

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І.І.МЕЧНИКОВА

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра математичного забезпечення комп'ютерних систем

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Дипломна робота

на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Програмна модель нечіткого контролера для управління
роботизованими системами»
«Software model of fuzzy logic controller for robotic systems control»

Виконав: студент денної форми навчання
напряму підготовки 6.050102 – Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Шостак Дмитро Миколайович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник к.ф.- м.н., доцент Крапівний Ю. М.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали, підпис)

Рецензент к.ф.-м.н., доцент Шугайло Ю. Б.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№ ____ від « ____ » ____ 2019 р.

Завідувач кафедри

Є.В. Малахов

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Захищено на засіданні ЕК № ____

протокол № ____ від « ____ » ____ 2019 р.

Оцінка ____ / ____ / ____
(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Голова ЕК

О.О. Арсірій

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Одеса – 2019

АНОТАЦІЯ

Темою дипломної роботи є «Програмна модель нечіткого контролера для управління роботизованими системами».

Метою роботи є розробка комплексу програмних компонент, які забезпечували б створення експертних систем, побудова яких базується на основних властивостях нечіткої логіки, а також реалізація введення цих систем в експлуатацію за допомогою розробленого ядра обробки механізмів нечіткої логіки. Розроблена система являє собою бібліотеку класів, створену за допомогою мови програмування C#, що сприяє її інтеграції у проекти високорівневих мов програмування. В ході розробки даного проекту, було прийнято рішення про необхідність створення інтерфейсу користувача, котрий спростив би та зробив інтуїтивно зрозумілим процес створення нечіткої експертної системи.

АННОТАЦИЯ

Темой дипломной работы является «Программная модель нечеткого контроллера для управления роботизированными системами».

Целью данной работы является разработка комплекса программных компонент, обеспечивающих создание экспертных систем, построение которых базируются на основных свойствах нечеткой логики, а также реализация возможности введения этих систем в эксплуатацию при помощи разработанного ядра обработки механизмов нечеткой логики. Разработанная система представляет собой библиотеку классов, созданную при помощи языка C#, что способствует её интегрированию в проекты высокоуровневых языков программирования. В ходе разработки данного проекта, было принято решение о необходимости создания пользовательского интерфейса, который бы упростил и сделал интуитивно понятным процесс создания экспертной системы.

ABSTRACT

Main thesis of graduate work is "Software model of a fuzzy controller for robotic systems control."

The aim of this work is to develop a set of software components that provide the creation of expert systems, the construction of which is based on the basic properties of fuzzy logic, as well as the introduction of these systems into operation with the help of the developed processing core of fuzzy logic mechanisms. The developed system is a class library created using the C# language, which contributes to its integration into high-level programming language projects. During the development of this project, it was decided to create a user interface that would simplify and make intuitively clear the process of creating an expert system.

ЗМІСТ

ВВЕДЕННЯ	7
1 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ.....	9
1.1 Теорія нечітких множин.....	9
1.2 Лінгвістична змінна.....	10
1.3 Нечіткі логічні операції.....	10
1.4 Нечітка база знань	12
1.5 Нечіткий логічний висновок.....	12
1.5.1 Нечіткий логічний висновок Мамдані.....	13
1.5.2 Нечіткий логічний висновок Сугено	14
1.6 Мова нечіткого управління	15
2 ПРОЕКТУВАННЯ МОДЕЛІ НЕЧІТКОГО КОНТРОЛЕРА	19
2.1 Алгоритм роботи нечіткого контролера	19
2.2 Аналіз структурних частин алгоритму.....	20
2.2.1 Формування бази правил.....	20
2.2.2 Фазифікація	20
2.2.3 Агрегування	21
2.2.4 Активізація.....	22
2.2.5 Акумуляція.....	23
2.2.6 Дефазифікація	24
2.3 Проектування структури ядра нечіткого контролера.....	26
3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ НЕЧІТКОГО КОНТРОЛЕРА	29
3.1 Програмно-апаратні засоби розробки	29
3.2 Архітектура системи	29
3.2.1 Директорія «Terms»	30
3.2.2 Директорія «Variables»	32
3.2.3 Директорія «Rules»	33
3.2.4 Директорія «Norms»	34
3.2.5 Директорія «Defuzzifiers».....	35
3.2.6 Директорія «Activations».....	36

3.2.7 Директорія «Importers».....	36
3.2.8 Директорія «Exporters».....	36
4 ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОГО КОНТРОЛЕРА.....	39
4.1 Управління роботом-маніпулятором.....	39
4.2 Експертна система видачі споживчих кредитів.....	45
ВИСНОВОК	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49
ДОДАТОК А	51
ДОДАТОК Б	56

ВВЕДЕННЯ

В реаліях сучасного світу, кожному з нас все частіше доводиться стикатися з комп'ютеризованими системами, які впроваджуються в абсолютно різні сфери життєдіяльності людини. Щодня, ми, часом самі того не усвідомлюючи, користуємося десятками різного роду комп'ютерних систем: від додатків на смартфоні до нового робота-пилососа, якого неусвідомлено придбали, зайшовши в магазин електротехніки.

