

УДК 519.71

В.І. Гарбарчук

Instytut Informatyki Univer. Politechnika Lubelska, Lublin, Polska,
wig@pluton.pol.lublin.pl

Концептуальні основи теорії штучного інтелекту

*«...Напочатку потрібно вирішити питання в принципі:
будува міст вздовж річки чи впоперек?»
(З правил одеських будівельників)*

Запропоновано підхід до побудови теорії штучного інтелекту як теорії ергаматів на основі системного аналізу різних наукових підходів до цієї проблеми та результатів авторських досліджень.

Вступ

Аналіз сучасного стану наукових досліджень у проблематиці, що має загальну назву «штучний інтелект» [1-5], показує, що:

- а) наукова і псевдонаукова ейфорія 60 – 70-х років стосовно швидкого створення «штучного мозку», «розумних машин» і т.п. поступово затухала в 80-х роках і вже у 90-х роках практично спала до нуля, а одним з важливих стимулів до такого спаду був повний провал японської програми створення комп'ютерів п'ятого покоління на основі лінгвістичного інтерфейсу та ін.;
- б) вищевказані невдачі зіграли і позитивну роль у тому розумінні, що показали надзвичайну методологічну і теоретичну складність наукового напрямку, що вписувався в поняття «штучний інтелект», «штучний розум»;
- в) із-за відсутності загальної наукової методологічної основи проблематики тут практично стільки ж підходів, скільки авторів;
- г) особливість проблематики штучного інтелекту полягає в тому, що дослідник фактично має у собі «прототип» того, що він пробує створити у штучному вигляді – власний мозок, власний розум, власний інтелект, а також має можливості дослідження мозку будь-яких інших «братів своїх менших», але ніяк не може отримати потрібних відповідей на існуючі питання;
- д) проблематика штучного інтелекту вимагає інтеграції спеціальних досліджень і експериментів у першу чергу в біології, медицині (нейромедицині), біофізиці, біохімії, кібернетиці, інформатиці, психології, лінгвістиці, теорії інформації, нанотехнологіях та ін., об'єднаних новими математичними методами моделювання та формалізації отриманих результатів.

Очевидно, що потрібно добре помислити над тим, до чого приведе людство створення чогось штучного з якимись ненульовими інтелектуальними здібностями. Але через те що історія науки і людської «творчості» показує, що людина

спочатку щось робить, а потім оцінює свою «продукцію», то не будемо зараз зупинятись на питаннях етичності, гуманності, моральності цих досліджень, а віднесемо це на кінець статті.

Можна вказати три базових підходи до проблематики штучного інтелекту (ШІ):

- 1) антропологічний (біологічний), що зорієнтований на створення штучного мозку, штучного розуму та інтелекту, подібних до їх природних аналогів;
- 2) абстрактно-теоретичний, зорієнтований на створення математичних моделей і відповідних абстрактних систем штучних мозку, розуму та інтелекту, з подальшим експериментуванням на цих моделях з кінцевою метою практичної реалізації відповідних інтелектуальних штучних систем;
- 3) гібридний (комбінований), побудований на синтезі двох вищеназваних підходів.

Прикладів і контрприкладів для кожного з цих підходів можна навести багато, звернувшись до історії розвитку інших теорій і наук.

Так, споконвічні спроби людини зробити собі штучні крила, щоб літати як птах (біопідхід), або штучні ноги для машин і до цього часу не дали ефективних результатів. Проте теорія крила (теоретичний підхід до моделювання польоту) дала можливість створити літаки із статичними крилами, які літають швидше за птахів, а теорія двигуна і колеса – створити автомобілі і т.п., що рухаються швидше за будь-які природні істоти з ногами. Правда, не так просто оцінити користь і шкоду від таких реалізацій. У той же час відомий у біосвіті реактивний принцип руху дав можливість створити штучні системи (ракети і літаки), що реалізують цей принцип (хоч не з таким ефектом, як біосистеми щодо енерговитрат). Комп'ютер взагалі можна вважати реалізацією кількох абстрактних теорій і технологій. Прикладом гібридного підходу може бути підхід до побудови вітрильників, гвинтокрилів, кораблів на підводних крилах і т.д.

