

Video game performance analysis on selected operating systems

Analiza wydajności gier komputerowych na wybranych systemach operacyjnych

Agata Wrześniewska*, Maria Skublewska-Paszkowska

Department of Computer Science, Lublin University of Technology, Nadbystrzycka 36B, 20-618 Lublin, Poland

Abstract

The video game industry is currently one of the most dominant in IT. Unfortunately, developers rarely focus on maintaining older games, which often leads to the inability to launch them on newer systems. The aim of the paper is the video game performance analysis on selected operating systems. The analysis was performed on the first three installations of The Sims series, published in the first decade of the 21st century, on a computer with Windows XP as the operating system and another with Windows 10 as the operating system. For the performance analysis three hardware monitoring programs were used: Open Hardware Monitor, MSI Afterburner and Windows Performance Monitor. In addition, all tested games were compared visually in order to determine whether their appearance and available graphic options are the same on both systems. Results have shown, that despite lower system load in all games on the computer with Windows 10 there are some graphical anomalies not present on the older operating system.

Keywords: video games; operating system; performance analysis; The Sims

Streszczenie

Rynek gier komputerowych jest obecnie jednym z najbardziej dominujących w całym przemyśle informatycznym. Niestety nie zawsze producenci skupiają się na konserwacji starszych produkcji, co często uniemożliwia ich uruchomienie na nowszych systemach. Celem artykułu jest analiza wydajności gier komputerowych na wybranych systemach operacyjnych. Analizie poddano wydajność trzech pierwszych gier serii The Sims, wydanych w pierwszej dekadzie XXI wieku, na konfiguracji sprzętowej z systemem Windows XP oraz na drugiej z systemem Windows 10. Do wykonania badań wykorzystano trzy programy pozwalające na monitorowanie wydajności systemu oraz stanu jego podzespołów: Open Hardware Monitor, MSI Afterburner oraz Monitor Wydajności systemu Windows. Dodatkowo badane gry zostały również porównane pod kątem graficznym w celu stwierdzenia, czy ich wygląd oraz dostępne opcje dostosowania grafiki pozostaną niezmiennie w obu konfiguracjach. Analiza wyników wykazała, iż pomimo mniejszego obciążenia systemu nowszego w przypadku każdej z gier, pojawiały się w nich pewnie anomalie graficzne nieobecne na starszym systemie.

Słowa kluczowe: gry komputerowe; system operacyjny; analiza wydajności; The Sims

*Corresponding author

Email address: agata.wrzesniewska@pollub.edu.pl (A. Wrześniewska)

©Published under Creative Common License (CC BY-SA v4.0)

1. Wstęp

Rynek gier komputerowych jest obecnie jednym z najbardziej dominujących w całym przemyśle informatycznym. Dynamiczny rozwój technologii, który można było zaobserwować przez ostatnie dwadzieścia lat, przyczynił się do umocnienia pozycji gier nie tylko jako formy rozrywki, ale również nieodłącznej części kultury. Można jednak zauważyć, że o ile gry często są traktowane jako forma sztuki [1], wielu ich producentów nie przykładają się do konserwacji starszych produkcji, często uniemożliwiając ich uruchomienie na nowszych systemach. Dostępne na rynku starsze gry mogą być również wprowadzane do sprzedaży bez ich wcześniejszego dostosowania do nowszych komputerów, powodując przez to błędy graficzne oraz spadki wydajności.

Różnice generacyjne między komputerami z pierwszej dekady XXI wieku a dzisiejszymi są znaczne. Maksymalna ilość obsługiwanej pamięci RAM w 32-bitowych systemach Windows XP Home Edition wyno-

siła tylko 4GB, w przypadku systemu Windows 10 Home jest to już 128GB [2]. Zwiększyła się ilość rdzeni w procesorach, a także liczba pamięci wideo w kartach graficznych. Wszystkie te aspekty przyczyniły się do powstawania bardziej wymagających gier komputerowych oraz generowania bardziej złożonych obrazów 3D. Pojawiać się mogą jednak problemy związane z kompatybilnością. Nowe karty graficzne mogą być nierozpoznawane, zbyt duża ilość pamięci RAM wychodzi poza wartości akceptowalne, co może przyczynić się do znacznego pogorszenia działania danych gier.

Celem niniejszej pracy jest analiza wydajności wybranych gier z pierwszej dekady XXI wieku na konfiguracjach systemowych dedykowanych dla badanych gier oraz współczesnych, a także ich porównanie pod względem graficznym.

2. Przegląd literatury

Pełne przejście do środowisk 64-bitowych niosło ze sobą wiele problemów w związku z czym pierwszym

wprowadzonym do powszechnego użytku systemem 64-bitowym był dopiero Windows XP Professional z 2005 roku [3]. Kod, który na jednej platformie był jak najbardziej bezpieczny, na drugiej może stać się wrażliwy (np. przez zmiany długości liczb całkowitych) [4].

