



UNBOXING

Diffusion Tensor Imaging

Um guia rápido para
pesquisadores
iniciantes

EDIÇÃO 1
Antonio Senra Filho

Diffusion Tensor Imaging Unboxing

Um guia rápido para pesquisadores iniciantes

Antonio Senra Filho

Esse livro está à venda em <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

Essa versão foi publicada em 2023-11-04



Esse é um livro [Leanpub](#). A Leanpub dá poderes aos autores e editores a partir do processo de Publicação Lean. [Publicação Lean](#) é a ação de publicar um ebook em desenvolvimento com ferramentas leves e muitas iterações para conseguir feedbacks dos leitores, pivotar até que você tenha o livro ideal e então conseguir tração.

© 2023 Antonio Senra Filho

Conteúdo

Introdução	1
Revisão rápida sobre imagens DTI	1
Estrutura e objetivo do livro	2
Revisão técnica sobre DTI	4
Princípios básico sobre difusão em MRI	4
A formação de imagem ponderada em difusão	4
Expandindo a representação para o tensor de difusão	4
Referências	4
Análises e aplicações de DTI	5
Vantagens e limitações de imagens ponderadas em difusão	5
Aplicações na medicina e em pesquisa	5
Referências	5
Ferramentas computacionais para análise de imagens DTI	6
FSL	6
3D Slicer	6
MedINRIA	6
DTI-TK	6
Referências	7
Pensamentos finais e recomendações para estudos futuros	8
Pontos Principais a Considerar	8

Introdução

Os avanços obtidos ao longo de décadas de pesquisa e produção tecnologia, em especial foco na aplicação biomédica, nos levaram a novas e melhores formas de visualizar o corpo humano, fornecendo informações valiosas sobre a estrutura e a função de vários tecidos e órgãos. Dentre as modalidades de imagens mais utilizadas atualmente, a técnica conhecida como Imagem por Ressonância Magnética Nuclear, ou do inglês Nuclear Magnetic Resonance Imaging (NMRI ou somente MRI), é uma técnica de imagem particularmente poderosa que revolucionou o campo de diagnóstico por imagem na medicina. Um dos principais motivos para tal é a alta capacidade de diferencial de tecidos e órgãos, oferecendo imagens de alta resolução sem o uso de radiação ionizante. Logo, melhorando o potencial de diagnóstico com um risco muito baixo à saúde humana.

O princípio físico que compõe o exame de MRI também possibilita uma ampla diversidade de modalidades de imagem, oferecendo um conhecimento físico-biológico que é muito importante para outras interpretações complementares sobre o corpo humano e como doenças podem se manifestar no tecido biológico. Considerando diversos tipos de imagens possíveis de serem formadas no tomógrafo MRI, uma das principais modalidades que está em constante aprimoramento e estudo é a conhecida imagem ponderada por difusão, que fornece informações sobre o movimento das moléculas de água dentro do corpo humano de forma não invasiva e com alto detalhamento espacial. Essa técnica é particularmente útil para estudar a estrutura do cérebro e do sistema nervoso, bem como de outros tecidos moles.

A técnica de imagem ponderada por difusão, também conhecida do inglês Diffusion Weighted Image (DWI), pode ser expandida para outra modalidade também baseada em difusão, conhecida por Imagem por Tensor de Difusão, ou do inglês Diffusion Tensor Imaging (DTI). Ambas as formas de imagem são ferramentas poderosas para analisar a organização microestrutural dos tecidos. Porém, atualmente, a técnica DTI tem ganhado muita atenção devido ao seu potencial tridimensional de descrição do corpo humano sob o foco da estruturação do tecido biológico. Muitas aplicações já têm sido feitas na complementação diagnóstica para diversas doenças e estudos do sistema nervoso central. Contudo, apesar de seu amplo potencial de aplicação, a imagem DTI ainda apresenta uma primeira barreira de conhecimento pois trata de conceitos físicos que são difíceis de compreender e interpretar, especialmente para aqueles que são novos nesse campo de estudo. Neste sentido, eu vislumbrei a necessidade de criar este guia simplificado e acessível que possa ajudar as pessoas que estão entrando em contato com esse tipo de imagem biomédica.

Revisão rápida sobre imagens DTI

A técnica de imagem por ressonância magnética ponderada em difusão (DW-MRI, ou simplesmente DWI) é uma modalidade de imagem biomédica muito poderosa pois é capaz de fornecer informações

estruturais do corpo humano, se valendo do princípio do movimento das moléculas de água dentro dos tecidos. O movimento de difusão é natural em qualquer material da natureza, seja a sua intensidade proporcional ao grau de liberdade que a estrutura física da matéria permite. Em outras palavras, meios gasosos oferecem movimento mais livre para moléculas, quando comparado a meios sólidos. É neste princípio que apoiamos o raciocínio de imagem DWI, a qual se orienta para estudar o movimento das moléculas de água no corpo humano. Ao estudar a difusão da água, é possível revelar importantes informações estruturais e funcionais sobre o cérebro, sistema nervoso e outros tecidos. Uma extensão do princípio de imagem DWI é a adoção do mapeamento tridimensional da água, sendo ainda mais interessante para estudar o comportamento do deslocamento de difusão para todas as direções, fornecendo uma interpretação mais fidedigna do que acontece no ambiente natural do corpo humano. Para essa técnica mais abrangente de difusão, chamamos de Imagem por Tensor de Difusão, ou do inglês, Diffusion Tensor Imaging (DTI).

