

ВИВЧЕННЯ МАЙБУТНІМИ ІНЖЕНЕРАМИ-ПЕДАГОГАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОФІЛЮ ПАКЕТУ FUZZY LOGIC TOOLBOX

Постановка проблеми. Рівень розвитку сучасного суспільства відкриває молодому поколінню можливості навчання у вищій професійній школі в різноманітних напрямках. Перед випускником університету, ВНЗ нині постають непрості професійні завдання, вирішення яких опирається на знання і вміння не тільки фундаментальних але й спеціальних галузей, на дослідницькі уміння. Суспільство ставить перед вищою професійною школою проблему підготовки не просто кваліфікованих випускників, а компетентних фахівців із наукомістких спеціальностей здатних до практичного застосування одержаних знань, умінь і навичок у майбутній професійній діяльності.

Постановка мети та завдань у вищій школі передбачають зміни в контексті особистісно-орієнтованого підходу для забезпечення процесу розвитку особистості, що безпосередньо пов'язано з вирішенням класу завдань із формування професійних компонентів, компонентів «надпрофесійного» типу. Не залишається осторонь сучасних тенденцій і підготовка інженера-педагога комп'ютерного профілю, в структурі підготовки якого мають бути враховані основні напрямки та перспективи розвитку інформаційних технологій загалом.

У зв'язку з тенденціями розвитку світової науки, виробництва, соціальної сфери суспільства, розширенням інтеграційних процесів у міжнародному освітньому, економічному, науковому просторі постає проблема наповнення змісту підготовки вищезгаданого майбутнього фахівця технологіями штучного інтелекту. Термін «інтелект» (intelligence) походить від латинського intellectus, що означає розум, розумові здібності людини. Відповідно штучний інтелект (artificial intelligence) – зазвичай визначається як властивість автоматизованих систем брати на себе окремі функції інтелекту людини, наприклад, вибирати і приймати оптимальні рішення на основі раніше набутого досвіду і раціонального аналізу зовнішніх дій [3, с. 18]. Найбільш популярними напрямками Artificial intelligence є інтелектуальні технології управління прийняття рішень, що представлені теорією нечітких множин (fuzzy sets), теорією нейронних мереж (neuron nets) та генетичними алгоритмами (genetic algorithm).

Аналіз досліджень і публікацій. Основоположником теорії нечітких множин вважається професор Каліфорнійського університету (Берклі) Лотфі А. Заде (Lotfi A. Zadeh). Його робота «Fuzzy Sets», що з'явилася в 1965р. в журналі Information and Control. №8. – заклала основи моделювання інтелектуальної діяльності людини.

Дослідження із застосування інтелектуальних технологій у практичних задачах одержали відображення в науковій літературі вітчизняних та зарубіжних учених: В.В. Борисова, Р. Голунова, М. Длі, М. Корчемного, В. Круглова, Ф. Уосермена, С. Штовби. Також представлено роботи, що розглядають окремі аспекти штучного інтелекту, зокрема: інтелектуальні інформаційні системи – А. Змитрович; теорія прийняття рішень – Г. Черноморова; прикладні нечіткі системи – К. Асаї, Т. Терано, М. Сугено; основні концепції нейронних мереж – Є. Бодяньського, А. Галушкіна, Р. Каллана, С. Осовського, О. Руденко; генетичні алгоритми – Л. Рутковського та ін.

Проте, дослідження, що розкривають зміст інтелектуальних технологій управління прийняття рішень, зокрема нечітких систем у процесі підготовки інженера-педагога комп'ютерного профілю із застосуванням у майбутній професійній діяльності не проводилось.

Метою статті є обґрунтування змісту підготовки інженера-педагога комп'ютерного профілю в процесі вивчення нечіткої логіки на основі системи MATLAB, зокрема пакету

Fuzzy Logic Toolbox.

