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

***Российская Федерация***

**181 Лекция №10. По дисциплине Теория информации, данные и знания. Вопрос 1.10.2.5.9. Когнитивные функции. 2020-11-03**

Лекция: АСК-анализ, система Эйдос, данные-информация-знания и технологические тренды

Резюме лекции

Лекция профессора Луценко Евгения Вениаминовича от 3 ноября 2020 года посвящена теме "Современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской деятельности и образовании". Занятие началось с констатации низкой явки аспирантов (2.6%), что недостаточно для признания лекции проведенной (требуется >75%).

Основная часть лекции была посвящена автоматизированной системно-когнитивной (АСК) анализу и интеллектуальной системе "Эйдос". Профессор представил определения данных, информации и знаний, отметив сложность формализации понятия "данные" и сославшись на работы профессора Абдикеева. Данные рассматриваются как информация без смыслового содержания, информация – как осмысленные данные (где смысл – знание причинно-следственных связей), а знания – как информация, используемая для достижения целей (управления).

АСК-анализ представлен как метод преобразования данных в информацию и знания. Описан процесс анализа: выявление классификационных и описательных шкал и градаций в исходных данных, кодирование данных, формирование обучающей выборки, синтез и верификация моделей (статистических и системно-когнитивных), решение задач распознавания, идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области. Система "Эйдос" является программным инструментарием для АСК-анализа.

Обсуждался феномен "больших данных" и экспоненциальный рост информационных потоков, технологий и связанных с ними показателей (скорость перемещения, энергопотребление, объемы информации). Приведен пример сравнения темпов развития автомобильной и компьютерной промышленности, иллюстрирующий взрывной характер роста ИКТ. Отмечен информационный взрыв 1968 года, когда объем информации, обрабатываемой людьми, превысил объем физического труда.

Профессор предсказал, что к 2050 году текущие экспоненциальные тренды достигнут физических ограничений (скорость света, энергия Солнца), что может привести к сингулярности или качественному скачку в развитии. Затронута тема квантовой запутанности и возможности передачи информации со скоростью, превышающей световую, со ссылкой на парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена и эксперименты Ву Цзяньсюн.

В конце лекции кратко сравнили системы дистанционного обучения КГТУ (Teams, Moodle) и КубГАУ (Webex), отметив большую развитость и функциональность системы КГТУ.

Детальная расшифровка текста

1. Введение и информация о лекции

Здравствуйте, ребята.

Здравствуйте.

Здравствуйте.

Здравствуйте.

Сегодня 3 ноября 2020 года. Шестая пара, 17:20–18:50. Лекция номер 10 по дисциплине "Теория информации, данные, знания".

Ну, изучаем вопрос 1.10.2.5.9, который называется "Когнитивные функции". И потом следующие вопросы по учебному пособию.

2. Когнитивные функции: определение и визуализация

Поэтому открываем пособие.

Ищем вопрос.

Так, что-то такое…

Вот.

Так, ребята. Что такое когнитивные функции?

Значит, когда-то в своё время, довольно давно, сейчас я покажу вам сайт свой, интересная мысль появилась у меня. Потом получила развитие.

Вот когда мы возьмём какую-нибудь обычную функцию, ну, допустим, y = sin(x). Какое количество информации находится в значении аргумента о том, какое будет значение функции, ребята?

Если мы возьмём значение функции, будем измерять с помощью одного бита глубины кодирования значения функции, будем кодировать одним битом, то у нас будет 0 и 1. Будем считать, что 0 – это меньше нуля значение функции, 1 – больше нуля. А если мы возьмём два бита, тогда число состояний, которые мы можем закодировать, в два раза увеличивается, потому что у нас добавляется дополнительный разряд, который тоже может быть либо 0, либо 1, то есть два варианта. И с каждым из этих вариантов все варианты предшествующие тоже возможны. То есть может быть 00, 01, 10, 11 – четыре варианта. Если мы добавим третий бит, тогда получается восемь вариантов, ещё в два раза больше становится. И так далее. Число вариантов равно 2 в степени n, n = 2 в степени i, где i – число разрядов, если разряды двоичные. Если взять логарифм…

Извините, совместный доступ не включён.

