

Е. Е. ВИТЯЕВ

Институт математики СО РАН г. Новосибирск

E-mail: vityaev@math.nsc.ru

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ. ПЕРЕКЛЮЧАЮЩАЯ И ПОДКРЕПЛЯЮЩАЯ ФУНКЦИИ ЭМОЦИЙ¹

Аннотация. В данной работе схемы функциональной системы и организации движений [1,2] расширяется до схемы принятия решений в целенаправленном поведении. Главным элементом схемы являются эмоции, организующие иерархию подцелей, подзадач и подкреплений для достижения цели.

1. Аппарат эмоций. Организация движений Н.А.Бернштейна объясняется схемой рис.2 [2]. Даже сложные движения, как это многократно было показано в опытах Н.А.Бернштейна, могут активироваться только одной командой и значит одним запросом на достижение цели.

Ввиду разнообразия окружающей среды и разнообразия целей в ней основной задачей целенаправленного поведения является выработка плана действий. Эта задача решается переключающей функцией эмоций.

Рассмотрим, опираясь на работы П.К.Анохина и К.В.Судакова [3,4,5], что такое эмоции и их роль в организации поведения и подкреплении.

“Опираясь на свои экспериментальные исследования, мы настаиваем, что для возникновения положительных эмоций, так же как для возникновения эмоций отрицательных, необходимы неудовлетворенная потребность и рассогласование между прогнозом и наличной действительностью. Только теперь речь идет не об одной лишь семантике (содержании, качествах) цели, но о вероятности ее достижения” [5. С. 89,90].

Принципиальным моментом теории эмоций П.В.Симонова является переключающая функция эмоций [4,5], обеспечивающая получение вероятностного прогноза достижения цели ещё до всяких действий. Выработка плана действий осуществляется переключающей функцией эмоций [4,5] путем анализа всех возможных способов достижения цели. Различные способы достижения цели (например, при движении по некоторой местности), имеют различную вероятность, различные энергетические

¹ Данная работа частично поддержана грантом РФФИ № 05-07-90185в и NATO collaborative linkage project LST.LCG.979815

затраты и различные возможные опасности, связанные с отрицательными эмоциями, и т.д. В этом случае задача становится как минимум трехпараметричной - вероятность достижения цели, суммарное значение отрицательных эмоций (от энергетических затрат, опасностей, риска, трудностей и т.д.) и значение положительных эмоций (от достижения цели(ей)). Для эффективного принятия решений необходим синтез всех этих показателей в один параметр, что и осуществляется эмоциями. Они интегрируют как вероятность достижения цели, так и положительные и отрицательные эмоции, выражающие многообразие качества эмоций. На основе эмоций как интегрального показателя и принимается решение: “Зависимость эмоций не только от величины потребности, но и от вероятности ее удовлетворения чрезвычайно усложняет конкуренцию сосуществующих мотивов, в результате чего поведение нередко оказывается переориентированным на менее важную, но легко достижимую Цель: “синица в руках” побеждает “журавля в небе” ... [4, разд. 2.2].

Введем вероятностное прогнозирование в схему работы функциональной системы рис.1 и в схему организации движений рис.2. Затем приведем схему принятия решений в целенаправленном поведении рис.3 и введем аппарат эмоций. Определим переключающую и подкрепляющую функции эмоций. Получим выражения для вычисления вероятности достижения цели, которые могут быть использованы для определения величины эмоции по формуле П.В.Симонова.

2. Модель работы функциональной системы. На рисунке 1 приведена модель работы функциональной системы [2]. Пусть функциональной системе мотивацией ставится цель P_0 . Представим цель как запрос к функциональной системе – достичь цель P_0 . На входе функциональной системы имеется также информация об окружающей среде в виде описания ситуации P_{i1}, \dots, P_{im} . Афферентным синтезом из памяти извлекается вся информация, связанная с достижением цели P_0 . Эта информация хранится в памяти в виде множества закономерностей $\langle P_{i1}, \dots, P_{ik}, A_i \rangle \rightarrow P_0$ или закономерностей $\langle P_{i1} \& \dots \& P_{ik} \& P_{j1} \& \dots \& P_{jn} \rangle \rightarrow P_0$ условие которых P_{i1}, \dots, P_{ik} содержит свойства текущей ситуации P_{i1}, \dots, P_{im} . В условии закономерностей $\langle P_{i1} \& \dots \& P_{ik} \& P_{j1} \& \dots \& P_{jn} \rangle \rightarrow P_0$ содержатся подцели P_{j1}, \dots, P_{jn} , достижение которых необходимо для достижения цели P_0 . Закономерность означает что, если условия ситуации включают в себя условия зафиксированные в закономерности, то после осуществления

