

Wa c0023195

TN919.8-13

图像图形学论文集

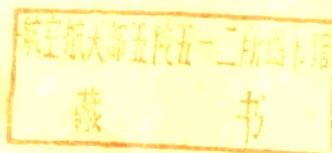
—第五届全国图像图形学学术会议

5 th Conference of Notional
Symposium of Image and Graphics

NSIG' 90

V.9.7

第一卷



Wa c0023195

中国图像图形学学会

1990年12月 北京

195

53

前 言

本书分一、二、三卷，共收入146篇论文，是中国图像图形学学会成立后举办的首届全国性图像图形学学术会议论文集。也是继过去八年，中国图像图形学学会筹备委员会分别在1982年(桂林)，1984年(昆明)，1986年(青岛)和1988年(广州)组织举办过的前四届全国图像图形学学术讨论会之后的第五部论文集。

本次会议前，全国各地会员们踊跃来稿，多数文章是结合本单位的科研和教学工作写出的。经学会论文评审委员会认真审查，录取146篇，并汇成专集出版。论文集内容大致分为七个方面：数字图象处理方法(28篇)，图像编码与通信(12篇)，图像系统与数据库(15篇)，遥感图象处理(17篇)，医学图象处理及其它(22篇)，计算机视觉理论和系统(24篇)和计算机图形学(28篇)。此外还有一些优秀论文因误了会期而未能参加本届学术会议和收入本论文集。

出版图像图形学学术会议论文集的目的在于发展科学，促进交流，推广应用和培养人才。今后，热诚希望国内同行继续支持、关心我们的工作，积极提出批评和建议，以便不断提高论文集的内容质量和学术水平，更好地为我国科学技术现代化服务。

中国图像图形学学会
北京应用物理与计算数学研究所

一九九零年十二月七日

图象三维重构的解析自洽理论 *

西门纪业 何若姪**

(北京大学无线电电子学系)

提要

本文提出了一种现实空间图象代数重构的自洽解法。对于离散或连续分布函数代表的三维问题,本文首次提出采用二维(面)投影与一维(线)投影的乘积线性叠加构成自洽解。这种自洽解在三个正交坐标方向上的二维投影精确地符合原物的相应的投影。本文还证明了如果原物的分布函数可分离变量时,这种自洽解就是精确解。

* 国家自然科学基金资助项目

** 现在地址为美国弗吉尼亚大学生理学系

一、引言

近年来图象重构技术在许多科学技术领域中有了广泛应用。经典的图象重构问题就是从实验测得的低维投影图象来重构出物体的高维结构。1917年奥地利数学家J.Radon 的论文就是图象重构理论最早的、严格的数学基础^[1]。A. Klug发展了在傅里叶空间进行图象重构的方法^[2]。G.T.Herman发展了在现实空间用代数方法通过迭代进行图象重的方法^[3]。最近,作者在一系列论文[4-8]中详细研究了图象三维代数重构的理论与方法,提出了几种实用的代数重构方法,并对若干理论模型或实际工件进行计算机重构,取得了满意的结果。

本文首次提出了一种在现实空间进行代数重构的自洽解法,对于离散的或连续的分布函数代表的三维物体,采用二维(面)投影与一维(线)投影的乘积的线性迭加构成自洽解。本文还证明了如果原物的分布函数可分离变量时,这种自洽解就是理论上的精确解。作为应用实例,本文讨论了六个三维模型物体的代数重构的自洽解,这种解可能有一定的实际意义。

二、离散的或连续的三维代数重构问题的自洽解

一个实际的三维物体,可以用离散的三维质量/密度分布函数 m_{ijk} 或用

连续的三维质量/密度分布函数 $m(X_i, X_j, X_k)$ 表示。

$$m_{i,j,k} > 0, \quad i=1,2,\dots,N; \quad j=1,2,\dots,N; \quad k=1,2,\dots,N$$

$$m(X_i, X_j, X_k) \geq 0, \quad -1 \leq X_i, X_j, X_k \leq 1$$

三维代数重构方法就是要从物体的一系列二维投影来重构物体本身。这些二维投影定义为：

$$p_{j,k} = \sum_i m_{i,j,k} \quad q_{i,k} = \sum_j m_{i,j,k} \quad r_{i,j} = \sum_k m_{i,j,k}$$

$$p(X_j, X_k) = \int m(X_i, X_j, X_k) dX_i$$

$$q(X_i, X_k) = \int m(X_i, X_j, X_k) dX_j$$

$$r(X_i, X_j) = \int m(X_i, X_j, X_k) dX_k$$

已知这些二维投影后，可以用数值求和方法导出一维投影：

$$u_i = \sum_{j,k} m_{i,j,k} \quad v_j = \sum_{i,k} m_{i,j,k} \quad w_k = \sum_{i,j} m_{i,j,k}$$

$$u(X_i) = \int \int m(X_i, X_j, X_k) dX_j dX_k$$

$$v(X_j) = \int \int m(X_i, X_j, X_k) dX_i dX_k$$

$$w(X_k) = \int \int m(X_i, X_j, X_k) dX_i dX_j$$

我们在文献[8]中提出了离散的或连续的三维代数重构问题的下述自洽解

$$m_{i,j,k}^* = (1/M_0) (p_{j,k} u_i + q_{i,k} v_j + r_{i,j} w_k) - (2/M_0^2) (u_i v_j w_k)$$

