***ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,***

***Российская Федерация***

**16 Лабораторная работа №4. Развитый алгоритм принятия решений в АСК-анализе и системе Эйдос. 2020-10-19**

Разработка интеллектуальных систем в Eidos: Теория управления и продвинутый алгоритм принятия решений

Резюме

Лекция посвящена лабораторной работе №4 по дисциплине "Разработка систем искусственного интеллекта", фокусируясь на развитом алгоритме принятия решений в системе Eidos. Обсуждение начинается с представления новой функции системы Eidos – конвертера CSV в DBF, способного обрабатывать огромные объемы данных (миллионы записей), что актуально для работы с датасетами, например, с Kaggle.

Далее излагаются теоретические основы систем управления. Рассматриваются замкнутые (с обратной связью) и разомкнутые системы, их компоненты (объект управления, управляющая система), управляющие факторы и факторы окружающей среды. Окружающая среда структурируется по уровням: природный, технологический, организационный (вещественное, энергетическое, информационное взаимодействие), экономический, политический и культурно-ценностный. Подчеркивается, что управляющая система может влиять только на управляющие факторы.

Обсуждается концепция адаптивных систем управления и принцип дуальности управления А.А. Фельдбаума: система должна не только достигать цели, но и накапливать опыт для улучшения качества управления (познание). Модели объекта управления должны отражать его реакцию на воздействия и могут совершенствоваться в процессе эксплуатации.

Затрагивается понятие системности: эффективность объекта управления как системы является его эмерджентным свойством и зависит от уровня его системности. Модели ограничены текущим уровнем знаний и технологий, поэтому некоторые достижимые цели могут казаться недостижимыми в рамках устаревшей модели. Принцип необходимого разнообразия У.Р. Эшби связывает познаваемость объекта со сложностью познающего субъекта.

Представлен развитый алгоритм принятия решений в Eidos:

Постановка целей (в натуральном и стоимостном выражении).

Формализация предметной области, синтез и верификация моделей.

Проверка совместимости целевых состояний на основе анализа систем детерминации (факторов, обуславливающих переход в эти состояния) с использованием кластерного и конструктивного анализа.

Если цели совместимы и достижимы имеющимися средствами, решается задача выбора управляющих воздействий (обратная задача прогнозирования).

Если цели несовместимы или недостижимы, возможны варианты: корректировка целей или поиск новых факторов/технологий для расширения модели и возможностей системы.

Лекция подчеркивает, что система Eidos реализует все шаги этого продвинутого алгоритма, позволяя создавать адаптивные интеллектуальные системы управления.

Детальная расшифровка текста

1. Введение и административная информация

Здравствуйте, ребята.

Вот сейчас можно здороваться.

Здравствуйте.

Здравствуйте.

Добрый вечер.

Добрый вечер.

Сегодня у нас 19 октября 2020 года.

И, как это ни странно, восьмая пара, которая идет с 20:00 до 21:30. Представляете себе?

Вот. По дисциплине Разработка систем искусственного интеллекта.

Лабораторная работа номер четыре.

На этой работе у нас учебный вопрос, сейчас мы будем рассматривать: Развитый алгоритм принятия решений в АСК-анализе и системе Eidos.

2. Демонстрация системы Eidos и новых возможностей

2.1. Запуск системы и обновление

Делимся экраном.

И начинаем рассматривать.

Вот ваше занятие.

Понятно.

Вернее, непонятно, ну ладно.

Понятно, в общем.

Запускаем систему.

И начинаем с того, что я вам рассказываю приятную новость, ребята, по системе.

Ну вы знаете, что можно её обновлять.

Вот.

Сейчас я вам дам ссылочку. Я её давал уже, конечно. Ну ещё раз дам. Лишний раз не помешает.

Значит, это ссылка на скачивание системы Eidos.

2.2. Новый конвертер CSV в DBF и его возможности

Значит, какая приятная новость? Я, значит, в системе, буквально вот вчера-сегодня, закончил реализовать режим, очень интересный, ценный. Я его пытался уже несколько раз как бы подойти к этому, чтобы его реализовать, но как-то не очень получалось. Вот сейчас вот получилось, доделал.

Это в интерфейсе 2.3.2.2, который вы уже видели, наверное, появился реально работающий режим CSV-DBF конвертер.

То есть, мы можем в папку со сводными данными поместить CSV файл input data CSV. Этот файл может иметь огромнейший размер, который до сих пор никогда не обрабатывался такого масштаба файлы мной в интеллектуальных технологиях, я имею в виду. 10-12 миллионов записей или даже больше, в зависимости от того, какие поля там будут.

Вот. Ну, в общем, этот файл преобразуется CSV в dBase файл DBF, размер которого ограничен до 2 ГБ.

И этот потом сразу же управление передаётся на третий режим, вот на этот вот, ввод данных из DBF файла, и вводятся данные. И я этот режим протестировал на 4 миллионах записей. Вчера, сегодня протестировал. Сначала в виде отдельной программы, потом в составе системы Eidos уже.

Вот.

Вот сейчас как раз выдано сообщение, что успешно завершено преобразование файла огромнейшего, ребята, огромнейшего, у которого вот эти как раз 4 миллиона записей в этом файле. И этот файл преобразован в dBase формат.

Значит, вот этот файл исходный CSV 659 мегабайт занимал. 659 мегабайт. Ну то есть очень-очень внушительный файл, понимаете, по размеру. А в результате получился файл dBase 715 мегабайт. А может быть до 2 ГБ он. То есть примерно в три раза больше может быть. Ну в три раза больше – это 12 миллионов записей.

Вот.

Если смотреть, сколько там записей, то вот я вам показываю. Вот, вернее, сколько там колонок. Вот такой файл, такой ширины, с таким числом полей. И 12 млн строк.

То есть это, конечно, большое достижение, особенно если учесть какое обстоятельство, ребята, что я вам уже давал задание, и сейчас мы будем дальше потом рассматривать, но не на этом занятии, а на последующем, где у нас, видите, в качестве источника, то, что вы должны сделать собственное интеллектуальное облачное Eidos-приложение, и из этого будет ваша оценка исходить. Надо вам зарегистрироваться в ResearchGate и в РИНЦ, в РИНЦ заключить договор на размещение публикаций.

И вот здесь указывается в качестве источников данных Kaggle. Так вот Kaggle в основном предлагает CSV файлы в качестве исходных данных.

Вот скачать 7 МБ. Пожалуйста, вот мы скачиваем и смотрим, что там у нас такое.

Вот. А у нас там CSV файл, видите?

Посмотрим на него.

Этот CSV файл нужно ввести в систему. Этот режим это обеспечивает. Причём здесь всего лишь 49.000 строк. То есть это так вообще семечки для него. Понимаете, для этого режима? Ну сейчас только что 4 млн строк позволил ввести. То есть очень удобный режим для разработки приложений на основе датасетс, которые в Kaggle.

2.3. Обновление режимов описания алгоритмов

Вот. Ну теперь давайте к нашей теме. Да, ещё я обновил вот эти режимы 6.3, 6.4, где описаны как раз вот алгоритм принятия решений, развитый алгоритм принятия решений, и описан порядок преобразования данных в информацию, а её в знания в системно-когнитивном анализе. Я здесь добавил обновление, в общем. Примерно то, что я обычно рассказываю, я это и добавил.

3. Теоретические основы: Системы управления

3.1. Классификация и структура систем управления

Ну теперь давайте к нашей теме.

Сначала я расскажу вам о составе системы управления. Есть два вида систем управления с точки зрения наличия обратной связи, они классифицируются на замкнутые и разомкнутые. Замкнутые – когда есть информация обратной связи о состоянии объекта управления после оказания на него управляющих воздействий.

В состав системы входят два объекта, вот, или две системы, и много различных каналов связи, и которые воздействуют на, с помощью которых они взаимодействуют, и которые воздействуют на эти объект управления и на управляющую систему.

Значит, какие там подсистемы есть? Сам объект управления является системой. Вот. И управляющая система. Объект управления мы должны перевести в заданные целевые состояния. Цели управления определяются извне. То есть они не относятся к системе управления, а извне воздействуют на систему управления.

3.2. Управляющая система и моделирование

Также в систему управления входит управляющая система, которая вырабатывает модели объекта управления, и эти модели должны отражать, как он будет реагировать на управляющие воздействия. И на основе этих моделей принимаются управляющие решения. Решения об управляющих факторах, о том, какие факторы использовать для воздействия на объект управления.

3.3. Факторы окружающей среды и их отличие от управляющих

Кроме того, кроме управляющих факторов, на объект управления действуют факторы окружающей среды. Какой критерий разделения? Как определить, какой это фактор является фактором управляющим или фактором окружающей среды? Для самого объекта управления абсолютно никакой разницы нет, откуда этот фактор взялся, или это управляющая система, или от, или из окружающей среды.

