

**Штучний інтелект в задачах
комп'ютерної інженерії (ШІ КІМ)
(магістри 1 рік)**

2 семестр. Лекцій -16 (по 2 год.).

Лабораторних - 8 (по 4 год.).

Заняття	Л-1	Л-2	Л-3	Л-4	Л-5	Л-6
Бали	2	2	2	2	2	2
Заняття	Л-7	Л-8	Л-9	Л-10	Л-11	Л-12
Бали	2	2	2	2	2	2
Заняття	Л-13	Л-14	Л-15	Л-16	ЛР-1	ЛР-2
Бали	2	2	2	2	8	8
Заняття	ЛР-3	ЛР-4	ЛР-5	ЛР-6	ЛР-7	ЛР-8
Бали	8	8	9	9	9	9

Бали ЛР = 68, Л = 32

Бали за лекцію нараховуються після відповіді на тест по лекції. Тест проводиться по 4 лекціях. З кожного тесту знімається по 1 балу за лекцію за несвоєчасність здачі.

3 ЛР знімаються по 1 балу за кожен тиждень несвоєчасної здачі звіту (Своєчасна задача звітів - 2 тижні з дня проведення ЛР).

Додаткові бали можна отримати за:

Тези доповідей (опубліковані) – 5 б.

Наукова стаття по дисципліні – 10 б.

Індивідуальне завдання (оформлене наукове дослідження) – 10 б.

Участь в олімпіаді чи конкурсі студентських робіт – 10 б. (призове місце - 15 б.)

ЛЕКЦІЯ 1

**з навчальної дисципліни
«Штучний інтелект в задачах
комп'ютерної інженерії»**

Тема: Штучний інтелект: вчора, сьогодні, завтра

Питання лекції

Вступ

1. Історія розвитку штучного інтелекту
2. Напрямки досліджень в галузі штучного інтелекту
3. Недоліки і проблеми сучасного штучного інтелекту

Висновки

Вступ

Пропонована дисципліна (відповідно до Стандарту вищої освіти України: другий (магістерський) рівень, галузь знань 12 Інформаційні технології,

спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія, який Затверджено і введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 18.03.2021 р. № 330) направлена на розвиток таких компетентностей випускника:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузі комп'ютерної інженерії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності

ЗК2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

СК2. Здатність розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення, компоненти комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем з використанням сучасних методів і мов програмування, а також засобів і систем автоматизації проектування.

СК6. Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.

Після вивчення дисципліни студенти повинні отримати такі **результати навчання:**

РН4. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерної інженерії, необхідні для професійної діяльності, оригінального мислення та проведення досліджень, критичного осмислення проблем інформаційних технологій та на межі галузей знань.

РН9. Розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем.



В сучасному світі проблема створення штучного інтелекту піднімається все частіше. То тут, то там промайнуть замітки в газетах, що, мовляв, штучний інтелект

(ШІ) уже практично створений або застосовується на практиці у військових цілях, космічних дослідженнях, медицині тощо.

Пристрасті розпалюють і фантастичні фільми, що розповідають про реальне існування ШІ. У світлі культових фільмів "Матриця", "Термінатор", "Я - робот" телеглядач приходить до однозначного висновку, що до створення ШІ залишилося жити зовсім недовго, і не пройде і століття, як долю людства буде вершити якась складно організована машина. Чи так це? Чи справедливі всі ці домисли? Чи можливе створення ШІ в принципі, і скільки залишилося чекати, якщо можливо?

Для чого людині ШІ? ШІ зможе частково або повністю замінити людину в багатьох спеціальностях і областях (космонавтика, робочі спеціальності тощо). Крім того, ШІ допоможе людині впоратися з завданнями, які їй не під силу (складні обчислення і аналіз) і просто розширити даний йому природою інтелект.

Загалом поняття "штучний інтелект" є *досить розмитим*. Практично вся сучасна техніка обладнується мікрочіпами, а виробники переконують споживачів про наявність ШІ в їх виробках. Але, в більшості це є просте копіювання людиноподібної лінії поведінки на штучно створеному об'єкті для зменшення витрат і часу людини.



Базові поняття

Термін **інтелект** (*Intelligence*) походить від латинського поняття *intellectus* - розум, розумний.

Штучний інтелект (*Artificial Intelligence* - AI) розуміється як здатність автоматичних систем брати на себе функції людини, вибирати і приймати оптимальні рішення на основі раніше отриманого життєвого досвіду і аналізу зовнішніх впливів. Будь-який інтелект спирається на діяльність.

Діяльність мозку - це **мислення**. Інтелект і мислення пов'язані багатьма цілями і завданнями: розпізнавання ситуацій, логічний аналіз, планування поведінки. Характерними особливостями інтелекту є здатність до **навчання, узагальнення, накопичення досвіду, адаптація до умов, що змінюються в процесі вирішення завдань**.

Виходячи з самого визначення ШІ впливає **основна проблема** у створенні інтелекту: **можливість або неможливість моделювання мислення дорослої людини або дитини**.

1. Історія розвитку штучного інтелекту

Перші серйозні дослідження щодо створення ШІ були зроблені практично відразу після появи перших ЕОМ.

Народження науки про штучний інтелект. 1943 - 1956

Протягом цього періоду група вчених з широкого спектру областей науки почали обговорювати можливість створення штучного мозку.

Дослідження в нейрології показали, що мозок являє собою мережу з нейронів, які обмінюються між собою електричними сигналами за принципом «все або нічого», 0 або 1.

Кібернетика Норберта Вінера описала основи управління і стабільності в електричних мережах.

Теорія інформації Клода Шеннона описала цифрові сигнали.

Теорія обчислення Алана Т'юринга показала, що будь-які обчислення можуть бути виконані за допомогою цифрових операцій.

Уолтер Пітс і Уоррен Маккаллок проаналізували мережі, які склалися з ідеалізованих штучних нейронів і показали, як вони можуть виконувати найпростіші логічні функції. Вони були першими, хто описав те, що дослідники згодом назвуть нейронною мережею.

Одним із студентів, натхнених їх ідеями був Марвін Мінські, якому тоді було 24 роки. Згодом він став одним з найбільш помітних лідерів та інноваторів в області ШІ на наступні 50 років.

У 1951 було написано програми для гри в шашки і шахи, що стало віхою прогресу в ШІ на довгі роки.

Дартмутська конференція 1956

Дартмутський семінар - конференція з питань штучного інтелекту відбулася влітку 1956 року в Дартмутському коледжі протягом 2 місяців. Конференція мала важливе значення для науки: вона познайомила між собою людей, що цікавилися питаннями моделювання людського розуму, затвердила появу нової галузі науки і дала їй назву - «Artificial Intelligence» - «Штучний інтелект».

План конференції складено відповідно до тези, що «кожен аспект навчання або будь-якої іншої властивості інтелекту можна описати настільки детально, що може бути змодельований на комп'ютері».

