

Эсплан: Интеллектуальная система поддержки принятия решений на основе правил в условиях неопределённости

Ширинов Ройал Абиль оглы

Аспирант

Азербайджанский Государственный Университет

Нефти и Промышленности

Баку, Азербайджан

e-mail: royal.shirinov@asoiu.edu.az

Аннотация¹

В данной статье рассматривается применение программы Эсплан — интеллектуальной системы, предназначенной для поддержки принятия решений, направленных на оптимизацию процесса выбора в условиях неопределённости. Программа использует формализованные правила и сложные алгоритмы для анализа различных факторов, включая как эмоциональные, так и рациональные аспекты, что позволяет принимать обоснованные решения в сложных и нестандартных ситуациях. Основной принцип работы Эсплан заключается в интеграции методов теории решений, таких как нечёткая логика, линейное программирование и деревья решений, которые обеспечивают гибкость и точность анализа. Эти подходы позволяют системе работать с различными типами данных, как количественными, так и качественными, что способствует всестороннему изучению всех возможных альтернатив. Эсплан была протестирована в таких областях, как управление человеческими ресурсами, стратегическое планирование, медицинская диагностика и распределение логистических ресурсов. Это продемонстрировало её способность адаптироваться к различным условиям и задачам. В статье подробно рассматриваются архитектурные особенности системы, используемые алгоритмы и математические модели, а также результаты её применения, подтверждающие эффективность и высокую надёжность Эсплан в процессе принятия решений на основе заранее заданных правил и ограничений.

Ключевые слова: интеллектуальная система; поддержка принятия решений; Эсплан; нечёткая

логика; оптимизация выбора; анализ данных; принятие решений.

1. Введение

Программа Эсплан — это интеллектуальная система поддержки принятия решений, разработанная для оптимизации процесса выбора в условиях неопределённости. В современном мире, где принятие решений часто связано с множеством факторов, программа Эсплан предлагает структурированный подход к анализу данных с использованием формализованных правил и алгоритмов. Основное назначение программы — помочь пользователям в сложных ситуациях, где необходимо учитывать как количественные, так и качественные параметры для взвешенного выбора.

Ключевой особенностью Эсплан является применение методов теории решений, таких как нечёткая логика, линейное программирование и деревья решений. Эти методы позволяют системе эффективно обрабатывать неопределённые и неполные данные, а также адаптироваться к различным задачам и сценариям. В результате, программа может применяться в различных областях, включая управление ресурсами, планирование логистики и медицинскую диагностику, где точность и обоснованность принимаемых решений критически важны.

Для работы с программой Эсплан сначала поднимается виртуальная машина с использованием Oracle VM, на которой создаётся система FreeDOS — это версия MS-DOS с открытым исходным кодом, свободно распространяемая. После запуска программы выбирается нужная база данных. Процесс установки базы данных начинается с двойного нажатия на «Установите имя бз». Как только база данных выбрана и подтверждена через отображение в поле сообщений, загружается она с помощью функции «Загрузить бз». После этого пользователь может

приступить к просмотру и редактированию правил, с помощью которых будет осуществлён выбор нужных критериев. Правила представлены в пункте «Редактор», и на их основе программа предлагает наиболее подходящие решения для выполнения поставленных задач.

Теории удовлетворенности работой, такие как теория иерархии потребностей Маслоу, теория мотивации и гигиены Герцберга, модель характеристик работы и диспозиционный подход, широко используются в литературе, связанной с мотивацией человека. Эти теории анализируют детерминанты удовлетворенности работой и описывают эффективные подходы. Удовлетворенность работой охватывает больше, чем просто удовольствие от рабочих задач. Такие факторы, как концентрация, контроль и важность задач, способствуют общему удовлетворению. Менеджеры могут использовать методы тестирования, такие как Job Descriptive Index или Minnesota Satisfaction Questionnaire, чтобы измерить и создать эталон. Пять ключевых факторов включают оплату, работу, возможности продвижения по службе, отношения между руководителем и коллегой и взаимодействие с коллегами. Авторы предлагают алгоритм на основе нечетких правил для оценки удовлетворенности работой в организации. Они собирают эффективные факторы и аспекты работы с помощью интервью и используют лингвистические варианты в анкетах. Результаты используются для составления нечетких правил, которые затем дефазифицируются и вычисляются для определения пробелов. Авторы также изучают, как люди определяют удовлетворенность работой на основе изменений ситуативных факторов, используя имитационную модель с использованием теории нечетких множеств и системной динамики. Производственные правила на основе опросника удовлетворенности Миннесоты (MSQ) и нечеткая экспертная системная оболочка ESPLAN используются для определения уровней удовлетворенности работой сотрудников.