Критерий очень простой. На управляющие факторы управляющая система может оказывать влияние. То есть решение принимается о том, какие управляющие факторы использовать и с какой интенсивностью. А на факторы окружающей среды управляющая система не может оказать влияние. Если же она это может сделать, тогда вот эти факторы окружающей среды, на которые она может оказать влияние, тоже являются управляющими факторами. То есть ключевой момент, что управляющая система может принимать решения о них.

Ну, например, обычно климатические факторы являются факторами окружающей среды, на которые мы не можем оказать влияние. Но не всегда. Вообще-то есть технологии, которые позволяют это сделать. Ну, скажем, летят самолёты, распыляют некие вещества, и эти вещества либо улучшают возможность конденсации, и тогда идёт дождь, выпадает, либо они наоборот препятствуют этому. И тогда, даже если были грозовые тучи, они растягиваются и уходят, ветер их там сдувает куда-то за горизонт, а там разражается страшная гроза, гораздо сильнее, чем была бы в этом месте, потому что произошло накопление вот этой энергии, этой грозы, и она разрядилась в другом месте.

3.4. Структура окружающей среды

Какую структуру имеет окружающая среда? Это прежде всего сама природная среда, конечно. Вот, а также...

Сейчас мы Kaggle закроем.

Вот, а также это технологии, которые применяют люди для создания тех или иных материальных объектов. Это технологический уровень окружающей среды.

Следующий уровень – это организационный уровень окружающей среды. Сюда входят различные каналы взаимодействия, которыми люди между собой взаимодействуют, с помощью которых. Это вещественные каналы взаимодействия, по которым передаётся вещество в различных состояниях. Ну, как мы знаем, вещество имеет три состояния основных – это физические, то есть твёрдые объекты, твёрдое состояние, жидкое состояние и газообразное. Ещё известно, что есть плазменное состояние, но в плазменной форме вещество пока что не передаётся по каналам связи, каким-то, по коммуникациям.

Вот. Следующий уровень взаимодействия – это энергетическое взаимодействие. Ну это всем известное – линии электропередач, генерирующие мощности, линии электропередач.

И следующий уровень взаимодействия, который сейчас выступил на первый план, в очень такой явной форме, зримо, как говорится, наглядно – это информационное взаимодействие. Вот это организационный уровень. Три вида, три основных вида взаимодействия людей с помощью этих вот каналов связи: вещественных, энергетических и информационных.

Следующий уровень – это экономический. Экономический уровень – это взаимодействие людей с помощью каких-то финансов, потоков финансов, генерации финансов, затрат и тому подобное. То есть всё, что связано с финансовыми взаимоотношениями по поводу обычно производства, продажи результатов продукции производства, услуг и так далее.

Вот. Следующий уровень за экономическим – это политический уровень. Это взаимоотношения лидеров стран и их близких коллег уровня заместителей или министров иностранных дел. Вот. Взаимоотношения политических партий и взаимоотношения самих государств.

И следующий, ещё более высокий уровень окружающей среды – это культурно-этнографический уровень, уровень целей, ценностей и мотивации народов и их, в частности, духовных ценностей, таких как религиозные ценности. И это межкультурное взаимодействие, межконфессиональное взаимодействие в рамках одной религии, межрелигиозное взаимодействие, когда разные религии взаимодействуют. И, в общем, это вот этот уровень, кстати, он не совсем это признано, что он существует, не общепризнано. И могу сказать, что у некоторых народов этот уровень вообще отсутствует, как и некоторые другие. Вот есть народы, у которых отсутствует технологический уровень, экономический, государственный, вот, политический уровень отсутствует. Просто вот народы без государства, к примеру. Или народы, которые ничего не производят, или которые не имеют таких вот духовных ценностей, которые относятся к этому уровню, который я сейчас перечислил.

Вот. Ну, всё это играет роль, оказывает воздействие на объект управления. Объект управления характеризуется своим текущим состоянием, а также тем, как он перешёл в это текущее состояние. И это играет роль при выработке управляющих воздействий.

3.5. Классификация АСУ (Автоматизированные vs Автоматические)

Значит, есть классификация автоматизированных систем управления на те, где люди принимают участие по критерию, который заключается в том, принимают ли люди непосредственное участие в реальном времени в принятии решений или нет. Если принимают в реальном времени, то это называется автоматизированная система управления. Если же решения принимаются без участия людей в реальном времени, а люди участвовали только на предшествующих этапах, то тогда это называется система автоматического управления.

В любом случае, ответственность за ошибочные решения несёт человек. Хотя недавно, ну, есть рассказы фантастические, во-первых, о том, что роботы будут гражданами страны, будут иметь права и обязанности, будут субъектами права.

Значит, я вам могу сказать, что недавно депутаты Европарламента предложили такую идею – присвоить роботам статус электронных лиц, наделить их правами и обязанностями. Вот. А их владельцев обязать уплачивать за них страховые взносы. Ну это хорошая идея насчёт того, что уплачивать страховые взносы – это класс. Это вообще просто гениально. Вот. Но я хотел бы сказать, что сейчас, конечно, ещё идёт обсуждение вопроса, могут ли они мыслить, в принципе. Ещё неизвестно. Пока что считается, что нет, конечно, и я тоже такого же мнения. А уже обсуждаются вопросы о том, что они будут личностью и будут иметь гражданские права, быть субъектом права. Вот. Ну это уже, так сказать, идёт значительно дальше, чем мог себе представить Тьюринг. Ну могу сказать, что есть, конечно, рассказы фантастические, где футурологи прорабатывают такие вопросы, и, казалось бы, там такие правдоподобные разворачиваются сценарии. Но я не исключаю, если через некоторое время эти роботы действительно станут субъектами права, будут иметь право на собственность, право на свободу вероисповедания там и тому подобное. И в результате потом, скорее всего, они начнут бороться за свои права, а дальше всё, как мы видели в истории. Как уже проходили это.

4. Теоретические основы: Адаптивные системы и принцип Фельдбаума

4.1. Понятие адаптивной системы

Теперь, что касается того, что эта система адаптивная. Давайте в двух словах расскажу, что это значит. Это значит, что когда-то раньше, ну в середине XX века, автоматизированные системы, первые, которые разрабатывались, они разрабатывались таким образом, что в управляющей системе использовалась некая модель, основанная на фундаментальных знаниях. Обычно это было связано с механикой, с ракетостроением, ядерными технологиями. То есть фундаментальная наука разрабатывала, выявляла законы природы, формулировала их в теоретической форме. И потом инженеры, разрабатывающие уже автоматизированные системы управления, эти фундаментальные законы использовали для того, чтобы разработать модель принятия решений и выработки управляющих решений на основе информации обратной связи о состоянии объекта управления.

Вот. И тогда даже никому в голову не приходило, что эта модель, отражающая структуру и функции объекта управления, и то, как он реагирует, как он может реагировать на управляющие воздействия различных видов, что эта модель может модифицироваться в процессе самой эксплуатации.

4.2. Принцип дуальности управления А.А. Фельдбаума

И вот всё-таки был такой учёный, выдающийся, удивительный – Александр Фельдбаум. Вы можете по нему в Википедии прочитать. Из того, что там написано, ясно, что это был человек очень умный, неординарный, креативный, как сейчас бы сказали, умница, в общем, молодец. Вот. И он внёс большой вклад в ряд направлений науки, прежде всего связанных с военными технологиями. Но, в том числе, он предложил вот такой принцип, который сейчас очень известен, потому что настало его время. Появились интеллектуальные системы управления, в состав которых входят интеллектуальные системы, прямо в состав самой управляющей системы.

Это принцип дуальности управления Александра Фельдбаума. В чём заключается этот принцип? Он говорил о том, что система должна не только выполнять свою основную цель – переводить объект управления в целевые состояния путём выработки управляющих воздействий и оказания этих воздействий на объект управления, но она должна и сама при этом совершенствоваться и повышать качество управляющих решений. То есть повышать качество своей модели, на основе которой принимаются решения, и качество самих решений.

Для этого нужна интеллектуальная система, которая будет входить в состав самой управляющей системы. И эта система, она должна накапливать и обобщать опыт управления. Вот мы оказали какое-то управляющее воздействие на объект управления, что-то с ним произошло. Мы эту информацию раз и занесли в базу исходных данных, на основе которых формируются модели. И потом, когда там, не знаю, в воскресенье там или вечером, ночью, когда система не используется, взяли и переформировали модель с учётом новых данных об управлении, которые получены вот буквально там вчера, сегодня.

