

Príklad č.22 pre MIPSIM
Princípy počítačového inžinierstva 2020

Zadanie

Napíšte program, ktorý bude simulovať pohyb hráča v bludisku podľa obrázka. Ľavé horné políčko bludiska má súradnice (riadok, stĺpec) = (1h,1h) a pravé spodné políčko má súradnice (8h,3h). V bludisku sa nachádzajú nepriechodné steny, vyznačené hrubou čiarou. Hráč môže začínať hru na ktoromkoľvek políčku a môže vykonávať kroky o 1 políčko smerom na niektorú svetovú stranu. Hráč sa môže pokúsiť aj o krok smerom do steny, ale jeho súradnice sa v takomto prípade nezmenia. Z bludiska vedie jeden východ na jeho okraji.

V pamäti údajov (PÚ) uchovávať aktuálnu (a teda aj štartovaciu) riadkovú súradnicu hráča na adrese **a0h** a stĺpcovú na adrese **b0h**. Od adresy **0h** so 4-bajtovými rozstupmi (4h, 8h, ch, 10h, 14h, 18h, 1ch, 20h, atď.) bude pred spustením programu v pamäti údajov uložená postupnosť hodnôt reprezentujúcich pohyby hráča o 1 políčko nasledovne:

- **1h** – pohyb hore,
- **2h** – pohyb vpravo,
- **3h** – pohyb dole,
- **4h** – pohyb vľavo,
- **0h** – koniec.

Hodnota **0h** reprezentuje ukončenie postupnosti. Zistite, či počas vykonávania zadanej postupnosti hráč nájde alebo nenájde východ z bludiska. Ak áno, program by mal ihneď skončiť a na adresu **c0h** uložte hodnotu **1h**. Ak nie, teda program načíta ukončovací znak **0h**, uložte na adresu **c0h** hodnotu **0h**. Pod nájdením východu sa rozumie vykonanie kroku smerom k východu z bludiska. Môžete predpokladať, že v postupnosti sa iné čísla ako **0h-4h** nebudú nachádzať.

	1h	2h	3h
1h			
2h			
3h			
4h			
5h			
6h			
7h			
8h			

Simulácia

Simulujeme napríklad takúto postupnosť krokov: 4h 1h 1h 2h 2h 3h 3h 4h 2h 2h 3h 4h 3h 4h 1h 0h. S tým, že hráč začína na pozícii (7h,1h). Žltou farbou sú vyznačené tie kroky, ktoré sa neposunuli hráča, lebo hráč narazí na stenu bludiska a podľa zadania ak ide smerom do steny tak sa jeho súradnice nezmenia, takže ostane na súčasnej pozícii. Konečné súradnice hráča po vykonaní postupnosti krokov budú (riadok, stĺpec) = (8h,2h) – podľa obrázka nižšie a program skončí pri zeleno označenej 3ke zápisom čísla 1h na adresu **c0h** pretože hráč našiel východ:

	1	2	3
1			
2			
3			
4			
5			
6	→	↓	
7	H	→	↓
8		H	←

Obsah registrov a pamäti údajov pred spustením programu

Register

R0	00000000	R16	00000000
R1	00000001	R17	00000000
R2	00000002	R18	00000000
R3	00000003	R19	00000000
R4	00000004	R20	00000000
R5	00000005	R21	00000000
R6	00000006	R22	00000000
R7	00000007	R23	00000000
R8	00000008	R24	00000000
R9	00000000	R25	00000000
R10	00000000	R26	00000000
R11	00000000	R27	00000000
R12	00000000	R28	00000000
R13	00000000	R29	00000000
R14	00000000	R30	00000000
R15	00000000	R31	00000000

