***ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени***

***И.Т. Трубилина»,***

***Российская Федерация***

***Колесников Роман Юрьевич, ПИ2102***

***roman563412@gmail.com***

**Задачи принятия решений.**

**Заголовок**

Решение задач принятия решений методом обратной задачи прогнозирования в СК-анализе (система Эйдос)

**Резюме**

Лекция посвящена методам принятия решений в интеллектуальных системах управления, в частности, с использованием системы Эйдос и системно-когнитивного анализа (СК-анализа).

1. Резюме предыдущих этапов:

Этап 2 (Формализация): Разработаны справочники, классификационные и описательные шкалы, выполнено кодирование исходных данных, получена обучающая выборка.

Этап 3 (Синтез и верификация): На основе обучающей выборки синтезированы и верифицированы модели (3 статистические, 7 моделей знаний). Рассмотрен вид моделей и обоснование их выбора.

2. Оценка достоверности моделей:

Для оценки достоверности моделей упомянута мера Вада-Резберга, ее преимущества и недостатки (четкость, мультиклассовость, зависимость от объема выборки).

Предложена нечеткая, мультиклассовая, инвариантная относительно объема выборки мера, обобщающая меру Вада-Резберга.

3. Задачи идентификации, прогнозирования и принятия решений:

Рассмотрены задачи идентификации и прогнозирования, отмечена их схожесть (прогнозирование как идентификация будущих состояний во времени).

Объяснено соотношение задач прогнозирования и принятия решений:

Прогнозирование: по факторам определяется будущее состояние.

Принятие решений: по целевому будущему состоянию определяются факторы, обеспечивающие переход в него (решение обратной задачи прогнозирования).

4. Проблема многовариантного прогнозирования для принятия решений:

Подчеркнуто, что прямой перебор вариантов (многовариантное многократное прогнозирование) для принятия решений невозможен при большом числе факторов из-за комбинаторного взрыва.

Приведен пример: даже для учебной модели с 9 факторами число комбинаций состояний составляет 387 720. Прогнозирование всех вариантов заняло бы около 4.5 суток (при 1 сек/вариант).

5. Решение обратной задачи прогнозирования в системе Эйдос:

Предложен эффективный метод решения задачи принятия решений (поиска управляющих факторов) как обратной задачи прогнозирования.

Метод заключается в сортировке матрицы модели (например, N3 Хи-квадрат) по столбцу, соответствующему целевому классу (состоянию).

Демонстрация в режиме 4-4-8: выбор целевого класса, модели и получение результата (факторы, способствующие и препятствующие переходу).

Этот метод (логическая сортировка) выполняется мгновенно (миллисекунды) в отличие от длительного перебора вариантов прогнозирования.

6. Ограничения базового подхода к решению обратной задачи:

Многокритериальность: Руководство часто ставит несколько целей одновременно (например, количество и качество, прибыль и рентабельность). Базовый метод сортировки рассчитан на одну цель.

Ограничения ресурсов и реализуемости: Рекомендуемые факторы могут быть недоступны, требовать затрат на приобретение технологий, что влияет на экономические показатели (прибыль, рентабельность) и может сделать решение нецелесообразным.

7. Развитый алгоритм принятия решений и будущие концепции:

Упомянут развитый алгоритм принятия решений (режим 6-3 в Эйдос), который учитывает многокритериальность и ограничения.

Затронута концепция адаптивных систем управления (принцип дуальности Фельдбаума), где модель объекта управления постоянно адаптируется на основе обратной связи.

Кратко упомянуты концепции ИИ третьего поколения (самостоятельное целеполагание, рефлексия), их отражение в Национальной стратегии развития ИИ РФ и исторические корни (работы Лефевра, собственные работы автора).

8. Заключение:

Подведен итог: задача принятия решений эффективно решается как обратная задача прогнозирования путем сортировки, но имеет ограничения. Для их преодоления существует развитый алгоритм, который будет рассмотрен на следующем занятии.

Детальная расшифровка текста:

1. Резюме предыдущих этапов

Этап 2: Формализация и Обучающая выборка

(0:02) На втором этапе формализации предметной области мы разработали (0:06) справочники, классификационные, описательные шкалы и градации. (0:11) И с помощью них закодировали исходные данные, получили в результате обучающую выборку.

Этап 3: Синтез и верификация моделей

(0:16) На третьем этапе мы осуществили синтез и верификацию моделей (0:21) на основе этих обучающей выборки и синтез, и верификацию. (0:26) При этом мы создали три модели статистических и семь моделей знаний. (0:31) Посмотрели на эти модели, (0:34) сами, как они выглядят. Объяснил я, почему именно такие модели, (0:38) а не другие.

2. Оценка достоверности моделей

(0:42) И (0:44) дальше я говорил о том, (0:50) что для того, чтобы решать задачи в этих моделях, нужно (0:54) определить их достоверность. (0:56) И здесь я рассказывал вам (0:58) меру, меру Вад-Резбергена, (1:01) замечательную и общепризнанную. Но с другой стороны, указал её недостатки, (1:06) что она является чёткой, мультиклассовой и зависит от объёма выборки. (1:11) И рассказал, как преодолел эти недостатки и предложил (1:15) нечёткое, мультиклассовое обобщение меры Вад-Резбергена, (1:20) инвариантное относительно объёма распознаваемой выборки.