действия A_i или цепочки действий для достижения подцелей P_{j1}, \dots, P_{jn} мы достигнем цель P_0 с вероятностью определенной в закономерности. Достижение подцелей осуществляется отправкой запроса на их достижение вниз по иерархии подцелей, что обозначено на рис.1 двойной стрелкой вниз. Достижение этих подцелей может потребовать достижение еще более низких по иерархии целей и т.д. Если какая-то из подцелей не может быть выполнена в данной ситуации (нет закономерностей предсказывающих достижение подцели в данной ситуации), то в ответ на запрос возвращается отказ и соответствующая закономерность исключается из рассмотрения.

Таким образом, активация закономерностей $\langle P_{i1}, \dots, P_{ik}, A_i \rangle \rightarrow P_0$ в блоке афферентного синтеза автоматически извлекает из памяти тот набор действий A_i или подцелей, которые могут привести к достижению цели P_0 . Этот набор вместе с оценками условных вероятностей достижения цели передается в блок принятия решений. В случае передачи действий блок принятия решений выбирает то действие A_i , которое с максималь-

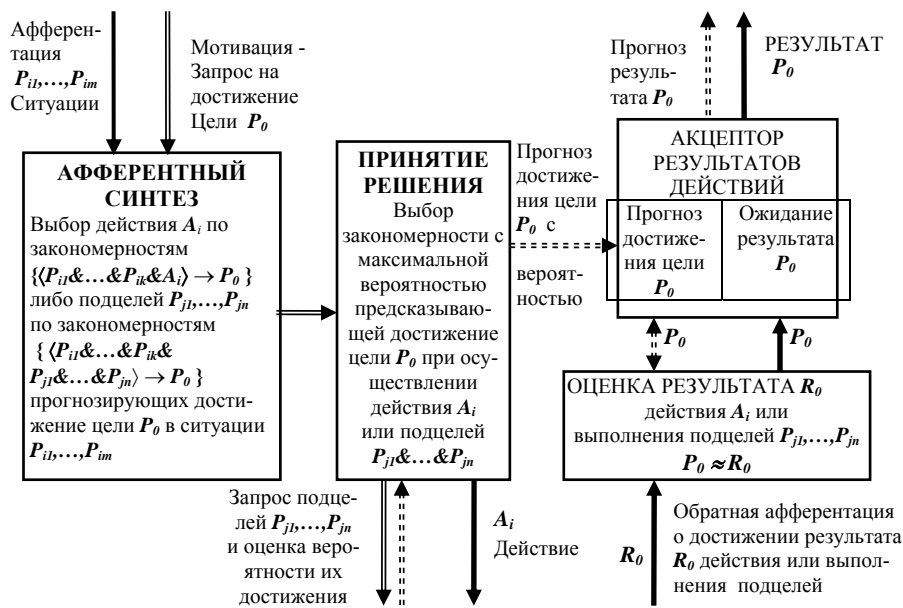


Рис. 1

ной оценкой вероятности приводит к достижению цели. В случае передачи подцелей, блок принятия решений выбирает такие подцели, которые с максимальной вероятностью приводят к достижению цели. При этом учитывается вероятность достижения подцелей, оцениваемая в подсистемах и передающаяся как прогноз назад в блок принятия решений (см. двойную пунктирную стрелку вниз блока принятия решений). Общая вероятность достижения цели равна произведению вероятностей подцелей и вероятности закономерности. Полученный прогноз достижения цели P_0 отправляется в акцептор результатов действий (двойная пунктирная стрелка).

Данные о полученном результате R_i поступают в акцептор результатов действий в блок оценки результата. Проводится сравнение спрогнозированного и полученного результатов. В случае совпадения прогноза и результата с заданной степенью точностью акцептором результатов действий фиксируется достижение цели и получения результата P_0 и передается сообщение об этом вверх по иерархии функциональных систем.

