

## Nowa generacja technologii modelowania powierzchni w systemie Pro/ENGINEER ISDX II

Jednym z ważniejszych zagadnień w zakresie modelowania 3D jest modelowanie powierzchni swobodnych, czyli takich, których nie możemy opisać za pomocą formuł matematycznych. Powierzchnie swobodne są zbudowane z nieskończonej liczby punktów rozmieszczonych w przestrzeni. Każdy punkt jest opisany przez trzy współrzędne. Nie ma jasnych matematycznych powiązań pomiędzy punktami sąsiednimi.

Możliwość modelowania krzywych i powierzchni swobodnych pozwala na interaktywne zapisywanie doświadczeń i odczuć estetycznych użytkownika systemu. Łatwość modelowania takich powierzchni oraz pracy na nich jest jednym z kryteriów oceny jakości systemu CAD.

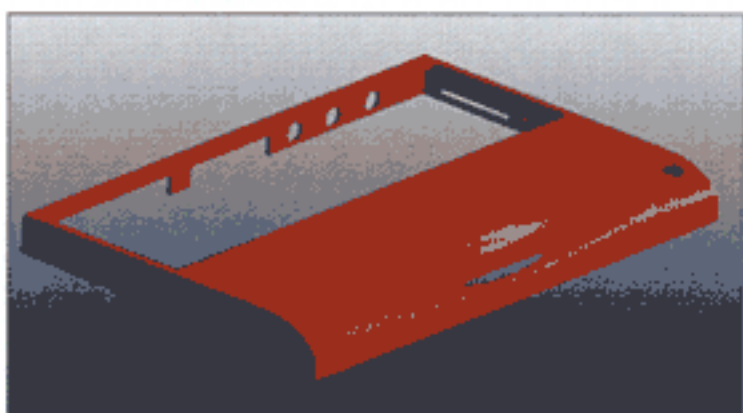
System Pro/ENGINEER, oprócz doskonałych mechanizmów modelowania bryłowego, ma wiele modułów pozwalających na opracowywanie modeli powierzchniowych. Moduły te pozwalają na tworzenie powierzchni, naprawę powierzchni importowanych oraz na formowanie powierzchni i bardzo zaawansowaną pracę z nimi.

### Możliwości systemu Pro/ENGINEER w zakresie modelowania powierzchniowego

System Pro/ENGINEER oferuje wiele narzędzi pozwalających na tworzenie, obróbkę, import i analizę powierzchni. W najbardziej podstawowym zestawie modułów Pro/ENGINEER Foundation Advantage Package firma PTC oferuje możliwość tworzenia dowolnie skomplikowanych powierzchni przy użyciu standardowych narzędzi. Służą one do wykonywania operacji na krzywych i powierzchniach. Sprawne operowanie na powierzchniach zapewnia zaawansowany moduł ISDX (INTERACTIVE SURFACE DESIGN EXTENSION). Zastosowanie ISDX pozwala operatorowi systemu na tworzenie różnych powierzchni swobodnych (począwszy od powierzchni definiowanych za pomocą przeciągania, poprzez definicje wynikające z łączenia krzywych, a skończywszy na powierzchniach tworzonych na bazie krzywych granicznych). Możliwe jest rozpinanie powierzchni na czterech, jak i na trzech krzywych. Funkcjonalność tego modułu jest rozszerzona o powierzchnie typu STYLE. Istnieje także możliwość operowania na powierzchniach za pomocą funkcji FREEFORM. W artykule opiszemy narzędzia pozwalające inżynierowi i projektantowi przetestować wyniki ich kreatywnej pracy w różnych wariantach.