3. Задачи идентификации, прогнозирования и принятия решений

Сходство и различие

(1:25) Дальше мы решили с вами задачи (1:27) идентификации, прогнозирования. (1:30) Я рассказал о (1:32) том, что они очень сходны эти задачи, и можно считать, что прогнозирование - это идентификация будущих (1:38) состояний, то есть идентификация во времени. (1:42) И рассказал о соотношении между (1:45) задачами прогнозирования и принятия решений, что (1:48) задача прогнозирования - мы по факторам определяем будущее состояние, (1:53) а при принятии решения - наоборот, по будущему состоянию определяем факторы, (1:57) которые обеспечивают переход объекта моделирования в это (2:01) заданное целевое будущее состояние.

Введение в обратную задачу

(2:05) Потом я вам рассказывал про то, что (2:09) принятие решений, сама выработка решения невозможна путём (2:14) многовариантного, многократного прогнозирования (2:18) из-за того, что реальная система описывается очень большим числом факторов, (2:23) и возникает комбинаторный взрыв.

4. Проблема многовариантного прогнозирования для принятия решений (Комбинаторный взрыв)

(2:26) То есть при одном-двух факторах ещё можно себе представить, что можно перебрать все сочетания значений факторов (2:32) и на основе этого создать и модель, и потом эту модель использовать для решения реальных задач. (2:38) А вот когда факторов становится больше, то это вообще невозможно, нереально. (2:42) И говорил, что даже если будет 80 факторов, то уже (2:46) число вариантов прогнозирования приближается к числу атомов наблюдаемой области Вселенной (2:51) в сфере радиусом около 18 млрд световых лет. (2:55) Атомов 10 в восьмой степени. То есть если если будет 80 факторов, (2:59) и каждый будет иметь 10 градаций, то как раз вот такое число прогнозов получится. (3:04) Конечно, и модель такую создать невозможно, которая отражала бы все эти сочетания значений факторов, (3:10) просто потому, что такую модель, (3:13) чтобы её создать, нужны исходные данные в таком же количестве, как и прогнозы. (3:17) Причём желательно в пять раз больше. Вот, чтобы каждый вариант (3:21) сочетания факторов встречался не один раз, а как минимум пять раз. (3:26) Вот. И (3:29) непонятно, на (3:31) каких эмпирических данных можно провести такое исследование, (3:36) сохранить результаты прогнозов (3:39) и использовать их.

(3:41) Поэтому я, значит, на следующем занятии собирался вам рассказать, (3:47) как можно принимать решения не путём прогнозирования (3:51) многократного, многовариантного прогнозирования при всех сочетаниях значений факторов, (3:56) а путём решения обратной задачи прогнозирования.

5. Решение обратной задачи прогнозирования в системе Эйдос

Метод: Сортировка матрицы модели

(4:01) Значит, подход сам к решению этой задачи следующий. (4:05) Вот смотрите, ребята. Значит, в системе Эйдос есть (4:09) модели системно-когнитивные. Мы можем их увидеть (4:13) и статистические модели, и системно-когнитивные в режиме 5-5. (4:18) Вот, допустим, мы смотрим на (4:20) модель N3, (4:22) модель Хи-квадрат. (4:24) И возникает вопрос: какие значения факторов необходимо применить, (4:28) чтобы перевести объект управления в четырнадцатое (4:32) состояние, соответствующее четырнадцатому классу.

(4:35) Эта задача решается в системе Эйдос совершенно элементарным образом. (4:40) Я уже сказал, что путём многовариантного прогнозирования вообще-то нереально сделать. Здесь же (4:45) мы решаем обратную задачу, (4:49) и которая решается просто путём сортировки (4:54) матрицы модели (4:56) по той колонке, которая соответствует классу, (4:59) и этот класс соответствует будущему состоянию целевому, в которое мы собираемся (5:05) перевести объект моделирования.

(5:08) Сортировка, конечно, физическая нет никакой необходимости, тут достаточно логической сортировки.

Демонстрация (Режим 4-4-8)

(5:14) Вот я вам показываю режим 4-4-8, (5:18) в котором эта задача решается. (5:20) Вот мы выбираем класс целевой, (5:23) соответствующий целевому состоянию, выбираем модель, (5:26) в которой собираемся решать задачу, и получаем результат.

Интерпретация результатов

(5:31) Результат мы видим (5:35) в виде экранной формы. (5:37) Слева у нас значения факторов, которые способствуют переходу (5:41) объекта моделирования в это целевое состояние, справа - которые препятствуют. (5:45) И мы видим против каждого значения фактора ещё и (5:50) величину, с которой он влияет на достижение целевого состояния, способствует или препятствует.

Графическое представление и Рекомендации

(5:58) Пошлю вам тогда в чат саму форму эту. (6:08) И можно получить в графическом виде (6:12) семь факторов, наиболее сильно влияющих положительно на переход объекта моделирования в (6:18) целевое состояние и наиболее сильно влияющих отрицательно.

(6:22) По сути дела, вот это факторы, влияющие положительно, - это и есть рекомендация, (6:27) которую мы получили (6:31) на основе модели о том, что нам нужно делать, чтобы получить, (6:37) обусловить переход объекта управления в целевое состояние. (6:42) А справа - что ни в коем случае делать нельзя, (6:46) потому что это препятствует достижению этой цели.

Подтверждение с факторными кодами

(6:54) Теперь давайте посмотрим на эти формы (6:57) и то, значит, какие здесь у нас рекомендуются (7:02) значения факторов.

(7:04) Значит, смотрите, ребята. (7:07) Рекомендуются факторы, значения факторов с кодами (7:11) 40, 38, 17. (7:13) Запишите себе или запомните: 40, 38, э-э, 40, 38, 17. (7:20) 40, 38, 17, извините. (7:23) Эти формы есть в чате.

