



Лекція 2. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ АГЕНТИ



АГЕНТИ Й ВАРІАНТИ СЕРЕДИ

- Почнемо з вивчення агентів, варіантів середовища і зв'язків між ними. Спостерігаючи за тим, що деякі агенти діють краще, ніж інші, можна цілком обґрунтовано висунути ідею раціонального агента; таким є агент, який діє настільки успішно, наскільки це МОЖЛИВО.

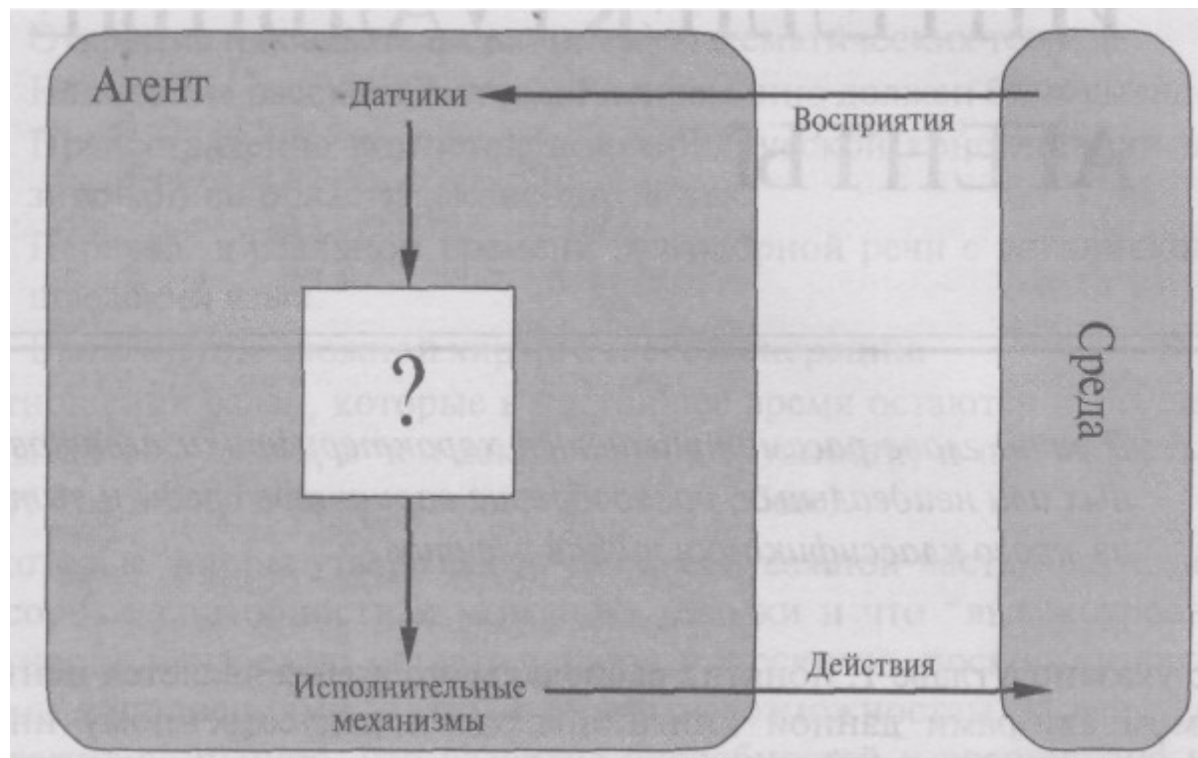


АГЕНТИ Й ВАРІАНТИ СЕРЕДИ

- Агентом є все, що може розглядатися як те, що сприймає своє середовище за допомогою датчиків і впливає на цю середу за допомогою виконавчих механізмів.

АГЕНТИ Й ВАРІАНТИ СЕРЕДИ

- Агент взаємодіє з середовищем за допомогою датчиків і виконавчих механізмів





АГЕНТИ Й ВАРІАНТИ СЕРЕДИ

- Людина, що розглядається в ролі агента, має очі, вуха і інші органи чуття, а виконавчими механізмами для нього служать руки, ноги, рот та інші частини тіла.
- Робот, що виконує функції агента, в якості датчиків може мати відеокамери та інфрачервоні далекоміри, а його виконавчими механізмами можуть бути різні двигуни.



АГЕНТИ Й ВАРІАНТИ СЕРЕДИ

- Програмне забезпечення, яке виступає в ролі агента, у якості вхідних сенсорних даних отримує коди натискання клавіш, вміст файлів і мережеві пакети, а його вплив на середовище виражається в тому, що програмне забезпечення виводить дані на екран, записує файли і передає мережеві пакети.



АГЕНТИ Й ВАРІАНТИ СЕРЕДИ

- Ми використовуємо термін **сприйняття** для позначення отриманих агентом сенсорних даних в будь-який конкретний момент часу. Послідовністю актів **сприйняття агента** називається повна історія всього, що було коли-небудь сприйнято агентом. Взагалі кажучи, вибір агентом дії в будь-який конкретний момент часу може залежати від всієї послідовності актів сприйняття, що спостерігалися до цього моменту часу.



АГЕНТИ Й ВАРІАНТИ СЕРЕДИ

- Якщо існує можливість визначити, яку дію буде вибрано агентом у відповідь на будь-яку можливу послідовність актів сприйняття, то може бути дано більш-менш точне визначення агента. З точки зору математики це рівносильно твердженням, що поведінка деякого агента може бути описано за допомогою, **функції** агента, яка відображує будь-яку конкретну послідовність актів сприйняття на деяку дію.



АГЕНТИ Й ВАРІАНТИ СЕРЕДИ

- Може розглядатися задача табуляції функції агента, яка описує будь-якого конкретного агента; для більшості агентів це була б дуже велика таблиця (фактично нескінченна), якщо не встановлюється межа довжини послідовностей актів сприйняття, які повинні враховуватися в таблиці. Проводячи експерименти з деяким агентом, таку таблицю в принципі можна сконструювати, перевіряючи всі можливі послідовності актів сприйняття і реєструючи, які дії у відповідь виконує агент. Така таблиця, безумовно, є зовнішнім описом агента.

