



О.І. Повзун¹, Н.Б. Козел², О.А. Каратаєв³, Г.Г. Четвериков⁴

¹Кандидат технічних наук, доцент, Донецький національний технічний університет,
povzun.aleksey@gmail.com

²Старший викладач кафедри ПІ ХНУРЕ, м. Харків, Україна,
ORCID iD: 0000-0001-9276-9877, natalia.kozel1@nure.ua

³Аспірант кафедри ПІ ХНУРЕ, м. Харків, Україна, oleksandr.karataiev@nure.ua

⁴Доктор технічних наук, професор, ХНУРЕ, м. Харків, Україна,
ORCID iD: 0000-0001-5293-5842, chetvergg@gmail.com

КОНЦЕПЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ СУСПІЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ: k-ЗНАЧНІ ЗАСОБИ. ЧАСТИНА 2

Стаття присвячена аналізу проблеми створення систем штучного інтелекту, які дозволяють моделювати на логічному та апаратному рівнях економічні рішення описані математичними операціями над природною мовою, і які є елементами *k*-значної структурної організації інформаційно-інтелектуальних технологій. Показана необхідність і можливість розробки загальної теорії побудови інтелектуального управління і систем штучного інтелекту, яка могла б стати методологічною основою цілеспрямованого створення нових інформаційних технологій.

k-ЗНАЧНА СТРУКТУРА, ЛОГІКА, ПРИРОДНА МОВА, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, БАЗА ЗНАНЬ

Повзун А.И., Козел Н.Б., А.А. Каратаев, Четвериков Г.Г. Концепции организации информационно-интеллектуальных технологий и интеллектуальной поддержки общественно-экономических процессов: *k*-значные средства. Часть 2. Статья посвящена анализу проблемы создания систем искусственного интеллекта, которые позволяют моделировать на логическом и аппаратном уровнях экономические решения описанные математическими операциями над естественным языком, и которые являются элементами *k*-значной структурной организации информационно-интеллектуальных технологий. Показана необходимость и возможность разработки общей теории построения интеллектуального управления и систем искусственного интеллекта, которая могла бы стать методологической основой целеустремленного создания новых информационных технологий.

k-ЗНАЧНАЯ СТРУКТУРА, БАЗА ЗНАНИЙ, ЛОГІКА, ЕСТЕСТВЕННЫЙ ЯЗЫК, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Povzun A.I., Kozel N.B., Karataiev O.A., Chetverykov G.G. Conceptions of organization of informatively-intellectual technologies and intellectual support of social-economic processes: multiple-valued tools. Part 2. The article is devoted the analysis of problem of creation of the intelligence systems, which allow to design at logical and vehicle levels economic decisions described mathematical operations above a human language, and which are the elements of multiple-valued of structural organization of informatively-intellectual technologies. A necessity and possibility of development of general theory of construction of intellectual management and intelligence systems is shown, which would become methodological basis of purposeful creation of new technologies of informations.

k-VALUED STRUCTURE, KNOWLEDGE BASE, LOGIC, NATURAL LANGUAGE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Вступ

На рубежі XXI століття тематика інтелектуальних систем і інтелектуального управління зазнає значних змін. Явно намітилася позитивна тенденція переходу від ігравково-модельного підходу до інтелекту, до його сприйняття як деякої характеристичної властивості систем високої організаційної складності, властивості достатньо специфічної і виразимої достатньою мірою тільки на мовах контекстно-залежного рівня. Так же корисною тенденцією можна вважати і поступове усвідомлення дослідниками, що комп'ютер фон-Нойманівської архітектури, кінцевий автомат за своєю суттю, не може бути інструментом створення інтелектуальних систем, інтелектуального управління бо є системою контекстно-незалежного рівня. Це породило новий напрям, який стверджує що у міру

просування до вищих рівнів ієрархії – підвищується інтелектуальність системи при зниженні її точності і навпаки. Зрозуміло, що такі системи призначені для роботи в умовах невизначеності (неможливості точного математичного опису) інформації про властивості і характеристики системно-складних об'єктів і середовища їх дії.

В умовах роботи реальних систем із високим рівнем невизначеності інформації для побудови інтелектуальних систем неминуче використання нових інформаційних технологій, зорієнтованих на потоки контекстно-залежної інформації, тобто фактично необхідна розробка природно-мовних принципів побудови інтелектуального управління — теорії інтелектуальних систем управління (ІСУ) — для систем вищих рівнів системної складності. Виходячи зі

казаного, для правомірного використання кінцевого автомата (комп'ютера) у складі інтелектуальної системи, теорія повинна розглядати можливість побудови абстрактних конструкцій, що реалізують не обчислювані в звичному значенні об'єкти. Все, що дотепер винайдене, всі узагальнені функціональні перетворення годяться тільки для подання рахункових сукупностей процесів, поданих потоками, хоча і нескінченними, але однорідними, що складаються з нескінченно малих невиразимих сутностей. У разі відкритих (інтелектуальних) систем ми маємо справу з незчисленною множиною потоків, кожний із яких може розкритися в більш ніж зчисленну сукупність потоків, що складаються не з безликих нескінченно малих, а з нескінченної різноманітності структур.

Можна прогнозувати і подальший розвиток інтелектуальних систем. Це можна зробити виходячи навіть всього з двох достатньо очевидних міркувань. По-перше, інтелектуальні системи повинні одержати свою власну “інформаційну машину” — машину, що пододала теоретичні обмеження кінцевих автоматів і практично нереалізованої машини Тюрінга. Тут потрібне наукове і технічне рішення, що долає бар'єр „невчислимості”. По-друге, сам факт побудови такої машини, практика спілкування з нею приведуть до остаточного переосмислення поняття і значення інформаційної науки — інформатики. Достатньо очевидний факт неможливості існування інформаційної машини такого роду інакше як у безперервному режимі засвоєння і реструктуризації інформації приведе до розуміння інтелектуальної системи як системи істотно динамічної.

Отже основні аксіоми теорії інтелектуальних систем управління (ІСУ) [1–17]:

- комп'ютер фон-Нойманівської архітектури, кінцевий автомат за своєю суттю, не може бути інструментом створення інтелектуальних систем;
- підвищується інтелектуальність системи при зниженні її точності і навпаки;
- теорія повинна розглядати можливість побудови абстрактних конструкцій, що реалі
- необхідна розробка природно-мовних принципів побудови інтелектуального управління;

1. Мета роботи

Основним завданням цієї роботи є виклад новостворюваної концепції організації інформаційно-інтелектуальних технологій та інтелектуальної підтримки суспільно-економічних процесів, зокрема діяльності фінансово-кредитних установ. Предметом досліджень є моделювання інтелектуальної діяльності людей як у зовнішньому її прояві (вирішення складних завдань, розуміння природної мови, інтерпретація візуальної інформації та мови), так і у внутрішньому (накопичення, надання і використання знань).

2. Природно-мовні принципи побудови систем штучного інтелекту

Виходячи із поставленої мети та враховуючи основні аксіоми теорії інтелектуальних систем управління інтегруємо необхідні та уже розроблені природно-мовні принципи побудови інтелектуального управління і систем штучного інтелекту. У цій роботі, перш за все, хотілося б показати необхідність і можливість розробки загальної теорії побудови інтелектуального управління і систем штучного інтелекту, яка могла б стати методологічною основою цілеспрямованого створення нових інформаційних технологій.

Морфологічний аналіз

Однією з перших є задача морфологічного аналізу є [1 - 5], яка полягає в ідентифікації словоформ та присвоєнні кожній словоформі комплексу морфологічної інформації (КМІ). Такий комплекс складається із морфологічно-інформаційних рядків (строк) (МІ-строк), структура яких наступна:

- номер, <основа чи ознаки основи), МІ>, де номер — порядковий номер даної словоформи у фразі;
- основа (ознака основи) — код семантичної ознаки, номер синтаксичної чи семантичної моделі керування, що присвоєні даній основі в словнику основ;
- МІ — частина мови та її граматичні категорії: рід, число, відмінок, час, особа тощо.

