

Лекція 1. Основні поняття штучного інтелекту

- філософські аспекти штучного інтелекту (ШІ)
- поняття штучного інтелекту
- інтелектуальна система (ІС) та система штучного інтелекту (СШІ)
- інтелектуальна задача (ІЗ)
- підходи до побудови систем штучного інтелекту (СШІ)

1. Філософські аспекти штучного інтелекту

З курсом "Методи і системи штучного інтелекту" склалася ситуація, коли вивчається те, чого ще немає. І якщо цього не буде протягом найближчих 100 років, то дуже може бути, що епоха ШІ на цьому закінчиться.

Виходячи з сказаного вище, витікає основна філософська проблема в області ШІ – можливість або не можливість моделювання мислення людини.

Отже, починаючи дослідження ШІ, ми заздалегідь припускаємо позитивну відповідь. Спробуємо привести декілька міркувань, які підводять нас до даної відповіді.

Перший доказ є схоластичним¹, і доводить несуперечність ШІ і Біблії. Мабуть, навіть люди далекі від релігії, знають слова священного писання: "І створив Господь людину за образом і подобою своєю ...".

Створення нового розуму біологічним шляхом для людини справа цілком звична. Спостерігаючи за дітьми, ми бачимо, що велику частину знань вони набувають шляхом навчання, а не як закладену в них заздалегідь. Дане твердження на сучасному рівні не доведене, але по зовнішніх ознаках все виглядає саме так.

Те, що раніше здавалося вершиною людської творчості – гра в шахи, шашки, розпізнавання зорових і звукових образів, синтез нових технічних рішень, на практиці виявилось не такою вже складною справою (тепер робота ведеться не на рівні можливості або неможливості реалізації перерахованого, а про знаходження найбільш оптимального алгоритму). Тепер часто дані проблеми навіть не відносять до проблем ШІ. Є надія, що і повне моделювання мислення людини виявиться не такою вже і складною справою.

Проте не слід думати, що обчислювальні машини і роботи можуть в принципі вирішувати будь-які завдання. Аналіз різноманітних завдань привів математиків до чудо-

¹ Схоластика – це тип релігійної філософії, для якого характерне принципове панування теології над усіма іншими формами пізнання, знання. З іншого боку, схоластика є методом, що полягав переважно у перегляді та порівнянні висловів попередніх мислителів і Біблії та виведенні нового синтезу. – Джерело: [\[http://uk.wikipedia.org/wiki/Схоластика\]](http://uk.wikipedia.org/wiki/Схоластика)

вого відкриття. Було строго доведено існування таких типів завдань, для яких неможливий єдиний ефективний алгоритм, що здатен вирішити всі завдання даного типу. Цей факт сприяє кращому розумінню того, що можуть робити машини і чого вони не можуть зробити. Насправді, твердження про алгоритмічну нерозв'язність деякого класу завдань є визнанням того, що такий алгоритм нам не відомий і ніким ще не був знайдений.

Наступним філософським питанням ШІ є мета створення. В принципі все, що ми робимо в практичному житті, зазвичай напрямлено на те, щоб більше нічого не робити. Проте при достатньо високому рівні життя (великій кількості потенційної енергії) у людини на першу роль виступає вже не лінь (у сенсі бажання економити енергію), а пошукові інстинкти. Допустимо, що людина зуміла створити інтелект, що перевищує її власний (хай не якістю, так кількістю). Що тепер буде з людством? Яку роль гратиме людина? Для чого він тепер потрібний? Чи не стане він тупою і жирною свинею? І взагалі, чи потрібне в принципі створення ШІ?

Мабуть, найприйнятнішою відповіддю на ці питання є концепція "**підсилювача інтелекту**" (ПІ). Я думаю, що тут доречна аналогія з президентом держави – він не зобов'язаний знати мову програмування Java для ухвалення рішення про розвиток ІТ-технологій. Кожен займається своєю справою – хімік описує технологічний процес, програміст пише програму; врешті-решт, економіст говорить президентові, що вклавши гроші в промислове шпигунство, країна отримає 20%, а у ванадієву промисловість – 30% річних. Думаю, що при такій постановці питання будь-хто, не обов'язково президент, зможе зробити правильний вибір.

