1. Монтгомери Д. К. Планирование эксперимента и анализ данных. – Л.: Судостроение, 1980. – 384 с.
2. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента. – М.: Мир, 1981. – 520 с.
3. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. – М.: МИР, 1967, – 407
4. Лунев В. А.Математическое моделирование и планирование эксперимента: Учеб. пособие. СПб., 153 с.

УДК 517.977.56

СЕНСОРЛЫҚ ФИЗИОЛОГИЯНЫҢ ЖАДЫЛЫ ДИФФУЗИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ МОДЕЛДЕУ ЕСЕБІ

Мырзахмет Самат Махсатулы, Турсынмурат Айдос Битореулы
samat1120@yandex.kz, *aidos_1106@mail.ru*

Математика және компьютерлік модельдеу кафедрасының магистранттары

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті

Ғылыми жетекші – К.Б. Нуртазина

Диффузиялық процесс бір заттың екіншісі затқа өзара енуімен сипатталады. Онымен қоса молекулалар мен энергетикалық атомдардың біртекті емес концентрациясының өздігінен теңесуі байқалады, олар температураның өзгеру үдірісінде орындарымен алмасады. Осындай бөлшектер алмасуы одан әрі тереңірек қабаттарда жүреді. Ары қарай зат біртекті болғанша бөлшектердің үздіксіз және ретсіз қозғалысы жүреді. Мұндай өзгерістер энергиямен де жүреді.

Біз диффузиялық процестерді сенсорлық физиология тұрғысынан зерттейміз. Бізге белгілі, ауырсыну рецепторлары бос жүйке тармақтары болып табылады. Олар негізінен ұсақ қан және лмфа тамырларының дәнекер тін қабығында және жекелеген жүйке талшықтарының дәнекер тін қабығында орналасады.

Көптеген рецепторлар механикалық, жылулық және химиялық әсерлерге жауап қайтарады. Оларды қозуы сыртқы әсердің агенттің пайда болуынан басталады, агент терінің қалыпты жұмыс істеуін тоқтатуға қауіп төндіреді. Мұндай агенттер буынға кіретін бактериялар немесе жүрек бұлшық етіндегі дұрыс емес қан ағымы болуы мүмкін, онымен қоса күшті механикалық әсер, ыстық немесе суық температуралар болуы мүмкін.

Кейбір жағдайларда агент тікелей рецепторларға әсер етеді, мысалы жылу әсері арқылы. Егер тері қабынған болса, онда болмашы жылу әсері қозу тудырады. Мысалы, күнге күйген терінің әлсіз жылу әсеріне жоғары сезімталдығы. Кейде керісінше жағдай туындайды, рецепторлардың сезімталдығы төмендейді.

Денеден мен аяқ-қолдардан сенсорлық ақпарат жұлын миына келіп түседі және одан әрі бүйірлік жұлын-таламикалық трактімен беріледі. Содан кейін, бас аймағы негізінен үш тармақты нерв талшықтары бойынша таралады, ішкі мүшелерден вегетативті нерв жүйесінің талшықтары бойынша жүреді.

Сенсорлық физиологиядағы жылуөткізгіштік диффузиялық процестерін моделдеу жылу алмасудың классикалық есептерімен шешу мүмкін емес.

Егер жылу беру дереу болмаса, жадылы жылу өткізгіштік теңдеу орындалады.

Сондан Фурье заңы интегралдық теңдеуге бағынатын келесі заңға алмастырылады.

$$q(x,t) = -k \int_{-\infty}^{t} Q(t-s)\theta_x(x,s)ds,$$

қажетті алмастырулар арқылы келесі түрге келтіріледі

$$\theta' = \int_{-\infty}^{t} Q(t-s)\theta_{xx}(x,s)ds.$$

Егер жүйе сыртқы басқарудың әсеріне ұшыраған болса, мысалы, біз шекаралық шарттарға басқару әсерін салсақ,

$$\theta(0,t) = f(t), \qquad \theta(\pi,t) = 0,$$

онда бұл басқару тек біраз t_0 уақыттан кейін ғана әрекет етеді, және біз $t_0 = 0$ деп ұйғаруға болады. Сонымен, біз басқару есебін аламыз

$$\theta' = \int_{-\infty}^{t} Q(t-s)\theta_{xx}(x,s)ds + H(t), \tag{1}$$

$$\theta(0,t) = f(t), \qquad \theta(\pi,t) = 0. \tag{2}$$

Онымен қоса $H(t) = H(x,t)$ өрнегі жүйенің алдынғы тарихын қарастырады,

$$H(x,t) = \int_{-\infty}^{0} Q(t-s)\theta_{xx}(x,s)ds \, ,$$

(кейбір жағдайларда $H = 0$ деп қарастыра аламыз).

(1)-(2) үшін басқару есептері [1] жұмысында зерттелген.

[2] мақалада жадылы тендеуді аралықта және граф-жұлдызда идентификациялау есебі шешілді. Аралықта есеп келесі теңдеумен сипатталады.

$$u_t(x,t) - \int_0^t Q(t-s)u_{xx}(x,s)ds = f(t)g(x), \ \ 0 < x < l, \ \ 0 < t < T;$$

келесі бастапқы және шекаралық шарттармен

$$u(0,t) = u(l,t) = 0, u(x,0) = 0.$$

$Q, f \in H^1(0,T)$ функциялар белгілі, $f(0) \neq 0$ және $Q(0) > 0$ болсын деп алдық.

