

# 知能型システム論: 例題による学習

喜多 一

## 1 この授業の計画

- 学習する機械についての一般論 (1 回)
- ニューラルネットワークの学習
  - 強化学習: マルコフ決定問題と  $Q$ -学習法 (2 回)
  - 教師あり学習: 多層パーセプトロンと誤差逆伝播学習 (2 回)
  - 教師なし学習: 自己組織化マップ (1 回)

## 2 学習する機械

### 情報処理の入出力モデル

情報処理機械を入出力関数として捉える：入力  $x$  (一般に多次元) を受け取って出力  $y$  を生成する。

例：「りんご」の画像データを受け取って、その品質、等級を判定し、出力する。

### 学習

ある程度長期にわたる行動の、ある目的に向かう不可逆的变化をいう (岩波情報科学辞典)

ここでは、機械が経験した入出力とそれに関する何らかの評価に基づいて、機械の入出力関係が (合目的的に) 変化することを考える。

例：機械によるりんごの等級判定結果に対して、正解例も与えられ、これに判定結果が近づくような変化。

学習する機械は内部に学習結果を何らかの形で蓄積する内部状態 (あるいは記憶) を持つ。

## 3 例題からの学習

機械に例題 (入力, 望ましい出力 or 機械の出力の評価) を与えて行う学習。

## 4 一般化能力

例題を用いて学習した機械が例題以外の入力に対して正しく（あるいは妥当に）応答する能力。汎化能力ともいう。

— 1 を聞いて 10 を知ることができるか。

例：機械によるりんごの等級判定で過去に入力されたことがない画像に対して正当な判定ができるか。

一般化能力を期待する前提

- 入出力関係に何らかの法則性がある。でたらめな関係に一般化能力は期待できない。例えば電話番号と氏名の関係はかなりでたらめなので、一般化は期待できない。
- 機械の入出力関係が何らかの形で拘束されている。例えば「入力と出力の対応を表形式でもっている」機械は
  - どんな入出力関係でも覚えてしまうことができる。
  - 与えられていない入力に対しては出力は無意味。
  - それゆえ一般化能力は期待できない。

ただし、入力に最も近い例を表から探し、そのときの結果を出力とする機械はある程度の一般化能力を持つ。

- 一般化が期待できるだけの十分な例を学習している。

## 4.1 教師あり学習

入力とそれに対する望ましい出力（教師信号）を与え、これに近い出力を学習する学習方式。

例：機械によるりんごの等級判定結果に対して、正解例も与えられ、これに判定結果が近づくような学習。

教師信号を完全に再現することが望ましい場合もあれば、教師信号にも一定の揺らぎがあり、それを吸収するように学習することが望ましい場合もある。

## 4.2 教師なし学習

入力だけを与えられ、入力の相互の類似性や統計的頻度などに応じて何らかの出力（例えば分類）を生成する学習方式。

例：機械によるりんごの分類で、画像の何らかの類似性にもとづき、例えば5種類に分類するような学習。

## 4.3 強化学習

入力に対して、出力を機械が生成する。この出力に対してスカラーの評価値（報酬，罰）が与えられ、これが最大となるような出力を探索的に獲得して行く。

## 報酬の遅れの問題

多段階の動作の後に報酬が得られる場合に、多段階にわたる出力を以下に効果的、合理的に獲得するのか。

例：迷路を初期点から動き脱出を試みるロボットを考える。脱出した場合にのみ報酬が与えられるが、学習すべき事項は迷路の各場所での進行方向。

## 不完全知覚の問題

元来は異なる状態であり、出すべき出力は異ならなければならないのに対し、機械への入力不完全で同じ入力となってしまう問題。

例：迷路を初期点から動き脱出を試みるロボットを考える。迷路の中の絶対位置はわからず、見通せる壁の状況のみがロボットには分かる。異なる場所なのに、同じ状況に見えてしまう。