Oprócz zmian w platformach systemowych rozwój technologiczny dotyczył również podzespołów komputerowych, w tym istotnych do badań kart graficznych. Pomimo przewidywań, że dynamiczny rozwój kart graficznych zwolni w drugiej dekadzie XXI wieku oraz że większość z urządzeń będzie korzystać ze zintegrowanych rozwiązań do przetwarzania grafiki [5], obecnie karty graficzne są wykorzystywane w wielu dziedzinach, nie tylko naukowych. Powszechnie stosowane jest przetwarzanie danych za pomocą GPU (ang. GPU computing). Pojęcie to przybliżają autorzy artykułu zatytułowanego „GPU Computing” [6]. Ciągły rozwój kart graficznych jest również często motywowany dążeniem do osiągnięcia realizmu wizualnego w np. grach komputerowych, których rynek jest kluczowy w procesie rozwoju GPU [7].

Badania dotyczące gier komputerowych obecnie są coraz liczniejsze. Zainteresowanie pojęciem chociażby interakcji między graczem a grą zaczęło wzrastać w pierwszej dekadzie XXI wieku [8]. W jednym ze znalezionych artykułów autorzy przeprowadzili internetową ankietę dotyczącą nawyków, preferencji oraz doświadczeń użytkowników podczas grania w gry komputerowe [9]. Wyniki ankiety pozwoliły autorom stwierdzić, że na czas spędzany przy grach wpływają głównie doświadczenia graczy z daną grą. W kolejnym artykule autorzy skupili się na pojęciu interakcji człowiek-komputer (HCI, ang. Human-computer interaction) w kontekście gier komputerowych i jak różni się ono od standardowych interakcji ze zwykłym oprogramowaniem [10]. Autorzy podkreślają, że gry komputerowe są tworzone z predefiniowanymi aktywnościami, które mają za zadanie wykonywać użytkownicy, w przeciwieństwie do programów tworzonych z myślą o zadaniach definiowanych przez użytkowników.

Gry komputerowe jako medium wymagają odmiennego podejścia do testów niż to stosowane powszechnie przy innym oprogramowaniu. W jednym z artykułów wspomniano o tym, że profesjonalści są często niechętni do używania np. testów automatycznych w grach ze względu na ciągłe zmiany w procesie ich wytwarzania w kwestii wymagań oraz projektowania [11]. Podobne wnioski wyciągnęli autorzy artykułu zatytułowanego „Towards Automated Video Game Testing: Still a Long Way to Go” [12]. Ze znalezionych artykułów wynika, że testy gier powinny łączyć ze sobą aspekty techniczne, kreatywne oraz artystyczne [13]. W kolejnym artykule z wywiadów z siedmioma zespołami wytwarzającymi gry komputerowe wynikało, że głównymi elementami, na których twórcy skupiają się przy testach, jest zawartość gry oraz doświadczenie użytkownika (ang. user experience), a nie wydajność czy niezawodność [14]. Błędy graficzne oraz wydajnościowe mogą jednak również negatywnie wpływać na doświadczenie użyt-

kownika, szczególnie jeśli bezpośrednio szkodzą płynności rozgrywki.

Rodzaje błędów występujących w grach komputerowych przybliży artykuł „What went wrong: A taxonomy of video game bugs” [15]. Kategorie błędów dotyczyły m.in. błędnie wczytywanych zasobów graficznych. Jednym z przykładowych rozwiązań służących do odnajdywania tego typu błędów jest debugowanie gier komputerowych w trakcie ich działania (ang. runtime monitoring) [16]. Każda gra oparta jest na tzw. „pętli gry” (ang. „game loop”), którą można użyć w procesie testowania, edytując, przy pomocy kodu, jej parametry podczas trwania rozgrywki.

Porównania wydajnościowe oraz obciążeniowe gier komputerowych pojawiły się w kilku znalezionych artykułach. W jednym z nich autorzy skupili się głównie na charakterystykach obciążeniowych kilku wybranych przez nich gier 3D [17]. Zastosowali do tego testy obciążeniowe, istotne w procesie wytwarzania oprogramowania [18]. W kolejnym artykule wykonano podobne porównanie, tym razem pod kątem wydajności silników gier wideo Unity oraz CryEngine [19]. Jeden z artykułów przedstawiał również przykład użycia programu 3DMark podczas testowania wydajności gier 3D [20]. Autorzy artykułu sprawdzili, w jaki sposób będą zmieniać się wartości przy różnej liczbie rdzeni procesora, różnej częstotliwości taktowania procesora, różnej liczbie GPU oraz różnej liczbie wspieranych wątków. Otrzymane wyniki pozwoliły na wywnioskowanie, że gry 3D zyskują na wydajności przy większej liczbie rdzeni procesora w przeciwieństwie do jedynie większego taktowania przy np. jednym rdzeniu.

