

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА МЕХАНИЗМА ФОРМИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФА В РЕЦЕПТИВНЫХ ПОЛЯХ

Э. Г. КАСЬЯН

Межвузовский центр технических средств обучения ЕГУ

ЛСО—разрядный центр—случайные выборы—рельеф активности.

Одной из проблем технической кибернетики, от решения которой зависит разработка не только современной техники, но и будущего, является проблема опознавания зрительных сигналов.

Сложная организация зрительной системы биологических объектов, в том числе и ее периферического органа (глаза), обеспечивающего предварительную обработку зрительной информации, очевидно, и обуславливает феномен зрительного ощущения (восприятия).

Анализ фактического материала показывает, что в зрительном анализаторе, так же как и в других структурах мозга, обработка информации осуществляется группами взаимосвязанных нейронов, причем в данном случае принцип организации этих групп одинаков для всех изученных уровней системы (сетчатка, ЛКТ, зрительная кора), и выражается в форме образования нейронных ансамблей типа РП.

Изучение принципов и механизмов формирования рельефа активности нейронов, их устойчивость к генерации, является важнейшей задачей нейрофизиологии зрения. С этой точки зрения особая роль принадлежит корковым структурам, непосредственно участвующим в организации целенаправленного поведения животного, в том числе и в процессах его обучения. Важное значение в этом сложном процессе наряду с проекционными областями (поле 17, 18, 19) принимает ассоциативная зрительная кора—ЛСО.

Несмотря на возросший в последние годы интерес ученых к изучению функционального значения ЛСО, она остается недостаточно исследованной. Актуальность изучения механизма восприятия имеет большое практическое значение.

Нейронная структура ЛСО рассматривается как система однородных сетей, функционально связанных друг с другом для осуществления зрительных функций.

Такая модель соответствует морфофункциональным данным, согласно которым ЛС область составлена из цилиндрических структур

Сокращения: ЛСО—латерально-супраспльневая область, РП—рецептивное поле, ЛКТ—латеральное коленичатое тело.

(колонок), каждая из которых включает однородную популяцию нейронов, принадлежащих нескольким РП с одинаковыми функциональными свойствами, но различающимися величиной своих параметров (порогов возбуждения, проводимости и т. д.).

Уровень активности каждой из сетей определяется как суммарная частота импульсной активности. Из набора этих частот формируется рельеф возбудимости колонок и ЛСО в целом.

Система таких сетей, связанных определенным образом друг с другом, способна воспроизводить высшие зрительные функции. В качестве выходного сигнала принимается частота импульсных разрядов.

Ввиду того что одной из функций РП ЛСО является операция накопления с целью обнаружения (запоминания) сигнала, представляется целесообразным выработать алгоритм для количественного анализа протекающих нейродинамических процессов при формировании рельефов возбудимости нейронов. Учитывая случайный характер распределения взаимодействующих элементов (нейронов) по РП, для оценки эффективности взаимодействия используется аппарат математической статистики.

Пусть РП ЛСО состоит из множества возбуждающих n_B в тормозящих n_T элементов. Не углубляясь в механизм образования рельефа возбудимости, введем понятие эффективности взаимодействия в зоне формирования рельефа как отношение случайных величин:

$$Q = \frac{n_B}{n_T}. \quad (1)$$

где Q — эффективность взаимодействия.

Полагая, что величины n_B и n_T — случайные с известными математическими ожиданиями и дисперсиями — $m(n_B)$, $m(n_T)$, $D(n_B)$, $D(n_T)$, определим математическую ожидания параметра Q

$$m(Q) = \frac{m(n_B)}{m(n_T)}. \quad (2)$$

С учетом (1), дисперсия $D(Q)$ определяется как

$$D(n_B) = D(Q) D(n_T) + m^2(Q) D(n_T) + m^2(n_T) D(Q) = \\ = D(Q) [D(n_T) + m^2(n_T)] + m^2(Q) (n_T),$$

так как

$$m^2(Q) = \frac{m^2(n_B)}{m^2(n_T)}, \text{ то } D(Q) = \frac{D(n_B) m^2(n_T) - m^2(n_B) D(n_T)}{m^2(n_T) [D(n_T) + m^2(n_T)]}.$$

Обозначим через $K = \frac{q}{Q}$ так называемый коэффициент запаса «прочности» рельефов возбудимости к «разрушению».