Організаторами семінару були Джон Маккарті, Марвін Мінські, Клод Шеннон і Натаніель Рочестер. Вони запросили всіх відомих американських дослідників, так чи інакше пов'язаних з питаннями теорії управління, теорії автоматів, нейронних мереж, теорії ігор і дослідженням інтелекту.

На семінарі були присутні 10 осіб:

Джон Маккарті, Дартмутський коледж

Марвін Мінські, Гарвардський університет

Клод Шеннон, Bell Laboratories

Натаніель Рочестер, IBM

Артур Самюель, IBM

Аллен Ньюелл, Університет Карнегі - Меллон

Герберт Саймон, Університет Карнегі - Меллон

Тренчард Мур, Принстонський університет

Рей Соломонів, Массачусетський технологічний інститут

Олівер Селфрідж, Массачусетський технологічний інститут

Метою конференції був розгляд питання: чи можна моделювати інтелектуальні процеси мислення і творчості за допомогою обчислювальних машин. Як ключові питання учасники виділили: розуміння мови, самонавчання і самовдосконалення комп'ютерів.

Десять вчених абсолютно серйозно припускали, що зможуть досягти істотних результатів з даних питань, якщо працюватимуть разом протягом двох місяців.

Золоті роки : 1956-1974

Роки після 1956 були ерою відкриттів, спринту по новій галузі. Програми, розроблені в цей час, для більшості людей здавалися просто приголомшливими, подібна «інтелектуальна» поведінка машин здавалася неймовірною. Дослідники проявляли небувалий оптимізм як в особистому спілкуванні, так і в публікаціях, пророкуючи, що повноцінна інтелектуальна машина буде створена менш ніж за 20 років. Урядові агентства, напр., ARPA (Advanced Research Projects Agency), вкладали значні кошти в розвиток цієї нової області.

Багато програм, створених в ті роки, використовували лабіринтний алгоритм. Для досягнення певної мети (виграш в грі або доказ теореми), вони рухалися до мети подібно до руху в лабіринті, повертаючись до точки розгалуження і вибираючи інший шлях, якщо цей виявився тупиковим.

Оптимізм

Перше покоління дослідників у галузі ШІ робило такі передбачення про свою роботу:

1958 - Н. Simon, А. Newell : «протягом десяти років цифровий комп'ютер буде чемпіоном світу з шахів» і «протягом десяти років комп'ютер відкриє і доведе нову важливу математичну теорему»

1965 - Н. Simon : «протягом 20 років машини будуть здатні виконувати будь-яку роботу, на яку здатна людина»

1967 - М. Мінські : «протягом покоління проблема створення штучного інтелекту буде практично повністю вирішена»

1970 - М. Мінські : «в інтервалі від 3 до 8 років ми будемо мати машину з інтелектом, порівняним із середнім людським рівнем»

Фінансування

У 1963 MIT (Массачусетський Технологічний Університет), «AI Group», Minsky & McCarthy, отримали грант на \$ 2.2 млн. від ARPA, яке продовжувало фінансування в розмірі \$ 3 млн. в рік до 70-х. Такого ж масштабу фінансування задіяно стосовно «Stanford AI Project», John McCarthy та програми Newell та Simon, Carnegie Mellon University. Ще одна лабораторія з дослідження ШІ була заснована в Единбурзькому Університеті в 1956. Ці чотири інститути стали основними центрами розробки і досліджень в області ШІ на довгі роки.

Перцептрони

Перцептроном було названо різновид нейронної мережі, що запропонована Френком Розенблатом в 1958 р. Як і більшість дослідників ШІ, він був оптимістично налаштований щодо потенційних можливостей перцептронів, пророкуючи, що «перцептрон може виявитися здатним навчатися, приймати рішення, перекладати з однієї мови на іншу».

Активна дослідницька програма в цій області була розпочата в 60-х роках, але вона була раптово перервана незабаром після публікації Мінські та Паперт в 1969 році книги «Перцептрони». В ній стверджувалося, що існують значні обмеження на можливості перцептронів, і що передбачення Розенבלата були надмірним перебільшенням. Ефект від цієї книги був руйнівним - більш ніж на 10 років дослідження в цій області були практично повністю припинені.

Перша «зима» штучного інтелекту, 1974 - 1980 (The first AI Winter)

За проханням Британської ради з наукових досліджень відомий математик Сер Джеймс Лайтхіл підготував доповідь «Штучний інтелект: Загальний огляд», що опублікована в збірнику праць Симпозіуму з штучного інтелекту в 1973 році. Лайтхіл описав стан розробок у галузі штучного інтелекту і дав дуже песимістичні прогнози для основних напрямків цієї науки. В його доповіді рівень досягнень в галузі ШІ був визначений як розчаровуючий, а загальна оцінка була негативною з позицій практичної значущості.

У 70-х роках ШІ став предметом критики і зменшення фінансування. Дослідники ШІ не змогли адекватно оцінити складність проблем, з якими вони зіткнулися. Їх надмірний оптимізм породив неймовірно високий рівень надій і очікувань, і коли обіцяні результати не змогли матеріалізуватися, фінансування ШІ припинилося.

Водночас, напрям ШІ, що торкався нейронних мереж було повністю закрито на 10 років в результаті руйнівної критики перцептрона Марвіном Мінскі.

Незважаючи на труднощі (обмежена обчислювальна потужність, ефект «комбінаторного вибуху» в більшості алгоритмів, величезні обсяги даних, необхідних для обробки в задачах, пов'язаних з розпізнаванням мови і образів), з якими зіткнулися в 70-ті роки, було висловлено нові ідеї в областях логічного програмування, міркувань на основі «здорового глузду» і багато іншого.

Бум 1980 - 1987

У 80-х роках різновид ШІ - програм, що названі «експертні системи» було використано низкою великих корпорацій і стала мейнстримом в ШІ - дослідженнях. У 1980 експертна система XCON була закінчена в CMU для Digital Equipment Corporation. Вона приносила компанії \$ 40 мільярдів на рік до 1986 р. До 1985 вони виділяли мільярд \$ в рік на дослідження ШІ.

Тоді ж японський уряд почав «агресивне» фінансування проекту по створенню ШІ на основі комп'ютера п'ятого покоління (див. Комп'ютер 5 покоління). Нажаль, проект не виправдав покладені на нього надії.

Іншою важливою подією стало відродження нейронних мереж в роботах Джона Хопфілда (мережі Хопфілда) і Девіда Румельхарта (Back Propagation - алгоритм зворотного поширення похибки).

Друга «зима» ШІ, 1987 - 1993 (The second AI winter)

Інтерес і участь бізнес-спільноти в дослідженнях ШІ (їх спонсоруванні) зазнала сплеск і спад згідно з класичною схемою економічного міхура. Ринок спеціалізованого «заліза» для ШІ в 1987 почав занепадати. Персональні комп'ютери від Apple і IBM неухильно нарощували швидкість і потужність і в 1987 стали більш продуктивними в порівнянні з більш спеціалізованими і дорогими комп'ютерами.

