

КОНЦЕПЦІЯ «КОГНІТИВНОЇ ОБЧИСЛЮВАНОСТІ»

Прокопчук Ю.О.

Інститут технічної механіки НАН України, Український державний університет науки і технологій, Україна

Анотація. У статті розглядається начерк концепції "когнітивної обчислюваності". Як приклад розглядаються задачі розрізнення. Концепція заснована на парадигмі граничних узагальнень. Важливу роль відіграють глибоке несвідоме, суб'єктивна інфляція, континуум задач розрізнення і простір евристик. Глибинна диверсифікація дає змогу знайти етичні обчислювальні алгоритми. Результати дослідження можуть бути використані при створенні когнітивних агентів і роботів, а також когнітивного Інтернету.

Ключові слова: Когнітивна обчислюваність, людиноподібний інтелект, когнітивні обчислення, задачі розрізнення, парадигма граничних узагальнень, креативна агентність, асимптотична раціональність, суб'єктивний простір-час-дії, простори можливостей, логіка розмаїття

Вступ. Штучний інтелект (ШІ) — це створення комп'ютерів, які можуть робити те саме, що й розум, і в міру просування до цієї мети ми схильні дедалі частіше делегувати людські завдання машинам. Тому дуже важливо поставити питання, які особливості розуму ми відтворили, а які відсутні, і чи має це значення. Зокрема, засновник української кібернетики Віктор Глушков до головних архітектурних принципів підвищення продуктивності ЕОМ відносив мозкоподібні структури (brainlike structures: питання теорії систем, що самоорганізуються та самовдосконалюються, які мають відношення до проблеми моделювання різних функцій мозку і автоматизації розумової діяльності людини). Головною метафорою мозку і донині залишається комп'ютерна метафора з відповідними трактуваннями обчислюваності (the idea that thought is a kind of computation) [1].

У 1957 р. Дж. фон Нейман висунув гіпотезу про існування Первинної мови людського мозку (The Primary Language) [2]. Він припустив, що зовнішня мова (включаючи безліч природних і штучних мов), яку ми використовуємо у спілкуванні один з одним, може сильно відрізнитися від внутрішньої мови, яка використовується для обчислень людським мозком. Він стверджував, що ми досі не знаємо про природу Первинної мови мисленних обчислень ("What is the structure of thought?" is as central a question as any in cognitive

science) [3]. У роботі [4] стверджується, що те, як можна поєднати властивості когнітивних представлень та формальні / математичні структури значень природної мови, залишається однією із загадок когнітивної науки ("Language of Thinking").

Обчислювальна система — це будь-яка система, яка може видавати значення функції $f(x)$, дотримуючись алгоритму перетворення x в $f(x)$. Когнітивний агент реалізує багато функцій [1, 5]. Які з цих функцій можна обчислити? Існують фізичні алгоритми, які виходять далеко за межі стандартної тьюрингової моделі ("перехід від X до $F(X)$ " - Фізичний Алгоритм-Процес). Їх загальною рисою є не лише оперування фізичними предметами, а й звернення до зовнішніх фізичних процесів (середовища радикалів або агентів; концепція «інтелектуальної павутини агента» [5], [6]).

Базовими функціями розумового процесу є розрізнення (термін «розрізнення» – «difference» запровадив французький філософ Жак Дерріда). Акт (функція) розрізнення - це системоквант "миследії" когнітивної системи, базова функція спостерігача. Антрополог і філософ Грегорі Бейтсон зазначав: 'In fact what we mean by information – the elementary unit of information – is a difference which makes a difference' В роботі [5] на засадах «парадигми граничних узагальнень» (ПГУ) запропоновано деякі шляхи формалізації представлення знань, а також механізмів (алгоритмів) вирішення задач розрізнення. В доповіді пропонуються уточнення «Первинної мови мисленних обчислень», зокрема формальних моделей розрізнення.

Основний матеріал. Будь який образ представлений мережею начерків (Self-Modeling Network Models; Explanatory power by vagueness). Мережа мереж начерків формує ментальну сферу (холархія), базовими характеристиками якої є цілісність або узагальнена заплутаність та духовність (Spirit Ontologies; Fast Mapping of Words / Sketches to Meaning). Подібна здатність не тільки зумовлює творчість, а й створює ілюзію глибини, нескінченності, безперервності суб'єктивної реальності.

