

## CHAMPACA. FAZOWO-AMPLITUDOWA MASKA APODYZACYJNA DLA HOLOGRAFII KOMPUTEROWEJ

Filmy trójwymiarowe już dawno przeszły do porządku dziennego i nie budzą większych emocji – a co więcej, nie spełniają naszych oczekiwań. Znanym problemem jest tak zwany konflikt konwergencji i akomodacji oka, to znaczy: w czasie oglądania filmów 3D, nasze oczy skupiają się na płaszczyźnie ekranu, podczas gdy widziany ostro obraz znajduje się w innej odległości. Świetnie znana jest trójwymiarowa transmisja księżniczki Lei w filmach sagi Gwiezdne Wojny, fani Star Treka pamiętają też o Holodecku – a naukowcy, popychani wiarą, że pomysły autorów fantastycznych scenariuszy uda się zrealizować, od wielu lat pracują nad różnymi technologiami, które mają szansę spełnić nasze oczekiwania.

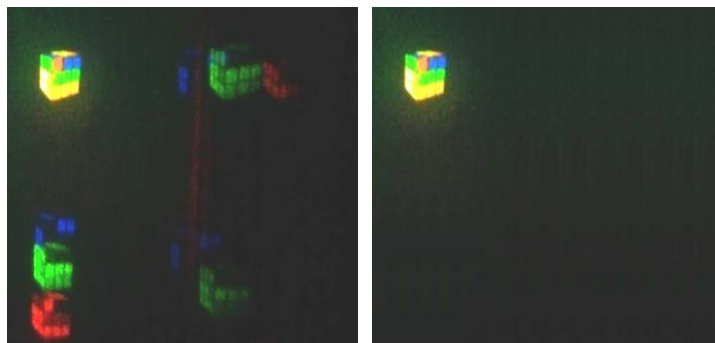
Jedną z wybranych przez naukowców ścieżek jest holografia komputerowa. Przy pomocy specjalnych urządzeń – nazywanych przestrzennymi modulatorami światła lub, krócej, SLM (ang. *spatial light modulator*) – możliwe jest wyświetlenie obrazów prawdziwie trójwymiarowych, zachowujących się dokładnie tak, jak obrazy widziane w świecie rzeczywistym. Oznacza to, że oczy obserwatora skupiają się na tej samej odległości, na której widziana jest projekcja (czyli wyeliminowany jest konflikt konwergencji i akomodacji), a na dodatek obserwujemy paralaksę. Paralaksą nazywamy zjawisko, w którym oglądając przedmiot z różnych punktów, widzimy go z różnych stron.

Warto zaznaczyć, że holografia komputerowa nie jest dziedziną zupełnie nową. Pierwsze związane z nią pomysły pojawiały się nawet już w latach 60., jednak dopiero współcześnie możliwe jest zarówno stworzenie przestrzennych modulatorów światła o milionach pikseli mikrometrowych (czyli mniejszych od grubości włosa!), jak i obliczanie hologramów komputerowych w czasie rzeczywistym, tak, aby wyświetlać projekcję w tempie 60 Hz, czyli z punktu widzenia człowieka – projekcję płynną. Nie oznacza to jednak, że ta obiecująca technologia jest już gotowa do wprowadzenia na rynek, przed holografia stoi jeszcze wiele wyzwań. Jednym z nich jest obecność powielonych obrazów w odtworzeniu hologramów wyświetlanych przy pomocy SLM, nazywanych wyższymi rzędami dyfrakcji. Jest to niepożądane nie tylko ze względu na spadek efektywności i utratę energii, ale także konieczność przesłaniania takich dodatkowych obrazów. Idealnym rozwiązaniem byłoby znalezienie metody redukcji widoczności wyższych rzędów dyfrakcji poprzez przekierowanie światła z powrotem we właściwe, oczekiwane obszary odtworzenia hologramu.

To właśnie poszukiwanie takiej metody stanowi sedno tego projektu. Pod lupę wzięte zostaną maski nakładane na piksele modulatora światła, modyfikujące zarówno ich kształt, jak i wyświetlaną na nich informację (fazę). Okazuje się, że dzięki temu możliwe jest wygaszenie obrazów z wyższych rzędów dyfrakcji przy jednoczesnym wzmocnieniu głównego obrazu. Poszukiwanie idealnych masek jest jednak skomplikowane. O ile w przypadku modyfikacji kształtu pikseli dotychczasowe badania pozwoliły na znalezienie działającego rozwiązania, o tyle kuszące jest wciąż niezrealizowane zoptymalizowanie tego wyniku. Jeśli chodzi o modyfikację fazy, to zagadnienie to zdecydowanie przekracza możliwości klasycznych obliczeń.

Tam, gdzie nie dają sobie rady klasyczne metody obliczeniowe, naukowcy uczą się wykorzystywać sieci neuronowe. Spisują się one nadzwyczaj dobrze zwłaszcza właśnie tam, gdzie złożoność zagadnienia jest zbyt duża, aby rozwiązać je klasycznymi algorytmami. W tym projekcie zostaną stworzone i wytrenowane nowe sieci neuronowe, które pozwolą na przekroczenie granice klasycznych metod obliczeniowych.

Celem projektu jest nie tylko znalezienie teoretycznej odpowiedzi przedstawionego zagadnienia, ale też wytworzenie maski, którą będzie można doświadczalnie nałożyć na modulator światła SLM i sprawdzić, czy uzyskany przy jej pomocy rezultat zgadza się z przewidywanymi wynikami. Jeśli uda się ograniczyć obecność dodatkowych obrazów w odtworzeniu hologramu, projekt zakończy się sukcesem.



Rys. Po lewo: odtworzenie hologramu przy pomocy urządzenia SLM, główny obraz widoczny w lewym górnym rogu. Po prawo: efekt, który naukowcy starają się osiągnąć.