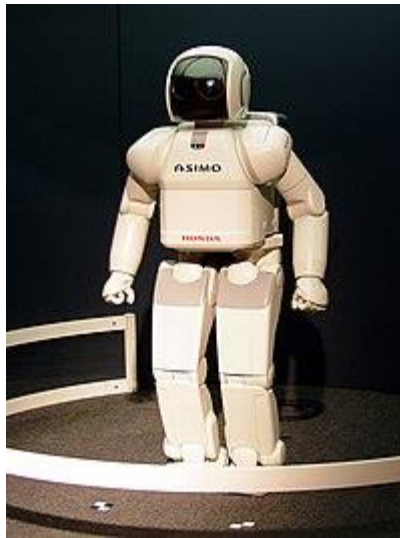
1993 - наші дні

Область дослідження, що пов'язана з ШІ, нарешті досягла деяких з своїх початкових цілей. Певні розробки зайняли свою нішу в технологічній індустрії. Частково успіх було досягнуто завдяки збільшеній обчислювальній потужності, частково завдяки фокусуванню на специфічних проблемах.

Але, мрія про інтелект, рівний людському, не здійснилася, тому, дослідники ШІ стали набагато більш обачними та обережними у своїх прогнозах і судженнях.

Сьогодні розробка систем ШІ відбувається інтенсивними темпами і над цією проблемою працюють найбільші світові інститути.

Сучасний стан справ



ASIMO — Інтелектуальний гуманоїдний робот від Honda, використовує сенсори та спеціальні алгоритми для уникнення перешкод та ходіння сходами.



Kismet, робот з базовими соціальними навичками

За даними Zion Market Research, очікується, що глобальна індустрія штучного інтелекту зросте з 59,7 мільярдів доларів у 2021 році до 422,4 мільярдів доларів до 2028 року[14].

У створенні штучного інтелекту (в буквальному розумінні цього слова; експертні системи і шахові програми сюди не відносяться) спостерігається інтенсивний перелом усіх предметних областей, які мають хоч якесь відношення до ШІ в базі знань. **Практично всі підходи були випробувані, але до появи повноцінного штучного розуму жодна дослідницька група так і не дійшла.**

Експеримент Facebook у 2017

3 1 серпня 2017 року Facebook вимкнув систему штучного інтелекту через те, що боти винайшли свою мову, якою вони почали спілкуватися між собою. Випробувачі алгоритму схильні вважати, що фрази і навіть самі повторення представляли собою спроби ботів самостійно «зрозуміти» принципи спілкування[15].

За кілька днів перед тим Ілон Маск назвав штучний інтелект найбільшою загрозою, з якою зіткнеться цивілізація, а засновник Facebook Марк Цукерберг активно заперечував йому[16][17]. Чат-боти для Messenger Фейсбук запусив у квітні 2016 року. Боти могли самостійно навчатися.

Основні тенденції розвитку штучного інтелекту на сьогодні

- штучний інтелект буде все частіше ставати предметом міжнародної політики (зокрема, питанням конкуренції та боротьби між державами);
- виробники штучного інтелекту намагатимуться робити його «прозорим» та зрозумілим для людей (через нерозуміння виникають страхи серед основної маси населення до продуктів, які діють на основі штучного інтелекту);
- штучний інтелект буде поглиблювати своє проникнення в бізнес;
- через штучний інтелект виникне більше робочих місць, ніж буде втрачено.

2. Напрямки досліджень в галузі штучного інтелекту

В дослідженнях у галузі штучного інтелекту склалося два головних напрямки: *біонічний і прагматичний*.

Біонічний напрямок досліджень в галузі штучного інтелекту засновано на припущенні про те, що якщо в штучній системі відтворити структури і процеси людського мозку, то й результати вирішення завдань такою системою будуть подібні до результатів, що отримує людина. В цьому напрямку досліджень виділяються:

Машинне навчання - це спрощена версія процесу навчання, яке відбувається з людиною. Як правило, в машинному навчанні наявний певний набір прикладів, спостережень, реакцій до цих спостережень. Задача полягає у тому, щоб сконструювати такі моделі, які будуть максимально ефективно описувати наявні дані і робити достовірні прогнози.

Нейромережні алгоритми. В його основі лежать системи елементів, які подібно до нейронів головного мозку здатні відтворювати деякі інтелектуальні функції. Прикладні системи, розроблені на основі цього підходу, називаються нейронними мережами.

Структурно-евристичний підхід. В його основі лежать знання про поведінку спостережуваного об'єкта або групи об'єктів і міркування про ті структури, які могли б забезпечити реалізацію спостережуваних форм поведінки. Прикладом подібних систем служать *мультиагентні системи*.

Еволюційні алгоритми. В цьому випадку можна вирішити завдання, що формулюється в термінах еволюціонуючої популяції організмів - сукупності підсистем, що протидіють і співпрацюють, в результаті функціонування яких забезпечується необхідна рівновага (стійкість) всієї системи в умовах постійно змінних впливів середовища. Такого роду підхід реалізовано в прикладних системах на основі *генетичних алгоритмів*.

Нечітка логіка. Найбільш вражаючим в людському інтелекті є здатність приймати правильні рішення в умовах неповної та нечіткої інформації. Побудова

моделей наближених роздумів людини і використання їх в комп'ютерних системах представляє сьогодні одну з найважливіших проблем науки. "Штучний інтелект", який легко вирішує завдання управління складними технічними комплексами, часто є безпорадним в простих ситуаціях повсякденного життя. Для створення інтелектуальних систем, здатних адекватно взаємодіяти з людиною, потрібно застосувати новий математичний апарат, який переводить неоднозначні життєві твердження в мову чітких і формальних математичних формул.

Машинний або комп'ютерний зір.— це застосування комп'ютерного зору в промисловості та виробництві. В той час як комп'ютерний зір — це загальний набір методів, що дозволяють комп'ютерам «бачити», тобто витягувати інформацію із зображень подібно до того як це робить людське око у взаємодії з мозком.

Прагматичний напрямок ґрунтується на припущенні про те, що розумова діяльність людини є «чорним ящиком». Але, якщо результат функціонування штучної системи збігається із результатом діяльності експерта, то таку систему можна визнати інтелектуальною незалежно від способів отримання цього результату. При такому підході не ставиться питання про адекватність використаних в комп'ютері структур і методів до тих структур чи методів, якими користується в аналогічних ситуаціях людина, а *розглядається лише кінцевий результат вирішення конкретних завдань.*

З точки зору кінцевого результату в прагматичному напрямку можна виділити три цільові області:

Розробка методів подання й обробки знань - є однією з основ сучасного періоду розвитку штучного інтелекту;

Інтелектуальне програмування - розбивається на кілька груп. До них відносять ігрові програми, природно-мовні програми (системи машинного перекладу, автоматичного реферування, генерації текстів), розпізнавальні програми, програми створення творів живопису та графіки.

