

Машинное обучение

основанное на символьном
представлении информации

Концепции

- *«Проблема машинного обучения – основное препятствие к широкому распространению интеллектуальных систем» (Фейгенбаум, Мак-Кордак, 1983)*
- *«Обучение – это любое изменение в системе, приводящее к улучшению решения задачи при ее повторном предъявлении или к решению другой задачи на основе тех же данных» (Герберт Симон)*

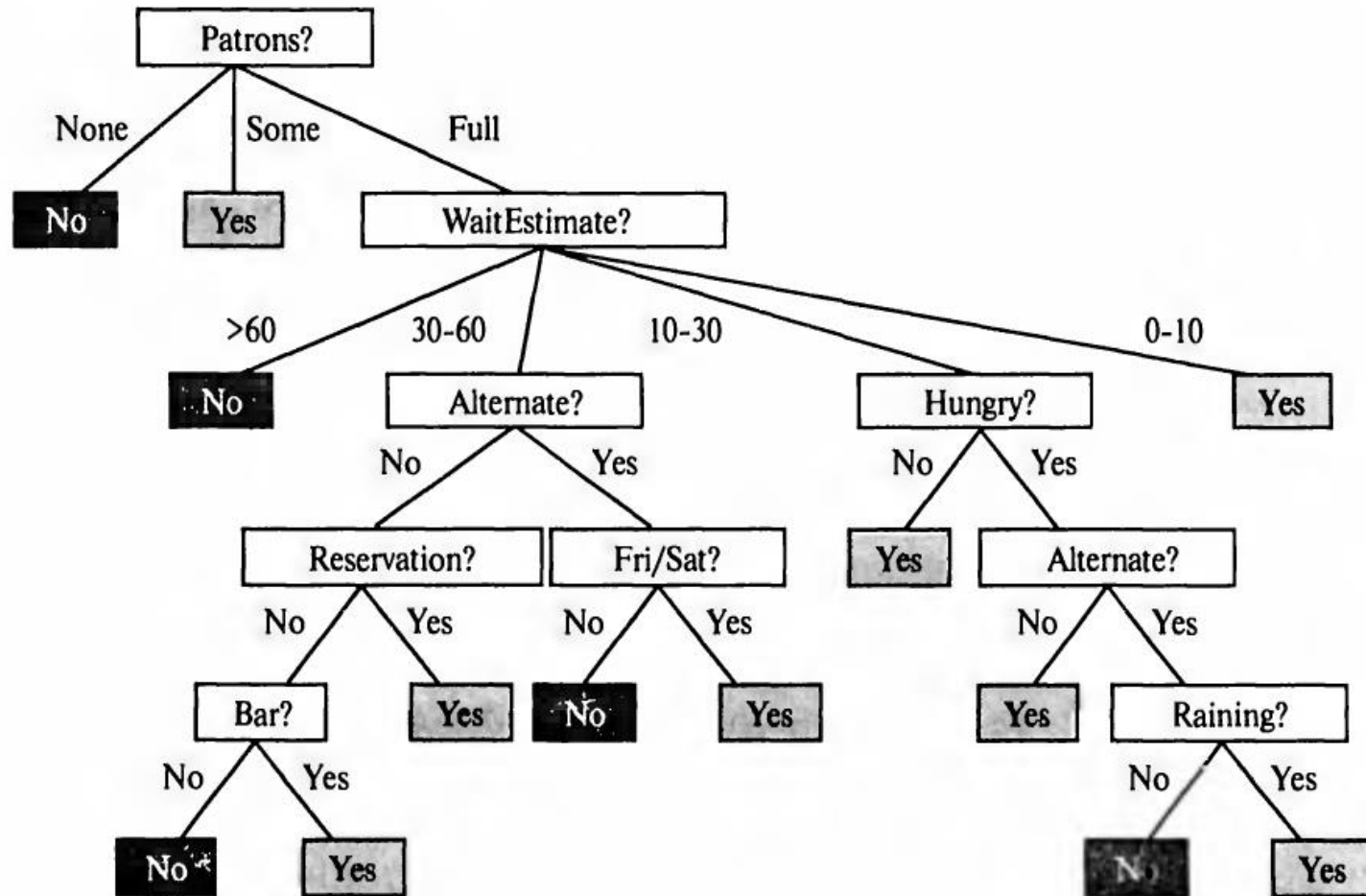
Принципы

- Построение ИИ через обучение – не стремиться к созданию «интеллекта человека», создать «интеллект ребёнка» и обучать.
- Некоторые формы представления знаний в интеллектуальных системах являются «неудобными», из них сложно извлечь что-либо обобщённое. Пример – концепт «грузовик» для нейросетей.
- Основной интерес – символьное обучение.

