

УДК 004.89

Международная конференция «Интеллектуальные системы»

Секция «Мягкие вычисления и нечеткие модели»

Гибридные системы управления мобильных роботов

Гаврилов А.В., к.т.н., доцент

Новосибирский государственный технический университет, 630087

Новосибирск 87, ул. Немировича-Данченко, 136, т. (3832)-46-04-92,

ф. (3832)-46-11-53, email: avg@vt.cs.nstu.ru

В последние полтора десятилетия разработчики прикладных систем искусственного интеллекта все чаще применяют гибридный подход к реализации искусственного интеллекта [1-5]. Он основан на применении логической обработки данных классическими методами инженерии знаний и ассоциативной обработки данных нейронными сетями. Часто в составе гибридного интеллекта подразумевают использование также генетических алгоритмов [5]. Применение гибридного подхода позволяет, с одной стороны, использовать результаты, достигнутые в технике представления знаний с ее удобством визуализации, вербализации и формализации знаний. С другой стороны, он позволяет использовать возможности обучения и естественной работы с нечеткими знаниями, свойственными нейронным сетям.

Как известно, проблема создания «настоящего» искусственного интеллекта наиболее актуальна при создании интеллектуальных роботов. Поэтому гибридный подход наиболее интересен и перспективен в контексте разработки таких роботов, в частности, мобильных. Этой проблеме и посвящен настоящий доклад.

Система управления мобильного робота в общем случае выполняет следующие функции:

- 1) восприятие и распознавание информации, поступающей из внешнего мира от датчиков;
- 2) общение с человеком;
- 3) создание и корректировка модели мира путем обучения в процессе общения с человеком, восприятия сигналов с датчиков и выполнения действий;
- 4) планирование и перепланирование поведения;
- 5) управление выполнением действий;
- 6) управление приводами;
- 7) общение с другими роботами.

Как показал анализ существующих примеров использования нейронных сетей в мобильных роботах их можно разделить на следующие категории:

- 1) для распознавания объектов и ситуаций (задача 1) [6],
- 2) для генерации траектории перемещения (задачи 5 и 6) [7, 8],
- 3) для запоминания поведения в разных ситуациях (задачи 3, 4 и 5) [9],
- 4) для формирования ритмических движений (задачи 5 и 6) [10].

Как видно из анализа существующих применений нейронных сетей в системах управления мобильных роботов (в основном в экспериментах по созданию аниматов [11]), не все задачи из выше перечисленных эффективно и легко решаются нейронными сетями. Задачи, связанные с общением с пользователем и другими роботами (2 и 7), а также, многие задачи создания модели мира и планирования действий (3 и 4) давно эффективно решаются с использованием логических (символьных) методов.

Поэтому в последнее время наметилась тенденция использования гибридного подхода к построению систем управления мобильных роботов. В контексте особенностей структуры интеллектуальной системы (особенностей связей между компонентами, реализующими разные парадигмы) существуют несколько вариантов гибридизации [12]: 1) комбинирование (combination), 2) интеграция (integration), 3) слияние или объединение (fusion), 4) ассоциирование (association). Большинство предлагаемых решений относится к архитектуре “fusion” – различные варианты семантических и нечетких нейронных сетей. В этом случае невозможно разделить компоненты «нейронная сеть» и «семантическая сеть» (или «правила-продукции»).

В докладе предлагается архитектура гибридной системы управления, состоящая из двух уровней: ассоциативного, построенного на основе нейронных сетей, и логического - на основе семантической сети или правил-продукций. Если логический уровень ориентирован на общение с человеком на естественном языке, то рекомендуется использовать семантическую сеть, а если его назначением является программирование поведения робота в виде правил, рекомендуется использовать продукционную модель знаний.

В настоящее время разработано две программные модели мобильного робота для исследования применения соответственно двух вариантов гибридной архитектуры системы управления. Первая из них [13] построена на основе нейронных сетей и экспертной системы в среде оболочки ESWin [4] (рис. 1). В этой модели реализована возможность исследования различных вариантов гибридизации нейронных сетей и правил (кроме слияния) для решения задачи планирования и перепланирования поведения в изменяющейся внешней среде. Здесь нейронная сеть может выполнять

функции классификации и кластеризации образов, а также, отслеживания и прогнозирования фактов, участвующих в логическом выводе.

