

浅谈数字图像处理技术及应用

李立芳 大连 91550 部队 94 分队 116023

摘 要

从数字图像处理的发展历史与研究内容出发,介绍了数字图像处理技术的优点与发展趋势,总结了数字图像处理技术的广泛应用领域,对数字图像处理的发展具有借鉴意义。

关键词

数字图像处理

引 言

数字图像处理是将图像信号转换成数字信号并利用计算机对其进行处理的过程。20 世纪 20 年代,图像处理首次得到应用。20 世纪 60 年代中期,随电子计算机的发展得到普遍应用。60 年代末,图像处理技术不断完善,逐渐成为一个新兴的学科。随着图像处理技术的深入发展,从 70 年代中期开始,随着计算机技术和人工智能、思维科学研究的迅速发展,数字图像处理向更高、更深层次发展。人们已开始研究如何用计算机系统解释图像,实现类似人类视觉系统理解外部世界,这被称为图像理解或计算机视觉。利用数字图像处理主要是为了修改图形,改善图像质量,或是从图像中提取有效信息,数字图像处理对图像进行体积压缩,便于传输和保存。数字图像处理因易于实现非线性处理,处理程序和处理参数可变,故是一项通用性强,精度高,处理方法灵活,信息保存、传送可靠的图像处理技术。

1. 数字图像处理技术的主要研究内容

数字图像处理主要研究的内容有以下几个方面:

1.1 图像变换由于图像阵列很大,如直接在空间域中进行处理,涉及计算量很大。因此,往往采用各种图像变换的方法,如傅立叶变换、沃尔什变换、离散余弦变换等间接处理技术,将空间域的处理转换为变换域处理,不仅可减少计算量,而且可获得更有效的处理(如傅立叶变换可在频域中进行数字滤波处理)。目前新兴研究的小波变换在时域和频域中都具有良好的局部化特性,它在图像处理中也有着广泛而有效的应用。

1.2 图像编码压缩 图像编码压缩技术可减少描述图像的数据量(即比特数),以便节省图像传输、处理时间和减少所占用的存储器容量。压缩可以在不失真的前提下获得,也可以在允许的失真条件下进行。编码是压缩技术中最重要的方法,它在图像处理技术中是发展最早且比较成熟的技术。

1.3 图像增强和复原 图像增强和复原的目的是为了提高图像的质量,如去除噪声,提高图像的清晰度等。图像增强不考虑图像降质的原因,突出图像中所感兴趣的部分。如强化图像高频分量,可使图像中物体轮廓清晰,细节明显;如强化低频分量可减少图像中噪声影响。图像复原要求对图像降质的原因有一定的了解,一般讲应根据降质过程建立“降质模型”,再采用某种滤波方法,恢复或重建原来的图

像。

1.4 图像分割 图像分割是数字图像处理中的关键技术之一。图像分割是将图像中有意义的特征部分提取出来,其有意义的特征有图像中的边缘、区域等,这是进一步进行图像识别、分析和理解的基础。虽然目前已研究出不少边缘提取、区域分割的方法,但还没有一种普遍适用于各种图像的有效方法。因此,对图像分割的研究还在不断深入之中,是目前图像处理中研究的热点之一。

1.5 图像描述 图像描述是图像识别和理解的必要前提。作为最简单的二值图像可采用其几何特性描述物体的特性,一般图像的描述方法采用二维形状描述,它有边界描述和区域描述两类方法。对于特殊的纹理图像可采用二维纹理特征描述。随着图像处理研究的深入发展,已经开始进行三维物体描述的研究,提出了体积描述、表面描述、广义圆柱体描述等方法。

1.6 图像分类(识别) 图像分类(识别)属于模式识别的范畴,其主要内容是图像经过某些预处理(增强、复原、压缩)后,进行图像分割和特征提取,从而进行判决分类。图像分类常采用经典的模式识别方法,有统计模式分类和句法(结构)模式分类,近年来新发展起来的模糊模式识别和人工神经网络模式分类在图像识别中也越来越受到重视。

2. 数字图像处理的基本特点

2.1 目前,数字图像处理的信息大多是二维信息,处理信息量很大。如一幅 256×256 低分辨率黑白图像,要求约 64kbit 的数据量;对高分辨率彩色 512×512 图像,则要求 768kbit 数据量;如果要处理 30 帧/秒的电视图像序列,则每秒要求 500kbit ~ 22.5Mbit 数据量。因此对计算机的计算速度、存储容量等要求较高。