Виклад основного матеріалу. Паке́т нечіткої логіки Fuzzy Logic Toolbox – це паке́т прикладних програм, що належать до теорії розмитих або нечітких множин, які дозволяють конструювати так звані нечіткі експертні і/або керуючі системи. Основні можливості пакету [2, с. 194]: побудова систем нечіткого виведення (експертних систем, регуляторів, апроксиматорів залежностей); побудова адаптивних нечітких систем (гібридних нейронних мереж); інтерактивне динамічне моделювання систем із нечіткою логікою в середовищі пакету блочного моделювання Simulink.

Паке́т Fuzzy Logic Toolbox підтримує всі стадії розробки нечітких систем, включаючи синтез, дослідження, проектування, моделювання та впровадження в режимі реального часу. Вбудовані модулі GUI – модулі пакету створюють інтуїтивно зрозуміле середовище, що забезпечує легке просування на всіх етапах проектування нечітких систем. Функції пакету реалізують більшість сучасних нечітких технологій, включаючи нечітке логічне виведення, нечітку кластеризацію й адаптивне нейро-нечітке налаштування (ANFIS). Fuzzy Logic Toolbox, як і всі пакети розширення системи MATLAB, відкритий для користувача: можна переглянути алгоритми, модифікувати вихідний код, додати власні функції належності або процедури дефазифікації. Ключовими особливостями пакету Fuzzy Logic Toolbox є [6, с.96]: спеціалізовані GUI-модулі для створення систем нечіткого виведення; реалізація популярних алгоритмів нечіткого виведення Мамдані та Сугено; бібліотека функцій належності; налаштування функцій належності ANFIS-алгоритмом; екстракція нечітких правил за допомогою кластеризації даних; можливість вбудовування систем нечіткого виведення в Simulink через модуль «нечіткий контролер»; Сі-код алгоритмів нечіткого виведення, що дозволяє використовувати спроектовані нечіткі системи поза середовищем MATLAB.

Fuzzy Logic Toolbox включає наступні GUI-модулі [6, с. 97]: Fuzzy Inference System Editor – редактор загальних властивостей системи нечіткого виведення. Дозволяє встановити кількість входів і виходів системи, вибрати тип системи (Мамдані або Сугено), метод дефазифікації, реалізації логічних операцій, а також викликати інші GUI-модулі, що працюють із системами нечіткого виведення; Membership Function Editor – редактор функцій належності. Редактор виводить на екран графіки функцій належності вхідних та вихідних змінних. Дозволяє вибирати кількість термів для лінгвістичної оцінки вхідних і вихідних змінних, а також задати тип і параметри функцій належності кожного терму; Rule Editor – редактор нечіткої бази знань. Дозволяє задавати та редагувати нечіткі правила в лінгвістичному, логічному та індексному форматах. Редагування правил здійснюється вибором необхідного поєднання термів із меню; Rule Viewer – браузер нечіткого виведення. Візуалізує виконання нечіткого виведення з кожного правила, одержання результуючої нечіткої множини та її дефазифікацію; Surface Viewer – браузер поверхні «входи-вихід» нечіткої системи. Виводить графіки залежності вихідної змінної від будь-яких двох вхідних змінних; ANFIS Editor – редактор нейро-нечіткої мережі. Дозволяє синтезувати та налаштувати нейро-нечіткі мережі за вибіркою даних «входи-вихід». Для налаштування використовується алгоритм зворотного розповсюдження помилки або його комбінація з методом найменших квадратів; Findcluster – інструмент субтрактивної кластеризації за горним методом і нечіткої кластеризації за алгоритмом нечітких *c*-середніх. Дозволяє знайти центри кластерів даних, що використовуються для екстракції нечітких правил.

Усі GUI-модулі, за виключенням Findcluster, динамічно обмінюються даними і можуть бути викликані один з одного. Покажемо це на прикладі побудованої системи для визначення компетентності експерта за методикою Б. Гершунського [1] та частково описаною нами з позицій нечіткої логіки в роботі [4] (див. рис.1).

Окрім GUI-модулів, Fuzzy Logic Toolbox містить бібліотеку функцій для розробки нечітких систем із командного рядка, а також для написання програм, що автоматизують проектування та дослідження нечітких систем. Назва та короткий опис основних функцій

паketу наведені в роботах [5, с. 36-37; 6, с. 98-99] (абривіатура FIS означає систему нечіткого виведення).

