

STANDARDUL STEP (ISO 10303). REPREZENTAREA PRODUSELOR ȘI SCHIMBUL DE DATE ÎN SISTEME DE INGINERIE CONCURRENTĂ

ec. Claudia Ionescu
ing. Marinela Călinescu

Institutul de Cercetări în Informatică

Rezumat: Articolul prezintă un mecanism capabil să descrie date despre produs pe durata ciclului de viață al acestuia cât și facilitățile aferente schimbului de informații în sistemele de inginerie concurrentă.

Cuvinte cheie: inginerie concurrentă, standard STEP, resurse integrate, protocoale de aplicații.

1. Introducere

Informația generată cu privire la un produs pe parcursul proiectării, fabricației, utilizării, întreținerii și înlocuirii sale este utilizată în scopuri diferite în cadrul ciclului de viață al produsului.

Utilizarea presupune mai multe sisteme de calcul, ce pot fi instalate în organizații diferite. Pentru a permite astfel de utilizări, s-a pus problema reprezentării informației proprii într-o formă comună, interpretabilă de calculator și în același timp completă și consistentă atunci când este schimbată între diferite sisteme de calcul.

ISO 10303 este un standard internațional pentru reprezentarea interpretabilă de calculator și schimbul de date referitoare la un model al produsului elaborat de Comitetul TC184/SC4 ISO.

Termenul "Product Data" ("Date de Produs") semnifică totalitatea elementelor datelor care definesc complet un produs pentru toate aplicațiile, în timpul ciclului de viață al produsului.

"Datele de produs" includ descrierea produsului, configurația, geometria, topologia, toleranțele, materialele și relațiile necesare definirii complete a unei părți componente sau a analizei, fabricației, testării, inspectării și suportului produsului. STEP suportă un număr de domenii ale ingineriei, precum domeniul electric, mecanic și al construcției.

Activitatea Comitetului SC4 include elaborarea a trei standarde internaționale, fiecare standard fiind compus din proiecte multiple.

Primul standard este ISO10303, "Product Data Representation and Exchange" ("Reprezentarea și Schimbul de Date de Produs") și este numit, neoficial, STEP.

Al doilea standard este ISO13584, "Parts Library Data" ("Date privind Biblioteca Părților Componente ale Produsului") și este numit, neoficial, P_LIB. Acest standard este aliniat standardului STEP, având drept scop principal elaborarea unui mecanism pentru reprezentarea și partajarea datelor bibliotecii privind părțile componente ale produsului.

Al treilea standard inițiat în 1991, tratează și informațiile privind gestiunea de fabricație.

Obiectivul este furnizarea unui mecanism care să descrie date despre produs în timpul ciclului de viață al produsului, independent de orice sistem. Natura acestei descrieri îl face să fie adecvat nu numai pentru schimbul de fișiere neutrale, ci și ca bază pentru implementarea și distribuirea datelor referitoare la produs, precum și pentru arhivarea acestora.

ISO 10303 tratează următoarele categorii de probleme: metode de descriere a informațiilor despre produs, resurse integrate, protocoale de aplicații, seturi de teste abstracte, metode de implementare și teste de conformitate.

Standardul oferă o modalitate de reprezentare a informațiilor despre produs împreună cu mecanismele necere și definițiile care să permită schimbul datelor despre produs.

Schimbul se realizează între diferite sisteme de calcul și medii asociate cu întregul ciclu de viață al produsului, inclusiv proiectarea, fabricația, exploatarea, întreținerea și înlocuirea acestuia.

2. Standardul ISO 10303. Principii fundamentale

Standardul ISO 10303 separă reprezentarea informațiilor de produs de metodele de implementare utilizate pentru schimbul de date.

Reprezentarea oferă o singură definiție a informației de produs, comună mai multor aplicații. Această reprezentare comună poate fi generată pentru a satisface cerințele aplicațiilor concrete, formulate în protocoale de aplicație.