2.2 数字图像处理占用的频带较宽。与语言信息相比,占用的频带要大几个数量级。如电视图像的带宽约 5.6MHz,而语音带宽仅为 4kHz 左右。所以在成像、传输、存储、处理、显示等各个环节的实现上,技术难度较大,成本亦高,这就对频带压缩技术提出了更高的要求。

2.3 数字图像中各个像素是不独立的,其相关性大。在图像画面上,经常有很多像素有相同或接近的灰度。就电视画面而言,同一行中相邻两个像素或相邻两行间的像素,其相关系数可达 0.9 以上,而相邻两帧之间的相关性比帧内相关性一般说还要大些。因此,图像处理中信息压缩的潜力很大。

2.4 由于图像是三维景物的二维投影,一幅图像本身不具备复现三维景物的全部几何信息的能力,很显然三维景物背后部分信息在二维图像画面上是反映不出来的。因此,要分析和理解三维景物必须作合适的假定或附加新的测量,例如双目图像或多视点图像。在理解三维景物时需要知识引导,这也是人工智能中正在致力解决的知识工程问题。

2.5 数字图像处理后的图像一般是给

人观察和评价的,因此受人的因素影响较大。由于人的视觉系统很复杂,受环境条件、视觉性能、人的情绪爱好以及知识状况影响很大,作为图像质量的评价还有待进一步深入的研究。另一方面,计算机视觉是模仿人的视觉,人的感知机理必然影响着计算机视觉的研究。例如,什么是感知的初始基元,基元是如何组成的,局部与全局感知的关系,优先敏感的结构、属性和时间特征等,这些都是心理学和神经心理学正在着力研究的课题。

3. 数字图像处理技术的优点

3.1 再现性好 数字图像处理与模拟图像处理的根本不同在于,它不会因图像的存储、传输或复制等一系列变换操作而导致图像质量的退化。只要图像在数字化时准确地表现了原稿,则数字图像处理过程始终能保持图像的再现。

3.2 处理精度高 按目前的技术,几乎可将一幅模拟图像数字化为任意大小的二维数组,这主要取决于图像数字化设备的能力。现代扫描仪可以把每个像素的灰度等级量化为 16 位甚至更高,这意味着图像的数字化精度可以达到满足任一应用需求。对计算机而言,不论数组大小,也不论每个像素的位数多少,其处理程序几乎是一样的。换言之,从原理上讲不论图像的精度有多高,处理总是能实现的,只要在处理时改变程序中的数组参数就可以了。试想一下图像的模拟处理,为了要把处理精度提高一个数量级,就要大幅度地改进处理装置,这在经济上是极不合算的。

3.3 适用面广 图像可以来自多种信息源,它们可以是可见光图像,也可以是不可见的波谱图像(例如 X 射线图像、射线图像、超声波图像或红外图像等)。从图像反映的客观实体尺度看,小到电子显微镜图像,大到航空照片、遥感图像甚至天文望远镜图像。这些来自不同信息源的图像只要被转换为数字编码形式后,均是用二维数组表示的灰度图像(彩色图像也是由灰度图像组合成的,例如 RGB 图像由红、绿、蓝三个灰度图像组合而成)组合而成,因而均可用计算机来处理。即只要针对不同的图像信息源,采取相应的图像信息采集措施,图像的数字处理方法适用于任何一种图像。

3.4 灵活性高 图像处理大体上可分为图像的画质改善、图像分析和图像重建三大部分,每一部分均包含丰富的内容。由于图像的光学处理从原理上讲只能进行线性运算,这极大地限制了光学图像处理能实现的目标。而数字图像处理不仅能完成线性运算,而且能实现非线性处理,即凡是可以用数学公式或逻辑关系来表达的一切运算均可用数字图像处理实现。

4. 数字图像处理技术的应用

图像是人类获取和交换信息的主要来源,因此,图像处理的应用领域必然涉及人类生活和工作的方方面面。随着人类活动范围的不断扩大,图像处理的应用领域也将随之不断扩大。

4.1 航天和航空技术方面的应用

数字图像处理技术在航天和航空技术方面的应用,除了上面介绍的 JPL 对月球、火星照片的处理之外,另一方面的应用是在飞机遥感和卫星遥感技术中。许多国家每天派出很多侦察飞机对地球上感兴趣的地区进行大量的空中摄影。对由此得来的照片进行处理分析,以前需要雇用几千

