

4.2 知識ベース型AI

4.2.1 言語

AI用プログラミング言語には関数型言語と論理型言語がある。ここでは関数型言語の例としてLISP、論理型言語の例としてPROLOGについて説明する。

(1) LISP

LISPはList Processorつまりリストを処理するプロセッサに由来し、1962年マサチューセッツ工科大学の人工知能グループにより開発された。ここでリストとは、ポインタと呼ばれるデータ間のつながりを表すデータを持つ構造の中で最も基本的な2進木リストを意味している。LISPの得意な処理は図形処理、数式処理、文字処理などの記号処理である。

LISPのプログラミングは既に定義されている演算の記法を用いて新しい演算を定義する、つまり新しい関数を定義することによって行われる。この定義の中で自分自身の定義を再び参照するような関数の再帰的定義を許している。関数の呼び出しは最初の要素が関数名で残りの要素が引数であるような1つのリストとして表現される。

例として、階乗(FACTORYAL)は数学的に

$$N! = \begin{cases} 1 & N=1のとき \\ N(N-1)! & N>1のとき \end{cases}$$

によって定義されるが、FACTORYAL(N)という関数のLISPによる定義は
FACTORYAL(N):

```
(COND((EQUAL N 1) 1)
      (TRUE(TIMES N(FACTORYAL(DIFFERENCE N 1))))))
```

となる。ここでEQUALという関数は2個の引数が等しい場合にTRUEになる。CONDという関数は対をなす引数のうち左の引数がTRUEの場合に右の引数に等しくなる。DIFFERENCEという関数は左の引数から右の引数を引いたものであり、TIMESという関数は引数の積を与える。したがってCONDの対をなす引数は

((EQUAL N 1) 1)が第1の対、
(TRUE(TIMES N(FACTORYAL(DIFFERENCE N 1))))が第2の対であり、
N=1のときは第1の対が選ばれて1を出力する。N>1のときは第2の対が選ばれて
(TIMES N(FACTORYAL(DIFFERENCE N 1)))を出力する。

FACTORYAL(N)を、階乗を与えるFORTRANの関数IFACT(N)と比べれば、FACTORYAL(N)の方が人間の思考形式である数学に近いことが分かる。

```
FUNCTION IFACT(N)
  K=N
  M=1
1  IF(K.EQ.0) GO TO 2
  M=M * K
  K=K - 1
  GO TO 1
```

```
IFACT=M
RETURN
END
```

(2) PROLOG

PROLOGは1階述語論理に基づき1973年に開発された。通産省の補助金による第5世代コンピュータシステムプロジェクト(1982～91年)ではPROLOGによる論理プログラミングが推進された。

1階述語論理は通常の命題論理を特別な場合として含んでおり、述語が変数を持ち、演算や式が定義されている。

PROLOGのプログラムは事実とルールおよび質問から構成されている。

事実：

teacher(B, A) BはAの先生である。

teacher(D, C)

classmate(A, E) AとEは同級である。

classmate(F, E)

ルール：

teacher(Z, X) : - teacher(Z, Y), classmate(Y, X)

質問：

?- teacher(Z, E) Eの先生をZとすると、Zは誰か。

が簡単な例である。ルールは

if teacher(Z, Y) and classmate(Y, X), then teacher(Z, X)

つまり、Yの先生がZであり、YとXが同級であればXの先生はZであること

を意味し、述語論理で表現すると

teacher(Z, X) $\leftarrow$ teacher(Z, Y) $\wedge$ classmate(Y, X)

となる。このような論理式の集合をホーン集合と呼んでいる。 $\leftarrow$ の記号の左辺を頭部、右辺を本体部という。また質問はゴール文という。PROLOGの実行はゴール文と頭部のマッチング(Unification、統一化、単一化)の処理により答を得ることが基本になる。

このプログラムを実行すると、事実のteacher(B, A)とclassmate(A, E)をルールと比べてXがEに決まり、ルールは

teacher(Z, E) : - teacher(Z, Y), classmate(Y, E)

になる。これと事実のteacher(B, A)とclassmate(A, E)

を比べてYがAに決まり、ルールは

teacher(Z, E) : - teacher(Z, A), classmate(A, E)

になる。これと事実のteacher(B, A)を比べればZがBとなり答が得られる。