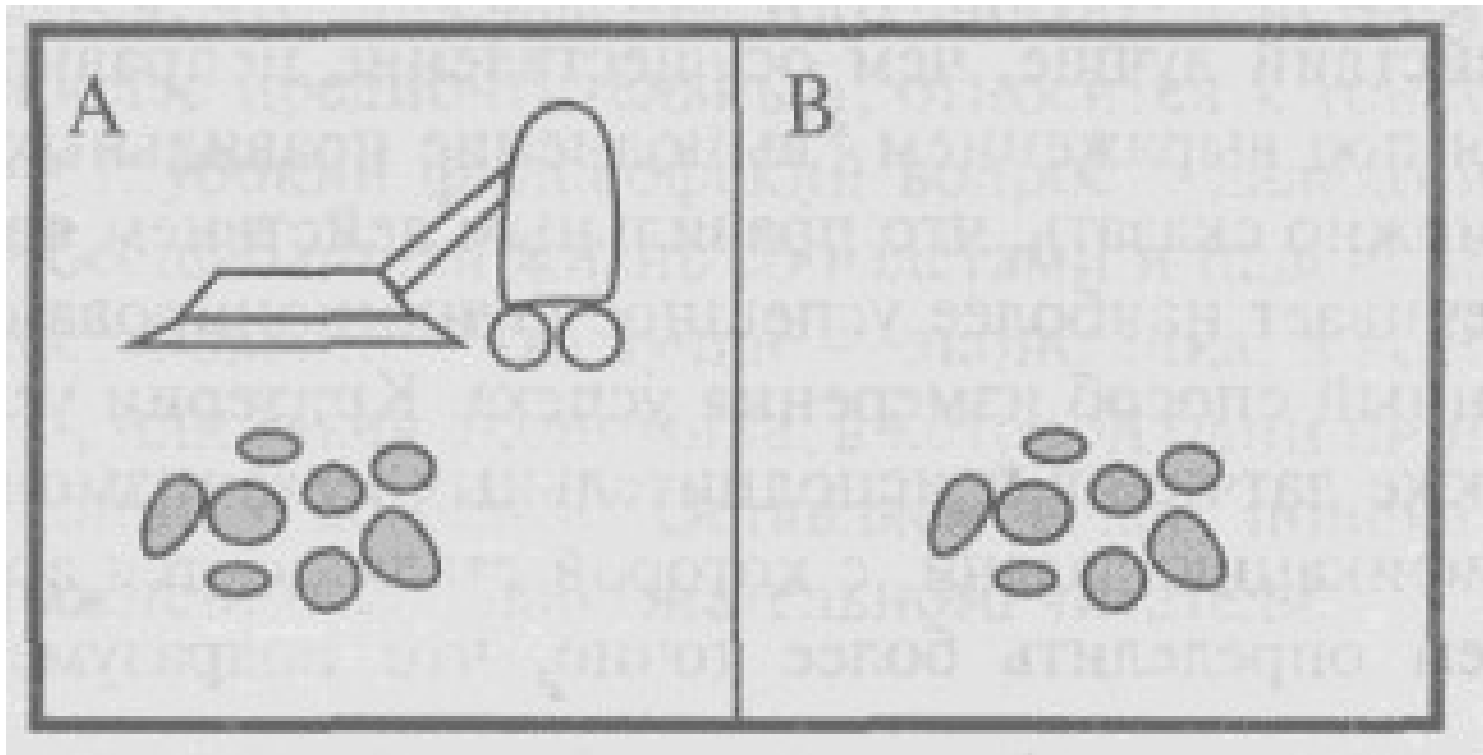


АГЕНТИ Й ВАРІАНТИ СЕРЕДИ

- Внутрішній опис складається у визначенні того, яка функція агента для даного штучного агента реалізується за допомогою програми агента. Важливо розрізняти два останніх Поняття. **Функція** агента являє собою абстрактне математичний опис, а **програма** агента - це конкретна реалізація, що діє в межах архітектури агента.

АГЕНТИ Й ВАРІАНТИ СЕРЕДИ

- Світ пилососа, в якому є тільки два місцезнаходження





АГЕНТИ Й ВАРІАНТИ СЕРЕДИ

- Часткова табуляція функції простого агента для світу пилососа

П о с л е д о в а т е л ь н о с т ь а к т о в в о с п р и я т и я

Д е й с т в и е

[A , C l e a n]

R i g h t

[A , D i r t y]

S u c k

[B , C l e a n]

L e f t

[B , D i r t y]

S u c k

[A , C l e a n] , [A , C l e a n]

R i g h t

[A , C l e a n] , [A , D i r t y]


S u c k

[A , C l e a n] , [A , C l e a n] , [A , C l e a n]

R i g h t

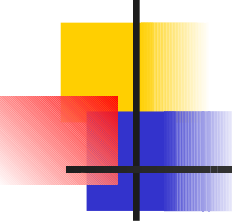
[A , C l e a n] , [A , C l e a n] , [A , D i r t y]

S u c k




ЯКІСНЕ ПОВЕДІНКА: КОНЦЕПЦІЯ РАЦІОНАЛЬНОСТІ

- **Раціональним агентом** є такий агент, який виконує правильні дії; висловлюючись більш формально, таким є агент, в якому кожен запис у таблиці для функції агента заповнена правильно. Очевидно, що виконання правильних дій краще, ніж здійснення неправильних дій, але що мається на увазі під виразом "виконання правильних дій"? У першому наближенні можна сказати, що правильним дією є така дія, яка забезпечує найбільш успішне функціонування агента.



ЯКІСНЕ ПОВЕДІНКА: КОНЦЕПЦІЯ РАЦІОНАЛЬНОСТІ

- Тому потрібно певний спосіб вимірювання успіху. Критерії успіху, поряд з описом середовища, а також датчиків і виконавчих механізмів агента, надають повну специфікацію завдання, з якою стикається агент. Маючи ці компоненти, ми можемо визначити більш точно, що мається на увазі під словом "раціональний".




ЯКІСНЕ ПОВЕДІНКА: КОНЦЕПЦІЯ РАЦІОНАЛЬНОСТІ

- **Показники продуктивності** втілюють у собі критерії оцінки успішної поведінки агента. Після занурення в середу агент виробляє послідовність дій, відповідних отриманим їм сприйняттям. Ця послідовність дій змушує середу пройти через послідовність станів. Якщо така послідовність відповідає бажаному, то агент функціює добре. Безумовно, що не може бути одного постійного показника, придатного для всіх агентів.



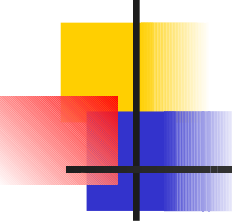
ЯКІСНЕ ПОВЕДІНКА: КОНЦЕПЦІЯ РАЦІОНАЛЬНОСТІ

- В якості загального правила слід вказати, що найкраще розробляти показники продуктивності відповідно до того, чого дійсно необхідно домогтися в даному середовищі, а не відповідно до того, як, на думку проектувальника, повинен вести себе агент.




ЯКІСНЕ ПОВЕДІНКА: КОНЦЕПЦІЯ РАЦІОНАЛЬНОСТІ

- У будь-який конкретний момент часу оцінка раціональності дій агента залежить від чотирьох перерахованих нижче факторів:
 - Показники продуктивності, які визначають критерії успіху.
 - Знання агента про середовище, придбані раніше.
 - Дії, які можуть бути виконані агентом.
 - Послідовність актів сприйняття агента, які відбулися до теперішнього часу.




ЯКІСНЕ ПОВЕДІНКА: КОНЦЕПЦІЯ РАЦІОНАЛЬНОСТІ

- З урахуванням цих факторів можна сформулювати наступне визначення **раціонального агента**.
 - Для кожної можливої послідовності актів сприйняття раціональний агент повинен вибрати дію, яка, як очікується, максимізує його показники продуктивності, з урахуванням фактів, наданих даною послідовністю актів сприйняття і всіх вбудованих знань, якими володіє агент.




