

## Співвідношення між природним та штучним інтелектом: погляд програміста

Важливою проблемою у розвитку кібернетики є програмування штучного інтелекту. Виникнення комп'ютерних систем викликало вибух у розвиткові програмних продуктів, що можуть допомогти людині для реалізації більш складних проблем, для їх остаточного розв'язку.

Спочатку важливим стрибком у кібернетиці було створення експертних систем, які базувалися на знаннях, здобутих людиною, та використовували наслідки, які людина виробила шляхом досвіду. Сучасні експертні системи здатні давати поради у таких галузях знань, як діагностика інфекційних захворювань, геологорозвідка, хімічний аналіз органічних сполук та функціонування регіональної системи оборони. У кожній з цих галузей знань треба мати справу з інформацією, яка не тільки відрізняється строгістю, але й досить важка для сприйняття, що ускладнює використання звичайного програмного забезпечення; але експертні системи виконують її майже ідеально. Знання, використані в кожній такій системі, були отримані від спеціаліста у даній галузі у вигляді правил, які в сукупності складають «базу знань» комп'ютера. Експертна система складається з бази знань та «механізму виводу» — програми, яка може робити логічні висновки з усієї сукупності правил системи. Діючи у відповідності до закладених у базі знань правил, машина запитує необхідну інформацію, а потім робить свої висновки.

Серед систем відзначеного класу слід згадати ПРОСПЕКТОР, який здійснював «пошук» природних ресурсів у земній корі та набагато швидше ніж людина за допомогою введених даних визначав місця скупчення родовищ корисних копалин.

Одна з важливіших проблем, яку треба було розв'язати при створенні цієї системи, була пов'язана з вибором необхідної чутливості і стійкості системи. Користувача навряд чи може зацікавити система, в якій незначні відхилення у достовірності вихідних даних призводять до різкої зміни кінцевих висновків.

На підтвердження ефективності системи, розробленої в Станфордському інституті, достатньо сказати, що ПРОСПЕКТОР зміг знайти ви-

значні і до того невідомі родовища молібдена у районі гори Толмен (шт. Вашингтон). Пошукові роботи на місцевості підтвердили виняткову точність прогнозу, даного системою.

Експертна система МІЦН, розроблена у Стенфордському університеті, дослід-жувала та виявляла у хворих менінгіт на основі системи «запитання—відповідь». Вона використовує метод оберненого пошуку. Це дозволяє одночасно мати справу з великою кількістю взаємопов'язаних правил. Щоб зрозуміти, як працює цей метод, розглянемо правило:

*якщо А істинно і В істинно, то С також істинно,*  
де А, В і С — це деякі твердження.

Тобто, оцінюючи це, можна зробити висновок, що машина (штучний інтелект) здатна обробляти дані (факти), використовуючи введені закони, та аналізувати ці закони, виявляючи якісь недосконалість вироблених систем. Це людині зробити дуже важко, бо потребуватиме багато зусиль та часу.

За допомогою паралельного обчислення машини тепер здатні обробляти інформацію набагато швидше.

Але різниця полягає в тому, що способи аналізу інформації людиною і машиною значно відрізняються, що може призвести до значних катастроф, які можуть бути причиною людських жертв.

Можна навести приклад. У штаті Пенсільванія (США) 28 квітня 1979 року на атомній станції «Тримай Айленд» у залі керування N 2 почувся сигнал тривоги. Спочатку оператори особливо не хвилювались, оскільки незначні аварії виникали часто. Було порушено функціонування маленького клапану пневматичної системи, що призвело до зупинки циркуляції води в системі водного охолодження вторинного контуру. Через деякий час активна зона реактора почала розігріватися, і, не зважаючи на усі спроби операторів, стан погіршувався. Наступні декілька днів персонал станції разом зі спеціалістами з Комісії з ядерного регулювання боролися за те, щоб взяти реактор під контроль, а світ тим часом з жахом стежив за цим. Коли стало зрозумілим, що це викликало проблеми, які можуть призвести до вибуху, люди почали хапатися за все, що й збільшило час затримки. Тобто не було порозуміння між людиною та машиною.

