

УДК 004.588: 004.032.26

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА НАВЧАЛЬНА СИСТЕМА З ДИСЦИПЛІНИ “ПРИКЛАДНА ТЕОРІЯ ЦИФРОВИХ АВТОМАТІВ”*Ольхова Ю.О., ас., Гученко М.І., д.т.н., проф., Смірнова А.Л., ст. викл.**Кременчуцький державний політехнічний університет імені Михайла Остроградського**39600 Кременчук, вул. Першотравнева, 20**E-mail: mig@link.poltava.ua*

Показано, что использование искусственных нейронных сетей для построения обучающих систем позволяет не только реализовать индивидуальный план обучения студента на основе тестового контроля, но и учитывать его личные качества и характеристики.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, обучающие системы, адаптация, тестовый контроль.

In the article is shown, that usage of artificial neuron networks for training systems construction allows not only to realize the individual training plan on the test control basis, but to take into account both student's personal qualities and characteristics.

Key words: artificial neuron networks, training systems, adaptation, test control.

Вступ. На сьогодні, коли Україна планує вступити до Європейського Союзу, виникає загальна проблема підвищення освітньо-професійного рівня суспільства, що означає надання якісної освіти, доступної всім прошаркам населення. Дорожнеча навчання в університетах і неможливість навчатись у них із певних особистих причин сприяли появі дистанційного навчання як різновиду автоматизованих навчальних систем.

Аналіз літературних джерел. Основним напрямом підвищення ефективності автоматизованих систем та якості контролю знань є застосування для їх побудови технологій штучного інтелекту [1], тобто розробка навчальної системи на основі експертних систем, нейронних мереж, генетичних алгоритмів. Однак, указані класичні методи штучного інтелекту мають як недоліки, так і переваги, а саме:

- експертні системи трансформують досвід експертів у конкретній галузі знань, що закладений у базі знань, у форму евристичних правил, і призначені для консультацій менш кваліфікованих фахівців [2], з іншого боку, жорстка прив'язка до бази знань, закладеної експертом, виключає можливість застосовувати експертні системи у таких сферах, як апроксимація та прогнозування, оскільки тут застосовується робота з неявними даними;

- недоліком штучних нейронних мереж є труднощі з підбором архітектури мережі, методом навчання та підбором бібліотеки тренувальних шаблонів. Однак, саме здатність навчатись, накопичувати досвід та апроксимувати отримані результати дозволяє застосовувати нейронні мережі для класифікації студентів за такими ознаками, як швидкість засвоєння матеріалу, кількість допущених помилок, початковий рівень знань і реалізації індивідуального плану навчання;

- генетичні алгоритми широко застосовуються для навчання нейронних мереж, для оптимізації [3] та пошуку екстремумів функцій, однак їх недоліком є тривалість пошуку вектора рішень, яким виступає найбільш пристосована популяція.

Проаналізувавши всі недоліки та переваги названих видів систем штучного інтелекту та врахувавши відсутність упровадження в електронне навчання такої дисципліни, як “Прикладна теорія цифрових автоматів”, що викладається на кафедрі КІС, пропонується створити інтелектуальну навчальну систему (ІНС) на основі нейронної мережі, яка дасть змогу керувати процесом навчання за результатами тестового контролю.

Мета роботи. Розробка інтелектуальної навчальної системи з дисципліни “Прикладна теорія цифрових автоматів” на основі штучної нейронної мережі.

Матеріал і результати дослідження. Для досягнення поставленої мети необхідно: розробити структурно-функціональну схему процесу навчання, розробити основні модулі системи, обґрунтувати вибір штучної нейронної мережі, описати алгоритм роботи нейрорегулятора, реалізувати основні модулі системи за допомогою мови програмування, протестувати розроблену навчальну систему, проаналізувати отримані результати та зробити висновки.

З точки зору управління учбовим процесом усі навчальні системи можна поділити на два класи:

1-й клас: навчальні системи, в яких керування процесом навчання покладене на користувача.

2-й клас: навчальні системи, що самостійно керують учбовим процесом. На відміну від систем першого класу, в даних системах відповіді та дії студента повністю керують подальшим процесом навчання [4].

Першим кроком у проектуванні інтелектуальної навчальної системи з дисципліни “Прикладна теорія цифрових автоматів” була розробка структурно-функціональної схеми процесу навчання (рис. 1).

