

# Алгебра информационного противоборства

Расторгуев С. П.

## Управление процессами управления

Важнейшая задача в сфере информационного противоборства — построение прогнозных моделей, позволяющих осуществлять рефлексивное управление. Начнём с определения ключевых понятий, связанных с прогнозированием. Что означают применительно к самообучающейся системе следующие термины: “прогнозирование”, “управление”, “наблюдение”? Какой единицей можно измерять точность прогноза?

Рефлексивное управление, согласно В.А. Лефевру, осуществляется не в результате прямого навязывания противнику своей воли, а путём передачи ему “оснований”, из которых тот как бы дедуктивно выведет предопределённое другим противником решение. Иными словами, если пользоваться в ранее введённой терминологией\*, то речь идёт о создании соответствующей обучающей выборки, которую требуется подать на вход информационной системы-противника, и определении времени подачи каждого сообщения.

---

\* См. ШТ, 2000, №2.

Информационную самообучающуюся систему назовём **тотально управляемой\*** а поведение её **полностью прогнозируемым** на интервале времени  $[t_0, t_1]$ , если известен алгоритм информационного воздействия (например, методика обучения), позволяющий привести систему в любой момент времени  $t \in [t_0, t_1]$  к требуемому от неё результату (поступку)  $x$ .

---

\* В.А. Лефевр под рефлексивно управляемым объектом понимал такой объект, которому можно навязать чужую модель. Например: персонаж  $Y$  может рефлексивно управлять персонажем  $X$ , совершая превращение  $ux \Rightarrow xT$ . Таким образом, здесь речь идёт о навязывании противнику желаемого способа видения мира.

**Методика обучения** в свою очередь представляет собой последовательность сообщений, передаваемых информационному объекту, которые интегрируются в его моделях мира.

Пусть, например, модель мира объекта  $x$  выглядит следующим образом:  $X = x(y + ux)$ . При этом противнику ( $Y$ ) требуется, чтобы объект  $x$  в процессе принятия решения осознавал ряд фактов и правил, связанных с некоторым объектом  $z$ . Для этого требуется, чтобы объект  $z$  был осознан объектом  $x$ , т.е. был внесён в множество его взаимосвязанных моделей:  $X = x(y + ux + z)$ .

Противник в состоянии внести этот новый объект в общий мир. Однако чтобы внесённый объект был интегрирован в существующие модели объекта  $X$ , он должен быть осознан объектом  $X$ , т.е. объект  $X$  должен применить по отношению к этому объекту операцию осознания.

Например.

1) Пусть  $W_1 = T + x(y + ux)$ .

2) Объект  $Y$  вносит в мир новый объект  $z$ , применяя оператор расширения мира:

$$W_2 = W_1 + z.$$

3) Объект  $X$  осознаёт вновь появившийся объект и включает его в свою систему моделей:

$$W_3 = (1+x)W_2 = (1+x)W_1 + z + xz = W_1 + z + x(W_1 + z).$$

В результате модель мира объекта  $X = x(y + ux)$  будет преобразована к виду

$$X = x(y + ux + z).$$

Естественно, что подобное изменение модели мира объекта  $X$  приведёт к изменению принимаемых им решений в определённой области.

Итак, формально **задать стратегию информационного противоборства** — значит сформировать последовательность из операторов преобразования мира, расширения мира и исключения из мира с указанием времени их исполнения и других необходимых ресурсов.

Информационную самообучающуюся систему назовём **частично управляемой**, а поведение её **частично прогнозируемым** на интервале времени  $[t_0, t_1]$ , если известен алгоритм информационного воздействия, позволяющий привести систему в некоторый момент времени  $t \in [t_0, t_1]$  к требуемому от неё результату (поступку)  $x$ .

Информационную самообучающуюся систему назовём **полностью наблюдаемой** на интервале времени  $[t_0, t_1]$ , если известен алгоритм, позволяющий на основании анализа текущего состояния системы в момент времени  $t_1$  определить доминирующее информационное воздействие, направленное на неё в любой момент времени  $t \in [t_0, t_1]$ .

Информационную самообучающуюся систему назовём **частично наблюдаемой** на интервале времени  $[t_0, t_1]$ , если известен алгоритм, позволяющий на основании анализа текущего состояния системы в момент времени  $t_1$  определить отдельные информационные воздействия на интервале времени  $[t_0, t_1]$ , приведшие её к этому состоянию.

Пример полностью наблюдаемой системы человек на Страшном суде, где представитель Неба, лишь взглянув на него, способен огласить весь список добрых и злых деяний за интервал времени от рождения и до смерти.

### Примеры информационного противоборства

С помощью целенаправленного информационного воздействия решаются два класса задач:

- управление информационным объектом, что достигается организацией подачи таких сообщений, осознание которых ограничивает управляемый объект в его возможностях выбора направлений движения в событийном мире, оставляя только одну, заранее запланированную агрессором траекторию;
- полное или частичное уничтожение информационного объекта путём полного или частичного разрушения его знания, выраженного определённой структурой, через: физическое уничтожение носителей базовых целей и правил, в основном определяющих знание объекта и процессы осознания, а также информационную дискредитацию основных целей и правил, выраженных в моделях, определяющих поведение информационного объекта.

Рассмотрим примеры, иллюстрирующие оба класса задач.

### Пример 1. Противоборство с “умным” автоматом

В работе Лефевра\* есть любопытный пример информационного противоборства человека с автоматом\*\*, не обладающим обратной связью.

---

\* В.А.Лефевр. Конфликтующие структуры. М.: Советское радио, 1973.

\*\* В.А.Лефевр назвал подобного типа устройства “устройствами, превращающими опасения в явь”.

Дано:

- точка, расположенная в центре лабиринта, управляемая скрытым автоматом и способная перемещаться по команде человека;
- лабиринт:
- автомат, управляющий движением точки (из п.13) на экране по лабиринту. Автомат получает от человека команду о том, в каком направлении двигать точку. После чего принимает решение и либо подчиняется команде, либо поступает прямо наоборот. Алгоритм работы автомата выглядит так: +5 -6 +2 -4 +4 -1 +1 -2 +4 -3 +2 -1 +1 -3 +4 -3 +4 -2 +1 -1 +3 -2 +3 -4 +2 -1 +5 -3. Знак перед числом означает вариант действия автомата на приказ человека: “+” — выполнить приказ; “-” — поступить строго противоположно. Абсолютная величина числа показывает, сколько раз подряд автомат должен выполнять или не выполнять команды. В рамках предложенного выше формализма запись стратегии информа-

ционного противоборства автомата человеку выглядит так:

$A$  — точка,  $B$  — человек,  $t$  — порядковый номер команды,  $S_1$  — сообщение = “точка слушается”,  $S_2$  — сообщение = “точка не слушается”;

$$1) A, 1 \leq t \leq 5 \Rightarrow B: W_{i+1} = W_i + S_1 - S_2;$$

$$2) A, 6 \leq t \leq 11 \Rightarrow B: W_{i+1} = W_i + S_2 - S_1;$$

$$3) A, 12 \leq t \leq 13 \Rightarrow B: W_{i+1} = W_i + S_1 - S_2;$$

$$4) A, 14 \leq t \leq 17 \Rightarrow B: W_{i+1} = W_i + S_2 - S_1;$$

... и так далее;

• автомат не обладает памятью и даже не способен помнить, в каких узлах лабиринта точка уже успела побывать;

• человеку не известен алгоритм работы автомата.

Задача человека — не дать точке выйти из лабиринта хотя бы в течение 25 ходов.

В.А. Лефевр показал, что в условиях, образованных перечисленными исходными данными, человек не проигрывает, если не обращает внимание на поведение точки, отдавая команды совершенно случайно, не глядя на экран, т.е. не включает в свои модели мира присутствующие в этом мире сообщения  $S_1$  и  $S_2^*$ . Если же он пытается осознать происходящее, то, как правило, выигрывает автомат.

---

\* Данная ситуация хорошо описывается русской пословицей: “Дуракам везёт”

Итак, пусть  $A$  — точка,  $B$  — человек. Тогда реальный мир со стороны внешнего наблюдателя может быть описан так:

$$W_1 = A + B + B(A+B).$$

Но человек, начав управлять точкой, замечает, что её поведение во много зависит от его команд, которые точка выполняет:

$$W_i = A + B + B(A+B) + S_1.$$

Осознав этот факт, т.е. применив к миру оператор осознания типа  $(1+x)$ :

$$W_{i+1} = (1+B)W_i + S_1 + \underline{BS_1},$$

человек, обладая моделью  $BS_1$ , приходит к выводу, что точка его слушается. При этом он не подозревает, что именно такое его поведение уже заложено в программу, управляющую точкой.

