



颅面形态信息学

周明全 耿国华 等著
李 康 税午阳



国家科学技术学术著作出版基金资助出版

颅面形态信息学

周明全 耿国华 李 康 税午阳 等著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

颅面形态信息学是运用信息技术研究面貌和颅骨的生长变化规律、外观形态规律和颅骨面貌之间内在的相互关系而形成的研究领域,是计算机科学与传统的法医人类学、解剖医学、艺术雕塑等学科的交叉学科。本书涵盖了颅面形态信息学研究体系的三大部分,第一部分介绍了研究背景、研究体系与基础方法;第二部分归纳了相关处理技术和应用评价技术;第三部分展示了平台系统与应用范例。本书是作者 20 年科研和实践经验的成果总结,研究方法涉及计算机图形学、机器学习、概率统计、虚拟现实与可视化等计算机应用新技术的研究成果。

本书可供计算机、电子工程、人类学、颌面医学、考古学等相关专业的教师、研究生及高年级本科生阅读,也可供相关领域的科研技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

颅面形态信息学 / 周明全等著. —北京: 科学出版社, 2016.2
ISBN 978-7-03-046032-5

I. ①颅… II. ①周… III. ①颅-人体形态学-信息学
IV. ①R323.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 246763 号

责任编辑: 任 静 / 责任校对: 桂伟利
责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京通州皇家印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 2 月第 一 版 开本: 720×1 000 1/16

2016 年 2 月第一次印刷 印张: 20 1/4

字数: 391 000

定价: 148.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

孩童时期，我们就发现每个人的长相都不相同，人的长相为什么如此千差万别？这里的长相主要是指人的面貌，面貌是由什么决定的？除了遗传基因和后天环境外，颅骨是决定面貌的主要因素。本书就是关于颅骨和面貌形态研究的成果汇集。

颅骨(skull)是人体最重要的器官，也是脊椎动物骨骼系统中最复杂的部分。颅骨位于脊柱上方，由23块形状和大小不同的扁骨和不规则骨头组成。颅骨分脑颅和面颅两部分。脑颅位于颅骨的后上部，内有颅腔，容纳脑，起着保护和支撑脑的作用。面颅为颅骨的前下部分，包含眼眶、鼻腔、口腔等结构，包含了人体对外交互的感觉、消化和呼吸的重要起始部分，构成面部的支架，决定了人的面貌形态。面貌就是俗称的“脸”，是人与人之间识别的最直接依据，颅骨是面貌的内在生物特征。研究面貌和颅骨的内部结构规律、生长变化规律、外观形态规律和相互关系，形成了颅面形态学的研究领域。形态学(Morphology)是描述生物的形态及其规律性的学科；“Morphologie”一词，最初由德国歌德(J. W. von Goethe, 1795)所创用，他把形态学看作是形态的构成和转化的学科。狭义来讲，形态学主要是研究生物的成年个体的外形和器官构造。我们针对颅骨构成的复杂性，外形的多样性，构成面貌的千变万化，提出了颅面形态研究的领域，即颅面形态学。我们对颅面形态研究的主要方法是运用信息科学的最新技术。通过对颅面的精细数字化方法、颅面数据结构和特征提取方法，形成颅面的数据信息系统，从而借助信息技术的系统分析方法、人工智能的机器学习方法、离散群的统计分析方法、图形学的三维建模造型技术，以及输出显示的虚拟现实技术和增量制造的实体3D打印技术等来深入研究颅面形态学。这一借助发展中的信息技术研究颅面形态的方法，我们称之为“颅面形态信息学”。

颅面形态研究有重要意义，是因为颅面本身是人体最重要的器官。对于人体头骨，除了其重要的保护大脑器官的生物学作用之外，颅骨还是构成面貌的基础，面貌是人类识别的直接依据。颅面形态信息在人脸识别、面貌辨认、表情合成、认知计算等方面有直接的应用价值，是人类生物身份识别的重要根据，同时在开颅手术和颅骨修复、整形领域，也需要掌握颅面形态的科学规律。颅骨是决定人的面貌的基础，人们试图改变面貌，首先需要熟悉现有面貌和预测

