

X-ray 语音研究报告

Report of Phonetic Study on X-ray

杨锋

Yang Feng

摘要: 本文介绍了 X-ray、CR、DR 和 CT 成像技术的原理和发展, 主要介绍了 X-ray 在语音研究中的应用。

Abstract: This paper introduces the principles and development of modern medical image technic such as X-ray, computed radiograph(CR), digital radiograph(DR), and computed tomography(CT). And a preliminary introduction to phonetic study on X-ray and medical image is given.

关键词: X-ray 医学成像 语音研究

Key words: X-ray, Medical Image, Phonetic Study

0 引言

X-ray 成像技术是医学成像的主流之一, 近些年来成像技术日趋成熟, 能够为医生提供更高分辨率的医学影像。同时这些影像也可用来研究发音器官, 对研究舌位、小舌、唇等发音器官具有及其重要的意义。

1 X-ray 成像技术

1.1 X-ray 的发现

1895 年 11 月 8 日, 德国物理学家威尔姆·康拉德·伦琴, 在进行阴极射线的实验时发现了 X-ray, 翻译为 X 射线, 俗称 X 光, 或伦琴射线。因为当时对于这种射线的本质和属性还了解得很少, 所以称它为 X 射线, 表示未知的意思。伦琴射线是人类发现的第 一种所谓“穿透性射线”, 它能穿透普通光线所不能穿透的某些材料。在初次发现时, 伦琴就用这种射线拍摄了他夫人手的照片, 显示出手骨的结构图像。1901 年伦琴获得了第一个诺贝尔物理学奖。此后有 13 位科学家在物理学、化学、医学、生物学、晶体学等领域利用 X 射线技术做出了开创性的工作和成果而荣获了诺贝尔奖。

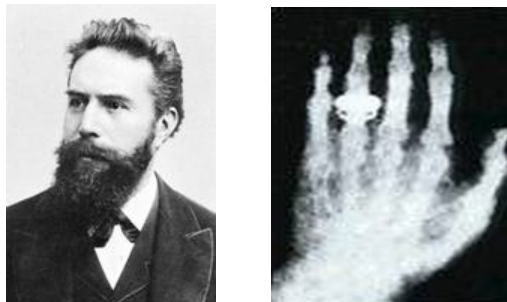


图 1 德国物理学家伦琴和第一张 X-ray 图像

X 射线是一种电磁辐射, 是一种波长比紫外线更短的不可见射线, 与红外线、紫外线及可见光一样, 具有波动性的一切特点, 即反射、折射、衍射、干涉等现象。

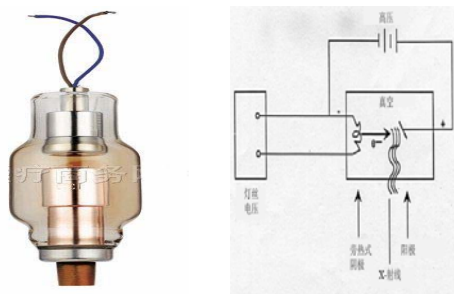


图 2 X 射线管及其电路图

今天常用的 X 射线通常由射线管产生。射线管是在真空玻璃管内安装灯丝, 阴极和阳极靶, 通电加热灯丝, 使阴极发射出大量电子, 在两极间加上几十千伏的高压, 让这些电子快速飞向阳极高能电子与阳极靶碰撞的结果, 射线就从靶上发射出来。

1.2 X 射线成像原理

用 X 射线照射人体, 由于人体内不同的组织或器官拥有不同的密度与厚度, 因此对 X 射线产生不同程度的衰减作用, 从而形成不同组织或器官的灰阶影像对比分布图, 进而以病灶部位的相对位置、形状和大小等改变来判断病情。

1.3 X 射线平面成像技术

医学成像技术多种多样, 按成像的维数可分为二维和三维成像; 按成像的实时性

可分为电影和图片成像；按成像机理又可分为 X 射线成像（X 射线平面成像、X 射线 CT）和非 X 射线成像（超声、磁共振和核医学成像）等。（苟量，2002）

常规 X 射线成像技术是将人置于 X 射线管与影像接收器之间，作为接受器的平板荧光屏，将接受的 X 射线转换为可见光。由于屏的亮度较低，只能在暗室中观察。为了解决荧光屏亮度低的问题，研究出了影像增强管。在影像增强管中，碘化铯等材料制成的荧光屏和光电阴极紧密相接。入射的 X 射线与荧光屏作用后产生可见光，可见光又使光电阴极产生电子，这些电子经过一个透镜系统加速并聚焦在输出荧光屏上。使带有影像增强管的 X 射线图像质量明显改善，可以在明室内观察，达到临床应用的要求。这就是我们常说的 X 光透视检查（如胸透）。



图3 X射线平面胶片成像设备

由于病人的检查结果需要备案，以便对病人的发病史和治疗过程进行跟踪，而使用涂上感光乳剂的胶片与荧光增强屏组成的屏—胶片系统，可以得到高分辨的 X 射线图像，胶片所记录的 X 射线图像可以长期保留（如对骨折部位的 X 光拍照）。

