

УДК 004.93
ББК 32.965
В19

**Васильєв В.І., Васильєв В.И., Vasiliyev V.
Шевченко А.І., Шевченко А.И., Shevchenko A.
Еш С.М., Эш С.Н., Esh S.**

**Принцип редукции в задачах обнаружения закономерностей
Принцип редукції в задачах виявлення закономірностей
Principe reduction in tasks conformities are display**

Васильєв, В.И. Принцип редукции в задачах обнаружения закономерностей: монография / В.И. Васильєв, А.И. Шевченко, С.Н. Эш. – Донецьк.: ІПШІ «Наука і освіта», 2009. – 340 с. – (Серія «Искусственный интеллект»).

Автору в монографії належить пролог, глава 1 і заключення. Розглядається загальний підхід до вирішення задач виявлення закономірностей, основу якого складає принцип редукції. Описані оригінальні ідеї та підходи до навчання розпізнавати образи (НРО) та їх застосування для розв'язання задач самонавчання і кластеризації.

Автору в монографії належить пролог, глава 1 і закінчення. Розглядається загальний підхід до вирішення задач виявлення закономірностей, основу якого складає принцип редукції. Описані оригінальні ідеї та підходи до навчання розпізнавати образи (НРО) та їх застосування для розв'язання задач самонавчання і кластеризації.

Authoress in monograph prologue, chapter 1 and deduction are belonging. Consider general approach of solution problem display conformities on these grounds is principe reduction. An original idea and approach is described of training recognition shape and this of the application for solving the problem of self-education and clasterization is presented.

Кибернетика на заре своего развития выдала крупный вексель, который до сих пор еще не оплачен. Рождение кибернетики сопровождалось не всегда корректной дискуссией о том, смогут ли компьютеры быть умнее человека. Этот не совсем научный спор, возникший на почве либо абсолютизации естественного, либо обожествления искусственного интеллекта, постепенно стал затухать, так как становилось все более ясно, что в сознании человека аппарат формального мышления, который без каких-либо принципиальных трудностей может быть воспроизведен в компьютере, не занимает центрального места. Формализм – это скорее вспомогательное вычислительное устройство, запускающееся по мере надобности.

Однако фактом является то, что возможность создания искусственных систем, обладающих хотя бы отдаленно признаками мышления, пока не противоречит никаким известным в настоящее время законам природы. В

этой области нет таких запрещающих ограничений, как закон сохранения энергии.

В этой области мы находимся примерно в том же положении, что и конструктор, уверенно знающий, что из атомов, без всякого сомнения, можно построить интересующее его устройство, но не понимающий, из каких агрегатов, гораздо крупнее, чем обычный атом, должно состоять это устройство. В этом и состоит главная цель в проблеме обучения распознаванию образов (ОРО) в предлагаемой постановке, так как в этой постановке все внимание уделяется поиску признаков, в пространстве которых образы становятся легко делимы. Необходимо искать блоки, из которых состоит мыслительная деятельность человека.

Процесс познания объективного мира складывается из чувственной ступени, состоящей из ощущений, восприятий, представлений (живое созерцание) и рационально-абстрактного мышления, включающего процессы формирования понятий, суждений и умозаключений.

Созерцание – это пассивное восприятие действительности, начальная ступень познания, чувственная форма отражения. Оно является необходимым этапом познавательного процесса, на основе которого возникает и развивается мышление. Органы чувств выступают здесь в качестве единственного канала, через который мир в виде ощущений оказывается достоянием мышления, с чего и начинается процесс познания.

Ощущение – это элементарный акт воздействия объективного мира на органы чувств, это форма связи с внешним миром, адекватное отражение, копия, снимок внешнего мира.

В процессе живого созерцания свойств объектов внешний мир фиксируется не только в виде локальных воздействий на элементы воспринимающего органа, но и в виде некоего целостного чувственного образа. Ощущения знакомят с внешними качествами вещей. Различая теплое и холодное, твердое и мягкое, цвет, запах и т.п., становится возможным правильно ориентироваться в мире вещей, воспринимать различную информацию об изменениях в окружающей среде. А вот далее в сознании происходит первый таинственный акт: мир представляется не бесконечным числом ощущений, а конечным набором образов. Происходит отображение мира ощущений в мир восприятий.