Standardul ISO 10303 utilizează un limbaj formal de specificare a datelor, EXPRESS, pentru a descrie informația despre produs. Utilizarea unui limbaj formal asigură precizia și consistența reprezentării și facilitează dezvoltarea implementărilor. Acest standard oferă metode de implementare care permit reprezentarea

informației de produs inclusă în protocoalele aplicației.

De asemenea, standadul oferă o metodologie și un cadru de lucru pentru testarea conformității implementărilor.

2.1 Resurse integrate

Specificația informației de produs este furnizată printr-un set de resurse integrate. Fiecare resursă integrată este alcătuită dintr-un set de descrieri de date de produs (în limbajul EXPRESS) cunoscută sub numele de construcție a resursei. Un set de descrieri poate fi dependent de alte seturi pentru definirea lui. Informația similară pentru aplicații diferite este reprezentată printr-o singură construcție de resursă. O construcție de resursă poate fi utilizată împreună cu restricții modificate și suplimentare, relații și atribute pentru a permite anumite aplicații.

Resursele integrate sunt împărțite în două grupuri distincte: resurse generice și resurse de aplicație. Resursele generice sunt independente de aplicații și se pot referi una pe alta.

Resursele generice cuprind următoarele seturi:

- fundamentele descrierii de produs și suportul aferent
- reprezentarea topologică și geometrică
- Structuri de reprezentare
- Configurația structurii produsului
- Prezentare vizuală.

Resursele de aplicație referă și extind resursele generice pentru a fi utilizate de un grup de aplicații similare. Resursele de aplicație nu referă alte resurse de aplicație.

2.2 Suportul pentru aplicații

Resursele integrate definesc un model informațional, generic pentru datele de produs. Ele nu sunt însă suficiente pentru a permite precizarea cerințelor informaționale ale unei aplicații fără adăugarea unor restricții specifice, a unor relații și atribute.

Standardul ISO 10303 definește protocoale de aplicație pentru a interpreta cuplarea resurselor integrate cu cerințele informațiilor de produs ale aplicațiilor specifice. Interpretarea este realizată prin selectarea construcțiilor resurse

potrivite și rafinarea sensului lor, prin specificarea unor restricții, a unor relații și atribute corespunzătoare. Această interpretare rezultă dintr-un model interpretat al aplicației. Modelul interpretat al aplicației este o parte a unui protocol de aplicație.

Scopul și cerințele informaționale ale aplicației sunt specificate în terminologia aplicației. Protocolul de aplicație oferă o suprapunere care arată ce interpretare se dă resurselor integrate pentru a se cupla cu cerințele informaționale ale aplicației.

2.3 Metode de implementare

Fiecare metodă de implementare inclusă în acest standard este specificată prin suprapunerea limbajului EXPRESS peste limbajul formal, utilizat pentru descrierea metodei. Suprapunerea este independentă de protocolul de aplicație. Rezultatul suprapunerii este exprimat printr-o notație formală.

În standardul ISO 10303 au fost identificate trei metode de implementare:

- prin schimb de fișiere
- prin interfațarea programelor de aplicație
- prin implementări de baze de date.

2.4 Implementări

Un protocol de aplicație poate specifica una sau mai multe metode de implementare aplicabile, din setul de metode de implementare. O implementare va aplica una sau mai multe metode de implementare specificate în protocolul de aplicație, unui model interpretat al aplicației.

2.5 Prezentarea grafică a modelelor

Prezentarea grafică a modelelor pentru a ilustra definiții de date normative este informativă în toate cazurile. În cadrul standardului ISO 10303 sunt utilizate patru tipuri de modele care utilizează prezentări grafice:

- construcții de resurse în interiorul resurselor integrate
- modele de activitate ale aplicației(AAM)
- modele de referință ale aplicației(ARM)

- modele interpretate ale aplicației(AIM)

Prezentările grafice sunt necesare pentru a permite înțelegerea definițiilor. Principalele tipuri de prezentări grafice, utilizate de standardul ISO 10303 sunt:

- EXPRESS este prezentat în ISO 10303-11
- IDEF0 - o notație a modelării activității, utilizată pentru modele de activitate ale aplicației, în cadrul protocoalelor de aplicație (IDEF0 Integration Definition for Function Modelling);
- IDEF1X - reprezentare grafică utilizată în metoda de modelare a informației IDEF1X (Integration Definition for Function Modelling).
- NIAM - reprezentarea grafică utilizată în metoda de modelare a informațiilor NIAM (metoda de analiză a informațiilor).