术后面貌。目前开展的任何有关颅面修复、整容等的虚拟手术，掌握颅面形态信息学知识是必需的基础工作。对于人类的遗骸，颅骨是遗留信息的最重要部分。基于颅骨的面貌复原，是法医学中对无源尸体查找的重要方法，有时对刑侦破案是至关重要的一步。在考古学中基于遗骸再构出历史名人面貌，对于历史问题的认定、大众新闻探知、文化资源的挖掘，均有重要的社会意义和经济意义。

颅面形态信息学内容如此丰富、应用如此广泛、研究如此重要，足以使我们为之一奉献自己的智慧、才华和毕生精力！

1996年，我从法国留学归来。对三维医学有强烈发展欲望的我看到了一个来自公安部的文件，其中“计算机辅助颅骨面貌复原技术”使我展开了创新的梦想。随后，过关斩将，层层评审，一份“计算机医学影像的颅骨面貌复原技术方案”进入了国家“九五”科技攻关计划。我和耿国华教授，既是30年的夫妻，更是志趣相投的事业路上的“同志”。她在数据结构和算法分析方面的良好造诣为颅面形态系统的建造凝聚了力量。研究室里那键盘的敲击声，伴着春夏秋冬的变幻，“颅面形态信息学”的研究工作已经度过了20个年头了。在探索“颅面形态信息学”的道路上，有近60位青年学子投入这个队伍，又从这里走向社会的不同岗位、世界的不同舞台，成为信息领域的科研中坚力量。他们在认识和思索颅面形态关系的数学方法、计算机程序设计过程中，积聚了算法分析、数据挖掘、知识工程、计算机图形学的综合知识结构，走上了三维医学、图形网络、虚拟现实与可视化等技术岗位。他们的成绩，以一行行程序代码融进了我们的科研成果。由于人数众多，他们的名字不好一一列出，但是他们和我朝夕相处时的青春容貌，永远留在我的记忆中，成为我人生最宝贵的财富。

我的朋友纪元是一位法医雕塑师，他既有法医的缜密和严谨，也有艺术家敏锐的思维和善于发现的气质，诙谐幽默。而作为一位人民警察，他对工作认真负责，有强烈的社会责任感，我们是20年的“合伙人”。他将一个艺术家的青春和才华奉献给了我国的法医事业，从案发现场到被害者颅骨清理，根据被害者的颅骨，完成面貌复原工作。经他完成的数以百计的面貌复原案例，做的近乎原型，不仅形神毕肖，且栩栩如生。他教给我颅面形态的基本知识，以及颅骨面貌复原工作的基本技术，也启发了我电脑雕塑的灵感，为颅面形态信息学的研究开拓了一条新路。公安部特聘刑侦专家、我国法医界的著名专家陈世贤教授、闵建雄教授，人类学家刘武教授、张继宗教授，在不同的阶段也指导了我们的工作，为项目研究从不同角度提出了重要的建设性意见。中国工程院院士、著名法医专家刘耀教授，公安部原计划装备司陈正陵司长，国家自然科学基金委员会信息学部张兆田教授，公安部科技局朱抚刚总工程师，公安部物证中心副主任叶健研究员，他们给予我们的科研工作以至至关重要的支持，没有

他们的帮助，我们对颅面形态信息学的研究不可能有今天的成果。此外，在 20 年的研发过程中，西安交通大学郑守琪教授、西安电子科技大学王宝树教授、西北大学郝克刚教授、西北工业大学康继昌教授，中国工程院潘云鹤院士、赵沁平院士、孙家广院士，中国科学院沈绪榜院士，都对我们的科研工作给予了多次评审指导，他们作为我的师长，其诲人不倦的精神，永远是我学习的榜样。中国科学院戴汝为院士、戴国忠研究员、谭铁牛院士、田捷研究员、卢汉清研究员、张晓鹏研究员也对我的研究工作给予了指导和帮助。

我们的颅面形态信息学研究与应用开拓了服务于刑侦和考古的颅骨面貌复原工程、服务于体质人类学的颅面认证工程、服务于医学的数字头颅虚拟医学工程。其主要科研价值和应用成果体现在：

(1) 建立了颅面形态信息学体系。系统地提出了颅面关系的知识体系、颅面复原技术体系、颅面信息应用体系；构建了颅面信息库、形态学建模、面貌计算重构、真实感处理、结果评估、反馈修正的系统体系，将传统的手工艺术雕塑变为科学数据计算、3D 制作的规范工程。