Створення інструментарію. Інструментарій - мови для систем штучного інтелекту; дедуктивні та індуктивні методи автоматичного синтезу програм; лінгвістичні процесори; системи аналізу та синтезу мови; бази знань; оболонки, прототипи систем; системи когнітивної графіки;

Спільним для перелічених програм є широке використання пошукових процедур і методів вирішення переборних завдань, пов'язаних з пошуком і переглядом великого числа варіантів. Ці методи застосовуються при машинному рішенні ігрових завдань, в задачах вибору рішень, при плануванні доцільної діяльності в інтелектуальних системах.

Суть реалізації ШІ в теорії і на практиці

Суть реалізації мислення досі до кінця не з'ясована і залишається таємницею для науки. Сьогодні комп'ютери переробляють здебільшого не саму інформацію, а лише вміст комірок пам'яті, які можна заповнити чим завгодно. Отже, комп'ютери не "осмислюють" зміст інформації на відміну від людей, для яких характерним є виключно осмислені поняття. Образно можна сказати, що в людей процес мислення відбувається в душі, в той час як для машин її не існує.

З яких компонентів зазвичай будується система штучного інтелекту, та й будь-якого інтелекту взагалі?

У першу чергу ШІ - це сукупність "заліза" та відповідного *програмного забезпечення*. В якості першого зазвичай виступає комп'ютер певної конфігурації і обслуговуючі механізми (маніпулятори, відеокамери, звукові та інші датчики). Більшою мірою на "інтелектуальність" машини в цілому впливає програмна начинка, яка визначає ступінь "просунутості" даного ШІ.

В електронній начинці ШІ **в першу чергу** присутня величезна кількість пам'яті, на основі якої і будуються всі міркування та висновки. Зрозуміло, що всі знання з різних областей в пам'ять ШІ закласти неможливо, але зробити інтелектуальну систему в певній галузі пізнання цілком можливо. Зазвичай, людина спочатку закладає в систему мінімальні пізнання про світ. Далі ці пізнання розширюються в процесі накопичення досвіду і вкладення його людиною (пасивний шлях) або самою системою (активний шлях) в результаті її адаптації до умов навколишнього середовища. Однак комп'ютерна пам'ять являє собою лише просту сукупність файлів і папок.

Пам'ять людини влаштовано набагато складніше - вона оперує не файлами, що є клаптиками інформації. **Людська пам'ять - це пам'ять образів**. Людську пам'ять можна порівняти з *кометою*: позаду - довгий "хвіст" життєвого досвіду, який з часом автоматично забувається і зтирається новим; сама комета - це шар реальної щосекундної пам'яті; тонкий передній шар - це туманні міркування (передбачення) людського майбутнього. І поки що пам'ять систем ШІ в корені відрізняється від людської.

В другу чергу сам логічний процес обчислення ситуації відбувається в пристрої обробки інформації. Найчастіше це певне програмне забезпечення та центральний процесор комп'ютера. Від можливостей цього центру обробки інформації безпосередньо залежить продуктивність і активність ШІ.

Найголовнішою відмінністю програмного забезпечення справжнього штучного інтелекту від простих додатків є можливість "мислити" образами. За допомогою образного мислення сьогодні стали доступними такі технології, як стиснення і кодування інформації, обробка біометричних образів, оптимізація гами передачі кольору, подібний пошук, аналіз сенсу зображень, автоматична каталогізація інформації, алгоритми розпізнавання та класифікації образів.

Для людини прикладами образів можуть бути небо, хмари, музика, море, вірші тощо. Здатність сприйняття зовнішнього світу у формі образів дозволяє людям дізнаватися нескінченно велику кількість об'єктів і розуміти один одного незалежно від національної приналежності.

Процес сприйняття об'єкта як образу для машини має деякі особливості. Зазвичай, перед виділенням образу (наприклад, графічного) заздалегідь вважається відомим лише те, що потрібно розділити множину точок деякого простору на дві або більше областей, і що після поділу всі точки будуть належати до цих двох (або більше) областей. При цьому, заздалегідь відомо лише розташування точок вихідної області (їх приблизні координати). Далі, відбувається сам процес поділу точок на області (образи) за певними критеріями (для зображення це буде зміна кольорів і контрастів). Іноді потрібно обробити зображення так, щоб точки були більш явними для розділення (наприклад, перевести кольорове зображення в чорно-біле) - це зробить чутливість поділу вищою (так працює більшість програм для розпізнавання тексту).

Якщо система зможе самостійно класифікувати і фільтрувати не лише раніше відомі об'єкти, але і невідомі (не знаючи їх властивостей, за зовнішнім виглядом), то цей процес буде називатися самонавчанням. Сьогодні системи ШІ можуть розрізняти тільки нечисленні образи в невеликих заданих просторах.

Важливою особливістю ШІ має стати його **навчання** і над цією проблемою працюють численні вчені в усьому світі. **Навчання**, зазвичай, **визначається як процес, в результаті якого система поступово набуває здатність відповідати потрібними реакціями на певні зовнішні впливи**. Сьогодні існують прототипи обладнання, що здатні навчатися найпростішим механічним операціями (обробка деталей на верстаті, копіювання людської ходи). Однак, досягнення у сфері навчання ШІ поки просуваються досить низькими темпами і не встигають за розвитком електроніки.

Для вирішення тієї чи іншої задачі ШІ сьогодні необхідний алгоритм рішення (втім, як і будь-якій людині). **Алгоритм** - це точне розпорядження про виконання в певному порядку операцій для вирішення певної задачі. Знаходження алгоритму для людини або машини пов'язано з тонкими і складними міркуваннями. Ці міркування часто вимагають винахідливості і творчого підходу, тому, машина постійно потребує взаємодії з людиною через брак вищевказаних якостей. Машині не властивий "метод тику" - вона лише шукає варіанти вирішення проблеми за допомогою прописаних в базі даних.

Важливу роль у функціонуванні ШІ виконують функції аналізу інформації та накопичення життєвого досвіду. Спостерігаючи за дітьми, ми переконуємося, що більшу частину знань вони отримують шляхом навчання і спілкування з навколишнім світом, а не ті, що закладені в них заздалегідь. Винахід *ефективного механізму самоаналізу* та самостійного накопичення життєвого досвіду поставить ШІ на значно вищий рівень порівняно з сучасним.

Реальні можливості і переваги штучного інтелекту

Останнім часом можна простежити поступове перетворення програмної інженерії в інтелектуальну інженерію, яка розглядає більш загальні проблеми обробки інформації та надання знань. Для визначення реальних можливостей розвитку ШІ розглянемо перспективні підходи до організації систем ШІ та можливості штучного інтелекту сьогодні.

Представлення знань і розробка систем, що базуються на знаннях.