其中总质量 $M_0 = \sum_{i,j,k} m_{i,j,k}$ ，可以认为 1。

$$m^*(X_i, X_j, X_k) = (1/M_0) [p(X_j, X_k) u(X_i) + q(X_i, X_k) v(X_j) + r(X_i, X_j) w(X_k)] - (2/M_0^2) u(X_i) v(X_j) w(X_k)$$

其中总质量 $M_0 = \int \int \int m(X_i, X_j, X_k) dX_i dX_j dX_k$ ，可以认为 1。

不难证明，对于可以分离变量的质量/密度分布函数代表的三维物体，上述重构的自洽解是精确解。

三、应用实例

我们在微型计算机上对于一系列离散的三维模型物体进行了三维重构的自洽求解。计算表明，对于可以分离变量的分布函数代表的物体，重构的自洽解确实精确解，因而无需进行迭代。但是对于不可分离变量的分布函数代表的物体，重构的自洽解仅是近似解，因而需要进行迭代，才能获得具有相当精度的重构结果。

(1) 模型 1 可以分离变量的三维物体 ($27 \times 27 \times 27$ 像素)，分布函数为

$$M(i, j, k) = (i^2 + j^2) \exp(-k^2)$$

重构的自洽解是精确解, 无需迭代; 三维重构的误差为 3.984×10^{-7} 。

(2) 模型 2 可以分离变量的三维物体($27 \times 27 \times 27$ 像素), 分布函数为

$$M(i, j, k) = (i^2 + j^2) \text{SINC}^2(k)$$

式中 $\text{SINC}(k) = \sin(\pi k) / (\pi k)$, $\pi = 3.14159$ 。

重构的自洽解是精确解, 无需迭代; 三维重构的误差为 1.465×10^{-8} 。

(3) 模型 3 不可分离变量的三维物体($27 \times 27 \times 27$ 像素), 称为不对称椭圆卵模型^[5]。

重构的自洽解是近似解, 经过20次迭代, 三维重构的误差为0.24868。

(4) 模型 4 不可分离变量的三维物体($27 \times 27 \times 27$ 像素), 称为雪花模型^[5]。

重构的自洽解是近似解, 经过15次迭代, 三维重构的误差为0.15420。

(5) 模型 5 不可分离变量的三维物体($27 \times 27 \times 27$ 像素), 见文献[9]。

重构的自洽解是近似解, 经过10次迭代, 三维重构的误差为0.11583。

(6) 模型 6 不可分离变量的三维物体($27 \times 27 \times 27$ 像素), 见文献[10]。

重构的自洽解是近似解, 经过15次迭代, 三维重构的误差为0.28708。

参考文献

- [1] S.R.Deans, The Radon Transform And Some of Its Application. John Wiley & Sons Inc. New York(1983).
- [2] R.A.Crowther, D.J.DeRosier and A.Klug, Proc. Roy. Soc. London 317A(1970)319.
- [3] G.T.Herman, Image Reconstruction from Projections. Academic Press, New York(1980).
- [4] J.Ximen and Z.Shao, Optik 71(1985)143.
- [5] J.Ximen and O.H.Kapp, Optik 72(1986)87.
- [6] J.Ximen and O.H.Kapp, Optik 73(1986)10.
- [7] J.Ximen and R.He, Proc.Intern.Symp.Electr.Optics(Beijing, 1986) 269.
- [8] J.Ximen, Optik 75(1986)16.
- [9] R.H.Vogel and S.W.Provencher, Ultramicroscopy 25(1985)223.
- [10] M.Lawrence et al., Ultramicroscopy 31(1989)285.

