

論理を用いた学習と知識発見

キーワード
帰納論理プログラミング
機械学習、データマイニング

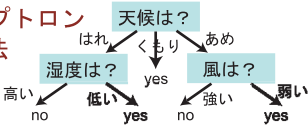
名古屋工業大学情報工学専攻 助教授 犬塚信博
http://www-wada.elcom.nitech.ac.jp/~inuzuka inuzuka@nitech.ac.jp

データから知識を見つけ出す方法を、論理に基づいた方法で研究しています。
対象が構造をもつもの、構造によって性質がきまるものに向けた方法です。

一階述語論理で表現された知識を用いて、観察された現象を分析し、それを説明する知識を導出する枠組みとして**帰納論理プログラミング (ILP: inductive logic programming)**が有用です。

ILPは主に**概念学習**の枠組みで機能します。
概念学習は、1つの概念に当てはまるかどうかを決めるルールを求めます。

他の概念学習の方法：
決定木学習
パーセプトロン
k-近傍法

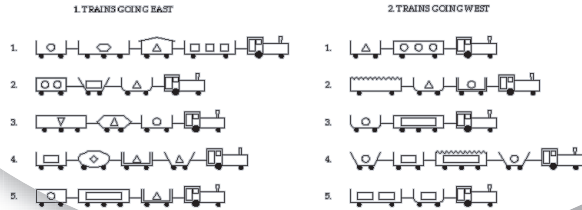


事例

東行き(列車1) ← 貨車(列車1, 車1), 方形(車1), 短い(車1), 屋根なし(車1), 車輪数(車1, 2対), 荷物(車1, 荷1), 円形(荷1), 荷物数(荷1, 1), 貨車(列車1, 車2), 方形(車2), 長い(車2), 屋根なし(車2), 車輪数(車2, 3対), 荷物(車2, 荷2), 六角形(荷2), 荷物数(荷2, 1), 貨車(列車1, 車3), 方形(車3), 短い(車3), 山屋根(車3), 車輪数(車3, 2対), 荷物(車3, 荷3), 三角形(荷3), 荷物数(荷3, 1), 貨車(列車1, 車4), 方形(車4), 長い(車4), 屋根なし(車4), 車輪数(車4, 2対), 荷物(車4, 荷4), 方形(荷4), 荷物数(荷4, 3).

仮説

東行き(列車): -貨車(列車, 車), 短い(車), not 屋根なし(車).
短くて屋根なしではない貨車をもつ列車が東行き



帰納論理プログラミングの原理

現象を説明する知識を論理プログラミングとして得る。

Given E^+, E^- : 事例集合
B : 背景知識
Find H : 仮説論理プログラム
s.t. $HUB \vdash \forall e^+ \in E^+$ (完全性)
 $HUB \not\vdash \forall e^- \in E^-$ (無矛盾性)

ILPは**論理プログラミング**を利用しています。

論理プログラミングは

- 一階述語論理の表現力を利用して人工知能の広い範囲で利用されています。
- 導出原理という推論の原理を用いて計算を実行します。
- 自動証明によって知識をhowの知識でなく、whatの知識でプログラミングをします。

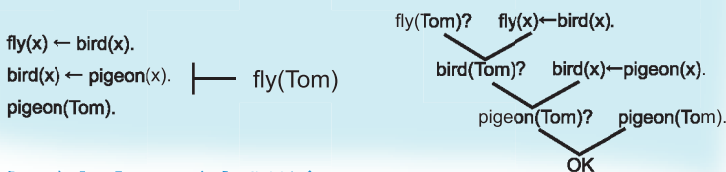
一階述語論理

命題論理は命題を中心に記述するのに対し、一階述語論理は「もの」を中心の論理です。
命題を主語(もの)と述語(ものの性質)に分けて記述します。

ソクラテスは死ぬ。 mortal(socrates)

限定子を用いた命題を記述します。

誰もが死ぬ。 $\forall x \text{ mortal}(x)$
どんな人にも親がいる。 $\forall x \exists y (\text{human}(x) \rightarrow (\text{parent}(y,x) \wedge \text{human}(y)))$



当研究室の研究課題

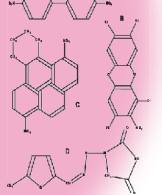
- ✓ ファジー論理プログラミングへの拡張
- ✓ 問題解決のためのヒューリスティック関数の帰納
- ✓ 選好関係の帰納による選択問題への応用
- ✓ 少数の事例からの複雑な論理プログラムの帰納

応用領域

構造をもつ対象、多くの背景知識を持つ分野への応用が有用。

化学物質の性質の予測: 突然変異性、発がん性

突然変異性あり(分子1) ←
原子(分子1, 原子1), 元素(原子, e),
電荷(原子1, 0, 12),
結合(分子1, 結合1),
結合タイプ(結合1, 二重結合).



その他の領域

自然言語処理 (構文ルールの帰納、
自然言語からの規則発見)

WEBマイニング
将棋などのゲーム

ILPパラダイムの推移

自動プログラミングとしてのILP

新しいロジックプログラミングの理論として登場・発展
= 自動証明、導出の応用

機械学習の手法としてのILP

論理の表現力によって複雑・多様な応用領域に発展
= 一階述語論理の表現力

知識発見手法としてのILP

論理の表現力と演繹DBとの相性で注目
= 知識の可読性

'70 '80 '90 '00