

Шаров С.В., Лубко Д.В., Осадчий В.В.

Інтелектуальні інформаційні системи

Навчальний посібник

Мелітополь

2015

ББК 32.973-01я73
УДК 004.89(075.8)
Ш-26

Рекомендовано Вченою Радою Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Протокол №5 від 25.11.2015.

Рецензенти:

В.М. Малкіна – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій Таврійського державного агротехнологічного університету;

Горбатюк Р.М. – д.пед.н., професор, завідувач кафедри комп'ютерних технологій Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка;

Тріус Ю.В. – д.пед.н., к.фіз.-мат.н., професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій управління Черкаського державного технологічного університету.

Шаров С.В.

Ш-26 Інтелектуальні інформаційні системи: навч. посіб. / С.В. Шаров, Д.В. Лубко, В.В. Осадчий. – Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2015. – 144 с.

ISBN 978-617-7346-18-9

Основне призначення навчального посібника полягає у відображенні теоретичних та практичних основ створення та використання інтелектуальних інформаційних систем. Описані методи придбання, подання та обробки знань у інтелектуальних системах, а також технології проектування і реалізації інтелектуальних систем.

Навчальний посібник призначений для студентів вищих навчальних закладів, які вивчають дисципліну “Інтелектуальні інформаційні системи”, а також викладачів та студентів, які цікавляться питаннями розробки та використання систем штучного інтелекту.

ББК 32.973-01я73
УДК 004.89(075.8)

© Шаров С.В., Лубко Д.В., Осадчий В.В.
© Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького, 2015

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПИТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	7
1.1. Основні поняття штучного інтелекту	7
1.2. Визначення та класифікація інтелектуальних систем	10
1.3. Підходи до побудови систем штучного інтелекту	12
1.4. Особливості проектування та функціонування інтелектуальних систем	14
1.5. Області використання систем штучного інтелекту	15
Питання для самоконтролю	21
Тестові завдання	21
Література	23
РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ	25
2.1. Визначення та особливості інтелектуальних інформаційних систем	25
2.2. Класифікація інтелектуальних інформаційних систем	29
2.3. Етапи проектування та життєвий цикл інтелектуальних систем	35
2.4. Перспективи використання ІС в освіті	39
Питання для самоконтролю	42
Тестові завдання	42
Література	44
РОЗДІЛ 3. ПОДАННЯ ЗНАТЬ У ВИГЛЯДІ МОДЕЛЕЙ	46
3.1. Вибір моделі представлення знань	46
3.2. Логічні моделі	49
3.3. Семантичні мережі	52
3.4. Фреймові моделі	57
3.5. Продукційні моделі	62
Питання для самоконтролю	67
Тестові завдання	67
Література	69
РОЗДІЛ 4. ОНТОЛОГІЇ ТА ОНТОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ	71
4.1. Загальні поняття Semantic Web	71
4.2. Визначення онтології як моделі представлення знань	74
4.3. Загальні рекомендації щодо створення онтологій	76

4.4. Огляд редакторів онтологій	80
4.5. Загальна характеристика редактору онтологій Protege	82
4.6. Створення онтології засобами редактору Protege	84
Питання для самоконтролю	91
Тестові завдання	92
Література	93
РОЗДІЛ 5. ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ	95
5.1. Поняття і класифікація експертних систем	95
5.2. Структура та принцип роботи експертних систем	99
5.3. Методологія побудови експертних систем	101
5.4. Експертне оцінювання як процес вимірювання	107
5.5. Порівняння моделей подання знань в експертних системах	110
5.6. Приклади експертних систем	112
Питання для самоконтролю	113
Тестові завдання	114
Література	116
РОЗДІЛ 6. НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ	117
6.1. Поняття та класифікація нейронних мереж	117
6.2. Модель біологічного нейрона	123
6.3. Модель штучного нейрона	124
6.4. Навчання нейроної мережі	128
6.5. Практичне використання нейромережних технологій	132
Питання для самоконтролю	135
Тестові завдання	136
Література	137
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	139

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АІС – автоматизована інформаційна система
БД – бази даних
БЗ – бази знань
ЕС – експертна система
ЕОМ – електронно-обчислювальна машина
ЗОС – знаннеорієнтовані системи
ІЗ – інструментальний засіб
ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології
ІС – інтелектуальні системи
ІПС – інтелектуальні інформаційні системи
КФЕ – критерій функціональної ефективності
НМ – нейронні мережі
ПМІ – природно-мовний інтерфейс
СППР – системи підтримки прийняття рішень
ТЗ – технічне завдання
ШІ – штучний інтелект
ШНМ – штучна нейронна мережа
ЧЯ – чорний ящик
DOE – Differential Ontology Editor
KSL – Knowledge System Laboratory
KIF – Knowledge Interchange Format
OCML – Operational Conceptual Modeling Language
ODE – Ontological Design Environment
OKBC – Open Knowledge Base Connectivity
OWL – Web Ontology Language
VLSI – Very-Large-Scale-Integrated
URI – Uniform Resource Identifier

ВСТУП

Характерною властивістю сьогодення є процеси інформатизації, що інтенсивно розвиваються та впроваджуються практично у всіх сферах людської діяльності. Вони призвели до формування нової інформаційної інфраструктури, яка пов'язана з новим типом суспільних відносин та використанням нових інформаційних технологій.

Одним із напрямків розвитку штучного інтелекту є розробка комп'ютерних інтелектуальних систем, здатних виконувати функції, що традиційно вважаються інтелектуальними, – розуміння мови, логічний висновок, використання накопичених знань, навчання, розпізнавання образів, а також навчатися і пояснювати свої рішення. На сьогодні інформаційні інтелектуальні системи є перспективними у своєму розвитку.

Цей посібник присвячений інтелектуальним інформаційним системам і технологіям, тобто питанням організації, проектування, розробки і застосування систем, призначених для обробки інформації, які базуються на застосуванні методів штучного інтелекту.

Посібник містить перелік умовних скорочень, вступ, шість розділів, перелік використаних джерел. У ньому розглядаються фундаментальні питання штучного інтелекту, поняття та класифікація інтелектуальних інформаційних систем. Міститься інформація про моделі подання знань, зокрема логічні, фреймові, семантичні моделі, онтології. Розглядаються експертні системи та нейронні мережі.