Існує два методи реалізації [1–5] морфологічного аналізу (МА): словниковий (декларативний) (використовується для аналізу мов із нерозвинутим відмінюванням слів (англійська, французька тощо)). Для аналізу української мови використовується алгоритмічний (процедурний) морфологічний аналіз. При МА здійснюється розчленування словоформ на основу та закінчення і в словниках зберігаються як основи, так і їх закінчення. МА здійснюється шляхом пошуку в складі словоформи, що аналізується деякої словникової основи та певного словникового закінчення. Потім здійснюється порівняння інформації про основу та закінчення і отримується комплекс морфологічної інформації для всієї словоформи.

Під час МА змінюваної словоформи її кінцеву частину за чергою порівнюють із закінченнями словника. Якщо порівняння відбулося, то ту частину словоформи, що збіглася виокремлюють і отримують припустиму основу (ПОС), припустиме закінчення (ПЗК) та припустиму морфологічну інформацію (ПМІ).

Дані про ПЗК (ПМІ) зчитують із словника закінчень (морфологічної інформації). Потім переходять до пошуку інших ПЗК, ПОС та ПМІ.

На другому кроці аналізу словоформи виконується ідентифікація її можливих основ шляхом перевірки збіжності отриманих припустимих основ із вмістом машинного словника основ.

На третьому кроці МА словоформи зрівнюється інформація з тими припустимими основами та ПЗК, що отримали підтвердження з допомогою словника основ.

Ефективність МА суттєво залежить від виду подання машинних словників у пам'яті ЕОМ та способу їх кодування. При цьому доцільно мати окремий допоміжний словник перенумерованих основ, що наявні у одному примірнику та розташовані в алфавітному порядку.

Для подання значень граматичних категорій будь-якої словоформи використаємо 9-ти розрядний 10-значний код. Порозрядно у $p(1)$, $p(2)$ — задовано частина мови словоформи, $p(3)$ — тип та клас приємника чи одушевленості (іменника, повного прикметника); $p(4.i)$ — дієслово 1 - 3 особи відповідно; $p(5)$ — код значення числа (однина, множина); $p(6)$ — код відмінка (іменний, родовий, давальний ...); $p(7)$ — код категорії пасивності-активності; $p(8)$ — код часу (теперішній, минулий, майбутній); $p(9)$ — код категорії виду (доконаний, недоконаний) закінчення [1].

Для формування однієї МІ-строки до всієї словоформи порівнюють код основи та код закінчення на відповідність їх перших п'яти розрядах, якщо збіжності немає, то дані несумісні. Для порівняння вибирається черговий код закінчення. Якщо відповідність встановлена, то решта розрядів результуючого коду формуються за правилами 10-значної диз'юнкції значень відповідних розрядів кодів основи та закінчення. При цьому попередньо перевіряється умова збіжності операндів чи рівність одного з них нулеві.

Таким чином, описаний алгоритм дозволяє інтерпретувати різноманіття граматичного оброблення українських флексій (аналіз, синтез, нормалізація, корегування помилок тощо) із допомогою розв'язків канонічних рівнянь виду $L_{\varphi}(X, Y) = 1$.

Синтаксичний та семантичний аналіз

Тепер ми переходимо до розгляду необхідних відомостей про контекстно-залежні (КЗ) мови, тобто про реалізацію інтелектуального управління, коли нас цікавить можливість мінімізації яких би то не було втрат при використанні скінченого автомата як несучої основи КЗ-мови.

КЗ-мова (природна мова людини) в галузі наукової термінології володіє великою невизначеністю, що пояснюється частково поліморфізмом і контекстно-залежним поданням наукової інформації, а іноді (і для інформатики і для інтелектуального управління це особливо важливо) — недбалістю використання термінів.

Семантика визначає відношення між знаками і їх концептами, тобто задає зміст чи значення конкретних знаків.

Семантика, як апарат забезпечення “поточного розвитку думки” — контекстно-залежного

спілкування, що забезпечує спостережуваність складної системи.

Слова в мові не йдуть у довільному порядку і закони їх упорядкування є предметом синтаксису. Синтаксис описує структуру можливих фраз. Опис синтаксичних структур використовує наступні граматики (формалізми) [1, 2]:

- дерева синтаксичного підпорядкування;
- системи складових;
- розширені мережі переходів.

Таким чином, синтаксичний аналіз використовує заготовлені з допомогою граматики шаблони до вхідних фраз із метою виявлення (встановлення) відповідності між послідовністю, що аналізується та значущими синтаксичними структурами. Основним формальним засобом математичного опису природної мови, у рамках синтаксичного та семантичного аналізу, є алгебра скінчених предикатів (АСП), оскільки мова є скінченою, дискретною та k -значною. АСП у процесі її дії використовує процедури збіжні з розв'язуванням рівнянь, а не алгоритмів та процедур із однозначним результатом. У роботі [1] в процесі синтаксичного розбору природномовних висловлень розроблено метод побудови синтаксичних дерев для аналізу простих речень. Для встановлення інтегральних закономірностей обробки природної мови проаналізуємо, що власне відбувається у процесі аналітичних досліджень вищих лінгвістичних механізмів дії російської мови, проведених у свій час в науковій школі Харківського інституту радіоелектроніки

Семантика

Вихідним матеріалом для семантичного аналізу природної мови є синтаксична структура фрази чи її фрагмента, а також дані про значення словоформ. Основна задача семантичного аналізу — це зняття неоднозначності, морфологічної та лексичної багатозначності словоформ та синтаксичних структур речень.

У роботі [8] об'єктом математичного моделювання є словосполучення, що мають інструментальне значення: Для аналізу семантики повідомлення на природній мові необхідно визначити *значення одиниць повідомлення*. Значення слів класифікують згідно з набором апріорних ознак: дія — інструмент дії, або іншими словами — дієслово (конкретної дії чи акційне) — іменник у певному відмінку (називний, родовий, давальний тощо).

Метод, що покладений в основу — метод семантичного аналізу. Для аналізу семантики повідомлення на природній мові необхідно визначити значення одиниць повідомлення. Значення слів класифікують згідно з набором апріорних ознак: дія — інструмент дії, або іншими словами — дієслово (конкретної дії чи акційне) — іменник у певному відмінку (називний, родовий, давальний тощо). Для дослідження

семантики словосполучень такого виду використовують семантичні мережі та зв'язаний з ними математичний апарат — у даному випадку для кожного словосполучення у вигляді двох графів. У якості формального апарату подання семантики використовують АСП.

Якщо побудова результуючого графу і відповідного йому предиката АСП можлива, то це означає, що розглянута комбінація слів утворює осмислене словосполучення, а також можливо встановити чи володіє об'єкт деякою властивістю; визначити якими властивостями повинен володіти інструмент для dokonання дії та відновити іменник чи дієслово за набором ознак тощо.

Наступною фазою досліджень стала робота [10] про змістовну інтерпретацію алгебри ідей. Тут об'єктом математичного моделювання стали: смислова однозначність; ситуаційно-предикатна; ситуаційно-множинна; ситуаційно-кодова ідея.

Роботах [6-9] об'єктом математичного моделювання обрана семантика похідних слів із модифікаційними значеннями.

Відповідно у роботі [9] досліджено міжморфемні семантичні зв'язки, які виникають у процесі словоутворення між префіксними та кореневими морфемами, кореневими та суфіксними морфемами, а також між основами та закінченнями.

