

VYSOKÉ UČENIE TECHNICKÉ V BRNE

FAKULTA INFORMAČNÝCH TECHNOLOGIÍ



Dokumentácia k projektu pre predmet Pokročilé asemblery
Jednoduchá hra ASMoid

Obsah

1	Úvod.....	2
2	Vytvorenie aplikácie	2
2.1	Požiadavky.....	2
2.2	Preklad	2
3	Spustenie	2
4	Princíp hry	2
4.1	Pohyb	3
4.2	Bloky	3
4.3	Bonusová lopta	3
4.4	Bonusová lopta pre plošinu	3
5	Implementácia	3
5.1	Pohyb plošiny	4
5.2	Pohyb lopty	4
5.3	Pole blokov	4
5.4	Timer	4
5.4.1	Problém s meraním času	4
5.5	Rozbitie bloku.....	4
5.6	Pseudonáhodná bonusová lopta.....	5
6	Záver.....	5
7	Referencie.....	6

1 Úvod

Hra ASMoid je jednoduchá verzia hry Arkanoid [1]. Celý zdrojový text je napísaný v asembleri s využitím OpenGL a Win32 API knižníc. Je určená pre jedného hráča, tzv. single-player.

2 Vytvorenie aplikácie

2.1 Požiadavky

Operačný systém Windows XP a novší (kvôli QPC¹), procesor s SSE inštrukčnou sadou. Podpora CUID, MMX, SSE a SSE2 je na začiatku otestovaná².

2.2 Preklad

Pre preklad zdrojového kódu na spustiteľnú aplikáciu je potrebný prekladač NASM a linker. Preklad v príkazovom riadku: `nasm -fobj asmoid.asm`

Odporúčaný linker je `alink`.

Linkovanie objektových súborov: `alink -oPE -o asmoid.exe asmoid.obj`

Výsledkom je spustiteľná verzia aplikácie.

3 Spustenie

Po spustení aplikácie sa zobrazí okno s predvolenými rozmermi 480×640. Rozmery a polohu okna môže užívateľ ľubovoľne meniť, no neodporúča sa okno zmenšovať pre dobrú hrateľnosť.

Aplikácia reaguje na klávesnicu a myš.

Spracovávané klávesy:

Space – spustenie / pozastavenie hry

Esc – ukončenie aplikácie

Myš – pohyb vľavo a vpravo mení polohu plošiny, viz. nasledujúca kapitola.

Pri spustení aplikácie je hra v režime „paused“ – pozastavená.

4 Princíp hry

Hra pozostáva z troch dôležitých prvkov.

- Plošina v spodnej časti.
- Lopta pohybujúca sa v rámci celého okna.
- 2 bonusové lopty
- Štyri polia 8 blokov v hornej časti okna.

¹ QueryPerformanceCounter

² Základ testovania bol prevzatý z kurzu Pokročilé assembly, z aplikácie WinConsole. s menšími úpravami.

4.1 Pohyb plošiny

Plošina sa pohybuje vľavo a vpravo, vždy smerom ku kurzoru myši. Maximálne polovicu šírky plošiny mimo okno aplikácie, aby aj na okraji okna mohla lopta dopadať na rôzne časti plošiny. Vzhľadom k lopte je plošina rozdelená na tretiny. Každá časť odrazí loptu istým smerom vzhľadom na smer dopadu lopty na plošinu. V strede je „neutrálna zóna“, ktorá mení len smer pohybu po osi y na opačný – smerom nahor. Zmena polohy lopty v rámci osi x sa nemení. Pri dopade na obe krajné časti plošiny je zmena špecifická pre aktuálny pohyb lopty.

4.2 Bloky

Bloky v hornej časti sú statické. Cieľom hry je rozbiť loptou čo najviac blokov. Lopta môže rozbiť blok pri náraze na jeho spodnú hranu. Potom sa lopta pokračuje v pohybe smerom nadol. Ak lopta rozbije blok zdola, odrazí sa dole. Ak narazí na dolnú hranu bloku zhora, tak pokračuje taktiež nadol.

