

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОФОРАМИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Тимофеева О.П.¹, Малышева Е.М.¹, Соколова Ю.В.¹

¹ФГБОУ ВПО "Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева", Нижний Новгород, Россия (603950, г.Нижний Новгород, ул. Минина, 24), e-mail: optimofeeva@mail.ru

В работе рассмотрен городской четырехсторонний крестообразный перекресток. Определены состояния этого перекрестка, каждое из которых характеризуется набором включенных и выключенных светофоров для пропускания потока машин в определенном направлении и обеспечения безаварийной ситуации на перекрестке. Интеллектуальная система управления светофорами перекрестка представляет собой многослойную нейронную сеть, позволяющую решать комбинированную задачу оптимизации и кластеризации. Описаны функции каждого слоя нейронной сети. Входной и средний слой нейронной сети предназначены для решения задачи оптимизации дорожной ситуации на перекрестке. Выходной слой нейронной сети решает задачу кластеризации - по создавшейся ситуации на перекрестке принимает решение о его переключении в то или иное состояние. Рассмотрены вопросы объединения перекрестков в транспортную сеть. Определены методы обучения нейронной сети.

Ключевые слова: перекресток, интеллектуальная система, нейронная сеть

DESIGNING OF INTELLIGENT CONTROL SYSTEM OF TRAFFIC LIGHTS BASED ON NEURAL NETWORK

Timofeeva O.P.¹, Malisheva E.M.¹, Sokolova J.V.¹

¹ "Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev" Nizhny Novgorod, Russia (603950, Nizhny Novgorod, street Minin, 24), e-mail: optimofeeva@mail.ru

The paper considers the urban quadrilateral cross-shaped intersection. The states of this intersection are defined, each of them is characterized by a set of red or green traffic lights that provide the traffic passage in a certain direction and ensure trouble-free situation at the crossroads. Intelligent control system of traffic lights is a multilayer neural network that solves optimization and clustering problems. The function of each layer of the neural network is described. Input and middle layers of the neural network are designed to solve the problem of optimizing the traffic situation at the intersection. The output layer of the neural network solves the clustering problem: takes decision about switch to a particular state depending on current situation at the crossroad. The problems of combining intersections in the transport network are considered. The training methods of a neural network are determined.

Keywords: crossroad, intelligent control system, neural network

В настоящее время в мире существует острая проблема организации дорожного движения транспортных средств. Светофорное регулирование транспортных потоков – одна из составных частей этой проблемы. Как правило, системы управления светофорами не являются полностью автоматическими и все еще зависят от оператора.

В связи с этим ставится задача разработки интеллектуальной системы «умных светофоров», которая смогла бы полностью самостоятельно собирать информацию о загруженности дорог, о времени простоя машин на перекрестке, а также статистические данные о загруженности дороги в определенное время суток, в определенный день недели. На основе анализа этой информации система должна автоматически принимать решение о включении (или выключении) того или иного светофора на перекрестке.

Чтобы своевременно реагировать на постоянно меняющуюся дорожную ситуацию, автоматическая система должна иметь возможность обучения. Для этих целей наиболее подходящим вариантом решения является применение искусственной нейронной сети, имеющей возможность самообучения. Актуальность использования нейронных сетей (НС) подтверждается массой удачных применений в различных областях научных исследований.

Объект исследования

Городские перекрестки разнообразны и могут отличаться друг от друга по количеству установленных светофоров и состояний. Рассмотрим создание интеллектуальной системы управления светофорами на отдельном городском перекрестке (Рис.1).

