

Визуальное мышление

Доклад о том, почему им нельзя обольщаться

Анатолий Левенчук

Книга даёт современные (с учётом исследований по искусственному интеллекту последних пяти лет) представления о мышлении, показывая весьма ограниченную роль и место визуального мышления как средства коммуникации на самых начальных и простых стадиях коллективного мышления. В книге рассказано, почему графических нотаций так мало по сравнению с текстовыми. Книга предназначена для заинтересованного читателя, профессионально интересующегося проблемами человеческого и нечеловеческого мышления.

* * *

24 мая 2018 я¹ прочёл доклад «Визуальное мышление» в лаборатории визуального мышления². После этого доклада были оперативно опубликованы его материалы³.

¹ Левенчук Анатолий Игоревич, научный руководитель Школы системного менеджмента (<http://system-school.ru/>), директор по исследованиям Русского отделения INCOSE (<http://incose.ru>)

² Мероприятия Лаборатории (семинара) визуального мышления (<https://sites.google.com/view/schematization/семинары>), мероприятие 28 было в «Точке кипения» АСИ: <https://leader-id.ru/event/8628/>, анонс в Фейсбуке: <https://www.facebook.com/events/183898065564572/>.

³ Авторские слайды: <https://yadi.sk/i/8Z6iYtOq3WcJCN>, видео доклада: <https://vimeo.com/272129795>



ШКОЛА
СИСТЕМНОГО
МЕНЕДЖМЕНТА



Визуальное мышление

Анатолий Левенчук, научный руководитель Школы системного менеджмента, директор по исследованиям Русского отделения INCOSE

г. Москва
24 мая 2018г.

Организаторы доклада (Максим Осовский⁴ и Анна Горбань⁵) уговорили меня сделать расширенную авторскую расшифровку текста этого доклада и выпустить его книжкой, которую вы и читаете. Прапион Медведева⁶ и Евгений Волков⁷ помогли в работе над книгой своими замечаниями, за что им огромное спасибо.

Основной аргумент в пользу выпуска книги был в том, что на русском языке совсем немного материалов, задающих современную (с учётом последних достижений когнитивной науки и искусственного интеллекта) онтику рассуждений о мышлении: в книге говорится про экзокортекс, синестезийность сознания, коммуникации как части мышления, языках естественных и формальных, письме алфавитном и идеографическом, многомерном пространстве смыслов, достижении беглости в медленном мышлении, и множестве других относящихся к предметной области мышления концептов.

Обычно эти понятия обсуждаются в разных сообществах практики, так что итоговый мультидисциплинарный рассказ о мышлении в книге может лечь в основу длинной дискуссии о мышлении, неизбежной, когда начинается междисциплинарное общение. В ходе этого общения неизбежно будут найдены противоречия, а затем можно надеяться и на их преодоление⁸, на развитие нашего мышления о мышлении.

⁴ <https://www.facebook.com/osovskiy>

⁵ <https://www.facebook.com/anna.gorban.5>

⁶ <https://www.facebook.com/prapion.me>

⁷ <https://www.facebook.com/envolk>

⁸ Творчество в системном мышлении, 4 мая 2018, <https://ailev.livejournal.com/1425331.html>

Вступительное слово к докладу сказал Максим Осовский, руководитель группы схематизации⁹, при которой работает лаборатория визуального мышления, проводимая как серия семинаров. В этом вступительном слове была подчёркнута разница отношения к визуальному мышлению моя и большинства присутствующих участников встречи — моя позиция заключается в признании ограниченности визуального мышления, в частности, для широкого использования в системном мышлении, в том числе в его варианте системноинженерного мышления в больших инженерных проектах. Тексты лучше: они могут выразить и визуальное, и аудиальное, и кинестетическое, и люди легко обучаются переводить графические описания в тексты: слово «парабола» опознаётся обычно не хуже, чем картинка графика параболы, а слово «завод» не хуже, чем картинка завода. Позиция участников лаборатории заключается в том, что они считают визуальное мышление недооцененным и применение его в требующих системного мышления проектах недостаточным. Вот это вступительное слово:

Сегодня у нас в гостях Анатолий Игоревич Левенчук, который предварительно публиковал тезисы по визуальному мышлению о том, что визуального мышления нет. И я очень рад его представить. Я считаю, что то, чем занимается он, очень близко к тому, чем занимается Лаборатория по визуальному мышлению, как часть проекта по изучению технологий мышления, которым мы занимаемся в группе Схематизация в цикле игр технологии мышления Петра Георгиевича Щедровицкого. Лаборатория существует, наверное, года три, это 28-е заседание, мы ведем счет заседаниям на нашем сайте¹⁰. И то, что касается визуального мышления — это одно из направлений, которое мы изучаем в рамках того, что мы называем технологией мышления.

Я всегда думал, что мы с Анатолием Игоревичем очень близки по части того, что схематизация, и вообще мышление — это системное мышление, структурное мышление. В этом у нас есть сходство. Но он упорно, в течение нескольких лет, отрицает графические методы в системном подходе (я читал его книгу и видел, что схем там, действительно, очень мало). То есть в книге используются некоторые схемы, но не те, которые мы бы считали адекватными и полезными для того, чтобы ставить системное мышление.

И сегодня прекрасный день для того, чтобы отстроиться от того, чем занимается Анатолий Игоревич, и сказать, что у нас свое есть направление и мы считаем по-другому. Действительно, если для человека возможно

⁹ <http://schem.tech>

¹⁰ www.schem.tech

системное мышление, то методы, которыми ставит Анатолий Игоревич системное мышление, отличаются от тех, которыми занимаемся мы. А наше системное мышление основано на графических методах. В общем, введя такую преамбулу к выступлению, я передаю слово и больше не вмешиваюсь, и выполняю только роль ведущего. Повторяю, очень рад, что у нас состоится такая встреча и дискуссия.

Визуальное мышление: почему я

Я научный руководитель Школы системного менеджмента. Некоторое время назад мы решили, что надо, как сказал недавно наш коллега из Украины, «фигачить» самим, а не ждать какой-то поддержки от государства в лице каких-то «институтов развития». Была такая картинка с котенком, как делать хорошие дела. Берешь и делаешь, берешь и делаешь:



Я в какой-то момент решил про мышление в целом, и в частности про системное мышление — надо брать и делать, брать и делать. И я начал делать.

Начался этот проект с курса системноинженерного мышления в МФТИ, который я провёл в 2012 году¹¹. А потом выяснилось, что МФТИ для разбирательства с мышлением не совсем подходит, поскольку тоже довольно близко к государству, и я отошел от МФТИ тоже, и сейчас мы «берем и делаем» в Школе системного менеджмента¹² — и получается уже довольно быстро.

Еще я директор по исследованиям Русского отделения INCOSE (Международного совета по системной инженерии)¹³. Это тоже важно, потому что мы работаем в части мышления в том числе с системными инженерами. Так что я тут прямой представитель западной общественности, а не чисто российский «феномен». То есть у меня есть работы на английском в книжках серии «системное мышление» с солидными соавторами¹⁴, и говорю я об этом потому, что регулярно просят: «докажи, что ты не самозванец, что не только сам себя печатаешь». А в сообществе LessWrong (я считаю, что это очень круто было) один из диспутантов вдруг сказал: «Я погуглил, выяснилось, что системную инженерию не Левенчук изобрел. Может внимательно прислушаться, что он говорит?». Это я к тому, что говоримое мной совершенно необязательно придумки лично Левенчука, поэтому рекомендую вам самим погуглить те тезисы моего доклада, в которых вы сомневаетесь: может обнаружиться, что это не только я говорю, это не только личная моя точка зрения. Хотя и личное тут, конечно, тоже есть.

Но почему именно я берусь выступить по теме «Визуальное мышление»? Я понимаю, что среди присутствующих есть СМД-методологи, у вас тут лаборатория схематизации. Именно СМД-методологи много лет назад научили меня перед ними каждый раз перед докладом предъявлять какой-то свой личный опыт, доказывающий знакомство с предметом изложения.

¹¹ По итогам курса в 2015 году вышел мой учебник «Системноинженерное мышление», http://techinvestlab.ru/systems_engineering_thinking/

¹² <http://system-school.ru/>

¹³ <http://incose.ru>

¹⁴ Software Engineering in the Systems Context Paperback, 2015, <https://www.amazon.com/Software-Engineering-Systems-Context-Jacobson/dp/1848901763/>

Визуальное мышление: почему я



- Первая программа (на Алголе-68): 1975
- Последняя программа (на Питоне 3.6): 2018
- Графическая нотация для молекулярных орбиталей: 1984
- Язык схем СМД-методологии: 1987
- Перевод на русский схемного языка ArchiMate 3.0: 2018
- **Отслеживание многочисленных проектов по DSL и архитектурным языкам**
- **Отслеживание работ по выявлению природы языков и мышления в machine learning/deep learning.**
- **Работы по задействию полного спектра формальности мышления.**

2

Я первую программу на формальном языке (Алгол-68) написал в 1975 году, а последнюю я помогал на Питоне писать сыну в 2018, если уж речь идет о моём опыте работы с текстовыми формальными языками. Именно Питон тут не важен. Это просто один из языков, я и на Julia¹⁵ в этом году немного писал.

Тем не менее, я придумывал и графические нотации, например, для молекулярных орбиталей я придумал в 80-х годах 20 века графический язык. Такая буквально стенография для изображения молекулярных орбиталей, сделал это как хобби на одной из химических тусовок. Я по образованию химик, но я уже тогда занимался программированием, и знания формальных языков я перенес в область химии, которая в части изображения молекулярных орбиталей все-таки не наука, а так, размахивание руками, и для этого размахивания руками и была придумана нотация: скоропись вместо всех этих «гантелек» из школьных учебников. Статья, правда, не вышла, потому что ребята, с которыми я занимался, соавторы, так и не удосужились её опубликовать, а мне это тогда не было сильно интересно.

Язык схем СМД-методологии мне знаком с 1988 года, я побывал тогда на игре-59¹⁶, которую вел Георгий Петрович Щедровицкий, а с тех пор я регулярно в контакте с СМД-методологами и, в принципе, я эти схемы вполне читаю, хотя и очень мало пишу. Но когда-то на тамошнем схемном языке я довольно много писал, и поэтому можно и на эту тему поговорить, что я думаю об этих схемах.

Я переводил также на русский схемные иностранные языки, так перевод схемного ArchiMate 3.0 на русский я сделал в 2018 году, а до этого пару лет назад

¹⁵ Julia — быстрый язык высокого уровня для численных методов, <http://julialang.org/>.

¹⁶ 59. Программа развития района в рамках развития города, 05.01.88-14.01.88, Ростов-на-Дону.

я перевел версию 2.1¹⁷, так что в общем со схемными языками я тоже разбирался. Это я к тому, что у меня некоторый опыт работы с языками-схемами, языками графическими, языками формальными, этот опыт у меня «в пальцах», я не только об этих языках в книжках читал. Я к тому, что, собственно, личный опыт имею с самими языками и их употреблением, я тут не чистый теоретик.

Кроме этого я отслеживал языки DSL (domain specific language) движения¹⁸. Причём это был пик где-то в 2008-2011 годах, с тех пор за десяток лет это движение как попытка ввести в массовый оборот быстро порождаемые на «языковых верстаках» (language workbenches) графические языки моделирования сошло на нет. Этот тезис у меня будет раскрыт чуть подробнее, он важен.

Я также отслеживал работы по выявлению природы языков поддержки мышления графических и текстовых, а ещё работы по моделированию мышления в коннективистских архитектурах: Machine Learning в части Deep Learning, постепенно превращающееся в Differentiable Programming¹⁹, но за коннективистскими архитектурами я слежу только последние лет пять.

А ещё моей работе с формальными и псевдокодными языками и их нотациями посодействовали исследования по работе с полным спектром формальности мышления, которые у нас ведутся в школе системного менеджмента. Для меня это важно потому, что мы работаем с этими вопросами мышления и его нотационной (графической или текстовой) поддержки прямо сейчас. Поэтому я вам представляю тезисы по этому направлению работы, опирающиеся на представления о полном спектре формальности мышления.

Тезисы по визуальному мышлению

Тезисы я представил перед докладом в письменном виде²⁰. Там может быть многое непонятно, но в каждом тезисе есть две-три ссылки на раскрывающие их суть материалы, вы их открываете — и там найдёте большие тексты, в которых тоже может быть много непонятного, но уже десяток ссылок на поясняющие материалы в каждом этом тексте второго уровня. В принципе, по одной ссылке тезисов, если их дальше разворачивать по упоминаемым там ссылкам, вы можете найти по теме нашего обсуждения примерно 200 страниц. Это материалы ровно на тему визуального мышления: про нотации, про введение, про классификацию, про схемы.

¹⁷ Архимейт по-русски: <https://ailev.livejournal.com/988360.html>

¹⁸ https://en.wikipedia.org/wiki/Domain-specific_language

¹⁹ <https://medium.com/amplify-partners/age-of-ai-talk-deep-learning-est-morte-vive-differentiable-programming-6b1a1c9800d8>

²⁰ Тезисы по визуальному мышлению, 7 апреля 2018, <https://ailev.livejournal.com/1418832.html>

Тезисы я раскрыл в докладе, стараясь формулировать их в самой жёсткой форме, желательно оскорбительной. План был — заставить людей задуматься над ними. Эта предельно жёсткая форма была выбрана не случайно, а по особой просьбе организаторов. Все эти «наезды» на визуальное мышление дальше — они абсолютно осознанны.

Но кроме этого замечу что, что нет истинной лжи в мире, и современная научная парадигма показывает, что нет твёрдых каких-то утверждений, но есть утверждения о вероятности каких-то будущих событий.

Тем не менее, нельзя сказать, что совсем нет лжи и истинности в мире, потому что это байесовская вероятность и вы всегда имеете некоторую уверенность, в ваших высказываниях — в некоторой серой зоне можно подвинуть вероятность в одну и в другую сторону, но чтобы как-то существенно сдвинуть оценку вероятности, на экстраординарные заявления вам потребуются потребуются экстраординарные доказательства. Поэтому какие-то отдельные примеры, которые в терминах дискретной математике выглядят убедительными и формально доказующими, в моей баейсовской картине мира приводят просто к небольшим сдвигам в моей оценке ситуации, а не абсолютным доказательствам. Да, при приведении примера, который противоречит моим тезисам, я не буду считать, что они опровергнуты, но буду просто чуть-чуть сдвигать мои оценки по поводу ситуации. Ибо этот пример может означать, что:

А) Я и впрямь некорректен;

Б) есть нюансы, которые не учитывает приводящий пример;

В) давайте посмотрим ещё примеры разных ситуаций, единственный пример может быть неприменим к той классификации явлений, которая мной использовалась.

Я хочу, чтобы вы отдельно учли такое отношение к работе с примерами и доказательствами. Сама наука в 21 веке с её отношением к работе с тезисами и их доказыванию существенно поменялась по отношению к науке 20 века, мы в Школе системного менеджмента с этим серьёзно работаем.

Поменялось в последнее время даже понимание причинности. Корреляция и каузация уже оказываются связаны — это одна из новостей в изменениях в научном мышлении. И логика науки оказывается байесовской логикой, байесовским рассуждением (inference). Поэтому все чисто логические утверждения в рассматриваемых нами вопросах оказались в Аристотелевой логике, и они оказались не очень применимы к нашим рассуждениям о визуальном мышлении.

Для удобства читателей доклада в книжной версии исходные тезисы с некоторой развёрткой материала по ссылкам первого уровня приведены в Приложении в конце книги.

Принципиальная схема киберличности

Кроме этого, я буду исходить из некоторых схем личности, опирающихся на какие-то представления о психике человека.

Вот принципиальная схема киберличности, хотя и без показанных связей между её элементами:

Принципиальная схема (кибер)личности [без связей]



У меня недавно был доклад по системному развитию личности, на котором я использовал эту схему. Он шёл около трёх часов на рабочей встрече русского отделения INCOSE в Бекасово и в короткой 40-минутной версии на конференции школы системного менеджмента (есть его видеозапись и слайды²¹).

Нам потребуется кое-что из этой принципиальной схемы. Мы будем говорить что, кроме бессознательного в обработке всей этой как графики, так и символических вычислений, у нас в личности есть ещё воля/намерение. И что через волю/намерение проходит, то оно выходит из бессознательного в сознание. У нас ведь будет требование осознанности к мышлению. Далее у нас в личности есть актёр, который играет множество стейкхолдерских ролей. В стейкхолдерских ролях и появляется предметное мышление. Это рассмотрение стейкхолдерских ролей и предметного мышления нам важно потому, что кроме предметного мышления нам потребуются распрямление и опредмечивание для тех самых стейкхолдеров, которых тут много. Обычно стейкхолдеры в СМД-методологии называются позиционерами (с точностью до нюансов будем

²¹ Видео доклада «Системное развитие личности», 4 мая 2018, <https://ailev.livejournal.com/1425622.html>

считать, что это эквивалент стейкхолдерских ролей, которые играет актёр, который сам является частью личности). А ещё актёр подозревает что у его личности есть бессознательное, но он не может знать, что в бессознательном.

Особенно важно для сегодняшнего доклада по визуальному мышлению то, что у нас в личности есть экзокортекс. Экзокортекс поддерживает мышление, вынесенное наружу за пределы коры головного мозга, неокортекса. Когда я рисую какую-нибудь картинку-загогулину и думаю про неё, «что-то тут неверно нарисовано», или я нарисовал загогулину (вынес её из неокортекса в экзокортекс) и дальше не думаю над ней только сам, но показал её кому-то.

Вы видите на схеме киберличности, что граница личности у нас проходит прямо по нашему телу-перформеру, а ещё по экзотелу. Экзотело — это просто какой-то инструмент. Мы ведь сливаемся с нашими инструментами, мы чувствуем границы тела по границам инструмента. Так, автогонщик чувствует границы машины как границы тела. Граница личности проходит и через экзокортекс, и он нам будет важен поскольку все это визуальное мышление идёт по линии рассуждений об экзокортексе. Эта граница личности и физического мира, проходящая через тело, экзотело, экзокортекс для меня важна — ровно по этой линии идёт обсуждение интернета вещей (со входящими в него людьми), нейронета²² как сети, помогающей обмениваться несимвольными представлениями.

Ещё по этой линии, разграничивающей «личное» и «разделяемое с внешним миром личное» обсуждается нептолемеевскость мышления. Модель человека у меня нептолемеевская. И одна из моих мыслей в докладе — в том, что «визуальная коммуникация» более подходящий термин, чем «визуальное мышление», картинки обслуживают именно коммуникацию, а не мышление. Хотя можно тут уточнять, что речь идёт о коммуникации с мышлением, но это не так важно. Сама думалка не картиночная, она амодальная, коммуникация с ней, интерфейс думалки делается в терминах органов чувств — коммуникация может быть синестезийная внутри головы (выход бессознательного мышления в сознание), а вовне коммуникация может проявляться как визуальная, аудиальная, кинестетическая, ольфакторная, густаторная.

Я ещё забыл сказать, что отсылающая к компьютерному миру приставка «кибер» в киберличности тут не случайно. Попробуйте дома забыть телефон, попробуйте выключить вот этот вот проектор, и вы немедленно выясните, что ваша жизнь без этих компьютерных систем это уже не совсем полноценная жизнь, это уже от жизни одно название. Без «кибер» сегодня вообще уже нет никакого мышления, ракеты в космос уже без «кибер» не летают, без использования

²² Нейронет — нейро-лингвистическая сеть, 15 ноября 2018, <https://ailev.livejournal.com/1227614.html>

компьютеров ничего существенного, интересного для мышления не происходит. Мы по факту уже наполовину киборги, и наша человеческая деятельность уже объединяется из действий отдельных людей киборгически. То есть киборги (cyborgs) оказались не cybernetic organisms с наполовину железным черепом и объективом вместо одного глаза, а cybernetic organization. Про киборгов, как и про людей нужно думать в нептолемеевой модели, не центрироваться на одиночном сферическом киборге в вакууме.

Есть модели личности, которые не учитывают современную личность с телефоном, компьютером и вот такой презентационной доской, которая сейчас перед нами. Эти древние модели личности, скорее всего из какого-то дикарского мира прошлых столетий, нас они не устраивают, это и отражено в том, что мы называем киберличностью.

Спектр формальности мышления

Мышление от неформального животного до строго формально логического

Спектр формальности мышления



Работаем и со схемами, и со схемоидами!

Цепочка «Фундаментальное образование»: <https://ailev.livejournal.com/1390318.html>⁵

Теперь давайте разберёмся со спектром формальности мышления. Слева в диаграмме этого спектра показано животное, хаотическое мышление. Это такое мышление гештальт-образами, не слишком связанными в какие-то мыслительные цепочки. Так кошки мыслят, собаки мыслят, ну и человек в своей животной части, не знакомой с формализмами, так же мыслит.

Вот внутри меня сидит очень симпатичное животное:



Оно очень ласковое, и вы его очень полюбите, оно даже может классно танцевать. Единственное, что оно не может, так это читать доклады о визуальном мышлении, а всё остальное у него получается великолепно.

Когда человек начал вылезать из мира животных, сначала у него проявилось мышление на интуитивном уровне формальности. У человека интуиция может быть каким-то образом уже выражена: он может свою интуицию промычать, показать жестами, он может станцевать интуицию, спеть интуицию. Если ты понимаешь, что надо говорить формально являющееся чушью, и тебе не нравится говорить чушь, то ты всегда можешь чушь спеть, и это тебе сойдёт. Но смотрите, это проговаривание-пропевание-невербальная демонстрация уже проявление результатов более человеческого мышления, чем есть у животных — из совсем уж синкретичных гештальтов там уже выделяются отдельные идеи-концепты.

Далее вправо по спектру формальности мышления мы уже мыслим на материале схемоидов. Я предлагаю термин «схемоид», потому что хочу отстроиться тут от схем как представлений более-менее формальных описаний. По схемам возможны логические какие-то рассуждения, более-менее формальные, а «схемоид» как термин образовано так как гуманоид, который не человек, но на человека похож. И вот этот способ словообразования чуть более мягок, чем

использование термина «псевдосхема» по типу компьютерного псевдокода, когда ты пишешь вроде бы структурированный текст, и человек говорит, который про уровень формализации ничего не понимает «о, это же ты программу написал!», но в компьютер эту якобы программу, а на самом деле очень неформальный псевдокод не заложишь. Нужно дополнительно очень сильно потрудиться, чтобы из псевдокода сделать программу. Я не говорю сейчас «псевдосхема», потому что это как бы принижение достоинства этой схемы, это у меня будет «схемоид».

Со схемоидами мы активно работаем в мышлении, это важная штука. И мы с ним работаем, и вы в вашей лаборатории визуального мышления. Но я считаю, что те якобы схемы, которые вы рисуете, это не схемы, а схемоиды, и чаще даже до схемоидов по уровню формальности не дотягивают, поэтому на имя схемы в «визуальном мышлении» даже претендовать не стоит.

За понимаемыми формально логическими схемами есть тоже некоторое пространство мышления, там абсолютно жёсткие грамматики, там дискретная математика, там истинность высказываний о мире бывает 100%, ложь означает 0% вероятности истинности, чего в Байесовской логике науки не бывает. Бывает только бесконечное приближение, но не крайнее значение. Дискретная математика с этим не считается, так работает калькулятор, так работает классический фон-неймановский компьютер и так работают карикатурные роботы прошлого поколения, «строго по формализму».

Современные роботы тут существенно отличаются, они моделирует интуицию, они сегодня начинают работать со схемоидами, а роботы старые работали более-менее со схемами, алгоритмами численной математики, а отнюдь не только с чистым логическим исчислением, чистым *calculus*.

Движение по спектру вправо и влево: моделирование и рендеринг

Я ввожу два направления мыслительных операций на спектре формальности мышления. Я думаю, что одно слово (моделирование) вы знаете, а второе слово (рендеринг) вам придётся запомнить.

Вот когда мы идём от животного хаоса каких-то обрывков мыслительных переживаний к жёстким представлениям формальной логики, мы о таких мыслительных шагах «моделирования» говорим разными словами.

Один из распространённых способов — это говорить о схематизации. Сначала у нас в представлениях животный мир с его хаосом, затем на этом хаосе наводится интуиция — хаос становится более упорядоченный, интуиция направляет наше внимание на какую-то проявляющуюся в хаосе фигуру, а остальное мы начинаем

считать фоном. Но если мы в дальнейшем движении формализации в мышлении идём в сторону схемоида, то это превращение каких-то островков внимания в хаосе в схемоиды и есть схематизация. И когда мы от схемоида переходим к схеме, то это часто называется ещё более жестким словом «моделирование», ибо моделирование уже подразумевает, что к результирующим схемам применимы какие-то более-менее непротиворечивые логические рассуждения, с «моделями» уже работает какая-то математика.

Есть и обратные переходы, уменьшение степени формальности. Они в мышлении тоже требуются. Каждый раз, когда мы хотим от модели перейти к действительности, понять как она применима, делать распрямление, то мы делаем ходы рендеринга (rendering, обратная моделированию операция натуралистичного изображения конкретного объекта по какой-то модели этого объекта, например фотореалистичный рендеринг из информационной модели автомобиля в САПР, или музыкальный рендеринг, или даже рендеринг методов как сочинение реалистичных ситуаций применения метода²³).

Модель — это сжатая информация о бесконечно разнообразном мире (в ней же специально отобрано отражение только самого важного), а нам очень часто нужно эту сжатую информацию о мире наоборот, разжать для того, чтобы увидеть стоящий за ней изобилующий деталями конкретный мир.

Например, двое человек говорят, что у них есть разные модели, они не совпадают. Они абсолютно теоретически не могут совпасть в зоне формальности калькулятора, они не совпадают в зоне мыслительных схем. В схемоиде мы можем уже предположить, поскольку значения не такие чёткие, что многомерном пространстве смыслов какие-то отдельные понятия этих моделей могут совпадать (ибо они попадают в близкие области пространства смыслов)²⁴.

А сами области пространства смыслов мы уточняем «триангуляцией», добавляя деталей в описание — чтобы по деталям можно было узнать, о чём идёт речь. Чтобы всё это совмещение несовместимых логически схем было возможно, в ходе мышления (особенно когда речь идёт о коллективном мышлении) нужно делать серьезные шаги по деформализации мышления. То есть в ходе мышления, действующего несколько схем нам обязательно нужно делать серьезные шаги рендеринга, увеличивать количество не очень важной информации, уменьшать абстрактность и уменьшать чёткость определений.

²³ Рендеринг методов, 27 июня 2010, <https://ailev.livejournal.com/845850.html>

²⁴ Онтика онтологизации, 13 мая 2018, <https://ailev.livejournal.com/1427265.html>

И вот мы смотрим на слайд, где с одной стороны «моделирования» у нас есть люди, работающие инженерно, а с другой стороны «рендеринга» приведена иллюстрация «балагана»²⁵.

Инженеры работают с какими-то схемами по жёстким правилам. Я специально взял картинку, на которой инженеры развернули что-то типа чертежа. В компьютере это необязательно будет графическая схема, там могут быть какие-то тексты на естественном языке, таблицы, тексты на языках программирования, то есть какие-то более формальные способы представления информации, нежели традиционные инженерные чертежи. Кстати, современные чертежи в отличие от информационных компьютерных моделей — это типичные псевдосхемы, несмотря на их графическую форму, это типичные схемоиды, они суть псевдокод. Вы можете дать инженеру-человеку современный чертеж, чтобы он построил какое-то здание. Но вы не можете дать этот чертёж роботу-строителю. Сначала нужно этот чертеж переложить на формальный язык робота, и только после этой дополнительной формализации робот сможет построить это задание. Конечно, сегодняшний робот начинает работать и с неформальной информацией чертежа, но вот условно пока говорим о классическом «логическом» роботе-компьютере, а не роботе на нейросетях с искусственным интеллектом, моделирующим интуицию.

Картинка на слайде показывает, что направление моделирования/схематизации/формализации связано с серьёзной инженерной работой, которая всегда коллективна и требует совместного использования самых разных формальных моделей, в которых легко искать ошибки и с которыми легко выполнять безошибочно рутинные логические операции. Формализация нужна именно для этого: скорости в работе с безошибочностью.

А вот рендеринг/деформализация/конкретизация у нас связан с картинками, образами, метафорами и прочей неформальной художественностью, заведомо подразумевающей ошибки. Я специально показал картинку интерьера Балаган-сити, одного из ресторанных заведений. Вот именно так «балаганно» проходят все эти дизайн-сессии с «визуальным мышлением». Я подробнее расскажу об этом чуть позже, но место этих сессий на спектре мышления я как раз сейчас и указываю: оно в сугубо неформальной, очень узкой и содержащей большое число ошибок мышления части спектра.

Для того чтобы мышление приблизилось к инженерному, надо чтобы балаган утих и появилась более-менее формальная логика, которая вычистит ошибки неформальной балаганности, и тогда мы станем способны работать довольно сносно со сложными объектами — сложность ведь требует меньшего числа

²⁵

Картинка «балагана» взята из http://www.svadba-inform.ru/cafe_restorani/page/restoran_balagan_city.stml

ошибок в рассуждениях, а для этого нужна формальность, модельность, внимание на главном и правильность рассуждений, проведённых по правилам.

Но чтобы совместить разные точки зрения (например, к вам в сложный проект пришёл менеджер, который в вашем предмете ровно ничего не понимает, но от которого зависит выделение ресурсов), вам потребуется начать изъясняться на пальцах, и вы автоматом получаете такой балаган, становитесь неформальным и не слишком логичным, не слишком точным и совсем безошибочным. Этот балаган проявляется в речах, балаган появляется в визуальном пространстве. Вы видите, что картинки коллективной работы инженеров и «свободного обсуждения» в Балаган-сити отличаются.

Я не могу себе представить сессии по визуальной коммуникации, которые проходят так же тихо и спокойно, как идёт инженерная работа по формальным представлениям. У инженеров случится более серьёзный разговор, будут термины переспрашивать, существенно уточнять понятия, а если будут обсуждать схемы, то кроме более формальных объектов на схемах будут требовать и более формальных отношений между этими объектами.

При этом инженеры отлично работают и со схемоидами тоже, постепенно и планомерно превращая их в схемы по мере размышлений. Мышление тем самым добивается безошибочности, планомерно формализуя представления — в том числе переходя от «эскизов на салфетке» к выражению на формальных графических для небольших задач или текстовых формальных языках для больших задач.

Тем самым в ситуациях мышления мы работаем и со схемами, и со схемоидами, и в формальной части спектра мышления, и в неформальной части, свободно переходя из одной степени формальности в другую через моделирование/схематизацию/предметизацию/абстрагирование и рендеринг/распредмечивание/конкретизацию. Старый спор про формалистов-«физиков» и неформальных «лириков» из 60х годов прошлого века тем самым сейчас получает своё решение немного в другой терминологии, на других представлениях о мышлении. Этот спор оказывается пустым — но в нём есть важный момент указания на предпочитаемый уровень формальности мышления, если мы говорим о конкретных людях как чистых представителях класса «физиков» или «лириков». Для меня этот момент указания на само существование «физиков» и «лириков» важен.

Профили формальности мышления

Если мы имеем на показанной диаграмме спектра формальности мышления профиль формальности мышления человека-дикаря, то для него характерно как раз визуальное мышление по большей части, оно имеет акцент на

неформальность. Это палка-копалка, которой пользуется дикарь. Ей можно копать, но неглубоко и непроизводительно. Если я прихожу в какую-то организацию чисто с визуальными инструментами, то все дикари этой организации меня будут любить, потому что я поддерживаю их «интуитивность», не обращая внимания на все возможные ошибки. Ошибки исправлять — это ж для яйцеголовых, а они люди творческие! Они будут любить мои иероглифы и картинки, мои допотопные визуальные средства выражения их мифа, которыми я изображаю их дикарские понятия. Они будут вполне счастливы, поскольку из мира животных помыслов и мычания своих переживаний их вывели, и даже привели на границу дикарства и цивилизованного человечества. Многое им было недоступно, но сейчас мы имеем какую-то картинку-миф, я дал им образы — и все счастливы. Эти картинки они дадут цивилизованным инженерам и расслабятся перед очередным балаганом.