ЯКІСНЕ ПОВЕДІНКА: КОНЦЕПЦІЯ РАЦІОНАЛЬНОСТІ

- Пилосос буде **раціональним агентом**, якщо
 - Застосовувані показники продуктивності передбачають винагороду в одне очко за кожен чистий квадрат в кожному інтервалі часу протягом "терміну існування" агента, що складається з 1000 інтервалів часу.



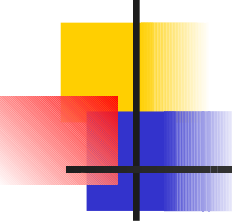
ЯКІСНЕ ПОВЕДІНКА: КОНЦЕПЦІЯ РАЦІОНАЛЬНОСТІ

- Пилосос буде **раціональним агентом**, якщо
 - "Географія" середовища відома заздалегідь (мал.), Але розподіл сміття і початкове місцезнаходження агента не визначені. Чисті квадрати залишаються чистими, а всмоктування сміття призводить до очищення поточного квадрата. Дії Left і Right призводять до переміщення агента відповідно вліво і вправо, за винятком тих випадків, коли вони могли б вивести агента за межі середовища, і в цих випадках агент залишається там, де він знаходиться.




ЯКІСНЕ ПОВЕДІНКА: КОНЦЕПЦІЯ РАЦІОНАЛЬНОСТІ

- Пилосос буде **раціональним агентом**, якщо
 - Єдиними доступними діями є Left, Right, Suck (всмоктати сміття) і NoOp (нічого не робити).
 - Агент правильно визначає своє місцезнаходження і сприймає показання датчика, що дозволяють дізнатися, чи є сміття в цьому місцезнаходження.



ЯКІСНЕ ПОВЕДІНКА: КОНЦЕПЦІЯ РАЦІОНАЛЬНОСТІ

- Можна легко виявити, що в інших обставинах той же самий агент може стати нераціональним. Наприклад, після того як все сміття буде очищений, агент стане здійснювати непотрібні періодичні переміщення вперед і назад; якщо показники продуктивності передбачають штраф в одне очко за кожне пересування в тому чи іншому напрямку, то агент не зможе добре заробляти.



ЯКІСНЕ ПОВЕДІНКА: КОНЦЕПЦІЯ РАЦІОНАЛЬНОСТІ

- Наше визначення вимагає, щоб раціональний агент не тільки збирав інформацію, але також навчався в максимально можливій мірі на тих даних, які він сприймає. Початкова конфігурація агента може відображувати деякі попередні знання про середовище, але в міру набуття агентом досвіду ці знання можуть модифікуватися і поповнюватися. Існують крайні випадки, в яких середовище повністю відома заздалегідь. У подібних випадках агенту не потрібно сприймати інформацію або навчатися; він просто відразу діє правильно.



ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ СЕРЕДОВИЩА

- Тепер, після розробки визначення раціональності, ми майже готові приступити до створення раціональних агентів. Але спочатку необхідно визначити, чим є проблемна середа, яка по суті представляє собою "проблему", для якої раціональний агент служить "рішенням".



ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ СЕРЕДОВИЩА

- У наведеному вище дослідженні раціональності простого агента-пилососа нам довелося визначити показники продуктивності, середовище, а також виконавчі механізми і датчики агента. Згрупуємо опис всіх цих факторів під заголовком **проблемна середа**. Для тих, хто любить аббревіатури, автори скорочено позначили відповідний опис як PEAS (Performance, Environment, Actuators, Sensors - продуктивність, середа, виконавчі механізми, датчики). Перший етап проектування будь-якого агента завжди повинен полягати у визначенні проблемної середовища з найбільшою можливою повнотою.

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ СЕРЕДОВИЩА

- Опис PEAS проблемної середовища для автоматизованого водія таксі

Тип агента	Показатели производительности	Среда	Исполнительные механизмы	Датчики
Водитель такси	Безопасная, быстрая, комфортная езда в рамках правил дорожного движения, максимизация прибыли	Дороги, другие транспортные средства, пешеходы, клиенты	Рулевое управление, акселератор, тормоз, световые сигналы, клаксон, дисплей	Видеокамеры, ультразвуковой дальномер, спидометр, глобальная система навигации и определения положения, одометр, акселерометр, датчики двигателя, клавиатура



ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ СЕРЕДОВИЩА

- Насамперед необхідно визначити показники продуктивності, якими ми могли б стимулювати діяльність нашого автоматизованого водія. До бажаним якостям відноситься успішне досягнення потрібного місця призначення; мінімізація споживання палива, зносу і старіння; мінімізація тривалості або вартості поїздки; мінімізація кількості порушень правил дорожнього руху і перешкод іншим водіям; максимізація безпеки і комфорту пасажирів; максимізація прибутку.



ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ СЕРЕДОВИЩА

- Виконавчі механізми, наявні в автоматизованому таксі, повинні бути в більшій чи меншій мірі такими ж, як і ті, які знаходяться в розпорядженні водія-людини: засоби управління двигуном за допомогою акселератора і засоби управління водінням за допомогою керма і гальм. Крім того, для нього можуть знадобитися кошти виведення на екран дисплея або синтезу мови для передачі відповідних повідомлень пасажирам і, можливо, певні способи спілкування з водіями інших транспортних засобів, іноді важливого, а іноді й не зовсім.



ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ СЕРЕДОВИЩА

- Для досягнення своїх цілей в даному середовищі водіння таксисту необхідно буде знати, де він знаходиться, хто ще їде по цій дорозі і з якою швидкістю рухається він сам. Тому в число його основних датчиків повинні входити одна або кілька керованих телевізійних камер, спідометр і одометр. Для правильного керування автомобілем, особливо на поворотах, в ньому повинен бути передбачений акселерометр; водієві потрібно також знати механічне стан автомобіля, тому для нього буде потрібен звичайний набір датчиків для двигуна і електричної системи.

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ СЕРЕДОВИЩА



- Автоматизований водій може також мати прилади, недоступні для середнього водія-людини: супутникову глобальну систему навігації і визначення положення (Global Positioning System - GPS) для отримання точної інформації про місцезнаходження по відношенню до електронної карти, а також інфрачервоні або ультразвукові датчики для вимірювання відстаней до інших автомобілів і перешкод. Нарешті, йому буде потрібно клавіатура або мікрофон для пасажирів, щоб вони могли вказати місце свого призначення.