Do mierzenia wydajności oraz obciążenia systemu wykorzystywane jest zazwyczaj oprogramowanie monitorujące stan podzespołów komputera. Przykład ich wykorzystania opisany został w artykule „The basics of performance-monitoring hardware” [21]. Autor pisze o dwóch podejściach do profilowania wydajności: opartej na czasie (time-based profiles) oraz na zdarzeniach (event-based profiles). Pierwsza z nich przerywa działanie aplikacji w wyznaczonych odstępach czasu oraz zapisuje dane z jej działania. Druga przerywa działanie programu po wykonaniu określonej liczby zdarzeń. W niniejszej pracy wykorzystano podejście podobne do opisanego przez autora profilowania wydajności opartego na czasie. Pomiarów parametrów podzespołów komputera były również wykonywane w określonych odstępach czasu z tą różnicą, że działanie gier w trakcie wykonywania pomiaru nie było przerywane.

Przegląd artykułów wykazał, że do tej pory nie przeprowadzono badań dotyczących analizy wydajności gier komputerowych na różnych systemach operacyjnych, dlatego też zdecydowano się poddać tę tematykę analizie. Sformułowano następujące hipotezy badawcze: H1: Obciążenie starszego systemu podczas uruchomienia gry jest większe niż obciążenie nowego systemu.

H2: Badane gry są bardziej podatne na wystąpienie błędów graficznych na nowszych systemach.

3. Metodyka badań

3.1. Narzędzia

Do analizy wydajności i obciążenia systemu podczas uruchomienia gry oraz w stanie beczynnym zostaną wykorzystane trzy narzędzia:

1. Open Hardware Monitor - otwartoźródłowy program do monitorowania stanu podzespołów komputerowych,
2. Monitor Wydajności systemu Windows – wbudowane narzędzie systemu Windows, pozwalające na monitorowanie stanu systemu,
3. MSI Afterburner – narzędzie firmy MSI, głównie wykorzystywane do monitorowania stanu karty graficznej, umożliwia dodatekowi wyświetlanie nakładki z aktualnymi parametrami podzespołów komputera podczas uruchomienia gry.

Wszystkie trzy z wymienionych narzędzi posiadają wersję na systemy 32- i 64-bitowe oraz oferują opcję zapisu danych w ustalonych odstępach czasowych do pliku .csv bądź pliku o podobnym formacie danych (np. .hml).

3.2. Badana seria gier

The Sims jest serią gier z gatunku symulatorów życia [22]. Główna rozgrywka polega na zarządzaniu parcelami, zamieszkałymi przez „simów”, czyli wirtualnych ludzi. Każda z gier posiada przynajmniej jedno otoczenie z domyślnym zestawem zamieszkałych bądź pustych parcel, który można rozszerzać. Na parcelach gracz ma do wyboru szereg obiektów, z którymi „simowie” są w stanie wchodzić w interakcję. Głównym celem gry jest spełnianie potrzeb mieszkańców parcel oraz rozwój ich umiejętności.

3.3. Pomiary

Pomiary były przeprowadzane przez pół godziny w odstępach 30 sekund dla większego obciążenia (podczas wykonywania czynności w grze) oraz minuty dla mniejszego obciążenia (gra w stanie beczynnym oraz komputer w stanie beczynnym bez uruchomionej gry). Do wykonania pomiarów użyto narzędzi opisanych w sekcji 3.1, każde z nich zostało skonfigurowane, aby zapisywać do pliku .csv (bądź .hml w przypadku narzędzia MSI Afterburner, plik .hml ma strukturę analogiczną do pliku .csv) wartość danego parametru komputera w ustalonych wcześniej odstępach. Mierzone będą:

- temperatura procesora,
- temperatura karty graficznej,
- obciążenie procesora,
- zużycie pamięci RAM,
- zużycie pamięci VRAM.

Tabela 1: Specyfikacja komputera starszego

Procesor	Intel Core 2 Duo E8200 @2,66GHz
Karta graficzna	NVIDIA GeForce 8600 GT 512MB VRAM
Pamięć RAM	3,25GB

System operacyjny	Windows XP Home Edition 32-bit (Service Pack 3)
Wersja DirectX	9.0
Wersja .NET	4.0

Analizie poddane będą trzy pierwsze części serii The Sims (wydane odpowiednio w 2000, 2004 i 2009 roku), uruchamiane na systemach Windows 10 (64-bitowy) na nowszej konfiguracji sprzętowej oraz Windows XP (32-bitowy) na starszej konfiguracji sprzętowej. W tabelach 1 i 2 przedstawiono specyfikację każdej z konfiguracji sprzętowych.

