Um estudo no uso de Redes Neurais Artificiais associada com conceitos de Tecnologia Adaptativa na solução de problemas complexos

Carlos Roberto ROSSINI Junior, Almir Rogéro CAMOLESI

junior_rossini9@hotmail.com, camolesi@femanet.com.br

RESUMO: Este artigo tem como objetivo estudar a utilização da rede neural artificial de múltiplas camadas em conjunto com a tecnologia adaptativa para o desenvolvimento de aplicações complexas. São demonstrados os conceitos de ambas tecnologias e suas principais áreas de aplicações. Assim sendo, é realizado o desenvolvimento de funções adaptativas que poderão ser utilizadas em uma rede neural artificial de múltiplas camadas, as quais serão utilizadas na produção de uma aplicação que demonstra graficamente a rede neural artificial de múltiplas camadas, executando funções adaptativas.

PALAVRAS-CHAVES: Tecnologia Adaptativa, Rede Neural Artificial, Inteligência Artificial.

ABSTRACT: This article has a objective studying an utilization of artificial neural network multilayer perceptron with adaptative technology for the developmente of complex aplications. Are demonstrated the concepts of both Technologies and their main researchs áreas, therefore, are realized a development of adaptatives functions, which will be used in a production of a application that demonstrates graphically the artificial neural network multilayer perceptron, executing adaptives functions.

KEYWORDS: Adaptative Technology, Artificial Neural Network, Artificial Inteligence.

1. Introdução

Um dos ramos mais estudado na computação na atualidade é a Inteligência Artificial, esta fator se deve ao considerável quantidade de pesquisas necessárias a serem realizadas e a sua alta utilização nos meios empresariais. Atualmente, pode ser considerado que os Algoritmos Genéticos e as Redes Neurais Artificiais como principais objetos de estudos relacionado a Inteligência Artificial.

Aguiar (2010), apresenta o desenvolvimento de um sistema de identificação do surgimento de vazamento em dutos, o qual utiliza uma rede neural artificial que recebe sinais de sensores de pressão, mostrando a sua eficácia, pois consegue discriminar os sinais que são de vazamentos e de não vazamento e as suas localizações.

Rocha (2001) elaborou um estudo que visa o desenvolvimento de um método de construção de modelos e resolução de problemas complexos utilizando-se dispositivos

adaptativos. Para tal, foram realizados estudos comparativos entre autômatos adaptativos, redes neurais, algoritmos genéticos e agentes, extraindo destes dispositivos, características que permitiram a composição do modelo denominado Busca de Soluções por Máquina Adaptável (BSMA) (ROCHA, 2001). Neste contexto situa-se este trabalho que tem por objetivo o estudo de Redes Neurais e Tecnologias Adaptativas e a associação de tais conceitos para o desenvolvimento de aplicações complexas.

2. Redes Neurais Artificiais

As redes neurais artificiais podem ser consideradas como uma maneira de representar o sistema nervoso de maneira computacional, permitindo a criação de um modelo computacional com capacidades de possuir comportamento inteligentes, como o de aprender e errar de acordos com as suas experiências. Para Barretos (2002) as redes neurais artificiais consistem em um modo de abordar a solução de problemas de inteligência artificial.

Os sistemas de redes neurais artificial são considerados como sistemas paralelos e distribuídos, sendo compostos por diversas unidades de processamento simples, as quais podem ser chamadas de nodos ou neurônios. Estes nodos são capazes de realizar cálculos de funções matemáticas.

Para Morais (2010), um dos principais atrativos das redes neurais artificiais é a capacidade de aprender através de exemplos e de generalizar a informação aprendida. Desta forma, uma rede neural artificial consegue realizar seu aprendizado através de um número reduzidos de exemplos e suas respostas serão coerentes para informações desconhecidas.

2.1 Inteligência Artificial

Computadores modernos possuem a facilidade de realizar cálculos matemáticos complexos, enquanto um humano possui dificuldade para realizar o mesmo. Entretanto, algumas tarefas como identificar um objeto em uma imagem é uma tarefa muito fácil para um humano, enquanto para um computador, realizar esta tarefa pode ser algo extremamente complexo. Esta é uma comparação realizada por Rashid (2016), que demonstra um dos motivos que a Inteligência Artificial ser uma área com um grande foco de pesquisas.