Вот. То есть таким образом система становится обучающейся. Но для этого надо, чтобы модель разрабатывалась, на основе которой принимаются решения, не в институте, когда систему разрабатывают, а чтобы она разрабатывалась непосредственно в процессе самого процесса управления. Вот. Ну, конечно, в одних случаях это может быть сделано заблаговременно, в других это может быть уже в процессе эксплуатации системы сделано. Ну, в любом случае, может быть что-то среднее. Допустим, в институте разработали некую модель, которая, ну, можно уже её использовать для принятия управляющих решений. Начали пользоваться системой, а потом она стала повышать качество своей работы. А потом, если у нас какая-то будет динамика предметной области, что обычно и дело, то есть меняется сам объект управления, меняются факторы окружающей среды, и меняются, должны изменяться и модели, отражающие, как они будут влиять, как они будут реагировать на управляющие воздействия. Вот, то эти модели должны переформировываться, адаптироваться. Это обеспечивается интеллектуальными системами. В частности, такая система, как система Eidos, она вполне обеспечивает это.

Сергей Семёнович, сейчас я, я занятие веду. У меня до 9:30, 21:30 заканчивается занятие.

Всё понял, извините.

Извините, пожалуйста.

5. Теоретические основы: Системность и ограничения моделей

5.1. Адекватность и ограничения моделей

Теперь возникает вопрос: какие требования предъявляются, кроме адекватности, какие требования предъявляются к этой модели объекта управления, на основе которой принимаются решения? Ну тут я хочу сказать, что невозможно принимать решения об управляющих факторах на основе прогнозирования. Если какая-то простая ситуация, там, то мы можем спрогнозировать и посмотреть, что получится, и тогда, если получится то, что нам нужно, то вот эти факторы и использовать, которые в этом прогнозировании учитывались.

Но дело в том, что даже если задача небольшой размерности, то количество таких прогнозирований может возрастать очень быстро. Ну, представьте себе, что у нас один фактор, который имеет 10 градаций, и нужно спрогнозировать, какой будет урожай, а у нас модель отражает зависимость урожая от полива. Первая градация – вообще нет полива, последняя градация десятая – 1 кубометр на квадратный метр. То есть огромный полив, как как рис поливают, а мы пшеницу выращиваем. Вот. И промежуточные варианты. И тогда не представляет собой проблемы 10 сделать прогнозов, так сказать, что получится, и выбрать тот вариант, при котором прогноз наиболее для нас предпочтительный получается.

Вот. Но если, допустим, два фактора, тогда уже 100 надо прогнозов сделать. Вот, допустим, есть полив, а ещё есть спашка. И при разных способах спашки надо разные дозы полива, чтобы получился наилучший урожай. И вот, чтобы эта модель отражала эти зависимости, нужно провести 100 экспериментов, как минимум. А есть стандарты определённые в этой области, которые говорят о том, что нужно провести в течение 5 лет эти эксперименты. Ну то есть получается уже 500 экспериментов. И данные их обобщить, и накопить, и отразить в модели.

А если у нас три фактора? Кроме полива, ещё есть, допустим, средства какие-то защиты. А этих средств разных десятки, кстати. И они разными способами вносятся на разных фазах развития. Тогда уже получается там три фактора, тогда надо 1000, понимаете, деляночек, и на 1000 экспериментов провести в течение года, а потом в течение 5 лет, так сказать, 5.000. И вообще, так сказать, если у нас n факторов, и каждый из них 10 градаций имеет интенсивности, тогда надо 10 в степени n провести экспериментов, создать модель на этой основе, и потом уже эту модель использовать для принятия решений путём многократного, многовариантного решения задачи прогнозирования. Ясное дело, что это уже становится невозможным в реальное время. Ну, допустим, если мы хотим сделать на завтра управляющие решения выработать, то нам на завтра нужно сделать там десятки тысяч прогнозов. Ну что уже сомнительно, что это возможно. Вот. Потом выбрать из этих вариантов, которые получаются прогнозирования, те, которые нас устраивают.

А если нам нужно достичь несколько целевых состояний, тогда вообще непонятно как. А в реальных системах управления, таких, которые применяются в народном хозяйстве, там факторов не два, не три, а там может быть тысячи факторов. Ну хотя бы там, ну, ну, по крайней мере, уже десятки, сотни – это точно. Понимаете? Сотни, сотни факторов, может тысячи. Поэтому получается, что таким путём эту задачу не решишь.

5.2. Обратная задача прогнозирования (АСК-анализ)

Отсюда вытекает вывод о том, что надо решать её каким-то другим способом. Этот другой способ вот в системе Eidos реализован. Это способ – это обратная задача прогнозирования. Вот. Ну сейчас мы к этому подойдём. А сейчас я буду это и показывать, и рассказывать. Но сейчас могу сказать вот что: что эта обратная задача прогнозирования, она называется в экономике SWOT-анализом. Она имеет свои ограничения. Эти ограничения следующие: только может быть одно целевое состояние задано, и те факторы, которые рекомендуются, они не всегда могут быть применены на практике.

6. Развитый алгоритм принятия решений в Eidos

6.1. Обзор шагов алгоритма

Поэтому возникают проблемы, которые надо устранить. Эти проблемы, они как раз вот и устраняем, преодолеваются в этом развитом алгоритме принятия решений, который сейчас я вам буду рассказывать.

На первом этапе, на первом шаге... Да, давайте я на вас посмотрю, как вы там ещё не выключились? Не вырубились? Вроде как есть ещё на месте, даже... Нет, нет. Ну очень приятно. Хотя и несколько неожиданно. Вот.

6.2. Шаг 1: Постановка целей

На первом шаге мы должны поставить цели управления, то есть определить целевые состояния объекта управления. Вообще-то считается, что это делается извне. Ну то есть руководство даёт задание отделу автоматизации, автоматизированной системы управления, и, значит, там дальше уже этот отдел работает над реализацией этого задания. Я когда-то был начальником отдела автоматизации управления. У меня в книжке записано было.

6.3. Шаг 2: Формализация предметной области и синтез моделей

Значит, дальше, что мы делаем? Значит, мы должны сказать, что эти вот целевые состояния, они обычно в двух видах указываются. Это в натуральном выражении. Вот, в натуральном выражении. И в стоимостном выражении. В натуральном выражении целевые состояния – это количество и качество продукции. А в стоимостном выражении – это прибыль и рентабельность. Но это в простейшем варианте. Я видел, что когда решают решаются реальные задачи экономистами, то их интересует не просто там прибыль и рентабельность, а прибыль и рентабельность поля конкретного, прибыль и рентабельность определённой культуры или сорта. То есть там более конкретно их интересует. Вот какой сорт, например, выбрать, понимаете? То есть такое вот, такие критерии, параметры. Вот. Поэтому там значительно больше может быть целевых состояний в различных типах шкал, которые отражают количественные и качественные результаты выращивания продукции, а также в стоимостном выражении различные показатели, и в процентном.

6.4. Системность, познание и принцип Эшби

Вот. Теперь очень важное представление, которое я вам на лекциях раскрою гораздо подробнее, а сейчас, так сказать, анонс небольшой. Значит, нужно понимать, что вот эта эффективность объекта управления, которая выражается в том, что он позволяет произвести определённое количество и качество продукции, и это прибыльно и рентабельно – это его системное свойство. То есть эффективность – это системное свойство, а объект управления – это система, как система.

И вот это вот системное свойство, ещё называют его эмерджентное, оно тем сильнее выражается или свойства, тем сильнее выражены эти свойства, чем выше уровень системности объекта управления. Поэтому можно так сказать: какие бы мы конкретные цели не ставили, в стоимостном, натуральном и стоимостном выражении там, хоть десятки этих различных целей мы ставим, всё равно, на самом деле, смысл в том, что мы должны повысить уровень системности объекта управления. И тогда его эффективность возрастает.

На ближайшей лекции, которая у нас будет, ребята, я вам подробнейшим образом расскажу, как это выглядит на реальных примерах. Прямо вот так повышается уровень системности, и как это приводит к тому, что сохраняется неизрасходованными средства, топливо, ну, финансовые средства, я имею в виду, топливо там, амортизация, всё-всё-всё ползёт, когда повышается уровень системности, то всё это экономится, потому что намного эффективнее всё расходуется. То есть затраты гораздо к высшим, большим результатам, чем в неэффективной системе большие затраты, они не приводят к нужным результатам.

И вот теперь, значит, дальше я хочу вам вот такую вещь сказать, что модель, какая бы там она ни была замечательная, которая создаётся в управляющей системе на основе информации о том, как реагирует объект управления на управляющие факторы, модель всегда отражает определённый уровень технологий. То есть мы ж воздействуем на этот управляющий объект определёнными какими-то средствами, которые обеспечиваются нашим уровнем развития технологий.

Ну, скажем, в XIX, XVIII веке не было развито электротехники. Только-только открывали вообще законы электричества там и так далее. Вот. Так вот, что с этим связано, магнетизм там, электродинамика только-только разрабатывалась. Ещё Тесла не работал со своими патентами, которые всю нашу жизнь изменили.

И вот тогда не было таких технологий воздействия на семена, как вот использование высокочастотных полей, например, для воздействия, электромагнитных, для воздействия на семена. А сейчас есть такие технологии, их применяют и получаются интересные результаты. Вот. То есть какие-то как-то это влияет на достижение целевых состояний.