目 录

数字图象处理方法

1. 数字图像处理的新进展	李叔梁	1
2. 地学数据图像复原技术研究	张玉君, 朱月娥, 史鉴文	8
3. 结构函数分解与多值形态学运算的快速实现	龚 炜, 石青云, 程民德	15
4. 保边缘平滑图象处理方法研究	余苏宁	22
5. 一种散斑图象的自适应滤波与增强方法	杨亦兵, 王厚枢	28
6. 图象细节保持中值滤波	吴小培, 黄端旭, 汪炳权	38
7. 一个二维修正卡尔曼滤波器	董育宁	44
8. 模糊图象的一种并行复原方法	李会方, 郝重阳, 陈鑫根	48
9. 用非线性拉普拉斯滤波器提取医学CT图象中的边缘信息	罗 斌, 黄端旭, 汪炳权	53
10. 基于H、S、V模型的彩色图象增强和分割	何 勇, 游志胜, 唐凯全	57
11. 基于目标边界的区域分割	吴春明, 朱森良	66
12. 一种稳健的运动目标序列图象快速匹配算法	贺明令, 蔡元龙, 姜杭毅	73
13. 多准则迭代图象重建 ...	汪元美, 吕维雪, 胡大可, 许 坚, 赵凌云	77
14. 锰结核矿成象的统计分析	唐慧明, 徐胜荣, 叶 红	80
15. 复杂背景中的图向识别	常青璞, 吴国威	83
16. 图像处理中的盲目法应用	陈书海	87
17. 有机动条件下的被动测距——方法、可测性条件及噪声分析	周敏华, 余松煜	94
18. 图象模糊分割的快速算法	肖 强, 叶秀清	103
19. 一种实用的图象二值化方法	肖自美, 李红宇	111
20. 从已分割的图象中抽取区域邻接图	孙建伶, 朱森良	115
21. 图象分层优化二元树表示及其转换研究	周云峰, 钟春香	119
22. 人脸的漫画式与表示应用	陈文永	123
23. 形状分析——角点和直线的检测	卢汉清, 彭嘉雄, 万发贵	126
24. 利用并行自回归(SAR)模型进行纹理边界的检测	谭燕妮, 廖孟扬, 覃家美	134
25. 基于笔划特征实现快速汽车牌照分割 ...	刘天玉, 董铁军, 金钟声	138
26. 用于图象重建的组合滤波器	赵 俊, 胡大可, 吕维雪	142
27. 剖面轮廓识别	卓守鹏, 胡树根, 张树有	150
28. 选择FIR-MED混合滤波器	程存学, 朱维乐, 顾德仁	156

BW 71/1008/00 1-

图像编码与通信

29. 二值图像的压缩研究	周孝宽, 陈建革, 罗惠珠	164
30. 自适应二维插值移位编码	蔡志强, 刘 钊	168
31. 图象的综合恢复法	李怀东, 余英林	172
32. 自适应区域分割DCT编码	余松煜, 倪 民, 张文军	178
33. 面向ISDN的图象通信系统研究	陈教芳, 蔡德孚, 杨晓兵	184
34. 画面图象线框模型动态系统的实现		
——智能图象编码系列实验之一	程 宏, 时永霞, 蔡德孚	188
35. 图形PDI增量编码的自动生成	朱晓昆, 丁庆生, 朱维乐	192
36. 一种新式不失真图象编码技术	高青怀, 贺 军, 石青云	196
37. 彩色图象的多阶段量化压缩	游志胜, 柯 勇, 王开平	201
38. 利用模式识别技术的第一/第二代混合的图像编码		
.....	张春田, 胡宝新	209
39. 用余弦变换矢量量化进行图像压缩编码 ...	王子慧, 刘燕, 张家谋	215
40. 电视会议系统的挑战	金东瀚	223

图象系统与数据库

41. IMAGE-1微机遥感图像处理系统的设计与实现		
.....	孟庆章, 葛成辉, 王东风, 孙 毅	229
42. 综合地学数据微机数字图像分析软件GDIA系统及其应用		
.....	张远飞, 刘齐跃, 邵孟林, 值起汉, 朱谷昌	239
43. 地图面积自动量算与数据处理系统	聂健荪, 王开平, 游志胜	244
44. GRAMMS软件研制开发的总体方案和关键技术	曹晓光	249
45. 图象处理与分析支撑库的研究与开发		
.....	王文伟, 廖孟扬, 陈金峰, 王思贤	254
46. 实时图像系统中图像存储体的设计考虑		
.....	唐国良, 周学理, 荆仁杰	260
47. 可视查询语言的设计与实现	董守斌, 张大伟, 陈学俭	266
48. 使用扩展的关系框架——象——数据库模型的三维物体模型库 ..		
.....	杨 平, 吴健康	272
49. GEODRA™的编程语言及其与FORTRAN语言接口的设计与实现		
.....	王知衍, 李长君, 康根岭, 王玉良	278
50. 用MS-FORTRAN 4.0 实现图像处理功能	赵向荣	287
51. MIS系统图形、图象数据库的设计	周堤基, 王 韬	293
52. 利用面向对象数据模型设计图像数据库	李舜革, 张 森	300
53. 地图中主要道路的识别提取	权淑媛, 周源华	306

