

線画世界における動的な概念学習システム

2C-3

山岸 博志 辰巳 昭治

豊橋技術科学大学 情報工学系

1. はじめに

事例の提示からそれによって表わされた視覚的概念を学習する計算機システムでは、概念として対象物の構造を扱ったものが多い[1]。本研究は、記号としての知識表現の難しさが伴った、時系列画像からの動的な概念の学習を目指す。作製したシステムは、ごく少数の述語から始めて、教師からの事例の提示によりある動作を意味する述語(概念)を帰納的に学習する。また、類似の概念との比較により、注目する概念の特徴の抽出も行なう。

2. システムの概要

システムへの入力として、外部教師から概念名とそれを例示する画像列が渡される。画像列は、何本かの線分が接続し合っ構成される(すなわち木構造を持つ)対象の存在する世界において、時間の経過と共にその概念名(述語)の意味する特定の動作を行っており、それをサンプリングして得られる時系列画像である。ここで扱う概念は、「走る」といった一枚の静止画のみでは表わせないものであり、対象物の構造といった概念に対して、動的な概念と呼ぶことにする。システムは画像列を解析し、内部記述を作成する。正の実例の提示と学習が繰り返され、内部記述が更新される。学習の結果として、概念の、既知の述語による言い替えを出力する。既知の述語とは、初めから持つ三つの基本述語と、学習が済んで獲得された述語のことである。新たに学習された述語は、対象の構造、内部記述が記憶され、適当な場面で使用される。

サンプリングされて動画像系列となった入力は、実際は連続した動作であるので、一枚一枚の画像(フレームと呼ぶ)における対象の状態だけでなく、フレーム間、また全フレームを通してはどう変化したかが認識されねばならない。従って動的な概念では、①各フレームにおける対象の状態、②時間の経過に伴った状態の変化の様子、についての解析がなされる必要がある。また、それらの結果の計算機内部記述は時間の経過も表わしていなければならない。

対象物を構成する線分の持つ属性として

- ・重心、端点の座標
- ・長さ
- ・傾き
- ・接続した線分同士の作る角

が考えられる。システムには、画像を見てこれらの属性の値を返す関数があらかじめ用意されている。対象の各フレームでの状態、状態の変化の様子は、対象を構成する各線分のこれらの属性値の変化を通して認識される。

システムは最初、三つの基本述語(大きくなる、小さくなる、変わらない)しか持っていない。この状態からまず、一本の線分が表わし得る動的な概念(「傾く」など)の学習を行う。それらを積み重ねることによって、たくさんの線分で構成され、複雑な動きをする概念(「走る」など)を言い表せるようになる。

3. 実際の処理例

実際の内部記述と処理の様態を、概念「走る(人)」の学習を例にとり説明する。

まずシステムに図1の実例が与えられたとする。各フレーム毎に線分 l_i の属性の状態を調べ、フレーム毎に割り振った計算機内部記述のノードに格納する。またフレーム間で属性の変化を調べ、基本述語によって表わす。その述語を各リンクに割り当てる。図2(a)参照。

次に隣り合うリンク同士を比較し、変化の様子が同じであれば挟まれたノードを取り払い、同じ記述を持った一本のリンクで結び直す。更に、変化した属性については、変化の仕方も調べ、補助的な記述を作る。(b)図。以上、属性の変化の様子についての基本述語による内部表現ができる。

また同時に、その動作では個々のフレームにおける状態が意味を持つことも考えられるので、既知となっている状態記述述語を用いて、各フレーム毎の状態を記述する。状態記述述語(状態を表わす概念)は、述語名と正の実例である一枚の静止画の組から、線分の属性に焦点を当てて事前に学習されている。この二組の述語表現を、レベル1の内部記述と呼ぶ。(c)図。

A Learning System of Dynamic Concepts in Line Drawing World

Hiroshi YAMAGISHI Shoji TATSUMI

Toyohashi University of Technology

次に、今までに学習の済んだ述語の中で、レベル1の内部記述を代弁できるものがないかを調べる。記述同士のマッチングをとり、言い替え可能な記述は、それを使って内部記述を書き換える(レベル2の内部記述)。既に学習されてしまった述語“振り出す(1)”の内部記述と、レベル1の内部記述に(b)図のような部分があって、それと記述が一致した場合は、(b)図の部分を既知の述語“振り出す(1)”でレベル2へ表現し直す。

こうして一つの実例に対する処理を終え、二組の内部記述ができあがる。これらによって、本来はベクトル空間上の連続的な軌跡として表わされるべき運動の様子が、記号的に表現される。具体的な数値などは、述語表現によって吸収される。

