

Warszawa 10.12.2023

Prof. dr hab. inż. Jerzy Pokojski
Instytut Podstaw Budowy Maszyn
Politechniki Warszawskiej

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. Grzegorza Świącznego „Metodyka optymalizacji struktury asocjatywnych modeli CAD”.

I. Ocena ogólna pracy

Przedmiotem recenzji jest:

praca napisana przez mgr inż. Grzegorza Świącznego pt. „Metodyka optymalizacji struktury asocjatywnych modeli CAD”. Praca powstała na Politechnice Śląskiej, na Wydziale Mechanicznym Technologicznym, w Katedrze Podstaw Konstrukcji Maszyn.

Recenzowana praca dotyczy zagadnień realnego funkcjonowania systemów CAD w praktyce przemysłowej. Mówi o tym już pierwszy rozdział rozprawy „Wprowadzenie”. W krótkim wstępie poprzedzającym wstęp właściwy – „1.1 Wstęp”, autor sygnalizuje, że w rozprawie „przedstawia metodykę optymalizacji struktury asocjatywnych modeli 3D w środowisku komputerowego wspomaganie projektowania CAD”. Autor jednocześnie wspomina, że jego rozważania będą ilustrowane przy pomocy systemu CATIA V5. Podkreśla także, że zawężenie do tego systemu nie wpływa na uniwersalność jego dokonań. Następnie bardzo syntetycznie odnosi się do powszechnie funkcjonującej wiedzy i wyobrażeń o możliwościach systemów CAD. Dodaje, że poza tym ujęciem istnieje spory, realny potencjał modelowania 3D, który pozwala na racjonalizację/optymalizację tych procesów w praktyce. Autor wymienia i podkreśla rangę osobistych, zawodowych źródeł swoich inspiracji do podjęcia takiej tematyki badań.

W podrozdziale „1.1 Wstęp” Autor zaczyna od stwierdzenia „czym nie jest jego rozprawa”, i że nie zamierza oceniać i korygować dotychczasowego dorobku metod i narzędzi modelowania geometrycznego 3D. Właściwie podkreśla poziom komplikacji rozważanej klasy narzędzi i dostępną w nich różnorodność procesów rozwiązywania konkretnych problemów, która z kolei sprawia, że pojawia się pewien obszar ich doskonalenia, czy też bardziej świadomego z nich korzystania, lub nawet optymalizacji. Dalej, Autor zamieszcza krótką charakterystykę rozwoju metod i narzędzi używanych do tworzenia opisów geometrycznych konstrukcji w ujęciu chronologicznym - od czasów bardzo dawnych do momentu pojawienia się systemów CAD. Po tym opisie przechodzi do charakterystyki aktualnych obszarów zastosowań systemów CAD. Porusza także zjawiska związane z bardzo zróżnicowanym pojmowaniem i odnoszeniem się do zagadnień stosowania systemów CAD przez konkretne środowiska branżowe. Bierze przy tym pod uwagę konteksty efektywnościowe stosowania CAD. Zauważa, że wspomniana wcześniej różnorodność dróg korzystania z tych narzędzi ma również wpływ na właśnie te konteksty.

Biuro Dziekana

wpłynęło dnia 13.12.2023
RDJMe/335/5/2023
nr zał.

Podrozdział „1.2 Problem badawczy” zawiera zarówno artykulację jak i charakterystykę podjętego problemu. Zostało to ujęte w następujących problemach szczegółowych (cytuje):

- wyeliminowanie dwuznaczności geometrycznej będącej następstwem zorientowanej natury generowanych we współczesnych systemach CAD modeli 3D, biorąc pod uwagę przyjęte kryteria wyboru,

- zdefiniowanie uniwersalnych procedur konstrukcyjnych, mających na celu eliminację dwuznaczności geometrycznej, dających się zastosować w jak największej liczbie rodzajów tworzonej geometrii,

- wykorzystanie w zdefiniowanych uniwersalnych procedurach konstrukcyjnych tylko narzędzi programowych wybranego systemu CAD – bez użycia zaawansowanych modułów charakterystycznych dla Projektowania Bazującego na Wiedzy (ang. Knowledge-Based Design- KBD),

- umożliwienie zaimplementowania zdefiniowanych procedur konstrukcyjnych do już istniejących topologii modeli CAD – bez konieczności ich przebudowy.

Jednocześnie Autor zaproponował nazwanie swojego podejścia Modelowaniem Jednoznacznym.

