УДК 004.896

#### Л.С. Ямпольский, проф., канд.техн. наук, С.О. Дьяков, асп.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

пр-т Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

e-mail: serg.dyakoff@gmail.com

Інтелектуалізована система Керування рухом промислового робота в умовах невизначеності на основі гібридної нейро-фазі системи

Промислові роботи (ПР) призначені для заміни людини при виконанні основних та допоміжних технологічних операцій в процесі промислового виробництва. При цьому вирішується важлива соціальна задача – звільнення людини від робіт, що пов’язані з небезпеками для здоров’я або з важкою фізичною працею, а також від простих монотонних операцій, що не потребують високої кваліфікації.

Інтелектуальні промислові роботи (ІПР) – це вид ПР, що здатні автономно (без втручання людини) виконувати попередньо поставлені задачі у заздалегідь невизначеному середовищі на основі формалізованих даних. У такому разі роль людини у керуванні ПР зводиться тільки до постановки задачі. Однією із задач ІПР є планування руху в невизначеному середовищі.

Вирішення задачі планування руху можливе за допомогою нечіткої логіки і бази нечітких правил. Значного поширення набув такий метод синтезу нечітких множин і нейронних сіток, як гібридні нейрон-фазі системи. Вони дозволяють найбільш повно використати переваги нечітких систем і нейронних сіток. Такі системи завжди можуть бути розглянуті як системи нечітких правил, при цьому налаштування функцій належності виконується за допомогою механізмів навчання нейронних сіток.

Існує кілька архітектур гібридних систем. Одна з найпоширеніших – це клас адаптивних сіток, що функціонально еквівалентні системам нечітких виводів. Подібна архітектура має назву ANFIS (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System) – адаптивна сітка нечіткого виводу, що має 5 шарів.

Для прикладу розглянемо систему нечіткого виводу з двома вхідними змінними (*x1 і x2*) і чотирма нечіткими правилами. Для лінгвістичної оцінки вхідної змінної *x1* використовується 3 терми, для змінної *x2* - 2 терми. На рис. 1 зображено відповідну ANFIS-мережу.

Входи сітки в окремий шар не виділяються.



Рисунок 1 – Приклад ANFIS-мережі

Перший шар: терми нечітких змінних. Кожен нейрон першого шару являє собою один терм з функцією належності , а його виходом є ступінь належності вхідної змінної до цього терму.

Другий шар: антецеденти нечітких правил. Кожен нейрон шару визначає ступінь істинності правила об’єднуючи вхідні сигнали за допомогою диференційованої реалізації t-норми, наприклад процедури множення: .

Третій шар: нормалізація ступенів істинності правил. Кожен *i-*й нейрон даного шару визначає відношення значення істинності *i*-го правила до суми значень для всіх правил:  .

Четвертий шар: виведення правил. Виходи нейронів даного шару визначаються лінійними функціями належності вихідних змінних: .

П’ятий шар: агрегування результату, отриманого за різними правилами. Повне вихідне значення адаптивної мережі визначається як сума всіх вхідних сигналів: .

У нейрон-фазі сітках застосовуються диференційовні реалізації трикутних норм і гладкі функції належності, що дозволяє застосовувати для їх навчання швидкі алгоритми на основі методу зворотного поширення похибки.

Бібліографічний список використаної літератури

1. Ямпольский Л.С. Системи штучного інтелекту у плануванні, моделюванні і управлінні / Л.С. Ямпольский, М.М. Ткач, О.І. Лісовиченко. – К.: ДП «Вид. Дім «Персонал», 2011.–544 с.

2. Jang R. ANFIS: adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System / R. Jang. – On Systems, Man and Cybernetics, 1993.– no. 3, pp. 665-685.

**Для коментарів:**

1. УДК. 004.896. «Искусственный интеллект в промышленных системах. Интеллектуальные САПР и АСУ. Интеллектуальные роботы».

2. Автори. Чи вписувати наукового керівника?

3. Тема.

4. Зміст роботи.

5. Заповнення заявки на участь. Що вписувати?

«Форма участия в конференции (нужное подчеркнуть): выступление с докладом, сообщение, слушатель».

«Секция»

«№ платежного поручения, дата оплаты»

«Необходимость размещения (нужное подчеркнуть): гостиница; база отдыха.»

6. Що відправляти звичайним листом, а що електронною поштою? (Робота, заявка, копія квитанції)

7. Коли потрібно оплатити орг. внесок.