Але всі ці названі і не названі приклади штучних систем тільки підтверджують тезу про неконкурентність штучних систем у порівнянні з природними за критеріями: а) енергетичної ефективності; б) екологічності, габаритно-масовими показниками, мініатюризації компонентів, живучості, надійності, адаптаційності і т.п. Нічого говорити про критерій інтелектуальності, бо штучних інтелектуальних систем немає.

Концепція підходу

1 Базові поняття

Наш підхід побудований не на прямому введенні понять, а на поступовому підході до них через інші, вже добре відомі, тільки використані трошки в іншій інтерпретації.

З чого ж починати побудову теорії штучного інтелекту? Очевидно, що з визначення базових понять. До таких понять у першу чергу відносяться поняття «мозок», «розум», «інтелект».

Очевидно і те, що ці поняття взаємозв'язані, але «що є що» (рис. 1)?

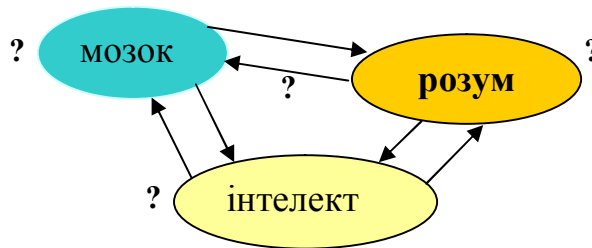


Рисунок 1 – Схема до визначення базових понять штучного інтелекту

Із схеми на рис. 1 випливає чотири основних питання стосовно вказаних тут понять і зв'язків між цими поняттями. Можна визначитись з поняттям мозку як якоїсь *фізичної* субстанції із спеціальними властивостями і функціями. А поняття розуму та інтелекту входять у множину *властивостей* мозку. Очевидно і те, що «розум» та «інтелект» не являються фізичними реаліями, а потребують такого фізичного носія, як мозок. Але найважливішим залишається питання: «*розум і інтелект – це синоніми чи різні поняття?*».

Для відповіді на це питання і формального визначення понять, що виділені на рис. 1 зробимо деякий «обхідний маневр». Адже на цьому рисунку проглядається ще і питання системності, зв'язків. Тому потрібно визначити поняття «система».

Ні мозок, ні розум, ні інтелект, як відомо, не існують самостійно, а входять до складу тих утворень, які ми називаємо системами. І хоч є багато визначень поняття «система», ми скористаємось таким, яке, на нашу думку, найповніше відображає кібернетичні аспекти поняття «система» [5-7]. Суть підходу в наступному.

Введемо означення:

- а) *ціль (мета)* – конкретний скінчений бажаний результат;
- б) *елемент* – деякий об'єкт конкретного цільового призначення;
- в) *структура* – спосіб і форма з'єднання елементів.

Тоді *система* – множина елементів, структурно об'єднаних для досягнення деякої єдиної цілі.

Вказана в означенні системи ціль називається *системною*. Тоді цілі елементів системи будемо називати *локальними цілями*. Але з даного визначення поняття «система» відразу впливає кілька важливих висновків.

1. Системна ціль відразу викликає питання про співвідношення системної цілі з локальними цілями елементів, що утворюють дану систему. При цьому стає очевидним, що системна ціль не може визначатись як проста арифметична сума або інше математичне об'єднання локальних цілей, і що вона має вищий ранг значимості для системи, ніж локальні цілі. В результаті приходимо до висновку, що в системі *завжди існує ієрархія цілей*, причому на верхньому рівні знаходиться системна ціль, а на підпорядкованому, нижчому рівні – локальні цілі елементів системи, *за винятком* системи з одного елемента або пустої системи (без елементів).
2. Якщо *немає системної цілі, то немає системи*, а є тільки множина взаємозв'язаних елементів.
3. З п. 1. випливає, що в системі, яка складається з більш ніж одного елемента, завжди існує *конфлікт*, як мінімум, між системною метою (а значить, систе-

мою) та її локальними цілями (а значить – елементами). У максимальному варіанті існують конфлікти як між всіма елементами попарно або їх підмножинами та системною метою.