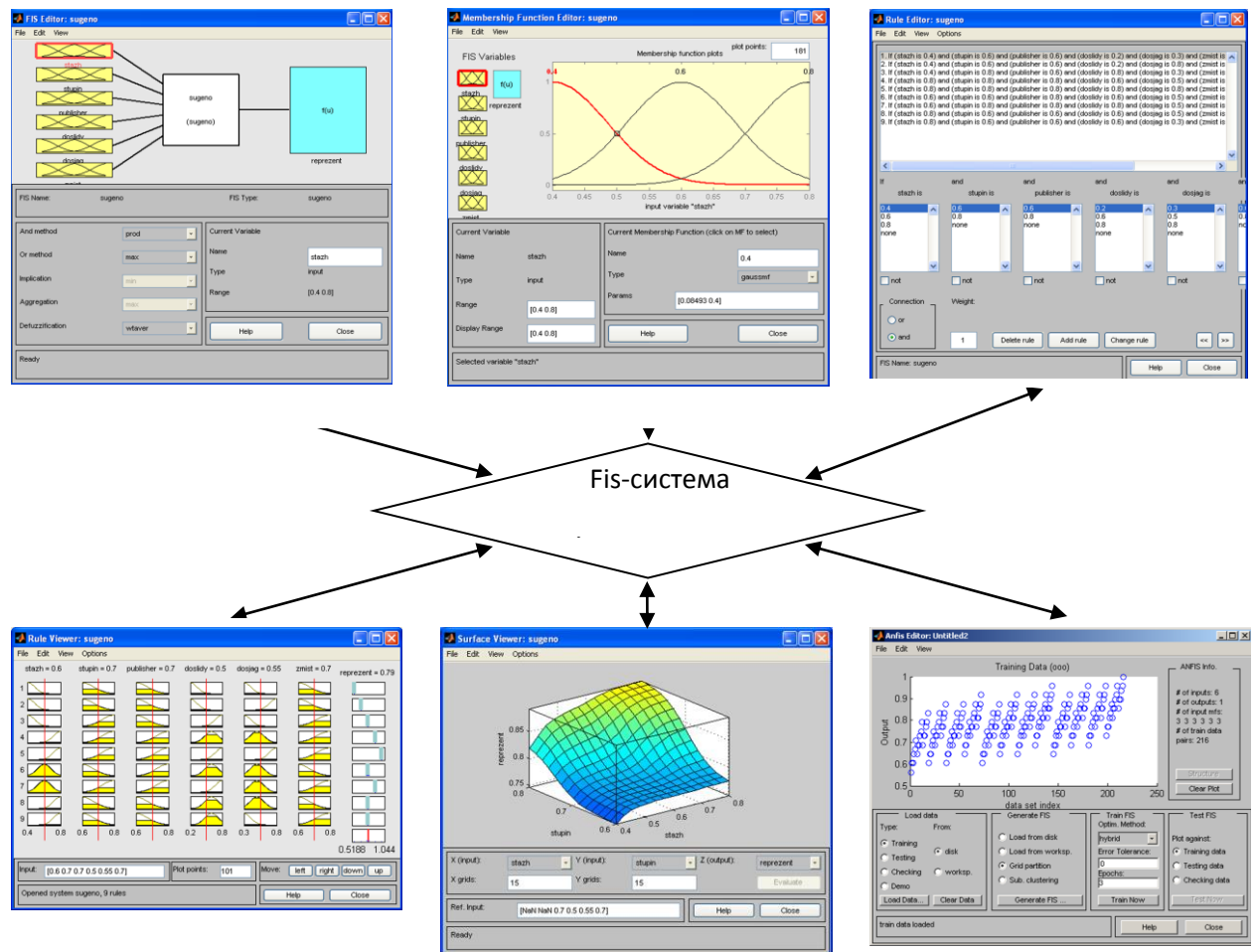


Рис. 1. Взаємодія GUI-модулів нечіткого виведення

Система нечіткого логічного виведення представляється в робочій області MATLAB у вигляді структури даних [6, с. 231]. Існує два способи завантаження FIS у робочу область: зчитування з диска за допомогою функції `readfis`; передача з основного `fis`-редактора шляхом вибору в меню `File` підменю `Export` і команди `To workspace`.

