



Białystok, 09.10.2022

dr hab. inż. arch. Aleksander Asanowicz, prof. PB
Wydział Architektury
Politechniki Białostockiej

RECENZJA PRACY DOKTORSKIEJ

pt. „**The importance of interactivity for contemporary CAAD tools**” autorstwa mgr. inż. arch. Jacka Markusiewicza, promotorem której był prof. dr hab. inż. arch. Jan Słyk. Podstawą recenzji jest wystąpienie Przewodniczącej Rady Dyscypliny Naukowej Architektura i Urbanistyka Politechniki Warszawskiej dr hab. inż. arch. Krystyny Stolarek, prof. uczelni, z dnia 28.08.2022 roku.

Zgodnie z Ustawą z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1669), art.14 ust. 1 pkt 1, ust. 2 pkt 2 ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) oraz Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. poz. 261), celem niniejszej recenzji jest stwierdzenie czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej, a także umiejętność prowadzenia pracy naukowej.

Do recenzji przedłożono dysertację w języku angielskim o objętości 422 strony, składającą się z pięciu rozdziałów: Introduction, Theoretical framework, Case study, Examples, Conclusions. Ponadto dysertacja zawiera streszczenie w języku angielskim i polskim, wykaz definicji używanych pojęć, bibliografię liczącą 151 pozycji, spis ilustracji (49 pozycji), załącznik zawierający bazę danych – wykaz analizowanych narzędzi architektonicznych.

Wstęp

Rozpoczynając recenzję chciałbym przytoczyć dwie wypowiedzi. Pierwsza to cytat z referatu I.E. Sutherlanda z 1965 roku: „Ostatecznym wyświetlaczem byłoby oczywiście pomieszczenie, w którym komputer może kontrolować istnienie materii.(...) Przy odpowiednim zaprogramowaniu taki wyświetlacz mógłby być dosłownie Krainą Czarów, do której weszła Alicja”.¹

¹ I. E. Sutherland, The Ultimate Display, W: Proceedings of the IFIP Congress (pp. 506 – 508)

Druga, to idea Stanisława Lema dotycząca zasad fantomatyki, sformułowanych w *Summa Technologiae* w 1964 roku, a przetłumaczonych na angielski dopiero pięćdziesiąt lat później. Rozważania, celem których było stworzenie podwalin dla inżynierii twórczości, S. Lem nazwał „fantomatyką”. Opisując zasady fantomatyki poszukiwał analogii w tradycyjnej sztuce teatralnej. Jednakże, jak pisał, sztuka to przekaz informacji tylko w jedną stronę. Widz jest pasywnym uczestnikiem, a nie współuczestnikiem akcji. Z drugiej strony, S. Lem odwołuje się do często spotykanego w literaturze science fiction motywu bezpośredniego podłączenia mózgu człowieka do komputera. Ale również i w tym przypadku łączność jest tylko jednokierunkowa. W fantomatyce S. Lem proponuje stworzenie sprzężenia zwrotnego między „sztuczną realnością” a jej uczestnikiem. Inaczej mówiąc, fantomatyka to sztuka ze sprzężeniem zwrotnym. Nie ma w niej żadnych „wyjść” ze świata iluzji do świata realnego. Jako przykład Lem opisuje hipotetyczną sytuację umieszczenia człowieka w iluzyjnym pomieszczeniu, w którym poruszając głową będzie on widział to, co widziałby będąc w przestrzeni realnej.²

Obie te wypowiedzi odnoszą się do pojęcia interaktywności, które jest przedmiotem rozważań recenzowanej dysertacji. Efektywność pracy w przestrzeni cyfrowej zależy od dwóch elementów. Po pierwsze od Interfejsu - sposobu porozumiewania się człowieka z komputerem oraz po drugie od Interaktywności – sposobu, w jaki dana osoba wchodzi w interakcję z komputerem.