В дальнейшем, получив и осознав сообщение  $S_2$ , он сделает вывод, что точка перестала его слушаться. В результате, совершив несколько ошибок, которые в конечном итоге позволят точке в дальнейшем одержать победу, человек неоднократно применит оператор осознания типа  $(1+x+xy)$ , допустив, что точка обладает его собственной моделью:

$$W_{j+1} = (1+B+BA)W_j + S_1 + BS_1 + BAS_1,$$

$$W_{i+2} = (1+B+BA)^2W_j + (1+B+BA)(S_1 + BS_1) + BAS_1 + BBAS_1 + \underline{BABAS_1}.$$

К тому времени, когда человек придёт к выводу, что реальный мир устроен, скорее всего, так:

$$W_2 = A + B + B(A+B) + A(A+B)$$

и более того

$$W_3 = A + B + B(A+B) + A(A+B) + AB(A+B),$$

т.е. точка “знает”, что человек пытается ею управлять, и знает то, как он это будет делать, станет уже поздно. Автомат выиграл.

Процесс осознания факта, что управляешь не ты, а управляют тобой, требует времени. И порой, когда это осознание наступает, изменить что-то уже невозможно\*.

---

\* В общем виде задача по определению начала выполнения алгоритма информационного управления со стороны противника относится к алгоритмически неразрешимым задачам.

## Пример 2. Скрытое управление грузоотправителем

Дано:

Объект А пытается доставить груз в населённый пункт М. Доставка может быть произведена по одному из  $n$  маршрутов  $\{M_1, M_2, \dots, M_n\}$ . Все маршруты различаются между собой по затратам горючего и времени доставки груза. Объект В предполагает устроить засаду на одной из дорог.

Какие в данной ситуации могут быть предложены стратегии информационного поведения для объектов А и В?

Задача В в том, чтобы сформировать у объекта А “правильный”, с точки зрения В, критерий выбора маршрута. Это возможно, если удастся внести в модель объекта А один из следующих “фактов”:

- 1) конкуренты уже отправили аналогичный груз в населённый пункт М —  $S_1$ ;
- 2) в ближайшее время ожидается резкое подорожание и перебой с горючим —  $S_2$ .

Не обладая источниками агентурной информации, объект В на первом этапе планирования операции ничего не может знать о маршруте. Значит, шансы на победу у него не так уж велики.

Однако, распространяя один из “фактов”, например, через СМИ, объект В тем самым начнёт формировать известную и выгодную ему модель мира у А.

$$W_1 = A + B + M + M_1 + M_2 + \dots + M_n + A(A + B + M + M_1 + M_2 + \dots + M_n).$$

$$B, t_1 \Rightarrow W_1: W_2 = W_1 + S_i,$$

где  $i = 1$  или  $2$ .

После выполнения оператора преобразования мира в мире уже существует факт, способный ограничить количество возможных маршрутов объекта А. Однако этот факт пока ещё не осознан объектом А. Чтобы задуманное В свершилось, объект А должен осознать появившееся сообщение, т.е. включить его в свою систему моделей. Если же он этого не сделает, то вся работа по целенаправленному информационному воздействию была выполнена зря\*. Именно на этом этапе информационный нападающий должен “заставить” противника осознать сообщение? Чем “дальше” нападающий находится от своей жертвы, тем большие ресурсы ему могут понадобиться по доведению сообщения до цели. При этом важная особенность информационного противоборства в том, что речь идёт о расходовании ресурсов не на защиту информации от противника, а наоборот, на продвижение информации к противнику.

---

\* Сообщение реально существует в мире. Но до тех пор, пока оно не попало ни в чью модель мира, оно никак не способно влиять на будущие события. Оно есть факт сам в себе, даже не для себя. И только будучи осмысленным, интегрированным в чью-либо информационную модель, оно становится фактом для кого-то, фактом, используемым для принятия решения.

И вот здесь очень важно, какой именно оператор осознания будет применён. В случае применения оператора осознания типа  $(1+x)$ , сообщение  $S_i$  будет интегрировано в уже существующие модели, изменит эти модели и подтолкнёт противника к выбору определённого решения.

В результате, решив классическую переборную задачу по одному критерию, объект А выберет именно тот маршрут, на котором уже начато строительство для него засады.

Как видно из примера, задача информационного агрессора состоит именно в том, чтобы, предоставив как можно больше дополнительной (избыточной, непроверенной, лживой) информации, сократить тем самым неопределённость в поведении противника.

Как поступать в этом случае объекту А?

Наилучшая его стратегия заключается в том, что как только произошло какое-либо изменение в его собственных моделях мира (а он это вполне способен отследить), применить оператор преобразования вида  $(1+x+xy)$ :

$$A, t_2, r \Rightarrow W_2:$$

$$W_3 = (1 + A + AB)W_2 = (1 + A + AB)W_1 + S_i + AS_i + ABS_i.$$

Подобное применение позволит ему посмотреть на “факт”  $S_i$  как на часть модели мира, специально созданной противником —  $ABS_i$ , и выбрать из осторожности не самый оптимальный, а, например, второй по оптимальности маршрут.

Но всегда ли это возможно? Обратите внимание, в действиях объекта А наличествует определённый нюанс, имеющий временную природу. Хватит ли ему времени на применение оператора осознания и исследование полученных моделей? Любая работа, а особенно аналитическая, требует времени.

Допустим, что В хотел свести риск к нулю и не допустить применения объектом А оператора осознания в виде  $(1+x+xy)$ . В этом случае у В может быть только одна-единственная стратегия: придумать и распространить такое сообщение, которое требует незамедлительной реакции. В данном случае это внедрение в сознание объекта А исключительно только “факта”  $S_1$ .

### Пример 3. Уничтожение данных ЭВМ

Злоумышленник, обозначим его А, предполагает уничтожить информацию на компьютере В. При этом непосредственного доступа к ЭВМ он не имеет. Известно, что к компьютеру В имеют доступ персонажи, которых мы обозначим С и D (объект А также имеет доступ к персонажам С и D). Требуется предложить стратегию информационного воздействия, позволяющую А уничтожить информацию на ПЭВМ В.

Вариант решения

Исходные миры:

$$W_{11} = A + C + D + AC + AD;$$

$$W_{12} = B + C + D + CB + DB.$$

Желаемые миры с позиции объекта А:  $W_{n2} = C + D$ .

Ограничение:

- применять операции преобразования мира информационный объект может только к тем мирам, в которых находится сам;
- доступ объекту А в мир  $W_{12}$  запрещён.

Любое знание, в том числе знание о мире, представимо в виде определённой структуры. Уничтожение структуры сравнимо с уничтожением знания, а значит, и самого мира. Так, мир  $W_{12}$  может быть изображён в виде (согласно имеющимся связям в формальной записи):

Как видно из приведённой структуры, максимальный ущерб этому миру возможен при выводе из строя центрального элемента — В. Сразу же будут уничтожены один элемент и шесть связей. При этом модели объекта В (DB и CB), лишившись материальной основы, потеряют своё функциональное предназначение, и через какое-то время, если не будет возрожден объект В, их также можно будет считать утерянными для этого мира.

Действия объекта А:

1) объект А создаёт программную закладку и помещает её на дискету. Обозначим эту закладку через Е. Особенность закладки в том, что, осознавая мир программного обеспечения ПЭВМ, закладка тем самым уничтожает его, т.е.  $E \cdot B \Rightarrow W_{i+1}[x,] = W_i[x, B] - B - EB$ ;

2) объект А, изучив своих партнёров по миру с помощью моделей AC и AD, помещает информационный объект Е в доступный ему мир:

$$W_{21} = A + C + D + AC + AD + E;$$

3) объект А создаёт сообщение о замечательных потребительских свойствах объекта Е по отношению к объекту В, используя знания о том, что является полезным для С и D. Это сообщение обозначим через F.  $W_{31} = A + C + D + AC + AD + E + F$ . После чего объект А уходит в режим ожидания;

4) объект С или D, исследуя окружающий мир, т.е. применяя оператор осознания, например типа  $(1+x)$ , преобразует мир к виду:

$$W_{41} = W_{31} + C(A + C + D + AC + AD + E + F).$$

Осознавая мир, объект С или D строит прогнозную модель. Цель прогнозного моделирования всегда определение событий будущего и классификация их на “опасные” и “полезные”. Таким образом, результатом моделирования должно стать событие, заключающее-

еся в применении к миру определённого оператора преобразования мира, позволяющего информационному объекту избежать опасности и/или приобрести пользу. Если результатом  $C \cdot (E+F)$  станет осознание полезности  $E$  для  $C$ , то далее последует

$$W_{22} = W_{12} + E + F = B + C + D + CB + DB + E + F.$$

5) Объект  $E$  способен применить оператор осознания при наличии в доступном ему мире объекта  $B$ :

$$W_{32} = (1+E)W_{22} = (1+E)(C + D + CB + DB + E + F) + B + EB.$$

$$6) \text{ В результате } E \cdot B \Rightarrow W_{42} = W_{32} - B - EB.$$

Цель достигнута.

