



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

HR-10000 Zagreb, Ivana Lučića 5

(ak. god. 2005./06.)

Seminarski rad iz kolegija:

Upravljanje CAD/CAM sustavima

Class A površine u CATIA softverskom CAD/CAM paketu

Mentor:

prof. Nenad Bojčetić

Student:

Tomislav Deković

35981186

4-ps-oskval

Sadržaj:

<u>Uvodni dio.....</u>	<u>3</u>
<u>Što je class A surfacing.....</u>	<u>3</u>
<u>Matematička analiza class A površina.....</u>	<u>5</u>
<u>Klasifikacija površina s obzirom na geometrijski, odnosno parametarski kontinuitet.....</u>	<u>8</u>
<u>Class A površine u CATIA-i.....</u>	<u>10</u>
<u>Kombinacija CATIA-e i drugih softvera.....</u>	<u>11</u>
<u>Smjernice za oblikovanje objekata sa class A zahtjevima.....</u>	<u>13</u>
<u>Popis korištene literature.....</u>	<u>14</u>

Uvodni dio

Tema ovog seminarskog rada je modeliranje takozvanih "Class A" površina u različitim proizvodima, s naglaskom na automobilsku industriju u kojoj je i razvijen Class A konstrukcijski pristup. Da bi izbjegli zabunu u vezi sa nazivom ovog pristupa modeliranju i konstruiranju u ovom seminaru ćemo ga nazivati izvornim imenom na engleskom jeziku: class A surfacing. Odgovarajući naziv na hrvatskom jeziku bio bi oblikovanje površina A klase, ali taj naziv se zapravo već dugo u inženjerskoj praksi koristi za klasifikaciju topografske kvalitete (hrapavosti) površina koja ima neke dodirne točke sa class A površinama, ali se radi o posve različitim pojmovima.

Class A surfacing je zapravo neka vrsta poveznice između dizajna i inženjerskog oblikovanja proizvoda. Nastao je u automobilskoj industriji, primarno za oblikovanje vanjskih dijelova karoserije, ali primjena se sve više širi na interijer automobila i ostale proizvode kod kojih veliku ulogu igraju estetika i ergonomija. Način oblikovanja se može značajno razlikovati, ali najčešće se radi o digitaliziranju oblika maketa ili prototipova, a zatim prilagođavanju geometrije prototipa raznim tehnološko – estetskim zahtjevima. Veliki naglasak je na produktivnosti i efikasnosti izrade zbog trenutnih tržišnih uvjeta u kojima konkurencija tjera proizvođača da svakih nekoliko godina izdaje novi model automobila u svakoj klasi.

Najveća prednost class A površina je visoka estetika i prirodan izgled (oblik i refleksija okoliša karoserije izgledaju glatko, bez devijacija i nazubljenih oblika), ali osim toga karoserije oblikovane u skladu sa class A zahtjevima najčešće imaju manji otpor zraka i slične prednosti.

Što je class A surfacing

S obzirom na to da je class A relativno nov pristup koji se još uvijek razvija postoje podvojena mišljenja o tome što sve je, a što nije class A površina. Zapravo ne postoji konkretno definirani standard class A površine, ali većina inženjera za meritorne kriterije uzima značajke koje je kao interne standarde (međusobno neovisno) propisalo nekoliko proizvođača automobila. S obzirom da je class A pristup oblikovanju i proizašao iz automobilske industrije, logično je da njihove zahtjeve prihvatimo kao neke smjernice ali i da uzmemo u obzir to da još ne postoji definitivni standard.

Jedina podjela oko koje se svi slažu je zapravo podjela s obzirom na položaj i namjenu površina:

- Class A površina je namijenjena vidljivim dijelovima automobila, onima koje korisnik vidi i s kojima je stalno u dodiru (npr. instrument-ploča, volan, vanjski dijelovi karoserije i sl.). Za takve površine su postavljeni najviši estetski, tehnički i ergonomski zahtjevi i one moraju biti iznimno pažljivo oblikovane u svim kvalitetnim proizvodima.