W rzeczywistości nauka obsługi oprogramowania oznacza obsługę jego interfejsu. W procesie tworzenia oprogramowania interfejsy stały się „drugim językiem”, którego ma się nauczyć użytkownik. Opisując interfejs mamy na myśli tę część oprogramowania CAAD, która odpowiada za interakcję pomiędzy jednym lub kilkoma użytkownikami (projektantami) a oprogramowaniem CAD na jednym lub kilku komputerach. Szybki rozwój zarówno sprzętu, jak i oprogramowania inżynierskiego pomógł projektantom w ich pracy, dając im ogromną różnorodność potężnych aplikacji. Większość takich aplikacji oferuje bardzo dużo narzędzi (komend), a użytkownicy często mają problemy z ich nauczeniem się i sprawną pracą z tymi narzędziami.

Drugim ważnym aspektem jest wspomniana powyżej interaktywność. Interaktywne współdziałanie człowieka z cyfrowymi formami jest główną zasadą pracy w przestrzeni cyfrowej. Interaktywność jest pojęciem relatywnie nowym, powstałym w wyniku rozwoju nowych technologii. Polega na współdziałaniu człowieka i komputera w czasie rzeczywistym. Jest niezbędnym elementem symbiozy człowieka i komputera, gdyż określa możliwości jego twórczego wykorzystania. Jak pisze Pierre Moeglin „Jestem interaktywny, więc jestem”.³ Człowiek staje się częścią struktury/procesu. Zjawisko interaktywności ma decydujące znaczenie, zarówno dla formy struktury/procesu, jak i dla aktualizowanych poprzez proces znaczeń. Mimo iż interaktywność nie jest kategorią estetyczną, przekracza granice procesu komunikacji (procesu percepcji sztuki). Interaktywność staje się nową jakością kultury.⁴

² S. Lem, *Summa Technologiae*, Wydawnictwo Literackie, 1964.

³ P. Moeglin, *Les transes de l'interactive*, W: D. de Kerckhove, (ed.) *Les Transinteractifs*, Ch. Sevette, Paris, 1990, s. 106.

⁴ R.W. Kluszczyński, *Interaktywność - właściwość odbioru czy nowa jakość sztuki/kultury?*, W: A. Zeidler-Janiszewska (red.), *Estetyczne przestrzenie współczesności*, IK, Warszawa, 1996, s. 143-153.

Architekt ma bardzo specyficzne potrzeby związane ze swoim środowiskiem pracy. Jego miejsce pracy powinno wspomagać zdolności percepcyjne. Z tego punktu widzenia podjęty przez Doktoranta problem interfejsu/interaktywności ma fundamentalne znaczenie dla praktyki projektowej. Doktorant dokonał przeglądu 182 narzędzi stosowanych w praktyce projektowej, przeprowadził ich strukturyzację i kategoryzację. Badania, będące podstawą recenzowanej dysertacji należą do grupy badań metodologicznych, rzadko podejmowanych obecnie w dziedzinie projektowania architektonicznego. Jest to niezwykle cenne i zasługuje na uznanie.

Recenzja dysertacji

Rozprawę doktorską rozpoczyna część zatytułowana „Definicje”, czyli pewnego rodzaju słownik wyjaśniający najważniejsze terminy użyte w rozprawie. Zwykle w tego typu słownikach znajdujemy definicje pojęć oczywistych. W tym przypadku, również pojawiają się takie terminy jak AI, AR, VR czy BIM, ale szczęśliwie sprawność językowa Doktoranta, zarówno w języku polskim jak i angielskim, pozwoliła na sformułowanie autorskich opisów.

Rozdział pierwszy – „Wstęp”, jest skonstruowany w sposób klasyczny i zawiera opis i wyjaśnienie znaczenia problemu, cele badawcze, hipotezy, opis metody badań oraz prezentuje strukturę pracy. Wszystkie te części są ze sobą logicznie powiązane i dobrze prezentują ogólne założenia rozprawy. Opisując problem Doktorant zwraca uwagę na fakt pewnego podporządkowania projektanta narzędziu. (s. 16) Słusznie zauważa, że dużo ważniejsza jest intuicyjność i łatwość obsługi, niż wyrefinowanie technologiczne. Niektóre aspekty tego problemu poruszyłem w referacie *Incompatible Pencil*. (1st AVOCAAD Conference, Brussels, 1997)

