



CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

FEPEG

F Ó R U M
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

PRINCÍPIOS BÁSICOS DAS REDES NEURAIS ARTIFICIAIS E SUA APLICABILIDADE NA ENGENHARIA ESTRUTURAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Autores: THALES HENRIQUE MIRANDA CRISCOLO, ISABELA DE OLIVEIRA NUNES COSTA, AMANDA AMARAL DE OLIVEIRA, ANA PAULA PEREIRA ARAÚJO, LARISSA GONÇALVES FONSECA, HENRIQUE MONTEIRO SALDANHA, JOÃO CARNEIRO NETTO

Introdução

A ciência de dados tem evoluído para tratar de problemas cuja complexidade leva à inexistência de metodologias de resolução para os mesmos ou, ainda, à insuficiência das metodologias existentes para seu tratamento. Incluem-se nesse viés problemas de aproximação universal de funções, classificação de padrões e métodos para predição de variáveis (BRAGA et al., 2007). As redes neurais artificiais (RNAs) se inserem nesse contexto como uma consagrada abordagem que se orienta para a obtenção rápida de soluções seguras. Projetadas sob inspiração da estrutura neural do cérebro humano, as RNAs trabalham sob um treinamento capaz de produzir aprendizado e experiência, o que as torna eficazes para organizar relações entre dados, tolerar falhas e generalizar soluções (MEON, 2012).

Redes Neurais Artificiais são sistemas computacionais construídos a partir de um conjunto de neurônios artificiais inspirados no sistema nervoso de seres vivos. Esses sistemas são capazes de adquirir conhecimento a partir do ajuste de parâmetros – os pesos sinápticos – realizado mediante a utilização de um algoritmo de treinamento e de funções de ativação, que trabalham conjuntamente para minimizar uma medida de erro calculada entre a saída da rede e a informação considerada (SILVA et al., 2010), procedimento que condiciona a obtenção de soluções para muitos problemas das engenharias.

Diante desta questão, propõe-se discorrer acerca dos princípios básicos e dos aspectos topológicos que fundamentam as RNAs, contextualizando-as com aplicações na Engenharia Estrutural. A metodologia adotada compreende pesquisa exploratória, perfazendo-se em revisão bibliográfica e objetivando colaborar brevemente com os estudos sobre Redes Neurais Artificiais para resolução de problemas de Engenharia Estrutural

Material e métodos

A pesquisa consiste em uma revisão narrativa da literatura, iniciada com a definição do tema “Princípios básicos das Redes Neurais Artificiais e sua aplicabilidade na Engenharia Estrutural”. Seu desenvolvimento segue com a investigação dos parâmetros inerentes ao tema e com a seleção dos materiais bibliográficos que fornecem as informações sobre o assunto, envolvendo livros e artigos. Após a leitura dessa coletânea, é realizada uma análise das informações obtidas e, por conseguinte, a sua interpretação, culminando na solidificação do conhecimento. A construção da coletânea de textos utilizada na pesquisa se fez através de buscas na biblioteca da Universidade Estadual de Montes Claros e em meio eletrônico, realizadas mediante uso das palavras-chave “*Redes Neurais Artificiais*”, “*Artificial Neural Networks*” e “*Aplicações das RNAs para engenharia estrutural*”. As informações expostas neste texto são fruto de uma compilação de 3 livros e 4 artigos, publicados em inglês e em português.

Resultados e discussão

1. Bibliografia contendo terminologia e informações gerais

Com a leitura da coletânea bibliográfica, tornou-se possível elencar as atividades necessárias à implementação de uma rede neural, a saber: definição do conjunto de dados, definição da topologia, implementação de algoritmos, treinamento, operação e avaliação de dados. Nesse contexto, é possível determinar variáveis que podem influenciar a eficiência das RNAs, como o algoritmo de treinamento utilizado e as funções de ativação consideradas.

Cinco das sete obras estudadas contemplam uma visão geral sobre as RNAs. Como modelos computacionais inspirados no cérebro humano, elas são constituídas por um conjunto de neurônios artificiais, estruturas simplificadas de processamento projetadas em software ou em hardware (SILVA et al., 2010). A Fig. 1 representa o modelo de neurônio artificial no qual o conjunto de informações de entrada $\{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}$, é coletado pelo neurônio, que define um conjunto de valores $\{W_1, W_2, \dots, W_n\}$ admitidos como pesos sinápticos que, por sua vez, pondera a relevância dessas entradas através da multiplicação destas pelos seus respectivos pesos sinápticos. Em seguida, o



CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

FEPEG

F Ó R U M
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

A operação de um algoritmo de aprendizado numa rede neural artificial a nível prático com foco num treinamento eficiente tem, conforme Glorot e Bengio (2010), se mostrado desafiadora. Em sua publicação, os autores aludiram às funções matemáticas utilizadas como funções de ativação, discutindo seus efeitos sobre o processo de treinamento e concluindo que as funções ELU (unidade linear exponencial), Leaky ReLU (versão melhorada da função ReLU) e ReLU (unidade linear retificada) proporcionam um treinamento com maior minimização do erro quando comparadas com as funções tangente hiperbólica e logística. Em caráter ilustrativo, o Quadro 1 relaciona as funções de ativação avaliadas, suas sentenças de definição e seus respectivos intervalos de imagem. A escolha de uma dessas funções para o projeto de uma rede neural artificial, ainda assim, leva em conta as propriedades matemáticas que a função apresenta conjugada com as particularidades de sua arquitetura.

Outro aspecto que tem relevância para a operação das RNAs são os seus processos de treinamento. Destes, os mais populares são o treinamento supervisionado, o treinamento por reforço e o treinamento não-supervisionado. No primeiro, um conjunto de treino contendo entradas e saídas correspondentes desejadas é apresentado ao algoritmo de treinamento para a minimização do erro. No segundo, um incremento, isto é, um reforço é produzido sobre a saída da rede para ponderar a adequação das saídas produzidas. O treinamento não-supervisionado, por sua vez, realiza o ajuste dos pesos sinápticos sem o uso de pares entrada-saídas desejadas, de modo que a própria rede identifique similaridades sobre o conjunto de amostras (BRAGA et al., 2007).

A disposição dos neurônios em camadas e em relação uns aos outros determina as diferentes arquiteturas que constituem uma RNA, consagrando-se as redes feedforward de camadas múltiplas como uma abordagem usual para redes neurais artificiais (SILVA et al., 2010). Essa arquitetura se popularizou com a publicação do livro *Parallel Distributed Processing* (RUMELHART et al., 1986), que apresentou o algoritmo de aprendizagem denominado *backpropagation*. Sua operação consiste em, numa primeira fase, propagar as informações de entrada ao longo dos neurônios da rede, mantendo-se fixos os valores dos pesos sinápticos e obtendo como saídas valores ponderados por tais pesos e, numa fase posterior, propagar para as camadas anteriores da rede o erro calculado entre os valores ponderados e os valores desejados como solução, minimizando este erro com o auxílio de um algoritmo de minimização e permitindo o ajuste dos pesos sinápticos. O ajuste aproxima estatisticamente a resposta produzida pela rede da resposta desejada, determinando, assim, seu treinamento (SILVA et al., 2010)

1. *Bibliografia com aplicações à Engenharia Estrutural*

Dos estudos analisados, dois deles realizaram aplicações de RNAs para solucionar problemas típicos da Engenharia Estrutural.

Meon (2012) apresentou o desempenho de uma rede neural artificial para realizar a otimização de estruturas em pórticos. O conjunto de projetos de pórticos foi obtido usando um software baseado no Método dos Elementos Finitos (MEF) e tomando-se as restrições de tensão e deslocamento como critério ideal. Os dados otimizados foram utilizados para realizar o treinamento de uma rede operando por meio do algoritmo *backpropagation*. O objetivo foi identificar a capacidade que possuem as RNAs para prever com exatidão as soluções para o problema. Foram realizados três estudos de caso com diferentes configurações estruturais e os resultados indicaram que a rede neural funcionou bem para prever os critérios de otimização.

Lastiri e Pauletti (2004) abordaram uma metodologia alternativa para a resolução de problemas de Engenharia Estrutural explorando, por meio de planilhas eletrônicas, o uso de RNAs em duas aplicações: o dimensionamento de uma viga em concreto armado e a análise de uma chapa de aço com um furo no centro. Buscando averiguar a eficácia das RNAs na resolução desses problemas, os autores conseguiram implementar de forma satisfatória as soluções propostas. Os resultados obtidos para ambas as aplicações demonstraram que as redes produziram erros relativos aos dados originais inferiores aos previamente estabelecidos pelos autores para caracterizar seu êxito, comprovando o seu bom treinamento e a sua aplicabilidade em problemas dessa natureza .