Tabela 2: Specyfikacja komputera nowszego

Procesor	Intel Core i5 7600K @3,80GHz
Karta graficzna	NVIDIA GeForce GTX 1050Ti 4GB VRAM
Pamięć RAM	16GB
System operacyjny	Windows 10 Home 64-bit (22H2)
Wersja DirectX	12.0
Wersja .NET	4.8

4. Wyniki

4.1. Porównanie wydajnościowe

Za stan beczynny w grze przyjęto pozostawienie uruchomionej gry bez wykonywania żadnych czynności po załadowaniu głównego miejsca rozgrywki – w przypadku badanej serii było to załadowanie otoczenia, z którego można było przejść do stanu aktywnego. Za stan aktywny przyjęto wykonywanie czynności w grze na zajętych parcelach. Pomiary wykazały, że stan aktywny i beczynny w grach obciążają system na podobnym poziomie, dlatego w dalszej części pracy analizie poddane zostaną jedynie wyniki dla stanu aktywnego.

4.1.1. Stan beczynny

W tabeli 3 przedstawiono średnie wartości mierzonych parametrów dla odpowiednio komputera w starszej konfiguracji sprzętowej z systemem Windows XP oraz dla komputera w nowszej konfiguracji sprzętowej z systemem Windows 10.

Tabela 3: Średnia oraz odchylenie standardowe, poszczególnych parametrów w stanie beczynnym komputera z Windowsem XP oraz Windowsem 10

Parametr	Win XP		Win 10	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Temperatura procesora [°C]	42,00	1,39	30,59	1,56
Temperatura karty graficznej [°C]	49,59	0,61	26,97	0,18
Obciążenie procesora [%]	0,05	0,07	3,76	2,07
Zużycie pamięci RAM [MB]	533,72	1,30	3831,56	55,20
Zużycie pamięci VRAM [MB]	1,34	0,00	380,55	1,96

Temperatury procesora oraz karty graficznej są w przypadku Windowsa XP prawie dwukrotnie wyższe. Windows 10 natomiast posiada bardziej obciążający

interfejs graficzny zużywając ok. 9% całkowitej pamięci VRAM karty w porównaniu do ok. 0,3% pamięci zużywanej przez system Windows XP. Obciążenie procesora w przypadku systemu nowszego było nieznacznie większe.

4.1.2. Starsza konfiguracja sprzętowa

W tabeli 4 przedstawiono wyniki pomiarów dla gry The Sims w stanie aktywnym.

Tabela 4: Windows XP stan aktywny – The Sims

Parametr	Średnia	Odchylenie std.
Temperatura procesora [°C]	63,43	1,35
Temperatura karty graficznej [°C]	49,00	0,00
Obciążenie procesora [%]	50,43	0,13
Zużycie pamięci RAM [MB]	857,95	0,68
Zużycie pamięci VRAM [MB]	2,84	0,00

Zużycie pamięci VRAM w tym przypadku było stałe i wynosiło mniej niż 1% całkowitej pamięci VRAM karty graficznej, dlatego stwierdzono, że jest to gra głównie obciążająca procesor. Wynika to z faktu, iż jest to gra korzystająca z modeli 3D jedynie przy postaciach, otoczenie oraz obiekty natomiast nie są renderowane w czasie rzeczywistym przez procesor/kartę graficzną, a tworzone techniką tzw. pre-renderingu (zasoby tworzone są wcześniej, natomiast podczas gry są odtwarzane jak np. plik wideo).

W tabeli 5 przedstawiono wyniki pomiarów dla gry The Sims 2. Można zauważyć znaczny wzrost wykorzystanej pamięci VRAM, w tym przypadku jest to już ponad 20%. W odróżnieniu od The Sims jest to gra, która korzysta z grafiki 3D w pełni również do renderowania obiektów oraz otoczenia, stąd do przetwarzania grafiki w znacznej części wykorzystuje kartę graficzną. Wzrosła również ilość wykorzystywanej pamięci RAM (różnica ok. 500MB). Obciążenie procesora natomiast pozostawało na podobnym poziomie ok. 50%.

Tabela 5: Windows XP stan aktywny – The Sims 2

Parametr	Średnia	Odchylenie std.
Temperatura procesora [°C]	60,07	4,92
Temperatura karty graficznej [°C]	51,44	2,05
Obciążenie procesora [%]	50,50	8,89
Zużycie pamięci RAM [MB]	1320,66	171,40
Zużycie pamięci VRAM [MB]	146,95	45,01

Znaczne różnice w obciążeniu systemu można zauważyć porównując dwie pierwsze gry z trzecią, które wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 6. W tym przypadku wykorzystywana pamięć VRAM jest o ok.