Восприятие образов вещей и сохранение их в памяти позволяет свободно оперировать объектами внешнего мира, улавливать связи между внешними проявлениями этих объектов и их функциями, обнаруживать некоторые свойства объектов, которые явно не фигурируют в ощущениях и т.д.

Следующая ступень познания – это представление, суть которого состоит в чувственно-наглядном, обобщенном образном отражении объектов внешнего мира. Представление сохраняет и воспроизводит в сознании (в памяти) образы вещей без непосредственного воздействия самих этих вещей на органы чувств. Оно дает возможность сознанию свободно оперировать чувственными образами объектов внешнего мира. Знания, определяемые на уровне представлений, позволяют объединять объекты, воздействовавшие ранее на органы чувств и вызывавшие когда-то некоторые ощущения. Больше того, представление не только отражает объективную действительность, но и генерирует новый мир воображения, в котором могут фигурировать и те объекты, которые никогда не воспринимались органами чувств. Представления формируют внутренний мир, замкнутый только внутри человека, и часто могут существовать в независимости от внешнего мира.

Иногда человек видит во сне целые миры, в рамках которых могут (но не обязательно) существовать объекты, которые когда-то воспринимались органами чувств. Кроме того, в представлениях могут существовать

фантастические объекты, которые в реальной жизни просто не существуют. Человек живет в двух мирах: в мире реальных осязаемых вещей и в мире представлений (снов). Эти миры не покидают человека и во время бодрствования на протяжении всей жизни, покидая его только кратковременно во время глубокого сна. Все же остальное время человек видит сны, назначение которых пока никем не определено. Можно только предположить, что эти представления играют большую роль в процессе распознавания сцен реальной жизни.

В отличие от представлений *понятия* – это такие мысленные образования, которые могут характеризовать недоступные органам чувств (т.е. никогда не ощущаемые) свойства и закономерные отношения между ними. Понятия формируются путем абстрагирования (абстрактное мышление), выделения существенных признаков, без которых предмет перестает быть самим собой. Каждый признак – суть, характеризующая данную группу предметов или явлений. Здесь мышление еще раз отделяется от живого созерцания и происходит мысленное обобщение вещей, т.е. мысленный переход от менее обобщенного понятия к более обобщенному путем исключения признаков, характеризующих видовое отличие.

Понятия являются итогом знания и всегда выступают в качестве отправного начала в процессе мышления. *Суждение* – это форма мысли, в которой посредством связи и отношения определенных понятий и представлений утверждается или отрицается что-либо о чем-либо. На основе суждений строится логический процесс непосредственного мышления, процесс рассуждения, в результате которого из двух или нескольких суждений выводится другое суждение, часто несущее в себе новые знания о действительности. Такой процесс является высшей стадией мыслительной деятельности и называется умозаключением.

Весь познавательный процесс включает в себя в качестве основного механизм преобразования символической информации (ощущения) в образную информацию (понятия). Процесс абстрактного мышления начинается на уровне понятий, так как именно здесь сознание отрывается от реальных вещей и оперирует абстрактными мысленными конструкциями, т.е. образами. Далее следуют суждения и умозаключения, представляющие собой логические конструкции, в основе которых лежат понятия. Для создания хотя бы приблизительной модели образного мышления необходимо создать механизм преобразования символической информации в образную.

В качестве такого механизма может быть взят любой метод обучения или самообучения распознаванию образов. Далее должен быть построен алгоритм, который посредством связей и отношений между определенными понятиями (образами) принимал бы решение о каких-либо действиях, являющихся следствием распознаваемых понятий. Принимаемые решения, в свою очередь, должны формироваться в процессе обучения на основании накопленного опыта. Такой механизм должен ориентироваться в окружающей среде (распознавание образов), а затем вырабатывать решения, основываясь на накопленном опыте.

В этом случае формируется некоторая модель образного мышления. В этой модели на первом этапе анализируется внешняя среда, в результате чего выделяются образы, которые впоследствии используются как исходный материал для формирования суждений, на базе которых принимаются решения. Подобным образом действует врач: сначала устанавливает диагноз, а затем на основании этого диагноза вырабатывает план решения.