У даному прикладі президент використовує біологічний ПІ – групу фахівців з їх білковими мізками. Але вже зараз використовуються і неживі ПІ – наприклад ми не могли б передбачити погоду без комп'ютерів, при польотах космічних кораблів із самого початку використовувалися бортові обчислювальні пристрої. Крім того, людина вже давно використовує **підсилювачі сили** (ПС) – поняття, багато в чому аналогічне ПІ. Як підсилювачі сили йому служать автомобілі, крани, електродвигуни, преси, гармати, літаки і багато що інше.

Основною відмінністю ПІ від ПС є наявність волі. Адже ми не зможемо собі представити, щоб раптом серійний "Запорожець" збунтувався, і почав їздити так, як йому хочеться. Не можемо представити саме тому, що йому нічого не хочеться, у нього немає

бажань. У той же час, інтелектуальна система, цілком могла б мати свої бажання, і поступати не так, як хотілося б нам. Таким чином перед нами встає ще одна проблема – **проблема безпеки**.

Дана проблема розбурхує розуми людства ще з часів Карела Чапека, що вперше використав термін "робот". Великий внесок в обговорення даної проблеми внесли письменники-фантасти. Як найвідоміші ми можемо згадати серії фільму "Термінатор". До речі, саме у письменника-фантаста Айзека Азімова ми можемо знайти вирішення проблеми безпеки. Мова йде про так звані три закони роботехніки.

- 1. Робот не може заподіяти шкоду людині або своєю бездіяльністю допустити, щоб людині була причинна шкода.*
- 2. Робот повинен підкорятися командам, які йому дає людина, окрім тих випадків, коли ці команди суперечать першому закону.*
- 3. Робот повинен піклуватися про свою безпеку, наскільки це не суперечить першому і другому закону.*

На перший погляд, при повному дотриманні цих законів, ШІ повинен забезпечити безпеку людства. Проте при уважному розгляді виникають деякі питання.

Цікаво, що матиме на увазі СШІ під терміном "шкода" після довгих логічних роздумів? Чи не вирішить вона, що все існування людини це суцільна шкода? Адже людство палить, вживає алкоголь, з роками старіє і втрачає здоров'я, страждає. Чи не буде меншим злом швидко припинити цей ланцюг страждань?

Наступним питанням буде таке. Що вирішить система ШІ за ситуації, коли врятування одного життя можливе тільки за рахунок іншого?

Так що ж, невже немає надійної системи безпеки від ШІ?

Ще одним філософським питанням є, а чи варто взагалі створювати ШІ, може просто закрити всі розробки в цій області? Єдине, що можна сказати із цього приводу – якщо ШІ можливо створити, то рано чи пізно він буде створений. І краще за все його треба створювати під контролем громадськості, з ретельним опрацюванням питань безпеки, або інакше він буде все-таки створений яким-небудь програмістом-механіком-самоучкою, що використовує досягнення сучасної йому техніки. Адже сьогодні, наприклад, будь-який грамотний інженер, за наявності певних грошових ресурсів і матеріалів, може виготовити атомну бомбу.

2. Поняття штучного інтелекту

Більшість з нас упевнені, що зможуть відрізнити "розумне поведження", коли з ним зіткнуться. Однак навряд чи хто-небудь зможе дати інтелекту визначення, досить конкретне для оцінки ймовірно розумної комп'ютерної програми і що одночасно відображає життєздатність і складність людського розуму.

Термін *інтелект* (intelligence) походить від латинського intellectus – що означає розум, розумові здібності людини. Відповідно *штучний інтелект* зазвичай тлумачиться як властивість автоматичних систем брати на себе окремі функції інтелекту людини, наприклад, вибирати і ухвалювати оптимальні рішення на основі раніше отриманого досвіду і раціонального аналізу зовнішніх дій.

