

浅谈MR成像技术的K空间

向国菲

(四川大学 电气信息学院 四川 成都 610064)

摘要:磁共振成像技术已经成为现代临床医学影像检查的重要手段之一,而K空间的引入和对K空间的理解则是MR成像技术的关键所在。文章将在介绍K空间的一些基本知识的基础上,在MATLAB环境下,通过实验与理论相结合的方式加深对K空间的理解。通过对K空间数据进行低通和高通滤波等处理,从而揭示K空间的一些基本特性。

关键词: MRI; 滤波; K空间

doi:10.3969/j.issn.1006-8554.2011.08.092

0 引言

自1971年美国科学家Paul C.Lanterbur首次提出磁共振成像(MRI: Magnetic Resonance Imaging),并于1973年发表第一个MRI试验成果以来,MRI已经经历了近40年的发展,已经成为现代临床医学检查的重要手段之一。但是,传统MR成像的主要缺点就是成像速度太慢,从而在很大程度上限制了这项技术在临床上的应用。因此,自MRI问世以来,科学工作者们便致力于提高MR成像速度。无论是硬件上的改进(如提高主磁场的磁场等),还是通过减少采集信号量以缩短采集时间来提高成像速度(如螺旋采集等),均不能大幅度地在确保提高MR成像速度的同时不降低MRI的空间分辨率。因此,在一定的磁场强度、空间分辨率以及信号采集方式条件下,如何通过有效的方法在不影响MRI空间分辨率的条件下实现MR的快速成像一直是MRI研究领域的热点问题。K空间作为MRI信号采集所得到的第一手数据,充分认识理解它并搞清楚它的一些基本特性,弄清楚它与MRI重建的内在联系,无疑对如何找到一种理想的MRI快速成像方法有着不可估量的作用。

MATLAB具有强大的数据与图像处理功能,无疑它是联系K空间与MRI最直观的也是最有效的试验工具。因此,本文首先介绍K空间的一些基本知识,再在MATLAB环境下分析讨论K空间的一些基本特性。

1 K空间的基本知识

K空间又称为傅里叶空间,是在对原始的MR模拟信号进行频率编码、相位编码和模数转换的过程中建立的,而K空间数据是指能直接进行傅里叶变换重建出MR图像的原始数据。

K空间与MR信号的空间定位息息相关。K空间成镜像对称,即是K空间的第*i*行第*j*列的数据与第*j*行第*i*列的数据时共轭对称的,这种对称也成为Hermitian共轭对称。每一幅MR图像有其相对应的K空间数据点阵,K空间中的每一个点都包含一幅完整的MRI的空间信息,而K空间中的点与MR图像中的点并不是一一对应的。对K空间数据进行傅里叶反变换就可以对K空间数据所包含的空间定位编码信息进行解码,分解出不同频率、不同相位和不同幅值的MR信号。频率和相位决定了信号在MR图像中的空间位置,而幅值则决定了信号的强度。将不同频率、相位以及幅值的MR数字信号分配到MR图像相应的像素中,就得到了MR图像数据,这个过程即为MR图像的重建(如图

1所示),得到的图像称为重建MR图像。

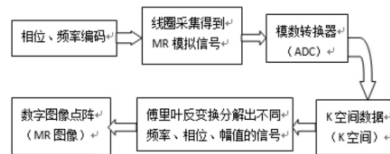


图1 MRI图像的重建过程

2 K空间与MR成像

2.1 低通滤波K空间后的MR成像

对K空间进行低通滤波,最简单的想法就是理想低通滤波器,“截断”傅里叶反变换中的高频成分。理想低通滤波器的传递函数可表示为下式:

$$G(x,y)=\begin{cases} 1 & R(x,y)\leq R_0 \\ 0 & R(x,y)>R_0 \end{cases} \quad (1)$$

其中 $R(x,y)=\sqrt{x^2+y^2}$, R_0 为截止频率。

这表明在半径为 R_0 的圆内,所有频率没有衰减地通过滤波器,而在此圆之外的所有频率完全被衰减掉。

在MATLAB中编写低通滤波的程序并设置不同的截止频率,即是让K空间数据经不同截止频率的理想低通滤波器后并重建出来的MR图像。

观察结果可知,当截止频率很低时,图像的边缘和细节非常模糊,而且随着截止频率的增大,图像的对比度是在增强。可以看出K空间的低频部分主要表现的是图像的主要形状。

2.2 高通滤波K空间后的MR成像

对K空间进行高通滤波,最简单的想法就是理想高通滤波器,“截断”傅里叶反变换中的高频成分。其传递函数可表示为:

$$G(x,y)=\begin{cases} 0 & R(x,y)\leq R_0 \\ 1 & R(x,y)>R_0 \end{cases} \quad (2)$$

其中 $R(x,y)=\sqrt{x^2+y^2}$,理想高通滤波器与理想低通滤波器相对应,它是将 R_0 为半径的圆周内的所有频率点置零,并毫不衰减地复现高于截止频率的信号。

与低通滤波一样让K空间数据经不同截止频率的理想高通滤波器并重建出来的MR图像。观察结果可知,经过理想高通滤波器后得到了原图像的边缘信息,当截止频率越大时,得到的信息越少。可以看出,MR图像的高频段主要显示的是解剖

(下转第123页)

4 星级酒店改造工程精装修阶段的电气设计注意事项

4.1 项目开始初期做好准备

(1)了解工程现状。例如设备是否已经安装,保养状况如何,是否继续采用这些设备,工程的市政电源情况。这些应与建设方做好书面沟通并提示在后期深化设计时有改变的可能。

(2)请建设方提供酒店管理公司对项目的详细要求。例如要求的电源数量,是否须自备电源,自备电源的供电范围,不同区域的照度要求,是否需要设置BA控制系统、变电所自动化控制系统、客房能源控制系统、智能照明系统、智能疏散系统、防漏电火灾报警等系统,对配电设备有无特定的要求等等。