Екінші жағынан, $g \in L^2(0,l)$ функциясы белгісіз және $\mu(t) \coloneqq u_x(0,t), t \in [0,T]$ бақылау көзі арқылы қалпына келтіруі мүмкін.

Бұл есеп $T \geq l/\sqrt{Q(0)}$ болған жағдайда шешімі бар. Дәлірек айтқанда келесі теорема дұрыс.

Теорема 1 [2] *Кез келген* $f \in H^1(0,T)$ *бақылауы* $u_x(0,t)$, $t \in [0,T]$, $H^1(0,T)$ *ие болады.* $[0,T]$ *интервалында* g *функциясы II текті Вольтерр теңдеуін шешу арқылы қалпына келтіріледі (2.9) және* $T = l$ *идентификациялаудың ең аз уақыты. Идентификация қалыпты, дәлірек айтсақ кез-келген* $T \leq l$ *үшін келесі баға дұрыс:*

$$c\|u_x(0,\cdot)\|_{H^1(0,T)} \leq \|g\|_{L^2(0,T)} \leq C\|u_x(0,\cdot)\|_{H^1(0,T)} \tag{3}$$

c оң танбалы констаталарымен, C тәуелді g.

[2]-де жадылы жылу теңдеуін талдауға жаңа тәсіл ұсынылған, және жадылы жылу өткізгіштік теңдеуі үшін сәйкестендіру көзін қалпына келтірудің локалды алгоритмі ұсынылған.

Сенсорлық физиологиядағы диффузиялық процестерді зерттеу кезінде соңғы бақылау уақыты үшін жадылы кері есептерді зерттеу талап етіледі:

$$\theta_t(x,t) = \int_0^t Q(t-s)\theta_{xx}(x,s)ds, \quad t > 0, \quad x \in (0,L), \tag{4}$$

келесі бастапқы шартымен

$$\theta(x,0) = 0, \tag{5}$$

келесі шекаралық шартымен

$$\theta(0,t) = f(t), \qquad \theta(L,t) = 0 \tag{6}$$

Біз соңғы жағдайларды қарастырамыз, $L < \infty$, сондай-ақ шексіз, $L = \infty$ интервал; $L = \infty$ жағдайда екінші шекаралық шарт (6) жоқ.

$Q(t)$ ядросы оның Лаплас түрленуінің бар болуын және $Q(0) =: a^2 > 0$ теңсіздігіне баламалы физикалық дәлелді шартты қамтамасыз ететін өте шектеулі жағдайларды қанағаттандырады.

Біздің мақсатымыз кері есепті шешу, яғни жауап операторы бойынша $Q(t)$ ядросын қалпына келтіру міндеттері болып табылады

$$R^T: \{f \in H^1(0,T): f(0) = 0\} \to L^2(0,T)$$

$$(R^T f)(t) = \theta_x^t(0,t), \qquad t \in (0,T).$$

R^T жауап операторын білу, $T < \infty$,, $Q(t)$ ядросының $(0,T)$ интервалында қалпына келтірілуін қамтамасыз етеді.

$L < \infty$, $T \geq \frac{L}{a}$ жағдайда R^T жауап операторын білу $Q(t)$ ядросын $(0,T)$ интервалында және $\theta(x,t)$ бастапқы-шекаралық есеп шешімі (4)-(6) $(0,L) \times (0,T)$ облысында қалпына келтіреді.

Біз сенсорлық физиологияның диффузиялық процестерін моделдеу мәселелерін шешуге мүмкіндік беретін $Q(t)$ жадылы ядросын қалпына келтіру алгоритмін құрудамыз.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

46. Pandolfi L. Distributed Systems with Persistent Memory: Control and Moment Problems. – Springer, 2014, 130 c.
47. Avdonin S. A., Murzabekova G. Y., Nurtazina K. B. Source Identification for the Differential Equation with Memory / in book Trends in Mathematics, Research Perspectives. Birkhaeuser // Springer International Publishing Switzerland, 2017, – P. 111-120.

УДК 004.8

ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ПРИМЕРЕ ПЕРСЕПТРОНА

Науметов Айдар Ербулатович
aydar_naumetov@mail.ru
Магистрант 2 года обучения кафедры математического и компьютерного моделирования Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Научный руководитель – Г.К. Абдрашева

Машинное обучение – класс методов искусственного интеллекта, характерной чертой которых является не прямое решение задачи, а обучение в процессе применения решений множества сходных задач. Для построения таких методов используются средства математической статистики, численных методов, методов оптимизации, теории вероятностей, теории графов, различные техники работы с данными в цифровой форме.

Перцептрóн, или персептрон [1] (англ. perceptron от лат. perceptio — восприятие; нем. Perzeptron) — математическая или компьютерная модель восприятия информации мозгом (кибернетическая модель мозга).

Перцептрон состоит из трёх типов элементов, а именно: поступающие от датчиков сигналы передаются ассоциативным элементам, а затем реагирующим элементам. Таким образом, перцептроны позволяют создать набор «ассоциаций» между входными стимулами и необходимой реакцией на выходе. В биологическом плане это соответствует преобразованию, например, зрительной информации в физиологический ответ от двигательных нейронов.