

Reconstruindo as imagens termográficas a partir dos arquivos JPEG em false color para auxílio no diagnóstico mastológico

Pedro Martins Menezes, Rodrigo Carvalho Serrano, Marcelo Zamith, Michele Knechtel, Anselmo Montenegro, Esteban Walter Gonzalez Clua, Simone Vasconcelos, Aura Conci, Instituto de Computação, UFF

Luciete A. Bezerra, Rita de Cássia F. de Lima Departamento de Engenharia Mecânica, UFPE
e-mail: pmenezes@ic.uff.br, rcarvalho@ic.uff.br, mzamith@ic.uff.br, mlessa@ic.uff.br, anselmo@ic.uff.br, esteban@ic.uff.br, simonevsinfo@yahoo.com.br, aconci@ic.uff.br, lucietebezerra@yahoo.com.br, ritalima@ufpe.br, home-page: <http://visual.ic.uff.br>, <http://medialab.ic.uff.br>, <http://www.demec.ufpe.br>

Introdução

A inspeção termográfica é uma técnica não-destrutiva que utiliza a radiação infravermelha emitida pelos corpos para, a partir das temperaturas dos pontos do corpo, observar padrões diferenciais com o objetivo de propiciar informações relativas à condição de um processo. O seu uso em aplicações médicas e biológicas é muito importante devido principalmente ao fato de não usar radiações ionizantes. Dentre as aplicações da termografia na medicina, pode-se destacar sua utilização na detecção de tumores.

Tumores mamários, de forma geral, necessitam de um fluxo constante de nutrientes para que se desenvolvam. Para este fim, estas células produzem substâncias responsáveis pela angiogênese (criação de novos vasos) ao redor do tumor. Estes novos vasos elevam o fluxo sanguíneo naquela região, causando assim um aumento da temperatura no local. Em tumores de mama, essa elevação da temperatura local pode ser observada sobre a superfície da mama através da captura de imagens térmicas. O diagnóstico por termografia, portanto, está intimamente ligada à perfusão dos líquidos (linfáticos e sanguíneos) dos pacientes, refletindo a dinâmica circulatória dos fluidos da superfície da pele. Representa assim um teste fisiológico, enquanto que outras formas de diagnóstico, como mamografia e ultra-som, representam testes anatômicos [1].

Um projeto aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e registrado no Ministério da Saúde sob o no. CEP/CCS/UFPE N°279/05, se encontra em andamento. Neste projeto está sendo analisada a viabilidade da utilização de câmeras termográficas no auxílio ao diagnóstico de distúrbios mamários [2]. Até agora já foram capturadas imagens termográficas de mais de 300 pacientes do Ambulatório de Mastologia da Clínica Ginecológica do Departamento Materno-Infantil do Hospital das Clínicas da UFPE. O projeto de um banco de dados foi desenvolvido e encontra-se em fase de permanente alimentação com novos pacientes e dados. Seu uso tem como objetivo permitir que os pesquisadores envolvidos no projeto possam efetuar a análise e o cruzamento das informações de cada paciente e auxiliar no diagnóstico preventivo de doenças mastológicas e

em especial do câncer de mama, que é a forma mais freqüente de câncer em brasileiras.

Formato das imagens no banco de dados

Nas imagens termográficas cada pixel da imagem corresponde a uma temperatura em graus Celsius da cena capturada. A forma mais simples de representar as imagens térmicas é como imagens em tons de cinza. Neste caso a variação (range) destas temperaturas pode ser associada à variação dos tons de cinza da imagem. Imagens térmicas em tons de cinza se apresentam como a imagem mostrada na figura 1, onde cada ponto da imagem de temperatura entre 31,3 e 39,0 graus Celsius passa a ser associado a um tom de cinza entre 0 e 255. Mas muito freqüentemente durante o exame o médico que está assistindo à paciente e visualizando o exame em tempo real, na tela do computador ao qual a câmera de infravermelho está ligada, representa as temperaturas de cada ponto por diferentes paletas de pseudo-cores. Neste caso, dependendo da técnica de atribuição de cores à temperatura escolhida, é feita uma associação distinta entre a temperatura de cada ponto e a cor em que o ponto aparecerá na imagem. A escolha destas diferentes técnicas de atribuição de paletas de cores visa permitir uma melhor identificação das assimetrias e possíveis problemas da mama. Na imagem mostrada na figura 2 tem-se cada ponto da imagem de temperatura entre 29 e 36 graus Celsius associado a um matiz completamente diferente. A associação de cores às temperaturas pode ser identificada pela legenda vertical à direita da imagem. Repare que, pela função de atribuição de pseudo cor escolhida pelo examinador, ficou bem evidente que a distribuição de temperatura nas duas mamas é muito mais assimétrica do que o normal e, principalmente, deixou bastante nítido um tumor que a paciente tem na região inferior de uma das mamas. Neste caso o aumento de temperatura na região do tumor atribuído as cores certas deixou bem evidente os limites da região afetada. Em outras palavras, o aumento de apenas 2 graus Celsius seria imperceptível em tons de cinza, mas ao ser associado a cores deixou facilmente identificável sua forma na imagem. Assim a transformação de pseudo-cor escolhida, por atribuir às temperaturas da mesma região a mesma cor e a cada

incremento de graus Celsius de temperatura cor completamente distinta, facilita aos olhos humanos a identificação das regiões na imagem. No entanto nem sempre a mesma transformação é escolhida, pois em alguns casos como nos cistos a região atingida é mais fria que as vizinhas [2] e também nem sempre a diferença de um grau Celsius para cada região é a melhor variação para identificar o que pode estar ocorrendo na mama. Assim o examinador varia as diversas paletas disponíveis até encontrar a que melhor permite identificar, na imagem, o problema da paciente. O programa utilizado para capturar as imagens do projeto é o ThermaCAM QuickView versão 1.3 (que pode ser obtido em <http://www.flir.ca/software>). Esse programa possui 15 opções de paletas, que são identificadas no menu do sistema pelos nomes: *Glowbow, Grey, Grey10, Greyred, Iron, Iron10, IronHi, Medical, Midgreen, Midgrey, Rain, Rain10, Rain900, RainHi, Yellow*. Durante o exame após identificar adequadamente o problema da mama da paciente a imagem é salva em formato JPEG, na melhor paleta de cores para o diagnóstico e armazenada no banco de dados.

