

## Разработка системы видеораспознавания графических образов на основе мультиагентных рекурсивных когнитивных архитектур

*И.А. Пшенокова<sup>1</sup>, В.А. Денисенко<sup>1</sup>, З.А. Сундуков<sup>1</sup>, Д.Г. Макоева<sup>1</sup>, О.В. Нагоева<sup>1</sup>, В.В. Бова<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт информатики и проблем регионального управления Кабардино-Балкарского научного центра РАН*

*<sup>2</sup>Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В работе рассматривается вопрос создания системы распознавания графических объектов в видеопотоке на основе мультиагентных рекурсивных когнитивных архитектур. Предложена структура системы, иерархия агентов и их взаимодействие. В статье приведено описание разработанного протокола обмена сообщениями между подсистемой кодирования информации полученной с устройств ввода видеосигнала и ядром мультиагентной рекурсивной когнитивной архитектуры.

**Ключевые слова:** мультиагентная система, когнитивная архитектура, агент, распознавание образов, видеораспознавание, многомодальные данные, искусственный интеллект.

### Введение

Теория распознавания образа - раздел информатики и смежных дисциплин, развивающий основы и методы классификации и идентификации предметов, явлений, процессов, сигналов, ситуаций и т. п. объектов, которые характеризуются конечным набором некоторых свойств и признаков [1].

Задача распознавания графических образов является классической задачей теории информатики, и в настоящий момент можно выделить два основных направления [2]:

- Изучение способностей к распознаванию, которыми обладают живые существа, объяснение и моделирование их;
- Развитие теории и методов построения устройств, предназначенных для решения отдельных задач в прикладных целях.

В статье рассматриваются вопросы построения системы распознавания использующей первое направление к теории распознавания графических

---

образов, и ее применение в коллаборативных робототехнических системах [3].

### Постановка задачи

Дано множество  $M$  объектов  $\omega$ . Объекты задаются значениями некоторых признаков  $x_i, i = 1, \dots, N$ , наборы которых одинаковы для всех объектов. Совокупность признаков объекта  $\omega$  определяет некоторым образом его описание  $I(\omega) = (x_1(\omega), x_2(\omega), \dots, x_N(\omega))$ .

Значения признаков могут быть как числовыми, так и перечислимыми.

На всём множестве  $M$  существует разбиение на подмножества (классы объектов):

$$M = \bigcup_{i=0}^m \Omega_i$$

Задача распознавания состоит в том, чтобы для каждого данного объекта  $\omega$  по его описанию  $I(\omega)$  и априорной (обучающей) информации  $I_0$  вычислить значения предикатов

$$P_i = (\omega \in \Omega_i), i = 1, \dots, m$$

Для описания невозможности распознавания объектов предикаты  $P_i$  заменяются величинами  $\alpha_i \in (0, (\omega \in \Omega_i), 1(\omega \in \Omega_i), )$ .

Таким образом, для рассматриваемого объекта  $\omega$  необходимо вычислить его информационный вектор  $\alpha(\omega) = (\alpha_1(\omega), \alpha_1(\omega), \dots, \alpha_m(\omega))$

Процедура, строящая информационный вектор  $\alpha(\omega)$  в данном случае выражает алгоритм принятия решения об отнесении объекта  $\omega$  к тому или иному классу и называется «решающей функцией».

### Архитектура системы и принципы работы

Разработанная программная система основывается на теории мультиагентных рекурсивных когнитивных архитектур [4, 5, 6]. В

программном комплексе можно выбелить несколько подсистем (агентов) взаимодействующих друг с другом посредством сообщений:

- подсистема предобработки видео сигналов;
- ядро мультиагентной системы;
- подсистема вывода.

Подсистема предобработки видео сигналов реализована с использованием библиотеки OpenCV, и решает следующие задачи:

захват видео с подключенных устройств;

- поиск объектов на изображении;
- построение контуров объектов, их локализация и определение дополнительных характеристик;
- передача информации в ядро мультиагентной рекурсивной когнитивной архитектуры.

Подсистема предобработки изображения, как и ядро мультиагентной рекурсивной когнитивной архитектуры, реализованы в виде сетевых сервисов взаимодействующих посредством сообщений. Сообщение представляет собой JSON документ структура которого представлена на рис. 1.

```
{
  "Data": {
    "Image": "binary data of image",
    "Objects": [
      {
        "Color": {"B": 255, "G": 255, "R": 255 },
        "Form": "linework of object",
        "Place": "binary data of object location"
      }
    ],
    "Size": {
      "Height": 100,
      "TotalSize": 10000,
      "Width": 100
    }
  },
  "Operation": "sendVideo"
}
```

Рис. 1.–JSON документ описывающий структуру сообщения между подсистемой предобработки видеосигнала и ядром мультиагентной рекурсивной когнитивной архитектуры.

Сообщение содержит 2 обязательных поля: *Operation* и *Data*. В поле *Operation* указывается информация, позволяющая определить назначение передаваемого сообщения и воспринимается системой как заголовок сообщения. Поле *Data* содержит информацию которой обмениваются подсистемы между собой – тело сообщения.

