虽然导弹的基本参数有弹长、直径、翼展、重量、射程飞行速度等,但在一张图像中只能识别其弹体颜色、弹长、直径、翼展,甚至弹体上的标示符号。

1) 对于导弹的弹长、直径、翼展信息,可通过对导弹进行形状特征提取获得;2) 笔者通过对我国已公开的近百种导弹图像信息的整理分析了解到:导弹的弹体的颜色相对较简单,主要有白色、红色、蓝色、黑色、绿色、橙色等,而且弹体颜色的饱和度都相对较大。考虑到导弹图像特征提取及检索的高效性,可用简单的颜色直方图来提取导弹图像的颜色特征。至于导弹的标示符号,我国导弹主要有巨浪、东风、海鹰、鹰击等型号。其英文代号为名称的中文汉语拼音的大写首字母组合而成。此外,在导弹弹体上不仅有导弹型号的中文代号,而且还

有其北约代号或者其出口型号。但在实际战争中,各国在使用导弹时为确保导弹能准确击中目标,都会事先将导弹的颜色及标识符号进行重新涂喷,以起到掩饰作用。若将获得的导弹图像进行颜色特征及弹体标识符号提取,并将其作为识别因子,将很可能会影响对导弹型号的准确识别,甚至很可能误导。因此,颜色及标示符号只能作为辅助特征;3) 纹理虽然是图像的重要特征之一,但通过对导弹图像的分析研究发现,为了减少导弹在飞行过程中的各种阻力,导弹专家们都采用的光滑的弹体设计,所以在对导弹图像进行特征提取过程中,可以将纹理特征作为一补充特征或者将其忽略。

因此,可将所要提取的导弹图像的特征总结为导弹形状、颜色、标识符号。其中以形状特征为最主要特征,颜色及标示符号作为辅助特征。由于拍摄的导弹状态不同,获得的导弹图像自然也存在较大差异。对于在非战争状态下获取的图像,需提取其形状、颜色及字符标示来进行图像分析,而在战争状态下获取的导弹图像,由于导弹弹体都附有掩饰性的颜色及标示,所以对于在战争状况中获取的导弹图像,只能通过提取其形状特征来进行导弹型号识别。

## 1.3 导弹图像特征提取算法研究

### 1.3.1 形状特征提取算法

边缘主要存在于目标与目标、目标与背景、区域与区域(包括不同色彩)之间。边缘检测算子检查每个像素的领域并对灰度变化率进行量化,也包括方向的确定。大多数使用基本方向倒数掩模求卷积的方法。常见的边缘检测算子有梯度算子。梯度对应一阶导数,梯度算子是一阶导数算子。对1个连续函数 $f(x,y)$ ,它在位置 $(x,y)$ 的梯度可表示为1个矢量。

$$\nabla f(x,y) = \begin{bmatrix} G_x & G_y \end{bmatrix}^T = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}^T \quad (1)$$

这个矢量的幅度和方向角分别为：

$$mag(\nabla f) = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2} \quad \varphi(x,y) = \arctan\left(\frac{G_y}{G_x}\right) \quad (2)$$

常用小区域模板卷积来近似计算偏导数。对  $G_x$  和  $G_y$  各用一个模板，故需要 2 个模板组合起来以构成 1 个梯度算子。

边缘检测算法基本步骤如下：

- 1) 滤波：改善与噪声有关的边缘检测器的性能：一般滤波器导致了边缘的损失；增强边缘和降低噪声之间需要折中；
- 2) 增强：将邻域强度值有显著变化的点突显出来，边缘增强一般是通过计算梯度幅值来完成的；
- 3) 检测：最简单的边缘检测判据是梯度幅值阈值；
- 4) 定位：边缘的位置和方位在子像素分辨率上估计。

### 1.3.2 颜色特征提取算法

在提取图像的颜色特征之前需选定颜色空间。常用的颜色空间有 RGB、HSV、HIS、YIQ、YUV 等。其中，RGB 空间比较简单、直观，便于 CRT 设备显示，应用最广泛，但 RGB 空间并不是以一致的尺度表示色彩，不符合人对颜色的感知心理，即不能直观地反映人的视觉感知。

区分颜色常用的 3 个基本特征分量：色调、饱和度和亮度。色调 (Hue) 是指光的颜色，如红、橙、黄、绿、青、蓝、紫，它们分别表示不同的色调。饱和度 (Saturation) 是指彩色的深浅程度，饱和度高表示颜色深，如深红；饱和度低，如浅红。亮度 (Brightness 或 Lightness) 是指人眼感受到的光的明暗程度，光波的能量越大，亮度就越大。

结合现所研究的导弹图像分析，导弹弹体上的颜色较简单，饱和度较大，且空间信息在导弹图像的颜色特征的提取中关系不是很大，故可在 RGB 颜色空间中提取导弹图像的颜色直方图。