Більшість людей – обивателі, які не замислюються над тим, як працюють ті чи інші пристрої або програми, які вони використовують щодня. Причин цьому, на мою думку, є декілька: для когось дана інформація абсолютно не входить у сферу їхніх інтересів, хтось взагалі не використовує ці пристрої і навіть не знає про їхнє існування, а хтось же, навіть якщо і намагається зацікавитися цією тематикою, в кінцевому підсумку стикається зі складною математичною та програмною складовою цих систем, що не дозволяє рухатися далі.

Однак, що якби існував інструмент, механізм, який би дозволив, людині, експерту в певній галузі, без особливого вникання у внутрішню програмну складову, за допомогою природної мови, створити програму, яка б регулювала або контролювала певні процеси. Це б значно спростило процес розробки будь-якого механізму управління.

На щастя, зачатки таких інструментів вже мають місце бути. Одним з таких механізмів є інструмент – Fuzzy Logic Toolbox, який входить в пакет прикладних програм MATLAB. Fuzzy Logic Toolbox є дуже потужним інструментом обробки нечіткої логіки, проте – не є доступним для кожного потенційного користувача, в силу своєї вартості і обмеженої здатності інтегруватися в проекти високорівневих мов програмування.

Метою цієї роботи є розробка комплексу програмних компонент, які забезпечували б створення експертних систем, побудова яких базується на основних властивостях нечіткої логіки, а також реалізація введення цих

систем в експлуатацію за допомогою розробленого ядра обробки механізмів нечіткої логіки.

Для досягнення вище поставленої мети, необхідно виконати кілька основних завдань:

- 1) проаналізувати предметну область «нечітка логіка»;
- 2) спроектувати програмну модель нечіткого контролера;
- 3) програмно реалізувати нечіткий контролер (розробити необхідні структури даних і ядро системи нечіткого управління, здатне на обробку механізмів нечіткої логіки);
- 4) розробити приклади використання нечіткого контролера.

ВИСНОВОК

У процесі виконання даного проекту, було виконано ряд завдань, кожна з яких, була необхідною, як для виконання наступного завдання, так і для досягнення кінцевої мети в цілому. При вивченні теоретичних основ нечіткої логіки, основною метою даного завдання була необхідність якомога глибше проникнути в суть нечіткої логіки, щоб була можливість вести подальшу розробку цього проекту. Коректне розуміння теорії завжди є основоположною умовою успіху виконання будь-якого проекту. В результаті виконання цього завдання, були отримані знання і розуміння того, яким чином необхідно здійснювати виконання наступного завдання - проектування моделі системи нечіткого управління.

Метою проектування моделі системи нечіткого контролю було створення чіткої структури, механізму нечіткого управління, проте досягнення мети цього завдання було б неможливо без виконання такої підзадачі, як визначення і вивчення алгоритму роботи системи нечіткого управління. Після вивчення даного алгоритму, і визначення всіх його складових, була отримана можливість скласти структуру системи нечіткого управління, що відкрило нам можливість перейти до виконання наступного завдання - розробці системи нечіткого управління.

Етап розробки є основною частиною виконання даного проекту, і за допомогою коректно виконаних попередніх завдань, вдалося розробити систему, яка дозволяє досягти нашої основної мети - отримання можливості створювати і обробляти програми нечіткого регулювання, незалежно від їх предметної області. Однак, не можна бути впевненим у коректності роботи системи, без її перевірки на працездатність.

Наступним етапом була розробка, за допомогою створеного механізму, прикладів використання системи нечіткого регулювання. Було реалізовано завдання управління роботом-маніпулятором, з трьома ступенями свободи, яка оброблялася за допомогою створеного інструменту, який був

інтегрований в проект, як бібліотека класів. З цим завданням механізм нечіткого управління впорався задовільно, про що свідчить передбачуване поведінку робота-маніпулятора. Наступне завдання кредитування, була реалізована з метою показати, що створений інструмент нечіткого управління не обмежується певною предметною областю, і його використання, також можливо і в інших сферах управління. Головною складовою успіху виконання завдання нечіткого регулювання є її коректна постановка, що говорить про те, що основним ресурсом для задач нечіткого управління є експертні знання, ті знання, яке людина здатна задати системі за допомогою природної мови.

В результаті, так як цілі основних завдань були досягнуті, і створена система є повністю працездатною, можна сказати, що основна мета даної роботи була досягнута.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. L.A. Zadeh. "Fuzzy sets" / L.A. Zadeh // Information and Control, vol. 8 — 1965. — P.338-353.
2. С. Д. Штовба. "Введення в теорію нечітких множин і нечітку логіку"
[Електронний ресурс] – Режим доступу:
<http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/1.php>
3. Деменков Н.П. Язык нечеткого управления [Текст] / МГТУ им. Н.Э. Баумана. — Москва: 2006. — 7с.
4. IRB 4600 CAD Models and drawings [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://new.abb.com/products/robotics/industrial-robots/irb-4600/irb-4600-cad>
5. Helix Toolkit is a collection of 3D components for .NET Framework.
[Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://github.com/helix-toolkit/helix-toolkit>
6. Alexander C. Abad, Dino Dominic Ligutan, Elmer P. Dadios. Fuzzy Logic-Controlled 6-DOF Robotic Arm / Gokongwei College of Engineering De La Salle University Manila, Philippines: 2018. – p. 11