Considerações finais

As Redes Neurais Artificiais têm sido empregadas como uma metodologia alternativa bem-sucedida para o tratamento de problemas complexos, incluindo problemas de Engenharia Estrutural. Seu emprego deve considerar um conjunto de informações construído de forma a refletir as particularidades e a fenomenologia do problema abordado. Para tanto, deve-se, antes disso, se atentar para a terminologia que a fundamenta, bem como para as variáveis que garantem um bom desempenho computacional às mesmas. Nesse sentido, por meio de revisão bibliográfica, o estudo sobre seus princípios básicos revelou o funcionamento de um neurônio artificial, a importância das funções de ativação, os tipos de processo de treinamento e o *backpropagation*, consagrado algoritmo de aprendizagem que compõe o núcleo de alguns modelos de redes neurais artificiais. O estudo ainda analisou aplicações bem-sucedidas das RNAs à Engenharia Estrutural corroborando a tese de que sua utilização como metodologia alternativa para solução de problemas desse



CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

FEPEG

F Ó R U M
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

Referências bibliográficas

DE PÁDUA BRAGA, Antônio; DE LEON FERREIRA, André Carlos Ponce; LUDERMIR, Teresa Bernarda. **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**. LTC Editora, 2007.

GLOROT, Xavier; BENGIO, Yoshua. Understanding the difficulty of training deep feedforward neural networks. In: **Proceedings of the thirteenth international conference on artificial intelligence and statistics**. 2010. p. 249-256.

LASTIRI, C. P.; PAULETTI, R. M. Aplicação de Redes Neurais Artificiais à Engenharia de Estruturas, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Ruy_Pauletti/publication/237711042_Aplicacao_de_Redex_Neurais_Artificiais_a_Engenharia_de_Estruturas/links/550ae6ad0cf265693cee8a44/Aplicacao-de-Redes-Neurais-Artificiais-a-Engenharia-de-Estruturas.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

MCCULLOCH, Warren S.; PITTS, Walter. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. **The bulletin of mathematical biophysics**, v. 5, n. 4, p. 115-133, 1943.

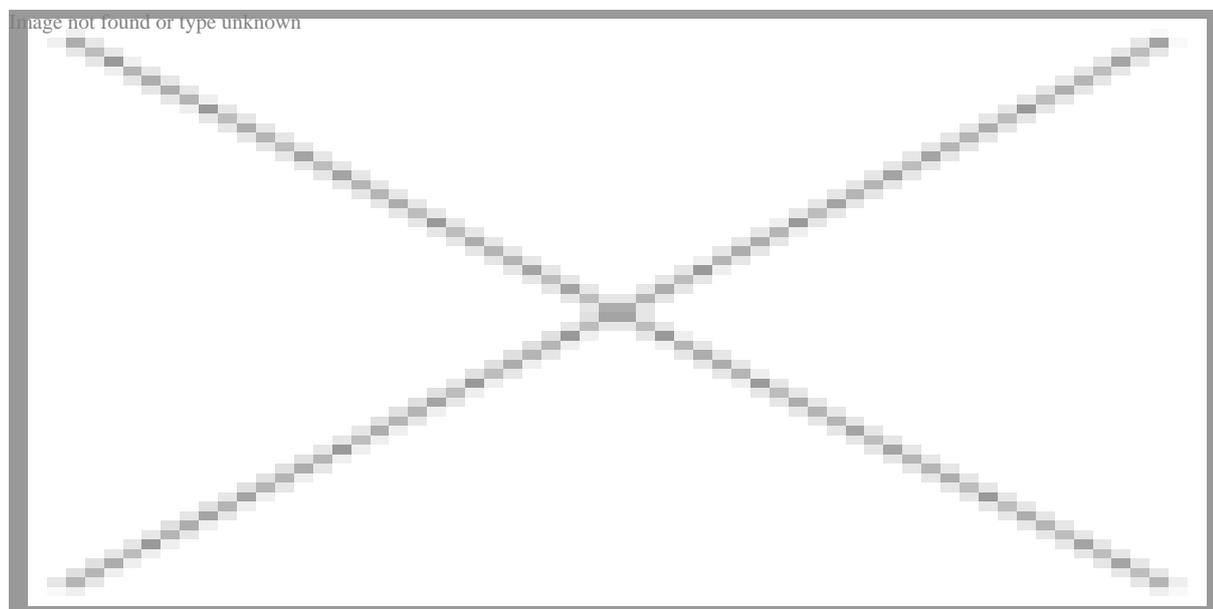
MEON, Mohd Suhairil et al. Frame optimization using neural network. **International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology**, v. 2, n. 1, p. 28-33, 2012.

RUMELHART, David E.; MCCLELLAND, James L. Parallel distributed processing: explorations in the microstructure of cognition. volume 1. foundations. 1986.