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ СЕРЕДОВИЩА

■ Приклади типів агентів і їх описів PEAS

Тип агента	Показатели производительности	Среда	Исполнительные механизмы	Датчики
Медицинская диагностическая система	Успешное лечение пациента, минимизация затрат, отсутствие поводов для судебных тяжб	Пациент, больница, персонал	Вывод вопросов, тестов, диагнозов, рекомендаций, направлений	Ввод с клавиатуры симптомов, результатов лабораторных исследований, ответов пациента
Система анализа изображений, полученных со спутника	Правильная классификация изображений	Канал передачи данных от орбитального спутника	Вывод на дисплей результатов классификации определенного фрагмента изображения	Массивы пикселей с данными о цвете

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ СЕРЕДОВИЩА

■ Приклади типів агентів і їх описів PEAS

Тип агента	Показатели производительности	Среда	Исполнительные механизмы	Датчики
Робот-сортировщик деталей	Процентные показатели безошибочной сортировки по лоткам	Ленточный конвейер с движущимися на нем деталями; лотки	Шарнирный манипулятор и захват	Видеокамера, датчики углов поворота шарниров
Контроллер очистительной установки	Максимизация степени очистки, продуктивности, безопасности	Очистительная установка, операторы	Клапаны, насосы, нагреватели, дисплеи	Температура, давление, датчики химического состава
Интерактивная программа обучения английскому языку	Максимизация оценок студентов на экзаменах	Множество студентов, экзаменационное агентство	Вывод на дисплей упражнений, рекомендаций, исправлений	Ввод с клавиатуры



ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ СЕРЕДОВИЩА

- Властивості проблемного середовища
 - Повністю спостережуване або частково спостережуване
 - Детерміноване або стохастичне
 - Епізодичне або послідовне
 - Статичне чи динамічне
 - Дискретне або безперервне
 - Одноагентне або мультиагентне

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ СЕРЕДОВИЩА

- Приклади варіантів проблемного середовища та їх характеристик

Проблемная среда	Наблюдаема полностью или частично	Детерминированная, стратегическая или стохастическая	Эпизодическая или последовательная	Статическая, динамическая или полудинамическая	Дискретная или непрерывная	Одноагентная или мультиагентная
Решение кроссворда	Полностью наблюдаемая	Детерминированная	Последовательная	Статическая	Дискретная	Одноагентная
Игра в шахматы с контролем времени	Полностью наблюдаемая	Стохастическая	Последовательная	Полудинамическая	Дискретная	Мультиагентная
Игра в покер	Частично наблюдаемая	Стохастическая	Последовательная	Статическая	Дискретная	Мультиагентная

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ СЕРЕДОВИЩА

- Приклади варіантів проблемного середовища та їх характеристик

Проблемная среда	Наблюдаемая полностью или частично	Детерминированная, стратегическая или стохастическая	Эпизодическая или последовательная	Статическая, динамическая или полудинамическая	Дискретная или непрерывная	Одноагентная или мультиагентная
Игра в нарды	Полностью наблюдаемая	Стохастическая	Последовательная	Статическая	Дискретная	Мультиагентная
Вождение такси	Частично наблюдаемая	Стохастическая	Последовательная	Динамическая	Непрерывная	Мультиагентная
Медицинская диагностика	Частично наблюдаемая	Стохастическая	Последовательная	Динамическая	Непрерывная	Одноагентная

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ СЕРЕДОВИЩА

- Приклади варіантів проблемного середовища та їх характеристик

Проблемная среда	Наблюдаемая полностью или частично	Детерминированная, стратегическая или стохастическая	Эпизодическая или последовательная	Статическая, динамическая или полудинамическая	Дискретная или непрерывная	Одноагентная или мультиагентная
Анализ изображений	Полностью наблюдаемая	Детерминированная	Эпизодическая	Полудинамическая	Непрерывная	Одноагентная
Робот-сортировщик деталей	Частично наблюдаемая	Стохастическая	Эпизодическая	Динамическая	Непрерывная	Одноагентная
Контроллер очистительной установки	Частично наблюдаемая	Стохастическая	Последовательная	Динамическая	Непрерывная	Одноагентная
Интерактивная программа, обучающая английскому языку	Частично наблюдаемая	Стохастическая	Последовательная	Динамическая	Дискретная	Мультиагентная

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ СЕРЕДОВИЩА

- Приклади варіантів проблемного середовища та їх характеристик

Проблемна середовище	Наблюдема я повністю или частично	Детермиро ванная,стра- тегическая или стохас- тическая	Эпизодичес- кая или последова- тельная	Статическая, Динамичес- кая или полудинами- ческая	Дискретная или непре- рывная	Одноагентная или мультиагент- ная
Анализ изображений	Полностью наблю- даемая	Детерми- нированная	Эпизоди- ческая	Полудина- мическая	Непрерыв- ная	Одноагент- ная
Робот- сортировщик деталей	Частично наблю- даемая	Стохас- тическая	Эпизоди- ческая	Динами- ческая	Непрерыв- ная	Одноагент- ная
Контроллер очистительной установки	Частично наблю- даемая	Стохас- тическая	Последова- тельная	Динами- ческая	Непрерыв- ная	Одноагент- ная
Интерактив- ная програм- ма, обучаю- щая англий- скому языку	Частично наблю- даемая	Стохас- тическая	Последова- тельная	Динами- ческая	Дискретная	Мультиа- гентная



СТРУКТУРА АГЕНТІВ

- Завдання штучного інтелекту полягає в розробці програми агента, яка реалізує функцію агента, відображаючи сприйняття на дії. Передбачається, що ця програма повинна працювати на свого роду обчислювальному пристрої з фізичними датчиками і виконавчими механізмами; в цілому ці компоненти іменуються в даній книзі архітектурою, а структура агента умовно позначається наступною формулою:

Агент = Архітектура + Програма



СТРУКТУРА АГЕНТІВ

- Очевидно, що обрана програма повинна бути придатною для цієї архітектури. Наприклад, якщо в програмі здійснюється вироблення рекомендацій щодо виконання таких дій, як Walk (ходьба), то в архітектурі доцільно передбачити використання опорно-рухового апарату.



СТРУКТУРА АГЕНТІВ

- Архітектура може являти собою звичайний персональний комп'ютер або може бути втілена у вигляді роботизованого автомобіля з кількома бортовими комп'ютерами, відеокамерами та іншими датчиками. Взагалі кажучи, архітектура забезпечує передачу в програму результатів сприйняття, отриманих від датчиків, виконання програми і передачу виконавчим механізмам варіантів дій, обраних програмою, у міру їх вироблення.



Програми агентів

- Всі програми агентів, які будуть приведені в цьому курсі лекцій, мають одну і ту ж саму структуру: вони приймають від датчиків в якості вхідних даних результати поточного сприйняття і повертають виконавчим механізмам обраний варіант дії. Необхідно вказати на різницю між програмою агента, яка приймає в якості вхідних даних результати поточного сприйняття, і функцією агента, яка приймає на вході всю історію актів сприйняття.



Програми агентів

- Програма агента отримує в якості вхідних даних тільки результати поточного сприйняття, оскільки більше нічого не може дізнатися зі свого середовища; якщо дії агента залежать від всієї послідовності актів сприйняття, то агент повинен сам запам'ятовувати результати цих актів сприйняття.



Програми агентів

- Для опису програм агентів буде застосовуватися проста мову псевдокоду.
- Наприклад, в лістингу нижче показана досить нескладна програма агента, яка реєструє послідовність актів сприйняття, а потім використовує отриману послідовність для доступу за індексом до таблиці дій і визначення того, що потрібно зробити.