Розробляються моделі представлення знань, створюються бази знань, що складають ядро експертних систем. Вдосконалюються моделі та методи видобутку та структуризації знань.

Цей напрямок оформлюється в окрему науку – інженерію знань.

Програмне забезпечення систем ШІ

Розробляються спеціальні мови для вирішення інтелектуальних задач, де більшої переваги набуває логічна та символна обробка ніж традиційні обчислювальні процедури (LISP, PROLOG, SmallTalk, REFAL).

Створюються пакети прикладних програм, що орієнтовані на розробку інтелектуальних систем: KEE, ARTS, G2.

Створюються пусті експертні системи (оболонки), у базі знань яких можна наповнювати конкретними знаннями: KAPPA, EXSYS, M1, EKO.

ШІ в Інтернеті

Фахівці вважають, що в майбутньому саме Інтернет визначатиме уклад і заняття користувача у вільний час: цифрове телебачення, універсальна бібліотека, ігри тощо. Ці сервіси ймовірно будуть безкоштовними або умовно платними.

Сьогодні в Інтернеті системи ШІ активно використовуються: це пошукові машини, що містять ознаки інтелекту і здатні в лічені секунди знаходити та надавати потрібну інформацію; персоналізований пошук; голосовий інтерфейс; розпізнавання зображень і рукописного тексту; гіді по сайтах; інтелектуальні датчики, що здатні попередити про пограбування або пожежу, і т. д.

Робототехніка

В кожній людині є прагнення максимально полегшити свою працю. Робототехніка на сьогодні є доволі перспективним напрямком ШІ. Оскільки роботу м'язів можна замінити тільки роботою інших застосувань, людина не забула цим скористатися - на багатьох заводах замість людей сьогодні трудяться роботи.

Виділяють кілька поколінь в історії робототехніки.

Роботи з жорсткою схемою управління (запрограмовані маніпулятори). До них можна віднести практично всіх сучасних промислових роботів-автоматів.

Адаптивні роботи з сенсорними пристроями. Існують вдалі розробки, але в промисловості застосовуються рідко.

Інтелектуальні роботи, що самонавчаються та само налаштовуються. Вони є кінцевою метою робо техніки. Основною проблемою тут є машинний зір, зокрема, адекватне розпізнавання, обробка та збереження тривимірної візуальної інформації, а також проблема збереження рівноваги при пересуванні.

Перших роботів важко було назвати інтелектуалами. Тільки наприкінці 60-х років було сконструйовано роботів, які були керовані комп'ютерами. Наприклад, в результаті розробки проекту "Промисловий інтелектуальний робот" в Японії в 1969 році було зібрано робота з елементами ШІ для виконання складально-монтажних робіт з візуальним контролем. Маніпулятор робота мав 6 ступенів свободи і був оснащений тактильними датчиками. Зір робота було організовано за допомогою двох відеокамер, забезпечених світлофільтрами для розпізнавання кольору предметів. Робот був здатний визначати область, де знаходилися предмети і розпізнавати їх. Поступово характеристики роботів значно покращилися, і сьогодні точності їх роботи позаздрить будь-яка людина. В розвинутих країнах планується перевести значну частину збройних сил на роботизовану основу.

Увагу громадськості привертають щорічні змагання роботів-машин, що пересуваються по пересіченій місцевості, користуючись при цьому тільки картою. Ці складно організовані механізми здатні самостійно приймати рішення з координації пересування і мають для цього у складі примітивний ШІ з датчиками нахилу автомобіля, радіомаяків, компасом, далекоміром, інфрачервоними та іншими датчиками моніторингу руху. У США останнім часом ведуться розробки по машинному навчанню, навігації роботів, логічного планування їх дій і т.д.

Медичні системи

Створено системи для виконання точних операцій і консультації лікарів в складних ситуаціях; використання роботів-маніпуляторів для проведення операцій підвищеної точності (наприклад, на сітківці ока).

Повністю автоматизовані виробництва

Створення повністю автоматизованих заводів із заміною людей (особливо в умовах підвищеної небезпеки). Більшість поточних ліній на сучасних заводах мікроелектронної та інших промисловостей потребують лише кількох операторів-людей, решта роботи зі зборки та упаковки продукції виконують роботи.

Експертні системи.

Сьогодні суспільство цікавлять системи прийняття рішень в реальному часі, засоби зберігання, вилучення, аналізу і моделювання знань, системи динамічного планування. Серед них вже сьогодні є конкретні результати:

DENDRAL - високоінтелектуальна система розпізнавання хімічних структур. Це найстаріша з експертних програм. Перші версії даної системи з'явилися ще в 1965 році. Користувач задає системі DENDRAL деяку інформацію про речовину, а також дані спектроскопії (інфрачервоної, ядерного магнітного резонансу і мас - спектроскопії), і та у свою чергу видає діагноз у вигляді відповідної хімічної структури.

MICIN - експертна система медичної діагностики. Її розроблено групою з інфекційних захворювань Стенфордського університету. Програма ставить відповідний діагноз, виходячи з наданих до неї симптомів, і рекомендує курс медикаментозного лікування для діагностованої інфекції.

PUFF - система аналізу порушення дихання людини. Вона базується на системі MICIN, з якої видалили дані про інфекції і вставили дані про легеневі захворювання.

PROSPECTOR - система, яку створено для сприяння пошуку комерційно виправданих родовищ корисних копалин.

Машинне навчання і самонавчання.

Розробка моделей, методів та алгоритмів, що орієнтуються на автоматичне накопичення і формування знань на підставі аналізу та узагальнення даних. Втілюється навчання за прикладами та традиційні підходи з теорії розпізнаванні образів. Сьогодні цьому питанню приділяється величезна увага у сфері штучного інтелекту.

Існує багато алгоритмів машинного навчання. Один з найпоширеніших - алгоритми класу С4. Ці алгоритми дозволяють вибудовувати та аналізувати складне дерево рішень. З кожною гілкою дерева асоціюється певний клас прикладів вирішення проблеми. В процесі вирішення класи можуть розбиватися на підкласи. Завершення роботи алгоритму є прийняття того чи іншого рішення, що задовольняє потребам завдання. Недоліком алгоритму є обмеженість прикладів вирішення проблеми.

В останні роки поширення набувають технології Data Mining (видобуток знань) та KnowLedge Discovery (пошук закономірностей у представлених даних).