新しい実例が提示されると、内部記述同士のマッチングにより、その概念には不要な述語の除去、あるいはタイミングの補正等、概念記述の変更が施される。十分な実例の提示の後、レベル2における述語を取り出すことで、概念の既知述語による表現ができあがる。(e)図。

これまでは、正の実例のみの提示による学習だったが、このシステムは、他のクラス(概念)の実例との比較によって、着目している概念の特徴抽出も行なう。これは内部記述のマッチングにより、特徴となる変化の様子を表わす概念及び状態記述概念を抽出するものである。“走る(人)”についての、概念“歩く(人)”との比較により得られた結果を図3に示す。学習効率の面からある程度類似度を持つことが望ましく、今回は構造の同じもの同士を比較の対象とした。

4. まとめ

視覚を通して認知される概念の学習を目標として、対象の状態のみでなく動作の様子を、学習によって既に獲得した述語で言い表す計算機システムの概要について述べた。複数の対象物によって表現される概念の学習を始め、総当たりのマッチング作業の改善等が今後の課題として残る。

[参考文献]

- [1]松原他：“概念学習を題材とした画像理解と記号処理の統合の試み”、人工知能学会誌、vol.3, no.5 (1988)

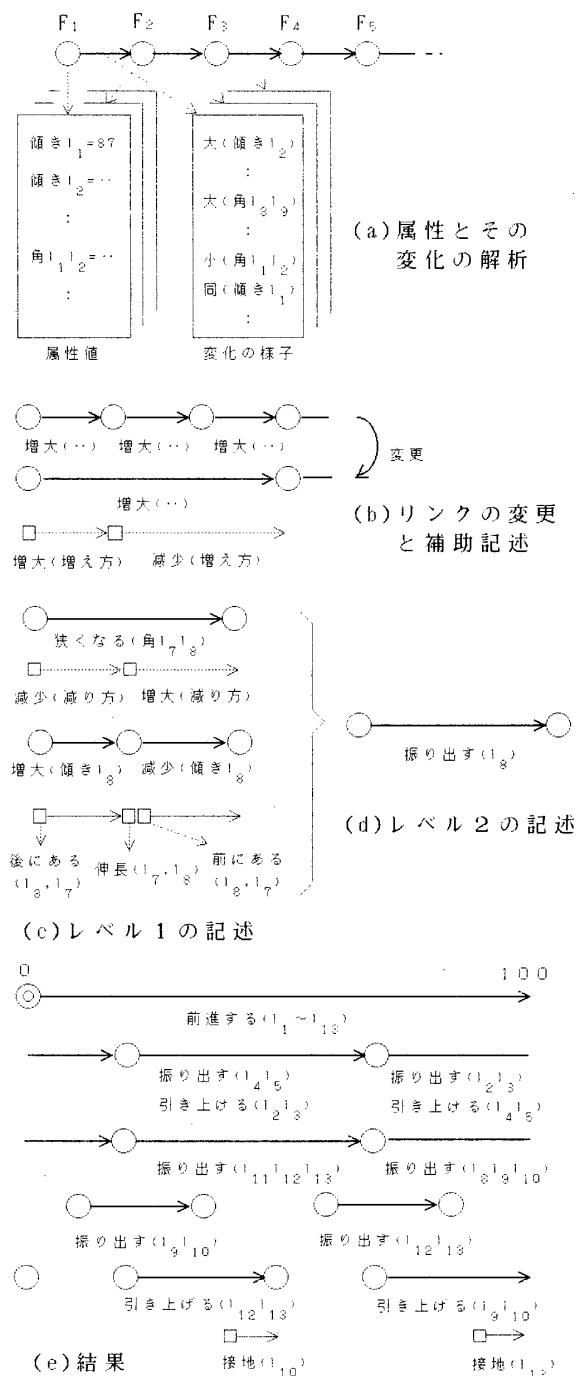


図2 実行例

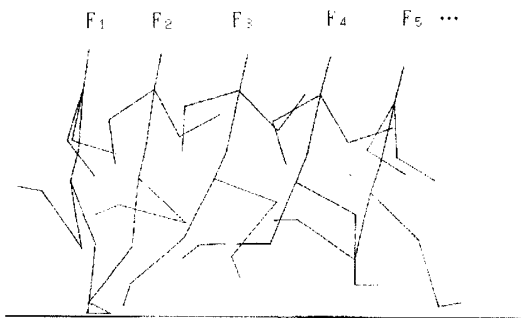


図1 “走る(人)”の実例

“走る(人)”:

- 存在しない(期間(接地(110) & 接地(113))),
- 存在する(期間(not(接地(1*)))),
- 大きい(傾き(1617): 0-100),
- 大きい(変化量(角(1819)): 10-40),
- 大きい(変化量(角(111112)): 60-90),

図3 “歩く(人)”との比較による“走る(人)”の特徴抽出結果