BAKI UNİVERSİTETİNİN XƏBƏRLƏRİ
№2 Fizika-riyaziyyat elmləri seriyası 2009

İNFORMATİKA

КОЛЛЕКТИВНОЕ КОНФЛИКТНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТНЫХ МАШИН

Г.В.ШИМИЕВ
Бакинский Государственный Университет
shimiyev@mail.ru

В моделировании конфликтных ситуаций и процессов принятия решений в конфликтах выделяют два направления. В основе первого лежит системный подход.

При системном подходе взаимодействие между людьми (субъектами) или группами представляется в виде взаимодействия подсистем некоторой сложной системы или нескольких сложных систем. В этой работе изучается целесообразное конфликтное поведение линейных последовательностных машин описываемых под полем GF(p).

Поведение субъектов (автоматов, ЛПМ, конечных систем) в случайных средах и игры между этими субъектами можно рассматривать как функционирование самоорганизующихся систем, теории которых посвящены работы В.М.Глушкова. В этих работах введены критерии, позволяющие судить о способности системы к самоорганизации и количественные (энтропийные) характеристики самоорганизации. Действия автоматов, обладающих целесообразным поведением, обеспечивают не только достижение выигрыша, но и получение информации, необходимой для выбора действий. В моделировании конфликтных ситуаций и процессов принятия решений в конфликтах выделяют два направления. В основе первого лежит системный подход.

Взаимодействие между людьми (субъектами) или группами представляется в виде взаимодействия подсистем некоторой сложной системы или нескольких сложных систем. Суммарным результатом такого взаимодействия является наблюдаемое поведение системы и ее подсистем. Процесс принятия решения заключается в нахождении правил выбора оптимальной стратегии поведения в заданных условиях при наличии информации о противнике, которая может быть формализована в виде целевых функции, функций потерь и выигрыша и некоторых ограничений. Описанием таких правил занимается исследование операций, в котором теоретико-игровые модели конфликтных ситуаций используются наиболее часто. Математическая теория игр занимается конфликтами. Под игрой здесь понимается идеализированная математическая модель коллективного поведения, в которой несколько участников влияют на исход игры так, чтобы достичь наибольшего выигрыша. Антагонизм интересов порождает конфликт, в то время как совпадение интересов сводит игру к чистой координации действий, которая приводит к кооперации. Для описания поведения сложных систем разработаны такие теории, как классическая теория игр и ее модификации: теория дифференциальных, антагонистических и неантагонистических игр, теория активных систем, конфликты в теории массового обслуживания, матричные, коалиционные и бескоалиционные игры. В социальных приложениях интересы конфликтующих сторон не является ни строго антагонистическими, ни совпадающими полностью, поэтому разработаны модели не кооперативного поведения, докооперативных соглашений с использованием взаимных угроз и пр. В социологии используется описание развития социальных систем с позиций теории целеустремленных систем и теории коллективного поведения. Особенностью применения этих теорий является то, что процессы протекающие в обществе, рассматриваются не с точки зрения реализации некоторого, чаще всего оптимального, управляющего воздействия на систему, а с точки зрения координации взаимодействия активных целеустремленных подсистем [2-6].

При системном подходе развивается механистическое моделирование поведения, в котором стирается различие между поведением искусственной системы и поведением человека: в понятие поведения вкладывается смысл последовательности выполнения операции, а под операцией понимают совокупность целенаправленных действий.

Будем называть систему целесообразно работающей в некоторой внешней среде, если система стремится минимизировать взаимодействие со средой. При этом, как правило, определение функции взаимодействия естественным образом возникает из свойств и назначения самой системы. Для автоматов и ЛПМ, обладающих целесообразным поведением, взаимодействие измеряется средней величиной проигрыша. А для системы поиска минимума функции многих переменных мерой взаимодействия может служить среднее значение минимизируемой функции. Для таких целесообразных систем наиболее устойчивыми оказываются состояния с минимальным взаимодействием. В этом смысле целесообразные системы стремятся перейти в состояние с малым взаимодействием с тем, чтобы больше уже не менять состояний.

