

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Generowanie obrazów dla wyświetlaczy stereoskopowych z uwzględnieniem wybranych cech percepcyjnych układu wzrokowego człowieka

mgr inż. Marek Wernikowski

promotor: dr hab. inż. Radosław Mantiuk, prof. ZUT

Praca opisuje zagadnienia związane z generowaniem i wyświetlaniem obrazów trójwymiarowych na wyświetlaczach stereoskopowych wykorzystujących widzenie dwuoczne. We wspomnianych wyświetlaczach efekt stereoskopowy, wywoływany poprzez wyświetlanie niezależnych obrazów dla prawego i lewego oka, pozwala na prawidłową i realistyczną percepcję głębi. Renderowanie obrazów dla tego typu wyświetlaczy jest jednak problemem złożonym pod względem obliczeniowym, dlatego w pracy proponowane są rozwiązania zmniejszające próbkowanie sceny, a więc przyspieszające syntezę obrazów. Wspomniane rozwiązania wykorzystują cechy układu wzrokowego człowieka do pomijania informacji nieistotnych z punktu widzenia percepcji obrazów przez człowieka. W szczególności wykorzystywane są cechy niejednorodnej rozdzielczości widzenia (ang. visual acuity), zmiennej czułości na kontrast (ang. contrast sensitivity) oraz maskowania treści sceny (ang. visual crowding).

Treść pracy opisuje pięć głównych rozwiązań, które wykorzystując percepcyjne cechy układu wzrokowego człowieka (ang. human visual system, HVS), przyspieszają syntezę i wyświetlanie obrazów w czasie rzeczywistym.

Niejednorodna rozdzielczość oka, a w szczególności zmniejszenie rozdzielczości dla widzenia peryferyjnego, wykorzystane zostało w systemie renderingu kierunkowego (ang. foveated rendering). Próbkowanie sceny jest zmniejszane dla kierunków oddalających się od widzenia centralnego rejestrowanego przez eye tracker. Dodatkowo zmiana próbkowania uzależniana jest od treści sceny. Wykorzystując ograniczenia czułości na kontrast, pomijane są treści niewidoczne dla człowieka. Do tego celu opracowany został model kierunkowej czułości na kontrast. Opracowane rozwiązanie ponad dwukrotnie przyspiesza operację cieniowania w stosunku do dotychczasowych systemów renderingu kierunkowego.

Rozwinięciem opisywanej metody jest zaproponowana w pracy technika antyaliasingu, ukierunkowana na wykrywanie aliasingu czasowego w peryferyjnych obszarach widzenia o znacząco zmniejszonej częstotliwości próbkowania. Technika oparta jest na splotowej sieci neuronowej uczonej za pomocą animowanych scen, które zostały wygenerowane metodą renderingu kierunkowego.

Cecha maskowania treści sceny wykorzystana została do zastąpienia fragmentów obrazów za pomocą metamerów (ang. metamers), które różnią się od wyjściowego obrazu, ale ta różnica nie jest zauważalna dla człowieka. Szczególnie w peryferyjnych obszarach widzenia, metamery mogą zasadniczo różnić się od obrazów syntezowanych klasycznymi technikami, co umożliwia ograniczenie liczby próbek służących do ich wygenerowania. W pracy badana jest możliwość wykorzystania metamerów do renderingu kierunkowego. Metamery tworzone są za pomocą sieci neuronowej typu GAN (ang. generative adversarial network). Nowatorskim rozwiązaniem jest zastosowanie zniekształconych obrazów do trenowania sieci, co pozwala na obniżenie częstotliwości próbkowania sceny.

Cecha czułości na kontrast wykorzystana została do generowania obrazów dla stereoskopowych wyświetlaczy wieloogniskowych. We wspomnianych wyświetlaczach konieczna jest złożona dekompozycja obrazu na dwie płaszczyzny obrazu. W pracy zaproponowana została hybrydowa metoda dekompozycji, która bazując na modelu percepcyjnym stosuje dokładną metodę dekompozycji tylko dla treści obrazu, które, w punkcie widzenia odbioru przez człowieka, mogą zostać zniekształcone przez szybką metodę interpolacyjną. Opracowana metoda zastosowana została w zbudowanym wyświetlaczu wieloogniskowym.

W pracy opisano również metodę kompresji jasności obrazów o rozszerzonym zakresie jasności (ang. high dynamic range), która dodaje do systemów renderingu kierunkowego efekt adaptacji do zmiany jasności otoczenia. Opracowano model obliczania luminancji adaptacji bazujący na analizie otoczenia punktu patrzenia oraz zmian adaptacji w czasie (ang. maladaptation). Rozwiązanie zostało przetestowane na przykładzie prototypowej gry komputerowej.

10.05.22

Marek Wernikowski