У даному курсі, інтелектом називатимемо здатність мозку вирішувати (інтелектуальні) завдання шляхом придбання, запам'ятовування і цілеспрямованого перетворення **знань** в процесі навчання на досвіді і адаптації до різноманітних обставин.

Вперше термін штучний інтелект (ШІ) був запропонований в 1956 році на семінарі в Дартсмутському коледжі (США) як *«як область комп'ютерних наук, що займається дослідженням і автоматизацією розумної поведінки»*.

Ще недавно вважали інтелектуальною будь-яку програму обчислень за заданим алгоритмом. Але дуже швидко алгоритму було відмовлено в інтелектуальності, оскільки він не мав механізмів реагувати на зміни ззовні та адаптуватися до них.

Таким чином, *«ШІ – це один з напрямів інформатики, метою якого є розроблення апаратно-програмних засобів, що дозволяють користувачеві-непрограмістові ставити і вирішувати свої завдання, що традиційно вважаються інтелектуальними (розуміння мови, логічний висновок, використання накопичених знань, навчання, планування дій, розпізнавання образів), спілкуючись з ЕОМ на обмеженій підмножині природної мови»*.

Є інші визначення інтелекту, наприклад:

Штучний інтелект – наука і технологія створення інтелектуальних машин (програм), здатних брати на себе окремі функції інтелекту людини, наприклад, вибирати і приймати оптимальні рішення на основі раніше отриманого досвіду і раціонального аналізу зовнішніх впливів.

Штучний інтелект – це універсальний надалгоритм, що здатний створювати алгоритми вирішення конкретних завдань. Ще цікавим зауваженням тут є те, що *професія програміста, виходячи цього визначення, є однією з самих інтелектуальних*.

3. Інтелектуальна система та система штучного інтелекту

Під *інтелектуальною системою* розумітимемо *адаптивну систему*, що дозволяє будувати програми доцільної діяльності за рішенням поставлених перед нею завдань на підставі конкретної ситуації, що складається на даний момент в її навколишньому середовищі.

Адаптивна система – це *система*, яка зберігає працездатність при непередбачених змінах властивостей керованого об'єкту, цілей управління або навколишнього середовища шляхом зміни алгоритму функціонування, програми поведінки або пошуку оптимальних, в деяких випадках просто ефективних рішень і станів. Традиційно, за способом адаптації розрізняють системи самоналагоджувальні, самонавчальні і такі, що самоорганізуються.

Система штучного інтелекту (СШІ) – галузь науки, яка займається теоретичними дослідженнями, розробленням і застосуванням алгоритмічних та програмно-апаратних систем і комплексів з елементами штучного інтелекту та моделюванням інтелектуальної діяльності людини².

Можна виділити два напрямки розвитку СШІ :

- рішення проблем, пов'язаних з наближенням спеціалізованих систем ШІ до можливостей людини, та їх інтеграції, яка реалізована природою людини (посилення інтелекту³);
- створення штучного розуму, що представляє інтеграцію вже створених систем ШІ в єдину систему, здатну вирішувати проблеми людства (слабкий і сильний штучний інтелект⁴).

Напрямки досліджень СШІ:

- моделювання інтелектуальної діяльності людини та його застосування в системах штучного інтелекту;
- створення засобів і систем інтелектуалізації комп'ютерних інтерфейсів;
- розробка алгоритмів і програмно-апаратних засобів для систем комп'ютерного розпізнавання та відтворення (синтезу) мовних і зорових образів;

² Джерело: <http://www.znannya.org/?view=AI>

³ Посилення інтелекту – сукупність засобів і методів, що забезпечують максимально можливу продуктивність інтелекту людини; ефективне використання інформаційних технологій для посилення людського інтелекту. Посилення інтелекту іноді протиставляється ШІ.