Для сложных управляющих систем типична структура, допускающая выделение отдельных относительно автономных подсистем. Целесообразное поведение систем такого рода порождается целесообразным поведением образующих их подсистем. Для каждой из таких подсистем все остальные подсистемы относятся к внешней среде, и целесообразность подсистем проявляется в минимизации взаимодействия между ними, так что в устойчивых состояниях эти подсистемы функционируют как бы независимо, автономно. В итоге работа каждой подсистемы определяется внешней средой и работой всей сложной системы, частью которой она является, но в каждый момент подсистема решает свою "частную", "личную" задачу - минимизирует свое взаимодействие со средой. Поэтому сложность подсистемы не зависит от сложности всей системы. Целесообразность всей системы проявляется как минимизация суммарного взаимодействия системы со средой. При изменении внешней среды прежний режим работы управляющей системы уже не обеспечивает минимальности взаимодействия, возрастает взаимодействие как всей системы со средой, так и отдельных подсистем ее между собой. Целесообразность системы приводит к новому устойчивому режиму, обеспечивающему малость взаимодействия в изменившейся среде.

Рассмотрим сначала наиболее простые, однородные системы, все подсистемы которых равноправны. Примером однородных целесообразных систем являются однородные игры автоматов, например, игра Гура или игра в размещение. В этих играх целесообразное поведение отдельных автоматов обеспечивает целесообразность поведения всей системы играющих автоматов. В случае, когда внешная среда (значения задающих игру функций) изменяется, поведение автоматов изменяется, уменьшая взаимодействие. Игры в размещение обладают свойства надежности коллектива играющих автоматов. Это свойство характерно вообще для сложных систем, в которых целесообразное поведение складывается из взаимодействия подсистем, также обладающих целесообразностью. Для этих систем типична одна важная особенность - целесообразное совокупное поведение отдельных подсистем может быть обеспечено и без наличия, так сказать, прямых связей между ними. В некоторых задачах для достижения такой целесообразности достаточно того простейшего взаимодействия, которое возникает в играх динамических систем (автоматов, ЛПМ). Необязательность таких прямых связей также способствует повышению надежности управляющих систем. Необязательность таких прямых связей важна еще и потому, что позволяет строить сложные системы из простых подсистем. В противном случае каждая подсистема обладала бы системой связей, растущей с усложнением всей системы, и ее структура, обеспечивающая целесообразное поведение, стала бы также сложной. Надо отметить, что принцип наименьшего взаимодействия важен еще и тем, что позволяет рассматривать любую систему (или часть ее) если она обладает целесообразным поведением, как единое целое, что существенно упрощает изучение.

Предположим, что n-мерная ЛПМ под полем GF(P) задается уравнениями

$$s(t+1)=As(t)+Bu(t) \quad , \qquad (1)$$

$$y(t)=Cs(t)+Du(t) \quad ,t=0,1,2,\dots, \qquad (2)$$

где $A=\left\|a_{ij}\right\|_{n\times n}$, $B=\left\|b_{ij}\right\|_{n\times l}$, $C=\left\|c_{ij}\right\|_{m\times n}$, $D=\left\|d_{ij}\right\|_{m\times l}$. Матрицы A,B,C,D называются характеристическими матрицами ЛПМ.

Уравнение (1) называется уравнением состояний ЛПМ. Уравнение (2) определяет выход ЛПМ. Будем предполагать, что входная переменная *u(t)* может принимать лишь два значения:0 и 1.

n-мерное пространство векторов состояния называется пространством состояний ЛПМ и обозначается S_n. Мощность S_n, т. е. p^n равно числу различных состояний, в которых может находиться ЛПМ.

Диаграммой состояний заданного входного воздействия u^i ЛПМ называется направленный граф, содержащий p^n вершин, каждая из которых соответствует одному из p^n состояний ЛПМ. Если $As_1+Bu^i=s_2$, то дуга, соединяющая s_1 и s_2, направлена от s_1 к s_2.

Поэтому диаграмма состояний сигнала u^i описывает поведение ЛПМ при заданном входном сигнале u^i.

Стохастической ЛПМ мы будем называть ЛПМ со стохастическими матрицами состояний $\|a_{ij}\|$ $\left(0 \le a_{ij} \le 1, \sum_j a_{ij} = 1\right)$. Элемент $a_{ij}(u)$ матрицы состояний определяет вероятность перехода ЛПМ из состояния s_i в состояние s_j под воздействием входного сигнала u_e.