А, да, сейчас включу.

Да. А то я предполагал, что вы всё-таки видите. Молодец, спасибо.

Ну хотя так тоже, в принципе, понятно, что я говорю.

Вот.

Так вот, если мы возьмём, разделим ось Y на какое-то число градаций, равное степени двойки, то тогда, значит, мы получаем, получив значение функции, мы получаем определённое количество информации. То есть если мы такой сеточкой нарисуем синус, возьмём, допустим, вот так систему координат, ось X, вот нарисуем. И нарисуем синус. Ну я не очень хорошо нарисую, потому что я ж не художник, чтобы мышкой рисовать. Ну так примерно, что-то такое вот нарисуем.

Ну теперь представим себе, что у нас есть определённое количество, ну не знаю, как их, градаций, связанных с глубиной кодирования.

И это вот число градаций равно n = 2 в степени i, где i – это число разрядов двоичных. И у нас получается, что этот синус у нас получается фактически вот так мы его знаем. То есть вот эту точку знаем там, грубо говоря, там вот так изобразим его. То есть вот эту точку знаем, эту точку знаем, там вот эту. То есть мы знаем такие точки, которые связаны с какими-то уровнями определёнными. Вот. Ну и здесь также и дальше.

Так вот, если мы эти точки соединим, то у нас получится уже не такая вот линия плавная, а уже будет такая-то она там ступенчатая эта функция. Вот. Ну, смысл такой, что если мы знаем значение аргумента, то мы можем сказать, какое будет значение функции. При этом мы можем сказать, э-э, не просто какое будет значение функции, а с какой-то точностью определённой. Эта точность определяется тем, э-э, сколько у нас разрядов кодирования игрека. То есть вот этот вот игрек у нас э-э, ступенчато изменяется, вот, скачкообразно. И, соответственно, определённая точность у нас существует определение значения игрека по значению икса. И эта точность, она связана напрямую с этим вот количеством информации. То i = логарифм от n.

Вот я придумал, что если э-э, соединить точки, а, точки, соответствующие таким значениям функциям, функции, о которых в аргументе, в значении аргумента содержится максимальное количество информации, то у нас получится обычная функция. Вот, скажем, если у нас э-э, функция синуса вот эта, и у нас э-э, ось Y делится на бесконечное число градаций. Ну вы сами прекрасно понимаете, что бесконечного не может быть, да? То есть они могут быть очень маленькие эти диапазончики, очень много этих градаций может быть, но всё равно их количество ограниченное. Ну, скажем, число градаций э-э, в кодировании цвета на экране равно 2 в степени, то есть 256, давайте напишем, вот, в степени 3. Это 16.777.216 значений цвета. Ещё один байт есть, ребята, который э-э, определяет насыщенность этого цвета. Поэтому получается у нас не 24 бита кодирования, а 32. То есть у нас на компьютерах используется смешанная модель цветопередачи RGB плюс есть ещё одна модель, где связано с насыщенностями цветов. В этом я позже вам расскажу.

И вот, э-э, когда я понял, что в значении аргумента содержится определённое количество информации о значении функции, то я понял, что можно соединить точки с максимальным, о которых максимальное количество информации, получится обычная функция. А если, значит, э-э, соединить, э-э, то есть не соединять, а просто показать все точки, э-э, с каким-то образом, показав, какое в них количество информации, какое количество информации о том, что такие вот будут значения, содержится в данном значении аргумента, то я получится у нас когнитивная функция. То есть я понял, что можно изображать разными цветами. Если у нас количество информации положительное, то можно красным изобразить. Если отрицательное, то синим. Вот, если большое там. То есть о чём идёт речь? О том, что каждому значению аргумента соответствует много разных значений функции. Но об одном, о том, что одно будет значение много положительной информации, о другом поменьше положительной информации, а о других значениях функции там информация есть, но отрицательное количество информации, о том, что такого значения функции не будет. И мы видим, что они идут в противофазе, хорошо так в противофазе идут. Вот. То есть это вот классическая картина позитивной негативной функции и негативной когнитивной функции.