Решить задачу примера 3 стало возможным благодаря знанию результатов применения к миру оператора осознания. В таком примере эти знания определялись экспертным путём. Расписывая стратегию информационного воздействия, мы предполагали следующее:

1) применение оператора осознания при определённых условиях является причиной активизации каким-либо из объектов оператора преобразования мира;

2) применение объектом  $E$  оператора осознания к любому объекту, не являющемуся ЭВМ, невозможно, т.е.  $E_x = 0$ , если  $x$  не ЭВМ;

3) моделирование мира объектами  $C$  и  $D$  не направлено на его углублённое изучение и не позволяет получить новой информации, т.е.  $CCx = Cx$ ,  $DDx = Dx$ ;

4) применение операции осознания объектами  $C$  или  $D$  к объекту  $A$  и его моделям не позволяет выявить истинные замыслы  $A$  и спрогнозировать его поведение в силу недостатка информации, т.е.  $CA = 0$ ,  $CAC=0$ ,  $DA=0$ ,  $DAD=0$ . В данном случае равенство нулю означает, что оператор осознания (прогноз) не даёт никакой дополнительной информации об угрозах или полезности исследуемого объекта;

5) каждому активному информационному объекту присуще:

- все найденные полезные объекты распространяются во все доступные миры. В приведённом примере именно благодаря этому правилу программная закладка получила возможность перебраться в тот мир, в котором она первоначально отсутствовала. Формально записать сказанное можно следующим образом: если в результате  $y \cdot x$  решено, что  $x$  полезно, то  $E_{i+1}[y] = E_i[y] + x$ ;

- все найденные опасные объекты уничтожаются во всех доступных мирах: если в результате  $y \cdot x$  решено, что  $x$  опасно, то  $E_{i+1}[y] = E_i[y] - x$ .

С учётом сказанного появляется возможность автоматически генерировать стратегию информационного воздействия. Действительно, известны исходные миры:

$$W_{11} = A + C + D + AC + AD; \quad W_{12} = B + C + D + CB + DB$$

и желаемый мир с позиции объекта  $A$ :  $W_{n2} = C + D$ . Требуется определить последовательность операторов преобразования мира. При этом известно, что пересечение исходных миров не пусто

$$W_{11} \cap W_{12} = C + D$$

и активные информационные объекты имеют свойство распространять все полезные для себя объекты во все доступные для себя миры.

Считаем, что перечень опасных и полезных объектов задан и компьютер не относится к опасным, иначе он был бы уничтожен сразу же объектом  $C$  или  $D$ . А вот объект  $A$  является опасным для мира  $W_{12}$  и допуск его именно в этот мир запрещён, т.е.  $W_{22} = W_{12} - A$ .

На первом этапе автоматической генерации стратегии естественным видится применение оператора исключения из мира ( $-B$ ). Проблема в том, что объекты  $C$  и  $D$ , находящиеся в этом мире, не собираются применять этот оператор. Применить его они могут только в том случае, если кто-то им докажет, что  $B$  опасен для их собственной жизнедеятельности. В данном случае считаем, что доказать это невозможно, так как по определению объект  $B$  таким не является\*.

---

\* Данное допущение сделано исключительно для конкретной задачи. В общем случае есть примеры,

когда с помощью целенаправленного информационного воздействия противнику удавалось поменять ярлык “полезный” на “опасный” и наоборот. Многое зависит от выделенных средств на проведение информационной операции.

Значит, первой рекомендацией в условиях автоматической генерации информационной стратегии будет следующее: “создать объект Z, обладающий свойством полезности для объекта C или D. При этом данный объект должен в условиях взаимодействия с объектом типа ЭВМ применить операцию исключения ЭВМ из мира либо применить операцию расширения мира для объекта, способного применить операцию исключения ЭВМ из мира”.

После чего начинается анализ интересов объектов C и D: “Что для них является полезным?” При этом в соответствии с рекомендацией поиск решения будет осуществляться по следующим направлениям:

1) найти или создать объект, представляющий интерес для C и/или D и обладающий способностью уничтожить объект B;

2) найти или создать объект, представляющий интерес для C и/или D, способный обеспечить генерацию специального объекта для уничтожения B. Попав в заданный мир, этот объект выполнит поставленную ему задачу “чужими руками”;

3) найти или создать объект, представляющий интерес для C и/или D, способный организовать доступ к объекту B, для объекта, способного уничтожить B, например, для объекта A.

Таким образом, основные направления решения задачи определены. Вопрос теперь в том, какое из них дешевле и безопаснее для объекта A.

В истории можно найти примеры, иллюстрирующие все три направления. Первый, с помощью программной закладки, мы уже рассмотрели. Второе направление тесно связано с первым и третьим. Решить же задачу по пути третьего направления возможно, например так: Объект A, являясь производителем или продавцом запирающих устройств, усиленно рекламирует свою продукцию. При этом реклама имеет целенаправленный характер и выполнена с учётом психологии C и D. Затем A делает дубликаты ключей всех рекламируемых замков и ждёт прихода C или D. В результате C или D внесут в мир объект, являющийся общим для них и для их противника A. В дальнейшем, применив к замку операцию преобразования мира, объект A получит доступ в интересующий его мир.

## **Стратегия информационного противоборства**

Прежде чем перейти к формированию общих требований к стратегии информационного противоборства, необходимо:

- сформулировать цель, которую пытается достичь противник;
- определить возможные способы достижения им цели;
- выявить факторы, определяющие выбор того или иного способа достижения цели;
- определиться с правилами обработки входных сообщений у противника.
- провести классификацию объектов, с которыми имеет или может иметь дело противник по критерию “полезные”, “безразличные”, “опасные”;
- сформулировать сообщения, направленные на сокращение возможных альтернатив поведения противника;
- оценить требуемые для производства и распространения сообщений ресурсы.

И только потом можно приступить к формированию стратегии.

Формальное описание стратегии информационного противоборства должно включать в себя записи, состоящие из следующих трёх компонент:

1) время применения операции преобразования мира;

2) ресурсы, необходимые для применения операции преобразования мира, включающие:

- финансовые средства на производство и распространение сообщений;
- интеллектуальные, технические, производственные и другие ресурсы;

— временной интервал, необходимый для производства и распространения сообщений;

3) конкретная операция преобразования мира.

Каждая из названных компонент, а не только операция преобразования мира, при определённых условиях может играть главенствующую роль в информационной стратегии.

### **Время применения оператора преобразования мира**

Варьируя только параметром “время”, порой возможно:

1. Не дать противнику возможности обработать действительно важные сообщения, которые как бы “потеряются” среди других.

2. Лишить противника возможности самостоятельно вести наступательные информационные действия, т.е. производить и распространять информацию по актуальной тематике.

### **Ресурсы, необходимые для применения оператора преобразования мира**

Если ресурсы выделяются под оператор осознания, то величина выделенных ресурсов определяет объём работ по проверке осознаваемого объекта и исследованию влияния этого объекта на собственные цели и задачи.

Ресурсы, необходимые для применения оператора преобразования мира, в случае если этот оператор — оператор расширения мира, предназначены для:

- производства требуемого сообщения;
- доведения сообщения до выбранного информационного объекта;
- организации процесса осознания выбранными информационными объектами результатов применения оператора расширения мира.

При этом именно ресурсы, выделенные на соответствующую операцию, определяют степень изменения мира. В случае если речь идёт о перепрограммировании населения страны, например при выборах во власть, чем больше требуемых сообщений будет произведено и распространено, тем больше вероятность, что часть из них будет осмыслена необходимым для победы на выборах большинством населения.

### **Ахиллесовы точки информационной системы**

Вернёмся ещё раз к рассмотрению процесса управления\* в виде следующих постулатов:

1) управление осуществляется ради достижения цели, т.е. цель запускает процессы управления;

2) управление осуществляется в соответствии с набором правил;

3) применение того или иного правила в процессе управления зависит от имеющихся целей и фактов, т.е. от сообщений, поступающих на вход системы.

