

90年代计算机图象和图形处理展望

李叔梁

摘要:本文主要就图象和图形的异同,图象和图形的发展以及90年代所要研究的主要问题和困难加以概述和展望。

一、图象和图形

图象 (IMAGE) 和图形 (GRAPHICS) 统称为图片 (PICTURE)。它们都是人类视觉上能感受到的图, 人类通过视觉由图片上获得的信息约为人类通过五官由外界获取信息总量的 80% 以上, 因此受到人们的极大重视。利用计算进行数字图象处理 (DIP) 和计算机图形学 (CG) 的研究已有 30 年左右的历史。两者虽然都是研究视觉信息, 但由历史上来看, 在数据来源、处理方法、理论基础和应用发展上有着很大的差异。

1. 数据来源不同

图象数据来自客观世界, 例如遥感和医学图象数据都是通过传感器由实物检测得到的。图形数据多来自主观世界, 例如通过人们构思经由计算机产生。

2. 处理方法不同

图象处理方法包括: 几何修正 (畸变校正)、图形增强 (对比度拉伸、边缘提取、伪颜色)、图象复原 (去噪声、去干扰、去运动模糊和散焦模糊)、图象重建 (由投影数据到图象建立, 如 CT 成象)、图象编码 (用于数据压缩、传输和特征识别)、图象理解 (分割与区域描述)、图象识别 (景物匹配、统计识别, 语法识别与模糊识别)。

图形处理方法包括: 几何变换 (平移、旋转、缩放、透视和投影)、曲线和曲面拟合 (插补和逼近)、开窗和裁剪、建模或造形 (规则物体造型法和自然景物造形法)、隐线隐面消除 (去掉看不见的线和面)、明暗处理 (产生光照物体的明暗层次)、纹理产生 (产生物体质地感)、配色或着色。

3. 理论基础不同

图象处理理论主要用到信息论、数字信号处理、正交

变换、二维数字滤波、统计信号处理与模糊数学等。

图形处理理论主要用到仿射与透视变换、样条几何、计算几何和分数维几何 (FRACTAL) 等。

4. 用途不同

由历史发展过程来看图象处理主要用于遥感 (农、林、水利)、医学、工业 (无损探伤等)、探矿、气象、航空航天、军事和公安等。

图形处理主要用于 CAD / CAM / CAE 计算机辅助教育 (CAI)、计算机艺术 (ARTS)、计算机模拟 (SIMULATION)、计算机动画 (ANIMATION) 和服装设计。

应当指出, 由历史上来看图象和图形处理有很大不同, 不能混为一谈。目前数字图象处理和计算机图形学是作为两门课程独立进行讲授的。但是近年来由于技术的发展, 图象和图形结合起来能够得到更加精美和完善的图片。图象和图形的结合不仅有可能性而且有很大的必要性, 图象和图形结合的可能性表现在目前图形和图象多半都是以光栅扫描用的象素为基础, 这就便于在同一系统中完成两种处理 (而在早期, 图形是用随机扫描设备, 故不能与图象合在同一设备中处理)。另外, 当前的图形已不再像早期那样只能画线条状图形, 而是能画出明暗层次和颜色非常丰富的真实感图形 (REALISTIC GRAPHICS)。很像由实际物体上拍摄下来的图象一样。因此当前把真实感图形又叫做计算机产生的图象 (简称 CGI)。原先用于图象处理的数字信号处理理论逐渐用于图形处理 (如反混淆), 而原先图形处理用的分数维几何也逐步用于图象处理 (如图象分析、识别和数据压缩)。图象和图形结合的必要性表现在: 利用两种技术的结合可进行立体成象。能使图片信息更加完善, 显示得

二、图象和图形的发展概述

IMAGE PROCESSING 和 GRAPHICS 都是 60 年代出现的名词,它们的发展过程有着十分相似的经历,大致可分为四个阶段。

1. 初创期(60 年代)

大多采用中、大型机进行处理。图形用象素型光栅扫描显示,图形用矢量型随机扫描显示。图象用于物理化学分析和生物医学上的血球和染色体分类;图形用于大公司的飞机、汽车和造船设计。这一时期集成电路采用 MSI 和 SSI,存储困难,设备制造太贵,应用面窄,主要精力放在基本处理算法上。