Рассмотрим игру N ЛПМ $L^1, L^2, ..., L^N$. Будем предпологать, что входные переменные $u^i(t)$ принимают только два значения $u^i(t) = 1$ и $u^i(t) = 0$, соответствующие единичным выигрышам и проигрышам ЛПМ L^i в момент времени t.

Входная переменная $y^i(t)$ каждой ЛПМ L^i принимает m_i значений из множества $\{y_1^i, y_2^i, ..., y_{m_i}^i\}$. Эти значения называются чистыми стратегиями ЛПМ L^i и будем говорить, что ЛПМ L^i использовал свою α - ю чистую стратегию, если $y^i(t) = y_\alpha^i$. Значения $s_1^i, ..., s_{n_i}^i$ переменной $s^i(t)$ мы будем называть состояниями ЛПМ L^i. Будем считать заданными матрицы состояний

$\|a_{kj}^i(u^i(t))\|$, $i = 1, ..., N;$ $k, j = 1,2, ..., n_i;$ $u^i(t) = 0,1$, ЛПМ $L^1, L^2, ..., L^N$.

Теперь опишем игры ЛПМ.

Называем партией $y(t)$, разыгрываемой в момент t, набор $y(t) = \{y^1(t), ..., y^N(t)\}$ стратегии, используемых в момент t ЛПМ $L^1, L^2, ..., L^N$. Исходом партии $y(t)$ будем называть набор $u(t+1) = \{u^1(t+1), .., u^{N\sim}(t+1)\}$ значений входных переменных (единичных выигрышей и проигрышей) этих ЛПМ в момент $t+1$.

Будем говорить, что задана игра Γ ЛПМ $L^1, L^2, ..., L^N$, если для каждой партии $y(t)$ задана вероятность $P(y, u)$ ее исхода $u(t+1)$, причем при всех y имеет место равенство

$$\sum_n P(y, n) = 1. \tag{3}$$

Игра Γ ЛПМ $L^1, L^2, ..., L^N$ состоит из последовательности партий $y(t)$, $t = 1,2, ...$, исходы $u(t+1)$ которых определяются вероятностями

$$P(y(t), u(t+1)).$$

Для каждой партии игры Γ можно определить математическое ожидание выигрыша ЛПМ L^j в партии $y(t)$ - как

$$V^j(y) = \sum_{\substack{u^1, .., u^{j-1} \\ u^{j+1}, .., u^N}} \left[P(y, u^1, .., u^{j-1}, 1, u^{j+1}, .., u^N) - \right.$$

$$\left. - P(y, u^1, .., u^{j-1}, 0, u^{j+1}, .., u^N)\right]. \tag{4}$$

Назовем игру N ЛПМ Γ с независимыми исходами если

$$P(y,u)=P\left(y,u^1,..,u^N\right)=\prod_{j=1}^{N}P^j\left(y,u^j\right), \qquad (5)$$

где $P^j(y,0), P^j(y,1)\geq 0$, $P^j(y,0)+P^j(y,1)=1$. (6)

Произвольная игра Γ^* позволяет однозначно построить игру ЛПМ с независимыми исходами; при этом

$$P^j\left(y,u^j\right)=\frac{1}{2}\left[1+(-1)^{u^j}V^j(y)\right]. \qquad (7)$$

Будем говорить, что система ЛПМ $L^1,L^2,...,L^N$ участвующих в игре Γ находится в состоянии $\alpha(t)=\left(\alpha_{1,}\alpha_2,..,\alpha_N\right)$, если в момент t ЛПМ L^j находится в состоянии s_{α_j} , $\alpha_j=1,2,..,m_j$, $j=1,2,..,N$. Мы должны показать, что эта система описывается конечной цепью Маркова.

Определение. Конечной цепью Маркова называется конечный марковский процесс, для которого переходные вероятности $P_{ij}(n)$ не зависят от n.