### 1.3.3 字符特征提取算法

在数字及英文字母的特征提取方法中，采用 13 特征点提取方法来进行研究。13 点特征提取方法即从每个字符中提取 13 个特征点。

首先把字符平均分成 8 份统计每一份内黑色像素点的个数作为 8 个特征，如图 2。

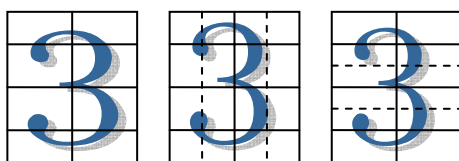


图 2 13 点特征提取方法

以 3 为例，分别统计这 8 个区域中的黑像素的数目，可以得到 8 个特征。然后统计水平方向中间两行和垂直方向两列的黑色像素点的个数作为 4 个特征，最后统计所有黑色像素点的个数作为第 13 个特征。即画 4 道线，统计线穿过的黑像素的数目，得到 4 个特征，将字符图像的全部黑色像素的数目的总和作为一个特征，共得到 13 个特征。

## 2 导弹图像检索系统设计

### 2.1 导弹图像检索系统分析

系统需实现的主要功能有：1) 将目标图像进行图像预处理（消除噪声、图像放大等）；2) 提取目标图像特征：形状特征、颜色特征、字符提取及识别（在此前需先对图像进行分割、调整、重排后才能进行特征提取）；3) 以提取出的图像特征为参照与其它图像进行相似度匹配，并将匹配系数与相应图像按降序显示。设计思路如图 3。

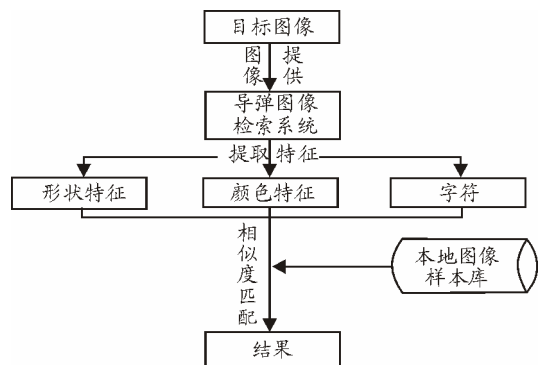


图 3 导弹图像检索系统工作流程

### 2.2 导弹检索系统结构分析

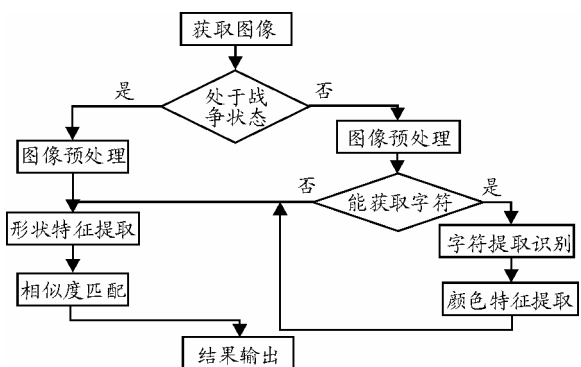


图 4 导弹图像检索系统流程图

在战争状态下，只对图像进行形状特征提取。而在非战争状态下获得的图像，还要识别其颜色和符号标示。非战争状态下获得的图像经过图像预处理后会得到 2 种结果：能够得到其颜色和符号标示；处理过后颜色及符号仍旧很难辨识。为了得到精确

的检索结果,对于 2 种结果将提取不同的图像特征。系统流程图如图 4。综上所述,可得到导弹图像检索系统结构框图,如图 5。

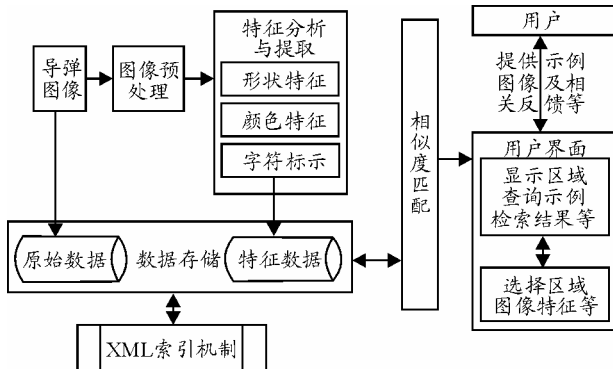


图 5 导弹图像检索系统结构框图

### 3 结束语

该研究可为下一步的导弹图像检索系统的建设工作提供参考。

\*\*\*\*\*

(上接第 82 页)