Це виникає від того, що спосіб мислення людини значно відрізняється від машинного мислення. Людина не здатна створювати у своєму мозку дерева пошуку та аналізувати вершини, що розкриваються, на кожному кроці. Якщо кількість вершин досягає неосяжних для людини величин, вона далі не здатна аналізувати.

Людина користується вже набутим досвідом та буде на основі нього свої висновки.

Прикладом може бути модель Томпсона (таблиця Томпсона), представлена у 1977 році на конференції Міжнародної федерації з обробки інформації, що проходила в Торонто.

Кеннет Томпсон з науково-дослідної фірми «Белл телефон лабораторієз» запропонував комп'ютерну програму гри «ферзь-король» проти «тура-король». Коли двоє відомих шахістів намагалися обіграти її, у них це не вдалося. Розробив він цю програму топорним методом: через відсутність повного набору правил гри в ендшпілі він просто створив програму, яка вказувала, що робити в кожній з вказаних позицій — а їх було аж чотири мільйони. Програма створювалася методом перебору від кінця до початку. З цією ж метою для кожної позиції визначалось, яким би міг бути найкращий попередній хід, що призвів до даного розташування шахових фігур. Всі ці ходи було занесено у величезну довідкову таблицю, яка зберігалася у машинній пам'яті, причому кожний елемент таблиці означав: «Якщо фігури розташовані таким чином, то робить хід саме так». Томпсон розробив свою таблицю так, що програма-гравець з кожним кроком «відтягувала» свій програш. Саме тому люди-гравці розгублювались вже після п'ятого кроку. А коли Томпсона питали, яким саме чином програма це робить — тобто обирає варіант, він не міг пояснити. Ось у чому і виникав парадокс.

З часом намагалися створити програми за принципом економичності у використанні. А потім тільки розвивали його. Цей принцип оптимізації все далі та далі віддаляв від «людського розуму» (тобто природного розуму) штучний інтелект. І чим далі ми будемо розвивати його у цьому напрямку, тим далі ми будемо заплутуватися і не розуміти його.

Якщо б світ, що нас оточує не змінювався, то все було б легко і просто; але широту наших пізнань треба оцінювати відношенням «пізнання/складність» (складність середовища, в якому ці пізнання треба використовувати). Шляхом технологічного прогресу це середовище стає все більш штучним, що відповідно ускладнює його.

Поки чисельник дробу «пізнання/складність» зростає швидше, ніж знаменник, ми у виграші. У протилежному випадку рано чи пізно складність оточуючого світу почне перевищувати можливості нашого розуміння. (У більшості — ми зайняті тим, щоб простежити за тим, що відбувається).

Звернімо увагу на благо, яке є найбільш суттєво важливим для будь-якої пізнавальної діяльності — запас знань. Як представляються ці знання в машині — традиційно зовсім не так, як у людини. Спочатку це робилося з міркувань економії, а може техніка ще не розвинулась до такого рівня, щоб першою проблемою була доступність розуміння. За нормальних умов машина ще здатна виконувати роботу, але у випадку відмови людина, яка з нею працює, буде розгубленою, що робити далі.

Пізнання — це те, що є основою людського розуму. Саме за допомогою знань ми будуємо нові теорії та створюємо нові знання. Чи здатен штучний інтелект створити нове знання — це питання часу. З ростом складності світу, що нас оточує (тобто того світу, який ми створюємо, зростає складність розуміння, тобто процес пізнання ускладнюється). Стратегії людини та машини на досягнення своїх цілей ніколи не співпадуть. Тому ефективні ма-

шинні програми не можуть використовувати в якості моделей людей. У більшості своїй людство не жертвує виробництвом заради взаєморозуміння.

Якщо при побудові основним критерієм стає оптимальність, визначена з позицій машини, а не людини, то ми опиняємося у «чорній дірці» технологічного прогресу, тобто стаємо рабами створених нами систем.