(7:28) Теперь мы выходим (7:30) сейчас в папочку, где у нас находится модель, (7:34) приложение. (7:36) Открываем (7:38) матрицу модели, (7:40) записываем как экселевский файл. (7:43) Все базы данных системы Эйдос, они все свободно открываются в Экселе. (7:49) Правда, в Экселе 2003. (7:53) Потому что в нём был конвертер, (7:56) обеспечивающий преобразование DBF в XLS. (8:01) Ну, ничего, в новом Экселе этого конвертера нет, его оттуда убрали. (8:06) Но есть такой конвертер онлайн. (8:09) Нет никаких проблем (8:11) найти его. (8:13) Причём он не один, а много таких конвертеров, и можно, в общем, использовать.

(8:18) Значит, вот у нас колоночка, выделена цветом, (8:22) которая соответствует (8:24) целевому будущему состоянию. (8:26) Сортируем в порядке убывания (8:31) матрицу модели N3 Хи-квадрат (8:34) по этой колоночке, (8:36) расширяя диапазон. (8:38) Получаем, (8:40) какие значения факторов оказывают наибольшее положительное влияние на переход объекта моделирования в это состояние. (8:47) И какие (8:49) значения факторов этому препятствуют.

(8:54) Ну, сначала мы получаем, э-э, (8:58) идут сначала те, которые способствуют в наибольшей степени, потом всё слабее, слабее, (9:03) потом вообще не влияют, (9:05) потом слабо препятствуют, а потом препятствуют сильнее, сильнее. И потом в самом конце, (9:10) какие максимально, максимальное препятствуют переходу в целевое состояние (9:15) значения факторов. Вспоминаем коды. (9:18) Запоминаем коды: 40, 38, 17.

(9:24) Вот мы видим, ребята, смотрите. (9:32) 40, 38, 17. Видите, да?

(9:37) То есть это означает, что у нас задача (9:42) принятия решений (9:44) решена мгновенно.

6. Computational Cost Comparison

Сравнение с прогнозированием

(9:47) Ну, может быть, это потому, что такая маленькая модель у нас учебная, э-э, детская такая своего рода, где 14 классов, (9:55) 49 значений факторов. (9:58) Но я скажу, в общем-то, и такая детская модель, маленькая, тоже (10:02) очень много (10:04) есть (10:07) в этой модели факторов, (10:10) довольно много, девять. (10:12) И у этих факторов разное число градаций. Вот, допустим, цвет - 12 градаций, (10:17) материал - шесть градаций.

Расчет стоимости прогнозирования (Пример)

(10:20) Вот давайте, ребята, сейчас, что мы сейчас сделаем? (10:23) Возьмём и (10:25) перемножим все (10:27) э-э, количество градаций во всех шкалах, во всех девяти шкалах. (10:31) Я бы хотел, чтобы кто-нибудь из вас открыл калькулятор, ребят. Ну, кто у вас там самый ответственный? (10:37) Ну, может быть, там Анатолий, давайте. (10:43) Попробуйте. (10:48) Кто-то калькулятор достал, нет? (10:51) Ребят. (10:53) Поднимите руку, кто достал калькулятор, будет перемножать сейчас. (10:59) Что-то как-то не особо вы поднимаете руки. (11:05) Ладно, тогда я просто вам сам покажу, как это делается. (11:17) Вот у нас (11:20) описательные шкалы, (11:24) база описательных шкал. (11:28) Сейчас я покажу, (11:34) какие тут, какое число градаций. (11:37) Вот мы видим. (11:39) И сколько градаций в каждой шкале. (11:42) Нам нужно просто перемножить все эти значения градаций.

(11:49) Сначала мы берём просто значение (11:53) первой, (11:55) то есть значение, количество градаций в первой шкале. (11:59) Потом берём, умножаем (12:01) количество градаций во второй шкале (12:04) на количество градаций предыдущее О2. (12:08) Получаем уже (12:11) 12 умножить на 7. (12:14) И потом эту формулу протягиваем. (12:18) Получаем следующее число - это у нас предыдущее число, (12:23) то есть перемноженное первые, первая, первое количество градаций 12 и 7, умноженное на следующее и так далее. В результате мы получаем, ребята, (12:35) в этой простенькой модели 387.000 градаций. (12:41) Вам видно, ребята? (12:44) Скажите да или нет голосом. (12:50) Как-то совсем вообще пассивно вы ведёте себя.

(13:01) Вот, возьмём, посчитаем, сколько это будет у нас часов, то есть минут, часов, дней, если мы будем (13:09) столько вариантов прогнозирования, которые у нас в этих шкалах есть, столько вариантов прогнозирования (13:17) просчитывать. И что у нас получится, если мы на каждый вариант прогнозирования будем тратить одну секунду. (13:25) Тогда у нас потратятся секунд (13:30) секунд. (13:35) Вот. А если ещё разделить на 60, то это будет сколько уже минут. (13:41) Значит, это у нас (13:45) P10, это вот сколько секунд, разделённое уже на 60 минут. (13:52) Вот. А дальше уже будет часов. (13:55) На часов это мы возьмём вот это вот Q (14:00) 10 и разделим на... (14:24) Это у нас, э, не секунд, а это минут. (14:28) Минут. (14:44) То есть вот у нас 387.000 72 прогноза нужно сделать. Допустим, каждый из них займёт секунду. То есть это 387.000 секунд. (14:55) Чтобы узнать, сколько будет минут, мы делим на 60 это количество. У нас получается минут. (15:00) Теперь, чтобы узнать, сколько это будет часов, мы делим опять на 60. У нас получается 107 часов. (15:11) Теперь для того, чтобы узнать, сколько это будет (15:15) суток, надо разделить на 24. (15:29) Тогда мы получаем, сколько это будет суток. (15:34) Это у нас, ребята, получается (15:38) четверо с половиной суток, округлённо. (15:42) Видно, ребят, да? (15:46) Вам было видно, что я сейчас показывал расчёт?

