

УДК 681.518.001.26

В.А. Ткач, А.Е. Соколов

ОПТИМИЗАЦИЯ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА НАКОПЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

У статті висвітлюється рішення завдання керування руху системи накопичення знань. Процес розглядається як завдання оптимізації динаміки накопичення знань у структурно-інваріантній системі.

Введение. Создание оптимальных систем накопления знаний – обучения показывает, что сложность процесса требует его описания с позиции обобщенных переменных. Естественным подходом в этом случае является использование информационных методов. Однако представление системы обучения с использованием традиционных стохастических моделей не позволяет получить продуктивные алгоритмы обучения.

Постановка задачи. С целью получения алгоритма обучения, оптимального по отношению к функционалам цели, рассматривается задача оптимального управления процессом накопления знаний.

Цель работы. Развитие методов оптимизации управления системой накопления знаний.

Основной материал. Исходя из модели для информационного пространства [6] с нормой

$$\|a_i\|_1 = -\log_\alpha P_i$$

и метрикой

$$\alpha(a_i, a_j)_1 = -\log_\alpha P(a_j / a_i),$$

обучение рассматривается как формирование ожидаемых величин

$$\begin{aligned} M\{\|a_i\|\} &= M\{-\log_\alpha P_i\} = H_i \\ M\{\alpha(a_i, a_j)_1\} &= M\{-\log_\alpha P(a_j / a_i)\} = H_{i,j}, \end{aligned} \tag{1}$$

то есть формируются энтропии системы по отношению к i и j объектам.

Естественно, в таком случае рассматривается память системы, где накапливается отложенная – ожидаемая реакция.

Таким образом, рассматривая обучение как движение в информационном пространстве с вектором состояния \vec{H} , имеющего компоненты H_1, \dots, H_n

$$\vec{H} = \begin{Bmatrix} H_1 \\ \dots \\ H_n \end{Bmatrix}, \quad \vec{H}_\delta = \begin{Bmatrix} H_{i,\delta} \\ \dots \\ H_{n,j} \end{Bmatrix},$$

где H_i – это ожидаемая информация i -го сообщения и расстоянием, $H_{\delta/j}$ сообщение представленное гипотезой $a_i = a_j$.

Далее, обозначив вектор, который формирует обратная связь [6] $H_j = \vec{U}$, вектор отклонения гипотезы и события $H_{i,j} = \Delta \vec{H}$ и вектор информации поступающей из внешней среды вне

системы обучения $\vec{H}_k = D$, получаем для данной системы с учетом измерения во времени $\vec{H} = \vec{H}(t)$;

$\Delta \vec{H} = \Delta \vec{H}(t)$, $\vec{U} = \vec{U}(t)$, наблюдение на выходе $\vec{Y} = Y$ и возмущение $\vec{G} = \vec{G}(t)$ получаем линейное

приближение

$$\begin{aligned} \vec{H}(t) &= A(t)\vec{H}(t) + B(t)\vec{U}(t) + G(t)\vec{d}(t) \\ \vec{Y}(t) &= C(t)\vec{H}(t) + D(t)\vec{U}(t) + Q(t)\vec{d}(t) \end{aligned} \tag{2}$$

Естественно, для продуктивности задачи предположим, что скорость изменения A много меньше скорости изменения H

$$\max \frac{dB(t)}{dt} \ll \max \frac{dU(t)}{dt}; \max \frac{dA(t)}{dt} \ll \max \frac{dH(t)}{dt}; \max \frac{dG(t)}{dt} \ll \max \frac{dd(t)}{dt}. \quad (3)$$

Аналогично предполагаем квазистационарность для матриц C, D, G . Таким образом, получаем простую задачу оптимизации динамики накопления знаний. Естественно собственные числа матрицы A определяют скорость изменения знаний при свободном движении системы, то есть практически скорость потери информации. Элементы остальных матриц системы определяют чувствительность к воздействиям.