До кожного розділу поданий перелік використаної літератури, питання для самоконтролю та тестові завдання, що дозволить студентам перевірити свої знання за розділами навчального посібнику.

Навчальний посібник призначений для студентів вищих навчальних закладів, які вивчають дисципліну “Інтелектуальні інформаційні системи”, а також викладачів та студентів, які цікавляться питаннями розробки та використання систем штучного інтелекту.

РОЗДІЛ 1

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПИТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

План

- 1.1. Основні поняття штучного інтелекту
 - 1.2. Визначення та класифікація інтелектуальних систем
 - 1.3. Підходи до побудови систем штучного інтелекту
 - 1.4. Особливості проектування та функціонування інтелектуальних систем
 - 1.5. Області використання систем штучного інтелекту
- Питання для самоконтролю
Тестові завдання
Література

1.1. Основні поняття штучного інтелекту

Характерною властивістю сьогодення є процеси інформатизації, що інтенсивно розвиваються та впроваджуються практично у всіх сферах людської діяльності. Вони призвели до формування нової інформаційної інфраструктури, яка пов'язана з новим типом суспільних відносин та використанням інформаційно-комунікаційних технологій.

Поряд з цим, існують позитивна динаміка розробки та впровадження елементів штучного інтелекту у більшість типів програмного забезпечення: мобільні додатки, інформаційні системи, електронні пристрої тощо. Цей процес «інтелектуалізації» дозволяє казати про поступове підвищення інтелекту сучасних комп'ютерних систем.

До основних понять, які використовуються у штучному інтелекті, відносять поняття штучного інтелекту, інтелекту, алгоритму, інтелектуальної задачі. Наведемо їх визначення.

Інтелектом ми будемо вважати здатність мозку вирішувати інтелектуальні задачі шляхом придбання, запам'ятовування та цілеспрямованого перетворення знань у процесі навчання, отримання життєвого досвіду та адаптації до різноманітних зовнішніх та внутрішніх обставин.

У цьому визначенні «інтелекту» під терміном «знання» ми маємо на увазі не тільки ту інформацію, яка поступає в мозок через органи чуття; зазначена інформація важлива, але недостатня для

інтелектуальної діяльності. Річ у тому, що об'єкти навколишнього середовища володіють властивістю не тільки впливати на органи чуття, але і знаходитися один з одним в певних відносинах. Ясно, що для того, щоб здійснювати в навколишньому середовищі інтелектуальну діяльність (або хоч би просто існувати), необхідно мати знання щодо моделі цього світу. У цій інформаційній моделі навколишнього середовища реальні об'єкти, їх властивості та відносини між ними не тільки відображаються і запам'ятовуються, але і можуть подумки цілеспрямовано перетворюватися. При цьому істотне те, що формування моделі зовнішнього середовища відбувається «у процесі навчання, отримання життєвого досвіду та адаптації до різноманітних обставин».

Отже, інтелектом вважається спроможність мозку до мисленнєвої діяльності, тобто до оперування знаннями для прийняття певних рішень стосовно конкретної задачі.

Штучний інтелект (ШІ) – наука та технологія створення інтелектуальних машин (програмних комплексів), здатних брати на себе окремі функції інтелектуальної діяльності людини (наприклад, вибирати та приймати оптимальні рішення на основі раніше отриманого досвіду і раціонального аналізу зовнішніх впливів).

З іншого визначення, під штучним інтелектом розуміється науковий напрямок, у межах якого ставляться та вирішуються завдання апаратного або програмного моделювання тих видів людської діяльності, які традиційно вважаються інтелектуальними. Саме у цьому сенсі термін штучного інтелекту ввів Джон Маккарті в 1956 р. на конференції в Дартмутському університеті.

Під *алгоритмом* розуміється точне розпорядження щодо виконання у певному порядку системи операцій для вирішення будь-якого завдання з деякого класу (множини) завдань. Термін «алгоритм» вийшов від імені узбецького математика Аль-хорезмі, який ще в IX столітті запропонував прості арифметичні алгоритми. У математиці та кібернетиці клас завдань певного типу вважається вирішеним, коли для його вирішення встановлений певний алгоритм. Знаходження алгоритмів є природною метою людини при рішенні їм різноманітних класів завдань. Відшукання алгоритму для завдань деякого типу пов'язане з тонкими та складними міркуваннями, що вимагають винахідливості та високої кваліфікації. Прийнято вважати, що подібного роду діяльність вимагає участі інтелекту людини. Завдання,

пов'язані з відшукуванням алгоритму рішення класу завдань певного типу можна назвати інтелектуальними.

До речі, цікавий план імітації мислення, запропонований А. Тюрінгом. «Намагаючись імітувати інтелект дорослої людини, – пише Тюрінг, – ми вимушені багато роздумувати про той процес, у результаті якого людський мозок досяг свого справжнього стану. Чому б нам замість того, щоб намагатися створити програму, що імітує інтелект дорослої людини, не спробувати створити програму, яка імітувала б інтелект дитини? Адже, якщо інтелект дитини отримує відповідне виховання, він стає інтелектом дорослої людини. Наші роздуми полягають у тому, що пристрій може бути легко запрограмований. Таким чином, ми розчленуємо нашу проблему на дві частини: на завдання побудови «програми-дитини» та завдання «виховання» цієї програми».

Слід додати, що саме цей шлях використовують практично всі системи ШІ. Адже зрозуміло, що практично неможливо закласти усі знання в достатньо складну систему. Крім того, на цьому шляху будуть відбиватися перераховані вище ознаки інтелектуальної діяльності (накопичення досвіду, адаптація та ін.).

Інтелектуальна задача – це процес знаходження алгоритму рішення певного класу задач. Інтелектуальними задачами є задачі, для розв'язання яких немає чітко заданого алгоритму, який завжди приводить до потрібного результату, а інтелектуальною діяльністю можна назвати процес вирішення інтелектуальних задач. Прикладом інтелектуальної задачі є розпізнавання образів, тобто визначення належності об'єкта, що спостерігається, до однієї із заздалегідь визначених категорій.

Інтелектуальним задачам властиві неповнота, неточність та суперечливість знань, а також велика розмірність простору рішень, що не дає змоги розв'язувати їх простим перебором. У таких задачах часто немає чітких критеріїв для вибору оптимального рішення, а сама задача не завжди цілком формалізується. Основними властивостями інтелектуальних задач є:

- символічне подання умов задачі;
- відсутність чіткої постановки задачі;
- відсутність прийнятного для практичного використання алгоритму рішення, який завжди забезпечує правильний результат;

- неповнота, неточність та суперечливість знань;
- відсутність чітких однозначних критеріїв вибору оптимального рішення;
- велика розмірність простору рішень.