Pri náraze lopty na bočnú stenu sa mení zložka pohybu dx na opačnú ($dx = -dx$). Pri hornej stene (príp. náraze na blok zdola) sa mení dy zložka pohybu na opačnú.

Hra má iba jednu úroveň, ktorá končí jedine prehrou hráča. Po rozbití celého spodného radu sa horné rady posunú o jednu úroveň nižšie a hore príde nový. Zároveň sa zvýši rýchlosť pohybu lopty. Rýchlosť sa bude zvyšovať len po určitú maximálnu hodnotu. V rámci jednej hry môže lopta padnúť mimo dolnú plošinu dvakrát (+ bonusové „životy“). Potom môže hráč začať odznova.

4.3 Bonusová lopta

Pri každom rozbití bloku môže spadnúť bonusová lopta oranžovej farby s pravdepodobnosťou $1/32$. V jednom momente môže byť aktívna len jedna bonusová lopta tohto typu. Pri chytení bonusovej lopty plošinou hráč získa jeden „život“, pričom maximum „životov“ je 3. V prípade, že má hráč plný „život“, získa z bonusovej lopty 3 body.

4.4 Bonusová lopta pre plošinu

Pri rozbití bloku môže spadnúť bonusová lopta zelenej farby s pravdepodobnosťou $1/8$. V jednom momente môže byť aktívna len jedna lopta tohto typu. Pri chytení bonusovej lopty plošinou sa veľkosť plošiny zdvojnásobí. Počas zväčšenej plošiny nemôže spadnúť ďalšia lopta tohto typu. Plošina je zväčšená po dobu troch odrazov hracej lopty.

5 Implementácia

Jednotlivé grafické prvky sú OpenGL geometrické objekty. Z knižnice OpenGL sú v aplikácii využité len základy a princíp práce s OpenGL tu nebude popísaný³. Lopta a ukazateľ „životov“ sú samostatné body, plošina a bloky sú štvoruholníky. Súradnice objektov sú 32-bitové reálne čísla. Na rôzne výpočty sú preto využité SSE inštrukcie (pre vyššiu rýchlosť oproti FPU koprocessoru).

³ Základ aplikácie bol prevzatý z kurzu Pokročilé assembly, z aplikácie OpenGL. Prevzaté bolo vytvorenie okna a inicializácia OpenGL a smyčka pre hry, s menšími úpravami.

5.1 Pohyb plošiny

Aktuálne súradnice kurzora myši poskytuje funkcia `GetCursorPos`. Získaná x-ová súradnicu kurzora je vzhľadom na celú obrazovku ($[0, 0]$ je ľavý horný roh). Pre správnu transformáciu do súradníc okna potrebujeme poznať polohu okna v rámci obrazovky – `GetWindowRect`. Tieto funkcie poskytujú súradnice ako 32-bitové celé čísla. Konverziu medzi celými a reálnymi číslami, potrebnými pre OpenGL súradnice, spraví SSE inštrukcia `cvtss2ss`.

5.2 Pohyb lopty

Pozícia lopty je určená jej aktuálnymi súradnicami x, y . Pohyb lopty je riadený zmenou aktuálnych súradníc o dx – zmena na osi x a dy – zmena na osi y . Hodnoty dx a dy sú 0 alebo $\pm k$. Z tohto vyplýva, že pri rozdielnych hodnotách dx a dy sa lopta pohybuje pod uhlom $\pm \pi/4$ alebo $\pm 3\pi/4$. Inak je pohyb kolmý na os x ($\pm \pi/2$).

5.3 Pole blokov

Bloky sú rozdelené do 4 radov po 8. Táto hodnota je stanovená pre jednoduchosť reprezentácie blokov v jednom 32-bitovom čísle. Hodnoty jednotlivých bitov určujú prítomnosť, resp. neprítomnosť (1 / 0) bloku. Ak je najnižší byte nula, nastane posun všetkých bitov doprava o 24 a horný bajt sa celý naplní 1.

