

УДК 004.89

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО АВТОНОМНОГО РОБОТА

Савчук Е.В., Косань О.С., Кривенко Е.С.
 Национальный технический университет Украины
 «Киевский политехнический институт»
 savchuk_11@ukr.net, savchuk@acts.kiev.ua

В статье рассмотрена ассоциативно-проективная модель подвижного робота. Выполнен проект подвижного робота, оснащенного навигационной системой и техническим зрением. Выбран алгоритм обучения, автоматической подстройки нейронной сети для классификации препятствий с целью обеспечения безопасности робота.

Введение

Актуальность проблем развития искусственного интеллекта от работ школы Н.М. Амосова [1] и до наших дней бесспорна [2-6]. Остановимся на разработке автономных роботов-вездеходов и их совершенствовании с использованием современной нейросетевой технологии для задач управления и классификации.

Постановка задачи

Смоделировать подвижный автономный робот-вездеход, обладающий системами навигации и технического зрения при обеспечении его безопасности.

Ассоциативно-проективная модель автономного робота

Остановимся на рассмотрении вопроса моделирования двигательного аппарата автономного нейросетевого робота школы Н.М.Амосова [1]. Рассмотрим простейшую АП-структуру, реализующую операцию логического вывода над нейронными ансамблями, представленную на рис. 1.

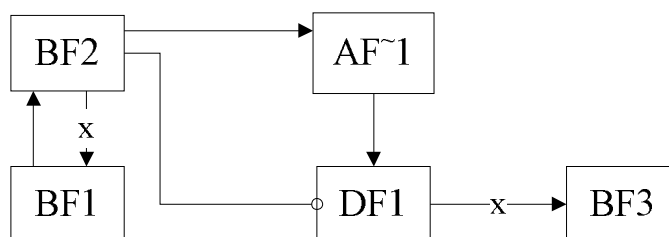


Рисунок 1 – Простейшая схема АП-структуры для логического вывода

Структура работает следующим способом. В режиме обучения в буферном поле BF1 последовательно подаются ансамбли A, B, C и D, причем первые три передаются в буферное поле BF2 через несмещенные проективные связи, а последний через перекрестные. После нормирования в BF2 формируется набор нейронов, представляющих

$$\overline{A \& B \& C \& D}$$

без общего отрицания.

Этот набор передается в ассоциативное поле AF^1 , где формируется соответствующий нейронный ансамбль.

В рабочем режиме в буферное поле BF1 вводятся только ансамбли A, B и C, которые передаются в поле BF2, нормируются и затем поступают на входы ассоциативного поля AF^1 . Пересчет активности этого поля приводит к восстановлению недостающего фрагмента, соответствующего ансамблю D. Разностное поле DF1 выделяет этот фрагмент и передает его в буферное поле BF3 через перекрестные связи, в результате чего возбужденными оказываются комплементарные нейроны, соответствующие ансамблю D. Таким образом, в результате работы описанной структуры происходит восстановление недостающего элемента аналогично тому, как это было сделано при помощи логического правила

$$A \& B \& C \rightarrow D$$

Методика ориентации робота при обеспечении его безопасности

Предложенная модель робота-исследователя может передвигаться во всех направлениях, а также разворачиваться на месте (рис. 2).

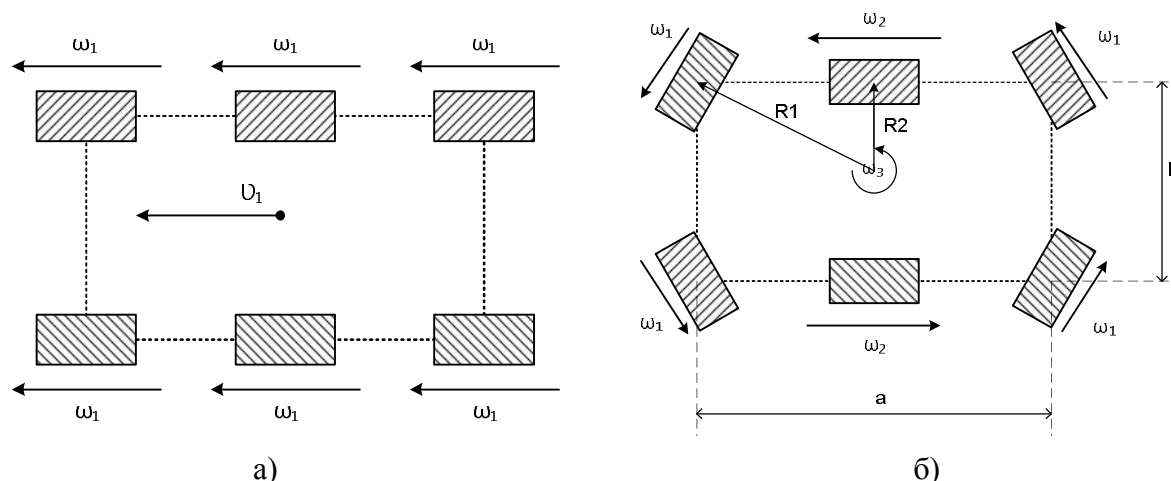


Рисунок 2 – Схематическое изображение движимой платформы робота и размещение колес при движении (а) и повороте на месте (б).

