

АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВА СОСТОЯНИЙ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

Сергутенко А.В., магистр технических наук,

УО «Могилевский Государственный университет продовольствия»

Введение

В условиях современного развития науки уровень оснащения предприятий и производств средствами автоматизации довольно высок. Благодаря внедрению новых технологий предприятия имеют возможность переоснащать свои производственные мощности современными линиями, позволяющими выпускать конкурентоспособный товар, снижать издержки и, в целом, иметь высокотехнологичное производство.

Современное развитие информационных технологий позволяет проводить внедрение результатов исследований в области искусственного интеллекта в сферу экономики. Герберт Саймон (1916—2001) стал одним из первых его исследователей, получившим Нобелевскую премию по экономике в 1976 году [2]. Интерес мирового сообщества к использованию искусственного интеллекта в экономических и управленческих процессах, начиная с 90-х гг. прошлого века до сегодняшнего времени, достаточно высок [5]. Производители мировых брэндов уделяют огромное внимание внедрению подобных технологий в бизнес-процессы.

Одно из направлений применения интеллектуальных агентов [3] — автоматизация менеджмента предприятия. Во-первых, это оптимизация управленческих решений согласно реализации бизнес-стратегии предприятия и его экономическим возможностям. Во-вторых, это составление плана выполнения по-

ставленной задачи, и наконец — это контроль надлежащего исполнения каждого пункта плана.

Зарубежные компании в этих разработках широко применяют экспертные системы. Например: American Express использует экспертную систему, определяющую целесообразность выдачи или отказа в кредите той или иной фирме. Японский Sanwa Bank, один из крупнейших мировых банков, применяет экспертную систему Best Mix для улучшения качества своей информации по инвестициям [6].

Экспертная система — это программа для компьютера, которая оперирует со знаниями в определенной предметной области с целью выработки рекомендаций или решения проблем [2, с. 12].

Главная черта применяемых в подобных случаях экспертных систем заключается в возможности принятия решений в уникальных ситуациях, для которых алгоритм заранее не известен и формируется по исходным данным в виде цепочки рассуждений (правил принятия решений) из базы знаний. Причем решение задач предполагается осуществлять в условиях неполноты, недостоверности, многозначности исходной информации и качественных оценок процессов [1, с. 8—9]. Это становится возможным благодаря свойствам адаптивности экспертной системы. Это означает, что поведение реализующей ее программы меняется (в лучшую сторону) в течение некоторого времени [4].

Автоматизация менеджмента невозможна без анализа существующих управленческих механизмов,

включающих как экономический, так и психологический факторы.

Данная статья проводит анализ наличия определенных алгоритмических зависимостей действующих структурных элементов предприятия. Дается определение статических и динамических характеристик. В разрезе этого термина показывается механизм их трансформации и раскрывается наличие взаимосвязей между ними и их взаимное влияние.

Динамическое и статическое пространства состояний

В современных условиях эффективное управление представляет собой ценный ресурс организации наряду с финансовыми, материальными, человеческими и другими ресурсами. Следовательно, повышение эффективности управленческой деятельности становится одним из направлений совершенствования деятельности предприятия в целом. Наиболее очевидным способом повышения эффективности протекания трудового процесса является его автоматизация. Но то, что действительно, скажем, для строго формализованного производственного процесса, отнюдь не столь очевидно для такой изящной сферы, как управление [3].

Управленческое решение — это комплекс социальных, экономических и психологических мероприятий, выстроенных в определенной последовательности. Изменение этой последовательности, как в рамках ее горизонтальной структуры, так и в рамках ее глубины (качественного выполнения), влияет на результат мероприятий всего комплекса.

Эта определенная последовательность может быть охарактеризована некоторым количеством пространств состояний.

Сам термин «пространство состояний» достаточно широко используется в аналогичного рода литературе и рассматривается как множество всех состояний, достижимых из начального состояния [3], поиск в котором характеризует решение задачи как процесс нахождения пути решения (цепочки, ведущей к решению задачи) от исходного состояния к целевому [4].

