

УДК 004.832

Д.В. Пинчев, В.Л. Токарев

Оценивание стратегии противодействующей стороны

Предлагается решение задачи оценивания стратегии противодействующей стороны в задаче принятия решения на основе использования лингвистической модели.

Ключевые слова: оценивание стратегии, моделирование, лингвистическая модель, обучение, принятие решений.

Введение

В настоящее время в таких отраслях, как экономика, информационная безопасность и им подобных, требуется выполнять наиболее рациональные и эффективные действия в условиях противодействия. Одним из условий эффективного решения данной задачи является умение оценивать стратегию противодействующей стороны.

Под стратегией понимается способ использования средств и ресурсов, направленный на достижение цели субъекта, реализуемый посредством комплекса действий (ходов), обычно предпочитаемого субъектом для решения различных задач его жизнедеятельности [1].

На важность решения такой задачи указывалось в трудах [2–4].

Постановка задачи

Задачу оценивания стратегии противодействующей стороны (ПС) можно рассмотреть с позиций теории игр. Тогда в задачах поддержки принятия решений под стратегией будем понимать траекторию достижения цели – выбранная субъектом последовательность изменяющихся состояний $\{\sigma_k \in \Sigma, k = 0, 1, \dots, n\}$ игры. Здесь σ_0 – исходное состояние; σ_n – её конечное состояние; k – дискретное время, которое синхронизировано с очередными ходами $x_k^{\text{ЛПР}}$ и $x_k^{\text{ПС}}$ субъектов – участников игры: лица, принимающего решение (ЛПР), с одной стороны, и противодействующей стороны (ПС) – с другой, и поэтому оно отличается от равномерного дискретного времени. Целью игры для ЛПР является желаемое состояние $\sigma_n^{\text{ЛПР}}$, а для ПС – желаемое состояние $\sigma_n^{\text{ПС}}$. То есть стратегия ПС – это $\varpi^{\text{ПС}} = \{\dots, \sigma_n^{\text{ПС}}\} \in \Xi(g)$, где $\Xi(g)$ – конечное множество возможных стратегий достижения цели g с небольшой мощностью.

Каждый очередной ход x_{k+1} является результатом принятия решения субъектом на основе анализа имеющейся в его распоряжении информации

$$x_{k+1}^i = F_i(x_k^j, \sigma_k, \varpi^i), \quad i \neq j, \quad i, j \in \{\text{ЛПР, ПС}\}, \quad (1)$$

где $F_i(\cdot)$ – некоторое правило принятия решения, а ϖ^i – выбранная стратегия i -м субъектом. Причем доступной для непосредственного наблюдения i -м субъектом является только информация I_k^i , заключающаяся в наборе значений $\langle x_{k-1}^i, x_{k-1}^j, \sigma_k \rangle$.

В свою очередь, каждое состояние σ_k является результатом очередной пары ходов

$$\langle x_{k-1}^i, x_{k-1}^j \rangle \rightarrow \sigma_k^s, \quad \sigma_k^s \in \Sigma, \quad (2)$$

где Σ – конечное множество состояний игры.

Поэтому задача выбора хода для любой из сторон является задачей принятия решений в условиях неопределенности (например, для ЛПР не известна стратегия $\varpi_k^{\text{ПС}}$, также (по предположению) как и для ПС не известна $\varpi_k^{\text{ЛПР}}$, если ЛПР сам не раскрыл её каким-либо образом).