- Class B površine su sekundarne površine koje su također ponekad vidljive, ali su manje važne (npr. unutrašnjost pretinca za rukavice, pepeljara, prtljažnik automobila i sl.). Ove površine također imaju postavljene zahtjeve slične onima za class A, ali s time da se tu manje inzistira na estetici a više na praktičnosti i ergonomiji. Ove površine se smatraju površinama na kojima je moguće raditi kompromise što se tiče oblikovanja, materijala i tehnologije izrade da bi se smanjila cijena proizvoda bez većeg utjecaja na dojam i zadovoljstvo kupca.
- Class C površine su unutrašnje površine s kojima korisnik ne dolazi u dodir, niti su mu vidljive pri korištenju proizvoda (npr. unutrašnji dijelovi karoserije, unutrašnja strana blatobrana, razni dijelovi motora i podvozja itd.). Ove površine imaju svoju funkcionalne zahtjeve, ali nema nikakvih zahtjeva u vezi estetike ili ergonomije. Na njima se toleriraju razne nepravilnosti, ogrebotine i slično. Eventualno se za neke od class C dijelova postavljaju zahtjevi za izbjegavanje oštrih bridova i sličnih opasnih stvari.

Objašnjenje koje puno bolje oslikava pravo značenje class A površina je matematičko-geometrijskog karaktera, ali ipak ne daje jednoznačnu definiciju. Ovo objašnjenje je rezultat proučavanja zahtjeva dva različita proizvođača automobila i nekoliko proizvođača kućanskih aparata u vezi class A oblikovanja površina. Oni svi, međusobno neovisno, daju zahtjeve na površine (i spojeve više površina) koji osim uvjeta geometrijskog kontinuiteta G^0 i G^1 traže i tzv. "kontinuitet zakrivljenosti" koji je zapravo parametarski kontinuitet. Kontinuitet zakrivljenosti će kasnije biti analiziran, a kratko objašnjenje je da bilo koji element neke površine mora imati isti polumjer zakrivljenosti kao okolni elementi istog funkcionalnog dijela. Matematički gledano zapravo se radi o drugoj derivaciji parametara krivulje.

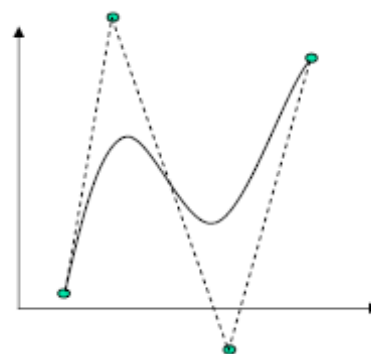
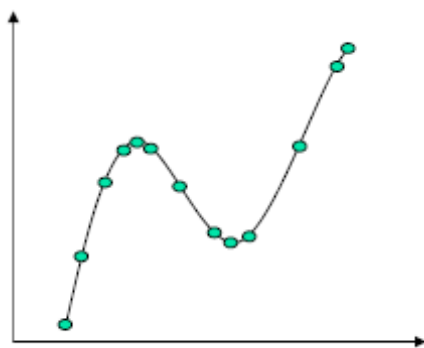
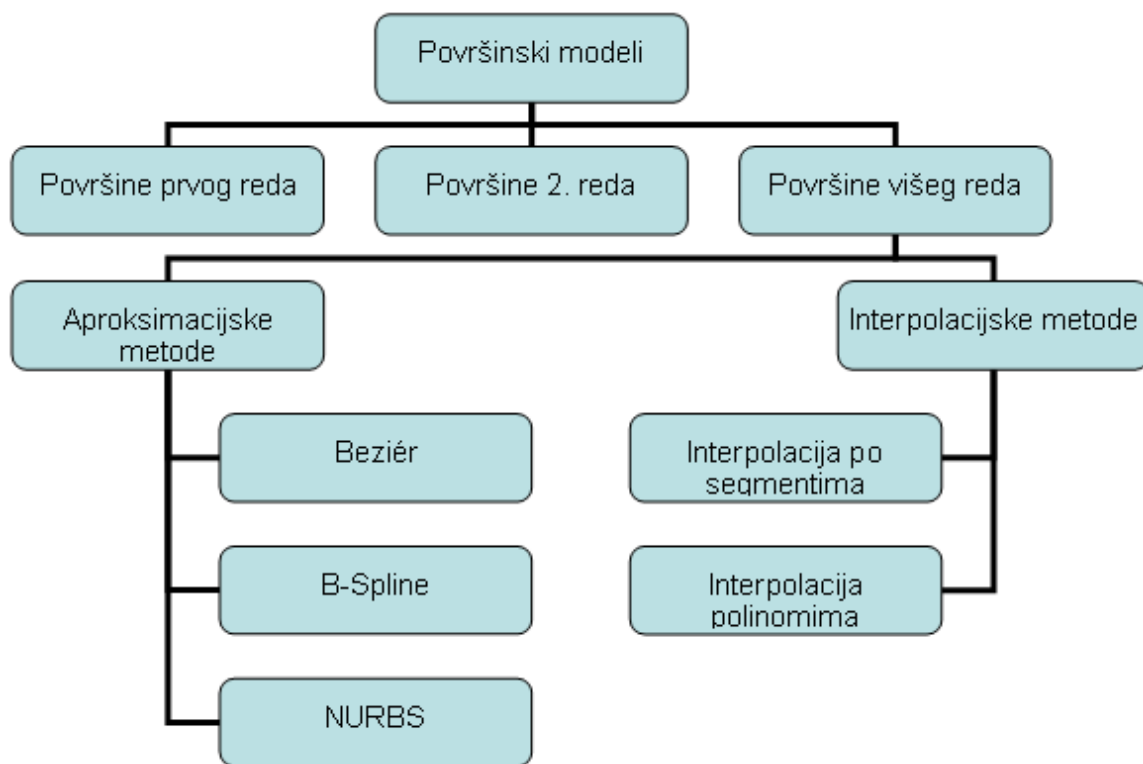
Iako ne postoji formalni standard class A površine, većina se slaže oko toga da bi class A površina trebala poštivati zahtjeve:

- geometrijskog kontinuiteta površine,
- kontinuiranog toka površine (bez naglih i oštrih bridova) i
- geometrijskog kontinuiteta na spoju dvaju površina.

Znači, pojam class A površine se odnosi na površine i spojeve površina proizvoda koje su vidljive, a koji fizički i estetski pridonose vrijednosti proizvoda. Ovakva klasifikacija je već uvriježena u autoindustriji, a sve značajnija postaje i u ostalim industrijama, posebno u proizvodnji kućanskih aparata i ostalim proizvodima kod kojih je osim funkcionalnosti važna estetika i ergonomija. Ali u takvim proizvodima treba razlikovati class A površine od ostalih, npr. vanjske površine modernih mobilnih uređaja su oblikovane po class A principima, a unutrašnjost sa raznim rebrima i umetcima nije class A nego je uvjetovana raznim konstrukcijskim i tehnološkim parametrima.

Matematička analiza class A površina

Da bismo mogli objasniti geometrijske zahtjeve za class A površine potrebno je prethodno razjasniti način na koji CAD softveri interpretiraju podatke o geometriji objekata. Površine prvog (segmenti ravnina) i drugog (rotacijski simetrične površine) je relativno lako jednoznačno definirati pomoću nekoliko parametara oblika i položaja. Problem nastaje kod površina višeg reda (3. i višeg) jer za njihovu matematičku definiciju u općem slučaju ne postoji jednoznačno rješenje, ili je takvo rješenje prekompleksno i proračunski prezahtjevno. Zato se pribjegava metodama koje približno opisuju zadanu geometriju. Ove metode se u principu dijele na interpolacijske i aproksimacijske, a osnovna razlika između njih je o točkama koje opisuju zadanu krivulju.



Interpolacijske i aproksimacijske metode opisa krivulje višeg reda

Kod interpolacijskih metoda krivulja prolazi kroz sve točke, a kod aproksimacijskih prolazi kroz neke od točaka dok ostale služe kao kontrolne točke.

U praksi se za interpolaciju najčešće koriste polinomi trećeg reda, jer su oni ujedno dovoljno fleksibilni i računski dovoljno jednostavni da ne zauzimaju previše računalnih resursa (jer tada složeni modeli postaju proračunski vrlo zahtjevni). Ali u zahtjevnijim CAD programskim paketima puno se češće koriste aproksimacijske metode. Funkcijski oblik aproksimacijske krivulje teoretski je moguće postaviti implicitno, eksplicitno i parametarski. U CAD praksi se zbog raznih nedostataka i specifičnih zahtjeva gotovo isključivo koristi parametarski oblik jer je vrlo fleksibilan, i unatoč nešto složenijoj logici ovakav način opisa je najprikladniji.

Model krivulje se specificira po odsječcima polinomima trećeg reda. Svaki odsječak Q opisan je s tri funkcije x, y i z parametra u na sljedeći način:

$Q(u) = [x(t) \ y(t) \ z(t)]$ gdje je:

$$x(t) = a_x t^3 + b_x t^2 + c_x t + d_x$$

$$y(t) = a_y t^3 + b_y t^2 + c_y t + d_y$$

$$z(t) = a_z t^3 + b_z t^2 + c_z t + d_z$$

uz $0 \leq t \leq 1$.