Именно так «визуально», вызывая обезьянку с её животными размышлениями и учат делать презентации. Вот смотрите: у меня на этом слайде вроде есть диаграмма про спектр мышления, хоть это и чистый схемоид, а не схема. Но я вам ляпнул туда две метафорических картинки: одну приличных инженеров, другую Балагансити, и все вроде тут взбодрились и делают вид, что меня в этом месте понимают, и что эти картинки как-то нашу коммуникацию выстраивают.

Если вы посмотрите на моей диаграмме профиль формальности мышления гуманитария, то у гуманитария интуиции будет побольше, чем у дикаря, но очень развито схемоидное мышление. Гуманитария мёдом не корми, дай ему псевдокод — ибо ему нужен уровень структурирования реальности, уровень формальности побольше, чем у дикаря. Но тем не менее вся его мудрость сильно падает, когда мы доходим до схемы, потому что, к сожалению, те схемоиды, которые делает гуманитарий, не выдерживают никакой логической критики. У гуманитариев обычно концы с концами в сложных ситуациях не сходятся. Они говорят: «Ты основную мысль-то улови, одну». А то, что тебе надо 10 мыслей продумать и одновременно проверить эти мысли на непротиворечивость друг с другом — это их не волнует. Вот лес ситуации в целом за деревьями отдельных мыслей увидеть-то мы увидим с гуманитарием, но мы должны тщательно выверить и каждую одну основную мысль, ибо она может быть ошибочной — или содержать ошибки в её сочетании с другими мыслями. Для этого нужна формализация! Представляете себе ракету, которая успешно летит, но в её чертежах была выражена только основная мысль, а не каждая мельчайшая деталь? Например, приведена картинка только корпуса ракеты, и никаких расчётов тяги двигателей, ибо эти расчёты уж точно в картинку не уложишь. Но тем не менее, гуманитарии так работают, и они не очень любят поэтому логику с формальными представлениями. И если в проекте каком потребуется буквально калькуляторное точное безошибочное мышление, то оно у них будет на нуле. Гуманитариям легко, они ракет не запускают, у их построений обычно простая

проверка действием затруднена, ошибки мышления и недостаток/неполнота мышления поэтому остаются незамеченными.

Если смотреть профиль формальности мышления технаря-ботана, то там тоже можно найти проблемы. Мы столкнулись с огромными сложностями понимания наших схемоидов людьми, воспитанными в традиции «физиков», особенно выпускниками МФТИ 70-80х. Когда они сталкиваются с нашими схемоидами (типа того же разбираемого нами сейчас схемоида с профилями формальности мышления) на наших исследовательских семинарах и даже на наших курсах онтологии и системного мышления, они остаются недовольны именно тем, что мы предоставляем им не чёткие логические схемы (желательно в логике первого порядка), а именно схемоиды. Они остаются очень недовольны, когда мы говорим им, что схемоиды нужны, когда вам нужно совместить ваше мышление схемное с некоторыми не менее формальными схемами в мышлении других людей-технарей. Они недовольны, когда мы рекомендуем им сделать некоторые шаги по рендерингу/распредмечиванию/конкретизации, рекомендуем чуть-чуть отползти в менее формальные диаграммы, убрать особенности их предметных схемных языков (DSL, domain specific languages).

Мы встречаем полное непонимание технарей-ботанов, потому что эти люди не признают важность шага рендеринга в мышлении. Они искренне считают, что единственный способ совместиться по схемам — это подведение всех их схемных построений под ещё более высокоуровневые понятия. Но это неправильно, так договориться с использованием разных схематизаций будет нельзя. Принципы адекватности мышления, они же принципы 4D-экстенционализма (разбираются подробнее в курсах системного мышления и онтологии) говорят, что совмещать схемы, как и любые другие описания мира, можно только уменьшая уровень абстракции. Вы берёте вашу схему и начинаете разворачивать её (рендеринг!) на материале жизни, на материале физического мира, увеличивая число доступных деталей, чтобы другой человек смог как-то опознать тот кусок мира, который описывается вашей схемой. И другие люди делают со своими схемами то же самое, разворачивают эти схемы на материале физического мира. И как только вы договорились, что вы схемами описываете один и тот же кусочек мира, после этого вы можете договориться — совместить одинаковые понятия, даже если они названы по-разному. Или наоборот, сообразить, что одним и тем же именем названы разные концепты и прекратить все эти «споры о терминах».

Но ежели вы начинаете совмещать ваши схемы/диаграммы, переводя их в более абстрактные термины и формализуя тем самым ещё больше, то это гарантия того, что вы не договоритесь. Этот ход на деформализацию для коллективной организации мышления оказывается неожиданным и совершенно контринтуитивным. Технари крайне возражают этому способу, потому что они

слабые онтологи, но с их точки зрения эта намеренная деформализация — это крушение всех основ безошибочного мышления.

Переходя к профилю мудреца, мы рисуем почти не существующий в природе идеальный тип человека. Мы считаем, что мудрец должен работать с интуицией на уровень выше, чем и гуманитарий, и технарь. Конечно, у технаря интуиция отлично развита, просто он её специально не развивает, специально с ней не работает просто потому, что у него нет ценности интуиции, для него это наименее формальный способ работы, он этот способ работы недостаточно уважает, он не развивает свои возможности работать со схемоидами. Когда он видит схемоиды, он тыкает в них пальцем и говорит, что так неправильно, «эти схемы недостаточно формальны». А вот мудрец работает хорошо и со схемоидами, и со схемами — он не чурается ни тех, ни других, ибо способен провести причинное рассуждение²⁶ (inference, рассуждение, умозаключение) и на схемоиде, и на схеме, хотя и с разной степенью уверенности в точности результата. На схемоиде — потому что даже плохая точность результата лучше, чем полное отсутствие результата! Для получения более точного и безошибочного результата возможности калькулятора у мудреца ограничены, но он всё же может провести какое-то логическое рассуждение полностью (достижения цивилизации в области формализации ему не чужды!), хотя и старается спихнуть это на классический логический компьютер. Поэтому мудрец продолжает работать в человеческом участке спектра, он мыслит максимально широко по спектру мышления, но всё-таки немного времени проводит на краях этого спектра: на левом крае, потому как там всё очень неправдоподобно, и на правом крае, потому как там запредельно трудно совмещать результаты разных более-менее правдоподобных рассуждений и вообще трудно рассуждать долго и безошибочно строго формально-логически.

Человеческое мышление: середина спектра формальности

Мы считаем, что человечество в целом живёт в средней части спектра формальности мышления. Человечество считает максимально развитой личностью такую, у которой максимально широка зона мышления — который может и неформально мыслить, и формально, и свободно менять этот свой режим мышления. И мы считаем, что компьютерная техника сегодня в 2018 году

²⁶ Подробнее о причинном выводе (causal inference), основывающемся на байесовских статистических вычислениях и льюисовской теории возможных миров в книге Judea Pearl, Dana Mackenzie, The Book of Why: The New Science of Cause and Effect, <https://www.amazon.com/Book-Why-Science-Cause-Effect-ebook/dp/B075DCKP7V/>. Обратите внимание, что graphical в книге — это не графический-визуальный, диаграммный, а графовый из теории графов: графы причинности состоят из узлов и рёбер, они впрямь могут быть нарисованы диаграммой, но также выражены и матрицей, и списками узлов и связей.

нам помогает уже и с неформальной стороны (вычисления нейронных сетей) и формальной стороны (классические логические вычисления).

Я могу ещё долго рассказывать про эту диаграмму спектра формальности мышления. Например, что эта диаграмма показывает места быстрого и медленного мышления по Канеману²⁷, мышления обезьянки и разумного человека по Тиму Урбану²⁸. Слева у нас быстрое мышление обезьянки: мы принимаем много быстрых, но мало верных решений. А справа мышление медленное, трудозатратное, рассудочное, но ошибок в нём существенно меньше. Тренировка мозга позволяет переводить рассудочное мышление в автоматизмы, мышление становится быстрым, но вероятность ошибок в нём при этом растёт²⁹.

Вопрос: *Когда ты говоришь «мы», ты говоришь «мы, дикари»?*

Ответ: Мы люди, мы все уже давно вышли из чисто мифологического сознания и чисто интуитивного мышления. Мыслений у нас всё-таки два по Канеману, и у дикарей именно с медленным рассудочным мышлением плохо. Другое дело, что технари-ботаны в состоянии понять, что именно по уровню формальности мышления им надо, после этого тяжело вздохнуть и затем долго и нудно проводить медленное мышление. Их в технарском вузе на медленное мышление и формализацию тренировали, так что им трудно, но они всё-таки работают. «Обычные люди», если они и встречаются, с медленным мышлением, то ищут, что бы такого сделать, чтобы так больше не мучиться никогда! И тут приходят такие как вы товарищи, пропагандисты визуального мышления, и говорят: «Мы вам поможем». Я считаю, что для цивилизации это беда. Да, это беда — всяко поддерживать балаган, лёгкую часть, а не то, что происходит после балагана. То, что я видел, и с чем встречался во всех вариантах пропаганды «визуального мышления» или design thinking, это ровно оно. Сегодня есть тренд резко двигать в этот балаган, в зону неформального мышления всех подряд — и тех, кто может думать формально, и тех, кто не может. После этого в мышлении появляются ошибки, но это для картиночных технологий как будто неважно. До формализации мы не доходим, мышления не происходит, только коммуникация картинками. Хотя я ещё не дошёл до тезиса про коммуникацию.

Я считаю, что человеческое мышление потихоньку раздвигает свои границы в спектре формальности мышления. Чистое медленное мышление по Канеману очень трудозатратное, вы чисто логически с утра до вечера не сможете рассуждать. Вам всё равно нужно будет делать ходы в менее формальные

²⁷ https://ru.wikipedia.org/wiki/Думай_медленно..._решай_быстро

²⁸ Why Procrastinators Procrastinate, 30 октября 2013, <https://waitbutwhy.com/2013/10/why-procrastinators-procrastinate.html>

²⁹ Как работает школа системного менеджмента, <https://ailev.livejournal.com/1390318.html>, «фундаментальное образование: системное развитие мышления», <https://ailev.livejournal.com/1425003.html>

представления. Но и в чисто визуальных представлениях быть нельзя, эту культуру нельзя в чистом виде поддерживать и поощрять, она ведь плодит ошибки без надежды их потом исправить!

Я могу много ещё рассказывать, как человечество борется за полноценное мышление в широком спектре формальности. Например, как устроен цикл развития знания³⁰.

В целом развитие знания выглядит так: вы берёте какую-то невнятно выражаемую интуицию, оформляете как её как схемоид, затем оформляете этот схемоид как ещё более формальную схему, выверяете на схеме ошибки, понимаете, что с учётом найденных ошибок всё не так, возвращаетесь к схемоиду или даже интуиции, чуть подкручиваете, возвращаетесь к схеме и находите её уже без ошибок. В конце концов у вас появляется новая предметная область (domain) и выражающий её понятия какой-то предметно-специфический язык (DSL).

Когда вы хотите, чтобы этим знанием воспользовались в своей деятельности другие люди, вы начинаете этому описанию предметной области учить людей. Описание оказывается учебной дисциплиной. Но поскольку размышлять по формальным схемам этой дисциплины оказывается очень энергозатратно, то вы заставляете людей работать со схемами этой дисциплины много-много раз. Это сдвигает размышления в область автоматизмов нейронной сетки мозга, хотя при этом и появляются возможные ошибки мышления, но оно становится быстрым. Так появляется в результате обучения математическая интуиция, физическая интуиция, интуиция в дисциплине какой-то другой предметной области. Но интуиция, как известно, врёт регулярно. Поэтому вы проводите эти вычисления быстро и интуитивно, а потом всё равно проводите медленную проверку и добиваетесь результатов. Вот этого шага на медленное мышление и не хватает во всех балаганных визуальных практиках якобы мышления.

Диаграмма спектра формальности мышления позволяет удобно обсуждать такие вот ходы по появлению новых дисциплин, по организации мышления своего и коллектива, по тому, что происходит в ходе обучения каким-то дисциплинам.

Дальше у меня идет разворачивание ранее представленных тезисов. А на уже рассказанную тему спектра формальности мышления у нас в Школе системного менеджмента есть отдельный курс «Основы онтологии»³¹, его ведёт Прапион

³⁰ Фундаментальное образование: системное развитие мышления, 3 мая 2018, <https://ailev.livejournal.com/1425003.html>. Этот текст из цепочки постов в блоге «Фундаментальное образование», там сейчас около 200 страниц текста на темы развития мышления: <https://ailev.livejournal.com/1427073.html>

³¹ <http://system-school.ru/ontologies>

Медведева. В этом курсе в том числе происходит некоторый тренинг по работе с диаграммой спектра формальности мышления.

Вопросы и ответы по спектру формальности мышления

Вопрос: *Ну схема эта точно Левенчука? Правда?*

Ответ: Да, на слайде действительно схема Левенчука. Но он просто отразил на этой диаграмме исходную идею спектра формальности мышления, которую дала Прапион Медведева³². Я просто графически изменил исходную диаграмму Пион и нарисовал на ней профили дикаря, гуманитария, технаря-ботана и мудреца. Но исходный материал не мой. Я вообще стараюсь сам мало придумывать.

Вопрос: *Правильно ли я понимаю, что для нарисованных картинок по отношению к визуализации нет никакой разницы? Правильно ли мы понимаем, что это касается всё коммуникации и замещения знаковыми системами какого-то объекта? Который вот для них тут на всём спектре общий?*

Ответ: Там, где вопрос касается визуализации для коммуникаций, а не мышления, согласен. Там, где касается вопрос замещения знаковых систем, то этот тезис требует разворачивания, потому что это замещение многоуровневое и знаки бывают разные, это дальше у меня будет в докладе. Насчёт коммуникаций я тоже этого буду подробно касаться. Но в целом верно.

Вопрос: *В языке есть разные слова: рассудок интеллект, разум, мышление. А у вас почему везде «мышление»? Для вас не важно их различать? И почему именно «мышление»?*

Ответ: Для меня важно это всё отличать. Но как только я начну давать определения для того, чтобы все эти понятия различать, мы тут уйдём все. Определение — это гробик для умершей мысли³³. А поскольку тема доклада у меня записана как «Визуальное мышление», поскольку мне больше ничего от организаторов про тему не известно, я и цепляюсь за термин «мышление». И работаю с этим, опираясь на самые общие представления о мышлении, без деталей и подробностей.

Вопрос: *Что вы понимаете под «мышлением», разворачивая визуальное мышление? Можно много же понимать под «мышлением»?*

Ответ: Можно много. Я определения давать точно не буду, потому что ваш вопрос — это завуалированный способ спросить меня определение, но я могу

³² Онтика курса по онтофитнесу, 15 марта 2018, <https://thespectrum.livejournal.com/8785.html>

³³ Об определении системного подхода и системность определений, 10 августа 2017, <https://ailev.livejournal.com/1365963.html>

уклончиво разворачивать некоторые тексты, в которых концепт в отношении с другими концептами может быть понятней.

Например, если бы мы придумали какую-нибудь ракету, которая долетает до Марса с первого раза, как это сделали индийцы, то для меня там есть мышление. Поскольку никогда такого у человечества с запуском ракет на Марс с первого раза не получалось, а потом вдруг индийцы взяли и сделали, причем стоимость была в несколько раз ниже, чем ракет на Марс у Советского Союза или России. Вот это и есть «мышление», в случае такой ракеты. А если речь идёт о том, что кто-то придумал новый мультфильм, при этом половина критиков его оценила плохо, половина критиков оценила его хорошо, половина детей восхитилась, половина детей заскучала — то, может, там и есть где-то «мышление», и даже была яркая какая-то «мысль» в некоторых частях, но я бы это за большое достижение цивилизации в мышлении не выдавал, и не это предмет моего доклада.

«Мышление» для меня — это когда человечество что-то делает новое, интересное, сложное. Для меня, например, пример наличия «мышления» вот этот телефон [показывает]. Так, телефон iPhone 6 в 2014 году был продан в количестве за три дня в количестве более 10 млн. экземпляров. Вот как выстроить такую систему логистики, чтобы такие вот сложнейшие устройства в нужном запасе более 10 млн. экземпляров в нужные руки, и из этих рук было собрано назад в Apple по 600 баксов? И это не единичный опыт. Самсунг для своего Galaxy телефона продемонстрировал похожие цифры. А ещё в телефонах внутри очень сложные чипы, где тоже нетривиальное мышление задействовано.

Скажем, чип GPU Volta фирмы NVIDIA имеет внутри одного чипа 21млрд. индивидуальных деталей-транзисторов, каждый с уникальной функцией. Мой тезис в том, что когда человечество такое делает, то там точно мышление есть. А когда человечество делает что-нибудь такое, что помогает лучше определить, чем чесать затылок — правой рукой чесать, или левой рукой чесать, то мышление там конечно формально есть, но я считаю, что называть это мышлением неразумно.

Я могу долго рассказывать про мышление для выбора, какой рукой затылок чесать. Особенно, если нужно это объяснять большим начальникам. Я могу долго осознавать про чесание затылка какой-то рукой, долго рисовать диаграмму, долго задавать про это вопросы. Но это для меня недостойный предмет для занятия мышлением.

Если ты получаешь результат на Нобелевскую премию, то там точно есть мышление. А если результата на Нобелевскую премию нет, то с большой вероятностью мышления там нет — его наличие уже нужно специально доказывать. Вот даже в моём докладе нужно доказывать: просто ли я вам картинки на слайдах показываю с комментариями, или какое-то мышление

демонстрирую. Это и есть моя позиция. Поэтому на все примеры бытового повседневного мышления я буду отвечать, что дети пятилетние в детском саду по формальному признаку тоже «мыслят» (и много круче, чем животные!), но меня это как «мышление» не интересует. У детей-пятилеток в задаваемых мной координатах не мышление, а развлечение ума. Разума у них, который позволит сделать компьютерный чип, или запустить ракету на Марс, нет, уровень осознанности совершенно не то, который требуется для больших проектов и сильного продуктивного мышления. Меня в рамках доклада интересует только такое мышление, после которого будут ракеты летать и не падать, а не слоганы рекламных компаний придумываться или песни сочиняться. Если кто-то ошибётся в слогане рекламной компании или песне, то заметить это будет крайне сложно – поэтому нам даже не удастся обсудить, ошибочно ли было это мышление, или безошибочно, много его было, или мало. А вот с ракетой всё просто: взорвалась на старте, или не взорвалась, долетела или не долетела. И мало мышления вообще не позволит эту ракету создать, одиночка ракету не сделает заведомо, мышления одиночки не хватит. Но на рекламный слоган или песню одиночки вполне хватит. Вот мы такие случаи и исключим из рассмотрения. Как спорт высоких достижений, так и у нас будет мышление высоких достижений.

Архитектурные требования к мышлению

При этом у меня есть требования к тому, что я называю мышлением³⁴: оно должно быть абстрактно, адекватно, осознанно и рационально. Это прямой ответ на ваш вопрос про то, что я называю «мышлением». Я считаю, что разумное человеческое мышление отвечает некоторым архитектурным требованиям. Архитектурные требования — это которые самые важные из всех прочих требований. Важные требования — это если которые я меняю, то всю конструкцию мышления после этого надо переделывать, а если менять менее важные, неархитектурные требования, то менять нужно только маленькую часть конструкции мышления.

Первое требование — это абстрактность мышления. Мышление должно быть применимо к бесконечно разнообразному миру так, чтобы выделять из этого бесконечного разнообразия только самое важное для деятельности. Это умение мышления выделить значимую фигуру из незначимого фона самых разных воспринимаемых в мире (как в окружающем мире, так и в мыслительном мире) деталей. Абстракции в мышлении указывают на объекты моего внимания, я должен в своём мышлении управлять вниманием: я не могу мыслить о всём мире

³⁴ Архитектурные требования к мышлению, 21 апреля 2017, <https://ailev.livejournal.com/1342372.html>

в целом, я обязательно должен выделять маленький кусочек мира для размышлений. Я должен управлять вниманием, и если этого управления вниманием нет — то нет мышления, я не могу что-то считать мышлением, если мы не говорим об абстрагировании от деталей, не фокусируемся на главном, теряем из внимания суть дела.

Следующее требование к мышлению — это его адекватность. Я могу придумывать сколько угодно и чего угодно, но мне надо показать: каким образом моё мышление в конечном итоге связано с моими действиями в окружающем мире такими, которые меняют состояние этого мира. Я должен быть в мышлении адекватен, соотносить свои мысли с деятельностными изменениями в физическом мире. Сколько угодно может быть нереализуемых прожектов, интеллектуальной пустой работы, поэтому я требую, чтобы моё мышление было привязано к реальности, к физическому пространству-времени: иначе я не могу гарантировать, что результаты моего мышления что-то в реальности поменяют. То, по чему я могу постучать, что занимает место в пространстве и времени, то и реально. Я буду требовать для любых мыслительных построений демонстрации цепочки рассуждений, которые привязывают эти мыслительные построения к физической реальности в конечном итоге. Это могут быть длинные цепочки рассуждений, но выход мышления в физический мир для меня в конечном итоге обязателен. Обратите внимание, что то, что я только что сказал, связано с понятием «рендеринг», о котором я говорил в начале. Адекватность мышления — это адекватность его физическому миру, адекватность его в части соблюдения законов природы, нефантазийность, немифологичность.

Следующее требование к мышлению — это осознанность. Если я каждый раз я в мышлении получаю гениальный результат, но не могу его выразить, рассказать его другим людям, не понимаю, как я его получил (и поэтому не могу повторить эту «гениальность»), мычу при обсуждении этого мышления, то это я не считаю такое мышление правильным. Это будет неправильное мышление, надо переделать так, чтобы оно было осознанным. Я должен осознавать своё мышление. Я должен понимать его концептуальную структуру, владеть его терминологией, должен уметь сформулировать мысли для себя и изложить их для других людей. И даже я должен каким-то образом себе сказать, что я в данный момент как-то рассуждаю по схеме, или наоборот — у меня эта мысль появилась интуитивно, и эта осознанность для меня важна. Это меньше всего про «просветление» и традиционную mindfulness, это больше про рациональную осознанность.

Осознанность включает в себя рефлексивность, но рефлексивность это обычно обращение к прошлому, «разбор полётов». Мы же в осознанность включаем и непрерывное отслеживание того, что происходит здесь и сейчас, в реальном времени, а не после события.

Есть на эту тему осознанности более развёрнутый текст³⁵.

В частности, стейкхолдерское мастерство³⁶ заключается в том, что я мастерски играю много разных мыслительных ролей, каждая из какой-то своей предметной области. То есть у меня много разных мышлений, и я должен осознанно их как-то переключать, понимая, что я делаю в каждый конкретный момент. Вот актёров учат переключаться между ролями, и понимать где они должны играть строго по роли, а где можно импровизировать, в какую пьесу они в данный момент попали, и почему нельзя выдёргивать реплики из другой пьесы, которые разрушат всю игру. Стейкхолдерское мастерство — это про то же самое. Вы должны в осознанности держать два фокуса внимания. Один у вас надзиратель, а второй — это тот, кто мыслит «по роли». И они не сливаются, нам не нужен полностью перевоплотившийся актёр, который забыл, что он играет. Ибо в этот момент актёр перестаёт улучшать игру, а мыслитель перестаёт улучшать своё мышление. Если вот этого удержания двух фокусов внимания (надзорного и собственно деятельностного) нет, то плохое у вас мышление. Всегда должен быть тот, кто внутри вас надзирает за вашим мышлением.

Следующее требование к мышлению — это его рациональность. Рациональность означает что у меня современное, state-of-the-art понятие причинности в мышлении. То есть ссылки в результатах мышления на Господь бога не работают. Объяснение «Аллаху угодно» — это не мышление. Мы пользуемся понятием логического вывода, который сегодня вероятностный, причём байесовский. В основе мышления байесовская логика, а не чисто Аристотелевская логика, которую формализовали в начале 20-го века и тогда же показали, что формализованная, она не выдерживает никакой критики. С тех пор начали изобретать и находить вокруг самые разные дискретные или даже нечёткие логики, а при доведении этого процесса до современности выяснили ограниченность классической логики. Полноценное понимание этой вероятностной природы логики науки, байесовской рациональности случилось только в конце 20-го века, примерно с 1998 года по 2003 год, когда были опубликованы на эту тему книги и статьи E.T.Jaynes³⁷. Для меня важно чтобы мышление было рациональным, то есть присутствовал какой-то логический вывод, логические рассуждения, хотя «логический» тут может оказаться не той классической логикой, о которой вы сейчас думаете, слово «рациональность» претерпело в 21 веке очередные изменения.

³⁵ Системная осознанность, 5 апреля 2018, <https://ailev.livejournal.com/1417932.html>

³⁶ Системное лидерство и стейкхолдерское мастерство, 22 февраля 2018, <https://ailev.livejournal.com/1409122.html>

³⁷ Рациональное мышление и его логические основания, 7 ноября 2016, <http://ailev.livejournal.com/1311261.html>

Вопрос: *Если вы апеллируете к Канеману, у него же на пересечении быстрого реагирования и рационального находится подсознательное. Но это здесь в животном? Как мы рассматриваем в этом схемоиде то, что находится в интуиции?*

Ответ: У меня бессознательное, конечно, в рассмотрении участвовало (на принципиальной схеме киберличности). Если мы будем сейчас рассматривать его роль на схеме формальности спектра мышления, то мы закопаемся в связи между этими схемами. Так что, во-первых, бессознательное, конечно, учтено. Во-вторых, я только что говорил, что у нас единственный способ работать с тяжелым рассудочным мышлением — это его автоматизировать средствами самого мозга. Вы много-много раз проводите тяжёлое рассуждение по правилам логики, и у вас появляется соответствующая интуиция: ваша нейронная сетка научилась после нескольких десятков или сотен повторений быстро (хотя и с какой-то степенью ошибочности) проводить такие рассуждения, и результаты появляются практически мгновенно, только их нужно после этого сформулировать, а в особо важных случаях ещё и проверить. Это в разы и разы быстрее, чем каждый раз проводить рассуждение по правилам медленным мышлением.

Когда мы показываем схему спектра формальности мышления, мы рассказываем несколько разных сценариев.

Один из сценариев отвечает на уже задававшийся тут вопрос о том, что происходит со схемным мышлением в тот момент, когда в голове никаких схем ещё нет, и поэтому «компьютерного» классического мышления не может быть. Нет схемы, нет концептов, нет предметной области — значит нет мозга-компьютера, нет логического рассуждения. И тогда из интуиции я должен осознать какие-то концепты, создать схему и тем самым получить дисциплину. Движение начинается из бессознательной интуиции и идёт по схеме формальности мышления вправо, к рассудочным схемам.

А второй сценарий отвечает обучению, когда дисциплина есть, но мышление медленное, интуиций нет. Мы должны путём повторений добиться беглости/fluency в мышлении. После развития беглости в мышлении появляются интуиции. Например, как интуиции математика, который смотрит на сложные формулы и практически из интуиции, а не рассуждений говорит, что «это не будет иметь решения, но если тут подправить, то будет решение». Это как раз движение по спектру формальности мышления в сторону бессознательного из схем.

Вопрос: *Почему вы в данной модели рассматриваете именно рендеринг, то есть движение в обратную сторону? Я сейчас эпитеты опускаю — они смешные конечно, как «откат к животному».*

Ответ: Это не откат к животному. Мы движемся все равно в зоне человеческого. То есть если мы в середине спектра формальности мышления, то мы движемся

и вправо от него, и влево — в зависимости от потребности. Система быстрого реагирования по Канеману тоже человеческая, она вполне мыслительная, с ней все нормально. Но она реагирует один раз правильно другой раз нет, в этом и вся беда. Поэтому нам недостаточно работать в визуальной быстрой зоне спектра, только в интуитивной и гештальтной. Качественное мышление обязательно требует движения вправо, в формальность, и обязательно затем требует своего разгона до приемлемых скоростей.

Мнение: *Я поняла: то, что вы называете рендерингом, откатывается через симультанность.*

Ответ: Я говорю о множественности возможных путей движения в мышлении вправо и влево по спектру формальности в различных ситуациях. Мышление всегда связано с тем, что вы как-то двигаетесь по этому спектру, а не мыслите на каком-то одном предпочтительном уровне формальности. Кроме того, новация по сравнению с «системой 1» и «системой 2» Канемана в том, что эти системы выглядят как дискретные полюса. А тут мы говорим, что речь идёт о некоторой непрерывной растяжке, о некотором спектре: всегда есть в какой-то пропорции и обе эти системы, и то, что за пределами их чистых форм. Это и есть некоторая полянка для нашего рассуждения, эта диаграмма с её концептом спектра тоже «схемоид» в чистом виде.

Симультанность в сценографии — это одновременная установка на сцене декораций для разных мест действия³⁸. Как начальная метафора для спектра мышления, который представляет собой указание на разные места разворачивания мышления, показывает возможность перемещения действия мышления по разным местам на этом спектре это подойдёт, но я не думаю, что много людей знакомы с этим словом.

Вопрос: *В какой форме в этой модели возникают новые элементы для моделирования?*

Ответ: Новые элементы моделирования всегда выходят из животного хаоса. У меня будут ещё некоторые пояснения к этому тезису, когда я буду говорить о творчестве.

Вопрос: Получается, что мы эту схему рассматриваем как некую трёхмерную, когда каждый следующий шаг по ней влево — это откат для получения новых объектов, и дальше вправо переходим на новый виток приращения знания, нет?

Ответ: Этот схемоид, конечно, многомерный. Так, меня по одному техническому предмету можно считать технарём-ботаном, а по другому предмету я буду

³⁸ Симультаный, ая, ое (< фр. simultané одновременный < лат. simul в одно и то же время). Характерный для такого декорационного оформления спектакля в средневековом театре, при котором на сцене устанавливались одновременно (по прямой линии) все декорации, необходимые по ходу действия, https://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_fwords/53541

гуманитарием, хотя этот предмет может быть технический, но просто другой. Например, какая-нибудь там химия или физика, и радиотехника: я окажусь по этим предметам на схеме с разными профилями. Так что если говорить о людях, то можно говорить о многомерности в части предметных профилей. Если не о людях, а об устройстве мышления по одному предмету, то я могу предложить множество разных маршрутов по этой схеме для разных сценариев, которые участвуют в мышлении. Многие эти сценарии потребуют какой-то многомерности в показе их на этой схеме. И сценарий получения нового предмета (исследований, преодоления противоречий), и сценарий обучения уже имеющемуся предмету большого количества людей, и сценарий совмещения разных предметных знаний разных стейкхолдеров в ходе создания успешной инженерной системы, и сценарий какого-то общего исследования непонятных жизненных феноменов. И я делаю следующие утверждения: вот в середине спектра я новые объекты уже имею, хотя и могу их назвать по-другому, левее становится горячее, и мысли движутся быстрее, переходя на краю спектра в хаос. В левой части спектра внимание на концептах не держится, оно становится как у кошки, все концепты существенно пересекаются со всеми. А вот тут в правой части спектра я всё запомнил, и (поскольку уже и символами отдельные концепты обозначил), разве что на камне не высек: предметная область определена буквально строгими формулами. А если мне мало, то я сами эти формулы могу тоже формулами определить, сделать формальное же метаописание формульного языка, двинуться ещё больше вправо по спектру. Главное тут понимать, куда идёт движение и пользоваться преимуществами каждого положения на спектре формальности, равно как и осознавать все недостатки. Не нужно считать, что мышление должно быть неформальным, или формальным, или ещё каким-то. Суть его, суть получения нового знания, или применения имеющегося знания — это движение по уровням формальности. Рассуждения на одном уровне формальности составляют малую часть мышления.