Однако хотелось бы применить эту терминологию не в рамках анализа однородной физической среды, например, плоскости, а связать ее с элементами абсолютно несовместимыми с существующей точки зрения, например: плоскость, себестоимость, число рабочих дней в году и количество продукции.

Подход к решению задач с использованием пространства состояний получил такое название по аналогии с ситуацией в теории управления, где также для подобных целей используются пространства состояний [7].

Пространство состояний (D) может пониматься не только как совокупность состояний, достижимых из начального состояния, а также как множество из-

меняемых величин (параметров), под воздействием которых происходит процесс решения задачи от исходного состояния к целому.

Например, количество (Q) также в нашем случае будет являться элементом пространства состояния, поскольку его можно измерить; положение (S) некоего предмета во Вселенной мы можем описать системой координат x, y, z, причем различные положения этого предмета также можно расценивать как абсолютно разные.

$$D=(Q,S,\dots,N)$$

Где $S=\{S_i, i=1,2,3,\dots,n\}$. S — совокупность положений нашего предмета в анализируемом пространстве;

$Q=\{Q_i, i=1,2,3,\dots,n\}$, Q — количественная характеристика нашего предмета;

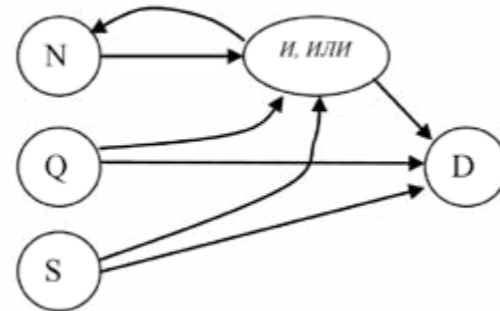
$N=\{N_i, i=1,2,3,\dots,n\}$, N — прочие параметры нашего предмета, например, скорость, масса, плотность и проч. (Даже цена или себестоимость могут являться измеряемыми величинами нашего пространства.)

Предлагаю рассматривать такого рода пространства как совокупность статических и (или) динамических элементов.

Отличительной особенностью динамических элементов является их возможность самостоятельно изменять значения собственных величин.

$$D(x)=f(Q,S,\dots,N)$$

Любой динамический элемент состоит из определенного числа пространственных состояний, которое может быть изменено под воздействием других динамических элементов. Основным ядром динамического элемента является статическое пространство — число состояний, которое не может быть ни уменьшено, ни увеличено, поскольку изменения внутри него приведут к уничтожению или реформированию этого пространства.



На данном рисунке статическим пространством выступают состояния S и Q. N — изменяемые пространственные состояния. Совокупность N, Q, S представляет собой динамический элемент.

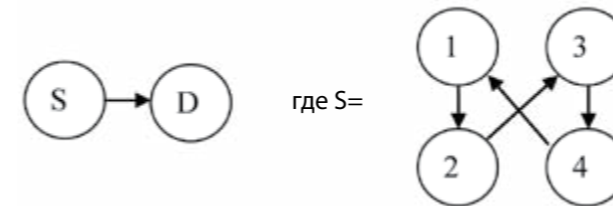
Станок с числовым программным управлением может выступить примером статического пространства состояний, которое может быть названо миром

станка с ЧПУ. В этом мире станок с ЧПУ выступает как агент. Мир для агента является возможным, если не противоречит всему, что знает агент [2].

Для полного представления нашей задачи в пространстве состояний достаточно задать:

1. Форму описания состояний и, в частности, описание начального состояния;
2. Операторы и их воздействия на описания состояний [7].