Schalkoff (1990) define a Inteligência Artificial como uma área de pesquisa a qual procura explicar e realizar simulação referente a comportamentos inteligentes utilizando meios computacionais.

Um dos primeiros artigos realizado relacionado a Inteligência Artificial foi escrito por Turing (1950). Em seu artigo, Turing propõe um jogo onde iriam participar três jogadores, sendo o jogador (A) seria um interrogador, e o jogador (B) e (C) seriam um de sexo masculino e outro feminino. Neste jogo, o interrogador tem que descobrir qual o sexo dos jogadores (B) e (C) apenas por perguntas. Turing propôs que o jogador (A) seja substituído por uma máquina, onde tanto o jogador (B) e (C) não saberiam que este jogador seria uma máquina. Desta forma, seria possível demonstrar que uma máquina conseguiria executar um papel de interrogador tão bem quanto um humano, demonstrando sinais de inteligência provida de meio artificial.

O termo *Machine Learning* também conhecido pela a livre tradução como Aprendizagem de Máquina, exerce uma grande função em meio da Inteligência Artificial.

Samuel (1959), define o termo Aprendizagem de Máquina como um subcampo da inteligência artificial, o qual provê a um sistema computacional a habilidade de aprender. Devido a este fato, este é um campo essencial para as Redes Neurais Artificiais, pois é com a Aprendizagem de Máquinas, que as Redes Neurais Artificiais irão balancear os seus pesos para fornecer resultados de saídas correto

2.2 Neurônio Artificial

O neurônio Artificial é um modelo matemático formulado por McCulloch e Pitts (1943) que simula um neurônio biológico com base nos conhecimentos que se tinham sobre o neurônio naquela época.

O trabalho de McCulloch e Pitts teve uma grande importância no rami da Inteligência Artificial e principalmente nas Redes Neurais Artificiais, o qual foi utilizado como base para o desenvolvimento de formalismos de Redes Neurais Artificiais complexas.

No modelo de McCulloch e Pitts (MPC), é representado por um número $N > 1$ de entradas, onde cada entrada é representado por um valor de peso.

Para verificar a ativação do neurônio artificial, é realizado o produto escalar entre os valos de entrada e seus respectivo pesos, caso o valor for maior ou igual a 1, significaria que o neurônio foi ativado, senão o neurônio não é ativado. Basicamente, no modelo MCP apenas consegue realizar o retorno de valores lógicos.

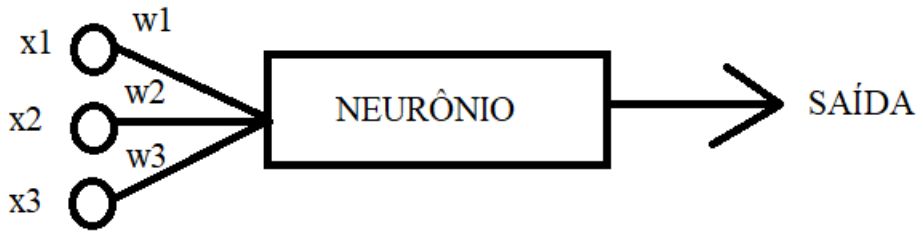

Figura 1: Representação Gráfica MCP.

2.3 Perceptron

O Perceptron é um algoritmo desenvolvido por Frank Rosenblatt (1957), é considerado como um dos tipos mais simples de implementação de uma Rede Neural Artificial, o qual utiliza como fundamentos o modelo de McCulloch e Pitts para a sua elaboração.

Shiffman (2012) demonstra o Perceptron como um modelo computacional de um simples neurônio, o qual consiste em possuir diversas entradas de dados, um núcleo de processamento e uma saída, o qual o possibilita apenas a saída de valores lógicos.

Para realizar a verificação da ativação do neurônio de acordo com os valores dado como entrada, foi realizado o desenvolvimento do seguinte algoritmo em base da fórmula proposta por Rosenblatt.

