

О.М. Перегуда, к.т.н.

*Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова
Національного авіаційного університету***ВАРІАНТ КЛАСИФІКАЦІЇ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

У статті проаналізовано підходи до класифікації сучасних систем штучного інтелекту. Запропоновано варіант класифікації систем штучного інтелекту, який відповідає формальним вимогам до побудови системи класифікації та має практичне значення для розробки й проектування таких систем.

Вступ. Постановка проблеми. Вірно визначена класифікація основних об'єктів та процесів у певній галузі науково-технічної діяльності є запорукою успішної та результативної роботи. Правильна класифікація об'єктів, процесів та явищ, які входять до кола досліджень, сприяє однозначному й чіткому розумінню основних категорій і понять у даній галузі, забезпечує повноту досліджень, систематизує результати попереднього розвитку в галузі й одночасно сприяє виявленню протиріч та визначенню перспективних напрямків подальшої роботи. Галузь штучного інтелекту є однією з таких, що найбільш динамічно розвиваються [1]. У зв'язку з чим окремі варіанти класифікації систем штучного інтелекту, які були визначені у 60–80-ті рр. минулого століття, на даний час є застарілими і не відповідають вимогам сьогодення, хоча беззастережно використовуються окремими дослідниками при розробці, проектуванні чи використанні сучасних систем з елементами штучного інтелекту.

Певна частина варіантів класифікацій систем штучного інтелекту (СШ) не відповідає вимогам до правил побудови правильної системи класифікації, ці варіанти є неповними або такими, що пересікаються [2]. Головною причиною зменшення цінності великої кількості варіантів класифікацій є слабка орієнтація авторів на практичну значущість розробленого варіанта. «Класифікація для ознайомлення», або «класифікація для навчання», на думку автора, має слабку орієнтацію на конкретного спеціаліста і, відповідно, меншу цінність: «класифікація інтелектуальних технологій для роботи менеджера», «...для роботи економіста», «...для розробника складних інформаційних систем» — є більш конкретною і тому кориснішою, оскільки орієнтована на цілі та завдання, що вирішує конкретний фахівець.

Метою статті є розробка варіанта класифікації СШ на основі систематизації, узагальнення та критичного аналізу існуючих на даний час класифікацій. Запропонована класифікація інтелектуальних технологій повинна мати практичне значення для розробників і проектувальників СШ та відповідати формальним вимогам до побудови системи класифікації.

Огляд останніх досліджень і публікацій. Перш ніж приступити до детального огляду останніх досліджень і публікацій, пов'язаних з класифікацією СШ, визначимося з вимогами до процедури класифікації. Класифікація повинна [2]:

- бути повною (що передбачає повне й точне охоплення визначеної предметної області утвореними класами, при цьому не допускаються окремі прогалини чи часткове охоплення сусідніх предметних областей);

- проводитися за однією основою (неприпустиме об'єднання в одній групі класів, які отримані з використанням різних основ (критеріїв класифікації));

- не допускати пересікання класів в одній групі (окремий об'єкт не може бути віднесений одночасно до кількох класів однієї групи);

- бути безперервною (що не передбачає об'єднання в одній групі класів об'єктів, які суттєво різняться за своєю складністю та ієрархічним рівнем).

Окремі дослідники при розробці, проектуванні чи використанні сучасних СШ посилаються на класифікації, які було створено у 60–80-ті рр. минулого століття [3, 4] та які на даний час є застарілими й не відповідають вимогам сьогодення, не відображають сучасні тенденції розвитку СШ.

Більшість сучасних зарубіжних фахівців [5, 6, 7, 8] і окремі вітчизняні [9, 10, 11] обмежуються лише переліченням основних напрямків робіт у галузі штучного інтелекту, посилаючись на складність, різноманітність та високу динамічність розвитку цієї галузі. Головний недолік таких «переліків» — відсутність явно визначеного критерію (основи) для класифікації, а звідси такі недоліки:

- явне перетинання окремих категорій СШ між собою;

- наявність невисвітлених напрямків розвитку СШ;

- об'єднання в одному переліку (списку) різнорідних за призначенням, рівнем та складністю СШ.

Наявність таких недоліків сприяє неповному та нечіткому осмисленню фахівцем (користувачем, розробником) необхідних якостей СШ, не дозволяє йому правильно конкретизувати свій вибір на

користь тих чи інших інтелектуальних технологій, які б у повному обсязі дозволили йому вирішити поставлені перед ним завдання, виключивши надлишкове використання ресурсів.