⁴ Теорія сильного штучного інтелекту передбачає, що комп'ютери можуть придбати здатність мислити і усвідомлювати себе, хоча і не обов'язково їх розумовий процес буде подібний до людського. Теорія слабого штучного інтелекту відкидає таку можливість.

- дослідження процесів формування образів і моделювання принципів їх відтворення на підставі формальних логік;
- розробка інтелектуальних систем керування автономними роботами та роботехнічними комплексами;
- створення навчальних програм і віртуальних середовищ з елементами штучного інтелекту;
- створення математичних моделей на принципах нечіткої логіки для застосування в системах штучного інтелекту;
- розробка принципів, методів й архітектурних розв'язань побудови баз знань і технологія їх експертування (експертні та багатоагентні системи);
- комп'ютерна лінгвістика та лексикографічні системи;
- аналіз, синтез і моделювання нейронних мереж, розроблення методів їх проектування, оптимізації та навчання;
- розробка технологій застосування нейрокомп'ютерів, прикладні системи на основі нейронних мереж.

Як і більша частина наук, ШІ розбивається на піддисциплін, які, розділяючи основний підхід до вирішення проблем, знайшли собі різні застосування. Розглянемо деякі з **основних сфер застосування** цих галузей і їх внесок у штучний інтелект взагалі.

1. Ведення ігор. Ігри можуть породжувати надзвичайно великі простори станів. Для пошуку в них потрібні потужні методики, що визначають, які альтернативи слід розглядати. Такі методики називаються евристиками і складають значну область досліджень ШІ. Евристика-стратегія корисна, але потенційно здатна упустити правильне рішення. Велика частина того, що ми називаємо розумністю, мабуть, спирається на евристики, які люди використовують у вирішенні завдань.

2. Автоматичні міркування і доведення теорем. Завдяки дослідженням в області доведення теорем були формалізовані алгоритми пошуку і розроблені мови формальних уявлень, такі як числення предикатів і логічна мова програмування PROLOG. Привабливість автоматичного доведення теорем заснована на строгості і спільності логіки. У формальній системі логіка розташовує до автоматизації.

3. Експертні системи створюються за допомогою запозичення знань у людського експерта та кодування їх у форму, яку комп'ютер може застосувати до аналогічних проблем. Стратегії експертних систем засновані на знаннях людини-експерта. Експерт надає необхідні знання про предметну область, описуючи свої методи прийняття рішень і демонструючи ці навички на ретельно відібраних прикладах. Спеціаліст з ШІ, або інженер по знаннях (knowledge engineer), як часто називають розробників експертних

систем, відповідає за реалізацію цього знання в програмі, яка повинна працювати ефективно і зовні розумно. Експертні здатності програми перевіряють, даючи їй вирішувати пробні завдання.

4. Нейронні мережі виникли з досліджень в галузі штучного інтелекту, а саме, із спроб відтворити здатність біологічних нервових систем навчатися і виправляти помилки, моделюючи низькорівневу структуру мозку. Щоб створити штучний інтелект, необхідно побудувати систему зі схожою архітектурою.

5. Розуміння природних мов і семантичне моделювання. Однією з довгострокових цілей штучного інтелекту є створення програм, здатних розуміти людську мову і будувати фрази на ній. Багато зусиль було витрачено на написання програм, що розуміють природну мову. Хоча такі програми і досягли успіху в обмежених контекстах, системи, що використовують натуральні мови з гнучкістю і спільністю, характерною для людської мови, лежать за межами сьогоденних методологій.

6. Планування і робототехніка. Дослідження в області планування почалися зі спроби сконструювати роботів, які б виконували свої завдання з деяким ступенем гнучкості і здатності реагувати на навколишній світ. Планування припускає, що робот повинен вміти виконувати деякі елементарні дії. Він намагається знайти послідовність таких дій, за допомогою якої можна виконати більш складне завдання, наприклад, рухатися по кімнаті, заповненій перешкодами.

