

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТОЙ СТУДЕНТОВ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ

В. С. Кудрявцев, М. Е. Балацкий

Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева
г. Красноярск

Введение

Проблема диагностики не только результатов, но и процесса научения решению задач никогда не теряла своей актуальности. Когда речь идет о процессуальной стороне научения, то имеется ввиду самостоятельная учебная деятельность обучающегося. Система, управляющая самоорганизацией деятельности обучающегося, получила название автоматического регулятора учебной деятельности $Tr@cK$ (далее регулятор $Tr@cK$).

В настоящей работе рассмотрены принципы функционирования $Tr@cK$, найдена теоретическая зависимость коэффициента обратной связи от номера задания. Определена обучаемость, как скорость изменения коэффициента обратной связи, приведены экспериментальные данные.

Теоретический анализ

Регулятор $Tr@aK$ предназначен для управления учебной деятельностью обучающихся решению задач или проблем (обобщенное название компьютерных программ, созданных на его основе – Проблемные среды). Употребление термина «Учебная деятельность» [1] обусловлено тем, что регулятор $Tr@aK$ не управляет процессом обучения, а создает для обучающегося условия, позволяющие реализовать его поисковую активность с помощью некоторого набора доступных действий.

Цель функционирования регулятора $Tr@aK$ состоит в том, чтобы привести структуру системы действий обучающегося – набор осуществляемых им действий и их последовательность – в такое состояние, когда каждое, совершаемое действие будет приближать решение задачи. Для достижения этой цели регулятор $Tr@aK$ поощряет правильные действия и угнетает неправильные. Общая структурная схема регулятора $Tr@aK$ представлена на рисунке 1.

Регулятор $Tr@aK$ производит поиск такого требуемого значения параметров местной обратной связи (аргументов передаточной функции звена 6, реализующего эту связь), при котором структура системы действий $z(t)$

обучающегося 8 будет соответствовать целям функционирования регулятора $g(t)$. Проверка этого соответствия осуществляется в цепи главной обратной связи в моменты срабатывания переключателя 9, когда включается звено 10, определяющее параметры структуры системы действий обучающегося на основе сохраненной во внешней памяти 11 последовательности действий.

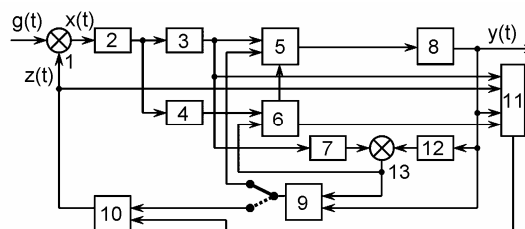


Рисунок 1 – Структурная схема регулятора учебной деятельности $Tr@cK$

При этом истинные законы изменения параметров структуры системы действий обучающегося $z(t)$ установить невозможно в силу объективных причин, зависящих от психических, физиологических, интеллектуальных и других индивидуальных особенностей конкретного человека. Обучающийся, деятельность которого подлежит регулированию является «черным ящиком». Подавая на его входы (органы чувств, в частности – глаза или уши) управляющие сигналы, смысл которых ему знаком, на выходе мы имеем сигналы (в виде зафиксированных действий, доступных в проблемной среде, им совершаемых). Передаточную функцию этого звена нельзя определить заранее. Более того: анализ протоколов деятельности, сохраненных во внешней памяти, является наиболее интересным направлением исследования – он позволяет устанавливать вид и параметры передаточной функции для каждого обучающегося, т. е. диагностировать индивидуальные особенности осуществления учебной деятельности.

Элемент сравнения 1 производит вычитание $x(t) = g(t) - z(t)$ и тем самым определяет рассогласование между реальной структурой системы действий обучающегося $z(t)$ и требуемой $g(t)$ – исключаяющей неправильные действия. На основании вычисленной ошибки $x(t)$ звено 2 определяет уровень деятельности обучающегося L_i , где i – номер очередного формируемого звеном 3 задания – новой задачной (проблемной) ситуации. L_i дискретно изменяется во времени (после выполнения очередного задания) и определяется лишь параметрами структуры системы действий обучающегося при выполнении предыдущего ($i - 1$) задания. $L_1 = 1$. Уровень деятельности отображается специальным датчиком в интерфейсе проблемной среды. В зависимости от значения уровня деятельности звено 4 определяет параметры функционирования местной обратной связи 6.

Сформированная звеном 3 задача отображается интерфейсом проблемной среды, приведенным модулем 5 в состояние, соответствующее начальным параметрам. Элемент памяти 7 сохраняет тот же набор параметров, но содержащий значения, достижение которых соответствует решению поставленной задачи. Преобразование объектов проблемной среды для достижения этого соответствия является для обучающегося локальной целью, которую он должен достичь, используя систему действий, доступных ему в проблемной среде. Кроме того, модуль 5 реализует все изменения интерфейса проблемной среды, связанные с действиями обучающегося. При этом формирование новой задачной ситуации (формирование соответствующего состояния интерфейса) происходит лишь в моменты включения главной обратной связи, а текущие изменения отображаются после каждого совершенного обучающимся действия.