Реплика: *Тогда не очень понятно представление визуального по сравнению с логическим. То, что вы называете рендерингом, откатом и возвращением к животному, оно ведь в принципе необходимо для вытаскивания каких-то новых объектов из животного состояния, чтоб возродиться потом в строгом логическом виде.*

Ответ: На первых порах любого мышления о новом — да, уход от символических формальных представлений к более иконическим, в том числе и чисто визуальным «натуралистическим» как раз и характеризует самое начальное состояние новой предметной области. Это очень ценно и важно, но по вселенскому времени всего хода мышления это будет примерно 5 минут, это стадия детского сада мысли. Предметно увидеть, унюхать, услышать, почувствовать какой-то образ — у которого нет ещё никакого названия, никакого символа, его обозначающего, а только воображение какого-то натурального, as is

фрагмента мира, фрагмента новой предметной области, с не очень ещё выделенными из фона ненужных деталей предметами. Это очень важно, очень хорошо, очень правильно. Но этот этап очень мимолётен. Много, много важнее то, что происходит после этого момента — когда уточняется, что это за новый концепт, насколько он важен, то есть полезен для предсказаний состояний предметов в данной предметной области, насколько непротиворечив он в использовании с уже известными концептами, насколько его моделирование трудно, насколько его легко объяснить другим людям (ибо мелькающие в голове гештальтные образы не очень-то и передашь в другие головы).

Вопрос: *Можно спросить не про много объектов, а как появляются новые онтики?*

Ответ: Но новые объекты — это и есть объекты новой онтики. Объект никогда не появляется в одиночку, потому что вы про одиночный объект ничего не можете сказать, кроме как про его отношения с другими объектами. Поэтому в новой предметной области появляется сначала довольно хаотичный набор множества объектов.

Вопрос: За счет чего? Есть какая-то феноменология? На уровне феномена что-то появляется?

Ответ: Когда мы размышляем, у нас в голове непрерывно работает «мокрая» нейронная сетка, при этом она сама по себе ещё и непрерывно генерирует шум, так что образы возникают причудливым образом пересекаются, ну примерно как во сне. Человек вроде как спит, а у него там в нейронной сетке всё движется, перетекает друг в друга, мигает. При этом у меня следующий же тезис будет про синестезийность мышления, так что мы не только про чисто визуальность тут говорим, этот порождающий шум в зоне неформального хаоса не чисто визуальный.

Мышление не визуально, а синестезийно

Синестезийность: все модальности, а не только визуальность

Мышление в его бессознательной части, которую мы наблюдать сознанием не можем, никак не можем с ним коммуницировать, оно амодально — оно не кодируется в доступной органам чувств форме. Оно ни визуальное, ни аудиальное, ни ольфакторное, никакое. Если и говорят о «предвосхищении», о шестом чувстве и чём-то таком, то обычно это оказывается слабыми проявлениями кинестетики, т.е. буквально ощущений в теле. Пространство

смыслов амодально, оно никак не кодируется в терминах органов чувств, органов восприятия мира.

Мышление, которое уже доступно сознанию, наблюдаемо, в его неформальной части спектра не визуальное, а синестезийное³⁹, то есть мыслительные образы в сознании являются не столько чисто визуальными, но одновременно кинестетическими, аудиальными и визуальными, и ещё являются символами и текстами (иногда такое представление в отличие от аудиального называют дигитальным, от «цифрового», digital), а кроме того они в голове выглядят и ощущаются как сценка в реальной жизни, так эти образы берутся ещё и на вкус, и на нюх. И ещё там участвует проприорецепция — ощущения позы своего тела. И из этой нейронной грязи синестезийного совместного восприятия «внутри головы», аналогичного внешнему «вовне головы» восприятию окружающего физического мира, и вылезают разные идеи, которые дальше отфильтровываются на их полезность и уместность, формализуются и становятся основой более формального рассудочного, логического мышления.

Вопрос: *Не понятно вот что: в результате отфильтровывания когда-то получается бред и фантазия, а когда-то не бред и фантазия. А что?*

Ответ: А когда-то получается ракета, которая долетает до Марса с первого раза.

Вопрос: *Вот, а в чем разница, когда из синестезийного хаоса получается бред и фантазия, а когда ракета, которая долетает до Марса с первого раза?*

Ответ: Разница обычно в том, что мы описание нескольких аспектов мира можем из невнятных синестезийных образов левой неформальной части спектра продвинуть довольно далеко в формальную область спектра, причём так, чтобы эти онтики там как-то формально непротиворечиво сошлись. И тогда мы сможем из этих нескольких разных описаний формально, то есть без противоречий и логических ошибок собрать более полное и точное, легко проверяемое и безошибочное описание интересующего нас кусочка мира.

Нептолемеевская модель мышления: мышление промеж людей, а не в голове одного человека

Реплика: *Мне кажется, будет важно если ты скажешь, что это коллективный процесс.*

Ответ: Коллективный, часто многолетний процесс. И в этом мыслящем коллективе участвуют ещё и умершие люди, работает память, используется накопленное знание. Мышление живёт не в людях, оно живёт промеж людей. У

³⁹ <https://ru.wikipedia.org/wiki/Синестезия>

меня нептолемеевская модель человека⁴⁰. Для меня это самый важный тезис, без него ничего не получается. Я мыслю в той мере, в какой я успел из культуры усвоить правила хорошего мышления — осознанно, или не осознанно. Я эти обрывки мышления, его кусочки, его составляющие, его приёмы, его материал откуда-то поглотил в предыдущие годы. Например, русский язык я точно не сам придумал, иначе не было бы способа обмениваться с вами идеями, которые получились лично у меня в мозгу. Без этого культурного наследия я не мыслю, потому что я тогда как Маугли, который вырос в лесу и разговаривать не умеет, я тогда по факту та самая кошечка-собачка — без умения говорить. Может, образы у меня при этом синестезийные будут и получше качеством, чем у волков, воспитывавших Маугли, но это не даст на выходе нормального мыслящего человека, он не только не сможет спроектировать ракету, летящую на Марс, но и не поймёт самой идеи такого полёта. Но поскольку меня другие люди научили самым разным более формальным чем визуальные образы знаниям, и это они делали и в личном общении, и через написанные ими книги, поскольку я с ними как носителями культуры общался и напивал свою нейронную сетку, то я вот и стал человек, а не тварь дрожащая. Как только я эту коллективность мышления понимаю, у меня всё в жизни налаживается. Но пока я думаю, что я один как енот, только очень умный сам по себе, то сразу всё с мышлением плохо. Вне культуры, вне общества, мышления нет. Мышление не в мозгу человека живёт, это движение по спектру мышления совсем необязательно делает одинокий мозг, и оно необязательно проходит за минуты.

Реплика: *Значит акты мышления становятся относительными, вы считаете их этапами мышления как диалога с кем-то.*

Ответ: Видите на схеме личности экзокортекс? Я нарисовал на бумажке (которая и есть этот экзокортекс, внешняя компонента мозга) какую-то схему. Когда я начинаю разговаривать как бы с этой схемой, задавая к ней вопросы и проверяя на этой схеме ответы, то я вроде как разговариваю с самим собой, который 5 минут назад рисовал эту схему. То есть я считаю, что мышление имеет диалоговую природу даже в режиме диалога с самим собой! Это уже общение уже содержит акты коммуникации, потому что мне надо этот хаос моего же собственного личного мыслительного образного действия каким-то образом замораживать, чтобы иметь возможность его обсудить, обдумать, не забыть в ходе длинного рассуждения.

Я сейчас даже не про визуальное мышление, мы только ещё будем обсуждать природу визуальности. Тезис мой пока про синестезийное мышление, но ваши комментарии и вопросы показывают, что мы про то, что такое мышление ещё не договорились — про все эти «интеллект», «ум», «разум», «сознание». Так что

⁴⁰ Птолемеевская модель человека, 2 декабря 2017, <https://ailev.livejournal.com/1390574.html>

мы закончили разбираться с некоторыми минимальными предпосылками о мышлении, которые потребуются для понимания тезисов про собственно визуальное мышление. Я просто до сих пор предъявлял основания для своих тезисов.

Итак, мой тезис в том, что мышление в его коммуникации проявляет себя как кинестетическое, визуальное, аудиальное, ольфакторное и густаторное, плюс ещё и дигитальное. При этом по факту я ввожу несколько разных мышлений — для аудитории, подчёркивающей именно визуальное мышление, я это считаю достаточно жёстким заявлением, на каждом из них какая-то часть «визуальной» аудитории должна подпрыгнуть.

Аудиальное мышление и развёртка во времени

И только аудиальное мышление разворачивается во времени. Есть работы композитора Мартынова⁴¹, он много времени уделяет аудиальному мышлению как разворачивающемуся во времени в противовес визуальному или даже кинестетическому мышлению, которое мгновенно. Ещё один пример — это кинестетическое/телесное мышление⁴².

Мой тезис в том, что только аудиальное, последовательное мышление соответствует медленному, рассудочному мышлению по Канеману — речь идёт о последовательности рассуждений, логическому выводу/inference. Рассуждение не непрерывная операция, логика в её применении требует последовательных шагов. И это несмотря на то, что наши мозги приспособлены для видеообработки, параллельной одномоментной.

Для того, чтобы научиться логическому пошаговому мышлению, нужно предпринимать специальный тренинг следования каким-то цепочкам образом в синестезийном, неаудиальном мышлении.

А ещё язык у нас аудиальный, фонемы связной речи появляются у нас в голове после последовательного их предъявления, и нужно как-то собирать смысл из давно начавшегося высказывания — не забывать то, что сказано в начале предложения ближе к концу предложения, в том числе не забывать то, что сказано в начале текста ближе к концу текста. И тут оказывается, что естественный язык устроен иерархически, в нём есть скрытое измерение — глубина — которая сближает дальние кусочки высказывания, и это сильно

⁴¹ Лекция Владимира Мартынова «Музыка и письмо» — <http://www.polit.ru/article/2007/10/05/martynov/>, её крайне важно знать всем, кто занимается «визуализациями» и «нотациями».

⁴² Телесное/кинестетическое мышление, чтение и письмо, 13 апреля 2018, <https://ailev.livejournal.com/1420361.html>. Движение как воспроизведение телесных ощущений, 25 апреля 2018, <https://ailev.livejournal.com/1423597.html>. Это часть цепочки текстов «Системный фитнес», <https://ailev.livejournal.com/1429126.html>

отличает его от многих формальных языков. Некоторые метрики выполняются только на естественном языке, то есть естественный язык обладает некоторыми особенными свойствами для мышления. При интериоризации, погружении текста в память, естественный язык позволяет через какие-то уровни абстракции, через глубину, через какие-то иерархии сближать очень дальние кусочки высказываний⁴³.

Когда мы слышим какую-то чужую мысль, то мы не дожидаемся пока длинное рассуждение перебором дойдёт до конца последовательности. Нет, это коммуникация мысли последовательна, а вот после попадания в голову мышление дальше идёт иерархически — отдалённые места цепочки символов или фонем в голове проходят буквально несколько связей через какие-то уровни абстракции, а не пробегают какое-то огромное количество связей между далёкими буквами или фонемами в последовательности. Это означает, что текст не так просто устроен, его нельзя считать в мышлении чисто последовательным, в том числе формальные текстовые языки (например, языки программирования) в мышлении оказываются не так просто устроены, и к ним надо относиться в этом плане серьезней: не говорить, что они совсем уж там без глубины, и что только визуальное имеет глубину и быструю сопоставимость между собой разных частей изображённого. Нет, в текстах тоже так, только нужно рассматривать не чистую ситуацию коммуникации, но и ситуации мышления над сообщённым.

Вопрос: *То есть ты хочешь сказать, что иерархия — это не обязательно визуальность? Это не визуальная схема?*

Ответ: Да, я именно это и хочу сказать. Обычная речь в этом плане тоже вполне может быть схематична, в ней тоже присутствует иерархичность — хотя она не видна в коммуникации, но хорошо заметна при обработке мозгом сообщённого в коммуникации. Речь на естественном языке обладает невидимой в плане предъявления иерархической глубиной. И невидимость эта просто в меру того, что мы эту глубину не моделировали пока.

Вопрос: *Глубина это же из визуального языка?*

Ответ: Глубина может быть и из кинестетического языка. Я вот что говорю: ты *видишь* вроде как текст, то есть цепочку символов или фонем, *видишь визуально*. А когда эта цепочка вползает в мозг, то она разворачивается в некоторую абсолютно другую коннективистскую конструкцию. И этот текст перестаёт быть организован «цепочечно», он перестаёт быть тем текстом, который ты видел (ну, или слышал) при его прочтении/прослушивании.

Например, ты программист и смотришь на текст программы на языке программирования: там ничего визуального нет, это плоская структура текста,

⁴³ Глубина (скрытое измерение) в языке, 27 июня 2018, <https://ailev.livejournal.com/1274014.html>

последовательность символов. Не-программистам кажется, что она ужасна, непонятна. Но когда этот текст на языке программирования читается программистом, и он загружается программисту в голову, то он перестаёт иметь эту цепочечную структуру — он разворачивается в совершенно другое представление, его внешняя форма последовательности графических символов буква алфавита исчезает, и с этого момента её не нужно даже вспоминать, к мышлению она уже не имеет отношения, она прошла как момент в коммуникации, и всё.

Реплика: *Я же могу с тобой поспорить, хотя не хочу. Программисты же работают по схеме, т.е. схеме языка, которая есть у программиста. Он текст программы только в неё укладывает. И это такие знаки, в которых есть определённая иерархия.*

Ответ: Нет, это примитивное понимание, как работает программист, и я ровно против этого тезиса сейчас говорю. В тот момент, когда текст с экрана компьютера попадает в голову (не в компьютер, а в голову, в нейронную сетку), его структура в коннективистском представлении становится абсолютно другая. Текст обычного языка, попадая в голову, полностью меняет свою структуру.

Вопрос: *Структуру чего меняет текст: мозга или нейронной сетки?*

Ответ: Структуру представления/representation текста. Текст становится представлен совершенно по-другому, не как привычный во внешнем представлении текст.

Вопрос: *мозг переводит?*

Ответ: У текста, развёрнутого в мозгу, появляются неожиданные свойства, и я указываю сейчас на простейшее из этих неожиданных свойств.

Предположим, у тебя 50млн. строк текста. Это означает, что если бы у меня был такой текст, то я ввожу его последовательно по буквам в голову, как бы «читаю». Но вот после того как я его весь прочёл, то у меня первая буква и последняя буква оказываются не на расстоянии 50млн. строк! Они каким-то чудесным образом иерархичны, я легко могу сопоставить первую и последнюю строчку текста — несмотря на то, что при чтении они находились очень далеко друг от друга, в разных томах.

Многомерное пространство смысла

Реплика: *И.А.Мельчук говорит о том, что единица языка является не текст, не буква, не предложение, а некая конструкция, в которой собственно существует смысл. И он эту конструкцию рисует.*

Ответ: «Он рисует», да. К этому сегодня все научные исследования приходят: существует некоторое пространство смысла, оно многомерное, и в этом

пространстве смысла и разворачиваются прочитанные тексты и прочие последовательные и невизуальные структуры, равно как и визуальные.

Реплика: *Он в пятидесятые годы был таким и евангелистом или там начинателем компьютерных переводчиков, потому что собственно за счёт вот такой конструкции помог переводом не буквальным, каждого слова. А переводом конструкции смысла, большого.*

Ответ: Но эта идея работает и на других уровнях языка: смысл выражается словами и при этом неплохо выражается их совокупностью — неплохо переводить не пословно, но и пофразно. А самые бешеные предложили переводить послогово, ибо слоги тоже ведь выражают тот самый смысл, который выражают высказывания на языке. И оказалось, что так переводить можно, хотя количество вычисления для слогов больше — но качество перевода поднялось. А можно ли искать этот большой смысл на уровне букв? Оказывается, смысл закреплён даже за буквами языка, и качество перевода опять поднялось: смысл отражается не только фразами, не только словами, не только слогами, но и отдельными буквами в словах! Каждая отдельная буква слова на исходном языке оказывается через смысл связана с каждой отдельной буквой слова на целевом языке в переводе!

Реплика: *Ты меня пугаешь!*

Ответ: Я не пугаю. За последние три года научная лингвистика выкинула на помойку значительное количество наработанного за последнюю сотню лет материала. И после выкидывания этого материала, в том числе основанного на разбирательствах со всякими грамматиками языка, качество машинного перевода значительно поднялось. Почему мы не видим этого качественного машинного перевода сейчас? По чисто экономическим соображениям. Для некоторых классов текстов машинный перевод, демонстрируемый сейчас в лабораториях, уже сравним с человеческим. Но для обслуживания 1млрд. человек, которые хотят этого перевода, его просто очень дорого выкатить на сервера для бесплатного пользования вот прямо сейчас. Но года через три выходит новое поколение аппаратуры, а ещё немножечко ускорят алгоритмы, и этот машинный качественный перевод будет доступен всем.

Когда меня спрашивают о том, откуда я взял свои модельки мышления и языка, то я ссылаюсь на принципы конструктивизма: если твоя теория верна, то ты должен продемонстрировать её на практике. И желательно не на человеке, ибо демонстрация на человеке не верим: вдруг для демонстрации подобрали особо талантливых людей? Демонстрировать нужно на компьютере, нужно объяснить компьютеру, что делать в соответствии с твоей теорией. И если уж модель языка будет хоть как-то верна, то компьютер с этой моделью языка, с этой теорией сможет сработать даже лучше, чем человек. И действительно, компьютеры сегодня со многими задачами начинают работать лучше, чем люди.

Моделирование и схематизация

Вопрос: *Объясните пожалуйста тезис: невидимое не моделировано.*

Ответ: Как сделать что-нибудь невидимое видимым? Скажем, мощность двигателя, или прибыль? Единственный способ это сделать — описать моделью. Модель может быть либо текстовая, например научная статья, а в ней ещё и графики можно привести. Или можно просто картинку нарисовать в качестве модели. В любом случае, эта модель поможет сделать невидимое в реальности видимым в представлении этой модели — например, в модели вы можете явно нарисовать иерархию, что трудно увидеть в реальности. В левой части спектра мышления все образы у вас неустойчивые, они как бы «мигают». Это мигание нужно как-то остановить, зафиксировать, как бы сделать фотографию. И затем вытащить это из умственных представлений во внешнее представление.

Другого способа сделать невидимое видимым нет. Как вы посмотрите на прибыль предприятия? Покажите мне её: она у вас в левом углу хранится, или в правом? Прибыль в реальности невидима, и единственный способ на неё посмотреть — это сделать финансовую модель, и уже на этой модели смотреть прибыль. А как видно мощность двигателя? Покажите мощность? Никак не видно, но вы можете сделать модельку — и показать, например, график мощности. Каждая картинка или каждый текст является описанием чего-то, то есть они представляют собой модель, и они делают невидимое видимым.

Без понятия моделирования (схематизации, программирования, онтологизирования) мы далеко с визуальным мышлением не двинемся. Поэтому я и ввожу прямое понятие моделирования и обратное ему понятие рендеринга. Из модели как представления самого важного из описываемого объекта нам нужно очень часто сделать обратный ход: представить по модели весь объект, включающий как его важные, так и не такие важные свойства.

Например, вот модель самоката, его чертёж. А мне нужно сделать по чертежу реальный самокат, железный. Вот это и есть рендеринг. И он бывает очень разный: иногда рендерится более подробное, чем модель, описание словами, иногда даже песней, а иногда самокат рендерится по его модели и вообще железкой. Моделью, кстати, может быть не только какая-то информация на носителе, может быть и натурная модель. У настоящего самолёта может быть и железная физическая модель самолёта, просто меньшего размера. Но из модели самолёта как описания (физической модели, или информационной, это неважно) я в какой-то момент захочу получить реальный самолёт. Бывают ведь такие случаи, когда не помогают никакие изображения, а работают только макеты. И тогда я делаю «демо моделирование», то есть рендеринг. Вот когда мейкер по своему файлу трёхмерной модели печатает свою поделку на 3D-принтере, это и есть рендеринг. Производство — это рендеринг.

Вопрос: *Я правильно понимаю, что вы под рендерингом понимаете не только возврат из формального логического в более в хаотическое восприятие, но и переход от модели к физическому миру?*

Ответ: Да, добавление неважных подробностей из реальности к модели — это и есть рендеринг. Более реалистичные цветные картинки фотографического качества из чёрно-белого графического эскиза, или скульптура в физическом мире из этого же чёрно-белого графического эскиза — это без разницы, это переход от более формального представления к менее формальному, с бОльшим числом деталей.

Модель как информация ведь представляется тоже физическим объектом. Так, любая картинка — это кусочки краски на бумаге или фильтрующие засветку пиксели экрана. Если вы помните, у меня было одно из требований к мышлению — это его адекватность, которую я определял как привязку всех рассуждений к объектам в физическом мире. Вот сейчас мы обсуждаем как раз адекватность: как от моделей «в уме» переходить к моделям в физическом мире и к моделируемым объектам в физическом мире.

Если всё время не отслеживать этой связи с физическим миром, то мы можем в какой-то момент начать беседовать об абстрактных не существующих в мире единорогах, и не заметить этого.

Телесное/кинестетическое мышление

Вопрос: *правильно ли сейчас я понимаю, что мышление не визуально? Ты говоришь, что оно более сложно?*

Ответ: Конечно, оно минимально синестезийно, то есть визуальность только часть его. Я могу мышление текстом вынимать из осознаваемого мной внутреннего системестетического представления, я могу последовательностью запахов его вынимать, я могу вынимать его движением тела, ощущениями-кинестетикой. Мышление ведь очень разное. Но, например, мышление о теле глупо переводить в большие тексты, мне мышление о теле легче передать самим телом, ощущениями в нём, кинестетикой. На курсе системного фитнеса в Школе системного менеджмента как раз преподают кинестетическое мышление, в отличие от визуального, учат им пользоваться «мимо визуального», это ведь для телесных практик важно — не визуализировать положения тела, а именно их ощущать. Проблемы телесности мышления у меня будут в докладе обсуждаться чуть позже, но раз уж зашла о них речь, то нужно подчеркнуть неприемлемость последовательного рассудочного мышления по-Канеману в случае работы с телом, например, танца. И картинку вы не сможете долго рассматривать. Вам нужно в мышлении прямо чувствовать, и немедленно переводить это мышление

в действие, за миллисекунды. В этом телесном мышлении тоже образы, но кинестетические образы.

Вопрос: *Но ты ведь с закрытыми глазами можешь видеть и воспроизводить нужное движение?*

Ответ: Как только ты начинаешь видеть закрытыми глазами и воспроизводить эти движения, то теряешь драгоценное время телесного действия на эти переходы между разными видами мышления. Музыка-то играет непрерывно. И в драке тоже нельзя что-то представлять себе визуальное, в драке это делать некогда. Поэтому в обучении телесным практикам, чтобы не тратить время на перевод из визуальных модальностей или рассудочного мышления в терминах, тебя переводят из в целом синестезийного мышления в преимущественно кинестетику. В уже упоминавшихся тут текстах по кинестетическому мышлению из цепочки «Системный фитнес» описано, как телесное мышление становится адекватным, то есть соответствует физическому миру, в том числе и телу как физическому объекту.

Это мышление о теле вполне может быть осознано в той мере, в которой оно не уходит из-под контроля твоего намерения, твоего сознания. Согласно теории сознания как схемы внимания⁴⁴, сознание может быть просто доступной модальному (органов чувств) восприятию схемой того, что происходит в амодальном бессознательном. Но если ты считаешь, что сознанию доступна именно визуальная схема, то ты тут же проиграл. У меня схема синестезийна, мне ничего не мешает говорить и о брайлевском языке⁴⁵, который воспринимается на ощупь, а не визуально, и не на слух. Для пользующихся шрифтом Брайля людей это не визуальные символы, а тактильные.

Модельные представления вовне головы

Реплика: *Для меня важнее, что он схемный, а не визуальный.*

Ответ: Схема (она ведь и есть модель) не всегда визуальна, ибо мышление синестезийно. Когда мы эту синестезию вытягиваем из мозга в визуальную сторону и называем визуальным мышлением или кинестетическую сторону и называем телесным мышлением, это уже наш произвольный выбор. А некоторые люди тянут в аудиальную сторону, у них мышление «рассказывается», получают тексты. При этом у этих аудиальщиков особое свойство появляется, потому что аудиальная есть развертка во времени, и ты можешь показать последовательность шагов мышления. Если ты начнёшь последовательность показывать в картинке, то это тоже можно, но в пределах ты все равно получишь

⁴⁴ Теория сознания как схемы внимания — attention schema theory, 9 июня 2015, <https://ailev.livejournal.com/1193568.html>

⁴⁵ https://ru.wikipedia.org/wiki/Шрифт_Брайля

письменный текст как последовательный набор иконок-картинок. Текст ведь из знаков-символов (мы их не различаем, принципиально!) начинается, то есть текст начинается с картинок. Я подчёркиваю тут, что текст «письменный», потому как по современным воззрениям текстом может быть объявлено что угодно, что содержит в себе какие-то паттерны/узоры/шаблоны. Но мы пока концентрируемся на письменном тексте, графических письменных знаках.

И дальше в своей лекции (ну, не совсем лекции: мой знакомый китаец говорил, что лекция интересна не той частью, где я как магнитофон говорю, а той частью, где я на вопросы отвечаю) я сошлюсь на тезис, что всё находящееся внутри мозга в сознании представлено примерно так же, как вовне: представление мышления ровно таково, каково представление окружающего мира. Вы не можете себе вообразить ничего такого, что не представимо вашими имеющимися органами чувств. Большой кусок онтологической дискуссии и того, как сейчас это моделируется, я тут опускаю — но посмотрите тексты про архитектуры Inside Out в Deep Learning⁴⁶ — и ещё это запутывается существованием ветки обсуждения эволюции как открывающей не структуру реальности, а структуру функции выживания. Об этом любит говорить профессор Хоффман⁴⁷. Но это уже другой уровень рассмотрения, онтологический. Нас же интересует пока только то, как всё это выражать: всё, что происходит у вас в мозгах, оно происходит ровно в той мере, которое оно происходит в окружающем мире, вы не можете себе вообразить ничего того, чего органы чувств не могли бы почувствовать. То есть вы либо ощущение в теле сможете вообразить, либо то, что вы что-то видите, либо то, что вы слышите, либо синестезийно всё вместе. И это важный тезис. Мышление нам становится доступным не в каких-то неведомых формах, а в абсолютно ведомых — оно происходит в терминах органов наших чувств, с возможным абстрагированием каких-то деталей и комбинированием этих представлений с целью коммуникации.

Так что не всё, что есть внутри мышления, внутри работающего мозга, можно выразить на каких-то языках, потому что в тот момент, когда мы пытаемся выразить это телом-жестами, языком нашей речи, письмом, нам надо обратить внимание на что-то самое в этом мышлении важное — и как-то побороть синестезийность, которая обычно плохо выражима. Ведь внутри мозга такая же богатая на ощущения жизнь, как и снаружи, в окружающей действительности.

⁴⁶ The Emergence of Inside Out Architectures in Deep Learning, 17 июня 2018, <https://medium.com/intuitionmachine/controlled-hallucinations-in-deep-learning-architecture-fd617150d677>. Полезно будет посмотреть и предыдущую статью, Ego-motion in Self-Aware Deep Learning, 16 июня 2018, <https://medium.com/intuitionmachine/ego-motion-in-self-aware-deep-learning-91457213cfc4>.

⁴⁷ Профессор Дональд Хоффман против реальности, 20 ноября 2017, <http://fastsaltimes.com/sections/persona/671.html>

Вот я гляжу в окно, и не знаю, как вам описать происходящее за этим окном: там ведь бесчисленное количество деталей. Можно бесконечно описывать видимое через форточку. Вы читали «Дзен, или искусство ухода за мотоциклом»⁴⁸? Там есть пример, как люди учились писать длинные тексты на десятки страниц — просто описывая двухцентовую монету, описывая всё больше и больше подробностей этой монеты, каждую щербинку на её поверхности. У нас есть барьер между «богатой моделью» мира в мозге и окружающим миром, и этот барьер преодолевается небогатыми моделями, которые сообщают какие-то отдельные важные черты окружающего мира или наоборот, внутреннего мира. Я не могу как воспринять из окружающего мира его однозначную визуальную или аудиальную суть, так и воспринять из внутреннего мира его подобную легко выражаемую в языке суть. Поэтому «мысль изречённая есть ложь», после необходимого сжатия информации хоть внутреннего, хоть внешнего мира, то есть после моделирования, после перехода к более формальной части спектра мышления, перехода к понятиям, а не синкретичному и гештальтному восприятию мира во всех его деталях, от этого внутреннего или внешнего мира остаётся немного — порождённая словесная или визуальная модель будет заведомо бедней информацией, чем оригинал.

Для передачи какой-то информации по поводу внутреннего или внешнего мира нужно меткое внимание: нужно выделить объекты, и уже передавать важные понятия об этих объектах, как-то эти важные понятия обозначая знаками-символами.

Традиционно знак и символ различаются так: знак это махонькая деталька модельки, а символ — это почти полноценная «совсем неформальная» модель (моделоид, как «схемоид»), к нему примысливаемая. Но сейчас приходят к выводу, что это одно и то же: по совокупности самых разных подвижек в знании. Так что мы не будем различать знаки и символы (и поэтому иногда пишем «знак», иногда «символ», иногда «знак-символ» — это всё для нас одно и то же).

Берём пространство смыслов, обозначаем чем-то (знаком-символом) тамошние места. Понятно, что разные стейкхолдеры одним знаком-символом совершенно разные вещи в этом пространстве смыслов обозначают. Кто-то пишет "З" и для него это "Земля" и даже "вся ойкумена", а для другого "звук З" — сколько стейкхолдеров, столько разных интерпретаций одного и того же знака-символа.

Про "знаки/буквы как нагруженные множеством значений символы" нужно смотреть на работу Adnrey Karpathy, The Unreasonable Effectiveness of Recurrent Neural Networks⁴⁹. Эта работа вышла всего три года назад, но этот текст

⁴⁸ https://ru.wikipedia.org/wiki/Дзен_и_искусство_ухода_за_мотоциклом

⁴⁹ The Unreasonable Effectiveness of Recurrent Neural Networks, 21 мая 2015, <http://karpathy.github.io/2015/05/21/rnn-effectiveness/>

перевернул массовые представление о знаках (до этого текста про тождественность символов и знаков знало не очень много людей, а после этого текста — десятки тысяч, а может, и сотни тысяч человек). Оказывается, смыслы вполне навялены и на знаки, а не только на слова или фразы. Кто бы мог подумать! После этого текста появились модели познакового перевода — и качество перевода выросло, ибо смысл начал вытягиваться и из знаков тоже. Современная философия языка уже понятно, что идёт мимо грамматик, она следует по факту подтвердившейся гипотезе Firth про то, что значения слов определяются их языковым окружением, а не ими самими. Это идея распределённой семантики⁵⁰, идея 1957 года, за год до моего рождения — 61 лет этой идее, и все эти идеи полностью применимы к картиночному письму и даже телесным позам с их мышечными ощущениями, ибо разница между знаками и символами оказывается отсутствующей.

Вам никогда детки не пересказывали мультфильмы? Подробно? «Вот он — вжух, а она его бдысь!» — вот так текстом передается содержание разворачивающейся во времени экранной картинки. И ведь там у говорящего ещё есть и ощущения, все эти «вжух» и «бдысь» как раз оттуда, от ощущений идут, а не от чистой визуальности. Они вытаскиваются в речь из синестезийного восприятия ситуации, а не из чисто визуальной модальности.

Итого: и внешний мир, и его представления в голове синестезийны, и нам поэтому приходится всё время менять модальности как их восприятия-моделирования, так и модальности порождения/генерирования-рендеринга.

Дальше обсудим память, восприятие, воображение, многоуровневое сжатие внешней информации — как влияет на них использование именно «картинок», классических «визуализаций» по сравнению с любыми другими знаками-символами, ассоциируемыми с просто текстами? Это мы опять касаемся ответа на вопрос «что такое мышление».

Любое состояние мышления об объектах, которое мы берём для рассмотрения — это рассмотрение априорного смысла имеющихся в мышлении объектов. Это байесовские priors, они просто говорят о том, что какие-то места в пространстве смыслов важны, и мы что-то знаем об этих местах в пространстве ещё до уточнений, мысленных и физических экспериментов. Есть какие-то объекты, есть какие-то между ними отношения, мы ожидаем теперь прохождения каких-то рассуждений, тактов мышления (которые могут включать в себя и проведение экспериментов в физическом мире).