Здесь q — предельное значение соотношения между взаимодействующими элементами, которое обеспечивает механизм образования рельефа возбудимости.

Очевидно, что параметр K также является случайной величиной. Для удобства в расчете используем среднее значение K .

Устойчивость к разрушимости сформированного рельефа осуществляется при условии, когда $q > Q$, и оценивается как разность.

Среднее значение этой функции равно $\bar{q}_0 = \bar{q} - \bar{Q}$.

Соответственно дисперсия

$$D(q_0) = D(q) + D(Q) + 2R(q, Q),$$

где $R(\dots)$ — коэффициент корреляции.

При независимых параметрах q и Q закон распределения q_0 является композицией двух нормальных законов:

$$f_{q_0} = \frac{1}{2\pi \sqrt{D(q_0)}} \exp\left(-\frac{q_0 - \bar{q}_0}{2D(q_0)}\right), \quad (3)$$

Вероятность формирования устойчивого неэродинамического процесса количественно определяется

$$\text{Вер}(q > Q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sqrt{D(q_0)}} \int_{\bar{Q}}^{\bar{q}_0} \exp\left(-\frac{(q_0 - \bar{q}_0)^2}{2D(q_0)}\right) dq_0 = W. \quad (4)$$

Если обозначить через $z = \frac{q_0 - \bar{q}_0}{\sigma(q_0)}$, то с учетом (4) получим

$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\bar{Q} - \bar{q}_0}{\sigma(q_0)}}^{\frac{\bar{q}_0 - \bar{q}_0}{\sigma(q_0)}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz = \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\bar{Q} - \bar{q}_0}{\sigma(q_0)}}^{\frac{\bar{q}_0 - \bar{q}_0}{\sigma(q_0)}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz = \\ &= \Phi\left(\frac{\bar{q}_0 - \bar{Q}}{\sqrt{D(q) + D(Q)}}\right) = 0,5 + \Phi_0\left(\frac{\bar{q}_0}{\sqrt{D(q_0)}}\right). \end{aligned} \quad (5)$$

Далее задавая величиной вероятности W , определяется аргумент функции.

Введем также меру изменчивости случайных величин

$$V_q = \frac{\sigma(q)}{\bar{q}}, \quad V_Q = \frac{\sigma(Q)}{\bar{Q}} \quad (6)$$

тогда с учетом (6)

$$\frac{\bar{q}_0 - \bar{Q}}{\sqrt{D(q) + D(Q)}} = \frac{\sigma(Q) \left(\frac{\bar{q}_0}{\bar{Q}} - 1\right)}{\sqrt{V_q^2 \bar{q}_0^2 + V_Q^2 \bar{Q}^2}} = \frac{\bar{K} - 1}{\sqrt{V_q^2 \bar{K} + V_Q^2}}. \quad (7)$$

Таким образом, из полученного выражения (7) определяется минимальное значение коэффициента запаса прочности, который обеспечивает заданный уровень воспроизведения высших зрительных функций в нервной системе, в частности ЛС области.

Предложенный метод может найти применение не только при оценке процессов суммаций, но и при определении надежности функ-

инонирования технических устройств в условиях наличия взаимодействующих случайных факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аритюнян-Козак Б. А., Экимян А. А., Григорян Г. К., Дец К. *Нейрофизиология*, 2, 1, 3—10, 1979.
2. Петухин Ю. П. *Приложение теории случайных процессов в биологии и медицину*. Киев, 1981.
3. Хачванкян Д. К., Кисьян Э. Г. *Докл. АН АрмССР*, 27, 2, 89—92, 1983.

Поступило 26. III 1990.