Определение. Переходной матрицей цепи Маркова называется матрица P с элементами P_{ij}. Вектором начальных вероятностей называется вектор

$$\pi_0=\left\{P_j^0\right\}=\left\{P\left[f_0=s_j\right]\right\} .$$

Вектор начальных вероятностей вместе с переходной матрицей полностью определяют цепь Маркова как стохастический процесс, так как их достаточно для построения полной меры на дереве. Поэтому, если заданы π_0 и P , то найдется единственная цепь Маркова, для который π_0 - начальное распределение , а P - переходная матрица. Переходные вероятности на n - м шаге будем обозначать следующим образом:

$$P_{ij}^{(n)}=P\left[f_n=s_j\,/\,f_{n-1}=s_i\right] , \qquad (8)$$

где f - функция действие.

Введем некоторые понятия и обозначения. Пусть множество U является множеством всех логических возможных исходов. Множество U называется пространством возможностей. Если P - какое-либо высказывание об исходах, то оно будет, вообще говоря, истинно при одних возможностях и ложно при других. Множество P всех возможностей, при которых P истинно, называется множеством истинности высказывания P . Таким образом, каждому высказыванию об исходах ставится в соответствие некоторое подмножество множество U , а именно его множество истинности.

Высказывание, истинное для каждого логически возможного исхода, т. е. высказывание, имеющее множество истинности U , называется логически истинным.

Высказывание, ложное для каждого логически возможного исхода, т.е. высказывание имеющее множество истинности E , называется логически ложным или внутренне противоречивым.

Два высказывания называются эквивалентными, если они имеют одно и то же множество истинностей.

Высказывания $P_1, P_2, .., P_k$ являются несовместимыми, если пересечение их множеств истинностей пусто, т. е., если

$$P_1 \cap P_2 \cap \ldots \cap P_k = E .$$

Определение. Пусть $U = \{a_1, .., a_r\}$ - некоторые множество логических возможностей. Вероятностная мера на U вводится путем приписывания каждому элементу a_{ij} положительного числа $w(a_j)$, называемого весом, так, чтобы эти веса давали в сумме 1. Мера подмножества A множеств U, обозначаемая через $m(A)$, полагается равной сумме весов, приписанных элементам подмножества A.

Имеет место следующей теоремы [1].

Теорема. Вероятностная мера m, введенная на множестве логических возможностей U, обладает следующими свойствами:

1. Для любого подмножества P из U $0 \le m(P) \le 1$.
2. Если P и Q - непересекающиеся подмножества U, то

$$m(P \cup Q) = m(P) + m(Q).$$

3. Для любых подмножеств P и Q множества U

$$m(P \cup Q) = m(P) + m(Q) - m(P \cap Q).$$

4. Для любого множества P из

$$U \quad m(\tilde{P}) = 1 - m(P).$$

Определение. Пусть p - высказывание относительно множества U с множеством истинности P. Тогда вероятность p при данной вероятностной мере m полагается равной $m(P)$ (и обозначается $P[p]$).

Теорема. Пусть U множество возможностей, на котором определена вероятностная мера. Тогда вероятности высказываний, задаваемые этой мерой, обладают следующими свойствами:

1. Для любого высказывания p $0 \le P[p] \le 1$.
2. Если p и q несовместимы, то

$$P[p \vee q] = P[p] + P[q] ,$$

3. Для любых двух высказываний p и q

$$P[p \vee q] = P[p] + P[q] - P[p \wedge q]$$

4. Для любого высказывания p

$$P[\tilde{}\ \mathbf{p}] = 1 - P[p].$$

Определение. Пусть f -функция с областью определения $U = \{a_1, .., a_r\}$ и областью значений $R = \{r_1, r_2, .., r_s\}$. Предположим, что на множестве U задана мера. Для каждого $r_k \in R$ положим $W(r_k) = P\{f = r_k\}$. Веса $W(r_k)$ определяют вероятностную меру на множестве R , которая называется мерой, индуцированной функцией f . Веса $W(r_k)$ называются индуцированными весами.