Вывод: Эффективность обратной задачи

(15:53) Ребят, почему-то я никого из вас не слышу, никакой реакции с вашей стороны нет. (16:07) Сейчас провёл расчёт, сколько у нас займёт прогнозирование (16:12) различных вариантов значений факторов (16:15) на нашей учебной модели небольшой, где девять у нас шкал описательных, (16:21) и у этих шкал разное число градаций: 12, 7, 4, 12. (16:26) И сколько получается сочетаний значений факторов? (16:29) Получилось 387.000 значений факторов. (16:34) Теперь, если мы на каждое прогноз будем тратить секунду, то на это уйдёт 6.450 минут, 108 часов, то есть 4,5 суток. (16:47) А сколько времени, э-э, Антон, как ты думаешь, сколько времени займёт логическая сортировка матрицы модели из 49 строк (17:38) по одной колонке в порядке убывания? (17:41) Сколько это занимает времени? (17:51) Мне кажется, 49 в сорок девятой степени? (17:57) Нет, если у нас есть, если у нас есть таблица, вот эта таблица есть. (18:01) Вот она. (18:03) В ней 49 строчек в этой таблице. (18:08) Вот, 49. (18:11) Видите, последняя строчка пятидесятая, но ещё есть заголовок. (18:16) Ну сколько займёт времени рассортировать эту таблицу по колоночке вот четырнадцатой в порядке убывания? (18:22) Логически, без перемещения информации самих записей, (18:26) а просто создание индексного массива. (18:33) Сколько это занимает времени? (18:40) Да нет, ну что вы, ребята, ну совсем прямо. (18:43) Вот таблица экселевская, вот мы её сортируем, смотрите, вот я её сортирую в порядке убывания. Вот всё, рассортировал. (18:52) Это нисколько не занимает времени, ребята, это миллисекунды занимает. (18:56) Рассортировать в порядке убывания таблицу по колоночке, по одной колоночке - это практически вообще не занимает времени, (19:04) даже когда очень большой размерности модели. Если там будет (19:09) тысячи, десятки тысяч, даже сотни тысяч строк, это занимает десятые доли секунды эта операция сортировки логической по одной колоночке, (19:19) по простому ключу таблицы.

(19:23) Это мгновенно осуществляется операция, (19:26) оптимально реализована в любом языке программирования, двоичный поиск, (19:31) формирование индексного массива. (19:35) Это происходит чрезвычайно быстро, ребята.

(19:41) Я для чего это показываю вам, чтобы вы поняли, как решается задача, обратная задача принятия решений. (19:47) То есть, вернее, задача прогнозирования решается, я рассказывал на предыдущих занятиях. (19:51) А сейчас рассказываю, как решается задача принятия решений (19:54) путём решения обратной задачи прогнозирования. То есть это просто сортировка матрицы модели по колонке, соответствующей классу, и всё. (20:03) Она решается мгновенно эта задача.

7. Ограничения базового подхода к решению обратной задачи

(20:07) Вот я хочу сказать, что э при таком вот числе шкал, как у нас в этом учебном примере, девять, (20:14) и у каждой шкалы какое-то количество градаций: 12, 7, 4, 12. (20:19) Получается довольно много всё-таки вариантов прогнозирования, то есть если взять все сочетания значений факторов, (20:25) 387.072 варианта сочетаний факторов. (20:31) Если мы разделим на 60, получается в минутах уже, если каждый, если каждый прогноз будет секунду занимать. (20:38) 108 часов, то есть четверо с половиной суток. (20:44) То есть достаточно длительное время уходит на это (20:49) путём перебора. И мгновенно эта задача решается путём принятия решений, (20:56) как обратная задача прогнозирования. Вот это я хотел вам сегодня сейчас показать, рассказать, (21:02) что так вот решается эта задача.

Многокритериальность

(22:25) Но, значит, есть, к сожалению, недостатки в таком подходе. В любом подходе есть, всегда можно найти какие-то недостатки. Ну вот в этом подходе тоже (22:33) можно найти недостатки. Значит, какой недостаток, какие недостатки подхода того, который сейчас я вам рассказал?

(22:41) Прежде всего, когда руководство ставит нам цели, (22:45) то обычно это не одна цель, а несколько. (22:48) Ну, допустим, если взять натуральное выражение цели, то обычно это количество и качество продукции. (22:54) А если взять стоимостном, то обычно это прибыль и рентабельность. Но могут быть и другие (22:59) ещё дополнительные какие-то цели. (23:02) Может быть более детализировано это, ну, допустим, прибыль и рентабельность может быть по конкретным видам продукции (23:07) или по подразделениям, если они самостоятельные. В общем, очень, короче говоря, могут быть детализация какая-то этих (23:14) количество и качество. Количество обычно там понятно, трудно детализировать. (23:20) А вот характеристики качества могут быть довольно многочисленными. (23:24) Могут быть характеристики (23:27) какие-то технические характеристики качества, потребительские характеристики (23:31) качества. (23:33) Довольно много их может быть в различных видах продукции. (23:37) И вот возникает вопрос, ребят, смотрите. Если у нас не одно целевое состояние, а несколько, (23:42) то как тогда (23:45) принять решение (23:47) реальное, осмысленное, разумное?