54. 地形图图形数据的快速输入问题	张明朝	312
55. MMRS 军用地图识别系统	来江涛, 辛英杰	320

遥感图象处理

56. 应用SPOT图像制作1:2.5万影像图	蔡 嫣, 于五一	328
57. Seasat SAR海浪遥感图像的分析	罗杰波, 刘政凯, 王艺元, 黄润恒	331
58. 遥感影像的模糊增强算法	王 岩, 张 梅	336
59. 多景TM影像的经纬度网格的加注	邵美珍, 勒中鑫, 邓广林, 平西建	340
60. TM影像中目标群体的定量分析研究	邓广林, 勒中鑫, 平西建, 邵美珍	344
61. 多景TM影像无缝数字镶嵌方法研究	平西建, 邓广林, 邵美珍, 勒中鑫	348
62. 遥感影像中的带门限自适应增强	岳春生, 邓广林, 勒中鑫, 王志刚, 平西建	520
63. 互相关算法在卫星云图中的应用 ..	陈 瑜, 徐建华, 孙慰迟, 陈卓	357
64. 应用遥感图像处理技术研制中、大比例尺影像地形图	郭建军, 张俊山, 赵世兴	361
65. 静止气象卫星图象实时处理方法	徐建平, 王大昌, 侯成群, 曾 勇, 刘寿敏	368
66. NOAA卫星TOVS图像处理及判识	郑 波, 董超华	379
67. 地质图象的空间 逻辑运算及其在矿产预测中的应用	刘心季	385
68. 卫星云图的计算机跟踪方法	盛明浩, 何永保	392
69. 地球静止气象卫星图象的投影计算	戎志国, 刘玉洁	396
70. 基于遥感及非遥感信息的土卫图象分类专家系统	张立坚, 刘 铁, 刘兴文	401
71. 河台金矿遥感图象特征及其找矿意义	李富才	405
72. 大区域数字图象的镶嵌设计方法	蔡 嫣, 于五一	409

医学图象处理及其它

73. 食管不典型增生上皮与原位癌显微镜图像的纹理分析研究	黄长征, 张绍敏, 高冬玲, 李惠翔, 郝志芳, 指导者张云汉	414
74. 基于图象结构特征的形变图象跟踪及其在冠状动脉造影 图象中的应用	夏炜新, 吕维雪, 胡大可	426

75. 人染色体图象分割研究	钟春香, 傅小山, 胡枝秀, 袁爱芳	431
76. 细胞裂隙深度的测量及其在淋巴瘤亚型分类中的应用	曾立波, 张泽兰, 张文华	434
77. 图象处理技术在核医学领域的应用——放射图象的处理	殷俊伟	438
78. 利用共生矩阵的纹理分析方法对肝脏病变组织的诊断	覃家美, 文家明, 廖孟扬	440
79. 电视图像的处理技术及在生物医学中的应用问题	张德添	445
80. 计算机图象处理在糖尿病血管合并症病理研究上的应用	周文灵, 张远鹏	448
81. 图像技术在眼科医学中的应用研究	查良琦, 李维楠	452
82. 由2D轮廓图重建3D物体表面	蒋青松, 李叔梁	457
83. 一个基于微机的CT图象三维重构系统 ...	许 斌, 张 森, 厉万庆	463
84. 图象处理和识别技术在显象管灯丝二次绕线机微机视觉控制系统中的应用	徐守义, 刘 军, 王承训, 于东刚, 齐容刚, 李亚伯	470
85. 物探数据三维图形图象处理在地质勘查应用中的作用效果	赵举孝, 刘志义, 王禾波	475
86. 数字图象处理技术在地学数据处理中的应用	杨文久	479
87. 运输带横向断裂的自动检测及预报	程 红, 梁 明, 高航麟, 戴鸿义	484
88. 图象图形处理技术在纺织工业中的应用	许鹤群	491
89. 金属疲劳条带显微图象分析研究	胡枝秀, 钟春香	500
90. 用约化矩阵法进行CT图象重建	林德文	504
91. 在激光照排机上实现印刷电路板照相	褚天鹏, 何家胜	508
92. 闪光-I号X射线图象底片的预处理	王天富, 董维申, 杨光志	512
93. 图象处理技术地学信息处理中的应用	史殿林, 张玉君	518
94. 心脏传导系统计算机三维结构重建(I) 窦房结结构重建	吴 波, 朱清添, 黄 进, 刘建松, 王金香	526

计算机视觉理论和系统

95. 90年代计算机视觉的发展方向	马颂德	529
96. 视觉和脑的信息加工	郭爱克	538
97. 基于CAD模型的多传感器视觉系统(CMMS)	徐光佑, 林学闫, 钟玉琢, 石定机	543
98. 解决低层计算机视觉问题的神经网络模型	孙建伶, 朱森良, 何志均	553
99. 多层神经元网络设计的几何分析	贺 军, 高清怀, 石青云	559

