

УДК 004.4

СОДЕЙСТВИЕ И ПРОТИВОСТОЯНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ И ПОСТРОЕНИЯ

С.Г. Маслов

Удмуртский государственный университет
Россия, 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1
E-mail: msh.sci@mail.ru

А.П. Бельтюков

Удмуртский государственный университет
Россия, 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1
E-mail: belt.udsu@mail.ru

Ключевые слова: сложная система, построение, управление, содействие, противостояние, компьютеринг, степень свободы, инвариант, образ будущего, прототип, логическая интерпретация, димензиальная недостаточность, когнитивные образы.

Аннотация: Рассматриваются проблемы содействия и противостояния в процессах создания сложных систем. Выявлена специфика информации и знаний, которая приводит к выводу о ключевой роли информационных сущностей в создании сложных полисистем. В качестве единой базы интерпретации процессов построения и управления используется либернетический подход, мощностю которого раскрывается в проблематике компьютеринга, логических и когнитивных исследований. Проведенные исследования формируют новые точки зрения и направления устойчивого развития процессов построения и управления при создании сложных систем. Приводятся иллюстрирующие примеры логической интерпретации процессов содействия и противостояния на основе интерпретаций утверждений по Геделю (интерпретация “dialectica”) и Клини (реализационная интерпретация).

1. Введение

Сложные системы проникают во все области жизни. Это сопровождается тем, что активно проявляются такие аспекты как

- необходимость рассмотрения устройства сложных систем, процессов их построения и использования;
- масштабирование решений, связанных со сложными системами;
- полисистемность (расслоенность) сложных систем;
- взаимопроникновение абстрактных и физических компонент системы, когда используется естественный и искусственный компьютеринг для построения, функционирования систем и их взаимодействия со средой на различных уровнях их реализации [1-3];
- активное и гибкое взаимодействие сложной системы со средой ее жизнедеятельности;
- непрерывность и перестраиваемость взаимодействия компонент системы и коллектива систем;

- обратимость форм взаимодействия, создающая необходимые уровни и слои взаимодействия (например, прямые и обратные преобразования форм представления информации);
- взаимодополнение автоматических систем и систем глубокого симбиоза субъекта и сложной системы (эргатические и физико-антропо-технические системы).

Сложившаяся ситуация заставляет по-новому проанализировать процессы построения сложных систем и их управления, а также содействие и противостояние этих процессов.

2. О специфике информации и знаний

Основой построения сложных систем и управления ими являются знания, адекватные методы и формы их использования в жизненной среде, когда реализуется непрерывная и эффективная трансформация объектов и процессов:

(образ будущего)

*идеальный → абстрактный – конкретный – ... ← материальный
(возможный прототип).*

Следует заметить, что здесь возникает два встречных потока развития:

революционный – от образа будущего

&

эволюционный – от возможного прототипа.

Именно направленность этих потоков навстречу друг другу дает надежду на адекватное решение жизненно важных проблем в противовес инновационному регрессу [4] и тупикам [5], которые возникают в условиях, когда эти процессы протекают независимо.

Ключевая роль в построении и управлении сложных систем переходит к информационным сущностям. В частности, происходит переход от крупноблочных паттернов или прототипов создания сложных систем к многоуровневому и расслоенному представлению разной степени масштабов (нано-, микро-, мезо-, макро-, мега-...), которые позволяют достичь требуемых свойств. Основы этого – информационные сущности, дающие возможность формирования множества альтернативных решений. Могут быть созданы принципиально новые интерфейсы – интерактивно-динамические полисенсорные и полимодальные голографические.

Проблемы обработки пространственно распределенной информации для построения и управления требуют разработки понятия «информационное поле» (по аналогии с векторными, тензорными и скалярными полями в физике это – функция распределения информации в пространстве).