Під Z-задачею розрізнення будемо розуміти встановлення результату $z \in Z = \{1; 2; 3; \dots; N\}$, де $N \geq 2$. Z-задачами розрізнення можуть бути завдання

діагностики, розпізнавання, прогнозування, вибору управління, прийняття рішень (Z-task). Нехай $\{\tau\}$ – повний набір тестів («атомних почуттів») у межах банку тестів $\{G(\tau)\}$. Ідеальною евристикою V (індуктором/inductor, bisociation, contextual combinatorial pattern, causal relation, causal judgment, causal prediction, 'direct knowing') в рамках контексту K називається системопатерн, що дозволяє встановити однозначний висновок Z-задачі розрізнення:

Кодування популяції, втілене судження | ІДМ - інтуїтивне прийняття рішень, аудит | Конструювання / символ / мозок, готовий до мови: Нейролінгвістичні принципи, що пов'язують інтерпретацію з мовою та пізнанням, причинно-наслідкові зв'язки в дискурсі та пізнанні | Універсальна структура мови: як мультисенсорні сигнали поєднуються для формування (мета)когнітивних суджень | Схеми аргументації; візуальна теорія мови | Розуміння мови як "форми/процесу": широка концепція мови розкриває "спосіб мислення" | Мовне відчуття, відчуття форми, "формально-логічне відчуття", відчуття причинно-наслідкових зв'язків | Логіка мислення, основна мова думки: "ментальні вирази" | Епістемічні почуття та епістемічні емоції | Синтетичне та асоціативне мислення | Ментальні образи - моторні образи, відношення "намір - дія":

$$V = (f/\mu: \{\underline{a}/A\} \rightarrow_e \underline{z}/Z), \quad \exists \alpha(\{\underline{\tau}/T\}_\alpha, \underline{z}/Z) \in \Omega(Z): \{\underline{a}/A\} \subseteq \{\underline{\tau}/T\}_\alpha, \quad (1)$$

$\mu \in \{\mu\}_V$; if $e(V)=1$ then Incubation($\{A\text{-Task}\}$) & Incubation($Z\text{-Task}\}$) & IDM($\{A\text{-Task}\}$) & IDM($Z\text{-Task}\}$) & JuryOfIntuition,

$$V = (f/\mu: \{\underline{a}\} \rightarrow_e \underline{z}), \quad V = (f/\mu: \{Cog(\underline{a}, P_a)\} \rightarrow_e Cog(\underline{z}, P_z)) \quad (2)$$

WaveGeneration(V), CausalPower(V),

Context: $\{Narr\}_{Z\text{-Task}} \{LAoT\}_{Z\text{-Task}}$; if $e(V)=1$ then $e(\{Context\})=1$.

Компактний запис: $V(\{\underline{a}/A\}, \underline{z}/Z)$ або $V(\{\underline{a}/A\}, e/E, \{\mu\}_V, \underline{z}/Z)$, де e/E – потрібні ресурси, $\{\mu\}_V$ - механізми реалізації, зокрема, алгоритми; $\alpha(\{\underline{\tau}/T\}_\alpha, \underline{z}/Z)$ прецеденти в базі прецедентів $\Omega(Z)$. Тести $\{\underline{a}/A\}$ відіграють роль асоціативної основи; \underline{z}/Z – центр індукції. Спрацювання евристики V (індуктора) не тільки активізує результат \underline{z}/Z , але одночасно запускає «дозрівання/інкубацію» та імпліцитне рішення Z-задачі розрізнення, а також $\{A\text{-Task}\}$, реалізуючи внутрішній аудит потоків інформації («м'який вимір» або "Журі інтуїції",

концепція "континууму задач", System 0 – «глибоке несвідоме»). Z-задачі розрізнення формує будь якій домен тесту.

Інкубація вимагає залучення енергії, величина якої може залежати від показника продуктивності «успіх завдання» ("task success"). Процес інкубації частково описується "стрілою пізнання" (the dynamics of information as a basis for logic). Повна модель Z-Task описана у [5]. Активізація будь-якої евристики викликає нелокальні ефекти, наприклад, як генерації хвиль активності специфічних візерунків в мережі мереж начерків. Для цього використовується оператор WaveGeneration(\bullet). Нотація $Cog(\underline{a}, P_a)$ означає активізацію всього кога. $\{LAoT\}_{Z-Task}$ – всі локальні «стріли часу», пов'язані з рішенням Z-Task у минулому (емпіричний досвід: під час вирішення завдання могла перевірятися евристика $V(\{\underline{a}/A\}, \underline{z}/Z)$); $\{Narr\}_{Z-Task}$ – всі наративи простору наративів. Subjective Space-Time-Action (SSTA) дозволяє реалізувати «екологічну раціональність», відбираючи лише ті евристики, які є максимально комплементарними навколишньому середовищу. Актуалізація Контексту є одним з проявів духовності.