Тому створення машиного аналога людського розуму є важливою проблемою. Нам потрібно заставити систему створювати нові знання, реагувати на образи, аналізувати емоції, працювати з асоціаціями, і нарешті обґрунтовувати свої висновки, як це робить людина.

Вже є приклади створення нового знання. Це система, яка отримала назву «Автоматизований математик» (АМ). Ця програма почала роботу з набору фундамен-тальних понять, після чого випадковим чином рушала по простору задач, що виникали у процесі роботи, маючи на меті прийти до більш складних понять. Цілком самостійно програма спромоглася прийти до декількох добре відомих математичних ідей і навіть знову відкрити декілька важливих теорем, наприклад теорему Євкліда про єдиність розкладу на множники. Вона побудувала досить цікаву геометричну інтерпретацію гіпотези Гольбаха відносно сум простих чисел і зробила досить оригінальне відкриття «максимально ділимих чисел»<sup>1</sup>. Починаючи з простих чисел, вона намагалася шляхом аналізу доводити на основі фактів та деяких евристик існуючі та нові теореми. Незважаючи на успіх, програма АМ мала один важливий недолік: вона вміла створювати нові поняття, але не могла знаходити нові евристики.

Потім, доробивши її (створивши новий модуль «Євриско») її автор — Ленат наочно побачив та простежив процес створення нового знання (науковці ще так глибоко не намагалися вивчити складні числа, як це зробила машина). Програма могла час від часу змінювати використовувані нею евристики, іноді роблячи це випадковим чином, а іноді — намагаючись добитися «уточнення», наприклад за рахунок заміни «або» на «взагалі». Нові евристики оцінюються з точки зору їх корисності і в залежності від того, яка буде оцінка, або працюють далі, або «забуваються». Одна евристика, що привела до відкриття, спочатку занесла своє ім'я до списку особливо важливих евристик, а потім «зрозуміла», що те, що вона винайшла, є відкриттям. За це евристика нараховує собі додаткові бали, після чого оцінює це як ще одне, нове відкриття, яке потребує додаткових балів, і т.д. Ленату іноді треба було зупиняти програму, щоб не дати їй постійно та безконтрольно виробляти нові евристики (взагалі, навіть цілком конкретного характеру), які враховують особливості більш вузьких проблемних галузей. При цьому стало зрозумілим, що багато евристик, які мали відношення до математики, нерідко були корисними і при розв'язанні інших реальних практичних задач.

---

<sup>1</sup> Lenat D. The Ubiquity of Discovery, Artificial Intelligence (North-Holland), Vol. 9, No. 3, December 1977, pp. 257-285

Програма «Евриско» вже внесла свій вклад у розв'язок проблем у галузі конструювання тривимірних електронних інтегральних схем.

Складність для людини полягає в тому, що її мозок не здатний тримати стільки інформації, щоб належним чином оцінити ситуацію. Ми у процесі своєї діяльності робимо певні висновки, а потім у подальшому їх використовуємо. Але машина робить все на основі набутих або введених знань. Тому деякі з наших висновків бувають помилковими, а ймовірність помилок у машини значно менша. Але проблема у тому, що пробачити помилку людині ще можливо, але машині — ніколи.

Тому і виникають протиріччя у науці та техніці. Люди хвилюються, що машини заповнять увесь світ. Це помилково у тому випадку, якщо ми будемо створювати машину за нашим зразком.

Зазвичай людина здобуває знання «знизу—уверх», тобто шляхом досвіду. Ніхто не вчить дитину фізиці, щоб вона могла кататися на велосипеді. Шляхом спроб та помилок дитина здобуває знання. Вже були розроблені такі системи.