4. На підставі висновку 3 виникає висновок про те, що для забезпечення функціонування системи згідно системної мети (для досягнення системної мети) потрібно *керування (управління)* в цій системі, направлене на мінімізацію конфліктності в системі (для досягнення системної мети).
5. На підставі висновку 4 приходимо до висновку про те, що *всяка цілеспрямована система* (така, що має системну мету) є *кібернетичною системою*, в якій є *підмножина елементів*, здатних виконувати функції, потрібні для досягнення системної мети – *об'єкт управління*, а також є друга підмножина елементів, які здатні виконувати *функції управління* цим об'єктом – *суб'єкт управління (регулятор)* для досягнення системної мети.

Тоді можемо побудувати модель кібернетичної (цілеспрямованої системи в наступному вигляді.

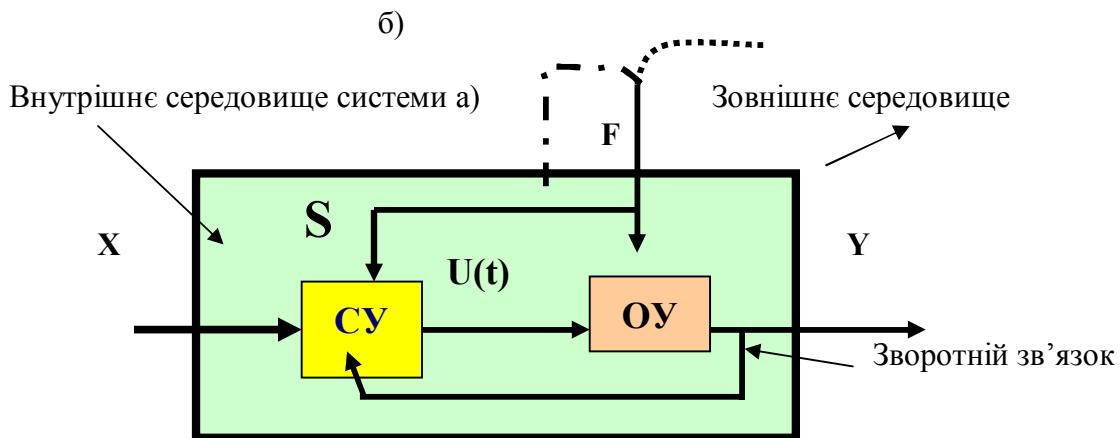


Рисунок 2 – Загальна структура цілеспрямованої кібернетичної системи:
 S – внутрішнє середовище системи як «чорної» скриньки, X – множина входів для системи S , а конкретно – вхід суб'єкта управління $СУ$ цієї системи,
 Y – виходи системи, а конкретніше – виходи об'єкта управління цієї системи,
 F – системна мета, $U(t)$ – алгоритм управління
 (множина керуючих команд тощо)

Як видно з рис. 2, внутрішнє середовище – це власне система S , а зовнішнє – це все, що впливає на дану систему, але не є її елементами і не підпорядковане цій системі, а конкретно – регулятору цієї системи, її алгоритму управління.

Траєкторії а) та б) для системної мети F – це відповідні шляхи до джерел (генераторів) системної мети: якщо в системі існує траєкторія а), то це означає, що системна мета формується (генерується, ставиться) самою системою, тобто в цій системі, в її внутрішньому середовищі, є засоби (механізми, підсистеми тощо), здатні ставити системну мету, а коли має місце траєкторія б) – системна мета ставиться «постановником» у зовнішньому середовищі. Можлива ще ситуація в): системна мета ставиться в результаті взаємодії засобів формування мети в системі і зовнішньому середовищі (комбіновано).

У такому випадку ми підходимо до деяких важливих нових означень:

- 1) система не має мозку, а значить, не має ні розуму, ні інтелекту, якщо системна мета формується в ній за траєкторією б);
- 2) система має мозок з розумом та інтелектом, якщо її системна мета формується за траєкторією а) або в результаті комбінації а) та б).

Виходячи з вищесказаного і того, що здатність системи власними засобами самостійно ставити свою системну мету є першою ознакою наявності в ній мозку, визначимо формально наступні поняття.

