

Smalltalk-80の
パーソナルコンピュータへの移植

5D-9

平倉 一郎
(日本電気)栗島 等 萩尾 健次
(神戸日本電気ソフトウェア)

1. はじめに

Smalltalk-80は、ユーザーインターフェースにすぐれたすばらしいシステムであるが、これを使用出来るのは高価なワークステーションか専用のハードウェアを持ったものに限られていた。そこで我々は、汎用のマイクロプロセッサを使用した一般的なパソコン上に、Smalltalk-80の処理系を試作した。本論文では、そのインプリメントの特徴と性能について述べる。

2. 使用環境

Smalltalk-80は、大きなメモリ空間を必要とし、また、実行速度を上げることが大きな課題であり、少なくとも専用機並の性能を出さないと使いものにならない。現在、市販されているパソコンで、これらの要求を満たす可能性のあるものとして、CPUに80286を使用し7.5MBまでメモリが増設できるPC-98XAを使用した。これは、グラフィックの解像度も1120×750ドットありSmalltalkには十分である。メモリは1MB以上必要とするので80286をプロテクトモードで使用するのが望ましい筈なのであるが、MS-DOSを使用しリアルモードで動作させ、メモリのアクセスはバンク切り替えを使用する。これは適当なOSが無かったためであり、また、プロテクトモードでセグメントを切り替えるとアクセスチェックのために非常に時間がかかり、リアルモードでセグメント切り替えとバンク切り替えを行う方が速いと予測した為である。結局、Smalltalkのようにセグメント切り替えが非常に頻繁に必要なシステムではプロテクトモードの大きなメモリ空間よりも、高速8086としての役割が重要であった。必要なハードウェアとしては、本体

Smalltalk-80は米Xerox社の登録商標である。

とディスプレイの他に、ハードディスク、増設メモリ1MB以上、マウス、80287数値プロセッサのみであり、特殊なハードウェアは使用しない。

3. バーチャルマシンの実現

バーチャルマシン実現上最大の問題となるのは、メモリの1セグメントが64KBである事である。このため、オブジェクトのサイズも最大約64KBに制限される。画面のビットイメージを持っているDisplayBitmapのインスタンスは約100KB必要であるが、これ以外では64KBに制限されても普通に使用している限りは特に不便は感じない。画面のビットイメージは画面上にのみあるものとし、画面の書き換えは直接グラフィックRAMを書き替えている。BitBLTの操作は、画面以外のビットイメージを対象にすることもあるので全てソフトウェアで行っており、画面を扱う時はグラフィックRAMをオブジェクトのように扱う。DisplayBitmapのインスタンスオブジェクトはデータを持たず、単に画面とその他のオブジェクトとの識別のためだけに用いられる。DisplayBitmapはWordArrayのサブクラスであるためグラフィックRAM上のビットイメージをWordArrayとしてアクセスするためのプリミティブも用意した。

バーチャルマシンの性能を上げるために次のような事を行っている。コンテキストは、線形スタック上にとりコンテキストオブジェクト作成のオーバーヘッドを減らしている。このコンテキストスタックはスタックセグメントに作り、コンテキストへのプッシュポップはCPUのPUSH・POP命令を使用できる。オブジェクトテーブル及びオブジェクトのアクセスは、時間がかかるためスタック上のコンテキストには、メソッドのオブジェクトポインタの他にメソッド

ヘッダーやメソッドオブジェクトの実アドレスなどもキャッシュしている。オブジェクトテーブルは3セグメント使用し、その形式は図1のようになっている。可変領域を持つオブジェクトの固定領域の大きさを知る時にクラスへのアクセスを減らすために、これらに関する情報(Offset)を持つ。このほかにトランザクション・ガーベージコレクション・メソッドキャッシュを採用し、コンテキストのインストラクションポインタ・スタックポインタ・コンテキストスタック上でのテンポラリ変数の位置などを常にレジスタ中に持っている。これらによりバイトコードはディスパッチを含めて最低5命令で実行できる。しかし、リファレンスカウントを伴うオブジェクトへのアクセスはセグメント切り替えが多いため命令数が多く、効率が悪い。