(3)建设方与酒店管理方的意见是否统一(例如酒店的市政电源数量、自备电源的供电范围等)现状与要求是否有冲突(例如设备房尺寸、层高、位置等),酒店要求与国家规范是否冲突(主要体现在照明的实际需求与国家节能要求方面)。这些问题均需在工程设计初期阶段尽可能尽快得出定论。

4.2 设计应注意的事项

(1)充分阅读设计任务书并在设计中体现;

(2)当电源情况与要求有冲突时,建设方与酒店管理方的意见冲突时,现状与要求有冲突时,酒店要求与国家规范有冲突时须提请建设方确定解决方案与具体做法;

(3)尽早沟通综合管线问题,定好主要管线的走向;

(4)其它专业公司(室内设计、灯光设计、厨房设计、调光设备、康体设备、客房能源管理系统等)的电气条件须及时提供。1)室内设计需要的一些用电点、插座点的数量、规格及其电源要求须尽早尽可能准确的提供,以免影响整个系统的设置。2)灯光设计的图纸对电气专业的影响非常重要,灯具的功率,电压要求及布置文件均应尽早提交,以便于确定应急照明的内容,确定低压系统的设置。同时灯光设计应与调光柜厂家尽早细致地沟通,以便于楼层照明配电箱的设计。3)因不同的客房能源管理系统对平面和配电箱出线影响很大,如采用该系统,

则请建设方尽早确认采用何种品牌何种型号的产品。4)在总统套房等高级套房中,除了采用客房能源管理系统之外,还可能有一部分采用调光柜控制,其中的灯光有一个界面分属的问题,因此此区域灯光设计不仅应与调光厂家进行沟通,还应与能源管理系统厂家沟通。5)工程的供电方案,尽管不全由建设方确定,但应敦促建设方积极与供电局沟通,尽早确定,以免引起后期站房调整引发无效工作,甚至因为结构已经施工完毕而不得已采用不合理的方案。6)一些用于防雷接地的预埋件在拆除构件时,例如室外的玻璃幕墙、设备房、接地电阻测试点、室外用于加打接地极的接地预埋件等,须提请施工方做好标记。7)酒店项目的厨房用电容量相当可观,在设计初期即应根据类似项目做足够的估算,同时,也应提请建设方尽快提供厨房专业公司的设计图纸,以避免变电所变压器装设容量缺口。8)据以往经验,此类项目极可能在工程竣工前需发行若干版图纸,故笔者建议完成第一版图纸后,须提请建设方尽早审核设计图纸,确认是否符合要求,以减少后期修改量。

5 结语

电气技术在不断创新,星级酒店的电气设计应按照“实用性、灵活性、经济性”原则,用全面的观点创造投资合理、环境舒适、方案最佳的建筑。作为建筑电气技术人员,要把酒店的供配电的稳定性、灯光的合理性作为设计工作中重点考虑的因素。

参考文献:

- [1] 肖伟.星级酒店照明设计[J].陕西建筑,2010,(4).
- [2] 罗红.五星级酒店电气设计概述[J].科技创新导报,2008,(20).
- [3] 黄剑锋,杜光晖.华润君悦酒店电气设计概论[J].智能建筑电气技术,2009,(3).
- [4] 郝志强.浅谈天津市某酒店的电气设计[J].科技情报开发与经济,2009,(23).
- [5] 成涛.盘龙山庄大酒店——五星级酒店的设计实践[J].广东建筑装饰,2002,(2).

(上接第120页)

细节和边缘信息。

从相位编码方向上看,填充K空间中心的MR信号的相位编码梯度场为零,这是相位编码造成的质子群失相位的程度较低,不能提供相位编码方向上的空间信息(因为几乎没有相位的差别),但是MR信号的强度最大,因此其MR信号主要决定图像的对比度,我们把这一条K空间线称为零傅里叶线,填充K空间最周边的MR信号的相位编码梯度场最大,得到的MR信号中各个像素的相位差别最大,所提供相位编码方向解剖细节的空间的信息最为丰富,由于施加的梯度场强度最大,造成质子群的相位程度最高,但是高频MR信号的幅度很小,因而其MR信号主要反映的是解剖的细节部分,对图像的对比度贡献较小。

3 结语

本文借助MATLAB这一强大的图像数据处理工具,通过实验与理论相结合的办法阐述了MR成像技术中的K空间的一些基本特性,K空间中的每一点都包含着全层MR图像的信息,但

是K空间中的点阵与MR图像的点阵并不是一一对应的,它们之间是一个傅里叶变换的关系;填充K空间中央区域的MR信号主要决定图像的对比度;而填充K空间周边区域的MR信号则主要表现的是MR图像的细节和边缘的信息,K空间在 K_x 和 K_y 方向上都是成镜像对称的,称为Hermitian共轭对称。

本文仅是介绍了关于K空间的一些基本知识,希望能够在充分理解和掌握K空间的基本特性,K空间与MR图像的一些内在的联系的基础上,通过操控K空间,取得对快速MR成像方面的一些发展,使得MR技术更好地、更有效地为人类造福。

参考文献:

- [1] 张汗灵,MATLAB在图像处理中的应用[M].北京:清华大学出版社.2005.

作者简介:

向国菲(1990-),男,四川通江人,四川大学电气信息学院自动化系,研究方向:自动化。