Rys. 1. Model fotela wykonany za pomocą modułu ISDX



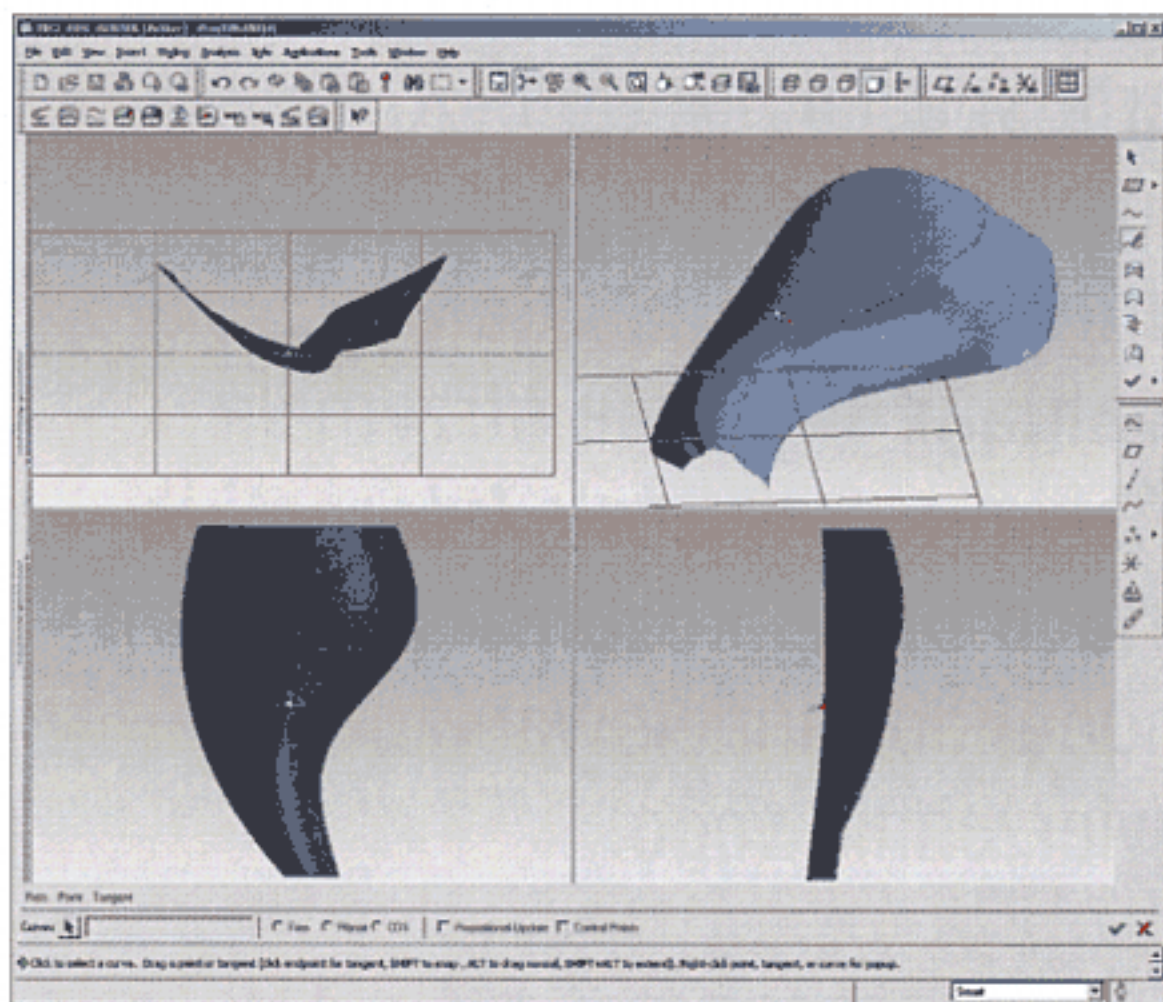
Rys. 2. Modelowanie freeform pozwalające na uzyskanie swobodnych kształtów

■ **Modelowanie cech typu STYLE.** Cechy typu STYLE pozwalają na interaktywny zapis doświadczeń i odczuć estetycznych użytkownika systemu. Jest to rozwiązanie opracowane w celu tworzenia swobodnych kształtów o skomplikowanej geometrii, powierzchni aerodynamicznych lub stylizowania rewersyjnego. Cechy STYLE jednolicie łączą modelowanie bryłowe, powierzchnie parametryczne i swobodne. Są one całkowicie zintegrowane ze środowiskiem systemu Pro/ENGINEER. Cechy STYLE umieszczone są w drzewie modelu i pełnią funkcję taką, jak każda inna cecha powierzchniowa. Jej głównym wyróżnikiem jest sposób definicji. Składa się ona z opisujących ją podcech, takich jak krzywe i powierzchnie. Ten sposób definicji pozwala na łatwe dokonywanie zmian, reedycję i modyfikację. Cecha typu STYLE jest tworzona w wydzielonym środowisku systemu Pro/ENGINEER, które jest uruchamiane automatycznie, podobnie jak szkicownik. Środowisko to jest zaczerpnięte z typowych programów używanych przez inżynierów zajmujących się wzornictwem przemysłowym. Przypomina ono środowisko znanej aplikacji Pro/DESIGNER, oferowanej przez firmę PTC.