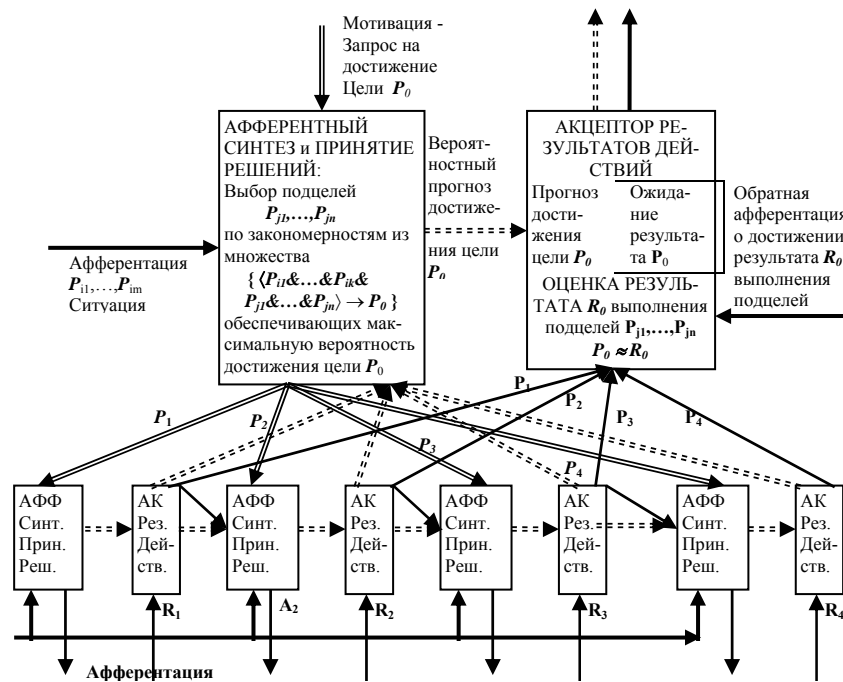


Рис. 2

В схеме рис.1 рассмотрена работа функциональной системы, когда выбираются, либо действия, либо подцели. На рис. 2 показано взаимодействие этих случаев, когда на верхнем уровне выбираются подцели, а на нижнем выбираются действия.

На этой схеме можно проследить как мотивационное возбуждение, определяющее цель, преобразуется в прогноз достижения цели через последовательность блоков принятия решений. Мотивационное возбуждение в блоках принятия решений преобразуется в прогноз достижения цели путем своеобразного вероятностного «вычисления» достижимости цели, которое происходит в точности таким же способом, как вычисляется ответ на запрос в логическом программировании – путем иерархического развертывания вниз по иерархии всех подцелей, вычисления их вероятностей и далее сворачиванием этих вероятностей в результирующую вероятность достижения цели. Рекурсивное определение вычисления определяются следующим образом: если вероятности v_1, \dots, v_n достижения подцелей P_{j1}, \dots, P_{jn} нами уже вычислены, и v - вероятность закономерности $\langle P_{i1} \& \dots \& P_{ik} \& P_{j1} \& \dots \& P_{jn} \rangle \rightarrow P_0$, куда входят эти подцели, то вероятность достижения цели P_0 тогда равна $v \cdot v_1 \cdot \dots \cdot v_n$. Этот прогноз передается в блок акцептора результатов действия и, далее, в вышестоящие функциональные системы для получения прогноза достижения конечной цели.

3. Принятие решений. Переключающая и подкрепляющая функции эмоций. На рис. 3 мотивация (неудовлетворенная потребность) показана двойной стрелкой подходящей слева к блоку эмоций, а прогноз достижения цели двойной пунктирной стрелкой, подходящей справа. Рассогласование между прогнозом и «наличной действительностью» можно измерить как $1 - v_1 \cdot \dots \cdot v_n$, где v_i – вероятности достижения цели блоком i , т.е. вероятность закономерности выбранной в i -м блоке принятия решений.

На рис. 3 переключающая функция эмоций реализуется тем, что:

- по всем извлеченным из памяти способам достижения цели получается прогноз достижения цели и передается в блок эмоций. На рис. 3 путь прогноза показан двойной пунктирной стрелкой, проходящей через блоки принятия решений и акцепторы результатов действий;
- принимается решение о выборе того или иного целенаправленного поведения, которое обладает максимальной эмоциональной оценкой и, значит, с максимальной вероятностью при минимальных затратах и отрицательных эмоциях приводит к достижению цели;
- формирует план достижения цели и акцептор результатов действий.

В процессе достижения цели в соответствии с планом действий проявляется подкрепляющая функция эмоций. П.В.Симонов показывает, что необходимым условием подкрепления является не сам подкрепляющий раздражитель (санкционирующая афферентация), а также действие положительных эмоций при наличии мотивации: “Однако ни афферентация из полости рта (санкционирующая афферентация), ни голодовое возбуждение (мотивация) сами по себе не могут играть роль подкрепления, обеспечивающего формирование инструментального условного рефлекса. Только интеграция голодового возбуждения от фактора, способного удовлетворить данную потребность, т.е. механизм, генерирующий положительную эмоцию, обеспечивает выработку условного рефлекса” [4. С. 34].

