

医学图像压缩与小波变换

吴奇

【中图分类号】R184.3 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2002)02-0177-02

医学图像数字化是医院管理中一项极有意义的工作。面对远程医学的逐步开展,网络交通的能量越来越引起重视。由于放射科的图像资料需多次反复使用,因此,希望网络交通的累积能量应超过实际应用的能力。即传送有效数据的带宽应超过产生原始数据的许多倍。同时对带宽的标准提出特殊的要求,即根据每天工作量找出峰值,然后对传送的数据进行合理的分配。数据压缩的方法缓解了传送网络的堆积并扩大了检索的能力。无损数据压缩可以保持图像的完整性,但压缩比不能超过四分之一。有损图像数据压缩虽不能计算复制的原始数据,但在去除多余信息的同时仍能保持图像有用的信息。

小波的历史

九十多年前,匈牙利数学家 Alfred Haar 首次提出了有关压缩支持分析函数的观点,又称 Haar 小波。虽然距今已将近一个世纪,但如今用于医学图像压缩中的各种方法仍是在此基础上的演变。付立叶变换(fast fourier transform, FFT)中包括的短时付立叶变换(short time fourier transform STFT)和快速付立叶变换两种方法,即是频谱分析和压缩编码中经常涉及到的。短时付立叶变换是一种常用的时间—频率域分析,是由 Gabor 1964 年提出的一种通过加窗达到提取信号局部信息的方法。因此又称 Gabor 变换。由于该变换要求时间相关窗中的信号是稳定的,而所有医学图像是非稳定的,因此,短时付立叶变换不适合医学图像的处理。快速付立叶变换是付立叶变换的另一项扩展,它不是一种新的变换,而是另一类 DFT 快速高效的计算方法。目前,常用此方法对信号进行频谱分析和压缩编码。但对指定的和时变的信号常会遇到很大困难。小波变换的结构方法灵活,时间窗大小可随意增加,而且随着输入信号的不同能够自适应地调整变换和变换基底。此外,小波变换具有优越的时频分辨率自动可调的时频域分析特性,因此,更适合图像压缩编码。1984 年法国物理学家 Alex. Grossman 和 Jean Morlet 首先应用并由此取名“小波”。小波变换是将信号分解成一组正交信号的线性叠加,并同时具有时间和频率分辨率。在实际应用中,常希望对高频信号具有较高的时间分辨率,而对低频信号具有较高的频率分辨率,小波变换的时频窗恰好满足这一要求。

多分辨分析 自从 1988 年 Ingrid Daubechies 将标记理论引入标准的小波系列后,小波的研究和应用即以更快发展。1989 年法国工程师 Stephan Mallat 和数学家 Yves Meyer 提出一种涉及数字取样数据的多分辨分析方法,即循环计算一幅图

像的小波变换。其分析过程主要是滤波处理。用复合换算和小波函数的低通和带通滤波分解一幅原始图像,整个分解过程重复循环直至得到需要的分辨率。最终为一幅模糊图像和三个方向不同的(垂直、水平和对角)细节图像。①利用低通和带通滤波在 X 和 Y 轴产生的低对比、低频图像。②经低通滤波和带通滤波在 X 和 Y 轴产生的低对比、高频图像。③经带通滤波和低通滤波在 X 和 Y 轴产生的高对比、低频图像和④经带通滤波在 X 和 Y 轴产生的高对比、低频图像。

小波基压缩运算

以变换为基础的压缩运算包括:①图像变换②量化③编码三个重要步骤。小波基压缩分解见流程图略。前波变换分解的图像数据形成了能准确表示图像的系数表。量化器消除多余部分后,编码器表示的即为有效的压缩后图像。

小波变换的筛选 小波变换是图像压缩运算的核心,并对其性能有着实质性影响。能否保持图像的精确度,需根据不同的要求选择小波变换的种类。对于图像压缩可以有选择的考虑①时—频域②压缩支持③规格化④对称⑤侧叶与全叶比⑥压缩与滤波分解的互换性等。

量化:小波变换系数的量化是通过分析静态特性并将其转换成较小的范围值。量化的目的是限制变换系数的有效值,减少被量化的数量,使观察者不会感到因量化过程中去除多余数据而对图像产生影响。

无损编码:无损编码的目的是通过替代被量化的小波系数达到压缩。

小波基压缩的其它性质

允许在图像上有选择的压缩是小波压缩特有的性质。用户可在图像的兴趣区根据不同的压缩率压缩,并能很快地用于会诊图像的传送。图像压缩的另一项特性是其可测性。更适用于图像存档与传统系统。例如,一幅数字胸部图像的空间和对比分辨率为 $2048 \times 2048 \times 12\text{bits}$,并以最高压缩比存档。如果存档服务器识别出显示设备的分辨能力,便可以通过传送图像数据减少传送时间,以适合每个显示设备所能接受的分辨率。如果会诊工作站只能显示 1024×1024 图像,便不存在传送 2048×2048 重建图像的意义。此外,当用户希望以较高的分辨率了解特殊部位时,可以有选择的压缩并传送需要的图像数据。小波基与其他变换的基函数的主要不同在于它可对不同特性的信号采用不同的小波基信号,从而使变换后的小波系数更稀疏,以便易于信号分析和处理。由于小波分析具有付立叶所不具备的特性,因此在应用技术领域蕴藏着巨大的潜力。

(2001-05-21 收稿)

作者单位:300052 天津市,天津医科大学总医院放射科
作者简介:吴奇(1955~),男,副主任技师,主要从事医学影像学技术及应用。