

УДК 004.891.2

Лапицкий Д.В.

студент

Научный руководитель: Федулов Я.А., к.т.н

Филиал НИУ МЭИ в г. Смоленске

СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ И МЕТОДЫ РАБОТЫ С

МНОГОУРОВНЕВОЙ НЕЧЕТКОЙ СИТУАЦИОННОЙ СЕТЬЮ

Аннотация: Модель многоуровневой нечеткой ситуационной сети с обратной связью между уровнями при помощи индикаторных признаков и учётом внешних факторов системы управления. Повышение качества принимаемых решений за счет формирования многоуровневого механизма оценки и выбора управленческих решений и декомпозиции нечёткой ситуационной сети на подуровни.

Ключевые слова: теория принятия решений, ситуационная сеть, управленческие решения, нечеткий ситуационный вывод, многоуровневая ситуационная сеть.

Lapitskiy D.V.

student

Supervisor: Fedulov Y.A., Ph.D.

Smolensk branch of NRU MPEI

CONSTRUCTION METHOD AND WORK METHODS WITH A

MULTILEVEL FUZZY SITUATIONAL NETWORK

Abstract: A multi-level fuzzy situational network model with feedback between the levels using indicator features and taking into account external factors of the control system. Improving the decisions quality through the formation of a multi-level mechanism for evaluating and choosing managerial decisions and decomposing a fuzzy situational network into sublevels.

Keywords: decision theory, situational network, managerial decisions, fuzzy situational inference, multi-level situational network.

Классические ситуационные сети [1], применяемые при решении задач поддержки принятия решений, имеют большое признаковое пространство и проблемы с масштабируемостью. При изменении числа признаков ситуаций приходится перестраивать полностью всю сеть, включая предпочтения управленческих переходов. Введение аппарата нечёткой логики [2] за счёт объединения части ситуаций, имеющих одинаковый управляющий переход исходя из выбранной стратегии управления, позволяет уменьшить влияние первого минуса, но не влияет на второй [3].

В многокомпонентной сложной системе можно выделить более одного множества ситуаций, которые вместе полностью описывают её, а по раздельности имеют различное множество признаков. Объединение таких множеств приводит к увеличению признакового пространства, а следовательно и затрат вычислительных ресурсов на определение наиболее похожей на текущую «идеальной» ситуации, из которых состоит ситуационная сеть.

Во многих случаях отсутствие обратной связи от управляемой системы приводит к недостижимости целевой ситуации. Без учёта внешних факторов, имеющих свой закон изменения, для достижения целевой ситуации приходится после применения каждого управляющего перехода определять ситуацию, в которой оказалась система, вместо предполагаемой.

Введение многоуровневой структуры позволяет разделить систему на подсистемы, имеющие одинаковый набор признаков ситуаций. При этом лицо, принимающее решение, не получает полную информацию о ситуациях на других уровнях управления, что позволяет создать разделение прав доступа к различным частям системы.

Индикаторные признаки

Связь между уровнями предлагается осуществлять с помощью индикаторных признаков. В отличие от обычных, они могут иметь собственный закон изменения, либо являться функцией от других признаков. Типы индикаторов:

- Ресурсные – показатели, которые выражают какой-либо конечный требуемый для успешного функционирования системы ресурс, возможно восполняемый в процессе. Достижение нулевого значения по ресурсному показателю означает прекращение работы системы и, соответственно, является крайне нежелательным до достижения целевой (конечной) ситуации.
- Целевые – признаки, связывающие соседние уровни иерархии. Их значения являются критерием эффективности функционирования системы, опираясь на пороговые величины. Разность значений у текущей и целевой ситуации в процессе управления необходимо уменьшить вплоть до полного их совпадения.
- Стратегические – отражающие качество и эффективность управления с точки зрения выбранной стратегии управления. Они могут быть представлены некоторой функцией от значений показателей на текущем или связанных уровнях.

Индикаторные показатели, отражающие внешние условия, могут быть представлены одним или несколькими показателями и влияют на управление на данном уровне иерархии. Внешние условия могут дублироваться на разных уровнях иерархии. Они могут иметь собственный закон изменения и их непосредственные значения могут быть оценены в процессе функционирования. При этом признак, являющийся индикаторным для одного подуровня, может не быть индикаторным для другого.

Отметим, что уровневая организация ситуационной сети предлагалась в статье [4]. Отсутствие механизма обратной связи между

уровнями и учёта внешних по отношению к объекту управления факторов ограничивает круг решаемых предложенной моделью сети задач и требует дальнейших исследований.

Способ построения модели многоуровневой сети

Далее приведён алгоритм способа построения многоуровневой ситуационной сети:

Шаг 1. Составление множества ситуаций

Ситуация в любой момент управления сравнивается с полученными на этом этапе «идеальными» ситуациями для определения наиболее похожей на неё, что позволяет определиться с начальной точкой в ситуационной сети.