І нарешті роботи [8, 9] присвячені процедурам приписування словоформам семантичних ознак і моделюванню семантики — похідних слова (мідь-мідний, залізо-залізний) відповідно.

У всіх випадках ми маємо управління як результат “оптимізованого інформаційного пошуку”, мета якого — вироблення управляючого рішення, тобто відповідного повідомлення на основі аналізу структури даних, закладеної в машину при проектуванні інформаційної системи, і її біжучого наповнення.

“Апріорна семантика” присутня лише у “власне даних”, тобто в значеннях первинних сигналів і в “словнику”, в наборі термінів, які “стали константами, що забезпечують життєздатність системи”.

“Семантика як така”, тобто метрика і як спосіб вимірювання, і як набір масштабів і коефіцієнтів, з'являється лише в процесі інтерпретації, в процесі взаємодії потоків даних “від середовища” і “від системи”.

У випадку відкритих інтелектуальних систем управління структурно-динамічне, мета якого — формування деякої “структури знань”, змінної в часі іменованої структури зв'язків, організація “інформаційного резонансу”. Власне вироблення того чи іншого рішення є завданням найважливішої, але вторинної, похідної від основного завдання системи — “бути в курсі всіх змін і в постійній готовності до сприйняття сенсу запиту чи повідомлення за результатами попередньої інформаційної посилки”.

Далі семантика накопиченої інформації вже забезпечить у потрібний момент вироблення структури зв'язків, що може служити для перетворення в будь-які мислимі дії: організаційні, правові, судові, особові, моральні, чим, власне кажучи, і визначається інтелектуальне управління в нашій поточній інженерній постановці. Саме поточній, тому, що на її понятійній базі ми будемо розглядати інші більш довершені підходи до роботи з інформацією.

“Семантика динаміки”, семантика “другого порядку” вже дає спостережуваність системи, недосягну ніяким іншим способом, але семантика “першого порядку”, все, що може бути відоме не про процес вироблення, а про сам продукт також повністю наявна в комп'ютері з достовірністю в точності рівній документу, супроводжуючому продукт, а більшого досягти не можна.

Складається враження, що семантика — довільна вигадка теоретиків, а в природі її і немає зовсім.

Насправді семантика нікуди не пропала, просто адекватно реалізований апарат “здвоєної W-граматики [10-11] акуратно і послідовно “розрізає” її на дві частини — “константну”, яку вона вкладає в БД у вигляді літералів і зв'язків і іменує після цього ієрогліфом словника, і “плинну”, змінну, яка “залишається в розпорядженні” ПЗ і користувача. Велика частка народів Землі успішно чинить так само — користується ієрогліфами, до яких ми повинні відносити і всю термінологію професійних сленгів. Звідси випливають два висновки.

Теоретичний — семантика по суті динамічний об'єкт зі всіма витікаючими наслідками.

Практичний — чи варто використовувати в реалізації програмних продуктів “функції семантичних оцінок” тощо, бо це не більше ніж часткова статистика. Саме часткова, зроблена конкретно і на конкретному матеріалі і що має дуже опосередковане відношення до всіх решти випадків. Користь від неї сумнівна, зате неприємності — гарантовані, у чому ми пересвідчилися на прикладах робіт.

Намагаючись досягти “чистої абстракції” ми розриваємо деякі взаємодії, можливо “знищуємо” процеси, які відповідальні за виникнення та існування досліджуваних феноменів. Тим самим цілком імовірно знищується сама можливість рішення початкової проблеми, відбувається її неусвідомлена підміна на довгі роки, до тих пір, поки знов не проявлять себе факти, що не вклалися в поточний варіант “чистої абстракції”.

Другий варіант — варіант відмови від проблеми або, що те ж саме — введення революційних перебудов, фактично є логічним доповненням першого, принаймні до тих пір, поки ми орієнтуємося на будь-які раціональні чи ірраціональні методи *винайдення* аксіоматики.

Дійсно, чом би не припустити, що істина навіть не посередині, а в нерозривному зв'язку вказаних позицій? А ми повторимо тут наші висновки про необхідність постійної зміни правил формальної логіки, але вже з посиланням на Л. Керрола – “суть полягає в тому, що правила (гри) постійно міняються”.

Можливо, причина якраз у “правилах виникнення зміни правил” і зовсім не потрібно нескінченних сходів “правил-над-правилами” саме через динаміку системи. А нескінченні ієрархії “правил зміни правил” у багатьох дослідженнях виникають виключно від того, що розглядаються “мертві” статичні моделі чи довільно вирізані шматки систем.

Інакше кажучи, якісь із цих “правил над правилами”, об'єктивно існуючі закони відкритих систем можуть проявляти свою дію (або взагалі виникати!) тільки в деякій “мінімальній сукупності взаємодій”. Достатньо незначного спрощення “моделі”, відходу від реальної ситуації, щоби або ніколи їх не знайти, або одержати цілком реальні і несподівані наслідки їх дії. Саме ця ситуація найбільш типова для всіх модельних реалізацій інформаційних систем. Практично весь попередній матеріал є коментарем цієї проблеми і пошуком інженерних шляхів її рішення.

Взагалі кажучи, сказане в деяких аспектах вже давно всім знайоме, нікого не дивує, що в світі елементарних частинок, у квантовій механіці діють закони окремі, не схожі на макромеханіку. В світі елементарних частинок взаємодія, розпад одних структур і утворення інших відбуваються “в перебігу одного кванта часу”, тобто “усередині процесу нічого немає” (або ми поки що не уміємо уявити собі, що там є). Навпаки, весь зміст існування інформаційних систем полягає в процесі перетворення одних структур в інші.

Звернемо увагу, що при цьому для термодинаміки і статистичної механіки, тобто для подання ентропійних процесів, виявляється зручним і адекватним подання процесів у вигляді потоків однорідних нерозрізних сутностей, які можна розділити “до нескінченно малого стану”. Навпаки, сутність інформаційних систем, що самоорганізуються, полягає у взаємодії різних потоків, у нескінченній різноманітності структур, які представимі в скінченному вигляді, у вигляді скінчених (інше просто не цікаве) алфавітів, знаків складених із кінцевого числа розрізних елементів – “бітів”.

3. Машини баз даних і знань

Вище ми встановили формальну можливість побудови абстрактних конструкцій, що реалізують необчислювані в звичайному сенсі структури. Як наслідок, ми маємо можливість подання контекстно-залежної проблемно-орієнтованої мови механізмом обчислення предикатів на основі алгебри відношень, що змінюються.

Для “апаратної підтримки” можливостей предикативного підходу ми можемо запропонувати деякий механізм, орієнтований на практичне завдання сприйняття семантики інформації як управління з урахуванням всіх необхідних умов контекстного аналізу і реструктуризації зв'язків при роботі зі знаннями.

Такий механізм забезпечення управління для системно-складних об'єктів у теорії ІСУ природно назвати *машиною баз знань* (МБЗ), яку не треба путати з давно відомими машинами баз даних (МБД).

Як відомо, МБД появились досить давно і розглядалися як основа обчислювальних систем 5-го покоління. Підставою для цього служив відомий факт невідповідності фон Нойманівської структури комп'ютера вимогам СУБД. Зокрема, реалізація пошуку, оновлення, захист даних, обробка транзакцій тільки програмним способом неефективні як за продуктивністю, так і за вартістю.

Крім того, МБД спочатку були орієнтовані на реляційні моделі даних, що нас не може влаштувати вже хоч би тому, що реляційні і постреляційні бази не розраховані на забезпечення постійного процесу реструктуризації своїх зв'язків. Відповідно, перед цими машинами не ставилася і не може бути поставлена задача роботи з контекстно-залежними мовами.