Поля структури даних системи нечіткого логічного виведення призначені для збереження наступної інформації: `name` – найменування системи нечіткого логічного виведення; `type` – тип системи (припустимі значення 'Mamdani' та 'Sugeno'); `andMethod` – реалізація логічної операції «ТА» (запрограмовані реалізації: 'min' – мінімум і 'prod' – множення); `orMethod` – реалізація логічної операції «АБО» (запрограмовані реалізації: 'max' – максимум і 'probor' – імовірнісне «АБО»); `defuzzMethod` – метод дефазифікації (запрограмовані методи для систем типу Мамдані: 'centroid' – центр ваги; 'bisector' – медіана; 'lom' – найбільший з максимумів; 'som' – найменший з максимумів; 'mom' – середнє з максимумів; запрограмовані методи для систем типу Сугено: 'wtaver' – зважене середнє і 'wtsum' – зважена сума); `impMethod` – реалізація операції імплікації (запрограмовані реалізації: 'min' – мінімум і 'prod' – множення); `aggMethod` – реалізація операції об'єднання функцій належності вихідної змінної (запрограмовані реалізації: 'max' – максимум; 'sum' – сума і 'probor' – імовірнісне «АБО»); `input` – масив вхідних змінних; `input.name` – найменування вхідної змінної; `input.range` – діапазон зміни вхідної змінної; `input.mf` – масив функцій належності вхідної змінної; `input.mf.name` – найменування

функції належності вхідної змінної; `input.mf.type` – модель функції належності вхідної змінної (запрограмовані моделі: `dsigmf` – функція належності у вигляді різниці між двома сигмоїдними функціями; `gauss2mf` – двостороння гаусівська функція належності; `gaussmf` – гаусівська функція належності; `gbellmf` – узагальнена дзвоноподібна функція належності; `rimf` – пі-подібна функція належності; `psigmf` – добуток двох сигмоїдних функцій належності; `sigmf` – сигмоїдна функція належності; `smf` – s-подібна функція належності; `trapmf` – трапецієподібна функція належності; `trimf` – трикутна функція належності; `zmf` – z-подібна функція належності); `input.mf.params` – масив параметрів функції належності вхідної змінної; `output` – масив вихідних змінних; `output.name` – найменування вихідної змінної; `output.range` – діапазон зміни вихідної змінної; `output.mf` – масив функцій належності вихідної змінної; `output.mf.name` – найменування функції належності вихідної змінної; `output.mf.type` – модель функції належності вихідної змінної (запрограмовані моделі для системи типу Мамдані: `dsigmf` – функція належності у вигляді різниці між двома сигмоїдними функціями; `gauss2mf` – двостороння гаусівська функція належності; `gaussmf` – гаусівська функція належності; `gbellmf` – узагальнена дзвоноподібна функція належності; `rimf` – пі-подібна функція належності; `psigmf` – добуток двох сигмоїдних функцій належності; запрограмовані моделі для системи типу Сугено: `constatnt` – константа (функція належності у виді сінглтона); `linear` – лінійна комбінація вхідних змінних); `output.mf.params` – масив параметрів функції належності вихідної змінної; `rule` – масив правил нечіткої бази знань; `rule.antecedent` – посилки правила (вказуються порядкові номери термів у порядку запису вхідних змінних. Число 0 вказує на те, що значення відповідної вхідної змінної не впливає на істинність правила); `rule.consequent` – висновок правила (вказуються порядкові номери термів у порядку запису вихідних змінних. Число 0 вказує на те, що правило не поширюється на відповідну вихідну змінну); `rule.weight` – вага правила. Задається числом з діапазону [0, 1]; `rule.connection` – логічне зв'язування змінних усередині правила: 1 – логічне «ТА»; 2 – логічне «АБО».

Для доступу до властивостей системи нечіткого логічного виведення досить вказати ім'я відповідного поля.