ClearLoadSave

data memory

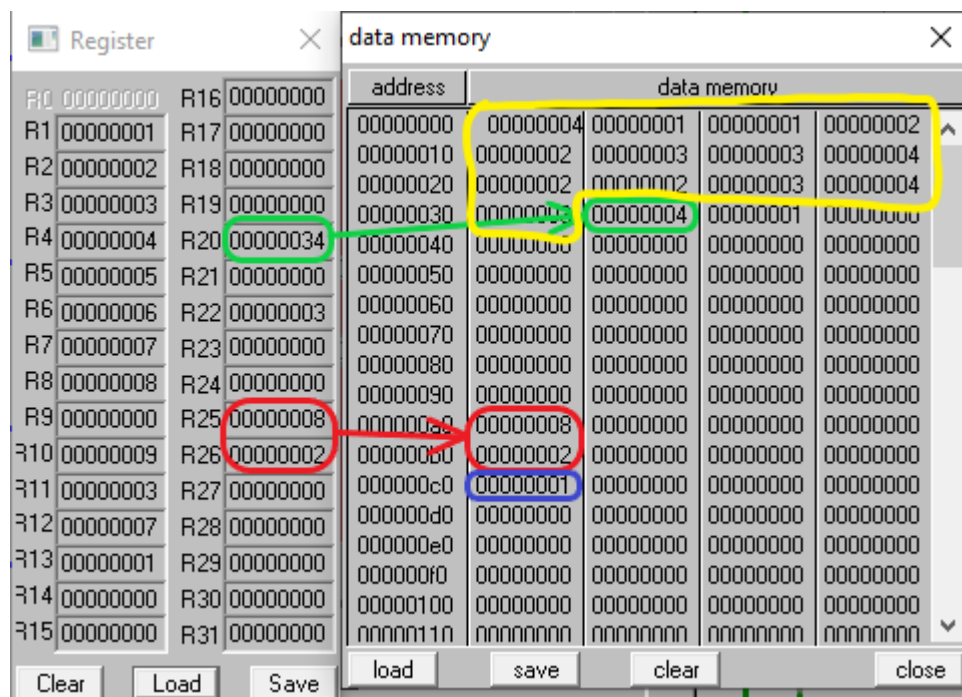
address	data memory			
00000000	00000004	00000001	00000001	00000002
00000001	00000002	00000003	00000003	00000004
00000002	00000002	00000002	00000003	00000004
00000003	00000003	00000004	00000001	00000000
00000004	00000000	00000000	00000000	00000000
00000005	00000000	00000000	00000000	00000000
00000006	00000000	00000000	00000000	00000000
00000007	00000000	00000000	00000000	00000000
00000008	00000000	00000000	00000000	00000000
00000009	00000000	00000000	00000000	00000000
0000000a	00000007	00000000	00000000	00000000
0000000b	00000001	00000000	00000000	00000000
0000000c	00000000	00000000	00000000	00000000
0000000d	00000000	00000000	00000000	00000000
0000000e	00000000	00000000	00000000	00000000
0000000f	00000000	00000000	00000000	00000000
00000010	00000000	00000000	00000000	00000000
00000011	00000000	00000000	00000000	00000000

loadsaveclearclose

Register	Údaj	Komentár
R1	1h	Konštanta 1 na porovnávanie
R2	2h	Konštanta 2 na porovnávanie
R3	3h	Konštanta 3 na porovnávanie
R4	4h	Konštanta 4 na porovnávanie
R5	5h	Konštanta 5 na porovnávanie
R6	6h	Konštanta 6 na porovnávanie
R7	7h	Konštanta 7 na porovnávanie
R8	8h	Konštanta 8 na porovnávanie
R10	0h	Sem sa načíta začiatočná riadková súradnica o jednotku väčšia z R25. Následne sa bude počas behu programu aktualizovať
R11	0h	Sem sa načíta začiatočná stĺpcová súradnica o jednotku väčšia z R26. Následne sa bude počas behu programu aktualizovať
R12	0h	Sem sa načíta začiatočná riadková súradnica o jednotku menšia z R25. Následne sa bude počas behu programu aktualizovať
R13	0h	Sem sa načíta začiatočná stĺpcová súradnica o jednotku menšia z R26. Následne sa bude počas behu programu aktualizovať
R20	0h	Ukazovateľ do postupnosti prvkov, na začiatku ukazuje na 1. prvok
R22	0h	Sem sa bude načítavať prvok postupnosti z pamäte údajov
R25	0h	Sem sa načíta začiatočná riadková súradnica z PÚ z adresy a0h následne sa bude počas behu programu aktualizovať
R26	0h	Sem sa načíta začiatočná stĺpcová súradnica z PÚ z adresy b0h následne sa bude počas behu programu aktualizovať

Adresa	Údaj	Komentár
0h – 40h	4h, 1h, 1h, 2h, 2h, ..., 0h	postupnosť krokov
a0h	7h	začiatočná riadková súradnica
b0h	1h	začiatočná stĺpcová súradnica

