付録B　ジェットパイプラインアセンブラマニュアル

PS4V / PS4V-MP4

Assembler manual

１．　レジスタセット

ジェットパイプラインアーキテクチャには大きく分けて2種類のレジスタがある。一つはスカラレジスタであり、もう一方はベクトルレジスタである。スカラレジスタは主にスカラ命令によりアクセスされ、ベクトルレジスタはベクトル命令によりアクセスされる。

１．１　スカラレジスタ

スカラレジスタは最大256個指定可能であるが、その前半部分（0 ~ 127)までをデータレジスタ、後半部分（128 ~ 255 ）をスペシャルレジスタに割り当てて使用している。

スカラレジスタはシミュレータの種類により、バンク化されている場合とバンク化していない場合があるが、データレジスタを指定する場合それぞれレジスタ番号の指定方法が異なる。

バンク化していない場合は、%RxまたはSRx（ xはレジスタ番号 ）のようにして指定する。

バンク化している場合は、各バンクに対して以下のようにして指定する。いずれの場合も、それぞれの接頭部にレジスタ番号を付けて指定する。

%g:　グローバルレジスタ

%b:　バックワードレジスタ

%l:　ローカルレジスタ

%f:　フォワードレジスタ

アセンブラで使用可能なスペシャルレジスタには以下のようなものがある。なお、%spのように、各レジスタ名の先頭に%を付加する記法も使用可能である。

ZR(%r0 or %g0):	ゼロレジスタ。読み出し時は常にゼロが読み出され、書き込みは無視される。各種の命令のオペランドに指定して、合成命令を作るのに用いられることがある。
PC:	プログラムカウンタ。現在フェッチしている命令を指す。
FR:	フラグレジスタ。演算命令の結果により、ゼロとサインフラグがセットされる。各命令パイプラインのフラグは独立していることに注意すること。

SP:	スタックポインタ。
FP:	フレームポインタ。 これらのSP,FPは関数呼び出しの際に使用する。
LR:	リンクレジスタ。ジャンプアンドリンク命令において、戻り番地が格納される。
PSL:	プログラムセグメント下限レジスタ。
PSH:	プログラムセグメント上限レジスタ。 これらのレジスタに値を設定することにより、PSL以上PSH未満のアドレスに対する書き込みを禁止することができる。
VACR0,VACR1:	ベクトル浮動小数点加減算命令用ベクトル長設定・カウンタレジスタ。
VMCR0,VMCR1:	ベクトル浮動小数点乗算命令用ベクトル長設定・カウンタレジスタ。
VDCR0,VDCR1:	ベクトル浮動小数点除算命令用ベクトル長設定・カウンタレジスタ。
VICR0,VICR1:	ベクトル整数・論理演算命令用ベクトル長設定・カウンタレジスタ。
VLCR[0-3]:	ベクトルロード命令用ベクトル長設定・カウンタレジスタ。
VSCR[0-3]:	ベクトルストア命令用ベクトル長設定・カウンタレジスタ。 それぞれの命令の実行前にこれらのレジスタに1 ~ 128の値を設定することにより、ベクトル演算長を設定することができる。また、実行中にこれらのレジスタを参照することにより、ベクトル演算の進行状況を確認できる（0になると実行終了）。なお、0を設定するとデフォルト値の128とみなされる。

１．２　ベクトルレジスタ

ベクトルレジスタはVR0 ~ VR63までの64個指定可能である。それぞれのベクトルレジスタは128個の要素を持つ。ベクトルレジスタとスカラレジスタの間のデータの複写は、MOVSV, MOVVS命令により可能である。

ベクトル命令にはベクトルマスクレジスタ(VMR)を指定可能なものがある。

VMRはベクトルレジスタの各要素に対応した128ビットの要素をもち、各ビットが真の要素に関する演算のみが有効となる。VMRはVMR1 ~ VMR7までの７つを指定することができる。なお、VMR0はすべて真に固定されている。

２．　アセンブリ言語の書式

２．１　アセンブリ言語の行の書式

代表的なアセンブリ言語プログラムの各行の書式を以下に示す。なお、アセンブラでは大文字、小文字の区別はない。

```
LABEL:    opcode    operand1,operand2,operand3                ;comment
```

行の先頭にラベルを置くことができる。ラベルは英文字から始まる英数字から構成される予約語以外の文字列で、最後に必ず:（コロン）を付加する。ラベルには現在のアドレスが代入される。ラベルのみからなる行も有効である。