Програми агентів

- Таблиця явно відображує функцію агента, втілювану даною програмою агента. Щоб створити раціонального агента таким чином, проєктувальники повинні сформувавши таблицю, яка містить відповідне дію для будь-якої можливої послідовності актів сприйняття.



Програми агентів

```
function Table-Driven-Agent(percept) returns дія action
  static: percepts, послідовність актів сприйняття,
    ■ спочатку порожня table, таблиця дій,
      індексована за послідовностей актів сприйняття
      і повністю задана з самого початку додати ре-
      зультати сприйняття percept до кінця послі-
      довності percepts
  action ← Lookup{percepts, table}
  return action
```





Програми агентів

- Розглянемо чотири основних види програм агентів, які втілюють принципи, що лежать в основі майже всіх інтелектуальних систем:
 - прості рефлексні агенти;
 - рефлексні агенти, засновані на моделі;
 - агенти, що діють на основі цілі;
 - агенти, що діють на основі корисності.



Прості рефлексні агенти

- Найпростішим видом агента є простою рефлексний агент. Подібні агенти вибирають дії на основі поточного акту сприйняття, ігноруючи всю іншу історію актів сприйняття. Наприклад, агент-пилосос, для якого результати табуляції функції агента наведені раніше, являє собою простий рефлексний агент, оскільки його рішення засновані тільки на інформації про поточне місцезнаходження і про те, чи містить воно сміття.



Прості рефлексні агенти

- Програма простого рефлексного агента в середовищі пилососа з двома станами

```
function Reflex-Vacuum-Agent([location, status]) returns действие  
action
```

```
if status = Dirty then return Suck else  
if location = A then return Right else  
if location = B then return Left
```




Прості рефлексні агенти

- Зверніть увагу на те, що ця програма агента-пилососа дійсно дуже мала в порівнянні з відповідною таблицею. Найбільш очевидне скорочення обумовлено тим, що в ній ігнорується історія актів сприйняття, в результаті чого кількість можливих варіантів скорочується від 4^T просто до 4. Додаткове невелике скорочення обумовлено тим фактом, що якщо в поточному квадраті є сміття, то виконується при цьому дія не залежить від місцезнаходження пилососа.

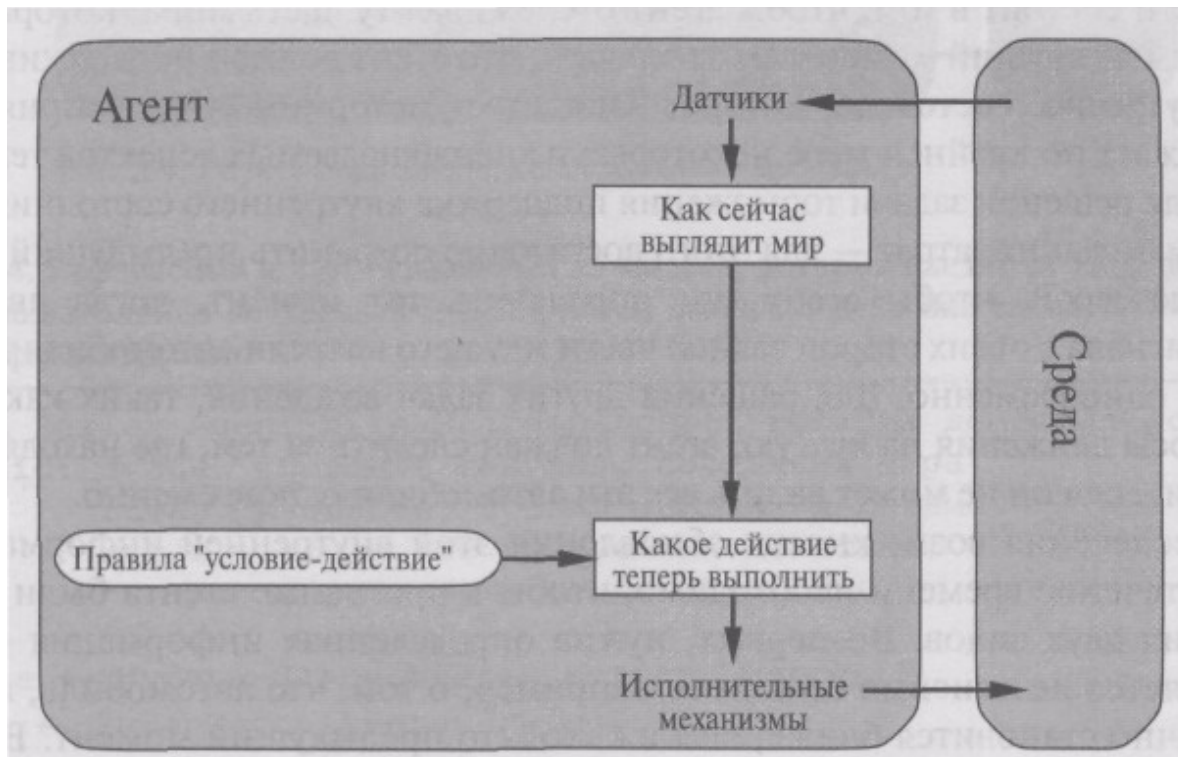


Прості рефлексні агенти

- Прості рефлексні агенти характеризуються тією чудовою особливістю, що вони надзвичайно прості, але зате володіють досить обмеженим інтелектом.

Прості рефлексні агенти

- Схематичне зображення структури простого рефлексного агента





Рефлексні агенти, основані на моделі

- Найбільш ефективний спосіб організації роботи в умовах часткової наблюдаємості полягає в тому, щоб агент відстежував ту частину світу, яка сприймається ним в поточний момент. Це означає, що агент повинен підтримувати свого роду, внутрішній стан, який залежить від історії актів сприйняття і тому відображає принаймні деякі з неспостережуваних аспектів поточного стану.



Рефлексні агенти, основані на моделі

- Для забезпечення можливості поновлення цієї внутрішньої інформації про стан протягом часу необхідно, щоб у програмі агента були закодовані знання двох видів. По-перше, потрібна певна інформація про те, як світ змінюється незалежно від агента, наприклад, про те, що автомобіль, що йде на обгін, зазвичай стає ближче, ніж в якийсь попередній момент.



Рефлексні агенти, основані на моделі

- По-друге, потрібна певна інформація про те, як впливають на світ власні дії агента, наприклад, що при повороті агентом рульового колеса за годинниковою стрілкою автомобіль повертає вправо або що після проїзду по автомагістралі протягом п'яти хвилин на північ автомобіль знаходиться на п'ять миль північніше від того місця, де він був п'ять хвилин тому.