В литературе представлено множество исследований [1], посвящённых изучению удовлетворённости работой. Теории, объясняющие удовлетворённость работой, тесно связаны с концепциями, описывающими человеческую мотивацию. Среди наиболее известных и широко распространённых теорий в этой области можно выделить иерархию потребностей Маслоу [2], теорию мотивации и гигиены Герцберга [3], модель характеристик работы [4], а также диспозиционный подход [5]. Эти теории часто обсуждаются в контексте мотивации человека [6-9]. В работах [10,11] рассматриваются некоторые детерминанты удовлетворённости работой. В [12] представлен эффективный подход к изучению удовлетворённости работой, а в [13] описаны основные индикаторы и их особенности.

Удовлетворённость работой зависит не только от того, насколько сотрудник испытывает удовольствие от выполнения своих обязанностей. Табер и Эллигер [14]

рассмотрели другие факторы, такие как уровень концентрации, необходимый для выполнения задач, степень контроля и значимость работы. Исследование показало, что накопленное удовлетворение от рабочих задач в конечном итоге формирует общую удовлетворённость работой. Разные факторы могут иметь разную значимость для сотрудников в зависимости от их личных и профессиональных целей. Для того чтобы измерять и улучшать удовлетворённость работой, менеджеры могут использовать проверенные методы оценки, такие как Индекс описания работы (JDI) и Миннесотский опросник удовлетворённости (MSQ) [15]. Эти инструменты помогают руководителям эффективно оценивать уровень удовлетворённости сотрудников. В тестовых методах выделяются пять ключевых аспектов, влияющих на удовлетворённость работой [16]:

- Оплата или общая компенсация
- Характер самой работы (например, проекты и обязанности)
- Возможности карьерного роста (например, повышение в должности или расширение обязанностей)
- Отношения с руководителем
- Взаимодействие и отношения с коллегами.

В статье подробно рассматриваются архитектура системы, математические модели и алгоритмы, используемые в программе, а также примеры её применения в реальных сценариях.

2. Описание нечетких правил «if-then» и алгоритма нечеткого вывода

Знания в системах, основанных на правилах if-then, могут быть представлены различными способами. Некоторые постмодернистские подходы к представлению знаний включают логическое исчисление и структурированные модели. В данной работе рассматриваются системно-ориентированные методы представления знаний на основе правил. Такая система состоит из трёх основных компонентов: 1) набора правил if-then, 2) динамической базы данных, называемой рабочей памятью, и 3) интерпретатора управления, который обрабатывает базу данных с использованием заданных правил. Системы на основе правил широко применяются в задачах принятия решений, планирования, а также в бизнесе, технических сферах и социальных науках, включая психологию и медицину [17, 18]. Оболочка ESPLAN предоставляет следующие ключевые функции: разработка экспертных систем для различных задач; создание модульных структур и сегментация баз знаний; поддержка нечетких значений; композиционный вывод с учётом возможностей; выполнение арифметических операций с нечеткими числами; простой пользовательский интерфейс для взаимодействия с системой; использование степени доверия для каждого правила (в процентах); вызов

Эсплан: Интеллектуальная система поддержки принятия решений на основе правил в условиях неопределённости

внешних программ и обмен данными через файловую систему. Блок-схема работы экспертной системы ESPLAN представлена на рисунке 1. Математическое описание знаний в базе знаний основано на нечеткой интерпретации условий и заключений в правилах if-then. Для представления знаний антецедент каждого правила включает в себя конъюнкцию логических операторов вида $\{=, \neq\}$ <лингвистическое значение>, которые называются элементарными антецедентами. Заключение правила представляет собой перечень императивов, среди которых могут находиться операторные функции (например, ввод и вывод значений объектов, операции с сегментами базы знаний и т. д.). Каждое правило может быть описано степенью достоверности $Cf \in [0,100]$ $Cf \in [0,100]$.



Рис. 1. Блок-схема обработки экспертной системы ESPLAN [19]

Каждое лингвистическое значение имеет свою функцию принадлежности. Подсистема обработки нечетких арифметических и лингвистических значений автоматически интерпретирует такие лингвистические значения, как «примерно А», «меньше, чем А», «больше, чем А», «средний», «много», «высокий», «низкий», «около...», «от... до...», и другие. То есть, для каждого из этих значений система автоматически рассчитывает параметры функций принадлежности, основываясь на универсуме соответствующей переменной. Лингвистические переменные представлены трапециевидными нечеткими числами, описанными в [18]. Нечеткие правила if-then имеют следующий вид:

$$R^k : IF x_1 \text{ is } \tilde{A}_{k1} \text{ and } x_2 \text{ is } \tilde{A}_{k2} \text{ and } \dots \text{ and } x_m \text{ is } \tilde{A}_{km} \text{ THEN } u_{k1} \text{ is } \tilde{B}_{k1} \text{ and } u_{k2} \text{ is } \tilde{B}_{k2} \text{ and } \dots \text{ and } u_{kl} \text{ is } \tilde{B}_{kl}, \quad k = \overline{1, K}$$

Где x от $i = 1, m$, и u от j , Где $j = 1, l$ являются общими входными и локальными выходными переменными A_{ki} , B_{kj} — нечеткие множества, а k — количество правил.