Из выражения (1) следует, что для обеспечения должной эффективности поддержки принятия решения относительно очередного хода i -го субъекта необходима процедура, позволяющая получить оценку стратегии j -го субъекта. Задачу получения такой оценки можно сформулировать следующим образом:

$$\varpi_k^j = \arg \min_{W_k^i} \rho(x_k^i(\varpi^j), x_k^i(\varpi^j)), \quad (3)$$

где $W_k^i = \{x_m^i, x_m^j, \sigma_m, m = k-1, k-2, \dots, k-N\}$ – выборка данных, собранная в течение некоторого времени, в которых зафиксированы ходы двух сторон x_m^i, x_m^j и полученные в результате этих ходов состояния; $\rho(\cdot)$ – это некоторая метрика, которая позволяет сравнивать различные решения $x_p^i, x_q^j \in X_k$, X_k – допустимое конечное множество решений для данного состояния игры σ_k ; $x_k^i(\varpi^j)$ – решение, полученное на основе имеющейся информации I_k^i и полученной оценки ϖ_k^j , а $x_k^i(\varpi^j)$ – решение, полученное на основе той же информации I_k^i и точном знании стратегии ϖ_k^j , полученном каким-то путем, например в результате разведывательных действий.

Таким образом, предполагая, что известными для i -го субъекта являются: 1) цель j -го субъекта $g = \sigma_n^j$; 2) выборка данных W_k^i ; 3) исходное состояние σ_0 , требуется получить оценку $\varpi_k^j \in \Xi$, отвечающую требованию (3), считая множество Ξ также известным. Предполагается также, что выбранная j -м субъектом стратегия в ходе текущей «игры» не меняется.

Сформулированная в таком виде задача является задачей классификации, решить которую предлагается следующим образом.

На первом этапе по имеющейся выборке W_k^i строится модель процесса (1). На втором – из множества Ξ выделяется подмножество

$$\Xi' = \{\varpi^j = F_j^{-1}(x_m^j, x_m^i, \sigma_m)\}, \quad m = k-1, k-2, \dots, k-t, \quad t < N, \quad (4)$$

для которого справедливо $|\Xi'| < |\Xi|$. Выполняется тем самым грубая классификация. На третьем этапе из множества Ξ' с помощью «тонкого» классификатора выбирается одна оценка ϖ^j , наилучшим образом отвечающая требованию (3).

Примечание. При сравнительно небольшой мощности $|\Xi|$ для получения оценки (3) может оказаться достаточным выполнения только первого этапа.

Решение задачи

Классификаторы (и грубый, и тонкий) предлагается строить в виде двухуровневой лингвистической модели, которая позволяет получить закономерность вида (1) в среде разнотипных данных [5].

Общий вид такой модели может быть представлен как нечёткое отношение $\text{LIN} : \mathfrak{I}(X^m) \rightarrow \mathfrak{I}(Y^n)$, или $\text{LIN} : X^m \rightarrow Y^n$, описываемое выражением

$$\text{LIN} = \bigcup_{i=1}^k (a_{1,i} \cap a_{2,i} \cap \dots \cap a_{m,i}) \rightarrow (b_{1,i} \cap b_{2,i} \cap \dots \cap b_{n,i}),$$

где $\mathfrak{I}(X^m), \mathfrak{I}(Y^n)$ – множества нечётких подмножеств, определённых на базовых множествах $X^m = \{x_1, \dots, x_2, \dots, x_m\}$, $Y^n = \{y_1, \dots, y_2, \dots, y_n\}$; $a_{i,j} \in A_j$, $j = 1, \dots, m$; $i = 1, \dots, k$; k – число правил; A_j – множество значений входных лингвистических переменных, определённых на множествах $X_j \subseteq X^m$, $b_{l,i} \in B_l$, $l = 1, \dots, n$; $i = 1, \dots, k$; B_l – множество значений выходных лингвистических переменных, определённых на множествах $Y_l \subseteq Y^n$, $A^m = \bigtimes_{j \in J} A_j, B^n = \bigtimes_{l \in L} B_l$.

Значениям лингвистических переменных $a_{i,j} \in A_j$ соответствуют нечёткие множества с функцией принадлежности $\mu_{a_{ij}}(X_j)$, а значениям лингвистических переменных $b_{l,i} \in B_l$ – нечёткие подмножества с функцией принадлежности $\mu_{B_{ij}}(Y_l)$.