SILVA, I. N. D. et al. **Redes neurais artificiais para engenharia e ciências aplicadas: curso prático**. São Paulo, SP, Brasil: Artliber Editora Ltda, 2010.

Quadro 1. Funções de ativação. Fonte: o autor.

TIPO DE FUNÇÃO	SENTENÇA	INTERVALO DE IMAGEM
Função logística (sigmóide)	$g(u) = \frac{1}{1 + e^{-u}}$	[0, 1]
Função tangente hiperbólica	$g(u) = \frac{1 - e^{-u}}{1 + e^{-u}}$	[-1, 1]
Função linear retificada (ReLU)	$g(u) = \max\{0, u\}$	[0, ∞]
Função <i>Leaky ReLU</i>	$g(u) = \max\{u, 0\}$	[-∞, ∞]
Função unidade linear exponencial (ELU)	$g(u) = u, \text{ se } u \geq 0; e^{-1}u - 1, \text{ se } u < 0$	[-1, ∞]





FEPEG

F Ó R U M
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

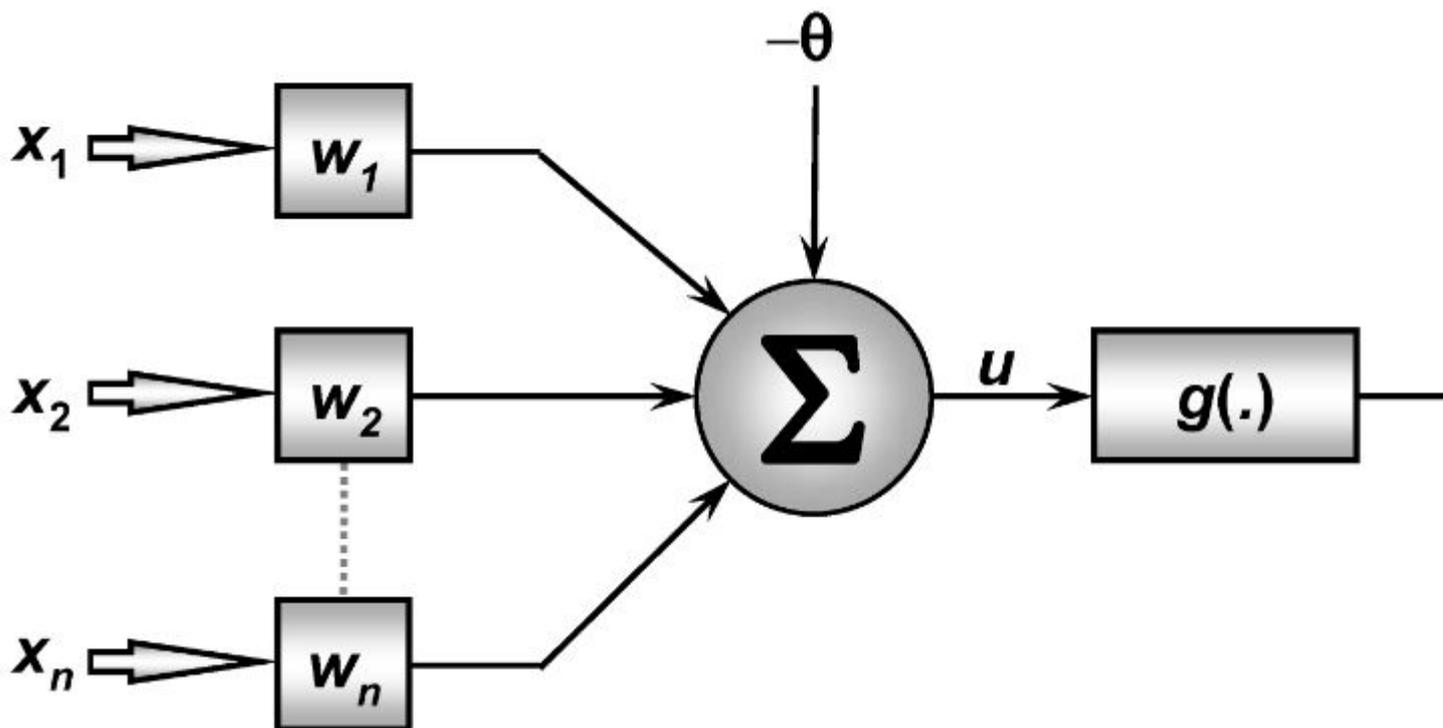


Figura 1. Neurônio artificial. Fonte: o autor, adaptado de Haykin (1994).