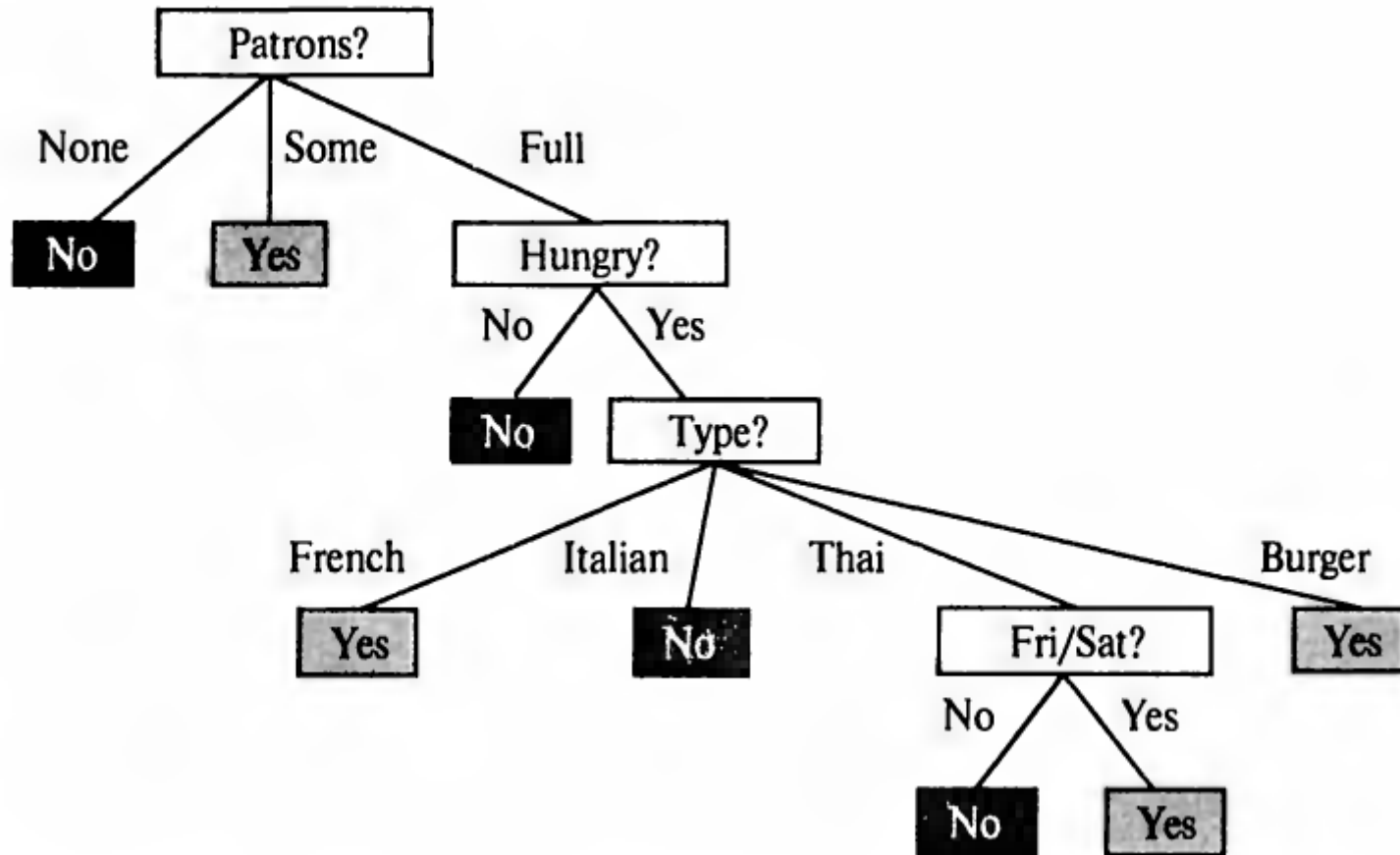
ОСНОВЫ

- Цель – обычно «концепт», некоторое понятие.
- Есть множество x и множество $f(x)$ – входы и выходы. $(x, f(x))$ – пример. Задача – получить функцию $h(x)$, аппроксимирующую $f(x)$.
- Обучение «без учителя» (unsupervised), «с учителем» (supervised) – active, reinforcement, semi-supervised.
- Пространство гипотез, согласованные гипотезы, обучающие, проверочные и тестовые выборки.
- Реализуемые и нереализуемые задачи обучения.

Пример – деревья решений



Результат обучения



Деревья решений

- Какое дерево лучше?
- В каком порядке выбирать атрибуты?
- Как проверять эффективность обучения?
- Общая схема, кривая обучения (счастливый график).
- Компроматация проверочного множества.
- Шум и overfitting.
- Нуль-гипотеза, проверка релевантности – на основе приращение информации.
- Обучение ансамбля гипотез, мажоритарное голосование, AdaBoost.

Индукция в обучении

- Под индукцией понимается возможность обобщения ограниченного опыта, полученного на основе решений некоторых задач предметной области, на другие задачи предметной области (иногда – не только данной предметной области);
- Для большинства задач исходных данных недостаточно для оптимального обобщения, необходимо использовать эвристические алгоритмы.
- Индуктивный порог (inductive bias) – порог по критериям или аспектам, обладающим достаточным уровнем общности. Любой критерий, используемый обучаемой системой для ограничения пространства понятий или для выбора понятий в рамках этого пространства.