При построении такой модели должны быть решены следующие задачи: 1) построение двухуровневой структуры LIN, выбирая переменные для грубой и тонкой части модели; 2) разбиение по признаку вариативности выборки данных W_k^i на две подвыборки: обучающую W_k^L (с большей вариативностью) и контрольную W_k^C ; 3) составление первого приближения $\text{LIN}^{(1)}$ с помощью информационной меры, используя подвыборку W_k^L ; 4) настройка модели с помощью тестового критерия, используя подвыборку W_k^C ; 5) оценка адекватности полученной LIN⁽²⁾ по новым наблюдениям [5].

Если адекватность модели окажется достаточной, определяется подмножество Ξ' методом инвертирования модели, используя грубую (нижнюю) часть $\text{LIN}^{(2)}$, затем отыскивается путь в графе, отображающем тонкую (верхнюю) часть $\text{LIN}^{(2)}$, наилучшим образом, соответствующей значениям переменных тонкой части. Найденный путь в графе, отображающем $\text{LIN}^{(2)}$, и будет искомой оценкой стратегии ПС, отвечающей требованию (3). Это непосредственно следует из теоремы, доказанной в [5].

Пример использования предлагаемого метода

Описанный метод исследовался на примере решения задачи оценивания стратегии конкурента на рынке бытовой техники. Предположим, нам известна цель конкурента – захват этого рынка в некотором населённом пункте. Также нам известны выполненные им действия: увеличение количества рекламы стиральных машин, снижение цен на эту группу товаров и проведение лотерей для всех покупателей.

Грубый классификатор при решении задачи описанным методом предлагает два возможных варианта – ликвидация старых нераспроданных моделей стиральных машин и привлечение новых покупателей. Тонкий классификатор из указанного множества вариантов позволяет выбрать второй – определяющим фактором служит то, что конкурент проводит лотереи для покупателей всех видов техники, а не только стиральных машин.

Таким образом, стратегия ПС была полностью раскрыта с применением вычислительного аппарата ЭВМ при минимальных затратах.

Заключение

В статье описан метод оценивания стратегии противодействующей стороны, который может быть использован для компьютерной поддержки принятия решений задач, которые могут быть сведены к игре двух лиц с нулевой суммой, и приведён пример его использования с обоснованием эффективности. Данный метод, основанный на теории игр, предоставляет возможность математического описания алгоритма действий ПС в виде пути от исходного состояния системы к желаемому состоянию ПС. Это позволило формализовать задачу, выполнить её математический анализ и синтезировать решение на основе одного из алгоритмов поиска кратчайшего пути в графе.

Литература

- Грейсон Д. Американский менеджмент на пороге XXI века / Д. Грейсон, К. О'Делл. – М.: Экономика, 1991. – 319 с.
- Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка формирования целей и стратегий. – М.: СИНТЕГ, 2005. – 224 с.
- Малинецкий Г.Г. Сценарии, стратегии, информационные технологии // Информационные и вычислительные системы. – 2003. – № 4. – С. 83–108.
- Pearce J.A. Formulation, Implementation and Control of Completive Strategy / J.A. Pearce, R.B. Robinson. – 11th edition. – Chicago: IL, Richard D. Irwin, Inc., 2009. – 500 р.
- Токарев В.Л. Компьютерная поддержка принятия решений. – М.: Изд-во СГУ, 2000. – 120 с.

Пинчар Денис Владимирович

Аспирант Тульского государственного университета

Тел.: 8-920-747-67-37

Эл. почта: Pincher.Denis@gmail.com

Токарев Вячеслав Леонидович

д-р техн. наук, проф. Тульского государственного университета

Тел.: 8 (487-2) 33-24-10

Эл. почта: Tokarev@tsu.tula.ru

Pincher D.V., Tokarev V.L.

The opponent strategy estimation

A solution for the opponent strategy estimation in the making decision problem, which is based on the use of the linguistic models, is suggested.

Keywords: strategy estimation, modelling, linguistic model, systems teaching, decision making.