

УДК 577.3

БИОФИЗИКА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

© 1992 г. СУСЛОВ И. М.

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ «ЧУВСТВА ЮМОРА»

I. Общий алгоритм

Предложена компьютерная модель «чувства юмора». Юмористический эффект трактуется как характерный сбой в процессе обработки информации, обусловленный необходимостью быстрого стирания выведенной в сознание ложной версии. Биологическая функция чувства юмора состоит в ускорении вывода информации в сознание и в более полном использовании ресурсов мозга.

В обычной жизни мы пользуемся юмором для развлечения, как «средством получения удовольствия непосредственно из психического процесса» [1] и не задумываемся над тем, с какой целью нас наделила им природа. Уже сам факт существования сложного биологического механизма, обеспечивающего возникновение специфических мышечных сокращений — смеха — как реакцию на определенное сочетание звуковых или зрительных образов, указывает на то, что «чувство юмора» возникло на достаточно ранних этапах эволюции¹, в жестких условиях борьбы за существование, когда возможность получения удовольствия вряд ли имела существенное значение. Попыткой ответа на вопрос о биологической функции юмора является настоящая работа.

В предлагаемой схеме юмористический эффект трактуется как характерный сбой в процессе обработки информации, обусловленный биологической необходимостью ускорения вывода обработанной информации в сознание и более полного использования ресурсов мозга. В настоящей работе мы формулируем общий алгоритм возникновения юмористического эффекта; его реализации в нейронных сетях и обсуждению механизма смеха посвящена следующая работа [3].

Юмор с психологической точки зрения. В психологии существует несколько точек зрения на юмор [4, 5], наиболее обоснованной из которых является концепция несообразия, выдвинутая еще в 1776 г. шотландским поэтом Битти [6]. Ее конкретные трактовки различны у разных авторов; мы примем точку зрения, близкую к изложенной в работе [4]: юмористический эффект связан с «переключением» в человеческом сознании двух взаимоисключающих образов (версий, оценок). Так, в примере²:

*«На завалинке сидит дед Антон и крутит козью ножку.
Коза кричит.»* (1)

выражение «козья ножка» сначала воспринимается как «самокрутка», а затем приобретает значение «нога козы». В данном случае мы имеем ти-

¹ Согласно Дарвину [2], отчетливо выраженным чувством юмора обладают человекообразные обезьяны.

² Классификация технических приемов остроумия дана в книге Фрейда [1] (см. также [7]); мы даем упрощенную классификацию применительно к целям настоящей работы: в принципиальном плане она охватывает все рассмотренные Фрейдом случаи. Примеры (2), (3) взяты у Фрейда [1], пример (4) — из «Литературной газеты» (№ 20, 1990), пример (1) — из фольклора студентов МФТИ.

ничный пример игры слов, когда переключение происходит на уровне значений отдельного слова; однако оно может происходить и на уровне более сложных образов:

*«Торговец лошадьми: «Если вы сядете на эту лошадь в 4 часа утра, то уже в 7 утра будете в Питтсбурге.» (2)
Покупатель: «А что я буду делать в Питтсбурге в 7 утра?»»*

Здесь слова торговца, воспринимаемые как «характеристика быстроты лошади», получают толкование как «объяснение способа попасть в Питтсбург к 7 утра». Пример:

*«— То ли это место, где герцог Веллингтонский произнес свои знаменитые слова? (3)
— Да, это то место, но этих слов он никогда не произносил.»*

показывает, что переключение может происходить по линии общей оценки фразы: вторая реплика сначала производит впечатление «логичной» или «естественной», но затем осознается как «абсурдная».

Наличие двух взаимоисключающих версий удается установить во всех остроумных выражениях. Явно выраженное переключение версий имеет место примерно в половине случаев. Принцип построения остальных шуток можно назвать «схемой двойного толкования». В примере:

«Критика снизу никогда не достигнет подлинных высот.» (4)

слово «высот» может толковаться как «высот» в художественном смысле или как «высших эшелонов власти». Характерным является здесь наличие практически полной равноправности обеих версий; соответственно не существует какой-либо определенной последовательности их появления в сознании. По-видимому, можно считать, что и в таких случаях происходит переключение версий, однако порядок их появления определяется случайными причинами; возможен также многократный переход от одной версии на другую.

Юмористический эффект связан не только с обсуждавшимся выше «остроумием», но и с «комическим» (преувеличенные движения клоуна, гримасы, карикатуры, пародии и т. д.). По-видимому, главным признаком комического можно считать «отклонение от нормы»; соответственно юмористический эффект при его восприятии связан с повторяющимися переключениями оценок «норма» — «не норма»³.