Z opisu problemu w logiczny sposób wyprowadzone są cztery cele badawcze: uporządkowanie wiedzy, metoda oceny narzędzi, kategoryzacja narzędzi i wskazanie trendów rozwoju. To z kolei determinuje sposób sformułowania pytań, na które trzeba odpowiedzieć oraz hipotezy badawcze wymagające zweryfikowania. Szczególnie interesująca jest hipoteza o minimalizacji czynnika ludzkiego w ewolucji interfejsów przy równoczesnej maksymalizacji wykorzystania mocy komputerów oraz stwierdzenie, że nie gwarantuje to wzrostu interaktywności i wydajności systemu.

We wstępie jest również prezentowana metoda zastosowana w badaniach. Jest to bardzo zwięzły opis poszczególnych działań, rozwinięcie którego znajdujemy w kolejnych rozdziałach dysertacji. Jak pisze Doktorant zastosowane zostały zarówno badania jakościowe jak i ilościowe. Rezultaty pozwoliły na stworzenie relacyjnej cyfrowej bazy danych i zapis numeryczny parametrów analizowanych narzędzi. Ocena i kategoryzacja narzędzi mogła dzięki temu zostać oparta na metodach statystycznych. Wstęp kończy przedstawienie struktury pracy. Jest to struktura logiczna i niebudząca żadnych zastrzeżeń.

Rozdział drugi poświęcony jest podłożu teoretycznemu pracy. Rozpoczyna się on przeglądem literatury, zawierającym najważniejsze według Doktoranta publikacje. Jest to w zasadzie, jak pisze Doktorant, opis ewolucji idei i teorii, poczynając od Tallesa poprzez Touringa, a na Y. Kallay i innych współczesnych autorach kończąc. (s. 19) Przegląd zawiera wiele prac klasycznych, takich autorów jak Wiener, Negroponte, czy Alexander. Pewnym niedostatkiem jest brak pracy Brendy Laurel – *Computers as Theatre*, czy Ellen Do – *The right Tool at the Right Time – Investigation of Freehand Drawing as an Interface to Knowledge Based Design Tools*. Brakuje też odniesień do opracowań bardziej ogólnych, filozoficznych, a przecież cytowana przez Doktoranta definicja interfejsu autorstwa B. Hookway’a – interfejs jest formą

relacji z technologią, a nie samą technologią, współbrzmi z twierdzeniem Heideggera, że istota techniki leży poza techniką. Nie umniejsza to wysokiej oceny wysiłku, jaki włożył Doktorant w wybór i analizę przedstawionych publikacji.

Analizę ewolucji idei uzupełnia analiza rozwoju narzędzi architektonicznych – rysunku i modelu. Problemowi temu poświęca podrozdział 2.2 – „Ewolucja narzędzi architektonicznych”. Doktorant zauważa, że zarówno rysunek jak i model służą nie tylko prezentacji idei, ale są narzędziem tak eksperymentów myślowych – rysunek, jak symulacji fizycznych - model. Tezę tę ilustruje dobrze dobranymi przykładami z praktyki architektonicznej.

W podrozdziale 2.3 Doktorant przechodzi do narzędzi cyfrowych i prób automatyzacji prac przez komputery i słusznie zauważa, że o ile komputery szybko zrewolucjonizowały procesy obliczeniowe, to na zmiany w narzędziach dla architektów trzeba było czekać długo. (s. 38) Był to proces, który rozpoczął I. Shuterland w 1963 roku, a który doprowadził do cyfryzacji modelu architektonicznego. Przy czym, jak zauważa Doktorant, model cyfrowy nie jest tożsamy z fizycznym. Umożliwia on przeprowadzanie skomplikowanych symulacji, w takich obszarach jak konstrukcje (s. 40), efektywność energetyczna (s. 42), dynamika płynów stosowana w analizie obciążeń wiatrem (s. 43), nasłonecznienie (s. 45), akustyka (s. 46), ludzkie zachowania/human behaviour (s. 47). Już tylko wymienione powyżej obszary potwierdzają tezę Doktoranta o konieczności tworzenia własnych spersonalizowanych narzędzi.