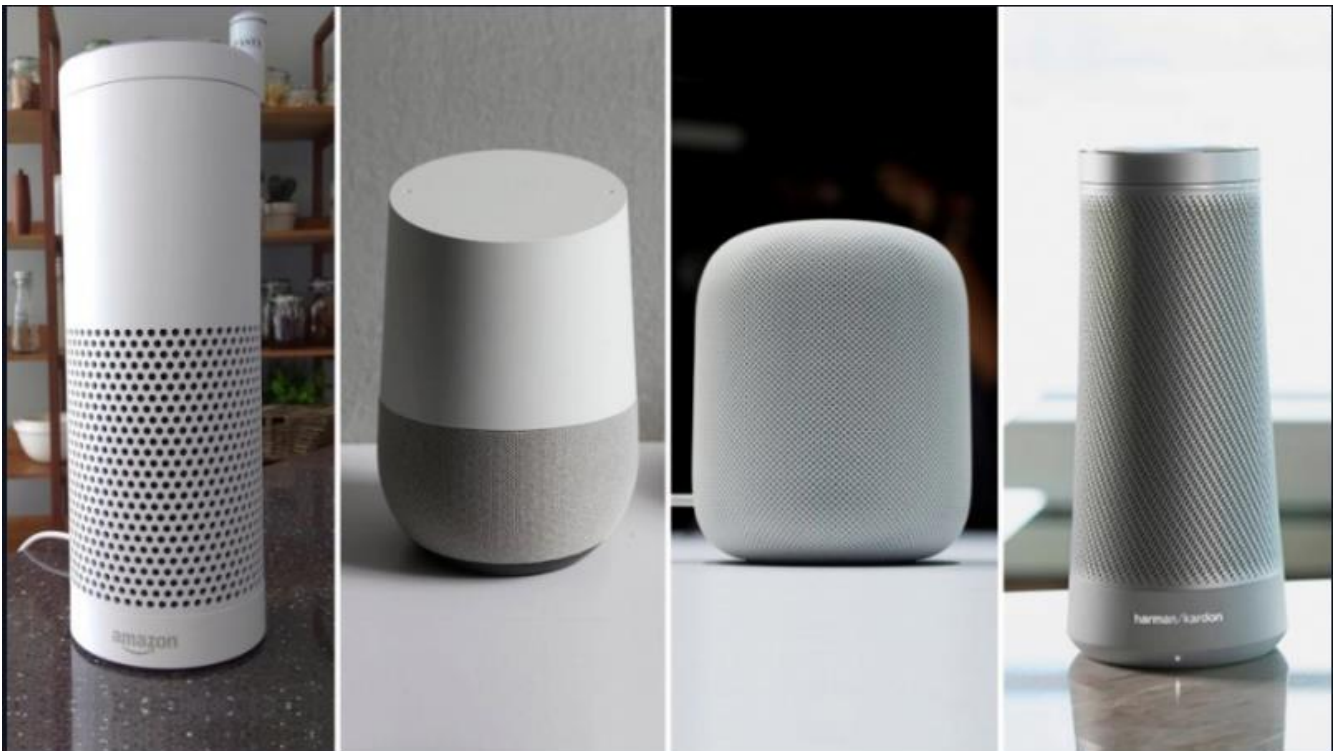
Інтелектуальний аналіз даних і обробка статистичної інформації.

Порівняно новий напрямок застосування ШІ. Сюди відносять процес виявлення закономірностей у вихідній інформації, побудова певної моделі для аналізу інформації, прогнозування результатів дослідження на майбутнє і подання у вигляді

графічної інформації. Це доволі перспективний напрям ШІ, який вже реально застосовується на різних біржах і в маркетинговій діяльності.

Розробка природномовних інтерфейсів та систем машинного перекладу

Комп'ютерна лінгвістика, зокрема машинний переклад є популярною темою ще з 50-х років. Ідея перекладу не є такою простою, як здавалося першим розробникам. Вони застосовували послідовний приклад слів у тексті, що було недоречним, бо перекласти текст можна лише базуючись на розумінні всього тексту і в контексті всієї інформації.



Як приклад – голосові помічники Siri і Alexa, яких можна завантажити на iOS, Android або Windows.

Застосування мов-посередників

Відбувається трансляція «мова оригіналу» - «мова змісту» - «мова перекладу».

Асоціативний пошук

Пошук аналогічних фрагментів тексту та їх перекладів в спеціальних базах даних

Структурний підхід

Застосовує послідовний аналіз і синтез природномовних повідомлень, що складається з кількох етапів:

Морфологічний аналіз слів у тексті

Синтаксичний аналіз – розбір речення та граматичних зв'язків між словами.

Семантичний аналіз змісту складових кожного речення на основі предметно-орієнтованої бази знань

Прагматичний аналіз змісту речень в реальному контексті на основі власної бази знань.

Автоматичний аналіз мов.

Сюди відносять пошук по словниках, розпізнавання мов, переклад, виявлення незнайомих слів, лексики, граматики тощо.

Розпізнавання образів

Це напрямок, що сформувався від зародження ШІ, на зараз це самостійна наука. Основним підходом є опис класів об'єктів через значення вагомих ознак. Кожному об'єкту ставиться у відповідність матриця ознак за якою відбувається розпізнавання. Для поділу об'єктів на класи використовують спеціальні математичні процедури і функції.



Нейронні мережі

Принцип створення штучних нейронних мереж запозичено з біології. Вони утворені з елементів, які відтворюють елементарні функції біологічного нейрона. Штучні нейронні мережі відтворюють певні властивості, які притаманні мозку людини. Вони навчаються на основі досвіду, узагальнюють свій досвід, здатні виділяти головне з інформації, що надходить.

Здатність нейронної мережі до навчання вперше була досліджена Дж. Маккалоком і У. Піттом в досліді 1943 року на створеній ними моделі нейрона. Автори описали принципи побудови нейронних мереж. Пізніше, в 1962 році, Ф.

Розенблатт запропонував свою модель нейронної мережі - перцептрон, а в 1986 р. Дж. Хінтон і його колеги опублікували статтю з описом моделі нейронної мережі і алгоритмом її навчання, що дало поштовх до ефективного вивчення нейронних мереж.

Для моделей, побудованих за типом нейронних мереж людського мозку, характерно легке розпаралелювання алгоритмів і висока продуктивність. З людським мозком їх зближує важлива властивість, яка відсутня в простих електронних машинах: нейронні мережі працюють навіть за умови неповної інформації про навколишнє середовище, тобто, як і людина, вони можуть відповідати не тільки "так" або "ні", але і "не знаю точно, але скоріше так".

Нейронним мережам сьогодні під силу розпізнавання сигналів, мови, зображень, пошук даних, фінансове прогнозування, шифрування даних. Нейромережний підхід використовується у великій кількості завдань - для кластеризації інформації з Інтернету, для імітації та моделювання складно влаштованого людського мозку, для розпізнавання образів та ін. Зараз продовжується вдосконалення методів синхронної роботи нейронних мереж на паралельних пристроях.

До переваг нейронних мереж можна віднести самонавчання, само налаштування, гнучкість конфігурації, високу ефективність. Серед найбільш відомих сьогодні нейронних мереж виділяють мережі Хопфілда, нейронні мережі зі зворотним поширенням похибки і самоорганізовані карти.