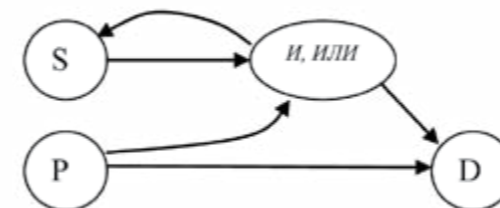
Само понятие мира в данном случае может трактоваться как совокупность границ траекторий физических движений в пространстве управляемого механизма станка с ЧПУ и выступать формой описания состояний. Пространством состояния нашего станка являются те физические положения, которые задает программа по изготовлению той или иной детали. Логично предположить, что начальным состоянием будет положение № 1. Если для изготовления детали требуется сделать четыре действия, то статическое пространство нашего станка имеет четыре положения. Число пространственных положений не может быть увеличено или уменьшено, поскольку это приведет к изменению границ его мира и реформированию его статического пространства.



На рисунке изображено пространство состояний из четырех положений станка с ЧПУ.

$$D(x)=f(S), \text{ где } S=\{S_i, i=1..4\}.$$

Переход станка из одного положения в другое осуществляется под влиянием некоторого воздействия на его состояния. Иначе говоря, статическое пространство в количестве четырех пространственных состояний было навязано в нашем примере станку с ЧПУ некой программой или алгоритмом. Данный алгоритм выступает динамическим элементом P. Логично предположить, что этот алгоритм может навязать как 8 пространственных положений станка, так и 2.



$$D=(P,S)$$

Где $S=\{S_i, i=1,2,3,\dots,n\}$. S — совокупность пространственных состояний станка с ЧПУ;

$P=\{P_i, i=1,2,3,\dots,n\}$, P — динамическая составляющая пространства, алгоритм станка.

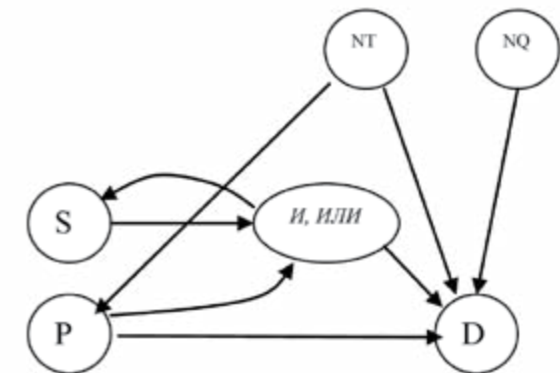
$$S(x)=f(P)$$

В любом случае, пространственное состояние также может быть описано в виде матрицы.

| | S | P | Logic | D |
|---|---|----|-------|---|
| S | 0 | 0 | 1 | 0 |
| P | 0 | 0 | 1 | 1 |
| L | 1 | -1 | 0 | 1 |
| D | 0 | -1 | -1 | 0 |

Логично предположить, что пространство состояний станка с ЧПУ при условии обладания только статическими элементами является статической, замкнутой системой.

С другой стороны, статическая система станка с ЧПУ является ядром динамической системы цеха, в котором станок функционирует. Динамическая система может иметь дополнительные пространственные состояния, например такие, как число деталей (NQ), количество часов рабочего дня (NT) и проч.



$$D=(P,S,NT,NQ)$$

Становится понятным, что дополнительные пространственные состояния подвергаются воздействию и корректировке соседних динамических пространств. Например, динамическое пространство отдела снабжения предприятия, где находится наш станок с ЧПУ, может корректировать динамическое число пространств состояний цеха.

Интеллектуальные агенты динамических пространств и их взаимное влияние

Динамическое пространство должно уметь реагировать на воздействие окружающих его динамических пространств, увеличивая или уменьшая число собственных состояний. Динамическое простран-

ство, не ограниченное влиянием соседних динамических пространств, стремится к увеличению своего числа динамических состояний и качественного их представления.

На примере цеха, в котором находится станок с ЧПУ, это будет выглядеть следующим образом. Задаем пространства состояний:

NS — отдела снабжения;

NK — отдела кадров;

NF — финансового отдела;

NT — цеха, в котором находится станок с ЧПУ;

NC — отдела сбыта.

Предполагаем, что *NS*, *NK*, *NF*, *NC*, *NT* обладают динамическими элементами, то есть вышесказанные пространства — динамические.

