Оценка сложных систем в условиях неопределенности

Специфические черты организационно-технических систем

1. Наличие в управляемой системе в качестве элементов (подсистем) целенаправленных индивидуумов и наличие в системе управления ЛПР,
2. Алгоритм управления часто строит сама система управления, преследуя помимо предъявляемых старшей системой целей, собственные цели, не всегда совпадающие с внешними.
3. На этапе оценки ситуации в ряде случаев исходят не из фактической ситуации, а из той модели, которой пользуется ЛПР при управлении объектом.
4. В процессе принятия решения большую роль играют логические рассуждения ЛПР, не поддающиеся формализации классическими методами математики.
5. При выборе управляющего воздействия ЛПР может оперировать нечеткими понятиями, отношениями и высказываниями.
6. В большом классе задач управления организационно-техническими системами отсутствуют объективные критерии оценивания достижения целевого и текущего состояний объекта управления

Оценка эффективности для неопределенных операций

a_i	n_j				$k(a_i)$
	n_1	n_2	...	n_k	
a_1	k_{11}	k_{12}	...	k_{1k}	
a_2	k_{21}	k_{22}	...	k_{2k}	
...	...	...	...	...	...
a_m	k_{m1}	k_{m2}	...	k_{mk}	

Условия оценки эффективности систем для неопределенных операций можно представить в виде табл.7.1, в которой обозначены:

a_1 - вектор управляемых параметров, определяющий свойства системы (i=1,...,m);

n_j - вектор неуправляемых параметров, определяющий состояние обстановки (j=1,...,k);

k_{ij} - значение эффективности системы для состояния обстановки

$K(a_i)$- эффективность системы

Критерий среднего выигрыша

Данный критерий предполагает задание вероятностей состояний обстановки pi. Эффективность систем оценивается как среднее ожидаемое значение (математическое ожидание) оценок эффективности по всем состояниям обстановки: $K(a_i) = \sum p_j k_{ij}, i = 1,..., m.$

Оптимальной системе будет соответствовать эффективность

$$K_{opt} = \max_i \sum_{j=1}^{l} p_j k_{ij}, i = 1,.., m.$$

Если в данном примере задаться вероятностями применения противником программных воздействий p_1=0,4; p_2=0,2; p_3=0,1; p_4=0,3; то получим следующие оценки систем:

$K(a_1)=0,4*0,1+0,2*0,5+0,1*0,1+0,3*0,2=0,21$

$K(a_2)=0,4*0,2+0,2*0,3+0,1*0,2+0,3*0,4=0,28$

$K(a_3)=0,4*0,1+0,2*0,4+0,1*0,4+0,3*0,3=0,25$

Оптимальное решение - система a_2.

Критерий Лапласа

В основе критерия лежит предположение: поскольку о состояниях обстановки ничего не известно, то их можно считать равновероятными.
Исходя из этого

$$K(a_i)=\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{l} k_{ij}, i=1,\dots,m;$$

$$K_{\text{opt}}=\max_i\left(\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{l} k_{ij}\right), i=1,\dots,m.$$

Рассчитаем эффективность систем по данному критерию для приведенного примера:

$K(a_1)=0,25*(0,1+0,5+0,1+0,2)=0,225$

$K(a_2)=0,25*(0,2+0,3+0,2+0,4)=0,275$

$K(a_3)=0,25*(0,1+0,4+0,4+0,3)=0,3$

Оптимальное решение - система а3. Критерий Лапласа представляет собой частный случай критерия среднего выигрыша.

Критерий осторожного наблюдателя (Вальда)

Это максиминный критерий, он гарантирует определенный выигрыш при наихудших условиях.

В каждой строке матрицы эффективности находится минимальная из оценок систем по различным состояниям обстановки

$$K(a_1) = \min_j k_{ij},\ i = 1, \ldots, m,\ j = 1, \ldots, t.$$

Применение критерия максимина к нашему примеру дает следующие оценки:

$K(a_1) = \min(0{,}l;\ 0{,}5;\ 0{,}1;\ 0{,}2) = 0{,}1;$

$K(a_2) = \min(0{,}2;\ 0{,}3;\ 0{,}2;\ 0{,}4) = 0{,}2;$

$K(a_3) = \min(0{,}1;\ 0{,}4;\ 0{,}4;\ 0{,}3) = 0{,}1;$

Оптимальное решение - система *а2*.