3. Варианты различия понимания управления и построения

3.1. Концептуальные различия

Мы рассматриваем классификацию видов понимания различия управления и построения:

- сложностное различие (по информационной сложности объектов и процессов),
- либернетическое различие (по числу степеней свободы),
- уровневое и расслоенное различие (по уровням и слоям структуры и формы представления сложных систем),

- различие по энергоемкости (управление требует существенно меньше энергии, чем построение).

Надо различать также управление функционированием и управление построением. Это – дивергенция и конвергенция в жизненных процессах построения и управления.

Со сложностной точки зрения управляющие сигналы экспоненциально проще строящихся конструкций. Например, если сигнал управления – число, то при построении речь идет об объекте, объем информации о котором задан этим числом.

С либернетической точки зрения построение характеризуется существенно большей размерностью, большим числом степеней свобод, а управление связано с генерацией и редукцией степеней свобод: наложением ограничений [6-9].

При рассмотрении соотношения построения и управления в расслоенных описаниях сложных систем управление и построение находятся на разных слоях или на разных уровнях. Здесь возможны варианты управления между слоями и уровнями, управление в одном слое и на одном уровне, управление с одного уровня или слоя построением на другом уровне или слое, построение с одного уровня или слоя управления на другом уровне или слое. Следует отметить, что общая конфигурация системы и ее устойчивое развитие [10] во многом зависят от имеющихся ресурсов и их взаимозаменяемости.

Минимальная конструктивная классификация управления и построения включает следующие уровни управления: *параметрический*, *структурный*, *базисный* и *рефлексивный*. Дополнительные направления связаны с расслоением и различными уровнями масштабирования, с объективной (интеллектуальное управление [11]) и субъективной (интеллектуальное управление) основой, а также смешанными вариантами реализации (эргатическое управление, физико-антропно-техническое управление). Важно, что все эти виды управления и построения могут быть проинтерпретированы на основе степеней свобод с привлечением уровней когнитивной организации и регуляции поведения (модель Grand Design) [12]. В этом случае, следует отметить, что построение можно связать с обеспечением функционирования конкретного слоя представления системы, а также с интерпретацией, конкретизацией и обобщением взаимодействия степеней свобод между слоями системы. Управление в этом случае связано с обеспечением функционального назначения системы. Основная трудность здесь состоит в том, что такое построение и управление в процессе развития и использования при взаимодействии систем и среды их функционирования или жизнедеятельности рано или поздно сталкивается с деминзиальной (размерностной) недостаточностью. Чем быстрее обнаруживается граница этой димензиальной недостаточности, тем эффективнее решение по устойчивому развитию системы и эффективнее ее использование. Дополнительные ограничения связаны с законами природы и ресурсоемкостью решений и их использований, а также с субъективным пониманием системы и эффективным выявлением инвариантов деятельности и конструктивных объектов.

Необходимо создание компьютеринга степеней свобод или, другими словами, их исчисления и вычисления. Степени свободы используются совместно с понятиями аттрактивных и детрактивных связей, количественными и качественными показателями работы сложной системы. Кроме того, необходимо учитывать, что при переходе между слоями может происходить трансформация целей системы, которая может приводить к их фальсификации, а также учесть влияния дезинформации и иллюзий. Это, например, можно наблюдать в управлении современным образованием и наукой. Основой компьютеринга степеней свобод может служить синтез логического и геометрического языков.

В контексте содействия и противостояния процессов построения и управления создаваемая система должна быть *шедевром* [13] объединяющим науку, инженерию и искусство. Именно это позволит максимально реализовать творческий потенциал человека и возможности его жизненной среды.