1. Мозок: природня, фізично реалізована підсистема системи S , яка здатна, **як мінімум**, самостійно ставити системну мету F , а **як максимум** – самостійно оцінювати можливості досягнення цієї мети за скінчений час та виробляти ефективний алгоритм $U(t)$ з урахуванням існуючих на вході X системи S ресурсів, енергії та інформації для отримання на виході Y результатів, що передбачались метою F .

Очевидно, що в системі мозок або є, або його немає. Відповідною буде і система: з мозком, або без мозку.

2. Розум: інтегральна властивість мозку системи, що визначає його **потенційні можливості виконати дії**, потрібні для того, щоб за скінчений час поставити системну мету, оцінити імовірність досягнення поставленої мети при заданих вхідних енергії, інформації та ресурсах і виробити ефективний скінчений алгоритм досягнення поставленої системної мети.

З цього визначення випливає, що розум як потенціал мозку не може бути нульовим, тобто мозку без розуму не буває.

3. Інтелект: інтегральний показник якості, ефективності, результативності розуму в постановці системної мети та розв'язанні всіх задач, що виникають перед мозком системи для досягнення відповідної системної мети.

Таким чином, інтелект визначає **рівень розвитку** розуму, яким наділено мозок.

Звідси ж випливає і наступний важливий висновок: **розвинути розум як потенціал мозку, наповнити його інтелектом можна тільки шляхом навчання з наступним самонавчанням.**

Але навчання може забезпечити **вчитель**, тобто система, що знаходиться в **зовнішньому** для даної системи S середовищі. Звідси отримуємо ще один важливий висновок: **система з розумом не може бути закритою.**

На підставі означення інтелекту можна встановити такі реальні межові рамки для інтелекту:

$$0 < I < 1 \quad (1),$$

де I – деяка міра інтелекту. Очевидно, що питання про міру інтелекту поки що залишається відкритим. Американська міра IQ є тільки однією із складових цієї великої векторної міри.

Тепер не буде проблемою визначити наступні поняття:

- **штучний мозок** – штучно реалізована фізична підсистема деякої кібернетичної системи з властивостями, подібними або аналогічними до відповідних властивостей природного мозку;
- **штучний розум** – **потенційні** властивості штучного мозку, подібні або аналогічні до відповідних властивостей природного розуму;
- **штучний інтелект** – інтегральний показник якості, ефективності, результативності штучного розуму в штучному мозку.

Таким чином, **штучний інтелект – це тільки характеристика, інтегральний показник мозку (підсистеми) кібернетичної системи, а не сама ця підсистема.**

Тепер стає очевидним, що коректніше буде називати **природні системи** з мозком, розумом та ненульовим інтелектом **інтелектуальними системами** (інтелсистемами, *I*-системами), а штучні системи із штучним мозком і відповідними розумом та інтелектом – системами штучного інтелекту (штучні інтелсистеми, **ШІ-системи**).

2 Теоретичні проблеми інтелсистем

1. Перша проблема формується питаннями: з чим працює, що обробляє, що видає природний мозок у відповідності з його головними функціями?

Очевидно, що на перше місце тут виходить поняття **«інформація»**. Тобто для виконання своїх системних функцій (постановка мети, формування алгоритму управління і т.п.) мозок повинен сприймати, оцінювати, запам'ятовувати, обробляти, генерувати, видавати інформацію. А так як до цього часу ще не сформована, не створена в повному обсязі теорія інформації, то очевидно, що формалізація функцій мозку стає просто **неможливою**.

Геніальне визначення К. Шенноном інформації як **міри впорядкованості**, міри, протилежної до ентропії, до цього часу не підкріплено ефективною теорією. І проблема не в тому, що над цією теорією працює мало науковців, а в тому, що міра інформації – одна з найскладніших мір, з якими людині приходиться мати справу. Адже інформація має три головні складові: 1) абстрактну, 2) семіотичну, 3) семантичну. А для кожної з цих складових потрібна своя міра. І тільки на підставі цих окремих мір можна побудувати інтегральну міру інформації. К. Шенноном запропонована тільки абстрактна міра і тільки для імовірносних процесів.