Динамическое пространство отдела снабжения (*NS*) ограничивает динамическое пространство цеха (*NT*) количеством заготовок (*NQ*) для нашего станка. Динамическое пространство отдела кадров (*NK*) ограничивает время работы станка до одной смены. Убираем эти ограничения. Станок с ЧПУ работает в своем мире из четырех состояний. Однако при этом увеличилось количество (*NQ*) выпускаемых им деталей. Динамическое пространство цеха (*NT*) самостоятельно изменило количество (*NQ*) выпускаемых деталей, и тем самым было оказано существенное влияние на динамическое пространство отдела сбыта (*NC*) и финансового отдела (*NF*).

$P=const; S=const;$

$NT \rightarrow max; NQ$

Поскольку $D(x)=f(P,S,NT,NQ,NS,NK,NF,NC)$, где $NS=NK=0$, то $D(x) \rightarrow max$;

Каждый пространственный элемент в окружающем нас мире имеет либо статическое, либо динамическое пространство состояний. Иначе говоря, динамическое пространство должно обладать интеллектом, то есть содержать в себе как минимум один интеллектуальный агент. Каждый интеллектуальный агент имеет определенное число пространственных состояний и при этом стремится к увеличению этого числа. Размеры пространства каждого интеллектуального агента определяются размерами пространств интеллектуальных агентов-соседей. То есть каждый интеллектуальный агент может оказывать влияние на пространство состояний своего соседа.

Агенты автономны, то есть они должны действовать без прямого вмешательства общего управляющего процесса. Таким образом, они управляют своими собственными действиями и внутренним состоянием. Кроме того, агент должен чувствовать ситуацию локального окружения, а также уметь предвидеть ситуации [8].

Также в динамическом пространстве должна существовать иерархия классов интеллектуальных

агентов — так называемая структура подчиненности и субподчиненности. Наличие этой структуры позволяет оказывать влияние на динамические пространства соседей снизу и корректировать влияние соседей сбоку.

$$f(p)+f(s)+\dots+f(n)+f(i)\rightarrow 0;$$

где $f(\dots)$ — результат воздействия отдельной статической или динамической составляющей.

Как видно из этой формулы, суммарный результат влияний в равновесной динамической системе должен стремиться к «0». Следовательно, интеллектуальный агент должен гибко отвечать другим агентам, переговариваясь о задачах, целях и соответствующих процессах [8].

Поэтому совокупность динамических и статических систем экономической модели может представлять собой как динамическую, так и статическую систему, в зависимости от того, какое пространство состояний ей отведено вышестоящей динамической системой.

Рассмотрим это на примере нашего станка с ЧПУ. Допустим, что сам станок, как уже говорилось выше — это статический элемент. Цех, в котором стоит станок — это динамический элемент. Завод, на территории которого находится цех, также является динамическим элементом. Все вышесказанное рассмотрено с точки зрения станка с ЧПУ.

If $P=\min$ //подразумевается, что P — суммарный результат влияний, т.е. система равновесна;

Then $D:=static$ //рассматриваем пространство как статическое с точки зрения вышестоящей системы;

Else $D:=dynamic$; //рассматриваем пространство как динамическое, т.е. с точки зрения самой системы.

Отсюда напрашивается вывод: все, что находится вне нашей статической системы и принадлежит динамической системе выше нас по классу, является динамической системой с точки зрения нашей статической системы. Аналогичным образом предположим обратное: все, что находится ниже нас по классу, является статической системой, а мы являемся для них динамической системой и можем наделять нижележащих динамическими пространствами или, наоборот, лишать их этих полномочий. Логично предположить, что динамическое пространство, лишённое динамических пространственных состояний, становится статическим. А статическое пространство может стать динамическим, если наделять его хотя бы одним динамическим состоянием.

Также хотелось бы отметить, что завод из нашего примера, с точки зрения экономики государства,

может выступать статичным элементом с весьма ограниченным числом пространственных состояний, уменьшение числа которых приведет к уничтожению его статичной системы, которая является весьма динамичной с точки зрения статичных элементов внутри завода.