Нові архітектури комп'ютерів

Сучасні комп'ютери, як і комп'ютери I покоління базуються на традиційній послідовній архітектурі фон Неймана, яка є доволі неефективною для символічної обробки. Тому, зусилля науковців та виробників скеровані на розробку архітектур, що здатні обробляти символічні та логічні дані. Створюються ПРОЛОГ та LISP-машини, комп'ютери баз даних, паралельні та векторні комп'ютери.

Хоча існують добрі промислові зразки, але висока вартість, недостатнє програмне оснащення і апаратна несумісність з традиційними комп'ютерами відчутно гальмують широке використання нових архітектур.

Ігровий напрямок

Одна з найцікавіших і корисних сторін застосування ШІ - розробка ігор, розважальних програм і систем штучного спілкування з людиною. Велику частку тут займає моделювання соціальної поведінки, спілкування, людських емоцій, творчості. Це одне з найскладніших напрямів розробки ШІ і в той же час - один з найперспективніших.

Побутові пристрої

Сучасні системи штучного інтелекту здатні освоїти набагато більше спеціальностей, ніж проста людина, завдяки значному числу різноманітних дачив інформації та пристроїв, які створюють подібно до будови органів почуттів людини.

Розробки ШІ застосовується сьогодні в якості автономних секретарів, пошукових машин, планувальників робіт, професійних вчителів, продавців. Також передбачається використання надалі систем ШІ у всіляких побутових приладах: прибиральниках приміщень ; агрегатах для приготування, доставки та замовлення їжі; автоматичних водіях автомобілів і т.д.

Однак не слід думати, що комп'ютери або роботи зможуть вирішувати будь-які завдання. Вченими доведено існування таких типів завдань, для вирішення яких є неможливим єдиний ефективний алгоритм (наприклад, складні життєві ситуації). Людина часто методом "наукового тикуну" розширює для себе зону пізнання про природу, відкриває нові закони. Комп'ютерному штучному інтелекту це абсолютно не властиво.

Сфери застосування штучного інтелекту

Застосування штучного інтелекту стало можливим не тільки в Інтернеті. Навіть повсякденне життя і виробничий сектор вже не обходяться без складної електроніки зі здатністю до навчання і запам'ятовування складних програм.

Давайте розберемо сім основних сфер, де напрацювання в області ШІ активно застосовуються в наші дні:

Сільське господарство. Ще в 2016 році фірма Cognitive Technologies запустила тестування безпілотного трактора, який обладнаний розумним процесом навігації завдяки використанню супутникових датчиків. Така техніка дуже виручає при зборі врожаю і роботі з гербіцидами, де ускладнено використання людської праці.

Сфера безпеки. Поліцейські і пожежники в десятках країн вже використовують ШІ при виконанні своїх повсякденних завдань. Наприклад, у Лондоні камери фіксують злочинні акти і формують супутню документацію в прокуратуру.

Дім і побут. «Розумні будинки» навчилися регулювати температуру в приміщенні, вчасно запускати роботу техніки. Сьогодні вони пропонують користувачам сотні зручних функцій.

Сфера фінансів. Нейронні мережі допомагають автоматизувати роботу банків та інших фінансових установ, ШІ допомагає виявити шахрайські операції та вести звітність.

Освіта. У цій галузі штучний інтелект сприяє спрощенню рутинних операцій, наприклад, допомагає з перевіркою тестових завдань. Також цифрові алгоритми працюють над вдосконаленням методик передачі даних.

Управління персоналом. Методи машинного навчання впроваджуються в ряд операцій (проведення співбесід, підбір кандидатів за конкретними критеріями, контроль роботи співробітників з метою запобігання шахрайських дій).

Маркетинг. Завдяки нейронним мережам та іншим потужним інструментам ШІ, маркетологи значно швидше збирають і аналізують дані про тисячі споживачів, а також отримують більш дієві інструменти для збільшення продажів послуг і товарів.

Переваги впровадження систем штучного інтелекту

Завдяки впровадженню модулів ШІ ваш бізнес може отримати значне зростання прибутку і основних показників. Машини володіють кількома безсумнівними перевагами. На відміну від людини вони не помиляються, а працюють строго по заданих інструкцій.

Штучний інтелект допомагає обробляти великі масиви даних і постійно вдосконалює свої підходи.

Завдяки застосуванню алгоритмів машинного навчання можна істотно скоротити витрати свого бізнесу.

Ви зможете економити:

Час – завдяки швидкому навчанню і відсутності помилок;

Людські ресурси – працю своїх співробітників можна буде спрямувати на вирішення творчих завдань, які не вимагають рутинних дій;

Гроші – завдяки впровадженню засобів ШІ ви значно скоротите свій бюджет.

3. Недоліки і проблеми сучасного штучного інтелекту

Сьогодні ми маємо можливість спостерігати постійне зростання обчислювальної потужності комп'ютерів, але це не означає появи в них ШІ. На жаль, навіть принципи роботи людської психіки сьогодні залишаються неясними. А оскільки ШІ спочатку замислювався як прообраз людини, то його створення пов'язане з невідомістю. Однак зростання продуктивності комп'ютерів у поєднанні з підвищенням якості алгоритмів обробки робить можливим застосування різних наукових методів на практиці в різних сторонах життя людства.

Розглянемо основні проблеми, пов'язані з розробкою ШІ на практиці.

Більшість сучасних розробок ШІ використовують кілька типів понять: ТАК (добре) і НІ (погано). В математиці і електроніці це нормально, але в житті точні поняття використовують рідко. Оскільки спочатку ШІ замислювався як людиноподібний інтелект, що слугує доповненням до людини, то догодити цьому

самій людині буде дуже нелегко. Як, наприклад, машині зрозуміти депресивний стан або ейфорію людини? Поняття "веселий" і "сумний" для машини тут ніяк не підходять.

Проблеми в розробці ШІ простежуються і на рівні формування образів і образної пам'яті. Оскільки образи в мисленні людини взаємопроникають один в одного, то формування образних ланцюжків у людей не представляє складності - воно асоціативно. Файли ж, на противагу до образів, є відокремленими пакетами машинної пам'яті. В пам'яті людини пошук даних ведеться не за вмістом пам'яті, а вздовж готових ланцюжків асоціативних зв'язків. Комп'ютер же шукає тільки конкретні файли.

Приклад: для людини не буде проблемою впізнати обличчя друга на фотографії, навіть якщо він схудне або видужає, і це є яскравим прикладом асоціативної пам'яті. Для машини це практично неможливо. Вона не зможе відрізнити головне від другорядного. Для отримання результату ШІ використовує тільки певну базу відомих даних. Йому невластивий експеримент.

Проблема перекладу з однієї мови на іншу, а також навчання машини мові. Якщо ви запропонуєте сучасним програмам-перекладачам (наприклад, Promt) перевести будь абзац з книги на іншу мову, то зрозумієте, що якість тут не дуже висока. В результаті ви отримаєте простий набір слів. Чому? Тому, що для перекладу цілих речень необхідно розуміти сенс речення, а не просто перекладати слова. Сучасні ШІ - програми не можуть поки виділяти сенс у тексті (ймовірно, тому, що посередником для перекладу, скажімо, з англійської на українську, є бездушна машинна мова - мова одиниць і нулів).