Ako definiramo vektor potencija parametra t na sljedeći način: $T = [t^3 \ t^2 \ t \ 1]$, te matricu koeficijenata triju polinoma na sljedeći način:

$$C = \begin{bmatrix} a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \\ c_x & c_y & c_z \\ d_x & d_y & d_z \end{bmatrix}.$$

Sa usvojenom matičnom notacijom možemo model odsječka krivulje zapisati kao: $Q(t) = T C$. Derivacijom ovog izraza dobivamo izraz za vektor smjera tangente odsječka krivulje:

$$\frac{d}{dt} Q(t) = [3t^2 \ 2t \ 1 \ 0] C.$$

Na prvi pogled modeliranje krivulje po odsječcima izgleda nelogično sa stanovišta zauzeća memorije – ako bi se moglo nekim drugim postupkom parametrizirati cijelu krivulju, njezina reprezentacija u memoriji bi zauzimala manje memorije nego reprezentacije svih njenih odsječaka. Ali u realnim modelima većinom se pojavljuju relativno kratki segmenti krivulja koji su definirani malim brojem točaka, tako da je ovaj pristup potpuno opravdan. Ako promatramo spoj dvaju odsječaka jedne krivulje možemo uočiti da kontinuitet krivulje na tom spoju ovisi o dvije različite vrste kontinuiteta:

- geometrijski kontinuitet G ,
- parametarski kontinuitet C .

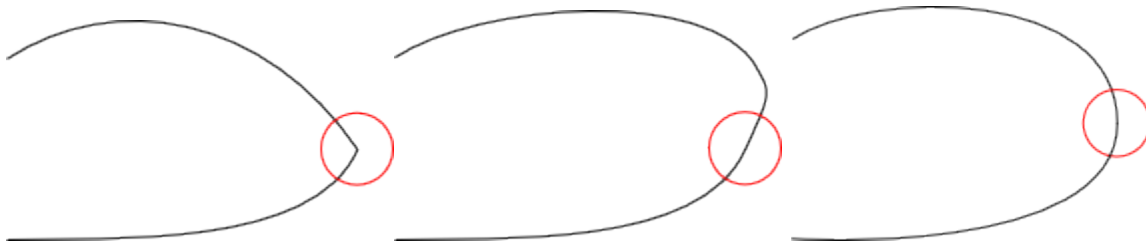
Geometrijski kontinuitet definira se prema razini derivacije položaja točke na krivulji:

- G^0 – jednakost položaja točaka iskazuje neprekinutost krivulje u točki,
- G^1 – jednakost nagiba tangenti (prva derivacija krivulje u točki), itd.

Zbog toga što su krivulje trećeg i viših redova u CAD alatima interpretirane parametarskim polinomima trećeg reda prikladnije je i kontinuitet krivulja izražavati parametarski:

- C^0 – jednakost položaja točaka iskazuje neprekinutost krivulje u točki,
- C^1 – jednakost nagiba tangenti (prva derivacija krivulje u točki),
- C^2 – jednakost zakrivljenosti krivulje (druga derivacija krivulje u točki),
- C^n – jednakost n -te derivacije $Q(u)$ u točki dodira odsječaka.

Matematički gledano, parametarski kontinuitet implicira geometrijski ali obrat ne vrijedi ($C^n \rightarrow G^n$).



dva spojena segmenta, zadovoljen G^0 kontinuitet	smjerovi tangenti dvaju segmenata su jednaki (ne nužno i veličina), zadovoljen G^1 kontinuitet ukoliko su i smjer i veličine vektora jednaki, tada je zadovoljen C^1 kontinuitet	zadovoljenje kontinuiteta drugog reda, jednakost zakrivljenosti segmenata u okolini spojne točke, zadovoljen je C^2 kontinuitet
--	--	---

Naravno, ova analiza kontinuiteta površine je geometrijski ispravna ne samo za odsječke iste krivulje, nego i za spojeve dvaju krivulja ili čak za konture susjednih dijelova u sklopu. Ako krivulje na gornjoj slici zamislimo kao karakteristične profile trodimenzionalnih površina (npr. dio karoserije automobila ili kućište nekog uređaja), lako je uvidjeti da će estetika proizvoda uvelike profitirati što je viši stupanj kontinuiteta površina. Zbog takvog zaključka svi zahtjevi za oblikovanjem

class A površina proizlaze iz poštivanja geometrijskog i parametarskog kontinuiteta.