2.6 Test de conformitate

Conformitatea unei implementări ISO 10303 este specificată prin cerințele de conformitate, specificate într-un protocol de aplicație. Pentru fiecare protocol de aplicație este definit un set numit suită de teste abstracte. Fiecare suită de teste abstracte este specificată într-una dintre seriile de teste abstracte ale acestui standard internațional. Prin asociere cu metodele de implementare specificate, aceste teste sunt suficiente pentru a determina dacă o implementare este conformă cu cerințele din protocolul de aplicație. Standardul ISO 10303 conține serii de teste de conformitate privind metode de testare abstractă pentru fiecare metodă de implementare.

3. Elementele fundamentale ale descrierii de produs și resurse suport

Subdiviziunile importante ale standardului ISO 10303 referitoare la descrierea de produs și resursele suport se referă la:

- **resurse pentru descrierea de produs generic** (Generic product description resources), care oferă o organizare globală pentru resursele integrate, permițând descrierea faptelor

independente de aplicație, care sunt comune tuturor produselor,

- **resurse pentru management** (Management resources), care asigură descrierea informațiilor care sunt utilizate pentru administrarea și controlul datelor de produs; împreună cu resursele de descriere de produs generic, acestea constituie fundamentul pornind de la care se construiesc: modele interpretate de aplicație și scheme conceptuale normative ale protocoalelor de aplicație; modelele interpretate de aplicație transpun resursele de administrare generice selectate în elemente de resurse de descriere de produs integrate pentru a satisface cerințele specificate în modelul de referință corespunzător;
- **resurse suport** (Support resources) sunt un set de construcții de resurse divizate care sunt utilizate de resursele integrate.

Schema de grupare a resurselor adaptată în cadrul standardului este prezentată în figura 1.

