

論文内容要旨

報告番号	甲 先 第 236 号	氏 名	生田 智敬
学位論文題目	Investigation of Artificial Neuron-Glia Network (人工ニューロングリアネットワークに関する研究)		
<p>内容要旨</p> <p>A human brain has two kinds of cells which are a neuron and a glia. The neuron has been investigated by many researchers, because this cell transmits electric signals. In addition, many types of artificial neural networks have been proposed for the application of the neuron. On the other hand, the glia was considered to a support cell for the neuron. Recently, some researchers discovered that the glia transmits signal by using the ion concentration. Moreover, the glia has many receptors to various ions such as glutamate acid, calcium, and adenosine triphosphate. From these functions, the glia is currently considered to the important cell for a higher brain function. However, the researches about glia are quite primitive. Especially, the application of the glia is poorly investigated. I focused on the function of calcium of the glia. The glia generates the calcium concentration wave and influences the glia and the neurons. I model the generation and propagation of the calcium wave and consider the application for the artificial neural network.</p> <p>In this study, I propose a new Multi-Layer Perceptron (MLP) with a pulse glial chain (PGC) inspired by the functions of astrocytes. All glia are individually connected to the neurons in the hidden layer of the MLP and have an interactive effect in the glial network. A neuron output is greater than a glial excitation threshold, hence it can excite a glial cell. The excited glial cell generates a pulse, and the pulse influences the excitation threshold of the neuron and the states of the neighboring glia. The glial pulse is attenuated exponentially and induces a pulse chain. The neighboring glia are excited and generate pulses subsequent to those of the first excited glial cell, thereby propagating the pulse in the glial network. The generated pulse is transmitted to the connected neuron and influences the excitation threshold of this neuron. This pulse accelerates the convergence of the weight update of the connected neuron because the pulse retains the large value of the neuron. A neuron output greater than the glial excitation threshold almost converges to a local optimum value, which is therefore retained by the pulse. The neighboring neurons obtain energy from the pulses propagated by other glia. The influence of a pulse is independent of the states of the neighboring neurons. Therefore, the neighboring neurons deviate from the local optimum values of their neighboring neurons. I consider that the pulse glial chain (PGC) accelerates the learning of the entire MLP network.</p> <p>In the simulations, I compare the performance of six types of MLPs which are a conventional MLP, an MLP with random noise, an MLP with simulated annealing noise, an MLP with randomly timed pulses, an MLP with glial pulse, and an MLP with PGC. The conventional MLP does not have the external unit, and others respectively have different external units in the hidden layer. This study confirms that the MLP with PGC has better performance than other MLPs in learning time series, solving the Proben 1, and solving the two-spiral problem (TSP). In these simulations, I compare the approximation performance for learning data set and generalization capability for unlabeled learning data set. Moreover, I apply the Wilcoxon signed-rank test to every result. In addition, I discuss about the effects of the PGC. The updated weights between the neurons are influenced by the PGC. In the conventional MLP, the neurons are averagedly learned, because every neuron is equivalent. In the MLP with PGC, the updated weights between the neurons are biased with the position of the neuron. The neighboring neurons receive the glia pulses at nearly the same time. I consider that this learning bias helps to bypass the local minimum.</p>			

論文審査の結果の要旨

報告番号	甲 先 第 236 号	氏 名	生田 智敬
審査委員	主査 上田 哲史 副査 島本 隆 副査 西尾 芳文 副査 楊 国安 副査 上手 洋子		
学位論文題目 Investigation of Artificial Neuron-Glia Network 人工ニューロングリアネットワークに関する研究			
<p>審査結果の要旨</p> <p>本論文は、多層パーセプトロンを用いた新たな人工ニューロングリアネットワークを提案し研究を行ったものである。</p> <p>人の脳に存在するグリアに着目し、その特徴をモデル化、人工ニューラルネットワークへの応用を提案している。グリアは、近年、注目され始めた細胞であり、その研究は依然として進んでいない。特に、人工ニューラルネットワークへの応用は世界的にもほとんど例がなく、非常に先駆的な取り組みである。</p> <p>提案モデルでは、多層パーセプトロンの中間層へグリアを結合している。さらに、ニューラルネットワークとは異なるグリアによるネットワークを形成しており、通常のパーセプトロンには存在しない同層内でのネットワークが構築されている。このグリアは、ニューロンの出力によって励起されパルスを生成する。パルスは、結合したニューロンへ入力されると共に近傍のグリアを励起する。このように、連続してグリアが励起されることでパルスの伝搬が発生する。パルスの伝播とニューロンへのパルスの入力により、ニューロンの位置によって結合荷重の更新量に偏りが生じている。これは、通常が多層パーセプトロンには存在しなかった同層内におけるニューロンの位置関係が生じていると考えられる。また、パルスが入力されるタイミングの違いにより、個々のニューロンの学習に促進・抑制効果が生じ、結果としてネットワーク全体では学習能力が向上することが示された。実際に、シミュレーションにより学習性能を評価した結果、学習・汎化性能共に向上している。一般に、多層パーセプトロンにおける学習性能と汎化性能はトレードオフの関係にあるが、提案モデルを用いることで学習・汎化性能共に高いネットワークの構築が可能となっている。</p> <p>以上の研究は、今後の人工ニューラルネットワークの研究の発展に有効であり、本論文は博士（工学）の学位授与に値するものと判定する。</p>			