Любое описание мира, которое мы берём данный момент и которое и есть наше мышление о мире, это некоторые байесовские priors, это то что мы знаем

⁵⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Distributional_semantics

априори о ситуации. Это некоторые вероятности, что эти объекты важны, у них есть некоторые отношения с другими объектами, и мы ожидаем, что будут произведены какие-то такты мышления, логического/статистического/байесовского вывода, и мы чуть-чуть подвинем значение вот этих вот вероятностей⁵¹.

Вот при обсуждении визуальности или аудиальности мышления и потребуется разбирательство с составляющими мышления: памятью, вниманием, многоуровневым сжатием информации. Именно так обсуждается мышление в работах по искусственному интеллекту, машинному обучению, глубокому обучению. Ибо при обсуждении мышления уже мало делать предположения о том, как оно устроено у людей. Можно уже отмоделировать те или иные аспекты мышления на коннективистском компьютере (то есть с использованием, например, нейросетей в составе когнитивной архитектуры) и посмотреть, что получилось. Так сегодня и делают — и при этом компьютерном коннективистском моделировании, конечно, вынужденно используют все те же самые слова, которые раньше люди использовали для моделирования человеческого мышления. И с этими словами получается неплохо! Результаты становятся всё интересней и интересней, и они сравнимы с результатами, получаемыми на людях!

Текст как удобная форма выражения для синестезийных представлений

Из всей синестезии я выделяю написанный буквами текст, и он уникален тем, что он аудиальный-последовательный (его можно озвучивать, читать) и визуальный (на него можно смотреть и охватить его взглядом), причём одновременно. Для меня вот это важный момент.

Текст одновременно и развертка во времени (ибо я читаю посимвольно), и какая-то схема, которую можно воспринимать одновременно, одномоментно без развёртки во времени. Текст по факту универсальный в этом плане, особенно если вы бегло воспринимаете тексты визуально, а не всегда читаете тексты по складам.

Опытные программисты (в том числе и у меня была когда-то такая способность), когда им даешь большую распечатку программы, просто «видят» ошибку в тексте. Вот я беру бумажную толстую распечатку, или даже когда-то они рулонами были бумажными, открываю её и сразу говорю: «вот ошибка, она видна». Она же буквально «бросалась в глаза», как и грамматические ошибки

⁵¹ Про современную логику науки как байесовскую логику уже приводилась ссылка на работы E.T.Jaynes, <http://ailev.livejournal.com/1311261.html>

бросаются в глаза корректорам. Эта способность у всех появляется, кто долго и много работает с текстами: в тексте видны смысловые структуры, а не просто «последовательности знаков».

Анатолий Кушниренко говорил: «Это же великое чудо: ты смотришь на программу, и ты понимаешь, как программа выполняется последовательно. В ней есть ветвления, у программы очень запутанный маршрут выполнения, отражаемый текстом. Ты можешь глазами отследить по тексту программы сложный сценарий выполнения программы, разворачивающийся во времени. И одновременно теми же глазами ты видишь не сценарий, а просто картинку, и как бы все эти варианты сценария здесь и сейчас, не разворачивающиеся во времени, а уже как данные тебе». Это важная была штука для императивного программирования, а также для планирования деятельности, то есть для моделирования любой деятельности текстами: эти тексты с одной стороны представляются последовательностью символов, а с другой стороны — они гештальтны, и вы можете увидеть в них фокусы внимания, и прочие синестезийные образы. Так что то, что нетренированные люди видят в картинке, тренированные люди вполне видят в якобы последовательно разворачивающемся тексте. Конечно, это требует некоторого времени для обучения такой работе с текстом, но это любая культура, любая мыслительная дисциплина требует времени для обучения. Без обучения будет только дикарство, а мы тут не Маугли обсуждаем и не детей из детского сада с букварями-с-картинками. Мы тут обсуждаем профессиональных мыслителей, мы обсуждаем то, как сделать жизнь этих мыслителей легче.

Тезис про то, что с текстами из последовательностей символов вполне работают все алгоритмы обработки визуальной информации, вполне подтверждается экспериментами в deep learning. Некоторое время назад считалось, что тексты нужно обрабатывать алгоритмами на рекуррентных (recurrent) нейронных сетях, ибо там цепочки символов. А вот картинки нужно обрабатывать свёрточными (convolution) сетями (ну, или капсульными/capsule сетями, если считать, что мы хотим как-то уйти от известных проблем визуальной обработки свёрточными сетями). Поэтому тексты обрабатывали, заводят фактически по нейронной сетке на каждую фонему, на каждую букву (это описано в уже упоминавшейся тут работе Andrew Karpathy⁵²). Конечно, это задавало огромные требования к вычислительным ресурсам и памяти. Но последние исследования показали, что последовательности вполне можно обрабатывать свёрточными нейронными сетями⁵³. И это приводит к в разы более быстрому обучению и выводу (inference), чем при использовании рекуррентных сетей.

⁵² <http://karpathy.github.io/2015/05/21/rnn-effectiveness/>

⁵³ The fall of RNN / LSTM, 13 апреля 2018, <https://towardsdatascience.com/the-fall-of-rnn-lstm-2d1594c74ce0>

Визуальное и аудиальное оказываются ближе друг другу, чем вначале может показаться. К последовательностям, к текстам вы вполне можете применять более или менее визуальные способы обработки информации. На глубинном уровне у нас ведь нет последовательных во времени аудиальных или плоских или даже объёмных гештальтных визуальных представлений. Нет, у нас есть коннективистское синестезийное представление информации, и мышление идёт на более глубоком уровне, чем работа в конкретных модальностях. Мышление синестезийно.

Вопрос: *Мы же недавно начали визуализировать аудиальную информацию, но нотная грамота придумана в 14 веке, это и есть визуализация аудио.*

Ответ: Эксперименты ведутся до сих пор каким образом лучше графически представлять музыкальную информацию, и в этом вопросе много нюансов. Ноты писали и буквами, и на нотном стане, и в близком к «натуральному» виду фортепианной клавиатуры piano roll в компьютерных программах. Джазисты до сих пор пользуются буквенной нотацией со ступенями, ибо для джазиста важна гармония, а не абсолютный тон звука. Всем в нотной записи нужно разное, вот и процветают самые разные формы этой записи.

Реплика: *Аудиальное последовательно. Знаковая система, которая исполняется музыкальным инструментом. Раньше эти последовательности слышали только ухом. Получилось в 14-м веке замещение звуков графическими изображениями в виде знаков, хотя раньше звуки и знаки как бы существовали отдельно одни от других. Я бы задал вопрос. Не является замещение знаковыми графическими средствами того, что можно услышать ухом следствием некой эволюции?*

Ответ: Нет. Первое что надо обсуждать, а как вообще внутри разворачивается музыка, в её синестезийности, как это связано с музыкальными способностями. Некоторые люди способны воспроизвести мелодию, некоторые не способны её воспроизвести. Оказывается, у тех людей, у которых во время пения во время прослушивания возникает в голове что-то типа звуковысотного графика, они оказываются с музыкальными способностями. У которых нет этого по факту визуального звуковысотного графика в голове, у которых аудиальная модальность сразу замещается кинестетикой, то они не способны запомнить мелодию. И это ещё более общая закономерность, распространяемая даже на танцы (вот тут Фёдор Недотко обсуждает, что если звуки высокие, то танцоры танцуют «вверх», а если низкие, то центр танца перемещается ближе к земле — https://vk.com/video15255340_456239834). А вот обсуждение внутреннего диалога в связи с синестезией, в том числе понятий вербального и невербального в семиотике — <https://ailev.livejournal.com/88884.html>, это ещё 2003 год.

А дальше мой тезис о качественном скачке при переходе к символьному, текстовому отображению (и он более подробно разбирается для случая музыки

Владимиром Мартыновым в уже упоминавшейся лекции «Музыка и письмо»⁵⁴): если бы мы теперь брали вот, этот аудио-высотный график, как сначала и пробовали записывать мелодии, то никакого развития музыки не было бы. Нельзя было бы просто сравнивать мелодии, просто указывать на место в мелодии, обсуждать части мелодии.

Как только ты начинаешь записывать текстом — всё становится чудесно. Но не слишком чудесно, когда ты начинаешь записывать пятью линейками, и уж совсем плохо, когда ты начинаешь натуралистично записывать piano roll.



Плохо с выделением объектов, транспонированием, обобщениями-генерализациями. Джазисты перешли к буквенной нотации, для них абстрагирование от тональности было важно. А когда начали учить наоборот, не транспонированию, а абсолютному слуху, то для каждой ноты пришлось дать собственное имя, а не варианты типа «си бемоль» (хроморяд Сергея Белецкого⁵⁵).

Вопрос: *Значок — это же не кинестетическое явление?*

⁵⁴ <http://www.polit.ru/article/2007/10/05/martynov/>

⁵⁵ См. пункт 2 в моём тексте 2011 года про знаковое выражение мелодий: <https://ailev.livejournal.com/944960.html>

У нотной записи с пятью линейками был изобретатель, который просто придумал, что есть звуки, у которых названия нет, а как бы есть ссылка на соседей в виде знаков альтерации — все эти си-бемоли. Вот убрали альтерацию, и сразу с абсолютным слухом стало всё налаживаться (это я про хроморяд Белецкого). Поэтому в области музыки там настолько все не оптимально, настолько все исторически определено, что легко потеряться. Ну, и эти рассуждения про знаки и музыку ещё и полностью бесполезная штука, потому что музыка успела за последние несколько лет поменяться полностью, эпоха композиторов прошла полностью, об этом любит рассуждать тот же Мартынов.

Сейчас диджеи работают прямо со сложными сэмплами, а не отдельными звуками. Фактически никто музыку не сочиняет как раньше — нотами, это бессмысленное сегодня дело. Поэтому я рад этим до сих пор восхищающимся нотной записью людям, потому что для меня это как музейная «этническая деревня», где прямо сегодня школьникам демонстрируют, как муку затирают каменными жерновами. И, конечно, некоторые люди согласны работать в музее, и радостно там демонстрируют древние ремёсла: ручной помол муки, удобную запись нот перьевой ручкой на пяти линейках. Но есть ещё и фронтир, который нужно обсуждать. Но какой там фронтир, когда в этих музеях этноса сидят люди, которые искренне считают, что хранят тот огонь, который еще Прометей принес. И только музейное и обсуждаем, до современности никогда руки не доходят. Главный предмет история, а не текущее состояние. Нет, я бы обсуждал сегодня только сегодняшний день, а не исторические примеры. Исторические примеры тут бесполезны.

Вопрос: *А можно попросить развернуть тезис противопоставления визуального и синестезийного?*

Ответ: Визуальное представление мира — это маленькая часть синестезийного представления. Синестезия определяется как возможность почувствовать, например, синюю кислоту у буквы, а у жёлтого предмета услышать призыв. Это несколько невообразимо, но это и есть синестезия: спаянность всех модальностей восприятия мира, как внутреннего, так и внешнего.

Необходимость документирования синестезийных образов в экзокортексе

Вопрос: *Мы говорим, что мышление синестезийно, что это некий процесс, отвечающий вашим критериям осознанности, адекватности, рациональности и абстрактности. Тогда какой смысл вообще сравнивать или давать приоритет средствам выражения этого мышления? Какая разница? Визуально это будет или аудиально это будет?*

Ответ: Мышление мимолётно, и это проблема. Когда-то я гордился, что придумал теорию заклинаний. Потому что все известные мне описания заклинаний, включая данные Роджером Желязны (его фэнтези считаются энциклопедией западных представлений о заклинаниях), сводятся к тому, что вы должны напрячься, сосредоточиться, и страстно чего-то захотеть — чтобы ваше намерение было воспринято какой-то внешней всеведущей и всемогущей силой. Но тут есть проблема в мимолётности внутренних проявлений намерения, мимолётности моего мышления. Предположим, что я всевышняя сущность, и я пытаюсь понять: чего он хочет там внутри его мятущегося мозга, в котором одновременно идут множество разных кино? Да, он страстно желает чего-то — но какой момент состояния его мозгов принять за момент того, чего он хочет? Мыслеобразы (синестезийные! Не только «картинки перед внутренним взором»!) растут из хаоса, они всё время шевелятся, их не остановишь — а когда остановили, как дать сигнал, что это «вот оно, вот это исполняй»? Что это не репетиция и проба, а само исполнение?

Выход тут есть: нужно просто подать какой-то знак, хорошо различимый из физического мира, привязать внутреннюю реальность ко внешней. В тот момент, когда ты страстно чего-то желаешь, и это уже не тренировка, а запрос на исполнение, надо этому всемогущему существу подать не внутри головы, в вовне, в физическом мире, условный знак. Нужно восстановить адекватность, связать мышление и внешний мир. Ну, например, написать на бумажке заклинание, затем скомкать бумажку и сжечь её. Любой ритуал, но его нужно выполнить не столько внутри головы, сколько внутри и снаружи. Например, я сосредотачиваюсь, и как только я понимаю, что удалось настроиться, я хотя бы щелкаю пальцем, чтобы указать момент во времени, когда нужно сделать снимок моего мозга на предмет обнаружения моих желаний.

Мой тезис в том, что если я думаю, то мне очень трудно думать внутри моей головы, потому что у меня там кисель. Поэтому первое, что нужно сделать для усиления собственного мышления, это вынуть мысли на бумажку и думать уже над бумажкой. Я же не грандмастер-гроссмейстер, чтобы играть в голове в шахматы! Нет, я думаю над доской, разглядывая её. То есть мышление резко усиливается в коммуникации, и первый же разговор, который я веду — это разговор с самим собой пятиминутной давности, и желательно с остановленным мной пятиминутной давности, который не мигает разными появляющимися из мыслительного образного киселя отдельными мыслями, а что-то демонстрирует более стабильное в мышлении — то есть мне нужна ещё и память, желательно не только внутренняя, но и внешняя, стабильная, независимая от меня, и с меньшей вероятностью измениться во времени, в том числе забыться.

Мне коммуникация и связанная с ней память в мышлении крайне важны. Как только у меня появляется память, остановленное состояние мышления, то в этот

момент мне нужна ещё и коммуникация, чтобы иметь доступ к этой памяти из текущего рабочего процесса мышления. А поскольку памяти становится много — я ж запоминаю много самых разных промежуточных или даже конечных состояний своего мышления — мне нужно ещё и внимание, чтобы выбрать тот кусок памяти, с которым будет разговаривать моё текущее мышление. Вот так постепенно появляется понимание, что для обсуждения мышления нам нужно обязательно обсуждать память, внимание, коммуникацию. И что даже если речь идёт о мышлении одного человека, то его разговоры с самим собой, и его киборгизация через вынесение мышления в экзокортекс (хотя бы на бумажку обрывочными записями, совсем необязательно картинками!) всё одно приводят к нептолемеевой модели человека и нептолемеевой модели его мышления. Мышление сложно, оно разворачивается во времени, оно разворачивается на коллективах людей и ещё на каких-то материальных носителях — книгах, флипчартах, и даже уже тоже мыслящих как-то компьютерах различной архитектуры (классических и коннективистских).

Вопрос: *Какому мышлению можно отдать приоритеты? И есть ли смысл в расстановке этих приоритетов?*

Ответ: Мышление работает и с памятью, и со вниманием, и с коммуникацией, и при этом начинается это все мышление даже одного меня, любимого, когда я уже набрался паттернов мышления из культуры, то есть от других людей, и что-то уже мыслю, в отличие от некультурного Маугли. В тот момент, когда я пытаюсь сообщить эту свою мысль другим людям, или тем более делать групповую мегамашину мышления, где эти обсуждения личного мышления с другими людьми должны привести к появлению более мощного мышления, то это и есть приоритет номер ноль.

Вопрос: *Есть ли смысл раздавать приоритетность, говорить о первичности различных средств выражения мышления?*

Ответ: Конечно, смысл раздавать приоритеты есть, но сами эти приоритеты в средствах выражения мышления, в средствах коммуникации при мышлении сильно зависят от приоритета того, что вы в конечном итоге хотите сделать. Ответ на ваш вопрос, тем самым, как всегда упирается в интересы стейкхолдеров (concerns, темы обсуждения) и оценку этих интересов (что мы должны в этих темах в какую сторону изменить — увеличить, или уменьшить).

Если вы как стейкхолдер хотите построить какую-то одну успешную целевую систему, у вас будут одни приоритеты, одни коммуникационные средства для выражения мышления. А если другую систему — вам потребуются другие средства. Или разные средства на разных стадиях жизненного цикла одной и той же системы. Или разные средства даже для разных практик одной и той же стадии жизненного цикла.

Я не считаю, что с мышлением вы делаете всегда одно и то же, с людьми вы делаете одно и то же, с миром вы делаете одно и то же, и поэтому пригодятся какие-то простые одни и те же методы — скажем рисование картинок на флипчартах. Нет, число требующих мышления ситуаций бесконечно, поэтому у вас будет бесконечное сочетание числа инструментов, бесконечное число приоритетов, а если вы захотели что-то сделать реально новое, вам ещё придётся и сочинить новый метод выражения мышления: новую нотацию, новый вид записи паттернов мышления, сочинить новый язык для нового сорта представлений (representations).

Синестезийность без визуальности

Вопрос: *Правильно ли я понимаю, что противопоставление синестезии и визуальности теряет смысл в тот момент, когда мы сможем доказать, что всю эту синестезию можно передать визуальными средствами?*

Ответ: Отличный вопрос! Но вот смотрите: я двигаюсь сейчас одним образом, а вот совершенно другим [показывает разные паттерны движения на по-разному напряжённом теле]. Разница визуально заметна? А теперь попробуйте повторить! Не получается? Нужно учебный курс? Да, нужно учебный курс — ибо если тебе 60 лет и ты можешь за пару лет научиться так делать, то и мы хотим попробовать. Вот курс системного фитнеса⁵⁶, который учит разные варианты телесного движения обсуждать и выполнять. А дистантный вариант курса есть? Нет, все остальные курсы мышления проходить дистантно можно, а вот этот курс телесного мышления — его проходить дистантно нельзя. Ибо в какой-то момент преподаватель тебя внимательно ощупывает, находит напряжённую мышцу и тыкает в неё пальцем, чтобы привлечь к ней внимание. И долго держит это место пальцем, пока ты не поймёшь внутри себя, какую мышцу нужно расслабить сознательной мысленной командой, и пока палец преподавателя это не ощутит, и преподаватель в этот момент даст тебе обратную связь. Разговоров при этом нет, картинок при этом нет. Картинкой это не покажешь, к чему привлечь внимание, картинкой не передашь ощупывание и ощущения при этом, картинкой не передашь ощущение тела изнутри. Но в синестезии всё это есть, там ведь не только визуальное! Так что коммуникация есть, память и внимание есть, мышление (не такое сложное, как при размышлениях о создании успешно долетающей на Марс ракеты, но для нас это сейчас непринципиально) есть, но вот картинок или речи нет.

⁵⁶ Курс системного фитнеса в Школе системного менеджмента: <http://system-school.ru/move>. Подборка моих постов на тему системного фитнеса и телесного мышления — <https://ailev.livejournal.com/1429126.html>.

В какой-то момент просто нужно привести тело в нужное для появления какого-то чувства состояние, а потом нужно запомнить это чувство — чтобы потом воспроизвести состояние тела. Я смотрел литературу: можно ли избежать этой невозможной к дистантному проведению процедуры. Оказывается, в медицинских учреждениях и даже исследовательских институтах тонус мышц меряют точно так же, только вместо человеческого пальца используют железный палец — датчик давления, который выдаёт числовой результат. Но принцип тот же, это и есть сегодняшний state-of-the-art. В кинестетической модальности вопрос про сводимость синестезийности к визуальности быстро снимается. Если мало кинестетики, я вам про запахи расскажу: что, нарисуем запахи для их передачи? В запахах ведь ничего своего нет, они заимствуют даже терминологию чужих модальностей: запахи бывают острые (кинестетика), бывают кислые (ольфакторика), бывают яркие (визуальность). Визуальность тут тоже только часть. Нельзя синестезийное мышление свести к визуальному, не получится.

Ощущение «хорошо» или «плохо» в цепочке рассуждений даже преимущественно выполняемых с использованием каких-то визуальных стимулов всё одно кодируется каким-то ощущением в теле чаще всего, ощущения удовлетворённости или неудовлетворённости они по большей части кинестетические. Из мышления это не уберёшь, так что чистая визуальность недостижима, она неполна. Текст, подробно расписывающий сложное ощущение (например, через процедуру, как привести себя в состояние, в котором это ощущение появляется), тут и то лучше, чем какая-то невнятная картинка.

Вопрос: *А почему вообще произошло противопоставление визуального и синестезийного мышлений? Оказывается ли визуальное мышление более атрофировано, если оно менее дееспособно?*

Ответ: Тут несколько разных ответов, потому что вы успели сказать несколько разных понятий, которые могут быть очень по-разному протрактованы, например, про атрофированность мышления. Во многих культурах визуальное мышление это такое, когда у тебя внутри головы возникают какие-то визуальные образы. И это в таких культурах абсолютно нормально, в европейской культуре, например. А вот, например, в некоторых индейских поселениях чтобы внутри головы вызвать визуальные образы, надо какой-нибудь пейотль⁵⁷ пожевать или выпить аяюаску⁵⁸. Иначе никаких картинок в голове не будет. Оказывается, само вот это представление визуальных образов внутри головы сильно связано с окружающей культурой. Например, в индейской культуре у шаманов должны получаться внутренние визуальные образы и для облегчения этого нужны психотропные вещества, а вот в европейской культуре шаманов нет, но зато

⁵⁷ https://ru.wikipedia.org/wiki/Плофофора_Уильямса

⁵⁸ <https://ru.wikipedia.org/wiki/Аяюаска>

европейцы массово в голове могут воспроизвести какие-то образы и даже не слишком устойчиво, но делать с ними какие-то операции. И к визуальности внутренней, внутри головы у европейцев поэтому большое и детальное внимание. А вот у индейцев это внимание меньше, но они более кинестетичны. Поэтому в разных культурных ситуациях вы будете видеть разные акценты в синестезийности. Я сам утверждаю, что пространство смысла **амодально**. То есть вы можете считать, оно синестезийно, то есть там все модальности вместе. Но я могу считать, что синестезийность внешняя по отношению к мышлению: сначала есть безмодальная мысль, а потом она отражается в сознании в таких видах, в которых может быть воспринята органами чувств. Сознание — это схема внимания, амодальное мы не можем воспринять, разве что как некоторое невыразимое намерение, «шестое чувство», но даже это чувство, вышедшее в сознание уже окрашено модальностями восприятия.

Пространство смыслов не синестезийно, оно амодально. Пространство смыслов никак не связано с представленностью в стимулах окружающего мира, поэтому вы можете его пробовать представлять и чисто визуально — но чётко понимать, что при этом вы представляете только маленькую часть смысла. В компьютерных экспериментах машинного обучения ответы на вопросы существенно улучшаются, когда машина учится на картинках и текстовых описаниях ситуаций по сравнению с чисто текстовыми ситуациями и чисто картиночными. А если добавляют ещё и звуки к картинкам, а картинки делают фильмом, то ответы на вопросы улучшаются ещё больше. Чем больше модальностей восприятия, тем полнее мышления. И эти же модальности восприятия являются модальностями выражения амодального мышления — как внутри головы, так и наружу в коммуникации.

Вопрос: *Люди, которые инвалиды с рождения, которые кто-то не видит там или не слышит, у них нет синестезийности?*

Ответ: Есть, конечно. Есть у них конечно вся эта синестезийность, есть вся амодальность. Конечно, слепоглухонемые могут воспринять рисунок на ладони, они воспринимают тексты через шрифт Брайля, могут воспринять форму предмета, ощупав его, более того — в силу сенсibilизации (усиления или уменьшения чувствительности какого-то органа чувств при изменении силы восприятия другим органом чувств) у слепоглухонемых оказывается повышенная чувствительность к вибрациям, они могут даже разобрать говоримое, касаясь рукой горла говорящего.

Меня в мышлении интересует адекватность, а именно то, что оно всегда по поводу окружающего мира. И если я осознан, то и само мышление воспринимается как элемент окружающего мира, мысли о нём такие же, как и об окружающем мире. Это удивительно, но мышление оказывается телесным всегда: оно возникает и развивается как средство моделирования окружающего

мира, средство предсказания реакции окружающего мира на действие. Эта концепция мышления называется embodied intelligence или embodied cognition⁵⁹.

Что доступно телу в окружающем мире, то доступно и мышлению. Дальше мой тезис был в том, что мышление синестезийно, чтобы подчеркнуть участие всех модальностей восприятия окружающего мира, и таких же модальностей восприятия того, что происходит внутри головы, в мышлении.

Но я в этом особом случае слепоглухих иду по немного другой линии рассуждений и подчёркиваю то, что пространство смыслов амодально. Когда я думаю об элементах окружающего мира, как о смыслах, то мне всё равно, как они потом (после выражения) или до того (в момент восприятия) они были выражены. Да, слепоглухонемые могут рассуждать о «красном» или «громком» точно так же, как зрячие и со слухом могут рассуждать о квантовомеханических феноменах: как существующих в мире и подчиняющихся каким-то правилам поведения. Они как-то представлены в их мышлении, когда оно становится доступно сознанию.

После чего я могу разворачивать это амодальное мышление и высказываться о нём, о его содержании хоть в кинестетической модальности, хоть в аудиальной, хоть в речи с упоминанием всех модальностей, хоть в картинках — если кто-то сможет понять эти картинки. Ровно вот так этих инвалидов учат речи, учат рисовать, ровно так показывают связь между этими разными модальностями восприятия через пространство смыслов. Доступен мир им в одной модальности, а потом искусственно их учат средствам выражения в другой модальности. И глухие даже начинают говорить, ведь для них речь — это мышечная какая-то активность, но они видят, что эта мышечная активность выдаёт правильный эффект во внешней среде. Другими людьми это слышится как не очень внятная, но всё-таки понятная речь. Это всё обратная сторона синестезийности: с изнанки, изнутри мышления, в пространстве смыслов всё мышление амодально, а синестезия появляется только после выхода мышления в сознание, это верхушка айсберга.

Вопрос: *Возникает вопрос об эквивалентности переводов из одной модальности представления в другую, когда вы говорили, и о полноте перевода. То есть гипотеза Сепира-Уорфа, она применительна и к модальностям?*

Ответ: Гипотеза Сепира-Уорфа⁶⁰ разваливается в её нынешнем виде потихоньку, потому что всё оказывается сильно ещё хуже: пространство смысла оно как бы реально есть, но оно оказывается не привязанным прямо к какому-то языку — оно находится хоть и в культуре, но «промеж языков». Так, в последнее время добились успеха в машинном переводе текстов с одного языка на другой

⁵⁹ https://en.wikipedia.org/wiki/Embodied_cognition

⁶⁰ https://ru.wikipedia.org/wiki/Гипотеза_лингвистической_относительности

без корпуса параллельных текстов⁶¹. Все известные системы качественного машинного перевода имеют внутреннее представление текста, независимое от конкретного языка. За последние пять лет в лингвистике с применением нейросетей и существенных вычислительных мощностей было поставлено множество интереснейших экспериментов, и эти эксперименты не просто дают ответы на старые вопросы, они заставляют существенно переформулировать эти вопросы. Ну, типа как вопрос «какого цвета флогистон» неплохо бы переформулировать, а не давать на него ответ. То же я бы отнёс к гипотезе Сепира-Уорфа.

Все эти преобразования информации при переводе в конечном итоге сводятся к тому, что вы сжимаете информацию из одного представления в одной модальности в представление в амодальном пространстве смысла с какой-то потерей информации, а потом вы из этого амодального представления отражаете информацию в другое представление с какими-то искажениями при рендеринге — при повышении степени детальности сжатой информации.

Всё осложняется ещё и тем, что в ходе этого перевода может существовать многоуровневая работа с абстракциями, учёт контекста как ситуационного, так и общекультурного, так что общего краткого ответа тут не будет, а будет только отсылка к текущим компьютерным экспериментам с языком и мышлением.

⁶¹ Phrase-Based & Neural Unsupervised Machine Translation, <https://arxiv.org/abs/1804.07755>, «On the widely used WMT14 English-French and WMT16 German-English benchmarks, our models respectively obtain 27.1 and 23.6 BLEU points without using a single parallel sentence».

Поддержка мышления «снаружи»: экзокортекс

Схема описания системы

- Идея DSL — для каждого domain/ontic придумывать нотацию
- Кто интерпретатор?
 - Человек
 - Компьютер (там это domain-specific architectures).
 - Оба (literacy programming)
- Развилки:
 - графические-текстовые (начали с графических, выжили текстовые),
 - Автономные-встроенные (начали с автономных, выжили встроенные)
- Почему? Ни одна нотация не живёт одна. Работаем с мегамоделями, стейкхолдеров много.

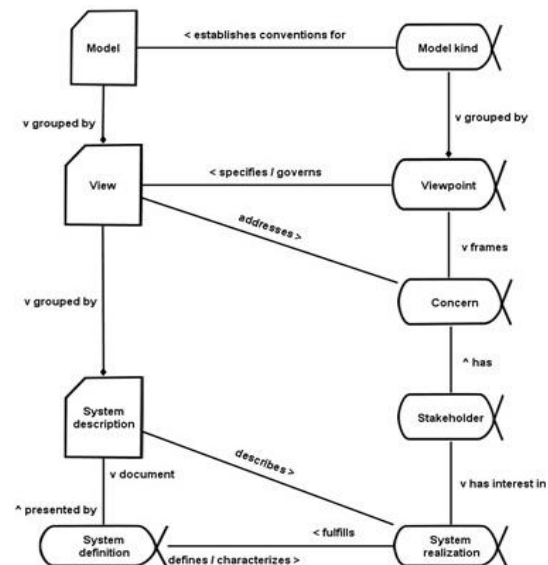


Схема описания системы подробно показана в учебнике системного мышления. Схема представляет чуть-чуть модифицированную элементами стандарта OMG Essence:2014 схему из стандарта архитектурных описаний системы ISO 42010:2011. Мы эту схему просто обобщили с архитектурных описаний до просто схемы всех описаний системы. Это оказалось неважным, что описания архитектурные. Слово «архитектура» тут используется не из строительной архитектуры, а просто из инженерии. Архитектурой в инженерии называется набор самых важных решений по поводу системы. А важным решением называется такое, что если вы его меняете, то придётся переделать всю конструкцию системы, поменять практически все другие решения. Скажем, вы приняли решение, что ваш пароход будет колёсным. А потом решили, что он не будет по-старинке колёсным, а станет современным винтовым. И все, вам нужно полностью переделать всю конструкцию парохода с колёсного на винтовой, хотя решение вы изменили всего одно — это решение и есть архитектурное. То же самое и с самолётом: меняли одно решение, что самолёт будет не винтовым, а реактивным, и можно переделывать его весь — от формы крыльев до вариантов пригодного авиационного топлива. Стандарт ISO 42010 содержал рекомендации, как описывать эти архитектурные решения, а мы просто заметили, что он будет отлично работать и не с самыми важными решениями по поводу системы, он пригоден для всех описаний.

Когда мы говорим о визуальном мышлении, то мы имеем ввиду отнюдь не те картинки, которые возникают у нас в головах в визуальной модальности в составе наших синестезийных мыслей. Достаточно погуглить немного, чтобы

понять: слова «визуальное мышление» связывают прежде всего с теми картинками, которые люди рисуют на флипчартах, всяких скрайбингах, на экранах графических редакторов, на слайдах, раскладывают на столах заранее подготовленные на листочках бумаги. И именно вот эти внешние картинки, вокруг которых всё равно наговариваются огромные объёмы текстов, а не обеспечивающие рассуждения картинки внутри головы люди чаще всего и называют «визуальным мышлением». Вот эти внешние пиктограммы на флипчарте, типа пиктограммы завода вместо не менее понятного слова «завод» на том же флипчарте.