200MB wyższa od wartości osiągananej w przypadku gry The Sims 2, a obciążenie procesora wynosi aż 70%. Wynika to z faktu, iż w grze The Sims 3 po raz pierwszy pojawia się otwarte otoczenie (wszystkie parcele oraz obiekty renderowane są jednocześnie w czasie rzeczywistym bez ekranów ładowania) w przeciwieństwie do poprzednich części, gdzie jednocześnie w pełni renderowana była tylko jedna parcela.

Tabela 6: Windows XP stan aktywny – The Sims 3

Parametr	Średnia	Odchylenie std.
Temperatura procesora [°C]	66,11	1,82
Temperatura karty graficznej [°C]	65,72	0,86
Obciążenie procesora [%]	70,67	4,66
Zużycie pamięci RAM [MB]	1607,49	122,01
Zużycie pamięci VRAM [MB]	266,12	47,27

4.1.3. Nowsza konfiguracja sprzętowa

W tabeli 7 przedstawiono wyniki pomiarów dla gry The Sims w stanie aktywnym. Zużycie pamięci VRAM w tym przypadku wynosi ok. 7% całkowitej pamięci VRAM karty graficznej, co oznacza, że nastąpił spadek zużycia pamięci VRAM od stanu bezczynnego (różnica ok. 92MB). Porównując ze sobą część procentową całkowitej dostępnej pamięci RAM jaką stanowił przyrost pamięci od stanu bezczynnego komputera do stanu aktywnego gry (czyli faktyczna ilość pamięci RAM, jaką zużywała każda z gier) można zauważyć, że w przypadku nowszego systemu są to wartości mniejsze niż w przypadku systemu starszego. Oznacza to, że system Windows 10 jest obciążany przez badane gry zdecydowanie mniej niż system Windows XP mimo większego przyrostu zużycia pamięci RAM (1161MB na nowszym systemie w porównaniu do 324MB na starszym). Dla starszego systemu ilość wykorzystywanej pamięci RAM wzrosła o ok. 9%, w przypadku nowszego było to ok. 7% wartości całkowitej pamięci RAM komputera.

Tabela 7: Windows 10 stan aktywny – The Sims

Parametr	Średnia	Odchylenie std.
Temperatura procesora [°C]	38,51	2,51
Temperatura karty graficznej [°C]	28,97	0,58
Obciążenie procesora [%]	16,61	2,39
Zużycie pamięci RAM [MB]	4993,10	18,85
Zużycie pamięci VRAM [MB]	288,26	0,00

W tabeli 8 przedstawiono wyniki pomiarów dla gry The Sims 2. Można zauważyć, że w tym przypadku obciążenie procesora nie pozostaje już na tym samym poziomie, co przy grze The Sims, ale wzrasta z 16,61%

do 27,71%. Pomimo wartościowo większego zużycia pamięci VRAM niż na starszym systemie, przyrost w porównaniu do stanu bezczynnego stanowi mniejszą część całkowitej pamięci VRAM niż w przypadku systemu Windows XP (poprzednio było to ok. 29% z wartością 145MB, tym razem jest to tylko ok. 5% z wartością 209MB). Wzrost pamięci RAM również stanowi mniejszą część całkowitej pamięci RAM (ok. 16% z wartością 2662MB w porównaniu do 24% przy systemie Windows XP z wartością 786MB).

Tabela 8: Windows 10 stan aktywny – The Sims 2

Parametr	Średnia	Odchylenie std.
Temperatura procesora [°C]	41,84	3,60
Temperatura karty graficznej [°C]	31,87	0,97
Obciążenie procesora [%]	27,71	5,21
Zużycie pamięci RAM [MB]	6494,41	98,79
Zużycie pamięci VRAM [MB]	589,95	32,48

W tabeli 9 przedstawiono wyniki dla gry The Sims 3. Można zauważyć, że pomimo większego obciążenia procesora oraz wyższych temperatur, The Sims 3 na systemie Windows 10 zużywa średnio mniej zasobów pamięciowych niż The Sims 2. Jest to więc sytuacja odwrotna niż w przypadku systemu Windows XP, gdzie wszystkie wartości wzrastały w każdej kolejnej grze. Tak jak poprzednio, przyrost zużycia pamięci RAM oraz VRAM jest procentowo mniejszy niż w przypadku analogicznym na starszej konfiguracji sprzętowej. W tym wypadku przyrost pamięci RAM stanowi ok. 13% całkowitej pamięci RAM komputera (2175MB) a w przypadku komputera starszego było to 33% (1073MB). Przyrost pamięci VRAM natomiast oprócz stanowienia procentowo mniejszej części całkowitej pamięci VRAM karty graficznej (ok. 3% w porównaniu do 51% na systemie Windows XP) jest również wartością mniejszą niż w przypadku starszego systemu (różnica ok. 130MB, dla systemu Windows 10 było to średnio 137MB, dla systemu Windows XP – 264MB).

