

КОГНИТИВНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Абабий Виктор, Судачевски Виорика, Мунтяну Сильвия, Борозан Олеся

Технический Университет Молдовы, Республика Молдова

Аннотация

В данной работе представлены результаты проектирования и исследования когнитивной системы для принятия решений. Процесс принятия решений основан на применение искусственных нейронных сетей для анализа данных, нечеткой логики для принятия решений и генетические алгоритмы для генерации новых знаний, которые используются для анализа новых данных.

Abstract

This paper presents the results of designing and researching a cognitive system for decision making. The decision-making process is based on the use of artificial neural networks for data analysis, Fuzzy logic for decision making, and genetic algorithms for new knowledge generating, which are used to analyze new data.

Введение

В последние годы особый интерес представляет применение искусственных нейронных сетей, генетических алгоритмов и нечеткой логики в проектировании систем управления и принятия решений. Этот интерес обусловлен как наличием мощного математического аппарата в данной области, так и техническим и технологическим обеспечением со стороны производителей вычислительной техники и информационных технологий [3,4,5].

Процесс управления и принятия решений в современных условиях связан с обработкой больших объемов неоднородной и неструктурированной информации, что добавляет на систему управления дополнительные технические и технологические затраты [6]. При решении данных задач целесообразным считается применение моделей и алгоритмов Искусственного Интеллекта, на базе которых находятся те же модели нейронных сетей, генетических алгоритмов и нечеткой логики.

Целью данной работы является проектирование и исследование когнитивной системы для принятия решений на базе моделей искусственных нейронных сетей, генетических алгоритмов и нечеткой логики.

Решение поставленной задачи

Пусть задан процесс CP управление, которого описывается системой дифференциальных уравнений вида (1) [1,2]:

$$\mathbf{X}'(t) = \mathbf{F}(\mathbf{X}(t), \mathbf{U}(t), t); \mathbf{X}(0), \quad (1)$$

где: $\mathbf{X}(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_N(t))^T$ - вектор состояния процесса в момент времени t ; $\mathbf{U}(t) = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_L(t))^T$ - вектор управляющих воздействий; $\mathbf{X}(0)$ - начальное состояние управляемого процесса; $\mathbf{F}(\ast)$ - модель управления; t - текущее непрерывное время.

Математическая модель уравнения (1) также может быть представлена в виде системы линейных уравнений (2):

$$\mathbf{X}'(t) = \mathbf{A}(t)\mathbf{X}(t) + \mathbf{B}(t)\mathbf{U}(t); \mathbf{X}(0), \quad (2)$$

где: $\mathbf{A}(t)_{N \times N}$, $\mathbf{B}(t)_{N \times L}$ - матрицы коэффициентов.

Таким образом, анализируя систему уравнений (2) можно найти сходство с моделями искусственных нейронных сетей, генетических алгоритмов и нечеткой логики

[3,4,5], что позволит реализовать когнитивную систему для принятия решений [7,8], которая управляет процессом CP .

На Рисунке 1 представлена функциональная схема когнитивной системы для принятия решений, где: $X(t)$ - вектор состояния управляемого процесса; ANN - искусственная нейронная сеть; $Y(t)$ - выходы нейронной сети; DEC - блок принятия решений; $U(t)$ - принятые решения для воздействия на управляемый процесс; CP - управляемый процесс; $X(t+1)$ - новое состояние управляемого процесс; GA - блок генетического алгоритма; $W(t)$ - весовые коэффициенты искусственной нейронной сети; t - параметр времени.

Таким образом, искусственная нейронная сеть ANN вычисляет $A(t)X(t)$, где $W(t) \approx A(t)$, блок принятия решений DEC вычисляет $B(t)U(t)$, а блок генетического алгоритма GA обеспечивает динамичность для матрицы коэффициентов $A(t)$, что соответствует процессу накопления новых знаний.

На Рисунке 2 представлена функциональная схема блока генетического алгоритма, где: $Y(t)$ - выходы нейронной сети; EV - блок оценки и выборки элементов популяции для размножения; POP - блок элементов популяции; REP - блок размножения методом скрещивания; M - блок мутации; $New POP$ - новая популяция; $W(t)$ - весовые коэффициенты искусственной нейронной сети.

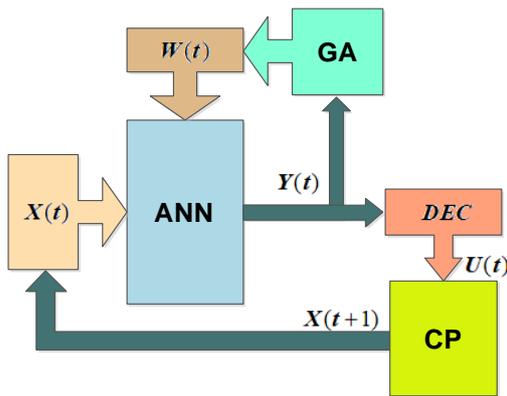


Рисунок 1 – Функциональная схема когнитивной системы принятия решений.

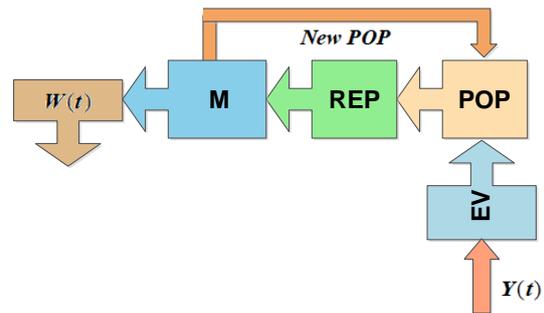


Рисунок 2 – Функциональная схема блока генетического алгоритма.

