

когда параметры целевой функции заданы нечетко. Для решения задачи предложено обобщение метода последовательного распределения, используемого для решения подобной задачи в четкой постановке. Предложенная процедура является итерационной, на каждом шаге которой осуществляется однокомпонентное улучшение вектора решения.

Литература

1. Гурин Л.С. Задачи и методы оптимального распределения ресурсов. / Л.С. Гурин, Я.С. Дымарский, А.Д. Меркулов – М.: Сов. Радио, 1968.

2. Хедли Дж. Нелинейное и динамическое программирование: Пер.с англ. / Дж. Хедли. – М.: МИР, 1967.
 3. Сеа Ж. Оптимизация. Теория и алгоритмы: Пер. с франц. / Ж. Сеа. – М.: МИР, 1973.
 4. Раскин Л.Г. Анализ сложных систем и элементы теории оптимального управления. / Л.Г. Раскин. – М.: Сов. Радио, 1976. – 344с.
 5. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. / С.А. Орловский. – М.: Наука, 1984. – 206с.
 6. Negoita C.V. On fuzzy mathematical programming and tolerances in planning. / C.V. Negoita, M. Sularia. – ECEESR, 1, 1976, p. 3-14.

УДК 656.212.5

УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ПОТОКАМИ У ТРАНСПОРТНОМУ ВУЗЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ АПАРАТУ НЕЧІТКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

В статті розглянуто питання використання апарату нечітких нейронних мереж для управління потоками у транспортному вузлі

П.В. Долгополов
Кандидат технічних наук, доцент*
Контактний тел.: 730-10-88

В.В. Петрушов
Кандидат технічних наук, асистент*
Контактний тел.: 730-10-88

*Кафедра «Управління експлуатаційною роботою»
Українська державна академія залізничного транспорту

Вступ

Транспортний вузол представляє собою складний комплекс технічно та технологічно пов'язаних між собою елементів. Всі ці елементи характеризуються власними транспортними потоками, які у сукупності представляють собою загальну роботу вузла. Окрім цього, вони виконують певну роботу, яка впливає на стан вузлових потоків. Тому дуже важливо забезпечити безперервний

технологічний зв'язок між всіма елементами, що входять до складу транспортного вузла. Найбільш важливе місце у транспортному вузлі займає залізничний вузол.

Актуальність проблеми

Розвиток ринкових відносин та змінення принципів функціонування основних галузей промисловості

привели до того, що концепція роботи транспорту потребує корінних змінень. В першу чергу це стосується методів управління. Зараз на перший план виходять інтенсивні методи — методи, які дозволяють підвищувати ефективність виробництва без збільшення технічних засобів. Одним з таких методів можна вважати комп'ютерні засоби підтримки оперативних рішень. Такі засоби дозволяють оперативному робітнику, користуючись програмою на власному АРМі, отримувати оцінку всіх можливих варіантів рішення для якоїсь ситуації і обирати найбільш ефективний з них, спираючись не на власні розрахунки та досвід, а на багатofакторний аналіз подібних ситуацій, що відбувались у минулому.

Звичайно такі засоби потребують серйозного математичного апарату, який зможе не тільки обробляти і зберігати великий обсяг даних, а й поповнювати їх і швидко адаптуватися до змінень умов.

Однією з ключових проблем управління транспортними потоками є організація роботи транспортного вузла. Вона потребує системи, яка б враховувала різні процеси, що відбуваються на об'єкті, а також те, що більшість з них не можуть бути чітко визначені та формалізовані. Окрім цього, залізничний вузол — динамічний об'єкт, параметри якого постійно змінюються. Тому система повинна постійно адаптуватися до подібних змін.

Найбільш доцільним для вирішення цієї задачі виглядає використання апарату нечітких нейронних мереж.

Основна частина

Елементами нейронної мережі є нейрони, кожен з яких складається з трьох частин: множників-синапсів; суматора та нелінійного перетворювача. Синапси виконують зв'язок між нейронами. Кожен синапс характеризується вагою, яка показує на скільки множиться вхідний сигнал. Суматор виконує процес складання сигналів, що надходять з кожного синапсу. З його допомогою можна сумувати всі дані, що надходять до відповідного нейрона. Нелінійний перетворювач реалізує нелінійну функцію одного аргументу — виходу суматора. Ця функція має назву функції активації або передавальної функції нейрона. Саме ця функція дозволяє створювати модель та реалізовувати принципи управління у мережі.

Тепер представимо систему управління транспортним вузлом як нейронну мережу N . Оскільки у транспортному вузлі присутні декілька паралельних транспортних потоків, то система може бути представлена як сума N_i , кожна з яких моделює процес управління кожним типом потоків (вагони, автомобілі і т.д.). Ця система моделює процес переміщення потоку у вузлі. Кожен нейрон відображає технологію взаємодії окремих об'єктів, що забезпечують рух транспортного потоку. Причому він дає можливість розглядати процес як з точки зору руху, так і з точки зору виконання окремих технологічних операцій. Математична модель кожного нейрона має вигляд

$$s = \sum_{i=1}^k w_i x_i + \delta, \quad (1)$$

де k — кількість синапсів, через які поступає вхідний сигнал. Синапсами можуть представляти собою модель будь-якого пристрою, через який проходить потік;

δ — довільне зміщення, яке виникає у результаті роботи відповідного об'єкту через які-небудь фактори, не пов'язані з технологічним процесом.

x_i — вхідний потік. Під вхідним потоком розуміємо надходження транспортних одиниць у вузол за T — проміжок часу у годинах;

w_i — вага відповідного синапса, тобто час, який потік затрачує на проходження цього синапсу.