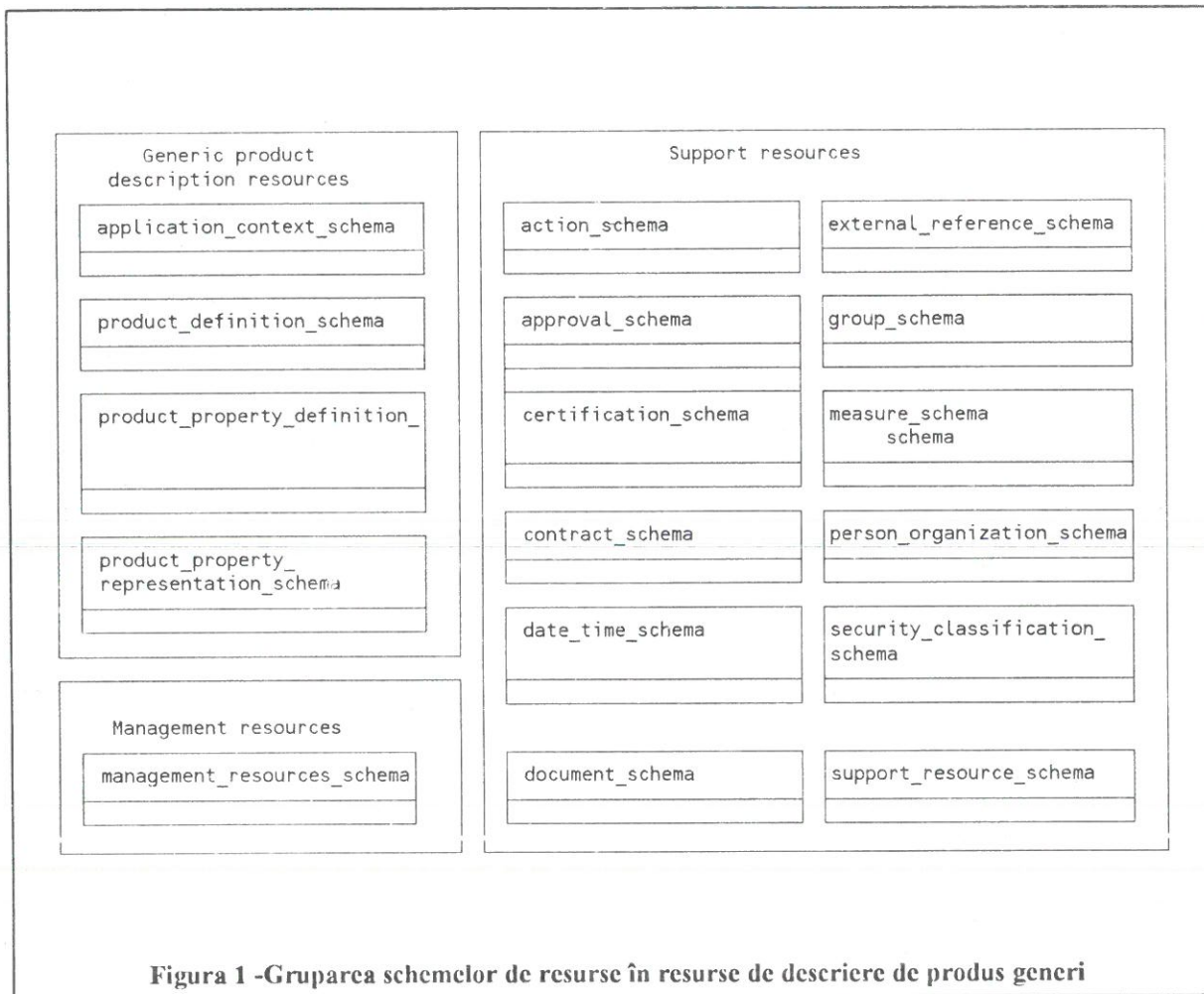
3.1 Resurse pentru descriere de produs generic

În această secțiune sunt specificate construcțiile de resurse pentru structura de reprezentare a produselor și proprietăților lor, de nivelul cel mai înalt. De asemenea, se vor menționa resursele integrate ale standardului ISO 10303 pentru descrierea aspectelor generice ale utilizării produsului, clasificarea produselor și asocieri între produse.

În acest sens se au în vedere următoarele elemente:

- identificarea unui produs
- clasificarea produselor
- specificarea versiunii, a relațiilor și substituirile permise pentru un produs
- specificarea reprezentării formei unui produs
- descrierea contextului aplicației pentru care sunt definite date de produs.

Resursele integrate utilizate pentru descrierea de produs la cel mai înalt nivel sunt reprezentate prin următoarele scheme.



Application_context_schema permite descrierea utilizării în aplicație a datelor de produs.

Product_definition_schema permite descrierea identificării produselor, clasificarea produselor și a relațiilor dintre definițiile produselor.

Product_property_definition_schema permite descrierea caracteristicilor de formă sau material ale unui produs.

Product_property_representation_schema descrie structura de reprezentare a caracteristicilor de formă ale unui produs.

Resursa Descriere de Produs Generic este constituită, deci, din scheme care reflectă diferitele tipuri de date care pot fi asociate unui produs.

În ceea ce privește contextul aplicației: o definire de produs se face într-o singură aplicație, dar un context de aplicație poate utiliza una sau mai multe definiții de produs.

Referitor la **definirea de proprietăți**: o definire de produs poate avea una sau mai multe definiții de proprietăți asociate lui. Fiecare definire de proprietate aparține la cel puțin o definire de produs.

În legătură cu **reprezentarea proprietăților**: fiecare definiție de proprietate poate fi reprezentată într-unul sau mai multe moduri.

Structura resursei pentru Descriere de Produs Generic este reprezentată în figura 2.