W podrozdziale 1.3 przedstawiono cel rozprawy. Jest on następujący (cytuje): przedstawienie nowej, skutecznej metodyki optymalizacji struktury asocjatywnych modeli CAD, dzięki której możliwe jest wyeliminowanie dwuznaczności geometrycznej tych modeli bez potrzeby wykorzystania zaawansowanych modułów systemów CAD.

W podrozdziale 1.4 zawarto tezy rozprawy. Są one następujące (cytuje):

Teza 1. Jednoznaczne zdefiniowanie orientacji danych wejściowych modelu CAD, jego podmiotu lub dowolnej jego operacji modelowania zapewnia stabilność topologiczną i geometryczną podczas jego transformacji geometrycznych.

Teza 2. Podmiana danych wejściowych modelu CAD, jego podmiotu lub dowolnej jego operacji modelowana w ramach przyjętych kryteriów wyboru może mieć bezpośredni wpływ na błędną interpretację przez system CAD jego topologii.

Teza 3. Każda metodyka tworzenia topologii modelu CAD lub jego podmiotu zapewnia jego stabilność geometryczną, jeśli orientacja danych wejściowych tej topologii jest zdefiniowana w sposób jednoznaczny.

Teza 4. Rodzaj wybranej metodyki tworzenia topologii modelu CAD lub jego podmiotu ma pomijalny wpływ na czas potrzebny na aktualizację tej topologii, jeśli orientacja danych wejściowych tej topologii jest zdefiniowana w sposób jednoznaczny.

Rozdział 2 to historia systemów CAD. W rozdziale omówiono genezę komputerowego wspomaganie prac projektowych. Wyodrębniono zagadnienia wspomaganie prac projektowych, problemów symulacji zagadnień inżynierskich, przygotowania procesów wytwarzania. Omówiono sylwetki osób, które odegrały istotną rolę w rozwoju tych podejść. Dalej przedstawiono w sposób skrótowy zagadnienia związane z systemami CAD, CAM i CAx. Rozdział zamyka podsumowanie.

Rozdział 3 poświęcono technikom tworzenia modeli CAD w tzw. Modelowaniu Jednoznacznym. Autor zaprezentował podział technik tworzenia modeli CAD. Następnie omówił genezę modeli CAD. W swoim wywodzie scharakteryzował kolejno następujące grupy zagadnień: Komputerowe Wspomaganie Rysowania, Modelowanie Krawędziowe, Modelowanie Powierzchniowe, Modelowanie Bryłowe, Modelowanie Hybrydowe. Dalej omówił Techniki Modelowania Jednoznacznego wyodrębniając modelowanie w oparciu o Cechy Geometryczne, modelowanie Poziome, modelowanie Wieloobiektowe.

W rozdziale 4 przedstawiono techniki tzw. Modelowania Jednoznacznego. Autor wprowadza w rozdziale zarówno pojęcia dotyczące jednoznaczności jak też osadza je w

zagadnieniach aktualnie funkcjonującej generacji systemów CAD. Zaproponowana koncepcja jednoznaczności sprowadza się do odpowiedniego przygotowania danych wprowadzanych do systemów CAD tak, aby nie stały się one przyczyną niejednoznaczności występujących w wyniku kolejnych, wykonywanych na nich działań. Rozważania dotyczą modeli 3D.

Całość materiału związana z tymi zagadnieniami została przedstawiona w 5 kolejnych podrozdziałach. Pierwszy zatytułowany *Konsekwencje zastosowania geometrii zorientowanej w systemach CAD* zawiera prezentację przykładu ilustrującego wpływ geometrii zorientowanej na operację przycinania powierzchni. Konkluzją jest w tym przypadku eliminacja tego zjawiska,

Kolejny podrozdział o tytule *Wytyczne Modelowania Jednoznacznego- Procedura Jednoznaczności* zawiera pierwszą wytyczną Modelowania Jednoznacznego na przykładzie przygotowania jednoznacznej geometrii w postaci elementu wejściowego dla operacji przycinania.

Następny podrozdział *Wytyczne Modelowania Jednoznacznego- Procedura Neutralności* to miejsce gdzie zdefiniowano drugą wytyczną modelowania jednoznacznego.

Czwarty podrozdział zatytułowany *Implementacja Modelowania Jednoznacznego do topologii modelu CAD* zawiera egzemplifikację propozycji przedstawionych w dwóch poprzednich rozdziałach.