Для реализации местной обратной связи после каждого действия обучающегося вычислительное звено 12 определяет изменение параметров объектов проблемной среды, а элемент сравнения 13 определяет рассогласование между текущей обстановкой и значениями, сохраненными звеном 7. Величина этого рассогласования, выраженная в количестве дискретных шагов (каждый из которых – это конкретное действие обучающегося, дискретно изменяющее определенный параметр проблемной среды) определяет расстояние до цели (решения задачи). Эта информация, составляющая основу местной обратной связи, позволяет отличить пра-

вильные действия от ошибочных и позволяет обучающемуся достичь решение текущей задачи.

В моменты времени, когда расстояние до цели равно нулю, переключатель 9 может изменить свое состояние при поступлении от обучающегося сигнала об окончании выполнения задания. Если такого сигнала не поступает (обучающийся не нажимает соответствующую кнопку), регулятор продолжает функционировать по малому кругу чрез местную обратную связь. И напротив, если расстояние до цели не равно нулю, переключатель 9 не изменит своего состояния при поступлении этого сигнала.

Изменение состояния переключателя 9 включает контур главной обратной связи, в который включено звено 10, определяющее параметры структуры системы действий обучающегося на основе формализованной информации, сохраненной в модуле внешней памяти 11. Отметим, что при формировании очередной проблемной ситуации вновь возникает рассогласование в элементе сравнения 13 и переключатель 9 переходит состояние, когда сигналы проходят по контуру местной обратной связи и регулируют процесс поиска обучающимся решения текущей задачи.

Во внешней памяти сохраняется не только последовательность действий обучающегося с указанием затраченного времени, но и управляющие воздействия регулятора $Tr@CK$: условия поставленной задачи, параметры работы датчика «Расстояние до цели», параметры структуры системы действий обучающегося. Благодаря этой информации появляется возможность более сложного анализа деятельности обучающегося в любое удобное для исследователя время с применением различных методов и программных средств.

Приведенное описание показывает, что регулятор $Tr@CK$ производит поиск такого режима работы местной обратной связи, при котором деятельность обучающегося наиболее эффективна. Учитывая, что истинные законы изменения параметров структуры системы действий обучающегося установить невозможно, регулятор $Tr@CK$ можно определить как экстремальную самонастраивающуюся систему автоматического управления дискретного действия.

Научение решению проблем связано с освоением (или адаптацией к той или иной деятельности) той или иной деятельности. В качестве параметра адаптации обучающего-

ся к деятельности вводится коэффициент обратной связи R_0 между обучающимся и управляющим устройством системы автоматического регулирования учебной деятельностью Tr@сК [1]:

$$R_0 = \sum_{j=1}^k R_j \quad (1)$$

где j - номер петли обратной связи, k - число петель обратной связи, R_j - коэффициент j - ой петли обратной связи. В самом простом варианте системы автоматического регулирования учебных действий имеется две петли: местная и главная.

В процессе адаптации коэффициент обратной связи R_0 стремится к нулю, что означает автономность деятельности обучающегося от управляющего центра. Важной процессуальной характеристикой адаптации обучающегося к деятельности является обучаемость, как функция номера задания. Данные диагностики коэффициентов обратной связи и обучаемости получены для деятельности по конструированию пространственных объектов из фрагментов [1].

Регулятор Tr@aK

Компьютерные системы автоматического управления поиском решения задач разработаны на основе автоматического регулятора информации о расстоянии до цели и получили название - системы Tr@Ck [2].

Автоматический регулятор информации о расстоянии до цели Tr@сК не имеет исполнительных механизмов и, соответственно, не может выполнять какие-либо активные действия. Он лишь автоматически передает информацию о расстоянии до цели системе управления обучающегося. На основе этой информации, обучающийся осуществляет саморегуляцию своей деятельности, принимая решения о выполнении тех или иных действий.

Важной особенностью системы Tr@сК является то, что независимо от выбора стратегии поиска решения задачи, автоматическое регулирование информации о расстоянии до цели позволяет обучающимся достигнуть целевого состояния задачи [1].

Расстояние до цели L является управляемым параметром поискового поведения обучающегося решению задач. Вывод на экран дисплея датчика «расстояние до цели» позволяет обучающимся корректировать поиск решения задачи, исправляя ошибочные

действия до тех пор, пока не будет достигнута цель.

Второй датчик, регулирует приближение деятельности обучающегося к оптимальной. Он выводит на экран монитора информацию о достигнутом ранее уровне относительной частоты неправильных действий P_A^i (i - номер выполняемого задания) [1].

Система автоматического управления Tr@сК включает в себя «Управляющее устройство + Обучающегося». Управляемой величиной данной системы является коэффициент обратной связи, который по мере научения обучающимся стремится к минимуму [1].