3.2 Definirea de produs

Schema definiției de produs conține clauze referitoare la aspectele generice ale definiției de produs. Declarațiile scrise în limbajul EXPRESS cu care începe *product_definition_schema* identifică referințele externe necore:

product_definition_schema

*)

SCHEMA product_definition_schema

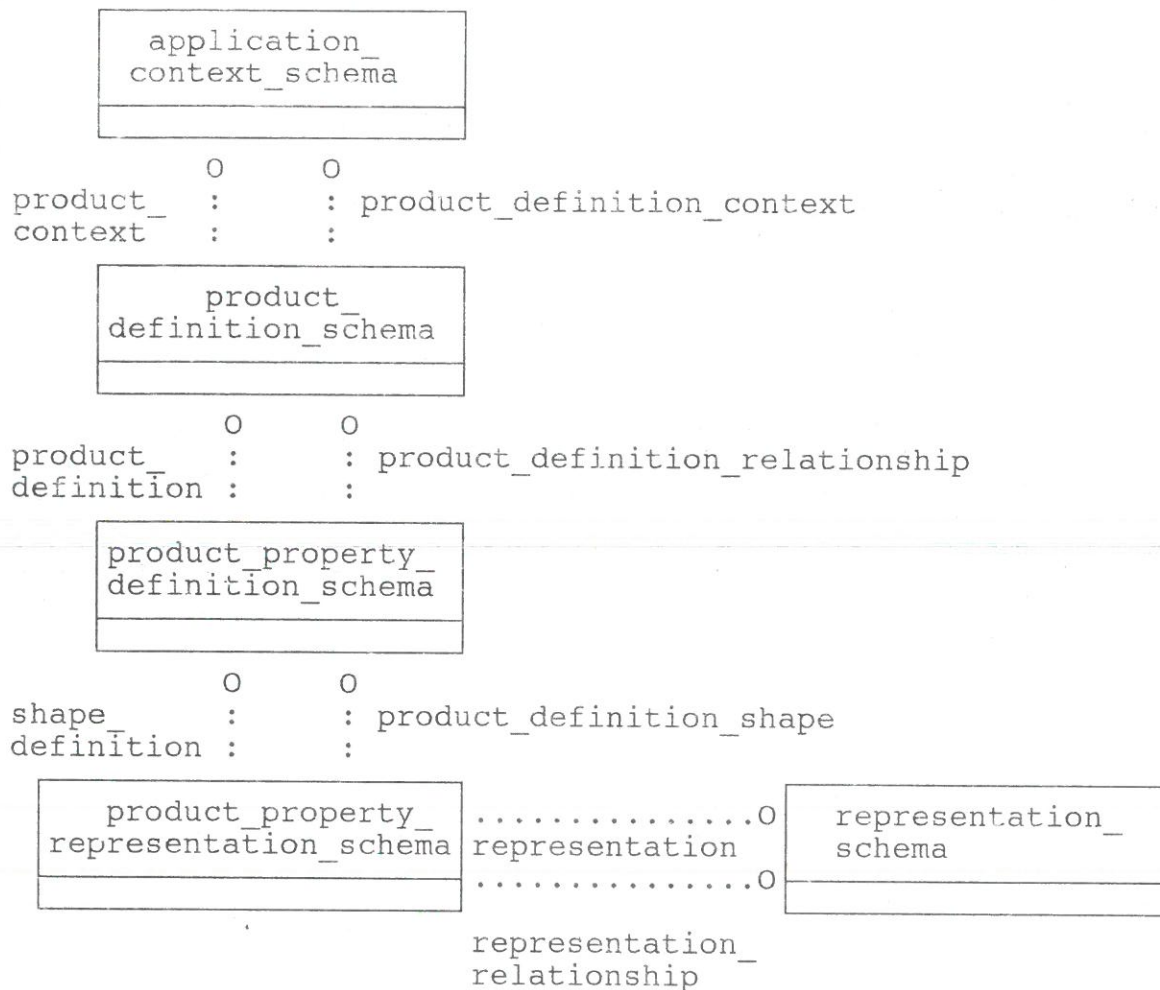


Figura 2. Structura resursei pentru descrierea de produs generic

REFERENCE FROM application_context_schema
(*product_context,*
product_definition_context);

REFERENCE FROM document_schema
(*document*);

REFERENCE FROM support_resource_schema
(*identifier,*
label,
text);

(*
Identificarea produselor și a versiunilor produselor, gruparea produselor conform cu schemele de clasificare și definirea diferitelor tipuri de relații între produse sunt exemple de aspecte generice ale datelor de produs. Aspectele generice ale definiției de produs se realizează cu ajutorul unui set de construcții de resurse care pot fi utilizate pentru a specifica fapte care definesc aspecte generice.