---

\* В.А. Лефевр отмечает: “Эффективное рефлексивное управление X заключается в том, что X любым образом должен убедить Y, что произошли именно те превращения, которые запланировал Y”.

Из сказанного видно, что управление чужим процессом управления возможно благодаря целенаправленному информационному воздействию на:

1) цели противника (подмена целей) — способ №1;

2) правила, в соответствии с которыми противник осуществляет собственное управление,— способ № 2. Например, добавление новых правил, ограничивающих возможности противника по противодействию. Для социальных систем изменение правил реализуется путём изменения законодательной базы государства;

3) сообщения о событиях и их причинах — способ № 3. Для этого совсем не обязательно придумывать сообщения о несуществующих событиях. Достаточно вносить искажения в событийную картину мира путём замалчивания одних фактов и многократного дублирования сообщений о других. В результате в управляемом объекте происходит активизация соответствующих правил, приводящая его к прогнозируемым действиям.

В рамках предложенного здесь формализма, формы записи информационной стратегии, управление чужим процессом управления реализуется применением операторов расшире-

ния мира и исключения из мира (способ № 3), операторов осознания (способ № 2). Что же касается способа № 1 (воздействие на цели противника), то здесь мы согласимся с В.А. Лефевром\*: "... Понятие цели уже содержит в себе смысл "осознанной потенции". Цель выступает лишь как специфическое рефлексивное образование в теологических построениях. По-видимому, бессмысленно говорить о цели пчелы или муравья". Аналогичное утверждение полностью применимо к человеку, государству, народу как информационным объектам, ориентированным на выживание через применение всего механизма жизнедеятельности, выработанного за исторический промежуток, в процессе которого сформировался этот информационный объект. Значительное изменение правил ведения жизни (процедуры осознания мира) неизбежно приводит к уничтожению целей сложных информационных объектов, а следовательно, и их самих как самостоятельных исторических, информационных образований.

---

\* В.А. Лефевр. Конфликтующие структуры. М.: Советское радио, 1973.

### **Вывод по проблеме организации информационной безопасности в условиях информационного противоборства**

С развитием и совершенствованием информационных технологий, с упрощением и удешевлением процесса создания и распространения информации приёмы информационной войны будут применяться всё чаще и чаще. Если речь идёт о любом информационном объекте, претендующем на определённую самостоятельность, то он должен обладать собственной информационной независимостью, т.е. он должен сам для себя организовать производство и распространение знания, доверять своему знанию и многократно проверять чужое, какой бы сферы жизнедеятельности оно ни касалось. При этом должно быть максимально защищено знание о целях, выраженное в совокупности правил жизнедеятельности, сформированных в ходе исторического процесса.

### **Опыт практической реализации оператора осознания**

#### **Интеллектуальный потенциал информационного объекта**

Прежде чем перейти к исследованию и формальному описанию процесса рефлексивного управления, попробуем осмыслить и перевести в практическую плоскость операцию осознания.

Возникновение этой операции в ходе эволюции информационных систем объясняется поиском более экономичных способов защиты. Знание об опасности, которая подстерегает за углом, например, в виде падающего с крыши кирпича, всегда более значимо, чем наличие на голове каски. Достоверный прогноз позволяет выбрать наиболее простой и дешёвый способ защиты из всех возможных\*. Таким образом, операция осознания всегда направлена на решение задачи прогнозирования.

---

\* Анализ полноты способов защиты в рамках поиска определения абсолютной системы защиты сделан в работе С.П. Расторгуева "Информативное информирование как способ защиты жизни". М.: Агентства Яхтмен. 1996.

В основе создания прогнозной модели лежат следующие процессы:

- выделение и идентификация объектов окружающего мира;
- сбор данных об окружающих объектах в виде: идентификатор объекта, характеристики объекта, состояние объекта, совершаемые в данный момент и в данной точке пространства действия объектом или с объектом;
- упорядочивание собранных данных путём выработки правил, позволяющих сократить объём хранимых данных.

Интенсивность сокращения полученных данных в ходе их дальнейшего упорядочивания (без потери изначально заключённого в них знания) — по сути своей одна из важнейших характеристик интеллектуальных возможностей информационной системы, от-

ражающая возможности системы по поиску взаимосвязей и взаимозависимостей. В дальнейшем эту характеристику назовём **интеллектуальным потенциалом** информационной системы и будем рассчитывать, исходя из следующих соображений:

1) интеллектуальный потенциал тем больше, чем больше данных о мире система способна собрать в единицу времени;

2) интеллектуальный потенциал тем больше, чем “плотнее” и быстрее сжимаются собранные данные.

$$P = I_1 / I_2,$$

где

$$I_1 = E(t_2) - E(t_1) \text{ — получено за интервал времени } Dt = t_2 - t_1;$$

$I_2$  — осталось после внутреннего упорядочивания за тот же интервал времени. Предполагается, что внутреннее упорядочивание может идти с самого начала поступления данных за счёт исходных эвристик.

Например, в техническую систему в течение 23 часов поступает 200 записей со структурой:

<наименование объекта>  $\Rightarrow$  <цвет>  $\Rightarrow$  <место>  $\Rightarrow$  <время>

$\Downarrow$

<наименование объекта>  $\Rightarrow$  <цвет>  $\Rightarrow$  <место>  $\Rightarrow$  <время>

$\Downarrow$

В ходе последующего часового автоматического упорядочивания выяснилось, что параметр “цвет” объекта зависит от времени получения данных. Во всех записях, поступивших за последние сутки, цвет объекта один и тот же. В результате структура автоматически была преобразована к виду:

<наименование объекта>  $\Rightarrow$  <цвет>  $\Rightarrow$  <время от>  $\Rightarrow$  <время до>

$\Downarrow$

<наименование объекта>  $\Rightarrow$  <место>  $\Rightarrow$  <время>

$\Downarrow$

<наименование объекта>  $\Rightarrow$  <место>  $\Rightarrow$  <время>

$\Downarrow$

Оценим интеллектуальный потенциал системы. В первоначальной структуре имелось 200.4 элементов и 200.4 связей между элементами. Эти данные были собраны за 23 часа активной работы и часового “отдыха”,  $I_1 = 1600$ . После “интеллектуальной” обработки и сжатия в течение часа осталось  $4 + 200 \cdot 3$  элементов и  $4 + 200 \cdot 3$  связей между элементами,  $I_2 = 1208$ .

Тогда  $P = 1600 / 1208 \approx 1.32$ .

Для системы, неспособной упростить структуру данных за это же время,  $P = 1600/1600 = 1$ .

Понятно, что интеллектуальный потенциал информационной системы определяется не только наличием у неё естественного или искусственного интеллекта, но и соответствием этого интеллекта входному потоку данных.

### **Возможные направления практической реализации оператора осознания**

Процесс осознания всегда носит конкретный характер. Бессмысленно строить прогнозную модель сразу для всех возможных событий применительно к любой точке временной шкалы. Модель строится для получения конкретных ответов на интересующие вопросы.

Таким образом, переходя к практической реализации операции осознания, требуется каждый раз формулировать: объект моделирования, действие, совершаемое этим объектом, или событие, с ним происходящее, и интересующий исследователя временной интервал. Поэтому в дальнейшем мы иногда будем пользоваться расширенной формой записи операции осознания в виде:

$x \cdot T$  “идентификатор действия или события, временной интервал”.

Результатом применения такой операции будет 1, если упомянутое в параметрах со-

бытие планируется в указанный интервал времени, и 0 — в противном случае.

Прежде чем перейти к постановке задачи на алгоритмическую реализацию операции осознания, отметим следующее.

Основное направление решения задач прогнозирования поведения самообучающихся систем представляется несколько иным, чем для технических систем, — не от причин к следствиям, а от целей к поступкам. При этом поступки персонажей, которые они могли бы совершить в интересующем исследователя времени  $t$ , для достижения цели в  $t+\Delta t$ , берутся из множества поступков, совершённых до момента  $t$ , т.е. они черпаются из всего предыдущего опыта, как бы выбираются из базы знаний.

Прогнозирование поведения информационных систем, именно как информационных систем опирается в первую очередь на информацию, аккумулируемую этими системами, т.е. на знания систем. В конце-то концов любая информационная система в ходе достижения цели ведёт себя, как правило, в соответствии со своими знаниями: умеет плавать — лезет в воду, умеет драться — лезет в драку. Если система умеет “что-то”, то в ситуации, где это знание необходимо, именно этим “что-то” она и воспользуется.