Ограничения ресурсов и реализуемости

(24:28) Так что вот один недостаток, одно ограничение этого подхода заключается в том, что у нас не совсем понятно, что делать, (24:34) когда задано несколько целевых состояний, и нам на этот вопрос нужно ответить аргументированно, обоснованно (24:40) и так, чтобы мы могли (24:42) этот ответ использовать реально (24:45) при принятии решений в такой ситуации, когда несколько целей задано. (24:50) И второе, второе ограничение заключается в том, что вот эти вот (24:54) значения факторов, которые нам рекомендуются, (24:57) это, как говорится, просто в соответствии с моделью, они нам рекомендуются. (25:01) А ещё вмешивается реальность, заключающаяся в том, что (25:06) не все вот эти значения факторов мы реально можем использовать. (25:10) Бывает так, что у нас какие-то есть (25:15) Ага. Вот, то есть какие-то значения факторов, может быть, мы не можем использовать по каким-то причинам. Ну, (25:27) прежде всего причинам таким, что нет у нас соответствующих технологий. (25:32) Ну, тут сразу возникает вопрос: ну нет технологий, так может быть, может быть, можно и приобрести эту технологию? Ну, в принципе, бывает так, что и можно (25:41) приобрести, если она не сверх какая-то дорогая. (25:45) Но это затраты, а затраты ухудшают характеристики (25:49) наши решений, э-э, если ставятся цель получить определённую прибыль и рентабельность. То есть уменьшается прибыль, (25:57) уменьшается рентабельность. (25:59) Если мы приобретаем какую-то технологию, тратим на это средства. То есть затраты возрастают. (26:05) Если же они возрастают очень существенно, то вообще может получиться, что мы не достигнем цели получения приемлемой прибыли и рентабельности, может быть, (26:16) вообще будет это убыточно всё. Ну тогда, скорее всего, нам скажут, что делать этого не нужно руководство. Если мы скажем, что (26:23) самоокупаемость в течение 5 лет, там, к примеру, нам скажут: "Знаете что, давайте-ка, пожалуй, (26:28) подождём лучших времён, и тогда уже будем это делать, а сейчас пока не будем". (26:34) Ну тоже возникает вопрос, (26:37) короче говоря, э-э, как нам себя вести, если некоторые из этих вот рекомендуемых значений факторов мы не можем применить на практике (26:46) по тем причинам, что у нас нет соответствующих технологий, (26:50) а может быть, даже и нет и финансовой возможности приобрести их эти технологии. (26:54) Или есть такая возможность, но она неразумна (26:57) из-за того, что очень большие затраты, (26:59) и долго будут они окупаться.

8. Развитый алгоритм принятия решений и будущие концепции

Введение в развитый алгоритм (Режим 6-3)

(27:02) Значит, у нас есть два вот этих вопроса существенных, ребята, и на них надо отвечать. (27:08) И следующий наш вопрос, который мы будем изучать, учебный наш вопрос, заключается в том, что мы (27:14) рассмотрим с вами (27:17) развитый алгоритм принятия решений (27:19) в интеллектуальных системах управления, (27:24) у которых в состав самой управляющей системы входят (27:28) э-э, интеллектуальная система, (27:31) которая может и постоянно э периодически адаптировать модель (27:37) на основе которой принимаются решения. (27:39) И как тогда выглядит в такой системе, в развитой форме (27:44) принятие решений при условии, что вот эти вот ставятся вопросы о (27:49) возможности или необходимости достижения нескольких целей (27:52) и (27:54) при отсутствии возможности использовать какие-то факторы, которые рекомендуются.

(28:00) Значит, сейчас мы будем этот вопрос рассматривать, ребята. (28:06) Как это выглядит в системе Эйдос? Значит, тут у нас здесь (28:13) описаны эти ограничения, (28:16) которые мы должны каким-то образом преодолеть. (28:19) И следующий наш учебный вопрос, ребята, это принятие решений (28:24) в адаптивных интеллектуальных системах управления. Полное, развитый алгоритм принятия решений в интеллектуальных, (28:30) адаптивных системах управления. (28:33) В системе Эйдос есть режим 6-3, (28:35) который выступает в качестве такого развёрнутого хелпа, (28:39) в котором объясняется, как это делается. (28:43) Ну, вернее, как это предлагается делать (28:46) в системах управления интеллектуальных, (28:49) основанных на автоматизированном системно-когнитивном анализе и его инструментарии программном, системе Эйдос.

Адаптивные системы (Фельдбаум)

(20:58) Вот это я хотел вам сегодня сейчас показать, рассказать, что так вот решается эта задача. (21:05) И рассказал. Но я не знаю, насколько вы сейчас вообще слушаете, если так между нами. (21:11) Вот Антон один отвечает. (21:18) Даже страшно проверять. (21:21) А Мария, ты слышала, что я сейчас рассказывал, нет? (21:27) Ну, похоже, что вы ещё на работе. (21:33) Хорошо, Анатолий, хорошо. (21:36) Ну а так смысл понятен того, что я рассказываю, да? (21:43) На работе.

