

2. 1. 4 AI言語とアーキテクチャ

2. 1. 4. 1 AI言語

AI言語という決まった言語があるわけではないが、AIの研究の歴史のなかではAIに向けたプログラミング言語が開発され育てられてきたし、またその処理も工夫されてきた。その代表は、J. McCarthyにより1960年頃創られたLispである。

AI言語に求められる特徴を一言でいえば「記号処理に向いている」、ということにつきる。PascalやCのような手続き型の言語でも記号処理を行うことは可能であるが、Lispのように自然には扱えない。

現在、AI向きとされるプログラミング言語は、次の3種類に大別される。これらはそれぞれ、記号処理という基本条件に加え、さらにAI的なソフトウェアの記述に向くいくつかの特徴を有する。

- ・関数型言語 (Lispなど)
- ・論理型言語 (Prologなど)
- ・オブジェクト指向型言語 (Smalltalk など)

(1)関数型言語

処理の単位を数学的な関数の概念に対応させる言語である。この中で、とくにLispはAI研究の道具として中心的な役割を果たしてきた。Lispの基本的な特徴として、次の点があげられる。

- ①ラムダ計算法という明確な理論的基盤に基づいていること。
- ②プログラムとデータがいずれもS式という統一化された表現で記述でき、まったく同等に扱えること。

そのほかに、記憶域を動的に割り当てること、解釈型 (interpretive) で実行できること (もちろん実行効率のよいコンパイラも作られている)、などの性質もあげることができる。

LispにはMIT (マサチューセッツ工科大学) で発展したMacLisp系とBBN (ボルト・ベラネック・ニューマン社) からXerox社に引き継がれて発展したInterLisp系という2つの主流があったが、現在CommonLisp (基本的な仕様は1984年に固まった) に統合化されつつある。

現在、わが国で販売されているLispの処理系は、パソコンから大型機用まで、20種類以上あるが ([AIセンター 87])、CommonLisp仕様が増えている。

Lispには通常手続き的な構文要素が付加されているので (prog文など)、純粋な関数型言語ではない。厳密な意味での関数型言語の例には、J. Backus が基本的なプランを示したFP、エジンバラ大学で作られ米国や日本の一部の研究者にも使われている項書き換え型のHOPE、コンビネータ理論に基づくD. Turner のSASL (現在は言語仕様が発展してMiranda と呼ばれる) などがある。

(2)論理型言語

プログラムの表現として論理式をベースとしたものを用い、計算 (プログラムの実行) を論理系の証明過程に対応させるような言語である。代表は一階述語論理に基礎をおくPrologであり、この場合、処理の単位は述語に対応づけられる。Prologの基本的な特徴は次の通り。

- ①ホーン節集合という一階述語論理の部分系を理論的な基盤とし、そこでの導出法に基づいた証明過程として計算が進む。
- ②パターン照合によって処理が起動されるというように解釈することができる。
- ③プログラム単位のパラメータ (変数) が各々入力であるか出力であるか固定的でない。また実行にある種の非決定性をもつ。

Prologの処理系として流通性をもった最初のもはエジンバラ大学で作られたエジンバラPrologである。そのため現状では、エジンバラPrologの仕様がある種の標準になっている。日本で市販されているPrologの処理系は、Lispと同様20種類以上あるが ([2])、多くがエジンバラ仕様に従う。

Prologをベースとする新しい言語の研究には、次のようなものがある。

・並列処理を指向するもの

ICOTのGHC, ロンドン・インペリアル大学のPARLOGなど。ただし、並列性を導入することにより純粋の"論理性"からは離れる。

・制約指向のもの

プログラムの記述に解を得る陽な手順を含まない制約条件のものを許し、それらの制約を満たすものを評価する機構を備えるのが制約プログラミング・システムである。論理型言語にこの制約指向の概念を導入したものに、J. Jaffer, C. LassezらのCLP, ICOTのCIL (向井) とCAL (坂井ら), ECRC (ヨーロッパコンピュータ産業研究センター) のCHIPなどがある。

・オブジェクト指向のもの

オブジェクト指向については次に述べるが、論理型言語に組み入れた例として、ICOTのESPがある。

(3)オブジェクト指向言語

プログラムとして実現する問題領域をなるべく自然にモデル化し、その上での動的な動作を記述することにより目的に沿った機能をもつシステムを構築するというのが、オブジェクト指向の基本的な考え方である。その基本要素はオブジェクトと呼ばれ、問題領域に現れる「もの」や概念を抽象化して表すことのできる概念的実体である。その動的なふるまいは、オブジェクト間でメッセージをやりとりし、それにより各オブジェクト特有の動作(メソッド)を起動することによって実現される。

計算モデルとしては C. HewittによるACTOR理論があるが、Lispに対するラムダ計算法ほど確定的な関係ではない。

代表的な言語は、1981年に全容が明確にされたSmalltalk である。Xerox 社で開発されたSmalltalk は、その後ライセンスが公開され、多くの処理系が作られてきている。

既存の言語にオブジェクト指向の概念をとり入れた言語も多くの提案があり、一部は普及し始めている。例えばCの上のC++、CommonLispの上のCLOS、Prologの上のESP、などである。