Последовательность перехода интеллектуальных объектов из одного пространственного состояния в другое определяется динамическим алгоритмом, в основе которого лежит математическая модель. Эта модель позволяет осуществлять поиск оптимальных решений, определять их стоимость методом разделения целей и определения преемников. В основе математической модели лежит вышесказанная методика анализа пространственных состояний.

Применение разработок в сфере искусственного интеллекта в экономике позволит обеспечить достоверное принятие решений в условиях неопределенности, иначе говоря, в тех случаях, когда исследуемая среда не может быть представлена установленными границами или описана четкими формулами. Поскольку в такой среде также существуют объекты, деятельность которых влияет на результат системы в целом и на деятельность соседей в рамках среды [3].

Выводы

Искусственный интеллект как область академических знаний первоначально имел достаточно узкий круг традиционных задач. Перечень этих задач и их формулировки становились все более узкими по мере развития данной науки. В конечном счете область исследований разбилась на десятки частных задач, часть из которых поддается решению, а часть не имеет решения, так как не может быть решена современными средствами, поскольку не существует доказательства невозможности ее решения [9].

Широкую практическую известность методы искусственного интеллекта получили при создании особого класса программ, называемых экспертными системами.

Фактически сейчас прикладные интеллектуальные системы используются в десятках тысяч приложений. А годовой доход от продаж программных и аппаратных средств искусственного интеллекта еще в 1989 г. в США составлял 870 млн долларов, а в 1990 г. — 1,1 млрд долларов. В дальнейшем почти тридцатипроцентный прирост дохода сменился более плавным наращиванием темпов (по материалам [Поспелов, 1997; Хорошевский, 1997; Попов, 1996; Walker, Miller, 1987; Tuthill, 1994; Durkin, 1998]) [10].

В настоящее время экспертные системы, как узкоспециализированные программные комплексы, широко используются предприятиями для принятия решений не только при управлении техническими объектами, а также для формирования управленческих решений в менеджменте предприятия [2].

В данной статье проводится анализ управленческих процессов предприятия путем определения их пространства состояний. Сам термин «пространство состояний» дополняется множеством измеряемых величин (параметров), под воздействием которых происходит процесс решения задачи от исходного состояния к целому.

На примере станка с ЧПУ было показано, что пространство состояний любой системы включает в себя статическую и (или) динамическую составляющую. Динамические составляющие организуют качественное представление пространства, которое при отсутствии сторонних ограничителей стремится к расширению своего воздействия, что позволяет утверждать об обладании данной системы интеллектуальным агентом.

Влияние интеллектуальных агентов в равновесной системе взаимно уравнивается, таким образом результат пространственных воздействий в равновесной системе стремится к нулю. Объясняется это автономностью агентов [8].

На основе сделанных заключений предполагается разработка алгоритма поиска и принятия сложных решений, который может быть применен в экспертных системах менеджмента предприятия.

Литература

1. Телков А.Ю., «Экспертные системы. Учебное пособие для вузов», Воронеж, 2007, 82 с.
2. Рассел С., Норвиг П., «Искусственный интеллект. Современный подход», 2-е издание, Москва, Вильямс, 2006. 1407 с.
3. Нестеров В.П., Нестеров И.Б., статья «Автоматизация деятельности организации».
4. Нейлор К., «Как построить свою экспертную систему», Москва, Энергоатомиздат, 1991, 283 с.
5. Велман Н.П., «Экономический подход к искусственному интеллекту», ACM Computing Surveys, 1995, 154 с.
6. Тельнов Ю.Ф. «Интеллектуальные информационные системы в экономике: Учеб. пособие для студентов вузов», Москва, Синтег, 2002.
7. Нильсон Н., «Искусственный интеллект. Методы поиска решений», Мир, Москва, 1973.
8. Люгер Дж., «Стратегии и методы решения сложных проблем», Москва, Вильямс, 2003.
9. Смолин В.Д. «Введение в искусственный интеллект», Москва, Физмалит, 2004.
10. Частиков А.П., Гаврилова Т.А., Белов Д.Л. «Разработка экспертных систем, среда CLIPS», БХВ-Петербург, 2003.