100. 全方位视觉制导技术	曹作良, E.L.HALL	564
101. 重投影变换及其在可移动机器人视觉任务中的应用	朱志刚, 林学闫	570
102. 一种基于模型的路标识别系统	郝颖明, 徐心平	578
103. 一种计算运动物体光流场的神经元网络	戚飞虎, 季寒冰	583
104. 多视角三维信息的获取和物体识别	徐光佑, 许占	590
105. 从平面体视图像到三维立体图像	谈正, 黄东, 李杰, 龙公, 石世寒	597
106. Grid Line Identification from an Image Using Structured Light.	魏湘曙, 石青云	601
107. 基于差图投影分析的运动检测方法	吴教育, 徐心平	610
108. 用快速分层相关算法实现运动部件位移量的检测	阮秋琦	614
109. 利用运动视觉获取深度信息	李经纬, 徐光佑	622
110. 三维运动参数估计的付里叶变换法	温志勇, 李象霖, 张妙兰	631
111. 运动图象的轮廓匹配与帧间补间	蔡传云, 杨俭, 金东瀚	636
112. 图象流中多目标运动的辨识	唐李民, 彭嘉雄	642
113. 不规则区域的自导向边界追踪	楼新远	649
114. 心肌室区域动态跟踪	胡大可, 朱泽平	653
115. 根据颜色反射模型确定光源和物体的颜色	黄玉明, 徐光佑	660
116. 荧光粉涂层混色模拟与检测	丁明跃, 乔强, 彭嘉雄	666
117. 彩色显象管荧光粉涂层混色机器视觉检测	孙彤, 张建森	670
118. 一个快速彩色道路分割算法	林学闫, 陈少云	679

计算机图形学

119. 计算机图形学的最新进展	唐泽圣	686
120. 计算机逼真(真实感)图形的最新进展	李叔梁	691
121. 实时模拟场景系统	徐研人, 廖光裕, 范建人, 顾创, 王河青	698
122. 复杂河流系统水污染的图形仿真	陈循	704
123. 一种新的计算机图形学光源模型	李文娴, 孙贞寿, 王文涛	714
124. 科学计算可视化和可视化处理系统初探	金其杰	721
125. 体育片头计算机动画设计与影视动画初探	方彬, 查良琦	728
126. Julia集与Mandelbrot集	扈强	733
127. 大屏幕图形的显示	沈滇明	738
128. 群钻CAD的立体造型显示	雷光化, 朱敏慧	744
129. 蓄能电站枢纽的三维造型初探	王绪源	749
130. 用Auto Lisp构造平面几何图形——Auto CAD功能的扩展	赵新华, 戴学耕	753

131. 用光栅扫描图形系统模拟二次雷达显示	杨红雨, 董 纯, 王开平, 游志胜	757
132. 平面点集绘等线值通用程序	肖华平, 李恩征	763
133. 一种快速的图形消隐方法	朱士灿, 朱礼庆	770
134. 关于三次参数曲线段的若干定理	庞道德	774
135. 输入图形的预处理问题探讨	潘 杰, 赵建波	786
136. 链码技术在图象图形学中的应用	边隆祥, 徐建华	789
137. 三维地形图产生的若干方法	方 伟, 李叔梁	797
138. PEANO正则化线性键及其在地学制图中的应用	俞全宏	804
139. 铁道列车研究与计算机图形技术——理论和方法的探讨	王成国	810
140. 图形学技术在绘制气象图中的应用	刘其真, 迟 雷, 吴国谱, 王浩军, 冯卫华, 单根妹, 徐建华, 何永保	818
141. 基于光线追踪的通用真实图形绘制系统	李洪举, 施雁阳	825
142. 基于B-Rep和局部处理的几何造型、仿真及其图形生成算法	胡瑞安, 宦 健, 张远红, 谢尔盖	830
143. 一种通用的等值线算法	王保育, 刘杰克	835
144. 自然纹理图象的综合	毕晓君, 钱国蕙	841
145. 关于复杂形体的几何造型	刘晓强, 刘润涛, 王知衍	843
146. 一种新的计算机图形造型技术——元球造型	王宝兴, 李叔梁	849

数字图像处理的新进展

李叔梁

清华大学 电子工程系

摘 要

文中全面讲述了数字图像处理内容及其新进展,介绍了图像处理各个方面的新成就。最后对图像处理今后发展的动向进行了讨论。文中给出了多幅图片和幻灯片。

一、前言

图像(视觉)信息是人们由客观世界获得信息的主要来源,它占人们依靠五官由外界得到信息总量的80%。因此利用计算机进行图像处理在当今信息社会中是极为重要的事情。

图像信息在数学上可表示为

$$I = f(x, y, z, t, \lambda)$$

I 为图像的强度,它是三维空间坐标 x, y 和 z 的函数,也是时间 t 和波长 λ 的函数。当 t 变化时,形成动画图像。当所用信息的 λ 变化时就会得到不同用途的图像。例如可利用伽玛射线($\lambda = 0.003 \sim 0.03$ 毫微米),用X射线($\lambda = 0.03 \sim 3$ 毫微米)得到医用图像;用红外线线和可见光($\lambda = .38 \sim 10$ 微米)得到卫星遥感图像;用更长的波长可得到微波和超声波图像。因此图像信息是个多维函数。图像处理实际上是多维信息处理。对于一般静止的图片来说,它的处理实际上是个二维的信息处理, $I = f(x, y)$ 。