7. Машинне навчання. Навчання залишається "міцним горішком" штучного інтелекту. Важливість навчання, тим не менш, безсумнівна, оскільки ця здатність є однією з головних складових розумного поведінки. Експертна система може виконувати довгі і трудомісткі обчислення для вирішення проблем. Але, на відміну від людських істот, якщо дати їй таку ж або подібну проблему вдруге, вона не "згадає" рішення. Вона кожного разу знов буде виконувати ті ж обчислення – чи це схоже на розумну поведінку. Хоча навчання є важкою областю, існують деякі програми, які спростовують побоювання про її неприступності.

Таким чином, предметом ШІ є вивчення інтелектуальної діяльності людини, що підкоряється заздалегідь невідомим законам.

ШІ – це все те, що не може бути оброблене за допомогою наперед відомих алгоритмів.

4. Інтелектуальна задача (ІЗ)

Щоб пояснити, чим відрізняється інтелектуальне завдання від просто завдання, необхідно ввести поняття *алгоритм* – один з наріжних термінів кібернетики.

Під *алгоритмом* розумітимемо послідовність заданих дій, які однозначно визначені і здійснені на сучасних ЕОМ за прийнятний час для вирішуваного завдання.

Відшукування алгоритму є природною метою людини при вирішенні нею ріноманітних типів завдань. Тому завдання, пов'язані з відшукуванням алгоритму вирішення класу завдань певного типу, називатимемо *інтелектуальними завданнями (ІЗ)*. Якщо ж алгоритм вирішення завдання вже знайдено, у математиці та кібернетиці вважається, що завдання вирішено і приписувати «інтелектуальність» таким завданням надмірно.

Наше життя постійно змушує нас приймати самі різні рішення, від простих (куди піти, як пройти, коли, навіщо і т.п) до найскладніших. Проте, *усі задачі*, розв'язувані людиною у своїй практичній і науковій діяльності *можна розділити на три основних класи*.

1. *Задачі, для яких відомі схеми рішень* і які можна описати на деякій формальній мові.

Прикладом таких задач є усі задачі, зв'язані з обчисленнями (арифметика, алгебраїчні, диференціальні, інтегральні рівняння і т.п.). Для таких задач завжди існує алгоритм вирішення, який обов'язково приведе до шуканого результату. Задачі цього класу все-таки перестали відносити до класу інтелектуальних.

2. *Задачі інформаційного пошуку*. Вирішенням цих задач є деяка частина бази даних (БД), співвідносна деяким запитам. При цьому інформація, отримана як результат, не піддається будь-яким змінам. Вона проходить лише операції сортування і деякі інші теоретико-множинні операції над символічною інформацією. Перехід до символічних задач дозволив відокремити БД від алгоритмів їхнього аналізу й одержання результатів. Другою важливою перемогою цього напрямку стало створення достатньо універсальних систем керування БД із найширшою сферою практичного застосування.

3. *Задачі, для яких відсутні наперед відомі схеми рішень*, навіть за умови залучення додаткових знань про предметну область. Тому для вирішення таких задач використовуються програми, що імітують механізми мислення людини. До цього класу відносяться, наприклад, задачі планування поведінки об'єкта в складних середовищах, задачі прийняття рішень у нестандартних (позаштатних) ситуаціях, задачі проектування і конструювання, гри і т.д. Цей клас задач прийнятий вважати *інтелектуальними* і саме для їхнього рішення розроблялася теорія СШІ.

До сфери завдань, які вирішують ІС, відносяться задачі, що володіють, як правило, наступними особливостями:

- у них невідомий алгоритм вирішення;
- у них використовується крім традиційних даних в числовому форматі інформація у вигляді зображень, малюнків, знаків, букв, слів, звуків;
- у них передбачається наявність вибору (не існує алгоритму – це означає, що потрібно зробити вибір між багатьма варіантами в умовах невизначеності).