Деякі автори [12] взагалі уникають явної класифікації чи перелічення напрямків досліджень у галузі штучного інтелекту, а виклад матеріалу ведуть від практичних завдань, які необхідно вирішувати в конкретній предметній області, поступово розкриваючи окремі підходи та методи штучного інтелекту, – такий підхід корисний при розв'язанні вузьких прикладних задач, але не сприяє формуванню системного мислення фахівця у галузі штучного інтелекту.

Більш корисною є класифікація, в якій чітко визначені декілька критеріїв (основ) для класифікації [13, 14, 15], такий підхід сприяє чіткішому усвідомленню шляхів вирішення поставлених перед фахівцем завдань. Можливим недоліком такого підходу є слабка орієнтація на конкретні практичні завдання – роботу менеджера, проектувальника, лікаря, військового, що піддає сумніву практичну корисність класифікації за окремими критеріями (основами), а окремі важливі та значущі критерії в даному випадку можуть бути пропущені.

З огляду на перелічені вище недоліки існуючих варіантів класифікації СШІ доцільним є створення класифікації за чітко визначеними практично значущими критеріями з орієнтацією на конкретного фахівця (в даному випадку на проектувальника та розробника СШІ).

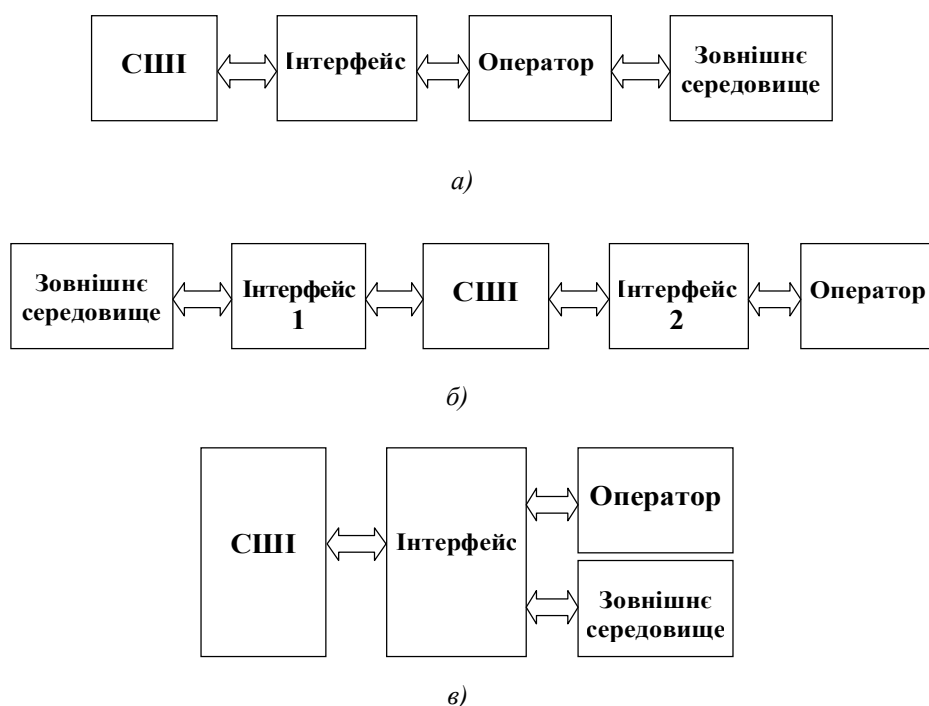


Рис. 1. Типи СШІ залежно від способу організації інформаційного обміну з оператором (користувачем) та зовнішнім середовищем:

а – співрозмовники-асистенти; б – вбудовані або інтегровані системи;
в – автономні системи

Викладення основного матеріалу. Слід зазначити, що СШІ (інтелектуальні системи) є окремим класом інформаційних систем [15], тому всім інтелектуальним системам притаманні якості інформаційних систем (наприклад: синхронні – асинхронні системи, статичні – динамічні та ін.). Сконцентруємо увагу перш за все на специфічних якостях СШІ, знання та розрізнення яких дозволять ґрунтовно підійти до завдань їх проектування і розробки.