Таким образом, исходные данные для реализации операции осознания это:

1) предполагаемая цель\*. Такая цель может быть как изначально присуща системе, так и специально привнесена в неё информационным противником для упрощения процесса моделирования.

2) возможности по достижению цели в виде способностей к определённым действиям. Причём эти способности могут быть как изначально присущи системе, так и специально привнесены в неё информационным противником для упрощения процесса моделирования и управления.

---

\* В данном случае речь идёт о цели как об итоговом результате определённой деятельности, сформулированном перед началом этой деятельности.

Спрогнозировать наступление определённого события в заданный интервал времени система способна, если она обладает набором правил и законов, характерных для проявления прогнозируемого события, либо при наличии в ней механизмов самообучения, позволяющих выработать эти самые правила и законы.

Поэтому, когда речь идёт о практической реализации операции осознания в виде программного модуля, есть смысл выделить два направления:

1) реализация на базе экспертной системы, в том числе включая набор правил, предварительно подготовленных специалистами по моделируемым объектам. При этом для решения сложных переборных задач в режиме реального времени часто используются алгоритмы, в основу которых положены эвристики. Например, генетические алгоритмы;

2) реализация на базе самообучающихся систем.

**Генетические алгоритмы** предназначены для решения переборных задач большой размерности, например, поиска оптимального маршрута движения транспорта через сотни пунктов, составления расписаний и т.п. Основу любого генетического алгоритма составляют “хромосомы” — двоичные векторы, каждый из которых описывает конечный результат, и функция “приспособления”, позволяющая получить количественную оценку пригодности “хромосомы”.

После того как структура “хромосомы” и функция “приспособления” определены, задача заключается в генерации различных “хромосом” на базе уже существующих и отсеивании “неперспективных”. Примерные этапы работы генетического алгоритма:

- все “хромосомы” разбиваются на пары. Это разбиение осуществляется с учётом значения функции “приспособления” и датчика случайных чисел;

- для каждой пары выполняется операция кроссинговера, в ходе которой осуществляется случайное перемешивание частей “хромосом” друг с другом, т.е. происходит как бы рождение принципиально новых “хромосом”. Некоторые “хромосомы” при этом могут остаться неизменными;

• мутация. В ходе мутации в отдельных “хромосомах” изменяются случайным образом такие характеристики, которые стабильно не затрагиваются в процессе кроссинговера.

В результате на каждом этапе имеем поколение “хромосом” со всё более хорошими показателями. При этом размер “хромосомы” не изменяется. Однако в общем случае размер “хромосомы” может и не быть постоянным.

### **Реализация оператора осознания на базе самообучающихся систем**

Опишем один из возможных подходов к реализации операции осознания на базе самообучающихся систем.

Самообучение — это процесс целенаправленного изменения знания информационной системы, которое выражено в структуре системы и функциональных возможностях её элементов, под воздействием входных данных. Изменения могут включать в себя\*:

- 1) изменение связей между элементами (характерно для нейрокомпьютеров);
- 2) уничтожение элементов;
- 3) рождение новых элементов;
- 4) различные комбинации из первых трёх способов.

Исходные данные:

• множество элементарных действий (событий), из которых может быть построено более сложное действие (событие). Процесс построения определяется связями между этими элементами, т.е. структурой;

• входные данные в виде характеристик действий (событий) и самих действий исследуемого объекта.

Процесс формирования прогнозной модели с элементами самообучения предполагает создание обучающей выборки, включающей в себя характеристики действий (событий) и сами действия (события), а также интересующие исследователя результаты, включённые в обучающую выборку в виде образца.

---

\* *Расторгуев С.П.* Информационная война. М.: Радио и связь, 1998.

### **Реализация оператора осознания на базе нейросети (перцептрон)**

В качестве способной к обучению системы рассмотрим одну из самых простых обучающих систем с учителем — перцептрон. Существует множество современных пакетов по моделированию, реализующих целый спектр нейросетевых технологий. Мы же остановимся на одном из самых примитивных только потому, что на нём проще всего можно продемонстрировать сам принцип нейросетевого подхода к организации обучения системы.

Перцептрон построен Розенблатом на основе модели нервных цепей с трёхслойной структурой ещё в 1958 году. Структура перцептрона и принципы его работы подробно описаны в следующих работах Минский М., Пейперт С. Перцептроны. М.: Мир, 1971; Китахаси Т. Обучение при распознавании образов// Приобретение знаний: Сборник. М.: Мир, 1971.

Схематично перцептрон представляет собой трёхслойную схему со слоями А (входной слой), В (промежуточный), С (выходной).  $N_1, N_2, N_3$  — число элементов в каждом слое. Каждый элемент может принимать только два значения — 0 или 1. Связи между входным и промежуточным слоем фиксированы случайным образом по принципу от одного к нескольким. Связи между промежуточным и выходным слоем формируются в процессе обучения перцептрона, где алгоритм формирования может быть самым различным. В частности, пусть:

$X(N_1, N_2)$  — матрица связей входного и промежуточного слоев. Элементы матрицы — 0 или 1;

$Y(N_2, N_3)$  — матрица связей промежуточного и выходного слоев. Элементы матрицы — целые числа;

$a(N_1)$  — входные значения (в режиме обучения задаются учителем);

$c(N_3)$  — желательные выходные значения для  $a(N_1)$  (в режиме обучения задаются учителем).

Тогда одним из возможных алгоритмов обучения является следующий:

1) если выходной результат соответствует желаемому, предъявленному учителем (выходной результат рассчитывается по формулам 1 и 2), то всё оставить без изменений, иначе к пункту 2;

$$j = N_1$$

$$2) b(i) = \cup (x(j,i) * a(j));$$

$$j = 1$$

3) если  $b(i) = c(k)$ , то  $y(i,k) = y(i,k) + 1$ ,  
иначе  $y(i,k) = y(i,k) - 1$ .

Настроенный таким образом перцептрон будет работать по следующему алгоритму:

$$j = N_1$$

$$1) b(i) = \cup (x(j,i) * a(j))$$

$$j = 1 \quad (1.)$$

$$2) c(k) = 1,$$

$$i = N_2$$

$$\text{если } \sum (b(i) * y(i,k)) > 0,$$

$$i = 1$$

$$\text{иначе } c(k) = 0. \quad (2.)$$

Одно из главных серьёзных преимуществ нейрокомпьютеров, непрограммных пакетов, моделирующих работу нейрокомпьютера, а именно нейрокомпьютеров, — возможность параллельной работы. Каждый формальный нейрон — это своего рода микропроцессор, соединённый с другими. Нейрон, интегрированный в структуру из себе подобных, вносит своё “я” в новую сущность под названием нейросеть и именно через её “поведение” выражает себя, по правилам поведения похожего как две капли воды на своего соседа.

Однако подобного рода системы являются простыми. Понятно, что с помощью простой системы можно моделировать только отдельные функции сложной системы, и не более того.

Опишем подход к созданию самообучающейся системы, состоящей из элементов, правила поведения которых могут быть основаны на взаимоисключающих аксиомах.

### Обучение на принципе гибели и рождения элементов

В качестве примера рассмотрим проектирование модели (информационной системы), способной выявлять аналитические зависимости в потоке входных числовых данных, и оценим её интеллектуальный потенциал для этого набора данных.

Предположим, что элементы структуры (формальные нейроны) способны к следующим элементарным действиям (ЭД): сложить ('+'), вычесть по модулю ('-'), умножить ('\*'), разделить ('/'), ничего не делать (' '). Можно допустить и операции логарифмирования и возведения в степень — это позволит расширить возможности системы по обучению. Нас же сейчас интересует сам подход, поэтому мы ограничимся только пятью названными операциями. Далее, выделим участок “пустого” пространства, на который будет оказываться воздействие по двум входам и одному выходу.

Предположим, что возникшее “напряжение” должно компенсироваться образованием элементов в этом “пустом” пространстве.

Предположим, что должно появиться ровно столько элементов (не меньше и не больше) и с такими функциональными возможностями, чтобы компенсировать внешнее напряжение.

Предположим, что при рождении элементов выбирается элемент с тем элементарным действием, которое максимально способствует минимизации напряжения.

При этом считаем, что рождённые элементы в дальнейшем наряду с входными данными оказывают влияние на рождение следующих элементов.

Например, пусть на первый вход подан сигнал силой три условные единицы ( $x_1 = 3$ ), на второй — 5 ( $x_2 = 5$ ), требуемый результат — 20 ( $z = 20$ ).