Розглянемо деякі можливості реалізації необхідних нам машин баз знань, якщо хочете – машин 6-го покоління.

Із отриманого під час розгляду проблеми реалізованості баз знань висновку, впливає принципова можливість, але не процедура практичного здійснення реалізації роботи з контекстно-залежними описами, навіть і зведеними до вказаного вище варіанту числення предикатів із контекстно-змінними відношеннями.

Проте для цього нам треба мати достатньо гнучку структуру, на якій можна ефективно і безболісно вести цю саму реструктуризацію, що забезпечує реалізацію поведінки (прийняття рішення), що не зводиться до скінченної моделі.

Виходячи з сказаного, розглянемо наступну архітектуру МБЗ (рис. 1).

Машина складається з необхідного числа n окремих модулів, на вхід кожного з яких після перетворення вхідної текстової посилки в мову предикатів надходить трійка виду $(ARB)_i$, $i \in 1...n$ для її наступного безпосереднього розкриття за відповідними законами.

У зв'язку з тим, що число законів перетворення невелике, тут ефективно використання динамічно утворюваної матриці виду, наведеного на рис. 1. Рядки цієї матриці відповідають не тільки порядку перетворення вхідних предикатів, але і складають таблицю всіх формально-логічних відношень, використаних

ARB ₁	Правила перетворення	ARB ₁₁	ARB ₁₂	ARB ₁₃	ARB ₁₄	ARB ₁₅	ARB ₁₆	...ARB ₁₇		
ARB ₂		ARB ₂₁	ARB ₂₂	ARB ₂₃	ARB ₂₄	ARB ₂₅	ARB ₂₆			
ARB ₃		ARB ₃₁	ARB ₃₂	ARB ₃₃	ARB ₃₄	ARB ₃₅	ARB ₃₆	ARB ₃₇		
ARB ₄		ARB ₄₁	ARB ₄₂	ARB ₄₃	ARB ₄₄					
ARB ₅		ARB ₅₁	ARB ₅₂	ARB ₅₃	ARB ₅₄	ARB ₅₅	ARB ₅₆	ARB ₅₇		
...		...								
ARB _n		ARB _{n1}	ARB _{n2}	ARB _{n3}	ARB _{n4}	ARB _{n5}	...			

Рис. 1. Архітектура машин баз знань (реалізація на основі мови числення предикатів)

у поточній інформаційній посилці. До кожної наступної операції прийому вхідної інформації машина переходить у стан готовності прийняти вхідні сигнали на окремі входи, для чого в процесі надходження сигналу формується чергова матриця.

Вихідним повідомленням кожного модуля є набір розширюючих вхідний текст предикатів виду $ARB_{i,l}$, $i \in 1...n$, $l \in 1...k$, що містить у собі всі можливі логічні перетворення початкового предиката. У зв'язку з тим що цей процес суттєво паралельний, можлива організація кожного окремого модуля як паралельної машини. В деякому розумінні такий модуль є не тільки скінченим автоматом, але і нейроном, що має декілька входів і множину виходів, відповідну числу нових предикатів, отриманих із вхідної посилки.

Декілька входів корисно передбачати і для отримання висновків “другого порядку” – висновків, що впливають із сукупної оцінки декількох різних вхідних предикатів. Зрозуміло, що тим самим модулі отримують повну універсальність і можуть у міру закінчення своєї роботи на першому рівні перетворення використовуватися на другому, а якщо треба – то і наступних рівнях.

4. Паралельні обчислення з управлінням від потоку даних

Порівняємо можливості машини фон-Нойманівської архітектури і МБЗ стосовно предикативного варіанту механізму обробки контекстно-залежної мови.

У першій ми маємо класичний варіант архітектури складових частин, орієнтований на програмно-алгоритмічну організацію процесу роботи з даними. Це істотно послідовна машина з відомими проблемами налагодження і скінченності обчислювального процесу. Останнє пов'язане з тим, що проблеми оцінки його рекурентності або рекурсивності вносять суттєві обмеження на застосовність такої машини для задач управління, що розглядаються.

У МБЗ вхідна інформація є і управлінням і, одночасно, командою для організації дій щодо її обробки. Це досить природно, бо йдеться про вхідну мову контекстно-залежного рівня. При бажанні говорити в термінології алгоритмів тут можна сказати, що алгоритм роботи явно заданий в оброблюваному контекстно-залежному записі.

Проте пам'ятатимемо: вхідна інформація може суттєво змінити структуру скінченого автомата і

затребувати всіх дій, необхідність яких показана при розгляді проблеми стійкості. Проте, тут можливе введення логічного критерію зупинки (наприклад, за глибиною перетворення предикатів) і тому процедура обробки запису скінчена. МБЗ суттєво паралельна машина зі всіма витікаючими із цього корисними можливостями для обробки даних і зв'язків між ними.

Відзначимо, що МБЗ яка зовнішньо представляється скінченим автоматом, у кожний конкретний момент часу змінює свою структуру під впливом вхідного потоку інформації, реалізуючи тим самим вказаний вище випадок моделювання в частотному сенсі нерекурсивних об'єктів при ситуації “незводимості до скінченої моделі, але скінченої модельованості в частотному сенсі”.

Ця досить проста за змістом теза містить у собі насправді цілий спектр фундаментальних положень. По суті це неявно висловлене положення про існування “інженерного” чи “механістичного” інтелекту, деякого “псевдорозуму”, здатного не тільки навчатися, але і “навчатися навчанню”. Насправді, поки що, саме цього ми і хочемо, ставлячи завдання створення МБЗ, а решта властивостей інтелекту, наприклад, свободу волі вважаємо “зайвою” для такої системи.

Дійсно, якось незатишно опинитися в залежності від деякої машини, яка сильно “полегшує нам життя”, але в обмін на це ми будемо змушені зважати на те, що вона має “своє власне трактування” одержаних нею даних, “своє розуміння предмета”. Інакше кажучи, створюючи МБЗ ми бажаємо створити щось, здібне до розуміння, але хочемо апріорі позбавити себе від обов'язку взаєморозуміння.

Розглянемо чисто інженерні аспекти такого підходу, сформулюємо в явному вигляді, що ж ми хочемо від “інженерного” інтелекту в цілому і від його компонентів. У першу чергу потрібно звернути увагу на неявні формулювання дуже сильних вимог, по суті тих, що визначають саму можливість постановки задачі створення МБЗ.

Формулювання “управління від потоку даних” насправді передбачає, що “потік даних” якраз і містить у собі деякі структури, “виловлення” і правильне використання яких дозволить отримати від МБЗ здатність до “самоструктуризації”, самоорганізації.

Тобто передбачається фундаментальна відмінність феномена, званого “потік даних”, від потоку

в класичному розумінні поточкових систем. У останніх потік припускається за умовчанням деякою безструктурною сутністю, структури ж виникають із взаємодії потоку з межами, поверхнями розділу різних середовищ. Так, наприклад, потік у задачах теплопровідності – щось апріорі, за визначенням безструктурне, “потік даних” – навпаки, підрозуміває наявність деяких прихованих структур, але апріорі невідомих, які і належить ідентифікувати і використовувати.

Не можна обійти увагою і сугубу довільність терміну “самоструктуризація”, що все частіше використовується в роботах, пов’язаних із проектуванням інформаційних баз, тобто, зрештою, і з МБЗ. Резонно виникає питання “самоструктуризація до чого”? До якої моделі чи структури? Деяким дослідникам вистачає мужності визнати об’єктивність існування деякої “природної структури проблемної галузі”, проте це поки що не більше, ніж блага побажання пошуку такої. Правда, слід зазначити, побажання далеке не безпідставне.

