

Глава 3. Актуальная картина знания

Во второй главе была показана необходимость специальных усилий для уточнения условия задачи. Такая работа, будучи хорошо сделанной, даст указание на направление поиска решения, так как грамотно сформулированное условие задачи (проблемы) содержит понятия, указывающие на области знания, а значит, дает прямое указание на то, какие теоремы, законы, утверждения окажутся полезны для актуальной картины знания, без чего работа по поиску решения не будет результативной.

Объем требуемого знания может быть невелик, особенно если речь идет о стандартной задаче из учебника, но в любом случае картина знания не сводится к набору формул и алгоритму решения. Даже так, если набор необходимых знаний удалось свести к алгоритмической последовательности действий, то тем самым гарантировано непонимание задачи, даже если получен правильный численный ответ или построен объект, удовлетворяющий заданным условиям. На самом деле найти решение задачи или проблемы - означает ответить на целый ряд вопросов: почему это так, какие должны выполняться дополнительные условия для корректности решения, насколько широк класс задач, к которым применим полученный метод, как проверить правильность решения и т.д.

Решение задачи это не короткий текст, который можно сопоставить с ответом из учебника, а целая картина знания. Таким образом, мы приходим к пониманию разрешения любой проблемы как метода достройки имеющегося знания и дополнения его тем, что ранее было неизвестно. А это и означает, что прежде чем приниматься за содержательную работу, мы должны точно определить, что необходимо знать, и построить актуальную для данной задачи картину знания. Заметим, - сказанное не содержит ничего особенно нового. Привычная технология учебного процесса, уделяя значительное время теории перед тем, как решать задачи именно это и делает – формирует актуальную картину знания, необходимую для решения последующих задач. Проблема лишь в жесткой привязке изучаемой теории к решаемым задачам.

Выходит так, что теория и задачи зачастую составляют собой жесткий знаниевый каркас. Теория изучается для решения данного класса задач и наоборот – данный класс задач необходимо прорешать для закрепления именно этой теории. Этим недостатком особенно грешат школьные учебники, несмотря на то, что школа как раз то самое место где должно формироваться свободное мышление. Мне доводилось, в бытность мою учителем физики, наблюдать странные на первый взгляд вещи. Ученик, хорошо изучивший некий математический метод, и успешно пользующийся им на уроке математики может встать в тупик, в решении физической задачи, требующей ровно того же знания.

По моему мнению, это и есть следствие жесткой привязки метода к задаче. Для такого ученика переход в другую область знания, автоматически приводит к потере понимания метода. Эта ситуация запрограммирована жестким учебным алгоритмом состоящим из последовательности порций теории и закрепляющих задач. Спасает ситуацию психологическая свобода присущая каждому человеку в той или иной степени. Человеку свойственно мыслить разнонаправлено, человек всегда стремится выйти за рамки учебного алгоритма. В случае удачи, это победа природы над экономической эффективностью учебного процесса. Но, к сожалению, победа не гарантирована, да и сам факт противоборства между природой и педагогом не есть хорошее дело.

Построение картины знания

Для начала любой мыследеятельности необходимо перевести в активное состояние некоторый объем знания. Это общеизвестно и не требует доказательства. Вопрос

заключается в том, что этот объем не сводится к простому перечислению каких-то теорем и законов. Новый термин «Картина знания» подразумевает, что актуальные знания должны быть уложены в специальную структуру, обеспечивающую их эффективное использование. Заметим, что используемое знание, осознается, оно можно сказать, находится в оперативной памяти, если использовать компьютерную терминологию. Из этого следует важный вывод, - актуальное знание может быть выражено в виде осмысленных предложений. Это важный и очень полезный вывод, но не следует делать быстрых заключений о форме таких предложений.

Понятно, что возникает естественное желание использовать научный аппарат логики. Так сказать, выделить субъекты и предикаты, определить используемые виды суждений. Таким путем пойти можно, но полагаю, что у добросовестно мыслящего человека должны возникнуть вопросы. На таком пути, придется просто повторить все, что предписывает наука логики, ведь ее законы в силу своей детальности и строгой структуры обещают быстрый успех. Но логика исследует не живое мышление, а условия и формы логического вывода, и не ставит своей целью получение нового знания. Однако актуальная картина знания нам необходима именно для этой цели – получения нового знания, которое не содержится в том чем мы уже располагаем. Отсюда следующий вопрос – а чем же мы располагаем до начала исследования?