Тем самым в визуальном мышлении мы имеем ввиду прежде всего поддержку мышления «снаружи», вынос мигающего, переливающегося всеми своими формами и неустойчивого в своих синестезийных образах мышления из неокортекса (коры головного мозга) в экзокортекс, в данном случае в виде каких-то картинок и иногда даже фильмов (чаще всего графических мультфильмов в том же скрайбинге), а не текстов буквами. А дальше в визуальном мышлении делается попытка вернуть это вынесенное вовне и уже в какой-то мере коллективное (то есть разделяемое/shared) какими-то людьми вовне мышление-описание. Вот такой маршрут: мышление в голове → внешнее описание на носителе → мышление в (возможно, чужой) голове.

Напомню мой тезис: тащить содержание картинками из головы в голову (даже из своей в свою) удобно только на самом левом краю спектра формальности мышления, и ошибки в таком перетаскивании очень трудно заметить. Тащить содержание картинками тем сложнее, чем больше мы движемся к правому краю спектра мышления. А вот текстами на естественном языке содержание хорошо перетаскивается в любом месте спектра мышления, и особенно посередине спектра, в самой человеческой его части. А текстами на формальных языках содержание может перетаскиваться и на очень формальном правом краю спектра, где людям уже трудно, а естественный язык оказывается слишком неоднозначен.

На схеме описания системы как раз и показано, как думать про такие внешние описания, коммуникативные представления (representations) содержания мышления.

Главная тут идея — предметно-специфических языков, domain specific languages, которых для описания одной системы нужно множество. Для каждого домена/domain (предметной области — набора предметов окружающего мира) определяется онтика как набор концептов для этих предметов в пространстве смыслов. Я не буду тут подробно обсуждать эту схему. У нас есть целых два курса на эту тему:

- курс онтологии⁶², где учат про соотношение между предметной областью и её определениями (которые в голове), описаниями (которые на экзокортексе, выражены в каких-то рабочих продуктах) и людьми с какими-то прагматическими интересами (стейкхолдерами)
- Курс системного мышления⁶³, который учит, что именно описывать (системы!) и какие описания обязательно должны быть для системы (функциональное, конструктивное, размещений)

Имитационные модели и модели для записи мыслей

Для всех моделей какого-то куска мира, к которому приковано наше внимание (назовём этот кусок мира системой), есть два варианта смотреть на модель, выраженную на предметно-специфическом языке, отражающем какую-то сторону описываемой системы как выхваченной вниманием части мира:

- Имитационные модели, которые подразумевают исполнение их природой или компьютером
- Визуальные или текстовые модели, которые подразумевают исполнение их мозгом смотрящего на них человека, то есть модели для записи мыслей.

Конечно, в разных традициях эти два разных сорта моделей называются по-разному, но суть от этого не меняется: всегда есть тот или то, что что-то делает с этой моделью, вычисляет по ней, делает рассуждения, акты мышления — использует для записи собственных мыслей. И мне всё равно, человек это, который смотрит на картинку, или компьютер, который вычисляет по формулам модели, или даже природа, которая прямо что-то делает с физической полнофункциональной моделью какого-нибудь самолёта.

Так что у нас различаются только два варианта создания модели: для человека, чтобы он над ней рассуждал, а модель способствовала его мышлению, и для не-человека (компьютера или природы), чтобы часть мышления человека была отчуждена чему-то (не кому-то! Чему-то!) другому.

Схема описания системы приложима к широкому кругу описаний, позволяет обсуждать предметно-специфические языки. Так, если мы хотим, чтобы модели были исполнимы, мы должны просто достаточным образом формализовать язык их представления так, чтобы он был достаточен для исполнения классическим компьютером.

⁶² Курс «Основы онтологии» в Школе системного менеджмента, <http://system-school.ru/ontologies>

⁶³ Курс системного мышления на серверах Coursera и eNano: <http://www.systemsthinkingcourse.ru/>

Языки предметных областей

Тем самым в современной компьютерной науке (computer science) вводят специализированные языки предметных областей, они так и называются domain specific languages, DSL⁶⁴. Для каждой предметной области оказалось удобным придумать свою нотацию.

Языки программирования делали универсальные, но сейчас пришло понимание, что даже в рамках одной задачи размышление требует не одного универсального языка, не одной нотации, а нескольких точных предметно-специфических. Нужно делать доменные онтики и для них удобные способы визуализации в виде или картинок, или текстов, и современное программирование развивается в этом направлении предметно-специфического моделирования на специальных языках.

Это всё «предметно-специфическое» активно обсуждалось примерно с 1995 года, и схема описания систем отражает именно эти обсуждения, прикладывая их к системам как выделяемым стейкхолдерским вниманием из мира объектам моделирования. И за десяток лет появилось целое движение, которое говорит что кроме универсальных языков вы можете делать доменные онтики, изобретать предметные нотации — и так победить.

И эти предметно-специфические языки оказались существующими не отдельно друг от друга (автономные, stand alone DSL), как думали в тот момент, когда они только-только появились. Вот как это выглядело с точки зрения популярности: пик популярности пришёлся на активные эксперименты в 2005-2008 годах, когда даже соревнования проводились с «языковыми верстаками» (language workbenches) для создания stand alone DSL⁶⁵:

Динамика популярности ?

↓ < > ↻



Ещё в 2009 году я написал текст «Йа — язычег, дайте мне капище»⁶⁶ про языкоориентированное программирование с использованием предметно-специфических языков. И там так и писал: «инструментарий языкового рабочего

⁶⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Domain-specific_language

⁶⁵ График запроса domain specific languages из google trends, <https://trends.google.com/trends/explore?q=domain%20specific%20language&date=all>

⁶⁶ <https://ailev.livejournal.com/683311.html>

места — это инструментарий отражения схемы многих знаний, он же — инструментарий реализации стандарта архитектурных описаний ISO 42010, он же — инструментарий воплощения постмодернистского (плюралистического) взгляда на мир. Разные view выражаются на разных DSL (разные тематические группы описаний системы выражаются на разных предметноспецифичных языках), но они все связанные прутья в одном венике. Это веник-джаггернаут, он замечает все, что встречается в мире, а если не замечает, то просто добавляются языки-прутики».

Автономные языки подразумевали, что у тебя есть отдельный редактор этого языка (если это язык «для человека») и к нему ещё компилятор (если он ещё и для компьютера). При создании автономных языков ты должен написать и редактор, и компилятор: и для массового такого написания редакторов и компиляторов предполагалось сделать специальный «языковой верстак», language workbench. И даже были соревнования для таких верстаков. Но быстро все эти проекты заглохли, для графических языков полностью, для текстовых чуть более медленно, но по факту тоже почти полностью. У тебя есть питон, вот на нём ты и пишешь свой предметный язык. Да, это неудобно. Поэтому появляются языки типа Julia, где это делать более удобно⁶⁷, и там даже руководство по стилю того, как это делать лучше⁶⁸.

Дональд Кнут придумал в середине 80-х прошлого века ещё одну идею: грамотное программирование, Literate programming⁶⁹ было посвящено тому, что человеку читать модели должно быть даже удобней, чем компьютеру. Программы должны быть больше произведением литературы, переносящими мысли от человека к человеку, чем техническими моделями, предназначенными для перенесения мысли от человека к компьютеру. Компьютер должен разбираться в программах, это понятно. Но вот человеку нужно помогать разбираться с программами.

Все эти идеи предметно-специфических языков и идеи грамотного программирования касались того, как удобней человеку представлять и понимать формальные модели — модели, которые достаточно формальны, которые из правой части спектра мышления и тем самым критически важны для цивилизации. Это те модели, которые подразумевали не только в рамках literate programming интерпретацию-выполнение их своими (автора модели) или даже чужими человеческими мозгами, но и кремниевыми мозгами классического компьютера.

⁶⁷ Инженерное моделирование в Julia, 14 августа 2017, <https://ailev.livejournal.com/1366789.html>

⁶⁸ Creating domain-specific languages in Julia using macros, 9 августа 2017, <https://julialang.org/blog/2017/08/dsl>

⁶⁹ https://en.wikipedia.org/wiki/Literate_programming

Текстовые и графические языки

Эти все языки программирования и моделирования (DSL языки, особенно автономные — stand alone начали называть языками моделирования, но моделирование и программирование, и даже онтологизирование это сути одно и то же) делились в те времена на два класса: текстовые и графические.

Для первого типа использовались графические редакторы, для второго типа использовались редакторы текстов. Сторонники графических языков утверждали, что их языки понятней человеку и всячески обосновывали свой выбор, сторонники текстовых языков ничего не обосновывали, а просто работали и работали. Если что-то хорошо работает, то вам это не нужно обосновывать! Это плохо работающие идеи требуют обоснований! Язык блок-схем был сначала для программ естественным, но потом умер. И не нужно было обосновывать, почему он был бесполезен: просто оказалось, что блок-схемы, записанные на каком-нибудь фортране уже хорошо понятны! Это на машинном языке модели были непонятны людям. А на фортране, алголе, любых языках высокого уровня они становились понятны. Дело оказалось не в нотациях, способах выражения, а в тех концептах, которые скрывались под нотацией. Если у тебя в голове уже есть концепция цикла, то дальше всё равно: картинкой выражать этот концепт, эту область пространства смыслов, или текстом.

Когда-то текстовые языки в отличие от машинных «универсальных» так и называли предметно-специфическими языками, они ведь отражали «мир формул» в фортране (FORTRAN, FORmula TRANslator), мир вычислений корпоративных компьютерных приложений (COBOL, COmmon Business-Oriented Language) и так далее. Эти языки представлялись отнюдь не универсальными и не специфически компьютерными, они чётко отражали какие-то концепты окружающего мира.

Но эти же языки оказались удобными для моделирования самых разных аспектов реальности, а не только тех, для которых эти языки предназначались. И что-то похожее хотели сделать для графических языков, только это никак не получалось. Редкие исключения из правил были временно и локально успешными. А текстовые языки не требовали рекламы, и распространялись как пожар.

Бум DSL в 2005-2007 году вызывал к жизни множество графических DSL. Был уже интернет, были графические дисплеи, обработка графики не была уже проблема. И где-то после 2008 года все эти графические DSL были заброшены, остались либо текстовые, или вообще встроенные в другие текстовые языки.

Графическое моделирование в мире промышленного (то есть миллионами строк в день, миллионами людей) формального моделирования мира не выживает. Оно по факту сдохло. Все эти блок-схемы императивных языков программирования, графические поначалу визуальные бейсики (оказавшиеся в итоге тоже текстами)

и предметно-специфические из середины первого десятилетия 21 века — все графические языки сдохли. Текстовое моделирование остаётся и только расцветает, а «визуальное» по факту погибло, ни одна инициатива не дала долгоживущих плодов.

И это был очень удивительный результат, потому что раз в несколько лет происходил бурный расцвет, взрыв, каждый раз как будто с нуля визуальных языков, а через пару-тройку лет все эти проекты умирают.

Ещё один результат был в различении предметной онтики и языка в основных его чертах. Описать понятия предметной области, сделать учебник, поддержать понятия этой предметной области можно, но это необязательно должен быть совсем уж отдельный язык. Универсальные расширяемые языки программирования, например, Питон, оказались вполне пригодными для создания предмет-ориентированных языков, встроенных в эти универсальные языки. Каждый объект предметно-специфического языка является и объектом именно этого отдельного для предметной области языка, и объектом Питона как языка программирования. Всё, «языковые верстаки» исчезли: ими оказались обычные средства поддержки программирования универсальных расширяемых текстовых языков программирования.

Всего десяток лет назад идея автономных DSL видоизменилась: предметно-специфические языки оказались удобны, когда их встраивали в универсальные языки программирования при всей их специфичности (встроенные, embedded DSL). Встроенность языков означала по факту использование предметно-специфичных объектов и операций над этими объектами, но как раз нотации было сочтено использовать удобней языка-хозяина! И всё это «движение за новые языки» сошло на нет: современные языки программирования оказались расширяемые, то есть новые DSL оказалось удобней не придумывать из головы вместе с их графической или даже текстовой нотацией, а использовать существующий уже инструментарий обычных языков программирования.

И универсальность языков программирования как главных на сегодня языком формального моделирования мира вполне достаточна для расцвета идей предмет-специфичного моделирования. Сегодняшним мейнстримом является domain-driven design (DDD)⁷⁰. Предметных областей, где нужно программировать/моделировать много, и DDD требует, чтобы все объекты и отношения этих предметных областей были явно выражены в программных объектах. По факту этот подход заставляет для каждой новой предметной области разрабатывать предметно-специфический язык этой предметной области, и дальше программировать, используя не голые понятия универсального языка программирования, а понятия этого предметно-

⁷⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Domain-driven_design

специфического языка, реализованного на базе этого универсального языка программирования. У программистов должны быть такие конструкции языка, которые отражают специфику предметной области, и они должны прямо в программах указывать объекты и отношения этой предметной области, говорить на сленге предметных специалистов, а не на сленге программистов.

И вот программисты берут сегодня текстовые универсальные языки, и описывают новые и новые предметные области. Вот это и стало мейнстримом: создание универсальных текстовых средств описания самых разных новых предметных областей, создание формальных самых разных текстовых языков. Но эта предметная ориентированность в описаниях стала мейнстримом не так, как задумывалось — что будут создаваться красивые графические уникальные языки для самых разных предметных областей. Но массово создаваться стали именно текстовые языки, расцвело текстовое моделирование, а всё визуальное накрылось медным тазом, практически без исключений. Победило текстовое мышление, а не визуальное мышление. В серьёзное дело пошли приёмы работы людей книги, а не людей комиксов. Текстовое, а не графическое моделирование сегодня правит миром, несмотря на страстные желания всех изобретателей графических языков.

Этот удивительный результат коллективного мышления по поводу средств описаний/моделирования/программирования в области формальных представлений как предназначенных для наиболее цивилизованных и современных способов мышления, почему-то никак не обсуждается людьми, которые занимаются не очень формальным «визуальным мышлением». Почему-то есть представление, что формальное мышление будет текстовым, а вот неформальное — визуальным обязательно. Нет. Неформальное мышление, мышление левой части спектра мышления может передаваться тоже текстом не хуже, чем картинками. Гутенберг именно это и сделал: организовал массовое распространение знаний. Массовое распространение картинок не привело к массовому распространению знаний, к этому привело массовое распространение текстов. Вот над этим нужно думать.

Чрезмерное внимание к визуальности

Чрезмерное внимание к визуальности — это явно ошибка выжившего⁷¹: годами спецы по «визуальному мышлению» обсуждают немногие выжившие проекты в недолгий их период от появления до забвения, но отказываются замечать эти длинные тренды и массовую практику текстового описания окружающего мира.

⁷¹ https://ru.wikipedia.org/wiki/Систематическая_ошибка_выжившего

Так что среда обычных языков программирования на сегодня поддерживает еще и мышление про предметные области. Но не графические среды, ибо все расширяемые языки оказались текстовыми. Всё графическое сегодня маргинально, максимум где выживает — это в академической среде, в виде не столько промышленных проектов, а в виде каких-то культурных проектов, где их поддерживают деньги налогоплательщиков из госбюджетов. Пользу-то они неспособны принести! Музейные резервации с актёрами, показывающими как резать кремниевыми ножами и программировать на графических языках. И, конечно, даже сейчас есть места, где делают кремниевые ножи новых марок и новые среды графического программирования. Это явления одного порядка, академические хобби, музейное дело, поддерживается деньгами меценатов и принудительно государством в части развития культуры.

Почему это так? Причин много. Например, ни одна нотация не живёт одна. Поддерживать отдельные языки и инструменты работы с ними тяжело, ибо всегда в проектах работаем с мегамоделями (то есть описаниями языков и моделями на этих языках) в рамках общего инструментария.стейкхолдеров много, предметных областей много, языков много, а инструментов и мозгов для этого должно быть мало. Есть описание системы, и хорошо бы поддерживать его целостность и компактность инструментария работы с этим описанием с одной стороны, а с другой быть уверенным, что оно написано на множестве языков, отражающих интересы многочисленных стейкхолдеров.

Вот схема описания системы как раз эту ситуацию и показывает: если у вас один расширяемый язык, и он позволяет увеличивать точность в тех местах, где это вам нужно, и уменьшать точность в тех местах, где этого вы не хотите, то эту схему поддержит один инструмент. Если описания текстовы, то это как-то можно устроить. Если описания визуальны, картиночны, это множественность таких разнородных описаний будет не помогать коммуникации, не помогать коллективному мышлению, а эффективно блокировать её. Каждый отдельный акт мышления может казаться, что будет проходить быстрее, но вот собрать для большого проекта результаты всех этих обсуждений с какой-то степенью точности — это будет невозможно. Фрезерный станок с числовым программным управлением поймёт рисунок будущей заготовки, но когда вы начнёте ему картинками рассказывать о режимах резания, о свойствах материала, о процедурах его обслуживания, без текстов не обойтись.

Почему? Причин много. Например, ни одна нотация, не живёт одна. Всегда работаем с мегамоделями, стейкхолдеров много. Мышление коллективно, если и говорить, что нотации поддерживают коммуникацию, то иметь множество нотаций для разных предметных областей оказывается неудобным: эти описания становятся несопоставимыми. Лекарство оптимальной нотации для каждой

предметной области становится болезнью: на три секунды ускоряем мышление-в-предмете, на три года можем замедлить мышление между предметами.

На схеме описания системы нотации нужно искать внутри viewpoints, т.е. внутри методов описания. Эти нотации определяются в методологическом времени обсуждения проекта (библиотечные) или в ходе исследований (если речь идёт о научной работе — порождению новых дисциплин, новых предметных областей), а не в ходе самого моделирования проектов изменения мира. В ходе моделирования и работы с моделью нотации обычно уже определены, выдумывать нотации дело дорогое, это как выдумывать языки — вероятность породить что-то хорошее и популярное крайне мало. Что в случае искусственных языков⁷² типа эсперанто или ложбана, что в случае языков моделирования-программирования-онтологизирования.

Если у вас есть более универсальная, например, текстовая нотация универсального языка программирования, то у вас с инструментарием больших проектов всё будет в порядке. Если нотация становится хотя бы иероглифической, то появляются проблемы. Если нотации графические, то вы больше будете бороться с инструментарием, больше заниматься вашей методологией вашего моделирования, чем собственно моделировать. Вместо договариваться по поводу непрерывно растущего числа всё более детальных моделей вам придётся договариваться непрерывно по поводу средств моделирования, то есть много работать на другом логическом уровне, требующих более высоких логических компетенций. Одно дело говорить на языке, другое дело — сочинять языки.

Если у вас универсальный язык (например, универсальный язык программирования/моделирования/онтологизирования/текстовой схематизации, а не графической схематизации), то вы можете как-то эти все разнородные модели для разных предметных областей собрать в кучку под управлением конфигурации (то есть как-то отследить полноту описаний и то, что эти описания корректно ссылаются друг на друга). Но если у вас какой-то особый эзотерический графический язык, то вместо всеобщего понимания вы встретите эйфорию разглядывания картинок на первые пять минут или даже пятьдесят минут, или даже пять часов, а потом ваши представления в проекте не выживут, они и пяти дней после момента эйфории от первичного разглядывания красиво оформленных картинок не переживут. Придётся всё нарисованное переводить в другие представления, просто чтобы было удобно работать дальше.

⁷² https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственный_язык

Нотации: сжатие информации

Идеограммы в коммуникации

Нотация — это прежде всего сжатие информации. Сжатие информации подходящей нотацией — это главный тезис. «Визуальное мышление» в связи с нотациями — это не мышление картинками, не происходящее с образами в голове, это просто такой сленг для использования идеограмм, то есть использования нетекстовых, дотекстовых (не хочу говорить посттекстовых, ибо эти проблемы только что обсуждали) нотаций.

То словосочетанием «визуальное мышление» обозначается и не мышление вовсе, тут просто используется метонимия⁷³. Мы просто говорим о выражении мысли в пространстве смыслов какими-то письменными знаками идеограмм⁷⁴, то есть письменными знаками и изображениями, в отличие от других нотаций выражения мыслей, основанных на логограммах, фонограммах, основанных на словах.

Визуальное мышление «в голове», конечно, тоже существует. Это крохотный кусочек полной синестезийной коммуникации с бессознательным амодальным мышлением. Этот визуальный кусочек включает начальную схематизацию, создание самой идеи для будущей идеограммы. По пути к схемоиду, на котором мы можем уже обсуждать какую-то не слишком жёсткую и дискретную логику, у нас появляется маленький этап, когда нам проще выразить невнятную синестезийную мысль картинкой. Или наоборот: проще воспринять невнятную ещё неназванную словом мысль картинкой, не вдаваясь в то, какое место в пространстве смыслом эта картинка чётко обозначает.

Так что идеограмма это ещё не схемоид, но мигание умственных образов хотя бы остановлено, припилено к бумаге или экрану, задокументировано и может как-то обсуждаться несколькими людьми, то есть обслуживать коммуникацию.

Если у вас наоборот, уже есть схема, то для получения более-менее натуралистичной картинки из неё вы должны убрать абстракцию, насытить схему незначимыми деталями, провести демоделирование, рендеринг. На выходе будет идеограмма, например, пригодная для мультипредметного обсуждения — схема-то пригодна главным образом для обсуждения в рамках той дисциплины предметной области, из понятий которой и отношений и составлена схема.

⁷³ <https://ru.wikipedia.org/wiki/Метонимия>

⁷⁴ <https://ru.wikipedia.org/wiki/Идеограмма>

А ещё для мышления кроме схематизации/моделирования/опредмечивания и обратного им рендеринга/демо моделирования/распредмечивания должен быть ещё и логический вывод/inference, то есть рассуждения по каким-то правилам.

Вот эти рассуждения с объектами-картинками, с идеограммами проходят обычно очень туго, а вот с понятиями, обозначаемыми текстами, это делать значительно проще. Визуальное мышление больше направлено на коммуникативную часть мышления (общение с собой через экзокортекс, или с другими), а не на собственно «думающую» часть, в которой работает машинка правильных рассуждений. По картинкам не рассуждают, картинками лишь очень-очень грубо обозначают какие-то не слишком очерченные места в пространстве смыслов.

Этот тезис я уже достаточно развил, но повторю, когда мы заговорили о нотациях как средствах сжатия синестезийной информации мышления на письме: когда говорим «визуальное мышление», то это не про собственно размышление, а про коммуникацию где-то рядом с мышлением, да и в коммуникации это тоже крохотный кусочек.

Картинки как средство моделирования и как средство рендеринга

И у меня есть пожелание к аудитории различать использование картинок:

- отдельно для моделирования (когда из хаоса мыслей нужно создать хоть какое-то внешнее документированное представление, а хоть и картинками) и
- отдельно для рендеринга (когда схему нужно превратить в какой-то менее формальный схематизм, или даже схематизм сделать ещё более конкретным и неформальным, больше похожим на «пример», чем на абстрактно выраженную идею-принцип).

Вот использование картинок для рендеринга: вы берёте хорошую профессионально сделанную диаграмму на языке архитектурного моделирования ArchiMate⁷⁵ и красочно перерисовываете её основные идеи на слайде PowerPoint для изложения не понимающему нотации ArchiMate начальству. Актора изображаете не плашкой условного языка, а чуть ли не фотографией человека. И это как раз рекомендованный авторами языка способ работы: использовать ArchiMate-нотацию для непопсовой профессиональной работой. Нотация этого архитектурного языка графическая, но много более формальная, чем требующаяся для «визуального мышления» (хотя и недостаточно формальная для прямой интерпретации классическим

⁷⁵ Спецификация архитектурного языка ArchiMate 3.0 —
<http://pubs.opengroup.org/architecture/archimate3-doc/>

компьютером, её должен интерпретировать человек). Кроме того, сам ArchiMate в его официальной спецификации даже не требует именно графической нотации! Это просто набор понятий, который может быть отражён как в предлагаемой графической нотации, так и в других нотациях, это явно сказано в тексте стандарта ArchiMate. Но если вы идёте «в народ», хотите быть популярным, то используйте рендеринг: нарисуйте лубочную картинку вместо профессиональной диаграммы.

Жизненный цикл рабочих продуктов с использованием тех или иных нотаций тем самым важен: если вы не будете применять системное мышление и его идеи жизненного цикла, то вы не разберётесь, когда какой уровень формализации языка выбирать, когда от натуралистичных картинок переходить к схемным графическим языкам, а потом от графических языков к более строгим текстовым представлениям.

Что происходит после балагана с картинками

Все балаганы с картинками и фасилитаторами заканчиваются, в тот момент, когда насладившийся картинками и фасилитированным общением начальник уходит, и оставшимся инженерам надо, наконец, заняться настоящим мышлением, то есть выдать на-гора реально сложный работающий продукт. И в этот момент ты понимаешь, что вся эйфория мероприятий «визуального мышления» мгновенно улетучивается, начальная идея разлетается на мелкие осколки, и оставшимся уже серьёзным профессиональным мышлением уже некому заниматься, кроме инженеров, которых учили думать. Конечно, инженеры работают не так, как об этом рассказывают опирающиеся на те же картинки люди из движения дизайн-мышления (design thinking). У инженеров совсем другие мыслительные инструменты, особенно современных инженеров, которые задействуют компьютерные системы моделирования для своей работы, а не просто чертёжные кульманы прошлого века. Изделие само в 3D моделируется всё более фотореалистично, а вот его непространственные характеристики уже не такие «визуальные». Разве что регулярно проскакивают графики, но и они часто выражаются их формулами и числовыми рядами, то есть не картинками именно «графиков», в них не графичность выражения оказывается важной.

Я был на множестве огромных мероприятий, где заявлялось, что речь идёт о мышлении. Задействованы в этих мероприятиях были сотни людей, изрисовывались (кстати, необязательно картинками, текстовых заметок там было не меньше) сотни листов на флип-чартах. И я понимаю, насколько легко красивый и захватывающий процесс подменяет результат. На дискотеках тоже сотни людей, эйфория, структурированное времяпрепровождение, ведущие — и такой же нулевой результат по итогам дискотеки. Реальное мышление

происходит небольшими группами, и там рождаются действительно крупные идеи, но даже не это главное. Главное, что небольшие профессионально работающие группы своими профессиональными мыслительными инструментами могут почистить идеи, которые рождаются из мыслительного хаоса обычно грязными, ошибочными, слабыми. И в ходе формализации изложения, проверки логики эти идеи становятся реальными результатами умственного труда, причём результаты эти обычно недоступны в «визуальном мышлении»: организаторы «визуального мышления» к этому моменту уже давно покинули арену мыслительных действий, диджеи ведь уходят после вечеринки.

Если вырастающие из синестезийного мыслительного хаоса едва оформившиеся идеи не чистить и не исправлять в них ошибки, не согласовывать содержание этих идей с многочисленными другими идеями, то возникает псевдо-ощущение «творческой деятельности». Тут и помогает концепция жизненного цикла: заставляет задать вопрос о том, что происходит после этого «визуального мышления». А после идут по полгода семинары, кусок схемки какой-то более-менее приемлемой и чаще всего неграфически оформленной удаётся-таки сделать, но это всё потом, сильно потом. Более того, если осознать эту последующую полугодовичную работу, то можно справедливо задавать вопрос: справились бы с этой работой без мероприятий «визуального мышления», или это был просто незначимый с точки зрения собственно мышления способ начала работы? Что-то типа праздника начала жатвы перед собственно жатвой? Ублажение мыслительных богов перед собственно работой? Похоже, да. То есть речь идёт о другого сорта мероприятиях, имеющих ритуальное значение, а не собственно мыслительную ценность, ценность получения результатов хорошего безошибочного мышления.

Эти ритуальные мероприятия можно считать чем-то типа speed dating, когда вы даёте парочке возможность посмотреть друг на друга и поговорить друг с другом пару минут, и так сорок раз за двухчасовой вечер — и всё в надежде, что на какой-то из этих сорока встреч вдруг случится «брак на небесах». Вот мы встретились, вот я сказал, что занимаюсь мышлением, и вы сказали, что занимаетесь тоже мышлением. Вроде как и договорились. И тут наш брак на небесах, может, и случится. Но может быть наши мышления, которыми мы занимаемся, окажутся очень разными (вы визуальным, а я кинестетическим), и этот брак на небесах не случится, несмотря на краткий момент эйфории от радости узнавания. Большинство браков случаются без speed dating, даже для участников таких мероприятий.

Исторический опыт: всё плохо

Исторический опыт показывает, что с визуальным мышлением всё плохо, масштабы его великолепия и сильно преувеличены. Я не выдержал и сделал две

иллюстрации, первая из которых показывает пиктографическое письмо древних египтян.



Там и тогда, где и когда я вижу много картинок, просто картинок без текста, или картинок, которые пытаются заменить собой тексты, я понимаю, что попал куда-то в самую начальную стадию цивилизованности, где ещё конь не валялся со схематизацией. Визуальное мышление я напрямую сравниваю с использованием египетских иероглифов, индейскими картинками-пиктограммами и прочими письменными артефактами полудикарской культуры.

Поэтому когда я вижу где-то много картинок, используемых для передачи какого-то сложного содержания, то у меня закрадывается впечатление, что люди в этом месте идиоты и вместо того, чтобы сидеть толпой посреди этих пиктограмм лучше бы выделили из себя одного человека, который пошёл в библиотеку или в интернет и вытащил бы оттуда не картинки, а нормальные профессиональные материалы, со схемидами и схемами, готовыми к более-менее надёжным рассуждениям.

Каждый раз, когда я от очередных модераторов или фасилитаторов слышу, что умных и опытных знатоков предметной области среди нас нет, я говорю: «Идиоты! У вас у всех есть компьютеры, и там есть Google! Потратьте час на гугление, и по интересующему вас вопросу вы породите больше идей, чем от многочасового высиживания с картинками и фасилитаторами — даже если вы ничего не соображаете по этому вопросу! Гугль-то хоть что-то об этом знает! И

у Гугля на эту тему явно есть не просто обильные картинки с намёками на идеи, а ещё и какие-то тексты, и учебники, и советы».

Увы, человеческая природа противится такому подходу с задействованием профессионального схемного знания вместо переливания из пустого в порожнее визуально оформленного (то есть оформленного картинками) знания. Этот эффект называли «скрипка Энгельбарта», когда люди не хотят учиться чему-то, что реально усиливало бы их способности⁷⁶.

Когда Дуглас Энгельбарт в 1968 сделал Mother of All Demos⁷⁷, где впервые показал, что компьютер может быть не просто быстрым калькулятором, но и может усилить возможности человеческого ума, если человек потратит некоторое время на обучение тому, как с этим компьютером работать. Все от этой презентации ахнули, все были в восторге. Но никто не дал Энгельбарту денег на реализацию его идей. Позже один из инвесторов рассказал, что это очень похоже на ситуацию как к фальшиво мычащему себе под нос песенку человеку подходит Энгельбарт и говорит: «Что ты мычишь песни себе под нос? Вот тебе скрипка, поучись на ней играть пять-семь лет, и ты будешь собирать стадионы на свою музыку!». Ответом будет: «Сколько учиться? Пять-семь лет? Нет, спасибо, я уж лучше продолжу петь, как могу». На этом и заканчиваются благие идеи с освоением более сложного инструментария. Это эффект скрипки Энгельбарта: люди ленивы осваивать профессиональные инструменты, они радостно будут продолжать быть дилетантами.

Все эти текстовые языки, все профессиональные нотации явно выходят за уровень детсадовских картиночных обсуждений, которые одинаково успешно можно проводить и среди старшей группы детского сада, и среди членов совета директоров. Для этих обсуждений уровня зари цивилизации ничего знать не нужно, профессионалом быть не нужно, а картиночная форма выражения мысли поможет затушевать любые сбои в логике: чем больше рендеринга, тем трудней проводить проверки. Зато картинка создаёт у мозга впечатление понимания, ибо речь идёт о самом поверхностном понимании — и это поверхностное понимание даже действительно будет пониманием, для поверхностного понимания ведь немного нужно!