A imagem DTI é baseada no princípio da anisotropia de difusão, ou seja, ao fato que considerando as diferentes organizações teciduais é possível obter maior ou menor barreira para o deslocamento da água. Assim, as moléculas de água podem se difundir mais facilmente em algumas direções do que em outras, oferecendo um entendimento mais amplo sobre como a estrutura biológica está organizada. Dessa forma, podemos tomar pelo princípio natural que há a presença de obstáculos no meio biológico, como por exemplo membranas celulares ou a própria estruturação axonal na substância branca cerebral, que restringem o movimento da água. Ao conhecer como a imagem de ressonância pode ser influenciada por gradientes de campo magnéticos direcionados, é possível obter a contribuição de decréscimo de sinal de MRI a partir do movimento de difusão. Porém, esse princípio será elucidado em maiores detalhes em capítulos posteriores.

O potencial da imagem DTI se traduz na capacidade de obter a orientação dos tecidos e a sua organização microestrutural, o que não é facilmente obtido em outras modalidades de imagem de MRI, como por exemplo imagens ponderadas em T1 ou T2. Uma reconstrução de imagem que vêm de cálculos baseados na sequência de imagem DTI e que são muito aplicadas atualmente são os mapas de anisotropia fracionada (do inglês Fractional Anisotropy - FA) e também de difusividade média (do inglês Mean Diffusivity - MD), que refletem o grau de anisotropia na difusão tecidual. Valores mais altos de FA indicam maior anisotropia e organização tecidual mais estruturada, enquanto valores mais baixos indicam maior difusão isotrópica e organização tecidual menos estruturada. O contrário é aplicado para os mapas de MD, ou seja, valores altos de MD indicam alto nível de difusão da água, ao passo que valores baixos de MD indicam maior restrição do movimento da água no local.

A imagem DTI tem uma série de vantagens sobre outras técnicas de imagem. Dentre elas podemos citar a sua capacidade não invasiva do estudo do corpo humano, a alta resolução espacial considerando a interpretação macroscópica da difusão da água e também a capacidade de revelar informações estruturais e funcionais importantes sobre os tecidos sem a aplicação de radiação ionizante. Mesmo que grande parte das aplicações que usam imagens DTI são direcionadas ao estudo do sistema nervoso central humano, podemos também encontrar outras possibilidades de uso em estudos como pediatria, ortopedia e outras partes do corpo humano. Sem dúvida há ainda muito o que pode ser feito com essa modalidade de imagem tão versátil.

Estrutura e objetivo do livro

O objetivo deste livro é fornecer uma visão abrangente da ressonância magnética por tensor de difusão (DTI), desde os fundamentos da formação de imagem quanto as suas formas de reconstrução e análise. Irei abordar o tema de forma simplificada, visando sempre que possível oferecer uma interpretação mais ampla para que o maior número de pessoas possa iniciar seus estudos nessa modalidade de imagem. Além de fazer uma revisão inicial da parte física e seu princípio de imagem, também buscarei discutir as aplicações mais frequentes e consolidadas de DTI na atualidade, e também as tendências futuras no campo da pesquisa e clínica médica.

O livro está estruturado de forma a permitir que os leitores desenvolvam gradualmente sua compreensão da imagem DTI, começando com o básico e passando para tópicos mais avançados. Os primeiros capítulos fornecem uma revisão sobre a geração de imagens DTI, considerando o princípio físico básico de difusão e como o tomógrafo de MRI é capaz de capturar esse tipo de sinal. Mais adiante, nos concentramos nas aplicações possíveis dessa técnica de imagem, considerando a visão específica da rotina clínica atual e também as projeções de pesquisa consideradas no momento de escrita desse livro. Os capítulos finais do livro tem um caráter mais direcionado para o estudo de ferramentas e técnicas de análise que são mais aplicadas recentemente, visando preparar o leitor para o processamento desse tipo de dado técnico, que usualmente recruta o conhecimento de processamento de imagens biomédicas como leitura e transformação de imagem em formato DICOM, pré-processamento e remoção de artefatos e reconstrução das principais modalidades de imagens quantitativas como FA, MD e outros tipos.

Vale ressaltar que eu faço o possível para manter atualizadas as citações de livros, artigos científicos e outros materiais que sejam relevantes para o leitor entender o melhor possível sobre imagens DTI e como seguir com estudos mais aprofundados. Novamente, não tenho a intenção de fazer uma escrita extensiva sobre DTI, pois há muitos materiais de excelente qualidade presentes na literatura. O meu maior objetivo aqui é facilitar a sua jornada de estudo frente a essa quantidade grande de informações e também tentar facilitar a interpretação inicial desse tipo de imagem que apresenta, ao menos para pessoas com pouco contato, um nível de complexidade que pode ser uma barreira para seguir o estudo mais adiante.

Revisão técnica sobre DTI

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

Princípios básico sobre difusão em MRI

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

A formação de imagem ponderada em difusão

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

Expandindo a representação para o tensor de difusão

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

Referências

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

Análises e aplicações de DTI

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

Vantagens e limitações de imagens ponderadas em difusão

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

Aplicações na medicina e em pesquisa

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

Rerefências

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

Ferramentas computacionais para análise de imagens DTI

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

FSL

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

TBSS

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

BEDPOSTX e PROBTRACKX

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

3D Slicer

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

MedINRIA

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

DTI-TK

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

Tract-Specific Analysis (TSA)

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

Referências

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

Pensamentos finais e recomendações para estudos futuros

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>

Pontos Principais a Considerar

This content is not available in the sample book. The book can be purchased on Leanpub at <http://leanpub.com/dtiunboxing-pt-br>