Із розглянутої схеми видно, що процес навчання реалізується за рахунок зворотного зв'язку, який визначає зміну поточного рівня знань і налаштовує систему під кожного студента індивідуально. При успішній здачі тестового контролю студент має можливість продовжити навчання або покинути його, закріпивши за собою досягнутий рівень.

Запропонована інтелектуальна навчальна система включає наступні модулі: база даних із предметної області, модуль процесу навчання, модуль тестування, еталонну модель студента, регулятор і інтерфейс користувача. База даних із предметної області – методичні матеріали з курсу “Прикладна теорія цифрових автоматів”, що структуровані згідно основних тем навчального матеріалу. Таким чином, теоретичні матеріали та завдання до тестів у базі даних мають бути представлені окремими темами: булева алгебра, логічні елементи, комбінаційні схеми, проектування основних вузлів обчислювальної техніки, проектування автоматів із пам'яттю. Базою даних була обрана MySQL, оскільки вона підтримує SQL (структурована мова запитів) і може застосовуватися як SQL-сервер. Це означає, що спілкуватися із сервером можна мовою SQL: клієнт посилає серверові запит, той його обробляє і віддає клієнтові тільки ті дані, що були отримані в результаті цього запиту. Крім того, MySQL - це програмне забезпечення з відкритим кодом, тобто його можна вільно вивчати і змінювати.

Інформаційно-логічна модель предметної області зображена на рис. 2.

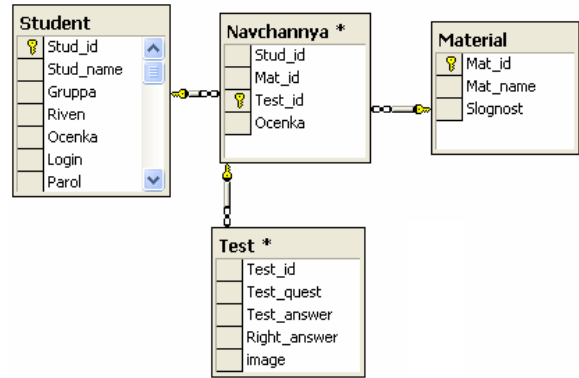


Рисунок 2 – Інформаційно-логічна модель предметної області

Нижче наведена структура таблиць розробленої бази даних.

Таблиця 1 – Student

Stud_id	Код студента
Stud_name	ПІБ студента
Gruppy	Група
Riven	Поточний рівень
Ocenka	Поточна оцінка

Таблиця 2 – Material

Mat_id	Код виданого матеріалу
Mat_name	Назва текст. файлу
Slognost	Рівень складності

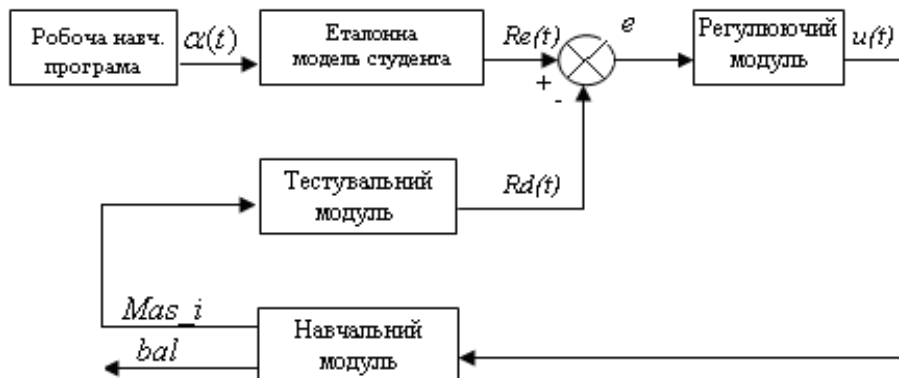


Рисунок 1 – Структурно-функціональна схема процесу навчання:

$Re(t)$ – рівень бажаний, еталонний; $Rd(t)$ – рівень досягнутий; $\alpha(t)$ – задаючий вплив; $u(t)$ – сигнал керування; e - різниця між еталонним рівнем знань та досягнутим; Mas_i – вектор з індексами тем, які треба додатково пройти; bal – отримана оцінка на поточному рівні;

Таблиця 3 – Test

Test_id	Код тесту
Test_quest	Тестове питання
Test_answer	Варіанти відповіді
Right_answer	Вірна відповідь
Image	Наявність малюнку
Nomer_tem	Номер теми

Таблиця 4 – Navchannya

Stud_id	Код студента
Mat_id	Код виданого матеріалу ми
Test_id	Код тестового питання
Ocenka	Поточна оцінка

Як видно зі складу таблиць бази даних, вони задовольняють третю нормальну форму, оскільки кожна з таблиць не має повторюваних полів, і в кожній таблиці є унікальне поле (комбінація полів), на яке посилаються інші таблиці. База даних може легко модифікуватися (за необхідності доповнити її).