(21:52) Ну теперь дальше, наверное, пойдём. Следующий вопрос будем рассматривать. (21:56) Следующий вопрос такой. (21:59) Казалось бы, задача принятия решений путём э-э обратное, решение обратной задачи прогнозирования решается очень эффективно, (22:09) э-э, очень быстро, получается результат. (22:13) Мы видим этот результат в наглядной форме, в виде таблицы, (22:16) в виде (22:18) графика, то есть диаграммы графической. (22:21) Казалось бы, всё нормально, неплохо. (22:24) Но, значит, есть, к сожалению, недостатки в таком подходе. В любом подходе есть, всегда можно найти какие-то недостатки. Ну вот в этом подходе тоже (22:33) можно найти недостатки.

(27:17) развитый алгоритм принятия решений в интеллектуальных системах управления, (27:24) у которых в состав самой управляющей системы входят (27:28) э-э, интеллектуальная система, (27:31) которая может и постоянно э периодически адаптировать модель (27:37) на основе которой принимаются решения.

Разные временные масштабы управления

(27:28) Значит, в соответствии с длительностью цикла управления, (27:32) системы управления делятся на оперативные системы, системы оперативного управления, тактического и стратегического. (27:38) Но эти понятия сами, они разные в разных науках. (27:41) Если, допустим, мы рассматриваем (27:43) системы управления экономическими процессами, (27:46) то мы можем считать, что оперативное управление - это выработка (27:51) решения раз в сутки, например. (27:54) То есть вот сегодня мы проанализировали ситуацию, выработали решение, (27:58) и завтра это решение применили. (28:01) Завтра выработали следующее решение на следующие сутки, тоже его применили и так далее. (28:06) Вот у нас система оперативного управления имеет цикл (28:10) управления, составляющий сутки. (28:13) Если же этот цикл составляет недели, месяцы, тогда можно говорить о системе тактического управления. (28:20) Если же этот цикл составляет годы, (28:24) год и более, ну тогда, видимо, можно говорить уже обоснованно о системе стратегического управления.

(28:33) Но в технических системах совершенно иначе. (28:35) В технических системах управления. (28:38) Значит, оперативное управление - это могут быть, скажем, десятые доли секунды или даже тысячные доли секунды. (28:44) Тактическое - это там, скажем, минуты, (28:47) и стратегическое - это, например, час. (28:50) Вот, учитывая, какие сейчас э-э быстрые изменяющиеся условия, (28:56) скажем, в боевых действиях, э-э, (29:00) налёт авиации, средства противовоздушной обороны действуют. (29:05) Там э-э система управления, допустим, ракетой, которая ПВО, которая сбивает цель воздушную, (29:12) они таковы, что они могут принимать решения десятки раз в секунду. (29:16) В условиях различного рода помех, принятия каких-то мер противодействия, (29:21) не только электронной борьбы, но и каких-то (29:23) ловушек, (29:26) фальшивых целей, (29:27) вот, каких-то механических воздействий, даже и других, тепловых, световых воздействий, (29:33) неблагоприятно влияющих на систему (29:35) поражения, на ракету, (29:38) допустим, средств ПВО. (29:40) И она должна в этих условиях маневрировать, обходить все эти (29:44) препятствия и обеспечивать достижение цели. (29:47) Понятно, что там (29:49) э-э система управления должна принимать десятки, сотни, может быть, тысячи даже решений в секунду, (29:55) чтобы обеспечить достижение цели. (29:58) То есть само понятие (29:59) э-э длительности цикла управления в оперативных, тактических и стратегических системах разное в разных э-э предметных областях.

Внешние факторы и Цель управления

(40:09) Также в систему, на систему управления действуют внешние факторы, (40:14) которые задают, э-э, влияют на её работу, скажем так. (40:18) Значит, э-э, внешним фактором, влияющим на управляющую систему, является цель управления. (40:24) То есть цель управления задаётся извне, (40:28) ну, обычно руководством.

ИИ 3-го поколения и Самостоятельное целеполагание

(40:31) Сейчас в интеллектуальных системах третьего поколения (40:34) рассматривается вопрос о том, что одной из их специфической особенностью этих систем (40:39) э-э, повторяюсь, искусственный интеллект третьего поколения, о нём немножко говорится (40:46) в программе развития искусственного интеллекта в России. (40:51) Сейчас я вам покажу эту программу. (40:55) В указе Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 года (41:00) номер 490 о развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации, (41:09) национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года. (41:16) Кто заинтересуется, можете посмотреть. (41:19) Я прочитал, ребята, (41:22) не очень большой документ. (41:24) У меня оставил, этот документ оставил приятное впечатление в том смысле, что он написан компетентно (41:31) специалистами, которые готовили эти материалы, (41:35) и с перспективой. То есть здесь говорится, ну прямо так не называется, это интеллект третьего поколения, но говорится (41:42) то есть перечисляются основные его (41:45) особенности.

(41:48) И одна из таких особенностей заключается в том, что (41:51) цель управления становится не внешне заданной величиной для управляющей, для системы управления, (41:56) а становится (41:58) э-э, скажем так, э-э, является (42:04) вырабатываемой самой управляющей системой. То есть управляющая система (42:08) вырабатывает цель управления (42:11) на основе своей модели, анализа окружающей среды, (42:14) анализа объекта управления (42:16) и потом реализует эту цель управления. То есть эти системы управляющие третьего поколения (42:22) с искусственным интеллектом третьего поколения, они, по-видимому, будут сами принимать решения. Вот так я скажу. Это одна из их особенностей.