ラベルの直後あるいは行の先頭から各命令を記述する。命令によってオペランドの数および種類は異なる。

行中の;（セミコロン）以降はすべてコメントとみなされる。

なお、文法上の必須事項ではないが、ジェットパイプラインアーキテクチャでは、４命令ごとにフェッチ、実行が行われるので４命令ごとに空行を挿入して見やすくすることが望ましい。

２．２　オペランドの書式

命令によって、オペランドの種類は異なるが、代表的なオペランドには大きく分けてレジスタ、即値、アドレス値がある。

レジスタの書式は前節のレジスタセットに示した通りである。

即値には整数式、浮動小数点定数、文字列がある。

整数式はラベルおよび整定数を演算記号で連結したものである。

整定数は、10進数、16進数、2進数を使用することができる。16進数の場合は、末尾にHを付加する。最上位桁がA-Fの場合はラベルと区別するために0を付加すること。2進数の場合は、末尾にBを付加する。

ラベルは前述したように英字から始まる英数字から構成される予約語以外の文字列を使用できる。整数式中ではその値が使用される。

演算記号は以下のようなものが使用できる。その意味はC言語と同様である。

+, -, *, /, %, (,), &, |, ^, ~, <<, >>

浮動小数点定数は、C言語と同様な記法が使用可能である。指数形式も使用できる。

文字列は'で囲んで指定する。C言語のように末尾に0(NULL)は自動的には付加しない。なお、文字列中に'を含める場合には\'と記述する。

アドレス値は一般にはラベルを用いる。ジャンプ系の命令はすべてプログラムカウンタ相対で分岐先を指定するが、相対アドレスの計算はアセンブラが行うため、アセンブリ言語では分岐先のアドレスを記述すればよい。

２．３　条件分岐命令の条件の指定方法

条件分岐命令（JC,JRC,JBC,JCL,JRCL,JBCL）の条件の指定法には、フラグの内容を直接指定するP(Plus),M(Minus),Z(Zero),NP(NotPlus),NM(NotMinus),NZ(NotZero)の他に、コンペア(CMP,CMPI)命令を使用した場合のみ以下のような指定をすることが可能である。

CMP A,Bにおいて、

GT(GreaterThan):	A > B の場合
EQ(EQual):	A = B の場合
LT(LessThan):	A < B の場合
GE(GreaterEqual):	A >= B の場合
LE(LessEqual):	A <= B の場合
NE(NotEqual):	A != B の場合

３．　アセンブラ疑似命令

アセンブリ言語には以下のような疑似命令がある。

ORG expr	(Origin)アセンブラの現在のPCを整数式exprの値にする。
DS expr	(Define Space)整数式exprの値の分だけ、領域を確保す

	る。確保した領域は、0で初期化される。
DW expr[,expr...]	(Define Word)exprで表される値をメモリに確保する。exprには整数式、浮動小数点値、文字列が使用可能で、,で区切って複数個指定できる。
LABEL EQU expr	(Equal)exprで表される値をLABELに代入する。LABELに:を付けないことに注意。EQUは=としてもよい。
.data	アセンブラのモードをデータモードにする。データモードでは行頭のラベルの値に制限はない。
.code	アセンブラのモードをコードモードにする。コードモードでは行頭のラベルの値が4で割り切れない値の時にエラーを生じる。

４． エラーメッセージ

アセンブリプログラムに誤りがあると、アセンブラプログラムは以下のようなエラーメッセージを出力する。なお、最初のエラーにより正常な部分にもエラーが出力される場合がある。

syntax error:	文法に誤りがある。
invalid character:	許されない文字がソースプログラム中に存在した。
too long ... const:	整定数の記述が長すぎる。
string size too long:	文字列定数の長さが長すぎる。
string not closed:	文字列が'で閉じられないまま行の末尾に達した。
... out of range:	即値やジャンプ命令の飛び先が範囲を超えている。
invalid ... number:	レジスタ番号が正しくない。
invalid shift value:	即値シフト命令でシフト量が範囲を超えている。
label redefined:	ラベル値が再定義された。
uninitialized label used:	値の未定義なラベルを参照した。
jump address alignment error:	ジャンプ命令でジャンプ先アドレスが４の倍数でない。
code address label alignment error:	コードモードで行頭のラベルが４の倍数でない。