Штучний інтелект – область досліджень і прикладних розробок, спрямованих на створення програмно-апаратних засобів, здатних до вирішення таких завдань, які передбачають застосування людиною своїх інтелектуальних здібностей, іншими словами, СШІ – це інформаційна система, яка має інтелектуальні властивості. Список інтелектуальних властивостей не є одноставно визначеним, але все ж таки має більш-менш сталий перелік, наприклад [10]: мислення, здатність до навчання, увага, сприйняття, увага, пам'ять, ерудиція (здібності наведені в порядку убування їхньої значущості). Тобто інформаційні системи, які мають перелічені вище властивості, можуть називатися інтелектуальними (або системами з елементами штучного інтелекту). Інтелектуальні якості реалізуються в інформаційній системі за

допомогою певних механізмів – інтелектуальних технологій; якщо в інформаційній системі не використовуються інтелектуальні технології, вона не є інтелектуальною. Таким чином, першою найважливішою основою для класифікації СШ є класифікація за видом інформаційної технології, яка використовується в інформаційній системі (табл. 1, п. 1). Звісно, що в інформаційній системі можуть бути одночасно застосовані декілька інтелектуальних технологій.

Однією з основних характеристик СШ є схема інформаційних потоків. На найвищому рівні узагальнення ця схема складається з вхідного, внутрішнього та вихідного потоків інформації. Відповідно до цього для СШ можна інтелектуалізувати процеси введення, оброблення та виведення інформації (табл. 1, п. 2). Для вирішення завдань вводу та виводу інформації застосовуються різні підходи (табл. 1, пп. 5, 6), які орієнтовані на відтворення чи синтез різних модальних функцій органів чуття. Продовжуючи розглядати особливості інформаційного обміну в СШ, слід окремо зазначити те, як саме здійснюється інформаційний обмін з іншими, зовнішніми відносно СШ, об'єктами (табл. 1, п. 3; рис. 1).

Таблиця 1

Класифікація систем з елементами штучного інтелекту

№ з/п	Основа класифікації (ознака, критерій)	Клас (напрямок)	
1	2	3	
1.	Залежно від інтелектуальної технології	На основі традиційних і нових моделей представлення та способів формалізації знань, моделей міркувань (так званий прагматичний, або інформаційний, підхід)	На фреймах
			На основі семантичної мережі
			На основі логік (формальна логіка, нечітка логіка, логіка замовчувань, логіка Мак-Дермота та ін.)
			На основі моделей міркувань (продукційні правила, «дерева рішень», автоматичне породження гіпотез, міркування на основі прецедентів та ін.)
			На основі онтологій
			Об'єктно-орієнтовані моделі
		На основі аналогій із природними явищами й фізичними процесами (так званий біонічний підхід)	На нейронних мережах
			Алгоритм відпалу
			Адаптивний резонанс
			Алгоритм мурахи
На основі традиційних математичних методів, які були частково запозичені	Еволюційне моделювання (генетичні алгоритми, штучне життя, еволюційне програмування)		
	Мережі довіри Баєсса		
	Моделі Маркова		

Продовження табл. 1

1	2	3
2.	Залежно від того, які інформаційні потоки інтелектуалізуються	Інтелектуалізація вхідного потоку інформації
		Інтелектуалізація процесу обробки інформації
		Інтелектуалізація вхідного потоку інформації
3.	За основним джерелом інформації, яка використовується для поточної роботи системи	Співрозмовники-асистенти (експертні системи, системи, що радять)
		Автономні системи (роботи, програмні агенти)
		Вбудовані або інтегровані системи (системи підтримки прийняття рішень)
4.	За рівнем інформаційного обміну	Індивідуального користування
		Для групи користувачів
		Для корпорації
		Для регіону
		Міжрегіональні
Міжнародні (світові)		

5.	За способом інтелектуалізації потоку вхідної інформації	З розпізнаванням звукової інформації	
		З розпізнаванням візуальної інформації	
		З використанням інших спеціальних засобів введення інформації	
6.	За способом інтелектуалізації потоку вихідної інформації	З синтезом звукової інформації	
		З синтезом візуальної інформації	
		З використанням інших спеціальних засобів виведення інформації	
7.	За формою представлення інформації при інформаційному обміні	Природною мовою або підмножиною природної мови	
		Спеціальною мовою (набір символів, графічних знаків, візуальних чи аудіообразів та ін.), яка передбачає розуміння людиною	
		Спеціальною (машинною) мовою, яка не передбачає розуміння людиною	
8.	За структурованістю інформації	Системи, які можуть працювати лише зі структурованою інформацією	
		Системи, які можуть працювати з неструктурованою інформацією	
9.	Залежно від того, які види обробки інтелектуальної інформації застосовуються	Перетворення	
		Пошук	
		Аналіз	
		Синтез	
10.	Залежно від форми та способу технічної реалізації інтелектуальних функцій	Програмні	Універсальні мови програмування (C, C++, Pascal, Basic, SmallTalk)
			Спеціальні мови програмування (Lisp, Prolog, Рефал, Planer, QA-4, FRL, KRL, OPS)
			Оболонки інтелектуальних систем
		Програмно-апаратні	На основі мікропрограм
		Апаратні	На основі «жорсткої» (апаратної) логіки
11.	За середовищем функціонування системи	Орієнтовані на природне середовище	Нормальні умови
			Екстремальні умови
		Орієнтовані на штучне середовище	Реальні умови
			Віртуальні умови