Профессиональные текстовые языки моделирования, и даже профессиональные графические нотации (совсем не похожие на то, что принято называть «визуальным мышлением»: эти графические нотации с визуальностью-то практически не связаны и сегодня часто имеют текстовую альтернативу для отображения той же информации) явно выходят за уровень начальных

⁷⁶ Никто не хочет учиться играть на XYZ, 10 января 2015, <https://ailev.livejournal.com/1158826.html>

⁷⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/The_Mother_of_All_Demos

детсадовских обсуждений с картинками, уровень начального пиктографического письма.

Вот тут вы видите пульт управления самолётом, как сложной технической системой.



И я взял самолёт не современный, а старинный, со всеми этими механическими циферблатами. Ты приходишь, и говоришь: «Чтобы взлететь, мне всё это нужно выучить?!». Да! И ты в этот момент понимаешь, что как взлетать, ты хоть как-то ещё и выучишь, но с этим обилием сложных деталей как садиться уже терпения учиться у тебя не будет. И ты спрашиваешь: «С этими вашими сложными техническими системами можно ли как-то попроще?».

У меня были некоторые исследования на тему, «можно ли попроще». В них результатом были два варианта ответа.

В первом варианте в ответ на просьбу «попроще» предлагать использовать визуальное мышление: это огромный рынок, высокая востребованность, сугубо положительный образ. Правда, есть недостатки: у него низкие результаты, в долгосрочной перспективе абсолютно нечем похвастаться, так что нужно избегать от проверок долгосрочных результатов и исчезать на пике эйфории, в первые 12 часов после задействования его практик. И это примерно три процента от всей мыслительной работы, потому что речь идёт только о коммуникации, и то на самых ранних стадиях. Но плюсы огромны: если вовремя удирать из проекта с этим самым визуальным мышлением, то всегда будешь при деле, вместе с теми, кто проводит верёвочные тренинги, а также теми, кто проводит дискотеки на корпоративах. И эффекты будут примерно те же, что от

дискотек, или даже мероприятий типа «просто водки попить и пообсуждать рабочие дела с хорошей закуской». Но вот продемонстрировать, что массированное задействование в проекте визуального мышления помогло тому, что полетела ракета, или в науке произошёл из-за его использования какой-то прорыв, вот это воспроизводимо продемонстрировать не получится.

Во втором варианте с теми, которые вас просят «попроще», вы место визуального мышления вы ничего не делаете. Делаете без них⁷⁸. Не хотите профессионально работать, а для этого хотя бы чуть-чуть поучиться, хотите побольше картинок — так картинок не будет, ибо пользы от них нет. То есть польза есть, но не для дела, а для эмоций. А эмоции можно другим способом положительные вызывать, если вы поняли, что картинки для содержания работы бесполезны.

В случае самолёта мы целых пять человек научим на самолёте этом летать, вот они будут летать, а остальные будут пассажирами, или просто грузом. Когда люди попадают в правильные обстоятельства, у них всё с мотивацией хорошо, и им не нужно лишних картинок.

Архитектурные языки: почему они графичны

Но один аргумент в части исторически успешных примеров использования в пользу визуального мышления всё-таки находится: это графические языки для архитектурных описаний в системной и программной инженерии: SysML, UML, ArchiMate. Исторически там традиция такая, что все эти языки диаграммные, и по факту они все рождались не как формальные, а как «псевдокодные» языки моделирования, интерпретатором-исполнителем кода модели там является человек с его нейронной сеткой. Эти архитектурные языки изначально не были предназначены для компьютерного исполнения, для каких-то мощных автоматических проверок написанного на них диаграммного материала.

По мере роста объёмов архитектурного моделирования в этих языках появились альтернативные текстовые нотации, и это абсолютно не случайно, это буквально во всех этих языках. AADL имеет и графическую, и текстовую нотацию «из коробки», UML (и тем самым SysML) приобретает текстовый OCL, Modelica начинает как язык имитационного моделирования, там текстовый синтаксис и графические аннотации к тексту программ — изображения там носят подчинённый характер. ArchiMate в версии 3.0 уже имеет оговорку, что предлагаемый графический синтаксис не является обязательным требованием и возможны другие варианты.

⁷⁸ Что делать с желающими попроще? С ними — ничего не делать. Делать без них, 12 ноября 2017, <https://ailev.livejournal.com/1385867.html>.

При этом нужно учитывать, что как в языках программирования тоже в 50-х годах начинали с блок-схем, которые потом сопровождалась кодом на языке программирования (я рисовал эти блок-схемы ещё в 70-х, а язык Дракон пытался следовать таким блок-схемам и в 80-х), так и относительно новые архитектурные языки тоже начались с этих самых «блок-схем», которые потихоньку будут заменены текстовыми языками. Пиктографическое, иероглифическое письмо возникает на заре цивилизации, а по мере развития цивилизации идёт переход к алфавитному письму.

Сама природа архитектуры как «нестроительной», а общей для всей инженерии фактически массово начала серьезно обсуждаться только в 1995-му году. Стандарт архитектурных описаний ISO 42010 начинался как IEC 1471 как раз в 1995 году именно для того, чтобы как-то задокументировать эти обсуждения и внести в них ясность и общую терминологию. И дальше повторяется, хотя и более медленно (ибо архитектура не требует сегодня непосредственного исполнения компьютерами и более толерантна к логическим ошибкам в своих диаграммах) история с компьютерными языками программирования: графические языки потихоньку исчезают или хотя бы дублируются текстовыми вариантами.

То же происходит с языками онтологическими: вроде как естественная «графовая» форма изображения онтологий как семантической сети из связанных отношениями понятий ввиду сразу большого размера получающихся семантических сетей немедленно начинает выражаться в текстовой форме. Это относится и к уже устаревшему языку EXPRESS (в котором есть и текстовый, и графический варианты нотации), а в современном OWL уже никакой графической нотации нет, только в иллюстрациях в документации.

Вся история с DSL языками и попыткой графического реванша в моделировании закончилась в 2008 году, архитектурные языки просто не заметили результатов этих экспериментов с графическими языками моделирования ввиду того, что у них была своя пользовательская аудитория, уже к ним привыкшая. Тот же ArchiMate разрабатывался в первой его версии с 2002 по 2004 год, история с DSL ещё не закончилась к этому моменту и не было шанса учесть её результаты. Но в 2018 году в версии 3.0 уже нет жёсткого требования использования у него графической формы, только надежда авторов на то, чтобы она использовалась.

А ещё в области графических архитектурных языков (равно как графических языков имитационного моделирования) стагнация, их можно пересчитать по пальцам и новые практически не появляются. И идёт активная дискуссия о том, так ли уж полезно их использование.

В области текстовых языков всё ровно наоборот: после десятка лет затишья там уже лет пять идёт бум создания новых языков — Julia, Go, Kotlin, Rust и много других. И там никакой графики, и это не случайно.

Конечно, всё это только гипотезы, но мои аргументы говорят в пользу этих гипотез.

Почему не выживают графические языки там, где требуется много мышления?

Аргументы в пользу текстов

Почему не выживают графические языки? Они не выживают там, где требуется много мышления. Но они вполне выживают там, где мышления нужно мало.

Во-первых, сложно рисовать так, чтобы потом обмениваться картинками по почте. Картинки, в отличие от текстов, обычно требуют к себе хоть каких-то устных пояснений. Знаменитые «слайдоменты» состоят не столько из содержательных картинок, сколько из коротких текстов с иллюстрациями. Там вполне себе текстом (с любыми нужными модальностями, выражаемыми текстом) записанные результаты синестезийного мышления, а из визуального там чаще всего только мало что значащие иллюстрации, графика там непринципиальна, чисто для эстетики, ну как шрифт с его художественной формой не слишком принципиален для текста: любой пойдёт, чтобы донести мысль, разве что готику читать трудней.

А ещё текст банально проще писать. Тренировка в написании текста проще: слепой десятипальцевый метод письма даже проще в освоении и даёт результаты много лучше (читать результат легче!), чем выведение графики рукописных букв. И скорость у профи до 600 знаков в минуту, а у не-профи легко 250 знаков в минуту. И быстротчение с текстом работает. Картинки же долго рисовать и не менее долго рассматривать, ещё и понимая, с какого места это рассматривание начинать, и что бы эта картинка могла означать.

Во-вторых, для визуальной информации трудно управлять конфигурацией и изменениями. Если у вас работает большое число народу с графическим языком, то внесение изменений от многих людей, версионирование, удобное сравнение разных версий, утверждение отдельных изменений для графической формы выражения результатов мышления очень неудобно.

В-третьих, редакторы графики с удержанием каких-то неграфических сведений о нарисованных элементах языка (обычно объектах-квадратиках или кружках и стрелочках разного вида между ними) много сложнее (и поэтому они дороже, тут

нужно думать не о Фотошопе, а о системах моделирования — modelers), работать с ними существенно медленней, чем с текстовыми процессорами⁷⁹.

Это всё чисто вопросы эргономичности работы с графическими артефактами, графическими рабочими продуктами. Я даже ничего ещё не сказал про связь этих рабочих продуктов с собственно мышлением при их создании или восприятии, потому что эта связь оказывается по сравнению с текстовым выражением результатов мышления незначительной.

Но когда вы выходите на массовое использование визуальных инструментов многими людьми, эта графическая форма становится серьёзным ограничением: начиная от того, что пространство экранов дорогое, а содержание графики на единицу экрана или даже страницу бумажного документа банально помещается меньше (остаётся больше пустого места, чем получается при заполнении текстом), искать что-то сложнее (нужно делать опять же текстовый запрос к картинке!), изображать и скрывать изменения для review сложнее, все операции становятся дольше, чем при использовании текста.

И когда вы хотите сделать мегамашину мышления из многих человек, то текст оказывается самой быстрой формой обмена результатами мышления: этот текст будет и неформальный (хоть стихи с метафорами, описывающие видение — да хоть в хайку пусть эти ощущения передают!), и более формальный схематичный (какие-то псевдокоды, архитектурные языки) и совсем формальные языки имитационного моделирования и, программирования, выражения структур данных.

С графическими рабочими продуктами, ориентированными на визуальное представление, единообразно с другими документами сейчас работать нельзя. Управлять конфигурацией результатов мышления становится запредельно трудно. С текстовыми же документами всё работает и в маленьких проектах, и в проектах, где требуется работать с миллионами строк текста, например, проектами программистов. Их размер определяется не даром в миллионах строк текста, а не в миллионах картинок! Графические языки программирования вымерли в том числе и потому, что их стало невозможно использовать в коллективных проектах: картинки не найти, не вытащить из них кусочки через cut/paste.

Конечно, будут многочисленные возражения, что всё это в графических системах моделирования возможно, есть удобные решения, но если подойти к вопросу честно и просто замерить время проведения операций с текстом (причём с использованием многочисленных средств автозавершения, форматирования на лету, синтаксической проверки, вырезки-вставки и т.д.) и какой-нибудь моделью,

⁷⁹ См. более подробное обсуждение моделеров в «Студии разные нужны, студии разные важны», <https://ailev.livejournal.com/1280626.html>.

то производительность чисто писарской части работы у текстовиков будет в разы и разы больше.

Да, бумажный флипчарт, или даже электронный флипчарт, или даже картинки в голове и три человека перед этим флипчартом могут ещё баловаться с визуальным мышлением (хотя через полчаса работы от зачёркиваний и вписыванием мелких элементов начальной картинки как раз и не видать обычно, а перерисовывать — долго и неправильно). Но если таких групп по три человека два десятка и нужно собрать результаты их работы, то это просто необходимо делать в текстовом виде, иначе будут проблемы с укладыванием в сроки при том же качестве результата.

Ситуация не меняется, если аргумент будет про визуальность мышления не в его коммуникативной функции, на внешних носителях, а прямо про «картинки в голове». Весь корпус размышлений о том, что в основе мышления лежит язык (а не образы!) как раз произошёл от того, что визуальная часть мышления незначительна, текст обслуживает мышление в разы более эффективно, вплоть до неверного заключения, что мышление текстово, языково. Нет, мышление амодально, оно идёт в пространстве смыслов, недоступном восприятию. Но вот коммуникацию с этим пространством смыслов можно делать текстом или запахами, текстом или картинками, текстом или ощущениями в теле. И тексты начинают всегда вторыми (ибо первыми пробуют картинки, идеограммы, пиктограммы), но потом обязательно выигрывают у картинок. И чем короче этот период зависания на визуальном, тем более результативно становится мышление, тем больше оно может полагаться на безошибочность медленного мышления по Канеману и последующую автоматизацию этого мышления путём тренировки нейронной сетки повторениями этого мышления, повторениями рассуждений.

Я уже рассказывал про скрипку Энгельбарта, когда говорил, что работа с текстом в чём-то требует большей подготовки, освоения более продвинутой цивилизации, более продвинутой культуры, чем работа с пиктограммами (особенно когда даже не нужно запоминать предписанного набора пиктограмм и какого-то предписанного синтаксиса для этих пиктограмм). Нейронная сетка тренируется медленно, обучение трудозатратно. Беглость в мышлении, переход от медленного рассудочного мышления с текстом к быстрым интуициям достигается трудно.

Но это всё оказывается оправданным, когда речь идёт о больших проектах, где требуется много мышления большого количества людей. Вот вам ещё одна байка с образом, помогающим понять ситуацию. Мне программист как-то сказал, что нужно ставить СУБД Oracle. А я ему сказал, что нужно как-то обойтись более простым Access. Ибо он делает вроде то же самое, только можно сэкономить время на разворачивании и освоении. Вот ровно та же скрипка Энгельбарта: нам

нужно попроще, только чтобы не заморачиваться освоением дополнительных каких-то умений и инструментов перед выполнением работы.

Мне программист объяснил это через байку про двух бегунов. Бегун Access выбегает немедленно и быстро-быстро добегают до виднеющейся вдали вертикальной стены больших проблем, имеющих в проекте. В этот момент Oracle только-только заканчивает свою установку и освоение. Он ещё не двинулся с места. Потом быстро добежавший до самой дальней вертикальной проблемной стены Access начинает биться о достигнутую вертикальную стенку, и бьётся всё то время, пока Oracle медленно-медленно добирается до этого места. И дальше Access продолжает биться об эту стенку, а Oracle не снижая скорости начинает медленно-медленно подниматься по этой вертикальной стенке вверх.

Вот визуальное мышление — это как Access, подходит только для самых простых и коротких задач. Оно требует ноль времени на освоение, и решает почти ноль проблем. Но решает, конечно, иначе бы мы вообще не видели его примеров вокруг. Но решает плохо, поддерживаемое визуальностью мышление быстро останавливается. И поэтому визуальное мышление быстро замещается в хоть сколько сложных проектах, где требуется принимать взвешенные и точные решения, другими средствами выражения мысли — с картинками люди сидят пять минут, а с не-картинками (текстами, таблицами, формами) пять часов в день.

А ещё ужасно, что работу с примитивными картинками пропагандируют среди не-инженеров как дизайн-мышление, характеризующее, что это то, как работают инженеры. Никогда не видел инженеров, которые ведут себя как дизайнеры-художники, не видел инженеров, рабочий день которых проходит в рисовании тех последовательностей картинок, которым учат адепты дизайн-мышления. Это профанация инженерной работы.

Там, где требуется не изображение активной фиктивно-демонстративной умственной деятельности, а предоставления реального результата умственного труда коллектива инженеров, там мышление сложнее устроено, чем то мышление, которое удовлетворяется картинками для детского сада. И средства поддержки коммуникации этого мышления тоже устроены посложней. Эти средства не похожи на древнеегипетскую роспись пиктограммами, эти средства обычно текстовой, а не графической природы.

А те, кто несмотря ни на что, хочет попроще, хочет с картинками, с теми, напомню, мы ничего не делаем. Делаем не с ними.

Как запускается мышление? Как появляется новое?

Вопрос: *Как мышление запускается, с чего оно начинается? Где этот момент запуска находится?*

Ответ: Мышление не бывает просто так. В деятельностном подходе мыслящему агенту всегда что-то надо, у него есть некоторые желательные сценарии, которые он хотел бы реализовать, и для реализации этих планов ему нужно иметь адекватные модели мира. С этого момента начинается мышление. Но поскольку людям (а потом и людям с компьютерами, а потом и компьютерам — уже не классическим, а коннективистским) каждый раз нужно абсолютно разное, то и мышление начинается абсолютно по-разному. Я вот ни разу не сказал, что мышление это только тогда, когда возникают новые понятия — есть ведь и такие теории, которые обсуждают мышление с того места, когда явно введены какие-то новые объекты в пространстве смыслов. Нет, мы не будем такими строгими. Например, я могу пару дней вспоминать, где я видел последний раз решение какой-то задачи — и потом так вспомнить. Это мышление, или это просто задействование ассоциативной памяти? Конечно, это часть мышления. Мышление на диаграмме спектра формальности мышления имеет разную траекторию во времени. Так, мышление может начинаться с того, что я беру какую-то уже готовую схему из библиотеки, затем делаю рендеринг для этой схемы (разворачиваю её абстракции на ситуациях, приближенных к реальности), совмещаю результаты этого рендеринга в пространстве смыслов с результатами мышления других людей, корректирую ошибки, а затем формализую получившееся в новую схему и другие люди проекта забирают её у меня для дальнейшей работы — при этом они уверены, что с их схемами эта моя схема уже согласована.

Вопрос: *Как запускается мышление, в котором возникают новые онтики?*

Ответ: Онттики состоят из связанных друг с другом понятий/концептов, как говорит нам теория теорий⁸⁰, хотя есть и другие варианты теорий понятий⁸¹, но мы их не будем рассматривать. Что такое для нас эти понятия, как они реализованы, чтобы можно было ими как-то оперировать? Мы постулируем (как я и говорил в начале своего рассказа), что существует общее для всего человечества многомерное пространство смыслов, и у каждой области этого пространства, к которой приковано наше внимание может быть имя, равно как и другие способы указания на места в этом пространстве (например, мы можем указать несколько известных нам имён близких точек этого пространства, чтобы указать на какую-то более широкую его область). Концепты-значения терминов (как в словаре, общие для многих ситуаций) и ситуационные смыслы

⁸⁰ <https://www.iep.utm.edu/th-th-co/>

⁸¹ <https://www.iep.utm.edu/concepts/>

(уточнённые прагматикой конкретной ситуации) — это просто места в этом пространстве, первые статичны, как дорога на карте, а вторые динамичны, как актуальное наше положение на реальной дороге (которая может и не совпасть с изображённой на карте).

Хинт про появление нового в том, что пространство смыслов уже есть, а имени для места в этом пространстве нет — например, потому что мы просто не имеем ещё понимания, что вот это место нужно как-то обозначить термином. Например, я пытаюсь перевести текст с одного языка на другой — и понимаю, что одними терминами обозначены те смыслы, которые не имеют явного имени в другом языке. Для меня это новое, и мне приходится сначала осознать существование этого нового смысла, а потом и как-то обозначить его известными мне словами (ну, или картинками, тут без разницы: суть в том, что какой-то новый смысл, новая неизвестная мне область пространства получает метку).

Я могу обратить внимание на это новое неизвестное мне ранее место в пространстве самыми разными способами: моё внимание туда, в это новое место приходит главным образом в ходе мышления: мышление по переводу с одного языка на другой (в одном языке эти смыслы известны давно и поэтому имеют свои метки, а в другом нет — типа того же харакири/сеппуку⁸²), могут быть результатом осмысления какого-то эксперимента, но чаще всего речь идёт о путешествиях по спектру формальности мышления, когда мы фокусируем своё мышление то на больших, то на меньших областях пространства смысла.

Где чаще всего на спектре мышления возникает новое? В хаосе нового ещё нет, там мелькающие невнятные образы, в формализме там нового уже нет, ибо комбинируются чётко определённые понятия. А вот на уровне интуиции мы уже вполне можем выделить какую-то часть пространства смыслов и поставить там лингвистическую метку, двинувшись в схемоиды — то есть в схемоиде соотнеся эту область пространства смыслов как новое понятие, с другими понятиями, другими концептами. Ибо нельзя определить область пространства саму по себе, а можно только через связи с другими областями этого пространства.

Так что иногда мы просыпаемся утром и понимаем, что есть какое-то новое для нас понятие, и оно характеризуется таким-то схемоидом. А иногда мы не ждём, пока понятие нам приснится, а собираем большую толпу людей с их схемами, помогаем для этих схем сделать рендеринг/демо моделирование/распредмечивание и получаем в результате новую идею, описанную пространственными текстами или даже невнятными картинками, и никаких имён понятий ещё нет, но эти пространственные тексты и картинки уже показывают нам новое место в пространстве смыслов, и дальше мы просто можем обозначить это место словом или словосочетанием-термином, или как в детском саду — на шкафчиках

⁸² <https://en.wikipedia.org/wiki/Seppuku>

нечитающим детям там рисуют картинки, вот и тут можно поступить так же, если вы исповедуете визуальное мышление. Каждый раз способ получения нового понятия, запуск этого процесса получения понятия разный, в зависимости от того, что вы делаете и насколько осознанно вы это делаете, в каком проекте вы участвуете, какая у вас ситуация в этом проекте, какие у вас цели и какие знания у вас и вашей команды.

И я полностью при этом не затрагиваю вопрос о том, что такое «новое». С одной стороны интернет — это было полностью новое явление, а с другой стороны ничего нового в нём не было по сравнению с телеграфом, телефоном, радиосвязью. Передача каких-то данных от компьютера к компьютеру как раньше от телеграфного аппарата другому телеграфному аппарату. Ничего нового. Но с другой стороны — новое тут всё. То, как мы интерпретируем понятие «новое» я оставляю за пределами нашей дискуссии, пусть философы разбираются. Если в команде нашего проекта (даже с учётом того, что мы умеем гуглить и у нас под боком Библиотека Конгресса) мы сочли что-то новым, то оно и будет новым — и нам плевать, что там будут говорить самые разные философы и методологи. Им легко говорить, у них своего проекта нету, так что им бы только словами играть. Поэтому слово «новое» мы определяем как обращение нашего внимания на те области пространства смыслов, которые раньше были вне этого внимания.

Вопрос: *А как выхватывать новое, которое появилось в интуиции? Как это ухватывать из визуального? Как проводить схематизацию?*

Ответ: Мышление не чисто визуально, оно синестезийно. Поэтому первый способ, который помогает выразить эту синестезийность — это описать-документировать интуицию текстом на естественном языке, даже не порождая при этом новых слов, новых терминов.

В Синтоне⁸³ учат подобному описанию на уже известных понятиях, заставляя придумывать вот такие описательные «разыменующие» имена объектов. Например: «Я тот, который сейчас топает ногой» [топает ногой], «я тот, который в одежде крутится на месте» [крутится на месте], «я тот, который пришёл делать доклад», «я А.И.Левенчук» — и так я себя назвал десятком разных имён, которые не слишком похожи на термины. Но я назвал именно себя. Любое место в пространстве смыслов, на которое вы обратили внимание, вы можете выразить через отношения с другими местами в пространстве смыслов. И при этом текст более универсален, чем картинка, ибо в тексте я и аудио, и видео, и ольфакторику, и густаторику, и даже кинестетику могу описать, и описывать со всевозрастающей степенью формальности, давая текстовые имена каким-то

⁸³ Это забавный психокульт, не лучше и не хуже многих других психологических школ, с довольно оригинальными приёмами работы — <http://lurkmore.to/Синтон>

текстовым же описаниям, то есть наводя какую-то удобную для описания терминологию.

Текстом я могу рассказывать о мирах, которых никто никогда не видел. Текст на сегодняшний день оказывается универсальным представлением, выражает его естественный язык, который сам непрерывно развивается и расширяется, чтобы отражать современные смыслы (области пространства смыслов, открывающиеся современникам), и именно работа с текстом, а не визуальная работа с картинками вывела нас из мира животных. При этом текстом сегодня признают практически любые последовательности паттернов, узоры/patterns бытия, передовая математика тоже представляется больше лингвистикой (см., например, представления Романа Михайлова⁸⁴), информатика тем самым определяется как работа над текстами общего вида, "всё есть текст" ("text" is any object that can be "read," [человеком] whether this object is a work of literature, a street sign, an arrangement of buildings on a city block, or styles of clothing)⁸⁵. Вот эту выводящую нас из мира животных линию формализации мышления и нужно продолжать, её и нужно развивать, вместо развития обратной линии — визуального мышления как прямого отражения визуальной части синестезийности, а не связанной с паттернированием части.

Коллективы больше, чем можно накормить двумя пиццами

Реплика: *Про коллективное мышление есть высказывание Энгельбарта, что когда одновременно пять человек работают с текстом, это идеальное коллективное мышление.*

Ответ: Как всегда в случае таких провокационных высказываний, к ним можно приводить контрпримеры. Например, когда Boeing решал задачу проектирования самолётов, то над одним текстом описания самолёта Boeing 787 Dreamliner нужно было обеспечить работу не 5 конструкторов, а в сотню раз большего их числа — «идеальное» для этого проекта число 5 растянуло бы работу конструирования на столетия. Чтобы справиться с этой задачей, придумали систему управления конфигурацией описаний самолёта, PLM-систему. И все правки этих сотен людей в разные части этого гигантского текста описания самолёта проводились практически одновременно, но правки одних людей становились доступными другим людям — и поэтому этот общий текст описания самолёта удавалось удерживать непротиворечивым, цельным, безошибочным. Это и есть реализация мышления! Без компьютеров с PLM-системой это было бы невозможно, ибо ни в какой человеческой голове детальные размышления про конструкцию Boeing 787

⁸⁴ Об математическое мышление и эпистемологию, 5 сентября 2015, <https://ailev.livejournal.com/1214117.html>

⁸⁵ Информатика, 6 июня 2012, <https://ailev.livejournal.com/1008054.html>

Dreamliner не поместятся, мышления чисто человеческого не будет хватать. И никакое визуальное мышление тут не поможет, оно только помешает: отрисовка каких-то интуиций в кафе на салфетке будет занимать несколько секунд, а остальные много месяцев мышления будут обеспечены уже другими средствами, не визуальным мышлением, а синестезийным мышлением в голове и текстовым вне головы.

Ну, или нужно признать, что Энгельбарт неявно задал размер «идеального текста», как тот, который могут править одновременно 5 человек и всё ещё уложиться за приемлемое для проекта время. Границы возможного в работе с текстом и понятие идеальности сильно меняются в последние годы. Во времена Энгельбарта пришли к выводу, что идеальной организацией труда программиста является «бригада главного программиста», трансформировавшаяся к сегодняшнему дню в «бригаду двух пицц» (то есть 5 энгельбаровских человек трансформировались на сегодня в команду, которую можно накормить двумя большими американскими пиццами — это была идея Jeff Bezos, и это примерно 6 человек⁸⁶).

Это не так интересно, что происходит в команде из 5-6 человек в ходе какой-то одной их встречи. Да, там много мышления, но ещё больше мышления происходит в проектах, которые невозможно сделать одной такой командой, и максимальную поддержку этого мышления, максимальное внимание исследователей нужно направлять в эту сторону. Когда-то казалось, то разделение умственного труда невозможно, эффекты мануфактуры и фордовского конвейера в увеличении производительности умственного труда в разы за счёт другой организации труда мышления (когда не один человек делает все операции) нельзя получить. Но жизнь показала, что это не так. Обсуждение этого вопроса выходит за рамки нашего разговора, ибо решение оказалось явно не в задействовании визуального мышления.

Универсальность текста по сравнению с картинками

Вопрос: *Вы сказали, что текст универсальней картинок. И ещё текст проще картинок. Почему текст более универсальный, почему он проще? Мы же мыслим образами, а не текстами?*

Ответ: Прототексты типа египетских иероглифов или начальных китайских иероглифов даны чисто визуально-образными паттернами. Я подчёркиваю, что визуально-образными, ибо образы синестезийны, они и звуковыми вполне могут быть — все ж не только картинки в голове видели смутные, но и голоса внутри головы слышали, недаром психотехники любят говорить не об остановке

⁸⁶ Вот рассуждения за этим решением ограничения числа людей в команде: <http://blog.idonethis.com/two-pizza-team/>

внутреннего кино, а об остановке внутреннего диалога! Мышление, оно даже внутри головы не сводится к визуальному. Но вот когда писать не умеешь, то прототексты выводятся пиктограммами, иероглифами, а алфавитное письмо получается исторически сильно позже.

И дальше эта идея алфавитного письма получает своё развитие. Так математики кодируют понятия буквами разных алфавитов, а вот программисты имеют дело с такими большими системами, которые требуют так много мышления, что им пришлось разрабатывать свои способы записи — многословные идентификаторы вместо тех же математических значков, да ещё и использование понятия пространства имён, чтобы даже эти многословные идентификаторы из разных частей огромного проекта не путались.

С текстами в продвинутых нотациях вы получаете возможность выразить более сложные понятия, более причудливой формы места в пространстве смыслов, и имеющие более хитрые связи с другими местами в этом пространстве. Вы можете выражать это всё более точно и формально, делать всё более простые проверки для этой формальности, использовать более простые формы ввода в компьютер (никакой каллиграфист или художник не сможет работать со скоростью ввода примерно 650 знаков в минуту, а профессиональный ввод с клавиатуры вполне достигает таких скоростей, и даже медиана сегодня 200 знаков в минуту⁸⁷, это 12 тыс. знаков в час — примерно пять страниц текста. У вас просто не соберётся за час достаточно интересных мыслей на пять страниц, чтобы их писать с этой средней скоростью! А при небольшой тренировке вы сможете писать ещё быстрее. А современные компьютеры ещё способны к автозавершению длинных слов. Но это писать, это не относится к рисованию. Рисование традиционно медленно, оно не схематично, картинки не сжимают информацию достаточно, и рисование очень трудно как-то автоматизировать. Компьютеры могут тут помочь, но не слишком.

В естественном языке вы можете ещё и аллитерациями пользоваться, и метафорами, и даже прямо обращаться к визуальным образам, говоря «представьте себе яркую лампу-торшер, которая стоит тут посреди комнаты», для этого просто достаточно задействовать слова, относящиеся к визуальной модальности восприятия. Вы можете закладывать в текст 2-3 уровня значений, вы можете писать стихами или перемежать текст матом. Поэтому тексты получаются очень многоуровневые.

Несколько лет назад я понял, что мне нужно как-то вытащенное из текстов инженерных стандартов описание системного мышления передать людям в головы, и так, чтобы люди имели шанс это описание понять, желательно в моём отсутствии — я хотел какой-то масштабируемости этой передачи, речь не шла о

⁸⁷ <https://typing-speed-test.aoeu.eu/>

личных беседах с 10 учениками, я думал о тысячах возможных заинтересованных. Я провёл некоторое исследование для способов такой передачи⁸⁸, они в литературе называются средства «авторинга» (authoring). Все эти средства предполагали обильное использование картинок. Грубо говоря, это были не Ворды-на-стероидах, а ПауэрПойнты-на-стероидах, позволявшие нарисовать картинку и задать к ней вопрос-другой-третий. Но когда я начал интересоваться, насколько надёжно по сравнению с другими средствами передачи сложной информации содержание курсов из систем авторинга-с-картинками попадает в головы учеников, то выяснилось, что для детсадовских курсов — хорошо, а для более сложных курсов — плохо. И затраты на создание курса запредельны, и выигрыш по пониманию у учеников оказывается не слишком большой.

Гипотеза, что вы искусству программирования научитесь по книжкам с картинками, например, по блок-схемам, она блестяще не подтвердилась. Много раз пробовали, но по книжкам с кодами учатся, а по книжкам с диаграммами — нет, нужных мыслительных структур в мозгах учеников не возникает. На книжках с картинками почему-то учат до уровня начальной школы, и всё, дальше обучение останавливается на этом месте, и число картинок быстро падает по мере вхождения во взрослость. И это не случайно.

В итоге я сделал учебник текстом, в котором привёл несколько диаграмм (на 400 страниц текста учебника там 107 картинок, причём на многих картинках есть и тексты — речь идёт о диаграммах, схемах и схемоидах).