Дійсно, наприклад, масові хімічні формули частково об’єктивно відображають властивості хімічних сполук, структурні формули адекватні топології (але не геометрії) розташування атомів у молекулах, структура механіки Ньютона частково адекватна всій структурі сучасної фізики тощо. Є достатні підстави передбачати існування спільних законів взаємодії структур, що охоплюють не лише фізичні (енергетичні), але й інформаційні явища і взагалі всю суть, що “має бути у Всесвіті”.

Нарешті, залишається група проблем, яку можна позначити як завдання пошуку і проектування адекватних моделей даних і реалізації цих моделей в деяких фізичних структурах МБЗ.

Спробуємо сформулювати вимоги до моделі даних і її реалізації як інженерної, в конкретній формі, але при цьому не знижуючи рівня узагальнення, так, щоб не знищити суть задачі. Для цього достатньо послідовно перебрати всі вимоги і до самої “узагальненої моделі даних”, і до реалізованості цієї моделі в деяких фізичних структурах, тобто вимоги до можливості відображення деякої абстрактної структури МБЗ на фізичну реалізацію, архітектуру конкретної фізичної машини.

Тут нас цікавлять випадки “скінченно-модельовані, але з необчислюваним апріорі числом кроків”, оскільки умова існування відповідного перетворювача предикатів записується у вигляді набору післяумов (постумов). У сенсі реалізації це автоматично означає, що “абстрактна модель даних” може бути подана, в загальному випадку, як віртуальна структура, за принципом свого устрою не пов’язана з фізичними (числовими) параметрами реалізації. Тим більше, вся структура МБЗ не може бути інакше як віртуальною.

Але реалізація будь-якого конкретного прикладного завдання все одно вимагатиме відображення на

фізичний адресний простір. Звідси випливає вимога: структури “власне даних”, тобто способи (можливо і один, але універсальний спосіб) адресації повинні бути інваріантні до абстрактної моделі даних, що відображається. З урахуванням фізичної реалізації, це означає, що затрати на реалізацію способу адресації повинні “майже завжди (крім “множини нульової міри” випадків) не зростати швидше, ніж обсяг даних” Насправді втрата ефективності адресації єдина до цих пір відома причина саморуйнування інформаційних систем. Дешевше стає спорудити нову систему, ніж підтримувати неефективний механізм. Цей аспект ототожнюють із проблемою “прибирання сміття”, ідентифікації і знищення неефективних структур. Проте це не в точності те ж саме, неефективні структури повинні з’являтися в будь-якій системі такого роду, якщо ми визнали за ними “право на помилку”, що відображаються.

Необхідно виділити і наступний аспект, навіть не стільки як пряму “вимогу”, скільки як “підказку” для подальшого аналізу проблеми. Умови частотної реалізації перетворювача предикатів, тобто МБЗ, яка, скажемо поки що так – “може більше, ніж традиційна СУБД” мають вигляд деяких *перерахувань* предикатів другого порядку, але суттєво, “не в цілому”, а на кожному скінченному відрізьку часу.

Це означає, що таблиця на рис. 1 представляє лише перебування МБЗ на деякому “елементарному такті” її існування, для подання її на скінченному відрізьку часу буде потрібна вже як мінімум ієрархія з 3-х рівнів таблиць предикатів. Тобто, крім таблиці на рис. 1 необхідно ще два рівні “опису умов застосування”. Втім це факт до певної міри очевидний.

МБЗ “у цілому” є цілісною ієрархічною системою динамічних процесів. Звідси безпосередньо випливає висновок – до таких систем не припустиме застосування механічного принципу декомпозиції, в усякому разі його використання, так, як це прийнято в класичній теорії управління. Тут необхідно знайти подання, що охоплює всю сукупність динамічних процесів “вкладених один в одного”

Завершимо цей екскурс у питання реалізованості МБЗ наступним. Із міркувань чисто обчислювальних архітектури адресних, тобто по суті фон Нойманівських машин домінуватимуть на ринку, можливо, ще не одне десятиліття. Це означає, що питання відображення структури МБЗ на адресну архітектуру залишатиметься актуальним, але, враховуючи нетривіальність проблеми, її дослідження – окреме інженерне завдання. Інакше кажучи, поки існують адресні машини, питання розробки моделей даних будуть проблемою, доповнюючою завдання пошуку адекватних структур МБЗ.

Зі сказаного виходить, що поточним завданням розробки архітектури обчислювальної техніки на

достатньо тривалий відрізок часу є орієнтація на МБЗ. Звернемо увагу на наступний момент. Звичайно, сьогоднішні реальні інформаційні системи (технології, моделі даних), що “саморозвиваються”, називаються так, скоріше, в порядку авансу на їх майбутнє вдосконалення. Насправді, про здатність до саморозвитку поки що мова не йде, цим позначається лише достатня гнучкість моделей даних і наявність інструментарію для управління розвитком цих моделей. Але звідси випливає відразу і реальна постановка завдання саморозвитку, і постановка завдання створення архітектури машин вже наступного покоління.

У постановці завдання про створення “наступної за архітектурою машини, після МБЗ” ми хочемо вже більшого, здатності деякої машини дійсно самостійно сконструювати структури даних і свою загальну структуру. Можна сказати, що ми хочемо переходу до “живих” систем, що володіють якщо не “свободою волі”, то, принаймні, “прагненням вижити”.

Отже ще раз, все що робиться, є питанням технології конструювання, все інше просто “не потрібне”. (“Інформодинаміка”, В.М.Лачинов, А.О.Поляков).

5. Варіанти вертикальної інформаційної машини

У постановці завдання про створення “наступної за архітектурою машини, після МБЗ” ми хочемо вже більшого, здатності деякої машини дійсно самостійно сконструювати структури даних і свою загальну структуру. Можна сказати, що ми хочемо переходу до “живих” систем, що володіють якщо не “свободою волі”, то, принаймні, “прагненням вижити”.

Перейдемо до розгляду декількох можливих варіантів “блок-схеми” вертикальної машини.

Вельми цікаво порівняти приведені на рис. 2 три “схеми” елемента інформаційної машини (або самої машини, що те ж саме через самоподібність структур) – “абстрактну”, тобто побудовану логічно; “оптичну реалізацію”; “живий” високий нейрон (велику піраміду).

На рис. 2 використані наступні позначення:

а) **абстрактна машина**: Z – зона “дзеркала”, тривимірна пам’ять для двох тришарових М-структур даних; S – структура (метаструктура), S, S’ – “виходи”.

б) **оптична машина**: 1, 1’ – тришарова оптична (голографічна) пам’ять для структур даних, що “запам’ятанні” і що “сприймаються”; 2 – пучки “малих” оптичних волокон; 3 – “суматор” хвильових фронтів; 4 – “велике волокно” – формувач структуриршення; $\Phi, \bar{\Phi}$ – “синфазний” і “парафазний” виходи.

с) **нейрон**: T – тіло; Ш – шипіковий механізм; У – волокна “навчаючих” і “робочих” входів; АБ – аксонний пагорб; В – волокна “верхніх зв’язків”; А – аксонне волокно.

Подальші подробиці, функціональне призначення решти типів нейронів і інших компонентів мозку встановити, у принципі, не важко, навіть шляхом логічного аналізу, зіставлення логіки роботи системи в цілому і топології зв’язків елементів.

Можливо навіть не знадобиться значний обсяг експериментів, хоча вся сукупність робіт і може виявитися досить запаморочливою, але це вже не має принципового значення.