Закінчення табл. 1

1	2	3	
12.	За галуззю застосування	Прикладні (військові, медичні, бізнес-орієнтовані, наукові та ін.)	
		Дослідницькі	
		Для творчості	
13.	За типом розв'язуваних логічних (інтелектуальних) задач	Діагностики	
		Моніторинг	
		Інтерпретації	
		Прогнозування	
		Планування	
		Проектування й розробки	
		Контролю та управління	
		Налагодження та ремонту (відновлення)	
		Навчання	
14.	За можливістю розвитку (еволюціонування)	Незмінювані властивості	
		Властивості, що можуть модифікуватися	
		Ті, яких навчають (з учителем)	
		Ті, що адаптуються (такі, які навчаються самі)	
15.	За стадією свого існування	Демонстраційний прототип	
		Дослідницький прототип	

	Промисловий прототип
	Комерційна система

Також важливими є масштаби інформаційного обміну (табл. 1, п. 4), які визначаються кількістю суб'єктів, що беруть участь в інформаційному обміні, та складністю зв'язків між цими суб'єктами. Важливим для розробника (проектувальника) СШ є визначення форми представлення інформації, яка циркулює у системі (табл. 1, пп. 7, 8), та способів обробки цієї інформації (табл. 1, п. 9).

Виходячи з основних функцій та завдань, вирішення яких повинна забезпечувати система, а також з умов, за яких ці завдання повинні вирішуватися, можна виділити такі основи для класифікації СШ: галузь застосування та призначення (табл. 1, п. 12), типи завдань, що вирішуються (табл. 1, п. 13), середовище, на яке орієнтована система (табл. 1, п. 11).

Особливо важливими для розробника та проектувальника СШ є знання та чітке усвідомлення можливостей окремих засобів проектування та розробки СШ, для даної сфери можна виділити ряд значущих критеріїв для класифікації (табл. 1, пп. 10, 15). Також, як для будь-якого програмного або програмно-апаратного засобу, можна виділити додаткові критерії: за формою представлення СШ (функція, бібліотека, модуль, підсистема, система, комплекс); за відкритістю архітектури (відкрита, закрита); за категорією програмного забезпечення (системне, інструментальне, прикладне).

Якості СШ, як правило, не є сталими, але різні СШ мають неоднакові можливості щодо розвитку та еволюціонування (табл. 1, п. 14).

В наведеній класифікації в явному вигляді можна не знайти окремі види СШ, але можна чітко визначити характерні риси конкретної СШ, обравши відповідні класи. Автор усвідомлює умовність будь-якої класифікації. Труднощі з класифікаціями найчастіше мають об'єктивну причину. Справа не в недостатній проникливості людського розуму, а в складності світу (як природного, так і штучного), який нас оточує, у відсутності в ньому твердих кордонів і різко окреслених класів. Загальна мінливість речей, їх «плинність» ще більше ускладнюють і розмивають цю картину. До того ж пізнання світу — нескінченний процес, і жоден досліджуваний об'єкт не відомий нам у всіх своїх деталях. Саме тому далеко не все й не завжди вдається чітко класифікувати. Той, хто націлений на проведення ясних розмежувальних кордонів, постійно ризикує опинитися в штучному, ним самим створеному світі, що має мало спільного з динамічним, повним відтінків і переходів реальним світом. У зв'язку з чим потрібно пам'ятати, що не слід бути надто прискіпливим до будь-яких класифікацій, розуміючи, разом з тим, що саме класифікація дозволяє підвести певний підсумок, окреслити досягнуті результати та визначити пріоритетні напрямки подальшої роботи.

Висновки:

1. Значна частина варіантів класифікації СШ є застарілою або такою, що не відповідає формальним вимогам до побудови систем класифікацій. Основні недоліки полягають у неповноті класифікації, неприпустимому перетині окремих класів, слабкій практичній цінності класифікації за окремими критеріями.

