**Abst**

Because of the "all-or-none" character of nervous activity, neural events and the relations among them can be treated by means of propositional logic.

神経活動の「全か無か」という特徴のために、神経イベントとそれらの間の関係は命題論理によって扱うことができます。

It is found that the behavior of every net can be described in these terms, with the addition of more complicated logical means for nets containing circles; and that for any logical expression satisfying certain conditions, one can find a net behaving in the fashion it describes.

すべてのネットの動作はこれらの用語で記述でき、円を含むネットにはより複雑な論理的手段が追加されていることがわかります。そして、特定の条件を満たす論理式については、それが記述した方法で振る舞うネットを見つけることができます。

It is shown that many particular choices among possible neurophysiological assumptions are equivalent, in the sense that for every net behaving under one assumption, there exists another net which behaves under the other and gives the same results, although perhaps not in the same time.

考えられる神経生理学的仮定の中の多くの特定の選択は同等であることが示されています。つまり、ある仮定の下で動作するすべてのネットに対して、他のネットの下で動作し、おそらく同じ時間ではないが同じ結果をもたらす別のネットが存在するという意味です。

Various applications of the calculus are discussed.

微積分のさまざまなアプリケーションについて説明します。

**Intro**

Theoretical neurophysiology rests on certain cardinal assumptions.

理論的な神経生理学は、特定の基本的な前提に基づいています。

The nervous system is a net of neurons, each having a soma and an axon.

神経系はニューロンの網であり、それぞれが体細胞と軸索を持っています。

Their adjunctions, or synapses, are always between the axon of one neuron and the soma of another. At any instant a neuron has some threshold, which excitation must exceed to initiate an impulse.

それらの付属物、またはシナプスは、常にあるニューロンの軸索と別のニューロンの細胞体の間にあります。ニューロンにはある瞬間に何らかのしきい値があり、インパルスを開始するためにその励起を超える必要があります。

This, except for the fact and the time of its occurrence, is determined by the neuron, not by the excitation.

これは、事実とその発生時刻を除き、興奮ではなくニューロンによって決定されます。

From the point of excitation the impulse is propagated to all parts of the neuron.

刺激のポイントから、インパルスはニューロンのすべての部分に伝播されます。

The velocity along the axon varies directly with its diameter, from less than one meter per second in thin axons, which are usually short, to more than 150 meters per second in thick axons, which are usually long.

軸索に沿った速度は、その直径によって直接変化します。通常、短い軸索では1メートル未満で、長い軸索では150メートル以上です。

The time for axonal conduction is consequently of little importance in determining the time of arrival of impulses at points unequally remote from the same source.

したがって、軸索伝導の時間は、同じソースから不均等に離れたポイントでのインパルスの到着時間を決定する際にほとんど重要ではありません。

Excitation across synapses occurs predominantly from axonal terminations to somata. It is still a moot point whether this depends upon irreciprocity of individual synapses or merely upon prevalent anatomical configurations.

シナプス全体の興奮は、主に軸索の終末から体細胞まで起こります。これが個々のシナプスの非相反性に依存するのか、それとも単に一般的な解剖学的構成に依存するのかは、まだ議論の余地があります。

To suppose the latter requires no hypothesis ad hoc and explains known exceptions, but any assumption as to cause is compatible with the calculus to come.

後者はアドホックな仮説を必要とせず、既知の例外を説明すると仮定しますが、原因に関する仮定は今後の計算と互換性があります。

No case is known in which excitation through a single synapse has elicited a nervous impulse in any neuron, whereas any neuron may be excited by impulses arriving at a sufficient number of neighboring synapses within the period of latent addition, which lasts less than one quarter of a millisecond.

単一のシナプスを介した興奮がどのニューロンにも神経インパルスを誘発した場合は知られていないが、どのニューロンも潜在的加算の期間内に十分な数の隣接シナプスに到達するインパルスによって興奮する可能性があり、その期間は4分の1ミリ秒未満です。

Observed temporal summation of impulses at greater intervals is impossible for single neurons and empirically depends upon structural properties of the net.

より大きな間隔でのインパルスの観測された時間的加算は、単一のニューロンでは不可能であり、経験的にネットの構造的特性に依存します。

Between the arrival of impulses upon a neuron and its own propagated impulse there is a synaptic delay of more than half a millisecond.