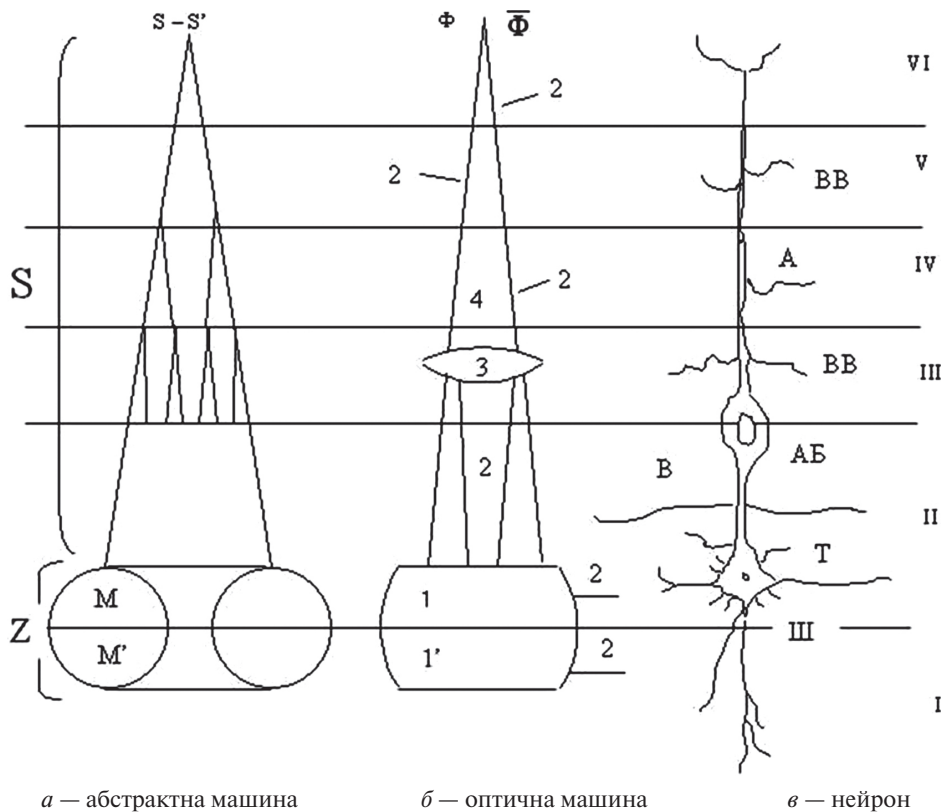


Рис. 2. Порівняння “схем” інформаційних машин

До того ж у виборі конкретних числових параметрів існує велика свобода – це очевидно з викладеного тут і наявного обсягу експериментальних матеріалів.

Дійсно, зіставимо – при абсолютно жорсткому, однаковому принципі дії “високого нейрона” і унітарній загальній схемі їх з’єднання, кількість входів кожного типу міняється від примірника до примірника більше ніж на порядок, те ж можна сказати і про співвідношення кількості входів різного типу (рівня). Тобто при абсолютній жорсткості принципу побудови спостерігається велика свобода реалізації.

Природно припустити, що у виборі параметрів, наприклад порогів, діапазонів їх зміни (регулювання) і дискретності регулювання свобода буде ще більша.

Але тоді виходить, що всі принципові речі щодо конструкції і роботи інтелектуальної машини тут вже сказані, розписані і можна прямо приступати до проекту реалізації машини – аналога, наприклад, на базі омігайда [10, 11]. Так би мовити, братися за викрутку і паяльник. І навпаки, - подальші теоретичні міркування зовні конкретного проекту мало що дадуть.

Важливий лише факт поступового всередині рівня і стрибкоподібної між рівнями якісної зміни сенсу сприйняття і обробки інформації, переходу від сигнального і контекстно-вільного до структурного і контекстно-залежного аналізу інформації.

У постановці завдання про створення “наступної за архітектурою машини, після МБЗ” ми хочемо вже більшого, здатності деякої машини дійсно самостійно сконструювати структури даних і свою загальну структуру. Можна сказати, що ми хочемо переходу до “живих” систем, що володіють якщо не “свободою волі”, то, принаймні, “прагненням вижити”.

Перші ж прикидки дають результат, цілком адекватний розмаху постановки:

- основні затрати підуть на навчання “всьому непотрібному” – так само як і у випадку з людиною;
- система також помилятиметься, матиме “власну думку” і з цим треба щось робити, в усякому разі, приймати це як належне;
- систему не можна вимкнути – для механізмів саморозвитку це “смертельно”
- систему не можна позбавляти надовго мінімально необхідного “потоків спілкування”, інакше неминуча деградація щодо відкритих систем, що “пішли вперед”, із складу його оточення.

Кожна проблемна галузь має не більше трьох рівнів метаструктур над структурою “елементної бази”.

Для цього з процесу еволюції виділимо деякі етапи, перед перерахуванням яких вкажемо: ми беремо “великі етапи”, ті, на яких сформувалися структурно-повні системи різних рівнів. Відзначимо їх характерні особливості.

Усередині кожного з етапів, що сформувалися, подальший розвиток йде тільки “вшир” – за рахунок різноманітності структур (підвидів) одного порядку. Чим “нижчий” рівень – тим “менші відмінності щодо розумності” і більше різноманіття.

На кожній наступному етапі інформаційна система попереднього етапу виявляється вже як цілісна периферійна система, у тому числі і морфологічно цілісна, тобто виділяється адекватний функціональному призначенню “апаратний рівень”. Зокрема, у хребетних спостерігаються чотири “великі етапи” – відповідно до поділу організації нервової системи.

Вперше зворотний зв’язок замкнувся на передінформаційному рівні в одноклітинних, тобто їх вихідні реакції на тому ж рівні, що й вхідні – фізичні, фізико-хімічні.

Структурно-повний рівень організації первинних сигналів склався у комах, а вищий рівень організації у них – зовнішній, як, наприклад, у бджіл. Тут ми спостерігаємо метарівень як колективну істоту. Це останній рівень, на якому припустимо говорити про існування якоїсь повної системи ізоморфізмів вхідних і вихідних сигналів поодинокі особи. Для наступних рівнів таке сказати вже не можна, більше того ізоморфізм сигналу і “того, що циркулює в контурі зворотного зв’язку ОС 2” існує лише для окремої особи, зразка.

Загалом, для сукупності осіб це “циркулююче” структурно, за своєю організацією, складніше, ніж сукупність сигналів. Строго кажучи, тут вже закінчується сигнальний рівень подання, ми можемо іменувати цей рівень сигнальною системою лише умовно, для прив’язки до традиційної термінології. Справедливо вважати, що саме тут і з’являється процес (феномен, явище) структурно складніший, ніж сукупність сигналів. Тут появляється інший, *інформаційний* рівень організації або *власне інформація як явище*, найперший рівень її організації, який ми позначимо як .

Надалі термін “сигнальна система” вживається для прив’язки до традиційної термінології і позначення того, що це подання використовується для зовнішньої, між окремими особами, комунікації. Так само стає умовністю позначення вищих рівнів організації як контуру зворотного зв’язку, це вже не функціональна залежність, але деяка згортка, не уявна, в загальному випадку, кінцевим алгоритмом.

У хребетних цей рівень, тобто сукупність периферичних нервових клітин і рівня, позначеного I_1 , вже всередині. Він, і утворює функціонально і морфологічно повну зовнішню нервову систему. Їх (хребетних) “зовнішня сигнальна система” друга – I_2 .

Відповідно у ссавців, аж до приматів третя – I_3 .

“Сигнальна система людини” – найпримітивніша із стійких мов, що з’явилися, – “четверта сигнальна

система” (що нам доводиться констатувати всупереч твердженням біологів). I_4 позначає вихідне подання деякої фізичної структури (кори), функціонально це вищий рівень організації нервової системи і у вищих, і у людини, але організований суттєво різним чином.