Wydaje się, że podrozdział 2.3 „Paradygmat cyfrowy” powinien być częścią podrozdziału 2.2 „Ewolucja narzędzi architektonicznych”, jako że jest jednym z etapów ewolucji narzędzi architektonicznych.

Jednym z podstawowych problemów w projektowaniu wspomaganym komputerowo jest problem zastosowanego interfejsu. Temu zagadnieniu poświęcony jest podrozdział 2.4, w którym Doktorant za *A Dictionary of Computing* przytacza definicję interfejsu, jako środka komunikacji (s. 52) oraz w skrócie przedstawia ewolucję pierwszych interfejsów. Zwraca również uwagę na rolę użytkownika, w kontekście postawionego przez J. Słyka pytania o rolę twórcy w procesach kreatywnych. Ważnym analizowanym aspektem jest potencjalna rola innych zmysłów poza dotykem, takich jak dźwięk, zapach, dotyk ze sprzężeniem zwrotnym czy interfejsy immersyjne. Jest to interesujące rozszerzenie problemu. Nie wszystkie z wymienionych zmysłów znajdują zastosowanie w praktyce projektowej, ale stanowią dobrą podstawę do teoretycznych rozważań.

Najważniejszą częścią dysertacji jest rozdział trzeci, zatytułowany „Studium przypadków”. Jest to tytuł nieco mylący, jako że rozdział poświęcony jest kryteriom wyboru i analizy oraz metodom oceny kategorii interaktywności. W rozdziale tym Doktorant przedstawia również strukturę bazy danych, zawierającej 182 przykłady narzędzi, interfejsów i metod wykorzystywanych przez architektów. (s. 66) Rycina 29, przedstawiająca układ graficzny karty bazy danych, jest czytelna i pozwala w prosty sposób zapoznać się z podstawowymi parametrami analizowanych interfejsów. Należy docenić wysiłek Doktoranta włożony w wybór tak dużej liczby programów. Nie znalazłem jednak w tekście informacji na temat metod wyboru. W związku z powyższym pojawia się pytanie, w jaki sposób została przeprowadzona kwerenda? Wybór czynników wpływających na interaktywność nie budzi zastrzeżeń, a wybrane kategorie są szczegółowo i w sposób właściwy omówione. Z uwagi na

ograniczoną objętość recenzji nie jest możliwe odniesienie się do poszczególnych opisów, stwierdzić można, że są to opisy poprawne i kompletne.

Interfejsy zgromadzone w bazie danych zostały poddane procesowi kategoryzacji, co jak pisze Doktorant, pozwoliło na znalezienie różnic i podobieństw między analizowanymi przypadkami. (s. 79) Co prawda, opis procesu jest nieco niejasny, ale można zaakceptować wyjaśnienie, że kategoryzacja to proces grupowania elementów, a klastrowanie odnosi się do konkretnych metod uczenia maszynowego. (s. 79) Wszystkie działania badawcze (grupowanie aglomeracyjne, prowadzące do utworzenia drzewa binarnego, reprezentacja bazy danych, jako zbioru punktów w 15-wymiarowej przestrzeni, redukcja złożoności drzewa hierarchicznego), będące wynikiem przyjętych definicji zostały przeprowadzone właściwie. Operacja ostatnia wymagała od Doktoranta stworzenia własnego skryptu, realizującego algorytm automatycznej kategoryzacji interfejsu w bazie danych. Skrypt został w bazie danych FileMaker. Rezultaty zostały przedstawione na stronach 84 – 98 i mają kluczowe znaczenie dla rozprawy doktorskiej. Opracowane diagramy prezentują wyniki w sposób bardzo klarowny.