Вопросы сознания и личности ИИ (Лефевр, собственная работа)

(42:31) Но вопрос возникает такой: могут ли они считаться личностями на данном основании? Я (42:36) пока думаю, не могут, но в перспективе, может быть, когда-нибудь и смогут. (42:41) Сейчас уже такие вопросы рассматриваются. (42:44) Вот, уже члены Европарламента (42:47) выдвигают такие идеи, как в фантастических рассказах. (43:10) Ну я так вот покажу, (43:12) дам ссылочку на эту статью, (43:14) что в ЕС предложили наделить роботов статусом электронных лиц. (43:18) Ну, то есть сделать их субъектом права. (43:21) Правовые предпосылки для присвоения роботам статуса электронных лиц могут появиться лет (43:27) через 50, но никак не в ближайшие 10 лет. (43:31) Тут идёт обсуждение. Сейчас пишутся статьи научные на эту тему. (43:36) Эта тема рассматривается. (43:38) Не исключено, что через какое-то время роботы (43:42) будут наделены юридическим статусом, (43:45) позволяющим считать их субъектами права. (43:51) Ну, допустим, если автомобиль там что-то сломался и из-за этого куда-то там влетел, то мы его не наказываем, (43:57) просто ремонтируем и всё. (43:59) А если система искусственного интеллекта примет какие-то решения, на основе которых (44:03) кто-то пострадает или техника, или люди, (44:06) или ситуация изменится не в лучшую сторону, ну тогда будут (44:10) нормы права, которые позволят наказать (44:13) эти системы искусственного интеллекта и компьютеры, на которых они реализованы. Ну это, в общем-то, сейчас (44:19) выглядит как такое что-то (44:21) смешное даже в какой-то степени. Но на самом деле здесь (44:25) очень много проблем с этим связано. И если даже, (44:29) я бы сказал так, что скорее это не смешное, а страшное (44:32) моменты такие. (44:36) Ну если Тьюринг говорил о том, может ли машина мыслить в принципе, (44:40) то здесь уже вопрос возникает, может ли она, в принципе, быть личностью? (44:44) И ответ сейчас учёных и (44:48) политиков, э-э, правоведов и (44:55) э-э, законодателей, э-э, утвердительный, что да, в принципе, в перспективе это возможно. (45:02) Вот. То есть тогда (45:05) искусственный интеллект, и если у него есть техническая хардвер-основа (45:10) в виде антропоморфного робота, андроида (45:14) или в другом виде каком-то, может стать субъектом административного, уголовного права, (45:19) может стать э-э гражданином э-э страны. (45:23) У меня такое подозрение, что, скорее всего, первой страной, которая такое, такую норму примет, будут Соединённые Штаты Америки. (45:31) Страна мигрантов, приехавших со всего мира. (45:34) По-видимому, они и менталитет имеют такой, что, скорее всего, они примут первыми законодательство, которое присвоит (45:42) роботам статус граждан. (45:44) То есть первым гражданином страны, (45:48) роботом будет гражданин США. (45:51) По этому поводу (45:53) - это такое моё предположение. (45:55) Значит, э-э, есть фильм такой "Короткое замыкание", (45:59) где этот сюжет обыгрывается, (46:02) и там (46:04) робот, э-э, наделённый сознанием, личностью, (46:08) личность, (46:09) становится в конце фильма становится гражданином США. (46:13) То есть если Тьюринг говорил о том, может ли машина мыслить, то сейчас говорят, а может ли она обладать искусственным сознанием? (46:19) И об этом много есть научных работ. (46:24) О том, может ли (46:27) искусственное сознание (46:33) быть создано. (46:37) Вот, искусственное сознание. (46:41) Машинное сознание, да. Представляет собой компьютерную реализацию высших когнитивных функций человека, (46:47) таких как целеполагание, (46:49) рефлексия, планирование, поведение в коалициях, (46:53) в том числе антагонистических коалициях. (46:57) Ну, пока что сейчас, конечно, не идёт речи (47:02) о том, что уже создано искусственное сознание. (47:04) Хотя некоторые об этом говорят. (47:08) Но я уже сказал, что один из ключевых моментов (47:13) э-э, связанных с системами третьего, интеллектуальными системами, (47:18) искусственный интеллект третьего поколения является самостоятельное целеполагание. (47:23) Вот об этом как раз и идёт речь. (47:26) Но, конечно, я, например, понимаю сознание несколько иначе или совершенно иначе, чем здесь (47:32) учёные в этих статьях это понимают. (47:34) Но я просто сейчас рассказываю о том, что считается вот общепризнанным сейчас или к этому идёт, что оно становится общепризнанным. (47:41) То есть именно так сейчас понимается высшая когнитивная функция. Сознание - это не высшая когнитивная функция. (47:47) Когнитивная функция - это функция, связанная с познанием. (47:51) А при разных формах сознания различные формы и методы познания наблюдаются. (47:57) И разные этапы и формы познания. (48:01) Так что люди, которые об этом говорят, они, видимо, не очень компетентны. Но тем не менее, эти вопросы поднимаются, обсуждаются. (48:07) Ну вот, и видите, вот здесь говорится о целеполагании. (48:10) То есть уже эти системы с искусственным сознанием, они будут э-э сами ставить себе цели. (48:16) И рефлексировать, то есть они смогут (48:21) иметь модель самих себя, оценивать собственное поведение. (48:25) Ну и система Эйдос уже оценивает собственное поведение. У неё есть (48:29) адекватные (48:31) критерии степени достоверности принимаемых (48:34) ею решений или рекомендуемых ею решений. (48:37) Это мы уже проходили, когда рассматривали (48:41) вопросы, связанные с достоверностью моделей. (48:45) Вот. И ещё вам хочу сказать, что рефлексивные системы управления, (48:49) вообще-то они э-э давно уже (48:53) э-э обсуждаются. (49:00) Одним из первых учёных, которые э-э (49:09) управление, рефлексивные системы управления, э-э, (49:19) давно обсуждают Лефевр, Лефевр. (49:40) Значит, э-э, советский учёный Владимир Александрович Лефевр (49:49) в шестидесятых годах начал исследовать (49:54) рефлексивные системы управления. (49:57) Вот. И, значит, вот я вам сейчас просто вот так вот ссылочку дам. (50:02) То есть, на самом деле, (50:05) некоторые характеристики систем искусственного интеллекта третьего поколения, они давно-давно уже (50:11) обсуждаются, реализуются, рассматриваются учёными. (50:15) И сейчас я вам покажу ещё одну интересную вещь. (50:27) Значит, смотрим мою книжку, ребята. (50:31) Вот. (50:42) Видите, 2002 год. (50:44) Управление активными объектами. Что такое активные объекты? Объекты, которые сами (50:49) обладают функцией целеполагания и (50:52) являются системами рефлексивного управления. (50:56) То есть я тоже (50:57) давно уже этим (51:00) об этом писал. (51:03) И (51:14) была диссертация по техническим наукам 2002 года, ребята. (51:18) Видите? (51:20) Она не была защищена, (51:22) потому что э-э не были, не было оппонентов. Так вышло, что оппоненты не прибыли. (51:28) Значит, автоматизация базовых когнитивных операций системного анализа, управления активными объектами. (51:33) То есть э-э активный объект - это рефлексия (51:38) и это целеполагание и рефлексия. (51:42) Вот. То есть это достаточно давно, (51:45) примерно лет 20 назад я рассматривал в своих работах такие вопросы. (51:51) И сейчас я вам ещё покажу одну. (52:22) Ну вот, ребята, значит, здесь я даю ссылочку на ResearchGate, (52:26) на ссылочку на на список собственных публикаций. (52:31) И среди этих публикаций (52:41) есть (52:44) публикация, которая имеет такое название. (53:17) Вот. (53:26) Вот, обратите внимание, ребята, на строчечки (53:29) 68 списка работ. (53:32) Э-э, монография, (53:37) которая была когда-то засекречена, а потом её рассекретили в девяностом году. (53:42) Значит, смотрите, теоретические основы синтеза квазибиологических роботов. (53:48) Вот. (53:53) Так, между прочим. (53:56) Год этой работы, ребята, год. (54:01) семьдесят девятый, восьмидесятый, восемьдесят первый. Там два тома. (54:10) Теоретические основы синтеза квазибиологических роботов. (54:15) Ну здесь уже восемьдесят шестой год, потому что это год, когда она попала (54:23) в этот центр, (54:25) Убанский аэрокосмический центр.

