

6

Conclusões

Neste capítulo são apresentadas as conclusões deste trabalho, sendo feita uma análise sobre os resultados obtidos neste projeto e seu potencial de contribuição para aplicações futuras.

6.1

Avaliação do Trabalho

A metodologia apresentada neste trabalho para segmentação do fígado foi baseada em *level sets*, e utiliza algoritmos genéticos para adaptação dos parâmetros de segmentação. O uso de *level sets*, uma abordagem consagrada para segmentação de imagens médicas, gerou resultados satisfatórios nos exames testados, e a utilização de algoritmos genéticos para estimar os parâmetros de segmentação do método conseguiu gerar valores robustos nos nossos experimentos. O método gerou bons resultados em quase todos os exames de TC disponíveis. Ainda assim, algumas limitações ficaram aparentes, especialmente em casos onde há nódulos ou vasos próximos da periferia do fígado, ou na presença de nódulos muitos grandes, de tamanho comparável ao do próprio fígado. Estes casos indicam direções para a continuação desta pesquisa, visando um futuro refinamento da metodologia proposta.

O método proposto para segmentação de vasos e nódulos hepáticos, foi inteiramente baseada em um modelo de mistura de funções proporcionais a gaussianas. Embora a avaliação desta parte da metodologia seja visual, é possível notar que os resultados são visualmente consistentes com o que se espera, considerando que vasos, na presença de contraste, se apresentam mais claros do que o parênquima hepático, e nódulos, em sua grande maioria, mais escuros. Neste sentido os resultados foram coerentes e geraram dados compatíveis com o esperado pelo modelo anatômico utilizado.

A identificação dos vasos segmentados em veias hepáticas e porta, também gerou resultados consistentes. Ainda sim, devido ao número reduzido de exames nos quais ambas as veias estão com contraste, é prudente testar o método em um banco de exames mais significativo, para que o resultado também o seja.

A divisão do fígado em sub-segmentos de Couinaud, também gerou resultados consistentes com o modelo proposto na nossa metodologia. Neste ponto é importante ressaltar que estes resultados não convergem com todos os conceitos anatômicos, e em alguns exames não atendem a todas as restrições anatômicas previstas. Entretanto, esta é uma discussão que pertence ao âmbito da medicina (ver seção 5.2.4 e referências (Fasel98, Fischer05, Machado03)). Desta forma este é um resultado de fato interessante, uma vez que pode ser utilizado como insumo para promover ainda mais esta discussão.

6.2

Trabalhos Futuros

Algumas propostas de desenvolvimento futuro são apresentadas a seguir de forma a refinar a metodologia proposta, ou mesmo atestar a robustez da mesma.

A primeira delas, bastante direta, é a aplicação da metodologia de segmentação do fígado em outros órgãos. O modelo teórico proposto não possui restrição alguma que o impeça de ser aplicado a outros órgãos, uma vez que o método prevê a segmentação de órgãos razoavelmente homogêneos, cujo histograma de intensidade dos voxels tem forma aproximada de uma gaussiana, e outros órgãos do corpo humano, além do fígado, se encaixam neste perfil. Além disso, é potencialmente possível estimar parâmetros para outros órgãos, utilizando a mesma abordagem evolucionária, uma vez que as segmentações de referência estejam disponíveis.

Outra possibilidade é uma melhor modelagem para construção da imagem de propagação do *level sets*, que considere também a informação das estruturas internas do fígado, como vasos e nódulos. Também seria interessante utilizar o termo de advecção para suprimir ou reforçar algumas barreiras específicas e conhecidas, que poderiam ser utilizadas para evitar vazamentos, e também possibilitar a inclusão de nódulos e vasos periféricos no resultado final.

Também é possível pensar na expansão da metodologia de segmentação de nódulos para segmentar nódulos não hipodensos, e verificar a aplicação da metodologia proposta em outros tipos de exames como ressonância magnética.

6.3

Considerações Finais

Grandes esforços tem sido feitos na direção de um diagnóstico em tempo aceitável para a realização de um tratamento adequado que garanta uma maior sobrevida para pacientes de câncer. Muito deste desenvolvimento ocorre

graças à interação entre profissionais e instituições das áreas tecnológicas e da área médica, que vem crescendo e proporcionando uma troca de conhecimento fundamental para a construção de ferramentas de auxílio ao médico, gerando um retorno direto à sociedade.

Este projeto foi concebido de forma a promover o desenvolvimento de ferramentas automáticas e semi-automáticas para segmentação do fígado, seus vasos e sub-regiões a partir de imagens de tomografia computadorizada da região abdominal.

As ferramentas desenvolvidas segmentam primeiramente o fígado, utilizando uma abordagem de modelos deformáveis implícitos, chamada *level sets*. Os parâmetros de segmentação foram otimizados utilizando-se uma abordagem evolucionária, através do uso de algoritmos genéticos. Neste ponto é importante ressaltar que a metodologia desenvolvida aplica-se a qualquer órgão razoavelmente homogêneo, como rins, pulmões, e outros. Desta forma o escopo de aplicação desta metodologia é bastante extenso.

Também foi implementada a segmentação de vasos e nódulos hepáticos, bem como a identificação das veias hepáticas e porta. Utilizando a modelagem anatômica proposta por Couinaud (Couinaud57), foi implementada uma ferramenta que divide o fígado em 8 diferentes sub-regiões. Esta divisão é bastante utilizada no trato cirúrgico hepático, de maneira que esta ferramenta tem potencial para contribuir de forma significativa para o planejamento cirúrgico personalizado do paciente.

As vantagens proporcionadas por este método de segmentação foram bem aceitas pelos especialistas envolvidos e por isso, ele pode vir a permitir a elaboração de novos trabalhos, principalmente os destinados a identificação de nódulos de diversos tipos, sua malignidade e implementação de outros modelos anatômicos, além da utilização de outros tipos de imagens médicas além das TC, como as de ressonância magnética.

Além disso, considerando as atuais ferramentas de segmentação semi-automática, em sua grande maioria caros produtos comerciais, pode se dizer que a ferramenta desenvolvida representa um avanço no desenvolvimento de uma plataforma de análise automática de imagens médicas desenvolvida pela Puc-Rio.