Tabela 9: Windows 10 stan aktywny – The Sims 3

Parametr	Średnia	Odchylenie std.
Temperatura procesora [°C]	45,46	1,51
Temperatura karty graficznej [°C]	38,46	0,83
Obciążenie procesora [%]	51,49	1,64
Zużycie pamięci RAM [MB]	6007,02	68,26
Zużycie pamięci VRAM [MB]	518,31	22,81

4.2. Analiza graficzna

Każda z badanych gier testowana była z domyślnymi ustawieniami graficznymi dla danego komputera. Na

Rysunku 1 przedstawiony został wygląd oraz ustawienia domyślne gry The Sims 2 na komputerze z systemem Windows XP. Wszystkie opcje graficzne są dostępne do modyfikacji, gra oferuje np. kilka możliwych do wyboru rozdzielczości, ustawienia cieni bądź antyaliasingu. Przy większości z opcji domyślne ustawienia były najwyższe z możliwych.

Na Rysunku 2 przedstawiony został wygląd oraz ustawienia domyślne gry The Sims 2 na komputerze z systemem Windows 10. Czarne prostokąty na ziemi, widoczne na rysunku, to błędnie renderowane cienie. Jediną opcją graficzną, która naprawiła problem było całkowite wyłączenie cieni. Domyślne ustawiona została rozdzielczość 800x600 bez możliwości jej dostosowania. Pomimo tego, że podobnie jak na komputerze z systemem Windows XP większość opcji została ustawiona na najwyższą wartość można zauważyć, że oprócz braku dodatkowych rozdzielczości nie jest możliwe również sterowanie antyaliasingiem.



Rysunek 1: Poprawny wygląd cieni w grze The Sims 2 na systemie Windows XP.



Rysunek 2: Uszkodzone cienie w grze The Sims 2 na systemie Windows 10.

W przypadku gry The Sims grafika uszkadza się w specyficznych warunkach. Na Rysunku 3 przedstawiony został poprawny, domyślny wygląd fragmentu otoczenia gry na komputerze z systemem Windows 10.



Rysunek 3: Grafika przed minimalizacją gry The Sims na komputerze z systemem Windows 10.

Po minimalizacji okna z grą następuje deformacja m.in. czcionki oraz palety kolorów wyświetlonego okna, widoczna na Rysunku 4.



Rysunek 4: Grafika po minimalizacji gry The Sims na komputerze z systemem Windows 10.

Oprócz widocznych błędów w wyświetlaniu grafiki gracz nie jest w stanie wykonać żadnej czynności, przestaje działać przycisk wyjścia z gry, a po wejściu w menadżer zadań gra sama się wyłącza.



Rysunek 5: Komunikat o nierozpoznanej karcie graficznej w grze The Sims 3 na komputerze z systemem Windows 10.

Gra The Sims 3 okazała się być najmniej problematyczną pod względem graficznym ze wszystkich badanych gier. Pomimo nielicznych błędów (np. komunikat o nierozpoznanej karcie graficznej, widoczny na Rysunku 5) gracz jest w stanie dostosować wszystkie oferowane przez grę opcje graficzne na wartości maksymalne, nawet jeśli domyślnie, w związku z niewykrywaną kartą graficzną, niektóre z opcji są ustawione na najniższe.

5. Dyskusja

Porównując ze sobą wyniki uzyskane w obu konfiguracjach sprzętowych można zauważyć pewne zależności. Jedną z nich jest fakt, iż na komputerze z systemem Windows XP im nowsza była testowana gra, tym więcej zasobów zużywała i bardziej obciążała procesor. W przypadku komputera z systemem Windows 10 zależność ta występuje jedynie częściowo, ponieważ dla gry The Sims 2 pomimo mniejszego procentowego obciążenia procesora niż przy grze nowszej i bardziej wymagającej graficznie, zużywa ona więcej pamięci VRAM oraz RAM niż gra The Sims 3. Może to świadczyć o występowaniu pewnych problemów w zakresie optymalizacji gry na nowszych systemach operacyjnych.

Jak wspomniano w sekcji 4, wartości temperatury w konfiguracji sprzętowej z systemem Windows 10 były w każdym z testowanych przypadków o połowę mniejsze niż przy systemie Windows XP. W obu przypadkach, według strony producenta [23], były to jednak temperatury mieszczące się w granicach temperatur dopuszczalnych dla danego procesora.