(2) 颅骨面貌复原工程。基于颅面形态的数字几何表示方法，提出基于机器学习和统计分析的两种颅面形态计算模型，使复原结果达到了国际领先水平。已完成 2142 套活体面貌复原，协助公安部破获重大刑事案件 62 例。研制了基于 Internet 的尸源认定公安平台，复原时间从 1 个月下降到 1 小时，提高了破案效率。

(3) 体质人类学的颅面认证工程。在国际上率先提出了活体颅面数据采集和测量方法，建立了精度和数量国际领先的颅面数据库，通过计算分析发现了中国人颅面、性别、种族的关键特征数据群，填补了我国计算体质人类学研究的空白。颅骨性别计算达到了国际最好的辨认率。

(4) 数字头颅虚拟医学工程。建立了数字头颅的可视化知识体系、虚拟解剖重构体系、脑血管重构分析系统、虚拟内窥镜系统。构建了结构解剖、虚拟内窥、血管重构、颌面整形、形态分析五个平台。为北京协和医院等提供了虚拟手术计划、病例分析和个体器官制作百余例。

(5) 中华民族数字颅骨体系。在国内首次运用科学数据实现基于颅骨的古人面貌复原。形成了从 35 万年前的古人到春秋、秦汉、唐宋等不同时代人颅骨的实例面貌复原。

相关研究取得的成果包括：2004 年《数字化头颅的研究与应用》项目获得教育部科技进步奖二等奖，2013 年《颅面形态信息学研究和应用》获得中国计算机学会科技进步奖二等奖，2014 年获得北京市科技进步奖二等奖。2014 年，《法庭科学颅骨面貌复原技术规范》作为国家标准正式颁布，公安部行文在全国推荐施行。

2015年11月,适逢本书即将出版之际,我们实验室迎来了俄罗斯专业面貌复原专家。最初,我国的面貌复原工作是苏联人教给我们的,今天俄罗斯朋友来学习我们的三维面貌复原技术,令我们感到无比欣慰。我们和法国、匈牙利、比利时、美国、日本等国专家进行了交流。2012年,我们把“唐代公主面貌的科学复原结果”展现给CAA的考古应用的国际会议,得到了国内外的一致好评,超过120家媒体对此成果给予转载报道,认为“中国该领域的研究工作处于国际领先水平”。

一路走来,汗水和收获并存。我们将相关成果汇集出版,定名为《颅面形态信息学》。全书共12章,前5章由周明全、耿国华、税午阳执笔,第6章由邓擎琼执笔,第7章由段福庆执笔,第8章由李康执笔,第9章由武仲科执笔,第10章由刘晓宁执笔,第11章和12章由李康、税午阳执笔,纪元提供部分资料分析,统稿工作由耿国华完成。

全书涵盖了颅面形态信息学研究体系的三大部分,第一部分(第1、2章)包括研究进展,数学基础与知识、技术、应用的体系构成;第二部分(第3~10章)介绍该研究系统的两大关键技术,一是颅面数据的采集管理、建模方法、形态分析的支撑处理技术,二是颅面模型的复原方法、真实感处理、重构评价、颅像重合的应用技术;第三部分(第11、12章)是颅面形态信息处理平台系统与领域应用范例,集中展现了我们团队的研究成果。

颅面形态信息学研究改变了传统颅面研究模式,提供的新手段在刑侦、考古和医学领域形成了颅面信息应用新体系。该项研究揭示了中国人颅面的本质关系,为颅面形态学研究提供了现代化的技术手段,形成了多项应用成果。本书成书过程中,得到了公安部物证鉴定中心、西北大学、北京师范大学、解放军304医院、陕西省考古研究院等单位的大力支持。我们课题组历届研究生为此做出了重要贡献,在此表示衷心感谢!本书得到了国家“九五”重点攻关课题(96-919-01-03)、国家863计划项目(2001AA111421-2)、国家自然科学基金重点项目(60736008)等的资助,一并表示感谢。