广义的图像处理是一个系统工程,它包括图像的获取与输入、图像存储、图像处理、图像生成、图像分析与识别、图像输出和图像的传输。

60年代以来利用计算进行的数字图像处理有了很大的发展,现分述如下。

二、图像的获取与输入

图像的获取是利用各种传感器把相应波长上的信息检测出来,并设法送入计算机内存储起来。在可见光范围内最常用照相机获取图像。今年已推出了分辨率为 1920×1035 的电视用CCD照相机。与此同时也研究出了视频用高速ADC和DAC。PAL制采样频率为 $13.3 \text{ MHz} \sim 17.7 \text{ MHz}$,故目前已研制出 20 MHz 的一般民用的ADC和 40 MHz 的DAC,若为高清晰度电视(HDTV)用时,则需有 130 MHz 的ADC和 260 MHz 的DAC。

三、图像存储

图像数据量相当大,例如放映30分钟的动画需要1万张画面和3万MB的存储体。因此图像数据的存储,压缩和数据库的管理就显得十分重要。

目前已有存储量为600MB的光盘, CD-ROM。此外还有能按TB速度存取的实时磁盘。

图像数据压缩十分重要, 这不仅是为了节省存储量, 对动画尤其重要。MN8520是为动画用的实时编码压缩LSI。图象数据进行压缩和编码主要有预测编码, 金字塔编码和变换编码。目前ISO规定主要用离散余弦变换(DCT)和霍夫曼编码。理想的变换有KL变换和DCT, KL变换利用了数据的统计性质, 变换后的能量最为集中。但KL变换计算较为复杂, 且无快速算法。DCT与KL变换性质很近似, DCT变换后, 只传送某个值以上的数据, 然后再进行霍夫曼编码, 这种编码的字长与其他方法相比最小, 因此使数据得到进一步压缩。用这种压缩编码的方法可使数据量压缩两个数量级。目前对于彩色图象可压缩到0.08, 0.25, 0.75和2.25比特/像素。

四、图象处理

图象处理包括图像增强和复原、图象重建、图象编码和图象配色。

1、图象增强和复原

目的在于去噪声、去干扰和去模糊, 一般用到三种处理, 即点处理, 邻域处理和大域处理。

点处理常用来进行实时灰度变换和伪彩色变换。

邻域处理用来进行卷积, 常称为空间滤波。目前已生产卷积用VLSI, 我们用多个芯片已经组成直到 13×13 大小的卷积核进行实时卷积。

大域处理常用来进行各种正交变换(如FFT, DCT和KLT等), 达到在变换域中进行滤波的目的。目前常利用DSP(Digital Signal Processor)快速进行变换。例如用TMS320C25对 512×512 图象进行FFT, 处理时间由以往的15分减小到5秒左右。

此外许多大公司都做出不同的VLSI, 如ImPP, μ PD77240, AAP2和ISPH进行各种图象处理。

2、图象重建

图象处理是由图象变为改善后的图象, 而图象重建则是由探测数据经计算机按一定算法进行处理后才产生图象。72年出现XCT, 此后陆续出现ECT, 超声CT和磁共振CT(MRI)。以前采用的算法有代数法, 迭代法, 付立叶反投影法和卷积反投影法。目前几乎全都采用卷积反投影法, 因为此法计算量小, 计算速度快。

值得注意的是, 由于图形技术的发展, 使得人们能够把多个2维的CT图象合成一个3维的CT图象。立体CT成象大体可分为四种方法。第一种为线框法。它是将各断层图象中的物体的边缘轮廓线提取出来, 组成纬线; 再用样条曲线插值, 组成径线; 通过隐线消除, 产生网状结构的三维物体图象。用此法形成的三维图象直观效果差, 信息丢失太多。第二种为表面法。它是将相邻两层图象的轮廓线用许多小多边形(如三角形)平面拼接起来构成物体表面。再通过隐面消除, 明暗处理等方法获得一个半透明的三维物体图象。此法直观效果好, 但计算量大, 重建时间长。用这种方法显示的只是物体表面, 难以显示出实体剖面切的图象。第三种方法是实体法。它是以单个小立方体(体素Voxel)而不

是以像素作的图象的基本单元。这样所形成的三维实体结构，可以显示出任意剖切后的图象来，该算法中采用了八分树数据结构，因而在一定程度上加快了重建速度。以上三种方法均需要进行边缘检测，重建算法比较复杂，重建时间长。第四种方法是彩色分域法，它与前三种方法的区别是：无需进行边缘检测及表面法矢量计算，仅是利用深度比较实现隐面消除。根据人体内不同组织在图象中具有不同灰度。因此用不同颜色代表不同灰度，就可把不同组织用不同颜色鲜明地表现出来。再按层次的远近改变颜色的高度，利用颜色的明暗给人以由近到远的深度感觉。彩色分域法的特点是：算法简单，重建速度快，对任意形状的组织（如弥散体）均可进行重建，使用范围广。图1显示了用表面法形成的半透明人体腰部皮肤和肝脏。图2显示了用彩色分域法形成的人脑外壳和脑室。