Индуцированную меру мы будем задавать в следующем виде:

$$f: \begin{Bmatrix} r_1, r_2, .., r_s \\ w(r_1), w(r_2), .., w(r_s) \end{Bmatrix}.$$

Определение. Пусть f - функция, определенная на пространстве возможностей $U = \{a_1, a_2, .., a_n\}$, на котором с помощью весов $W(a_j)$ задана мера. Тогда математическим ожиданием f - называется величина

$$M[f] = \sum_j f(a_j) w(a_j)$$

или

$$M[f] = \sum_j r_j w(r_j) .$$

Теорема. Пусть f - функция исходов в момент n для конечного Марковского процесса с переходными вероятностями $P_{ij}(n)$. Тогда

$$P[f_n = s_v] = \sum_u P[f_{n-1} = s_u] p_{uv}(n) .$$

Пусть π_n - вектор-строка, задающая меру, индуцированную функцией исходов f_n .Другими словами,

$$\pi_n = \{p_1^{(n)}, p_2^{(n)}, .., p_r^{(n)}\},$$

где $p_j^{(n)} = P[f_n = s_j]$ - вероятность того, что процесс попадает после n шагов в состояние s_j . В частности, π_0 - это вектор начальных вероятностей. Пусть $P(n)$- матрица с элементами $P_{ij}(n)$. Тогда результат вышеизложенной теоремы можно записать в виде $\pi_n = \pi_{n-1} P(n)$ при $n \geq 1$. Последовательным применением этой формулы находим

$$\pi_n = \pi_0 \times P(1) \times P(2) \times ... \times P(n).$$

В случае цепи Маркова все матрицы $P(n)$ равны между собой и мы приходим к следующему:

Пусть π_n - мера, индуцированная функцией исходов f_n для конечной цепи Маркова с начальным распределением π_0 и переходной матрицей P . Тогда

$$\pi_n = \pi_0 \times P^n .$$

Предположим, что $F(x_1, x_2, .., x_m)$- функция алгебры логики зависящая от m аргументов, $\xi_1, \xi_2, .., \xi_m$ - случайные величины принимающие значение 1 или 0 с вероятностями $p_1, p_2, .., p_m$ и $p_1^0, p_2^0, .., p_m^0$, соответственно, а q - есть вероятность принять значение 1 для случайной величины $\eta = f(\xi_1, \xi_2, .., \xi_m)$. Тогда по формуле полной вероятности получим

$$q = \sum_{\sigma_1,\sigma_2,..,\sigma_m} P(\xi_1 = \sigma_1, \xi_2 = \sigma_2,..,\xi_m = \sigma_m) F(\sigma_1,\sigma_2,..,\sigma_m), \tag{9}$$

где сумма берется по всем набором $\sigma_1,\sigma_2,..,\sigma_m$ и σ_i принимают значения 0 или 1. Если события $\xi_1 = 1, \xi_2 = 1,..,\xi_m = 1$ образуют полную несовместную систему событий, то есть

$$p_1 + p_2 + \ldots + p_m = 1 \ , \ P(\xi_i = 1, \xi_j = 1) = 0 \ , \text{если } i \neq j,$$

тогда
$$q = \sum_{i=1}^{m} P_i F(0,..,i = 1,..,0) .$$

Если случайные величины $\xi_1,\xi_2,..,\xi_m$ взаимно независимы, тогда

$$q = \sum_{\sigma_1,..,\sigma_m} p_1^{\sigma_1} p_2^{\sigma_2} \ldots p_m^{\sigma_m} F(\sigma_1,\sigma_2,..,\sigma_m). \tag{10}$$

В самом деле, вероятность $P(\xi_1 = \sigma_1, \xi_2 = \sigma_2,..,\xi_m = \sigma_m) = p_1^{\sigma_1} p_2^{\sigma_2} \ldots p_m^{\sigma_m}$.

Запишем совершенную ДНФ для $F(x_1,x_2,..,x_m)$. Она имеет следующий вид

$$F(x_1,x_2 \ldots x_m) = \bigvee_{(\sigma_1,..,\sigma_m)} x_1^{\sigma_1} x_2^{\sigma_2} \ldots x_m^{\sigma_m} F(\sigma_1,\sigma_2,..,\sigma_m). \tag{11}$$

Легко видеть, что

$$q = \lim_{p_i \to x_i} F(x_1,x_2,..,x_m).$$

Таким образом, значения переменных алгебры логики можно рассматривать как предельные значения вероятностей некоторых случайных величин принять значение 1, а функцию

$$F(p_1,p_2,..,p_m) = \sum_{\sigma_1,\sigma_2,..,\sigma_m} p_1^{\sigma_1} \cdot p_2^{\sigma_2} \ldots p_m^{\sigma_m} F(\sigma_1,\sigma_2,..,\sigma_m)$$

можно рассматривать как непрерывное до определение функции алгебры логики, заданной на множестве вершин m- мерного единичного куба и принимающей значения из множества $\{0,1\}$ на весь m-мерный куб со значениями функции в отрезке $(0,1)$.