Пакет Fuzzy Logic Toolbox дозволяє вбудовувати розроблені системи нечіткого виведення в динамічні моделі пакету Simulink. Для цього є Simulink-модуль Fuzzy Logic Controller – нечіткий контролер. Для швидкого нечіткого виведення в пакеті Simulink оптимізований код функції `ffis`, можливості якої аналогічні функції `evalfis`. Із використанням Real-Time Workshop можна згенерувати ефективний код нечіткого виводу [6, с.99].

Взаємодія Fuzzy Logic з Simulink відбувається через бібліотеку Fuzzy Logic Toolbox, що містить такі блоки: Fuzzy Logic Controller – нечіткий контролер; Fuzzy Logic Controller with Ruleviewer – нечіткий контролер з виведенням вікна Rule Viewer під час моделювання в пакеті Simulink; Membership Functions – бібліотека сімюлінк-блоків для наступних функцій належності та реалізацій логічних операцій: Diff. Sigmoidal MF – різниця два сигмоїдних функцій належності; Gaussian MF – гаусівська функція належності; Gaussian 2MF – двостороння гаусівська функція належності; Generalized Bell MF – узагальнена дзвоноподібна функція належності; Pi-shaped MF – пі-подібна функція належності; Probabilistic OR – імовірнісна реалізація логічної операції АБО; Probabilistic Rule Agg – імовірнісна реалізація агрегації; Prod. Sigmoidal MF – добуток двох сигмоїдних функцій належності; S-shaped MF – S-подібна функція належності; Sigmoidal MF – сигмоїдна функція належності; Trapezoidal MF – трапецієвидна функція належності; Triangular MF – трикутна функція належності; Z-shaped MF – Z-подібна функція належності.

Для більшості нечітких систем `fuzblock` автоматично генерує ієрархічну модель, що складається з сімюлінк-модулей. Автоматичний синтез моделі відбувається за допомогою FIS Wizard. Синтезовані моделі складаються лише з вбудованих сімюлінк-модулей, тому

нечітке виведення виконується дуже швидко, навіть якщо модель виходить громіздкою. FIS Wizard генерує симулінк-модулі, якщо нечітка система містить лише вбудовані функції належності. Крім того, мають використовуватися такі реалізації логічних операцій: АБО – max; ТА – min і prod; імплікація – min і агрегація – max.

Створений на базі нечіткої fis-системи типу Сугено оптимізованої за допомогою функції anfis, що побудована для визначення компетентності експерта, нечіткий контролер у моделях Simulink покажемо на рисунку 2.

Для перегляду структури потрібно в контекстно-залежному меню блоку Fuzzy logic controller вибрати пункт look under mask. Побудований нечіткий контролер з високою точністю відтворює задану залежність на випадкових значеннях вхідних векторів.

Окрім роботи у вікнах графічного інтерфейсу, що розглянуто вище, пакет Fuzzy Logic Toolbox забезпечує роботу в режимі командного рядка MATLAB, яка дозволяє не використовувати розглянуті програми графічного інтерфейсу. Всі функції діляться на категорії (групи) [2, с.215]: виклики програм графічного інтерфейсу; задання функцій належності; створення, редагування, відкриття і збереження систем нечіткого виведення; функції додаткових методів; сервісні; блоків Simulink; демонстрації можливостей пакету.