Faptul că o definiție de produs este legată de alte definiții de produse este un exemplu de specificare a definiției de fapte aferente unui produs generic.

Faptele aferente definiției de produs sunt independente de proprietăți. Căile prin care aceste fapte pot fi combinate sunt menționate prin intermediul relațiilor care sunt definite în această schemă. Fiecare fapt generic poate fi interpretat în orice context de aplicații; căile prin care faptele urmează să fie interpretate sunt stipulate în protocoale de aplicație.

Un produs poate avea mai multe versiuni între care există diferențe. Aceste diferențe sunt definite printr-un set unic de caracteristici care aparțin fiecărei versiuni a produsului. O versiune de produs poate avea definiții multiple, asociate cu el, validitatea acestora fiind legată de contextul aplicației.

Definiția unui produs include proprietățile care sunt cerute pentru a-l caracteriza. Produsele pot fi legate unele de altele în diverse

4. Resurse integrate pentru reprezentarea geometrică și topologică

Această parte a standardului ISO 10303 specifică resursele integrate, utilizate pentru reprezentarea geometrică și topologică, în scopul reprezentării explicite a formei geometrice a modelului produsului.

Geometria este în mod exclusiv geometria curbelor și a suprafețelor parametrice. Ea include entități de tip curbă și suprafață, precum și alte entități, funcții și tipuri de date necesare pentru definirea lor. Pentru definirea geometriei bidimensionale și tridimensionale a fost utilizată o schemă comună. Geometria este definită într-un sistem de coordonate stabilit ca parte a contextului articolelor care o reprezintă. Aceste concepte sunt definite în standard.

Topologia descrie relațiile de conectivitate între obiecte, făcând abstracție de formă geometrică specifică a acestora.

Modelarea solidă oferă resurse de bază pentru comunicarea datelor care descriu mărimea precisă și forma obiectelor solide tridimensionale. Modelele geometrice furnizează o reprezentare completă a corpului care, în multe cazuri, include, atât date geometrice, cât și topologice.

În standard sunt incluse două tipuri clasice de modele solide: CSG și B-rep.

4.1 Geometria produsului

Aria de cuprindere a schemelor geometrice este următoarea:

- definirea de puncte, vectori, curbe parametrice și suprafețe parametrice
- definirea operatorilor de transformare
- puncte definite direct prin valorile coordonatelor lor sau în termenii parametrilor unei curbe sau a unor suprafețe existente
- definirea curbelor conice și a suprafețelor elementare
- definirea curbelor și a suprafețelor spline parametrice generale
- definirea de puncte, curbe și de suprafețe replici
- definirea de curbe și suprafețe, prin coordonate relative
- definirea curbelor prin intersecție.

Dimensionalitatea spațiului. Toate geometriile sunt definite în sistemul de coordonate cartezian, având aceeași unitate de măsură pentru fiecare axă.

Entitățile geometrice complexe sunt definite prin utilizarea punctelor și a direcțiilor din care poate fi dedusă dimensionalitatea spațiului.

Parametrizarea curbelor și a suprafețelor analitice. Fiecare curbă sau suprafață specificată are aici o parametrizare definită. În aceste condiții, definițiile sunt în termeni parametrici. În altele, curbele conice și suprafețele elementare sunt definite în termeni geometrici. În al doilea caz, se utilizează un sistem de coordonate de plasare, pentru a defini parametrizarea. Declararea geometriei se face utilizând:

geometry_schema

4.2 Specificarea topologiei

Schema topologiei se referă la următoarele aspecte:

- definirea entităților topologice fundamentale (vârf, muchie și față) pentru a permite asocierea cu geometria (punct, curbă, suprafață)
- identificarea colecțiilor entităților de bază pentru a crea structuri topologice și precizarea restricțiilor care să asigure integritatea acestor structuri
- orientarea entităților topologice.

