

信息融合技术的一个热点: 医学图像融合

海军总医院核医学科(北京, 100037) 吴蔚 朱家瑞

摘要: 信息融合是建立在多源信息系统之上的横向信息综合应用处理技术, 医学图像融合作为信息融合的一个极具特色的应用领域, 其意义在于从多源信息如 CT MRI SPECT PET 等综合应用处理中获得新信息, 为现代医学临床诊断带来新的思维。由于不同医学成像设备的成像机理不同, 图像采集常规也有一定差异, 因此要实现医学图像的协同, 图像数据转换、图像数据相关、图像数据库和数据理解是关键技术。

关键词: 信息融合 医学图像 CT MRI SPECT

信息融合 (intelligence fusion, IF) 即多源信息的协同运用技术, 是把多源信息在空间或时间上冗余互补的数据根据需要进行处理, 将数据协同应用, 获得研究对象的一致性描述, 进一步发现多源信息有机组合所蕴含的新信息。其硬件基础为多信息源设备, 其加工对象为多源信息, 协调优化是信息融合的核心。因此, 信息融合系统将比组成它的各分系统具有更优越的性能, 换言之, 信息融合是建立在多源信息系统之上的横向信息综合应用处理技术。信息融合支持信息共享, 着力于合理利用信息资源, 弥补信息不完整、部分信息不精确或不确定造成的缺陷, 使系统的性能指标、可靠性、稳定性、容错能力都得以提高。

不同的医学图像提供了相关脏器的不同信息: CT 和 MRI 以较高的空间分辨率提供了脏器的解剖结构信息, 而 PET 和 SPECT 尽管空间分辨较差, 但提供了脏器的新陈代谢功能信息。显然, 多种成像设备可以提供更为全面的信息, 但这些信息也可能会相互矛盾, 如能将功能图像与结构图像的信息有机地结合起来, 毫无疑问, 将推动现代医学临床诊断的进步。

1 医学图像融合的方式

一个完整的医学图像融合系统应该是各种医学成像设备、处理设备与融合软件的总

和。由于系统目的的不同, 其融合形式必然千差万别。

按照成像设备的组成, 可将系统分为同类多源融合系统与异类多源融合系统。同类多源融合系统如: SPECT 图像融合系统, MRI 图像融合系统等等; 异类多源融合系统如: SPECT 与 MRI 图像融合系统, SPECT 与 CT 图像融合系统等等。

按融合对象分, 有单样本时间融合系统、单样本空间融合系统以及模板融合系统。单样本时间融合: 跟踪某个病人, 将其一段时间内对同一脏器所做的同种检查图像进行融合, 以助于跟踪病理发展和研究该检查对该疾病诊断的特异性。单样本空间融合: 将某个病人在同一时间内 (临床上视 1~2 周内的时间可认为是同时) 对同一脏器所做的几种检查的图像进行融合, 以便综合利用这几种检查提供的信息 (如 MRI/CT 可以提供脏器的结构信息, SPECT 可以提供脏器的功能信息), 对病情做出更确切的诊断。模板融合: 为了提供一个诊断的标准, 可以从许多健康人的研究中建立一系列模板, 将病人的图像与模板图像融合, 有助于研究某种疾病的病理和诊断标准。

按处理方法, 则有数值融合法和智能融合法之别。数值融合法: 将来源于不同成像设备的图像做空间归一化处理 (确保不同图像中的象体素表达同样大小的空间区域), 获

得一致性描述后,直接应用。智能融合法:将来源于不同成像设备的图像做空间归一化处理,根据研究的需要,选择不同图像中的所需信息进行综合。如:提取MRI的颅骨轮廓作为先验知识用于ECT脑的重建。

按系统的拓扑结构分,有集中式、分布式、分层式和混合式。集中式:各种成像设备所得的图像都直接送至中央处理器进行融合处理。这种结构既可实现时间融合,又可实现空间融合,但由于其数据量大,数据样式多,对传输设备、处理设备要求较高,解决策略复杂,实现困难。分布式:各成像设备都是一个自主的局域处理器,完成所采集信息的局域处理,同时又可与其它节点通信,完成最终诊断。这种结构要求成像设备的性能好并且具有开放性。分层式:在集中式和分布式之间引入中间结点,先进行同类成像设备的数据融合,再将结果送至全局处理器,进行异类成像设备的信息融合。混合式:在大型融合系统中,成像设备的配置关系十分复杂,无法将它划归为哪种结构形式。在这种情况下,可按信息之间的内在联系将整个系统分解成若干个小互连的小型系统,逐级进行融合,得出最终的诊断结果。

应该指出,以上的分类不是绝对的。孤立的,在实际应用中,一个融合系统的设计过程往往综合了各种分类的概念,例如一个融合系统可能是分布式SPECT图像融合系统,也可以是集中式SPECT MRI和CT融合系统。

2 医学图像融合需要解决的问题

可以用协同(synergism)这个术语来描述信息融合在医学图像研究中的作用——综合整体信息大于各部分信息之和^[1,2]。由于不同医学成像设备的成像机理不同,其图像质量、空间与时间特性有很大的差别,如CT的空间分辨率为毫米级,SPECT的空间分辨率则为厘米级。不同成像设备的图像采集常规