Piąty podrozdział *Implementacja Modelowania Jednoznacznego do badań nad efektywnością technik tworzenia modeli CAD* to nawiązanie do rozwiązań zamieszczonych w pracy doktorskiej Gerharda Tecklenburga dotyczących Parametrycznego Asocjatywnego Projektowania w przemyśle samochodowym.

We wszystkich pięciu podrozdziałach, w sposób bardzo szczegółowy, bogato ilustrowany wizualnie, zaprezentowano poszczególne, wskazane powyżej zagadnienia. Ujęcie ma charakter drobiazgowy, pełni funkcje dowodu i jest stosunkowo trudne w percepcji i próbach dalszej syntezy. Jednak co najważniejsze stanowi przekonującą argumentację.

W rozdziale piątym autor skupił się na finalnym opisie uzyskanych wyników. Przedstawił to w dużej mierze w formie tabelarycznej w dwóch podrozdziałach.

Rozdział 6 to *Podsumowanie i wnioski*. Tutaj autor zamieścił swoją, szeroką interpretację własnych dokonań na polu uzupełnienia procesów modelowania wybranych struktur o pewną nową wiedzę i oparte na niej bardzo istotne zalecenia. Pokusił się także o pewne, dalsze prognozy.

Kolejną część rozprawy stanowi obszerny załącznik zawierający bardzo szczegółowo przedstawiony przykład implementacji technik Modelowania Poziomego i Wieloobiektowego.

Ostatnim elementem rozprawy jest wykaz literatury zawierającej 69 pozycji.

Pracę zamykają streszczenia w języku polskim i angielskim.

Problematyka pracy należy do zagadnień, które nie są podejmowane zbyt często. Dzieje się to przeważnie w przypadku pojawiania się konkretnych problemów związanych z określonymi modelami komputerowymi, w tym geometrycznymi i procesami ich dalszego przetwarzania. Tak było w przypadku dokonań zawartych w rozprawie doktorskiej G.F. Tecklenburga. Praca ta dotyczyła zagadnień modelowania powierzchniowego nadwozi samochodowych. Wątki tego typu występowały także przy okazji prób integrowania modułów KBE powstałych w oparciu o różne systemy CAD. Zbliżona tematyka pojawiała się także w kontekście dążenia do całościowego udoskonalenia oprogramowania wspomagającego prace inżynierskie w niektórych firmach. Przeważnie było to oprogramowanie rozwijane wcześniej, w długich okresach czasu, mające w pierwszej fazie rozwoju klarowne główne założenia i rozwinięte ich dalsze koncepcje. Do tego wszystkiego stopniowo dochodziły różne doraźne dokonania, często wynikające z poszerzenia obszaru

zastosowań rozwijanego oprogramowania, nie zawsze skorelowane z podstawowymi nurtami przyjętych koncepcji. Suma tych wszystkich elementów to skuteczne w działaniu oprogramowanie wymagające jednak dużego znanstwa i profesjonalizmu w posługiwaniu się nim. Zdarzały się też podejścia oparte na wprowadzaniu struktur, które miały za zadanie dokonywanie odpowiednich korekt już na etapie modelowania problemów.

W latach 90-tych od czasu do czasu pojawiały się pomysły na wykonanie kolejnej, całkowitej i całościowej, nowej iteracji w zakresie budowy takiego oprogramowania. Dyskutowano koncepcje, powstawały różne formy nowych modeli takich narzędzi. Przy okazji, w trakcie tych prac, ujawniana i uświadamiana była dotychczasowa, osiągnięta już złożoność zagadnienia i ogrom, oraz głębokość wiedzy skumulowanej w istniejącym rozwiązaniu software'owym. W wielu przypadkach ostateczny wniosek był jeden: pozostać przy tym co jest pracowicie eliminując zauważone niedoskonałości.

Wracając do głównego nurtu rozważań recenzowanego opracowania należy stwierdzić, że praca dotyczy oprogramowania komputerowego używanego do tworzenia modeli geometrycznych konstrukcji – systemów CAD, które w sposób racjonalny stworzyli ludzie. Proces powstawania konkretnego systemu CAD trzeba traktować także jako działania wieloetapowe, wieloiteracyjne realizowane na przestrzeni kilkudziesięciu lat. Oprogramowanie to powstawało również przy współudziale wielu twórców i użytkowników.