Стереокамеры позволяют обнаруживать препятствия во всех плоскостях, находить цели. Недостаток - необходимость в хорошем и равномерном освещении сцены (лабиринта). Возможно вращение камер на подвижной башне высотой L на угол $0 \leq \varphi \leq 360^\circ$.

В процессе своей работы, система непрерывно получает пары видеоизображений размерностью $M \times N$ от двух камер, разнесенных в горизонтальной плоскости. Применим алгоритмы [2, 3] для получения стерео разности – диспаратности (disparity map), которая представляет собой одноцветное изображение размерностью $M' \times N'$ ($M' \leq M$, $N' \leq N$), цветовые значения которых обратно пропорциональны расстоянию к точке пространства исходного изображения (без учета шумов) (рис. 3).

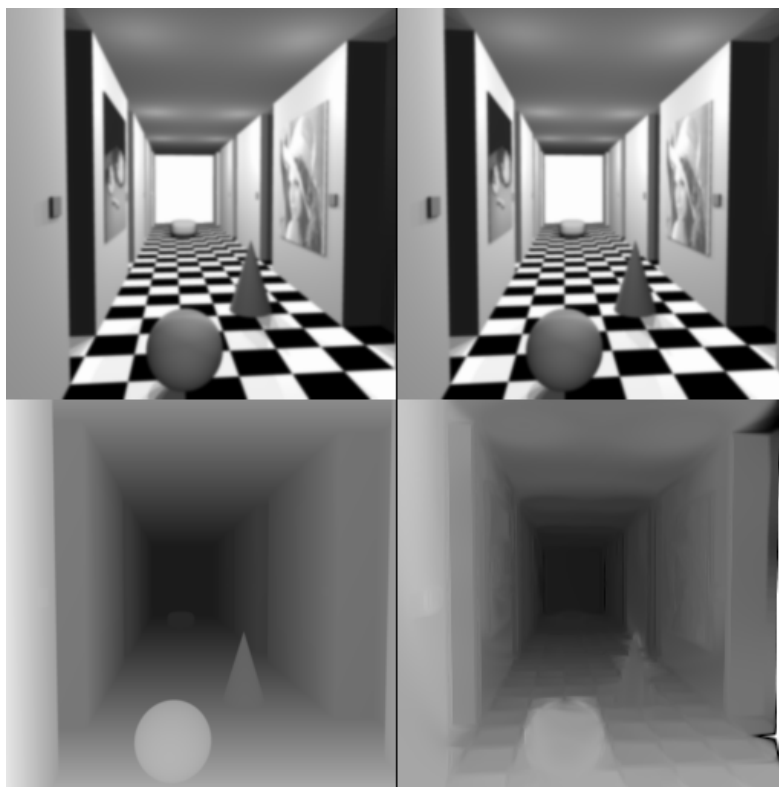


Рисунок 3 – Стереопара изображений комнаты с препятствиями (верхний ряд),
внизу - карты диспаратности идеальная (слева) и реальная (справа)

Из каждой точки раstra диспаратности можно извлечь трехмерную координату относительно оптического центра камер. Выбрав только координаты на уровне высоты $0 \leq h \leq 1$ и спроецировав их на плоскость движения робота, получаем двухмерный массив точек, которые являются областью препятствий для робота. Для получения карты препятствий из массива спроецированных точек можно воспользоваться фильтром частиц [4]. Из-за причин высокой зашумленности изображений, вибрации камер во время движения, погрешности позиционирования и изменения положения робота и пр., точность каждой точки из карты спроецированных точек будет иметь обратную экспоненциальную зависимость от расстояния до робота, поэтому целесообразно при получении каждой следующей карты точек задавать для каждой точки уровень ошибки и производить отождествление точек с основной картой, замещая менее точные данные. Таким образом, при передвижении робота, карта местности будет каждый раз уточняться. Так как карта местности будет представлять массив препятствий, случайных шумовых точек, не устраненных фильтром частиц, а также объектов и целей, обнаруженных при помощи методов распознавания изображений на исходных видеоизображениях, необходимо произвести построение равномерной дискретной сеточной карты препятствий, учитывающей параметры проходимости робота. При нахождении объектов рассчитываем их координаты и заносим на сеточную карту, на которую также заносим обнаруженные препятствия (рисунок 4). Для задачи поиска пути, движения и обхода препятствий применим модифицированный псевдооптимальный алгоритм A^* [5].