Собственно модель описывает процесс накопления знаний в его линейном приближении и постулирует принцип суперпозиции.

Однако модель описывается в пространстве, где сложно оценить переменные состояния. Используя гипотезу о первичности информации, запишем модель в пространстве функционалов цели

$$\vec{J} = \vec{J}(\vec{H}, c)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\vec{J}}{dt} &= A(t)\vec{J}(t) + B(t)U(t) + G(t)\vec{d}(t) \\ Y(t) &= C(t)J(t) + D(t)U(t) + Q(t)\vec{d}(t) \end{aligned} \right\}. \quad (4)$$

Формирование оценки предполагает, во-первых стационарность и, во-вторых, выпуклость. Предположение выпуклости ведет к квадратичному критерию цели

$$R = \int_{t_0}^{t_j} \left(\vec{J}^T S \vec{J} + \vec{U}^T V \vec{U} \right) dt \quad (5)$$

и задача $\vec{J}^*, \vec{U}^* \rightarrow \min R$

$$\left. \begin{aligned} R(t_0) &= R_0 \\ R(t_j) &= R_l \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

и ограничено в виде системы (4).

Данная задача соответствует задаче накопления знаний с минимальными затратами и ведет к известному алгоритму АКОР.

Однако существенна и задача с максимальным быстродействием $\vec{J}^*, \vec{U}^* \rightarrow \min T$

$$\left. \begin{aligned} R(t_0) &= R_0 \\ R(t_j) &= R_l \end{aligned} \right\}$$

при граничных (4).

Решение этой задачи приводит к теореме об n -итералах и как следствие n – равно числу рассматриваемых гипотез и стратегия накопления знаний подразумевает учет заданий на каждом этапе. В пределе при неограниченных ресурсах воздействия задача переходит к задаче о скользящем режиме – максимальный объем входных знаний и максимально быстрое забывание за счет переключения потока.

Выводы:

1. Использование информационного пространства при ожидании процессов обучения позволяет получить обобщенную модель динамики процесса.
2. Использование модели гипотез соответствует принципу суперпозиции – все знания накапливаются раздельно.
3. Гипотеза о выпуклости критерия позволяет построить модель в пространстве оценки затрат на обучение.

4. Оптимизация процесса порождает:
 - задачу с минимизацией затрат – АКОР;
 - задачу с минимизацией затрат времени – задача о быстродействии;
 - задачу о неограниченных ресурсах – задача о скольжении.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алиев Р.А.. Принцип инвариантности и его применение для проектирования промышленных систем управления/ Алиев Р.А. – М.: Энергоатомиздат. 1985. – 128 с., ил.
2. Александров А.Г. Справочник по теории автоматического управления / под ред. Красовского А.А. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1987. – 712 с.
3. Боровиков А.А.. Теория вероятностей / Боровиков А.А. – М., Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1986. – 432 с.
4. Анализ сходимости алгоритма компенсации информационных потоков. Д.А. Бражник, Ф.Б. Рогальский, А.М. Бражник // Международная научная конференция «Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта ISDMCI'2009». Сборник научных трудов в двух томах. Том 2. Евпатория – 2009. – С. 253-255.
5. Математическая энциклопедия: гл. ред. И.М. Виноградов т.3 Коо-О д-М. «Советская энциклопедия», 1982. – 1184 стб., ил.
6. Рогальский Ф.Б. Информационная модель инвариантной системы распознавания / Ф.Б. Рогальский, Д.О. Бражник, В.О. Ткач // Проблеми інформаційних технологій. – 2009. – № 1(005). – С. 31-37.

ТКАЧ Вера Алексеевна – старший преподаватель кафедры основы конструирования Херсонского национального технического университета.

Научные интересы:

– информационные технологии в системах автоматизированного проектирования.

СОКОЛОВ Андрей Евгеньевич – ассистент кафедры информационных технологий Херсонского национального технического университета.

Научные интересы:

– компьютеризированные системы обучения.