Причём мы видим, что некоторые состояния обусловлены в большей степени, а другие в меньшей степени. Вот, допустим, вот этим значением функции, вот этим, то есть аргумента, вернее, извините, ребята. Этим значением аргумента, вот это значение функции сильно обусловлено. И сильно обусловлено, что этого не произойдёт. А вот этим значением аргумента слабо обусловлено, что вот это произойдёт, а это не произойдёт. Более слабо, скажем так. А вот этим вообще слабо, совсем слабо обусловлено, что это произойдёт, а это не произойдёт. То есть когнитивные функции, они не только отображают, что произойдёт, а что не произойдёт, но и в какой степени это, так сказать, вероятно. То есть можно было бы как-то это изобразить, может быть, толщиной линии там или яркостью линии, но я изобразил цветом. Получается очень интересная картинка.

При этом функции эти могут быть от каких-то шкал, которые являются порядковыми или числовыми. А могут быть от таких шкал, которые не являются порядковыми или числовыми, а являются номинальными. Тогда что у нас получится в этом случае? Что у нас будет некоторая совокупность пятен разного цвета.

Вот. Но говорить о том, что там какое-то большее значение, какое-то меньшее не приходится. Но каждому значению аргумента будет соответствовать какое-то пятно красное и какие-то синие, и будут какие-то промежуточные варианты.

Это даёт очень такую наглядную и полную картину о том, как некий фактор и его значения влияют на результаты, на поведение, скажем, объекта моделирования, вот так скажем. Ну это очень интересно выглядит и информативно.

Значит, я могу вам сказать, что именно в моих работах появилось представление о когнитивных функциях. И пока что вроде как других систем и нет, кроме системы Eidos, визуализирует.

Я сделал систему, ребят, которая считала сотни моделей, 172 модели. И в этих наиболее достоверных моделях, значит, с разным э-э, количеством градаций, пределах достоверности этих моделей и рассчитывалось. Всё это потом визуализировалось. Вот смотрите, зависимость категории сейсмических событий от долготы лунного узла, Юпитера, Сатурна и от вертикальной компоненты индукции магнитного поля. Вот. И смотрите, как, видите, получаются такие вот картиночки, которые похожи на спектры. И явно видны периодические закономерности, видите?

Это сейсмические события, между тем.

Визуализация матрицы информативности, видите? Процентных распределений, матрицы абсолютных частот.

То есть у нас очень интересные были работы. Это работы с профессором Трунёвым из Канады.

А это работа с профессором Орловым по когнитивным функциям, по математическим моделям вот этих вот подматрицы эти, вот здесь вот как раз показано, что такое подматрица. Это одна описательная шкала и одна классификационная шкала. Вот такая подматрица – это, по сути дела, что? Как влияет вот это вот значение аргумента на эти значения функции. Но если бы это была классическая функция, то каждому значению аргумента было бы одно значение функции соответствовало. А здесь каждому значению аргумента все значения функции соответствуют, потому что в матрице информативности есть все вот эти значения с плюсами, с минусами. И они вот я просто сообразил, что можно их все визуализировать, а соединить только точки с максимумом информации или с минимумом информации. И получится у нас вот это вот то, что я назвал когнитивные функции.

Следующий вопрос, ребята, это большой вопрос, тема целая. Тема 12.

Значит, давайте посмотрим, что у нас там по времени. Ещё довольно-таки много времени.

Называется она "Вещество, энергия, информация – три составляющих окружающего нас мира". И у нас три учебных вопроса рассмотрим мы в этой теме. Первый вопрос – это взаимосвязь материи, энергии, информации в природе. Выражение E = mc² и упомянем здесь таких учёных, как Максвелл, Герц, Лебедев, Эйнштейн. Второй вопрос: взаимосвязь вещества, энергии, информации в обществе, информационное общество и общество, основанное на знаниях. И третий вопрос, тоже очень интересный: существует ли какой-либо аналог выражения E = mc², но для взаимосвязи энергии и информации? Вот то, что энергия и масса взаимосвязаны – это понятно, да, по этой формуле. Правда, не очень понятно её смысл, но попробуем это потом сейчас разобраться. А вот для информации и энергии такой формулы нет. Хотя о том, что они взаимосвязаны, известно. Это известно из термодинамики, из теории информации. Вот, из этих вот теорий. И особенно если немножко так вольно с ними обращаться, то, в общем, в принципе, понятно, что они взаимосвязаны. Но вот, э-э, общего такого выражения, которое показывает, э-э, как именно они взаимосвязаны, пока учёными не найдено.