То есть о чём я хочу сказать? Что модель может отражать такие факторы, новые технологические факторы, а может не отражать. Может она отражает уровень там, который был в Древней Греции ещё, понимаете? То есть такой традиционный, такой простой, вот так вот там всё это делали там испокон веков. А вот современный уровень не отражает модель. И может получиться, что в этой модели какой-то целевое состояние или несколько целевых состояний недостижимы. То есть мы берём модель, решаем задачу принятия решений, и у нас получается прогноз отрицательный, что мы не можем достичь этих целевых состояний.

Потом мы берём, добавляем в эту модель новые факторы технологические, которые сейчас появились недавно, или, допустим, на Западе применяются, а у нас нет, или ещё что-нибудь такое. И выясняется, что в этой новой модели эти эти целевые состояния вполне достижимы. То есть я хочу сказать вам, что если в определённой модели у нас мы работаем, и у нас не получается достичь целевого результата, то не нужно думать, что это вообще невозможно. Это невозможно в рамках данной модели, отражающей предметную область на определённом уровне адекватности, что ли, описания, потому что в ней отсутствуют определённые классы, определённые факторы и так далее. Поэтому эта модель, она как-то отражает предметную область не полностью, скажем так.

Ну я вот здесь, когда про это рассказываю, такой смешной пример придумал. Наверное, вы когда-то читали книжку такую "Незнайка на Луне"? Или вам читали? Было дело такое, нет? Носов. Конечно. Конечно, классика. Там капитализм какой-то. Ну, в общем, короче говоря, как он туда попал на Луну, помните, нет? Он сел в воздушный шар, полетел, долетел до границы атмосферы, потом до точки, где одинаковое тяготение к Земле и к Луне. Потом по инерции пролетел эту точку, и шар перевернулся вот так, и корзина стала лететь как бы впереди шара, а не сзади. Сзади она под ним летела, когда он от Земли удалялся. А потом после этой точки корзина стала ближе к Луне, а шар подальше. И потом он плавно опустился на Луну. Вот. Помните, да, такую историю?

Вот. Так вот, вопрос возникает такой. Ну, конечно, детям это всё интересно слушать, но возникает какое-то смутное сомнение, что таким способом можно попасть на Луну. Берём мы, значит, основываясь на законах Архимеда. Потому что чем выше мы поднимемся, тем слабее будет подъёмная сила. Там же атмосфера-то становится более разреженная, то есть там не только гравитация действует, и законы Архимеда, ещё разреженность атмосферы разная, плотность. И вот, короче говоря, что хочу сказать? Что если мы возьмём какую-то научную модель, отражающую законы воздухоплавания, основанные на законе Архимеда, который известен, в общем-то, с XVII века уже так определённо, более-менее стало осознанно, вот, применяться там дирижабли, там, воздушные шары, дирижабли, то тот, кто прочитает эту книжку из таких вот учёных там, которые были основоположниками воздухоплавания, и скажут: "Ну это какая-то вообще ерунда, вот так вот не может получиться, это не что-то не то". И они, значит, посмотрят и скажут: "Нет, на Луну полететь невозможно. На Луну полететь невозможно". И они этот вывод сделают потому, что они другого способа полёта, кроме закона Архимеда, не знают. Им покажется, что это вот единственный способ полёта. Они ж не знают аэродинамических законов, там, ракетных технологий и тому подобное, электромагнитных систем, которые летают, взаимодействуя с электромагнитными полями планеты, Солнца. Они же этого ничего не знают. Вот. И им покажется, что вообще это невозможно. Они скажут: "Это вообще невозможно полёт на Луну". Но это невозможно только в их модели, которая отражает не все принципы полёта. А существуют модели, которые отражают гораздо больше различных принципов полёта, чем у них. И в этих моделях это вполне возможно.

Вот о чём я хотел сказать. Это, значит, этот вопрос он возникает, когда вот мы наталкиваемся на такой результат, что недостижимы целевые состояния. Так вот нужно иметь в виду, что они недостижимы не вообще недостижимы, а только в рамках данной модели, отражающей вот данную предметную область на определённом уровне адекватности.

6.5. Шаг 3: Проверка совместимости целевых состояний

Следующий шаг, ребята. Видите, я здесь даже написал, в каких режимах это мы можем посмотреть. Ну, включает в себя когнитивно-целевую структуризацию предметной области, формализацию предметной области – это режим 2.3.2.2 обычно, синтез и верификация моделей в режиме 3.5. Определяем наиболее достоверную из них по F-критерию Ван Ризбергена и по его обобщениям этого критерия, которые я предложил в режиме 3.4.

И говорим о том, что повышение уровня системности и адекватности модели управления – это и есть способ познания, по сути дела. То есть если мы получили исходные данные и ничего не знали, что с ними, не знали, что делать с объектом управления, этих исходных данных недостаточно, чтобы понять, какие на него управляющие воздействия оказывать. А потом мы взяли, начали повышать уровень системности нашей модели, преобразуя данные в информацию. И потом информация, она позволяет, то есть отражает причинно-следственные взаимосвязи между событиями, которые отражены в этих данных.

И ещё можно более высокий уровень системности модели наблюдается тогда, когда информация преобразуется в знания. И тогда уже можно повышать уровень системности этих знаний, решая задачи идентификации, управления и принятия решений и исследования моделируемой предметной области. Вот здесь я, видите, хоть места и мало, написал принцип Уильяма Росса Эшби. Значит, сейчас я хочу о нём в двух словах сказать, но на лекциях я подробнее буду рассказывать. Значит, это коллега Норберта Винера, один из основоположников кибернетики. Сам по специальности он был психофизиологом. Он предложил замечательный принцип, который сейчас называют его именем. Этот принцип очень тесно связан с возможностями познания. Он высказался таким образом примерно, что если есть две системы, и они взаимодействуют друг с другом, и одна система более сложная, а другая более простая, то более сложная довольно адекватно отражает более простую, а более простая очень упрощённой форме, в общем, даже можно сказать, что неверно, неадекватно отражает более сложную.

Что здесь имеется в виду? Вот, допустим, мы имеем трёхмерную сцену, да? Вот какая-то комната, там сидят студенты. Я смотрю на этих студентов, вижу, кто ближе, кто дальше, там, идентифицирую их. Вот, и остальные объекты, которые там находятся. У меня возникает трёхмерная модель реальности, в которой я нахожусь, включая меня самого в этой реальности. Вот. Потом я беру телефончик там или фотоаппаратик, щёлк, фотографирую, значит, эту сцену. Получаю хорошую фотографию, качественную, с большим числом пикселей, с хорошей глубиной кодирования цвета. Вот. На этой фотографии мы получаем двумерную, то есть проекцию вот этой трёхмерной сцены на двумерное пространство, на плоскость. При этом происходит необратимая потеря информации.

Вот если я там вижу, что вы там смотрите под стол, например, когда я там вам дал билеты, и вы кто-то смотрит всё время туда вот за стол между собой и столом, на колени, грубо говоря. Я понимаю, что он там что-то, что-то там у него есть. Я подхожу и вижу, что там у него шпаргалка, например, там или телефон там у него лежит, и он на телефоне там написано ответы на вопросы уже, и он переписывает. Вот. А если сделать фотографию, и там на фотографии видно, что он сидит и смотрит туда под стол. А почему он туда смотрит? Можно понять по фотографии? Значит, ну можно предположить, что он туда вот взял головой кивнул, а потом поднял голову. А можно поднять, подумать, что он там действительно что-то переписывает. По фотографии мы уже этого никогда не узнаем, ребята. Это только можно узнать, если мы подойдём к нему и посмотрим с другой стороны. То есть на фотографии эта информация отсутствует, понимаете, почему он туда смотрит. Вот. То есть там не увидишь вот этого объекта, на который он смотрит. Вот о чём я говорю.

Так вот, отсюда вытекает очень интересный вывод, что познаваемость объекта познания связана с уровнем системности субъекта познания. Вот если я познаю что-то, то я могу познать только то, что проще меня, короче говоря. То, что сложнее меня, я как бы пытаюсь, конечно, может быть, познать, но это получается не очень хорошо, неадекватно, очень упрощённой форме. То есть когда я, допустим, познаю там Вселенную, то я так думаю, что это или общество даже, вот, то, скорее всего, это какая-то очень убогая получается картина у нас, потому что мы сами несопоставимо проще, чем общество или Вселенная тем более. Вот. Так вот, поэтому возможности познания ограничены. Но они могут увеличиваться, если мы будем совершенствоваться. Если наш уровень системности будет увеличиваться, мы сможем создавать модели более высокого уровня системности, и они смогут адекватно отражать более сложные объекты. Вот примерно суть в этом.