1.2. Визначення та класифікація інтелектуальних систем

Постійне збільшення обсягів професійних знань та високий ступінь розвитку інформаційно-комунікаційних технологій актуалізує проблему розробки високоякісних програмних продуктів з елементами штучного інтелекту, призначених для задоволення інформаційних потреб користувачів.

Інтелектуальні системи (ІС) – це системи, що дозволяють будувати програми доцільної діяльності при вирішенні поставлених перед ними завдань на підставі конкретної ситуації, що складається на даний момент у навколишньому середовищі. При цьому інтелектуальні системи повинні зберігати працездатність при непередбачених змінах властивостей керованого об'єкту, цілей управління або навколишнього середовища (бути адаптивними).

Робота будь-якої інтелектуальної системи передбачає обробку бази знань, яка складає її основу та має властивість поступово накопичувати нові знання. Інтелектуальні системи повинні накопичувати інформацію, узагальнювати її, вчитися на своїх помилках, використовуючи базу знань.

Для ІС, орієнтованих на генерацію алгоритмів рішення задач, характерні наступні ознаки:

- розвинені комунікаційні здібності;
- уміння вирішувати складні, погано формалізовані завдання;
- здібність до самонавчання.

Комунікаційні здібності ІС характеризують спосіб взаємодії кінцевого користувача з системою – тобто можливість формулювання довільного запиту в діалозі системи.

Складні, погано формалізовані завдання – завдання, що погано формалізуються та вимагають побудови оригінального, нестандартного алгоритму рішення, залежно від конкретної ситуації, для якої можуть бути характерні невизначеність і динамічність.

Здібність до самонавчання – можливість автоматичного витягання знань для вирішення завдань з раніше накопиченого досвіду конкретних ситуацій.

Оскільки в основі інтелектуальних систем, що створюються як додаток теорії несилової взаємодії, лежить обробка різних дій з виробленням адекватною цим діям реакції, то такі системи отримали назву рефлексорних (по аналогії з поведінкою об'єктів живої природи). За критерієм ступеня інтелектуалізації, який у першому наближенні може характеризуватися обсягом інформації, що обробляється, інтелектуальні системи можна поділити на:

- системи перебору варіантів рішень згідно встановленої пріоритетності для наперед змодельованих ситуацій;
- ІС, які приймають рішення за детермінованими вирішальними правилами без навчання;
- інтелектуальні системи, що реалізують алгоритми компараторного розпізнавання за еталонами;
- експертні системи, що з метою прийняття ефективних рішень маніпулюють спеціальними знаннями, накопиченими фахівцями-експертами у конкретній предметній сфері знань;
- інтелектуальні системи, що здатні самонавчатися;
- знанне-орієнтовані ІС, що здатні утворювати та використовувати базу знань.

Інтелектуальні системи, що здатні самонавчатися, можна поділити на такі основні класи:

1. ІС, що розв'язують задачу розпізнавання образів за апріорно-класифікованою навчальною матрицею (навчання з “учителем”).
2. ІС, що реалізують алгоритми факторного кластер-аналізу.
3. ІС, що реалізують алгоритми кластер-аналізу при незмінному словнику ознак і за апріорно некласифікованими навчальними матрицями, тобто за умови неповної апріорної інформації про функціональний стан системи (навчання без “учителя”).
4. ІС, які реалізують алгоритми автоматичної класифікації за апріорно некласифікованими навчальними матрицями та здатні оптимізувати параметри словника ознак розпізнавання.
5. Відмовостійкі ІС, що здатні самостійно діагностувати свій функціональний стан і відновлювати свою функціональну спроможність при виникненні відмов.

6. Адаптивні ІС, що здійснюють класифікаційне самонастроювання та самоорганізацію.
7. ІС, що вирішують проблему шкалювання, яка полягає у побудові для шкал з різними мірами виміру зведеної шкали, координати якої можуть бути обернено відображені на відповідні вихідні шкали.
8. Сенсорні ІС, що моделюють чуттєві функції людини та базуються на “образному” комп’ютері, наділеному властивостями “технічного зору”, усномовного розпізнавання, розпізнавання пахощів тощо.
9. Гібридні ІС, які поєднують різні алгоритми та методи автоматичної класифікації.

До знанне-орієнтованих інтелектуальних систем відносять:

1. Системи, що ґрунтуються на інструктивних знаннях (rulebased reasoning).
2. Системи, що ґрунтуються на автоматичному доведенні теорем (automatic theorem-proving techniques).
3. Системи, що ґрунтуються на автоматичному породженні гіпотез (automatic hypothesizing).
4. Системи, що ґрунтуються на доведенні за аналогією (analogical reasoning).
5. Об’єктно-орієнтовані інтелектуальні системи (object-oriented intelligent systems).
6. Об’єктно-логічні інтелектуальні системи, що поєднують окремі переваги об’єктно-орієнтованих систем з системами автоматичного доведення теорем і використовують об’єктно-логічні мови, фреймові логіки (F-logics), логіки транзакції (transaction logics) та інше.

Зрозуміло, що наведена класифікація не є досить повною, оскільки відбувається неперервне розширення номенклатури ІС як за призначенням, так і за принципами функціонування.

1.3. Підходи до побудови систем штучного інтелекту

Оскільки по-справжньому повних систем ШІ в цей час немає, то не можна сказати, що якийсь підхід до побудови систем штучного інтелекту є правильним, а який є помилковим.

Для початку розглянемо *логічний підхід*. Основою для даного логічного підходу служить Булева алгебра. Свій подальший розвиток

Булева алгебра одержала у вигляді вираховання предикатів, у якому вона була розширена за рахунок введення предметних символів, відношень між ними, кванторів існування й загальності. Практично кожна система ШІ, побудована на логічному принципі, являє собою машину доказу теорем. При цьому вихідні дані зберігаються в базі даних у вигляді аксіом, правила логічного виведення як відношення між ними. Якщо ціль доведена, то трасування застосованих правил дозволяє одержати ланцюжок дій, необхідних для реалізації поставленої мети.