Понятийный каркас

В предыдущей главе была показана необходимость специальной техники предварительного анализа условия задачи. Будем полагать, что в отношении поставленной задачи таковой анализ выполнен. Это означает, по крайней мере, две важные вещи. Во-первых, определены некие известные факты. Например, если поставлена задача исследования движения тела в воде, уже понятно, что речь идет о жидкой среде, и возможно есть ее дополнительное описание. Во-вторых, определена цель исследования. Например, необходимо добиться максимальной скорости движения тела. Заметим, что и установленные условия и цель используют понятия, указывающие на определенные области знания. Указание на жидкую среду сразу направляет нас в область гидродинамики содержащей массу известных истинных утверждений. Цель описания движения подводит к проблеме сопротивления, как фактора мешающего движению. Выделенная проблема сопротивления жидкой среды резко ограничивает область гидродинамических знаний необходимых для поиска решения.

Несложно придти к необходимости знания зависимости сопротивления от скорости тела, от его формы, и т.д. и т.д. В общем, даже небольшой анализ системы понятий позволяет выделить в имеющихся теориях ту их часть, которая может стать базой исследования. А само исследование можно понимать как путь от понятий, описывающих исходное состояние задачи к понятиям, описывающим результат. И успешность построения требуемого пути зависит от полноты понятийного каркаса имеющегося знания. Требование полноты выводит на существенную проблему. Насколько полно должно быть наше знание, чтобы дать уверенность в решаемости задачи? Ведь ясно, что расширять знания можно до бесконечности.

Определение любого понятия приводит к понятиям, указывающим на новые области знания, рост информации для добросовестного исследователя происходит взрывом, понятно, что актуализировать все имеющееся человеческое знание не имеет смысла, и встает вопрос о разумных границах того, что мы должны вспомнить или доизучить перед как браться за поиск решения. Итак, следующий вопрос о разумных границах или немного более общо, о стратегии формирования актуального для задачи знания.

Стратегия построения актуальной области знания

Прежде всего, отметим, что необходимы определения используемых понятий и истинные утверждения в двух формах: положительные, утверждающие, что нечто существует, и это мы знаем абсолютно точно или достаточно уверенно. И есть отрицательное знание, утверждающее невозможность чего-либо. Понятия определяют объект исследования. Положительное знание показывает возможный путь исследования, отрицательное указывает на тупиковые возможности, то есть такие, которые следует избегать, по крайней мере до тех пор, пока не исчерпаны все наиболее вероятные положительные возможности.

Положительное знание несет в себе еще одну функцию – оно указывает на методы получения новых знаний и это, пожалуй, главное, так как цель любого исследования – это метод позволяющий решить поставленную проблему. Отсюда следует и критерий объема знания. Мы расширяем его до тех пор пока не получим искомый метод. Есть в этом интересный момент. Любое знание, это ответ на какой-то вопрос. Решение задачи – это тоже ответ на вопрос. Но если есть большой вопрос, то есть и частные, небольшие. И чем больше мы получаем ответов на частные вопросы, тем мы ближе к ответу на общий, большой, то есть – мы готовы к решению задачи, если есть ответы на достаточно большое количество вспомогательных вопросов. Вопрос, как определить – достаточно ли набрано ответов на частные вопросы решается, вообще говоря, интуитивно.

Интуиции опытного исследователя вполне достаточно, потому как интуиция это ушедший на подсознание большой знаниевый багаж и опыт работы в выбранной интеллектуальной области. Поэтому учить стратегии создания актуальной картины знания профессионального ученого, инженера, конструктора не имеет смысла. Они это умеют, хотя возможно и не могут точно и ясно рассказать, как они готовятся к работе над очередной задачей. Речь идет о «Решателях» неопытных, для которых определенная техника была бы бесполезной и которой можно научить.

Самую простую стратегию построения области знания назовем «Концентрическим расширением». Подходящую для такой стратегии ситуацию можно охарактеризовать как полную некомпетентность, что впрочем не так уже редко случается. В этом случае в нулевой итерации выбираем из условия проблемы упомянутые понятия и даем им определения. В определениях появляются новые понятия, имеющие смысловую связь с уже известными, разумеется обращаем внимание на положительные и отрицательные утверждения, сопутствующие определяемым понятиям. А они есть всегда. Например, если речь идет о характеристиках электрического тока, то сразу можно вспомнить о законах описывающих их отношения. А вспоминаемые законы очевидно будут содержать новые понятия, это и будет концентрическим расширением знания от минимального понятийного ядра содержащегося в условии задачи.