Пусть теперь $\xi_1,\xi_2,..,\xi_m$ - случайные величины, а $x_1,x_2,..,x_n$ -детерминированные аргументы из $\{0,1\}$. Тогда справедлива формула

$$q = \sum_{\delta_1,\delta_2,..,\delta_m} p(\xi_1 = \delta_1, \xi_2 = \delta_2,..,\xi_m = \delta_m) F(\delta_1,\delta_2,..,\delta_m,x_1,x_2,..,x_n). \tag{12}$$

Или

$$q = \sum_{\substack{\delta_1,\delta_2,\ldots,\delta_m \\ \rho_1,\rho_2,\ldots,\rho_n}} p(\xi_1 = \delta_1, \xi_2 = \delta_2,\ldots,\xi_m = \delta_m) x_1^{\rho^1} x_2^{\rho^2} \ldots x_n^{\rho^n} \cdot \tag{13}$$

$$\cdot F(\delta_1,\ldots,\delta_m,\rho_1,\ldots,\rho_n).$$

Если $\xi_1 = 1,..,\xi_m = 1$, то

$$q=\sum_{\rho_1,..,\rho_n}\sum_{i=1}^{m}p_i x_1^{\rho_1}...x_n^{\rho_n}F(0,..,i=1,..,0,\rho_1,\rho_2,..,\rho_n).$$

Если $\xi_1,\xi_2,..,\xi_m$ взаимно независимы, то получаем

$$q=\sum_{\substack{\delta_1,..,\delta_m\\ \rho_1,..,\rho_m}}p_1^{\delta_1}p_2^{\delta_2}...p_m^{\delta_m}x_1^{\rho_1}x_2^{\rho_2}...x_n^{\rho_n}F(\delta_1,..,\delta_m,\rho_1,..,\rho_n). \quad (14)$$

Для к - значной логики будем рассматривать характеристическую функцию вида τ^{σ}, где

$$\tau^{\sigma}=\begin{cases}1 & если \quad \tau=\sigma\\ 0 & в \quad противном \quad случае\end{cases}.$$

Для вероятностей значений случайной величины ξ примем обозначение

$$P_{\tau}=p^{\tau},\quad \tau=1,2,..,k.$$

Пусть теперь $F(x_1,x_2,..,x_n)$ -функция к-значной алгебры логики и $\xi_1,\xi_2,..,\xi_m$ - система случайных величин, принимающих значения $\tau_1,\tau_2,..,\tau_k$, соответственно, с вероятностями $p_1^{\tau_1},p_2^{\tau_2},...,p_k^{\tau_k}$.Тогда по формуле полной вероятности получим

$$P(\eta=\sigma)=\sum_{\tau_1,..,\tau_m}P(\xi_1=\tau_1,..,\xi_m=\tau_m)F^{\sigma}(\tau_1,\tau_2,..,\tau_m). \quad (15)$$

Предположим, что $\xi_1,\xi_2,..,\xi_m$ - взаимно независимые. Тогда

$$P(\eta=\sigma)=\sum_{\tau_1,..,\tau_m}p_1^{\tau_1}p_2^{\tau_2}...p_m^{\tau_m}F^{\sigma}(\tau_1,\tau_2,..,\tau_m). \quad (16)$$

Пусть $F(\xi_1,\xi_2,..,\xi_m,x_1,x_2,..,x_n)$- такая функция, где аргументы $x_1,x_2,..,x_n$ являются детерминированными. Тогда

$$P(\eta=\sigma)=\sum_{\substack{\tau_1,..,\tau_m\\ \rho_1,..,\rho_m}}P(\xi_1=\tau_1,\xi_2=\tau_2,..,\xi_m=\tau_m)x_1^{\rho_1}x_2^{\rho_2},..,x_n^{\rho_n}\cdot$$
$$\cdot F^{\sigma}(\tau_1,\tau_2,..,\tau_m,\rho_1,\rho_2,..,\rho_n). \quad (17)$$