Algoritmo 1: Função de Ativação

```
function funcaoAtivacao(entradas, pesos)
        local soma = 0
        for i = 1, #entradas, 1 do
                soma = soma + entradas[i] * pesos[i]
        end
        if soma < 1 then
                return 0
        else
                return 1
        end
end
```

É possível treinar uma Rede Neural Artificial do tipo Perceptron utilizando métodos de aprendizagem de máquinas supervisionados. É possível utilizar da regra delta para elaborar o algoritmo de aprendizagem, onde a partir de uma amostra de resultados corretos para determinadas entradas, o algoritmo de aprendizagem irar regulando o valor de peso de cada respectiva entrada.

O algoritmo demonstrado abaixo, é a implementação de um método de aprendizagem simples para se utilizar em Redes Neurais Artificiais do tipo Perceptron.

Algoritmo 2: Ajuste de Peso

```
function ajustarPesos(valorEsperado, valorObtido, entradas, pesos)
	local valorErro = valorEsperado - valorObtido
	if valorEsperado ~= 0 then
		for i = 1, #pesos, 1 do
			pesos[i] = pesos[i] + (taxaAprendizagem * entradas[i] *
valorErro)
		end
	end
end
```

2.4 Perceptron de Múltiplas Camadas

Pal e Mintra (1992) demonstram que uma Rede Neural Artificial do tipo Perceptron de Múltiplas Camadas é muito parecido com uma Rede Neural Artificial do tipo Percepetron simples, sendo a sua principal diferença a quantidade de neurônios.

Enquanto o Perceptron simples possuí apenas uma camada de neurônio, uma rede do tipo Perceptron de Múltiplas Camadas pode possuir diversos números de neurônios, desta forma, o resultado obtido nos primeiros neurônios, serão utilizados nos neurônios posteriores como valor de entrada.

O treinamento mais utilizado em uma Rede Neural de Múltiplas Camadas é o do tipo supervisionado, o qual utilizada do algoritmo chamado de *Backward propagation of errors* (BOURLARD, WELLEKENS, 1989), o qual pode ser chamado na livre tradução de retro-propagação do erro.

3. Tecnologia Adaptativa

Neto (1993) demonstra a Tecnologia Adaptativa como uma técnica de modelagem de aplicações que permite o comportamento modificável para as mesma. Para permitir que um aplicação possui um comportamento adaptativo, é necessário que ela possua um dispositivo subjacente (modelo computacional dirigido por regras) e um mecanismo adaptativo.

O mecanismo adaptativo é um conjunto de funções que irão alterar o funcionamento do dispositivo subjacente sem a necessidade de uma interferência externa. As alterações consistem em mudar ou adicionar regras para o dispositivo subjacente e alterar a ação que o dispositivo subjacente irá realizar, caso validada.

A Tecnologia Adaptativa pode ser utilizado em diversos campos da computação, conforme foi demonstrado por Pistori (2003). Em seu artigo, Pistori desenvolve um jogo da velha onde o jogador consegue realizar movimentos a partir do movimento dos olhos, utilizando da visão computacional em conjunto da tecnologia adaptativa.

Tchemra (2009) utilizou de uma tabela de decisão como sendo um dispositivo subjacente e aplica um mecanismo adaptativo, permitindo seu dispositivo se auto modificar em tempo de execução.

4. Estudo de Caso

Nesta seção será apresentado o desenvolvimento do estudo de caso desenvolvido neste trabalho. Em sua primeira parte, será demonstrado o estudo da utilização da tecnologia adaptativa na construção de uma Rede Neural Artificial de Múltiplas Camadas, já em sua segunda parte, será dedicada para demonstrar o desenvolvimento da aplicação que utiliza do conjunto de tecnologias estudada.

Os algoritmos que serão apresentado a aplicação foram desenvolvidos utilizando a linguagem Lua.

4.1 Rede Neural Artificial de Múltiplas Camadas Adaptativa

Através de um algoritmo de treinamento, uma rede neural artificial consegue alterar os pesos de suas entradas e consequentemente irá resultar uma alteração no resultado de um conjunto de entradas, conforme demonstrado por Specht (2002). Desta forma, uma rede neural artificial já possui aspectos adaptativos, pois pode se considerar o algoritmo de treinamento como um mecanismo adaptativo.