Характеристика алгоритмов

1. Данные и цели задачи обучения. Можно рассматривать обучение на данных или обучение на основе объяснения. Также отмечается обучение на аналогиях («электричество – вода»), на высокоуровневых рекомендациях. Цель – обычно концепт, понятие – общее описание классов.
2. Представление знаний.

Характеристики алгоритмов (продолжение)

3. Набор операций – обобщение, специализация и пр.
4. Пространство понятий – чем система может оперировать.
5. Эвристический поиск – использование некоторых алгоритмов для повышения эффективности поиска.

Пример обучения

- В работе Патрика Винстона (1975) используется графовое (семантическая сеть) представление знаний.
- Используются «хорошие» и «почти удовлетворительные» понятия концептов.
- Сильно зависит от порядка предъявления примеров.

Version space search

- Описаны в работах Митчелла (1978, 1982);
- Используют обобщение и специализацию;
- Являются разновидностями алгоритмов на основе классифицированных данных – обучение с учителем.
- Используют положительные и отрицательные примеры.

Операции

- Замена констант переменными;
- Исключение условий (предикатов) из конъюнкции;
- Добавление дизъюнкции;
- Замена свойства родителем (переход по иерархии).

Обратные операции – что представляют?

Поиск от частного к общему

1. Инициализация S первым положительным примером;
2. Для всех положительных примеров p :
 - a. Заменить s минимально более общим понятием, удовлетворяющим p ;
 - b. Удалить из S все гипотезы, более общие, чем существующие;
 - c. Удалить все гипотезы, удовлетворяющие отрицательным примерам (для отсутствия излишнего обобщения).
3. С отрицательными примерами – очевидно.

Поиск от общего к частному

1. Инициализация G наиболее общим понятием;
2. Для каждого g , удовлетворяющего n :
 - a. замена наиболее общей специализацией, не удовлетворяющей n ;
 - b. удаление всех более частных гипотез
 - c. удаление всех гипотез, не удовлетворяющих P .
3. Для каждого p – согласовать множество G и добавить p в P .

Алгоритм исключения кандидата

- Двухнаправленный поиск, G – general, S – specified, в процессе поиска должны сойтись к искомому понятию.
 1. Инициализировать G (наиболее общим) и S (первым положительным).
 2. Для каждого положительного p :
 - a. удалить все неподходящие g ;
 - b. каждое s , не удовлетворяющее, поднять;
 - c. удалить все более общие s ;
 - d. удалить все s , более общие чем некоторые g .

продолжение

3. Для каждого нового n :
 - a. удалить все соответствующие s ;
 - b. для каждого удовлетворяющего g поднять до наиболее общего, не удовлетворяющего n ;
 - c. удалить из g все более частные гипотезы;
 - d. удалить все g , более частные, нежели некоторые s .
4. Проверить условие выхода из алгоритма.

Пояснение

- Ложно-положительный пример для s_i – исключаем s_i .
- Ложно-отрицательный пример для s_i – заменяем s_i всеми обобщениями.
- Ложно-положительный пример для g_i – заменяем g_i всеми специализациями.
- Ложно-отрицательный пример для g_i – удаляем.

Виды индуктивных порогов

- Конъюнктивные пороги – ограничение на использование конъюнкции (дизъюнкция не используется);
- Ограничения на количество дизъюнктов;
- Векторы признаков;
- Деревья решений;
- Хорновские клаузы.

Алгоритм Meta-DENDRAL

- Определяет наиболее вероятные формы строения молекул на основе показания масс-спектрометра (Mitchell, 78).
- От общего к частному, на основе положительных правил вида:
 - «двойные и тройные связи не разрываются»;
 - «можно наблюдать лишь фрагменты, размер которых превышает 2 атома углерода».

Обучение на основе объяснения

- Используется явное представление теоретических знаний.
- Для примеров доказывається (строятся пояснения) того, что они удовлетворяют данной теории.
- Пример.

Проект «Сус»

- Проект по созданию объемной онтологической базы знаний, позволяющей решать сложные задачи из области искусственного интеллекта. В основе системы – логический вывод, наполнение базы знаний возложено на пользователей.
- Начало – Дуглас Ленат, 1984.

OpenCyc

- [OpenCyc](#) is the public version of the Cyc technology, the world's largest and most complete general knowledge base and commonsense reasoning engine. [Cycorp](#), the builders of Cyc, have set up an independent organization, [OpenCyc.org](#), to disseminate and administer OpenCyc, and have committed to a pipeline through which all current and future Cyc technology will flow into ResearchCyc (available for R&D in academia and industry) and then OpenCyc.
- OpenCyc consists of a database, an inference engine and associated tools for data analysis and modification. The database, also referred to as a knowledge base (KB), stores facts, rules and heuristics in a formal language called CycL. The KB is partitioned into microtheories (MTs). Each MT holds non-contradictory assertions about a common domain of discourse, allowing the inference system to work more efficiently by reducing its search space.

Литература

1. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход, 2-е изд., – М.: «Вильямс», 2006.
2. Люгер Дж. Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решений сложных проблем, 4-е изд., – М.: «Вильямс», 2003.