## 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) uchovávajte aktuálnu (a teda aj štartovaciu) riadkovú súradnicu hráča na adrese **a0h** a stĺpcovú na adrese **b0h**. Od adresy **0h** so 4-bajtovými rozostupmi (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.

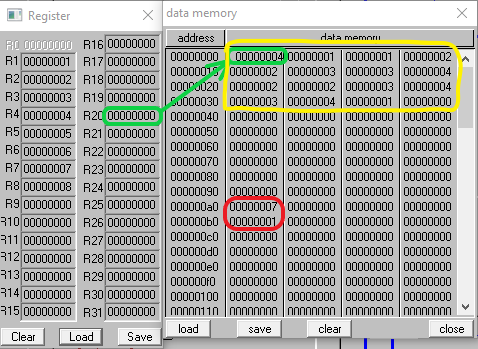
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 1h | 2h | 3h |
| 1h |  |  |  |
| 2h |  |  |  |
| 3h |  |  |  |
| 4h |  |  |  |
| 5h |  |  |  |
| 6h |  |  |  |
| 7h |  |  |  |
| 8h |  |  |  |

### 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 | ← |

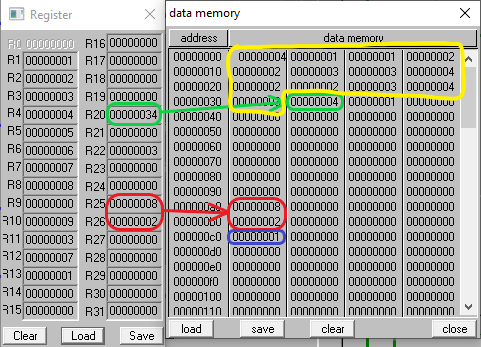
### Obsah registrov a pamäti údajov pred spustením programu



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Register | 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) |

### Riešenie

### 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 | zväčšíme 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 | styri | 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.