Po omówieniu podziału interfejsów na kategorie Doktorant przedstawił metodę szacowania poziomu interaktywności (podrozdział 3.4). W tym celu opracował dwa modele interfejsy. Pierwszy – „interfejs doskonały” może być zaliczony do interfejsów haptycznych i ma poziom 1, drugi ma poziom 0 i Doktorant nazywa go – „anty-interfejsem”. Do każdego z tych interfejsów przypisana jest jego interpretacja numeryczna i każdy jest przedstawiony graficznie (tab. 8 i 9). Określone przez Doktoranta skrajne warianty są bazą do określania interaktywności interfejsów analizowanych programów. Miarą do szacowania interaktywności interfejsu jest odległość między wielowymiarowymi punktami. Przedstawiona procedura jest bardzo interesująca, a jej założenia teoretyczne zostały przetestowane na 26 programach. Każdy przypadek jest bardzo dokładnie opisany w rozdziale 4. Wśród analizowanych przypadków znajdują się także interfejsy AR, powstałe z udziałem Doktoranta. Zasluguje to na szczególne podkreślenie. Wśród analiz, uwagę przyciąga ocena programu Sketchpad – interaktywność na poziomie 0,77, co z uwagi na czas powstania programu jest zaskakująco dobrym wynikiem. (s. 111)

Części analityczne kończy Rozdział 5 – „Wnioski”. Szczególnie cenną częścią tego rozdziału jest sposób prezentacji rezultatów badań, wsparty metodą t-Distributed Stochastic Neighbour Embedding i realizowany przez autorski skrypt. (s. 184) Wyniki zawiera rycina 37 na stronie 185. Procedura analizy i prezentacji nie budzi zastrzeżeń i bez wątplenia jej rezultaty mogą posłużyć jako punkt wyjścia do sformułowania odpowiedzi na postawione w dysertacji pytania. Badania potwierdziły intuicyjne rozważania o kierunku rozwoju IT w dziedzinie projektowania architektonicznego. Kierunek ten to stały wzrost interaktywności we wszystkich grupach interfejsów. Podobną tezę zawarłem w referacie *Hybrid Design Environment* na warszawskiej konferencji ECAADE w roku 2002, rozważając możliwości projektowania bezpośredniego w przestrzeni wirtualnej (*Direct Design in VR*). W związku z powyższym, możemy zgodzić się z tezą, że „grupą, która wykazuje najwyższy potencjał, aby osiągnąć najwyższy możliwy poziom interaktywności, to grupa interfejsów haptycznych”. (s. 196)

Doktorant formułuje również, dwie interesujące hipotezy. Pierwsza mówi, że „rozwój interfejsów CAAD zmierza w kierunku maksymalizacji wykorzystania mocy obliczeniowej komputerów i jednocześnie do minimalizacji czynnika ludzkiego”. (s. 196) Druga

komplementarna, że nie gwarantuje to wzrostu interaktywności i wydajności nowych narzędzi. Obie hipotezy są dyskutowane w podrozdziale zamykającym dysertację (podrozdział 5.5).

Rozdział piąty zawiera również nietypowy dla dysertacji podrozdział zatytułowany „Krytyka metody”. Oryginalność podrozdziału polega na tym, że Doktorant uprzedzając wątpliwości recenzenta, sam wskazuje obszary do dyskusji. Bardzo dobrze świadczy to o znajomości obszaru badań i zdolności Doktoranta do prowadzenia badań naukowych. Przy czym zaznaczyć należy, że podane wyjaśnienia spełniają oczekiwania recenzenta.

Interesującą częścią rozprawy jest analiza tradycyjnego narzędzia, jakim jest rysunek odręczny, przeprowadzona identycznie jak narzędzi cyfrowych. Pokazuje to, że Doktorant podjął próbę objęcia badaniami całego obszaru projektowania architektonicznego. Analizę rozpoczyna, na stronie 201, wypowiedź M. Biddlupha z 2014 roku, zbyt spłycająca problem i chyba niewytrzymująca próby czasu, chociażby w kontekście zastosowania *AI text to image generator*.

