

2013 年度 プログラミング I 練習問題 09

学籍番号： _____

氏名： _____

質問がある場合は、以下の注意事項を守り、

提出期限： 2013 年 6 月 26 日 (水) 15:00 までに

提出場所： 理学部 B 棟 2 階 幸山研究室 (B231 室)

の前に設置してある「質問箱 (提出用)」に、質問事項を記入し提出してください。
2 日～3 日後を目処に質問に対する回答を行い、「質問箱 (返却用)」に返却いたします。

注意事項：

- (1) 練習問題の提出は必修ではありません。質問がある場合のみ提出してください。
- (2) このページを印刷し、学籍番号・氏名を記入の上、質問事項の表紙として提出してください。
- (3) 解答は式の羅列ではなく、文章になるように記述してください。解答例を参照のこと。
- (4) 質問内容は明確に記入してください。

なお、授業に対する意見・質問等も受け付けています (成績には一切影響しません)。

授業に対する意見・質問等 (記入欄)：

出題者： 幸山 直人
出題日： 2013 年 6 月 12 日 (水)

問 1 以下のアセンブラ言語 (CASL II) によるプログラムを実行したとき、変数 **ANS** に格納されている値を 10 進数で答えなさい。

ラベル	命令コード	オペランド	
PROG	START		プログラム開始 (OS から処理を継続)
	LD	GR0, NUMA	レジスタ GR0 に定数 NUMA の値を代入
	LD	GR1, NUMB	レジスタ GR1 に定数 NUMB の値を代入
	XOR	GR1, NUM2	レジスタ GR1 の値と定数 NUM2 の値の排他的論理和をとり GR1 に代入
	ADDA	GR1, NUM1	レジスタ GR1 の値に定数 NUM1 の値を加え、GR1 に代入
	ADDA	GR0, GR1	レジスタ GR0 の値にレジスタ GR1 の値を加え、GR0 に代入
	ST	GR0, ANS	レジスタ GR0 の値を変数 ANS 書き出す
	RET		命令終了 (OS に処理を返す)、以下の部分はデータ
NUMA	DC	#1000	定数名 NUMA の定数に 16 進数 1000 を設定
NUMB	DC	#0DD5	定数名 NUMB の定数に 16 進数 DD5 を設定
NUM1	DC	1	定数名 NUM1 の定数に 10 進数 1 を設定
NUM2	DC	#FFFF	定数名 NUM2 の定数に 16 進数 FFFF を設定
ANS	DS	1	変数名 ANS の変数に 1 語 (16 ビット) を確保
	END		プログラム終了

このプログラムは、4 行目で定数 NUMB の 1 の補数を計算し、5 行目で 1 を足すことで定数 NUMB の 2 の補数を計算している。すなわち、このプログラムは

$$\text{NUMA} + (\text{NUMB の補数}) = \text{NUMA} - \text{NUMB}$$

を計算する。したがって、

$$1000(16) + (\text{F22B}(16)) = \underline{1022\text{B}}(16) = 22\text{B}(16) = 555(10)$$

$$(i.e. 1000(16) - \text{DD5}(16) = 4096(10) - 3541(10) = 555(10))$$

となる (1 語は 16 ビットなので、あふれた下線部の 1 は無視される)。

答 ANS = 555

問 2 以下のアセンブラ言語 (CASL II) によるプログラムを実行したとき、変数 **ANS** に格納されている値を 10 進数で答えなさい。

ラベル	命令コード	オペランド	
PROG	START		プログラム開始 (OS から処理を継続)
	LD	GR0,NUM0	レジスタ GR0 に定数 NUM0 の値を代入
LOOP	LD	GR1,NUM0	レジスタ GR1 に定数 NUM0 の値を代入
	LD	GR2,NUMX	レジスタ GR2 に定数 NUMX の値を代入
	SRA	GR2,0,GR1	レジスタ GR2 の値を (0+) レジスタ GR1 の値だけ算術右シフト演算
	AND	GR2,NUM1	レジスタ GR2 の値と定数 NUM1 の値の論理積をとり GR2 に代入
	ADDA	GR0,GR2	レジスタ GR0 の値にレジスタ GR2 の値を加え、GR0 に代入
	ADDA	GR1,NUM1	レジスタ GR1 の値に定数 NUM1 の値を加え、GR1 に代入
	CPA	GR1,COUNT	レジスタ GR1 の値と定数 COUNT の値を算術比較
	JMI	LOOP	サインフラグ SF の値が真 (1) ならラベル LOOP にジャンプ
	ST	GR0,ANS	レジスタ GR0 の値を変数 ANS に書き出す
	RET		命令終了 (OS に処理を返す)、以下の部分はデータ
COUNT	DC	16	定数名 COUNT の定数に 10 進数 16 を設定
NUMX	DC	55	定数名 NUMX の定数に 10 進数 55 を設定
NUM0	DC	0	定数名 NUM0 の定数に 10 進数 0 を設定
NUM1	DC	1	定数名 NUM1 の定数に 10 進数 1 を設定
ANS	DS	1	変数名 ANS の変数に 1 語 (16 ビット) を確保
	END		プログラム終了

このプログラムは、定数 **NUMX** を 2 進数で表したとき、その中に含まれる 1 の個数を数えるプログラムである。すなわち、10 進数 55 (2 進数 0000000000110111) に含まれる 1 の個数が変数 **ANS** に格納される。なお、命令 **LOOP LD GR2,NUMX** 処理後の各レジスタの値は以下の表の通りである。