Вихідний потік, який формується нейроном, визначається за формулою

$$y = f(s), \quad (2)$$

де f — активаційна функція, яка характеризує залежність між вхідним та вихідним потоком.

Активаційна функція для вузлових нейронів може бути визначена як

$$f(s) = \begin{cases} as, & \text{при } s > 0 \\ 0, & \text{при } s = 0 \end{cases}, \quad (3)$$

де a — лінійний коефіцієнт.

Вихідний потік, що формується мережею, є характеристикою її роботи. Тому у якості вихідного потоку Y пропонується використати середній простий вагона у вузлі [4]. Тоді лінійний коефіцієнт має вигляд

$$\alpha = \frac{1}{N_{np}}, \quad (4)$$

де N_{np} — кількість транспортних одиниць, що надійшли у вузол за час T .

Мережа, яка керує роботою вузла, має важливу функцію — зворотній зв'язок. В цій моделі інформація від наступного шару передається і на попередній. Для вузлової моделі це дуже важливо, оскільки інформація про проходження складу після його відправлення потрібна для організації руху наступних. Введення зворотніх зв'язків посилює стійкість мережі, оскільки нейрони попередніх шарів одразу отримують інформацію про помилку і швидше її виправляють.

Процес функціонування кожної системи, побудованої за принципом нейронної мережі, та характер дій, які вона може виконувати, залежить від розмірів синоптичних зв'язків. Тому для рішення деякої конкретної задачі або при зміненні вхідних умов досить часто доводиться виконувати корегування вагів. Це досягається за допомогою коригування змінних вагових коефіцієнтів, оскільки більшість синоптичних зв'язків є постійними (особливо це стосується об'єктів залізничного транспорту). Такий процес називається навчанням нейронної мережі.

Оскільки функція оптимізації може мати довільний вигляд, процес навчання перетворюється на задачу багатомірної оптимізації, для вирішення якої використовуються наступні методи:

- локальна оптимізація з обчисленням приватних похідних першого порядку;
- локальна оптимізація з обчисленням приватних похідних першого та другого порядку;

- стохастична оптимізація;
- глобальна оптимізація.

Найбільш важливим є правильний вибір структури нейронної мережі та методу її навчання. Структурно транспортний вузол представляє собою тришарову нечітку нейронну мережу з частково послідовним зв'язком (деякі нейрони вхідного та вихідного шарів можуть бути зв'язані безпосередньо між собою). В такій системі взаємозв'язок між вхідним та вихідним потоками може бути виражений формулою

$$Y = f(X) + e, \quad (5)$$

де $f(X)$ – функція перетворення невідомого вигляду, e – випадкова адитивна перешкода, яка відбиває вплив елементів вузла, з нульовим середнім значенням та довільним розподілом на $(-\epsilon; \epsilon)$.

Використання нечітких систем управління дозволить зробити систему більш стійкою в умовах невизначеності параметрів потоків.

Кожну оцінку, що отримано за даним методом, доцільно розмістити у вигляді умовної мітки на відрізку вертикальної прямої, верхня точка якого $q_i^{-\psi} = 1$, а нижня $q_i^{-\psi} = 0$. Тоді довжина сегменту від точки $q_i^{-\psi} = 0$ до відповідної умовної мітки (координата $q_i^{-\psi}$ умовної мітки) дорівнює

$$q_i^{-\psi} = \frac{\mu_M(\Delta e) - \mu_M(\Delta e_{\text{норм}})}{\mu_M(\Delta e_{\text{норм}}) - \mu_M(\Delta e_{\text{кр}})}. \quad (6)$$

Визначення закону розподілу коефіцієнта $q_i^{-\psi}$ необхідно для визначення величини експлуатаційних витрат Δe при встановленні припустимого граничного значення $q_i^{-\psi}$ для відповідного вузла планетарної мережі управління, що буде здійснено у даному підрозділі в подальшому.

Для навчання таких систем найбільш доцільно використовувати генетичні алгоритми, які функціонують на

зразок своїх біологічних аналогів. Такий метод дозволяє значно швидше знаходити оптимальні значення функцій, дозволяє виконувати навчання мережі з толерантністю до 0,02 (тобто відхилення реальних вихідних потоків від еталонних становить не більше 2%). При цьому генетичний алгоритм не потребує знаходження похідних від функцій, а використовує безпосередньо цільову функцію. Недоліком цього способу є складність кодування параметрів.

Висновок

Використання апарату нейронних мереж для створення системи управління експлуатаційною роботою вузла (системи підтримки оперативних рішень) дозволить вирішити проблеми координування дій окремих елементів та різних видів транспорту, що в свою чергу допоможе скоротити простій транспортних одиниць всіх категорій. Насамперед, це прискорить рух транзитних транспортних потоків, що суттєво скоротить термін доставлення вантажу і дасть нові можливості щодо збільшення прибутків транспорту.

Література

1. Данько М.І., Петрушов В.В. До питання про створення адаптивної системи управління роботою вузла. УкрДАЗТ, зб. наукових праць, 2004 рік.
2. В.В. Круглов, В.В. Борисов. Искусственные нейронные сети. 2-е издание. Москва, Горячая линия – Телеком, 2002.
3. Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей. – М.: СП, ПараГраф, 1991.
4. Информационные технологии на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. / Э.К. Лецкий, В.И. Панкратов, В.В. Яковлев и др.; Под ред. Э.К. Лецкого, Э.С. Поддавашкина, В.В. Яковлева. – М.: УМК МПС России, 2001. – 668с.