Conforme exibido por Pal e Mintra (1992), a rede neural artificial de múltiplas camadas possui diversas camadas de neurônios, as quais são chamadas de camadas ocultas e em um estudo realizado por Basu et al. (2012), que através de uma implementação de uma rede neural artificial de múltiplas camadas para realizar o reconhecimento de numerais escritos à mão, demonstrou que de acordo com a quantidade de camadas pode melhorar a precisão de reconhecimento, porém existe um limite, onde ultrapassado este limite, ao adicionar novas camadas, a precisão de reconhecimento destes numerais irá decaindo.

A tecnologia adaptativa tem como principal atrativo a mudança de estrutura de um modelo computacional em meio a tempo de execução, sem necessidade da interferência

de um meio externo. Desta forma, é possível realizar uma função adaptativa a qual irá adicionar ou remover novas camadas ocultas na rede neural.

O algoritmo a seguir, demonstra a implementação da função de adição de camada na rede neural artificial de múltiplas camadas.

Algoritmo 3: Adicionar Camada

```
function adicionarCamada(rede, posCamada, conjNeuronio)
	local camada
	camada.saidas = rede[rede.length].saidas
	for i = 1, #conjNeuronio, 1 then
		for j = 1, #rede[rede.length].conjNeuronio, 1 then
			table.insert(conjNeuronio[i].entradas,
			rede[rede.length].conjNeuronio[j].entradas)
		end
	end
	camada.conjNeuronio = conjNeuronio
	if (posCamada < rede.length + 1) then
		table.insert(rede, camada)
	else
		table.insert(rede, posCamada, camada)
	end
end
```

Basicamente, o algoritmo de inserção de camada oculta permite a inserção da camada em qualquer posição da rede neural artificial. A camada sempre receberá saída da camada em que ela está tomando a posição.

4.2 Desenvolvimento da Aplicação

Para representar o estudo de caso deste trabalho, foi desenvolvido uma aplicação que irá representar de maneira gráfica a estrutura da rede neural artificial.

A principal inspiração para o desenvolvimento de aplicação é a possibilidade de possuir uma nova ferramenta para auxiliar no entendimento do funcionamento da tecnologia adaptativa, como também de uma rede neural artificial de múltiplas camadas.

Ao executar a aplicação, já vem definido uma rede neural artificial com apenas uma camada oculta, desta forma, o usuário irá poder ir adicionando novas camadas ao decorrer.

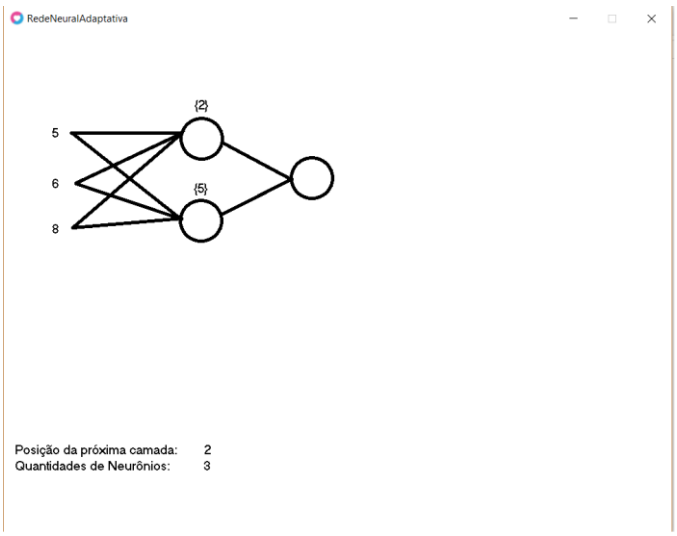

Figura 2: Executando a Aplicação.

Ao executar a aplicação, será dado uma rede neural artificial conforme demonstrada na imagem, com valores de entradas e pesos gerados aleatoriamente.

Para interagir com a aplicação, o usuário pode utiliza as setas do teclado horizontais para aumentar e diminuir a posição da camada a ser inserida, as setas do teclado verticais para aumentar e diminuir a quantidade de neurônios que serão inserido e a tecla de espaço para realizar a inserção.

A seguinte imagem irá demonstrar o resultado da inserção de uma camada oculta.

