

Streszczenie

Rozprawa doktorska obejmuje szereg publikacji, które wprowadzają nowatorskie metody renderowania postaci ludzkich, używających częściowej informacji. Zaproponowane podejścia skupiają się wokół Neuronowych Pól Radiancji (z ang. *Neural Radiance Fields* lub NeRFs) oraz Rozsmarowywania 3D Gaussów (*3D Gaussian Splatting* lub 3DGS). Przedstawiamy jak te modele budują reprezentację 3D ze zdjęć 2D oraz demonstrujemy podejścia, za pomocą których możemy warunkować te reprezentacje w celu uzyskania wysokiej jakości animacji postaci ludzkich i innych obiektów przedstawionych na scenie. Prezentujemy techniki, które używają proste oraz interpretowalne wejścia wytworzone z rzadkich danych trenujących. Pokazujemy również, jak można rozszerzyć te podejścia do uczenia w ujęciu kilkustrzałowym (*few-shot learning*).

Rozprawę zaczynamy od rozważań na temat neuronowych pól radiancji, adresującym przy tym ograniczenia istniejących podejść, oraz od kontrybucji w dziedzinie kontrolowalnych pól radiancji. Poprzez integrację częściowej oraz rzadkiej informacji w czasie uczenia, nasze rozszerzenie NeRFów—CoNeRF—wykorzystuje gładkość sieci neuronowych, aby predykować kontrolowalne, wysokiej jakości obrazy postaci ludzkich oraz obiektów.

Aby ograniczyć zależność istniejących metod od ekstensywnych, wysokiej jakości adnotacji w nagraniach wideo z wielu ujęć jednocześnie, wprowadzamy nową metodę, BlendFields, uczenia NeRFów w ujęciu kilkustrzałowym. Nasze podejście uczy się wewnętrznych szablonów deformacji obiektu, które są mieszane w ciągły i gładki sposób w czasie wnioskowania, tym samym osiągając znaczącą poprawę jakości rekonstrukcji obrazu w porównaniu do istniejących podejść. Nasze podejście pozwala na efektywne i realistyczne renderowanie ludzi z zaledwie kilku statycznych ujęć.

W tej rozprawie adresujemy również brak metod, które pozwalają na adaptację modeli pól radiancji dla określonych zdolności obliczeniowych w czasie wnioskowania. Przedstawiamy podejście do uczenia „od-ogółu-do-szczegółu” dla modeli 3DGS o nazwie CLoG, które dynamicznie powiększa przestrzennie siatkę ukrytych, wyuczalnych wektorów, kodujących informacje na temat Gaussów w przestrzeni 3D. Ta strategia osiąga porównywalne wyniki do podstawowego modelu 3DGS, jednocześnie pozwalając na wdrożenie tej reprezentacji do urządzeń o różnych zdolnościach obliczeniowych przy pojedynczym uczeniu modelu.

Dodatkowo, proponujemy podejście do kontrolowania światła środowiskowego w polach radiancji przy użyciu naszego podejścia o nazwie LumiGauss. Poprzez uwzględnienie wyliczonej funkcji przeniesienia radiancji, model ten pozwala na zmianę oświetlenia sceny w realistyczny, oparty na zjawiskach fizycznych sposób.

Przedstawione badania rozwijają naszą wiedzę w zakresie kontrolowania pól radiancji oraz rozszerzają ją w zakresie aplikacji do środowisk, w których tylko kilka próbek uczących jest dostępnych. Te innowacje zwiększają możliwości, w jakich możemy rekonstruować postacie ludzkie oraz codzienne obiekty przedstawione na scenie w 3D z ograniczonych danych oraz otwierają nowe ścieżki badań w tej dziedzinie.

Słowa kluczowe: Renderowanie Sieciami Neuronowymi, Neuronowe Pola Radiancji, Uczenie Kilkustrzałowe, Renderowanie Postaci Ludzkich, Warunkowanie Częściową Informacją, Rozsmarowywanie Gaussów