Щоб не вдаватись у деталі, що виходять за межі цілей даної статті, відсилаємо читача до публікації автора [8].

Але зауважимо головне: **без теорії інформації просто безвідставно вести розмову про теорію інтелектуальних систем.**

2. Наступною є проблема пізнання і моделювання структури та функцій мозку з метою штучної реалізації відповідної підсистеми. Для цього потрібно встановити технологію сприйняття та обробки інформації мозком, розвинувши відомі методи і теоретичні підходи до моделювання нейроподібних структур, отримати конструктивні моделі механізмів пам'яті в природному мозку.

Однією з найважливіших проблем тут є проблема моделювання **процесу мислення**. Адже без цих моделей практично неможливо створити ефективні моделі будь-яких штучних інтелектуальних процедур і процесів прийняття рішень. Та до цього часу наука не має нічого крім, гіпотез про теорію мислення. А без цих результатів неможливо формалізувати процес навчання і самонавчання природних інтелсистем. Отже, неможливо побудувати ефективні **алгоритми навчання і самонавчання** штучних інтелсистем.

Варто зауважити, що навчання і самонавчання неможливе в системі з мозком але без пам'яті!

3. Надзвичайно актуальною, хоч і не першочерговою, є проблема дослідження генетичних процесів у природних інтелектуальних системах. Адже це своєрідна проблема самоуправління функціями і процесами, що забезпечують:

- а) розмноження (продовження роду і виду) і життєдіяльність живих (навіть не інтелектуальних) систем у режимі «автопілотування»;
- б) спадковість як хороших, так і не дуже хороших властивостей «батьків» природних систем, включаючи і системи інтелектуальні.

Важливо зауважити, що для штучних інтелсистем не обов'язково створювати штучні механізми розмноження. Такі системи можуть *клонуватись* і тиражуватись після побудови і навчання однієї штучної інтелсистеми. Але цікаво дослідити питання існування штучного інтелектуального середовища, всі інтелсистеми якого (гіперінтелсистема) практично *ізоморфні як за структурою, так і за функціями та інтелектом*. Адже людське середовище організоване Творцем зовсім за іншим принципом – *принципом різновиддя*.

4. Ще одна важлива проблема стосується питання рівнів інтелекту. Автор стоїть на позиції ієрархії інтелсистем [9], суть якої зводиться до того, що інтелсистеми немов розшаровані (стратифіковані, за Месаровичем) і формула (1) існує для кожного рівня (страти) своя. Це означає, що *абсолютний нуль* для (1) знаходиться на межі між рівнем неінтелектуальних та інтелектуальних систем, а одиниця в (1) – *абсолютний інтелект* абсолютного розуму. Жодна інтелсистема деякого рівня не може перейти верхню межу інтелекту цього рівня, а тільки експоненціально, за нескінчений час, може наблизитись до верхньої межі інтелекту свого рівня. Схематично це показано на рис. 3.