Максиминный критерий ориентирует на решение, не содержащее элементов риска: при любом из возможных состояний обстановки выбранная система покажет результат операции не хуже найденного максимина.

Критерий максимакса

Это *критерий обобщенного максимина*. Согласно данному критерию при оценке и выборе систем неразумно проявлять как осторожность, так и азарт, а следует, учитывая самое высокое и самое низкое значения эффективности, занимать промежуточную позицию (взвешиваются наихудшие и наилучшие условия). Для этого вводится коэффициент оптимизма ά (0≤ά≤1), характеризующий отношение к риску лица, принимающего решение.

Эффективность систем находится как взвешенная с помощью коэффициента ά сумма максимальной и минимальной оценок:

$$K(a_i) = \alpha \max_j k_{ij} + (1 - \alpha) \min_j k_{ij}.$$

Условие оптимальности записывается в виде

$$K_{опт} = \max_i [\alpha \max_j k_{ij} + (1 - \alpha) \min_j k_{ij}], \qquad 0 < \alpha < 1.$$

Зададимся значением ά = 0,6 и рассчитаем эффективность систем для рассматриваемого примера:

$K(a_1)=0,6*0,5+(1-0,6)*0,1=0,34$

$K(a_2)=0,6*0,4+(1-0,6)*0,2=0,32$

$K(a_3)=0,6*0,4+(1-0,6)*0,1=0,34$

Оптимальной системой будет a_1.

При ά=0 критерий Гурвица сводится к критерию максимина, при ά=1 - к критерию максимакса.

Критерий минимального риска (Сэвиджа)

Минимизирует потери эффективности при наихудших условиях. Для оценки систем на основе данного критерия матрица эффективности должна быть преобразована в матрицу потерь (риска). Каждый элемент матрицы потерь определяется как разность между максимальным и текущим значениями оценок эффективности в столбце:Δkij=maxikij-kij

После преобразования матрицы используется критерий минимакса:

K(ai)=maxj Δkij

Kopt=mini(maxj Δkij)

Матрица потерь

a_i	k_j			
	k_1	k_2	k_3	k_4
a_i	6,1	0	0,3	0,2
a_2	0	0	0,2	0
a_3	0,1	0,1	0	0,1

$K(a_1)=max(0,1;0;0,3;0,2)=0,3$

$K(a_2)=max(0;0,2;0,2;0)=0,2$

$K(a_3)=max(0,1;0,1;0;0,1)=0,1$

Оптимальное решение - система *аз.*

Критерий минимального риска отражает сожаление по поводу того, что выбранная система не оказалась наилучшей при определенном состоянии обстановки.

Сравнительные результаты оценки систем

a_j	k_j				$K(a_i)$ по критериям					
	k_1	k_2	k_3	k_4	среднего выигрыша	Лапласа	Вальда	максимакса	Гурвица	Сэвиджа
a_1	0,1	0,5	0,1	0,2	0,21	0,225	0,1	0,5	0,34	0,3
a_2	0,2	0,3	0,2	0,4	0,28	0,275	0,2	0,4	0,32	0,2
a_3	0,1	0,4	0,4	0,3	0,25	0,300	0,1	0,4	0,28	0,1

Эффективность систем в неопределенных операциях может оцениваться по целому ряду критериев. На выбор того или иного критерия оказывает влияние ряд факторов:

- природа конкретной операции и ее цель (в одних операциях допустим риск, в других нужен гарантированный результат);
- причины неопределенности (одно дело, когда неопределенность является случайным результатом действия объективных законов природы, и другое, когда она вызывается действиями разумного противника, стремящегося помешать в достижении цели);
- характер лица, принимающего решение (одни люди склонны к риску в надежде добиться большего успеха, другие предпочитают действовать всегда осторожно).

Литература

1. Ю.П.Сурмин «Теория систем и системный анализ»
2. В.С.Анфилатов, А.А.Емельянов, А.А.Кукушкин «Системный анализ в управлении»
3. Т.П.Барановская, В.И.Лойко, М.И.Семёнов, А.И.Трубилин «Информационные системы и технологии в экономике»
4. В.К.Душин «Теоретические основы информационных процессов и систем»
5. М.Месарович, Я.Такахара «Общая теория систем»
6. А.В. «Теория информационных процессов и систем» http://www.studfiles.ru/dir/cat32/subj418/file14036.html

Спасибо за внимание