Для розробки графічного інтерфейсу доступу до баз даних і нейрорегулятора було обрано середовище візуального програмування Delphi, оскільки воно просте в роботі та включає розширену підтримку баз даних, серед яких є MySQL.

Еталонна модель студента є бажаним рівнем знань на конкретному рівні навчання чи складності. Математично вона представлена матрицею (1), елементами якої є натуральні числа

$$etalon_{i,j} \in \{1, 2, \mathbf{K}, N\}, i \in \overline{0, n} \quad j \in \overline{0, m}, \quad (1)$$

де номер стовпця j – рівень складності, номера рядків i відповідають номерам тем, індекси елемента визначають номер питання, що належить конкретній темі та конкретному рівню складності, а значення елементів матриці відповідають варіантам правильних відповідей. N – це максимальна кількість варіантів відповідей з усіх тестових завдань.

Пристроєм керування в нашій системі виступає нейрорегулятор, основою якого є штучна нейронна мережа. Вибір архітектури нейронної мережі був обумовлений задачами інтелектуальної навчальної системи, а саме:

- по-перше, наша система реалізує адаптивне навчання, тобто за рахунок зворотного зв'язку та тестового контролю знань корегується індивідуальний план навчання. Виходячи з даної задачі, застосовуємо нейронну мережу рекурентного типу, в якій обумовлений зворотний зв'язок;

- по-друге, головними задачами даної інтелектуальної системи є ефективне навчання студентів і контроль їхніх знань за рахунок модуля тестування, який аналізує кожне питання послідовно та дає мо-

жливність перездати його в разі невірної відповіді. Даним вимогам до проектування навчальної системи відповідає нейронна мережа Хеммінга, що в ході проектування була піддана певним модифікаціям (рис. 3).

Вхідний шар нейрорегулятора містить 12 нейронів, що є зручним при оцінюванні студентів за 12-бальною системою. Перед початком роботи ініціалізуємо вагові коефіцієнти w_i , із привласненням кожному з них значення 1. У розробленій системі ваговим коефіцієнтам відповідають бали на дані відповіді. Побудований нейрорегулятор аналізує кожну тестову відповідь послідовно: якщо студент відповів вірно, аналізується наступна відповідь, інакше спрацьовує додатковий шар мережі, на якому студенту пропонуються допоміжні питання з теорією по даній темі. Роль додаткового шару не лише в доопрацюванні незрозумілого матеріалу, - питання з додаткового шару видаються у довільному порядку за рахунок убудованого генератора випадкових чисел, що виключає можливість запам'ятовування студентом вірної відповіді. Окрім того, студент не покине цей шар доти, доки не дасть вірної відповіді на додаткове питання. Залежно від того, як студент відповідає, система змінює свої вагові коефіцієнти w_i , тобто якщо студент одразу відповів вірно, то за це питання йому зараховується 1 бал, якщо ж він переходив на додатковий шар, то цей коефіцієнт зменшується у стільки разів, скільки було дано невірних відповідей.

Після аналізу всіх відповідей підсумовуються всі вагові коефіцієнти, і на виході регулятора ми отримаємо поточну оцінку студента, яка при подачі на модуль процесу навчання визначає наступний рівень навчання.

Запропонована методика навчання може бути реалізована на основі процесу навчання, структурно-функціональна схема якого зображена на рис. 1.

На вхід системи з блоку "Робоча навчальна програма" подається задавальний вплив $a(t)$ на еталонну модель студента. Залежно від даного сигналу еталонна модель студента налаштовуються на конкретний рівень складності, тобто на виході ми отримуємо двійковий вектор

$$mas_vec_i \in \{1, 2, \mathbf{K}, N\}, i \in \overline{0, n}, \quad (2)$$

в якому номера рядків відповідають номерам тем, індекси елементів – номери тестових питань, що розташовані в базі даних, а значення елементів матриці відповідають варіантам правильних відповідей.