При поступлении сообщения от подсистемы предобработки видеосигнала в ядро мультиагентной системы, для каждой входной сигнатуры определяется агент, отвечающий за эту сигнатуру. В случае отсутствия в системе агента распознающего такую сигнатуру, создается новый агент, в базу знаний которого закладывается набор правил, позволяющих ему распознавать эту сигнатуру.

Агенты, распознавшие входные сигнатуры различных модальностей, формируют сообщения отсылают их агентам следующего слоя, распознающим объекты по набору признаков. В том случае, если в системе присутствует агент-объект, распознающий сообщения от агентов-признаков,

система считает, что распознавание объекта выполнено. Если ни один агент-объект не распознал входную ситуацию, то создается новый агент в базе знаний которого записаны правила позволяющие идентифицировать объект по указанному набору сообщений от агентов-признаков.

### **Заключение**

В статье приведено описание системы распознавания графических образов на основе мультиагентных рекурсивных когнитивных архитектур, применение которой возможно в системах технического зрения различных робототехнических систем. Предложенный подход позволяет расслоить информацию об объектах на несколько модальностей и для идентификации объектов использовать систему баз знаний агентов, каждый из которых отвечает за конкретное значение некоторой модальности или объект, описываемый комбинацией этих модальностей.

### **Благодарности**

Работа выполнена при поддержке грантов:

1. Грант РФФИ, проект № 15-01-05844 «Разработка методов интеллектуального принятия решений на основе самоорганизации нейроподобных мультиагентных рекурсивных когнитивных архитектур»;
2. Грант РФФИ, проект № 5-07-08309 «Мультиагентное когнитивное моделирование и исследование многомодальных знаний в интеллектуальных системах».

### **Литература**

1. Вапник В. Н., Червоненкис А. Я. Теория распознавания образов. М.: Наука, 1974.с.16-17.
2. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. 4 изд. М.: Высшаяшкола, 2004.с.22-23.

3. Anchokov M., Denisenko V., Nagoev Z., Sundukov Z., Tazhev B. Interactive collaborative robotics and natural language interface based on multi-agent Recursive cognitive architectures // First International Conference, ICR 2016 . Budapest, Hungary: 2016.pp.107-112.

4. Пшенокова И.А., Денисенко В.А., Нагоева О.В., Токмакова Д.Г., Сундуков З.А. Представление знаний в системах искусственного интеллекта на основе принципов онтонейроморфогенеза и мультиагентного моделирования // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2015. №6-2. с.158-165.

5. Денисенко В.А., Анчечков М.И., Кармоков М.М., Сундуков З.А. Разработка компьютерной модели мультиагентной когнитивной архитектуры // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2015. №6-2. с.61-65.

6. Денисенко В.А., Пшенокова И.А., Хамуков А.К. Нейрофизиологические алгоритмы зрительного анализатора головного мозга // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2015. №6-2. с. 66-72.

7. Романов Д.Е. Нейронные сети обратного распространения ошибки// Инженерный вестник Дона, 2009, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2009/143.

8. Артемьев И.С. , Лебедев А.И., Долгий А.И., Хатламаджиян А.Е. , Меерович В.Д. Метод блочного оптического распознавания инвентарных номеров железнодорожных подвижных единиц на основе комитетной нейроиммунной модели классификации// Инженерный вестник Дона, 2016, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2259.

9. Lee, SW. Integrated segmentation and recognition of handwritten numerals with cascaden neural network / SW Lee, SY Kim // Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, pp. 285-290, 1999.

---

10. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J., The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction. Springer, 2001– 533 p.

### References

1. Vapnik V. N., Chervonenkis A. Ya. Teoriya raspoznavaniya obrazov. [Theory of image recognition]. M.: Nauka, 1974. pp.16-17.
2. Gorelik A.L., Skripkin V.A. Metody raspoznavaniya. [Methods of recognition]. 4 izd. M.: Vysshaya shkola, 2004. pp.22-23.
3. Anchokov M., Denisenko V., Nagoev Z., Sundukov Z., Tazhev B. Interactive collaborative robotics and natural language interface based on multi-agent Recursive cognitive architectures First International Conference, ICR 2016. Budapest, Hungary: 2016. pp.107-112.
4. Pshenokova I.A., Denisenko V.A., Nagoeva O.V., Tokmakova D.G., Sundukov Z.A. Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2015. №6-2. pp.158-165.
5. Denisenko V.A., Anchokov M.I., Karmokov M.M., Sundukov Z.A. Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2015. №6-2. pp.61-65.
6. Denisenko V.A., Pshenokova I.A., Khamukov A.K. Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2015. №6-2. pp.66-72.
7. Romanov D.E. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2009, №3. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2009/143](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2009/143).
8. Artem'ev I.S. , Lebedev A.I., Dolgiy A.I., Khatlamadzhiyan A.E. , Meerovich V.D. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2016, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2259](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2259).
9. Lee, SW. Integrated segmentation and recognition of handwritten numerals with cascade neural network. SW Lee, SY Kim. Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, pp.285-290, 1999.
10. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J., The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction. Springer, 2001– 533 p.