W przypadku obciążenia procesora można zauważyć, że dla systemu Windows 10 wartości procentowego obciążenia były mniejsze niż dla systemu Windows XP. Patrząc na zużycie zasobów pamięci VRAM oraz RAM widać, że gry uruchamiane na nowszym systemie zużywają więcej zasobów niż na starszym. Porównując jednak przyrost tych wartości od stanu beczynnego komputera, można zauważyć, że przyrost ten stanowi w każdym z przypadków mniejszą część całkowitej pamięci RAM oraz VRAM niż dla systemu starszego.

Porównanie pod względem graficznym badanych gier wykazało szereg problemów pojawiających się jedynie na konfiguracji sprzętowej z systemem Windows 10. Najgorzej z testowanych gier wypadła gra The Sims 2. Oprócz błędnie renderowanych cieni, zablokowane były również niektóre opcje graficzne w ustawieniach jak chociażby sterowanie antyaliasingiem oraz zmiana rozdzielczości. Dla gry The Sims błędne wyświetlenie interfejsu pojawiało się po minimalizacji gry. Gra przestawała być wtedy również responsywna. W grze The Sims 3 pojawiał się komunikat o nierozpoznanej karcie graficznej, fakt ten powodował ustawienie niższych domyślnych opcji graficznych niż w przypadku konfiguracji sprzętowej z systemem Windows XP. W przeciwieństwie jednak do gry The Sims 2 żadna z opcji graficznych nie była zablokowana i mogły być one przestawione na wyższe wartości.

Na podstawie uzyskanych wyników (Tabele 3-9) można stwierdzić, iż pierwsza hipoteza dotycząca więk-

szego obciążenia systemu starszego została potwierdzona. Jak wspomniano wcześniej, pomimo zużywania większych zasobów pamięciowych przyrost tych wartości w porównaniu do stanu bezczynnego stanowi mniejszą część całkowitej pamięci RAM/VRAM niż w przypadku systemu Windows XP. Procentowe obciążenie procesora jest zdecydowanie mniejsze, a osiągnięte przez procesor oraz kartę graficzną temperatury są niższe.

Odnosząc się do sekcji 4.2 można zauważyć, że na systemie Windows 10 pojawiały się błędy graficzne nieobecne na systemie Windows XP. Porównując ze sobą rysunki 1 i 2 dotyczące gry The Sims 2 wyraźnie widać, że na nowszym systemie oprócz zablokowanych opcji sterowania grafiką pojawiają się również uszkodzone cienie. Problemy związane z grafiką pojawiają się również w przypadku gry The Sims (Rysunek 4), w przypadku gry The Sims 3 dotyczą głównie nierozpoznania karty graficznej (Rysunek 5). Na podstawie wyżej wymienionych obserwacji można stwierdzić, że hipoteza druga dotycząca większej podatności nowszych systemów na błędy graficzne została również potwierdzona.

6. Podsumowanie

Celem niniejszej pracy było zbadanie oraz analiza wydajności wybranych gier z początkowej dekady XXI wieku na konfiguracjach systemowych dedykowanych (system Windows XP) oraz współczesnych (system Windows 10), a także ich porównanie graficzne. Do realizacji założonego celu wykorzystano trzy programy monitorujące stan podzespołów komputera oraz jego obciążenie, a badaniom poddano trzy pierwsze części serii gier The Sims.

Otrzymane wyniki pozwoliły na stwierdzenie, że pomimo większego obciążenia systemu w starszej konfiguracji systemowej, w konfiguracji współczesnej pojawiają się błędy graficzne, które mogą powodować utrudnienia w rozgrywce a nawet jej przerwanie. Może to wynikać z braku optymalizacji starszych gier pod kątem systemów z późniejszych generacji, co ostatecznie może doprowadzić do braku możliwości ich uruchomienia na coraz nowszych systemach.

W pracy skupiono się głównie na analizie wydajności przy domyślnych ustawieniach graficznych, więc analiza wpływu zmiany ustawień graficznych na wydajność oraz działanie gier mogłaby być przedmiotem dalszych badań. Dodatkowo analizie mogłyby być poddane gry z innych gatunków niż użyte na potrzeby artykułu symulatory życia. Ciekawą mogłaby okazać się analiza gier z gatunku roguelike, w którym każde nowe pomieszczenie w grze jest generowane losowo.