Пользователь системы может создавать новые лингвистические значения, изменять существующие и явно задавать функцию принадлежности в любом месте, где лингвистические значения применимы [18].

Эти правила были извлечены из знаний экспертов на основе интервью, проведенных нами. Трапециевидные нечеткие числа, описывающие

используемые лингвистические термины, приведены ниже:

- меньше, чем А: $(0, I, A - Z, Z)$
- приблизительно: (Z, A, A, Z)
- больше, чем А: $(Z, A + Z, S, 0)$
- нейтрально: $(Z, I, + 2 * Z, I + 3 * Z, Z)$
- много: $(Z, S - Z, S, 0)$ и так далее,

где I и S — это минимальное и максимальное значения универсальной множества,

$$Z = (S - I) / 5.$$

В оболочке экспертной системы ESPLAN могут использоваться другие лингвистические термины, такие как несколько, среднее, больше, чем А, меньше, чем А, приблизительно А, от А до В, строго больше, чем А, строго меньше, чем А и т. д. Для каждого лингвистического значения ESPLAN автоматически вычисляет нечеткое число, используя универсум. Например, объект = «активность», I = минимум = 1, S = максимум = 5, лингвистический термин = «вполне удовлетворен»: вполне удовлетворен или нейтрален:

$$(Z, I + 2 * Z, I + 3 * Z, Z)$$

Наша цель — определить уровень общей удовлетворенности работой, используя двадцать аспектов работы, представленных нечеткими лингвистическими терминами.

3. Работа правил if-then и практическая реализация в системе ЭСПЛАН

В данной статье рассматривается интеллектуальная система ЭСПЛАН, предназначенная для оптимизации принятия решений в условиях неопределённости. В данном случае система используется для распознавания и анализа эмоциональных состояний. Программа основана на формализованных правилах if-then, что позволяет улучшить процесс распознавания эмоций и реакции на них, учитывая широкий спектр как количественных, так и качественных данных. Это особенно важно в задачах, где точные значения эмоциональных показателей трудно определить, и требуется гибкость в обработке информации.

Система ЭСПЛАН разработана для обработки эмоций на основе правил if-then, которые помогают анализировать сложные эмоциональные состояния и предлагать соответствующие действия или решения. В отличие от систем, работающих с чётко определёнными параметрами, ЭСПЛАН использует нечёткую логику для анализа эмоций, таких как "радость", "грусть" или "раздражение", где точные границы между состояниями могут быть размытыми. Эта возможность делает систему особенно ценной в условиях, где не всегда возможно дать точную оценку эмоциональному состоянию человека.

Основным инструментом работы ЭСПЛАН являются правила if-then, которые позволяют системе сопоставлять определённые эмоциональные признаки с рекомендуемыми действиями. Каждое правило включает как чёткие переменные, так и нечёткие, что позволяет системе учитывать эмоциональные состояния, которые трудно поддаются точному описанию. Например, если система обнаруживает признаки "высокой тревожности" или "умеренной радости", она может предложить соответствующие меры реагирования. Эти правила обеспечивают большую гибкость и позволяют системе адаптироваться к индивидуальным особенностям человека.

Выделяют 3 типа взглядов на взаимодействие среды и индивидуальных (личностных) факторов, входящих в психологические детерминанты: 1) ситуационизм. Само разнообразие физической и социальной среды управляет поведением человека и манипулирует им. 2) С субъективистской точки зрения решение человека связано с характеристиками, входящими в его личностную структуру (способности, воля, человеческая природа). 3) Предпринимались попытки объединить эти две позиции, начиная с Леви, но единой концепции пока нет. Эмоциональность; Альтруизм; Доверие; Забота; Отношение к риску; Социальная ответственность; Терпимость к неопределенности; Справедливость.

Ниже описаны пять правил:

- Д= самый низкий показатель, А= самый низкий показатель, З= самый низкий показатель, Эм= самый низкий показатель, затем PQ= самый низкий показатель, D=100
- Д= низкий показатель, А= низкий показатель, З= низкий показатель, Эм= низкий показатель, затем PQ= низкий показатель, D=100
- Д=среднее, А=среднее, З=среднее, Эм=среднее, затем PQ=среднее, D=100
- Д=нормальный, А=нормальный, З=нормальный, Эм=нормальный, затем PQ=нормальный, D= 100
- Д=высокий, А=высокий, З=высокий, Эм=высокий, затем PQ=высокий, D=100

Самый низкий показатель варьируется от 0 до 40 (5, 10, 30, 40); низкий: 40–60 (40, 50, 55, 60); средний: 60–70 (60, 63, 68, 70); нормальный: 70–85 (70, 75, 80, 85); самый высокий: 85–100 (85, 90, 95, 100).