也有一定的差异。因此,要实现医学图像的协同,图像数据转换、图像数据相关、图像数据库和数据理解是关键技术。

图像数据转换包括来自相同或不同采集设备的图像的格式转换、三维方位调整、尺度变换等,其目的在于确保多源性图像的象体素表达同样大小的实际空间区域,确保多源图像对脏器在空间描述上的一致性,它是图像融合的基础。

多源图像融合首先完成相关图像的对位。理想情况下,图像融合应能够实现所研究图像精确的点到点对应,然而在实际应用中,图像分辨率越高,图像细节越多,实现点到点的一一对应也就越困难;并且,事实上由于各种客观或人为因素,用医学图像获得100%真实的脏器信息是不可能的,医学成像设备总是在不断地完善以求所得图像能更接近脏器的真实情况。因此,在进行两幅高分辨率图像(如CT图像和MRI图像)对位时,可以借助外标记,如果外标记被正确对位,则可以认为图像对位已成功,采用外标记法还便于自动对位工具操作^[3,4]。在进行结构图像和功能图像(如CT图像和SPECT图像)的对位时,由于功能图像往往分辨率较低,通常为厘米级,结构图像分辨率较高,通常为毫米级^[5],点和点的对应关系很难找到,这时可以利用一些明显的解剖特征完成图像对位^[6],也可采用外标记法。图像融合不仅要求解剖特征对准,还必须保持脏器之间的空间解剖关系。这只是数据相关在医学领域的一个典型应用,该项技术的实现是医学图像融合的难点。

图像数据库完成典型病例和典型图像数据的建档、管理和信息提取,它是图像融合的数据支持。

数据理解是医学图像融合最根本的目的。图像融合的潜力在于综合处理应用各种成像设备所得信息以获得新的有助于临床诊断的信息。图像融合技术是一个全新的研究领域,在研究初期,对综合信息的理解难免出

现许多分歧,究竟哪些是可信的、对临床应用有价值的信息,还需要不断的实验和证明

3 结论

信息融合的意义在于它从多源信息的综合应用中能获得新信息,以及由此产生处理原有问题的新思路、新方法。医学图像融合作为信息融合的一个极具特色的应用领域,其目的绝不仅仅是实现图像的综合显示,如:将X线平片所得信息与SPECT图像所得信息融合,将可能得到单位骨质密度与骨代谢的关系等等。把各种医学图像的信息有机地结合起来,毫无疑问将给现代医学临床诊断带

来新的思维、新的标准,是近年来的研究热点之一。

参 考 文 献

- 1 Roolker W et al. J Nucl Med, 1997; 38 1600-1603
- 2 Hawkes DJ. Eur J Nucl Med, 1991; Springer-Verlag: 752-756
- 3 van Elmbt LR et al. Eur J Nucl Med, 1995; 22 537-542
- 4 Gong L et al. SPIE Biomedical Image Processing II, 1991; 1450 144-153
- 5 Kalki K et al. J Nucl Med, 1997; 38 1535-1540
- 6 Hill DLG et al. Image and Vision Computing, 1994; 12 173-178

(收稿日期: 1998-02-17)

核医学图像融合技术

中国医学科学院肿瘤医院核医学科(北京, 100021) 李小华综述 陈盛祖审校

摘 要: 功能成像方式的核医学图像与解剖成像方式的图像融合,改善了核医学图像的质量,获得日益广泛的应用。而图像融合的关键是空间匹配,包括图像的定位和转换。本文重点介绍核医学图像融合的两种主要技术方法:外部定位装置方法和人体固有标记定位方法,以及这些方法的类别、原理、特点和应用。

关键词: 技术方法 图像融合 核医学

图像融合(image registration)是指不同图像之间的空间配准或结合。这些图像来自相同或不同成像方式,经过一定的变换处理,使它们之间的空间位置、空间坐标达到匹配。图像融合利用各种成像方式的特点,为不同的影像提供互补信息,增加图像信息量,以期对临床诊断和治疗的定位、观察提供有效的方法。在英文文献中,表示图像融合的词汇还有: image coregistration, superimposition, image fusion, aligning, matching等。

1 图像融合方式

在核医学中,图像融合包括:①核医学图像与其它核医学图像的融合;②核医学图像与其它成像方式图像的融合;③核医学图像

与由标准解剖图谱导出的图像的融合。相同成像方式的图像融合称为同类方式融合,不同成像方式的图像融合称为交互方式融合。同类融合方式应用在SPECT、PET或平面成像观察同一器官或感兴趣区的计数变化,例如 ^{201}Tl 心肌断层显像,通过图像融合匹配对应的运动和静息图像进行分析。在临床核医学中广泛应用的是交互方式融合。由于核医学成像属于功能成像,以及相对低的空间分辨率和图像计数的统计涨落等因素,核医学图像上的解剖和结构定位是困难的,利用解剖成像方式的CT、MRI或数字化的解剖图谱为其提供与之匹配的解剖信息,有效地弥补了核医学图像在这方面的欠缺。例如,MRI对软组织具有良好的对比度,且不增加