

$$\mathbf{F}(q) = (\mathbf{C}(q) - \mathbf{I}_2)\mathbf{S}(q)^{-1}, \mathbf{G}(q) = \mathbf{S}(q), \mathbf{H}(q) = \mathbf{S}(q)^{-1}(\mathbf{C}(q) - \mathbf{I}_2)\mathbf{S}(q)^{-1}. \quad (4)$$

Элементы данных матриц представляют собой вещественные коэффициенты лестничной схемы, которые можно выразить через параметр полярной формы кватерниона q . Инверсия треугольных матриц потребует только изменения знака их недиагональных элементов (лестничных коэффициентов). Таким образом, умножение на $1/q$, или на эквивалентный \bar{q} , реализуется применением шагов лестничного алгоритма с обратными коэффициентами. Из-за структурной близости матриц $\mathbf{F}(q)$, $\mathbf{G}(q)$, $\mathbf{H}(q)$ к факторизации матрицы вращения (2) можно выразить шаги лестничной схемы без использования умножения действительных чисел. Следовательно, можно конструировать множитель кватернионов с CORDIC-лестничной параметризацией пригодный для применения в системах обработки сигналов без потерь.

Список литературы

1. Петровский Н.А., Парфенюк М. // Доклады БГУИР №1(55), Мн., УО БГУИР, с.70-74, 2011.
2. Петровский Н., Парфенюк М. // М: (DSPA'13), том.2, март 2013. С.206-210
3. Petrovsky N., Parfieniuk M., International Conference on Signals and Electronic Systems (ICSES'2012), 6 p., Wroclaw, Poland, Sep 2012. Open access: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6382236>.
4. M. Parfieniuk and A. Petrovsky, // Signal Process., vol. 90, pp. 1755–1767, 2010.

УДК 681.513.6; 681.513.7

СПОСОБ ОБРАБОТКИ СЕНСОРНЫХ СИГНАЛОВ МОБИЛЬНОГО РОБОТА НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОАССОЦИАТИВНЫХ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Г.А. ПРОКОПОВИЧ

*Объединённый институт проблем информатики НАН Беларуси
ул. Сурганова, 6, г. Минск, 220012, Республика Беларусь
rprakapovich@robotics.by*

В работе рассматривается проблема анализа сенсорных сигналов мобильных робототехнических устройств, функционирующих в априори неизвестной местности, в связи с чем им могут встретиться объекты, отсутствующие при первоначальном обучении. Для решения проблемы безопасного управления в работе предлагается применить свойства гетероассоциативных искусственных нейронных сетей, с помощью которых возможно реализовать не только процессы классификации, но и дообучения самой долговременной памяти.

Ключевые слова: распознавание образов, принятие решений, ассоциативная память, искусственные нейронные сети, сенсоры.

Наиболее актуальными задачами современной робототехники остаются задачи интеллектуального анализа и интеграции сенсорных данных, снимаемых с различных датчиков, построение системы целостного восприятия информации и формирования

знаний о внешней и внутренней среде робота [1, 2, 3]. Важность указанных задач значительно возрастает с увеличением времени и уровня автономной работы, а также с обеспечением роботов большей степенью мобильности [2].

Однако процесс разработки сенсорных систем для автономных мобильных роботов (АМР) является весьма сложной и до конца нерешенной задачей. Это связано, во-первых, с выбором типов, а также числа и места расположения датчиков. Во-вторых, более сложной задачей является анализ сенсорных данных. Если этапы предварительной обработки (фильтрация и сегментация) уже достаточно изучены, то процесс распознавания образов, включающий их структурный анализ и интерпретацию, представляет собой нетривиальную задачу [2, 3].

В работе [4] была предложена схема адаптивного нейросетевого контроллера для обеспечения безопасного движения АМР в заранее неизвестной местности, принцип работы которой основан на использовании метода обучения с подкреплением. Реализация процесса дообучения была возможна благодаря использованию предложенного ранее адаптивного нейросетевого классификатора АРТ-ДАП, который основан на архитектуре гетероассоциативной искусственной нейронной сети (ИНС) типа двунаправленная ассоциативная память [5]. Отличительной особенностью выбранной ИНС является то, что в её долговременную память возможно добавлять новые эталоны.