【参考文献】

〔後藤 88〕後藤滋樹、「記号処理プログラミング」、岩波講座ソフトウェア科学、8、岩波書店、1988。

〔AIセンター 87〕ICOT-JIPDEC AIセンター、「昭和61年度AIビジョンに関する調査研究報告書 付属資料(AI製品群)」、1987。

〔情処誌 88〕情報処理、Vol.29(1988)、No.8、「特集：関数型プログラミングとその応用」。

〔鈴木 85〕鈴木則久編、「オブジェクト指向—解説とWOOC'85からの論文」、共立出版、1985。

2.1.4.2 AI向きコンピュータ・アーキテクチャ

AI向きの言語の代表としてLispとPrologをあげたが、同じ意味でAI向きのコンピュータの代表としてLispマシンとPrologマシンをあげることができる。しかし、AI向きコンピュータ・アーキテクチャには、LispマシンやPrologマシンですでに採用されているもの以外にも多様な形態があり、試験的なものから実用ベースのものまで多くの例がある。

とくに2つの傾向が指摘できよう。

・並列化

並列化による高性能化は、大きな流れである。並列化のレベルには様々なものがあるが、新たに提案されるアーキテクチャはほとんどすべてなんらかの並列化を考慮している。

・専用化と汎用化

様々な分野で使われるコンピュータは、専用化と汎用化のプロセスを交互に繰り返す傾向にある。産業界でAIを実用化するために使われてきたコンピュータも、当初のLispマシンというある意味での専用機から、パソコン、ワークステーション、メインフレームなどの汎用的なものに移行してきた。以下にあげる新しいマシンは多くが専用マシンの性格をもつものであるが、汎用的な並列コンピュータもいくつか商用化され始め、その重要な利用分野の一つにAIが想定されている。

以下ではAI向きのコンピュータ・アーキテクチャの研究例あるいは実用化例を、言語指向／知識表現指向／応用指向／汎用並列指向の4つに分類して示す。

(1) 言語指向

あるプログラミング言語用に特化したもの。

・Lisp用

商用ベースではSymbolics3600シリーズ(シンボリクス社)、Explorer(テキサス・インスツルメント社)、ELIS(NTTと沖電気、LispだけでなくProlog、Smalltalkも走る)など。また新しい動きとしてチップ化があり、TIで作られたLispマシンのチップをもとにmicroExplorerなどが市販されている。

研究ベースのものは日本で多くの開発例があり、とくに並列化を目指したEVLIS(大阪大学)、EM-3(電子技術総合研究所、方式はデータフロー。現在すでに次のEM-4の開発が始まっている。)などが、代表的。

・Prolog用

Prologマシン開発の中心はI C O Tである。逐次型のP S Iが1983年に開発され、現在はP S I - IIが市販されている。

I C O Tでは引き続き並列型のP I Mを開発中である。他に東大のP I Eなどの開発例がある。

・関数型言語用

関数型言語を効率的に実行するマシンの実現方法には、データフロー方式やリダクション方式がある。前者の例には、N T T基礎研究所のD F M (言語はValid)など、後者の例には、インペリアル大学のA L I C E (言語はHope, Parlogなど、現在は後継機のFLAGSHIPを開発中)、ノースカロライナ大学のF F Pマシン (言語はBackusのF P) などがある。

(2) 知識表現指向

意味ネットワーク、ルール表現など、プログラミング言語レベルより抽象度の高い表現を対象とするもの。

・意味ネットワーク

CMU (カーネギーメロン大学) のN E T L, Thinking Machines 社のコネクションマシンCM-1, 電総研のI Xなどが代表的な意味ネットワークマシンである。

・プロダクション・ルール

コロンビア大学のD A D O 2やNON-VON3, CMUのP S Mなどが代表的。

・オブジェクト指向

インテルのi A P X 4 3 2, カリフォルニア大学バークレーのS O A R, フェアチャイルドのF A I M-1などが代表的。

・ニューラルネット

ネットワーク結合という点では意味ネットワークマシンと類似するが、脳のニューロン・モデルを模した、より分散性の高いネットワーク・モデルに基づくもの。Hintonマシン, Hopfieldマシン, ボルツマンマシンなどが提案されているが、多くはまだ製作段階に至っていない。

・ファジイ

ファジイ推論を可能とするもの。熊本大学で作られたファジイ・チップ, 法政大学とマイコム社で作られたファジイ推論コンピュータ, などの例がある。

(3) 応用指向

特定の応用分野向きのもの。現在のところ、画像処理が主な例となる。

・画像処理用

とくに画像処理向きに並列処理を利用した例として、CMUのWarp, NBS (National Bureau of Standards) のPIPE, 東芝のTOSPIX, 富士通の韋駄天などがある。

(4)汎用並列指向

とくに分野を特定せず、並列性を高めることにより従来のコンピュータの性能を大きく越えることを目指すもの。商品化されている例には、BBN社のButterfly, Sequent社のBalance 8000, Alliant社のFX/8, NCUBE社のNCUBE-ten, などがある。研究レベルでは、電総研のSIGMA-1などがあげられる。

〔参考文献〕

- [1] 情報処理, Vol.28(1987), No.1, 「特集: 並列処理マシン」.
- [2] 人工知能学会誌, Vol.2(1987), No.4, 「特集: AIマシン」.
- [3] 情報処理, Vol.29(1988), No.8, 「特集: 関数型プログラミングとその応用」.