Opisywane środowisko umożliwia:

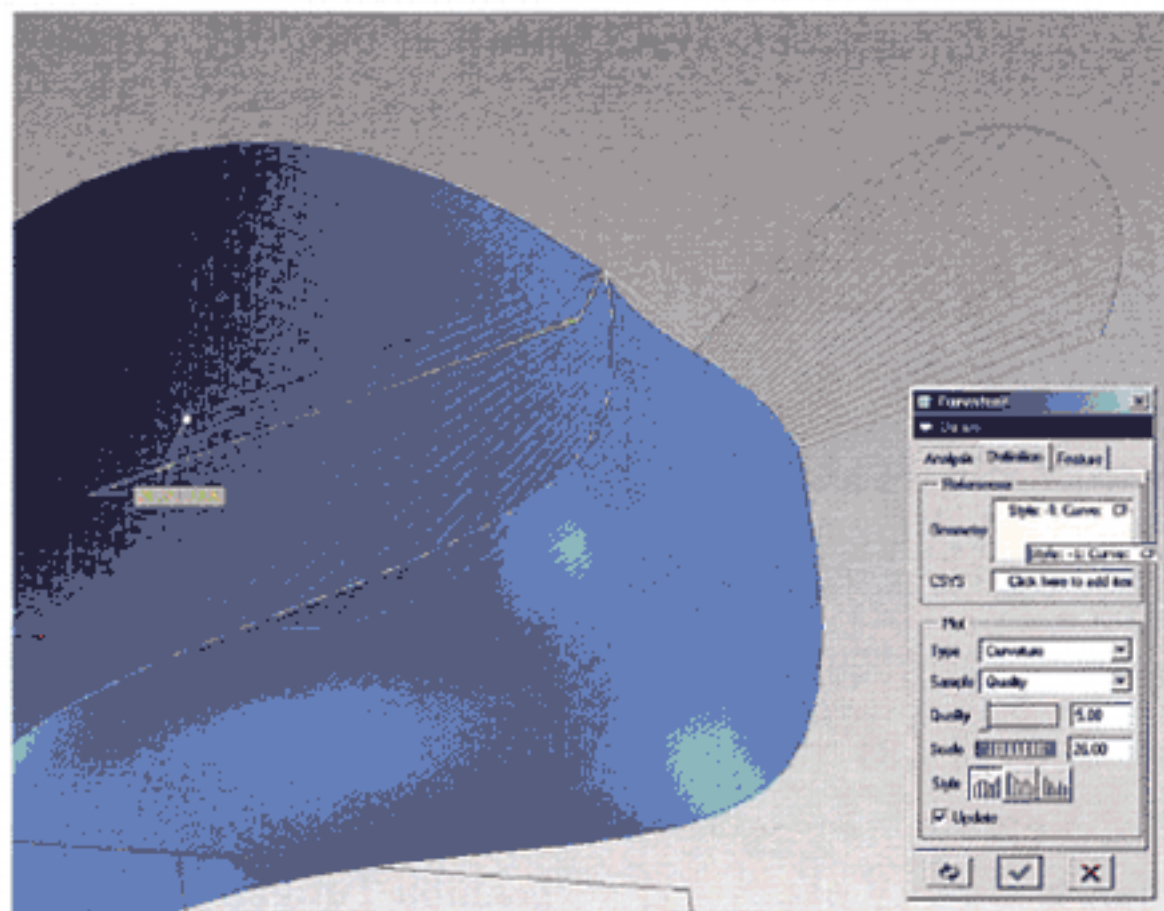
- pokazywanie modelu na czterech rzutniach,
- budowanie więzów za pomocą tzw. miękkich punktów, polegające na „przyklejaniu” punktów do innych elementów (np. krzywych, powierzchni, krawędzi),
- bezpośrednią i łatwą kontrolę ciągłości krzywych i powierzchni za pomocą wektorów stycznych,
- interaktywną kontrolę krzywizny,
- lokalne rozwiązywanie problemów regeneracyjnych.