人,而现在改用配备有高级计算机的图像处理系统来判读分析,既节省人力,又加快了速度,还可以从照片中提取人工所不能发现的大量有用情报。从60年代末以来,美国及一些国际组织发射了资源遥感卫星(如LANDSAT系列)和天空实验室(如SKYLAB),由于成像条件受飞行器位置、姿态、环境条件等影响,图像质量总不是很高。因此,以如此昂贵的代价进行简单直观的判读来获取图像是不合算的,而必须采用数字图像处理技术。如LANDSAT系列陆地卫星,采用多波段扫描器(MSS),在900km高空对地球每一个地区以18天为一周期进行扫描成像,其图像分辨率大致相当于地面上十几米或100米左右(如1983年发射的LANDSAT-4,分辨率为30m)。这些图像在空中先处理(数字化,编码)成数字信号存入磁带中,在卫星经过地面站上空时,再高速传送下来,然后由处理中心分析判读。这些图像无论是在成像、存储、传输过程中,还是在判读分析中,都必须采用很多数字图像处理技术。现在世界各国都在利用陆地卫星所获取的图像进行资源调查(如森林调查、海洋泥沙和渔业调查、水资源调查等),灾害检测(如病虫害检测、火灾检测、环境污染检测等),资源勘察(如石油勘察、矿产量探测、大型工程地理位置勘探分析等),农业规划(如土壤营养、水分和农作物生长、产量的估算等),城市规划(如地质结构、水源及环境分析等)。我国也陆续开展了以上诸方面的一些实际应用,并获得了良好的效果。在气象预报和对太空其它星球研究方面,数字图像处理技术也发挥了相当大的作用。

4.2 生物医学工程方面的应用

数字图像处理在生物医学工程方面的应用十分广泛,而且很有成效。除了上面介绍的CT技术之外,还有一类是对医用显微图像的处理分析,如红细胞、白细胞分类,染色体分析,癌细胞识别等。此外,在X光肺部图像增强、超声波图像处理、心电图分析、立体定向放射治疗等医学诊断方面都广泛地应用图像处理技术。

4.3 通信工程方面的应用

当前通信的主要发展方向是声音、文字、图像和数据结合的多媒体通信。具体地讲是将电话、电视和计算机以三网合一的方式在数字通信网上传输。其中以图像通信最为复杂和困难,因图像的数据量十分巨大,如传送彩色电视信号的速率达100Mbit/s以上。要将这样高速率的数据实时传出去,必须采用编码技术来压缩信息的比特量。在一定意义上讲,编码压缩是这些技术成败的关键。除了已应用较广泛的熵编码、DPCM编码、变换编码外,目前国内外正在大力开发研究新的编码方法,如分行编码、自适应网络编码、小波变换图像压缩编码等。

4.4 工业和工程方面的应用

在工业和工程领域中图像处理技术有着广泛的应用,如自动装配线中检测零件的质量、并对零件进行分类,印刷电路板疵病检查,弹性力学照片的应力分析,流体力学图片的阻力和升力分析,邮政信件自动分拣,在一些有毒、放射性环境内识别工件及物体的形状和排列状态,先进的设计和制造技术中采用工业视觉等等。其中值得一提的是研制具备视觉、听觉和触觉功能的智能机器人,将会给工农业生产带来新的激励,目前已在工业生产中的

喷漆、焊接、装配中得到有效的利用。

4.5 军事公安方面的应用

在军事方面图像处理和识别主要用于导弹的精确末制导,各种侦察照片的判读,具有图像传输、存储和显示的军事自动化指挥系统,飞机、坦克和军舰模拟训练系统等;公安业务图片的判读分析,指纹识别,人脸鉴别,不完整图片的复原,以及交通监控、事故分析等。目前已投入运行的高速公路不停车自动收费系统中的车辆和车牌的自动识别都是图像处理技术成功应用的例子。

4.6 文化艺术方面的应用

目前这类应用有电视画面的数字编辑,动画的制作,电子图像游戏,纺织工艺品设计,服装设计与制作,发型设计,文物资料照片的复制和修复,运动员动作分析和评分等等,现在已逐渐形成一门新的艺术——计算机美术。

5. 结语

数字图像处理技术在航空航天、工业生产、医疗诊断、资源环境、气象及交通监测、文化教育等领域有着广泛的应用,创造了巨额社会价值;同时还远远不能满足社会需求,自身也在不断完善和发展,有很多新的方面要探索。它必将向更深入、更完善的方向发展:处理算法更优化,处理速度更快,实现图形的智能生成、处理、识别和理解。

