

林 弘
hayashi@fujitsu.com

(株) 富士通研究所 常務取締役
当時：富士通研究所情報処理研究部



FACOM αの開発

1980年代の前半は人工知能の研究開発が世界的に活性化した。LISP言語を高速処理するLISPマシンは米国、日本の各大学で研究開発され、人工知能の研究に大きく貢献した。

FACOM αもLISP言語の高速処理用専用マシンである。富士通研究所における人工知能研究のシンボルとして1982年に開発され、その後営業・事業部の要請があり、1985年に図-1のように商品化された。

FACOM αは人工知能用システムの第1号と考え、今後続くマシンを期待して名前を付けた。

FACOM αのシステム構成

LISP言語の専用処理装置はスタンドアロン型のものが多かったが、FACOM αは高速性能化に重点をおいて、ミニコンや汎用機に接続可能なアタッチド型(バックエンド型)の構成とした。

図-2にシステム構成を示す^{1), 2)}。

FACOM αはLISP処理を行うCPU、主記憶装置MSU、主記憶制御部MSC、IMPL・診断を行うSVP、ホストのチャンネルとのインタフェースを行うAdapterから構成される。αは独自のIO装置を持たないため、ホストのファイル、ディスプレイ端末を利用してLISP処理を進める。

αにはインタープリタ、コンパイラ、標準関数、ガーベジコレクタ等の言語処理のほかホストから送られて

きたキャラクタ列をLISPオブジェクトに変換したり、その逆を行うREAD/PRINT関数等の入出力関数がある。

αは最大8ユーザの同時動作が可能であり、これによりシステムの利便性が高まった。動作するLISP言語は東大で開発されたUTILISPの言語仕様を採用した。

FACOM αのハードウェア、性能

αの諸元を表-1に示す³⁾。性能向上のため、ハードウェアスタックを実装した。実用的なシステムとして利用するためにはマルチプロセッシング機能が不可欠のため、スタックを仮想化し、マルチユーザ利用時においても、ハードウェアスタックの利用を可能とした。さらに当時は一般のユーザが利用困難であった、16MBの仮想記憶を実現した。また約160種類のマシン命令を用意し、処理の高速化を図った。第2回LISPコンテスト



図-1 FACOM α



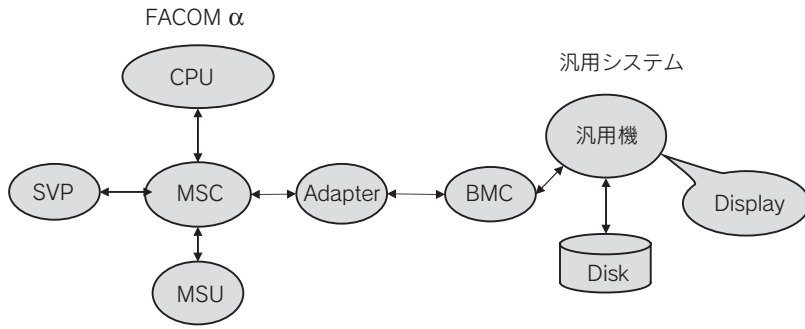


図-2 FACOM αのシステム構成

マイクロ命令	CS容量 48bits×16KW サイクルタイム 152ns 種類 5種類 (演算, 分岐, 制御, 即値, メモリ)
主記憶	実記憶 4-8MB アクセスタイム 456-608ns 仮想記憶 16MB (TLB 256エントリ)
スタック	論理スタック 64KW ハードスタック 8KW マルチプロセス機構
機械命令	命令長 2, 4, 6Byte 命令の種類 約160種類 命令先取りバッファ 6Byte

表-1 FACOM αの諸元

に出題されたプログラムの実行性能をもとにFACOM αの性能評価⁴⁾を行った。汎用マシンに比べ約6倍の性能が得られているが、ハードウェアスタック等の専用ハードウェアの効果による性能向上が大きかった。

FACOM αの応用

αは富士通社内の人工知能研究のためだけでなく、製鉄所の高炉診断エキスパートシステム等の実用システムに使用された。高炉診断エキスパートシステムに利用されたマシンは高炉の寿命が尽きるまで使われるため保守部品の確保が課題となった。実際に工場から出荷されたマシンは約30台であり、ビジネス的には成功しなかったが、人工知能システムの普及には貢献した。

FACOM αの開発に関与した人々

服部彰, 篠木剛, 秋元晴雄, 丹羽雅史, 小野越夫, 木村康則, 広瀬貞樹, 佐藤公則, 岸本光弘, 清水慎一, 林耕司, 安里彰, 本田文雄, 徳倉紘一, 毛利良男

FACOM αは研究所を中心に開発されたが、実際の商品化においては上記以外の多くの事業部の方にお世話

になった。

FACOM αの開発苦労話

汎用機のチャンネルインタフェース

FACOM αは事業部と相談して汎用機のバックエンド型として設計した。このためBMCチャンネルとの接続が必要となり、非常に複雑な仕様と仕様書には記述されていない仕様が工場の試験段階で問題となり、対応に苦慮した。

OSバグ

FACOM αをマルチユーザで動作させるためのOSにバグがあり、工場出荷の直前でストップ。急遽メモリプロテクション機能を動作させて、原因を究明したが、改めて診断機能の重要性を実感した。

仮想スタック

性能向上のためにハードウェアスタックを実装したが、物理的にはスタックのサイズは有限である。このためスタックフォルト処理あるいは、マルチユーザ時のスタック切り換え処理が必要であり、ハードウェアの硬さとソフト処理の柔軟性を実感した。

言語処理マシンの限界

言語処理マシンの性能はいくら頑張ってもせいぜい汎用マシンの10倍の性能である。プロセッサの性能が1.5年で2倍近くになる時代に、FACOM αの開発で4年かかった。4年かかると専用マシンの優位性は非常に小さくなる。言語処理マシン開発の限界を実感した。

参考文献

- 1) 服部 彰他: LISPマシン ALPHA の概要, 情報処理学会第26回全国大会 (昭和58年前期)。
- 2) Hayashi, H. et al.: A High-Performance LISP Machine Equipped with a New Stack Structure and Garbage Collection System, Proc. of ISCA (1983)。
- 3) 服部 彰他: ALPHA - 高性能LISPマシン, 情報処理学会記号処理研究会, 23-1 (1983.3.18)。
- 4) 品川明雄他: LISPマシン ALPHA の性能評価, 情報処理学会第27回全国大会 (昭和58年後期)。

(平成13年10月3日受付)