Klasifikacija površina s obzirom na geometrijski, odnosno parametarski kontinuitet

Smjernice za oblikovanje class A površina se skoro u potpunosti oslanjaju na definiranje oblika dijelova proizvoda i njihovih spojeva kroz geometrijski (odnosno parametarski) kontinuitet. To je i razumljivo s obzirom na to da su class A površine potekle iz automobilske industrije, koja ima neke svoje specifičnosti.

Uobičajeni način oblikovanja automobilske karoserije ja takav da se iz dizajnerskih skica nakon njihove elaboracije izrađuju glineni modeli (najprije u umanjenom mjerilu, a zatim i u stvarnoj veličini) na kojima se dorađuje dizajn, testiraju se aerodinamična svojstva i sl. Zatim se model u stvarnoj veličini digitalizira da bi se moglo početi sa CAD modeliranjem. Najčešće se to radi pomoću 3D skenera ili trokoordinatnog mjernog uređaja, a kao rezultat se dobije mreža 3D točaka koje definiraju površinu karoserije. Zatim je potrebno dobivenu mrežu 3D točaka transformirati u 3D površinu (površinski model). Takav model se zatim još modificira da bi se prilagodio raznim tehnološko – estetskim zahtjevima, između ostalog i zahtjevima class A površine.

Osim autoindustrije class A oblikovanje sve se više primjenjuje i u ostalim granama industrije, pogotovo kod proizvoda kod kojih je ergonomija važan čimbenik. Osim što su oblici površina u skladu sa class A zahtjevima ergonomski prikladni, veliku ulogu igra i estetika samog proizvoda. Pošto class A površine kao osnovni zahtjev postavljaju kontinuitet zakrivljenosti C^2 , njihov izgled promatrača podsvjesno podsjeća na primitivne prirodne oblike, pa su samim time ti proizvodi privlačniji kupcima.

Postavlja se pitanje u kakvoj su vezi razine kontinuiteta površine sa klasifikacijom na class A, B ili C.

Da bi površina predmeta uopće bila kontinuirana (fizički zahtjev koji proizlazi iz kontinuiteta materijala) mora biti zadovoljen minimalno C^0 kontinuitet (tzv. kontinuitet točke), i taj zahtjev je zadovoljen za sve tehničke površine bez obzira na oblik ili tehnologiju izrade. Spoj površina sa C^0 kontinuitetom je zapravo najčešći u većini proizvoda izrađenih odvajanjem čestica ili zavarivanjem (jasno vidljivi i izraženi kutovi na spoju dvaju površina, ako zanemarimo tehnološki prijelaz ili izbrušene kutove da bi se izbjegle ozlijede pri rukovanju proizvodom). U literaturi na engleskom jeziku se za C^1 kontinuitet najčešće koristi izraz point continuity.

C^1 kontinuitet podrazumijeva jednakost smjera i iznosa vektora smjerova (naravno, orijentacija vektora je suprotna) krivulja ili odsječaka krivulje čiji spoj promatramo. Ovakav spoj površina tipično nalazimo kod proizvoda izrađenih valjanjem, provlačenjem, prešanjem, lijevanjem itd. Radi se o tome da je najčešće tehnologijom izrade ili čvrstoćom materijala uvjetovan neki minimalni radijus zaobljenja nakon kojeg bi izrada bila problematična. Možda je dobro radi

lakšeg razumijevanja istaknuti jedan tipični primjer C^1 kontinuiteta u CAD alatima Fillet. U literaturi na engleskom jeziku se za C^1 kontinuitet najčešće koristi izraz tangent continuity.

Većina industrija se zasniva na prethodno objašnjene dvije razine kontinuiteta, a do nedavno su se svi proizvodi zasnivali na njima. Čak se i zrakoplovna industrija i brodogradnja zasnivaju isključivo na njima. Iako se čini logičnim da se u zrakoplovnoj industriji također krene sa inzistiranjem na class A površinama, ne čini se vjerojatnim da će se to uskoro dogoditi. Glavni razlog je u tome što je tamo sve podređeno aerodinamici, potrošnji goriva i masi aviona. U posljednje vrijeme se razvojem hardvera i softvera računala sve više proizvoda konstruira pomoću CAD/CAM alata, pa je i lakše postaviti class A zahtjeve za oblikovanje proizvoda. Tako dolazimo do C^2 kontinuiteta (curvature continuity – kontinuitet zakrivljenosti) sve više koji postaje kod oblikovanja modernih proizvoda.