Значит, какими основными науками изучается природа? Я сказал, в природе. Значит, ну, считается, что основной наукой, изучающей материю, является философия. Ну, тут возникает некое сомнение. Мне кажется, что скорее физика, как наука наук. И физика как лидер современного естествознания. Конечно, все остальные науки тоже изучают различные конкретные формы, виды материи и её движения.

Определение понятия материи в физике и философии кардинально отличаются. Наиболее широко известным философским определением материи является следующее: материя, а на латыни "materia" – это означает вещество, – это философская категория для обозначения объективной реальности, которая дана человеку в ощущениях его, которая копируется, фотографируется, отображается нашими ощущениями, существуя независимо от них. Это определение дал Владимир Ильич Ленин, который был не только политиком и деятелем политическим, руководителем партии, основателем партии, руководителем советского государства, но и его основателем. И, кстати, Ленин был основателем Советского Союза, который возник в 1922 году, был создан Советский Союз. А в 1991 году он развалился сам. А фашисты не могли его уничтожить. А сам он развалился.

Так вот, ребята, с точки зрения физики, материя включает в себя не только вещество, но и поле. Чем отличается вещество от поля? Значит, вещество имеет массу покоя, пространственно-временная протяжённость массы покоя. То есть локализация объектов с какой-то массой. И поле существует. Пространственно-временная протяжённость и отсутствие массы покоя. Что означает отсутствие массы покоя? Это означает, что электромагнитное поле, свет нельзя остановить. Он всегда двигается со скоростью света. То есть если пытаться к нему приближаться или удаляться от источника света, то скорость света не меняется. Это проверено экспериментально. А только меняется его частота. Эффект Доплера наблюдается. И существует четыре фундаментальные взаимодействия вещественных объектов с помощью полей. Это слабое взаимодействие, оно похоже очень на электромагнитное и малоизвестно народу. То есть в народе это малоизвестное вид взаимодействия. А вот сильное взаимодействие, электромагнитное и гравитационное, они более-менее известны народу. В чём заключаются эти виды взаимодействия? Значит, слабое, теорию электрослабых взаимодействий разработали физики Вайнберг, Салам, Глэшоу в шестьдесят восьмом году, получили за это Нобелевскую премию. Значит, один из них – это пакистанский физик Салам. Глэшоу – английский. Вайнберг – американский.

Так вот, ребята, сильное взаимодействие – это взаимодействие частиц адронов в ядре атома или не в ядре, а в других местах, но именно взаимодействие тяжёлых частиц. То то самое, которое ответственность несёт за существование вещества в атомарном и молекулярном виде. То есть вот в таком виде, о каком мы привыкли вокруг нас видеть. То есть объекты, состоящие из атомов, а атомы образуют молекулы, а молекулы образуют макротела. Вот сильное взаимодействие играет колоссальную роль в том, что существует такая вот материя твёрдая, по которой можно ходить там и так далее, существуют твёрдые объекты. То есть в ядрах атомов как раз главную роль играет сильное взаимодействие. Электромагнитное взаимодействие там тоже присутствует, ребята. То есть протоны, заряженные положительно частицы тяжёлые, которые в 1820 раз тяжелее электрона, они отталкиваются друг от друга с колоссальной силой, потому что находятся на практически вплотную там в ядре упакованы. Между ними, правда, есть ещё нейтроны, немного пространства. Так вот, ребята, очень странно, что они не разлетаются во все стороны. Почему это так получается? Потому что тяжёлое, сильное взаимодействие, оно намного, так и называется по этой причине, оно намного сильнее, чем электромагнитное. И силы, которые притягивают эти протоны друг к другу и нейтроны, которые не имеют заряда внешнего, но имеют внутренний заряд, потому что имеют магнитный момент, магнитное поле имеют. То есть это означает, что внутри них есть заряды, но не компенсированы. То есть они являются квазинейтральными, как вот макрообъекты заряженные.

