

КОНФЕРЕНЦИЯ
«КОГНИТИВНАЯ НАУКА
В МОСКВЕ: НОВЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ»

16 ИЮНЯ 2011 г.

ТЕЗИСЫ



Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ НА МАТЕРИАЛЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С НЕПОЛНЫМИ УСЛОВИЯМИ

Станкевич И.А.

магистратура Института Психологии Л.С. Выготского, РГГУ

Введение. В данном исследовании поставлена проблема выделения нового объективного критерия дифференциации решателей.

Известно, что между слабыми и сильными решателями, между экспертами и новичками есть различия. Многие исследователи явно выделяют скорость решения задач [3,4] как важный критерий различия. Также выделяются эффективность поиска в пространстве задачи [4], использование «качественного анализа», количество метаутверждений [5] и способы организации процесса решения [6]. Однако есть и такие характеристики, применяемые для дифференциации решателей, которые не имеют под собой объективных оснований – они основаны на суждениях экспертов о процессе решения человеком задачи.

Одной из таких характеристик является деление решателей по количеству и качеству использования эвристик в процессе решения задач [1,2]. Данный метод заключается в том, что человек решает задачу вслух, а эксперт помечает в протоколе такие высказывания, которые, с его точки зрения, сильно помогли решателю, т.е. являются эвристиками. В рамках вышеописанной проблемы была сформулирована гипотеза исследования: качество и количество использования эвристик, выделяемых экспертами в протоколах решения задач, зависят от личности решателя. Поскольку без введения объективных критериев дифференциации решателей по этим признакам доказать данную гипотезу нельзя, в качестве решения вышеописанной проблемы предлагается введение нового когнитивного стиля, который описывает континуум решателей по качеству (силе) и количеству использования эвристик, а также применение метода моделирования для его (нового стиля) демонстрации. С помощью данного когнитивного стиля можно отделить слабых решателей от сильных на основании силы эвристик, использованных ими для решения задач.

Задачи с неполными условиями. В рамках поставленных вопросов заслуживающим внимания предметом исследования является процесс решения задач с неполными условиями. Изначальная неполнота условий предполагает огромный пласт вероятных гипотез. После формулирования эти задачи в принципе не могут быть решены без обладания дополнительной информацией, причем обычно совершенно непонятно, какая

именно информация будет способствовать достижению результата, а какая мешать [2]. Поиск важной информации, «ключевых факторов», происходит в разных областях, и с этим связана основная трудность.

В общем виде процесс решения данных задач состоит из двух этапов: на первом этапе человек получает описание загаданной ситуации в виде нескольких предложений. На втором этапе решатель задает вопросы тому, кто загадал эту ситуацию, и получает ответы только в формате «да», «нет» или «не имеет значения». Таким образом, на втором этапе происходит «открывание» новой информации. Человек доопределяет условия и ранжирует их по значимости относительно предполагаемого решения, структурирует задачу. При этом культурная компонента мышления решателя начинает влиять на успешность и эффективность поиска, тогда как натуральная компонента способствует выбору конкретного решения. В своих экспериментах [1] Спиридонов В.Ф. показывает, что, когда испытуемые успешно решают подобные задачи, они часто пользуются эвристическими средствами мышления, в отличие от негативных примеров, где использование эвристик либо носит эпизодический характер, либо они не используются вовсе. Он выделяет «культурное» и «натуральное» творческое мышление [2], и определяет их следующим образом: «В основании натурального творческого мышления лежат мыслительные механизмы, основанные на инсайте. Они отличаются протеканием в режиме реального времени, слабой степенью произвольности, неожиданностью нахождения решения и многими другими особенностями». В противопоставление «культурное» мышление имеет средства, позволяющие оперировать «натуральным», и тем самым дополняет его: «Культурное творческое мышление обнаруживает себя в тех случаях, когда решатель осознанно или нет использует эвристические средства: начиная от самых простых (сделать перерыв в ходе решения) до изощренных эвристических методов (типа «мозгового штурма», «синектики» и т.д.). Эвристики подготавливают условия для возникновения инсайта, расширяют спектр задач, доступных для решения, позволяют человеку анализировать течение и результаты мыслительного процесса и т.д.». Таким образом, можно сказать, что оба типа мышления являются необходимыми для более эффективного решения задач с неполными условиями.

Модель. Как уже говорилось выше, задачи с неполными условиями требуют доопределения этих условий, в противном случае такую задачу решить практически невозможно, ибо пространство решений очень велико. При этом доопределение условий может происходить только с помощью тех средств, которые уже есть в опыте данного человека. При преобладающей «культурной» форме мышления доопределение происхо-

дит с помощью эвристических средств, а при «натуральном» мышлении такие средства практически отсутствуют [1]. Таким образом, можно говорить о некоторой целостности восприятия задачи, опоре только на существующий опыт, целостность опыта. Предлагаемая модель учитывает эту особенность человеческого мышления.