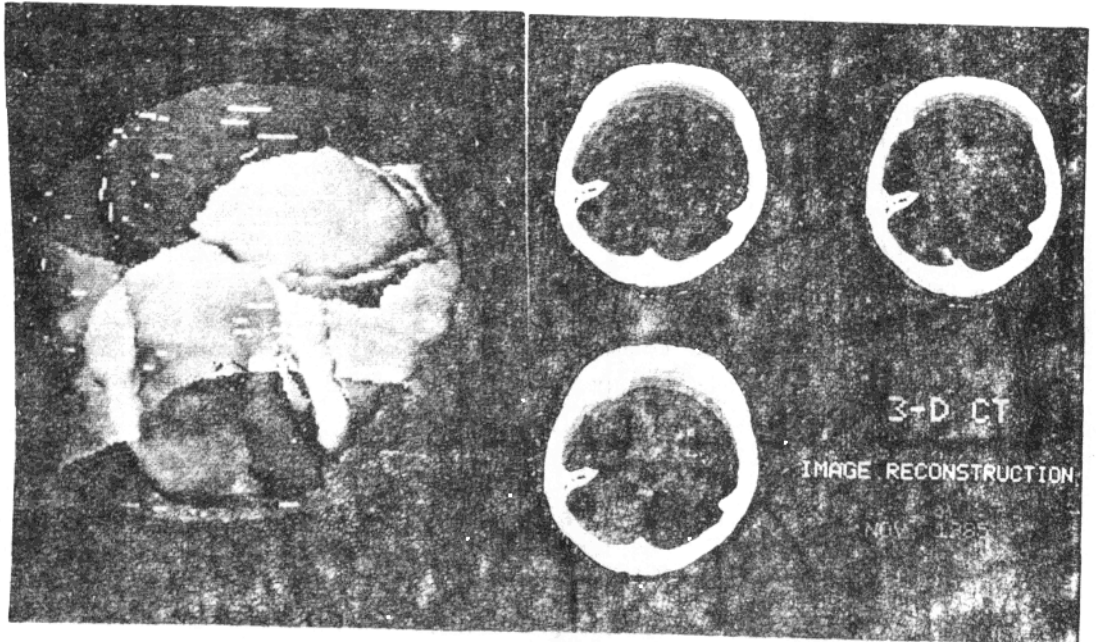


图1

图2

3、图象编码

图象编码意义有三。(1)进行图象数据压缩，减少存储量。(2)降低数据传输率，压缩频带，降低传输成本。(3)压缩信息量，便于提取特征，为识别做准备。前面在图象存储一节中曾讲过图象编码有三种方法。预测编码压缩率低，变换编码编码效率高，但计算相对复杂，金字塔编码计算上比变换编码简单，而比预测编码的压缩率高。

必需指出Fractal是用于编码的最新方法。用Freeman链码编码时压缩为3比特/像素，用预测编码时为1.5比特/像素，而采用Fractal编码时仅为0.4~0.6比特/像素。后者编码效率较高。

4、图象配色

摄象和显象时都是用R、G、B三基色。但RGB彩色模型既不适用人们想像又不适用于有指导性地用计算机进行处理。近几年来愈来愈多地采用色度·饱和度·亮度(HSI)彩色模型。根据参数H、S、I的大小,人们易于直观上想像出配色的结果。另外又便于用计算机有目的地进行处理。

RGB模型和HSI模型之间有一定的转换关系,可利用VLSI将RGB诸分量实时地变为HSI诸分量。经处理后,再由HSI诸分量变为RGB诸分量送往监视器进行显示。RGB与HSI的关系如下:

$$H = \cos^{-1} \frac{2r - g - b}{\sqrt{6} [(r - 0.3)^2 + (g - 0.3)^2 + (b - 0.3)^2]^{1/2}}$$

$$S = 1 - 3 \min(r, g, b)$$

$$I = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

$$\text{式中 } r = \frac{R}{T}, \quad g = \frac{G}{T}, \quad b = \frac{B}{T},$$

$$T = R + G + B$$

R, G, B分别为各像素的三基色浓度值。

特别是在运算器中把事先作出的HSI变换表放在LUT中,输入的各像素的R, G, B值作为输入地址进行查表就可实时地变为H, S, I值。

五、图象生成

在图象生成时,输入的是描述数据,数学模型,输出的是图象或称CGI。这实际上就是计算机图形处理。其内容和方法已在“计算机逼真(真实感)图形的最新进展”一文中讲过,在此不再赘述。

六、图象分析与识别

分析与识别时,输入的是图象,输入的为描述数据和识别结果。

图象分析又分测量分析、统计量分析和纹理分析。总的来讲图象分析就是抽取图象的主要特征进行分析。

1、测量分析

如粒子分析,包括个数、周长、面积、体积、形状系数和重心等。立体组织分析,包括体密度、表面密度、粒子间平均距离,粒子半径分布,单位体积内粒子数,方向方位角度。

2、统计量分析(统计处理)