Kontinuitet zakrivljenosti (C^2) podrazumijeva izjednačavanje drugih derivacija parametara krivulja s obje strane spojne točke. To znači da je zakrivljenost obje krivulje u blizini spojne točke jednaka, što garantira fine prelaze između površina koji će izgledati puno prirodnije od površina koje se spajaju s nižim razinama kontinuiteta. Iako je automobilska industrija krenula na class A površine iz estetskih razloga pokazalo se da imitiranje prirodnih oblika povoljno djeluje na aerodinamiku vozila i u nekim slučajevima smanjuje probleme pri prešanju limova. Poštivanjem kontinuiteta zakrivljenosti (C^2) oblici površina postaju prirodniji i bez naglih prijelaza. Međutim, to što neka površina zadovoljava kontinuitet zakrivljenosti ne znači da se radi o class A površini. Kao primjer možemo razmatrati površinu koja ne zadovoljava kontinuitet zakrivljenosti – ona ipak može biti class A površina ako nema spoj sa nekom drugom površinom. Iako kontinuitet zakrivljenosti nije definitivna garancija class A površine, on je jedan od najprikladnijih kriterija po kojem je moguće prepoznati class A površinu.

Class A površine u CATIA-i

CATIA softver je tradicionalno povezan sa "inženjerskim" dijelom posla i sučelje je optimirano na način da korisniku pruži što više kontrole nad parametrima objekta na kojem radi, ali na više tehnički nego dizajnerski način. Za razliku od softvera koji su prilagođeni dizajnerima i koji su napravljeni na način da objektima manipuliraju na što jednostavniji i intuitivniji način, objekti u CATIA-i (i sličnim CAD alatima) su potpuno definirani svojim značajkama (features) i ograničenjima (constraints). Zbog inženjerske namjene implementirani alati su više orijentirani na što produktivniji rad za većinu korisnika. Naravno, u jednom dijelu modeliranja proizvoda potrebno je modelirati neke dijelove proizvoda sa većim naglaskom na dizajn i tu dolazimo do dijela posla kod kojeg sučelje ne pruža opcije koje bi olakšale slobodno oblikovanje takvih dijelova. Iako je u CATIA-i moguće vrlo efikasno manipulirati površinama (ili definirati površine pomoću raznih parametara), ipak je nemoguće u softveru ponuditi sve mogućnosti koje bi nekad nekome mogle zatrebati.

Kod class A površina do izražaja posebno dolazi razlika između CATIA V4 i V5 verzija. S obzirom na to da se u verziji V4 matematički model zasniva na Bernsteinovim polinomima (Beziérove krivulje) jasno je da dolazi do problema pri definiranju class A površina koje imaju zahtjev na kontinuitet zakrivljenosti. Zbog ograničenja koje izaziva utjecaj prve i zadnje kontrolne točke na krivulji (one imaju to veći utjecaj što je zadan veći broj kontrolnih točaka) teško je zadovoljiti kriterij kontinuiteta zakrivljenosti. Zato je CATIA V5 u velikoj prednosti što se tiče class A površina jer se matematički model ove verzije zasniva na NURBS (NonUniform Rational B-Spline) modelu. NURBS model je znatno fleksibilniji i nudi puno veće mogućnosti u odnosu na Beziérov što se tiče geometrijskog kontinuiteta. Zbog ovih razlika između V4 i V5 verzija logičnije je prvo opisati rad u V5 verziji koja ima puno bolje mogućnosti što se tiče class A površina, a zatim prikazati ograničenja V4 verzije (i neke od načina kako ih zaobići).

CATIA V5 nudi neke odlične alate (npr. SURF2 i FORMTOOL) koji pružaju mogućnost modeliranja geometrijski vrlo kompleksnih površina kao što su unutarnji paneli ili konzola automobila. Zbog ovakvih alata naprednih mogućnosti i napredne integracije DMU-a CATIA je i postala vodeći softver što se tiče CAD/CAM sustava.

CATIA je inicijalno razvijena za aeroindustriju, i zbog toga nije od početka podržavala način rada koji bi bio prilagođen oblikovanju class A površina. Iako se na prvi pogled čini da su i avioni sa svojom elegantnom linijom dizajnirani prema class A principima zapravo se radi o tome da je kod njih sve prilagođeno inženjerskim parametrima (otpor zraka, čvrstoća konstrukcije, masa konstrukcije, potrošnja goriva itd.) i jednostavno nema mjesta dizajnerskim rješenjima koja bi konstrukciju udaljila od optimalnog oblika.