Коэффициент обратной связи как показатель эффективности

Коэффициент обратной связи качественно описывает количество информации, которую еще необходимо усвоить обучающемуся для полного научения решению задачи в проблемной среде. Являясь, таким образом, показателем эффективности функционирования обучающегося в проблемной среде при выполнении i -го задания [3].

Коэффициент обратной связи системы R определяется как $R_i = P_A^{i-1} \cdot P_B^{i-1} + P_A^{i-1}$,

где $P_A^{i-1} = \frac{N_1}{N_0}$ - доля неправильных действий (N_1 - количество неправильных действий; N_0 - общее количество действий); P_B^{i-1} - относительная частота включения датчика «расстояние до цели».

Экспериментально полученные зависимости коэффициента обратной связи $R(i)$ от номера задания i аппроксимированы выражением $R(i) = (1 + \beta) \cdot e^{-\alpha \cdot i} - \beta$. Наложение ограничения $R(i_0) = 0$, (где i_0 - номер задания, при котором завершается адаптация) приводит к зависимости $R(i, \alpha)$ от одного параметра α :

$$R(i) = \frac{e^{-\alpha i} - e^{-\alpha i_0}}{1 - e^{-\alpha i_0}} \quad (2)$$

На рисунке 2 представлены экспериментальные данные коэффициента обратной связи для двух обучающихся, а так же графики аппроксимированных функций. Аппроксимация производилась методом наименьших квадратов.

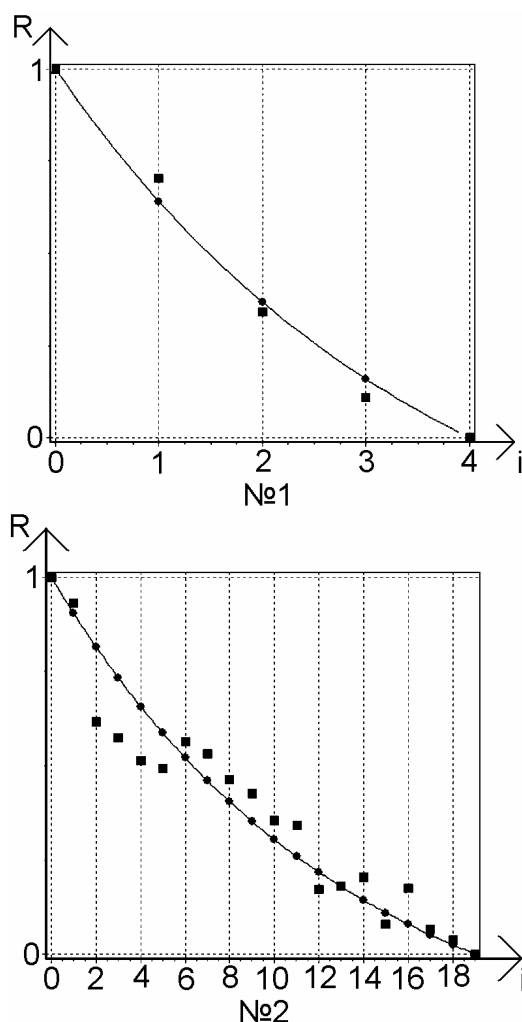


Рисунок 2 – Квадратными точками обозначены экспериментальные значения коэффициента обратной связи R при i -ом задании. Линией обозначена аппроксимированная зависимость $R(i)$. Круглыми точками обозначены аппроксимированные значения R при i -ом задании ($R(i)$ дискретная функция)

Обучаемость, как функция i имеет вид $\vartheta = \frac{\alpha e^{-\alpha i}}{1 - e^{-\alpha i_0}}$. Для обучающегося на рисунке 1 под номером 1 слева $\alpha = 0.272$, $\vartheta_1 = 0.41$, а под номером 2 на рисунке 1 справа $\alpha = 0.076$, $\vartheta_2 = 0.09$. Видно, что обучаемость первого испытуемого выше второго более чем в 4 раза.

Выводы

Таким образом, коэффициент обратной связи в процессе адаптации обучающегося к деятельности по конструированию пространственных объектов уменьшается экспоненциально с возрастанием номера задания. Число заданий, выполненных в процессе адаптации (трудоемкость) зависит от параметра α , который определяет обучаемость учащегося.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бортновский С.В., Дьячук П.П., Шадрин И.В. Система автоматического управления целенаправленной деятельностью Tr@cK // Открытое образование. Москва, CAPITALPRESS, 3(80), 2010. С. 10 – 18
2. Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического управления // В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2003. – 752 с.
3. Светлов В.А. Конфликт: модели, решения, менеджмент. – СПб.: Питер, 2005. – 540 с.
4. Дроздова Л.Н. Диагностика динамики когнитивных стратегий поиска решения задач и когнитивных функций мозга студентов в процессе обучения /Дроздова Л.Н., Дьячук П.П. // Мат. межд. конф. Proceedings «Competences and teacher competence», Osijek, 18th – 19th April 2007. – С.168-175.