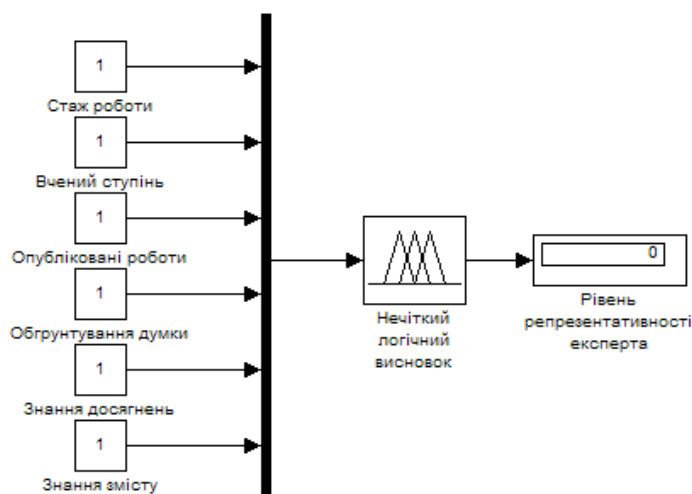


Рис. 2. Схема нечіткого контролера

Детальну інформацію про категорії функцій і самі функції можна одержати в режимі командного рядка шляхом виконання команди help fuzzy або використовуючи довідкову систему MATLAB. Кожна нова версія реалізації пакету Fuzzy Logic Toolbox є розширеною і допрацьованою із усуненням недоліків і відрізняється деякими змінами складу меню функцій графічного інтерфейсу та введенням додаткових сервісних функцій. Пакет Fuzzy Logic Toolbox містить велику довідку та документацію, що можуть використовуватись для одержання вичерпної інформації про склад, можливості та функції пакету.

Висновок. Вивчення пакету Fuzzy Logic Toolbox майбутнім інженером-педагогом комп'ютерного профілю сприяє організації навчально-пізнавальної діяльності за принципом «діяльність – знання – мислення». Формування знань, умінь, здібностей, мислення, відповідно, компетенцій, майбутнього випускника вищої школи відбувається в діяльності та через діяльність, що показано нами на прикладі реалізації нечіткої системи з визначення репрезентативності експерта. Надається можливість використання широкого спектру завдань для формування знань і діяльності в єдності її теоретичної та практичної форм. Подальші наші дослідження будуть спрямовані на розробку комплексу методичних рекомендацій з вивчення методів і технологій штучного інтелекту, зокрема інтелектуальних технологій управління прийняття рішень, що представлені теорією нечітких множин, теорією нейронних мереж та генетичними алгоритмами.

Література:

1. Гершунский Б.С. Прогнозирование содержания обучения в техникумах: учебно-метод. пособие / Б.С.Гершунский. – М.: Высш.школа, 1980. – 144с.
2. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики. Серия «Библиотека профессионала» / Дьяконов В.П., Круглов В.В. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 456с.
3. Литвин В.В. Интеллектуальні системи: Підручник / В.В.Литвин, В.В.Пасічник, Ю.В. Яцишин–Львів: «Новий світ -2000», 2011. – 406с.
4. Цідило І.М. Застосування апарату нечіткої логіки для оцінки репрезентативності експерта / І.М.Цідило // Наукові записки ТНПУ. Серія: Педагогіка. – 2011. – № 4. – С. 171-177.
5. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. – 2003. – 154с. – Режим доступа до вид.: <http://www.exponenta.ru>. – Назва з екрану.
6. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С.Д.Штовба. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2007. – 288с.

У статті розглядається проблема наповнення змісту вивчення інтелектуальних технологій управління прийняття рішень, зокрема нечітких систем у процесі підготовки інженера-педагога комп'ютерного профілю. Вивчення нечіткої логіки пропонується на основі пакету Fuzzy Logic Toolbox системи MATLAB, що дає можливість практичного застосування отриманих знань, умінь і навичок у майбутній професійній діяльності.

Ключові слова: професійна діяльність, інженер-педагог, нечіткі системи, пакет Fuzzy Logic Toolbox.

В статье рассматривается проблема наполнения содержания изучения интеллектуальных технологий управления принятия решений, в частности нечетких систем в процессе подготовки инженера-педагога компьютерного профиля. Изучение нечеткой логики предлагается на основе пакета Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB, которая дает возможность практического применения полученных знаний, умений и навыков в будущей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: профессиональная деятельность, инженер-педагог, нечеткие системы, пакет Fuzzy Logic Toolbox.

The article deals with the problem of filling-up the content of studying of intellectual technologies of making decisions management, in particular the unclear systems in process of preparation of engineer-teacher. The study of fuzzy logic is suggested on the basis of Fuzzy Logic Toolbox package of MATLAB system. The system gives the possibility of the practical usage of learned material in future professional activity.

Keywords: professional activity, engineer-teacher, unclear systems, package of Fuzzy Logic Toolbox.