Структура модели состоит из трех элементов:

1. Вопросы: их может быть сколь угодно много.
2. Ответы: задачи с неполными условиями подразумевают только 3 типа ответов: «да», «нет» и «не имеет значения».
3. Гипотезы: гипотезами считаются любые варианты решения задачи. Их также может быть сколь угодно много.

База вопросов и гипотез открытая, т.е. можно добавлять любое количество вопросов и гипотез в процессе обучения. По каждой гипотезе ведется подсчет заданных вопросов и полученных ответов. При активации модели (и при добавлении новых гипотез и вопросов) считаем, что каждый вопрос по каждой гипотезе был задан по Z раз (Z – количество ответов, в нашем случае $Z=3$), и каждый раз получен разный ответ.

В рамках модели существуют три отдельных стадии:

- I. оценка правдоподобия гипотез
- II. обучение
- III. определение «наилучшего» вопроса

Стадия I. Оценка правдоподобия гипотез. Для данной стадии мы условно считаем, что модель уже обучена, при этом мы не оцениваем качество этого обучения. При начальной активации модели мы имеем равномерное распределение по всем существующим в ней гипотезам, т.е. вероятность, что какая-то из гипотез является решением задачи для «моделируемого решателя» равна $1/N$. Данное распределение оценивается исходя из полученных ответов на заданные моделью вопросы. Все полученные ответы на все заданные вопросы запоминаются моделью в виде цепочки вида: Вопрос_1-Ответ_1, Вопрос_2-Ответ_2, ..., Вопрос_N-Ответ_N.

После того как модель получает от загадавшего ответ Z_i на вопрос K_i , в цепочку добавляется пара K_i-Z_i . Например, если загадавший ответил «Нет» на вопрос «В лифте есть мебель?», то парой является «В лифте есть мебель?»-«Нет». Такая пара является признаком в смысле Наивного Байесовского Классификатора. На основе полученных от Загадывающего пар (признаков) НБК подсчитывает условную вероятность для каждой гипотезы из общего списка. Сумма вероятностей всех гипотез из определения НБК всегда равна «1», что позволяет выделять одни гипотезы на фоне других по мере получения ответов на новые вопросы, т.е. по мере получения новой информации.

Стадия II. Обучение. После того как модель решателя задала «достаточно» количество вопросов, она останавливается и предлагает Загадавшему наиболее вероятную гипотезу. В модели для каждого вопроса существует статистика полученных ответов для каждой из возможных гипотез. Она хранится в виде количества заданных вопросов на гипотезу X , и распределения ответов, полученных на него. Например, для вопроса «Они могли бы это делать без лифта?» количество раз, сколько он задавался для гипотезы «Шахматисты» равно 8, тогда количество ответов «да» + «нет» + «не знаю» тоже равняется 8. При этом в одном случае «да»=2, «нет»=3, «не знаю»=3, а в другом «да»=6, «нет»=1, «не знаю»=1 или как-то еще. Данные распределения являются «знаниями» модели.

После того, как модель закончила сбор информации и предложила гипотезу Загадавшему, возможно два варианта: гипотеза оказывается верной или неверной. В том случае если модель «угадала» загаданную ситуацию, то вся цепочка пар «вопрос-ответ» присваивается к угаданной гипотезе следующим образом (*процедура 1*):

1. если вопрос задавался, то

а. к количеству заданных вопросов по данной гипотезе прибавляется единица: $K_i = K_i + 1$, где K_i – индекс вопроса в статистике данной гипотезы;

б. к статистике полученного ответа Z_i на вопрос K_i прибавляется единица: $Z_i = Z_i + 1$, где Z_i – ответ на вопрос K_i ;

2. если вопрос не задавался, для него статистика просто не меняется.

Таким образом, на первом шаге исходное равномерное распределение ответов меняется согласно полученной информации. На каждом следующем шаге распределение уточняется.

Если гипотеза оказалась неверной, модель продолжает задавать не заданные до этого вопросы, дабы собрать максимум информации. Это происходит до тех пор, пока вопросы не закончатся, или пока не будет выполнено условие остановки для новой гипотезы. В случае угадывания снова используется *процедура 1*. Если же гипотеза опять была опровергнута Загадавшим, то ему предлагается выбрать один из существующих в модели вариантов гипотез, либо добавить свою.