2. 发展期(70 年代)

大多采用中小型机进行处理。图形处理也逐渐改用光栅扫描显示。由于 LSI 出现,使系统造价降低,有利于扩大应用面。72 年发射了第一颗陆地卫星,同年又在医学上出现了 X 光 CT 扫描机,此后发射多颗各种卫星以及各种医学图片的出现促使图象系统在小型、廉价和数量方面有很大发展,并在二维图象重建算法上有很大进展,与此同时图形系统大量用于 CAD,进行电气、机械和建筑设计,并确立了三维图形的基础算法和显示技术。

3. 普及期(80 年代)

大多采用微型机,图形和图一样,基本上都采用了电视光栅扫描显示。这一期间由于 VLSI 的不断完善,使得处理速度快、可靠性高、造价进一步大幅度降低,从而使整个系统的性能价格比大大提高,极大地促进了图形和图象处理系统的普及应用。值得特别指出的是 80 年代出现了数字信号处理芯片(DSP)和图形显示处理芯片,(GDC 和 HSP),用它们做成专用处理板插在 PC 机上就可进行图象处理或图形处理,不仅处理速度快而且价廉。例如对 512×512 分辨率的一幅图象进行 FFT 的处理时间由 70 年代开的十几分钟提高到 80 年代末的几秒钟。在图形方面出现了需要高速运算的真实感图形。此外,在 80 年代中后期出现了利用图象和图形两种处理技术相结合的方法进行三维(立体)成象,首先成功地用在医学成象和地学成象上。

4. 实时化期(90 年代)

许多图象和图形是三维的、彩色的、活动的,而且分

辨力高。因此信息量大,要求处理速度极高。目前有些复杂图象和图形的处理或生成速度需要数十分钟,距离实时处理相差很远。在某些场合(例如军事上,动画上)是不能允许的。因此实时产生高质量的图形和图象是整个 90 年代追求的目标。为此目的,除了在处理理论和算法上多加研究外,很重要的一个方面就是提高计算机速度。很明显,图象和图形信息量大,要求处理速度快,因此对计算机的结构和技术的发展起着重大影响。目前提高计算机处理速度的途径有三:1 复杂指令集计算机(CISC)。以 INTEL 公司芯片为例,90 年生产和 486 芯片,每片上集成 100 多万个元件,速度不到 10 个 MIPS,而 2000 年预计生产芯片 MICRO-2000,每片上集成约 1 亿个元件,速度可达 2000MIPS。2 简化指令集计算机(RISC)。90 年速度为 10MIPS,估计 95 年为 8000MIPS。另外利用 ECL 和 GaAs 还可进一步提高速度,到 2000 年估计超过 2000MIPS。3 并行处理系统。利用多个现有 CPU 芯片并行联接,使其软硬件一体化,达到高性能,极大地提高了性能价格比。目前已可做到上千个芯片处理器组成的超并行机,其速度已达 GFLOPS($1G = 1000M$)。估计 2000 年可做到数十万个芯片处理器的海量并行机,其速度可达 TFLOPS($1T = 1000G$)。日本有人估计到 2010 年将有 $10^8 \sim 10^{12}$ 个处理器并行。这一处理器个数与人脑神经元个数大体相等,可按人脑实时地进行图象和图形的识别和生成。

三、90 年代的发展动向

总的来说 90 年代图象、图形要向高质量化方面发展。高质量化内容包含六个方面,即高分辨力、高速度、立体化、多媒体化、智能化和标准化。

1. 高分辨率

分辨率的提高对提高图象图形质量有极为重要的作用,分辨率又有显示分辨率和采集分辨率之分。

显示分辨率是指一幅显示画面上象素的个数,在 60 年代为 256×256 ,在 70 年代为 512×512 ,在 80 年代 1024×1024 ,在 90 年代为 2048×2048 。显示分辨率提高的困难在于显象管的制造和图象、图形信息的刷新存取速度上。