Так вот, когда мы работаем в системе Eidos, то как раз идёт речь о том, что модели совершенствуются. И вот этот весь пункт, второй пункт – это вот это вот и есть схема преобразования данных в информацию, а её в знания. Информация, то есть данные осмысливаются путём поиска причинно-следственных зависимостей между событиями, которые отражены в этих данных. В результате это, это вот в этом состоит анализ данных. В результате получается у нас уже не данные, а информация. Информация – это тоже данные, но не все данные являются информацией. Информация всегда является данными, в том числе. Но не все данные являются информацией. Информация – это только те данные, которые осмыслены. Согласно концепции смысла Шенка и Абельсона, осмысленные данные – это те данные, в которых выявлены причинно-следственные зависимости.

Значит, когда мы выявляем данных, в данных причинно-следственные зависимости, то уровень системности данных резко увеличивается, потому что к исходным базам данных добавляются базы справочников прошлых и будущих событий, а исходные данные кодируются с помощью этих справочников, то есть нормализуются. Нормализованная база данных имеет уровень системности выше, чем ненормализованная гораздо. А потом дальше уже... Я вывел, ребята, количественные меры уровня системности. Сейчас я вам ссылочку на них дам.

И они отражают, то есть можно посчитать количественно уровень системности, допустим, инфологической модели. И чем она отличается от модели ненормализованной, где отдельные таблицы. Я это предложил методы количественной оценки уровня системности. И сейчас вам даю ссылочку на них, на эти методы.

И вот, когда мы выявляем уже эти причинно-следственные зависимости, то базы исходных данных, справочники, обучающая выборка и база, отражающая взаимосвязи – вот это уже и есть информация. То есть уровень системности гораздо выше, чем у данных. И взаимосвязи в инфологических базах данных, и взаимосвязи между событиями причинно-следственные, они как раз и отражают повышение уровня системности, согласно этим мерам количественным, которые я предложил. И которые плагиаторы думают, что это мера Харкевича, Хартли, которую я назвал в честь этих учёных. Они думают, что они их придумали и пишут: "Согласно Хартли", там вот такое вот пишут. Надо писать: "Согласно Луценко", они пишут: "Согласно Хартли".

Значит, когда мы применяем информацию для достижения цели, то есть оцениваем полезность информации для принятия решений, достижения цели, то тогда уже эта информация преобразуется в знания. То есть когда мы информацию просто имеем – это информация. Когда мы её применяем для решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования, то это тогда уже знания. Она превращается в знания. Это ещё более высокий уровень формализации.

Вот это здесь описано, как это всё происходит. Я немножко здесь изменил название. И вот здесь вот дописал, как взаимосвязаны задачи различные между собой. Хотя здесь они в виде отдельных блоков показаны, но они между собой взаимосвязаны. Эти взаимосвязи я отразил вот этими линиями такими, стрелочками. И здесь написал, как они взаимосвязаны. Мы это рассмотрим позже. Вот это всё, что здесь вот изображено, всё это всего лишь навсего один блок, второй блок в развитом алгоритме принятия решений. Вот этот второй блок – это всё вот то, что я сейчас показывал.

6.6. Шаг 4: Анализ совместимости целевых состояний (Кластерный и конструктивный анализ)

Значит, теперь мы дальше смотрим. У нас, да, вот здесь справа, сбоку есть ссылочки на работы, в которых эти вопросы раскрываются. Вот, скажем, здесь метризация шкал, меры достоверности модели, где вот второй шаг. Вот. А здесь вот когнитивная кластеризация, где корректность оценивается, ну и так далее. То есть статьи, вот на основные ссылки на основные статьи, они действующие эти ссылки, можно кликнуть и загрузится статья. Вот.

Значит, на следующем шаге, вот на третьем, мы должны определить, у нас одно целевое состояние вот здесь вот задано на шаге один или несколько. Если одно, тогда вот эти вопросы, связанные с тем, что их может быть несколько, они здесь не возникают. Тогда мы переходим на шаг шесть и там начинаем решать задачу принятия решений. Если же их несколько состояний, ребята, тогда возникает такой вопрос: а эти состояния, они корректно, то есть они совместимы?

Так, тогда мы его что делаем сейчас? Я сейчас устанавливал новую версию системы. То есть не устанавливал, а записывал, записывал в облако. Уже там ничего нету, она...

И сейчас я устанавливал, то есть не устанавливал, а записывал, записывал в облако. Уже там ничего нету, она... И у меня сохранилась в этой папочке минимальная инсталляция, а мне нужны лабораторные работы. Сейчас я их установлю. И на этих лабораторных работах буду демонстрировать эти этапы.

Вот смотрите, значит, мы берём, устанавливаем сразу лабораторную работу 3.03. И сразу на ней же будем всё изучать. То есть будем развитый алгоритм принятия решений изучать на этой лабораторной работе. Это быстро, потому что я вам не рассказываю всё это подробно, я всё это уже рассказывал. Теперь нет никакой необходимости. Единственное, скажу вам, что вот эта помощь теперь адекватно написана, здесь прямо названия, номера тех режимов, которые сейчас вот в текущей версии для этой цели необходимы. Вот. И потом сразу же синтез моделей.

И, значит, сейчас вот после синтеза я начну рассказывать следующий шаг. Смотрим. Следующий шаг. Мы должны определить, насколько эти состояния, которые у нас как целевые заданы, являются совместимыми по факторам, которые их обуславливают, которые обуславливают переход объекта управления в эти состояния. Вот эти факторы, которые обуславливают переход объекта в то или иное будущее состояние, целевое или нежелательное, тут не так, здесь это несущественно, а просто вот переход в будущее состояние. Эти факторы я называю системой детерминации этих этого будущего состояния. То есть система детерминации будущего состояния или класса – это все факторы или система факторов, которые обуславливают переход объекта моделирования в это состояние.

Мы должны теперь сравнить эти будущие состояния по их системе детерминации. Является ли у них система детерминации сходная или сильно отличается? Если факторы, которые обуславливают переход объекта управления в заданные целевые состояния, сходные, то есть эти состояния сходны по обуславливающим факторам, по обуславливающим их факторам, то тогда можно думать о том, чтобы они, чтобы достичь их одновременно. Если же для достижения одного целевого состояния нужна одна система факторов, а для, а другая будет препятствовать, а для достижения второго состояния вот эта система, которая будет способствовать первому, она ни в коем случае не должна использоваться, потому что она препятствует достижению второго, ну тогда эти состояния называются взаимно исключающими или альтернативными. И одновременно достичь, достигнуты в данной модели не могут.

Давайте теперь посмотрим на решение этой задачи. Это решение задачи кластерного анализа, в котором мы сравниваем, ну сначала рассчитываем матрицу сходства, а потом на основе матрицы сходства, она может визуализироваться, сама по себе может просматриваться. И, в принципе, она... Сама матрица сходства одна позволяет эту задачу решить: совместимы состояния или нет. Просто в ней мы находим эти состояния сходны между собой или отличаются на пересечении строк соответствующих и колонок. То есть берём два состояния, одно, одно состояние строкой, другая колонкой, и мы смотрим коэффициент там, который отражает степень их сходства или различия.

Это можно визуализировать также в двух формах. Простейшая форма – это двумерная плоская такая когнитивная диаграмма, круговая, где линии связи красные соединяют сходные состояния по системе факторов, а синие – противоположные или, ну, отличающиеся друг от друга существенно. И мы видим здесь, что эти состояния все будущие, они образуют два кластера крупных, которые между собой противоположны. То есть вот этот верхний кластер, чуть-чуть вправо смещённый, и нижний. И вот такая система противоположных кластеров называется конструктом. А про конструкты я вам, по-моему, рассказывал, да, ребята? Напомните мне, рассказывал я вам про конструкты? Что познание – это есть увеличение числа конструктов, увеличение их диапазона, когнитивное пространство увеличивает размерность, увеличивает объём. Да, да, по-моему. У вас увеличился объём когнитивного пространства и размерность? Ну да. Ну я думаю, что увеличился, потому что это представление, я вам излагаю такие представления, которые вообще мало кому известны даже, я вам скажу так.

Вот. Так вот, вот мы и решаем эту задачу. Значит, мы увидели, что какие-то классы сходны, какие-то отличаются. И это образует, по системе обуславливающих факторов, и они образуют конструкт. То есть на одном полюсе одни объекты, классы, на другом – другие. Если целевое состояние относится, целевые состояния относятся все к одному полюсу конструкта, то тогда можно говорить об их достижении. Если одно целевое состояние к одному полюсу, а другое к другому полюсу относится, то тогда это очень проблематично.

Теперь смотрим следующий вариант отображения матрицы сходства, но это не просто сама матрица сходства, а с анализом. То есть осуществляется довольно сложный алгоритм. Идёт, находятся два наиболее похожих класса, и объединяются в один класс, который называется кластер, потому что он из двух классов состоит. И потом происходит переформирование модели, но уже вместо этих двух классов – этот один класс объединённый. И это повторяется до тех пор, пока останутся два таких вот класса. И на этом процесс прекращается. Это называется когнитивная агломеративная кластеризация. Чем отличается от классической кластеризации? Тем, что в классической кластеризации переформирование модели не происходит. Там происходит корректировка матрицы сходства. Если два класса объединены, то их сходство и различия, ну, усредняются, скажем так, с другими классами. То есть тогда вот это объединённый этот кластер, он приобретает такие сходства и различия с другими классами, которые являются средним от сходств и различий вот этих классов, которые в него входят.