在读信号 IOR#有效后,很快送入数据总线 D[0-7],保证了在 T3 和 TW 周期中,ISA 总线读数据的准确性和可靠性,具体时序图见图 2 虚线框。

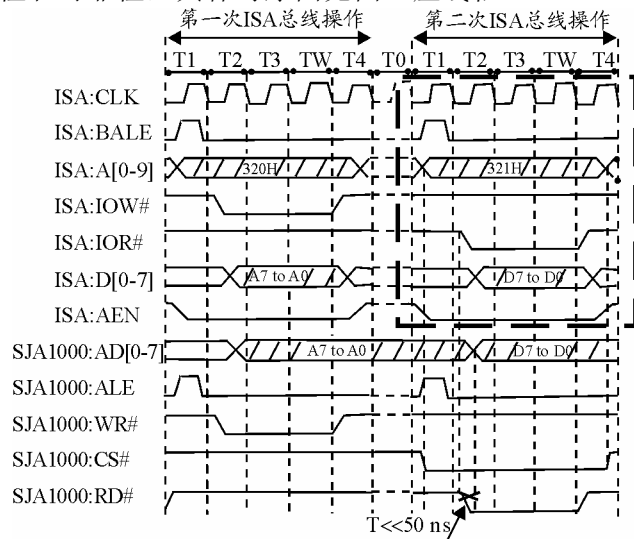


图 2 读时序图

图 3 为 ISA 总线与 SJA1000 写操作时,各相关信号的时序图。第一次 ISA 总线操作同读时序图。第二次 ISA 总线操作,将有效数据 D[0-7]送入 AD 复用总线,同时数据锁存至下一次对 AD 总线的更新,这保证了有效数据在 ISA 总线 8 位 IO 写时序 T4 周期中,在写信号 WR#上升沿,写 SJA1000 寄存器时,有足够的裕量满足 SJA1000 写操作时序对该时刻前后,有效数据保持最小 8 ns 的时间要求,保证了对 SJA1000 寄存器写数据的准确性和可靠性,具体时序图见图 3 虚线框。

### 参考文献:

- [1] 邵东波. 基于内容的图像检索介绍[J]. 电脑知识, 2006(1): 175-176.
- [2] 邵虹, 崔文成. 基于内容的图像检索技术研究[J]. 小型微型计算机系统, 2003, 24(10): 1845-1848.
- [3] 张宜. 基于内容的图像检索技术研究综述[J]. 广西广播电视大学学报, 2003, (03).
- [4] 王占全, 徐慧. Visual C++数字图像处理技术与工程案例[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009(1): 54-60.
- [5] 吴清锋. 基于内容的中草药植物图像检索关键技术研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2007.
- [6] 徐杰, 施鹏飞. 基于内容的图像检索技术[J]. 中国图像图形学报, 2003, 09.
- [7] 李勇. 基于内容的图像检索技术研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2009.
- [8] 张振花. 基于内容图像检索的若干技术研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2009.
- [9] 王亮申. 图像特征提取及基于内容图像数据库检索理论和方法研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2002.
- [10] 江少锋. 医学图像的特征自动提取及基于模糊特征的图像检索研究[D]. 广州: 南方医科大学, 2008.

\*\*\*\*\*

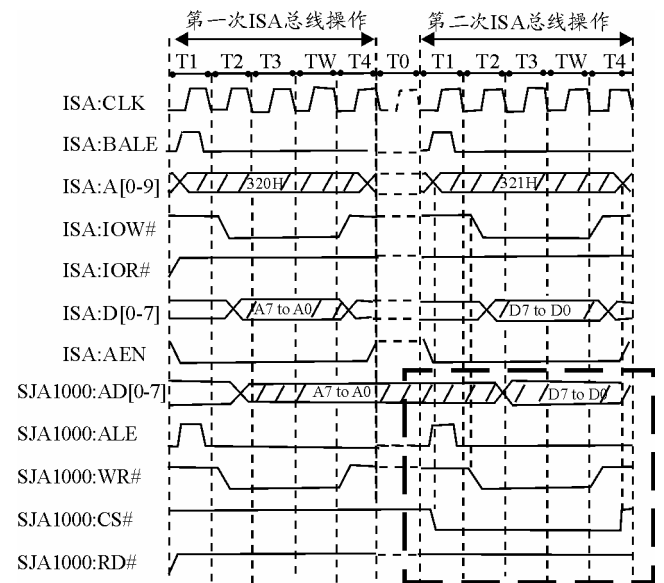


图 3 写时序图

### 5 结束语

采用笔者设计的 ISA 总线到 CAN 总线转换的接口电路,在实际应用中下挂 30 个 CAN 节点,通信速率 250 Kbps,运行稳定、可靠。

### 参考文献:

- [1] ispMACH 4A DataSheet[M]. Http:// www.latticesemi.com
- [2] 杨立. 微机原理与接口技术[M]. 天津: 天津大学出版社, 2010.
- [3] SJA1000 DataSheet[M]. Http:// www.zlgmcu.com
- [4] 郭倩, 张春熹, 杨玉生. 基于 FPGA 的 1394b 光纤总线接口设计[J]. 兵工自动化, 2010, 29(3): 81-84.
- [5] 同江, 蔡远文. LXI 总线仪器接口设计方法[J]. 兵工自动化, 2010, 29(9): 64-66.