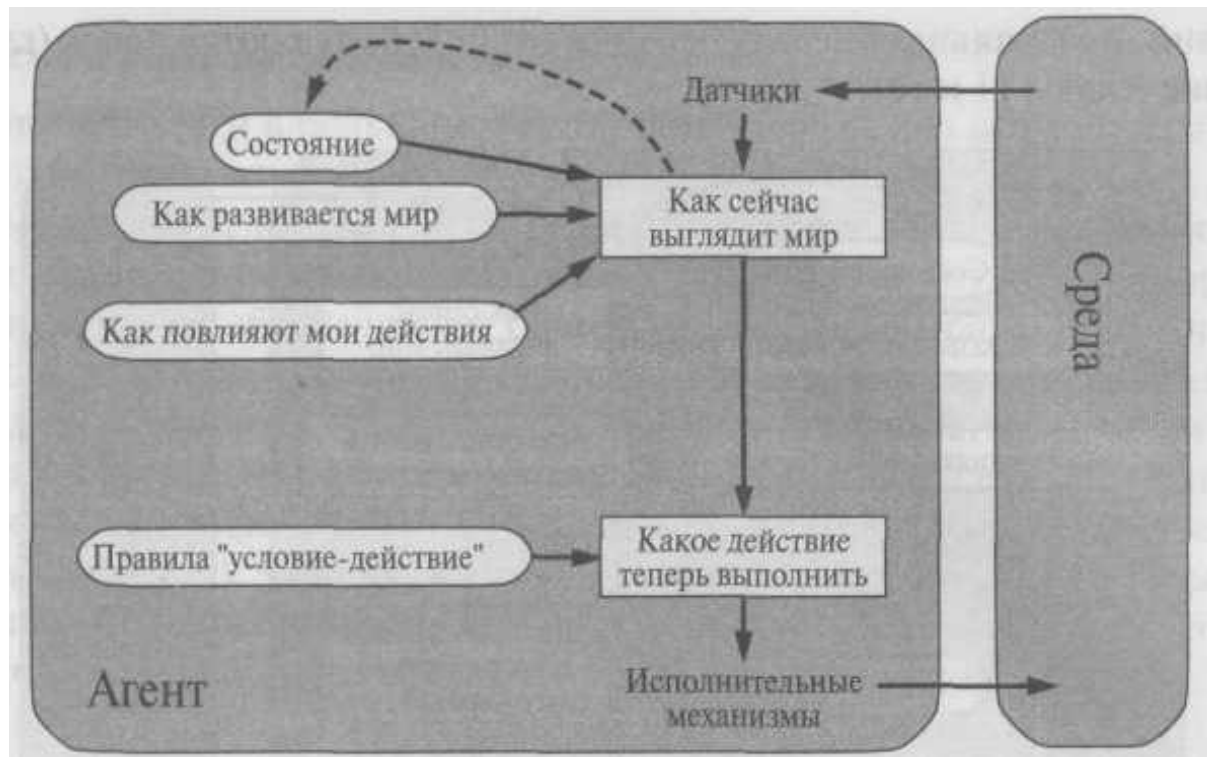


Рефлексні агенти, основані на моделі

- Ці знання про те, "як працює світ" (які можуть бути втілені в простих логічних схемах або в складних наукових теоріях) називаються **моделлю світу**. Агент, в якому використовується така модель, називається **агентом, заснованим на моделі**.

Рефлексні агенти, основані на моделі

- Рефлексний агент, оснований на моделі





Агенти, орієнтовані на цілі

- Знань про поточний стан середовища не завжди достатньо для прийняття рішення про те, що робити. Наприклад, на перехресті доріг таксі може повернути ліворуч, повернути праворуч або їхати прямо. Правильне рішення залежить від того, куди має потрапити це таксі. Іншими словами, агенту потрібно не тільки опис поточного стану, а й свого роду інформація про мету, яка описує бажані ситуації, такі як доставка пасажирів в місце призначення.

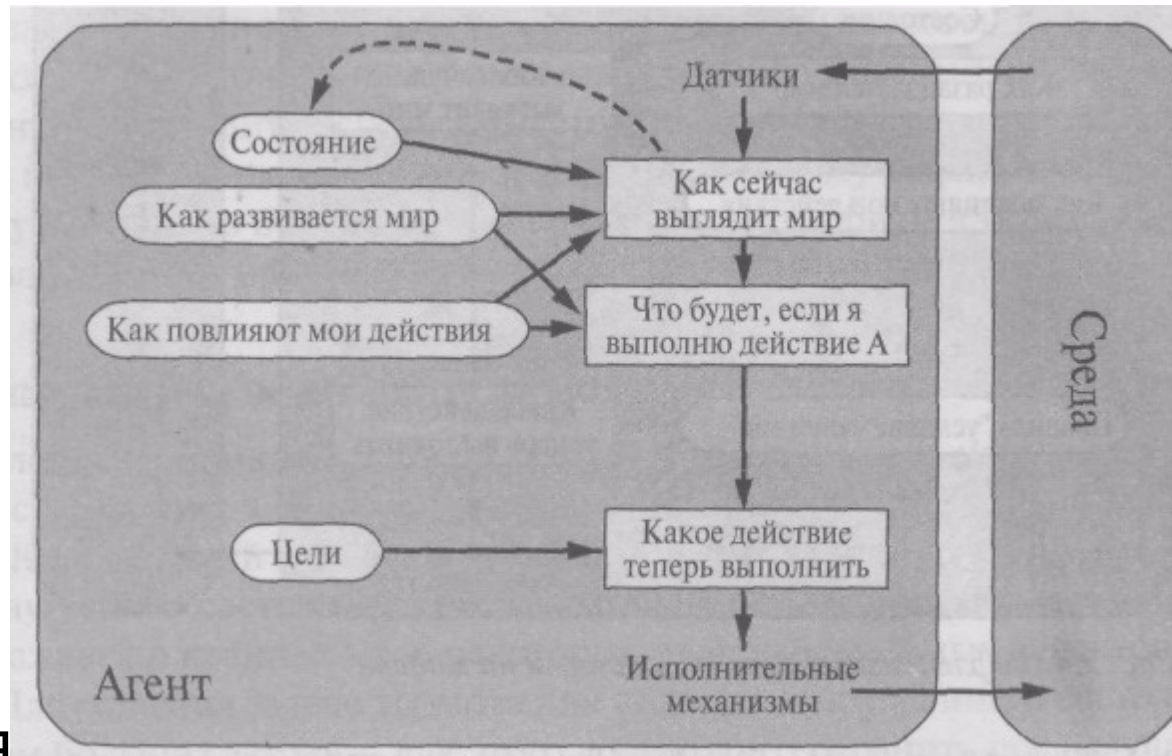



Агенти, орієнтовані на цілі

- Програма агента може комбінувати цю інформацію з інформацією про результати можливих дій (з такою ж інформацією, як і та, що використовувалася при оновленні внутрішнього стану рефлексного агента) для вибору дій, що дозволяють досягти цієї мети. Структура агента, що діє на основі мети, показана на малюнку нижче.