ニューロンへのインパルスの到着とその伝播インパルスとの間には、0.5ミリ秒を超えるシナプス遅延があります。

During the first part of the nervous impulse the neuron is absolutely refractory to any stimulation.

神経インパルスの最初の部分では、ニューロンは刺激に対して絶対に抵抗力があります。

Thereafter its excitability returns rapidly, in some cases reaching a value above normal from which it sinks again to a subnormal value, whence it returns slowly to normal.

その後、その興奮性は急速に戻り、場合によっては正常を超える値に達し、そこから再び非正常値に沈み、ゆっくりと正常に戻ります。

Frequent activity augments this subnormality.

頻繁なアクティビティは、この非正規性を増大させます。

Such specificity as is possessed by nervous impulses depends solely upon their time and place and not on any other specificity of nervous energies.

神経インパルスが持つような特異性は、時間と場所のみに依存し、神経エネルギーの他の特異性には依存しません。

Of late only inhibition has been seriously adduced to contravene this thesis.

最近では、この理論に反するために抑制のみが真剣に提案されています。

Inhibition is the termination or prevention of the activity of one group of neurons by concurrent or antecedent activity of a second group.

抑制とは、2番目のグループの同時または先行アクティビティによるニューロンの1つのグループのアクティビティの終了または防止です。

Until recently this could be explained on the supposition that previous activity of neurons of the second group might so raise the thresholds of internuncial neurons that they could no longer be excited by neurons of the first group, whereas the impulses of the first group must sum with the impulses of these internuncials to excite the now inhibited neurons.

最近まで、これは、2番目のグループのニューロンの以前の活動が、1番目のグループのニューロンによって励起できなくなったため、介在ニューロンのしきい値を上げる可能性があるという仮定で説明できましたが、一方、最初のグループのインパルスは、現在抑制されているニューロンを励起するために、これらのインターナシャルのインパルスと合計する必要があります。

Today, some inhibitions have been shown to consume less than one millisecond.

今日、いくつかの抑制は1ミリ秒未満を消費することが示されています。

This excludes internuncials and requires synapses through which impulses inhibit that neuron which is being stimulated by impulses through other synapses.

これにはインターナシャルが含まれず、インパルスが他のシナプスを介したインパルスによって刺激されているニューロンを阻害するシナプスが必要です。

As yet experiment has not shown whether the refractoriness is relative or absolute.

まだ実験では、耐火性が相対的か絶対的かは示されていません。

We will assume the latter and demonstrate that the difference is immaterial to our argument.

後者を想定し、その違いが私たちの議論にとって重要でないことを実証します。

Either variety of refractoriness can be accounted for in either of two ways.

どちらの種類の耐火性も、2つの方法のいずれかで説明できます。

The "inhibitory synapse" may be of such a kind as to produce a substance which raSses the threshold of the neuron, or it may be so placed that the local disturbance produced by its excitation opposes the alteration induced by the otherwise excitatory synapses.

「抑制性シナプス」は、ニューロンの閾値を上昇させる物質を産生するような種類のものであるか、または興奮により生じる局所的外乱が興奮性シナプスにより誘発される変化に対抗するように配置される。

Inasmuch as position is already known to have such effects in the case of electrical stimulation, the first hypothesis~s to be excluded unless and until it be substantiated, for the second involves no new hypothesis.

電気刺激の場合、位置がそのような効果を有することがすでに知られているので、実証されない限り、実証されるまで最初の仮説は除外され、2番目の仮説は新しい仮説を伴わない。

We have, then, two explanations of inhibition based on the same general premises, differing only in the assumed nervous nets and, consequently, in the time required for inhibition.

それから、我々は同じ一般的な前提に基づいた抑制の2つの説明があり、仮定された神経網だけが異なり、その結果、抑制に必要な時間も異なります。

Hereafter we shall refer to such nervous nets as equivalent in the extended sense.

以下、このような神経網を拡張された意味で同等と呼ぶことにします

Since we are concerned with properties of nets which are invariant under equivalence, we may make the physical assumptions which are most convenient for the calculus.