Простота математичних обчислень. Останнім часом багатьма провідними фахівцями в галузі ШІ внесено пропозицію щодо виключення зі списку високоінтелектуальних завдань простого алгебраїчного рішення рівнянь, оскільки для цього сьогодні є стандартні послідовні алгоритми обчислень. Це не вимагає складних, багатоетапних і часто непослідовних інтелектуальних здібностей. Розпізнавання тексту, гра в шахи та шашки, розпізнавання звуків на сьогодні успішно застосовуються на практиці, але їх хочуть прибрати з проблем ШІ.

Сучасні розробки, пов'язані зі штучним інтелектом, нездатні до самокопіювання (розмноження). На сучасному етапі розвитку кібернетики та електроніки абсолютно самостійне самокопіювання роботів є неможливим, необхідно хоча б часткове (часто значне) втручання людини. Однак для програм цей процес є простим, наприклад, можливості утиліт самостійно копіюватися в іншу директорію. Яскравим прикладом є комп'ютерні та мобільні віруси, які здатні до безконтрольного розмноження і виконання руйнівних дій.

Ще одна проблема на шляху до створення ШІ - відсутність в нього всякого прояву волі. Як це не дивно звучить, але в сучасних комп'ютерів є колосальні можливості до складних розрахунків, але абсолютно відсутні будь бажання. Навіть

якщо комп'ютер забезпечити мікрофоном і акустикою, це не означає, що він почне самостійно писати музику або мимовільно запускати будь-які додатки. Він не ледачий - просто у нього немає бажань. Комп'ютеру все одно, хто з ним працює, навіть і з якою метою.

В сучасних прототипах ШІ відсутні стимули до подальшого вдосконалення. В природі на будь-який живий організм діє фактор природного відбору, який породжує постійне пристосування до умов навколишнього середовища. Голод, прагнення вижити і дати потомство - це фактори, що постійно діють на живий організм, як стимул до подальшого вдосконалення.

Мотивація більшості сучасних ШІ є дуже примітивною: людина задала задачу - машина її виконує без варіантів і емоцій. Теоретично на мотивацію і вдосконалення може вплинути введення зворотних зв'язків комп'ютер -> людина і створення покращеної системи самонавчання машини. Правда, це тільки теорія - на практиці ж все виявляється набагато складніше. Однак подібна робота вже проводиться. Як стимул вибрано елементарне почуття голоду - провісник швидкого закінчення енергетичних ресурсів і, відповідно, існування машини. Американець С. Вілкінсон створив "гастроробота" на ім'я "Жуй - жуй". Машина харчується цукром, і основою її поведінки є дослідження навколишнього світу в пошуках їстівного. Тіло "Жуй - жую" складається з трьох візків, а відчуття голоду є його постійним супутником, оскільки акумулятори постійно вимагають перезарядки. Проблемою є часті помилки машини у виборі продуктів харчування.

Деяка примітивність штучних нейронних мереж. Штучні нейронні мережі демонструють сьогодні дивовижні переваги, що властиві людському мозку. Вони навчаються на основі особистого досвіду, узагальнюють інформацію, самоконфігуруються, витягують головне з інформації з зайвими даними. Однак навіть найрозвиненіші штучні мережі не можуть дублювати функції людського мозку. Реальний інтелект, що демонструється сьогодні складно влаштованими нейронними мережами, знаходиться нижче рівня розвитку інтелекту дощового хробака.

Неефективність штучного інтелекту у військових цілях. Останнім часом у ЗМІ досить часто з'являються новини про створення ШІ у військових цілях. Проте в реальності перед розробниками подібних машин-роботів стоять дуже складні і часто нерозв'язні завдання. Перш за все це недоліки систем автоматичного розпізнавання, нездатних самонавчатися і адекватно аналізувати інформацію в режимі реального часу (приймати потрібні рішення в потрібну хвилину). Такий бойовій машині дуже важко, а швидше за все - практично неможливо, буде відрізнити на полі бою своїх від чужих.

Також поки не розроблено алгоритмів роботи подібних пристроїв в умовах незнайомої місцевості. Подібні бойові одиниці здатні сьогодні максимум до простого дистанційного керування. Більш видатні результати досягнуто військовими в прикладних напрямках: точно розпізнавання мови і тембру голосу,

різноманітні "детектори брехні", створення консультаційних систем (зниження однотипних дій і навантаження на пілотів в режимі реального польоту), системи низкорівневого аналізу зображення, отриманого від відеокамери, і т. д.

Крім цього, сьогодні створено досить велику кількість приладів з подобою ШІ, покликаних вдосконалити роботу збройних сил: різноманітні інтелектуальні сонари і радари для виявлення цілей, супутникова система позиціонування для точного координування локалізації військ та їх пересування, різноманітні системи навігації в судноплаванні.

Висновки

Сьогодні продовжується впровадження логіки в прикладні області та програми. Програм глобального масштабу, здатних хоч якоюсь мірою відповідати реальній людині, вести процес розумного мислення і спілкування, поки немає і в найближчому часі не передбачається (існує занадто багато перешкод і нерозв'язних проблем).

Сьогодні комп'ютер виконує тільки точні вказівки, які йому надає людина. При написанні будь-якого додатку програміст користується мовою високого рівня, потім програма - транслятор перекладає це додаток на машинну мову директив, яку і розуміє процесор комп'ютера. Тому, стає зрозуміло, що сам по собі комп'ютер до мислення нездатний в принципі, але високорівневі програми роблять його відносно інтелектуальним.

Роблячи висновок з всього сказаного, можна сказати, що високоінтелектуальне мислення - це властивість не високоорганізованої матерії, а властивість високоорганізованої ДУШІ. Тварини і людина здатні ставити і вирішувати завдання. Комп'ютери - пристрої неживі, сьогодні їх олюднюють програмісти, а машини лише слідуєть їх вказівками. На жаль, якою б не була складною сучасна програма, які б складні алгоритми не було в неї закладено, в кінцевому підсумку вона не зможе зробити нічого крім того, що не передбачено її автором. Можливо, в майбутньому щось і зміниться, але не сьогодні...

Вчені намагаються відкрити завісу віддаленого майбутнього. Чи можливе створення штучного інтелекту? Чи можна створити такі людиноподібні системи, які зможуть мислити абстрактними образами, будуть саморозмножуватися, самонавчатися, коректно реагувати на зміни навколишнього середовища, володіти почуттями, волею, бажаннями? Чи можна створити відповідні алгоритми? Чи зможе людство контролювати такі об'єкти? На жаль, відповідей на ці питання поки немає. Залишається сподіватися на те, що, якщо штучний інтелект можна створити в принципі, то рано чи пізно він буде створений.