Cecha STYLE jest budowana w oparciu o krzywe i powierzchnie. Efektem jest płat o określonym kształcie. Warunkiem poprawnego zdefiniowania tej cechy jest określenie trzech lub czterech krawędzi zewnętrznych dla każdej składowej powierzchni. Kształt powierzchni jest definiowany przez dowolną liczbę krzywych rozpiętych wewnątrz obszaru opisanego krzywymi granicznymi. Krzywe



Rys. 3. Środowisko pracy inżyniera (ISDX)

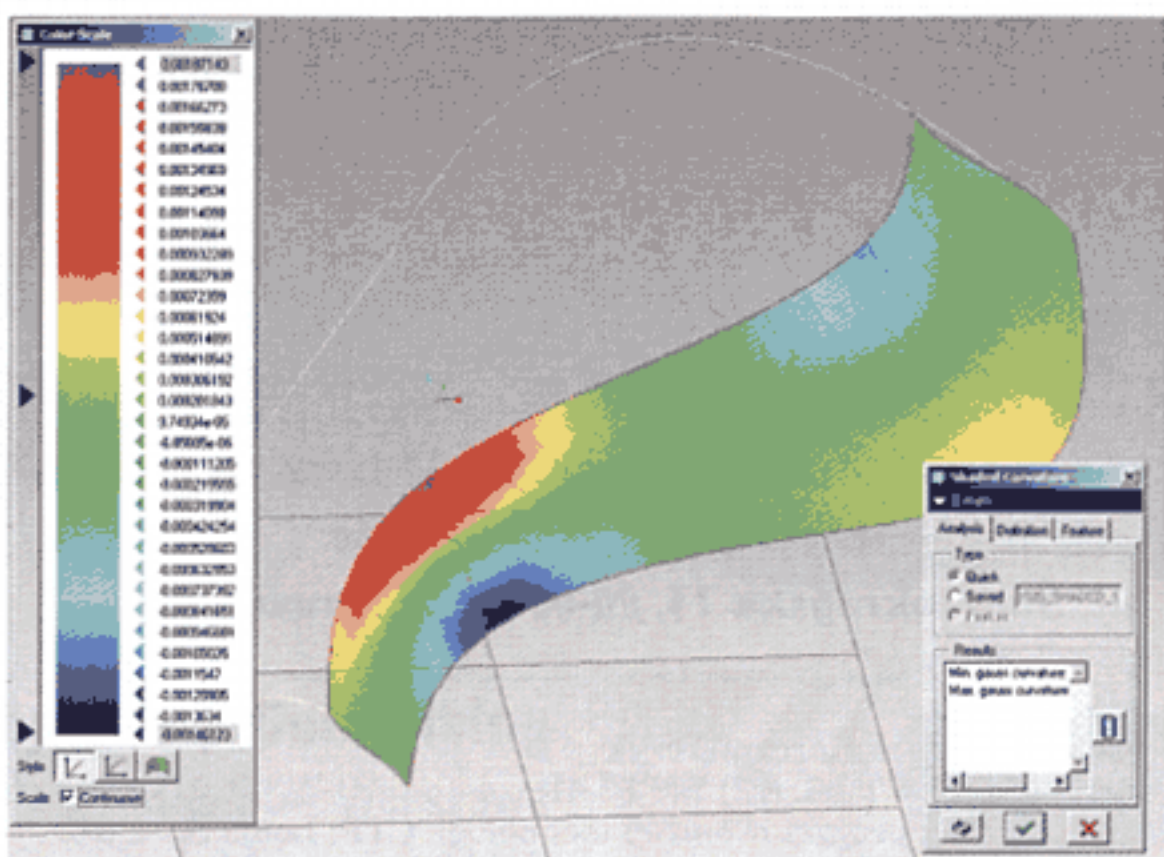
graniczne i krzywe wewnętrzne mogą być w szczególności przypadku dowolnymi krzywymi utworzonymi w systemie Pro/ENGINEER. Mogą więc to być krawędzie brył. Możliwość wykorzystania krawędzi elementów pozwala na niezwykle prosty sposób budowania spójności między cechą STYLE a istniejącą geometrią. Istotnym elementem jest możliwość określenia warunków brzegowych pomiędzy tworzonymi powierzchniami a powierzchniami istniejącymi i powierzchniami elementów bryłowych. Użytkownik ma możliwość żądania kontynuacji ciągłości stycznosci, krzywizny, prostokątności itp. (G0, G1, G2).