O banco de dados já vem sendo alimentado há anos. Sendo este, por si só, uma poderosa fonte para extração de conhecimento. Já foram inseridos pacientes com dados muito relevantes, que além dos térmicos permitem o cruzamento das informações para auxiliar no diagnóstico e extração do conhecimento por técnicas de Inteligência Artificial, como por exemplo, os laudos em diferentes épocas da mesma paciente, e em uma mesma data exames proveniente de outras formas de aquisição complementares (mamografias, ultra-som, biopsias, etc.). Mas para as técnicas de fusão de informações e uso do banco de dados para extração e mineração do conhecimento armazenado no banco é necessário recuperar a informação de temperatura em cada ponto da mama. Pois o objetivo final do projeto é o cruzamento de informações buscando uma possível relação entre as temperaturas observadas na superfície da mama e o fato de o tumor ser maligno ou benigno.

Recuperação das temperaturas originais

A função de atribuição de cada uma das paletas pelo sistema não é conhecida. Mesmo assim poder-se-ia pensar em resolver o problema tentando as diversas combinações de ordenação em espaço de cores possíveis [3] até chegar à função de atribuição de cada uma delas e a principio desfazer o processo usando a função inversa. O problema é que o formato de armazenamento de imagens usado, o JPEG tradicional, é um formato com perda de informação, onde cada bloco de 8x8 pixels da imagem é representado pelos coeficientes truncados de transformada de cossenos. Ou seja, para recuperar a informação técnicas e heurísticas de maior complexidade computacional precisam ser usadas. Deve-se checar inclusive as perdas da informação depois dos resultados obtidos voltarem a ser utilizados pelo software para reconstruir uma imagem em pseudo cor como a armazenada originalmente. Assim o problema inverso de recuperação das temperaturas original acaba tornando-

se um sistema que pode vir a ser utilizado em diversas outras aplicações de imagens térmicas, onde como essa a informação original armazenada precisa ser restaurada com a maior precisão possível. Com o cruzamento de informações do BD espera-se obter uma relação entre as temperaturas encontradas na superfície da mama e as características tumorais benignas e malignas auxiliando assim, de fato, a obtenção e um diagnóstico precoce de doenças mastológicas.

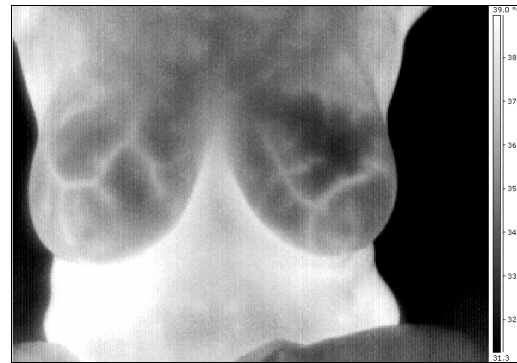


Figura 1: Exemplo de imagens térmicas representando a temperatura de cada ponto em tons de cinza

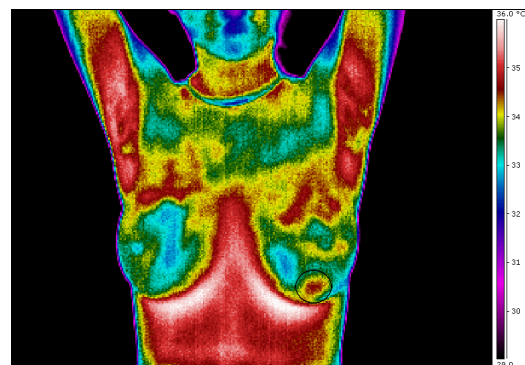


Figura 2: Imagens térmicas representando a temperatura de cada ponto em pseudo cor. A região marcada como círculo representa um tumor que ficou bem identificado devido a combinação de cores usada.

Referências bibliográficas

1. T.J. Love, Analysis and application of thermography in medical diagnosis, in Shitzer, A.; Eberhart, R. C.: *Heat transfer in medicine and biology*, vol. 2, pp. 333-352. New York: Plenum Publishing Corporation, 1985.
2. M. C. de Araújo, R. de C. F. de Lima, F. S. Magnani, F. G. C. Santos, R. Nunes, Uma investigação preliminar da possibilidade de utilização de câmera por infravermelho para detecção de diferentes patologias em clima tropical, XX Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, SP, pp. 105 -108, 2006.
3. Conci, A., Azevedo, E., Leta, F.R., *Computação Gráfica: Teoria e prática*, vol. 2- [Editora Campus](#) (Elsevier), Rio de Janeiro, Brazil, 2008.
4. Sonka, M., Hlavac, V., Boyle, R., *Image Processing, Analysis, and Machine Vision*, 3rd Ed. Thomson, 2008.