У людини сформувався інший рівень базової мови і базових образів, ніж у приматів. Для приматів “слово” і “образ слова” (“знак”) одне і те ж, для нас (принаймні, для більшості) – ні. Це можна спостерігати за тому ефекту, що у людини в корі строго спеціалізовані “мовна” і “зорова” зони, у приматів же повинні бути морфологічні або функціональні відмінності, оскільки при активній роботі “мовного центру” утворюється інший характер взаємодії з рештою кори. Людина “чує слова”, але “враховує й образи”.

Мова I_4 це не потік слів, а потік образів, добудованих за допомогою контекстного аналізу, тобто це четверта сигнальна система – інакше неминуча плутанина в аналізі. Те ж саме і зір: образ видимий і образ сприйманий свідомістю різні.

Але нерозуміння того, що на вхід мовного аналізатора, наприклад, для управління комп’ютером, надходить сигнал четвертого рівня, тобто зі середовища, що має над фізичним рівнем (власне сигнальним) структурно-повну організацію, веде до створення нестійко працюючих конструкцій, це спроба обробки того контексту, який спочатку не був передбачений в системі.

6. Структура k -значної площинно-просторової комірки

Таким чином, усі відкриті системи, незалежно від “матеріалу” і способу реалізації “апаратної бази”, утворюють чотири класи або рівні складності I_1 , I_2 , I_3 , I_4 [17].

I_1 – кібернетичні системи, в яких поняття і подання інформації ізоморфне потоку даних (потоку станів сигналу);

I_2 – ізоморфізм “сигналу” і інформації зникає, “верхнього” контексту набуває властивість самостійного руху без передачі сигналу;

I_3 – клас “повних” інформаційних систем, що складаються з трьох рівнів, організованих за тією ж схемою, що й сам рівень. Структура є і метаструктурою, тобто схемою організації всієї системи, при цьому структура є мінімаксною, тобто мінімальною структурою, що дозволяє відображати стан системи для загального випадку (для довільних потоків даних за відсутності яких-небудь спеціальних апріорних обмежень) і, одночасно, це максимальна за складністю структура, яка може бути реалізована в тривимірній “апаратурі” знову ж таки без спеціальних апріорних умов;

I_4 – системи типу “інтелект”, що існують як надбудова над рівнем (системою) I_3 у вигляді віртуальної “вертикальної” інформаційної машини принципово необмеженої “висоти” в спеціальним

чином організованому “апаратному середовищі”. “Вертикальна машина” за способом облаштування є безадресною за рахунок того, що працює на основі квазістаціонарних потоків, точніше за двома системами потоків – пара потоків “власне даних”, тобто структур типу I_3 і пара “потоків уяв” – структур класу I_4 . Разом із набором правил-умовчань і “системою команд” I_4 складає єдино можливу елементну базу для універсальної інформаційної машини – розуму.

Розглянемо рівні організації складних систем, і надамо їм новий сенс і порядок відповідно до результатів проведеного нами аналізу та проілюструємо сказане вище додатковою схематичною побудовою:

Комахи: сигнал \rightarrow згортка 1 \rightarrow “мова 1”; (між сигналом і мовою повний ізоморфізм, це колективна істота).

Хребетні: сигнал \rightarrow згортка 1 \rightarrow інформація \rightarrow “мова 1” \rightarrow згортка 2 \rightarrow “мова 2”.

Примати: сигнал \rightarrow згортка 1 \rightarrow інформація \rightarrow “мова 1” \rightarrow згортка 2 \rightarrow “мова 2” \rightarrow згортка 3 (межа інтелекту) \rightarrow “мова 3”.

Людина: сигнал \rightarrow згортка 1 \rightarrow інформація \rightarrow “мова 1” \rightarrow згортка 2 \rightarrow “мова 2” \rightarrow згортка 3 (межа інтелекту) \rightarrow “мова 3” \rightarrow згортка 4 \rightarrow “мова 4”.

Теоретичні та експериментальні дослідження, а також ускладнення, що виникають під час створення обчислювальних систем новітніх поколінь [10-14], сприяють висуненню концепції адекватності k -значної логіки та структур, завданню створення обчислювальних систем новітніх поколінь з очікуваними властивостями й можливостями щодо підвищеної швидкодії і широких функціональних можливостей. Зокрема, універсальні k -значні структури просторового типу із витоків володіють граничним паралелізмом на рівні базового елемента і працюють із багаторівневим сигналом, є універсальними в рамках вибраного структурного алфавіту і володіють гнучкістю перенастроювання без зміни безпосередньо самої структури.

Довільна структура на системному рівні характеризується набором функцій, що реалізуються нею та функціональними вузлами, які реалізують ці функції, а також інформаційним обміном під час функціональних перетворень. Відповідно до задач, що вирішуються, структурно-функціональна комірка узагальненого виду на рівні системного підходу декомпозується (рис. 3) на три ієрархічні рівні: *функціональний* (аналітико-синтетичний) – I_1 ; *тактичний* (аналізаторно-координаційний) – I_2 ; *стратегічний* (координаційний) – I_3 . Крім цього, повна структура k -значної комірки ШІ, за внутрішньою логікою дії, повинна включати зв’язок із наявною і необхідною базою знань, що утворює четвертий рівень ієрархії – I_4 .

Відповідно на функціональному рівні до складу k -значної площинно-просторової комірки входять: n -вимірний комутатор сигналів; комплекс порогових



Рис. 3. Концептуальна структурно-функціональна модель k -значної комірки – для рішення задач систем штучного інтелекту

пристроїв, дешифратори просторових проміжних ознак та формувачі k -значних функцій.

Комутатор сигналів є керуючим і спрямовуючим пристроєм входів обчислювальних систем новітніх поколінь, що визначає, з яким за типом вхідним сигналом працює комірка: зовнішнім чи від стратегічного рівня.

Комплекс порогових пристроїв дозволяє здійснювати перетворення неперервних чи дискретних за часом та за рівнем k -значних сигналів (семантичне опрацювання вхідного сигналу системи), а також формування простору проміжних ознак (простору суттєво k -значних характеристичних функцій) як результату семантичного опрацювання. Проміжні ознаки дешифруються в керуючі сигнали вихідного комплексу *формувача k -значних функцій*, що здійснює аналітичні функціональні перетворення. Результат перетворень на функціональному рівні надходить на вихід комірки, а також надходить для оцінювання з точки зору семантичного змісту на стратегічний рівень.

Тактичний рівень у площинно-просторовій комірці реалізується з допомогою *аналізаторно-координаційного* процесора, у завдання якого входить керування комутатором вхідних сигналів, налагодження порогових пристроїв функціонального рівня, налагодження дешифраторів проміжних ознак із метою вибору виду здійснюваного функціонального перетворення та синхронізація роботи функціонального, тактичного і стратегічного рівні.

На *стратегічному рівні* процесор-супервізор дозволяє системам ШІ здійснювати остаточний семантичний аналіз із участю оператора, обмін даними з оператором, входом та виходом комірки, із базою знань обчислювальних систем новітніх поколінь, а також контролювати в автоматичному та діалоговому режимах процес вирішення задач на тактичному

рівні. Останнє дає можливість прослідкувати покроково процедури реалізації довільного алгоритму на всіх етапах його виконання і, тим самим, здійснити селекцію та нагромадження в базі знань ефективних алгоритмів із множини інших, менш ефективних.

Концептуальна структурно-функціональна модель комірки базується на концепції симбіозу (нерозривного зв'язку та взаємодії) дво- та k -значних засобів опрацювання інформації, тому на стратегічному рівні в ній містяться комплекси перетворювачів форми відображення даних – перетворювачі двозначного коду в k -значний ($2 \rightarrow k$) та навпаки ($k \rightarrow 2$). Застосування чи ні цих перетворювачів у обчислювальних системах новітніх поколінь визначає, на якому функціональному рівні вирішуються задачі, в якій логіці (у якому структурному алфавіті) та з якою швидкістю. Крім цього, використання таких перетворювачів, зокрема при $k = 10$, усуває необхідність роботи оператора з двозначними трансляторами під час уведення/виведення даних, у $\log_2 k$ зменшує число входів на всіх рівнях.