Obsah registrov a pamäti údajov po spustení programu



Register	Údaj	Komentár
R20	34h	Ukazovateľ do postupnosti prvkov, na konci ukazuje za posledný prvok (ak sa našiel východ z bludiska tak ukazuje na ďalší prvok)
R25	8h	Konečná riadková súradnica, ktorá sa uloží do PÚ na adresu a0h
R26	2h	Konečná stĺpcová súradnica, ktorá sa uloží do PÚ na adresu b0h

Adr.	Údaj	Komentár
0h – 40h	4h, 1h, 1h, 2h, 2h, ..., 0h	Postupnosť krokov
a0h	8h	Konečná riadková súradnica
b0h	2h	Konečná stĺpcová súradnica
c0h	1h	Výsledná hodnota simulácie (1h ak hráč našiel východ, 0h ak nenašiel)

Pamäť programu

Adr.	Label	Inštrukcia	Komentár
0h		LW \$25,00a0(\$0)	načítame začiatočnú riadkovú súradnicu z PÚ z adresy a0h do registra R25
4h		LW \$26,00b0(\$0)	načítame začiatočnú stĺpcovú súradnicu z PÚ z adresy b0h do registra R26
8h	zac	LW \$22,0000(\$20)	do registra R22 načítame prvok postupnosti z PÚ z adresy, na ktorú ukazuje ukazovateľ v registri R20
ch		ADDI \$20,\$20,0004	zvážime ukazovateľ v registri R20 o 4, aby ukazoval na ďalší prvok postupnosti v poradí
10h		ADDI \$10,\$25,0001	do registra R10 načítame začiatočná riadková súradnica o jednotku väčšia z R25. Následne sa bude počas behu programu aktualizovať
14h		ADDI \$11,\$26,0001	do registra R11 načítame začiatočná stĺpcová súradnica o jednotku väčšia z R26. Následne sa bude počas behu programu aktualizovať
18h		SUBI \$12,\$25,0001	do registra R12 načítame začiatočná riadková súradnica o jednotku menšia z R25. Následne sa bude počas behu programu aktualizovať
1ch		SUBI \$13,\$26,0001	do registra R13 načítame začiatočná stĺpcová súradnica o jednotku menšia z R26. Následne sa bude počas behu programu aktualizovať
20h		BEQ \$22,\$1,jedna	ak je načítaný prvok postupnosti v reg. R22 rovný 1 (konštantu 1 máme uloženú v reg. R1) skoč na podprogram pre vykonanie pohybu hore ktorý sa nachádza na labeli „jedna“
24h		BEQ \$22,\$2,dva	ak je načítaný prvok postupnosti v reg. R22 rovný 2 (konštantu 2 máme uloženú v reg. R2) skoč na podprogram pre vykonanie pohybu vpravo ktorý sa nachádza na labeli „dva“
28h		BEQ \$22,\$3,tri	ak je načítaný prvok postupnosti v reg. R22 rovný 3 (konštantu 3 máme uloženú v reg. R3) skoč na podprogram pre vykonanie pohybu dole ktorý sa nachádza na labeli „tri“
2ch		BEQ \$22,\$4,styri	ak je načítaný prvok postupnosti v reg. R22 rovný 4 (konštantu 4 máme uloženú v reg. R4) skoč na podprogram pre vykonanie pohybu vľavo ktorý sa nachádza na labeli „styri“
30h		BEQ \$0,\$0,kon	a skočíme niekam na koniec programu
...	...		
3ch	jedna	BEQ \$25,\$1,zac	Ak je riadková súradnica v reg.25 rovná 1 ideme do steny takže sa neposúvame a ideme na začiatok
40h		BEQ \$25,\$6,pohyb1a	Ak je riadková súradnica v reg.25 rovná 6 skoč na podprogram pre overenie, či nejdeme do steny medzi súradnicami (6,1) a (5,1).
44h		BEQ \$25,\$8,pohyb1b	Ak je riadková súradnica v reg.25 rovná 8 skoč na podprogram pre overenie, či nejdeme do steny medzi súradnicami (8,2) a (7,2).
48h		SW \$12,00a0(\$0)	Ak nejdeme do steny ulož do PÚ na adresu a0h riadkovú súradnicu menšiu o 1.
4ch		SUBI \$25,\$25,0001	Ak nejdeme do steny v reg.25 zníž riadkovú súradnicu o 1.
50h		BEQ \$0,\$0,zac	a skočíme naspäť na začiatok
...			
68h	pohyb1a	BEQ \$26,\$1,zac	Ak je stĺpcová súradnica v reg.26 rovná 1 ideme do steny medzi (6,1) a (5,1) takže sa neposúvame a ideme na začiatok
6ch		SW \$12,00a0(\$0)	Ak nejdeme do steny ulož do PÚ na adresu a0h riadkovú súradnicu menšiu o 1.
70h		SUBI \$25,\$25,0001	Ak nejdeme do steny v reg.25 zníž riadkovú súradnicu o 1.