Literatura

- [1] J. R. Parker, Games are art: Video games as theatrical performance, IEEE Consumer Electronics Society's International Games Innovations Conference (2013) 203-208, <https://doi.org/10.1109/igic.2013.6659148>.
- [2] Limity pamięci systemów operacyjnych Windows i Windows Server, <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/memory/memory-limits-for-windows-releases>, [05.05.2023].
- [3] J. R. Mashey, The long road to 64 bits, ACM Queue 4(8) (2006) 24-35, <https://doi.org/10.1145/1165754.1165766>.
- [4] C. Wressnegger, F. Yamaguchi, A. Maier, K. Rieck, Twice the bits, twice the trouble: Vulnerabilities induced by migrating to 64-bit platforms, Proceedings of the ACM Conference on Computer and Communications Security (2016) 541-552, <https://doi.org/10.1145/2976749.2978403>.
- [5] M. Doggett, Texture Caches, IEEE Micro 32(3) (2012) 136-141, <https://doi.org/10.1109/mm.2012.44>.
- [6] J. D. Owens, M. Houston, D. Luebke, S. Green, J. E. Stone, J. C. Phillips, GPU computing, Proceedings of the IEEE 96(5) (2008) 879-899, <https://doi.org/10.1109/jproc.2008.917757>.
- [7] D. Blythe, Rise of the Graphics Processor, Proceedings of the IEEE 96(5)(2008) 761-778, <https://doi.org/10.1109/jproc.2008.917718>.
- [8] L. Caroux, K. Isbister, L. L. Bigot, N. Vibert, Player-video game interaction: A systematic review of current concepts, Computers in Human Behavior 48 (2015) 366-381, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.01.066>.
- [9] D. Johnson, J. Gardner, P. Sweetser, Motivations for videogame play: Predictors of time spent playing, Computers in Human Behavior 63 (2016) 805-812, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.06.028>.
- [10] P. Barr, J. Noble, R. Biddle, Video game values: Human-computer interaction and games, Interacting with Computers 19(2) (2007) 180-195, <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2006.08.008>.
- [11] R. E. S. Santos, C. V. C. Magalhes, L. F. Capretz, J. S. Correia-Neto, F. Q. B. Da Silva, A. Saher, Computer games are serious business and so is their quality: Particularities of software testing in game development from the perspective of practitioners, Proceedings of the 12th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (2018) 1-10, <https://doi.org/10.1145/3239235.3268923>.
- [12] C. Politowski, Y. G. Guéhéneuc, F. Petrillo, Towards automated video game testing, Proceedings of the 6th International ICSE Workshop on Games and Software Engineering: Engineering Fun, Inspiration, and Motivation (2022) 37-43, <https://doi.org/10.1145/3524494.3527627>.
- [13] F. T. Tschang, Videogames as Interactive Experiential Products and their Manner of Development, International Journal of Innovation Management 09(01) (2005) 103-131, <https://doi.org/10.1142/s1363919605001198>.
- [14] J. Kasurinen, K. Smolander, What do game developers test in their products? Proceedings of the 8th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement - ESEM '14 (2014) 1-10, <https://doi.org/10.1145/2652524.2652525>.
- [15] C. Lewis, J. Whitehead, N. Wardrip-Fruin, What went wrong: A taxonomy of video game bugs, Proceedings of the 5th International Conference on the Foundations of Digital Games (2010) 108-115, <https://doi.org/10.1145/1822348.1822363>.
- [16] S. Varvaressos, K. L. Lavoie, S. Gaboury, S. Hallé, Automated Bug Finding in Video Games: A case study

- for runtime monitoring, *Computers in Entertainment* 15(1) (2017) 1–28, <https://doi.org/10.1145/2700529>.
- [17] J. Roca, V. Moya, C. Gonzalez, C. Solis, A. Fernandez, R. Espasa, Workload Characterization of 3D Games, *IEEE International Symposium on Workload Characterization* (2006) 17-26, <https://doi.org/10.1109/iiswc.2006.302726>.
- [18] H. AlGhamdi, C. Bezemer, W. Shang, A. E. Hassan, P. Flora, Towards reducing the time needed for load testing, *Journal of Software* 35(3) (2020) 1-17, <https://doi.org/10.1002/smr.2276>.
- [19] H. Żukowski, Comparison of 3D games' efficiency with use of CRYENGINE and Unity game engines, *Journal of Computer Sciences Institute* 13 (2019) 345–348, <https://doi.org/10.35784/jcsi.1330>.
- [20] F. N. Sibai, 3D graphics performance scaling and workload decomposition and analysis, 6th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science ICIS; 1st IEEE/ACIS International Workshop on e-Activity IWEA (2007) 604-609, <https://doi.org/10.1109/icis.2007.3>.
- [21] B. Sprunt, The basics of performance-monitoring hardware, *IEEE Micro* 22(4) (2002) 64–71, <https://doi.org/10.1109/mm.2002.1028477>.
- [22] Seria gier komputerowych The Sims, https://en.wikipedia.org/wiki/The_Sims, [18.06.2023].
- [23] Informacje na temat temperatur procesorów Intel, <https://www.intel.pl/content/www/pl/pl/support/articles/00005597/processors.html>, [03.06.2023].