Студенту-початківцю присвоюється нульовий рівень складності. Після проходження навчання та тестування на поточному рівні, його результати разом з еталонними подаються на регулятор, що виробляє керуючий вплив, який переводить студента на інший (вищий чи нижчий) рівень складності або ж залишає на поточному. Тестування даної системи проводилось на студентах кафедри КІС, яким викладається дисципліна "Прикладна теорія цифрових

автоматів”. Основними критеріями, що визначали корисність даної інтелектуальної навчальної системи були:

- задача завдань – у відсотковому відношенні показана загальна кількість задач у порівнянні з контрольною групою, що навчалась без ІНС;

- зайнятість на парах ;
 - ефективність роботи студентів – кількість виконаних задач за одиницю часу (за пару) в порівнянні з контрольною групою.

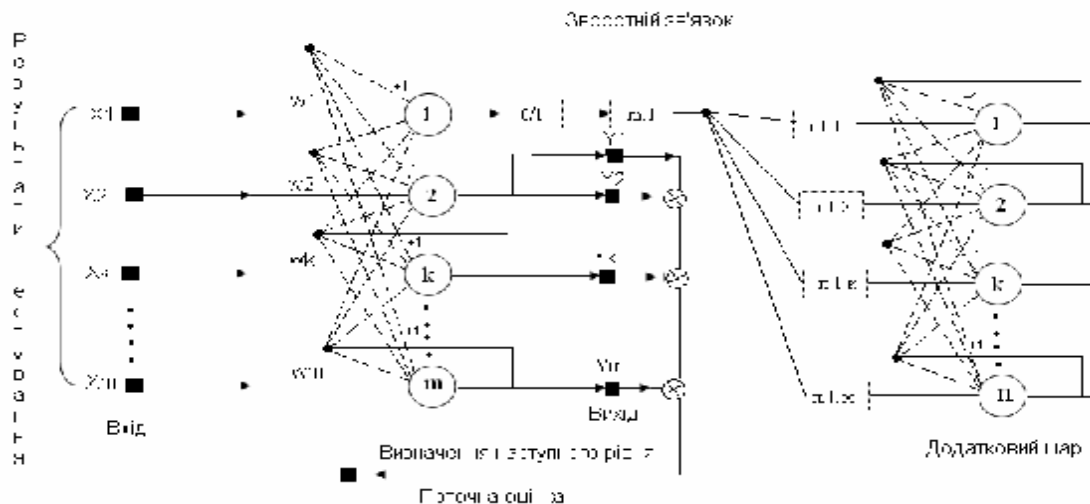


Рисунок 3 – Модифікована нейронна мережа Хеммінга

Результати досліджень наведені в табл. 5.

Таблиця 5 – Аналіз ефективності ІНС

Задача завдань	Контр.група	65%
	За допом. ІНС	85%
Зайнятість на парах	Контр.група	60%
	За допом. ІНС	90%
Ефективність роботи студентів	Контр.група	70%
	За допом. ІНС	80%

Висновки. Застосування даної інтелектуальної навчальної системи дозволило не лише підвищити ефективність навчання, а й збільшити загальне розуміння дисципліни ПТЦА, про що свідчить підвищення рівня задачі завдань. Недоліком даної навчальної системи є недостатнє врахування особистих якостей студента – емоційний стан, стан здоров'я, швидкість реакції тощо. Були враховані лише розумові здібності студента. Отже, наступним етапом буде проектування нейронної мережі, яка дозволить урахувати вищеперелічені характеристики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Курейчик В.М., Курейчик В.В., Кравченко Ю.А., Основные принципы развития интеллектуальных систем дистанционного обучения. //Технологический институт Южного Федерального университета. - kur@tsure.ru, vkur@tsure.ru, kravjura@yandex.ru.
2. Экспертные и обучающие системы. - http://www.lessons-tva.info/edu/e-inf2/m2t4_7.html.
3. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности / Г.К. Вороновский, К.В. Махотило, С.Н. Петрашев, С.А. Сергеев.- X.: Основа, 1997. – С. 8.
4. Модели обучения автоматизированных обучающихся систем. <http://systech.miem.edu.ru/2004/n2/Cibulskiy.htm>

Стаття надійшла 27.11.2008 р.
 Рекомендовано до друку доц.
 Сисюком Г.Ю.