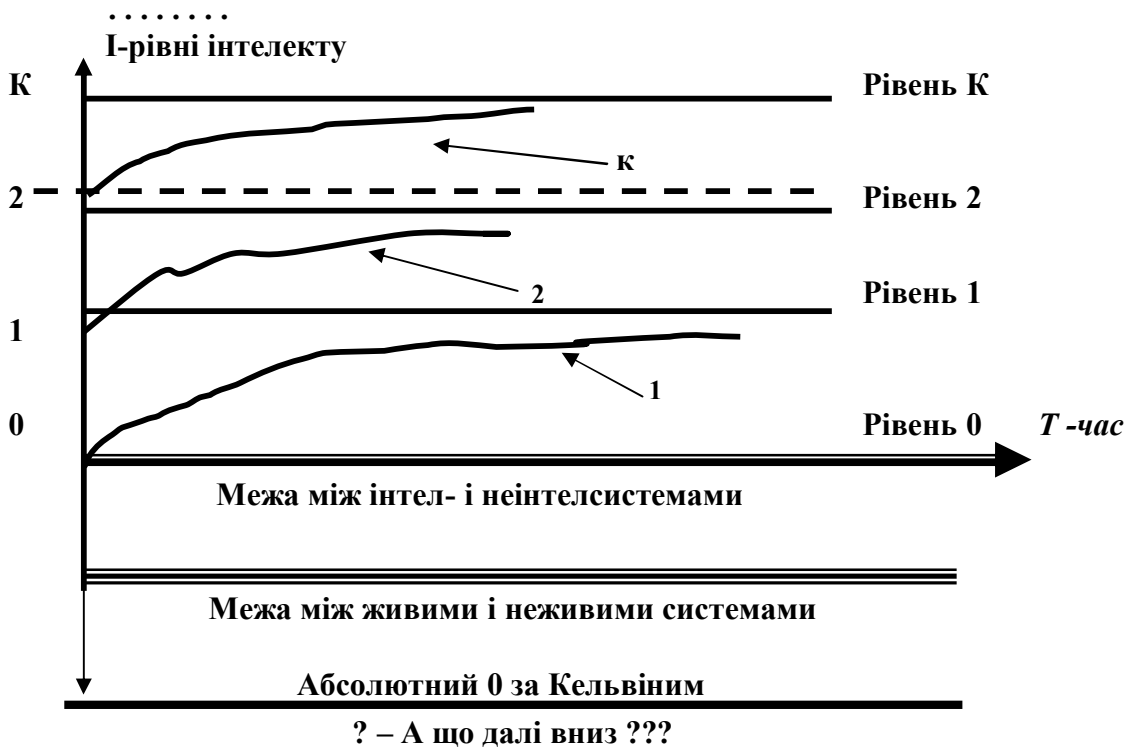


Рисунок 3 – Ієрархія рівнів інтелекту:

1, 2, ..., k – експонентоподібна крива розвитку інтелекту відповідного рівня

Таким чином, згідно з цією моделлю, рис. 3, людина, наприклад, маючи верхню межу інтелекту на рівні 2, ніколи не пізнає себе повністю, але може пізнати (вивчити, дослідити) у повному обсязі інтелект для інтелсистем нижчого рівня 1 (інтелект тварин і т.п.). У такому випадку для інтелсистем деякого рівня K системи вищого $K+1$ рівня будуть взагалі недосяжними для пізнання, являться відповідним *Богом*. Для людини це означає, що вона *ніколи* не пізнає задуми свого Творця, а значить не пізнає свого походження. Звідси випливає гіпотеза: *людина ніколи не створить штучну інтелсистему з рівнем інтелекту людини?*

3 Теорія ергаматів для інтелектуальних систем

Виходячи з вищесказаного та багатьох інших умов і практичних потреб у створенні інтелсистем, автором розроблена методологічна *концепція* і відповідна *теорія* побудови таких систем, як людино-машинних комплексів – *ергаматів*, в яких всі інтелектуальні функції виконуються людиною, а всі інші – машинними (штучними) засобами [9-11]. Загальна модель ергамата представлена на рис. 4.

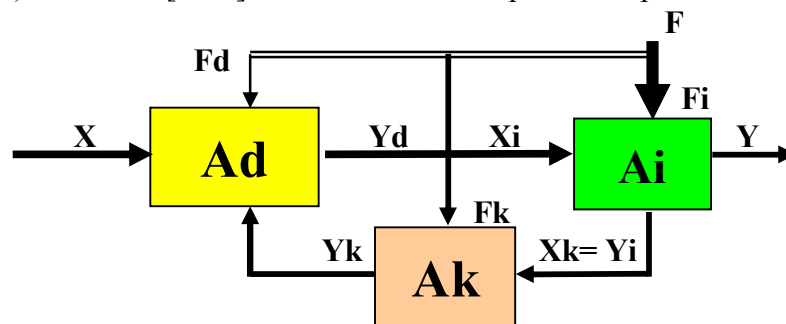


Рисунок 4 – Загальна структура ергамата:

Ad – підергамат-диспетчер, Ai – підергамат-вирішувач,
Ak – підергамат-контролер, F, Fd, Fi, Fk – відповідно системна мета
та цілі для підергаматів, X, Y – входи і виходи ергамата,
Yd = Xi – вихід Ad як вхід Ai, вихід Ai як вхід Xi для Ak
і вихід Yk з Ad як вхід для Ad