Свобода дій є істотною складовою інтелектуальних задач.

Технологія інтелектуальних інформаційних систем (ІС) є одним із найбільш розвинених напрямків штучного інтелекту. Дослідження у цій області полягають у розробленні автоматизованих інформаційних систем (АІС), що можуть застосовуватись у тих областях діяльності людини, які вимагають логічного міркування, певної майстерності та досвіду. До них належать задачі прийняття рішення у різноманітних предметних областях (ПО). Відзначається десять типів ПО, в яких інтелектуальні інформаційні системи знайшли своє місце. Перелік ПО та задачі, які в них необхідно розв'язати, наведені у табл. 1:

Табл. 1. Перелік предметних областей, де застосовуються СШІ

Тип предметної області	Опис задачі
Інтерпретація	Побудова описів ситуацій за даними, що спостерігаються.
Прогнозування	Виведення імовірнісних висновків із заданих ситуацій.
Діагностика	Твердження про порушення в системі, виходячи із спостережень.
Проектування	Побудова конфігурації об'єктів при певних обмеженнях.
Планування	Проектування плану дій.
Моніторинг	Порівняння спостережень з критичними точками плану.
Налагодження	Вироблення рекомендацій для запобігання неполадок.
Ремонт	Виконання плану застосування виробленої рекомендації.
Навчання	Діагностика, налагодження і виправлення поведінки учня.
Керування	Інтерпретація, прогнозування, ремонт і моніторинг поведінки системи.

Перераховані в табл. 1.1 задачі належать до класу слабо-структурованих (неструктурованих), *неформалізованих задач* з однією або декількома наступними характеристиками:

- задачі не можуть формулюватися в числовій формі;
- цілі не можуть задаватися в термінах чітко визначеної цільової функції;
- не існує алгоритмічного вирішення задач;
- алгоритм розв'язку задачі відомий, однак його не можна використати через обмеженість ресурсів часу і/або пам'яті.

Відзначимо, що неформалізовані задачі складають дуже важливий клас. Багато спеціалістів вважають, що вони є наймасовішим класом задач.

Під час розв'язування цих неформалізованих задач основними є *евристичні*⁵ і *наближені* методи, які, на відміну від алгоритмічних, не завжди гарантують успіх у знаходженні розв'язку.

Як відзначають провідні спеціалісти в області ІС – *“показником інтелектуальності системи є вміння системою використовувати у потрібний момент необхідні (релевантні) знання”*. Системи, що не мають засобів для визначення релевантних знань, зіштовхуються із проблемою “комбінаторного вибуху”. Ця проблема є однією з основних причин, через яку обмежується сфера застосування ІС.

5. Підходи до побудови систем штучного інтелекту

Існують різні підходи до побудови систем ШІ, оскільки по-справжньому повних систем ШІ в даний час немає, то не можна сказати, що якийсь підхід є правильним, а якийсь помилковим.

Для початку короткого розглянемо логічний підхід. Чому він виник? Адже людина займається зовсім не тільки логічними вигадками. Цей вислів кінцевий вірно, але саме здібність до логічного мислення дуже сильно відрізняє людину від тварин.

Основою для даного логічного підходу служить Булева алгебра. Кожен програміст знайомий з нею і з логічними операторами з того часу, коли він освоював оператора IF. Свій подальший розвиток Булева алгебра отримала у вигляді числення предикатів – в

⁵ Евристика – знання, набуті людиною в часі накопичення практичного досвіду розв'язування аналогічних задач. – Джерело: <http://uk.wikipedia.org/wiki/Евристика>

якому вона розширена за рахунок введення наочних символів, відносин між ними, кванторів існування і загальності.

Практично кожна система ШІ, побудована на логічному принципі, є машиною доказу теорем. При цьому початкові дані зберігаються в базі даних у вигляді аксіом, правила логічного виведення як відношення між ними. Крім того, кожна така машина має блок генерації мети, і система виводу намагається довести дану мету як теорему. Якщо мета доведена, то трасування застосованих правил дозволяє отримати ланцюжок дій, необхідних для реалізації поставленої мети. Потужність такої системи визначається можливостями генератора цілей і машиною доказу теорем.

