Функцию $u = u(t,x)$, $x \in G$, $t \geq 0$, назовем ограниченной дискретной (с периодом квантования $\nu > 0$) обратной связью, осуществляющей движение (2), если: 1) $u(t,x_f(t)) = u_f(t), t \geq 0$; 2) $|u(t,x)| \leq L, x \in G, t \geq 0$; 3) траектория замкнутой системы $\dot{x} = Ax + bu(t,x)$, $x(0) \in G$, представляет собой непрерывное решение уравнения (1) с управлением $u(t) = u(k\nu, x(k\nu))$, $t \in [k\nu,(k+1)\nu[$, $k = 0,1,\ldots$; 4) решение $x = x_f(t)$, $t \geq 0$, замкнутой системы асимптотически устойчиво.

Синтез указанных обратных связей составляет суть задачи осуществления движения. Обратная связь $u = u(t,x)$, $x \in G$, $t \geq 0$, строится с помощью решения вспомогательной задачи оптимального управления

$$B_\theta(\tau,z) = \min \int_\tau^{\tau+\theta} \left(u(t) - u_f(t)\right)^2 dt, \ \dot{x} = Ax + bu, \ x(\tau) = z,$$

$$x(\tau + \theta) = x_s(\tau + \theta), \ \ \tau \geq 0; \ \ |u(t)| \leq L, \ \ t \in T = [\tau, \tau + \theta],$$

где $x_s(\tau + \theta)$ — прогнозируемое положение задающего движения, построенное по реализовавшимся значениям задающего движения в моменты $\tau - 2\nu$, $\tau - \nu$, τ.

Литература

1. R.Gabasov, F.M.Kirillova. Synthesis of dynamical systems with the given limit cycles // Book of Abstracts. Intern. Conference "Differential Equations and Releted Topics". Moscow University Press (May 22-27). 2001. P.136-137.
2. Ружицкая Е.А. Построение обратных связей в задаче следящих систем для осуществления заданных движений динамических систем // Еругинские чтения – VIII: Тез. докл. междунар. мат. конф. (20–23 мая 2002 г., Брест). – Брест: Издатель С.Б.Лавров. 2002. С.156–157.

НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД К ОДНОЙ ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ

Н.В. Маньяков, Л.П. Махнист, В.С. Рубанов (г. Брест, Беларусь)

В докладе рассматривается нейронная сеть управления. Приведена методика построения данной нелинейной двухслойной нейронной сети [1] на основе универсальной аппроксимационной теоремы Фунахаши (Funahashi) [2]. Приведены различные методы обучения [3] этой гетерогенной сети с использованием метода наискорейшего спуска:

1. Послойное обучение. Данный метод заключается в том, что сначала, после подачи всех элементов обучающего множества, изменяем синаптические связи последнего (или первого) слоя, а затем после того как на измененную сеть были опять поданы все элементы обучающего множества, изменяем синаптические связи оставшегося слоя. Затем

переходим к началу алгоритма. Процедура обучения останавливается после того, как ошибка не превышает заданную после двух последовательных итераций.

2. Двухпараметрическое обучение. Данный метод заключается в том, что после подачи всех элементов обучающего подмножества, ищутся такие квазиоптимальные шаги обучения $\alpha^{(1)}$ и $\alpha^{(2)}$, чья комбинация минимизирует функцию ошибки обучения сети. После изменения синаптических связей процедуру повторяют. Обучение останавливается после того, как нормализованная среднеквадратичная ошибка сети становится менее заданной.

3. Обобщенный метод наискорейшего спуска. При данном методе, после подачи всех элементов обучающего подмножества, ищется такой квазиоптимальный шаг обучения $\alpha = \alpha^{(1)} = \alpha^{(2)}$, который минимизирует ошибку сети в направлении антиградиента. Ошибку сети сравнивают с требуемой и процедуру либо заканчивают, либо повторяют.

Для данных методов в докладе представлены формулы для вычисления квазиоптимальных шагов обучения.

Литература

1. Маньяков Н.В. Использование нейронных сетей в нелинейном анализе // Тезисы докладов второго международного Конгресса «Нелинейный динамический анализ (NDA'2)». – Москва, 2002.
2. Funahashi K.-I. On the approximate realization of continuous mapping by neural networks // Neural Networks, 1989, vol. 2, pp. 183-192.
3. Маньяков Н.В., Махнист Л.П. Матричная алгоритмизация обучения многослойных нейронных сетей с использованием градиентных методов // Вестник Брестского государственного технического университета. – Брест: БГТУ, 2002. - №5 (17): Физика, математика, химия.

ПОЛУРЕГУЛЯРНОСТЬ И СВЯЗАННЫЕ С НЕЙ СУЩЕСТВЕННЫЕ СПЕКТРЫ

М.В. Мартон (г.Минск, Беларусь)

Пусть X – комплексное банахово пространство и $B(X)$ – алгебра всех ограниченных операторов. Для $T\in B(X)$ обозначим через $R(T)$ его область значений, $N(T)$ – ядро, а через $R^\infty(T):=\bigcap_{n=1}^{\infty} R(T^n)$ – обобщенную область значений, $N^\infty(T):=\bigcup_{n=1}^{\infty} N(T^n)$ – обобщенное ядро оператора T.

Оператор $T\in B(X)$ называется *полурегулярным* если $R(T)$ – замкнуто и $N(T)\subset R^\infty(T)$. Заметим, что если область значений $R(T)$ замкнута, то последнее включение эквивалентно следующим: $N^\infty(T)\subset R(T)$ или $N^\infty(T)\subset R^\infty(T)$ [1]. Оператор $T\in B(X)$ называется *существенно*