Dysertację kończy część, którą sam Doktorant, nazywa spekulatywną. Są to rozważania na temat architektonicznych narzędzi przyszłości. Punktem wyjścia są omawiane na stronie 196 hipotezy. Są to rozważania ciekawe, szczególnie, że obecny rozwój interfejsów nie gwarantuje wzrostu wydajności systemu. Trudno przeprowadzić ocenę tej części, jako że przewidywanie przyszłości jest sprawą bardzo indywidualną. Recenzent przychyliła się do poglądów Doktoranta. Nie czyni tego z entuzjazmem, ale mając w pamięci stwierdzenie Stanisława Lema, że „z ewolucją się nie dyskutuje”. Rozważania o zagrożeniach kończą się stwierdzeniem: „Całkowite oddanie kontroli nad rezultatami naszej pracy narzędziu, którego logikę nie do końca rozumiemy, stoi w całkowitej sprzeczności z fundamentem naszej kultury”. (s. 217) Jest to teza optymistyczna, z którą chciałbym się zgodzić.

Podsumowanie

Podsumowując należy stwierdzić, że rozprawa prezentuje bardzo wysoki poziom naukowy. Trudno w niej znaleźć nieścisłości, czy też braki logiczne. Oczywiście wybór programów do analizy, w których zastosowano dany interfejs, mógłby być inny, ale jest to wybór autorski i należy traktować go, jako kanwę do przeprowadzenia wnioskowania, a to zostało przeprowadzone bez zarzutu. Doktorant pokazuje wysokie umiejętności prowadzenia badań naukowych. Przedmiot i zakres pracy oraz zamierzenia badawcze zostały sformułowane właściwie i praca uzupełnia istotną lukę w światowych opracowaniach. Dysertację należy uznać za wartościową, porządkującą obecny stan wiedzy i ukazującą perspektywę dalszego rozwoju metod komputerowego wspomagania projektowania architektonicznego. Należy zauważyć, że samo pojęcie wspomagania projektowania zostało przez Doktoranta znacznie rozszerzone, poprzez włączenie zagadnień sztucznej inteligencji. Przyjęta metoda badań pozwoliła na zebranie wszechstronnej informacji dotyczącej analizowanego problemu. Wybrane studia przypadków są ciekawe i ilustrują pełne spektrum problemów architektonicznego projektowania komputacyjnego. Całość wywodu wzajemnie się uzupełnia, tworząc spójną logiczną całość.

Doktorant używa sformułowań „tradycyjny proces projektowania” (s. 49) i tradycyjne narzędzia projektowania. Chciałbym uzyskać wyjaśnienie, co rozumie pod tym pojęciem. Czy tradycyjny znaczy „przedcyfrowy”, czy też chodzi o programy CAD.

Jako pewien niedostatek zauważyć należy brak odniesienia się do projektu ACCOLADE, realizowanego w ramach Piątego Programu Ramowego Komisji Europejskiej, pod kierunkiem Johana Verbeke w latach 2000-2001. Celem prowadzonych w ramach tego programu badań było stworzenie podstaw do opracowania nowego środowiska projektowania. Główna teza, została sformułowana przez Adama Jakimowicza, Johana Verbeke i recenzenta niniejszej dysertacji i brzmiała - *Design – Becomes a Place* (projektowanie staje się miejscem). Wydana w 2001 roku publikacja zawiera ważne wypowiedzi, a szczególnie referaty Ranulpha Glanville'a. Ich zauważenie bez wątpienia skutkowałooby pełniejszą prezentacją filozoficznych podstaw kształtowania nowych interfejsów.

Reasumując

Stwierdzam, że praca doktorska będąca przedmiotem recenzji spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.). Wnoszę o jej przyjęcie oraz dopuszczenie mgr. inż. arch. Jacka Markusiewicza do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora.

Równocześnie wnioskuję o przyznania Doktorantowi wyróżnienia. Recenzowana rozprawa doktorska jest pracą pionierską, podejmującą próbę kompleksowej oceny istniejących interfejsów, używanych w projektowaniu architektonicznym. Potwierdzone badaniami hipotezy pozwoliły również na zdefiniowanie kierunku rozwoju interfejsów. Bez wątpienia jest to osiągnięcie znaczące, tym bardziej że otwiera drogę do dalszej dyskusji.