Смех при щекотке можно связать с попыткой мозга локализовать место раздражения кожи; результат такой локализации непрерывно опровергается, так как место раздражения меняется непредсказуемым образом (именно поэтому щекотать должен другой человек).

Процесс обработки информации. Формулировку компьютерной модели «чувства юмора» начнем с анализа процесса обработки информации. Пусть в мозг поступает из внешнего мира «текст» — последовательность символов $A_1, A_2, A_3 \dots$ — например последовательность слов при чтении или восприятии на слух. В мозге с каждым символом A_n ассоциируется некоторый набор образов $\{B_n\}$ — например каждому слову-символу сопоставляется совокупность его значений, т. е. словарное гнездо. Задача обработки информации — выбор из каждого набора образов $\{B_n\}$ одного образа B_n^{in} , который подразумевается в данном контексте. Будем считать,

³ Конечно, не всякое отклонение от нормы кажется смешным; однако следует иметь в виду, что привычные, часто встречающиеся отклонения от нормы аналогичны «позбитым» шуткам (см. ниже), а слабые отклонения от нормы легко подвержены вытеснению другими эмоциями [3].

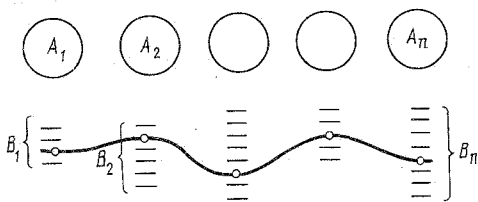


Рис. 1

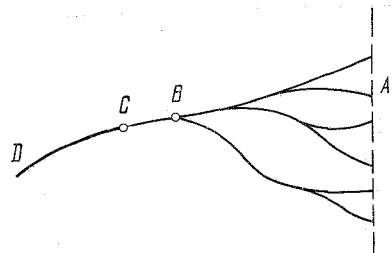


Рис. 2

Рис. 1. Схема обработки информации: каждому из символов A_n сопоставляется набор образов $\{B_n\}$, из которого следует выбрать один образ $B_n^{i_n}$; последовательность $B_1^{i_1}, B_2^{i_2}, \dots$ можно представлять как траекторию в пространстве образов

Рис. 2. Наглядное представление процесса обработки информации: тонкие линии — траектории, содержащиеся в подсознании, A — передний фронт, B — точка окончания ветвления, DC — участок траектории, выведенный в сознание

что текст «понят», если последовательности символов A_1, A_2, \dots сопоставлена последовательность образов $B_1^{i_1}, B_2^{i_2}, \dots$, которую можно представить как траекторию в пространстве образов (рис. 1).

В принципиальном плане алгоритм обработки информации состоит в следующем: 1) составляются всевозможные траектории в пространстве образов. 2) на основе хранящейся в памяти информации о сочетаемости образов каждой траектории приписывается некоторая вероятность. 3) выбирается траектория с максимальной вероятностью.

Нетривиальным является только этап 2, т. е. алгоритм определения вероятности данной траектории. В основу такого алгоритма можно положить, например, парные корреляции между соседними образами: тогда в памяти должен храниться набор вероятностей p_{ij} того, что в осмысленном тексте за образом i следует образ j , а вероятность траектории $ijkl \dots$ записывается как $p_{ij}p_{jk}p_{kl} \dots$. Вероятности p_{ij} могут быть получены путем статистического анализа в процессе «обучения», состоящего во введении в мозг достаточного длинного куска «расшифрованного» текста (записанного в образах, а не символах). Можно использовать более сложный алгоритм, учитывающий корреляции не двух, а n соседних образов: тогда в памяти должны содержаться вероятности $P_{i_1 i_2 \dots i_{n-1} i_n}$ того, что за последовательностью $(n-1)$ образов $i_1 i_2 \dots i_{n-1}$ следует образ i_n . Можно учитывать парные корреляции образов, но с учетом их синтаксических связей⁴ и т. д. Алгоритмы такого рода разрабатываются в исследованиях по автоматическому переводу [8]; для дальнейшего конкретный вид алгоритма несуществен.

Реализация любого алгоритма такого рода требует числа операций, экспоненциально возрастающего с ростом длины текста. Поэтому непосредственно таким образом могут обрабатываться отрезки текста, не превышающие некоторого числа N символов. Как обрабатывать более длинные тексты? Естественная возможность состоит в том, чтобы при обработке первых N символов сохранять не одну, а несколько (M) наиболее

⁴ Синтаксическая структура предложения может быть представлена в виде дерева, так что каждое зависимое слово соединено со своим «хозяином» ([8], стр. 58). Вероятность траектории в пространстве образов представляется произведением вероятностей парных связей между образами, соответствующих структуре дерева. Практика автоматического перевода [8] показывает, что синтаксическая структура в большинстве случаев однозначно устанавливается путем чисто грамматического анализа (порядок слов, принадлежность к части речи, согласование окончаний и т. д.) и для целей настоящей работы может считаться известной.