Загальна модель ергамата побудована на синтезі автоматних моделей та моделей людино-машинних систем і має наступний вигляд:

$$A^* = \{X, Y, Z, F, q, p\}, \quad (2)$$

де X, Y, Z, F – відповідно множини входів, виходів, станів та системна ціль ергамата, q і p функції:

$$q = X * Z | F \rightarrow Z, \quad (3)$$

$$p = X * Z | F \rightarrow Y. \quad (4)$$

При цьому $F = \{Fd, Fi, Fk\}$, де Fd – мета для підергамата-диспетчера Ad , Fi – мета для підергамата-вирішувача Ai , Fk – мета для підергамата-контролера Ak .

Тоді для Ad

$$qd = X * Yk * Zd Fd \rightarrow Zd, \quad (5)$$

$$pd = X * Yk * Zd Fd \rightarrow Yd; \quad (6)$$

для A_i

$$q_i = Y_d * Z_i F_i \rightarrow Z_i, \quad (7)$$

$$p_i = Y_d * Z_i F_i \rightarrow Y_i; \quad (8)$$

для A_k

$$q_k = Y_i * Z_k F_k \rightarrow Z_k, \quad (9)$$

$$p_k = Y_i * Z_k F_k \rightarrow Y_k. \quad (10)$$

А в цілому

$$A^* = \{A_d, A_i, A_k, F\}. \quad (11)$$

Але ергамат A^* має суттєву відмінність від усіх відомих моделей автоматів. Ця відмінність стосується як структури, так і функцій і полягає в наступному:

- 1) підергамат-диспетчер A_d виконує всі функції, передбачені його метою F_d , що стосуються сприйняття інформації із зовнішнього середовища, попереднього фільтрування цієї інформації, встановлення повноти інформації для отримання потрібних рішень, оцінює наявність дезінформації і т.п.;
- 2) підергамат-вирішувач A_i , у відповідності з власною метою F_i та системною метою F , на підставі оперативної інформації X_i , що надходить від підергамата-диспетчера A_d , власних даних і знань виконує всі функції обробки інформації для прийняття оперативних і стратегічних рішень, що потрібні для досягнення системної мети, виробляє відповідні алгоритми управління, поповнює свою базу даних і знань новими даними і знаннями, описами ситуацій, що виникали, результатами прийнятих рішень та реалізованих алгоритмів управління;
- 3) підергамат-контролер A_k , у відповідності із своєю метою F_i , виконує всі функції підсистеми зворотніх зв'язків між A_i та A_d і т.п.;
- 4) функції переходів-виходів q і p реалізуються на підставі рішень векторних ігор в антагоністичних, або неантагоністичних багато-критеріальних конфліктних ситуаціях, в яких опиняються підергамати, взаємодіючи як із зовнішнім середовищем (агресивним або пасивним) та взаємодіючи між собою в умовах неспівпадання своїх цілей як з системною метою, так і з цілями своїх партнерів-підергаматів в A^* .

Основи теорії векторних ігор викладені в [11], [12].

Через те, що в A^* чітко визначаються структура і функції підергаматів у відповідності з ситуаціями і процесами, що моделюються, то можна також однозначно виявити інтелектуальні здібності як всього ергамата A^* , так і його підергаматів A_d, A_i, A_k .

На основі цього може бути побудована деяка траєкторія еволюції A^* , основними етапами якої є наступні.

1. Етап систем природного інтелекту

Модель ергамату A^* на цьому етапі – це практично модель системи «люди-на», яка в «ручному» режимі ставить свої цілі і виконує всі функції підергаматів.

2. Етап неінтелектуальних систем (ергаматів)

На цьому етапі системна мета F ергамата A^* , відповідні цілі його підергаматів ставляться системою із зовнішнього середовища, а всі функції ергамата і підергаматів виконуються тільки технічними засобами без інтелекту.

Людина (інтелект) знаходиться у зовнішньому середовищі. Фактично має місце рівень механізованих і автоматичних неінтелектуальних систем.

3. Етап ергаматичних систем

На цьому етапі маємо моделі ергаматів як людино-машинних систем, в яких інтелектуальні і деякі виконавчі функції регулятора належать людині, а всі інші – технічним засобам (механізмам і автоматам).