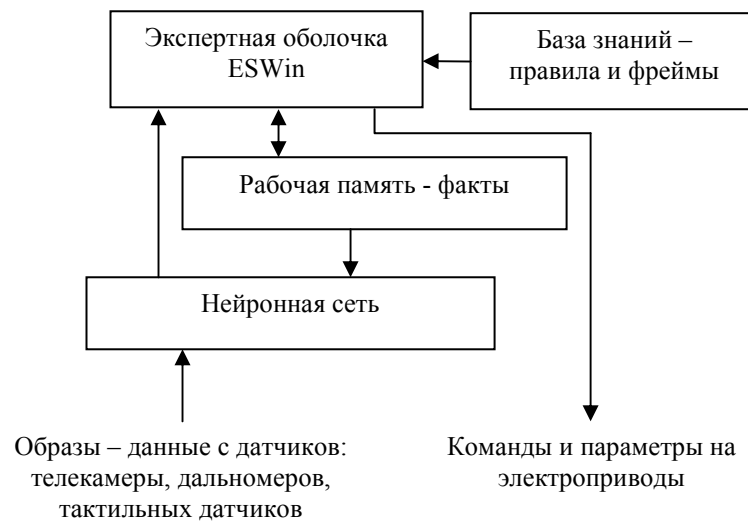


Рис. 1. Архитектура системы управления робота, ориентированная на программирование поведения робота в виде правил.

Эта архитектура основана на концепции «двухполушарных» экспертных систем, предложенной и развиваемой автором с 1989 года [4].

Вторая модель [14] предназначена для исследования архитектуры на основе нейронных сетей и семантической сети (рис. 2), и ориентирована на естественно-языковое взаимодействие с роботом в процессе его обучения и выполнения перемещений по словесной команде. В этой архитектуре нейронная сеть может выполнять функции классификации и кластеризации образов или ситуаций, памяти ассоциаций между словами (фразами) естественного языка и образами, между ситуациями и реакциями (действиями) на них. Последняя функция полезна при выработке автоматизма при планировании перемещений среди объектов-препятствий. Эта архитектура была предложена и планируется к использованию в системе управления роботизированного инвалидного кресла.

Предварительные результаты экспериментов показали эффективность применения гибридного подхода к построению систем управления мобильных роботов в виде предложенных в данной работе архитектур.



Рис. 2. Архитектура системы управления робота, ориентированная на естественно-языковое общение.

Список литературы

1. Honavar, V. Symbolic Artificial Intelligence and Numeric Artificial Neural Networks: Toward a Resolution of the Dichotomy. Invited chapter. In: Computational Architectures Integrating Symbolic and Neural Processes. Sun, R. and Bookman, L. (Ed.) N. Y.: Kluwer, 1994. – Pp. 351-385.
2. Funobashi M., Moeda A., Morooka, Y. Mori K. Fuzzy and Neural Hybrid Expert Systems: Sinergetic AI. - AI in Japan, IEEE, 1995, august. - Pp. 33-40.
3. Колесников А.В. Гибридные интеллектуальные системы. Теория и технология разработки. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 711с.
4. Гаврилов А.В. Гибридные интеллектуальные системы. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. - 162с.
5. Ярушкина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 320с.
6. Stolzmann, W., Butz, M. V., and Goldberg, D. E. First cognitive capabilities in the Anticipatory Classifier System. In Meyer, J.-A., Berthoz, A., Floreano, D., Roitblat, H., and Wilson, S., (Eds.), From animals to animats: Proceedings of the Sixth International Conference on Simulation of Adaptive Behavior, Paris, France. MIT Press, 2000 - Pp. 287-296.
7. Quoy M., Moga S., Gaussiere P. Dynamical Neural Networks for Planning and Low-Level Robot Control. – IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics – Part A: Systems and Humans. Vol. 33, No. 4, July, 2003. – Pp. 523-532.
8. Zegers P., Sundareshan M.K. Trajectory generation and Modulation using Dynamic Neural Networks. - IEEE Transactions on Neural Networks, vol. 14, No.3, May, 2003. – Pp. 520-533.
9. A. Billard, G. Hayes. DRAMA, a Connectionist Architecture for Control and Learning in Autonomous Robots. – Adaptive Behavior, 1999, 7(1). – Pp. 35-63.
10. Jin Hui-Liang, Zacksenhouse M. Oscillatory Neural Networks for Robotic Yo-Yo Control. – IEEE Transactions on Neural Networks, vol. 14, No.2, March, 2003. – Pp. 317-325.
11. Непомнящих В.А. Поиск общих принципов адаптивного поведения живых организмов и аниматов. - Новости искусственного интеллекта, № 2(50), 2002. - С.48-53.
12. Гаврилов А.В., Новицкая Ю.В. Гибридные интеллектуальные системы. - Межд. конф. ИСТ-2003. - Новосибирск: НГТУ, 2003. - т.3, с. 116-121.
13. Гаврилов А.В., Карпенко А.А., Ленский А.А., Новицкая Ю.В., Тимофеев Е.Н., Чистяков Н.А. Программная система моделирования поведения мобильного робота. – В сб.: «Информационные системы и технологии» под ред. В.В.Губарева, Новосибирск: НГТУ, 2004 (в печати).
14. Гаврилов А.В., Губарев В.В., Джо К.-Х., Ли Х.-Х. Гибридная система управления мобильного робота. – Мехатроника, 2004 (в печати).