5.4 Timer

Pre rýchlosť pohybu lopty nezávislú na frekvencii procesora sa lopta pohybuje vždy po určitom časovom kvante. Pre dostatočnú presnosť je čas meraný v mikrosekundách využitím `QueryPerformanceCounter`⁴. Pre normalizáciu výsledku na mikrosekundy potrebujeme vedieť, akú frekvenciu má `Performance counter`. Frekvencia je stála od spustenia systému, stačí ju získať pri spustení aplikácie pomocou `QueryPerformanceFrequency`. QPC a QPF sú plne funkčné od OS Windows XP [2].

5.4.1 Problém s meraním času

QPC a QPF ukladajú hodnoty do štruktúry `LARGE_INTEGER`, čo sú 2 32-bitové čísla. Na niektorých architektúrach nastal problém pri QPF⁵. Riešením je zarovnanie adresy štruktúry `LARGE_INTEGER` na 8 bajtov [3].

5.5 Rozbitie bloku

Každý riadok blokov predstavuje jeden byte v čísle reprezentujúcom bloky. y-ová súradnica určuje byte a x-ová súradnica podelená počtom bitov v 1 byte určí, ktorý bit v danom byte sa má po údere lopty nastaviť na nulu. Opäť pracujeme s reálnymi číslami. Konverziu na celé číslo môžeme spraviť funkciou `cvtss2si`. Táto konverzia má niekoľko možností (zaokrúhlenie nahor, nadol, na najbližšie číslo a odseknutie desatinnej časti). Pre požadovaný spôsob sa musí správne nastaviť 13. a 14. bit registru `MXCSR`. V tomto prípade je potrebné odseknutie desatinnej časti. Jednoduchšou variantnou pre odseknutie desatinnej časti je priamo využiť inštrukciu `cvtts2si`.

⁴ Prečo QPC a nie RDSTC - [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ee417693\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ee417693(v=vs.85).aspx)

⁵ Presné dôvody zlyhania a podmienky, za ktorých zlyhanie nastane neboli plne preskúmané z problému prístupu k rôznym architektúram.

5.6 Pseudonáhodná bonusová lopta

Pre výpočet náhodného čísla je použitý jednoduchý princíp. Keďže máme uložený posledný meraný čas (čas je meraný častejšie než náhodné spustenie lopty a v rôznych intervaloch), vypočítame modulo 2^N a výsledok porovnáme s číslom k ($0 \leq k < 2^N$). Pre zjednodušenie výpočtu je rozsah pre náhodné číslo N -tá mocnina 2. Pre modulo 2^N teda nemusíme použiť náročné delenie, stačí maska dolných N bitov.

6 Záver

Táto aplikácia využíva rôzne znalosti získané z predmetov Asemblery a Pokročilé asemblery. Z SSE inštrukcií sa tu využíva len ich možnosť použitia pre skalárne hodnoty. Napriek tomu je to najvýhodnejšie riešenie. Cieľom projektu taktiež bolo vyskúšať si aj SSE, napriek voľbe zadania „Aplikácia v asembleri“, ktorá SSE nevyžaduje. V porovnaní s originálnou verziou hry Arkanoid by si aplikácia vyžadovala ešte veľa úprav, napríklad lepšiu interakciu lopty a blokov, mnohé bonusové lopty atď. Náročnosť hry je aktuálne možno nízka, ale na zlepšenie by bola potrebná veľká spätná väzba užívateľov.

7 Referencie

- [1] Wikipedia, 13 12 2015. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Arkanoid>.
- [2] Microsfot, 13 12 2015. [Online]. Available: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms644904\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms644904(v=vs.85).aspx).
- [3] B. Moore, 13 12 2015. [Online]. Available: <http://bobmoore.mvps.org/Win32/w32tip75.htm>.