

# ОБУЧАЮЩАЯСЯ СИСТЕМА, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ ЧАСТИЧНУЮ МОДЕЛЬ СРЕДЫ

Алексей Васильев

*Институт Транспорта и Связи  
ул. Ломоносова 1, корпус 4, LV-1019, Рига, Латвия  
E-mail: [servent@apollo.lv](mailto:servent@apollo.lv)*

**Ключевые слова:** адаптивное поведение, обучение с подкреплением, системы классификаторов

В последние годы большое развитие получило такое направление Искусственного Интеллекта как адаптивное поведение, подразумевающие наличие агента способного приспосабливаться к окружающей среде в процессе своего функционирования. Типичным представителем адаптивного поведения является система классификаторов [1].

Система классификаторов - это модель эволюции когнитивного процесса. Система классификаторов есть система индуктивного вывода, которая основана на наборе логических правил (классификаторы). Каждое правило имеет форму “если <условие>, тогда <действие>”. Система правил оптимизируется как посредством обучения, так и эволюционным методом (генетическими алгоритмами). В процессе обучения меняются приоритеты использования правил, т.е. меняются коэффициенты, характеризующие силу правил. При обучении используется обучение с подкреплением, где наблюдают действия агента и в зависимости от результата поощряют, либо наказывают его. Т.е. учитель поступает с обучаемым объектом примитивно: “бьет кнутом” (если действия объекта ему не нравятся), либо “дает пряник” (в противоположном случае), не объясняя обучаемому объекту, как именно нужно действовать.

Основная проблема систем классификаторов (СК) в том, что они, используя для взаимодействия с внешней средой сенсорную информацию, являются реактивными системами, т.е. системами неспособными к долгосрочному планированию. Системы классификаторов без памяти не могут эффективно решить проблему поиска оптимального пути в немарковских средах, поскольку текущее окружение в большинстве случаев не дает однозначной оценки оптимальной политики [2]. Использование же памяти дает незначительный выигрыш и зависит от размера самой памяти.

Как одно из возможных решений данной проблемы в работе рассматривается навигация системы классификаторов с помощью частичной внутренней модели среды (СКМС) [3]. Модель среды подразумевает наличие графа  $G$  описывающего состояния среды  $S$  и использующего вероятности перехода  $p_{ij} > 0$  из состояния  $s_i$  в соседнее состояние  $s_j$ . Частичная модель среды означает, что вероятность перехода может быть и нулевой,  $p_{ij} \geq 0$ .

Модель среды должна быть сформирована до начала функционирования системы классификаторов. Система СКМС использует для принятия решений, как сенсорную модель, так и внутреннюю модель среды. При этом модель среды может быть и частичной. Там где отсутствует информация о среде, т.е.  $p_{ij} = 0, \forall j$ , СКМС принимает решения, основываясь на сенсорной информации. В этом случае она функционирует как обыкновенная система классификаторов, используя только сенсорные данные.

Анализ результатов, полученных в задаче управления автономным агентом в тестовых дискретных средах, показал, что система СКМС способна выработать квази-оптимальную политику поведения. Системы классификаторов, использующие только сенсорную информацию, были не способны к обучению в подобных средах.

### References

1. Holland, J.H. Genetic Algorithms and Adaptation. In *Adaptive Control of Ill-Defined Systems*, Selfridge, O.G., E.L.Rissland, and M.A. Arbib (Eds.), Plenum Press, New York, pp.317-333, 1984.
2. Lanzi, P.L., Wilson, S.W. Optimal classifier system performance in non-Markov environments. Technical Report 99.36, Dipartimento di Elettronica e Informazione - Politecnico di Milano, 1999.
3. Vasilyev, A.S. Learning systems: synergetic approach. Master's Thesis, Transport and Telecommunication Institute, Riga, Latvia, supervised by Prof. Borisov, A.N., 2002.