Участие оценки вероятности в формировании эмоций сразу же делает подкрепление более точным [6,7,8]: любое действие приближающее к цели и увеличивающее прогноз достижения цели $v_1 \dots v_n$, сразу же вызывает положительную эмоцию и подкрепляет те «мозговые структуры» (нейроны), которые осуществили действие. Следовательно, эмоции, основанные на вероятностном прогнозировании, осуществляют подкрепление **каждого успешного шага действий**, увеличивающего вероятность достижения цели, в то время как санкционирующая афферентация теории П.К.Анохина подкрепляют только сразу всю последовательность действий, приведшую к достижению цели. На рис. 3 от блоков акцептора результатов действия идет две стрелки – одна пунктирная обозначающая прогноз достижения цели, вторая сплошная обозначающая достижение цели и преобразующая прогноз в факт, имеющий вероятность 1. Поэтому как только, например, в блоке 1 достигнут результат, то вероятность прогноза увеличивается с $v_1 \cdot v_2 \cdot v_3 \cdot v_4$ до $1 \cdot v_2 \cdot v_3 \cdot v_4$. По-

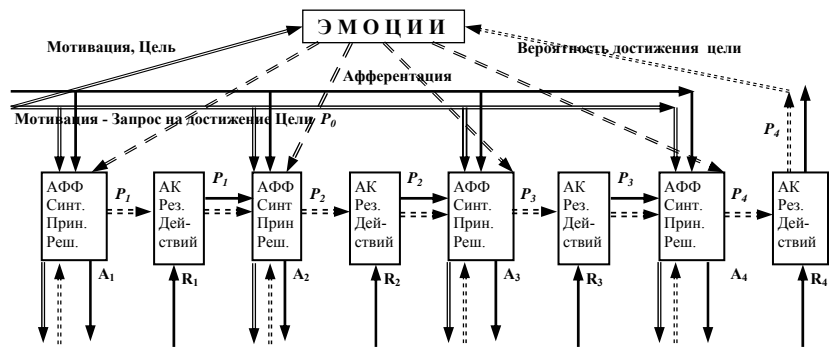


Рис 3.

ложительное рассогласование, вызывающее положительную эмоцию равно $1 \cdot v_2 \cdot v_3 \cdot v_4 - v_1 \cdot v_2 \cdot v_3 \cdot v_4 = (1 - v_1) \cdot v_2 \cdot v_3 \cdot v_4$. Возникшая положительная эмоция действует генерализованно и сразу подкрепляет те структуры, которые осуществили действие, т.е. блок 1 и выбранную там закономерность. Поэтому каждая закономерность, действия которой приблизили к достижению цели, будет подкреплена на величину увеличения вероятности приближения к цели.

Благодарности

Эта работа поддержана грантом РФФИ 05-07-90185в, Интеграционным проектом СО РАН №119, Программой президента Российской Федерации поддержки научных школ 2112.2003.1

Список литературы

1. Михиенко Е.В., Витяев Е.Е. Моделирование работы функциональной системы, VI Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2004». Сборник научных трудов. В 2-х частях. Ч.2., М.: МИФИ, 2004, 124-129.
2. Витяев Е.Е. Объяснение Теории Движений Н.А.Бернштейна, VII Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2005» ч.1, М. МИФИ, 2005, 234-240.
3. Анохин П.К. Эмоции // Большая медицинская энциклопедия т. 35, М. 1964.
4. Симонов П.В. Эмоциональный мозг. М.: Наука, 1981. с. 140.
5. Симонов П.В. Высшая нервная деятельность человека (мотивационно-эмоциональные аспекты). М.: Наука, 1975. с. 173.
6. Витяев Е.Е. Целеполагание как принцип работы мозга // Модели когнитивных процессов (Вычислительные системы, 158), Труды ИМ СО РАН, Новосибирск, 1997, с.9-52.
7. Витяев Е.Е. Вероятностное прогнозирование и предсказание как принцип работы мозга // Измерение и Модели Когнитивных Процессов (Вычислительные системы, 162), Новосибирск, 1998, Стр. 14-40.
8. Витяев Е.Е. Формальная модель работы мозга, основанная на принципе предсказания // Модели Когнитивных Процессов. (Выч. системы, 164), Новосибирск, 1998, стр. 3-61.
9. Scientific Discovery: <http://www.math.nsc.ru/AP/ScientificDiscovery>