вероятных траекторий. Затем следует сдвинуться на один шаг — рассмотреть отрезок от второго до $(N+1)$ -го символа — и для каждой из M сохраненных траекторий построить всевозможные продолжения. Из них опять сохраняется M наиболее вероятных и т. д. Число M разумно сделать переменным, так чтобы на каждом шаге запоминалось столько траекторий, сколько помещается в отведенный для этого объем оперативной памяти. В целом процесс выглядит следующим образом (рис. 2): вблизи переднего фронта A траектория сильно ветвится; в некоторой точке B ветвление заканчивается (расстояние между A и B ограничено объемом оперативной памяти, отведенной для запоминания траекторий) и наконец расшифрованная траектория DC с некоторой задержкой AC выводится в сознание человека и воспринимается им как мысль (сам же процесс обработки происходит в подсознании и непосредственно человеком не ощущается).

Роль эмоций в процессе обработки информации. Если числа M и N достаточно велики, а алгоритм определения вероятности траектории длиной N символов достаточно совершенен, то описанная схема обработки информации будет успешно работать. Тем не менее вследствие вероятностного характера алгоритма в его работе неизбежны ошибки: поэтому необходим механизм, сводящий их последствия к минимуму. Такой механизм существует и состоит в том, что в сознание поступает определенная информация о том, как происходит в подсознании процесс обработки; человеком эта информация воспринимается в виде эмоций.

Например, важны такие параметры процесса, как вероятность выводимой траектории p_{\max} и вероятность наиболее вероятной и конкурирующей траекторий $p_{\text{юнк}}$. При высоких значениях p_{\max} и отношении $p_{\max}/p_{\text{юнк}}$ процесс обработки идет хорошо и сопровождается положительными эмоциями (радость, уверенность): получаемая при этом информация считается надежной. Низкие значения p_{\max} и $p_{\max}/p_{\text{юнк}}$ свидетельствуют о неудовлетворительном ходе процесса обработки и сопровождаются отрицательными эмоциями (досада, сомнение); при очень низких p_{\max} в сознание может не выводиться вообще никакой версии (полное непонимание).

Конкретную возможность связи эмоций с параметрами процесса можно проиллюстрировать на основе установленной П. В. Симоновым [9] полуэмпирической «формулы эмоции»:

$$\mathcal{E} = \Pi (I - I_0),$$

где \mathcal{E} — сила эмоции (проявляющаяся объективно в частоте пульса, кровяном давлении и т. д.); Π — сила некоторой потребности; I_0 — информация, необходимая для удовлетворения этой потребности; I — информация, имеющаяся в распоряжении субъекта (обе информации в субъективном представлении); при $I > I_0$ эмоция положительна ($\mathcal{E} > 0$), при $I < I_0$ — отрицательна. Можно предположить, что в процессе обработки информации Π есть потребность в информации, а разные параметры процесса управляют разными эмоциями. Например, p_{\max} может использоваться в качестве I , когда в качестве \mathcal{E} фигурирует эмоция «радость понимания — досада непонимания» (соответственно I_0 — характерное значение p_{\max} , обеспечивающее надежную работу алгоритма). Аналогично $p_{\max}/p_{\text{юнк}}$ может использоваться в качестве I , если \mathcal{E} — эмоция «уверенность — сомнение» и т. д.

Эти соображения приводят к выводу, что эмоция, состоящая в ощущении юмористического эффекта, также связана с некоторой характерной ситуацией, возникающей в процессе обработки информации.