Тогда, перейдя на язык линейного программирования, поставленные условия можно записать следующим образом:

$x_1, x_2$  — входные значения;

$z$  — выходное значение;

$d$  — элементарное действие из множества  $[+, \times, -, /, ' ]$ .

При этом, считаем, что “ничего не делать” наиболее предпочтительное из всех ЭД. Это действие подразумевает отсутствие какого бы то ни было элемента и введено исключительно для полноты картины.

Требуется подобрать такое  $d$ , которое минимизировало бы выражение  $(z - d(x_1, x_2))^2$ .

Полный перебор показывает, что минимум достигается только тогда, когда родится элемент с ЭД “умножить”. Обозначим его через  $A_1$ . Возникший элемент максимально сгладит существующие противоречия, но до полной идиллии будет ещё далеко. Напряжение ослабнет, но не исчезнет. В том случае, если оставшегося напряжения система не в состоянии будет “долго терпеть”, то ей придётся опять решать ту же самую задачу по устранению возникшего напряжения, но уже в новых условиях. Целевую функцию придётся переписать (с учётом нового элемента, который, став полноправным членом системы, имеет право на своё “индивидуальное видение мира”) в виде:

$$\min (z - (d_1(x_1, x_2, A_1)))^2$$

или

$$\min ((z - d_2(d_1(x_1, x_2), A_1))^2, (z - d_2(d_1(x_1, A_1), x_2))^2, (z - d_2(d_1(A_1, x_2), x_1)))^2).$$

Таким образом, система под воздействием входных данных будет становиться всё сложнее и разнообразнее.

Если на первом этапе входные данные являлись той силой, которая “из камня выжимала воду”, порождая собой всё происходящее, то к тому времени, когда система обретёт достаточную сложность, включив в себя максимально допустимое количество элементов, ситуация резко изменится. Теперь уже те входные данные, которые ранее создавали миры, становятся похожими более на выстрел стартового пистолета, чем на “большой взрыв”, породивший Вселенную. Для сложной системы, способной самостоятельно генерировать проблемы, входные данные порой значат меньше, чем сгенерированные на их основе собственные элементы, которым “есть что сказать”.

Итак, внешний мир, определивший создание конкретной системы с возрастанием сложности созданной им системы, становится всё менее значимым для поведения системы.

Чем больше элементов включено в систему и чем выше их функциональная мощь, тем более от них зависит, каким будет изменение всей системы даже при самом ничтожном внешнем воздействии.

Процесс самозарождения повторяется до тех пор, пока система не откажется от рождения новых элементов, считая оставшееся внешнее напряжение вполне терпимым, либо её принудит к этому отсутствие ресурсов.

Если же речь идёт о компьютерных моделях, то здесь с каждым разом задача выбора ЭД будет становиться всё более и более трудоёмкой\*. С одной стороны, всё возрастающая трудоёмкость выбора нового элемента (каждый существующий элемент несёт в себе наряду с входными данными определённое ограничение), а с другой — понижение внешнего напряжения приведут к тому, что система успокоится и будет работать с той погрешностью, на которую окажется способной.

---

\* Для решения подобных переборных задач целесообразно использовать эвристики, в частности, генетические алгоритмы.

На этом этап обучения по принципу самозарождения можно считать законченным. Но

теперь появляется возможность дальнейшего обучения по принципу уничтожения элементов.

Для описания этого этапа обучения введём понятие “жизненная сила” элемента. Под **жизненной силой** нейрона будем понимать величину внешнего напряжения, для компенсации которого он был рождён. И далее считаем, что элемент может быть уничтожен только тогда, когда внешнее напряжение, действующее на него, превосходит его собственную жизненную силу.

Итак, вернёмся к рассматриваемому примеру. Пусть на вход системы поступает обучающая выборка в виде двух характеристик среды ( $x_0, x_1$ ) и результата ( $z$ ) — события, которое также характеризуется каким-то числом:

1)  $x_1 = 600, x_2 = 300, z = 180900$ ;

2)  $x_1 = 2, x_2 = 5, z = 25$ ;

3)  $x_1 = 4, x_2 = 1, z = 7$ ;

4)  $x_1 = 0, x_2 = 0, z = 0$ ;

5)  $x_1 = 20, x_2 = 1, z = 23$ ;

6)  $x_1 = 300, x_2 = 600, z = 181800$ .

Требуется определить аналитическую зависимость, стоящую за этими числами.

По первой строке входных/выходных данных (согласно приведённому выше алгоритму) изначальная пустота будет заполнена структурой, показанной ниже (результат первого этапа обучения):

а) первоначально родится элемент с ЭД “умножить”:

$$\min (z - d(x_1, x_2))^2 \cdot d$$

б) затем появится элемент “сложить”

$$\min (z - (d_1(x_1, x_2, A_1)))^2 :$$

в) и последним родится элемент с ЭД “сложить”:

Рождённые три новых элемента имеют следующую “жизненную силу” (жз): 180000, 600, 300. В силу значительной абсолютной величины все последующие входные/выходные данные, включённые в этот пример, не в состоянии будут изменить или уничтожить рождённые элементы. Иными словами, используемые в примере данные не смогут заставить возникшую структуру забыть свои знания.

Однако на втором этапе обучения (вторая строка) система уже не будет так хорошо угадывать ответ. Возникшая ошибка станет больше допустимой. Переобучиться за счёт уничтожения формальных нейронов не получится. В силу того, что жизненная сила  $A_3$  больше, чем ошибка системы.

Остаётся породить новые структуры, которые как в кокон заключают в себя старую систему. Для этого требуется решить переборную задачу и определить не только функцию нового элемента, но и место его встраивания в систему.

Это место показано жирной стрелкой. Наиболее предпочтительная функция нового элемента — “умножить”. Жизненная сила равна 7 (24 – 17).

При этом точного ответа получить не удалось. Устранить оставшуюся ошибку новыми рожденьями невозможно. Таким образом, полученная структура является результатом обучения по второй строке входного набора данных.

При поступлении третьей строки обучающей выборке возникнет ситуация, когда ошибка превысит жизненную силу последнего родившегося элемента ( $A_4$ ). Он будет уничтожен.

Система вернётся в предыдущее более устойчивое состояние.

Но и в этом состоянии точного ответа нет. Однако имеющаяся погрешность не достаточна для уничтожения оставшихся элементов. Процесс гибели завершён. Начинается процесс рождения. Точное решение может быть получено благодаря блокированию элемента  $A_3$  и рождению элемента с функцией “вычитание” и жизненной силой в две условные единицы.

Четвёртый этап не изменит систему, а значит, ничему и не научит.

На пятой строке входных данных четвёртый элемент опять будет уничтожен. Процесс

разрушения остановится на третьем элементе.

Шестая строка входных данных уничтожит не только последний появившийся элемент, но и два предпоследних —  $A_2$ ,  $A_3$ . Вновь начавшийся процесс рождения элементов завершится в виде следующей структуры:

Для полученных схем всегда может быть предложен метод, переводящий эти схемы в аналитические выражения.

Таким образом, описанный метод прогнозирования на заданной входной последовательности, состоящей из 6.3 элементов 6.3 связей, позволил свести входную структуру к 4 элементам и 6 связям между ними. Интеллектуальный потенциал  $P = 36/10 = 3.6$ .

В предложенной схеме самообучения исключается такая ситуация, как паралич системы, и гарантируется на каждом этапе обучения та или иная точность предсказания. Эта точность определяется ранее рождёнными элементами.

Возможности подобного метода самообучения определяются мощностью и разнообразием множества элементарных операций.

Подобный подход не исключает методов, в основе которых лежит изменение весовых коэффициентов для входных связей нейрона, наоборот, изменение весовых коэффициентов является единственным методом настройки системы в том случае, когда рождение или гибель нового элемента становятся невозможными. Единственный способ повысить точность в этой ситуации — подстройка весовых коэффициентов (в данном случае добавление констант).

В дальнейшем системы, функционирующие на базе приведённых принципов самовозрождения и разрушения, для краткости назовем **СР-сетями\***.

---

\* *Расторгуев С.П.* Информационная война. М.: Радио и связь, 1998.

В рассмотренном примере в качестве ЭД фигурировали арифметические операции, и именно для удобства работы с ними была подобрана соответствующая функция цели. Однако многообразие существующих задач никак не позволяет свести все существующие процессы самообучения исключительно к набору арифметических ЭД. Поэтому возникает резонный вопрос: “Позволяет ли подобный подход решать задачи, связанные с переработкой графических или символьных образов, и можно ли его использовать для решения обычных, будничных задач, присущих человеку как объекту, притягивающемуся целью?” Ибо ничто не мешает предложить аналогичный подход для моделирования ситуаций в биологическом, социальном и компьютерном мирах.