9. Заключение и следующие шаги

(54:28) Ну, в общем, я хочу вам сказать, что, конечно, (54:38) то, о чём говорят, что это пределы будущего, на самом деле это разрабатывалось давно в прошлом.

(54:47) Значит, какие существуют... Перерыв? (54:50) Да, ребят, сейчас, секундочку. (54:53) Когда у нас конец занятия? Через минуту, да? (54:58) Анатолий, когда у нас конец занятия? (55:07) 15:10. (55:08) Через 10 минут? Сейчас? (55:10) Сейчас, да? Ну тогда, значит, я прошу, чтобы вы записали себе, что мы рассматриваем, (55:16) начали рассматривать развитый алгоритм принятия решений в интеллектуальных системах управления. (55:21) И я начал рассказывать про структуру системы управления (55:25) и рассказал там про принцип дуальности управления Фельдбаума, (55:29) начал другие аспекты этих систем рассказывать. И, в общем, на этом мы пока (55:35) остановились, не продвинулись дальше. Дальше мы будем на следующем занятии будем рассматривать (55:41) сам этот алгоритм принятия решений. (55:45) Он довольно-таки... Повторите, пожалуйста, ещё раз развитый алгоритм системы принятия решений, что дальше? (55:51) Да-да-да-да-да. Вот, значит, мы начали рассматривать, сначала мы рассмотрели состав системы управления, (55:57) но ещё я не начал про неё подробно не рассказал про систему управления. (56:02) Только некоторые моменты рассказал про Фельдбаума рассказал вот это вот. (56:07) Вот. И сам алгоритм мы ещё не рассматривали. Он довольно-таки развитый этот алгоритм, большой. (56:13) Мы его будем изучать на следующем занятии. (56:16) И я буду показывать вам, как реализуются все этапы этого алгоритма, (56:21) развитого алгоритма принятия решений, и как они реализуются в системе Эйдос, в различных режимах системы Эйдос. (56:28) Ну сейчас я вам скажу анонс, в качестве анонса я вам сейчас скажу, (56:32) что в ней есть режимы, обеспечивающие, обеспечивающие все функции, (56:36) которые необходимы для реализации этого развитого алгоритма принятия решений (56:41) на практике. (56:42) который может применяться в адаптивных интеллектуальных системах управления. (56:48) Спасибо. Ну мы его рассмотрим на следующем занятии лекционном. (56:52) Прямо с этого начнём. (56:54) Всего самого хорошего. До свидания. (56:58) Вам спасибо. До свидания. До свидания. (57:03) А ссылочку мне пришлёшь, Анатолий, да? Или я сам там смогу скачать? Вот я делаю. (57:08) Само это видеозапись. (57:12) Ну, всего хорошего, ребята. До свидания.