

АБСТРАКТНАЯ МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНИЯ ЛПР

МИЛОВ А. В.

кандидат технических наук

МИЛЕВСКИЙ С. В.

кандидат экономических наук

ХАРЬКОВ

Рассматриваются процессы получения упрощенных моделей поведения лица, принимающего решение (ЛПР), каким оно представляется другим экономическим агентам. Предполагается, что процесс абстракции окажется полезным, так как даст возможность экономическому агенту определить некоторые из влияний принимаемого решения на остальную часть системы в условиях отсутствия у него полной модели этой части системы. И наоборот, агент может в определенной степени прогнозировать будущие действия другого агента, и таким образом улучшать собственное поведение.

В силу этого, основное направление исследований – формализовать некоторые аспекты идеи абстрагирования процесса принятия решения. Особо важной является идея использования абстракции для создания упрощенной модели лица, принимающего решение, и связанной с этим проблемы принятия решения, как они могли бы выглядеть для внешнего наблюдателя, заинтересованного в использовании мультиагентных систем.

Исследование концепции абстракции начнем с рассмотрения статической проблемы принятия решения.

Определение: статическая проблема принятия решения – это пятерка

$$D = (X, U, Y, f, c),$$

где X – множество состояний окружающей среды;

U – множество управленческих решений;

Y – множество выходов;

$f: X \times U \rightarrow Y$ – выходная функция;

$c: X \times U \times Y \rightarrow R_c$ – целевая функция;

и цель

$$c(x, u, y) > \min \quad (1)$$

при условии выбора соответствующего решения u для релевантного состояния среды $x: f(x, u) = y$.

Абстракцией D является процесс принятия решения \hat{D} , получаемая применением некоторого процесса абстракции α к элементам D , которая в некотором смысле является «более простой» чем D , но все еще полезной для прогноза результата или стоимости решения D при состоянии окружающей среды x . Таким образом, как представлено на рис. 1, предлагаемый процесс – это способ избежать поиска управленческих решений u для нахождения некоторых пределов последствий решений y , т. е. $r = c(x, u, y)$. Если состояние внешней среды x известно процессу D , то можно принять, что и для \hat{D} должно быть известно начальное состояние. Таким образом, любое \hat{x} представляет множество x , и

$$\alpha: X \rightarrow \hat{X}, \quad |\hat{X}| \leq |X|. \quad (2)$$

Задав \hat{x} , было бы желательно, используя модель, спрогнозировать результат y , который будет сгенерирован D в предположении, что такое решение будет оптимальным. В соответствии с отображением α , \hat{y} будет представлять подмножество Y , содержащее по крайней мере множество

$$\hat{f}(\hat{x}) \hat{=} \hat{y} \supseteq \{y = f(x, u^*) \mid \alpha(x) = \hat{x}, u^* = \arg \min_u c(x, u, f(x, u))\}, \quad (3)$$

которое является множеством оптимальных значений результатов для каждого начального x , отображаемого на \hat{x} посредством α . Предполагая, что это множество имеет требуемую мощность, множество \hat{f} может быть построено в виде, удобным для вычислений и хранения.

Подобный процесс может использоваться для прогноза стоимости, соответствующей решению D .

Полагаем

$$\hat{c}: \hat{X} \rightarrow [], \quad (4)$$

где $[]$ – множество закрытых интервалов в R .

Тогда

$$\hat{c}(\hat{x}) \triangleq [r_1, r_2] \supseteq \{ \min_u c(x, u, f(x, u)) \mid \alpha(x) = \hat{x} \} \quad (5)$$

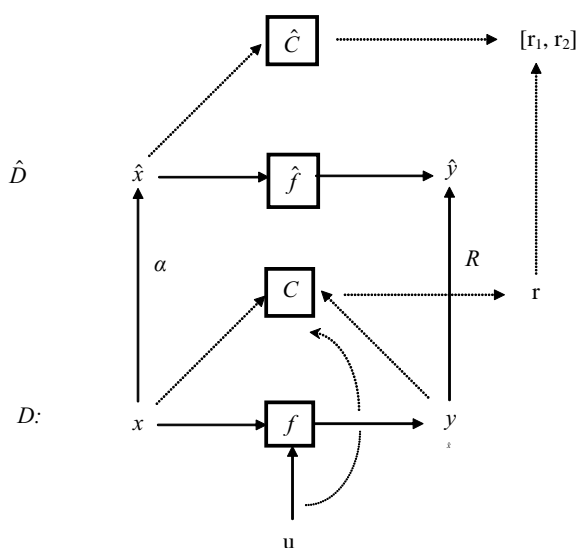


Рис. 1. Абстрактная модель прогноза принятия решений

Таким образом, если определено \hat{x} , то \hat{D} задает границы r_1, r_2 на r , т. е. границы стоимости, связанной с оптимальным решением. Полагая этот интервал большим абсолютно необходимым, \hat{c} может быть конструктивным и более легким в использовании, чем c .

Итак, методы абстракции могут использоваться для генерирования модели принятия решений \hat{D} , которая может быть представлена описываемым ниже способом.

Определение: прогноз результата проблемы принятия решения D – пятерка $(\hat{X}, \hat{Y}, \hat{f}, \alpha, R)$, удовлетворяющая (2), (3), и

$$yR\hat{y}, \text{ если } y \in \hat{y}. \quad (6)$$

Определение: прогноз стоимости проблемы принятия решения D тройка – $(\hat{X}, \hat{c}, \alpha)$, удовлетворяющая (2) и (5).