3.2. Логические интерпретации процессов содействия и противостояния на основе формул Геделя и Клини-Геделя

Рассмотрим некоторые логические интерпретации содействия и противостояния. Во-первых, К. Геделем [14] было предложено понимание утверждений, которое он называл “*dialectica*” При этом с каждым суждением T связывается специальная формула интерпретации этого суждения, которую здесь мы назовем формулой Геделя и будем записывать в виде:

$$D(a:T:c),$$

где a – действие (решение), T – предложение, конструктивно интерпретируемое как задача или цель, c – противостояние (условие, окружение, в котором выполняется решение задачи), D – некоторая процедура вынесения решения о том, что данное решение успешно справилось с данной задачей в данных условиях. Здесь пока не фигурирует понятие содействия. Для того, чтобы его ввести, рассмотрим еще одну интерпретацию суждений – реализационную интерпретацию Клини [15]: $a:T$ означает, что a реализует утверждение T (т. е. является решением задачи, соответствующей конструктивному пониманию данного суждения).

Скомбинировав эти подходы, получим формулу

$$D(s:(a:T):c)$$

или в сокращенной записи:

$$D(s:a:T:c),$$

где s будем рассматривать в качестве поддержки решения a или содействия этому решению. Эту формулу можно условно назвать формулой Клини-Геделя.

Наиболее ярко понимание противостояния в смысле Геделя иллюстрируется формулой противостояния импликации (т. е. противостояния решению задачи программирования):

$$D((f,g):(A \Rightarrow B):(a,b)) \Leftrightarrow (\text{not}(D(g(a):B:b)) \Rightarrow \text{not}(D(a:A:f(a,b)))) .$$

Здесь g может интерпретироваться как прямая связь при решении задачи, $\text{not}(g(a):B:b)$ – как выявление ошибки, f – как обратная связь.

Приведем примеры реализаций с противостояниями.

Пусть тип подтверждений (решений) сложной конъюнктивной задачи определяется формулой: $L(A \& B) = \{ (x, y) \mid x:L(A), y:L(B) \}$.

Пусть тип опровержений (противостояний) решений такой задачи определяется формулой: $R(A \& B) = \{ (x, y) \mid x:R(A), y:R(B) \}$.

Отношение “*dialectica*” Геделя можно задать формулой:

$$D(A) = \{ (x, y) \mid x:L(A), y:R(A), x:A:y \}.$$

Пусть

$$\begin{aligned} ((x, y):(A \& B):(z, w)) &\Leftrightarrow ((x:A:z) \& (y:B:w)), \\ U = \{a, b\}, L(P(t)) &= \{d, e\}, R(P(t)) = \{i, j\}, \\ D(P(a)) &= \{(d, j), (e, i)\}, D(P(b)) = \{(d, i), (e, j)\}. \end{aligned}$$

Тогда

$$D(P(a) \& P(b)) = \{(d, d), (j, i), (d, e), (j, j), (e, d), (i, i), (e, e), (i, j)\}.$$

Пусть

$$\begin{aligned} L(A[0] \vee A[1]) &= \{(i, x) \mid i:\{0, 1\}, x:L(A[i])\}, R(A \vee B) = R(A \& B), \\ ((i, x):(A[0] \vee A[1]):(z[0], z[1])) &\Leftrightarrow x:A[i]:z[i]. \end{aligned}$$

Тогда

$$D(P(a) \vee P(b)) = \{((0, d), (j, i)), ((0, d), (j, j)), ((0, e), (i, i)), ((0, e), (i, j)), ((1, d), (i, i)), ((1, d), (j, i)), ((1, e), (i, j)), ((1, e), (j, j))\}.$$

Пусть

$$\begin{aligned} L(\text{Ex}B(x)) &= \{(u, b) \mid u:U, b:(B(x))\}, R(\text{Ex}B(x)) = R(B(x)), \\ ((c, y):\text{Ex}A(x):z) &\Leftrightarrow y:A(c):z. \end{aligned}$$

Тогда

$$D(\text{Ex}P(x)) = \{(a, e), i), (a, d), j), (b, e), j), (b, d), i)\}.$$

4. Заключение

Рассмотренные здесь проблемы содействия и противостояния процессов построения и управления при создании сложных систем ставят больше вопросов, чем дают ответов. Это фактически приводит к формированию новой точки зрения на синтез и конвергенцию знаний, материалов и процессов их построения и управления, а также к сочетанию гибкости и жесткости, эволюции и коренной перестройке систем. В частности, созданию «умных» или «живых» материалов. Эти материалы реализуют не просто композицию существующих, а синтезируют и получают сплав абстрактных (компьютерных) моделей и самой физической основы, которая одновременно служит средой реализации естественного и искусственного компьютеринга. Такой материал способен моделировать, формировать и корректировать поведение объектов и среды их существования. В этом и проявляется единство содействия и противостояния процессов построения и управления. Такие исследования крайне важны для создания эргатических и физико-антропно-технических систем.