Есть люди, которые пишут тексты с картинками, а есть люди, которые пишут картинки с текстами. Скажем, манга (японский комикс) — это картинка с текстами. И чем ближе к детскому саду, тем больше мы получаем этих картинок с текстами. Чем взрослей, чем сложнее предметная область, тем больше текста. Даже в случае фейнмановских диаграмм и струнных диаграмм теории категорий, других математических визуальных нотаций они представляют собой крошечную часть тамошнего мышления, и нельзя не обращать внимания на огромное число текстов, которые окружают эти вкрапления визуального. Говорить, что вокруг них всё мышление визуальное, так это говорить, что вся одежда пуговичная — выпячивая роль пуговиц в одежде, привлекая всяческих к ним внимание, делая предметом поклонения, популяризуя эту пуговичность и связывая вообще всю одёжность с пуговичностью, делая семинары по пуговичному одеванию и т.д.. Хотя да, без пуговиц в одежде трудно, несмотря на обилие одежды и без пуговиц всегда можно найти хлёсткие примеры важности этих пуговиц.

⁸⁸ Авторинг для библиотеки практик, 15 августа 2013, <https://ailev.livejournal.com/1083429.html>

Так что системному мышлению через текст можно научить, через текст с картинками можно научить, а вот через картинки с небольшим количеством текста — нельзя, текст к этим картинкам всё равно придётся приговаривать. На мероприятиях по визуальному мышлению просто не замечают той работы с текстами, которая происходит голосом «со слуха» на этих мероприятиях. Вот вся та же работа и происходит в больших проектах, разница только в том, что не выпячивается визуальная компонента, она не самая важная, она проходная, это временное средство фиксации интуиции, и задача не в том, чтобы увеличивать это время, а в том, чтобы это время уменьшать — от пиктограмм переходить к более продвинутым способам выражения мысли.

Реплика: *До тех пор, пока химические соединения обозначались картинками, все в химии было плохо. А после того как их стали обозначать буквами, нотация стала богаче, химия стала совсем другой.*

Ответ: Я обычно говорю об алхимическом периоде в развитии не только химии, но и даже инженерии. Сначала описываются и химические реакции, и инженерные конструкции в терминах возгонки драконов с фениксом, затем появляются тексты на более формальном языке, т.е. вводится какая-то нотация и от метафорических текстов, основывающихся на визуальных или аналогичных натуралистичных синестезийных представлений переходим к абстрактным объектам, выражаемым текстом с формулами, и в таких текстах в разы легче отслеживать строгую логику и находить ошибки, коллизии, невязки. Мышление немедленно становится более точным, более адекватным (то есть оно не теряет связи с реальностью, не уходит в фантазии), а дальше через псевдокоды обязательно переходим к строгим уже схемам и исполняемым компьютером схемам, где в полной мере работает формальная логика. Так что да, по мере развития дисциплин они проходят взросление своих нотаций, и лучшие из них довольно рано покидают стадии использования картинок (в той же химии пиктографически показанное бензольное кольцо изредка используют, это так называемая «структурная формула», но в разы и разы реже, чем запись C_6H_6 , которую и называют «химической формулой»⁸⁹).

Инструментарий моделирования: редакторы, моделеры, студии

Реплика: *Здесь была поставлена, но не заострена весьма любопытная проблема инструментария работы с движением мышления по спектру его формальности. Этот инструментарий должен быть построен так, чтобы показывать не только движение мысли с изменением её формальности, но и способ, которым мы это делаем. И по сравнению с этой темой дискуссия по поводу разных средств*

⁸⁹ https://en.wikipedia.org/wiki/Chemical_formula

воображения кажется поверхностной, поскольку не позволяет приблизиться к собственной выработке этого адекватного инструментария. И вот эта выработка инструментария достижения рациональности в мышлении и кажется самым интересным.

Ответ: Да, движение мышления по спектру формальности не охватывается одной отдельной эстетичной картиной, и поэтому тема жизненного цикла тех или иных вариантов рабочих продуктов мышления, использующих нотации разной степени формальности и практики формализации/моделирования и распредмечивания/рендеринга — эта тема важна. В системном мышлении⁹⁰ указывается, что с одной стороны жизненный цикл — это набор каких-то стадий, операций. Но с другой стороны — жизненный цикл это набор каких-то практик, подразумевающих использование своей дисциплины мышления (в данном случае мышления о мышлении) и инструментов (в данном случае инструментов, поддерживающих мышление). Так что ход более-менее инженерно подойти к конструированию инструментов для работы с мыслью, имея ввиду облегчение операций изменения её формальности в ходе жизненного цикла мысли — это хороший ход.

Реплика: *Мне интересен пафос антивизуализации, он мне как был непонятен, так и остался после доклада непонятен. Вот пример с кабиной лётчика. Сколько длится обучение летчика? Месяца три, и это без всяких учебников. Проблемы знания по полёту на самолёте решаются совершенно иначе, не через тексты. Т.е. огромное количество нужных для полёта упаковывается в совершенно другие, нетекстовые единицы. И эти единицы передаются не через чтение, и при этой передаче активно используются визуальные средства. Поэтому мне непонятен пафос противопоставления визуального и невизуального, для меня это инструменты разного типа, передача даже не знаний, а аспектов мыслительной работы разного типа. Я не вижу здесь никаких проблем. Надеялся увидеть проблемы в этом докладе, но не увидел.*

Ответ: Пример с летчиками не так хорош. Лётчиков сейчас вообще можно не учить, потому что компьютер на себя берет то самое мышление лётчика, или мышление таксиста — пришла эпоха, когда вот эти простейшие виды мышления, которым можно научить по картинкам, без особой теории, передаются от людей к машинам. Конечно, там есть какое-то мышление. Но им можно заниматься в качестве хобби. Я уже несколько раз упоминал как пример такого мышления кинестетическое/телесное мышление⁹¹. Но это примерно такая же постановка вопроса, как про визуальное мышление, или мышление лётчика, или даже

⁹⁰ Мой учебник «Системное мышление»: <https://www.litres.ru/anatoliy-levenchuk/sistemnoe-myshlenie/>

⁹¹ Цепочка текстов «Системный фитнес», Вот, например, про телесное/кинестетическое мышление у меня есть цепочка текстов: <https://ailev.livejournal.com/1429126.html>.

мышление того, кто учится ездить на велосипеде: хоббийное мышление. Это мышление для детского сада человечества, и я повторяю свой тезис: интересно то мышление, которое позволяет создать сложные инженерные артефакты. Не мышление собственно лётчика, а мышление команды людей (тысяч людей, а не команды из пяти-шести человек), создающих самолёт. И вот это мышление нужно поддержать, тут лежит проблема. И визуальным или кинестетическим мышлением, мышлением лётчика или танцора, или любителя картинок эта проблема поддержки мышления больших масштабов не решается.

Если нужно описать мышление лётчика, чтобы передать его компьютеру, то вам придётся не картинками это мышление передавать, а совсем другими средствами. Нужно научить летать самолёт, а не лётчика, вот задача дня! И для этого описывают, как устроено полётное мышление самолёта. В описании этого мышления много-много текстов, много математики, много формализмов и совсем немного визуального, совсем немного картинок. Картинок достаточно будет у видеокамер самолёта, но это ж не картинки, поддерживающие «визуальное мышление» самолёта! Так что вопрос про обучение лётчика мимо, кокпит самолёта был приведён просто для того, чтобы показать другой уровень технологий, нежели был во времена расцвета строительства пирамид. И показать, что самолёты с подобного сорта иероглифическим письмом не построишь.

Реплика: *Я понял, что выжили не картинки, и даже не пиктограммы, а более абстрактные иероглифы. Мы идем к упрощению, и если взять буквицу, то и буква имела много образов, и слова имели свои образы. А сейчас это просто слова из букв. Я все равно пытаюсь передать визуализацию, а не просто сухой текст рассказывать. Когда я беру яблоко, кто видит его красным, кто-то зеленым, а кто-то желтым, но это все картинка, и эти цвета — это просто уточнение передачи образов. Так что всё равно возникает сначала образ визуальный, а потом уже думаем, как его передать словами, идёт подбор слов. Поэтому для меня тема до конца осталась нераскрытой. Нотация упрощена, но её нужно совершенствовать.*

Ответ: Я не считаю, что всё в работе поддержки мышления теми или иными нотациями идёт по пути упрощения, или усложнения. Конечно, есть надежда на то, что инструменты для использования разных нотаций станут проще, но пока эта надежда не оправдывается: инструменты (редакторы, моделеры, студии⁹²) не становятся проще, а наоборот, они становятся сложнее и мощнее. Даже MS Word сильно прибавил в функциях и сложности интерфейса с момента появления его первой версии, хотя его использовать и проще, чем командные редакторы

⁹² Студии разные нужны, студии разные важны, 24 июля 2016, <https://ailev.livejournal.com/1280626.html>

текстов, существовавшие до эпохи компьютерных дисплеев (была даже шутка про управляющие последовательности символов этих редакторов, что они напоминают помехи в тракте радиопередач. Вот их использование было по-настоящему сложным!).

Универсальными нотационными инструментами, например, алфавитным письмом и его компьютерной поддержкой вы можете решать одинаковыми методами большее число задач. Так что идёт не столько упрощение экосистемы работы с текстами, сколько универсализация инструментов. В современные тексты можно и картинку вставить, и электронную таблицу, и даже видеофильм, если есть потребность. Современное мышление, в отличие от времён алхимии, требует символьных нотаций. Математики упорно продолжают использовать буквы, которые очень компактно выражают мысль, максимально абстрагируясь от природы стоящего за этой буквой математического объекта. Программисты с их идентификаторами тоже не злоупотребляют картинками, хотя все современные системы программирования легко позволяют вставлять картинки вместо букв, юникод для этого и был предназначен, там полно картинок⁹³. Картинки поддерживают только низшие виды мышления, бытующие в социальных сетях: количество эмодзи в текстах зашкаливает в молодёжных и родительских чатиках в WhatsApp, а подростки обмениваются «мемами» на базе картинок — и то, картинка на этих «мемах» одна и та же, но надписи текстом меняются, так что текст оказывается интересней картинки, и бытование мема идёт в тексте, а не в картинке.

Да, химические формулы, в отличие от алхимических формул и изображений химических реакций картинками, легче проверять на отсутствие ошибок. Легче понимать понятие валентности, легче записывать длинные цепочки мыслей по поводу химических реакций. И так во всех нотациях: по мере развития дисциплины от менее формальных нотаций переходят к более формальным. Цивилизация развивается в направлении от визуализации синестезии внутри головы или ситуаций в реальной жизни к их абстрагированию нейтральными какими-то знаковыми структурами, никак не похожими на те объекты, которые эти знаки обозначают.

Я ещё советую обратить внимание на то место доклада, в котором я рассказываю про синестезию. В вопросах и репликах чаще всего использовались только визуальные слова: говорили про яркие и тусклые моменты, образы обязательно были зрительными, а не слуховыми или кинестетическими. А ведь кто-то может *ощущать* (кинестетически) правильность или неправильность моих тезисов, а не *видеть* мою правоту или неправоту.

⁹³ Вот только один класс таких картинок, а их там несколько: https://en.wikipedia.org/wiki/Miscellaneous_Symbols.

В нейролингвистическом программировании⁹⁴ ещё в прошлом веке было начато исследование по особенностям представления мира в головах разных людей — у кого-то внутренние голоса там резвятся, у кого-то внутренний кинотеатр мультфильмы показывает, у кого-то развита интуитивная чуйка как какие-то похожие на обонятельные ощущения, и так далее. Идея нейролингвистических программистов о том, что у разных людей есть «любимые» модальности этого представления, не была подтверждена. В разных ситуациях у одних и тех же людей «любимыми» становятся разные модальности восприятия, и даже становится доступным синестетическое восприятие. Роль модальностей восприятия и выражения мыслей оказалась очень большой, но не такой определяющей, как у нейролингвистических программистов из прошлого века. Побеждают универсальные по отношению к модальностям средства выражения, прежде всего поддерживающие естественный язык с его возможностями описывать происходящее в других модальностях, давать лингвистические метки областям смысла, традиционно привязанным к каким-то определённым модальностям. Я голосом легко буду обсуждать и яркие предметы, и громкие предметы, и предметы пахучие. И текст легко про это напишу. А вы давайте, попробуйте это картинками отобразить. На этих картинках будет огромное количество отвлекающих деталей, на них будет отвлекающий от абстрактного мышления шум. Поэтому картинки меняются на иероглифы, а иероглифы на алфавитное письмо, а потом появляются и формальные языки, где можно не просто передать мысль, но и как-то гарантировать её логическую корректность.

Вот по этому пути мы и пойдём поддерживать сложное мышление, не заботясь специально о его визуальности. Не будем делать ошибок нейролингвистических программистов, не будем выпячивать визуальность как «это наше всё». Увы, визуальность может иногда чуть-чуть помочь, и не факт, что не-визуальность, если бы ей уделили время и внимание, помогла бы меньше. Это понимали даже нейролингвистические программисты. Подчёркивая важность модальностей восприятия, они всё-таки говорили о нейролингвистическом программировании мозга, а не о нейровизуальном программировании. Нейровизуальное иллюстрирование, это да. Но нас интересуют не иллюстрации, а мысль. Мысль лучше выражается алфавитными языками. Визуальные языки в коммуникации проигрывают, и даже жестовые языки для глухонемых переходят на алфавитную основу.

Визуальное мышление — это великая утопия человечества. Утопия очень, очень привлекательна! И утопия обычно кажется очень и очень правдоподобной. Но, увы, утопия нереалистична. И поэтому она вреда может приносить больше, чем пользы. Я сам регулярно пользуюсь картинками, и в этой книжке-докладе полно

⁹⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Neuro-linguistic_programming

картинок. Но обратите внимание: они все бессмысленны, если их не окружает огромное количество текста. Вот это нужно чётко осознавать. Текст с небольшим количеством картинок поможет мышлению (и картинки часто можно опустить: они просто иллюстрируют мысль), а книжка с картинками поможет развлечь детей перед сном. Ну, разве что это книжка — анатомический атлас или каталог моделей одежды. Но и тут все обсуждения будут вестись словами, а не визуальными образами: мышление будет коммуницироваться не самой картинкой, оно будет «приговариваться».

Иллюзий у меня никаких нет. Утопии неистребимы. Утопия визуального мышления тоже неистребима. Но нам необязательно заниматься реализацией этой утопии. Вы предупреждены.

Приложение: исходные тезисы и литература

Когнитивные архитектуры и мышление

Мышление не визуально, а синестезийно. Все модальности в нём замешаны. Но в мышлении поддерживается некоторый спектр представлений — от богатых иконографических с излишними деталями через пиктограммы-образы к схемоидам к схемам в нотациях к формальным текстовым нотациям. И "всё что вовне есть и внутри" (то есть мышление в паттернах увиденного-услышанного-прочувствованного во внешнем мире, в том числе увиденного в мире и в картинках, и в текстах), но не всё что есть внутри можно выразить на каких-то языках (синестезии трудны в выражении, в том числе в синтезе картинок и в синтезе текста). Проблема связи коннективистской обработки "гештальтами", визуальными образами и символистской обработки текстов известна (neural-symbolic binding, learning and reasoning), решения её неудовлетворительны. Обсуждается это в рамках современных исследований по когнитивным архитектурам⁹⁵ — можно отдельно обсуждать память, внимание, воображение, многоуровневое сжатие внешней информации (включая тексты и картинки) и хранение её как priors для последующих размышлений над вновь прочтённой из внешнего мира информацией.

Вот пример подобной работы: иерархические the top-down memory (для priors!) and bottom-up perception (со сжатием информации воспринимаемого!) are combined to produce the code representing an observation, в работе "The Kanerva Machine: A Generative Distributed Memory"⁹⁶ от DeepMind. Увы, это исследование относится больше к учебным (машинного обучения) алгоритмам и меньше к

⁹⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive_architecture

⁹⁶ <https://arxiv.org/abs/1804.01756>

когнитивным архитектурам — но всё точнее и точнее понимается, чему мы учим компьютеры и что от этого обучения хотим. Меняется язык, на котором говорим об обучении, добавляем порождение (generative) как необходимое свойство обучающихся когнитивных архитектур.

Сжатие информации о мире в ходе обучения⁹⁷ учтено: мы будем абстрагировать/сжимать информацию, моделировать на всех уровнях интеллект-стека, снижая универсальность вычисления/мышления. Поэтому жать будем осторожно (чтобы не терять важное, но терять неважное), но таки будем (ибо без моделирования никуда). Ещё нужно внимание, конечно. Если уж у нас появилась память, то нужно иметь к ней и деконцентрированное внимание (искать фигуру на фоне — внимание к фону в поиске важного) и концентрирование (работать с важным, игнорируя всё неважное).

И нужно ещё понять, как туда добавлять символьные вычисления и разные другие варианты вычислений. Увы, стык символических и нейровычислений остаётся пока трудным местом⁹⁸.

Мой подход к когнитивным архитектурам по-прежнему остаётся описанным в тексте от 31 декабря 2016 «Когнитивная архитектура: что там должно быть»⁹⁹. Место когнитивных архитектур в интеллект-стеке обсуждается в тексте от 28 июня 2016 года «Болваны для искусственного интеллекта»¹⁰⁰.

И нужно ещё понять, как устроены симуляции мира на множестве имитационных моделей. "Воображение", как это сегодня называют всё чаще, т.е. мультимасштабное и мультифизическое (мультимодельное) моделирование возможных миров, требует исключительного разнообразия в вычислительных ресурсах, самых разных ускорителей. Я писал про NVIDIA-инфраструктуру вычислений¹⁰¹, не слишком закливающуюся именно на deep learning моделях, хотя и предусматривающую их.

Когнитивные архитектуры — это будет место самой большой конкуренции среди поставщиков инфраструктуры искусственного интеллекта. Ибо все учебные алгоритмы это уже коммодити, взаимозаменяемый «дешёвый биржевой товар», но вот предметно-специфические узкие приложения — они именно что узкие, нишевые. Тот, кто предложит более-менее универсальную когнитивную архитектуру, тот и будет править бал. Счастье только в том, что править бал ему

⁹⁷ «Жми, господин!», <https://ailev.livejournal.com/1414038.html> — абстрагирование как сжатие информации

⁹⁸ Полусвежий (ноябрь 2017 года) обзор по нейро-символическому обучению и выводу: <https://arxiv.org/abs/1711.03902>

⁹⁹ <https://ailev.livejournal.com/1322862.html>

¹⁰⁰ <https://ailev.livejournal.com/1356016.html>

¹⁰¹ NVIDIA как поставщик вычислительной инфраструктуры, 1 апреля 2018, <https://ailev.livejournal.com/1416697.html>

дадут недолго. Конкуренция, прогресс, развитие, когнитивные архитектуры, которые изобретают свои более продвинутые версии в ходе когнитивной эволюции (это системным уровнем выше, так что это не "нейроэволюция").

Я не уверен даже, что слово "когнитивный" и слово "архитектура" тут выживут. Так, я писал в интеллект-стеке "драйвер", а это стало называться "компилятор". Но мы ж тут не про названия, мы тут про суть дела.

Какое чудесное время! Всё, что вы выучили в школе, в вузе, на производстве и даже поняли в лаборатории, нужно теперь забыть. Приходит молодая (человеческая или кремниевая тут уже неважно, они сливаются быстро) шпана, которая сотрёт все наши придумки — теории, расхожие архитектуры инженерных решения — с лица земли. Всё быстро.

Это огромный поворот сегодняшнего дня: мышление можно сегодня изучать не только на живых людях, но и «в пробирке», то есть в компьютерах коннективистской (например, нейросети) архитектуры. И этот путь изучения мышления «в пробирке» оказывается много продуктивней, и результаты мышления при этом получаются сверхчеловеческие, недоступные биологическим людям без помощи компьютеров.

Поддерживать мышление не внутри, а снаружи

Поддерживать мышление внутри головы непонятно как, этим мало кто занимается. Но есть способ поддержать мышление снаружи: каждый раз, когда придумывается новая онтика/онтология, то можно представить какую-то удобную нотацию для неё.

Отсюда выходим на обсуждение нотаций как связи между символьными локальными представлениями и какими-то геометрическими представлениями, например визуальная поддержка математической работы¹⁰², нотации перформанса¹⁰³, выразительность и теория категорий¹⁰⁴, ругань по поводу скрайбинга¹⁰⁵, диаграммы как средство выражения топологии предметной области¹⁰⁶ (из этого текста видно, что я не так критичен к диаграммным техникам, как может показаться из моих предельно жёстких тезисов, но это не мешает мне выступать в целом за уход от лишней картиночности в мышлении,

¹⁰² «Towards Visual Type Theory as a Mathematical Tool and Mathematical User Interface», <https://arxiv.org/abs/1608.03026> и «Five dimensions of reasoning in the wild», <https://arxiv.org/abs/1608.06349> — и в этих работах большая библиография. Эти ссылки взяты из текста "Непопсовая лента о будущем", 13 августа 2016, <https://ailev.livejournal.com/1285862.html>

¹⁰³ Нотация перформанса, танец и архитектура, 3 мая 2003, <https://ailev.livejournal.com/76767.html>

¹⁰⁴ Выразительность, теория категорий, моноидальные диаграммы, ISO 15926L, 2 мая 2010, <https://ailev.livejournal.com/831024.html>

¹⁰⁵ Об визуальное мышление, 25 марта 2013, <https://ailev.livejournal.com/1069397.html>

¹⁰⁶ Диаграммы как средство выражения топологии предметной области, 27 марта 2013, <https://ailev.livejournal.com/1069810.html>

уход от пиктографичности. В больших системах топологию предметной области картинкой не покажешь, и всё равно придётся перейти к текстам).

У меня было и много других текстов на тему нотационной инженерии, например в заметках по поводу нотационной инженерии Jeffrey Long я писал¹⁰⁷:

я понял, как правильно говорить про нотации — показывая неразрывность нотаций и онтологий. Арабская нотация цифр отличалась от римской именно онтологически — обозначением цифры "ноль", а не только более коротким изображением цифр. Каждая новая оригинальная нотация — это выражение новой онтологии, в чем и фишка.

Тем самым для нотаций возникает два уровня рассмотрения, каждый из которых важен:

- онтологический (что именно записываем — какие именно universals и particulars)
- выражения (графика, символы).

Можно добавить ещё одну книжку из той же серии связи жизненного, модельного геометрического и символического как классов в геометрическом пространстве — это The Geometry of Musical Rhythm от Godfried T. Toussaint¹⁰⁸, где обсуждаются в "геометрической нотации" (если так можно выразиться) различные африканские ритмы.

Вот эта связь символического-алгебраического и геометрического-распределённого (визуально трёхмерного, но в мозгах это вполне может быть и многомерным, почему бы и нет?), выражаемая в диаграммных нотациях, схемах — она крайне интересна. Каким-то образом у человека символьный мир переходит в многомерное геометрическое представление, и хочется как-то уметь извлечь явно схему такого мышления-в-геометрии и изобразить её в упрощённом двумерном или трёхмерном варианте какой-то нотации, чтобы использовать мощь embodied cognition (несмотря на все проблемы с этой гипотезой¹⁰⁹). Напомню, гипотеза embodied cognition¹¹⁰ о том, что все мыслительные процессы в конечном итоге сводятся к квазимоторным — "мысленными руками" оперируется "мысленными предметами", это примерно такое же мышление, как у обезьяны, стремящейся достать с дерева банан, только дерево и банан абстрактны, да и тело тоже обезьяны абстрактно — но принцип обработки тот же. Вот эта гипотеза не подтверждается многочисленными экспериментами, ибо абстрактное мышление оказывается не таким конкретным, как в этом

¹⁰⁷ Заметки по нотационной инженерии Jeffrey Long — онтологи, онтологи, кругом одни онтологи..., 20 января 2008, <https://ailev.livejournal.com/548756.html>

¹⁰⁸ Есть в <http://b-ok.org>

¹⁰⁹ A critical look at the embodied cognition hypothesis and a new proposal for grounding conceptual content, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0928425708000193>

¹¹⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Embodied_cognition

примитивном представлении — механизм мышления более сложен, кроме геометрической компоненты в мышлении явно есть и алгебраическая часть.

И, конечно, есть самые разные отображения одного на другое — многоуровневые переходы от нотации к нотации, описания описаний. Внимание, как указывающее на место в описаниях. Внимание к схеме того, что дано геометрически, распределённо, невыразимо символично — один предполагаемых механизмов появления сознания¹¹¹, далее учёт необходимости многих уровней абстракции¹¹², онтологий как байесовских priors для ориентации в текущих ситуациях, и отсюда бибинарная (культурное-дичок, дискретное алгебраическое-геометрическое непрерывное — дважды бинарное деление) модель мышления¹¹³ в её связи с онтологиями.

Всё это для хардкорного мышления, которое ведёт к нобелевским премиям или полётам на Марс. Это не для тусовки на 200 менеджеров, которая пришла договориться о том, что они не будут воевать друг с другом и понять, какие интересы у них есть для совместной деятельности. Все эти фасилитаторские методики с картинками без сложных нотаций и дополнительных усилий по формализации это что-то типа speed dating — решения принимаются не по итогам speed dating, а после кропотливой работы, где работают уже другие инструменты, другие средства моделирования.

Нотации как средство сжатия информации

Важность абстрагирования/сжатия информации при моделировании как ключевое свойство для компьютерного мышления и творчества я поминал в пункте два поста "за пределами инженерии и менеджмента"¹¹⁴.

В частности, речь идёт о теории креативности/любопытства Ю.Шмитхубера и другие теории творчества¹¹⁵. Более того, для меня тема творчества и сжатия информации является центральной в широко обсуждаемых дебатах Yann LeCun и Christopher Manning про Deep Learning, Structure and Innate Priors¹¹⁶ — эти самые innate priors в какой-то мере отражают абстрагированные/сжатые и выраженные в устройстве мыслительной машинки знания о мире! Для меня системное мышление это ведь тоже удачно найденные innate priors. И значения

¹¹¹ Теория сознания как схемы внимания — attention schema theory, 9 июня 2015, <https://ailev.livejournal.com/1193568.html>

¹¹² Глубина (скрытое измерение) в языке, 27 июня 2016, <https://ailev.livejournal.com/1274014.html>

¹¹³ Онтологии и бибинарная модель мышления, 19 октября 2016, <https://ailev.livejournal.com/1305176.html>

¹¹⁴ За пределами менеджмента и инженерии, 2 марта 2018, <https://ailev.livejournal.com/1411106.html>

¹¹⁵ Компьютерное творчество: для всех, даром, и пусть никто не уйдёт обиженным!, 8 марта 2016, <https://ailev.livejournal.com/1251987.html> и Музыкальное ухо выучили, на очереди "настоящая креативность", 6 сентября 2016, <https://ailev.livejournal.com/1293469.html>

¹¹⁶ <http://www.abigailsee.com/2018/02/21/deep-learning-structure-and-innate-priors.html>

слов (отражение всех возможных мыслей в пространство слов) тут тоже priors, только более гибкие — их можно довычислять/обдумывать их смысл, а устройство самого вычислителя более ригидно по отношению к его обдумыванию. Да что там, вся наука работает на сжатие информации, я недаром всегда говорю про науку как поставщика не просто описаний окружающего мира, а компактных описаний. VPRI¹¹⁷ (Viewpoints Research Institute (это организация Alan Key сотоварищи) оказывается по его идеологии тем же самым: поиском лучших абстракций, "сжимателем информации". Хорошо сжатый код вы можете хотя бы прочесть, а потом очень сложно обработать в мозгу/компьютере. Плохо сжатый код у вас не будет шанса просто прочесть из-за его огромного объёма, хотя его обработка проста. Компактность в конечном итоге выигрывает. Хотя на примере не слишком большого успеха тех же работ VPRI и эффекта «скрипки Энгельбарта»¹¹⁸ видно, что steep learning curve¹¹⁹ выигрывает среди ленивых людей — компактность оказывается не единственным критерием, а увеличение объёма простой обработки компенсируют разделением труда, а не умоощнением процессора. Скрипка Энгельбарта заменяется симфоническим оркестром на 80 человек, играющих на разных свистульках. А что, разделение труда и параллелизация в этом случае тоже работает! Но не для всех задач работает хорошо, увы.

Были и попытки автоматического нахождения хороших репрезентаций, например Douglas Lenat с его Accretion Model of Theory Formation¹²⁰. Да, это всё старинная модель символических репрезентаций (помним, что representation learning это

¹¹⁷ <http://vpri.org/>

¹¹⁸ Никто не хочет учиться играть на XYZ, 10 января, 2015, <https://ailev.livejournal.com/1158826.html>

¹¹⁹ <https://www.quora.com/Why-is-a-steep-learning-curve-called-steep-if-it-means-youre-making-little-progress-over-relatively-much-time-effort>

¹²⁰ The Accretion Model of Theory Formation Дугласа Лената (<http://eksl.isi.edu/files/library/Lenat-1983-theory-formation-by-heuristic-search-AIJ-heuristics.pdf>):

1. Когда дано немного новых (не полностью исследованных) определений, объектов, операций, правил и т.д., немедленно собери о них эмпирические данные: найди их примеры, попробуй их применить и т.д.

2. По мере того, как это продвигается, пробуй заметить в данных регулярности, паттерны и исключения для паттернов.

3. Из этих наблюдений сформируй новые и модифицируй старые гипотезы. В мире, который ты можешь как-то контролировать, спланируй и проведи эксперименты для проверки этих гипотез.

4. По мере того, как развивается набор догадок, экономизируй путем создания новых определений, которые укорачивают формулировки наиболее полезных догадок. Весь циклический процесс сейчас начнется заново с шага 1, на материале этих новых определений.

5. По мере прохождения цикла (шаги 1-4), становится необходимо время от времени обобщать некоторые новые специализированные эвристики, перерабатывая прошедший опыт обучаемого [тут нужно учесть, что Ленат описывает "обучение открытиями" — learning by discovery]

6. В еще более редких случаях будет необходимо дополнить или сдвинуть репрезентацию, в которой кодировано знание о предметной области.

7. Для всех шагов в этой модели, даже для шагов 5, 6 и 7, достаточно собирать и использовать набор эвристик, неформальных правил рассуждения, которые ведут исследователя к наиболее приемлемым альтернативам и уводят от наиболее неприемлемых.

как раз про сжатие, абстракции, работу с паттернами/узорами бытия¹²¹). И вот уже работаем с глубокими коннективистскими структурами, продолжая с поиском представлений не вручную, а при помощи суперкомпьютеров. Вот свежайшая работа самого Юргена Шмитхубера по lifelong learning — там по факту два режима: обучения и последующего сжатия обученного¹²².

Вот для меня работа Школы системного менеджмента по построению системы фундаментального образования¹²³ с попыткой выстроить сильное мышление — это как раз попытка выстроить цепочку мощных абстракций, максимально сжать информацию о мире, оставить только самое важное. Сами мы не изобретём, конечно, эти представления (надеемся тут на человечество), но надеемся дать людям эти мощные мыслительные представления по хоть как-то непрерывной learning curve¹²⁴ (читай: "подняться по не запредельно крутой учебной лестнице, в которой мы надеемся, нет пропущенных или слишком крутых ступенек, через которые могут перескочить только гении"). Так что мы в Школе системного менеджмента именно что сжимаем знания о жизни, даём компактное и мощное мировоззрение, с которым потом можно легко пойти и за пределы менеджмента и инженерии — хоть и в культуру, искусство, работу непосредственно с человеческими эмоциями.

Основная мысль — мы будем абстрагировать/сжимать информацию, моделировать на всех уровнях интеллект-стека, снижая универсальность вычисления/мышления. Поэтому жать будем осторожно (чтобы не терять важное, но терять неважное), но таки будем (ибо без моделирования никуда). Для меня этот текст ещё и заход на попытку вытащить какие-то принципы на стыке онтологии и системного мышления: они ж про эффективное моделирование окружающего мира, то есть тоже про сжатие информации. Может быть, системное мышление окажется не самым плохим способом более-менее единообразно описывать тот зоопарк подходов, который мы сейчас наблюдаем в машинном обучении (глубоком обучении, эволюции, нейроэволюции, байесовских вычислениях и т.д.)