希望本书能吸引更多的学者关注该领域的研究,提供新的方法,开拓新的应用领域,取得新的成果。人脑是复杂的,在其上的颅骨和面貌也是复杂的,对其探索将是长期的工作。我们的工作可能只是颅面科学的冰山一角,它的理论和应用汇集多方知识,也将惠及人类多个方面。期盼在颅面形态信息学的研究领域,百家齐鸣、成果丰硕。由于作者水平有限,不足之处在所难免,敬请读者不吝指教。

谨将此书献给世界上“与颅骨打交道的人”,感谢你们的工作。

目 录

前 言

第一部分 基础理论

第 1 章 颅面形态信息学概述 1

- 1.1 颅面形态信息学的研究背景和意义 1
 - 1.1.1 颅面形态信息学简介 1
 - 1.1.2 颅面形态的认识和进步回顾 3
 - 1.1.3 颅面形态信息学研究意义与应用价值 8
- 1.2 颅面形态信息学研究进展 9
 - 1.2.1 颅骨与面貌的数据库技术 10
 - 1.2.2 计算机辅助颅面重构技术 10
 - 1.2.3 颅骨与面貌的表示模型 11
 - 1.2.4 面貌真实感处理技术 12
 - 1.2.5 颅骨面貌复原评价技术 12
- 1.3 颅面形态信息学体系 12
 - 1.3.1 颅面形态信息学知识体系 14
 - 1.3.2 颅面形态信息学技术体系 14
 - 1.3.3 颅面形态信息学应用体系 16
- 1.4 本书内容结构 17
- 1.5 本章小结 18
- 参考文献 18

第 2 章 颅面复原技术基础 21

- 2.1 颅面复原关键问题 21
 - 2.1.1 颅面数据表示 21
 - 2.1.2 颅面形态关系获取 21
 - 2.1.3 颅面复原方法评价 23
- 2.2 医学图像预处理技术 23
 - 2.2.1 图像滤波 23
 - 2.2.2 去除噪声 25

2.2.3	颅面轮廓提取	30
2.3	颅面模型表示与处理	32
2.3.1	三维颅面模型表示	32
2.3.2	三维颅面模型处理	35
2.3.3	三维颅面模型坐标校正	43
2.4	颅面复原基本方法	44
2.4.1	颅面配准基础	44
2.4.2	颅面复原方法	47
2.5	本章小结	50
	参考文献	50

第二部分 处理技术

第3章 颅面数据的采集与管理 54

3.1	颅面数据采集方法	54
3.1.1	传统测量方法	55
3.1.2	CT扫描	55
3.1.3	激光扫描	57
3.1.4	超声波	58
3.2	活体颅面CT数据采集规范	58
3.2.1	颅面数据采集规范和步骤	59
3.2.2	人脸纹理数据采集和处理规范	59
3.3	颅面数据库组织	59
3.3.1	数据采样要求	60
3.3.2	颅骨类型的分类	61
3.3.3	知识库的存储内容	62
3.3.4	知识的选择与推理	65
3.3.5	国内外颅面数据库	66
3.4	本章小结	67
	参考文献	67

第4章 颅面数据三维建模方法 69

4.1	基于影像数据的建模	69
4.1.1	基于Marching Cubes的体素建模	69
4.1.2	基于轮廓线的三维重建	71
4.2	基于多视深度图像的建模	73

4.2.1 深度图像的配准	73
4.2.2 深度图像融合	80
4.3 三维模型孔洞修补	81
4.4 模型光顺处理	86
4.4.1 网格模型光顺处理	86
4.4.2 点云模型光顺处理	88
4.5 本章小结	92
参考文献	92

第5章 颅面形态测量分析 96

5.1 颅骨和人脸的结构	96
5.2 颅骨特征点的定义	98
5.3 软组织厚度测量及分析	100
5.3.1 软组织厚度测量	100
5.3.2 软组织厚度分析	101
5.4 颅骨和面貌模型测量	107
5.5 基于颅骨几何测量项的性别判别	114
5.6 本章小结	119
参考文献	119

第6章 基于知识分析模型的颅面复原 121

6.1 基于知识分析的颅面复原流程	121
6.2 基于稀疏软组织厚度的颅面复原方法	122
6.2.1 软组织厚度特征点定义	124
6.2.2 特征点标定	125
6.2.3 软组织厚度获取	126
6.2.4 软组织厚度与属性规律统计	128
6.2.5 颅面复原具体步骤	129
6.3 基于稠密软组织厚度的颅面复原方法	133
6.3.1 显式的稠密软组织复制方法	134
6.3.2 隐式的稠密软组织复制方法	135
6.4 本章小结	137
参考文献	138