Важную роль в этом процессе играет механизм обнаружения закономерностей в окружающей среде или в экспериментальных данных. Этим вопросам и посвящается предлагаемая вниманию книга, основное содержание которой предваряется «прологом», позволяющим ввести читателя в сферу основных проблем рассматриваемой области науки. Для

решения задач используются индуктивные методы экстраполяции, в том числе и методы обучения распознаванию образов, основанные на индуцировании знаний, полученных по сравнительно коротким выборкам новых данных.

Индуктивные методы экстраполяции лежат в основе решений практически всех рассматриваемых задач, таких, как задачи обучения распознаванию образов (ОРО), восстановления функций, косвенных измерений, прогнозов, диагностики и обнаружения закономерностей. Все эти задачи могут быть интерпретированы с одних и тех же позиций, поскольку имеют единую природу.

В каждой задаче нужно обнаружить и восстановить некоторую функцию, причем сделать это нужно на основе анализа ограниченного числа экспериментов. В задачах ОРО требуется обнаружить и восстановить такую индикаторную функцию, которая принимает положительное значение на всех объектах одного образа и отрицательное значение – на всех объектах другого.

Очень важно, чтобы обнаруженная зависимость выполнялась не только на обучающей выборке, но и на всех объективно существующих объектах. В этих задачах главная трудность состоит в том, что для любой восстанавливаемой функции показатель качества, вычисленный на обучающей выборке, может резко отличаться от истинного его значения. Так, в задачах распознавания частота ошибок, вычисленная на обучающей выборке, может отличаться от ее вероятности, что очень важно, поскольку такая особенность обуславливает трудность практического применения индуктивных методов. Этому обстоятельству будет уделено особое внимание в дальнейшем изложении при рассмотрении задач обнаружения и восстановления закономерностей сходства, равенства и порядка.

Поскольку задачи ОРО отражают все особенности широкого класса задач экстраполяции с применением индуктивных методов, в книге рассматриваются эти методы более подробно. Это удобно еще и потому, что предлагаемый далее подход может быть использован для решения каждой из перечисленных задач.

Некоторые фрагменты пролога будут более подробно рассмотрены в последующих главах с целью их более глубокого понимания и установления связи между ними. Такое повторение только подчеркивает важность этих фрагментов.

ПРОЛОГ

Совсем недавно, всего лишь несколько десятков лет назад, в период, когда все цивилизованное человечество на полном серьезе было занято бурными спорами о возможности создания искусственного интеллекта, несравненно более мощного, чем человеческий, наиболее осторожные ученые начали интересоваться вопросом о том, с чего начинается и на какой базе может развиваться интеллект, с чего начинается процесс познания. Хотелось выяснить, может ли искусственное устройство войти самостоятельно в контакт с окружающим миром, осмыслить этот мир, приспособиться к нему, а затем и управлять им. Сможет ли оно на бесконечное число входных сигналов реагировать небольшим, соответствующим реальным возможностям, числом ответных реакций, объединять, согласно выработанным им же правилам, целые множества в группы схожих в чем-то между собой объектов.

Не случайно этими вопросами впервые заинтересовались биологи и психологи, а потом уже математики и инженеры, так как только в живых организмах реально существовал механизм восприятия окружающего мира, без которого все разговоры о сверхмогучем искусственном интеллекте были пустыми словами и вызывали резко отрицательную реакцию многих

реально мыслящих ученых. Нельзя же всерьез рассчитывать на создание искусственного интеллекта, не позаботившись о том, как этот интеллект будет питаться информацией, разбираться в океане разрозненных сведений об окружающем мире, выбирать только то, что ему нужно для решения какой-либо конкретной задачи. Не «сойдет ли он с ума» под натиском стихии информации, поступающей по каналам, любезно предоставленным ему конструктором?

Все это было и остается не просто интересным, но и принципиально важным, так как ответы на поставленные вопросы позволяют познать тайну одного из самых сокровенных свойств мозга. Этой тайной обладает не только человеческий мозг, но, в той или иной мере, мозг всех высокоорганизованных животных. Свойство это настолько важно, что его отсутствие отбросило бы наше развитие в невообразимую даль прошедших веков и тысячелетий. С другой стороны, продвижение к этой цели позволило бы исследователям не только удовлетворить любопытство, но и получить в свои руки ключ к решению многих новых задач при создании искусственного интеллекта и существенно расширить возможности современных и будущих ЭВМ.