2. Важливою запорукою забезпечення проведення ефективної наукової та науково-технічної роботи в галузі розробки, проектування та використання систем з елементами штучного інтелекту є створення актуальних варіантів класифікації сучасних інтелектуальних технологій, які б задовольняли формальні вимоги до створення системи класифікації та були орієнтовані на конкретного фахівця: розробника, проектувальника, менеджера, економіста тощо.

3. У статті запропоновано варіант класифікації сучасних СШ, який має практичне значення для розробників та проектувальників цих систем та відповідає формальним вимогам до побудови системи класифікації.

Перспективними напрямками подальших досліджень є створення варіантів класифікації СШ для іншого кола фахівців: менеджерів, економістів, наукових працівників, а також опис технології розробки СШ, в основу якої буде покладено цю класифікацію.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Осипов Г. Искусственный интеллект: основные направления и состояние исследований [Электронный ресурс] / Г. Осипов. – Режим доступа : <http://www.kinnet.ru/> <02.08.2002>.
2. Кирилов В.И. Логика : учеб. / В.И. Кирилов, А.А. Старченко. – М. : Высшая школа, 1982. – 262 с.
3. Построение экспертных систем : пер. с англ.; под ред. Ф.Хайеса-Рота, Д.Уотермана, Д.Лената. – М. : Мир, 1987. – 441 с.
4. Хант Э. Искусственный интеллект : пер. с англ. – М. : Мир, 1978. – 558 с.
5. Люгер Д. Искусственный интеллект / Д. Люгер. – М. : Мир, 2003. – 690 с.
6. Джарратано Д. Экспертные системы. Принципы разработки и программирование / Д. Джарратано, Г. Райли. – М. : Вильямс, 2007. – 1152 с.
7. Джонс М. Программирование искусственного интеллекта в приложениях : пер. с англ. – М. : ДМК Пресс, 2004. – 312 с.

8. *Рассел С.* Искусственный интеллект: современный подход : пер. с англ. / *С. Рассел, П. Норвиг.* – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2006. – 1408 с.
9. *Гаврилова Т.А.* Базы знаний интеллектуальных систем / *Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский.* – СПб. : Питер, 2001. – 384 с.
10. Будущее искусственного интеллекта / ред.-состав. *К.Е. Левитин, Д.А. Поспелов.* – М. : Наука, 1991. – 302 с.
11. Интеллектуальні системи : навч. посіб. / *О.М. Перегуда, А.І. Бобунов, С.С. Бучик та ін.; за ред. Б.М. Герасимова.* – Житомир : ЖВІ НАУ, 2008. – 176 с.
12. *Шампандер А.Дж.* Искусственный интеллект в компьютерных играх: как обучить виртуальные персонажи реагировать на внешние воздействия : пер. с англ. – М. : Вильямс, 2007. – 768 с.
13. Иерархический рубрикатор интеллектуальных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.raai.org/> <05.10.2005>
14. *Смолин Д.В.* Введение в искусственный интеллект : конспект лекций / *Д.В. Смолин.* – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 208 с.
15. *Башмаков А.И.* Интеллектуальные информационные технологии: учеб. пособие / *А.И. Башмаков, И.А. Башмаков.* – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 304 с.

ПЕРЕГУДА Олександр Михайлович — кандидат технічних наук, старший науковий співробітник наукового центру Житомирського військового інституту ім. С.П. Корольова Національного авіаційного університету.

Наукові інтереси:

– інформаційно-інтелектуальне забезпечення складних технічних систем.

E-mail: al-pereguda@rambler.ru

Подано 17.08 2010

Перегуда О.М. Варіант класифікації сучасних систем штучного інтелекту

Перегуда А.М. Вариант классификации современных систем искусственного интеллекта

Перегуда О.М. Варіант класифікації сучасних систем штучного інтелекту

УДК 681.3

Вариант классификации современных систем искусственного интеллекта / А.М. Перегуда

В статье проанализированы подходы к классификации современных систем искусственного интеллекта. Предложен вариант классификации систем искусственного интеллекта который отвечает формальным требованиям к построению системы классификации и имеет практическое значение для разработки и проектирование таких систем.

УДК 681.3

Вариант классификации современных систем искусственного интеллекта / А.М. Перегуда

In article analyses approaches to classification of modern systems of an artificial intelligence. The variant of classification of systems of an artificial intelligence which is offered meets formal demands to construction of system of classification and has practical value for develop and designing of such systems.