Эти идеи могут быть распространены на динамический случай структурирования \hat{D} как *немарковскую* модель, прогнозирующую возможные выходные значения (и затраты), которые *могут* возникать при нахождении системы в определенном «состоянии». Принципиальное требование к такой немарковской модели состоит в том, чтобы наблюдатель был способен отслеживать цепочку «состояний», формируемую предыдущими выходными значениями системы, даже если не могут быть точно спрогнозированы будущие значения выходов и затрат. Такая модель заменила бы структуру, утраченную в процессе агрегирования, поскольку \hat{x} не обладает полным набором свойств состояний, что не позволяет однозначно прогнозировать будущее значение выходных значений. Таким образом, функция изменения состояний должна быть структурирована таким образом, чтобы через определение абстрактного состояния $\hat{x}(t-1)$, определяющего фактический выход $y(t-1)$, перейти к новому со-

стоянию $\hat{x}(t)$, которое представляет фактическое, лежащее в ее основе состояния $x(t)$.

Определение динамического процесса принятия решений начнем с расширения понятия проблемы принятия решения.

Определение: динамическая проблема принятия решения состоит из:

- пространства состояний X ;
- множества управления U ;
- множества выходов Y ;
- функции перехода состояний $f: X \times U \rightarrow X$;
- функции выхода $h: X \rightarrow Y$;
- функции стоимости решения $c: X \times X \times U \rightarrow R$ и целевой функции

$$\min_{\hat{u}} \sum_{t=0}^{T-1} c(x(t), x(t+1), u(t)) \quad (7)$$

при условии

$$x(t+1) = f(x(t), u(t)). \quad (8)$$

При данных определениях изложенные выше концепции могут быть представлены следующим образом.

Определение: динамическая абстракция \hat{D} – система с:

- пространством состояний \hat{X} ;
- пространством выходов $\hat{Y} \subseteq 2^Y$;
- функцией отображения $\alpha: X \rightarrow \hat{X}$;
- функцией выхода $\hat{h}: \hat{X} \rightarrow \hat{Y}$;
- функцией перехода состояний $\hat{f}: \hat{X} \times Y \rightarrow \hat{X}$;
- функцией стоимости $\hat{c}: \hat{X} \times Y \rightarrow []$,

удовлетворяющая условиям:

$$\alpha(x) = \hat{x} \Rightarrow h(x) \in \hat{h}(\hat{x}) \quad (9)$$

$$\alpha(x) = \hat{x} \text{ and } h(x) \in \hat{y} \Rightarrow \alpha(f(x, u)) \in \hat{f}(\hat{x}, y) \quad (10)$$

$$\alpha(x) = \hat{x} \text{ and } h(x) \in \hat{y} \Rightarrow \Rightarrow c(x, f(x, u), u) \in \hat{c}(\hat{x}, \hat{f}(\hat{x}, \hat{y}), \hat{y}) \quad (11)$$

для всех x, u .

Уравнение (9) требует, что, если x отображается в \hat{x} в пространстве агрегированных состояний, то выход y , получаемый из x – это элемент множества выходов, получаемых из \hat{x} путем $\hat{h}(x)$. Данный x и связанный с ним выход y , (10) и (11) требуют, чтобы состояние, следующее за x , было отображено в \hat{x}^+ , заданным \hat{f} , примененным к \hat{x} и \hat{y} , и со стоимостью в интервале $\hat{c}(\hat{x}, \hat{f}(\hat{x}, \hat{y}), \hat{y})$. Использование абстракции в прогнозе является:

1) заданным некоторым $\hat{x}(t)$, возможные выходы в t находятся во множестве $\hat{h}(\hat{x}(t))$;

2) заданным одним из тех выходов y , оптимальная стоимость которых в момент времени t лежит в интервале (11), а следующее состояние $x(t+1)$ будет отображено в $\hat{x}(t+1) = \hat{f}(\hat{x}, y)$.

Таким образом, динамическое отображение позволяет наблюдателю использовать выходные значения, формируемые системой, чтобы определить состояние, к которому движутся абстрактные модели, а затем, используя это состояние, определить множество возможных будущих выходных значений и затрат.

Интересно также то, что наблюдения дают информацию даже с учетом того, что система полностью детерминирована; упрощенная модель требует такой информации, чтобы пополнять представленные в ней знания. Это иллюстрирует тот факт, что моделируемые знания и коммуникативная информация находятся во взаимосвязи (и иногда взаимозаменяемы).

Существо предложенного обсуждения заключается в важности рассмотрения процесса конструирования упрощенных моделей динамической системы, выраженных в контексте проблемы принятия решения в виде формальной структуры. Использование таких абстрактных моделей в определенных приложениях может быть, а может и не быть реализуемым, из чего следует необходимость выбора подходящей структуры процесса принятия решений, чтобы реализовать их потенциал.

Интересный случай возникает, когда локальный анализ D может показать, что некоторое u^i , несомненно, не оптимальное управление, которое нужно применить в состоянии x^j . Тогда условия (10) и (11) могут быть ослаблены и не требуется поддерживать их для x^j и u^i .

Процесс абстрагирования может быть распространен на множество агентов принятия решений. Может быть создана модель одной подсистемы, передана агенту, управляющему другой подсистемой, на которую воздействует первая, и затем использована последним, чтобы спрогнозировать воздействие сгенерированных взаимодействий (выходов) на будущие решения последнего. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров В. Л., Рубинов А. М. Математическая теория экономической динамики и динамики равновесия. – М. : Наука, 1973. – 336 с.