Ну это, как сказать, это правдоподобная гипотеза, такая, ну, вроде как она разумная такая. Но вообще говоря, неизвестно, понимаете, правильно это или нет. Может быть, там в одном классе 1000 объектов, а в другом 10. Ну тогда нельзя усреднять вообще, понимаете? То есть это верно только при очень равномерном распределении числа наблюдений по классам. Ну то есть там ряд есть таких допущений, которые может не наблюдаться на практике, не соблюдаться. Поэтому в системе Eidos там предложенный мой алгоритм, вот в этой статье, которую я там ссылку дал, там предложен новый алгоритм, которого нигде не было описано в литературе. Просто идёт пересчёт модели полностью. Потом это продолжается. То есть опять находятся два наиболее похожих класса, но один из них уже является кластером. Опять объединяются в кластер, опять это пересчёт и так далее. Это, конечно, гораздо более трудоёмко, но результат получается гораздо более качественным, чем при классических методах кластерного анализа. То есть дендрограмма получается гораздо более осмысленная и убедительная.

Так вот, ну правда, требует больше времени для расчётов. Вот мы видим, что есть будущие состояния, которые относятся к одному кластеру на высоком уровне сходства. А есть, которые к одному, но на более высоком уровне различия. То есть уровень сходства поменьше. А есть ещё. И мы видим два полюса. И вот то, что я вам говорил, что если будущие состояния относятся к одному кластеру там или нескольким на высоком уровне сходства, то тогда можно говорить об их достижении одновременно. Если же они относятся, ну даже к одному кластеру, но на высоком уровне различия, вот, допустим, здесь это и вот здесь они, то это уже, мышку видите, как я двигаю, нет? Как я вот двигаю мышкой, показываю на рисунке. Да. Ну тогда, то есть вам понятно, что я говорю. То есть получается, что мы можем принять решение о том, являются ли эти будущие состояния совместимыми по системе обуславливающих факторов или нет. То есть мы это можем узнать вот в этом режиме кластерного анализа.

6.7. Шаг 5: Корректировка целей или модели (при несовместимости/недостижимости)

Теперь вопрос возникает такой: если эти состояния совместимы, то мы двигаемся дальше вниз от шага пять к шагу шесть, где мы уже будем принимать решения. А если несовместимы? Ну не получается у нас достичь этих одновременно этих состояний. Тогда мы идём вот сюда вверх, на шаг один. И у нас есть два варианта. Третий вариант тоже есть, но сейчас расскажу. Первый вариант – это мы просим руководство скорректировать цели. Говорим: "Ну это сложно достичь этих целей одновременно, не получается в нашей системе". Начальник говорит: "Если не получится, тогда я тебя выгоню. Давай, короче, выдумывай что-нибудь, как это сделать".

Тогда мы должны решить, какие добавить дополнительные факторы в модель, потому что те, что у нас есть, не позволяют достичь этих целей одновременно. Добавляем, опять всё это считаем. Может быть, знакомимся с зарубежным опытом там и так далее. Может быть, и получится. Я не исключаю, что, может быть, удастся. Вот. Ну, это надо повторять опять синтез моделей, опять повторять кластерный анализ и смотреть, получается у нас достижение этих состояний целевых одновременно или нет.

Ну я могу вам привести пример, когда это получается. Вот я могу сказать, что понятно, что можно сделать много машин некачественных, а можно сделать не очень много, но качественных. Согласны с этим, нет, с утверждением? Чтобы сделать качественные машины, нужно не торопиться, а нужно аккуратненько там всё там идеально подгонять и так далее, да? Вот. То есть качественные машины будут стоить намного дороже, чем некачественные, потому что больше будет и внимания уделено, чтобы добиться этого качества, нужно гораздо больше труда потратить и времени, и квалификации, квалифицированного труда, чем чтобы сделать некачественные. Вот. Но, но некачественных машин можно сделать много, и они будут дешевле, да? Согласны с этим? Как вам кажется, правдоподобно это рассуждение? Да, да. А теперь представьте себе... Нет, я говорю про производство, не про рынок. Вот. А теперь смотрите, то есть мы можем на производстве сделать несколько машин очень качественных, а можем много сделать некачественных. Вот. И некачественные будут стоить дешевле по себестоимости, чем качественные. Чтобы, чтобы сделать, добиться качества, нужно больше потратить сил. Это будет стоить, то есть себестоимость будет дороже у этих машин. Затраты больше будут. Ну а как там на рынке цена будет – это уже вопрос другой, насколько они там востребованы, разрекламированы. Если такое, такие люди, которые купили бы, то есть спрос существует на такие машины или нет. Может она стоит там 10 млн долларов. Ну, у нас, может быть, такого спроса и не будет на такие машины. У нас просто ни у кого нет такой суммы для таких целей. Вот. То есть есть у единиц там каких-то единиц. Так у них уже есть такие машины. А остальным что делать? Остальным они не нужны.

Так вот, э, ребята, вот это, что я сейчас говорил, оно выглядит очень правдоподобно, но это не всегда так, вы представляете? Вот японцам за счёт автоматизации производства машин удалось добиться того, что производится большое количество качественных машин. И с низкой себестоимостью. Им это удалось. Понимаете? Вот что я хочу. Вот чем они, собственно, завоёвывают рынок? Тем, что у них машины качественные, вот в чём вся дело. И не только машины, там вообще техника качественная. При этом её много, и себестоимость её низкая. То есть это возможно. Но это возможно в Японии. А вот у нас там где-нибудь там в Пашковке это невозможно пока что. Понятно, да? Или в Яблоновке. И даже в Старокорсунской тоже не очень-то. Вы поняли, да, о чём я говорю? Да. То есть, э, есть примеры, когда людям это удаётся, понимаете? Но как это им удаётся? А у них там заводы автоматизированы. У них совершенно другой уровень технологий, чем у нас. Полностью автоматизированные заводы. Да, получается низкая себестоимость.

Я когда-то 40 лет назад примерно разработал информационную теорию стоимости, опубликовал её, и там как раз описано, что то, что делает человек – это увеличивает стоимость, а то, что делается автоматически – это с помощью автоматизированных систем, это не увеличивает стоимость. Увеличивает, но намного меньше, только на амортизацию. Вот. То есть чем выше степень автоматизации, тем получается ниже себестоимость.

6.8. Шаг 6: Выбор управляющих воздействий (Обратная задача прогнозирования)

Теперь мы считаем, допустим, что поставленные цели корректны. Вот. Тогда, ну если, допустим, недостижимы эти состояния, тогда, тогда надо перенимать японский опыт. А нет, нет, давайте не будем перенимать японский опыт, лучше поменяем цели. Потому что, чтобы его перенять, нужно годы, а может быть, десятилетия интенсивного труда в определённом направлении. Ещё надо иметь определённый склад ума, таланты определённые, определённую организацию производства, определённое представление о том, что такое знания, самообучающаяся организация. В организации должен быть второй человек – замдиректора по управлению знаниями. Понимаете? Тогда это будет получаться. Должна быть корпоративная этика определённая. То есть там у них корпоративная этика такова, что это, по сути дела, почти что как секта эта фирма. То есть у них там система бонусов там, и всё, мотивация там, и всё, в общем, там настолько продумано, разработано. Ну я могу вам сказать, что этим людям особо не позавидуешь, так если честно. Потому что они находятся в очень жёстких условиях. Там на конвейере два раза заболел за месяц, вышел кому-то отдыха, тебя просто уволят и всё, понимаете?

6.9. Шаг 7-9: Проверка реализуемости решения и прогнозирование

Значит, дальше давайте смотреть следующий пункт, шестой. Решаем задачу поддержки принятия решений в упрощённом варианте путём решения обратной задачи прогнозирования в автоматизированном SWOT-анализе. Это режим 4.4.8. Выбираем в этом состоянии, в этом режиме целевое состояние, выбираем нужную модель и получаем факторы, которые рекомендуются. Вместо десятков тысяч вариантов прогнозирования, мы за миллисекунды получаем сразу информацию о том, какие факторы рекомендуются.

Как это делается, ребята? Вы ж программирование изучали, наверное? Да? Да или нет? Изучали, да? Да, конечно. Конечно, вот, ну молодцы. Я так и думал, что вы изучали. Так вот смотрите, ребята, значит, мы можем взять матрицу модели и рассортировать её по определённому полю. Ну, допустим, полю, соответствующему, допустим, будущему классу 14. То есть классу, отражающему будущее состояние целевое, код 14 этого класса. Сортируем по этому полю. Что получаем? Получаем вот эти значения вот этих факторов, расположенные в порядке убывания силы их влияния на достижение этого состояния. Сначала будут идти факторы наиболее сильно влияющие, потом послабее, потом почти не влияющие, а в самом конце будут идти факторы, которые влияют отрицательно, и потом наиболее сильно отрицательно, то есть препятствуют.