等価性の下で不変なネットの特性に関心があるため、計算に最も便利な物理的仮定を行うことができます。

Many years ago one of us, by considerations impertinent to this argument, was led to conceive of the response of any neuron as factually equivalent to a proposition which proposed its adequate stimulus.

何年も前、私たちの一人は、この議論に関係のない考慮により、適切な刺激を提案した命題と事実上同等であるニューロンの応答を思いついた。

He therefore attempted to record the behavior of complicated nets in the notation of the symbolic logic of propositions.

そのため、彼は命題のシンボリックロジックの表記法で複雑なネットの動作を記録しようとしました。

The "allornone" law of nervous activity is sufficient to insure that the activity of any neuron may be represented as a proposition.

神経活動の「アロノン」法則は、ニューロンの活動が命題として表されることを保証するのに十分です。

Physiological relations existing among nervous activities correspond, of course, to relations among the propositions; and the utility of the representation depends upon the identity of these relations with those of the logic of propositions.

もちろん、神経活動の間に存在する生理学的関係は、命題間の関係に対応しています。そして、表現の有用性は、命題の論理の関係とのこれらの関係のアイデンティティに依存します。

To each reaction of any neuron there is a corresponding assertion of a simple proposition.

ニューロンの各反応に対して、単純な命題の対応する主張があります。

This, in turn, implies either some other simple proposition or the disjunction or the conjunction, with or without negation, of similar propositions, according to the configuration of the synapses upon and the threshold of the neuron in question.

これは、同様に、問題のニューロンのシナプスの構成およびしきい値に応じて、他の単純な命題、または否定の有無にかかわらず、類似の命題の分離または結合のいずれかを意味します。

Two difficulties appeared.

2つの困難が現れました。

The first concerns facilitation and extinction, in which antecedent activity temporarily alters responsiveness to subsequent stimulation of one and the same part of the net.

1つ目は、促進と絶滅に関するものであり、先行活動によって、ネットの同一部分のその後の刺激に対する反応が一時的に変化します。

The second concerns learning, in which activities concurrent at some previous time have altered the net permanently, so that a stimulus which would previously have been inadequate is now adequate.

2つ目は学習に関するもので、以前の同時活動によってネットが恒久的に変化したため、以前は不十分だった刺激が今では適切になります。

But for nets undergoing both alterations, we can substitute equivalent fictitious nets composed of neurons whose connections and thresholds are unaltered.

しかし、両方の変更を受けているネットの場合、接続としきい値が変更されていないニューロンで構成される同等の架空のネットを置き換えることができます。

But one point must be made clear: neither of us conceives the formal equivalence to be a factual explanation.

しかし、1つの点を明確にする必要があります。私たちはどちらも、正式な同等性を事実の説明とは考えていません。

Per contra!--we regard facilitation and extinction as dependent upon continuous changes in threshold related to electrical and chemical variables, such as after-potentials and ionic concentrations; and learning as an enduring change which can survive sleep, anaesthesia,

convlusions and coma.

逆に！-促進と消滅は、後電位やイオン濃度などの電気的および化学的変数に関連するしきい値の連続的な変化に依存していると見なします。睡眠、麻酔、けいれん、survive睡を乗り切ることができる永続的な変化として学習します。

The importance of the formal equivalence lies in this: that the alterations actually underlying facilitation, extinction and learning in no way affect the conclusions which follow from the formal treatment of the activity of nervous nets, and the relations of the corresponding propositions remain those of the logic of propositions.

正式な等価性の重要性はこれにあります。実際に促進、消滅、学習の根底にある変化は、神経網の活動の正式な取り扱いから生じる結論に決して影響を与えず、対応する命題の関係は命題の論理。

The nervous system contains many circular paths, whose activity so regenerates the excitation of any participant neuron that reference to time past becomes indefinite, although it still implies that afferent activity has realized one of a certain class of configurations over time.

神経系には多くの循環経路が含まれており、その活動は参加者ニューロンの興奮を再生成するため、過去を参照すると不定になりますが、求心性活動は特定のクラスの構成のいずれかを時間の経過とともに実現していることを示唆しています。

Precise specification of these implications by means of recursive functions, and determination of those that can be embodied in the activity of nervous nets, completes the theory.

再帰関数によるこれらの含意の正確な指定、および神経網の活動に具体化できるものの決定は、理論を完成させます。