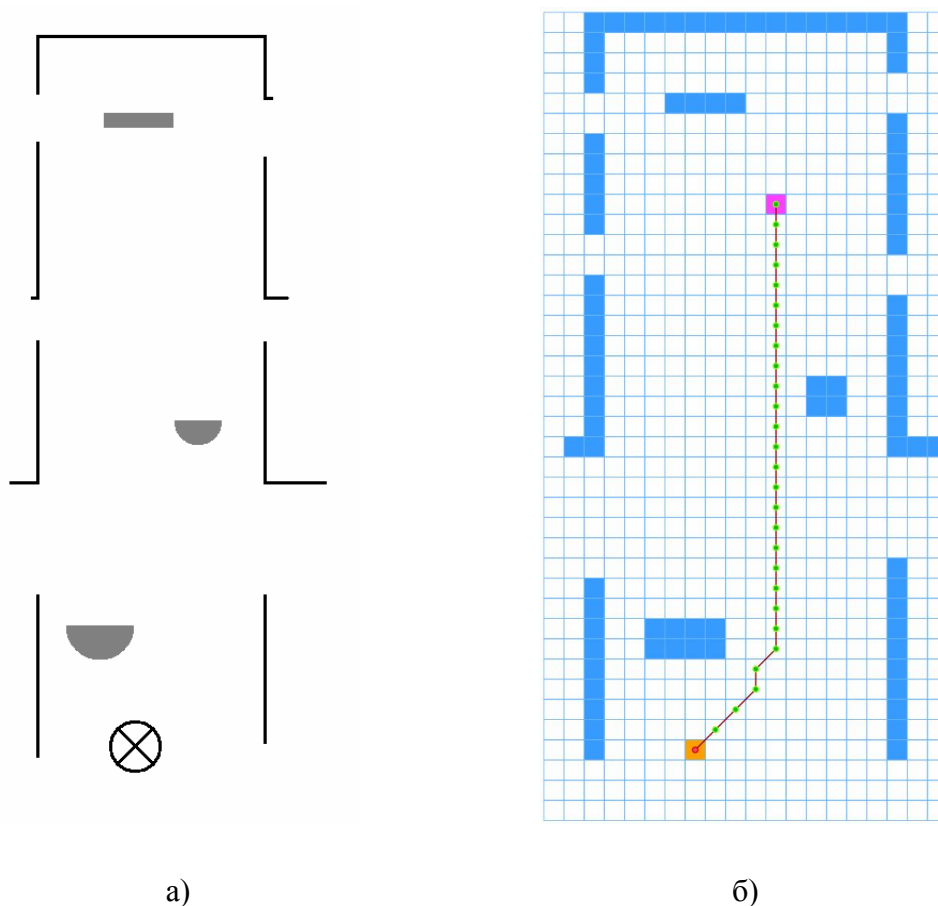


Рисунок 4 – Подготовленная растровая карта (а) с нанесенными объектами и её преобразование в сеточную карту с нанесенными объектами и целью, а также рассчитанным путем движения (б).

Для задачи навигации робота-исследователя, в алгоритм поиска пути целесообразно внести весовые коэффициенты, определяющие стоимость передвижения к объекту. Например, если объект помечен как опасный, целесообразно все ячейки по контуру вокруг объекта установить как непроходимые. Причем, необходимо вести учет всех целевых объектов (которые могут представлять интерес для робота), и удалять их из алгоритма поиска после изучения роботом, заменяя непроходимыми областями, а для каждого неизученного объекта заново рассчитывать вес важности.

Для диагностирования опасности объектов можно использовать нейронную сеть, на вход которой будет подаваться номер шаблонного изображения, его класс, и степень отличия от шаблона, а на выходе будет величина ожидаемых значений. Со временем робот будет способен определить степень полезности различных целей и выработать качественные управляющие стимулы. Преимущество нейронной сети при решении данной задачи в том, что её можно переобучать, а также автоматически подстраивать во время работы количество нейронов, которые берут участие в классификации. Высокую степень интеллектуальности придаст использование семантической сети для декомпозиции, представленной в [6]. Интересным представляется использование языка Logtalk.

Результаты

На базе данной декомпозиции была получена программная реализация для обеспечения безопасного управления подвижного робота.

Выводы

Предложенные решения применимы для задачи управления роботом в статической среде. В дальнейшем предполагается усовершенствование реализации, а также испытание разработанного подвижного автономного робота, исследование его устойчивости и разработки программного обеспечения для его работы в менее детерминированных условиях.

Литература

- [1] Куцсуль Э.М. Ассоциативные нейророботные структуры.– Киев: Наук. думка, 1992.-144 с.
- [2] Tombari, S. Mattoccia, L. Di Stefano “Segmentation-based adaptive support for accurate stereo correspondence”, IEEE Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology, 2007, Santiago, Chile
- [3] S. Mattoccia, F. Tombari, L. Di Stefano, “Stereo vision enabling precise border localization within a scanline optimization framework”, 8th Asian Conference on Computer Vision, 2007, Tokyo, Japan
- [4] <http://robotics.usc.edu/~ahoward/pmap/index.html>.
- [5] Russell, S. J.; Norvig, P. (2003). Artificial Intelligence: A Modern Approach. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall. pp. 97–104. ISBN 0-13-790395-2
- [6] Кузнецов А.В. Представление знаний в концепции объектно-ориентированного логического программирования// Вестник НТУУ «КПИ», сер. Информатика, управление и вычислительная техника: сб. научных статей. – К.: Век+, 2008, № 48, с.67-71.