Юмористический эффект. Обсудим природу задержки точки C от переднего фронта A (рис. 2). На первый взгляд в разумно организованной системе точка C должна всегда находиться позади точки B или совпадать

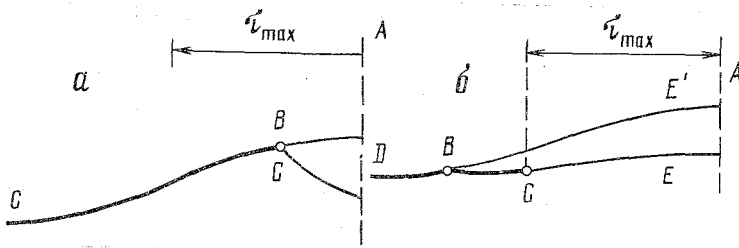


Рис. 3. Параметр τ_{max} определяет максимальное время задержки точки C относительно переднего фронта A (DC — участок траектории, выведенный в сознание); $a - \tau_{AB} < \tau_{max}$, $b - \tau_{AB} > \tau_{max}$

с нею: именно так мы бы поступили при составлении программы для компьютера. Однако для человека, как и вообще для любого живого существа, такой вариант совершенно неприемлем. Дело в том, что с задержкой точки C относительно переднего фронта A связан некоторый интервал времени τ_{AC} , в течение которого поступающая в мозг информация не выводится в сознание (например, человек уже видит медведя, но не осознает этого). Ясно, что затягивание интервала AC может быть опасным; в то же время интервал AB может затягиваться по объективным причинам (человек не может решить, видит ли он медведя или куст в форме медведя). Поэтому интервал AC должен быть ограничен сверху по времени некоторым значением τ_{max} : если временная задержка τ_{AB} , соответствующая интервалу AB , меньше τ_{max} , то точка C совпадает с точкой B (рис. 3, *a*). Если же $\tau_{AB} > \tau_{max}$, то $\tau_{AC} = \tau_{max}$ и точка C начинает обгонять точку B (рис. 3, *б*). В последнем случае в сознание начинает выводиться наиболее вероятная версия DE (рис. 3, *б*), тогда как конкурирующие версии (DE') сохраняются в подсознании — их отбрасывание нецелесообразно, так как возможности мозга позволяют продолжать анализ.

Если при дальнейшем движении переднего фронта A вероятность траектории DE останется максимальной, то конкурирующая траектория DE' будет отброшена и окажется выигранным временем. Если же при движении переднего фронта вероятность траектории DE упадет ниже вероятности DE' , то у мозга будет возможность исправить ошибку. При этом, однако, возникает характерный сбой: требуется быстро стереть выведенный в сознание участок BC и начать вывод траектории BE' . Психологически это воспринимается как интерференция двух взаимоисключающих версий — версии BC , сохраненной долговременной памятью, и вновь поступившей версией BE' . Описанный характерный сбой можно отождествить с «юмористическим эффектом».

Действительно, описанная ситуация в точности воспроизводится при восприятии шуток: так в примере (1) при анализе первого предложения в подсознании возникают две конкурирующие версии, в одной из которых (DE) «козья ножка» трактуется как «самокрутка», в другой (DE') — как «нога козы». В контексте данного предложения версия DE более вероятна и благодаря естественной паузе в конце предложения начинает выводиться в сознание. Появление фразы «Коза кричит» делает версию DE маловероятной, но резко увеличивает вероятность версии DE' , что и вызывает юмористический эффект.

Подчеркнем, что существование юмористического эффекта ни в коей мере не является фатальным: природа могла бы избежать его одним из двух способов: 1) путем задержки вывода версии BE до тех пор, пока версия BE' не будет отброшена естественным образом; 2) путем форсирования вывода BE при одновременном отбрасывании BE' . Однако в пер-

вом случае задерживается поступление информации в сознание, во втором — не полностью используются ресурсы мозга: поэтому природа решает данную проблему ценой психологического «конфуза».

В процессе эволюции вырабатывается оптимальное значение временной задержки τ_{\max} , обеспечивающее компромисс между достоверностью информации и скоростью ее получения. Оптимальное значение τ_{\max} обеспечивает, как правило, выполнение неравенства $\tau_{AB} < \tau_{\max}$; поэтому в естественных условиях юмористический эффект возникает относительно редко; однако он легко может вызываться с помощью специально созданных острот и комизмов.

Некоторые следствия. В описанной модели находят естественное объяснение некоторые общеизвестные факты.

1. Отсутствие юмористического эффекта от многократно слышанной шутки связано с тем, что человек, заранее зная о наличии двух взаимоисключающих образов, избегает вывода в сознание заведомо ложной версии (так, зная, что в примере (1) «козья ножка» в итоге оказывается «ногой козы», он не поддается соблазну интерпретировать ее как «самокрутку»).

2. Роль интонации при рассказывании шутки связана в основном с временными характеристиками — темпом, расположением и длительностью пауз, которые могут быть учтены путем введения в последовательность A_n соответствующего количества «пробелов». При слишком быстром темпе ложная версия не успевает зафиксироваться в сознании и участок BC (рис. 3) оказывается малым. При слишком медленном темпе длина траекторий увеличивается за счет «пробелов», так что конкурирующая траектория BE' (рис. 3) выбрасывается из оперативной памяти и переключения версий не происходит. Так, в примере (1) требуется оптимальная пауза в конце первого предложения⁵.