Насколько быстро решается задача сортировки этого матрицы по колон, по полю? Поскольку используется одна команда, одна из такая одна команда языка программирования, индекс он называется, индексация. По простому ключу, несоставному даже, то эта команда реализована оптимально в языке программирования. Это решается задача даже на больших размерностях моделей, ну когда там тысячи, например, десятки тысяч строк, она решается доли секунды на современных компьютерах. Вообще мгновенно она решается. То есть я никогда не видел, чтобы это занимало какое-то время. На глаз никогда этого не было заметно, понимаете? То есть просто вот нажимаешь, тык, сразу получилось. Всё. Вот решена задача. Обратная задача прогнозирования. То есть при прогнозировании мы по факторам определяем, какое будущее состояние возникнет у объекта управления под их действием, под их влиянием. А при принятии решений мы наоборот, по будущему состоянию, обычно целевому, определяем, какие необходимы факторы, чтобы объект управления перешёл в это состояние.

Какие здесь проблемы? Вообще всё так неплохо, я вам скажу, выглядит, даже, может быть, замечательно. Но есть два, две проблемы, два ограничения этого метода. Во-первых, состояние только одно, а у нас там может быть их там десятки будущих состояний. Ну, как минимум, там три-четыре, там вот это в натуральном выражении, в стоимостном выражении. А у нас в SWOT-анализе только одно состояние целевым может, можно выбрать. И второе, значит, факторы, которые нам рекомендуются, мы не все, может быть, имеем возможность использовать. Какие-то факторы могут быть экзотическими, которыми у нас, скажем, нет технологий соответствующих. И, по идее, мы могли бы даже купить эти технологии. В принципе, да, возникает мысль: а можем мы их купить? Ну, может быть, даже и можем, но не будем. Почему? Потому что дороговато как-то. И вот их прибыль от того, что мы эти технологии приобретём, она не покроет наших затрат, понимаете? Это будет убыток. То есть приобретение этих новых технологий для нас будет убыточно. Поэтому мы этого делать не будем. Таким образом, у нас может получиться, что некоторые факторы мы не можем использовать по технологическим и финансовым причинам.

Теперь, если тут несколько факторов есть, то есть несколько будущих состояний, то мы можем, конечно, для них посмотреть, какая система детерминации. Для этого вот, для этого, и попытаться их объединить эти системы детерминации. Это верно, но это имеет смысл только для совместимых факторов, у которых сходная система детерминации. Потому что, когда тебе говорят поехать ехать надо направо, а другие говорят, надо ехать налево, то это уже не совместишь, понимаете? Вот. Получается так, что у нас решается задача выбора факторов, которые обуславливают переход в целевые состояния для разных состояний, которые между собой совместимы, то есть система факторов сходная. И мы эти все рекомендованные значения факторов объединяем в одну систему факторов.

А потом смотрим на второе ограничение: срабатывает оно или нет? А у нас есть ли финансовые и технологические возможности использовать все эти факторы, которые рекомендованы, и которые у нас в этой системе объединены в одну систему факторов? Или такой возможности нет? Если есть такая возможность, ребята, тогда думать больше здесь нечего, у нас выход на конец алгоритма принятия решений. Почему? Потому что нам рекомендована система факторов, обуславливающая переход в сходное состояние, сходное по системе факторов. У нас все эти факторы мы можем их использовать, и прекрасно. Больше вопросов не возникает особых.

А если у нас нет возможности все эти факторы использовать? Тогда сразу же возникает такой вопрос: а что будет, если мы не просто возьмём и не используем те факторы, которые у нас нет возможности использовать? Вот у нас нет возможности, значит, не будем их использовать. Но тогда возникает вопрос: а что у нас получится? Получится ли у нас результат достижения целевого состояния? Мы это прогнозируем на шаге 10. На девятом исключаем, на десятом проверяем. Как мы исключаем? Заходим в распознаваемую выборку и исключаем какие-то коды факторов, на нули меняем, да и всё. Здесь, вот здесь. Которые обеспечивают переход в это состояние. И потом проводим режим распознавания, прогнозирования. Ну, в нужной модели это делаем, конечно. Сейчас я так чуть-чуть упрощённо показываю. И смотрим, получился ли у нас результат достижения целевого состояния? Получился. Получился, достигнуто целевое состояние. Мы видим, что этот, это наше состояние с такими факторами обеспечивает переход в целевое состояние. Ну раньше там был уровень сходства 90% с целевым состоянием, а теперь стал 83%. Но всё равно это довольно-таки высокий уровень сходства нашего текущего состояния с этими факторами, с этим будущим состоянием. То есть будем считать, что мы, нас это устраивает. То есть мы достигаем целевого состояния. И мы на этом заканчиваем процесс принятия решений.

А если не получается? Вот мы убрали эти факторы, которые мы не можем применить. Потом взяли и сделали прогноз. И у нас получилось, что не достигается целевое состояние. Вот с теми факторами достигается, когда они есть все, которые рекомендуются. А когда мы исключим какие-то из них, то тогда не достигается целевое состояние. Вообще не достигается. Что тогда делать? И у нас тогда мы так немножко с досадой думаем: "Ага, ну раз так не получается, тогда может чем-то их заменить можно эти факторы?" Может быть, и можно. Давайте посмотрим. Значит, на что их заменить прежде всего? Чтобы понять, на что их заменить, мы должны рассчитать матрицу сходства значений факторов по их влиянию на объект моделирования. Смотрим также режим 4.4.9. Смотрите, ребята, значит, мы можем взять любой фактор, какой здесь вот есть у нас. Вот. И посмотреть, а на что он влияет этот фактор? Вот этот фактор, это значение фактора обуславливает переход вот в эти состояния объекта моделирования. Вот в это, в это, в это. А в эти препятствует. То есть мы можем сказать так, что в системе известно, как влияет каждый фактор. А поэтому мы можем их сравнить разные факторы друг с другом по их влиянию. Вот мы и сравниваем. И получаем такую картинку, где вообще ничего не поймёшь, как они влияют. Почему, ребята? Как вы думаете? Почему на этой картинке ничего не поймёшь, что там, как сходно влияет, что влияет по-разному на объект моделирования? М? У кого какое мнение? Слишком много факторов? Ну, конечно. Там просто-напросто всё забито. Значит, у нас здесь, смотрите, есть факторы, которые очень сходны по влиянию. Есть, которые в меньшей степени сходны, ну, скажем, 8% или минус 7, да? А есть, которые сильно отличаются друг от друга. Я так думаю, что нас особо не интересуют те факторы, которые, ну, чуть-чуть похожи, чуть-чуть не похожи. Нас интересуют те, которые сильно похожи и сильно не похожи. Правильно? Ну что, они именно могут быть использованы для замены, те, которые сильно похожи. Поэтому мы здесь вот берём и указываем критерий сходства, ну, допустим, там 30%. А то, может быть, и побольше. Сейчас посмотрим. Ну, даже, наверное, побольше. И вот мы видим здесь, что уже поменьше стало этих линий. И какой-то такой более-менее разумный вид приобретает эта картинка. Ну, даже вот уже достаточно, в принципе. Ну, можно 35 сделать процентов. Что мы здесь видим? Что здесь тоже есть конструкт факторов, конструкт. У него есть два полюса: верхний и нижний. И в каждом полюсе есть значения факторов, которые оказывают сходное влияние на объект моделирования, а в разных полюсах это влияние противоположно. Вот в верхнем полюсе это влияние на то, что это будет у нас элемент компьютера, а в нижнем полюсе это будет у нас влияние на то, что это будет мебель, спорт-инвентарь, аксессуары. Ну если в этой задачке взять маленькой. Вот. То есть ясно, что нужно заменять факторы друг другом, те, которые сходное влияние оказывают. И этим фактором можно заменить вот этот.

Я когда эту задачу решил впервые, ребята, для агротехнологии, я её впервые решил в девяносто шестом году. Сейчас я вам покажу. Вот тут есть у нас древний акт внедрения. Значит, ищем акт внедрения с Трубилиным. Трубилин – это ректор аграрного университета. Вот. Смотрите, у меня тогда была своя фирма, которая называлась Научно-производственное предприятие Eidos. Вот это печать этой фирмы, которая, наверное, вам даже чем-то знакома, я так думаю. Потому что там вот эта картинка, она на всех этих... Да. Вот. Это эмблема, которую я придумал когда-то. Она, знаете, что значит? Примерно то же самое, что Багуа. А Багуа – это означает классификация миров в зависимости от соотношения Инь-Ян, да? Слышали такое, нет? Нет. Не слышали? Ну, в общем, это классификация миров. Вот. Ну потом могу подробнее рассказать.

