

STRESZCZENIE (PL) ROZPRAWY DOKTORSKIEJ DLA RADY DYSCYPLINY INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

Tytuł rozprawy: Modern Generative Machine Learning Methods for Architectural Design (Nowoczesne Generatywne Metody Uczenia Maszynowego w Projektowaniu Architektonicznym)

Autor rozprawy: mgr inż. Aleksander Płocharski

Promotor: Dr. Przemysław Musiański, Associate Professor at NJIT

Promotor pomocniczy: dr inż. Joanna Porter-Sobieraj

Generatywne uczenie maszynowe oferuje coraz silniejsze narzędzia projektowania architektonicznego, jednak użyteczność tych modeli zależy nie tylko od zdolności do tworzenia wiarygodnych obrazów, kształtów lub układów. Obiekty architektoniczne zawierają hierarchię, powtórzenia, części semantyczne, relacje funkcjonalne oraz ograniczenia projektowe. Bez dostępu do tej struktury modele generatywne pozostają trudne do inspekcji, edycji, ograniczania i oceny jako reprezentacje projektowe. Niniejsza rozprawa bada, w jaki sposób jawne priory architektoniczne mogą być reprezentowane i integrowane z metodami uczenia maszynowego, tak aby generowanie, rekonstrukcja, parsowanie i projektowanie architektoniczne stały się bardziej sterowalne oraz zgodne z wiedzą dziedzinową.

Rozprawa rozwija ten argument poprzez cztery powiązane publikacje. Po pierwsze, pokazuje, że segmentacje fasad mogą być przekształcane w edytowalne opisy proceduralne za pomocą neuro-symbolicznego modelu transformerowego, a ciągłe parametry tych opisów mogą być dopasowywane przy użyciu różniczkowalnej optymalizacji. Po drugie, wykazuje, że taka proceduralna struktura fasady może sterować edycją obrazów opartą na modelach dyfuzyjnych, łącząc kontrolę na poziomie projektu architektonicznego z realistycznym generowaniem wizualnym. Po trzecie, odnosi się do problemu wiarygodności ustrukturyzowanych danych wejściowych dla fasad poprzez wprowadzenie regularności architektonicznej do parsowania fasad, poprawiając spójność strukturalną detekcji uzyskiwanych z niedoskonałych obrazów. Po czwarte, rozszerza tę samą zasadę poza obrazy fasad, formułując ergonomiczną wiedzę projektową jako różniczkowalne funkcje celu dla generowania układów mieszkań.

Głównym wkładem rozprawy jest wykazanie, że wiedza architektoniczna może stać się aktywnym składnikiem systemów uczących się, a nie jedynie regułą postprocessingu lub zewnętrznym kryterium oceny. W przedstawionych pracach priory strukturalne występują jako programy proceduralne, hierarchiczne sygnały sterujące, regularizatory percepcji oraz różniczkowalne koszty projektowe. Formy te różnią się technicznie, lecz pełnią wspólną rolę: tworzą interfejsy między zachowaniem modelu a intencją architektoniczną. Wyniki wspierają szerszy kierunek generatywnej sztucznej inteligencji dla architektury, w którym elastyczność modeli neuronowych jest łączona z jawną strukturą, umożliwiając systemy nie tylko zdolne wizualnie, lecz też sterowalne, interpretowalne i otwarte na przyszłą integrację z ograniczeniami projektowymi oraz w pełni różniczkowalnymi reprezentacjami architektonicznymi.

Słowa kluczowe: generatywne uczenie maszynowe; projektowanie architektoniczne; priory strukturalne; modelowanie neuro-symboliczne; modelowanie proceduralne; generowanie sterowalne; różniczkowalne ograniczenia projektowe; rekonstrukcja fasad