3. Разная восприимчивость людей к юмору⁶ при одинаковом интеллектуальном уровне связана с различием в величине времени задержки τ_{\max} . У людей с большим значением τ_{\max} редко возникает ситуация, когда точка C обгоняет точку B и соответственно редко возникает юмористический эффект; наоборот, у людей с малым значением τ_{\max} юмористический эффект возникает даже тогда, когда по мнению большинства ничего смешного нет. По-видимому, у большинства людей значение τ_{\max} уменьшается под действием алкоголя, что приводит к беспричинной веселости. При фиксированном τ_{\max} восприимчивость к юмору коррелирует с объемом оперативной памяти, который определяет среднюю величину интервала AB (рис. 2).

4. Нервный смех. Если на человека наплывает масса неприятных впечатлений и создается угроза перенапряжения нервной системы, то организм реагирует на это принудительным сбрасыванием неприятной информации и заменой ее другой, нейтральной — это вызывает рефлекторный смех.

Заключение. Чувство юмора обусловлено биологической необходимостью ускорения вывода информации в сознание и полного использования ресурсов мозга. Поэтому факт получения удовольствия от смеха, который Фрейд [1] склонен считать главной причиной существования чувства юмора (человек обнаруживает возможность извлекать удовольствие

⁵ Зависимость величины юмористического эффекта от длительности паузы хорошо описана в очерке Марка Твена «Публичные чтения».

⁶ Мы рассматриваем принципиальную восприимчивость к юмору, отвлекаясь от случаев, когда индивидуальные особенности приводят к неадекватной реакции на конкретную шутку. Примерами могут служить непонимание шутки вследствие отсутствия в памяти нужного образа, вытеснение смеха за счет побочных эмоций, нестандартное представление о «норме» при восприятии комического и т. д.

из психического процесса и начинает бессознательно, а затем сознательно ее эксплуатировать), не имеет существенного значения — так же, как чихание и кашель, обусловленные биологической необходимостью очистки дыхательных путей, существуют независимо от удовольствия, получаемого при первом и неудовольствия — при втором. Разумеется, если бы смех вызывал неудовольствие, то изменилась бы социальная функция юмора — общество бы стремилось избавиться от него путем цензурных ограничений, преследования остроумных людей и т. д.

Реально ли создание действующей компьютерной программы, которая «смеялась» бы в тех же случаях, что и человек? На наш взгляд, вполне реально, если ограничиться простейшими шутками, основанными на переключении значений отдельных слов (пример (1)); соответствующая программа была бы ненамного сложнее, чем средняя программа по автоматическому переводу [8]. Компьютерное моделирование более сложных шуток связано с необходимостью выявления того огромного набора образов, который содержит мозг среднего человека, и установления между ними правильных ассоциативных связей — это требует многолетней кропотливой работы психологов и программистов.

Автор признателен Л. А. Прозоровой за обсуждение лингвистических аспектов работы и Д. С. Чернавскому за плодотворные дискуссии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фрейд З. Остроумие и его отношение к бессознательному. М. 1925.
2. Дарвин Ч. Сочинения. Т. 5. М., Изд. АН СССР 1953. С. 773–775.
3. Суслов И. М. // Биофизика. 1992. Т. 37. С. 325.
4. Paulos J. A. Mathematics and Humor, Chicago: Univ. of Chic. Press. 1980.
5. Handbook of Humor Research / Eds Mc Ghee P. E., Goldstein J. H. V. 1. N. Y. etc., Springer, 1983.
6. Beattie J. Essays. Edinburg: 1776.
7. Лук А. Н. О чувстве юмора и остроумии. М.: Искусство, 1968.
8. Автоматический перевод / Под ред. Кулагиной О. С., Мельчука И. А. М.: Прогресс, 1971.
9. Симонов П. В. Эмоциональный мозг. М.: Наука, 1981.

Физический институт
им. П. Н. Лебедева РАН, Москва

Поступила в редакцию
08.08.1991

COMPUTER MODEL OF «A SENSE OF HUMOR». I. GENERAL ALGORITHM

SUSLOV I. M.

Lebedev Physical Institute, Russia Ac. Sci., Moscow

A computer model of «a sense of humor» is formulated. The humorous effect is treated as a specific malfunction in the processing of information, conditioned by the necessity of a quick deletion from consciousness of a false version. The biological function of a sense of humor consists in quickening the transmission of processed information into consciousness and in a more effective use of brain resources.