Oprogramowanie tej klasy: konkretnie system CATIA stało się przedmiotem badań Autora rozprawy. Należy jednak zaznaczyć, że tak jak to stwierdzono powyżej zarówno powstanie jak i rozwój tych systemów nie odbywał się w formie aktywności realizowanej w relatywnie krótkim czasie. Był to proces trwający wiele lat, prowadzony w wielu miejscach, w wielu placówkach, przy udziale dużej liczby twórców. Był realizowany przy wielu kontekstach i zapożyczeniach. Stosowane rozwiązania miały różne inspiracje, były opierane na wielu różnych przesłankach i uwarunkowaniach sytuacyjnych. Wiele z nich cechowała doraźność traktowana przejściowo, ale prawie w większości przypadków pozostająca na dłużej. Świadczą o tym opracowania mające na celu przedstawienie genealogii systemów CAD, czy też genealogii narzędzi KBE, a także próby uniwersalizacji podejść stosowanych w przypadku KBE. W latach 90-tych na różnych konferencjach pojawiały się, zarówno ze strony przedstawicieli firm IT budujących to oprogramowanie jak i użytkowników, stwierdzenia dosyć krytyczne w stosunku do tak realizowanych procesów i osiąganych efektów. Zdarzały się nawet porównania do „starego płaszcza z mnóstwem dziur i łat”, którego eksploatacja wymagała bardzo licznego i kosztownego grona odpowiednio wyspecjalizowanych fachowców. Konkluzją wynikającą z tego wszystkiego były także pomysły zmierzające do stworzenia wielu systemów wspomagających prace inżynierskie (w tym CAD, KBE) od nowa, od początku, z właściwie rozwiniętymi etapami tworzenia założeń i koncepcji, przy mniejszej ilości działań spontanicznych i ad hoc. Powszechne były dyskusje o stronie narzędziowej takich działań.

Niestety, tak się do końca nie stało. Także w tym przypadku wiele racjonalnych działań w tym kierunku nie osiągnęło swoich pierwotnych celów. W szeregu przypadkach zaakceptowano dotychczasową sytuację i szukano innych rozwiązań. Było to często poszukiwanie i selekcjonowanie wyjątków, które należy odpowiednio uchwycić i przed nimi się zabezpieczyć. Taki cel miały działania G. Tecklenburga, taki cel mają propozycje Autora recenzowanej pracy. Ich owocem są standaryzacje działań występujące w inżynierskich procesach tworzenia modeli geometrycznych prowadzące do uniknięcia modelowej niejednoznaczności.

Podejście zaproponowane przez Autora recenzowanej pracy widzę jako pewien punkt odniesienia do tych zagadnień i być może zainicjowanie kierunku badań polegającego na zaakceptowaniu zaszłości obecnych w komputerowych narzędziach inżynierskich na drodze

dostrzeżenia/ wygenerowania i następnie implementowania pewnej wiedzy, która pozwala harmonijnie posługiwać się dotychczasowymi wersjami tych narzędzi, i być może modelować dalszy ich racjonalny, wspomagany przez sztuczną inteligencję, rozwój.

Wiele sytuacji w badanej tematyce prowadzi do niejednoznaczności, które mają czasem zaskakujące historyczne podłoże. Recenzujący co najmniej parokrotnie spotykał się z osobami, które współtworzyły komputerowe systemy wspomagające procesy inżynierskie (w tym moduły i rozwiązania w zakresie KBE). W świetle tych źródeł informacji okazywało się, że akceptacja proponowanych rozwiązań zależała od bardzo wielu czynników, w tym najbardziej od decydentów/ekspertów przeważnie bardzo kompetentnych, odpowiedzialnych i ostrożnych.

Recenzującemu i osobom z nim współpracującym zdarzały się także zaskakujące sytuacje w zakresie niekonwencjonalnego przetwarzania informacji przez systemy CAD. Podobne spostrzeżenia pojawiały się również w szeregu publikacjach recenzowanych przez recenzenta. Sądzę, że bardzo trudno jest odseparować w ostatecznych efektach (– w modelowaniu w systemach CAD) pierwiastki wynikające z przyjętych założeń od zdarzających się doraźnych niekonwencjonalności. Dlatego też sądzą, że należałoby kontynuować zainicjowane prace poszerzając (lub niekiedy zawężając) zarówno obszar badanych zadań jak i profile inżynierskich realizatorów.

2. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Praca dotyczy realnego, przemysłowego wykorzystania systemów CAD. Zwraca uwagę na bardzo istotne uwarunkowania i zagadnienia tych procesów. Bazuje na określonym doświadczeniu zawodowym Autora. Sądzę, że szerszy opis, w ujęciu scenariuszowym, powstawania koncepcji głównych zagadnień rozprawy, w powiązaniu z elementami biografii zawodowej jej Autora, znacznie lepiej unaoczniliby użyteczny sens podjętej problematyki zarówno na dzisiaj jak i na jutro. Jednocześnie, może co ważniejsze, pozwoliłoby to na stworzenie pewnej profesjonalnej i ekspansywnej społeczności skupionej wokół podjętej tematyki. Takie wydarzenia miały miejsce w przypadku G. Tecklenburga i jego dokonań.

Pierwsze czytanie rozprawy sprawia pewien rodzaj trudności związanych ze zidentyfikowaniem klas rozpatrywanych problemów. Drugie czytanie od początku wypada lepiej. Sądzę, że zabieg zastosowany w pracy G. Tecklenburga – odwołanie się do konkretów wybranej klasy zastosowań – modelowanie nadwozi samochodowych (w jego przypadku), mógłby to znacznie poprawić. Autor rozprawy mógłby oczywiście zaprezentować swoje inspiracje i uwarunkowania, oraz ich branżową specyfikę.

Tematyka rozprawy jest w zasadzie bardzo niszowa, nie jest powszechnie znana. Sądzę, że dobrym rozwiązaniem mogłoby być umieszczenie, we wstępnej części opracowania, schematu całego wywodu rozprawy wraz z ogólną charakterystyką jej zasadniczych elementów, oraz tam gdzie to potrzebne i istotne odwołanie się do wycinkowego szczegółowego opisu. W swojej obecnej wersji praca robi wrażenie bardzo abstrakcyjnego tworu.

Zdaniem recenzenta napisanie w sposób syntetyczny historii systemów CAD jest bardzo dużym wyzwaniem. Przede wszystkim ze względu na nietypowe cechy dostępnych źródeł. Generalnie, brakuje szerszych źródeł będących owocem pracy historyków zawodowo zajmujących się tymi zagadnieniami. Dostępnych jest wiele źródeł typowo

wspomnieniowych, pamiętnikarskich, często mających postać wydawnictw okolicznościowych. Mają one swoją wartość. Ich wykorzystanie wymaga jednak pracy i profesjonalnego analizowania i wyważania poszczególnych zagadnień obecnych w głównym strumieniu informacji. Sądzę, że już sama chronologia wydarzeń w tym zakresie może być przedmiotem dyskusji czy nawet sporów. Przede wszystkim ciąży nad tym wycinkowość i silny subiektywizm w relacjach poszczególnych osób. Ujęcie tych zagadnień przez Autora rozprawy cechują takie ułomności.

Tytuł pracy zawiera termin optymalizacja. Autor posługuje się nim w sposób swobodny, prawie potoczny. Recenzentowi takie podejście jest znane i je akceptuje. Tymczasem w tzw. naukowym obiegu informacji (publikacje naukowe, pisma międzynarodowe), obecnie, kładziony jest duży nacisk na stronę formalną tego pojęcia. Recenzenci sugerują, aby wyraźnie i formalnie wyjaśnić swój sposób rozumienia tego terminu. W innym przypadku obecne będzie oczekiwanie na pojawienie się jednej z metod optymalizacji czy też wspomaganie procesów decyzyjnych wraz z ich całym aparatem formalnym. Realną przyczyną tego faktu jest to, że budowane są także algorytmy i moduły „optymalizacji” oparte na zamodelowanej wiedzy.

Praca zawiera literaturę złożoną z 69 pozycji. Autor odwołuje się do literatury publikowanej w różnych chronologicznie okresach nie zawsze właściwie nawiązując do tych okresów. Np. praca [66] pochodzi z roku 1997, a zagadnienia do których jest wykorzystane odwołanie do niej zmieniały się później wielokrotnie.

2.1. Uwagi szczegółowe

Praca została napisana starannie na bardzo wysokim poziomie edytorskim.

3. Podsumowanie

Pracę mgr inż. Grzegorza Świaczego oceniam pozytywnie. Za jej główne zalety uważam:

- 1) rozwiązanie realnego, kompleksowego, wieloetapowego, mającego bardzo silne praktyczne odniesienia, zadania naukowego,
- 2) opracowanie i przedstawienie szczegółowej wielowymiarowej procedury postępowania dla rozważanej klasy zadań,
- 3) opanowanie dosyć obszernej, różnorodnej i jednocześnie niszowej wiedzy merytorycznej i narzędziowej.

Stwierdzam, że rozprawa mgr. inż. Grzegorza Świaczego spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy i wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

