



Classificação de lesões mamárias em ultrassonografias por meio da Rede Convolutacional AlexNet e SVM

K. El Zein^{1,2*}, A.H. Fuchs¹, W.C.A Pereira³, S. Battistella⁴, A. Kauati⁵

¹Ciência da Computação/UNIOESTE, Foz do Iguaçu, Brasil

²Centro Latino-Americano de Tecnologias Abertas/PTI, Foz do Iguaçu, Brasil

³Programa de Engenharia Biomédica/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil

⁴Departamento de Engenharia Elétrica/ UNIOESTE, Foz do Iguaçu, Brasil

⁵Programa de Pós-Graduação em Eng. Elétrica e Computação/UNIOESTE, Foz do Iguaçu, Brasil

**khadyelzein@gmail.com*

Fundamentos, Motivação e Objetivo. O diagnóstico por imagens de ultrassom (US) surgiu como a principal técnica adjacente à mamografia, principalmente em pacientes com massas palpáveis e quando as mamografias são inconclusivas (10.1109/CEWIT.2013.6713755). Para minimizar biópsias desnecessárias é constante a pesquisa em sistemas de diagnóstico assistido por computador (*CAD - Computer-Aided Diagnosis*), baseado em imagens médicas. O objetivo desses sistemas é servir como uma segunda opinião a partir de métodos quantitativos contribuindo para aumentar a confiança de diagnóstico médico (10.1016/j.acra.2008.01.010). O processo de construção de um sistema CAD é dividido nas etapas de segmentação, extração e seleção de atributos e classificação. As lesões mamárias se diferenciam em duas classes básicas: benignas e malignas. Exemplos de classificadores incluem Máquinas de Vetor de Suporte (*SVM - Support Vector Machine*) (10.1002/uog.5205), Lógica Fuzzy (10.1109/IMVIP.2008.19) e Redes Neurais Artificiais (10.1148/radiol.2262011843). Estudos em ultrassonografia de mama incentivam a continuidade deste campo de investigação e o avanço em sistemas CAD pode ajudar a reduzir a taxa de falsos positivos que leva a procedimentos desnecessários, além de custos psicológicos, físicos e econômicos e a taxa de falsos negativos, que causa omissão de tratamentos que poderiam resultar em remissão (10.1016/j.cmpb.2017.12.012). Este trabalho analisa o uso da combinação de uma rede neural convolutacional denominada AlexNet, usada para extração de características da imagem de ultrassom, com Máquina de Vetor de Suporte, empregada para a subsequente classificação das imagens.

Métodos. O classificador foi desenvolvido utilizando um banco de dados do Programa de Engenharia Biomédica da COPPE/UFRJ, que consiste de 641 imagens de lesões mamárias adquiridas no Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA), no Rio de Janeiro. As imagens foram obtidas em um ultrassonógrafo Sonoline Sienna (Siemens, Germany) com um transdutor linear de 7,5 MHz, cuja resolução lateral e axial é de 0,49 mm e 0,45 mm, respectivamente. As imagens foram adquiridas do sinal de vídeo em 8 bits (10.1109/CEWIT.2013.6713755). Existem 413 lesões benignas e 228 malignas. As imagens foram processadas com o software Matlab® (MathWorks Inc.). A Rede Convolutacional (*CNN-Convolutional Neural Network*) AlexNet é empregada em *Deep Learning* e publicamente disponível, possui 5 camadas convolucionais, três das quais seguidas por camadas de *pooling* e três camadas totalmente conectadas (10.1145/3065386). As saídas dessas camadas podem ser extraídas como características, a camada totalmente conectada, chamada *fc7* foi usada neste trabalho, por sua baixa dimensionalidade e acurácia alta comparada com as demais, na configuração escolhida do classificador (10.1117/1.JMI.3.3.034501). As imagens originais foram divididas, randomicamente, em 20% para testes e 80% para treinamento. Os respectivos

conjuntos servem como entrada para a camada fc7 para que suas características sejam extraídas. O resultado desta etapa é passado como um dos parâmetros de entrada para uma Máquina de Vetor de Suporte para classificação. As médias aritméticas de acurácia, sensibilidade, especificidade e eficiência, durante 20 iterações, foram computadas, bem como seus coeficientes de variação. Sendo VN a taxa de verdadeiros negativos (lesões corretamente preditas como benignas), VP a de verdadeiros positivos (lesões corretamente preditas como malignas), FP a de falsos positivos (lesões incorretamente preditas como malignas) e FN de falsos negativos (lesões incorretamente preditas como benignas), formando todo o conjunto de dados, pode-se obter as métricas:

$$ACURÁCIA = \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN}$$

$$ESPECIFICIDADE = \frac{VN}{VN + FP}$$

$$SENSIBILIDADE = \frac{VP}{VP + FN}$$

$$EFICIÊNCIA = \frac{SENSIBILIDADE + ESPECIFICIDADE}{2}$$

Resultados. A Tabela 1 mostra a média aritmética de acurácia, sensibilidade, especificidade e eficiência, das 20 iterações, bem como seus coeficientes de variação (CV).

Discussão e Conclusões. O classificador de Máquina de Vetor de Suporte treinado com as características extraídas pela AlexNet obteve maior especificidade, mas sensibilidade e acurácia inferior ao que Gómez et al (2010, Anais do XXII CBEB, p. 399) conseguiu ao usar Máquina de Vetor de Suporte e seleção de atributos pela técnica de informação mútua e dimensionalidade intrínseca, no mesmo banco de imagens. Mostrando, assim, ser uma abordagem válida se comparada com outros métodos de seleção de atributos, porém, necessitando de ajustes adicionais. Outras configurações de máquinas de vetor de suporte estão sendo testadas e experimentos com outros classificadores estão sendo realizados (Análise Linear Discriminante e Redes Neurais Rasas), com o intuito de melhorar o desempenho. É necessário, também, considerar o uso de *cross validation* para divisão das porcentagens de teste e treinamento, evitando com maior segurança o desbalanceamento entre as classes. Pelo conhecimento dos autores este é o primeiro trabalho a usar a rede AlexNet para extração de características em ultrassonografias, outro trabalho usou a mesma em imagens de mamografia (10.1117/1.JMI.3.3.034501).

Figuras e Tabelas.

Tabela 1. Média dos resultados com seus respectivos coeficientes de variação.

Sensibilidade	Especificidade	Acurácia	Eficiência
80,95% (CV: 0,0573)	88,54% (CV: 0,0380)	85,82% (CV: 0,0314)	84,75% (CV: 0,0335)

Agradecimentos. CNPq 311.650/2017-1, FAPERJ E-26/203.041/2015 e CAPES/PROEX

Palavras-chave. Ultrassom médico; Máquina de Vetor de Suporte; Rede Neural Convolutacional; *Deep Learning*.