Следовательно функции будут $\mu(\text{самый низкий})$ от $x = \{(x-5)/5 \parallel 5 \leq x \leq 10, 1 \parallel 10 \leq x \leq 30, (40-x)/10 \parallel 30 \leq x \leq 40\}$ и так далее

4. Заключение

Система ЭСПЛАН демонстрирует высокую эффективность в распознавании эмоций и принятии решений на основе анализа эмоциональных состояний. Использование нечёткой логики и правил

Эсплан: Интеллектуальная система поддержки принятия решений на основе правил в условиях неопределённости

if-then позволяет системе учитывать эмоциональные нюансы, делая её мощным инструментом для разработки адаптивных систем взаимодействия, эмоционального интеллекта и диагностики. Программа не только анализирует эмоциональные данные, но и предлагает оптимальные решения для улучшения взаимодействия и реагирования на изменяющиеся эмоциональные состояния.

Список используемых источников

1. Saner, T., Gardashova, L., Allahverdiyev, R., Eyupoglu, S.: Analysis of the job satisfaction index problem by using fuzzy inference. *Procedia Computer Science* 102, 45–50 (2016).
2. Maslow, A., *Motivation and Personality*, New York, Harper, 1995.
3. Herzberg, F., *Work and the Nature of Man*. Cleveland, World Publishing Company, 1966.
4. Hackman, J.R., & Oldham, G.R., 'Development of the Job Diagnostic Survey', *Journal of Applied Psychology*, 60, 1975, pp. 161.
5. Judge, T.A., & Lanen. R.J., 'Dispositional affect and job satisfaction: A review and theoretical extension', *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 8, 6, 2001, pp. 67.
6. Furnham, A., Eracleous, A. & Chamorro-Premuzic, T., 'Personality, motivation and job satisfaction: Hertzberg meets the Big Five', *Journal of Managerial Psychology*, 24, 8, 2009, pp. 765.
7. Mitchell, O.S., Levine, P.B. & Pozzebon, S., Aging, job satisfaction, and job performance (CAHRS Working Paper #90-02). Ithaca, New York: Cornell University, School of Industrial and Labor Relations, Center for Advanced Human Resource Studies. Retrieved 3 March 2013.
8. Nagy, M.S., 'Using a single-item approach to measure facet job satisfaction', *Journal of Occupational and Organisational Psychology*, 75, 1, 2002, pp. 77.
9. Astrauskaite, M., Vaitkevicius, R. & Perminas, A., 'Job Satisfaction Survey: A confirmatory factor analysis based on secondary school teachers' sample', *International Journal of Business and Management*, 6, 5, 2011, pp. 4.
10. Manisera, M., Dusseldorp, E. & van der Kooij, A.J., Component structure of job satisfaction based on Herzberg's theory, *Rapporti di Ricerca del Dipartimento di Metodi Quantitativi*, Brescia University, Working Paper 253, 2005.
11. Behson, S.J., 'Using relative weights to reanalyse 'settled' areas of organisational behaviour research: The job characteristics model and organisational justice', *International Journal of Management and Information Systems*, 14, 5, 2010, pp. 43.
12. Gerhart, B., 'The (affective) dispositional approach to job satisfaction: Sorting out the policy implications', *Journal of Organisational Behaviour*, 26, 2005, pp. 79.

13. Stanley E. Seashore, Thomas D. Taber. Job Satisfaction Indicators and Their Correlates. American Behavioral scientist, Vol. 18 No. 3, January/February, 1975. Sage Publications, Inc. pp. 333-368.
14. Taber, T.D. & Alliger, G.M., 'A task-level assessment of job satisfaction', Journal of Organisational Behaviour, 16, 2, 1995, pp. 101.
15. <http://vpr.psych.umn.edu/msq.html>
16. <https://www.boundless.com/management/textbooks/boundlessmanagement-textbook/organizational-behavior-5/drivers-of-behavior44/defining-job-satisfaction-231-7247/>
17. Aliev R.A., Fazlollahi B., Aliev R.R., Soft Computing and Its Applications in Business and Economics. Springer Verlag, 2004, 450 p.
18. Aliev R.A., Aliev R.R., Soft Computing and its Application. World Scientific, New Jersey, London, Singapore, Hong Kong, 2001, 444 p.
19. Mitchell, O.S., Levine, P.B. & Pozzobon, S., Aging, job satisfaction, and job performance (CAHRS Working Paper #90-02). Ithaca, New York: Cornell University, School of Industrial and Labor Relations, Center for Advanced Human Resource Studies. Retrieved 3 March 2013.