Это начали понимать наиболее дальновидные ученые еще в период активно распространяемых всевозможных вариантов предсказываемого краха человечества под натиском организованного искусственного интеллекта. В этот период, в середине пятидесятых годов, появился термин «лженаука», отнесенный к наиболее неблагоприятным прогнозам о судьбе человечества, и который, под воздействием крайних заблуждений, был распространен на всю кибернетику. Но именно в этот период под влиянием здравого смысла начала формироваться проблема обучения распознаванию образов, которую профессор Я.З. Цыпкин в своей монографии «Адаптация и обучение в автоматических системах» очень удачно и образно назвал проблемой трех «О» (Обучение Оpoznанию Образов) [29].

Воспринимая явления внешнего мира, мы всегда производим их классификацию, т.е. разбиваем на группы похожих, но не тождественных явлений. В одну группу попадают значительно отличающиеся, но в чем-то сходные объекты. Например, несмотря на существенное различие, к одной группе относятся все звуки, соответствующие ноте «до», взятой в любой октаве и на любом инструменте. К определенным группам относятся и те объекты или явления, которые никогда не встречались, например буквы, написанные незнакомым почерком или ноты, взятые на незнакомом инструменте, так как образы обладают характерным свойством, проявляющимся в том, что ознакомление с конечным и небольшим числом их представителей дает возможность узнавать сколь угодно большое число других объектов из этих образов. Образами могут быть: «река», «море», «жидкость», «война», «музыка Чайковского», «стихи Маяковского» и др. Узнавание образа не связано с запоминанием всех его отдельных представителей, а базируется на чем-то более общем, определяющим более общие характеристики образа.

«Всякое слово уже обобщает». Эта фраза В.И. Ленина указывает на образность языка. Каждое слово – это уже образ, обобщающий практически бесконечное или, по крайней мере, очень большое число объектов внешнего мира. Слова языка как бы замещают действительные образы, т.е. целые множества объектов воспринимаемого мира, благодаря чему появляется возможность в процессе повседневной деятельности оперировать не самими предметами, и тем более не множествами предметов, а их словесными образами.

Возможность восприятия внешнего мира в форме образов позволяет с определенной достоверностью узнавать бесконечное множество объектов на основании ознакомления с конечным числом их представителей, а объективный характер основного свойства образов позволяет надеяться на возможность моделирования процесса восприятия. Будучи отражением объективной реальности, понятие образа столь же объективно, как и сама реальность, и отражает отношения между объектами, при котором множество образов нашего восприятия является моделью реального мира.

Описание образа не требует детального его изучения. Трудно представить, как описать, например, образ «музыка Чайковского» или образ «река». Тем не менее эти образы реально существуют и реально воспринимаются всеми нами. Именно такое свойство образов возбудило пристальный интерес к проблеме трех «О».

Один из первых подходов к этой проблеме основывался на моделировании гипотетического механизма человеческого мозга. Родоначальник этого направления Френк Розенблат [27] считал, что его модель опознающей системы – перцептрон – является прежде всего и главным образом моделью мозга, а не устройством, служащим только для опознавания образов. Именно в том и состоит глубокий смысл всех систем перцептронного типа, что все они являются, хотя и не очень удачной, но все же моделью образного восприятия окружающего мира. Эта модель создавалась в период, когда еще не были известны все трудности на пути развития проблемы трех «О». Но зато ничто не ограничивало исследователей в постановке проблемы, и поэтому тогда никто не опасался еще непросматриваемых преград. В перцептроне совмещалось все, что определяло проблему трех «О»: и конструирование признаков опознаваемых объектов (S-A связи), и процесс обучения (A-R связи), и процесс самообучения, и условия достижения решений (бесконечный перцептрон), и многое другое, впоследствии забытое под натиском появляющихся технических и математических трудностей.

Со временем интерес к проблеме стал лавинообразно нарастать, проблема трех «О» превратилась в проблему «ОРО» (слово «опознавание» заменили на слово «распознавание»), стало даже казаться, что проблема близка к своему решению. Некоторые, наиболее оптимистически настроенные, ученые даже с сожалением утверждали, что эпоха интуитивных поисков прошла, и это немного печально, ибо вместо таинственной прелести искусственного интеллекта проблема обучения распознаванию образов свелась к почти обычной задаче аппроксимации. Были и такие, более склонные к пессимизму, ученые, которые считали, что основным итогом изучения проблемы трех «О» к настоящему моменту является вывод о ее большой и пока еще неодолимой трудности.