Шаг 2. Определение признаков ситуаций

Составляется пространство признаков в виде множества нечётких переменных $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, где n - количество признаков. Каждое y_i представляет из себя нечёткую переменную, включающую в себя терм T_i из терм-множества T , базовое множество D , степени принадлежности $\mu(T_i)$, и выражает отдельную характеристику ситуации.

Шаг 3. Разбиение вектора пространства признаков на отдельные множества. Построение уровней иерархии модели нечёткой ситуационной сети

Исходя из особенностей предметной области рассматриваемой задачи, а также предпочтений ЛПР или экспертной оценки, формируется набор уровней иерархии детализации ситуаций рассматриваемого процесса. Одна и та же ситуация на различных уровнях иерархии может представляться и управляться различным набором признаков, ассоциированных с данным уровнем иерархии. На одном уровне иерархии в зависимости от набора рассматриваемых признаков могут сформироваться две и более нечётких ситуационных сетей.

Шаг 4. Определение типов признаков

Среди признаков выделяются индикаторные показатели, часть из которых могут связывать соседние уровни иерархии или отражать связь системы с внешней средой, другие же оказывают влияние только в пределах одного уровня. Выделяются остальные показатели, управляемые на данном уровне иерархии и не имеющие прямого влияния на другие уровни.

Шаг 5. Уточнение типа индикаторных признаков: ресурсные, целевые, стратегические и внешние.

Шаг 6. Нахождение возможных управляющих переходов

Управление в нечеткой ситуационной сети осуществляется путём оказания влияния (добавление или уменьшение) на значение отдельного управляемого признака с последующей регистрацией значений всех признаков ситуации на текущем уровне иерархии. Осуществление управления по тому или иному переходу ситуационной сети может повлечь за собой отсечение недостижимых признаков и управляющих переходов на ситуационных сетях более низких уровней либо исключить из рассмотрения целые ситуационные сети нижних уровней.

Шаг 7. Построение матриц отношений силы воздействия управляющих решений

Исходя из функций принадлежности рассматриваемых признаков на различных уровнях иерархии, строятся матрицы отношений силы воздействия управляющих решений для каждого признака.

Шаг 8. Определение стратегий управления

Управление функционированием системы в зависимости от предпочтений ЛПР, исходных условий и поставленной задачи может характеризоваться различным отношением к какому-либо из имеющихся ресурсов. Управляющие решения приводят к изменению состояния ресурсов и некоторые из них могут быть нежелательны в виду влияния на ценные ресурсы. Составление стратегий позволяет учитывать пожелания

ЛПР по сохранению каких-либо ключевых показателей на заданном уровне.

Шаг 9. Построение иерархии многоуровневой сети на основе пересечений множеств индикаторов подуровней

Построение связей между уровнями ситуационной сети исходя из возможностей их влияния друг на друга. Связь может быть как прямой, отсекающей часть ситуационных сетей на нижних уровнях, так и обратной, возвращающей изменённые в процессе управления значения признаков.

Метод применения многоуровневой сети

1. Определение текущей и целевой ситуации. Если целевое значение достигнуто, то переход в пункт 6.
2. Определение всех возможных путей достижения целевой ситуации на текущем уровне иерархии модели.
3. С учётом внешних факторов и других имеющихся на данном уровне индикаторных показателей, а также выбранной стратегии управления, определяется и применяется управляющий переход.
4. Если признак может быть изменен на текущем уровне, то реализуем управляющее решение, переходим в п. 3, иначе п.5
5. Текущее значение признака передаётся в качестве индикаторного на связанный уровень меньшего порядка. Переход в п. 1.
6. Возврат на предыдущий уровень управления, если он существует. Если нет – конец работы алгоритма.

Предложенная многоуровневая структура и рассмотренные элементы, из которых состоит нечеткая ситуационная сеть позволяют учесть внешние по отношению к системе управления факторы, уменьшить признаковое пространство, провести декомпозицию решаемой задачи на подуровни управления, разграниченные по доступу.

Использованные источники:

1. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой – М.: Наука. Гл. Ред. Физ.-мат.лит., 1990 – 272 с.
2. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний и информатике: Пер. с фр. – М.: Радио и связь, 1990. – 288 с.
3. Прикладные нечеткие системы/ Под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугено. – М.: Мир, 1993.
4. Л. С. Кригер, “Нечёткая ситуационная сеть для управления движением общественного транспорта”, Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер. управление, вычисл. техн. информ., 2013, № 1, 53–58 (дата публикации: 2013) .- URL: <http://mi.mathnet.ru/vagtu7> (дата обращения: 10.06.2020)