第7章 基于统计模型的颅面复原 142

7.1 统计形变模型	143
------------	-----

7.2	基于最小二乘拟合的颅面统计复原方法	145
7.3	基于后验概率最大的颅面统计复原	146
7.3.1	建立依赖属性变化的模型	146
7.3.2	基于薄板样条 TPS 变形的统计模型匹配	148
7.3.3	基于后验概率最大的颅面统计复原实验结果	149
7.4	基于层次化颅面统计模型的复原	151
7.4.1	基于全局统计模型的复原	151
7.4.2	颅面分区统计模型	152
7.4.3	层次化颅面复原模型的融合	154
7.4.4	层次化颅面复原的实验结果	156
7.5	基于统计回归的颅面复原	158
7.5.1	回归建模	159
7.5.2	基于回归模型的颅面复原	160
7.5.3	统计回归颅面复原实验结果	161
7.6	本章小结	163
	参考文献	163

第 8 章 人脸真实感处理 165

8.1	人脸形状编辑	165
8.1.1	基于 B 样条的网格变形式编辑	166
8.1.2	基于 RBF 插值三维网格编辑	167
8.1.3	基于刚性胞元的自由变形方法	168
8.2	五官替换	169
8.2.1	五官分割	169
8.2.2	五官替换融合	172
8.3	纹理编辑	175
8.3.1	人脸纹理图像的生成	175
8.3.2	纹理映射	176
8.4	头发建模	179
8.4.1	头发的交互式造型	179
8.4.2	头发的非交互式造型	182
8.4.3	头发的光照散射渲染	184
8.4.4	头发的阴影渲染	185
8.4.5	基于发型约束域的可重用头发模型建模	187
8.5	饰物添加	191

8.6 本章小结	192
参考文献	192

第9章 颅面重构的评价方法 197

9.1 国内外研究进展	197
9.2 基于面貌特征点的相似度评价	199
9.2.1 基于面貌特征点的特征提取	199
9.2.2 特征向量的相似度计算	200
9.2.3 基于欧氏距离的相似度评价结果分析	200
9.3 基于面貌轮廓曲线特征的相似度评价	202
9.3.1 面貌轮廓曲线	202
9.3.2 基于三维面貌轮廓曲线特征的相似度计算	204
9.3.3 实验结果分析	205
9.4 基于测地距离的相似度评价	205
9.4.1 两组顶点集的空间分布关系	206
9.4.2 面貌模型中等测地区域的提取	207
9.4.3 基于分布矩阵的相似度计算	208
9.4.4 基于测地距离的相似度评价结果分析	208
9.5 基于照片的重构面貌的相似度评价方法	209
9.5.1 人脸识别领域的相关方法	210
9.5.2 基于照片的相似度评价算法	210
9.5.3 基于特征点质量的相似性度量	214
9.5.4 与三维模型的复原评价方法比较	218
9.6 本章小结	219
参考文献	219

第10章 颅像重合 222

10.1 颅像重合的原理与发展	222
10.1.1 颅像重合的原理	222
10.1.2 颅像重合的发展	223
10.2 颅像重叠配准	226
10.2.1 人像水平偏转指数与俯仰指数	226
10.2.2 摄影物距估算方法	228
10.2.3 基于单幅图像的人脸三维姿态估计	236
10.3 颅像重合判别鉴别	246
10.3.1 鉴定指标	246

10.3.2	决策方法	250
10.3.3	基于尺度空间的轮廓曲线相似性算法	251
10.3.4	whole-to-part 曲线匹配	255
10.4	本章小结	259
	参考文献	260