4. Етап ергаматів

На цьому етапі розвитку основні інтелектуальні функції в ергаматі, що стосуються постановки системної мети, формування локальних цілей підергаматів і т.д., виконуються людиною (природним інтелектом), а всі інші – технічними (штучними) автоматами, частина яких поступово інтелектуалізується.

5. Етап штучних інтелектуальних систем (інтелавтоматів)

На цьому етапі, що складатиметься з множини підетапів, інтелект ергаматів розвивається в напрямку передачі все більшої множини інтелектуальних функцій підергаматів штучним інтелектуальним підсистемам – аж до створення інтелектуального штучного автомата (штучної інтелсистеми).

6. Етап існування двох інтелектуальних середовищ

На цьому етапі людське (природне) інтелектуальне середовище і штучне інтелектуальне середовище починають існувати в єдиному обмеженому як за ресурсами, так і за простором природному середовищі. Яким буде це існування – треба вже мислити зараз.

7. Етап невизначеності

Цей етап, в залежності від того, як розвиватиметься взаємодія інтелектуальних середовищ етапу 6, можна уявити в одному з наступних варіантів існування інтелсистем:

- а) природне і штучне інтелектуальні середовища знайшли можливості безконфліктного або неантагоністичного співіснування;
- б) виник антагоністичний конфлікт між природною і штучною інтелектуальними цивілізаціями;
- в) залишилась тільки штучна інтелектуальна цивілізація;
- г) залишилась тільки природна інтелектуальна цивілізація.

Тоді буде повернення на етап 1 і наступний цикл.

Висновки

1. Запропонований концептуальний підхід до побудови теорії штучного інтелекту дає можливість достатньо коректно будувати і використовувати термінологію, що стосується проблем штучного інтелекту, і розвивати теоретичну базу цієї проблематики.

2. Прогностичні етапи еволюції ергаматів потребують вже зараз активно дослідження питань можливих позитивних і негативних наслідків від штучних інтелектуальних систем для людини і людської цивілізації.

Література

1. Тьюринг А.М. Может ли машина мыслить? – М.: Физматгиз, 1960.
2. Фон Нейман Дж. Теория самовоспроизводящихся автоматов. – М.: Мир, 1971.
3. Куффлер С., Николс Дж. От нейрона к мозгу. – М.: Мир, 1979.
4. Веденов А.А. Моделирование элементов мышления. – М.: Наука, 1988.
5. Нейрокомпьютеры и интеллектуальные роботы / Под ред. Н.М. Амосова. – Киев: Наукова думка, 1991.
6. Амосов А.М. Искусственный разум. – Киев: Наукова думка, 1969.
7. Холл А. Опыт методологии для системотехники. – М.: Мир, 1975.
8. Гарбарчук В.І. Концепція аксіоматичного підходу до побудови теорії інформації // Вісник національного технічного університету (КП). – Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – Київ. – 2003. – № 40.
9. Гарбарчук В.І. Метатеорія розумних систем на принципі ієрархії богів // Універсум. – 1996. – № 7-8.
10. Гарбарчук В.І. Інформатика як інтегральна наука // Інформатизація та нові технології. – 1993. – № 1.
11. Гарбарчук В.І., Зинович З., Свиц А. Кибернетический подход к проектированию систем защиты информации – Киев; Люблин; Луцк: Укр. Академия информатики, 2003. – 665 с.
12. Гарбарчук В.І. Моделирование конфликтных проектных ситуаций и принятие решений методами векторных игр // Моделирование сложных процессов и систем. – Киев: Наукова думка, 1985.

В.И. Гарбарчук

Концептуальные основы теории искусственного интеллекта

Предложен подход к построению теории искусственного интеллекта как теории эргоматов на основе системного анализа различных научных подходов к этой проблеме и результатов авторских исследований.

V.T. Garbarchuk

Conceptual Basises Artificial Intelligence Theory

The approach to construction of the artificial intelligence theory as ergamates theory is taken up in this article. This way base on the system analisys different scientiffic approaches for this problem and author's researches results.

Статья поступила в редакцию 16.07.2004.