采集分辨率是指每个采集象素相当于实物的大小。

以遥感图象为例,70年代美国陆地遥感卫星的分辨率为 57×79 米²。80年代法国 SPOT 卫星的分辨率为 10×12^2 。90年代美国的 HK-12 军事侦察卫星的分辨率为 $15 \times 15\text{cm}^2$,这样高的分辨率对识别坦克和汽车的差别是毫无问题的。

2. 高速度

高速度的最终目标是要图象、图形的实时处理化。这在动目标的生成、识别的跟踪上有重要意义(例如在军事和计算机模拟、动画方面)。要想达到高速化,除了如上面所讲的要设法提高计算机的速度外,还要使 A/D 和 D/A 芯片处理速度实时化,以及图象、图形信息压缩编码实时化。目前正在研制各种 A/D、D/A 以及压缩编码用的实时变换专用芯片。

3. 立体化

立体化还包括逼真(真实感)化。它所包含的信息最为完整、丰富。例如以往的图象多为二维的;以往的图形虽为三维的,但用线条表示,很不逼真。90年代出现了三维立体遥感。最近美国投资 100 亿元,打上 21 颗卫星,构成全球定位系统(GPS)。可实时定出并显示地球上任何一个地方的经、纬度和高度。对海、陆、空的导航和定位很有用处,定位精度为 1 米。这次在海湾战争中发挥了一定作用。此外,利用 GPS 可把整个地球表面地形精确地数字化。更新世界地图,此外并可用于武器制导。

4. 多媒体化

媒体是传递信息的载体。视觉信息和声音信息利用不同媒体传递信息并构成多媒体系统。日前多媒体系统只限于处理声音、图象、图形和文字,将来多媒体系统还要包括处理触觉和嗅觉信息。

多媒体系统中信息量极大,因此数据压缩和传送显得特别重要。

多媒体技术使计算机朝着人类接收和处理信息最自然的方式发展,因此受到国内外的高度重视。

5. 智能化

人类利用计算机的最终目标是要实现识别和理解处理的智能化。当前人们正在研究神经网络计算机,模拟人类按并行工作方式对信息进行认识和思维。人们也在进行模糊计算机的研究,使之考虑人的主观概率、非逻辑思维以达

到适合人的识别规律。人们也在进行混沌计算机的研究,使之适合于解决非线性问题,在物理学的确定性和概率性之间架起了桥梁。例如利用高阶矩,可进行立体飞行物的智能识别,利用特征量进行智能编码等。

6. 标准化

为了便于软件移植和资源共享,标准化必不可少。

图形图象信息复杂,制定相应的国际标准,需要长期修改才能定案,在计算机图形方面经过近 20 年才制定出 GKS、GKS-3D、PHIGS 等国际标准。在图象方面至今尚未定出国际标准,目前只是在图片编码方面研究制定一些标准。当前由 JPEG 专家组研究制定二值图象编码标准;由 JPEG 专家组研究制定多灰度静止图象编码标准;由 MPEG 专家组研究制定活动图象编码标准;由 MHEG 专家组研究制定多媒体和超媒体信息的编码标准。

四、分数维几何

B. B. MANDLBROT 于 1975 年提出分数维几何,并使之理论化、系统化。FRACTAL(分数维几何)来自拉丁语 FRACTUS(碎石)一词。它是描述自然现象的几何学,也是描述混沌现象的几何学。传统的欧几里得几何学讲的是整数维,用于描述规则物体外形。零维为点,一维为线,二维为面,三维为体,四维为时空。然而分数维几何讲的是分数维,其维数为分数,它描述不规则物体(自然景物如山、云、烟、火、树、沙粒)的外形。80年代成功地用于图形和图象处理,它是沟通图形图象的桥梁。揭示了图象和图形之间的本质并系。例如用图象处理的方法提取自然景物中分数维的维数,再用图形学的方法按该维数生成自然景物。

分数维几何的特点是:①具有无限可分性;②具有自相似性,即局部与整体相似;③具有数据放大能力;④能用简单方程迭代出非常复杂的景物。

分数维几何在图象处理中的应用有图象识别、数据压缩(压缩比可过 10000)和边缘检测。分数维几何在图形方面的应用是产生自然景物。分数维几何作为一种新的理论,今后在图象和图形方面的应用将日益深入和广泛。