Підсумовуючи процес логіко-інтуїтивного емпіричного системного синтезу структурно-функціональної моделі узагальненої комірки зауважимо, що така концепція є апіорною і сформована на основі аналізу широкого спектра власних наукових досліджень та досліджень учених, які працюють над створенням обчислювальних систем новітніх поколінь, а також тих, що вивчають природний інтелект. Із плином часу запропонована автором чотирирівнева ієрархічна модель інтелекту отримала визнання та набула значного поширення і використовується різними дослідниками у галузях цифрової обробки сигналів, інтелектуальних роботів, нейроінтелекту, теології, побудови мовних систем штучного інтелекту, психології інтелекту.

Висновки

Сфери предметних галузей, де найдоцільніше працювати з даними і знаннями, поданими мовними моделями — це галузі з переважанням емпіричного знань, де складність фактів і їх описів виключає використання мови математики і зокрема інформаційно-інтелектуальних технологій та інтелектуальної підтримки суспільно-економічних процесів діяльності фінансово-кредитних установ.

Найбільш загальна проблема побудови системи управління семантичного чи семантико-прагматичного рівня взаємодії, пов'язана з вибором технології контекстно-залежного подання знань, побудовою інформаційних баз (даних і знань) про предметну галузь і механізму висновку для отримання необхідних рішень.

Єдино відомим нам, об'єктивним носієм знання та інтелекту є людина, а виразником, засобом до зовнішнього спілкування та носієм інтелекту є людська мова, що й складатиме об'єкт і напрямок досліджень у наступних частинах роботи.

Подання моделей декларативних мов здійснюється предикатами, малюнками, кресленнями, графами тощо.

Математична структура даних у декларативних мовах базується на системах предикатних рівнянь у алгебрі скінченних предикатів або на аксіоматичній теорії множин, у якій теорія множин інтерпретується як структура даних.

Проблема створення ШІ полягає не в тому, щоб «будувати штучних людей», а в тому, щоб пізнати природні організми настільки, щоб використовувати їх на рівні систем, тобто в керованому або коректованому режимі, зробити їх керованими.

Кожний атрибут системи ШІ сам може бути універсальним функціональним перетворювачем, але іншого ієрархічного рівня. З цього випливає, що універсальний функціональний перетворювач є системою рекурсивною.

УФП має свою мову і починає жити і діяти, реалізуючи свої властивості, після того, як процес програмування завершений і ЕОМ працює за певним керуючим алгоритмом налагодження.

УФП перетворюється (переходить) у базову комірку ШІ тільки в працюючому комп'ютері.

Вихідні реакції УФП наповнені змістом, тому і називаються власними уявленнями УФП про керуючий вплив, але оскільки джерелами зовнішніх по відношенню до УФП збурень можуть служити будь-які об'єкти і дані, то саме його (УФП) уявлення є новою інформацією, а сам УФП — джерелом цієї інформації.

Оскільки світ нелінійний, основні закономірності розвитку неживої і живої природи (від мікро- до макросвіту), зокрема соціальних і економічних структур, є нелінійними, тобто результат не прямо пропорційний причині, що його викликала.

Майбутнє неоднозначно визначається початковими умовами, його не можна передбачити, спираючись

тільки на попередній досвід. Таким чином, нелінійність і є по суті справжнім переходом від минулого до майбутнього. У зв'язку з цим можна зробити висновки, що процесом функціонування УФП необхідно управляти, щоб він став оптимальним за результативністю.

Список літератури:

- [1] Бондаренко М.Ф., Коноплянко З.Д., Четвериков Г.Г. Основи теорії синтезу надшвидкодуючих структур мовних систем штучного інтелекту. — К.: ІЗМН, 1997. — 264 с.
- [2] Бондаренко М.Ф., Коноплянко З.Д., Четвериков Г.Г. Основи теорії багатозначних структур і кодування в системах штучного інтелекту. — Х.: Фактор-Друк, 2003. — 336 с.
- [3] Коноплянко З.Д., Четвериков Г.Г. Проблеми інтелектуалізації та українізації цифрових систем та мереж телекомунікацій // Труды УНИИРТ. — 1995. — № 4. — С. 72–81.
- [4] Коноплянко З.Д., Четвериков Г.Г. Аналіз лінгвістичних зв'язків елементів фонетичного рівня української мови // Праці УНДІРТ. — 1996. — № 1(5). — С. 70–77.
- [5] Четвериков Г.Г., Ляховець С.В., Коноплянко З.Д., Колесник А.С. Аналіз та дослідження букво-фонемних відношень української мови // Праці УНДІРТ. — 2001. — № 1(25). — С. 79–83.
- [6] Осыка А.Ф., Кравець О.А. О формализации семантики словосочетания с инструментальным значением // Проблемы бионики. — Вып. 45(90). — Харьков: Основа, — 1990. — С. 3–10.
- [7] Булкин В.И., Ситников Д.И., Шабанов-Кушнарченко Ю.П. Математические модели межморфемных связей на множестве полисемантических производящих основ и словообразовательных суффиксов // Проблемы бионики. — Вып. 47. — Харьков: Основа. — 1991. — С. 3–22.
- [8] Осыка А.Ф., Кравець О.А. К вопросу о формировании семантических признаков слов. // Проблемы бионики. — Вып. 47. — Харьков: Основа. — 1991. — С. 8–16.
- [9] Рябова Н.В. Моделирование семантики производных слов русского языка. // Проблемы бионики. — Вып. 45(90). — Харьков: Основа. — 1990. — С. 17–23.
- [10] Шабанов-Кушнарченко Ю.П. Теория интеллекта. Математические средства. — Харьков: Выща шк., 1984. — 144 с.
- [11] Шабанов-Кушнарченко Ю.П. Теория интеллекта. Технические средства. — Харьков: Вища шк., 1986. — 136 с.
- [12] Шабанов-Кушнарченко Ю.П. Теория интеллекта. Проблемы и перспективы. — Харьков: Вища шк., 1987. — 160 с.
- [13] Gorokhovatskyi V., Vechirska I., Chetverikov G. Method for Building of Logical Data Transform in the Problem of Establishing Links between the Objects in Intellectual Telecommunication Systems // Telecommunications and Radio Engineering, 2016. — Vol. 75. — P. 1645–1656.
- [14] G. Chetverykov, O. Puzik, and O. Tyshchenko. Analysis of the problem of homonyms in the hyperchains construction for lexical units of natural language, in 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), 2018, pp. 356–359, IEEE.
- [15] Повзун О.І., Козел Н.Б., Четвериков Г.Г. Концепції організації інформаційно-інтелектуальних технологій та інтелектуальної підтримки суспільно-економічних процесів: к-значні засоби. частина 1. [Текст] / О.І. Повзун, Н.Б. Козел, Г.Г. Четвериков // «Бионика интеллекта». — 2020. — №1(94). — С. 88–93.
- [16] Shliakhov, V., Chetverykov, G., Bozhko, I., Shliakhova, N. (2019). Predicate Data Model in the Form of a Linear Space. ECONTechMOD: An International Quarterly Journal on Economics of Technology and Modelling Processes, 8(2), 41–54.
- [17] Васильев Н.Р., Задорин Е.В. Математическая модель псевдоорганизма (КАУС) — путь к созданию искусственного интеллекта. — 2008. — <http://arupa-manas.narod.ru/BASE/nauka/index.html>

Надійшла до редакції 29.09.2020