В случае взаимной независимости $\xi_1,\xi_2,..,\xi_m$ получаем:

$$P(\eta=\sigma)=\sum p_1^{\tau_1}p_2^{\tau_2}...p_m^{\tau_m}x_1^{\rho_1}x_2^{\rho_2}...x_n^{\rho_n}F(\tau_1,..,\tau_m,\rho_1,..,\rho_n). \quad (18)$$

Используя из вышеизложенных понятий и определений, мы можем определить вероятности $p_{\beta_1,..,\beta_N}^{\alpha_1,..,\alpha_N}$ перехода систем из состояния $\alpha(t)=(\alpha_1,..,\alpha_N)$ в состояние $\beta(t+1)=(\beta_1,..,\beta_N)$.

Пусть в состоянии $\alpha(t)$ ЛПМ разыгрывают партию $y(t)=[y_{\alpha_1}^1,y_{\alpha_2}^2,..,y_{\alpha_N}^N]$ и состояниям $S_{\alpha_1}^1,..,S_{\alpha_N}^N$ ЛПМ $L^1,L^2,..,L^N$ соответствуют стратегии $y_{i_{\alpha_1}}^1,y_{i_{\alpha_2}}^2,..,y_{i_{\alpha_N}}^N$.

Тогда вероятности $p_{\beta_1,..,\beta_N}^{\alpha_1,..,\alpha_N}$ перехода системы из состояния $\alpha(t)$ в состояние $\beta(y+1)$ задаются формулами

$$p_{\beta_1,..,\beta_N}^{\alpha_1,..,\alpha_N} = \sum_u P\left(y_{i_{\alpha_1}}^1,..,y_{i_{\alpha_N}}^N,u^1,u^2,..,u^N\right)a_{\alpha_1\beta_1}^1\left(u^1\right)...a_{\alpha_N\beta_N}^N\left(u^N\right) \qquad (19)$$

$$\sum_{\beta_1,\beta_2,...,\beta_N} P_{\beta_1,...,\beta_N}^{\alpha_1,...,\alpha_N} = \sum_u P(y,u) \sum_{\beta_1,...,\beta_n} a_{\alpha_1\beta_1}^1\left(u^1\right)a_{\alpha_2\beta_2}^2\left(u^2\right)...a_{\alpha_N\beta_N}^N\left(u^N\right)=$$

$$=\sum_u P(y,u)\prod_{j=1}^N\left(\sum_{\beta_j} a_{\alpha_j\beta_j}^j\left(u^j\right)\right)=1. \qquad (20)$$

Справедливость этого следует из того, что $\sum_{\beta_j} a_{\alpha_j\beta_j}^j\left(u^j\right)=1, \quad \sum_u P(y,u)=1$.

При этом

$$0 \le P_{\beta_1,...,\beta_N}^{\alpha_1,...,\alpha_N} \le 1.$$

Таким образом, матрица $\left\| P_{\beta_1,..,\beta_N}^{\alpha_1,..,\alpha_N} \right\|$ является стохастической. Определенная, таким образом, цепь Маркова является эргодической. В этом случае существуют финальные вероятности состояний систем, а с ними и математические ожидания выигрышей ЛПМ, не зависящие от их начальных состояний.

Игры ЛПМ, которые соответствуют эргодической цепи Маркова, мы будем называть эргодическими.

Обозначим через $R^{\alpha_1,..,\alpha_N}$ финальную вероятность состояния $\alpha=(\alpha_1,..,\alpha_N)$ системы ЛПМ $L^1,L^2,..,L^N$, участвующих в игре Γ. Этому состоянию системы соответствуют состояния $S_{\alpha_1}^1,..,S_{\alpha_N}^N$ играющих ЛПМ и стратегии $y_{i_{\alpha_1}}^1, y_{i_{\alpha_2}}^2,..,y_{i_{\alpha_N}}^N$. Тогда математическое ожидание W^j выигрыша ЛПМ L^j определяется формулой

$$W^j = \sum_{\alpha_1,..,\alpha_N} R^{\alpha_1,..,\alpha_N} V^j\left(y_{i_{\alpha_1}}^1,..,y_{i_{\alpha_N}}^N\right). \qquad (21)$$

Величину W^j будем называть ценой игры Γ для ЛПМ L^j.