В предложенной схеме безопасного движения оценка параметров производится сетью АРТ-ДАП в блоке оценки параметров, в котором определяется как текущая обстановка влияет на состояние объекта управления. Описание преград, с которыми может столкнуться АМР, заносится оператором в блок оценки параметров до начала его функционирования в виде матрицы весов синаптических связей обученной сети АРТ-ДАП.

Следующая структурная схема (рис. 1) описывает принцип работы предложенного реактивного контура управления, реализованного на базе микроконтроллера и предназначенного для автоматического объезда препятствий АМР с помощью показаний сканирующего дальномера, который выполнен на основе подвижного датчика расстояний.

Если управляющие значения, полученные от блока мотонейронов и основанные на данных от сканирующего дальномера ДР, не противоречат управляющим значениям блока безопасного движения АРТ-ДАП (основанные на данных от датчиков препятствий ДП1-ДП3), то блок критерия оптимальности соединяет выходы блока мотонейронов с входами блока драйвера двигателей (рис. 1). Причём, блок мотонейронов тоже реализован на основе гетероассоциативной ИНС.



Рис. 1. Структурная схема реактивного контура управления для автоматического объезда препятствий на основе сенсорных данных от датчиков расстояния

В противном случае блок критерия оптимальности принудительно создаст в долговременной памяти ИНС мотонейронов такую ассоциативную пару, входной век-

тор которой будет представлять собой текущие данные от сканирующего дальномера, а выходной – управляющий вектор от блока АРТ-ДАП. В результате при повторной встрече данной ситуации блок мотонейронов выдаст такие управляющие сигналы, которые не приведут к появлению внештатного режима работы АМР (в данном случае – столкновение с препятствием).

Таким образом, в процессе функционирования АМР в блок мотонейронов могут добавляться новые ассоциативные пары «стимул-реакция». Данный процесс можно рассматривать как генерацию условных рефлексов, позволяющих АМР адаптироваться к новым условиям функционирования. С помощью компьютерного моделирования, а также натуральных экспериментов было доказано, что на основе гетероассоциативных ИНС возможно реализовывать эффективные системы управления безопасного движения АМР.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта БРФФИ-РФФИ №Ф12Р-116.

Список литературы

1. Юревич Е.И. Основы робототехники: учеб. пособие. СПб, 2010.
2. Интеллектуальные системы автоматического управления / Под ред. И.М. Макарова, В.М. Лохина. М., 2001.
3. Жданов А.А. Автономный искусственный интеллект; 2-е изд. М., 2009.
4. Прокопович Г.А. // Сб. тр. конф. «Робототехника и искусственный интеллект». Красноярск, 15 ноября 2013. С. 125-127.
5. Прокопович Г.А. // Информатика. 2009. №3. С. 68-81.

УДК 658.512:004.42; 004.3'144:621.3.049.75

УПРАВЛЕНИЕ ИЕРАРХИЕЙ КОМПОЗИТОВ В СИСТЕМЕ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СБИС

В.И. РОМАНОВ

*Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси
ул. Сурганова, 6, г. Минск, 220012, Республика Беларусь
rom@newman.bas-net.by*

Рассматриваются вопросы управления топологическим проектированием заказных СБИС при применении методики иерархического определения топологического эскиза схемы.

Ключевые слова: топологическое проектирование, СБИС, автоматизация проектирования.

Одной из наиболее сложных проблем при создании сверх больших интегральных схем (СБИС) является построение топологии схемы. Ее решение в современных условиях невозможно без использования специализированных систем топологического проектирования. Топологическое проектирование реализует размещение на планируемой плоскости элементов схемы с последующей трассировкой информационных и силовых соединений. В системе CLTT-2 [1 – 3] был применен принцип формирования топологического эскиза схемы в виде иерархии ее отдельных фрагментов, называемых композитами. Основная цель выделения отдельных композитов – увеличение доли работ, связанных с проведением проектирования в автоматическом режиме. При этом существенно сокращается как общее время, требуемое для проектирования, так и по-