Наприклад, у Единбурзі створено програму, яка навчилася балансувати жердиною. Вона керує простою машинкою з електродвигуном, яка бігає по рейках; на машинці встановлено жердину, нижній кінець якої закріплено на шарнірі. Щоб утримати жердину у вертикальному положенні, машинка має рухатися вперед і назад. Крім того вона не має права виїжджати за межі рельсового шляху. Для реалізації цього розроблена в Единбурзі програма працювала «знизу вгору», використовуючи 225 правил виводу, які вона корегувала у процесі накопичення досвіду. Стежачи за роботою механізму, система збирала дані за чотирма параметрами його поведінки: про положення машинки, швидкість її руху, розмір кута між машинкою та жердиною, швидкість зміни цього кута.

На початку навчання рішення рухатися «праворуч» чи «ліворуч» розподілялися по 225 клітинках випадковим чином. Але з часом, працюючи, програма сама корегувала правила у відповідності до частоти досягнення успіху і, послідовно накопичуючи досвід, навчалась ідеальному балансуванню жердиною. Їй знадобилося 70 годин практики, щоб програма змогла утримати жердину 27 хвилин.

У людини є ще одна важлива здатність — заповнювати проміжки у знаннях, що програмі (штучному інтелекту) зробити важко. Людина сприймає світ зазвичай за допомогою асоціацій. Наприклад, вивчаючи вірш, вона ходить по знайомій їй території. І потім, коли відтворює цей маршрут, згадує цей вірш. Людина поділяє кожне із знань на окремі сегменти, на кольорові образи, а потім відтворює їх. Таким чином вона здатна запам'ятовувати числа, робити розрахунки і т.ін. Штучний інтелект у цьому випадку використовує зовсім інші ресурси (електронні моделі).

Але прогресом у науці було створення систем, які здатні під керівництвом програміста створювати віртуальні картини світу. Вони це роблять за допомогою вхідних даних, а далі, створюючи нові знання, малю-

ють нові, несхожі на інші в реальному світі образи. Прикладом можуть бути фрактали. Ви за лічені хвилини можете намалювати такі картини, які ніхто і ніколи не бачив, за допомогою необмежено великого числа картин, що генеруються програмою. Картини такого типу можна намалювати тільки на комп'ютері в графічному редакторі і практично неможливо намалювати фарбами на аркуші паперу.

Саме така програма народжується під керівництвом художника Гарольда Коена у Каліфорнійському університеті. Машина ААРОН малює за допомогою маленької електричної машинки, до якої прикріплено перо і яка рухається по великому аркуші паперу, що лежить на підлозі. Комп'ютер стежить за машинкою за допомогою локатора. Машина малювала самостійно без втручання Коена. Програма містила приблизно 300 правил, що були заздалегідь придумані і запрограмовані Коеном. Вони давали системі уявлення про лінії, фігури та розташування. Малюючи, система вирішує, що робити в наступній точці за допомогою спеціальної процедури генерації випадкових чисел із заданого діапазону. Мірою того, як малюнок наближується до завершення, програма відчуває все більше труднощів у виборі подальших дій, оскільки їй необхідно узгоджувати намальоване на папері з правилами, яких вона має дотримуватись.

Машини (штучний інтелект) починають заповнювати ті порожні місця в людському розумінні світу, які за допомогою нереальних образів намагалися відтворити первісні люди. Тепер вже існують такі галузі знання, в яких взаємодія людини з машиною дуже важлива і без неї неможливо обійтись.

**Яке, на Вашу думку, можна дати визначення інтелекту?**

Інтелект—це здатність створювати нові знання та використовувати їх у подальшій діяльності. Я вважаю це найважливішим аспектом інтелекту. Саме інтелекту властиво на основі наявних фактів та евристик робити висновки, виводити з них наслідки, тобто будувати нові знання. Саме цього зараз не вистачає системам штучного інтелекту. Є вже спроби, але вони спираються на окремі галузі знань, вони не можуть охопити важливі аспекти життя (як широкого поняття), але не тільки життя (бо воно властиве лише біологічним організмам), але й розвиток штучних створінь.