Вот. И вот из-за того, что сильное взаимодействие намного сильнее электромагнитного, эти ядра не разлетаются во все стороны. Но сильное взаимодействие очень короткодействующее. То есть действует на очень малых расстояниях. С увеличением расстояния оно резко уменьшается по интенсивности. Поэтому получается, что если тряхнуть хорошенько ядро так, чтобы протоны друг от друга отдалились, то уже сильное взаимодействие не может их удержать, они разлетаются. Начинается цепная реакция, атомный распад. Значит, есть ядра большие и маленькие. То есть есть элементы простые, у которых мало протонов в ядре, есть, которые, ну там в начале таблицы Менделеева, есть, которые в конце. У них очень большое количество нейтронов там, даже бывает и больше сотни. Так вот, если в ядре очень большое число протонов, то оно имеет большой размер, ну и нейтронов тоже, соответственно. То получается очень интересная ситуация. Протоны, которые находятся на разных концах ядра, они уже силами этого внутриядерного взаимодействия сильного, они притягиваются, не притягиваются не друг к другу, а только к ближайшим нуклонам, то есть этим частицам ядра, протонам и нейтронам. А между собой они уже отталкиваются сильнее, чем притягиваются. То есть эти ядра становятся неустойчивыми. Это критерий устойчивости ядра. Когда есть на разных концах ядра протоны, которые друг от друга отталкиваются сильнее, чем притягиваются, то при первом удобном случае они разлетаются. Этот удобный случай – это удар ещё какой-то элементарной частицы в атом. И начинается тогда цепная реакция. Вот такие вот тяжёлые ядра, они неустойчивые. И вот самым тяжёлым устойчивым элементом является свинец. Это такая ядерная зола. Это конечный продукт ядерного распада всех ядер, всех радиоактивных веществ. А радиоактивные вещества – это вещества, которые имеют такие большие ядра, что они сами распадаются потихонечку с определённой скоростью. И в конце концов получается из них всех свинец, независимо от того, какое исходное было вещество, с каким числом протонов. Электромагнитное взаимодействие нам всем хорошо знакомо. Это электромагнитные колебания и свет. Свет мы видим в частично вот в этот видимый диапазон. Но есть невидимые частоты – это инфракрасные и ультрафиолетовые. И потом есть другие диапазоны, ещё дальше отстоящие от видимого, там миллиметровые, дециметровые. Это уже радиоволны. Вот, есть миллиметровое излучение, коротковолновое. Вот, есть дециметровое – это радиоволны уже. И дальше там уже дальше идут радиоволны. У них есть свои диапазоны тоже: СВЧ диапазон, ВЧ диапазон. У них разные свойства, в общем-то, довольно заметно отличающиеся. Вот, скажем, те частоты, которые используются для связи, для телефоны, они проходят сквозь ионосферу, не отражаются от ионосферы. А те частоты, которые отражаются, они относятся к высоким частотам, не СВЧ, не сверхвысоким, а просто высоким. И на их основе возможна связь по всему земному шару с маленьким трансивером, то есть приёмопередающим устройством, которое имеет мощность там 3 Вт, и можно с Австралией связываться, там вот такие вот дела. Ну это так при благоприятных условиях.