CATIA V4 strogo matematički gledano ne može kreirati class A površine, ali može ih vrlo dobro aproksimirati i uz neke kompromise i naknadne korekcije (npr. korekcija gravura za prešanje limova) je moguće oblikovati proizvode prema

class A zahtjevima. Trenutno CATIA V4 može kreirati dvije vrste objekata poštujući kontinuitet zakrivljenosti (G^2): SURFACE i BLEND.

Kod SURFACE objekata moguće je korištenjem SURF2 i SKIN alata kreirati neograničeno velike površine koje imaju zadovoljavajući kontinuitet zakrivljenosti, iako uz manje devijacije u nekim slučajevima. Ove devijacije je moguće neutralizirati korištenjem SPINES i LIMIT krivulja da bi se potpuno definirala zakrivljenost na rubovima objekta. Nažalost, objekti koji imaju velike varijacije zakrivljenosti na svojoj površini mogu stvarati probleme na kritičnim mjestima. Često je ovo moguće popraviti na način da se na kritičnom mjestu definira tzv. UNSTRESSED SURFACE koja se uklopi na kritično mjesto. Ako ova metoda ne uspije onda je moguće korištenjem ARC ili PATCH alata "pokrpiti" problematično mjesto (ARC i PATCH geometrije imaju mogućnost da se ne pokoravaju baš svim ograničenjima – constraints i da promijene stupanj zakrivljenosti kako bi povećali ili smanjili lokalnu deformaciju). U slučaju da ni drugom metodom nije moguće riješiti problem kontinuiteta zakrivljenosti moguće je korištenjem NURBSCRV ili NURBSSRF geometrije prilagoditi rubove problematične površine i na taj način djelomično riješiti problem.

Za BLEND objekte moguće je koristiti BLENSURF alate koji omogućuju definiranje G^0 , G^1 i G^2 kontinuiteta pri spajanju bilo kojih dvaju krivulja ili površina. Također je moguće kreirati BI-RAIL površinu (površina definirana kao spojna površina između dvije krivulje – rail je eng. naziv za prugu, tračnice) sa zadanim polumjerom, a zatim kreiranjem BLEND površine sa željenim G^0 , G^1 ili G^2 kontinuitetom spojiti BI-RAIL sa ostatkom objekta.

BLENSURF alat je vrlo koristan, ali problem s njime je to što ne može pokriti područje između površina koje stoje pod većim kutom jedna prema drugoj. Primjerice, ako kreiramo dvije međusobno okomite površine koje nisu spojene, a zatim ih probamo spojiti BLENSURF-om dobit ćemo malo čudan "rezultat": spojna površina izlazi sa jedne inicijalne površine sa kontinuiranom zakrivljenosti ali tada najkraćim putem dolazi do druge inicijalne površine i na nju se opet spaja poštujući kontinuitet zakrivljenosti. Ovo se događa zbog toga što BLENSURF kreira čisto geometrijski kontinuitet, a za prirodan oblik je potrebno poštovati i geometrijski i parametarski kontinuitet. Ali ovakve probleme je moguće riješiti korištenjem malo kompliciranijeg alata SKIN.

Kombinacija CATIA-e i drugih softvera

Većina proizvođača automobila već duže vrijeme koristi CATIA-u kao osnovu svog CAD/CAM sustava, i zbog toga se s pojavom class A principa oblikovanja susreli s ograničenjem koje je teško premostiti korištenjem CATIA-inih integriranih alata. Iako CATIA nudi neke alate kojima je moguće manipulirati class A površinama, konkurencija i kratki rokovi razvoja novih modela ih jednostavno prisiljavaju da se okrenu produktivnijim alatima koji omogućuju intuitivnije i brže manipuliranje površinama. Zbog toga većina proizvođača koristi kombinaciju dizajnerskog softvera (najčešće Alias Auto Studio ili ICEM Surf) da bi oblikovala dijelove s posebnim zahtjevima.