Агенти, орієнтовані на цілі


- Агент, заснований на моделі і на цілі. Він стежить за станом світу, а також за безліччю цілей, яких він намагається досягти, і вибирає дію, що дозволяє (зрештою) домогтися досягнення цих цілей






Агенти, орієнтовані на корисність

- Насправді в більшості варіантів середовища для вироблення високоякісного поведінки одного лише урахування цілей недостатньо. Наприклад, зазвичай існує багато послідовностей дій, що дозволяють таксі дістатися до місця призначення (і тим самим досягти поставленої мети), але деякі з цих послідовностей забезпечують більш швидку, безпечну, надійну або недорогу поїздку, ніж інші.




Агенти, орієнтовані на корисність

- Мети дозволяють провести лише жорстке бінарне відмінність між станами "задоволеності" і "незадоволеності", тоді як більш загальні показники продуктивності повинні забезпечувати порівняння різних станів світу в точній відповідності з тим, наскільки задоволеним стане агент, якщо їх вдасться досягти.




Агенти, орієнтовані на корисність

- Оскільки поняття "задоволеності" представляється не зовсім науковим, частіше застосовується термінологія, згідно з якою стан світу, більш детально визначений в порівнянні з іншим, розглядається як має більш високу корисність для агента.




Агенти, орієнтовані на корисність

- Функція корисності відображає стан (або послідовність станів) на дійсне число, яке позначає відповідний ступінь задоволеності агента. Повна специфікація функції корисності забезпечує можливість приймати раціональні рішення в описаних нижче двох випадках, коли цього не дозволяють зробити мети.



Агенти, орієнтовані на корисність

- По-перше, якщо є конфліктуючі цілі, такі, що можуть бути досягнуті тільки деякі з них (наприклад, або швидкість, або безпека), то функція корисності дозволяє знайти прийнятний компроміс.

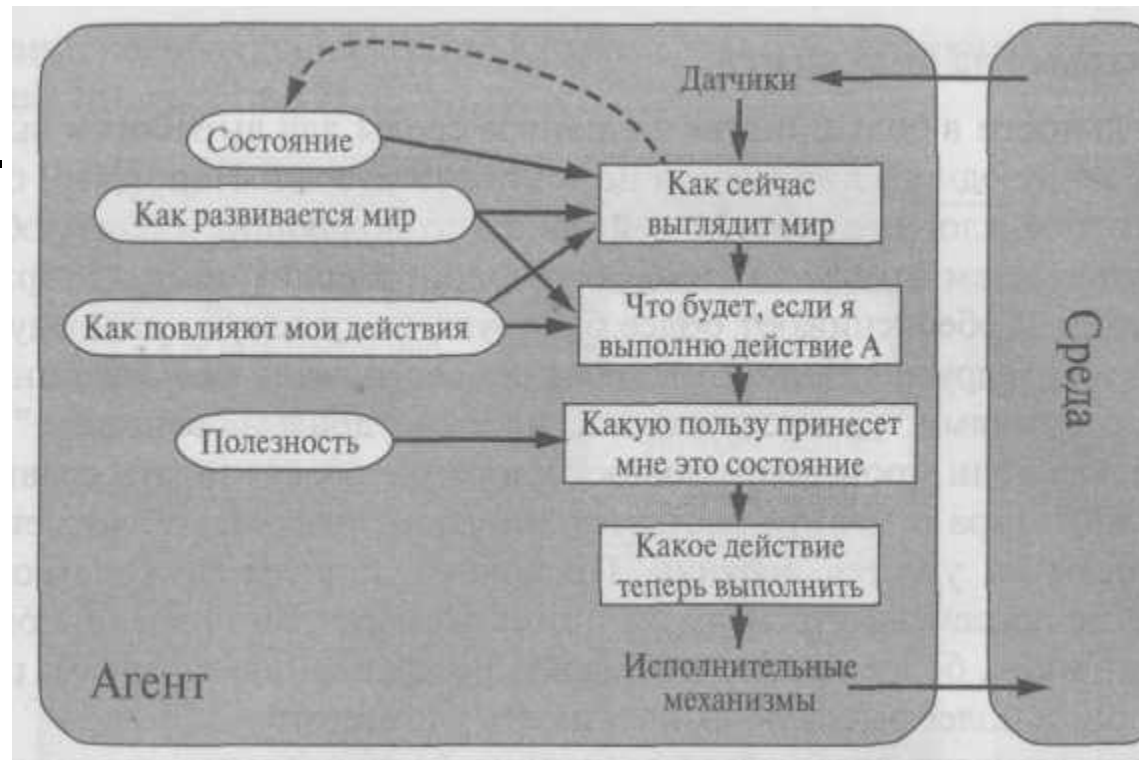


Агенти, орієнтовані на корисність

- По-друге, якщо є декілька цілей, до яких може прагнути агент, але жодна з них не може бути досягнута з усією визначеністю, то функція корисності надає зручний спосіб зваженої оцінки ймовірності успіху з урахуванням важливості цілей.

Агенти, орієнтовані на корисність

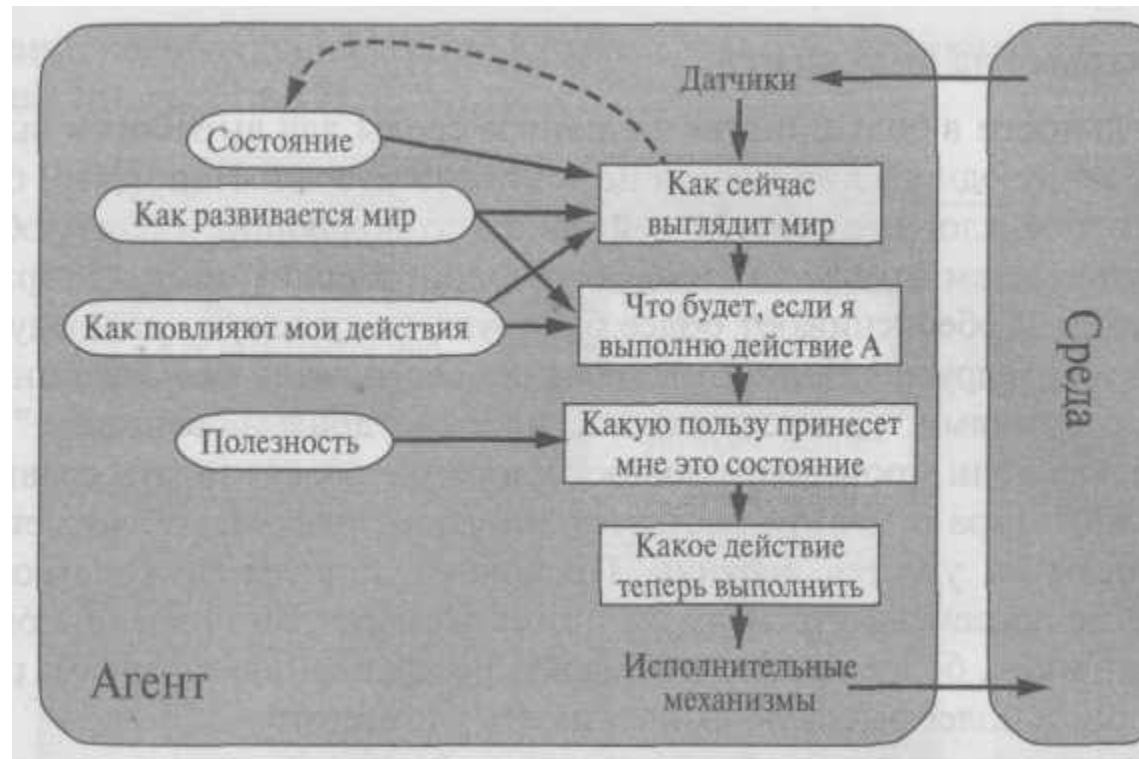
■ Агент, заснований на моделі і на корисності. У ньому модель світу використовується поряд з функцією корисності, яка вимірює переваги агента стосовно до станам світу. Потім агент вибирає дія, яка веде до найкращої очікуваної корисності.