На электромагнитных явлениях основаны все наши, вся наша техника, компьютерные технологии, и использование электроэнергии в быту, в науке, технике, технологиях. Мы широко освоили электромагнитную форму взаимодействия. Гравитационное взаимодействие – это сила тяжести, которая сейчас описывается как искривление пространства. Вот, в теории общей теории относительности Эйнштейна. И ответственно за структуру мироздания, скажем так. Самым интересным моментом в теории гравитации является то, что впервые закон был сформулирован гравитации Исааком Ньютоном. Это величайший английский математик и физик, величайший, который разработал дифференциальное интегральное исчисление, теорию рядов, теорию света корпускулярную, и теоретическую механику, включая закон тяготения, объяснил поведение Луны и яблока одними и теми же законами, которые падают с дерева, вывел формулы для первой, второй, третьей космической скорости, как конические сечения он рассматривал их. Вот, вывел законы Кеплера из своих теоретических представлений о тяготении. Ну, в общем, он сделал настолько много, ну, я не знаю, после него, наверное, никто столько не сделал, сколько он. При этом интересно очень о его личности информация сохранилась. Он не был женат, был очень красив внешне, по современным представлениям. Ну своеобразный такой вид у него был. По-моему, он похож на Давида Микеланджело. Я бы сказал, красавчик. То есть он был гениальный учёный, но и, в общем, вот такой вид у него был, я бы сказал, классический такой, правильное классическое лицо. Он был довольно болезненным в юности. Вот, постоянно занимался наукой. Говорят так, что он занимался ей день и ночь. То есть фактически он абсолютно всё своё время посвящал науке, всё, которое у него было. Ну ходил там иногда в туалет, наверное, кушал там. И, в общем, всё остальное время он посвящал науке. И колоссальное количество различных открытий совершил в науке, и математических, и физических. Вот. И я могу сказать ещё, что интересно. Он был имел очень высокий титул в мистическом ордене, магистром был мистического ордена. И говорят даже, что, значит, где-то вот эти научные его работы, которые составили ему мировую известность, славу, он это составляет где-то там буквально несколько процентов там, ну максимум 10% от его работ, объёма его работ. И основной объём его работ посвящён не математике и физике, а вот этим вопросам теологии, то есть богословия, выражаясь по-русски. И что ещё интересно, что Ньютон, э-э, родоначальник теории гравитации научной, при этом он писал, я читал, кстати, некоторые его работы, начало натуральной философии, то есть, ну не целиком, но читал, в общем, эти работы. И там у него есть такие фразы, которые говорят о том, что он понимал гравитацию лучше, чем кто-либо после него до Эйнштейна. Вот Эйнштейн, пожалуй, его дальше пошёл. Но вот до Эйнштейна между Ньютоном и Эйнштейном никто не понимал так, как как Ньютон гравитацию. Значит, он писал в таком плане. Сейчас я вам процитирую примерно, что, значит, будем считать, что пространство и время абсолютны и, значит, их свойства одинаковы по разным направлениям и в разных местах. Вот. И потому, а дальше слушайте внимательно, потому, будем считать, что они абсолютны, неизменны, и пространство, и время. Потому, почему он так будем считать? Потому, вас я немножко интригую, что мы не знаем причин, от которых они зависят. Это Исаак Ньютон, понимаете? То есть он вполне осознавал, что существуют причины, от которых зависят свойства пространства и времени, понимаете? Но он говорит: "Мы их не знаем, поэтому будем считать, что они независимы, абсолютны". Понимаете, что он вообще говорит человек? Потом после него до этого места дочитывали, что будем считать, что они абсолютны, независимы. А почему, никто дальше не читал, понимаете? Потому что неизвестно, от чего они зависят. А Эйнштейн предположил, что известно, от чего они зависят, от гравитации, от силы, от масс. Это, видимо, так и есть, потому что это подтверждается экспериментально очень хорошо. За что дали Нобелевскую премию в 2020 году? Потому что оказалось, что звёзды вблизи чёрной дыры в центре Галактики двигаются абсолютно так, как предсказано Эйнштейном. Да, кстати, если взять описать, разложить в ряд выражения Эйнштейна для силы гравитации, то первым слагаемым ряда будет формула Ньютона. То есть формула Ньютона является первым приближением к теории относительности, к теории общей теории гравитации.

Вот. Ну и я ещё тут упомяну вам, знаете про что, ребята? Это вот уже эти визуализации когнитивных функций, где я показываю, как это выглядит. И даже не в системе Eidos ещё, просто матрицы информативности визуализирую. Температуру там, погоду. А в системе Eidos тогда очень примитивно всё это визуализировалось, потому что система была досовская. И там такой графики, как сейчас, и такого числа цветов не было просто.

Вот.