Стадия III. Поиск наилучшего вопроса. Для того, чтобы модель задавала вопросы не случайным образом, была введена процедура поиска наилучшего вопроса. Ее цель - найти такой вопрос, который в среднем будет снижать неопределенность эффективнее других. Т.е. из всех вопросов должен быть задан тот, получив ответ на который, модель решателя сможет лучше выделить какую-то (какие-то) из существующих в ее базе знаний гипотез на фоне всех остальных. Т.е. данный вопрос должен

больше других снижать энтропию распределения гипотез. Каждый вопрос из «базы знаний» модели оценивается следующим образом (*процедура 2*):

1. Выбирается пара «вопрос-ответ» K-Z.
2. По всем гипотезам N происходит подсчет частоты для данной пары, по формуле $v=Z/K$ (3), где K – сколько раз задавался вопрос по гипотезе N, Z – сколько раз отвечали на него ответом Z, v – частота ответа Z на вопрос K для гипотезы N. Например, выбрана пара «В лифте есть мебель?»-«Нет» и происходит подсчет для гипотезы «Шахматисты»: тогда если вопрос «В лифте есть мебель?» для этой гипотезы задавался 7 раз, то $K=7$, если ответ «Нет» на этот вопрос был получен 5 раз, то $Z=5$, и тогда частота $v=5/7$.
3. После подсчета частот по всем гипотезам вычисляется сумма этих частот. Она становится нормировочным коэффициентом, для получения распределения P выбранной пары K-Z: $P=v/\sum(v)$, v – ненормированное распределение всех частот, подсчитанных для данной пары «вопрос-ответ».
4. Подсчитывается энтропия распределения P по формуле К. Шэннона : $H=-P*\log(P)$. Энтропия данного распределения дает модели информацию о том, насколько выбранная пара снижает неопределенность.
5. Процедура повторяется с первого шага с каждым ответом на данный вопрос.
6. После того, как все ответы были подсчитаны, для вопроса подсчитывается средняя энтропия: H для каждого из ответов данного вопроса умножается на частоту данного ответа, а затем прибавляется к H_{ср}.
7. Данная процедура повторяется для каждого вопроса.
8. После подсчета по всем вопросам выбирается тот вопрос, H_{ср} которого по всем ответам дает в сумме наименьшее значение.

Эксперименты. Гипотеза: вопросы, которые задает решатель с «эффективного» полюса предлагаемого стиля при решении задачи с неполными условиями, обладают эвристической ценностью и будут выходить в модели на первое место.

Мы хотели увидеть, будут ли выделяться «эвристики» у машины, которую обучат отгадывать задачи с неполными условиями. Для проверки данной гипотезы было обработано >50 протоколов данных типов задач, собранных другими исследователями [1]. Модель была обучена как на вопросах от эффективных решателей, так и неэффективных. После 5-7 циклов обучения модель эффективного решателя стала в первую очередь «задавать

вопросы», которые являются эвристиками, т.е. гипотеза подтвердилась.

Список литературы и ссылки

1. Спиридонов В.Ф. К исследованию средств творческого мышления в проблемных ситуациях различных типов. Вестник МГУ, сер. 14, Психология, 1991, № 2, с. 41-48.
2. Спиридонов В.Ф. Психология мышления: решение задач и проблем. 2006.
3. Larkin, J. H. (1981). Enriching formal knowledge: A model for learning to solve textbook physics problems. *Cognitive skills and their acquisition*, 311-334.
4. Newell A & Simon H A. Human problem solving. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1972.
5. Simon, D., & Simon, H. (1978). *Individual differences in solving physics problems*. In R. Siegler. (Ed.), *Children's thinking: What develops* (pp. 325-348).
6. Shoenfeld, A. 1982. In *Mathematical Problem Solving: Issues in Research*, F. K. Lester, and J. Garofalo, eds. Philadelphia, PA: The Franklin Institute Press.

ОСОБЕННОСТИ ПОНИМАНИЯ ЛОГИКО-ГРАММАТИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ АФАЗИИ

Статников А.И.*, Драгой О.В., Бергельсон М.Б., Искра Е.В.,
Маннова Е.М., Скворцов А.А.

aistatn@gmail.com

Изучение и диагностика понимания логико-грамматических конструкций традиционно связывается с такой разновидностью речевого расстройства, как семантическая афазия [3, 4]. В частности, задействуются предложные («треугольник под кругом») и посессивные («брат отца») конструкции. У больных с семантической афазией понимание подобных обратимых предложений (где необходимо декодировать грамматические показатели) затруднено. Однако, как справедливо указывает ряд авторов [1, 2], нарушения понимания обратимых конструкций возникают и при других формах афазии, в том числе, и при «передних». Более того, современные исследования с использованием методов функциональной нейровизуализации показывают, что процесс восприятия сложных предложений вызывает увеличение активации не только в задних отделах левого полушария головного мозга (повреждение которых связано с семантической афазией), но и в зоне Брока [6], повреждение которой традиционно