

NÜKLEER TIP

SAYISAL GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

TANITIM

Bu kitabın ana hatları sayısal nükleer tıp görüntülerinin elde edilmesi, bilgisayarda işlenmesi ve emisyon tomografilerinin prensipleri üzerine olup, farklı disiplinlerden oluşan okur gruplarına hitap edebilmesi amaçlanmıştır. Medikal fizikçiler ve biomedikal mühendisler gibi mühendislik eğitimi görmüş ve görmekte olan okurlar ilk grubu oluşturmaktadır. İkinci grup ise Nükleer tıp hekimleridir. Bazı bölümlerin ise Radyologlar ve nükleer tıp teknisyenleri için de yararlı olacağı düşünülmektedir. Hekimler için zor olabilecek bazı matematik açıklamalar bir kaç bölümün sonuna (Ek) olarak ilave edilmiştir. Okurların, kitabı daha akıcı okuyabilmeleri için her bölümle ilgili açıklamalar aşağıdadır.

Birinci Bölümde, bilgisayarların temel özellikleri tüm okurlara hitap edecek şekilde yazılmıştır. Bölümün en sonunda verilen farklı analog-sayısal çeviricilerin çalışma prensipleri, hekim okurlar için biraz ayrıntı içermektedir. Bölümün sonunda verilen ekte, ilerideki bölümlerin bazı kısımlarının daha iyi anlaşılabilmesi için gerekli bazı temel matematik bilgiler verilmiştir. Bu kısımda bilhassa frekans ortamının tüm okurlar için daha iyi anlaşılabilmesi için çok sayıda şekil kullanılmıştır.

İkinci Bölüm tüm okurlara yararlı olacağı düşünülerek yazılmış olup, sayısal görüntülerin elde edilmesi ve sayısal görüntü özelliklerini açıklamaktadır.

Üçüncü Bölümde “Görüntülerin Bilgisayarda İşlenmesi” oldukça ayrıntılı olarak anlatılmaya çalışılmıştır; mühendis ve fizikçi okurların rahatlıkla izleyebileceği seviyededir. Nükleer tıp ve Diagnostik Radyolojideki bir çok görüntüleme sisteminde yer alan görüntü işleme tekniklerinin üzerinde durulmuştur. Bazı matematik formüller hekim okurlar için sıkıcı olsa da, çok sayıda resim ve görsel açıklamaların bir çok yöntemin anlaşılmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Bu bölümün kitaptaki diğer bölümlere göre önemi vardır; zira görüntülerin ustalıkla işlenmesi bir çok ayrıntının daha güvenilirlikle algılanmasına yardımcı olurken, bu işlemlerde yapılabilecek ufak hatalar, gerçekte kullanıcı tarafından da fark edilemeyecek, çok önemli görüntü kusurlarının-artefakların- ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Kullanıcıların çok büyük bir kısmı, görüntüleme sistemlerinin yazılımında işlemleri otomatik olarak gerçekleştiren “yazılımda kurulu (default)” komutları tercih etmektedirler. Örneğin, görüntülerdeki gürültü miktarını azaltan onca filtre olmasına rağmen “smooth” filtresi her sistemde aynı olan 9-nokta yumuşatma filtresini göstermektedir. Halbuki sistemin ve objenin özelliklerine göre seçilebilecek ve kuşkusuz daha iyi sonuç verecek filtreler vardır. Bir diğer husus, günümüzde kullanılan görüntüleme sistemlerinin yazılımlarında görüntülerin işlenmelerine yönelik ayrı komutlar yerine her bir incelemeye özgün paket programların yani “klinik protokollerin” yer almasıdır. Klinik incelemelerin standardizasyonu ve kullanım kolaylığı bakımından bu protokollerin yararları yadsınamaz. Ancak tüm prosedürün başlatılıp tamamlanması sadece bir kaç komut ile gerçekleştirilmektedir. Her ne kadar programlar hatalara karşı defalarca sınınsalar da, gene de kusursuz değildirler ve bu tür sistematik problemler rutin uygulamalarda büyük sorunlar yaratırlar.

Son yıllarda tasarımı yapılan sistemlerin hemen hepsinde klinik programlar ağırlıkta olup, kullanıcının alternatif teknikler denemesini sağlayacak yazılımlar bulunmamaktadır. Ancak farklı görüntüleme sistemlerinden alınan görüntülerin birlikte kullanımı (füzyon görüntüleme) paket programlardan çok bağımsız komutların kullanılmasını gerektirmektedir. Diğer taraftan farklı görüntüleme sistemlerinden alınan görüntülerin ortak formatlarda işlenmesini sağlayan WEB tabanlı programlar (ImageJ gibi) bu tür eksiklikleri bir dereceye kadar gidermektedir.