Пусть $y=\left\{y_{i_1}^1, y_{i_2}^2,..,y_{i_N}^N\right\}$ и U_y - множество всех состояний системы играющих ЛПМ, в которых разыгрывается партия y. Тогда

$$\sigma(y)= \sum_{\alpha\in U_y} R^{\alpha_1,..,\alpha_N} \qquad (22)$$

$$W^j = \sum_y \sigma(y)V^j(y) \ , \qquad (23)$$

где $\sigma(y)$- финальная вероятность партии y.

Заметим, что цена игры для ЛПМ L^j в игре Γ существенно зависит от конструкций всех играющих ЛПМ, т.е. от матриц $\left\| a_{kj(u)}^i \right\|$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кемени Дж. и Снелл Дж. Конечные цепи Маркова. М.: Наука, 1970, 271 с.
2. Цетлин М.Л. Исследования по теории автоматов и моделированию биологических систем. М.: Наука, 1969, 316 с.
3. Таран Т.А. Моделирование и поддержка принятия решений в когнитивных конфликтах // Теории и системы управления, 2001, № 4, с. 114-130.
4. Şimiyev H.V. Münaqişə situasiyaları və oyunlar nəzəriyyəsi. Bakı: Qanun, 1997, s. 16-18.
5. Shimiyev H.V, Pashayev R.T . Mathematical modeling and principle of system approach in conflict theory // First International Conference on Soft Computing and Computing With Words in System Analysis, Decision and Control, Antalya, Turkey, June 6-8, 2001, p. 279-282.
6. Şimiyev H.V. Münaqişələr nəzəriyyəsində qərarlaşdırılmış optimum prinsipi. Bakı: Bilgi dərgisi, fizika-riyaziyyat, yer elmləri, 2002, № 2, s. 42-50.
7.Шимиев Г.В. Коллективное поведение последовательностных машин // AXC-nin 80 illiyinə həsr olunmuş elmi konfransın materialları. Bakı: 1998, s. 64-65.
8.Фараджов Р.Г., Шимиев Г.В., Асланова Н. Х. Методы теории последовательностных машин в задачах моделирования динамики макроэкономических систем // Riyazi – iqtisadiyyat, qeyri-hamar analiz və informatika üzrə I Beynəlxalq Konfransın əsərləri. Bakı: Elm, 1997, səh. 237 – 243.
9. Fərəcov R.H., Əkbərov M.S., Şimiyev H.V. Kibernetika haqqında düşüncələr. Bakı: Elm, 1989, 144 s.
10. Fərəcov R.H., Şimiyev H.V. İnformatikanın inkişafı // Elm və həyat, 1989, №1, s. 8-9.
11. Шимиев Г.В. Методы решения игровых задач дискретного управления линейных последовательностных машин: Дис.на соискание уч. степ. к. ф. м. н, Баку, 1984, 120 с.

XƏTTİ ARDICILLIQ MAŞINLARININ KOLLEKTİV MÜNAQİŞƏLİ DAVRANIŞLARI

H.V.ŞİMİYEV

XÜLASƏ

Münaqişə situasiyalarının və münaqişələrdə qərar qəbul edilməsi proseslərinin modelləşdirilməsində iki əsas istiqamət mövcuddur. Birincinin əsasında sistem yanaşması prinsipi durur. Bu prinsipə görə, insanlar (subyektlər), yaxud insan qrupları arasındakı qarşılıqlı əlaqə hər hansı mürəkkəb sistemin alt sistemlərinin qarşılıqlı əlaqəsi kimi təqdim olunur. Bu məqalədə GF(p) meydanı üzərində təyin olunmuş sistemlərin – xətti ardıcıllıq maşınlarının məqsədyönlü davranışları öyrənilir.

COLLECTIVE CONFLICT BEHAVIOUR OF LINEAR SUCCESSIVE MACHINES

H.V. SHIMIYEV

SUMMARY

There are two main directions in modeling conflict situations and decision-making processes in conflicts. The first one bases on the principle of system approach. According to this principle, mutual relations among humans (subjects) or human groups are presented as interaction of the subsystems of a complex system. The presented article considers, the aim-oriented behaviors of linear successive machines determined on the GF(p) square.