Выделяемая смысловая связь между понятиями выражается истинными утверждениями. Например, при изучении систем линейных уравнений, в зону внимания обязательно попадает понятие определителя матрицы и он, определитель, дает информацию о решаемости системы уравнений в виде истинного суждения. Все знание, попавшее в сферу внимания, становится материалом для новой итерации определений. Процесс свободного исследования может быть ограничен только ресурсом времени Решающего задачу.

Получение нового знания, может стать и самостоятельной целью, когда человек просто исследует неизвестное, отталкиваясь от встреченного им понятия или утверждения, не ставя перед собой никакой определенной задачи. Так строится любой учебный процесс. Отталкиваясь от понятия электрического заряда и силы взаимодействия можно построить всю электростатику. Если добавить понятие движения в электромагнитном поле, то получаем электродинамику. С понятия силы и массы начинается механика Ньютона.

Уточнение условий взаимодействия тел, имеющих массу и испытывающих воздействия сил включает в исследовательский процесс все новые и новые понятия и утверждения о них, постепенно выстраивая полное знание о явлениях механики.

Концентрическое расширение знания – это обычная стратегия исследования новой области знания, но для решения конкретной задачи или проблемы это примерно как стрелять из пушки по воробьям, следовательно, необходима некоторая оптимизация и ее основа – смысловая связь между той частью условия в которой утверждается известное и той частью, в которой ставится цель. Наверное общих фраз было сказано достаточно много и пора привести содержательный пример.

Пример. Мы знаем, что при замерзании вода превращается в свою твердую фазу – лед, образование, на первый взгляд совершенно бесструктурное. Но еще есть узоры на окнах, и есть снежинки, обладающие четко выраженной структурой, которую можно даже назвать красивой. Почему это так? Заметим, что сформулирована не вычислительная задача, а достаточно объемная проблема, требующая исследования. В рамках стратегии концентрического расширения знания, необходимо ответить на вопрос, что такое вода как химический элемент, из каких элементов устроены ее молекулы.

Вода – есть жидкое агрегатное состояние. Это утверждение приводит к необходимости определить понятие агрегатного состояния, в результате чего мы приходим к пониманию взаимодействия между молекулами, как комбинации сил притяжения и отталкивания. Анализ этих сил приведет к пониманию различия между агрегатными состояниями и помимо того, должно появиться понимание процесса перехода между различными агрегатными состояниями. Как видите, мы пока просто изучаем достаточно обширную область знания, расширяя свою сферу внимания, что неизбежно, если исследование начинается с чистого листа.

Рассматривая процессы перехода различных веществ из жидкого состояния в твердое, мы обнаружим, что в зависимости от устройства молекул и сил взаимодействия, процесс может привести к различным результатам, и будет обнаружена возможность возникновения кристаллической структуры. С этого момента Решающий задачу больше не нуждается в концентрической стратегии расширения знания, так как найден ключевой момент – оказывается образование кристаллических структур – особенность характерная для твердого вещества. И, по всей видимости, далее необходимо заняться изучением образования кристаллов в различных условиях.

Более того, появляется понятный ориентир. Снежинки образуются при замерзании в атмосфере небольших объемов воды, следовательно, появляется смысл изучить, чем процесс замерзания значительного количества воды отличается от капли или от небольшого объема водяного пара. Что же касается узоров на стекле, здесь выделяется фактор твердой поверхности. Изучая общий процесс образования кристаллов, мы должны познакомиться с эффектом затравки для кристалла. Оказывается, что для начала кристаллизации в жидкости должна появиться какая-то неоднородность, которая и спровоцирует последующий процесс. Естественно предположить, что твердая поверхность и есть такого рода затравка. Пожалуй на этом все. Ответив на все поставленные выше вопросы, мы создали хороший задел известного и теперь можно заняться уже конкретно поиском механизма образования снежинок и узоров на стекле.