第三部分 领域应用

第 11 章 颅面形态信息处理平台 263

11.1	中国人颅面三维数据库	263
11.2	基于颅面数据库的自动化颅骨面貌建模平台	267
11.3	颅骨面貌复原平台	274
11.3.1	基于知识模型的颅面复原原型系统	276
11.3.2	基于全局和局部统计模型的颅面复原原型系统	277
11.3.3	三维面貌编辑系统	280
11.3.4	人脸三维纹理映射系统	281
11.4	基于面貌的几何形态相似性认定平台	282
11.4.1	颅骨面貌形态相似度评价平台	283
11.4.2	三维颅面身份认定原型系统	286
11.5	颅面三维模型的测量统计平台	292
11.5.1	颅骨面貌测量与统计技术框架	293
11.5.2	颅骨面貌测量与统计原型系统	295
11.6	本章小结	297
	参考文献	297

第 12 章 颅面形态信息学应用实例 299

12.1	颅面形态信息学应用概述	299
12.2	颅面形态信息学在考古领域中的应用	300
12.2.1	李倕的面貌复原	300
12.2.2	遗骸的面貌复原	303
12.3	颅面形态信息学在刑事侦查中的应用	305
12.4	颅面形态信息学在医学中的应用	308
12.4.1	缺损颅骨修补	308
12.4.2	颅颌面整形手术计划和结果预测平台	308
12.5	本章小结	311
	参考文献	311

第一部分 基础理论

第1章

颅面形态信息学概述

面貌是人与人之间识别的最直接依据，颅骨是人类面貌的内在生物特征，其形态决定了人的面部特征和五官的位置与结构。颅面形态研究包含多种方法，涉及多个应用领域。颅面形态信息学(Informatics Craniofacial Morphology)运用信息技术研究数字化的面貌和颅骨的生长变化规律、外观形态规律和颅骨面貌之间内在的相互关系，是对传统颅面形态学的深化和发展。颅骨和面貌复杂的特征结构使得颅面建模和形态分析一直是计算机图形学领域中一个极具挑战性的课题。信息技术的迅速发展，为颅面形态学提供了新的研究方法和实现技术。利用信息技术实现颅面数据采样、建立形态学计算模型、研究颅骨面貌生物特征理论与关键技术，揭示中国人颅面的本质关系，并借此有望解决该领域一系列重要的应用问题。本章主要介绍颅面形态信息学的研究范围、研究背景、研究意义、研究内容体系和技术特点。

1.1 颅面形态信息学的研究背景和意义

1.1.1 颅面形态信息学简介

颅骨(skull)是人体最重要的器官，也是脊椎动物骨骼系统中最复杂的部分。颅骨分脑颅和面颅两部分。脑颅(cranium)呈卵圆形，位于颅的后上部，内有容纳脑的颅腔，起着保护和支持脑的作用。面颅(facial skeleton)为颅的前下部分，包含眼眶、鼻腔、口腔等结构，包含了人体对外交互的感觉、消化和呼吸的重要起始部分，这些“五官”器官构成面部的特征，决定了人的面貌形态。

面貌是指人的容貌、相貌，包括了人的五官和肤色。面貌是人与人之间识别的最直接依据，颅骨是面貌的内在生物特征。颅骨是形成面貌的基础。一个

人的长相，头骨的结构形态、大小、起伏等起决定性作用。例如，猿人的头骨就决定了他们的长相与现代人有根本的区别。

根据体质特征的差异，不同种族的人的面貌形态不同，其主要原因，也是其颅骨形态的差异。世界人种大致上分为3大人种，即黄色人种、白色人种（高加索人种）、黑色人种（尼格罗人种）。不同人种在额头的高度、凸起的程度、眉脊（眼眼皮下的骨头）的几何形态和分布高度等都是不一样的，见图1-1。我们中国的大多数民族是属于黄色人种，具有皮肤是淡黄棕色，毛发直而黑，脸宽平、宽额，眼眶较高、鼻骨高度稍低等面骨的重要特点。



图 1-1 不同种族人的面貌形态

形态学（Morphology）是描述生物的形态和研究其规律性的学科。狭义的形态学主要是研究生物的成年个体的外形和器官构造（解剖学、组织学和器官学）。针对颅骨构成的几何形态复杂性，构成面貌的多样性，提出了颅面形态研究的领域，即颅面形态学（Craniofacial Morphology）。