Список литературы

1. Вольфенгаген В.Э., Исмаилова Л.Ю., Косиков С.В., Лаптев А.Д., Назаров В.Н., Рословцев В.В., Сафаров И.С., Степанов А.Л. Аппликативный компьютеринг: попытки установить природу вычислений // Вестник Удмуртского университета. Серия 1. Математика. Механика. Компьютерные науки, 2009. № 2. С. 118-131.
2. Вольфенгаген В.Э. Фундаментальность вычислений. Кварки, атомы, молекулы компьютеринга // Аппликативные вычислительные системы: Труды 2-й международной конференции по аппликативным вычислительным системам (ABC'2010), Москва, 29-31 октября 2010 г. М.: НОУ Институт Актуального образования «ЮрИнфоР-МГУ», 2010. С. 237-243.
3. Маслов С.Г., Бельтюков А.П. Эргатические системы – основа интеграции и развития новых материалов и технологий // Сборник докладов научно-практической конференции «Инновационные материалы и технологии». АО «ПОЛИГОН». 2017.
http://www.materialsandtechnology.ru/sbornik_dokladov.pdf
4. Новиков Д.А. Методология управления. М.: Либроком, 2011. 128 с.
5. Абдеев Р. Ф. Философия информационной цивилизации. Диалектика прогрессивной линии развития как гуманная общечеловеческая философия для 21 века. М.: Владос, 1994. 336 с.
6. Смолянинов В.В. Либнернетика – наука о свободах системной организации // Мост. 2000. № 1. С. 28-30.
7. Смолянинов В. В. От инвариантов геометрии к инвариантам управления // Интеллектуальные процессы и их моделирование. М.: Наука, 1987. С. 66-110.
8. Корнев Г.В. Цель и приспособляемость движения. М.: Наука, 1974. 528 с.
9. Maslov S. G. Beltu'kov A.P., Morozov O. A. IT-sphere Constructive Directions // Proceedings of the 11th international workshop on computer science and information technologies CSIT-2009. Crete, Greece 2009. UFA: UGATU, 2009, С. 131-135.
10. Большаков Б.Е. Наука устойчивого развития. Книга I. Введение. М.: РАЕН, 2011. 272 с.
11. Васильев С.Н., Жерлов А.К., Федосов Е.А., Федунев Б.Е. Интеллектуальное управление динамическими системами. М.: Физико-математическая литература, 2000.
12. Величковский Б. М. Когнитивная наука. Основы психологии познания: в 2 т. М.: Смысл: Изд. центр «Академия», 2006. 448 + 432 с.
13. Чернавская О.Д., Чернавский Д.С., Рожило Я.А. Естественно-конструктивистский подход к моделированию мышления: гипотеза о природе «эстетических» эмоций и понятия «шедевр» // Седьмая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. Светлогорск, 20-24 июня 2016 г. / Отв. ред. Ю. И. Александров, К. В. Анохин. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2016. С. 616-618.

14. Godel, K. Uber eine bisher noch nicht benutzte Erweiterung des finiten Standpunktes // Feferman, S., Dawson, Jr., J. W., Kleene, S. C., Moore, G. H., Solovay, R. M., and van Haijenoort, J., editors. Collected Works. Oxford University Press, 1990. Vol. II. P. 240-251.
15. Kleene S.C. Introduction to metamathematics. North-Holland, 1951. 500 p.