

電気電子物理工学実験Ⅲ

マイクロプロセッサ

課題: アッカーマン関数のプログラム実装

アッカーマン関数とは

- 2変数関数
- 再帰的な定義(定義に自分自身を用いる)

	関数値	条件
定義1	$\text{ack}(x, y) = y + 1$	$x = 0$
定義2	$\text{ack}(x, y) = \text{ack}(x - 1, 1)$	$x \neq 0, y = 0$
定義3	$\text{ack}(x, y) = \text{ack}(x - 1, \text{ack}(x, y - 1))$	$x \neq 0, y \neq 0$

- 再帰的に値を計算する場合、小さな x, y でも爆発的に計算量が増える
- 非再帰的な計算方法も考えられるが、本実験では、サブルーチンの再帰的な呼び出しの実習として、アッカーマン関数を再帰的に計算するプログラムを作成する
 - 発展課題として、非再帰的な計算プログラムを作成してみるとよい

プログラムの考え方

- ACK関数をサブルーチンとして作成
- 2つの変数 x, y を入力する必要あり
⇒レジスタACとBを利用・・・どちらを x 、どちらを y にする?
- 関数値を出力する必要あり
- 定義3では内側のACK関数値が外側のACK関数の入力 y (2番目の変数)となる
⇒入力 y と関数値を同じレジスタに保存すれば、自動的に関数値の受け渡しが完了する
⇒プログラムの簡単化(例えば x をAC、 y と関数値をBに)
- サブルーチンの実行は、CALL、RETURN(RTN)を利用
- 戻りアドレスを保存するためスタックが必要となるが、レジスタXをスタックポインタとして利用する
- CALL,RTN命令追加⇒ホームページ「ヒント」参照

プログラムの考え方

スタックポインタ初期化

$AC \leftarrow x$

$B \leftarrow y$

CALL ACK

HLT


関数値	条件
$ack(x, y) = y + 1$	$x = 0$
$ack(x, y) = ack(x - 1, 1)$	$x \neq 0, y = 0$
$ack(x, y) = ack(x - 1, ack(x, y - 1))$	$x \neq 0, y \neq 0$

ACK: **if**($AC == 0$)**then**

$B \leftarrow B + 1$

① **return**

else if($B == 0$)**then**

$AC \leftarrow AC - 1$ 

$B \leftarrow 1$

call ACK

② **return**

else

$B \leftarrow B - 1$

call ACK

$AC \leftarrow AC - 1$

call ACK

③ **return**

end if

注意:

ここでACの値を変更(-1)しているが、②で復帰した後に元のACの値が必要となる可能性あり

②の復帰前にAC値を戻せばよい

例えばスタックへのpushとpopを利用して
値の保存と復元が可能

※他にも値を保存する必要のある箇所はないか?

その他注意

- スタックポインタ(レジスタX)を適切に初期化せよ
- x, y はあまり大きな値は試す必要なし
 - プログラムが正しいことが確認できれば十分
- 関数値例はwikipedia等を参照