1.4 计算机射线成像技术（CR）

随着信息技术的发展，传统方法与数字技术相结合，已派生出一系列数字成像技术。1981 年日本富士公司推出数字化 X 射线成像技术（Computed Radiograph，即 CR）。CR 技术采用影像板代替传统的胶片来记录 X 射线，再用激光激励影像板，通过专用的读出设备读出影像板存储的数字信号，之后再计算机进行处理和成像。（苟量，2002）

1.5 直接数字化 X 射线成像技术(DR)

1997 年，又出现了直接数字化 X 射线成像技术（Direct Radiography，即 DR），DR

技术的探测器可以迅速将探测到的 X 射线信号直接转化为数字信号输出，而不需要 CR 中的激光扫描和专用的读出设备，所以 DR 的实时性高于 CR，在动态成像领域颇具发展潜力。（苟量，2002）

目前平面成像呈现出数字技术与传统技术平分天下的情况，但是影像技术的数字化大趋势却不容置疑。数字图像在采集、显示、存储和传输方面的优点不言而喻，更为重要的是可以进行各图像后处理，如窗口调节、图像融合等等。此外，CR 和 DR 的探测器对 X 射线的量子检测率高达 60% 以上（传统仅为 20%~30%），密度分辨率高达 210~14 灰阶（传统仅为 26 灰阶），大大降低了对病人的辐射剂量，但 CR 和 DR 设备昂贵。（苟量，2002）



图4 采用 DR 技术的 X-ray 设备

2. 计算机断层扫描技术(Computed tomography, 简称 CT)

X 射线平面成像把具有三维结构的人体拍摄成二维的平面图像，所以各种组织结构的影像必定相互重叠。若相邻的器官或组织之间如对 X 射线的吸收差别小，则不能形成对比。（苟量，2002）

1972 年英国工程师 Hounsfield 发明了 X 射线 CT，以 X 射线沿患者身体某一截面（某一选定的体层）的不同方向上进行扫描，探测器测定每条线上透过的 X 射线量，形成一个投影。这些直线投影的集合形成一个“投影截面”，每完成一次直线扫描，探测器旋转一定角度（旋转角的大小根据所需图像分辨率来定），再扫描一次，取得另一个投影截面，如此反复，直到整个截面扫描结束。然后，用计算机处理这个截面数字化后的 X 射线信息，得出该截面组织各个单位容积的吸收系数，重建图像，是目前医学影像技术中体层摄影最为完善，应用最

多的技术。(王骏,2002)



图5 X射线计算机断层摄影设备(CT)

在CT扫描下,实时观察人体横断面的解剖结构的变化对介入治疗有很大帮助,这对现有数据采集和重建速度、减少患者的扫描剂量提出了新的要求。第一代CT扫描一幅图像要100s以上,目前速度达6~8帧/s,图像重建速度达到亚秒的数量级。电子束CT每帧20~50ms,因而检查运动器官(如心脏大血管等)能得到清晰的图像,实现了电影CT。(苟量,2002)

3. 螺旋CT

螺旋CT突破了传统CT的设计,采用滑环技术,将电源电缆和一些信号线与固定机架内不同金属环相连,运动的X射线管和探测器滑动电刷与金属环导联。球管和探测器不受电缆长度限制,沿人体长轴连续匀速旋转,扫描床同步匀速递进(传统CT扫描床在扫描时静止不动),扫描轨迹呈螺旋状前进,可快速、不间断地完成容积扫描。

多层螺旋CT(multi-slice CT)是指扫描一圈所得到的图像数,例如,4层CT就是扫描一圈出4层图像。多排螺旋CT(multi-detector CT或multi-row CT)是指组成CT的探测器排数。二者的共同特点是X射线管与探测器阵列沿螺旋线轨迹围绕人体旋转,每旋转一周能同时获得多幅断面图像,大大提高了扫描速度。按照临床上使用较多的称法,统称之为多层螺旋CT。多层螺旋CT能高速地完成较大范围的容积扫描,图像质量好,成像速度快,具有很高的纵向分辨率和很好的时间分辨率。与单层螺旋CT相比,在不增加X射线剂量的情况下,每15s左右就能扫描一个部位;5s内可完成层厚为3mm的整个胸部扫描;一次屏气20s,可以完成整个体部扫描;病人接受的射线剂量明显减少。(苟量,2002)

4. X光的危害性

X-ray是一种电磁波,属于不可见光,但其辐射吸收率极高,它在穿透皮肤、肌肉等软组织的同时,被组织接受的辐射能量是很强的,足以将肌肉组织中的电子撞击出围绕原子核运动的轨道,产生不稳定的分子,进而生成对人体有危害的自由基。较强的辐射能直接引起染色体断裂或基因突变,甚至导致癌症的发生。(卓然,2008)

5. X-ray在语音研究中的应用

5.1 研究目的

运用X-ray成像设备对发音器官进行拍摄可得到动态图像,对研究舌位、小舌等发音器官具有及其重要的意义。从声道的X-ray录像中能够提取出声道形状,通过计算得到声道传递特性,运用声道传递特性进行语音合成实验。