**Які критерії розумної поведінки системи Ви можете запропонувати?**

Важливим критерієм розумної поведінки системи є розуміння природної мови. Тобто співрозуміння між природним та штучним інтелектом. Можна навести приклад системи планування транспортних шляхів. Користувач отримує необхідну йому інформацію, вводячи необхідні дані. І виникає ситуація, коли машина не відповідає. Ось тут і непорозуміння. Людина розгублюється:

1. введена нею інформація некоректна;
  2. не існує відповіді на дане запитання;
  3. машина не розрахована на такий обсяг інформації;
- і т.д.

Другим важливим моментом є визначення причинно-наслідкових зв'язків. На запитання: «чому?» — система має витлумачити всю використану нею інформацію так, щоб це було зрозуміло людині (щоб не виникало такого непорозуміння як з таблицею Томпсона).

І звичайно ж, набуття нових знань за допомогою фактів та евристик. Використання людських прикладів поведінки, належне вираження емоцій, почуттів, реакцій (на біль, на голос, на звуки, смаки і т. ін.)

**Чи є, на Вашу думку, штучний інтелект моделлю природного, чи це просто окрема галузь кібернетики, що вивчає та створює системи певного типу?**

На даному етапі це суперечливе питання. Людство прагнуло створювати автома-тизовані системи, які набагато швидше людини намагались аналізувати ситуації і тим самим віддалило їх від людського розуміння. Чим більше ми ускладнюємо ці системи, тим більшим ми робимо розрив між природним та штучним інтелектом.

Саме сучасна наука намагалася наблизити штучний інтелект до природного, моделюючи людське мислення та людські висновки. Але мені здається, що це проблема часу.

Можна навести приклад програми ПАСКАЛЬ, створену Михальські, для аналізу різниці між поїздами (які він намалював), що прямують на захід та на схід. Задача полягала в тому, що треба було на малюнку визначити різницю між поїздами, що рухались у західному напрямку і поїздами, що прямують на схід. Не обов'язково, що задача має єдиний розв'язок, але найвищі оцінки отримує той розв'язок, який є простішим за решту. Людина, шукаючи цю різницю, зазвичай витрачала багато часу та отримувала неостаточний висновок. Програма ж виявила такий, до якого не здогадався навіть її творець. Для початку програмі треба було дати опис усіх поїздів, які вона розглядала, на мові, з якою вона могла працювати. Було обрано спрощений варіант мови логіки предикатів першого порядку. Поїзди ж описувалися за допомогою одинадцяти дескрипторів (засобів опису), які відносяться або до вагонів, або ж до вантажу, що знаходиться у них. Потім програма сама змогла вивести додаткові засоби селекції, такі як кількість вагонів у потязі або місце вагонів. Далі програма починала будувати узагальнення даних про потяг, використовуючи для цього «метаселектори», побудовані на основі вхідних даних. Програма самостійно могла визначити, наскільки простим є отримане правило, підраховуючи кількість елементів, які у ньому використано. Але вона не змогла прийти до висновку, який був сформований дитиною на основі гри з числами.

Цей приклад доводить, як на сучасному етапі різниться штучний та природний інтелект. Штучний інтелект використовує засоби відмінні від засобів природного інтелекту. Але те, що їх об'єднує — це проблеми, які вони намагаються розв'язати, хоча зовсім різними шляхами.

**Які якості повинна мати комп'ютерна програма, щоб її поведінку можна було назвати інтелектуальною?**

Ця програма повинна створювати нові знання. Їй слід робити висновки самостійно, причому ці висновки мають виводитися шляхом виявлення причинно-наслідкових зв'язків на зрозумілій людині мові.

Програма має бути творцем, а не виконавцем. Вона має співпрацювати з людиною (тобто природним інтелектом). Використовувати природні знання як базові та отримувати свої нові знання.