Каково бы ни было состояние проблемы, остается фактом, что в течение многих лет, прошедших после появления первых работ в этой области, достигнуты заметные и даже впечатляющие успехи. Однако если рассматривать сущность проблемы, а не те удачные и удобные конструкции, в рамках которых удалось решить целый комплекс задач, можно заметить, что какой-нибудь самый важный момент проблемы всегда оказывался упущенным. Поэтому проблема трех «О» продолжает оставаться проблемой, и нет сомнения в том, что посвятить ей свои способности и разум – не напрасная затея.

Несмотря на относительную новизну проблемы, ей за короткий срок посвящено огромное число научных статей и монографий, которые, естественно в известной мере, удовлетворяют специалистов, понятны им, но трудно воспринимаются или вовсе не понимаются массой читателей, так как

наука эта, хотя и молодая, но все же успела выработать свой, понятный только узкому кругу людей, язык. Новизна этой науки всегда привлекала к ней многих исследователей из самых разных областей: от математиков до ботаников, от экономистов до биологов, от лингвистов до строителей, да и вообще трудно назвать специальность, которая в той или иной мере не надеялась бы получить хорошие результаты в своей области с помощью принципов обучения распознаванию образов. Поэтому не случайно язык многих работ по проблеме трех «О» обладает изощренностью и излишней вычурностью, что очень часто превращается в некий мистический ритуал, призванный придать достоверность весьма шатким выводам. Шаткость этих выводов не всегда удается обнаружить, а вот недоступность их для широкого круга читателей почти всегда налицо.

В такой ситуации было бы полезно достаточно четко объяснить не только и не столько специалистам, но и всем желающим, что мы уже умеем делать и чему мы еще не научились в области обучения распознаванию образов.

Несомненно, широкое привлечение абсолютно всех желающих к обсуждению самых захватывающих моментов современной науки, участие в такой дискуссии специалистов из разных областей, отказавшихся от терминологической ширмы, принесет пользу не только читателям, спокойно живущим и работающим вне науки, но и ученым, так как поиск формы ясного изложения того или иного вопроса часто не только помогает глубже осмыслить изучаемый предмет, но и является источником появления новых идей. Именно в этом состояла одна из главных задач при написании книги.

В большинстве своем мы привыкли считать математику самой логичной, самой точной, самой законченной, последовательной и строгой из всех отраслей человеческого знания. Однако, не подвергая сомнению достоинства этой науки, можно все же осторожно отметить, что распространение ее на проблемы, интересующие человечество, не так уж всеобъемлюще.

Есть много задач, и их большинство, не поддающихся не только строгому решению, но и строгим формулировкам. Поэтому естественно желание по мере возможности обойти необходимость в строгой математизации плохо изученных процессов и для решения конкретных задач научиться использовать накопленный опыт.

В экономических науках уже используются математические модели относительно простой структуры. Но охватывают они в основном экономические и производственные отношения. Математическое моделирование пока не проникло в глубины социально-экономических процессов, поскольку слишком уж сложен человеческий фактор со всеми его заблуждениями, предвзятостью, самой психологической природой человека, и еще не известно, какими параметрами можно охарактеризовать его. Одним из проявлений человеческого фактора является наличие так называемого неявного (скрытого в подсознании) знания, о котором сам его обладатель ничего не может рассказать. Человек знает и умеет гораздо больше, чем может рассказать. Академик А.Н. Колмогоров отмечал, что в развитом сознании человека аппарат формального (математического) мышления не занимает центрального положения. Это скорее некоторое вспомогательное вычислительное устройство, запускаемое в ход по мере надобности. Это мыслительное устройство человека, представляющее собой логику его мышления, мы знаем больше, чем тайны подсознания [24].