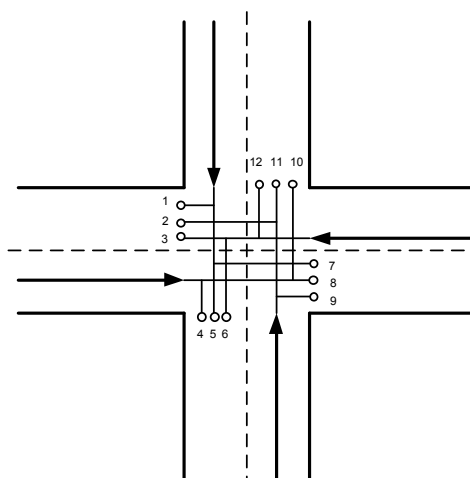


Рис.1. Пример городского перекрестка

На рисунке 1 цифрами 1,2,...,12 отмечены светофоры, стрелками - потоки машин, следующие в заданном направлении, тонкими линиями - возможности поворотов. Под светофором будем понимать устройство, посылающее световой сигнал (красный – стоим, зеленый - едем) машинам, на заданном направлении движения (полосе дороги). Предполагается, что интеллектуальная система будет посылать данному устройству сигнал о включении, или выключении (соответственно 1 или 0), а задержка между переключениями (желтый свет) будет рассчитываться и включаться на самом светофоре, при смене его режима.

Так как на перекрестке располагается несколько светофоров, кроме задачи увеличения пропускной способности дороги, нам предстоит решить задачу управления потоками машин, так, чтобы не создавать аварийных ситуаций.

Для этого, введем понятие *состояния перекрестка*. Под состоянием перекрестка будем понимать строго определенную совокупность включенных (горящих зеленым светом) и выключенных (горящих красным) светофоров. На рисунках 2 - 6 рассмотрено несколько дорожных ситуаций.

1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1
2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1
3	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1
4	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1

Проектирование системы

Каждому светофору на рассматриваемом перекрестке поставим в соответствие нейрон и объединим все светофоры перекрестка в нейронную сеть.

Особенностью нейронной сети является то, что ей предстоит решать комбинированную задачу оптимизации и кластеризации, тогда как широко распространенные модели нейронных сетей предназначены для решения либо задачи оптимизации, либо задачи кластеризации. Поэтому проектируемая сеть будет состоять из двух частей. Первая часть нейронной сети будет решать задачу оптимизации, ее выходы будут являться входами для второй части сети, которая предназначена для решения задачи кластеризации.

Первым этапом построения нейросетевых моделей является отбор входных данных, влияющих на ожидаемый результат. Входными данными для проектируемой нейронной сети будет оценка дорожной ситуации на рассматриваемом и соседних перекрестках, зависящая от загруженности каждого из направлений движения в текущий момент времени, а также статистики о плотности потоков движения на перекрестке в определенное время суток, в определенный день недели[1].

В качестве выходных данных сети необходимо получить номер состояния перекрестка (соответствующий табл.1), в котором он должен находиться в следующий момент времени.

Для решения поставленной задачи будем использовать многослойную нейронную сеть[2], состоящую из трех слоев.

Входной слой. Количество нейронов этого слоя зависит от количества светофоров. Для рассматриваемого перекрестка входной слой содержит 12 нейронов. Функциями этого слоя является получение данных, усиление и распространение сигнала.

Средний слой. Основной функцией среднего слоя является нахождение решения задачи оптимизации движения транспортных средств через перекресток [1]. Количество нейронов данного слоя определяется количеством нейронов входного слоя. Входной и средний слои, а так же матрица весов между ними будут составлять первую часть всей

нейронной сети. На выходах необходимо получить решение сети об уровне активности каждого светофора, т.е. решение о том, какие светофоры должны быть включены.

Выходной слой. Выходной слой является второй составляющей частью нейронной сети. На выходах этого слоя необходимо получить решение задачи классификации, эти же выходы и будут выходами всей сети в целом. Количество нейронов выходного слоя зависит от количества состояний, в которые может переключиться перекресток. Для рассматриваемого перекрестка выходной слой будет содержать 4 нейрона, значение одного из которых будет равно 1 (номер этого нейрона определит номер выбранного состояния перекрестка), а значение остальных – равно 0.