Modelul resursei topologice are la bază modelarea solidă prin reprezentarea frontierelor, dar poate fi utilizat și în alte aplicații în care este necesară o metodă explicită pentru reprezentarea conectivității.

Entitățile topologice au fost definite într-o manieră ierarhică în care entitatea primitivă este **vârful**, toate celelalte entități topologice fiind definite fie direct, fie indirect prin intermediul muchiilor. Fiecare entitate are setul său de restricții. O entitate de nivel înalt poate impune restricții pentru o entitate de nivel mai scăzut.

Entitățile topologice de bază în ordinea creșterii complexității sunt: *vertex*, *edge*, *path*, *loop* și *shell*.

Există un set de funcții care asigură consistența modelelor topologice. Un set de entități topologice permite asocierea cu datele geometrice. Conceptul cheie care leagă topologia de geometrie este **domeniul** (ex: domeniul vârf, muchie, față este în corespondență cu punct, curbă, suprafață; domeniul unui model solid este regiunea de spațiu

pe care o ocupă; domeniul unei liste este domeniul elementelor din listă).

4.3 Modele geometrice

Aria de cuprindere a schemei modelului geometric conține următoarea problematică:

- furnizarea datelor care descriu forma geometrică precisă a obiectelor solide tridimensionale
- modele CSG (Constructive Solid Geometry)
- definirea primitivelor CSG și a semispațiilor
- crearea modelelor solide prin "sweeping"
- modele cu reprezentare prin frontiere bazate pe varietăți diferențiale
- restricții care asigură integritatea modelelor B-rep
- modele bazate pe suprafețe
- modele wireframe
- seturi geometrice
- crearea unei reprici (duplicat) a unui model solid într-o locație nouă.

Declararea modelului solid se face utilizând:

geometric_model_schema

Obiectul schemei modelului geometric este precizarea resurselor de bază necesare pentru comunicația datelor care descriu mărimi precise, poziție, forma obiectelor solide tridimensionale. În afară de modelele CSG și de B-rep, sunt incluse și entități care furnizează modele mai puțin complexe din punct de vedere geometric și topologic acestea fiind adecvate pentru comunicația cu sisteme ale căror facilități de modelare diferă de aceste două sisteme de modelare solidă.

Modelele bazate pe geometrie solidă constructivă sunt reprezentate prin primitive și prin secvența de operații Booleene (reuniune, intersecție, diferență) utilizate în construcția lor. Primitivele CSG standard sunt con, cilindru, sferă, tor, bloc și pană (piramidă) și trebuie să fie definite în poziția și orientarea lor finală. În plus, față de primitivele CSG, pentru orice model solid inclusiv bazat pe Sweep și semispații sunt permise operații Booleene. Solidele bazate pe Sweep sunt *solid_of_revolution* și *solid_of_linear_extrusion*. Solidele sweep sunt obținute prin extruziunea sau sweeping-ul unei fețe plane care pot conține găuri.

Solidele de tip *half_space* se definesc ca fiind solide semi infinite, plate de o parte a unei suprafețe; ele pot fi limitate prin *box_domain*.

Capitolul "Form Features" al standardului ISO 10303 se ocupă de caracterizarea și de reprezentarea formelor care sunt de mare interes industrial, adică forme stereotipe sau imagini (vederi) și este oferită o metodă de asociere a formelor particulare cu una sau mai multe dintre imagini (vederi). Acest lucru este reflectat de prezența în document a două scheme. O schemă cuprinde caracterizarea formelor de "mare interes", cealaltă cuprinde reprezentarea acestora. Sunt luate în considerare formele nominale, formele specifice, formele rigide și sunt tratate relațiile specifice intertrăsături.