Увы, поскольку мы не знаем, что мы хотим извлечь из уже имеющихся знаний о мире (входных прямо от всех наших сенсоров, или накопленных тяжким научным трудом в виде, например, текстов научных статей или даже Википедии), мы должны очень осторожно их сжимать. Напомню, что в изначальном IBM Watson, который выиграл Jeopardy!¹²⁵, не делалось никаких попыток закодировать текст википедии и прочие справочные текстовые базы в форме "онтологии". Аргумент

¹²¹ Обучение представлениям (representation learning), 5 декабря 2012г, <https://ailev.livejournal.com/1045081.html>

¹²² One Big Net For Everything, <https://arxiv.org/abs/1802.08864>

¹²³ Цепочка "Фундаментальное образование", 2018, <https://ailev.livejournal.com/1427073.html>

¹²⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Learning_curve

¹²⁵ [https://en.wikipedia.org/wiki/Watson_\(computer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Watson_(computer))

там был такой: "при любом сжатии информации мы теряем информацию: если мы вытаскиваем какую-то модель из текста, мы теряем возможность отвечать на какие-то вопросы. А вопросы в Jeopardy! могут быть самые разные — от включающих в себя учёта игры слов до требующих логических рассуждений. Так что мы не извлекаем "граф знаний" из текстов, а работаем каждый раз со всем текстом сразу. А поскольку это требует гигантских вычислительных затрат, то мы используем суперкомпьютер. IBM Watson это как раз суперкомпьютер прежде всего". Для чего они использовали онтологии? Они использовали очень небольшие онтологии для типизации ответов (Форд — президент или машина), при этом очень грубой типизации, и это на десяток процентов снижало число ошибок.

Priors как-то выражены, они коммуницируются, поэтому для меня они — сжатая информация, перенесённая к нам в момент принятия решений из каких-то прошлых ситуаций. Эти priors — хорошие начальные "словарные" значения для вычисления смыслов в конкретных ситуациях с их прагматикой в привязке к целям и времени — этот перенос акцента с работы на уровне тасовки priors в разных их видах как "знания в консервах" на последующие довычисления/мышление отражает текущий повсеместный переход от семантики/онтологии к прагматике/эпистемологии. Уважаем priors, но не останавливаемся на них. И всё-таки хотим иметь их, не вычислять/мыслить каждый раз с полного нуля.

Вот тут показывается, что с грамотно выбранными людьми innate priors получается лучше — и это, скорее всего, магистральный путь, вместо "давай запустим на ночь эволюционную машинку, и она изобретёт нам сетевую круть немеренную с нуля" используется "давай возьмём лучшие на сегодня элементы архитектуры, и запустим эволюционную машинку, начиная с них"¹²⁶. И этот "эволюционный путь" вычисления innate priors, показывает, что всё что угодно мы просто объявляем priors и продолжаем для текущей ситуации вычислять дальше, получая posteriors.

Интересно, что обсуждается вопрос про составные блоки нейросетей — какими они должны быть, чтобы хорошо работала нейроэволюция? Должны ли затем мы использовать найденные цивилизацией priors как начальные значения (скажем, лучшие сегодняшние архитектуры сетей, "эволюция гомо сапиенса"), или зарядить эволюцию "из первичного бульона", из каких-то совсем элементарных структур, в надежде, что "зародится жизнь" и высокоэффективные архитектуры нейросетей появятся сами собой?

Получается так, что innate priors в форме архитектуры нейросетки тоже можно делать компактными, быстрыми, эффективными — и совсем тем самым

¹²⁶ <https://research.googleblog.com/2018/03/using-evolutionary-automl-to-discover.html>

неуниверсальными, ибо free lunch theorem (что нет универсальных оптимизаторов/солверов) никто не отменял. Жать нужно, терять универсальность нужно, иначе вычислительно не выжить. Просто потеря универсальности должна быть а) контролируемой, должен быть какой-то критерий и найден оптимум и б) неокончательной — потом должны быть ещё вычисления, продолжающие оптимизировать неуниверсальное решение для текущей ситуации (после любых priors должны вычисляться posteriors).

Эволюция тут даётся просто как один из универсальных алгоритмов поиска оптимума, помним про Master Algorithm¹²⁷ и No Free Lunch Theorem¹²⁸ — все эти алгоритмы помогают улучшать/настраивать друг друга. Скажем, эволюционные алгоритмы будут настраивать нейроалгоритмы. Вот тут даже делается громкое заявление "Evolution is the New Deep Learning"¹²⁹, ибо придуманы улучшения самих алгоритмов эволюции — чтобы запускать эволюцию не было так мучительно больно и страшно по части вычислительных ресурсов.

А дальше говорим о любых priors, не только innate priors из текущих архитектур deep learning, которые я упомянул в тексте по первой ссылке. Например, все классические онтологии и онтики это как раз такие priors. Меня натолкнул на эту мысль Nando de Freitas в начале 2016 года¹³⁰, и далее я повторил эту линию рассуждений в программном тексте про онтологии и бибинарную модель мышления¹³¹ в конце 2016 года. В какой-то мере я пишу сейчас про сжатие, поминая многие тезисы того текста. Единственное новое — я говорю, что сжатие многоуровнево, иерархично, то есть системно. Оно идёт на многих уровнях интеллект-стека.

Сжатие это (поиск онтик, в концептах которых мы хотим хранить наши priors) можно делать мокрыми нейронными сетками — находить фиши усилием человеческой мысли. Но круче, конечно, это выучивать (например, deep learning). Для "непонятной предметной области" нужно просто выучить viewpoint, с которым работать дальше — выучить без учителя, конечно. Вот пример того, как это делается в музыке: распознавание паттернов/фич/viewpoints/latent space как "палитры", из которой потом генерируются самые разные морфинги между мелодиями/views (морфинги — это чтобы показать, что речь идёт о каких-то

¹²⁷ Pedro Domingos, The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World? 2015, <https://www.amazon.com/Master-Algorithm-Ultimate-Learning-Machine/dp/0465065708>

¹²⁸ https://en.wikipedia.org/wiki/No_free_lunch_theorem

¹²⁹ <https://www.sentient.ai/blog/evolution-is-the-new-deep-learning/> и <https://eng.uber.com/deep-neuroevolution/>

¹³⁰ Глубокое обучение: читал Нандо де Фрейтаса, много думал, 10 января 2016, <https://ailev.livejournal.com/1240509.html>

¹³¹ Онтологии и бибинарная модель мышления, 19 октября 2016, <https://ailev.livejournal.com/1305176.html>

вычисленных правильных ортогональных характеристиках, которые могут по-разному сочетаться и давать всё разнообразие мелодий предметной области)¹³².

Можно дальше думать: это или а) мы получили какие-то priors и дальше можно уточнять, "из чего состоит музыка" в каждом конкретном случае, или б) мы получили "значения" и дальше мы с ними работаем, забыв про priors, что это было "сжатие".

Мой поинт тут в том, что вышесказанное сжатие с попытками сохранить универсальность происходит на всех уровнях интеллект-стека (я писал про этот стек более-менее подробно последний раз в "болванах для искусственного интеллекта"¹³³). Вверху жмём, вводя какую-то вероятностную онтику предметной области (иначе теряем возможность коммуницировать с окружающим миром), на среднем уровне жмём архитектурой сетки (коннективистской структурой), на самом нижнем уровне жмём уже математическими операциями, буквально сокращаем число бит в числах для вычислений: получаем опять-таки не слишком универсальные (не все числа можем выразить, ибо сурово квантуем), но зато очень маленькие по памяти и быстрые по скорости вычисления. Это уже почти самый низ интеллект-стека, но не нужно забывать, что есть и другие ходы -- уход от архитектуры GPU или TPU и, например, использование нейроморфных архитектур процессоров или вообще мемристоров, физических вычислителей на оптике и т.п. На этом уровне жмём уже на уровне вещества, а не каких-то логических представлений информации.

В самом же верху интеллект-стека царят выразительные нотации для людей — это текстовые нотации. Сложное мышление может быть поддержано главным образом текстом: миллионы строк кода на языках программирования подтверждают это, математические книги с формулами подтверждают это. Все остальные картинки поддерживают не столько мышление, сколько бытовую попу, "околомышление", социализацию. Все балаганы с картинками и фасилитаторами резко заканчиваются, когда начальники уходят, и ответственным за продукт людям нужно породить продукт. Конечно, мышление есть и во время speed dating, когда хочется договориться двоим или двумстам людям. Но мы ж за state-of-the-art мышление, на пределе возможностей человечества, а не про организацию коммуникации большого числа людей. Это отдельный тезис, порождается ли что-то реально сильное в плане мышления даже на ОДИ-играх¹³⁴ — и при помощи каких механизмов это порождается в части визуальной работы, как фиксируется, в чём там сложности и если всё так

¹³² MusicVAE: Creating a palette for musical scores with machine learning, 15 марта 2018, <https://magenta.tensorflow.org/music-vae>

¹³³ Болваны для искусственного интеллекта, 28 июня 2017, <https://ailev.livejournal.com/1356016.html>

¹³⁴ Г.П.Щедровицкий, Организационно-деятельностная игра как новая форма организации и метод развития коллективной мыследеятельности, <http://www.fondgp.ru/gp/biblio/rus/50>

круто, почему математики всего мира и инженеры всего мира так не работают над своими сложными системами. Про "сложность системы из людей" можно рассказывать, но у любой ракеты есть обеспечивающая её система из людей, которая оказывается совершенно беспомощной, если провалено описание той же ракеты в формальных, главным образом текстовых и табличных языках. Получается ситуация из басни «Квартет», где не-музыканты не могут произвести хорошую музыку при любых не связанных с собственно производством музыки: люди не-инженеры быстро договариваются с использованием визуальной коммуникации (не мышления! Мышления-то как раз и нет!), но потом при отсутствии реального мышления инженеров (не попсового design thinking¹³⁵! а того, как работают настоящие инженеры!) с формальными языками проект становится фейком.

Печальная судьба графических нотаций: они не масштабируемы

Вопрос о нотациях и их помощи мышлению имеет огромную историю, в том числе и в математике с физикой, и в языках программирования, где эти вопросы изучались специально (требовалось обсуждать очень сложные результаты мышления, недоступные для простых смертных — и были попытки изучить, что работает, а что нет). Они для "визуальщиков"-попсовиков неутешительны. Кроме "струнных диаграмм" (явно помогающих мышлению) и инфографики (которая помогает пропаганде или обучению чему-то простому, но не мышлению ни разу) тут трудно что-то предложить массово работающее. Опыт всяких графических языков моделирования архитектуры приводит к тому, что у них появляется текстовое представление или хотя бы представление в виде базы данных (графовое или табличное), которое потом обрабатывается компьютером. И картинки эти неудобны для редактирования их на компьютере, неудобны для изменения на флипчарте. Всё плохо, но неграмотным людям кажется, что они что-то в этих картинках понимают — больше, чем поняли бы их букв. Можно это было бы протестировать (и получить тот же результат: что чем сложнее предмет, тем больше текстовых описаний на не-графических DSL), но факт, что простую картинку на бегу люди посмотрят, это психофизиология, она задействует "быстрое мышление" по Канеману, а аналогичный по выразительности текст, вызывающий к трате мыслетоплива на "медленное мощное мышление" смотреть не будут. Картиночное обезьянье мышление дешёвое, для простых ситуаций. Тяжёлое текстовое мышление для сложных. Дальше вопрос скрипки Энгельбарта (формальные текстовые нотации нужно учить долго и нудно, чтобы выработать автоматизмы мышления, с ними связанные, работать с ними явно не большие

¹³⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Design_thinking

массы народу) и что мы будем делать с теми, кому попроще (то есть теми, кто хотел бы побольше графического в нашем случае).

Чтобы взять сложность в 154 единицы, нужно освоить инструмент в 15.4 единицы. Если твой потолок без инструмента 20 единиц, то разбирательство с инструментом будет на грани твоих возможностей. И ты взвоешь, и будешь просить "попроще". Тебе дадут инструмент в 7 единиц, ты будешь разбираться со сложностью 70 единиц и останешься крайне недоволен. Этот вопрос выхолащивающей простоты в обучении может иметь два ответа:

- популистский: проще можно, вы только должны постараться. Английский за три дня, а матан за два. Хотя нет, наоборот: английский за два дня (тут же думать не нужно, понимать не нужно!), матан за три (всё-таки это нужно думать, и не традиционные четыре семестра, потерпим!). И сделайте это весёлым, чтобы не скучно. Геймификация или что там ещё у вас с играми. Или дизайн-обучение, чтобы картинок побольше. Скрайбинг, только без формул.
- непопулярный: царских дорог в геометрию, английский, матан и прочие подобные дисциплины нет. Если уж приспичило — вам сюда. Так что если можешь не осваивать — не осваивай. Мы ещё и экзамен сделаем, чтобы проверить, можешь ли не осваивать. На небесплатных курсах — к воде тебя подведут, вода за деньги. Но пей сам, заставить не можем. Кончился курс, воду убрали в шкаф, что выпил, то твоё — и гуляй.

При обсуждении тренинга системного лидерства¹³⁶ возник вопрос про его сложность:

- заведомо понятно, что без хоть как-то беглого владения системным мышлением (хотя бы в объёме прохождения моего курса в ВУЗе или Школе системного мышления) материалом курса не овладеть. Тебе сразу объясняют понятие лидерства в терминологии системного подхода, потому как это в разы быстрее и точнее, чем "на пальцах".
- сам материал тренинга зубодробителен, а тренинг идёт два дня. Полдня про место системного лидерства в длинном ряду других практик работы с людьми предприятия, и ещё полдня на подпрактики самого лидерства. Второй день на утрясание материала, включая игровой кейс с карточками Essence (требуется выбирать между многочисленными возможными оргдействиями менеджмента и лидерства в условиях ограниченности ресурсов — прежде всего времени). Диаграммы, много англоязычного сленга, ссылки сразу на целые книги, а не на три-четыре цитаты из этих книг.

¹³⁶ Основы системного лидерства, учебный курс — <http://system-school.ru/leadership>

Вопрос: а попроще нельзя? Ответ: а не пошли бы желающие простоты в современном лидерстве куда подальше? Если у тебя три человека, то можно и безо всего этого. А если у тебя требуется организовать число людей побольше числа Данбара¹³⁷, даже с учётом поправок на электронные средства общения — скажем, у вас в компании 500 человек? Можно ли пару дней порисовать картинки, как это сейчас модно, и вперёд — заниматься лидерством? Это неважно, что в солидных местах курсы лидерства не двухдневные, а шестинедельные и со вступительными экзаменами. Это неважно, что если ты не гений-самоучка (такие бывают, но что нам от этого?! смотреть на них, а потом на себя — только печаль), то как-то справляться с лидерством можно научиться лет за десять, если свезло. Это всё неважно. Важно, что "нам бы попроще, а то не поймут".

У Анатолия Шперха обсуждают¹³⁸, что делать, если дети не хотят читать инструкций, а хотят всегда, чтобы преподаватель им показал. Наглядно, прямо вот сейчас. Это того же сорта проблема. Ага, RTFM¹³⁹. В большинстве случаев инструкция

а) существует,

б) на ней просто не написано слово "инструкция", но зато есть какое-то другое слово (часто это "учебник", иногда какие-то статьи, иногда стандарты, иногда body of knowledge, очень разное всё),

в) таки реально не читают учебник/мануал и даже не смотрят видеоролики,

г) всё чаще и чаще встречаюсь с тем, что инструкцию как-то знают, но просто изо всех сил не применяют это знание к своей задаче — даже не догадываются, что надо, и пять раз переспрашивают, когда прямо говоришь, что применить нужно ровно вычитанное из мануала. "Вот прямо к моей задаче применить?! Вот так вот взять, и сделать, как там написано?!". Дьявол, а для чего оно там вообще написано?!

У меня прямо сейчас идут три учебных группы: две абсолютно взрослых и одна шестикурсников-магистров. Вот прямо всё это про них, а не только про школьников. Есть у меня и видео, и учебник, и задачник, и методички, и объяснения — нет, не читают, не решают, не применяют. Ну, не все сто процентов. Читают и применяют процентов 30 из группы, и у них после этого обычно серьезные сдвиги в их рабочем проекте. А остальные 70% реально не могут удерживать внимание на прохождении а хоть и всего каких-нибудь трёх

¹³⁷ https://ru.wikipedia.org/wiki/Число_Данбара

¹³⁸ <https://www.facebook.com/shperk/posts/10159523744685153>

¹³⁹ <http://lurkmore.to/RTFM>

шагов по инструкции, начиная с нулевого "начать выполнять шаги по описанной процедуре". Неважно, мыслительные ли шаги, или что-то сделать руками.

Я вот реально не понимаю, что делать преподавателям в таких условиях. Я почти каждую фразу на занятиях могу начинать с RTFM, и буду при этом очень уместен и не чрезмерен.

Топикстартер темы нежелания что-то читать текстовое (Лора Кравченко) пишет¹⁴⁰: "[в результате нечтения инструкций] Из 4х групп только одна работает результативно. И что с этим делать?".

Что делать? Я сам, пообщавшись сегодня с великовозрастными студентами (магистрами, многие из которых получают уже второе магистерское образование) потихоньку начинаю озверевать и склоняюсь к решению, что работать нужно с маленьким количеством людей, которые работают результативно. Остальным нужно пытаться помочь, но ограничивать количество уходящего в них преподавательского ресурса.

Нужно чётко понимать, что против воли никого не выучишь. Учить тех, кто хочет и кто может учиться.

Есть божественные педагоги, у которых все хотят учиться, все читают инструкции, все потом их исполняют. Ну, нужно смириться, что мы тут все не гроссмейстеры, убрать гордыню и при общем стремлении научить сто процентов учеников и невозможности этой сотни процентов достичь — не отчаиваться, делать что должно и будь что будет.

У меня сын, с которым справляюсь только одним способом: показываю видеолекции. Из учебника материал он взять не в состоянии, вообще никак. А лекцию просто заставляю смотреть много-много раз, пока не услышит в ней ответ на свой вопрос и не решит поставленную задачу. И я отлично понимаю, что ни на одного учителя я надеяться не могу. В школе в классе 28 учеников, и там нет времени на объяснения, показы и индивидуальный подход. Времени хватает только на проведение многочисленных контрольных.

Гениям-ученикам хватает и намёков на обучение, они сами читают инструкции. Что делать всем остальным? Когда не-гений ученик встречается с не гением-преподавателем? Ничего не делать, серебряной пули в педагогике нет. Спасаем себя и небольшое количество тех, кого можем спасти с собой. Увы, всех спасти не получится.

Да, если не "попроще", то не соберёшь стадионы. Но стадион можно собрать только на попсу и только на пару часов. Если речь идёт не о попсе, и не о паре часов, то людей будет мало. Но на изложенном "на пальцах" и "в картинках"

¹⁴⁰ <https://www.facebook.com/lora.kravchenko.3/posts/1511812868913471>

материале сопромата самолёт не просчитаешь, тут нужно иметь хотя бы одного человека, владеющего материалом серьёзно. Тут стадиона учеников не нужно, нужно выучить одного.

И это не означает, что "нет, учиться этому массово не будут, рынка нет, так что не будем учить". Нет, тут по-другому: можешь не учить, не учи. Не можешь не учить — учи. Абсолютно симметрично с учениками. Так сказать, браки на небесах, хотя качественная служба знакомств тут явно не помешает.

И, конечно, нужно использовать все известные технологии упрощения обучения, весь мыслимый state-of-the art — чётко осознавая, что все эти технологии всё равно не позволят дать английский за три дня, матан за два дня, системное мышление не позволят освоить за день и системное лидерство превратить в подачу пары прописных истин в приятной геймифицированной компании в ходе скрайбинга между кофе-брейком и обедом. Царской дороги в геометрию нет, можно только говорить о подслащении пилюли. Ускорение обучения в шесть раз — это не полгода за три дня и попсово на пальцах, а полгода за месяц при интенсивных занятиях.

Сюда же можно отнести материал «Почему не работают трёхдневные тренинги ни для менеджеров, ни для инженеров»¹⁴¹ — потому что для освоения хоть сколько-нибудь сложного знания требуется уже обширное фундаментальное знание. Чтобы понять нотацию с интегралами и дифференциалами, недостаточно выучить сами эти знаки интеграла и дифференциала. Нужно понять концепты, за ними стоящие. Серьёзный курс матана идёт четыре семестра в вузе. Дело оказывается не в графичности или текстовости нотаций!

Архитектурные языки: графические псевдокоды

Интересный вопрос, почему архитектурные языки удерживаются в графической области (ArchiMate, SysML и т.д.). Потому что их удобней "продавать" менеджерам? Потому что тамошние модели относительно небольшие? Потому что по факту это не совсем формальные языки? Но при росте сложности (когда хочется, например, проаннотировать архитектурные модели) немедленно появляется параллельная текстовая нотация. Так происходит с Business Rules Language, Modelica и AADL (причём два последних языка обсуждаются и как архитектурные в том числе) и даже SysML, который как и любой вариант MOF/UML может быть выражен в текстовом OCL. Этот вопрос необъяснимой любви к графической нотации в архитектурных языках, с которой явно можно сделать меньше, чем с текстовой (то есть можно удобно работать только с маленькими моделями), плохо проработан. Особых исследований, которые бы

¹⁴¹ Почему не работают трёхдневные курсы ни для менеджеров, ни для инженеров, 28 мая 2018, <https://ailev.livejournal.com/1430047.html>

исследовали, как часто используется та или иная форма языка, я не видел. Но в любом случае это маргинальные формы — архитектурные языки обычно сами не слишком формальны, они "псевдокодны", не предполагают прямой обработки каким-то процессором, только размышления людей над ними. Гипотеза, что графическая форма выживает хорошо при драфтовом мышлении, до-мышлении — speed dating, "приглядкам-смотринам". В принципе, в этом ничего нет плохого, из левой части спектра мышления, близкого к образному могут браться идеи, а мышление может потом проходить ближе к правой части спектра, где работа с текстами и кодами будет обслуживаться нормальными текстовыми нотациями.

В какой-то форме ответы на эти все вопросы были даны в основном тексте доклада. Тут же приведём дополнительную информацию про информатику¹⁴² как работу с текстами и кодами — отекстовки, перекодировки. В информатику можно вполне включать и моделирование с рендерингом, хотя обычно она рассматривается как более узкая дисциплина.

Информатика — это работа агентов (людей и компьютеров) с текстами и кодами.

Текст — понимается тут как "всё есть текст" ("text" is any object that can be "read," [человеком] whether this object is a work of literature, a street sign, an arrangement of buildings on a city block, or styles of clothing), неформален в части семантики и синтаксиса использованного в нём языка.

Код — формальное в части семантики и синтаксиса использованного языка представление какого-то содержания, независимо от сериализации в строку буковок или оставления в виде какого-нибудь графа, таблиц или триплов.

Особо нужно обсуждать действия в информатике: "акты" (в том числе речевые акты) и "вычисления" (в том числе отработка инструкций компьютером).

Информатика-в-малом — это когда работу с текстами и кодами ведёт один агент (компьютер или человек). Информатика-в-большом — когда в работе с текстами и кодами участвует много агентов.

Дисциплины информатики:

- (философская) логика, объектом практик которой является поиск наиболее компактных описаний для связи текстов и кодов с реальным миром, а также выражения связи с реальным миром формальных и неформальных языков, на которых представлены тексты и коды. Можно считать, что философия языка — это тоже сюда.
- когнитивная наука (cognitive science), объектом практик которой является поиск наиболее компактных описаний для понимания (перевод текстов и кодов во внутреннее представление в голове человека) и писательство

¹⁴² Информатика, 6 июня 2012 — <http://ailev.livejournal.com/1008054.html>

(порождение текстов и кодов из внутреннего представления в голове человека).

- лингвистика, объектом практик которой является поиск наиболее компактных описаний кодирования текста и отекстовки кодов.
- компьютерная наука (computer science), объектом практик которой является поиск наиболее компактных описаний перекодирования.

Сюда вполне можно отнести и биосемиотику¹⁴³.

За последние три года существенные прорывы в информатике произошли в работах по искусственному интеллекту: основные положения многих входящих в информатику дисциплин, особенно связанных с лингвистикой, были пересмотрены и в рассмотрение попало не только символьное, но и коннективистское моделирование. Это пока нигде не отразилось, хотя начали говорить о data science (в отличие от классической computer science), где подобные вопросы хотя бы встали в исследовательскую повестку.

Все эти дисциплины обладают немеренным шовинизмом, то есть пытаются прихватить в свой состав практики смежных дисциплин, поэтому границы между ними весьма расплывчаты. Тем не менее, специалисты одной дисциплины практически не понимают специалистов другой дисциплины, ибо их предметы крайне разнятся, а тусовки не пересекаются. Тусовка искусственного интеллекта возникла как ещё одна, которая занимается всеми этими дисциплинами, по сути игнорируя их текущее содержание.

Вот типовые деятельности (агентов — людей и компьютеров), которые требуют рассмотрения сразу несколькими поддисциплинами информатики:

Перетекстовка (из текста в текст):

- перевод
- аннотирование (в смысле создание краткого описания)
- поиск (фильтрация)
- интерпретация-1 (герменевтическая)

Кодирование (из текста в код):

- парсинг
- формализация
- аннотирование (в смысле разметка текста фрагментами кода)
- распознавание
- моделирование данных

Отекстовка (из кода в текст):

- рендеринг

¹⁴³ в варианте <http://galicarnax.livejournal.com/39260.html>

- отчёт
- синтез текста (например, "объяснений" в экспертных системах)

Перекодирование (из кода в код):

- мэппинг
- преобразование (трансформация)
- компиляция/трансляция (включая суперкомпиляцию)
- шифрование и дешифровка
- интерпретация (компиляция с немедленным исполнением)
- оценка (как в функциональных языках)
- вывод (как в логических языках)

Например, если мы рассматриваем какой-нибудь Haskell и коды на нём, то можно подумать, что там только рассмотрение computer science (перекодирование из одного формального представления в другое). Но если речь идёт о моделировании реального мира типами Haskell, то там будут задействованы положения философской логики, а когда выяснится, что большинству людей эти "идеальные коды на лучшем из языков" недоступны в понимании, то придётся привлечь аппарат когнитивной науки.

На данный момент собственно computer science поворачивается к differentiable programming, и речь идёт от Software 2.0: алгоритмы будут писать компьютеры, и они будут выходить за пределы человеческого понимания — Andrej Karpathy писал: «Software 2.0 can be written in much more abstract, human unfriendly language, such as the weights of a neural network. No human is involved in writing this code because there are a lot of weights (typical networks might have millions), and coding directly in weights is kind of hard (I tried)»¹⁴⁴.

Если нас интересует перекодирование текстов инженерных стандартов в формальное представление справочных данных, непосредственно доступных из CAD/CAM систем, то тут рулит лингвистика. Тем не менее, когнитивная наука и наука искусственного интеллекта позволяют понять, почему все эти коды классических «дискретных» айтишников (онтологии, базы данных, фреймовые представления, типы языков программирования) неточно выражают выраженное в стандартах инженерное знание и почему результат "чисто лингвистической" работы вызывают у большинства инженеров-неайтишников непонимание, когда они рассматривают результирующие структуры данных. Философская же логика позволит как-то обсуждать наличие различных описаний одних и тех же объектов в реальности (например, описание функциональных объектов и физических объектов — насоса-на-чертеже и насоса-с-серийным номером) и способы их совмещения (например, 4D extensionalism). Ну, а когда нужно просто

¹⁴⁴ Software 2.0, <https://medium.com/@karpathy/software-2-0-a64152b37c35>

из одного формализма отмапнуть в другой (и когнитивная наука вместе с философской логикой говорят, что с содержанием всё ОК), то это задача для компьютерной науки — в её первом классическом (фон-неймановском) или втором коннективистском (дифференцируемое программирование¹⁴⁵) вариантах.

Послесловие

Грапион Медведева

Вы прочитали книгу про визуальное мышление, но она затрагивает не только и не столько этот один тип мышления — визуальное, но по факту обсуждает мышление вообще, во всех его проявлениях. Ответ на вопрос о том, что такое мышление, как оно устроено и из чего состоит, принципиально важен, например, чтобы понимать, как учить *мышлению вообще* и дисциплинам «до» и «после» мышления. Мышление синестезийно: с 70-х об этом говорят как о догадке, а в 2018 есть параллель с результатами из области ИИ и догадок теперь нужно существенно меньше.

Думаю, что представление о мышлении как о визуальном появилось так: большинство людей думает, что они могут мыслить предметно только визуальными образами (исходя из того, что визуального в голове у них больше, чем аудиального или кинестетического) — остальное или абстракции, или повествование, или вообще не мышление, отсюда желание эти визуальные образы побольше и получше выразить, коммуницировать ими. Но вот текст: воспринимаешь визуально, потом укладываешь в голове аудиально (обычно — последовательно быстро проговаривая), и потом он в ней есть в самых разных формах — для всех органов чувств и способов коммуникации.

В книжке еще есть попытка (как по мне, так хорошая) дать ограничительные свойства мышления и архитектурные требования к нему (они уже ранее публиковались автором). С этого можно начинать дискуссию о мышлении в русскоязычном пространстве, но не в терминах философии сознания, или даже когнитивистики, а в терминах инженерии и AI.

Так что прочитав книжку вы можете:

- ничего не делать, принять мысли, содержащиеся в ней, к сведению;
- обсудить книжку с друзьями и коллегами, чья деятельность имеет отношение к мышлению, выработать свое мнение, прочитать учебник того же автора по системному мышлению или заняться изучением других мышлений — и использовать в работе;
- написать свой ответ, начать дискуссию в своем профессиональном сообществе;
- заняться изучением профессиональной литературы из области AI и Deep Learning, начать следить за темой;
- - самое сложное: перенести подход к деконструкции и изучению мышления и мыслительных практик на свою профессиональную область.

¹⁴⁵ Differentiable Programming, <https://www.edge.org/response-detail/26794>

Оглавление

Визуальное мышление: почему я.....	4
Тезисы по визуальному мышлению	7
Принципиальная схема киберличности	9
Спектр формальности мышления	11
Мышление от неформального животного до строго формально логического	11
Движение по спектру вправо и влево: моделирование и рендеринг	13
Профили формальности мышления.....	16
Человеческое мышление: середина спектра формальности.....	19
Вопросы и ответы по спектру формальности мышления.....	22
Архитектурные требования к мышлению.....	24
Мышление не визуально, а синестезийно	30
Синестезийность: все модальности, а не только визуальность	30
Нептолемеевская модель мышления: мышление промеж людей, а не в голове одного человека.....	31
Аудиальное мышление и развёртка во времени	33
Многомерное пространство смысла	35
Моделирование и схематизация	37
Телесное/кинестетическое мышление	38
Модельные представления вовне головы.....	39
Текст как удобная форма выражения для синестезийных представлений	43
Необходимость документирования синестезийных образов в экзокортексе	47
Синестезийность без визуальности.....	50
Поддержка мышления «снаружи»: экзокортекс.....	55
Схема описания системы	55
Имитационные модели и модели для записи мыслей	57
Языки предметных областей	58
Текстовые и графические языки	60
Чрезмерное внимание к визуальности	62
Нотации: сжатие информации.....	65
Идеограммы в коммуникации.....	65
Картинки как средство моделирования и как средство рендеринга	66
Что происходит после балагана с картинками.....	67
Исторический опыт: всё плохо	68

Архитектурные языки: почему они графичны	72
Почему не выживают графические языки там, где требуется много мышления?	74
Аргументы в пользу текстов	74
Как запускается мышление? Как появляется новое?	78
Коллективы больше, чем можно накормить двумя пиццами	81
Универсальность текста по сравнению с картинками	82
Инструментарий моделирования: редакторы, моделеры, студии	85
Приложение: исходные тезисы и литература	90
Когнитивные архитектуры и мышление	90
Поддерживать мышление не внутри, а снаружи	92
Нотации как средство сжатия информации	94
Печальная судьба графических нотаций: они не масштабируемы	100
Архитектурные языки: графические псевдокоды	104
Послесловие	108