Домогтися більшої виразності логічному підходу дозволяє таке порівняно новий напрямок, як нечітка логіка. Основною її відмінністю є те, що правдивість висловлення може приймати в ній крім так/ні (1/0) ще й проміжні значення – не знаю (0.5), скоріше так, ніж ні (0.75), скоріше ні, ніж так (0.25). Даний підхід більше схожий на мислення людини, оскільки він на питання рідко відповідає тільки «так» чи «ні».

Під *структурним (біонічним) підходом* маються на увазі спроби побудови ШІ шляхом моделювання структури людського мозку. Однієї з перших таких спроб був перцептрон. Перцептрон (англ. perceptron від лат. percipere – сприйняття) – математична та комп'ютерна модель сприйняття інформації мозком (кібернетична модель мозку), запропонована Френком Розенблаттом в 1957 році і реалізована у вигляді електронної машини “Марк-1”.

Основною структурною одиницею, що моделюється, у перцептронах (як і в більшості інших варіантів моделювання мозку) є нейрон. Пізніше виникли й інші моделі, які відомі під терміном “нейронні мережі” (НМ). Ці моделі розрізняються за будовою окремих нейронів, за топологією зв'язків між ними і за алгоритмами навчання. НМ найбільше успішно застосовуються в задачах розпізнавання образів, у тому числі сильно зашумлених. Також для таких мереж характерна одна властивість, що дуже зближає їх з людським мозком – нейронні мережі працюють навіть за умови неповної інформації про навколишнє середовище. Тобто як і людина, вони на питання можуть відповісти не тільки “так” і “ні” але й “не знаю точно, але скоріше так”.

Досить велике поширення одержав *еволюційний підхід*. При побудові систем ШІ за даним підходом основна увага приділяється побудові початкової моделі та правилам, за якими вона може змінюватися (еволюціонувати). Причому модель може бути складена

за різними методами: це може бути НМ, набір логічних правил, будь-яка інша модель. Після того, як комп'ютер починає працювати, він на підставі перевірки моделей відбирає найкращі з них, на підставі яких за різними правилами генеруються нові моделі, з яких знову вибираються найкращі, і так далі. У принципі, можна сказати, що еволюційних моделей як таких не існує, існує тільки еволюційні алгоритми навчання. Але моделі, отримані при еволюційному підході мають деякі характерні риси, що дозволяє виділити їх в окремий клас.

Ще один широко відомий підхід до побудови систем штучного інтелекту – *імітаційний (функціональний)*. Даний підхід є класичним для кібернетики з одним з її базових понять – “чорним ящиком” (ЧЯ). ЧЯ – пристрій, програмний модуль або набір даних, інформація про внутрішню структуру та зміст яких відсутні повністю, але відомі специфікації вхідних і вихідних даних. Об'єкт, поведження якого імітується, саме і являє собою такий “чорний ящик”. Користувачу не важливо, що в ньому усередині і як він функціонує. Головне, щоб дійсна модель в аналогічних ситуаціях поведилася так само. Таким чином, тут моделюється інша властивість людини – здатність копіювати те, що роблять інші, не вдаючись у подробиці, навіть це потрібно.

1.4. Особливості проектування та функціонування інтелектуальних систем

Інтелектуальною називається система, здатна цілеспрямовано, залежно від стану інформаційних входів, змінювати не тільки параметри функціонування, а й сам спосіб своєї поведінки, який залежить не тільки від поточного стану інформаційних входів, але і від попередніх станів системи. Інтелектуальні системи є класом автоматизованих систем обробки інформації, які моделюють розумові процеси, притаманні людині при прийнятті рішень у різних галузях соціально-економічної сфери суспільства.

Конструктивно ІС складається з програмно-апаратної частини та об'єкта, процесу або явища, що досліджуються (далі замість цих понять будемо використовувати переважно узагальнюючий термін “процес”).

Під проектуванням інтелектуальної системи розуміється процес створення технічного, інформаційного, програмного та організаційного забезпечення ІС для досягнення поставленої мети її функціонування. *Метою проектування* будь-якої системи є конкретизація та визначення таких значень і співвідношень її категорій, які дозволяють системі функціонувати із визначеною ефективністю.

Загальна ефективність системи визначає ступінь відповідності її складових виконанню системою свого призначення згідно критерію мети. Важливою складовою загальної ефективності є функціональна ефективність, яка визначає ступінь відповідності функціонування системи за її робочим алгоритмом виконанню поставленої перед нею задачі згідно критерію мети.

Формування критерію мети спрямовано на уникнення невизначеності в описі системи. Оскільки мірою невизначеності є кількість інформації, то критерій мети має інформаційну природу, а інформаційний критерій функціональної ефективності (КФЕ) є його важливою складовою, яка визначає асимптотичні характеристики класифікатора.

Залежно від вхідних даних і уявлень про побудову та функціонування системи, задачі синтезу поділяють на три класи:

- інформаційний синтез, який передбачає оптимізацію функціональної ефективності системи;
- структурний синтез, який спрямований на оптимізацію складу, конфігурації, внутрішніх і зовнішніх зв'язків системи при заданих алгоритмах її функціонування;
- комбінований синтез структури та алгоритмів функціонування, пов'язаний з розподілом функцій за елементами системи та визначенням їх оптимального складу.

На сьогодні можна виділити такі основні підходи до аналізу і синтезу інформаційних систем: алгебраїчний; геометричний; теоретико-інформаційний; теоретико-статистичний; структурний (лінгвістичний); біонічний (нейромережний); мережний; нечіткий; теоретико-ігровий та інші. Незважаючи на те, що наведені підходи відрізняються один від одного рівнем і видом математичної формалізації слабо формалізованих процесів прийняття рішень, між ними не існує чіткої межі, а самі підходи часто доповнюють один одного.

Необхідною умовою синтезу системи є наявність вхідного математичного опису, який є адекватною моделлю вхідних даних, що відбивають основні характеристики та властивості функціонального стану системи.

Під функціональним станом розуміються основні характеристики системи у визначений момент або інтервал часу її функціонування у заданому режимі, які залежать від технічного стану системи та середовища, що впливає на неї через контрольовані і неконтрольовані фактори.