GR0	GR1	GR2	GR2 の算術右シフト	GR2 と 1 の論理積
0	0	0000000000110111	0000000000110111	0000000000000001
1	1	0000000000110111	0000000000011011	0000000000000001
2	2	0000000000110111	0000000000001101	0000000000000001
3	3	0000000000110111	0000000000000110	0000000000000000
3	4	0000000000110111	0000000000000011	0000000000000001
4	5	0000000000110111	0000000000000001	0000000000000001
5	6	0000000000110111	0000000000000000	0000000000000000
5	7	0000000000110111	0000000000000000	0000000000000000
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
5	15	0000000000110111	0000000000000000	0000000000000000

答 **ANS = 5**

問 3 以下のアセンブラ言語 (CASL II) によるプログラムを実行したとき、変数 **ANS** に格納されている値を 10 進数で答えなさい。

ラベル	命令コード	オペランド	
PROG	START		プログラム開始 (OS から処理を継続)
	LD	GR1, NUMX	レジスタ GR1 に定数 NUMX の値を代入 (GR2 に 0 を代入)
	SUBA	GR2, GR2	GR2 の値から GR2 の値を引いた値をレジスタ GR2 に代入 ↘
	AND	GR1, GR1	GR1 の値と GR1 の値の論理積をレジスタ GR1 に代入 (フラグ変化)
	JZE	RETURN	フラグレジスタ ZF が真 (1) ならばラベル RETURN にジャンプ
MORE	LAD	GR2, 1, GR2	実効アドレス 1+GR2 の値をレジスタ GR2 に代入
	LAD	GR0, -1, GR1	実効アドレス -1+GR1 の値をレジスタ GR0 に代入
	AND	GR1, GR0	GR1 の値と GR0 の値の論理積をレジスタ GR1 に代入 (フラグ変化)
	JNZ	MORE	フラグレジスタ ZF が偽 (0) ならばラベル MORE にジャンプ
RETURN	ST	GR2, ANS	レジスタ GR2 の値を変数 ANS に書き出す
	RET		命令終了 (OS に処理を返す)、以下の部分はデータ
NUMX	DC	55	定数名 NUMX の定数に 10 進数 55 を設定
ANS	DS	1	変数名 ANS の変数に 1 語 (16 ビット) を確保
	END		プログラム終了

このプログラムは、定数 **NUMX** を 2 進数で表したとき、その中に含まれる 1 の個数を数えるプログラムである。すなわち、10 進数 55 (2 進数 0000000000110111) に含まれる 1 の個数が変数 **ANS** に格納される。なお、命令 **JNZ MORE** 処理後の各レジスタの値は以下の表の通りである。

GR0	GR1	GR2	ZF
0000000000110110	0000000000110110	1	0
0000000000110101	0000000000110100	2	0
0000000000110011	0000000000110000	3	0
0000000000101111	0000000000100000	4	0
0000000000011111	0000000000000000	5	1

答 **ANS = 5**

問 4 2つの正の整数 (NUMA, NUMB) の積を計算するプログラムをアセンブラ言語 (CASL II) で作成しなさい。ただし、積の値はオーバーフローしないものとする。

ラベル	命令コード	オペランド	
PROG	START		プログラム開始 (OS から処理を継続)
	LD	GR0,NUM0	レジスタ GR0 に定数 NUM0 の値を代入
	LD	GR1,NUMA	レジスタ GR1 に定数 NUMA の値を代入
	LD	GR2,NUMB	レジスタ GR2 に定数 NUMB の値を代入
	LD	GR3,NUM0	レジスタ GR3 に定数 NUM0 の値を代入
	LD	GR4,NUM1	レジスタ GR4 に定数 NUM1 の値を代入
LOOP	AND	GR2,GR4	GR2 の値と GR4 の値の論理積をレジスタ GR2 に代入 (フラグ変化)
	JZE	BREAK	フラグレジスタ ZF が真 (1) ならばラベル BREAK にジャンプ
BREAK	ADDA	GR0,GR1	レジスタ GR0 に GR1 の値を加え、GR0 に代入
	SLA	GR1,0,GR4	レジスタ GR1 の値を (0+) レジスタ GR4 の値だけ算術左シフト演算
	ADDA	GR3,GR4	レジスタ GR3 の値に GR4 の値を加え、GR3 に代入
	LD	GR2,NUMB	レジスタ GR2 に定数 NUMB の値を代入
	SRA	GR2,0,GR3	レジスタ GR2 の値を (0+) レジスタ GR3 の値だけ算術右シフト演算
	CPA	GR3,MAX	レジスタ GR3 と定数 MAX の値を比較 (フラグ変化)
	JMI	LOOP	フラグレジスタ SF が真 (1) ならばラベル LOOP にジャンプ
	ST	GR0,ANS	レジスタ GR0 の値を変数 ANS に書き出す
	RET		命令終了 (OS に処理を返す)、以下の部分はデータ
NUMA	DC	11	定数名 NUMA の定数に 10 進数 11 を設定
NUMB	DC	5	定数名 NUMB の定数に 10 進数 5 を設定
NUM0	DC	0	定数名 NUM0 の定数に 10 進数 0 を設定
NUM1	DC	1	定数名 NUM1 の定数に 10 進数 1 を設定
MAX	DC	15	定数名 MAX の定数に 10 進数 15 を設定 (符号部分は除く)
ANS	DS	1	変数名 ANS の変数に 1 語 (16 ビット) を確保
	END		プログラム終了

このプログラムは 11×5 を計算するプログラムである。

考察：商を計算するプログラムをアセンブラ言語 (CASL II) で作成しなさい。