Експертні знання відрізняються тим, що багато евристик якимось чином підтверджено (багатий досвід): $V(\{\underline{a}/A\}, \underline{z}/Z, f/\mu) = V(\{\underline{a}/A\}, \underline{z}/Z, \{LAoT\}_V \vee \{Narr\}_V \vee \{Radical\}_V \vee Pos-Space_V \& Psi-Practice_V)$, де $Pos-Space_V$ – Простір можливостей; $Psi-Practice_V$ – Пси-практика, яка включає в себе когнітивні інструменти подолання застрявання, глухого кута (experiencing and resolving impasse). У цьому запорука феноменальної адаптивності людини, яка недосяжна нині для штучних систем.

Евристики є важливою частиною узагальненої заплутаності разом з наративами та «стрілами часу». Імплицитні евристики з урахуванням мереж начерків і патернів можуть бути основою «мови мислення», формуючи логічну схему думок, «фраз», аргументів. У процесі еволюції (абстрагування, символізації) такі схеми-знаки стали основою прото-мови, що запустило маховик культурної еволюції, що саморозкручується. Евристики $V(\{\underline{a}/A\}, \underline{z}/Z)$, наративні схеми $\langle \{\underline{a}/A\}, \underline{z}/Z, f/\mu, \varepsilon \rangle$ як емоційні

«mentalese expressions» (Purposefulness of Thought) дозволяють ствердно відповісти на запитання «Can rational thought exist without language?».

Евристики породжують необмежену різноманітність ідей-патернів досягнення мети, що є важливим проявом світоподібності (open-ended repertoires of skills). Справді, евристику $V(\{a/A\}, z/Z)$ можна інтерпретувати наступним чином (language-as-action view; Dynamic Syntax Sketch: Becoming syntactic; Truthmaker semantics for natural language):

Якщо будуть досягнуті підцілі $\{a/A\}$, то за достатньої енергії (ситуативних ресурсів-механізмів) буде досягнуто мети z/Z .

В основі мови думки, окрім евристик, лежать також фрагменти послідовностей із SSTA, Простору наративів, Простору трансформацій (існування неграматичних, але прийнятних виразів; Problems and Mysteries of the Many Languages of Thought; Morphological / Morphogenetic Embodied Computation). З такої точки зору розуміння речення може пояснюватися нашою здатністю перекладати речення на мову думки. ПГУ дає обґрунтування об'єднуючої теорії/формалізму мовного значення із загальної біологічно-інтегративної точки зору. У будь-якому випадку, ПГУ дозволяє сформулювати відкриті дослідницькі питання для когнітивної науки стосовно різновидів правил і уявлень, що лежать в основі різних систем на основі LoT.

Множина механізмів виконання патернів відкрита і дуже динамічна, тобто ситуативно змінюється. Когнітивна система намагається всіма можливими засобами ситуативно максимізувати цю множину для кожного патерна/дії на кожному масштабному рівні (Exploring Meaning in Algorithmic Systems; "Double Helix of Action-Thoughts"; Possibility Spaces: Dexterity develops through nonlinear interaction across these scales, constraining or releasing degrees of freedom). В рамках ПГУ це може бути наступна множина $\{\mu\}_f$ (f - патерн): $\{\mu\}_{\{Ag\}}$ означає, що деякі механізми можуть бути реалізовані соціумом або агентним середовищем $\{Ag\}$; $\{\mu\}_{Self-Play}$ - за допомогою механізму Self-Play; $\{\mu\}_{ML}$ - за допомогою машинного навчання; $\{\mu\}_{Radical}$ означає, що деякі механізми можуть бути радикалами (є «чорною скринькою»); $\{\mu\}_{Replicator}$ означає, що деякі механізми можуть бути мутуючими реплікаторами; $\{\mu\}_{SSTA}$ означає, що деякі

механізми або схеми дій будь-якого масштабу можуть бути вилучені з досвіду (SSTA - Subjective Space-Time-Action); $\{\mu\}_{\text{SoN}}$ означає, що деякі механізми або схеми дій будь-якого масштабу можуть бути вилучені з локального або глобального простору наративів (Space of Narratives - SoN). За допомогою мереж начерків аналізуються фазові простори когнітивної динаміки, що розширюються (Expanding Phase Space).