Разумеется, это был короткий иллюстративный пример, но надеюсь, достаточно прозрачный. И сейчас опять вернемся к общим рассуждениям. Нетрудно заметить, что результатом наших рассуждений об снежинках и узорах на стекле были два утверждения. Идя от исходных данных, мы заключили, что вода при замерзании может образовывать кристаллы, хотя это и не обязательно. Следовательно рассматриваемая ситуация имеет какие-то особенности отличающие ее от общего случая, особенности впрочем очевидны и остается исследовать их влияние на процесс перехода воды в твердое состояние. Мы нашли логическую связь между явлением и свойством процесса, приводящим к этому явлению, что и создает возможность успеха в разрешении проблемы.

Еще один простой пример, иллюстрирующий изложенную идею о логической связке. Классическая задача из школьного учебника по математике на умение составлять уравнения. Дан бассейн и две трубы. Про каждую из них известно, например время, за которое с ее помощью можно заполнить бассейн, вопрос состоит в том, за какое время две работающие трубы заполнят тот же самый бассейн. Подробное условие не привожу, суть задачи, полагаю, и так вполне понятна. Ставить цель найти уравнение не корректно. Любой процесс решения задачи начинается с понимания ее сути, а уравнение это уже техническая подробность, оформить которую можно только на базе какого-то понимания.

Поэтому наша цель – найти смысловую связку между процессом заполнения бассейна одной трубой и двумя. Это нетрудно. Заметим, что в качестве характеристики трубы можно взять скорость ее работы. Таким образом, мы имеем две трубы и две величины скорости. Две трубы можно рассматривать, как одну со скоростью равной сумме двух исходных труб. Таким образом, смысловая связка между условием и требуемым результатом заключается в понимании того, что скорости наполнения бассейна можно складывать и собственно задача и заключается в оперировании скоростями. Реальные задачи про трубы и бассейны часто встречаются в школьных учебниках по математике и их условия могут быть достаточно сложны, если не увидеть упомянутой выше смысловой связки.

Еще несколько примеров

Отметим, что такая техника рассуждений дает намного больше, нежели решение данной конкретной задачи. По сути, в последнем примере, мы дали анализ не одной задачи, а целого их класса сводимого к методу сложения скоростей чего-либо. Например – известна скорость длинного, скажем километрового поезда и известна скорость движения человека. Найти за какое время человек пройдет расстояние из точки А в точку В, двигаясь внутри поезда. Ясно, что уровень сложности таких задач может быть разным, но в любом случае мы уже знаем смысловую связку и знаем как, отталкиваясь от нее, получить числовое решение.

А сейчас рассмотрим пример космического масштаба, чтобы показать универсальность излагаемого подхода. Астрофизике известно, что эволюция звезд заканчивается тремя вариантами: белый карлик, нейтронная звезда, черная дыра. Специфика астрономических наблюдений состоит в том, что объект с некоторыми свойствами сначала предсказывают и уже затем пытаются обнаружить. Это обстоятельство связано с техническими проблемами наблюдений. Действительно на таком огромном пространстве, как наблюдаемая часть Вселенной с ее гигантским количеством объектов желательнее знать что ищешь.

Таким, образом, были открыты и упомянутые выше объекты, а из общепризнанной теории ученые знали и источник их появления. И белый карлик и нейтронная звезда и черная дыра есть результат сжатия обычной звезды, зависящий от массы исходной звезды. Звезда с массой примерно равной массе нашего Солнца станет белым карликом, более массивные (не будем углубляться в детали), превратятся в нейтронные звезды, очень массивные пройдут стадию коллапса и станут черными дырами. Но представим себе, что эти объекты были обнаружены, но их теория неизвестна. Где искать объяснение их появлению.

Разумеется, вся сказанное далее это лишь некоторая модель рассуждений, на мой взгляд достаточно разумная, но лишь гипотетическая. Я ни в коем случае не претендую на корректность с точки зрения профессионального астрофизика, это не более чем логически возможный пример. Предположим, что стадия концентрического расширения знания о космических объектах пройдена, и мы знаем об исследуемых объектах достаточно много.

Как минимум мы знаем, что они представляют собой ряд объектов возрастающей плотности. Еще мы знаем, что по видимому Вселенная в молодости представляла собой облако газа, и все ее объекты прошли этап сжатия фрагментов этого газового облака, что дает нам механизм образования обычных звезд. Кстати, сразу отметим, что обычная звезда, также хорошо встает в этот ряд объектов возрастающей плотности: звезда, белый карлик, нейтронная звезда, черная дыра.