Математическое моделирование сложных процессов пока остается искусством, что вызывает естественное желание обойти проблему, т.е. научиться давать количественный прогноз хода процесса, не строя его

математической модели, а используя накопленный опыт. Без особого труда можно научить человека езде на велосипеде, не имея соответствующей математической модели, для этого достаточно показать, как это делается. Более того, иногда и нет необходимости дотошно изучать объект: можно просто накопить достаточно примеров его нормального функционирования. Ведь мы никогда не вникаем в тонкости геометрии написания букв: для правильного их различения достаточно просмотреть несколько вариантов почерка. Точно так же врачи обучаются ставить диагноз, они могут и не знать тонких механизмов протекания конкретной болезни, но они знают ее симптомы (признаки) и определяют их. Накопив достаточный опыт, врач смело и уверенно ставит диагноз. Так же обучаются управлять сложными производственными процессами. Так, сталевар, управляющий ходом конверторной плавки, может иметь только самое общее представление о физико-химических тонкостях процесса, но, накопив опыт, он успешно управляет этой сложной технологией.

Многие легко узнают в незнакомом музыкальном отрывке музыку П.И. Чайковского или фрагмент стихов В.В. Маяковского. Во всех рассмотренных случаях делается одно и то же: результаты наблюдений за несколькими объективно существующими фактами экстраполируются на объекты того же рода, т.е. реализуется индуктивный метод правдоподобных рассуждений.

Имеют ли отношение к такой строгой науке, как математика, такие гораздо менее строгие категории, как индукция (неполная), аналогия, наблюдение, гипотеза, эксперимент, т.е. методы, которыми пользуются, хотя бы они того или нет, все естествоиспытатели, в том числе и математики. И вообще, возможна ли теория, предметом которой являлись бы не математические доказательства, а то, как догадываться о таких доказательствах, используя при этом свой опыт. Этот вопрос всегда привлекал ученых, так как, строго говоря, все наши знания вне математики и доказательной логики состоят из предположений, подкрепленных правдоподобными рассуждениями. Индуктивные доводы физика, косвенные улики следователя, документальные доводы историка и статические послышки экономиста, все это дает пищу для правдоподобных рассуждений. Доказательные рассуждения надежны, неоспоримы и окончательны, в то время как правдоподобные рассуждения часто бывают и рискованными, и спорными, и условными. Однако все новое, что мы узнаем о мире, вытекает из правдоподобных рассуждений, единственного типа рассуждений, которыми мы пользуемся в повседневной жизни. Даже математик вначале должен догадаться о существовании теоремы, а уже затем станет ее доказывать. Результат творческой работы математика – это доказательные рассуждения и строгое доказательство. Всему этому предшествуют правдоподобные рассуждения.

Основой правдоподобного рассуждения является навык, который приобретается из практики при обучении путем подражания. Нет ни теории правдоподобных рассуждений, ни каких-либо стандартов, по которым их следует проводить, а потому обучать правдоподобным рассуждениям можно только на примерах, т.е. показывать примеры правильного поведения в некоторых ситуациях, которым ученик должен подражать. Безусловно, следует учиться доказывать, но ни в коем случае не следует упускать из виду, что не менее важно учиться догадываться, хотя это, по - видимому, еще труднее.

Нельзя переоценить значение, которое имеет в жизни людей, в том числе и ученых, их опыт. Одна из главных задач человека – использовать его наилучшим образом, а ученым – стараться извлечь из него наиболее правильное представление о конкретных вопросах. Леонард Эйлер писал: «Покажется немало парадоксальным приписывать большое значение наблюдениям даже в той части математических наук, которая часто называется чистой математикой... Поскольку мы должны относить числа к одному лишь чистому разуму, мы едва можем понять, как наблюдения могут быть полезны в исследовании природы чисел. Однако в действительности свойства чисел, известные сегодня, по большей части были открыты путем наблюдения и открыты задолго до того, как их истинность была подтверждена строгими доказательствами. Имеется даже много свойств чисел, с которыми мы хорошо знакомы, но некоторые мы все еще не в состоянии доказать: только наблюдения привели нас к их пониманию».

На практике широко распространен индуктивный метод, суть которого сводится к получению общего заключения на основании конечного числа наблюдений. Цель этого метода – согласование, насколько это возможно, наших представлений с нашим опытом. Если достигнуть такого согласования не удастся, то наши представления под напором новых фактов начинают перестраиваться.

Индукция всегда может привести к ошибкам, но нередко она может привести и к истине, хотя вероятность ошибки очень велика. Поэтому внимание исследователей привлечено именно к тем замечательным случаям, когда индукция приводит к успеху. Положительные результаты в этом направлении позволят существенно продвинуться в области построения систем, обеспечивающих правильное использование накопленного опыта.