Звичайно можна сказати, що виразності алгебри висловів не вистачить для повноцінної реалізації ШІ, та варто пригадати, що основою всіх існуючих ЕОМ є біт – елемент пам'яті, яка може приймати значення тільки 0 і 1. Таким чином було б логічне припустити, що все, що можливо реалізувати на ЕОМ, можна було б реалізувати і у вигляді логіки предикатів. Хоча тут нічого не мовиться про те, за який час.

Добитися більшої виразності логічного підходу дозволяє такий порівняно новий напрям, як нечітка логіка. Основною її відмінністю є те, що правдивість вислову може приймати в ній окрім так/ні (1/0) ще і про проміжні значення – не знаю (0.5), пацієнт швидше живий, чим мертвий (0.75), пацієнт швидше мертвий, чим живий (0.25). Даний підхід більше схожий на мислення людини, оскільки він на питання рідко відповідає тільки так чи ні. Хоча правда на іспиті будуть прийматися тільки відповіді з розряду класичної булевої алгебри.

Для більшості логічних методів характерна велика трудомісткість, оскільки під час пошуку доказу можливий повний перебір варіантів. Тому даний підхід вимагає ефективної реалізації обчислювального процесу, і хороша робота зазвичай гарантується при порівняно невеликому розмірі бази даних. Під структурним підходом ми маємо на увазі тут спроби побудови ШІ шляхом моделювання структури людського мозку. Однієї з перших таких спроб був перцептрон Френка Розенблатта. Основною модельованою структурною одиницею в перцептронах (як і в більшості інших варіантів моделювання мозку) є нейрон.

Пізніше виникли і інші моделі, які в простолюдді зазвичай відомі під терміном "нейронні мережі" (НМ). Ці моделі розрізняються по будові окремих нейронів, по

топології зв'язків між ними і по алгоритмах навчання. Серед найбільш відомих зараз варіантів НМ можна назвати НМ із зворотним розповсюдженням помилки, мережі Хопфілда, стохастичні нейронні мережі.

НМ найуспішніше застосовуються в завданнях розпізнавання образів, зокрема сильно зашумлених, проте є і приклади успішного застосування їх для побудови власне систем ШІ, це вже раніше згадуваний ТАІР. Для моделей, побудованих по мотивах людського мозку характерна не дуже велика виразність, легке розпаралелювання алгоритмів, і пов'язана з цим висока продуктивність паралельно реалізованих НМ. Також для таких мереж характерна одна властивість, яка дуже зближує їх з людським мозком, – нейронні мережі працюють навіть за умови неповної інформації про навколишнє середовище, тобто як і людина, вони на питання можуть відповісти не тільки "так і ні" але і "не знаю точно, але швидше так".

Досить великого поширення набув і еволюційний підхід. При побудові систем ШІ для даного підходу основна увага приділяється побудові початкової моделі, і правилам, по яких вона може змінюватися (еволюціонувати). Причому модель може бути складена по самих різних методах, це може бути і НМ і набір логічних правил і будь-яка інша модель. Після цього ми включаємо комп'ютер і він, на підставі перевірки моделей відбирає найкращі з них, на підставі яких по самих різних правилах генеруються нові моделі, з яких знову вибираються найкращі і так далі

В принципі можна сказати, що еволюційних моделей як таких не існує, існує тільки еволюційні алгоритми навчання, але моделі, отримані при еволюційному підході мають деякі характерні особливості, що дозволяє виділити їх в окремий клас.

Такими особливостями є перенесення основної роботи розробника з побудови моделі на алгоритм її модифікації і те, що отримані моделі практично не супроводять витягання нових знань про середовище, що оточує систему ШІ, тобто вона стає як би річчю в собі.