Idea de formă poate fi considerată prin prisma a două aspecte: formă și mărime. Caracterizările din cuprinsul capitolului "Form Features" al standardului ISO 10303 se referă în întregime la formă.

Schema de caracterizare a formelor (*Form_features_schema*).

4.4 Definierea în limbajul EXPRESS

*)

SCHEMA form_features_schema;

REFERENCE FROM

product_property_definition_schema

(shape_aspect);

REFERENCE FROM central_resource_schema

(label,

text);

REFERENCE FROM specific_measures_schema

(length_measure,

plane_angle_measure);

REFERENCE FROM external_specification_schema

(specification);

(*

Schema de reprezentare a trăsăturii de tip formă suportă o varietate de reprezentări folosite în modelarea formei. Acestea sunt, în general, reprezentări ale "cazurilor speciale", adică situații specifice ale formei.

Acastă schemă suportă două stiluri de modelare a formei. În primul rând, un model al formei poate consta, în întregime, din reprezentări cu această schemă. Alternativ, reprezentările acestei scheme pot fi folosite pentru a dezvolta un model geometric de genul celui specificat în alte părți ale standardului ISO 10303.

Există două tipuri de reprezentare a trăsăturii de tip formă:

a) **Implicit representations** (reprezentări implicite) - sunt liste ale elementelor modelului geometric care reprezintă aspectul formei de interes;

b) **Explicit representation** (reprezentare explicită) - angajează parametrii și alte date pentru a modela aspectul formei de interes.

O reprezentare implicită trebuie să ofere date suficiente pentru "evaluarea" într-un context BREP. Această înseamnă că trebuie să existe o logică prin care se va crea sau edita un BREP, astfel încât, fețele, muchiile etc., implicate de reprezentare să fie explicite.

Existența evaluării logice nu implică faptul că reprezentările implicite trebuie să fie evaluate pentru a fi folosite. Datele reprezentării implicite sunt, deseori, suficiente pentru aplicații.

Bibliografie

1. **ISO/DIS 10303-43**. Industrial Automation Systems and Integration - Product Data Representation and Exchange - Part 43: Integrated Generic Resources: Representation Structures.

2. **ISO/DIS 10303-43**. Industrial Automation Systems and Integration - Product Data Representation and Exchange - Part 44: Integrated Generic Resources: Product Structure Configuration.

3. **ISO/DIS 10303-43**. Industrial Automation Systems and Integration - Product Data Representation and Exchange - Part 42: Integrated Generic Resources: Geometric and Topological Representation.

4. **ISO/DIS 10303-43**. Industrial Automation Systems and Integration - Product Data Representation and Exchange - Part 203: Application Protocol: Configuration Controlled Design.

5. **KUSIAK, A.**: Manufacturing Systems: A Concurrent Engineering Perspective. In: *Proceedings of the 1993 European Simulation Symposium*, The Society for Computer Simulation, San Diego, CA, U, ESS'93, 1993, pp.57-66.

6. **KUSIAK, A.**,(ed.): *Concurrent Engineering Automation, Tools and Techniques*, John Wiley & Sons, New York, 1993.

7. **WOLFE, R.N., WESLEY, M.A.**: Solid Modelling Production Design. In: *IBM Journal of Research and Development*, Vol.31, No.3, pag.277-294.



EngSTEP

Descriere produs

EngSTEP este un sistem de inginerie concurentă bazat pe trăsături orientat pe standardul **STEP**.

Domenii de aplicabilitate

- Proiectare asistată de calculator în domeniile: mecanic, electric, metalurgic, arhitectura, construcții, construcții navale etc.
- Simulare
- Sisteme de fabricație asistată de calculator
- Analiză structurală
- Testare
- Schimb de date între sisteme.

Configurație hardware / software

- stații grafice (Sun, Silicon Graphics)
- sisteme de operare de tip UNIX.

Punct de contact

- Laborator Sisteme de Inginerie Asistată de Calculator: Claudia Ionescu, Marinela Călinescu
Tel: 665.60.60 sau 665.70.15 / interior 102, 147.