Farklı görüntü işleme tekniklerinin sonuçlarının daha iyi anlaşılabilmesi için genelde yapısında çok sayıda lezyon içeren karaciğer ve bazı durumlarda tiroid fantomuna ait görüntülere bu bölümde ağırlık verilmiştir.

Dördüncü Bölüm SPECT sisteminin donanım ve bazı yazılım özelliklerine ayrılmıştır. Klinik uygulamalarda karşılaşılan bir çok sorunun yanıtlarının verilmesine gayret edilmiştir. Bölümün Nükleer tıpta çalışan tüm okurlara, bilhassa rutin hasta incelemelerini yapan teknisyenlere yararlı olacağı düşünülmektedir.

Beşinci Bölüm, tüm disiplinlere hitap edecek şekilde yazılmaya çalışılmıştır. Bölümün en sonuna konulan eklerle gerekli matematik bilgiler, ilgilenen okurlar için verilmiştir. Ancak bölüm içeriğinde kesit algoritmaları hiçbir matematik kullanmadan, şekil ve şemaların yardımıyla anlatılmıştır. Hekimler kadar başlangıç seviyesindeki fizikçi ve mühendis okurların da rahatlıkla anlayabileceği bir seviyenin takip edilmesine çalışılmıştır.

Altıncı Bölüm, SPECT görüntü kalitesine etki eden fiziksel parametreleri ayrıntılı bir şekilde açıklamaktadır. Halen kullanılmakta olan bir çok sistemde foton azalımının, saçılan fotonların, geometrik faktörlerin düzeltilmesine yönelik bir çok teknik bulunmaktadır. Ayrı yazılım ve çoğu zaman da ilave donanım gerektiren bu teknikler ya opsiyon olarak teklif edildikleri için sistemle birlikte alınmamakta, ya da sistemde olduğu halde klinik çalışmalarda kullanılmamaktadır. Bunun en önemli nedeni bir çok kullanıcının bu düzeltme tekniklerinin prensiplerine hakim olmaması, "hata yapabilirim" kuşkusu ile tercih etmemesidir. Bir başka neden, bazı düzeltme tekniklerinin görüntülerde, işlenmemiş görüntülere göre, kullanıcıların alışmadıkları bazı görsel değişikliklere neden olmasıdır (örneğin, transmisyon kaynakları ile yapılan azalım düzeltmelerinde kalp duvarlarının daha yüksek tutulum göstermesi gibi). Farklı okur gruplarının olası ihtiyaçlarına yanıt verebilmek amacıyla bu bölüm oldukça kapsamlı yazılmış ve bir çok düzeltme tekniğinin açıklanmasına çalışılmıştır.

Yedinci Bölüm, SPECT görüntü kalitesini etkileyen sistemin tasarımı ve uygulamaya yönelik teknik parametreleri vermektedir. Gerek sistemden gerekse hastadan kaynaklanabilecek görüntü kusurları mümkün olduğunca fazla görsel malzeme kullanılarak verilmeye çalışılmıştır.

Sekizinci Bölüm SPECT kalite kontrolü ve performans testlerine ayrılmıştır. Daha önceki bölümlerde olduğu gibi Jaszczak fantomunun kesit görüntüleri standart olarak alınmıştır; böylelikle okurlar görsel karşılaştırmaları daha kolay yapabileceklerdir. Rutin testler ve performans ölçümleri her seviyedeki kullanıcı tarafından yapılması gerektiğinden bu kısımlar tüm okurlar içindir. Kabul testlerinde NEMA yöntemleri ve gerekli bazı testler açıklanmış olup daha ziyade mühendis okurların ihtiyacına yanıt vermesi düşünülmektedir.

Dokuzuncu Bölüm, PET sistemlerinin temel prensiplerine ayrılmıştır. En son sistemlerin özelliklerinin yanı sıra halen kullanımda oldukları düşüncesi ile artık üretilmeyen bazı sistemlere ait özellikler de verilmiştir.

Onuncu Bölüm, PET sistemlerinin performans özelliklerine ayrılmıştır. PET izotoplarının pahalı olması ve yarı ömürlerinin kısalığı bu sistemlerin gerek kabul gerekse rutin kalite kontrol ölçümlerini daha kritik hale getirmektedir; bu nedenle tüm testler bu bölümde kapsamlı olarak açıklanmaya çalışılmıştır.

On birinci Bölüm, PET/BT birleşik sistemlerinin temel prensiplerine ayrılmıştır. Günümüzde artık sadece bu tasarımlar üretilmekte olduğundan verilen teknik detayların tüm okuyucular için yararlı olacağı düşünülmektedir.

On ikinci Bölüm, bilgisayarlı tomografi sistemlerine ayrılmıştır ve genişletilmiş bir özet olarak hem sistemin özellikleri hem de basit kalite kontrol yöntemleri verilmektedir.

Tüm okurlarıma yararlı olması dileği ile.

Prof. Dr. Doğan Bor