74h		BEQ \$0,\$0,zac	a skočíme naspäť na začiatok
...	...		
8ch	pohyb1b	BEQ \$26,\$2,zac	Ak je stĺpcová súradnica v reg.26 rovná 2 ideme do steny medzi (8,2) a (7,2) takže sa neposúvame a ideme na začiatok
90h		SW \$12,00a0(\$0)	Ak nejdeme do steny ulož do PÚ na adresu a0h riadkovú súradnicu menšiu o 1.
94h		SUBI \$25,\$25,0001	Ak nejdeme do steny v reg.25 zníž riadkovú súradnicu o 1.
98h		BEQ \$0,\$0,zac	a skočíme naspäť na začiatok
...	...		
b0h	dva	BEQ \$26,\$3,zac	Ak je stĺpcová súradnica v reg.26 rovná 3 ideme do steny, takže sa neposúvame a ideme na začiatok
b4h		BEQ \$25,\$6,pohyb2a	Ak je riadková súradnica v reg.25 rovná 6 skoč na podprogram pre overenie, či nejdeme do steny medzi súradnicami (6,2) a (6,3).
b8h		BEQ \$25,\$7,pohyb2b	Ak je riadková súradnica v reg.25 rovná 7 skoč na podprogram pre overenie, či nejdeme do steny medzi súradnicami (7,1) a (7,2).
bch		SW \$11,00b0(\$0)	Ak nejdeme do steny ulož do PÚ na adresu b0h stĺpcovú súradnicu väčšiu o 1.
c0h		ADDI \$26,\$26,0001	Ak nejdeme do steny v reg.26 zvýš stĺpcovú súradnicu o 1.
c4h		BEQ \$0,\$0,zac	a skočíme naspäť na začiatok
...	...		
dch	pohyb2a	BEQ \$26,\$2,zac	Ak je stĺpcová súradnica v reg.26 rovná 2 ideme do steny medzi (6,2) a (6,3) takže sa neposúvame a ideme na začiatok
e0h		SW \$11,00b0(\$0)	Ak nejdeme do steny ulož do PÚ na adresu b0h stĺpcovú súradnicu väčšiu o 1.
e4h		ADDI \$26,\$26,0001	Ak nejdeme do steny v reg.26 zvýš stĺpcovú súradnicu o 1.
e8h		BEQ \$0,\$0,zac	a skočíme naspäť na začiatok
...	...		
100h	pohyb2b	BEQ \$26,\$1,zac	Ak je stĺpcová súradnica v reg.26 rovná 1 ideme do steny medzi (7,1) a (7,2) takže sa neposúvame a ideme na začiatok
104h		SW \$11,00b0(\$0)	Ak nejdeme do steny ulož do PÚ na adresu b0h stĺpcovú súradnicu väčšiu o 1.
108h		ADDI \$26,\$26,0001	Ak nejdeme do steny v reg.26 zvýš stĺpcovú súradnicu o 1.
10ch		BEQ \$0,\$0,zac	a skočíme naspäť na začiatok
...	...		
138h	stiri	BEQ \$26,\$1,zac	Ak je stĺpcová súradnica v reg.26 rovná 1 ideme do steny takže sa neposúvame a ideme na začiatok
13ch		BEQ \$25,\$6,pohyb4a	Ak je riadková súradnica v reg.25 rovná 6 skoč na podprogram pre overenie, či nejdeme do steny medzi súradnicami (6,2) a (6,3).
140h		BEQ \$25,\$7,pohyb4b	Ak je riadková súradnica v reg.25 rovná 7 skoč na podprogram pre overenie, či nejdeme do steny medzi súradnicami (7,1) a (7,2).
144h		SW \$13,00b0(\$0)	Ak nejdeme do steny ulož do PÚ na adresu b0h stĺpcovú súradnicu menšiu o 1.
148h		SUBI \$26,\$26,0001	Ak nejdeme do steny v reg.26 zníž stĺpcovú súradnicu o 1.
14ch		BEQ \$0,\$0,zac	a skočíme naspäť na začiatok
...	...		
164h	pohyb4a	BEQ \$26,\$3,zac	Ak je stĺpcová súradnica v reg.26 rovná 3 ideme do steny medzi (6,2) a (6,3) takže sa neposúvame a ideme na začiatok
168h		SW \$13,00b0(\$0)	Ak nejdeme do steny ulož do PÚ na adresu b0h stĺpcovú súradnicu menšiu o 1.
16ch		SUBI \$26,\$26,0001	Ak nejdeme do steny v reg.26 zníž stĺpcovú súradnicu o 1.
170h		BEQ \$0,\$0,zac	a skočíme naspäť na začiatok
...		