Розуміння природної мови є важливим аспектом для будь-якої інтелектуальної програми. Вона за допомогою мови повинна реагувати на дії людини. При створенні фактичного діалогу «Еліза» постала ця проблема. Саме тоді було визначено, що інтелектуальною можна назвати програму, під час розмови з якою людина не зможе визначити, що це машина. Але все ж таки, якщо фактичний діалог містить лише визначений набір фраз та зворотів, що використовуються при розмові, без розуміння змісту, то навряд чи цю програму можна назвати інтелектуальною. Вона може працювати лише у вузькому колі визначених тем, роблячи запитання з тверджень. Тому саме розуміння мови, вчасне та влучне реагування на репліки, емоційність та зацікавленість, які властиві людині, мають бути притаманні машині для того, щоб її реакцію можна переплутати з реакцією людини.

Яку будову повинна мати кібернетична система для того, щоб її взаємодію з оточуючим середовищем можна було назвати розумною?

Інтерфейс цієї системи має передбачати зручність для користувача та не вимагати складних пояснень (тобто зрозумілим для пересічної людини).

Вона повинна використовувати побутові мовні конструкції, які розуміє людина (головне, не була занадто допитливою, що насторожує людину, чи занадто сухою у своїх відповідях).

Вона повинна реагувати на зовнішні подразники: біль, холод, тепло, вітер, сніг, дотик, звук і т.д.

Ця система повинна бути здатною ставити питання та робити логічні висновки з того, що обговорюється, та мати достатню базу знань, щоб використовувати її у розмові. Повинна вміти обґрунтовувати свої висновки мовою, зрозумілою людині, та використовувати їх у подальшій розмові (вона повинна створювати нові знання та вміти їх пояснювати на зручній для людини мові).

Повинна створювати асоціації та відтворювати спосіб мислення людини.

Вона повинна систематизувати наявну інформацію та робити правильні висновки.

Повинна заповнювати порожні місця в знаннях, створювати нові знання на основі старих за допомогою евристик, закладених людиною та набутих у процесі аналізу.

Бути обізнаною з певних галузей знань.

Важливою характеристикою будь-якої інтелектуальної системи є її вміння обманювати. Коли машини мають справу з дуже складними проблемами, їм необхідно буде відповідати неправду — з тією ж метою, що й люди, а саме: щоб зробити проблеми, які перед ними постають більш зрозумілими та доступними. Це важло, але й несе в собі певну небезпеку.



Необхідні відповідні механізми, щоб утримувати подібні невизначеності в певних межах і контролювати можливі наслідки.

Звичайно, перераховувати можна досить багато, але оскільки процес створення інтелектуальних досі триває, визначити остаточно ці показники можна під час тестування. Лише при випробуванні програми впливають усі недоліки та недоопрацювання, які людина на перший погляд не змогла визначити.

### *Література*

1. Гаврилова Т.А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем.—СПб: Питер, 2000.—384 с.
2. Змитрович А.И. Интеллектуальные информационные системы. — Минск: ТетраСистемс, 1997.—368 с.
3. Лорьер Ж.Л.—Системы искусственного интеллекта.— М.: Мир, 1991.—568 с.
4. Мичи Д., Джонсон Р., Компьютер-творец: Пер. с англ./Предисл. Д.А. Поспелова.—М.: Мир, 1987.—255 с., ил.
5. Нильсон Н. Искусственный интеллект. Методы поиска решений. — М.: Мир, 1973.— 272 с.
6. Поспелов Д.А. Фантазия или наука. На пути к искусственному интеллекту. — М.: Наука, 1982.— 224 с.
7. Приобретение знаний. /Под ред. С. Осуги, Ю. Саэки.—М.: Мир, 1990.— 304 с.
8. Хант Э. Искусственный интеллект. — М.: Мир, 1978.—560 с.
9. Lenat D. The Ubiquity of Discovery, Artificial Intelligence (North-Holand), Vol. 9, No. 3, December 1977 pp. 257—285
10. Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach (ed. Michalski R.S., Carbonell J.G., Mitchell T.M.).—Palo Alto: Tioga Publishing Company, 1983
11. Page, № 41, November 1978
12. Возможно ли построить искусственный интеллект сегодня, <http://www.ocrai.narod.ru> 24.
13. Page, № 41, November 1978.