

О сложносистемной логике

Станимир Димитров Илиев

Институт механики, Болгарской Академии наук; Институт исследований природы времени к МГУ, София, Москва

Институт механики БАН, ул. Акад. Г. Бончев, бл. 4, 1113 София, Болгария

Активно развивающийся в последние десятилетия детальный анализ логических высказываний определяет необходимость поиска формальных систем, отражающих более адекватно их структурный характер. Замена теоретико-множественного подхода на сложно-системный качественно увеличивает возможности логической семантики, оснований логики¹. Сложные системы характеризуются наличием составных элементов, учетом синергетических, иерархических и др. взаимодействий между элементами системы, способность некоторых элементов анализировать систему и действовать, реализуя собственные цели. Субъект с присущими ему особенностями поведения можно рассмотреть как элемент системы, что определяет возможность анализировать формирование человеком логической структуры, уточнить интенциональные компоненты.

Сложную систему описывают в терминах состояния (фазовыми переменными, функциями, функционалами и др.). Состояние системы идентифицируется через положение, занимаемое ею в фазовом пространстве

$$\Psi = (\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \mathbf{x}_3, \dots, \mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \mathbf{u}_3, \dots, \xi),$$

где $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \mathbf{x}_3, \dots$ переменные, определяющие физические параметры системы, $\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \mathbf{u}_3, \dots$ - переменные, изменение которых находится в распоряжении субъектов i, j, k, \dots , стремящихся максимизировать свои вектор-функции,

$$\mathbf{F}_i(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \dots) \rightarrow \max_{u_i}; i, j, k,$$

Переменные подчиняются действию множества функциональных связей. Состояние системы меняется с времени.

Элементы системы являются не только точками в фазовом пространстве, но и множествами (и их объединениями по времени) в нем. Это имеет место в логике квантовой механики Г. Биркгофа и Дж. фон Неймана, (которая есть логика сложной системы) при рассмотрении математических представителей высказываний о значениях физических величин. Это можно использовать по отношению к кванторам, индивидуальным переменным, константам, атомарным формулам, высказываниям. Для идентификации элемента необходимо учесть его взаимосвязи и эволюцию, что характерно для практики повседневной жизни. Так, например, анализируя «А – хороший человек», мы связываем с А множество ситуаций, в которых наблюдали и получали информацию о том, как «А» себя ведет, результаты его действий и т.д. При рассмотрении элементов сложной системы как точечных объектов, как показал И. Пригожин, с ними нужно связать внутреннее операторное время. Оба подхода определяют наличие немонотонной временной логики.

Изменения системы определяют совокупность действий и операций, которые часто являются базой для идентификации элементов системы (языковые игры Витгенштейна, операционализм). В случае сложной системы не требуется, чтобы только одно действие («операция») было ассоциировано с данным элементом.

Идентификация элементов требует наличия отображения множественности в

единичности, что достигается заданием множества «сверток». В рассматриваемой системе возможен анализ сверток на формализованном языке, что дает новые возможности для моделирования формирования у человека картин мира, позволяет установить связь между сингулярной и расширенной силлогистикой.

Система формализует совокупность действующих целей, которая может иметь сложную (и иерархическую) структуру. Отметим, что любое условие, в том числе, и отсутствие какого-либо изменения, может быть записано в терминах функции выигрыша, а отсюда и - цели. Цель есть правильное высказывание. Цель играет роль свертки. В обыденной жизни при помощи понятия «цель» человек рассматривает и оценивает много интересующих его характеристик универсума. Например, истинность высказывания «ученик А – отличник» определяется тем, насколько А своими действиями достигает «цели» получать пятерки. Связь между «целью» и «элементом» заложена в языке, в описании абстрактных структур (например связь *dynamēis, ergon* с идентификацией вещей). Часть логической структуры можно переформулировать на языке целей. Логические операции над ними можно определить как «целевую логику». В сложносистемной логике с одним элементом связано множество целей. При невозможности реализовать все цели реализуется свертка целей. Формирование сверток целей есть особенность элементов сложной системы, а их исследование - это важный аспект сложносистемной логики. Так, в логике квантовой механики принцип дополнительности отражает невозможность одновременного достижения двух взаимосвязанных «целей». В этом случае, как показали П. Хилан и В. Месков, в логике используются операции, являющиеся стандартной сверткой критериев.

Есть возможность исследовать действия активных элементов. Если менять переменные u_i (как многошаговый процесс), то элемент i стремится достичь свои цели F_i (при этом меняя состояние Ψ системы). Достижение цели можно рассматривать как успешность процесса познания. Подобное имеет место в логических играх, в познавательной и динамической логиках (П. Лоренценц, Я. Хинтикка, J. van Benthem и др.).

Высказывание А, связанное с целью F , при возможном изменении u , следуя Хинтикке, можно назвать истинным, если u приняли значения, для которых

$$F = \bar{F} = \max_u F(x_1, \dots, u_1, \dots).$$

Можно использовать и более слабое условие истинности, считая А истинным, когда находимся достаточно близко к выигрышному положению, введя двузначную функцию

$$W(\bar{F} - F) = (\bar{F} - F) \rightarrow \{0, 1\},$$

которая переводит количественную характеристику степени достижения цели в качественную. Связывание высказывания А с целью дает возможность определить истинность $\neg A$, а также $A \vee B$, $A \wedge B$ в терминах цели. Это же имеет место и для случая, когда само А есть функция от цели. Истинность высказывания определяется по наличию причастности к цели, фигурирующей в высказывании.

В сложной системе заложена способность активных элементов формировать алгоритмы по выявлению целей элементов системы. Это стало предметом анализа лишь недавно в ходе развития теории игр с противоположными интересами, иерархических игр и др. Высказывание А, связанное с целью F_i , для элемента i истинно, если i стремится максимизировать F_i . Формализация логики высказывания в этом случае подобна рассмотренной выше.

Сложносистемный подход, таким образом, дает возможность объединить в одной математической и методологической системе множество слабо связанных направлений логических исследований, представленных в том числе и на предыдущей

конференции.

¹ Илиев, С. Логические структуры в сложных системах, *Вестник международного института А. Богданова*, 6, 2001; <http://www.bogdinst.ru/HTML/Resources/Bulletin/6/Iliev.htm>