188h	pohyb4b	BEQ \$26,\$2, zac	Ak je stĺpcová súradnica v reg.26 rovná 2 ideme do steny medzi (7,1) a (7,2) takže sa neposúvame a ideme na začiatok
18ch		SW \$13,00b0(\$0)	Ak nejdeme do steny ulož do PÚ na adresu b0h stĺpcovú súradnicu menšiu o 1.
190h		SUBI \$26,\$26,0001	Ak nejdeme do steny v reg.26 zníž stĺpcovú súradnicu o 1.
194h		BEQ \$0,\$0,zac	a skočíme naspäť na začiatok
...	...		
1ach	tri	BEQ \$25,\$5,pohyb3a	Ak je riadková súradnica v reg.25 rovná 5 skoč na podprogram pre overenie, či nejdeme do steny medzi súradnicami (6,1) a (5,1).
1b0h		BEQ \$25,\$7,pohyb3b	Ak je riadková súradnica v reg.25 rovná 7 skoč na podprogram pre overenie, či nejdeme do steny medzi súradnicami (8,2) a (7,2).
1b4h		BEQ \$25,\$8,pohyb3c	Ak je riadková súradnica v reg.25 rovná 8 sme na spodnom okraji bludiska skočíme na podprogram pre skontrolovanie či ideme do steny alebo sme našli východ.
1b8h		SW \$10,00a0(\$0)	Ak nejdeme do steny ulož do PÚ na adresu a0h riadkovú súradnicu väčšiu o 1.
1bch		ADDI \$25,\$25,0001	Ak nejdeme do steny v reg.25 zvýš riadkovú súradnicu o 1.
1c0h		BEQ \$0,\$0,zac	a skočíme naspäť na začiatok
...	...		
1d8h	pohyb3a	BEQ \$26,\$1, zac	Ak je stĺpcová súradnica v reg.26 rovná 1 ideme do steny medzi (6,1) a (5,1) takže sa neposúvame a ideme na začiatok
1dch		SW \$10,00a0(\$0)	Ak nejdeme do steny ulož do PÚ na adresu a0h riadkovú súradnicu väčšiu o 1.
1e0h		ADDI \$25,\$25,0001	Ak nejdeme do steny v reg.25 zvýš riadkovú súradnicu o 1.
1e4h		BEQ \$0,\$0,zac	a skočíme naspäť na začiatok
...	...		
1fch	pohyb3b	BEQ \$26,\$2, zac	Ak je stĺpcová súradnica v reg.26 rovná 2 ideme do steny medzi (8,2) a (7,2) takže sa neposúvame a ideme na začiatok
200h		SW \$10,00a0(\$0)	Ak nejdeme do steny ulož do PÚ na adresu a0h riadkovú súradnicu väčšiu o 1.
204h		ADDI \$25,\$25,0001	Ak nejdeme do steny v reg.25 zvýš riadkovú súradnicu o 1.
208h		BEQ \$0,\$0,zac	a skočíme naspäť na začiatok
...	...		
220h	Pohyb3c	BNEQ \$26,\$2, zac	Ak nie je stĺpcová súradnica v reg.26 rovná 2 nenašli sme východ a ideme do steny takže sa neposúvame a ideme na začiatok
224h		SW \$1,00c0(\$0)	Ak sa stĺpcová súradnica v reg.26 rovnala 2 našli sme východ a na adresu c0h uložíme 1h a tým skončíme program
...	...		
238h	kon	NOP	koniec programu

Zhodnotenie:

Na vytvorenie programu som použil 71 inštrukcií a princíp fungovania programu je vysvetlený v simulácii.