5.2 研究步骤

第一步:建立X-ray录像数据库。由于X-ray对人体具有一定的危害,同时设备昂贵,因此样本数据获得较为不易。目前较大的X-ray录像数据库主要有鲍怀翘先生建立的普通话单音节和双音节的X-ray录像库,还有ATR和Strasbourg大学所建的录像库。

第二步:对X-ray录像中的声道动态图像进行分析和标记,提取出声道形状的数据。标记大多使用手动和自动相结合的方法。

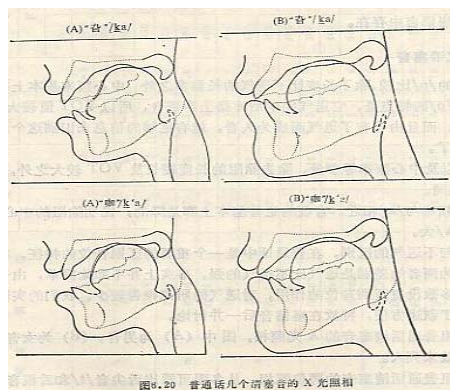


图6.20 普通话几个研究音的X光照相

图6 根据X-ray图像画出的发音器官图(鲍怀翘,1983)

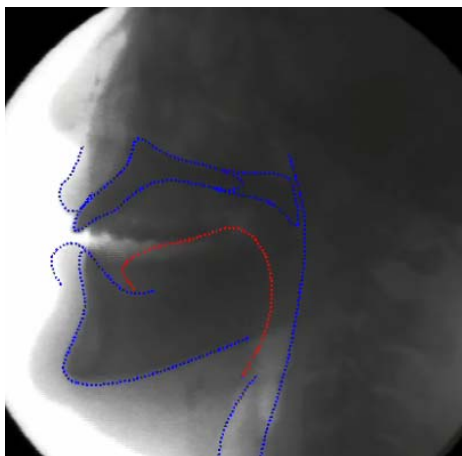


图 7 从-ray 录像中提取出声道形状(汪高武,2008)

第三步：通过计算得到声道传递特性，运用声道传递特性进行语音合成实验，归纳发音特点和规律。

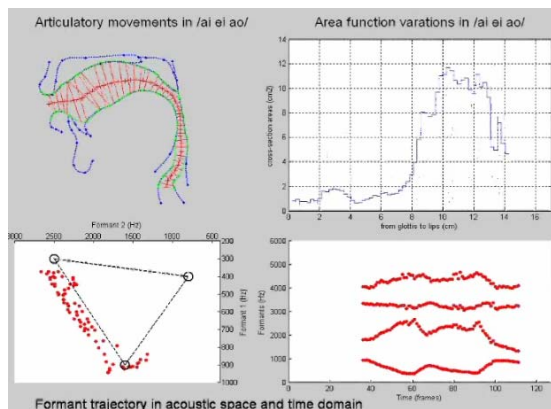


图 8 根据声道形状计算出的声道传递特性(汪高武,2008)

6. 总结

X-ray 成像技术是医学影像中使用最广泛，也是目前发展得最成熟的成像技术之一。运用 X-ray 技术进行语音研究能够得到更精确的动态图像，对研究舌位、小舌等发音器官运动变化的过程具有重要作用。而且

可对图像进行参数提取，得到声道参数，通过计算声道面积得到声道传递特性，运用声道传递特性进行语音合成实验。这些对于语音学的深入研究具有及其重要的意义。

参考文献

- [1] Fant,G.1960.Acoustic Theory of Speech Production: With Calculation Based on X-Ray Studies of Russian Articulation. Mouton, The Hague.
- [2] Wood,S. 1979. A radiographic examination of constriction location for vowels. J. Phonetics 7:25-43.
- [3] Yves Laprie and Marie-Odile Berger. Extraction of Tongue Contours in X-ray Images with Minimal User Interaction. Vandœuvre-lts-Nancy FRANCE.
- [4] 鲍怀翘.1983.声道面积函数和共振峰频率的初步报告,语音研究室语音研究报告 1983-1984,中国社会科学院语言研究所
- [5] 汪高武,孔江平,鲍怀翘. 从声道形状推导普通话元音共振峰,中国语音学学报,2008,(1)
- [6] 汪高武,卢绪刚,党建武,孔江平,鲍怀翘.基于 X 光和 MRI 的汉语普通话声道研究,第八届中国语音学学术会议暨庆贺吴宗济先生百岁华诞语音科学前沿问题国际研讨会. 2008
- [7] 苟量,王绪本,曹辉.X 射线成像技术的发展现状和趋势,成都理工学院学报,2002,(2):27-31
- [8] 王骏.我国医学影像技术近十年发展概述, 影像技术,2002,(3):6-11
- [9] 卓然.X光检查应慎重,科学养生,2008,(1):31-32

(杨锋 北京大学中文系语音乐律实验室 100871 yangzihuai@163.com)