Один із ключових інструментів-алгоритмів інтуїтивного (швидкого, миттєвого) розв'язання задач розрізнення – це «Creative Stirring / Mixing Layer» в межах «континууму задач» (Dynamic Competition Mechanism of Instant Decision). Стверджується, що концепти «Creative Stirring / Mixing Layer», «Mixed Layer Depth» відіграють важливу роль при вирішенні задач розрізнення та моделюванні реакції на події-спостереження в рамках Subjective Space-Time-Action [5]. В доповіді розглядається практичний механізм «Creative Stirring / Mixing Layer» при рішенні будь якої задачі розрізнення. Запропонована схема реалізує динамічний конкурентний механізм миттєвого прийняття рішень, завдання якого забезпечити «виживання» та досягнення цілей когнітивної системи в агресивному та невизначеному середовищі. Таким чином, модель демонструє як використання стохастичності може стати основою креативного агентства (creative agency).

Висновки. Для розуміння механізмів розуму, творчості, інтуїтивного мислення принципово важливо, що на основі обмеженої первинної інформації спонтанно виникає вирішення великої кількості задач, які усвідомлено не ставились. Цей феномен названо "континуумом задач". Не всі імпліцитно вирішені задачі отримують фокус уваги («мозок» знає набагато більше, ніж ми усвідомлюємо). Така ситуація має місце у «Artificial Cognitive Systems» з функцією «континуум задач»: перманентно «дозріває» інструментарій вирішення безлічі задач; на основі даних нової ситуації вирішується велика кількість задач, які користувач міг і не ставити; користувач може скористатися деякими результатами, переглядаючи список вже вирішених завдань.

Суб'єктивна інфляція мереж начерків дозволяє імпліцитно знаходити більш досконалі (робастні, інваріантні), економні та стабільні моделі знань та

поведінки, забезпечуючи глобальну анти-крихкість (критичні начерки; досконалість).

ПГУ-концепти «Body-Connectome-Cognitome-Interactome», «Continuum of Tasks», «Creative stirring / mixing layer», «Jury of Intuition» та «неконтрольоване навчання» дозволяють реалізувати когнітивні обчислення та Sensemaking platform для когнітивної робототехніки, багатоагентних технологій та когнітивного Інтернету (The Nature of the Psyche: The Architecture Of The Mind; The Cognitive Architecture of Uncertainty; World-Like Systems; Spirit Ontologies, The Ethics of Algorithms; The Deep Unconscious System).

ЛІТЕРАТУРА / REFERENCE

1. Colombo, M., Piccinini, G. (2023). The Computational Theory of Mind. Cambridge University Press. 10.1017/9781009183734.
2. Von Neumann J. (1958) The Computer and the Brain, Yale Univ. Press
3. Stilman, B. (2017). The Primary Language of the Human Brain. Procedia Computer Science. 111. 448-462. 10.1016/j.procs.2017.06.047.
4. Mondal, P. (2023). Towards a Unifying Theory of Linguistic Meaning. Communicative & Integrative Biology. 16. 1-10. 10.1080/19420889.2023.2200666.
5. Prokopchuk Y. (2022). Intuition: The Experience of Formal Research. Dnepr, Ukraine : PSACEA Press. 724 p. (in RU)
6. Prokopchuk Y., Nosov P. (2023). Trusted autonomous systems: organization of the "thinking swarm". Proceedings of the International Scientific Conference "Information Technologies and Computer Modelling" (July, 6th to 8th Ivano-Frankivsk). Ukraine, Ivano-Frankivsk: Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, pp. 104 - 107

THE CONCEPT OF “COGNITIVE COMPUTABILITY”

Prokopchuk Yurii

Abstract. *The paper discusses an outline of the concept of "cognitive computability". Distinction tasks are considered as an example. The concept is based on the paradigm of limiting generalizations. The deep unconscious, subjective inflation, the continuum of distinguishing tasks, and the space of heuristics play an important role. Deep diversification allows us to find ethical computing algorithms. The results of the study can be used to create cognitive agents and robots, as well as the cognitive Internet.*

Keywords: *Cognitive Computability, Human-Like Intelligence, Cognitive Computing, Distinction Tasks, Paradigm of Limiting Generalizations, Creative Agency, Asymptotic Rationality, Subjective Space-Time-Action, Possibility Spaces, Diversity's Logic*