Агенти, орієнтовані на корисність



- Для обчислення очікуваної корисності виконується усереднення по всіх можливих результуючим станам з урахуванням коефіцієнта, що визначає ймовірність кожного результату





Агенти, що навчаються

- Вище були описані програми агентів, в яких застосовуються різні методи вибору дій. Але до цих пір ще не були наведені відомості про те, як створюються програми агентів. У своїй знаменитій ранній статті Тьюринг проаналізував ідею про те, як фактично має здійснюватися програмування запропонованих ним інтелектуальних машин вручну.



Агенти, що навчаються

- Він оцінив обсяг роботи, який для цього буде потрібно, і прийшов до такого висновку: "Бажано було б мати якийсь більш продуктивний метод". Запропонований ним метод полягав у тому, що необхідно створювати навчаються машини, а потім проводити їх навчання. Тепер цей метод став домінуючим методом створення найбільш сучасних систем у багатьох областях штучного інтелекту.



Агенти, що навчаються

- Як показано на рiунке нижче, структура навчається агента може подiлятися на чотири концептуальних компонента. Найбiльш важлива вiдмiннiсть спостерiгається мiж **навчальним компонентом**, який вiдповiдає за внесення удосконалень, i **продуктивним компонентом**, який забезпечує вибiр зовнiшнiх дiй.

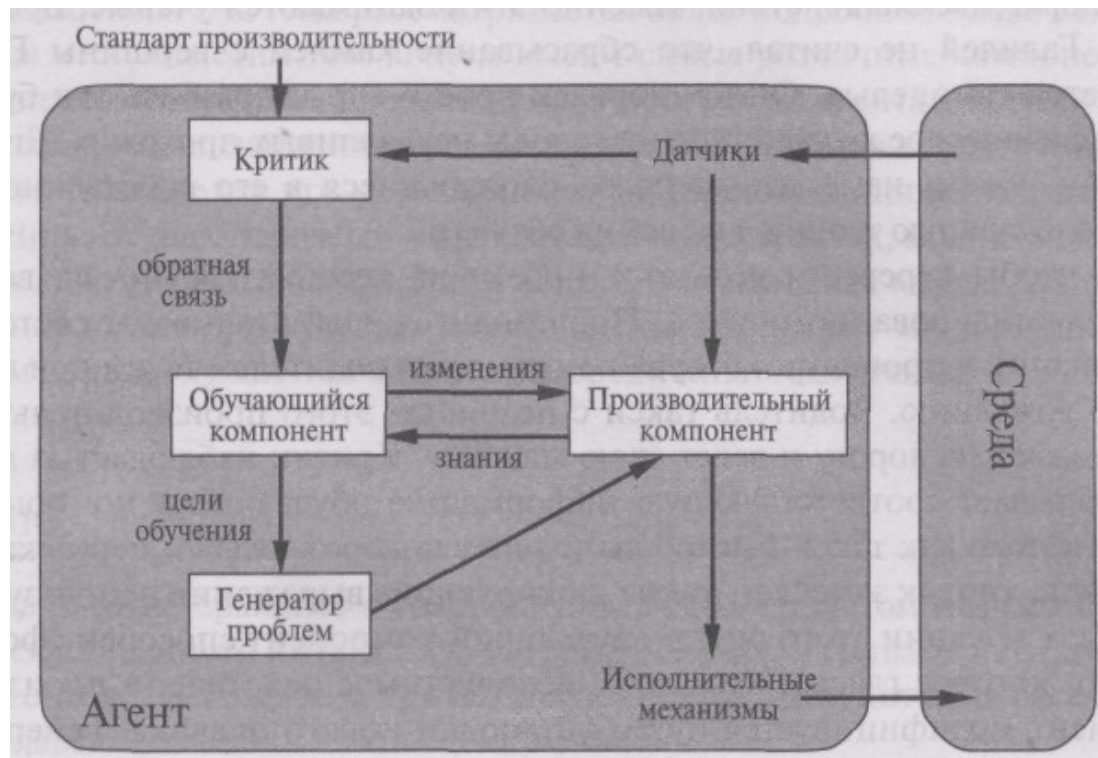


Агенти, що навчаються

- Продуктивною компонентом є те, що досі розглядалося у якості всього агента: він отримує сприйнятту інформацію і приймає рішення про виконання дій. Навчальний компонент використовує інформацію зворотного зв'язку від критика з оцінкою того, як діє агент, і визначає, яким чином має бути модифікований продуктивний компонент для того, щоб він успішніше діяв в майбутньому.

Агенты, що навчаються

- Загальна модель агентів, що навчаються





Агенти, що навчаються

- Критик повідомляє навчающому компоненту, наскільки добре діє агент з урахуванням постійного стандарту продуктивності. Критик необхідний, оскільки самі результати сприйняття не дають ніяких вказівок на те, чи успішно діє агент.



Агенти, що навчаються

- Наприклад, шахова програма може отримати результати сприйняття, що вказують на те, що вона поставила мат своєму супротивнику, але їй потрібно стандарт продуктивності, який дозволив би визначити, що це - хороший результат; самі дані сприйняття нічого про це не говорять.



Агенти, що навчаються

- Важливо, щоб стандарт продуктивності був постійним. В принципі цей стандарт слід розглядати як повністю зовнішній по відношенню до агента, оскільки агент не повинен мати можливості його модифікувати так, щоб він більшою мірою відповідав його власному поведінці.



Агенти, що навчаються

- Останнім компонентом навчається агента є генератор проблем. Його завдання полягає в тому, щоб пропонувати дії, які повинні призвести до отримання нового та інформативних досвіду. Справа в тому, що якщо продуктивний компонент наданий самому собі, то продовжує виконувати дії, які є найкращими з точки зору того, що він знає.



ВИСНОВКИ

- Агенти мають самі різні компоненти, а самі ці компоненти можуть бути представлені в програмі агента багатьма способами, тому створюється враження, що різноманітність методів навчання надзвичайно велике. Проте всі ці методи мають єдиний об'єднуючий їх аспект. Процес навчання, здійснюваний в інтелектуальних агентах, можна в цілому охарактеризувати як процес модифікації кожного компонента агента для забезпечення більш точної відповідності цих компонентів доступної інформації зворотного зв'язку і тим самим поліпшення загальної продуктивності агента.