Головна задача проектування полягає у формуванні переліку вимог, яким повинна задовольняти інтелектуальна система, та їх реалізації на етапах апіорного та апостеріорного проектування. Етап *апіорного проектування* здійснюється за умов відсутності експериментальних даних функціонування ІС, що проектується. Тобто, це початковий етап проектування ІС з властивостями, які відсутні в природі або невідомі наперед розробнику. Етап *апостеріорного проектування* здійснюється за умов наявності експериментальних даних, одержаних як у результаті випробувань ІС, так і в процесі її експлуатації.

При реалізації головної задачі проектування необхідно враховувати такі фактори:

- складність проектування, яка визначається повнотою апіорної інформації про ІС, що проектується;
- необхідність прийняття компромісних рішень;
- розбіжність з вимогами практики;
- можливі ризики.

Функціональна ефективність ІС, що проектується, значною мірою визначається якістю розробки технічного завдання (ТЗ), що здійснюється за результатами маркетингу та включає формування мети, вимог, оцінку можливості технічної реалізації та процедуру узгодження між замовником і виконавцем щодо вимог та характеристик проекту.

Етап технічної пропозиції здійснюється з метою визначення принципів реалізації системи, структури, програмного забезпечення, що задовольняє технічне завдання. На цьому етапі проводиться патентний та інформаційний пошук прототипів та аналогів системи, що проектується.

Етапи ескізного та технічного проектування належать до стадії дослідно-конструкторського розроблення ІС.

На етапі ескізного проектування розв'язуються задачі аналізу та синтезу, здійснюється детальне опрацювання технічного та інформаційного забезпечення відповідно до ТЗ. Особливістю проектування ІС є необхідність проведення на цьому етапі програмної реалізації розроблених алгоритмів з метою фізичного моделювання системи, що характерно для евристичних методів аналізу і синтезу.

На етапі технічного (робочого) проектування на основі ТЗ та результатів ескізного проектування розробляється повний комплект технічної документації, який містить такі компоненти:

- електричні схеми;
- графічну документацію у вигляді необхідних креслень та специфікацій до них;
- програмну документацію: специфікацію, текст програми, опис програми, формуляр, опис застосування, інструкції для оператора, системного програміста та інше;
- текстову документацію: загальні технічні умови на систему, частинні технічні умови на комплектуючі, технічний опис, технічні формуляри, паспорти, інструкції на налаштування системи та вузлів, інструкції з експлуатації та інше.

На етапі технічного проектування випускається технічна документація, необхідна для виготовлення дослідної партії системи у заводських умовах, яка включає: технологічні інструкції; технологічні (маршрутні) карти; креслення на технологічне оснащення та необхідне технологічне обладнання.

Невід'ємною частиною проектування ІС на всіх етапах є проведення випробувань системи, які мають таку класифікацію:

- випробування на рівні прийому та здачі ІС, які полягають у встановленні відповідності системи та її складових технічному завданню;
- лабораторні випробування, які відбуваються на етапах ескізного та технічного проектування і полягають в оцінці правильності функціонування, точнісних оцінок, стійкості, стабільності, надійності роботи з метою забезпечення технічних умов;
- сумісні випробування, які проводяться проєктувальниками та замовниками за програмою лабораторних випробувань, але, як правило, за більш жорстких умов;

- натурні випробування, які проводяться у присутності замовника як завершальний етап перед здачею системи за умов, максимально наближених до заводських.

Під *функціонуванням системи* розуміється процес виконання системою заданого робочого алгоритму при використанні системи за призначенням, тобто за критерієм мети створення системи. ІС можуть функціонувати у двох режимах: автоматичному (тобто без участі в контурі функціонування системи людини – особи, що приймає рішення) або автоматизованому. Використання ІС, що функціонують в автоматичному режимі, є виправданим для розв'язання задач контролю та керування формалізованими процесами, моделювання яких можливе за традиційними математичними методами.

Функціонування інтелектуальної системи можна описати як постійне прийняття рішень на основі аналізу поточних ситуацій для досягнення певної мети. Природно виділити окремі етапи, які утворюють типову схему функціонування інтелектуальної системи:

1. Безпосереднє сприйняття зовнішньої ситуації; результатом є формування первинного опису ситуації.

2. Зіставлення первинного опису зі знаннями системи і поповнення цього опису; результатом є формування вторинного опису ситуації в термінах знань системи. Цей процес можна розглядати як процес розуміння ситуації або як процес перекладу первинного опису на внутрішню мову системи. При цьому можуть змінюватися внутрішній стан системи та її знання. Вторинний опис може бути не єдиним, і система може вибирати між різними вторинними описами. Крім того, система в процесі роботи може переходити від одного вторинного опису до іншого.

3. Планування цілеспрямованих дій та прийняття рішень, тобто аналіз можливих дій та їхніх наслідків і вибір тієї дії, яка найкраще узгоджується з метою системи. Це рішення формується деякою внутрішньою мовою (свідомо або підсвідомо).

4. Зворотна інтерпретація прийнятого рішення, тобто формування робочого алгоритму для здійснення реакції системи.

5. Реалізація реакції системи; наслідком є зміна зовнішньої ситуації і внутрішнього стану системи.

Не слід вважати, що вказані етапи є повністю розділеними у тому розумінні, що наступний етап починається тільки після того, як повністю закінчиться попередній. Навпаки, для функціонування

інтелектуальної системи характерним є взаємне проникнення цих етапів. Наприклад, ті чи інші рішення можуть прийматися уже на етапі безпосереднього сприйняття ситуації. Насамперед, це рішення про те, на які зовнішні подразники слід звертати увагу, а на яке не обов'язково. Зовнішніх подразників так багато, що їхнє сприйняття повинно бути вибірковим.

Суттєвою частиною системи штучного інтелекту є база знань, яка є результатом узагальнення досвіду експлуатації даної системи в певних конкретних умовах. Це означає, що програмістом може бути розроблена тільки «порожня оболонка» системи штучного інтелекту, яка перетворюється в працездатну систему у результаті процесу навчання, який, таким чином, є необхідним технологічним етапом створення подібних систем. Можна провести аналогію між такою системою і дитиною: дитина не може йти працювати, тому йому для цього попередньо потрібно тривале навчання в школі, а потім часто і в вузі, щоб він зміг виконувати певні види робіт.