Человек обладает интересной и очень важной способностью к действиям, которые приводят к нужному результату, но не требуют специального анализа причин, обуславливающих эти действия. Приведившийся выше пример о езде на велосипеде в точности говорит об этой способности. Действительно, человек, хорошо умеющий ездить на велосипеде, не может объяснить, что и почему он сделал в каждой ситуации, даже самому себе, а тем более кому-то другому. Он просто едет, умея это делать, но не зная, почему он совершает то или иное конкретное действие. То же можно сказать о сталеваре, который не всегда знает почему, но всегда твердо знает, что следует делать в каждой конкретной ситуации. Не менее яркий пример: казалось бы, самый простой и обыденный процесс варки борща. Опытная хозяйка всегда очень хорошо знает, что нужно делать в данный момент времени, даже не задумываясь, почему это нужно. Эта способность стала одной из главных причин возникновения устойчивого интереса к проблеме обучения распознаванию образов, так как он лежит в основе обучения с использованием только примеров правильного решения задачи без специального анализа причин, вызвавших это решение.

В связи с этим возникает вопрос: можно ли разработать процедуру, которая придала бы компьютеру способность перенимать у человека умение в ситуации, определяемой внешней средой, выполнять конкретные действия, т.е. может ли машина научиться поведению, пользуясь для этого только примером этого поведения?

Почти одновременно с появлением первых работ, посвященных кибернетике, появился и термин «обучение». Связан он со стремлением понять некоторые механизмы деятельности человека при интуитивном решении задач. Все хорошо понимали, что основная цель технического прогресса – это максимальная автоматизация всей человеческой

деятельности, т.е. замена человека автоматами, выполняющими разные операции точнее, быстрее, а главное, более эффективно, чем человек. Вместе с этим было ясно и то, что многие очень важные практические задачи решаются человеком интуитивно, без использования формальных конструкций, оказывающихся ненужными для формирования принимаемых решений. Такие задачи не поддаются автоматизации обычными методами, так как эти методы основаны на предварительном создании формальной конструкции (математической модели), характеризующей объект, относительно которого принимаются решения. Хорошо, если такая конструкция может быть построена. Если же объект не поддается моделированию, нужно либо отказаться от автоматизации, либо попытаться симитировать способность человека решать задачу без использования каких-либо формальных конструкций, описывающих объект.

Не представляет никаких практически непреодолимых трудностей обучение машины поведению, когда можно четко указать почему, по какой причине в зависимости от состояния внешней среды производятся те или иные действия. Если же эти действия выполняются без объяснений, остается только один путь – передача машине умения совершать подобные действия в сходных ситуациях, путь обучения правильному решению задач на примерах. Причем каждый раз не анализируются детали решения, а даются только его результаты. Необученная система не должна иметь в себе само решение, а только обладать способностью обучаться правильному решению задач определенного класса, т.е. самой находить алгоритм решения. Более того, при изучении нет доступа к структуре системы, точно так же, как у учителя нет доступа к структуре мозга ученика. Можно только воздействовать на воспринимающие органы (измерительные приборы) при показе отдельных примеров (поведения), сопровождаемых некоторыми пояснениями, изменяющими отдельные параметры системы. Эволюция состояния системы в большой степени зависит от того, какие и в какой последовательности подаются примеры при обучении и от того, как сам учитель понимает смысл предлагаемых примеров, как подобран обучающий материал. Выбор примеров может предопределить успех или неудачу обучения в целом.

Первые шаги по созданию систем, имитирующих поведение, были сделаны при исследованиях проблемы трех «О». Эта проблема, состоит из двух органически связанных частей: обучение и опознавание. Ни обучение без опознавания, ни опознавание без обучения не составляют проблемы трех «О» в целом. Часто успехи в решении задачи опознавания без обучения распространяют на всю проблему трех «О». Но как бы они ни были сложны, важны, красивы, оригинальны и интересны, эти задачи сами по себе, без автоматизации обучения, очень далеки от проблемы трех «О», так как, по сути, ничем не отличаются от хорошо сконструированного автомата, сортирующего, например, монеты. Именно задача обучения несет в себе все трудности и привлекательность проблемы трех «О», так как именно она позволяет «подсмотреть» наиболее таинственное свойство людей, заключающееся в умении не просто запоминать, но обучаться поведению в сложных, изменяющихся, ранее не встречавшихся условиях.