На Рисунке 3 представлена функциональная модель искусственной нейронной сети ANN , где: $X(t) = \{x_i(t), \forall i = \overline{1, N}\}$ - вектор входных данных о состоянии управляемого процесса; $W(t) = \{w_{j,i}(t), \forall j = \overline{1, M}, i = \overline{1, N}\}$ - матрица весовых коэффициентов ANN ; $\{\Sigma_j, \forall j = \overline{1, M}\}$ - множество сумматоров; $Y(t) = \{y_j(t), \forall j = \overline{1, M}\}$ - вектор выходных данных искусственной нейронной сети ANN .

В структуре блока генетического алгоритма GA , блок EV оценки и выборки элементов популяции для размножения, реализован тоже в виде искусственной нейронной сети. Функциональная модель данной сети представлена на Рисунке 4, где: $Y(t) = \{y_j(t), \forall j = \overline{1, M}\}$ - вектор входных данных для искусственной нейронной сети EV ; $W^E(t) = \{w_{k,j}^E(t), \forall k = \overline{1, K}, j = \overline{1, M}\}$ - матрица весовых коэффициентов EV ; $\{\Sigma_k, \forall k = \overline{1, K}\}$ - множество сумматоров; $Z(t) = \{z_k(t), \forall k = \overline{1, K}\}$ - вектор выходных данных искусственной нейронной сети EV . В зависимости от содержимого вектора $Z(t)$ выбираются элементы

множества популяції *POP* для розмноження. Генерація нової популяції приводить к ее оптимізації і відповідно к генерації нових вагових коефіцієнтів $W(t)$.

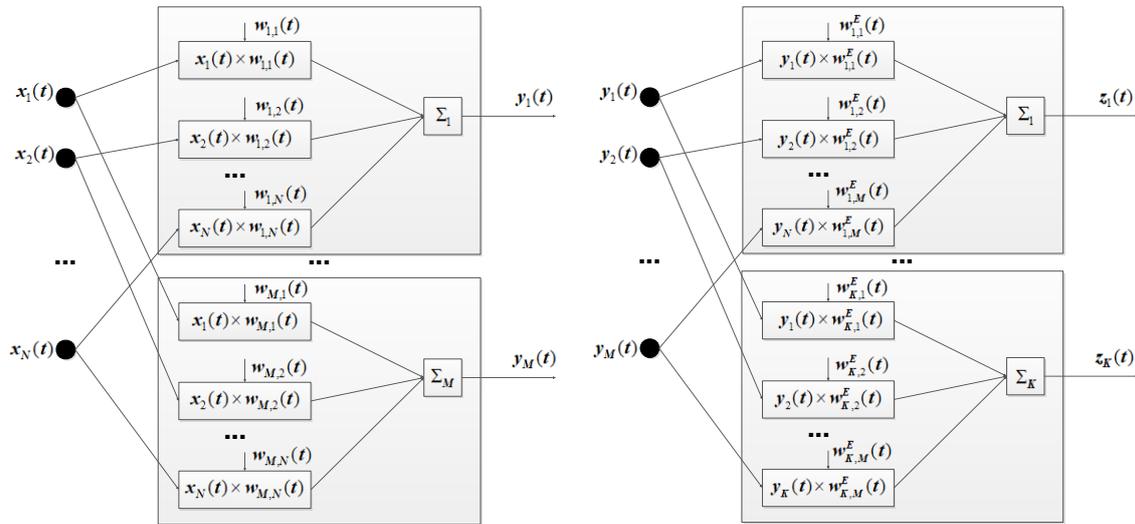


Рисунок 3 – Функціональна модель *ANN*. **Рисунок 4** – Функціональна модель *EV*.

Блок прийняття рішень *DEC* реалізований на базі функцій нечіткої логіки (3):

$$DEC(g_l(Y_l(t)) \in \mu(u_l)): Y(t) \rightarrow u_l(t), \forall l = \overline{1, L}, \quad (3)$$

где: $g_l(Y_l(t))$ - функція нечіткої логіки для аналізу підмножества l вектора $Y(t)$; $\mu(u_l)$ - умовне для прийняття рішення $u_l(t)$.

Список использованных источников

1. Певзнер Л.Д. *Теория Систем Управления*. – М.: Издательство Московского Государственного Горного Университета, 2002 – 472 с. ISBN: 5-7418-0076-9.
2. Меньков А.В., Острейковский В.А., *Теоретические основы автоматизированного управления*. – М.: Издательство Омск, 2005. – 640 с. ISBN: 5-488-00129-8.
3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. *Нейронные Сети, Генетические Алгоритмы и Нечеткие Системы*. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. - 452 с. ISBN: 5-93517-103-1.
4. Яхьяева Г.Э. *Нечеткие Множества и Нейронные Сети*. – М.: БИНОМ, 2006. – 316 с. ISBN: 5-94774-510-0.
5. Хайкин С. *Нейронные Сети*. – М.: Издательский дом Вильямс, 2006. – 1104 с. ISBN: 5-8459-0890-6.
6. Цветков В.Я. Когнитивность Принятия Решений // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2016. – № 11-3. – С. 557-557; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=10541> (дата обращения: 21.03.2020).
7. Ababii V., Sudacevschi V., Safonov Gh. Designing a Collective Agent for synthesis of Adaptive Decision-Making Systems. *Sciences of Europe (Praha, Czech Republic), Vol 1, No 17(17), 2017*, pp. 70-75, ISSN: 3162-2364.
8. Ababii V., Sudacevschi V., Melnic R., Munteanu S. Multi-Agent System for Distributed Decision-Making. *National Science Journal (Ekaterinburg, Russia), Vol 2, No 45, 2019*, pp. 19-23, ISSN: 2413-5291. DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2019.2.45.