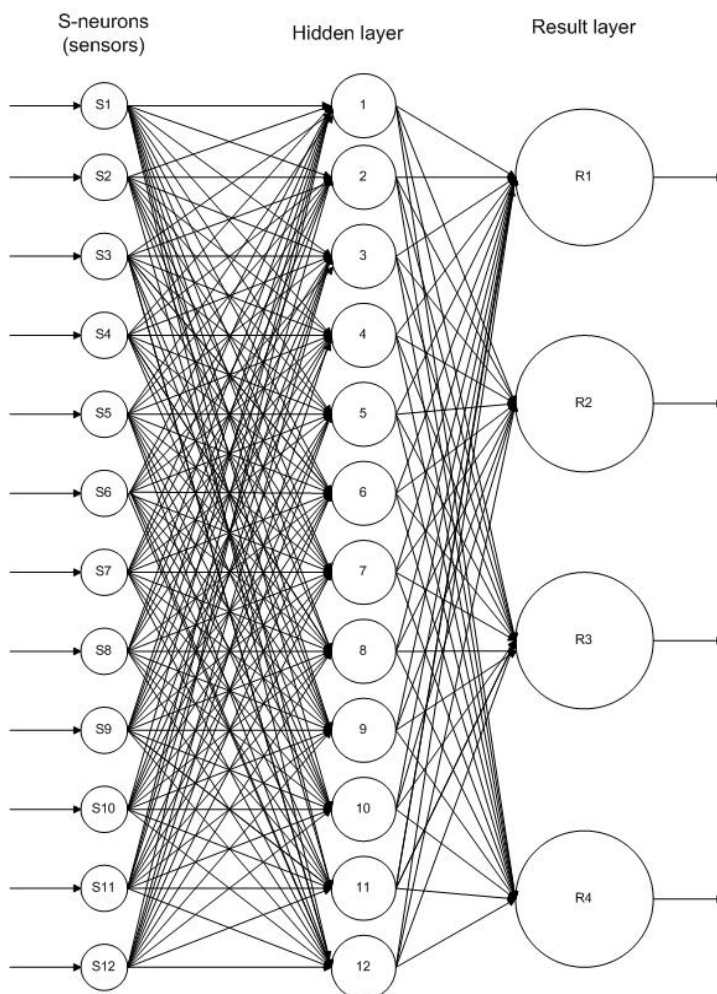


Рис. 3. Архитектура нейронной сети перекрестка

Архитектура разработанной нейронной сети рассмотренного выше перекрестка изображена на рисунке 3.

Следует заметить, что нейронная сеть для других типов перекрестков будет отличаться только количеством нейронов в слоях.

Для того, чтобы более правдоподобно оценить дорожную ситуацию на рассматриваемом перекрестке, необходимо владеть информацией о загруженности соседних

перекрестков. Это возможно только объединив несколько перекрестков в единую транспортную сеть. К настоящему времени создана система, способная связывать между собой нейронные сети перекрестков, тем самым создавая транспортную сеть участка дороги. На рисунке 4 приведен пример транспортной сети, состоящей из пяти перекрестков описанного выше типа.