4. Smalltalk-80の機能

オブジェクトサイズが最大64KBである事から生ずる制限を除いて、オリジナルのSmalltalk-80の全ての機能を使用できる。実行できないのは、画面全体にフォームエディタを作る、'FormEditor openFullScreenForm' だけである。グラフィックの解像度は1120×750 で十分であるはずであったが、実際にはSmalltalk の持っている文字フォントをこの解像度を持った14インチのCRT へ表示させると、文字が小さすぎて非常に読みにくく実用上問題である。そのため、文字フォントを縦横2倍に拡大して使用しており、高解像度を十分に生かすことができない。

5. 性能評価

Smalltalk-80内にあるベンチマークテストを実行した結果を図2に示す。右側の欄はPC-98XA での値をXerox の1100SIP での値で割ったものである。BitBLTからTextEditing までの平均では1100SIP の約90%の性能である。この値は20回実行した時の平均であり、最高SIP の97%の性能がでている。この差は、ガーベージコレクションのタイ

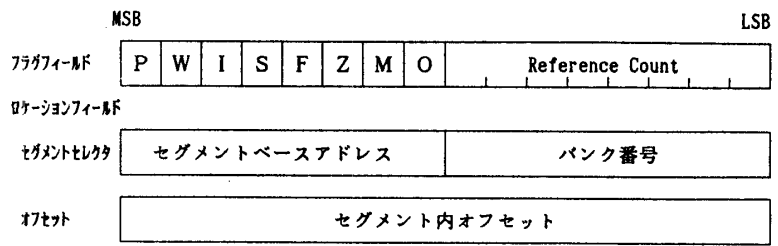


図1 オブジェクトテーブルエントリ形式

ミングによるものと考えられ、ガーベージコレクションで使用するゼロカウントテーブルの大きさによっても変化する。性能上の問題点は、BitBLTとオブジェクトのアロケーションとvalue プリミティブによるブロックの実行であるが、ブロックの実行にはまだ改善の余地が残されている。

6. おわりに

メモリアクセスの効率には問題があるものの80286 の高速性に助けられてある程度の性能は出せた。実用的には不満も残るがSmalltalk-80を知りたいという目的には十分使用できる。

参考文献

- [1] Goldberg, A. Robson, D., Smalltalk-80: The Language and its Implementation, Addison-Wesley, 1983
- [2] Krasner, G., Smalltalk-80: Bits of History, Words of Advice, Addison-Wesley, 1983
- [3] 鈴木, 小方, 「多態実行環境」: 高級言語の制御機械の高性能実現法, 情報処理, 1885, 11

テスト名	実測値	XA/SIP	テスト名	実測値	XA/SIP
LoadInstVari	5.01	1.37	BlockCopy	7.01	1.55
LoadTempNRef	4.21	2.55	Value	5.95	0.32
LoadTempRef	4.22	3.55	Creation	8.11	0.58
LoadQuickConstant	8.46	1.71	PointX	9.37	0.51
LoadLiteralNRef	4.35	2.14	LoadThisContext	5.12	1.88
LoadLiteralIndirec	5.31	1.78	BasicAt	2.55	0.82
PopStoreInstVar	5.99	0.72	BasicAtPut	3.07	0.83
PopStoreTemp	5.63	3.02	Perform	7.63	0.60
3plus4	5.01	1.27	StringReplace	0.19	9.30
3lessThan4	4.86	1.35	AsFloat	1.62	2.87
3times4	15.18	2.25	FloatingPointAdd	1.49	2.92
3div4	1.01	12.58	BitBit	14.04	0.35
16bitArith	0.49	1.95	TextScanning	1.84	0.85
LargeIntArith	0.02	0.19	ClassOrganizer	10.15	1.07
ActivationReturn	6.87	1.24	PrintDefinition	7.29	0.95
ShortBranch	4.16	2.01	PrintHierarchy	6.51	1.13
WhileLoop	13.11	0.85	AllCallsOn	18.00	1.20
ArrayAt	1.61	0.93	AllImplementors	6.08	0.79
ArrayAtPut	2.61	0.92	Inspect	6.96	0.92
StringAt	2.74	1.03	Compiler	18.19	0.87
StringAtPut	3.30	1.22	Decompiler	10.45	0.88
Size	2.44	0.93	KeyboardLookAhead	6.45	0.81
PointCreation	1.79	0.53	KeyboardSingle	18.71	0.79
StreamNext	4.70	3.05	TextDisplay	10.63	0.87
StreamNextPut	5.46	2.95	TextFormatting	7.06	1.07
EQ	4.84	2.14	TextEditing	24.10	0.96
Class	0.66	2.95			
			Performance rating	11.10	0.90

図2 ベンチマークテスト結果