1.5. Области використання систем штучного інтелекту

Областю застосування автоматизованих ІС є слабоформалізовані динамічні процеси (автоматична класифікація, ідентифікація, розпізнавання образів, керування, діагностування та інше), які відбуваються за умов апріорної невизначеності. Слабоформалізований процес має такі характеристики:

- унікальність процесу, пов'язана з моделюванням розумових процесів, властивих людині при прийнятті рішень;
- природа ознак розпізнавання може бути як кількісна, так і якісна;
- неоднорідність (різнотиповість) шкал вимірів ознак розпізнавання;
- імплікативний характер взаємозв'язку характеристик ІС;
- багаторівнева ієрархічна організація бази даних і взаємозв'язку підпроцесів;
- різноманітність можливих форм взаємодії підпроцесів між собою, яка породжує неоднорідність інформації, що циркулює у системі;
- багатофакторність та наявність часткових суперечливих критеріїв;
- нечітка, у загальному випадку, компактність реалізацій образу, обумовлена довільними початковими умовами динамічного процесу в моменти зняття інформації.

Основні напрями досліджень у області ШІ є наступні:

1. Прийняття рішень в завданнях діагностики, проектування та інших, подібних, завданнях. Наприклад, діагностика звуження коронарних судин, контроль за роботою електростанції, синтез електричних ланцюгів і т.д.

2. Розробка природно-мовних інтерфейсів і машинний переклад. Основна складність – текст можна перекласти тільки на основі розуміння його сенсу і в конкретному контексті попередньої інформації.

3. Розпізнавання образів. Цей напрям включає розробку методів представлення інформації про зорові образи. Основний підхід – опис класів об'єктів через певні значення головних ознак.

4. Навчання та самонавчання. Накопичення та формування знань на основі аналізу і узагальнення даних. Простий метод – кореляційний аналіз (це сукупність заснованих на математичній теорії кореляції методів виявлення кореляційної залежності між двома випадковими ознаками або чинниками).

5. Інтелектуальні роботи. Цей напрям включає вищезазначені напрями, а також ряд інших напрямів.

6. Ігри і машинна творчість. Цей напрям включає інтелектуальні ігрові завдання – шашки, шахи та аналогічні інги, а також створення комп'ютерної музики, віршів, казок, афоризмів тощо.

Деякі з найбільш відомих ШІ-систем:

– Deep Blue – переміг чемпіона світу з шахів Г.Каспарова. Матч Каспарова проти суперЕОМ не приніс задоволення ні комп'ютерникам, ні шахістам, і система не була визнана Каспаровим. Потім лінія суперкомп'ютерів IBM проявилась у проєктах brute force BluGene (молекулярне моделювання) та моделювання системи пірамідальних клітин в швейцарському центрі Blue Brain.

– Watson – перспективна розробка IBM, здатна сприймати людську мову і виробляти імовірнісний пошук, із застосуванням великої кількості алгоритмів. Для демонстрації роботи Watson взяв участь в американській грі “Jeopardy!”, де системі вдалося виграти (у грі три раунди відповідають на запитання).

– MYCIN – одна з ранніх експертних систем, яка могла діагностувати невеликий набір захворювань, причому часто так само, як і доктора.

– 20Q – проект, заснований на ідеях ШІ, за мотивами класичної гри “20 запитань”. Став дуже популярний після появи в Інтернеті на сайті 20q.net.

– Розпізнавання мовлення. Системи такі як ViaVoice здатні обслуговувати споживачів.

– Роботи в щорічному турнірі RoboCup змагаються в спрощеній формі футболу.

Отже, штучний інтелект широко використовується у суспільстві на рівні науки, навчання та побуту. І хоча повністю спроможного штучного інтелекту ще не розробили, однак у розробників та науковців є всі підстави це зробити.

Питання для самоконтролю

1. Дати визначення основних понять штучного інтелекту
2. У чому полягають центральні задачі штучного інтелекту?
3. Навести класифікацію інтелектуальних систем.
4. Назвати основні властивості інтелектуальних задач.
5. Які фактори необхідно враховувати при реалізації головної задачі проектування інтелектуальних систем?
6. Охарактеризувати системи підтримки прийняття рішень.
7. Навести класифікацію СППР.
8. На які класи поділяють ІС, які здатні самостійно навчатися?
9. Які системи відносять до знанне-орієнтованих ІС.
10. Назвати підходи до аналізу і синтезу інтелектуальних систем.
11. Що містить повний комплект технічної документації на етапі технічного проектування системи?
12. Назвати основні області використання систем штучного інтелекту.

Тестові завдання

1. Штучний інтелект (ШІ) – це... ?
 - a. наука про концепції, які дозволяють обчислювальним машинам робити такі речі, які у людей виглядають зрозумілими;
 - b. наука про концепції, які дозволяють обчислювальним машинам робити такі речі, які у людей виглядають розумними;
 - c. наука про концепції, які дозволяють обчислювальним машинам робити такі речі, які у людей виглядають прийнятними;

d. наука про концепції, які дозволяють обчислювальним машинам робити такі речі, які у людей виглядають такими які мають певний сенс.

2. Інтелектуальні системи (ІС) – це системи, що... ?

- a. дозволяють будувати програми доцільної діяльності при вирішенні поставлених перед ними завдань на підставі конкретної ситуації, що складається на даний момент в навколишньому середовищі;
- b. мають сукупність організаційних і технічних засобів для збереження та обробки інформації з метою забезпечення інформаційних потреб користувачів;
- c. є по суті автоматичними, та які навчаються, самонавчаються або самі навчають;
- d. виконують передбачений хід подій у часі та порядок правил, що повинні виконуватись для проведення запланованого.

3. Інтелектуальна система працює з ...?

- a. базами даних;
- b. моделями інформації;
- c. знаннями;
- d. системами обробки інформації.

4. Інтелектуальна задача – це процес знаходження ... ?

- a. певного алгоритму задачі або події;
- b. алгоритму рішення певного класу задач;
- c. певного рішення певної інтелектуальної задачі;
- d. структури та моделі певного інтелектуального класу.

5. За яких умов здійснюється етап апіорного проектування ІС?

- a. за умов відсутності експериментальних даних функціонування ІС, що проектується;
- b. за умов наявності експериментальних даних, одержаних у результаті випробувань ІС та у процесі її експлуатації;
- c. за умов відсутності експериментальних даних функціонування інформаційної системи, що проектується;
- d. за умов наявності експериментальних даних, одержаних тільки у результаті випробувань ІС.