Ще один широко використовуваний підхід до побудови систем ШІ – імітаційний. Даний підхід є класичним для кібернетики і одним з її базових понять – "чорним ящиком" (ЧЯ). ЧЯ – пристрій, програмний модуль або набір даних, інформація про внутрішню структуру і зміст яких відсутні повністю, але відомі специфікації вхідних і вихідних даних. Об'єкт, поведінка якого імітується, якраз і є таким "чорним ящиком".

Нам не важливо, що у нього і у моделі усередині і як він функціонує, головне, щоб наша модель в аналогічних ситуаціях поводитися так само. Таким чином тут моделюється інша властивість людини – здатність копіювати те, що роблять інші, не вдаючись до подробиць, навіщо це потрібно. Часто ця здатність економить йому масу часу, особливо на початку його життя.

Основним недоліком імітаційного підходу також є низька інформаційна здатність більшості моделей, побудованих з його допомогою. З ЧЯ пов'язана одна дуже цікава ідея. Хто б хотів жити вічно? Я думаю, що майже всі відповідять на це питання "я".

Уявимо собі, що за нами спостерігає якийсь пристрій, який стежить за тим, що в яких ситуаціях ми робимо, говоримо. Спостереження йде за величинами, які поступають до нас на вхід (зір, слух, смак, тактильні, вестибулярні і т. д.) і за величинами, які виходять від нас (мова, рух і ін.). Таким чином людина виступає тут як типовий ЧЯ.

Далі цей пристрій намагається відбудувати якусь модель так, щоб при певних сигналах на вході людини, вона видавала на виході ті ж дані, що і людина. Якщо дана затія буде коли-небудь реалізована, то для всіх сторонніх спостерігачів така модель буде тією ж особою, що і реальна людина. А після його смерті вона, висловлюватиме ті думки, які імовірно висловлювала б і змодельована людина. Ми можемо піти далі і скопіювати цю модель і отримати брата близнюка точно такими ж "думками".

Можна сказати, що "це кінцево все цікаво, але при чому тут я? Адже ця модель тільки для інших буде мною, але усередині неї буде порожнеча. Копіюються тільки зовнішні атрибути, але я після смерті вже не думатиму, моя свідомість згасне (для віруючих людей слово "згасне" необхідно замінити на "покине цей світ") ". Що ж це так. Але спробуємо піти далі.

Згідно філософським представленням, свідомість є порівняно невеликою надбудовою над нашою підсвідомістю, яка стежить за активністю деяких центрів головного мозку, таких як центр мови, обробки зорових образів, після чого "повертає" ці образи на початкові ступені обробки даної інформації. При цьому відбувається повторна обробка цих образів, ми як би бачимо і чуємо, що думає наш мозок. При цьому з'являється можливість уявного моделювання навколишньої дійсності при нашій "активній" участі в даному процесі. І саме наш процес спостереження за діяльністю цих

небагатьох центрів є тим, що ми називаємо свідомістю. Якщо ми "бачимо" і "чуємо" наші думки, ми в свідомості, якщо немає, то ми знаходимося в несвідомому стані.

Якби ми змогли змодельовати роботу саме цих небагатьох "свідомих" нервових центрів (робота яких правда заснована на діяльності решти всього мозку) як одного ЧЯ, і роботу "суперревізора" як іншого ЧЯ, то можна було б з упевненістю говорити, що "так, дана модель думає, причому так само, як і я". Тут нічого не можемо говорити про те, як отримати дані про роботу цих нервових центрів, оскільки на нашу думку сьогодні немає нічого такого, що дозволило б слідити за мозком людини роками і при цьому не завадило б його роботі і життю.

І закінчуючи бігле ознайомлення з різними методами і підходами до побудови систем ШІ, потрібно відзначити, що на практиці дуже чіткої межі між ними немає. Дуже часто зустрічаються змішані системи, де частина роботи виконується за одним типом, а частина по іншому.