Анализируя ситуации социальной жизни, можно ввести ЭД типа: “бежать”, “идти”, “сидеть”, “ехать”, “говорить”, “рождаться”, “умирать”, “повеситься” и т.п. Можно даже ограничить это множество, скорректировав его действиями “не убий”, “не возжелай”.

Для компьютерной программы в качестве ЭД могут выступать операции: “писать”, “читать” и т.д.

Понятно, что подобные СР-сети не панацея и не предлагают универсальной эвристики, пригодной для всех случаев жизни. Они могут стать лишь ещё одним дополнительным инструментом для построения прогнозных моделей.

Для создания компьютерных моделей пути улучшения ситуации видятся в направлении распараллеливания процессов.

### **Обучение без учителя**

Ранее мы рассматривали процесс обучения системы с учителем. В то время, когда на вход системы окружающая среда оказывала воздействие значениями входных переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , а сама система состояла из элементов  $A_1, A_2, \dots, A_k$ , учитель предъявлял на выход значение  $z$ . При этом процесс обучения по каждому обучающему набору  $(x_1, x_2, \dots, x_n, z)$  состоял из двух этапов:

1) уничтожение элементов, если возникающее напряжение превышало их жизненную силу;

2) рождение элементов, способных выполнить операцию  $d$ , исходя из требования минимизации целевой функции

$$\min (z - d(x_1, x_2, \dots, x_n, A_1, A_2, \dots, A_k))^2.$$

$d$

В результате, учитывая, что  $d$  может принимать значения только из некоторого фиксированного множества значений, минимизация целевой функции по  $d$  осуществлялась путём простейшего перебора. Причём для реализации перебора вполне могут быть применены эвристические алгоритмы.

Теперь рассмотрим ситуацию, которая может возникнуть при отсутствии учителя у системы. Отсутствие учителя предполагает, что значение  $z$  не определено. Когда выходной результат не известен, система может предположить следующее:

- 1) правильный ответ — это отсутствие ответа, т.е. ответа не должно быть вообще;
- 2) правильный ответ выходит за возможности системы и поэтому его не должно быть;
- 3) ответ принадлежит к множеству выходных значений системы.

Получается, что при отсутствии учителя система должна минимизировать целевую функцию сразу по двум параметрам ( $z$  и  $d$ ):

$$\min (z - d(x_1, x_2, \dots, x_n, A_1, A_2, \dots, A_k))^2$$

$d, z$

Безусловно, если возможное  $z$  принадлежит множеству выходных значений системы, то минимизация только по  $z$  более привлекательна, так как не требует от системы в данный момент никакой дополнительной внутренней перестройки. Именно такое поведение могут себе позволить сформировавшиеся системы, обладающие определённым жизненным опытом, прошедшие, как говорится “огонь, воду и медные трубы”.

Теперь исследуем процесс обучения без учителя для СР-сетей, исходя из следующих начальных волюнтаристических предположений:

- 1) система обучена на некоторой выборке, т.е. количество элементов СР-сети больше нуля;
- 2) на вход поступают значения, с которыми в процессе обучения система не сталкивалась;
- 3) получаемый результат выходит из диапазона значений, в рамках которого работает система. Образно говоря, “сказать хочется, а слов нет”.

Какие возможны в данной ситуации варианты поведения системы?

### **Вариант 1**

1. Признать полученный результат неверным.
2. В качестве выходного результата определить действие “ничего не делать” или пустое (нулевое) значение, которое всегда принадлежит множеству выходных значений.
3. Осуществить процесс обучения (уничтожение и рождение элементов) для поступивших входных значений и выходного значения, определённого в п.2. Таким образом, система самостоятельно от неизвестной ей схемы “обучение без учителя” переходит к известной схеме “обучение с учителем”.

### **Вариант 2**

1. Признать полученный результат неверным.
2. В качестве выходного результата определить значение, наиболее близкое к полученному результату, но принадлежащее множеству допустимых для выходного результата значений.
3. Осуществить процесс обучения для поступивших входных значений и выходного значения, определённого в п.2.

### **Вариант 3**

1. Признать полученный результат правильным. Невозможность его реализации объяснить несовершенством системы по генерации соответствующих выходных значений.

Например, система неспособна мгновенно взлететь в небо или закопаться в землю. Но другого решения не искать, а попытаться реализовать полученное путём изменения собственных “физических” возможностей или разрушения ограничений на диапазон выходных значений, например, заняться йогой, парапсихологией или левитацией.

#### **Вариант 4**

1. Признать полученный результат правильным. Невозможность его реализации объяснить несовершенством системы, её неспособностью к генерации соответствующих выходных значений.

2. Выработать такой выходной результат, который, изменяя окружающую среду, позволял бы избежать в дальнейшем поступления на вход подобных входных значений, т.е. надо сделать так, чтобы встреча с определённым “кусочком” прошлого стала невозможной.

3. Осуществить процесс обучения для поступивших входных значений и выходного значения, определённого в п.2.

Интересно, что выбор того или иного варианта поведения системы во многом определяет черты её характера, если, конечно, проводя аналогию с живым существом, можно это назвать чертами характера, например: смирение — присущая системе ориентация в большей степени на первый вариант поведения; упрямство — ориентация на третий вариант и т.п. Таким образом информационная система начинает приобретать индивидуальность.

### **Оператор расширения мира и последствия его применения**

Выше были проанализированы возможные реализации оператора осознания, результатом использования которого становится применение специально сформированной последовательности операторов преобразования мира, основные из которых — это операторы расширения мира. Ибо мало построить адекватную информационную модель противника, необходимо ещё вовремя внести в мир управляющую противником информацию.

Будучи вброшенными в мир, сообщения направлены не только на внесение ограничений в варианты выбора поступка, но и создают целую систему отношений между потребителями сообщений. Эта система отношений по сути своей и образует текущее состояние общественного сознания.

При этом своё отношение к опубликованным сообщениям остальные информационные объекты мира выражают также с помощью сообщений, которые в дальнейшем комментируются опять же с помощью сообщений и т.д. При этом понятно, что каждое новое сообщение не является 100-процентной копией, а обладает авторской самостоятельностью, представляя собой модель модели\*. И здесь, вполне возможно, что чей-то комментарий порождает у остальных объектов мира больше интереса, чем само исходное сообщение.

---

\* Любой комментарий любого сообщения в данном случае рассматривается как результат осознания исходного сообщения, т.е. как модель.

Более того, возможна ситуация, когда в исходном сообщении могут быть замещены отдельные компоненты, при этом оно полностью потеряет своё первоначальное содержание. Поэтому говорить об эквивалентности исходного, кем-то произведённого сообщения его модели (комментария) можно порой лишь с очень большой долей условности.

Пусть  $s$  — исходное сообщение, а  $A, B, C$  — активные объекты (субъекты) данного мира.

Тогда вполне возможна, например, следующая картина мира:

Через “+” и “-” на рисунке обозначено отношение информационного объекта к сообщению или модели. В случае “+” модель признается полезной, в случае “-” таит в себе угрозу. А так как все модели принадлежат конкретным информационным объектам, то, введя понятие “полезности” и “угрозы”, мы тем самым получили структуру взаимоотношений объектов.

После того как структура взаимоотношений определена, она уже сама рассматривается

в виде объекта информационного воздействия, ибо с помощью специально сгенерированных сообщений можно усиливать одни отношения и ослаблять другие. Делается это либо специальной “раскруткой” (целенаправленным комментированием) отдельных, порой совсем рядовых событий, либо умышленным замалчиванием “опасных” для существующего отношения фактов. В результате в пространстве отношений возникают подпространства коллег “по духу” и противников. Эти подпространства со временем приобретают определённую самостоятельность, и уже сами, отталкиваясь от созданных ранее отношений между субъектами информационного пространства, начинают определять отношения к появляющимся сообщениям. В результате становится реальной возможность решать и обратную задачу — по отношению субъектов к тем или иным сообщениям выявлять ниточки, за которые их дергают, и выходить таким образом на инициаторов и исполнителей конкретных информационных операций.