Rys. 4. Analiza krzywizny w systemie Pro/ENGINEER

Istotnym elementem tworzenia cech typu STYLE są możliwości operowania na tworzonych w przestrzeni krzywych opisujących. Narzędziami umożliwiającymi wykonywanie tych operacji są odcinki zaczepione w punktach końcowych krzywych, punkty umieszczane w dowolnym miejscu na krzywej oraz zestaw więzów, za pomocą których krzywa może być związana z istniejącą geometrią. Odcinek zaczepiony na końcu krzywej jest w rzeczywistości wektorem stycznosci opisującym pierwszą pochodną krzywizny w danym punkcie. Pozwala on regulować jej kształt poprzez zmianę kąta i wartości długości. Zmiany można wprowadzać poprzez poruszanie wektorem sterującym na ekranie lub poprzez wprowadzenie konkretnych wartości w okienku opisu. Zastosowanie metody dokładnego wprowadzania wartości pozwala na kontrolowanie ciągłości i gładkości powstałej powierzchni.

Reasumując, cecha STYLE jest aktywnym pomostem pomiędzy cechami bryłowymi pozwalającymi na pełną parametryzację w systemie Pro/ENGINEER, a cechami stylistycznymi opisywanymi przez powierzchnie swobodne. Dalej, na przykładach, wyjaśnimy sposoby zastosowania i unikalne własności tej cechy.



Rys. 5. Narzędzie analizy jakości powierzchni

■ **Funkcja interaktywnego wprowadzania zmian powierzchni FREEFORM.** Każda powierzchnia przygotowana w systemie Pro/ENGINEER, podobnie jak każdy inny obiekt utworzony w tym otoczeniu, może być modyfikowana. Efekt zmian można uzyskać poprzez modyfikację krzywych opisujących powierzchnię lub poprzez wykorzystanie funkcji FREEFORM. Funkcja FREEFORM pozwala na stworzenie na istniejącej powierzchni siatki punktów sterujących o dowolnej gęstości. Operowanie na siatce punktów odbywa się w myśl zasady „chwyc i przesun”. Punkty są ze sobą powiązane więzami ciągłości, co znacznie ułatwia operowanie na tym układzie. Zastosowanie funkcji FREEFORM wymaga od użytkownika dużego poczucia estetyki oraz wyobraźni przestrzennej. Za pomocą tej funkcji w każdej chwili można się wycofać z wprowadzonej zmiany.

■ **Inne przydatne funkcje i cechy analityczne ISDX.**

Moduł ISDX dostarcza użytkownikowi wielu dodatkowych narzędzi, bardzo przydatnych przy tworzeniu modeli powierzchniowych. Podstawowe z nich to połączenie funkcji powierzchniowych z cechami parametryczności i asocjatywności, możliwość szkicowania na rzutniach krzywoliniowych, możliwość tworzenia offsetów krzywych i powierzchni oraz wiele innych skomplikowanych działań ułatwiających realizację zamierzeń konstruktora i prowadzących do szybkiego efektu końcowego.

Producent systemu dostarcza ponadto wielu narzędzi pozwalających na przeprowadzenie analiz jakości powierzchni. Analizy te dają szybką odpowiedź na pytanie, jak powierzchnia będzie odbijać światło lub czy nie będą występowały zjawiska niekorzystne ze względu na aerodynamiczność czy hydrodynamiczność.



Rys. 6. Model powierzchniowy – gotowy projekt

**Zastosowania.** Modelowanie powierzchniowe z zastosowaniem systemu ISDX może być wykorzystane do projektowania dowolnie skomplikowanych wzorów przemysłowych, począwszy od sprzętu gospodarstwa domowego i wzorów naczyń oraz szkła poprzez samochody a skończywszy na kadłubach jachtów czy samolotów. System jest z powodzeniem stosowany w takich zakładach, jak Zelmer i Amica. Jacht „Prada”, zaprojektowany całkowicie za pomocą systemu Pro/ENGINEER zwyciężył w America’s CUP.

\*

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 oferuje unikalne narzędzie do modelowania powierzchni. Unikalność wyraża się przede wszystkim w możliwości połączenia wizji artystycznej z właściwościami parametryczności i asocjatywności. Dzięki innym zaawansowanym modułom zaprojektowane powierzchnie mogą być automatycznie poddawane obróbce technologicznej. Dostępna cena i łatwość użycia modułu ISDX zapewniają użytkownikowi dostęp do najnowszych technologii w zakresie projektowania wzorów przemysłowych. Do końca marca 2005 r. moduł ISDX jest oferowany bezpłatnie do każdego nowego stanowiska systemu Pro/ENGINEER.

Radosław Cieślak  
Marcin Wojciechowski