Bolsa de Treinamento Técnico em Sistemas Robóticos para teranóstica em Ultrassom de mama na Universidade de São Paulo - Bolsa TT-5

Grupo de Inovação em Instrumentação Médica e Ultrassom - GIIMUS
Departamento de Física
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - FFCLRP
Universidade de São Paulo - USP

Sistema Robótico Autônomo para Hipertermia e Diagnóstico Ultrassônico de Câncer de Mama

Implementação do sistema de hipertermia ultrassônica e diagnóstico por termografia ultrassônica e imagens elastográficas por ultrassom para tratamento e diagnóstico de mama.

Resumo: Os avanços no desenvolvimento de protocolos de imagem quantitativa guiados por ultrassom, combinados com luz e magnetismo, possibilitaram a criação de métodos de processamento avançado dos mapas de ecos ultrassônicos, capazes de avaliar deslocamentos em níveis submicrométricos nas estruturas internas dos tecidos. Esses avanços viabilizaram o desenvolvimento de protocolos de termometria acústica com precisão de até 0,1 °C, além da geração simultânea de mapas de viscosidade e elasticidade. Estudos preliminares em desenvolvimento no GIIMUS, utilizando um braço robótico para manipulação do transdutor de ultrassom, demonstraram que o uso desses recursos proporciona maior precisão e reprodutibilidade nos protocolos de imagem quantitativa. Visando a aplicação clínica desses avanços, propomos o desenvolvimento de um protocolo teranóstico, integrando terapia por ultrassom focalizado com imagens termográficas e viscoelásticas para o tratamento do câncer de mama. Os protocolos incluirão também imagens nos modos B, Doppler e harmônico, disponíveis nos equipamentos de ultrassom comumente utilizados na prática clínica. Inicialmente, serão explorados os protocolos de magnetoacustografia e fotoacustografia desenvolvidos para o equipamento Verasonics®. Em seguida, será feita a implementação desses protocolos com mapas de ecos obtidos por meio de um módulo de ultrassom programável da Telemed®.

Descrição dos Objetivos: Neste projeto a proposta principal é implementar e automatizar um sistema de excitação por ultrassom focalizado integrado com o software de aquisição de mapas de ecos usando um módulo de ultrassom programável da Telemed®. A implementação deste sistema permitirá um aquecimento localizado da estrutura interna do tecido por feixes de ultrassom focalizados e mapeamento das

propriedades viscoelásticas e termográficas dessa região de interesse. Os transdutores de ultrassom diagnóstico e terapia serão conduzidos pro braço robótico dedicado e já disponível no laboratório.

Plano de Trabalho:

- Levantar as principais ferramentas de software e técnicas usadas na aquisição dos mapas de RF (ecos) e no processamento de imagens usando o módulo de ultrassom Telemed® e Verasonics®. Para isso, o bolsista deverá explorar o SDK (Software Development Kit) dos equipamentos de ultrassom, bibliotecas de processamento de imagens e as ferramentas de programação usadas no projeto. Em seguida fará o desenvolvimento dos softwares de aquisição e processamento de imagens;
- Desenvolver soluções analíticas e simulações computacionais para planejar os experimentos e tentar prever melhores estratégias de varredura considerando estratégias de ajuste automático de parâmetros de aquisição como: intensidade e frequência do pulso de ultrassom modulado para aquecimento da região de interesse, duração dos pulsos; taxa de amostragem dos mapas de RF e geração de mapas elastográficos e termográficos;
- Desenvolver uma interface dedicada para geração de imagens ARFI (Acoustic Radiation Force Impulse) a partir do pulso de excitação com o transdutor terapêutico. Neste caso, será gerado um pulso ultrassônico focalizado usando um transdutor confocal e uma aquisição dos mapas de RF sincronizados usando um transdutor linear com 128 elementos. A partir desses mapas de RF serão gerados os mapas de micodeslocamentos das estruturas internas dos tecidos. Isso deverá ser feito com taxas altas suficientes para determinar o mapa de velocidade das ondas mecânicas transversais geradas pelo impulso de ultrassom;
- Desenvolver uma interface dedicada para a varredura 3D da mama usando um braço robótico dedicado e com protocolo de imagens multimodais (Modo-B, Modo elastografia, Doppler e termográfico);
- Gerar documentação de projeto e dos dados segundo normas e boas práticas de projeto, mantendo o padrão de qualidade exigido por órgãos de regulamentação para que o protocolo possa ser aplicado por qualquer usuário iniciante para estudos clínicos futuros.

Todas as atividades serão desenvolvidas no Centro de Pesquisa do Grupo de Inovação em Instrumentação Médica e Ultrassom (GIIMUS) sob o acompanhamento e orientação dos pesquisadores principais Prof. Dr. Adilton Carneiro e Prof. Dr. Theo Pavan.

Cronograma previsto

Etapas	Resultados previstos	Trimestre							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Estado da arte e levantamento de requisitos de entrada, estudo dos equipamentos e normas.	Atas e Documento de requisitos de entrada.	X	X						
Estudo e treinamento de uso dos protocolos de geração de imagens de magnetoacustografia e fotoacústica já desenvolvidas no laboratório	Relatório	X	X						
Preparação do ambiente de desenvolvimento, considerando um braço robótico para conduzir os transdutores de ultrassom	Relatório		X						
Desenvolvimento dos softwares de aquisição e processamento de mapas de RF usando a plataforma Telemed® e Verasonics® integrado com um transdutor focalizado ;	Software versionado e documentação de projeto.		X	X	X				
Desenvolvimento de uma interface de termografia ultrassônica sincronizada com o pulso de excitação	Software versionado e documentação de projeto.			X	X				
Otimização do protocolo de reconstrução 3D a partir do varredura da mama usando um braço robótico	Software versionado e documentação de projeto.			X	X	X			
Desenvolviekmnto de uma interface de imageamento 3D da mama Multimodal (Modo-B, Doppler, Elastográfico e termográfico)	Software versionado e documentação de projeto.					X	X		
Caracterização e validação do protocolo desenvolvido a partir de medidas realizadas em simuladores de mama com propriedades mecânicas e estruturas internas equivalentes a uma saudável e com lesões realísticas. (corpo e prova)	Software versionado e documentação de projeto.						X	X	
Elaboração do relatório final, da documentação e apresentação dos resultados para os membros do projeto.	Relatório final e documentação								X

Requisitos do candidato: Buscamos um candidato com experiência e independência para a execução do projeto nas áreas de instrumentação biomédica (experiência prévia com ultrassom será um diferencial), com proficiência em linguagens de programação, automação e técnicas de processamento de sinais e imagens, com desejável experiência com equipamentos médicos e normas regulatórias. O candidato também deve possuir os requisitos exigidos para a bolsa TT-5 FAPESP (https://fapesp.br/bolsas/tt).

Inscrições: Os candidatos devem encaminhar o CV Lattes/ORCID, uma Carta de Apresentação e um documento com a descrição de projetos científicos onde atuou previamente para o e-mail giimus@usp.br. As inscrições deverão ser realizadas de 28/11/2025 a 25/12/2025.