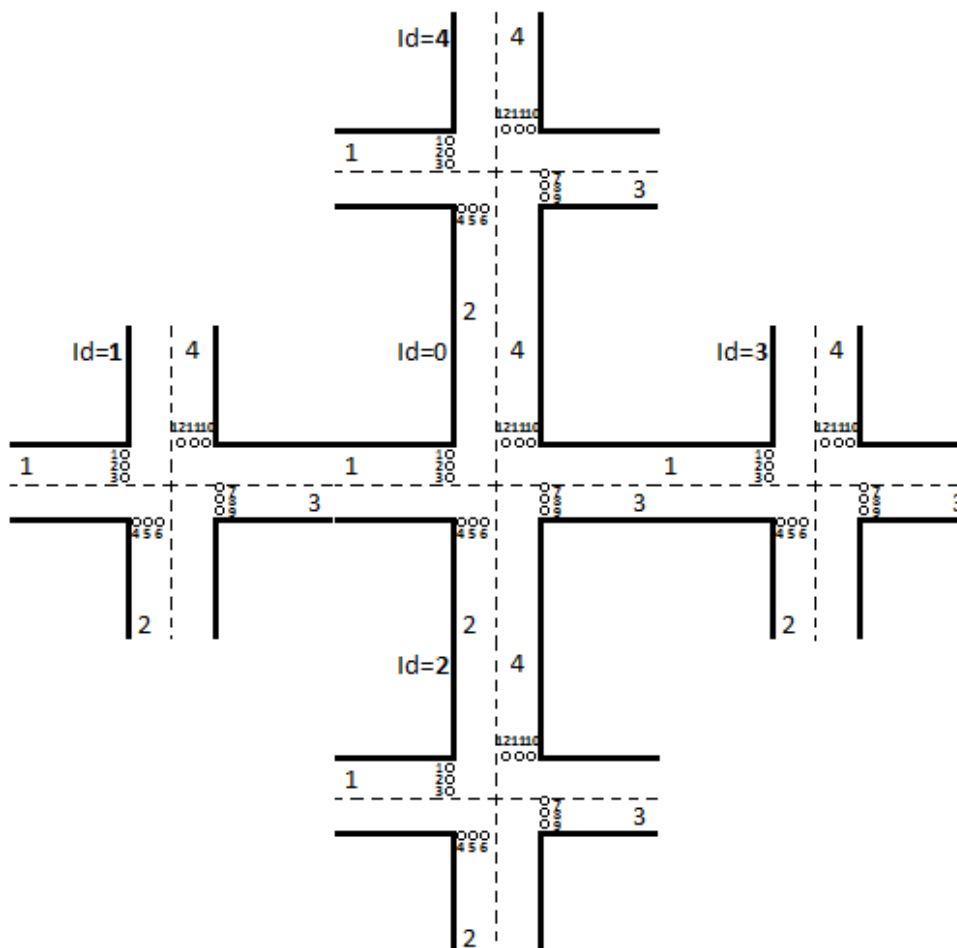


Рис.4. Пример транспортной сети

Заключение

Следующим шагом проектирования интеллектуальной системы управления светофорами является обучение полученных нейронных сетей перекрестков в отдельности и всей системы в целом. В настоящее время ведутся работы в этом направлении.

Часть нейронной сети перекрестка, решающую задачу кластеризации, предполагается обучить по алгоритму «с учителем»[2]. Часть нейронной сети, отвечающая за получение оптимального решения, не может быть обучена «с учителем», т.к. точный результат ее работы неизвестен. Был найден способ машинного обучения, являющийся разновидностью обучения без учителя, – обучение с подкреплением[5], который и будет использоваться. С целью получения необходимого количества входных данных для обучения нейронных

сетей предполагается создать приложение, позволяющее моделировать потоки транспортных средств на рассматриваемом участке транспортной сети.

Список литературы

1. Кадиленко Е.С. Определение оптимальной траектории движения транспортного средства на определённом участке карты / Е. С. Кадиленко, О. П. Тимофеева // XI Международная молодёжная конференция «Будущее технической науки» - 2012. – с. 45-46.
2. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов.- 2-е изд.-М.: Горячая линия – Телеком, 2002.-382с.:ил.
3. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей / Роберт Каллан; пер. с англ.-М.: Издательский дом «Вильямс», 2001-287с.
4. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д.Рутковская, М.Пилиньский, Л.Рутковский; пер. с польск. И.Д. Рудинского.-М.: Горячая линия – Телеком, 2006.-452с.
5. Marat M. Rvachev Neuron as a reward-modulated combinatorial switch and a model of learning behavior //Elsevier: Neural Networks world-leading provider of information solutions URL: <http://www.journals.elsevier.com/neural-networks>

Рецензенты:

Хранилов В.П., д.т.н., профессор, профессор кафедры "Компьютерные технологии в проектировании и производстве", ФГБОУ ВПО "Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева", г. Нижний Новгород.

Крылов В.В., д.т.н., профессор, начальник лаборатории "Технологии больших данных", ФГБОУ ВПО "Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева", г. Нижний Новгород.