Уже это замечание дает смысловую связку. А что если все эти объекты имеют один источник – фрагмент газового облака, то есть они все образуются сжатием исходного материала, независимо друг от друга. Это соображение дает направление дальнейшего исследования. А именно нам следует изучить процесс сжатия газа. Это полезное исследование даст новое соображение. В процессе гравитационного сжатия, а это единственная причина по которой газ может начать уплотняться, будет расти давление и температура. Но температура не может расти неограниченно, без изменения свойств вещества. Из ядерной физики мы знаем, что при определенной температуре, водород, а это основной газ молодой Вселенной что также известно, вступит в термоядерную реакцию, то есть загорится звезда. Таким образом, мы отвергаем первоначальную гипотезу о том, что все четыре типа объектов непосредственно образуются сжимающимся газом, так как наше знание говорит о неизбежности образования обычной звезды.

Но тогда, мы получаем полное право, изменить свою гипотезу и предположить обычную звезду источником остальных трех объектов. Более того, нетрудно заметить, что звезды имеют разную массу, что дает предположение о зависимости эволюционного пути от этого параметра звезд, что как мы знаем, соответствует современному астрофизическому знанию.

Еще один пример, не столь масштабный. Дано число, необходимо найти его делители, пусть известно, что они есть и есть дополнительное условие – запрещено использовать операцию деления. В этом примере исходное данное это число – цель найти два числа удовлетворяющих определенному условию. Здесь смысловая связка лежит практически на поверхности. Что мы знаем об этих трех числах, при условии, что определение числа как символьное обозначение количества не несет в себе никакой полезной для решения информации. А знаем мы, что любое число определяется упорядоченной последовательностью цифр. Тогда задача звучит так – дан набор цифр, определить два набора цифр удовлетворяющих некоторому условию. Понятие о числе как набора цифр вполне увязывает исходное данное – число с числами, которые необходимы найти.

В условии задачи запрещено использовать операцию деления, но не запрещена операция умножения. Следовательно, решением будет алгоритм подбора цифр двух чисел такой, что их умножение даст искомое число. Разумеется, простой алгоритм перебора всех возможных последовательностей нерационален, но эксперименты по такому подбору быстро приведут и к пониманию метода оптимизации. Например, если искомое число заканчивается цифрой 5, то очевидно искомые числа не могут заканчиваться на 3 и 4. Путь к дальнейшему построению метода дающему решение очевиден. Каждая цифра целевого, известного числа, естественным образом ограничивает возможности в выборе цифр составляющих неизвестные числа.

Эти примеры показывают цель построения области актуальной знания. Необходимо найти понятие увязывающее известные понятия с понятием целью. И этот посредник и станет источником искомого метода и ключевых истинных утверждений.

В заключение

Основное положение главы состоит в следующем. Для того, чтобы приступить к решению задачи, любого уровня сложности, необходимо набрать некоторый объем знаний.

Согласимся, что это очевидно. Но это простое утверждение нуждается в серьезных дополнениях. Насколько объемна должна быть картина знания, чтобы стать достаточной, хотя бы для начала исследования, какова стратегия ее создания, можно ли выделить критерий позволяющий сказать, что да, мы знаем уже достаточно много и можно опираясь на изученное начинать мыслительную деятельность по поиску решения.

Общий ответ на эти вопросы таков. Если вы чистый лист бумаги, что необходимо расширение знания во всех возможных направлениях, начиная от исходных понятий используемых в условии задачи.

Но вообще наша цель построить цепочку знания от известных данных к требуемой цели. То есть, в ходе общего исследования необходимо найти понятия обнаруживающие смысловую связку от разрастающегося известного знания к цели. В примерах выше показана суть этого процесса. Видимо, строгого алгоритма построения такой смысловой связки не существует, в силу того, что такой поиск есть синтетическая интеллектуальная работа по природе своей, а интеллектуальный синтез есть процесс в принципе не алгоритмизируемый. Успех определяется способностью человека определять смысловую близость исследуемых понятий, как это было показано на примере факторизации числа.

Смысловая цепочка от известного к искомому есть всегда, но ее поиск является серьезной проблемой, и о технике ее поиска, о технике создания актуальной области знания содержащей такую цепочку разговор будет продолжен, а цель данной главы состояла в понимании этой проблемы и общем к ней подходе. Будет считать что эта задача решена и можно перейти к описанию частных методов, так сказать двигаться дальше.