6. Структура інтелектуальної системи містить такі блоки:
 - a. база даних, предикати та інтелектуальні взаємозв'язки;
 - b. алгоритми, відношення та бази даних;
 - c. інтелектуальний інтерфейс, вхідні та вихідні дані;
 - d. база знань, механізм виведення рішень та інтелектуальний інтерфейс.

7. Якого виду інтелектуальних систем не існує?
 - a. інтелектуальна інформаційна система;
 - b. експертна система;
 - c. функціональна система;
 - d. гібридна інтелектуальна система.

8. Обчислювальний інтелект містить у собі елементи:
 - a. елементи навчання, мов програмування та баз даних;
 - b. елементи навчання, адаптації та нечіткої логіки;
 - c. елементи алгоритмів, гри та функціональних зв'язків;
 - d. елементів предикативних функцій, навчання та розпізнавання.

9. Для якого підходу до будування систем ШІ використовується поняття “перцептрон”?
 - a. логічний підхід;
 - b. структурний підхід;
 - c. функціональний підхід;
 - d. імітаційний підхід.

10. Який механізм дозволяє інтелектуальній системі пропустити або обробити якусь частину даних з бази знань залежно від її важливості для досягнення певної мети?
 - a. механізм виведення;
 - b. механізм спрощення;
 - c. механізм повторення;
 - d. механізм відкоту.

Література

1. Глібовець М.М. Штучний інтелект: Підруч. для студ. вищ. навч. закладів / М.М. Глібовець, О.В. Олецкий. – Київ: Видавничий дім «КМ Академія», 2002.– 336 с.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко А.Н. Логическое программирование и Visual Prolog / А.Н. Адаменко, А.М.Кучуков. – СПб.: БХВ. – Петербург, 2003. – 992 с.
2. Аникин Д.В. Краткий обзор перспектив развития интеллектуальных систем: [Электронный ресурс] / Д.В. Аникин. – Режим доступа: <http://infotech.com.ua/view-articles/id-kratkii-obzor-perspektiv-razvitiya-intellektualnyh-sistem-26.htm>.
3. Антонов И.В. Модель онтологии предметной области для систем семантически-ориентированного доступа: [Электронный ресурс] / И.В. Антонов. – Режим доступа: http://pskgu.ru/projects/pgu/storage/wt/wt143/wt143_15.pdf.
4. Аткинсон Л. Робототехника и их перспективы / Л. Аткинсон. – М.: Вильямс, 2002. – 624 с.
5. Бениаминов Е.М. Система представления знаний Ontolingua - принципы и перспективы: [Электронный ресурс] / Е.М. Бениаминов, Д.М. Болдина. – Режим доступа: <http://beniaminov.rsuh.ru/Stanford.pdf>.
6. Береза А.М. Основы створення інформаційних систем: Навч. посібник / А.М. Береза. – К.: КНЕУ, 2001. – 205 с.
7. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
8. Глібовець М.М. Штучний інтелект: Підруч. для студ. вищ. навч. закладів / М.М. Глібовець, О.В. Олецкий. – Київ: Видавничий дім «КМ Академія», 2002. – 336 с.
9. Глинський Я.М. Штучний інтелект. Інтелектуальні роботи / Я.М.Глинський, В.А. Рязька В.А. – Львів: Деол, 2002. - 168 с.
10. Громов Ю.Ю. Интеллектуальные информационные системы и технологии: учеб. пособ. / Ю.Ю. Громов, О.Г. Иванова, В.В. Алексеев и др. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 244 с.
11. Джарантано Джозеф Экспертные системы: принципы разработки и программирование / Джозеф Джарано, Гари Райли. – М.: ООО Вильямс, 2007. – 1152 с.
12. Джейн А. Введение в искусственные нейронные сети / Анил К. Джейн, Жианчанг Мао, Мониуддин К.М. Введение в искусственные нейронные сети // Открытые системы. – 1997. – №

4. – С. 16 – 24.
13. Желнин М.Э. Роль и место экспертных систем в образовании : [Электронный ресурс] / М.Э. Желнин, В.А. Кудинов, Е.С. Белоус // Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета. – №2 (22), 2012. – Режим доступа: <http://www.scientific-notes.ru/pdf/024-003.pdf>.
 14. Зайченко Ю.П. Основы проектирования интеллектуальных систем: Навч. посіб. / Ю.П. Зайченко. – К.: Видавничий дім «Слово», 2004. – 352 с.
 15. Захарова О. В. Онтологии в системах управления знаниями / О.В. Захарова // Бізнесінформ.– № 6.– 2011. – С. 43-45.
 16. Избачков Ю.С. Информационные системы: Учеб. для вузов / Ю.С. Избачков, В. Н.Петров. – СПб.: Питер, 2005. – 656 с.
 17. Интеллектуальные информационные системы и технологии: учебное пособие / Ю.Ю. Громов, О.Г. Иванова, В.В. Алексеев и др. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 244 с.
 18. Кисіль Н.М. Класифікація інформаційних систем / Н.М. Кисіль, З.П. Гаталяк, Н.І. Горбаль // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Львів : УкрДЛТУ. – 2004. – Вип. 29. – С. 242 – 249.
 19. Козлов А.Н. Интеллектуальные информационные системы: учебник /А.Н. Козлов.– ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА. – Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2013.– 278 с.
 20. Кононюк А.Ю. Нейроні мережі і генетичні алгоритми / А.Ю. Кононюк. – К.: Корнійчук, 2008. – 446 с.
 21. Константинова Н.С. Онтологии как системы хранения знаний: [Электронный ресурс] / Н.С. Константинова, О.А. Митрофанова. – Режим доступа: http://www.uran.donetsk.ua/~masters/2012/iii/orlova/library/building_on_tologies.pdf.
 22. Кренке Д. Искусственные нейроны / Д. Кренке. – СПб.: Питер, 2003. – 799 с.
 23. Круг П.Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры: Учеб. пособ. по курсу «Микропроцессоры» / П.Г. Круг. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 176 с.
 24. Лекция 7: Онтология: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mei06.narod.ru/sem6/pz/shpora/lec7.htm>.