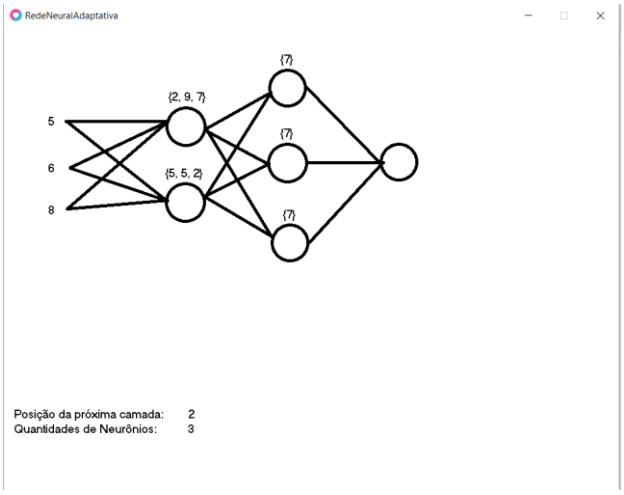

Figura 3: Utilização de Função Adaptativa na Aplicação.

A aplicação gera valores aleatórios para os novos pesos que foram necessários para adição da camada oculta.

5. Conclusão

Neste projeto de pesquisa foram apresentados os conceitos de redes neurais artificiais e as sua áreas de implementação, através destes estudos, foi demonstrado as vantagens da utilização das mesma para resolução de problemas complexos.

A utilização da tecnologia adaptativa pode ser muito benéfica para o desenvolvimento de uma aplicação que utiliza de uma rede neural artificial. Conforme dito por Basu, et al. (2012) a quantidade de camadas ocultas interferem diretamente na precisão do resultado a ser obtido, desta forma, este trabalho contribui diretamente neste fator, pois ele traz a implementação de um código que pode adicionar novas camadas em uma rede neural em tempo de execução.

Existem diversas outras função adaptativas que podem ser implementadas nas redes neurais de múltiplas camadas, como por exemplo a própria remoção de camadas, alteração dos neurônios que irão receber o valor da saída da camada anterior e a alteração da função de ativação dos neurônios.

Como trabalhos futuros, pretende-se desenvolver as funcionalidades citadas anteriormente e melhorar a aplicação gráfica já desenvolvida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, J. M. **Introdução as redes neurais artificiais.** V Escola Regional de Informática. Sociedade Brasileira de Computação, Regional Sul, Santa Maria, Florianópolis, 2002.

BASU, S. et al. **An MLP based Approach for Recognition of Hand written 'Bangla' Numerals.** Computer Sc. & Engg. Dept., MCKV Institute of Engineering, Liluah, India, 2012.

BOURLARD, H.; WELLEKENS, C.J. **Links between Markov models and multilayer perceptrons.** In Advances in neural information processing systems (pp. 502-510), 1989.

MCCULLOCH, W. S.; PITTS, W. H. **A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity.** Bulletin of mathematical biophysics, v. 5, p 115-133, 1943.

NETO, J. J. **Contribuições à Metodologia de Construção de Compiladores.** Teste de livre docência. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1993.

PAL, S.K.; AND Mitra, S. **Multilayer Perceptron, Fuzzy Sets, Classifiaction.** IEEE Transactions on Neural Networks**,** 1989**.**

RASHID, T. **Make Your Own Neural Network**. p. 222, 16 de Abril, 2016.

ROSENBLATT, F. **The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain.** Psychological Review, 65, 386–407, 1957.

SAMUEL, A.L. **Some studies in machine learning using the game of checkers.** IBM Journal of research and development, pp.210-229, 1959.

SCHALKOFF, R.J. **Artificial Intelligence: An Engineering Approach**. McGraw-Hill, New York. 1990.

SHIFFMAN, D. **The Nature of Code. Disponível em: <www.natureofcode.com>.** Acesso em: 31 jul. 2018.

SPECHT, D.F. **A general regression neural network.** IEEE transactions on neural networks, pp.568-576, 1991.

TCHEMRA, A.H. **Tabela de Decisão Adaptativa na Tomada de Decisão Multicritério.** Tese de Doutorado, Escola Politécnica da USP, 2009.

TURING, A. M. **Computing and Intelligence.** Mind 49: p. 433-460,1950.