Так вот, э, что тогда было сделано? Тогда я изучил примеры выращивания в системе, в системе Eidos это было сделано, в системе, вот, было выявлены взаимосвязи между применяемыми агротехнологиями, почвой, нормой высева, удобрением, вспашкой, ротацией, другие, с одной стороны, и количественными и качественными результатами выращивания сельхозкультур, с другой стороны, на обработке архивных данных. Архивные данные – это данные журналов агрономов, где они записывали результаты выращивания на протяжении многих лет, ну, десятков лет, даже, может быть, и больше. Это акт внедрения технологии системы Eidos при разработке систем ракет Тополь-М. Вот это вот. Вот оно.

Ну вот. Так вот, э, смотрим дальше. Э, что я обнаружил интересное вещь какую? Вот, допустим, для того, чтобы получить большой урожай пшеницы, нужно, чтобы были бобовые предшественники. А если вот на этом поле, где вот шеф говорит: "Вот на этом поле получить большой урожай пшеницы". А я смотрю, а там у нас не было бобовых предшественников. Ему говорит: "Да невозможно это, понимаете? Вот бобовые предшественники являются одним из наиболее сильно влияющих факторов на получение этого результата". Вот мы видим это, понимаете, вот здесь видим. Он говорит: "Знаешь что? Ты вот у нас главный агроном. Вот давай, иди и думай. А я начальник. Если ты не придумаешь, я сделаю вывод, что я другого буду искать тогда, который это не будет мне здесь мозги морочить, а будет решать задачи, которые я ставлю".

Я ушёл, понурив голову, так сказать, думаю: "Что ж делать, ёлки-палки, вообще, кошмар вообще. Вот как вот с ними работать с этими начальниками? Они вот не хотят законов природы соблюдать вообще, понимаете? Не хотят даже их учитывать, что они есть вообще". Вот. А потом вдруг вспоминаю, что Евгений Венеминович там 20 лет назад рассказывал про кластерный анализ факторов, там что-то такое было, да? Вот. И тогда, значит, вы вспоминаете про это и думаете: "Давай-ка я проведу кластерный анализ значений факторов". И мне получается, если реально вот по этим вот культурам, пшенице, что оказывается, как бобовые предшественники действуют внесение азота в почву, если определённый способ вспашки.

Значит, ребята, когда запахивается после уборки урожая зелёная масса там гороха или фасоли, запахивается, то это вносит большое количество азота в почву. При этом этот азот вносится не единовременно, а он вносится в течение длительного времени, в течение которого эта зелёная масса там разлагается и входит в гумус. Как раз получается год. То есть получается, что это растянуто во времени этот процесс. Если идут дожди, даже ливни, то это не вымывается, потому что эта зелёная масса, она там хорошо сидит в почве, никуда она не денется. То есть там может быть вымыта некоторая доза, которая сейчас внесена, а через полчаса, через час она дальше будет вноситься, понимаете, из зелёной массы. Поэтому получается очень интересная ситуация, что если мы просто возьмём этот селитру эту и рассыпем её там по земле, ну она будет влиять некоторое время, пока дождь не пройдёт. Пройдёт, это всё смоется и всё, понимаете? Уйдёт на глубину там, смоется ручейками в сторону там и так далее. Вот, чтобы этого не происходило, что нужно сделать? Нужно сделать, есть способы вспашки, которые этому процессу препятствуют, препятствуют процессу диффузии этих вот веществ из почвы. Прямо они специально для этого разработаны, и они довольно эффективны. То есть если мы такой способ вспашки используем, а потом внесём удобрения, они там будут действовать, ну практически почти что как вот естественные. И мы получим тот результат, который от нас требует.

6.10. Шаг 10: Прогнозирование с учётом замен и ограничений

Мы в этом убеждаемся. Берём, прогнозируем, что у нас получится в случае, если мы заменим значение факторов, которые мы не можем применить по различным причинам, техническим и финансовым. Мы заменяем их на сходные по влиянию. И у нас получается сходный, то есть целевой результат достигается. Тогда на этом заканчивается система принятия, то есть алгоритм принятия решений. На этом завершается.

6.11. Шаг 11: Выход (если решение найдено) или возврат к Шагу 1 (если нет)

Если же всё равно не достигается целевое состояние или состояние я, то это означает, что эта модель отражает реальность в таком виде, так отражает реальность, что в этой, в этом отражении задача не решается. Ну это примерно как вот, если у нас модель воздухоплавания, то эта модель не позволяет полететь на Луну и тем более на Сатурн. Миссия Кассини, например. Понимаете? Но это позволяют другие технологии сделать. Ну просто пройдёт время, и эти технологии откроют, освоят. И то, что было невозможно сегодня, станет возможным завтра. То есть особенно так расстраиваться не следует из-за этого.

7. Заключение и выводы

7.1. Итоги по развитому алгоритму и системе Eidos

Ну вот я вам сейчас рассказал развитый алгоритм принятия решений. Что я могу сказать в итоге, подвести итог? Система Eidos в текущей версии обеспечивает все возможности, э, поддерживает решение всех задач, которые необходимо решать в развитом алгоритме принятия решений. То есть когда вы будете разрабатывать, у нас эта дисциплина как называется, которую мы изучаем? Разработка систем искусственного интеллекта. Так вот я вам говорю, ребята, что нужно, чтобы модели, которые вы будете применять, обеспечивали решение всех этих задач, которые необходимо решать при развитом алгоритме принятия решений. То есть отдавать предпочтение тем моделям, которые позволяют решать такие задачи. Если это не будут другие модели, которые не позволяют решать, ну, скажем, метод К-ближайших соседей, то возникает большой вопрос, кому это будет нужно. Кому нужны будут системы, которые не позволяют решать таких задач? Да они никому не нужны. Честно говоря, даже те, которые могут эти задачи решать, всё равно никому не нужны. Ну это я про свою систему хочу сказать. Ну это, конечно, немножко не так. Я немножко, так сказать, скромничаю. На самом деле, конечно, она востребована. Ну, в основном потому, что она бесплатная, ну и второе, всё-таки довольно важное качество, что она всё-таки работает.

7.2. Рекомендации по выбору тем и инструментов

Посмотрим, кто там её применял последние дни. У нас осталось несколько минут. Какие вопросы, ребята, у вас?

Значит, ищите темы, регистрируйтесь в ResearchGate, регистрируйтесь в РИНЦ. Когда найдёте тему, попробуйте сделать модель и проверить её на достоверность. Не получается – шлите мне, попробую я. Вот. И посмотрим, насколько это модель высокой достоверности получится, и насколько, если она будет достаточно разумная, то можно её взять как тему, взять тему соответствующую.

7.3. Статистика использования системы Eidos

Ну вот, ребята, что могу вам сказать? Вот вчера и сегодня система запускалась в Краснодарском крае, в Самаре, в Москве, Новосибирске, а также где-то вообще не поймёшь где, в каком-то захолустье в Центральной Америке. Омаха. Каунсил-Блафс какой-то. Каунсил-Блафс.

А вот за неделю, давайте посмотрим. Такую за 7 дней, короче говоря. Вся европейская часть России. Вот. Также Омск, Пермь. Вот.

7.4. Завершение лекции

Слушай, слушай. Это у меня будильник, что конец занятия.

Так, ребята, на этом у нас занятие заканчивается. Какие вопросы у вас? Так чувствуется, что нету особо вопросов, да? Или есть? Вопросов нет. Да, вопросы есть у вас или нет?

Ну ещё что вам скажу насчёт принципов разработки систем? Что никогда не применяйте таких структур баз данных, которые имеют какие-либо принципиальные ограничения на размерность. Прямо вот вам прямо вот золотыми буквами пишите: всегда используйте такие структуры баз данных, которые никаких принципиальных ограничений на размерность не имеют. Размерность решаемых задач, размерность самих таблиц. Вот. То есть если, допустим... Ну я знаю такие технологии, даже когда вот таблицы имеют ограниченный размер, что можно делать размеры, ну, логически неограниченные. Но мне это кажется таким довольно муторным. Но сейчас я вот, я даже одну такую версию стал разрабатывать. Ну потом всё-таки отказался, потому что всё-таки более сложное программирование. Вот. Но, видимо, всё-таки это необходимо, потому что время идёт, и появляются большие данные. Вот. И выясняется, что оказывается, их не на чем обрабатывать эти большие данные. И специалистов, которые способны это были бы сделать, и инструментов, которые можно для этого применить, их оказывается нет практически. То есть это вот нужно иметь в виду, что надо на будущее работать. То есть разрабатывать такие системы, которые не имеют принципиальных ограничений на размерность обрабатываемых моделей ни в каком отношении, нигде, ни один справочник, ничто не должно быть ограничено принципиально, только размерами носителя.

Всё, ребята, до свидания. До свидания. Всего самого-самого хорошего. Спасибо большое. До свидания. Спасибо. До свидания. До свидания. До свидания, ребята.