参考文献

- [1] 李红俊, 韩冀皖. 数字图像处理技术及其应用. 计算机测量与控制, 2002.10(9): 620~622
- [2] W.K.Pratt. DIGITAL IMAGE PROCESSING. John Wiley & Sons, inc, 1978
- [3] 杨枝灵, 王开. Visual C++ 数字图像获取、处理及实践应用. 人民邮电出版社, 2003
- [4] 葛颖, 刘榴娣. 数字信号处理器在可视电话中的应用. 光电工程, 1997.24(3): 67~70
- [5] 侯遵洋, 杨文采. 小波分析应用研究. 物探化探计算技术, 1995.17(3): 1~9
- [6] 李道远, 常敏, 袁春风. 基于小波变换的数字水印综述. 计算机应用与工程, 2003.23(10): 65~67

上接第70页

$$(j=1,2,3) \quad (6)$$

$$(1-a)K'_{ij} \leq K_{ij} \leq (1+a)K'_{ij} \quad (j=1,2,3) \quad (7)$$

其中, a 为 $[0,1]$ 内选定的数值。

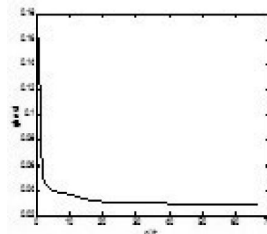


图4 PSO寻优过程

3 仿真结果

为了验证本文提出的控制算法,搭建仿真模型:电网电压110kV,短路容量200MVA,线路变压器变比:110:10.5kV,容量50MVA,短路阻抗10.5;D-STATCOM额定容量3Mvar,直流侧电容4000uF,直流侧电压2.4kV。D-STATCOM控制器参数选择如下:粒子数20,惯性权重 $a=0.9$, $\omega=0.8$, $c_1=c_2=2.0$ 。

如图4所示为D-STATCOM的PI参数寻优过程,图中显示了迭代次数和适应度函数之间的关系。从仿真结果可以看出,所用算法收敛性好,在迭代30次左右就能得到合适的PI参数。

取一个电压阶越信号作为D-STATCOM的电压参考信号,考察其电压跟踪性能,以验证利用PSO寻优算法得到的控制器参数的实际性能。从图5所示的节点电压及装置直流侧电压波动情况可以看出,节点电压迅速跟踪了参考电压信号,直流侧电压波动幅度较小,而且迅速稳定。因此,所得的控制器参数满足控制要求。

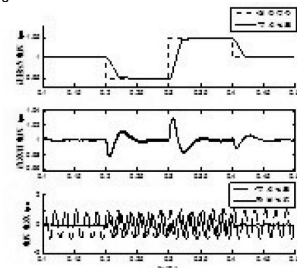


图5 D-STATCOM的电压响应、直流侧电压波动以及输出电流波形

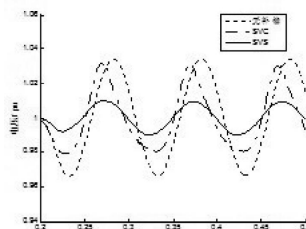


图6 D-STATCOM与SVC抑制电压闪变的效果比较

抑制暂态电压变化能力: D-STATCOM相比包括SVC在内的传统无功补偿装置,其最大的优势在于可以快速抑制闪变,负载侧0.2s后增加波动频率为10Hz的负荷,模拟电压闪变。如图6所示为DSTATCOM与SVC闪变抑制效果比较图。从图中可以看出,在同等容量下,DSTATCOM在抑制电压闪变方面有明显的优势。

4 结语

采用D-TATCOM系统可以实现无功的精确补偿,而且可有效抑制电压闪变,并增大动态无功储备,有效的改善电能质量,维持电压的稳定,是电网智能无功补偿装置的发展方向之一。

笔者针对D-TATCOM系统控制器参数难以确定的问题,提出了基于粒子群优化的参数整定方法。其响应特性更快,具有较好的鲁棒性,也提高了控制器的综合性能。通过与SVC系统进行仿真比较,结果表明了控制策略及参数整定的方法的正确性和有效性。因此,D-TATCOM系统作为一种高性价比的无功补偿装置,具有良好的应用前景。

参考文献

- [1] 刘文华,梁旭,姜齐荣,等.采用GTO逆变器的±20Mvar STATCOM[J].电力系统自动化,2000,24(23):19~23
- [2] 郭红霞,吴捷等.基于强化学习算法的静止同步补偿电压控制器[J].电网技术,2004,28(19):9~13
- [3] 孙元章,曹明.FACTS对多机系统静态电压稳定性的影响.电力自动化设备,2001(01):6~10