Сформировавшаяся система отношений обладает всеми свойствами сложной информационной системы, содержит взаимно противоречивые и даже исключаящие друг друга элементы. А это значит, что в случае уничтожения буферов между “противниками” в ходе проведения информационной операции в системе может возникнуть серьёзный раскол, а порой и разрушение всего знания системы, и её самой, так как в подобных системах теоретически возможно путём внешнего воздействия активизировать процессы, направленные на саморазрушение. Если система способна осознать эту угрозу, то она обязана позаботиться о собственной безопасности, т.е. о создании определённых ограничений на поведение отдельных элементов и подструктур, включая создание исполнительных служб, жёстко наказывающих за нарушение этих ограничений.

Каждый элемент рассматриваемой нами картины мира, состоящей из сообщений, их комментариев и отношений полезности/вредности, кроме своей роли узлового элемента структуры, может быть исследован и осознан не только как отдельный “кусочек зеркала со своей индивидуальной кривизной”, отражающий реальность, но и как программатор, перекраивающий иные миры информационных объектов. Для примера попробуем спроецировать предложенную выше структуру на СМИ и людей, “поглощающих” продукты этих СМИ. Для этого обозначим через A,B,C,D... отдельные средства массовой информации, а через a,b,c,d ... — людей. Тогда каждая возникающая модель, типа  $A_s$ ,  $BA_s$ ,  $CBAs$  не только может отражать мысли, желания и интересы своих зрителей (соответственно  $a_1...a_n$ ,  $b_1...b_k$ ,  $c_1...c_l$ ), но и перепрограммировать этих самых зрителей по образу и подобию собственного эталона в соответствии с потребностью хозяев моделей.

При этом значимость, или, говоря рыночным языком, цена той или иной модели определяется не её соответствием исходному факту или сложностью, а исключительно количеством зрителей, над которыми данная модель хотя бы потенциально способна “воспалить”.

Хозяева моделей-победителей, т.е. моделей, внедрённых в наибольшее количество информационных самообучающихся систем, правят соответствующим миром. Это верно не только для людей, живущих в информационную эпоху, но и даже для компьютеров, над которыми постоянно нависают все новые и новые модели в виде операционных систем.

Что же касается онтологического смысла оператора расширения мира, то именно с его помощью создаются для оператора осознания входные сообщения, результатом осмысления которых становится текущая модель мира. Входные сообщения, поглощённые системой и прошедшие через операцию осознания, сами, в свою очередь, становятся причиной применения данной системой оператора расширения мира. В этой череде изречений и осмыслений “живёт” любая информационная самообучающаяся система, живёт до тех пор, пока не совершит ошибку из-за недостатка исходных данных или интеллектуального потенциала, которого никогда и ни у кого не бывает много.

## Задания для самостоятельного исследования

1. Известно:

- система состоит из  $n$  элементов;
- в ходе экспертной оценки получена таблица, отражающая взаимные предпочтения элементов (каждый с каждым) в виде “+” — положительно, “-” — отрицательно, “0” — нейтрально;
- известны таблицы, отражающие взаимосвязи элементов в ходе функционирования системы для различных режимов работы;
- известны внешние входные воздействия, способные менять режимы работы системы;
- известно правило изменения взаимосвязей: если взаимодействующие элементы имеют по отношению друг к другу отрицательные предпочтения, то за  $t$  тактов функционирования системы имеющаяся между ними функциональная взаимосвязь будет разрушена.

Требуется построить модель (в виде программы для ЭВМ), позволяющую исследовать устойчивость систем по отношению к различным внешним воздействиям и собственным характеристикам системы: соотношения положительных, отрицательных и нейтральных предпочтений, число тактов  $t$  и др. (на усмотрение слушателя).

2. Взяв в качестве исходных данных условия первого задания, предположите, что после каждого такта функционирования в систему дополнительно поступает  $n_1$  элементов. Измените правило изменения взаимосвязей таким образом, чтобы путём внешних воздействий стало возможно не только разрушить систему, но и обеспечить её постоянное “разрастание”. Для выбранной вами конкретной системы предложите стратегии для её уничтожения и разрастания.

3. Используя такие понятия, как устойчивость системы к внешним воздействиям и мера хаоса в принятии решения, обоснуйте структуру ядра операционной системы ЭВМ, ориентированную:

- на функционирование в режиме реального времени;
- на устойчивую работу в условиях сбоя оборудования, ошибок в пользовательском программном обеспечении и применения программных средств скрытого информационного воздействия\*.

---

\* Под программными средствами скрытого информационного воздействия (ПССИВ) понимаются программные закладки и компьютерные вирусы.

Для измерения меры хаоса в принятии решения воспользуйтесь функциональной зависимостью на базе формулы Л. Больцмана:

$$S = k \times \log_2(W) - B,$$

где

$k$  — константа;

$W$  — статистический вес, который определяется числом возможных вариантов взаимодействия элементов системы между собой;

$B$  — константа, характеризующая состояние системы, способной практически мгновенно принимать решение, т.е. состояние системы, в котором она обладает минимально возможным количеством связей.

В нашем случае статистический вес — это количество устойчивых связей между элементами системы. Что касается постоянной  $k$ , то вместо неё предлагается использовать некий коэффициент пропорциональности, равный 1. Константа  $B$  пропорциональна минимально возможному количеству связей между элементами системы —  $\log_2(n-1)$ .

Тогда мера хаоса в принятии решения для информационных самообучающихся систем будет рассчитываться по формуле:

$$S = \log_2(s) - \log_2(n-1) \text{ или } S = \log(s/(n-1)),$$

где

$s$  — количество устойчивых связей между элементами структуры;

$n$  — количество элементов системы.

4. Рассмотрите и предложите модель для следующей ситуации. Противник наносит по вашей системе удары разной информационной мощности. Каждый удар приводит к гибели конкретного (различного) количества элементов системы. Вам известны последовательность этих ударов и их мощность. Требуется предложить алгоритм перестройки структуры системы таким образом, чтобы, обладая минимально допустимой мерой хаоса в принятии решения, система как можно дольше оставалась устойчивой к внешним воздействиям.

5. Найдите в художественной литературе сюжет, основу которого составляет развитие конфликтной ситуации в коллективе, ответственном за выполнение закреплённых за ним задач. Опишите данную ситуацию в рамках формальной модели.

6. Покажите, что операторы  $1+x^2$  и  $1+xu$  порождают рефлексивное замыкание. Предложите какой-либо другой оператор преобразования мира, порождающий рефлексивное замыкание, и опишите подходящий для него аналог поведения технических или социальных систем в ходе осознания мира при условии предпочтения данного оператора.

7. Анализируя поведение информационных самообучающихся систем, предпочитающих оператор  $1+x+ux$ , В.А. Лефевр пришёл к выводу, что рефлексивные системы обладают резервом самоорганизации, который отсутствует у систем других типов и который позволяет им целесообразно функционировать, не имея информационных контактов друг с другом. Докажите это, используя примеры конфликтных ситуаций, в которых оба противника применяют этот оператор.

8. Реализуйте оператор осознания в виде программы на любом выбранном вами языке программирования. В качестве метода прогнозирования попробуйте использовать:

знания экспертов;

методы, основанные на анализе статистического материала;

нейросетевые подходы;

алгоритмы, в основе которых рождение элементов;

алгоритмы, в основе которых гибель элементов;

СР-сети.

Попробуйте спроектировать универсальную программу для одного из названных методов. Универсальность должна заключаться в том, что в зависимости от области применения пользователь самостоятельно способен подготовить для неё данные в виде:

- экспертных правил;
- данных, для статистической обработки;
- количество входных/выходных переменных и область их значения;
- множество элементарных операций.

9. Для приведённого в работе примера № 3 по уничтожению информации на компьютере предложите стратегию для объекта С, направленную на противодействие объекту А. В соответствии с предложенной стратегией попробуйте подготовить методические рекомендации для персонажей типа С и D.

10. В приведённом примере № 3 измените цель игрока А. Пусть А заинтересован не в уничтожении объекта В, а в похищении информации, хранящейся на объекте В. Предложите вариант стратегии информационного воздействия для объекта А.

11. Используя предложенный язык описания рефлексивных процессов, попробуйте сформулировать стратегию информационного противоборства отдельных политических лидеров или партий. Для этого выполните два описания происходящих процессов: один на естественном языке, второй, соответствующий, используя операторы преобразования мира.

12. Используя предложенный язык описания рефлексивных процессов, попробуйте записать сюжет любого выбранного вами художественного произведения.

13. Как известно, генетические алгоритмы используются для решения задач, в которых размерность “хромосомы” изначально считается заданной, как, например, в случае выбора маршрута для объезда N городов. Попробуйте обобщить генетический алгоритм для случая переменной размерности “хромосомы” и применить модифицированный вариант к определению функционального предназначения рождающегося элемента для СР-сетей.