如统计直方图, 共生散布图, 最大, 最小, 均值, 方差, 高阶矩。

3、纹理分析

纹理图象的分析是为了更深的理解图象, 纹理可表示物体的质地。纹理图象的综合是要模拟自然景物, 用描述和生成的数学模型能精确的表示纹理图象。三维纹理模型有两种, 即纹理模型和几何模型。纹理模型确定三维物体表面纹理特征的计算以及综合算法。几何模型表示三维物体表面的几何特征的以及观察物体的角度, 方位等。纹理模型以图象的自协方差函数、均值, 方差作为纹理特征进行纹理综合。几何模型包括观察方向, 物体可见部分的深度信息及物体表面法矢。

利用3维随机Fractal可以表示不均匀材料的纹理。这一技术刚在开始。由此可以得到启迪, 由图象处理的角度用Fractal可以求出图象纹理的分数维的维数, 并且可以人为地利用计算机图形学的方法, 按该维数生成计算机图象进行模拟。

4、图象的识别

图象分析是为图象识别而进行的。

图象识别又分统计识别, 句法识别和模糊识别。统计识别用得最多, 这种识别着眼于特征量进行识别。句法识别着眼于不在于特征量, 而在于各个基元(Primitive element)。模糊识别出于模糊数学的一些基本概念, 在判决分析中考虑了人的主观概率, 并考虑了人所具有的非逻辑思维方法以及人在生理和心理上的反应。这种方法有很大的独特性。

七、图象的输出

我们这里主要讲拷具输出, 即CRT显示和LCD(液晶)显示。

1、CRT显示

在今后若干年内仍是主流。当前它的生产量占图象显总台数的80%, 分辨率为1280×1024显示器的行频为64KHz, 点频为110MHz。为配合HDTV的显示器的分辨率为1920×1035, 行频约80KHz, 视放带宽为140MHz。目前CRT显示的最高分辨率为2048×2048。

2、液晶显示

目前市售的有1"~5"的袖珍型TFT液晶电视接收机。

今后, 为HDTV, 图形工作站和机载用的大型超清晰度液晶显示器不久将会出现。其大小将为10"见方。

八、图象传输

无论静图象传输或动图象传输, 传输信息量都很大。

88年出现了综合服务数据网(ISDN),用它可在同一条线路上传送电话、传真、音乐、图形、图象和其他通信数据等多种服务。

目前ISDN的传送速率为144Kbps和1.5Mbps两种,可在双绞电缆上进行同步模式的传送(STM)。

最近又出现了宽带综合数据网(BISDN),网内传送速率为155.52Mbps。可在光纤和同轴线上进行同步或非同步型传送(STM或ATM)。

九、今后的发展动向

今后图象处理发展的动向如下:

1、围绕高清晰电视开展实时图象处理理论和技术的研究。90年代将是进行实时图象处理的年代。

2、图象图形相结合进行三维成象和高维成象

二者的结合不仅是可能的而且是必要的。目前二者的结合用于三维CT图象处理和三维地形和地貌图的成象上。

三维CT成象:先是利用图象处理得到二维断层象,然后再用二者结合的方法进行边缘提取,隐面消除,明暗处理和纹理产生等形成逼真的三维图象。

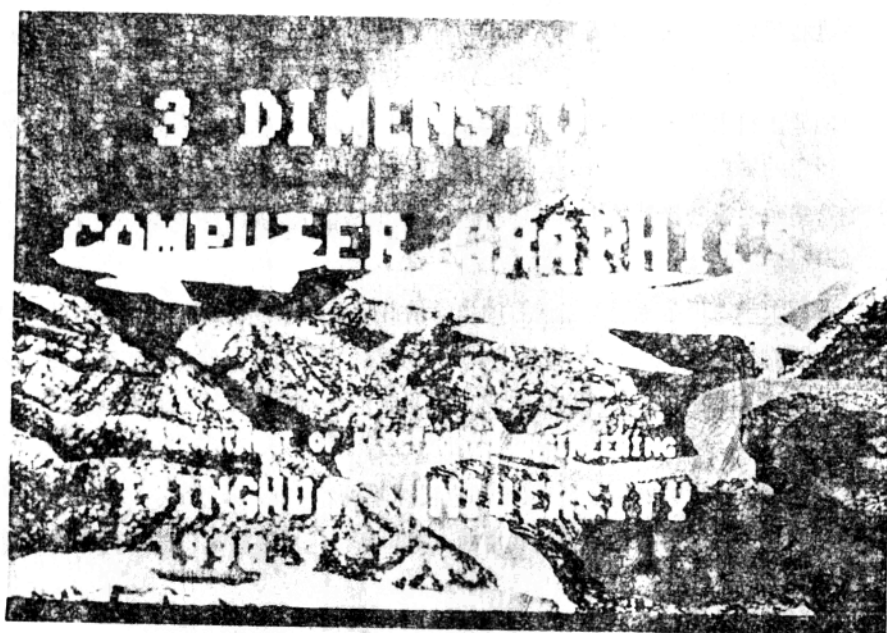


图3