颅面形态信息学是颅面形态学+信息技术。通过颅面的精细数字化方法、复杂三维数据结构和特征提取方法，以形成颅面的数据信息系统；从而借助信息技术的系统分析方法、人工智能的机器学习、离散群的统计分析方法得到颅面的特征和内部规律；运用图形学的三维建模造型技术、真实感输出显示技术、虚拟现实技术、增量制造的实体3D打印技术和其他技术方法，真实地展示颅面的原有形态。这些方法既有传统的数值计算，也有近年来的热点技术，这一借助发展中的信息技术研究颅面形态的方法，我们称之为颅面形态信息学。

1.1.2 颅面形态的认识和进步回顾

人类对颅骨的认识、研究和手术改变已有数千年的历史。

1. 人类对颅骨面貌的认识

通过非自然的方法改变颅骨的形态是人类对自然和自身的探索，是出于健康或某种信仰追求医学和美容的需要。

颅面手术记载范例：山东省大汶口文化遗址距今约 5000 多年。2001 年考古人员发掘出土遗骸，在整理人骨标本时，发现该颅骨右侧顶骨靠后部有一直径为 31mm×25mm 的近圆形颅骨缺损，如图 1-2 所示。经国内专家学者近年来的研究，认定该颅骨的近圆形缺损应系人工开颅手术所致，此缺损边缘的断面呈光滑均匀的圆弧状，应是手术后墓主长期存活，骨组织修复的结果。

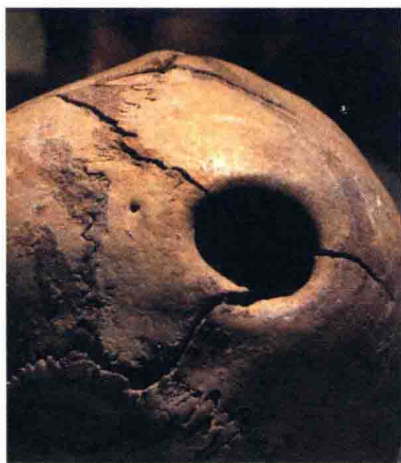


图 1-2 大汶口文化遗址发现的头骨手术存活例证

中国古代五术之一的摸骨术，就是从接触、抚摸一个人的头颅、手骨、身体骨架等等骨相，判断其个性、喜好、能力、专长、格局及未来成就的一种经验预测，这也是古代中国人对头骨的一种思考的总结。将婴幼儿枕头用硬的材料使孩子头型变的扁平以突出脸框的做法，在我国中原西北一带流传至今，目的是为改变颅骨形态达到臆想中的“美观”。

世界其他民族中也有头骨拉长的记载。如距今约 3000 年的秘鲁的帕拉卡斯文化时期，古代印第安人靠人工方法将孩子的头骨拉长，以形成长脸的形状，如图 1-3 所示。古代有改变头形习俗的不仅仅是帕拉卡斯印第安人。尤卡坦半岛上的玛雅人、墨西哥的萨波帖克人和托托纳克人也有这种习俗。公元前 5000 年苏美尔文化以前的人也有改变头形的做法。非洲苏丹和刚果的一些民族，还

有太平洋新赫布里底群岛的瓦努阿图居民，不久前还保留这种风俗。尽管这些民族有时空和文化差异，目的都是千方百计把头拉长以示美。



图 1-3 古代印第安人靠人工方法将头骨拉长示意图

2. 颅骨面貌复原技术的发展

近代的颅骨面貌复原是一种以颅骨为基础，以人体头面部解剖学规律为依据，根据人体头面部软组织及五官的形态特征与颅骨形态特征间的相关关系，在颅骨上，或颅骨的石膏模型上，或颅骨的影像上，用可塑物质(橡皮泥、黏土、塑像蜡等)雕塑或其他方法(颅骨侧面描记、计算机颜面影像等)重建颅骨生前面貌形象的技术。人工颅面复原如图 1-4 所示。



图 1-4 人工复原流程图

颅骨面貌复原的设想最早由解剖学家 Schaffhasen 在 1877 年提出的，他认为根据颅骨复原其生前面貌是完全可能的。1883 年，德国学者 Welcker 首次对 13 具男性尸体头面部的软组织厚度进行了测定。

1895 年在德国的莱比锡市因扩建圣约翰教堂，由于墓穴密集和棺木损坏，迁坟时许多白骨混在一起，以至无法辨认出哪一具是大音乐家巴赫的遗骸，于是人们便从这些白骨中选出了一件被认为可能是巴赫的颅骨来，交给解剖学教