Trenutno je Alias sa svojim naprednim mogućnostima najčešći izbor za takav način rada, sa svojim mogućnostima da pokrije cijeli proces industrijskog dizajna proizvoda (Sketch, Surface on sketch, Surface manipulation and build) koji su kasnije kompatibilni sa modelima izrađenim u CATIA-i. Alias nudi rendering i animaciju modela i ima dobro razrađen sustav eksportiranja modela u CATIA-u pomoću plug-ina CAT Direct Connect koji omogućava potpunu interoperabilnost između Aliasa i CATIA-e (V4 i V5). Pri razmjeni podataka između Aliasa i CATIA-e podaci se potpuno prilagođavaju zadržavajući točne dimenzije i tolerancije modela, informacije o površini i topologiji uključujući i G^2 razinu tangencijalnosti. Inače, u Aliasu je moguće oblikovati površine koje će zadržavati kontinuitet čak u G^3 razini (treća derivacija jednadžbe krivulje), što je iznad zahtjeva za class A površine.

Osim toga u Alias je moguće importirati većinu drugih formata (CAD modeli, ergonomski parametri, vektorska i bitmap grafika, razni formati prezentacija, tekstone...). Pri dizajniranju (konstruiranju) proizvoda u Aliasu moguće je raditi modele koji će biti slobodno dimenzionirani ili točne matematički definirane modele, tako da ga dizajneri koriste i za razvoj koncepta.

Još jedna velika prednost Aliasa u proizvodnji automobila je njegova prilagođenost razvoju prototipova, mogućnost importiranja i analize mreže podataka (tzv. Cloud Data Processing), implementirane reverse engineering metode i slični alati specifični za ovo područje proizvodnje.

Smjernice za oblikovanje objekata sa class A zahtjevima

Teško je ukratko dati univerzalne smjernice u vezi nekog tako širokog područja kao što je class A surfacing. Nemoguće je uopće nabrojiti gdje se sve može primijeniti class A, od inicijalne primjene u autoindustriji do proizvodnje raznih drugih proizvoda. U uvjetima suvremenog tržišta koje prepoznaje samo nekoliko glavnih svojstava bilo koje vrste proizvoda potrebno je uložiti dodatni trud pri konstruiranju proizvoda da bi on uopće bi konkurentan na tržištu. Trenutno su glavni kriteriji po kojima kupci rangiraju proizvode cijena, dizajn, ergonomija i kvaliteta (najčešće baš tim redoslijedom). S obzirom na to da je class A razvijen upravo zbog postizanja što boljeg izgleda proizvoda, a zatim i zbog ergonomije očito je da se pridržavanjem smjernica class A oblikovanja može pridonijeti konkurentnosti proizvoda.

Osnovna filozofija koja stoji iza class A površina je zasigurno njihov izgled i dojam koji one ostavljaju na korisnika. Class A površine sa svojim zahtjevom za kontinuitetom zakrivljenosti daju proizvodu kompaktan i prirodan izgled, bez izraženih bridova i spojeva. Važno je naglasiti da se na kontinuitetu ne inzistira samo kod pojedinačnog dijela, nego također i na spoju različitih dijelova.

Iako je class A nastao u automobilskoj industriji sve se više koristi i u različitim drugim industrijama. Nakon automobilske industrije među prvima su ga prihvatili proizvođači raznih elektroničkih uređaja (mobiteli, Pocket PC-i, potrošačka elektronika...), a nakon njih svi ostali. Veliki utjecaj u cijeloj priči ima i ergonomija: pokazalo se da proizvodi oblikovani po class A principima ne dobivaju samo na izgledu i atraktivnosti, prirodni tok površina i krivulja čini proizvode znatno udobnijima i praktičnijima za korištenje. Zbog toga se class A sve više koristi i u industriji medicinskih uređaja i instrumentacije, proizvodnji kućanskih aparata, sanitarija, namještaja i nebrojeno drugih vrsta proizvoda.

S daljnjim razvojem softvera koji će nativno podržavati ograničenja i zahtjeve za class A geometrijom primjena će se sve više širiti i omogućavat će više slobode dizajnerima, tako da se očekuje velika ekspanzija class A oblikovanja raznih proizvoda.

Popis korištene literature

<http://www.coe.org>

<http://www.catia.com>

<http://en.wikipedia.org/wiki/CAD>

http://en.wikipedia.org/wiki/Class_A_surfaces

<http://www.designcommunity.com/forum/5429.html>

<http://www.tenlinks.com/CAD/MCAD/products/surface.htm>

Račun diferencijalni i integralni; Krnić, Šikić (1994)

Funkcije, derivacije, integrali; Elezović (2003), monografija

Advanced Engineering Mathematics; E. Kreyszig (1993) John Wiley & Sons