25. Леонтьев Б. Алгоритм разработки искусственных роботов / Б. Леонтьев. – М.: Солон-Пресс, 2003. – 640 с.
26. Луценко Е.В. Интеллектуальные информационные системы: учебное пособие для студентов специальности «прикладная информатика (по отраслям)» / Е.В. Луценко. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – 633 с.
27. Любарський С.В. Методологія вибору моделі подання знань в інтелектуальних навчальних системах / С.В. Любарський, П.В. Шаціло / Збірник наукових праць ВІПІ НТУУ «КПІ». – № 2. – 2010. – С. 65 – 71.
28. Макаренко С.И. Интеллектуальные информационные системы: учебное пособие / С.И. Макаренко. – Ставрополь: СФ МГГУ им. М.А. Шолохова, 2009. – 206 с.
29. Мигас С.С. Интеллектуальные информационные системы: Конспект лекций / С.С. Мигас. – СПб: ИНЖСКОН, 2009. – 160 с.
30. Морозов М.Н. Курс лекций по дисциплине «Системы искусственного интеллекта»: [электронный ресурс] / М.Н. Морозов. – режим доступа : <http://khpi-iip.mipk.kharkiv.edu/library/ai/conspai/index.html>.
31. Муромцев Д.И. Разработка экспертных систем в Drools Guvnor / Д.И. Муромцев, М.А. Колчин. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 54 с.
32. Невмержицький О.В. Аналіз сучасних моделей, орієнтованих на знання, та методів прийняття рішень / О.В. Невмержицький // Інформаційні технології проектування. – №13. – 2013. – С. 119 – 125.
33. Нейронні мережі: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ua-referat.com/Нейронні_Мережі.
34. Перцептрон: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Перцептрон>.
35. Петренко Н. Компьютерные онтологии и онтолого-управляемая архитектура информационных систем / Николай Петренко // Information Models of Knowledge. – Kiev, Ukraine – Sofia, Bulgaria, 2010. – С. 86 – 92.
36. Петров Е.Г. Методи і засоби прийняття рішень у соціально-економічних системах / Е.Г. Петров, М.В. Новожилова, І.В. Гребеннік. – К.: Техніка, 2004. – 256 с.
37. Петров В.Н. Информационные системы / В.Н. Петров. – СПб.: Питер, 2003. – 656 с.

38. Поспелов Д.А. Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов / Д.А. Поспелов. – М. : Радио и связь, 1989.– 184 с.
39. Рассел С. Искусственный интеллект: современный подход / Стюарт Рассел, Питер Норвиг. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1408 с.
40. Ревко П.С. Искусственные интеллектуальные системы в повседневной жизни человека / П.С. Ревко // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – Вып. № 9-2. – 2006. – С. 109 – 110.
41. Рогушина Ю.В. Технологии Semantic Web и их использование при разработке интеллектуальных приложений: [Электронный ресурс] / Ю.В. Рогушина, А.Я.Гладун. – Режим доступа: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/1507/49%20-%20Rogushina.pdf?sequence=1>.
42. Сахнюк П.А. Интеллектуальные системы и технологии: учеб. пособ. / П.А. Сахнюк. – Ставрополь: Агрус 2012. – 228 с.
43. Сироджа И.Б. Квантовые модели и методы искусственного интеллекта для принятия решений и управления / И.Б. Сироджа // Искусственный интеллект. – № 3. – 2002. – С. 161 – 171.
44. Системи оброблення інформації. Інтелектуальні інформаційні технології. Терміни та визначення. ДСТУ 2481 // 1994. – Державний стандарт України.
45. Смагин А.А. Интеллектуальные информационные системы: учеб. пособ. / А.А. Смагин, С.В. Липатова, А.С. Мельниченко. – Ульяновск : УлГУ, 2010. – 136 с.
46. Создание онтологий в редакторе protégé: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://texproc.ru/index.php/biblioteka/138-stati/svobodnoe-programmnoe-obespechenie/456-sozdanie-ontologij>.
47. Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник / С.О. Субботін. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341 с.
48. Сулова И.А. Методика обучения студентов компьютерных специализаций с использованием интеллектуальных информационных систем: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 «Теория и методика обучения и воспитания по общетехническим дисциплинам» / Сулова Ирина Александровна. – Екатеринбург, 2008. – 170 с.

49. Соколов А.Ю. Проектирование систем управления на ЭВМ / А.Ю. Соколов, Ю.Н. Соколов, В.М. Ильющко, М.М. Митрахович, Д.И. Гайсёнок. – Харьков: ХАИ, 2005.– 582 с.
50. Таусенд К. Проектирование и программная реализация экспертных систем на персональных ЭВМ / К. Таусенд, Д. Фохт. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 246 с.
51. Тельнов Ю.Ф. Интеллектуальные информационные системы / Ю.Ф. Тельнов. – М.: Московский международный институт эконометрики, информатики, финансов и права, 2004. – 82 с.
52. Титенко С.В. Проблема подання знань на основі природної мови у освітніх системах штучного інтелекту : [Електронний ресурс] / С.В. Титенко // Лабораторія СЕТ. Київ, 2006. – Режим доступу: http://www.setlab.net/?view=Philosophy_Knowledge.
53. Тоискин В.С. Интеллектуальные информационные системы: Учеб. пособ. / В.С. Тоискин. – Ставрополь: Изд-во СГПИ, 2009. – 181 с.
54. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам / Уотермен Д. – М. : Мир, 1989.– 388 с.
55. Хабаров С.П. Экспертные системы : [Електронний ресурс] / С.П. Хабаров. – режим доступа : http://firm.trade.spb.ru/serp/main_es.htm.
56. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс / С. Хайкин. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
57. Штучна нейронна мережа: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Штучна_нейронна_мережа.
58. Noy Natalya F. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology : [Електронний ресурс] // Natalya F. Noy and Deborah L. McGuinness. – Режим доступу: http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf.

Шаров Сергій Володимирович,
Лубко Дмитро Вікторович,
Осадчий Вячеслав Володимирович

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

Навчальний посібник

Друкується в авторській редакції

Підписано до друку: 08.12.15
Формат 60x90/16. папір офсет. Гарнітура Times New Roman.
Друк різнограф. Ум. друк. арк. 8,37
Наклад 500 прим. Зам. № 1491

Видавець

Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького
Адреса: вул. Леніна, 20, м. Мелітополь, Запорізької обл., 72312
(0619) 44 04 64

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виробників і розповсюджувачів
видавничої продукції від 16.05.2012 р. серія ДК №4324

Надруковано ФО-П Однорог Т.В.
вул Героїв Сталінграда, 3а, м. Мелітополь, 72313
(067) 61 20 700

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виробників і розповсюджувачів
видавничої продукції від 29.01.2013 р. серія ДК №4477