

Recenzii

INGINERIE CONCURENTĂ: AUTOMATIZARE, INSTRUMENTE ȘI TEHNICI

Kusiak, A. (ed.)

John Wiley & Sons, Inc., New York, 1993, 589 p.

Domeniile de aplicații ale calculatoarelor în producție și inginerie se extind actualmente peste limitele tradiționale, marcând practic o acoperire a tuturor activităților umane din sfera menționată: de la cercetare-dezvoltare, proiectare și specificații, până la planificare, fabricație, controlul producției, asigurarea calității, monitorizare și întreținere.

Obiectivul cărții este de-a formaliza, într-o primă aproximație, modul în care informațiile trebuie să fie modelate, comunicate, stocate și accesate pe ansamblul unei întreprinderi pornind de la definirea cerințelor clientului, planificarea produsului, procesul de concepție al produsului, materiale, proiectarea sistemului de producție, validarea prototipului, planificarea în detaliu a producției, precum și toate aspectele ciclului de viață, de la livrare la reciclare până la disponibilizare.

Cartea este o colecție de contribuții noi sau publicate (dar revizuite) ale unor autori ce își desfășoară activitatea în instituții academice sau în companii de renume din întreaga lume. Structura cărții include o scurtă introducere, 21 capitole ce acoperă un spectru larg al temelor de cercetare contemporană din domeniul ingineriei concurente, precum și un indice de materii inclus la sfârșit. Pentru a înțelege mai bine problematica abordată în această carte, ne-am propus o parcurgere liniară, pe titluri de capitole, cu evidențierea ideilor de bază din fiecare capitol.

Primul capitol, *Proiectarea orientată pe ciclului de viață al produselor: O nouă oportunitate pentru întreprinderile producătoare*, ne familiarizează cu conceptul de *life-cycle design - proiectarea orientată pe ciclul de viață al produsului* și cu câteva din principiile asociate acestuia. Conceptul, văzut ca o nouă modalitate oferită companiilor pentru a satisface cerințele clienților și ale societății, acoperă următoarele etape: recunoașterea necesităților, proiectare/dezvoltare, producție, desfacere, utilizare și reciclare/disponibilizare. Soluțiile diferite ale unei astfel de proiectări sunt studiate în funcție de unele criterii (precum: protecția mediului, condițiile de lucru, optimizarea

resurselor, facilități de producție, caracteristici ale produselor, comoditatea fabricației) și de politica firmelor producătoare.

În capitolul *Modelarea Proiectării prin Ingineria Concurentă* se adoptă premisa că ingineria concurentă este un sistem care permite includerea diferitelor valori ale ciclului de viață al produselor în fazele incipiente ale proiectării, în aplicațiile de inginerie concurentă și a programelor care ajută proiectanții să evalueze o proiectare candidat în raport cu diferite valori ale ciclului de viață al produselor. În acest sens, în carte se evidențiază o metodă de evaluare a valorii totale a ciclului de viață al proiectelor candidat: metoda DCA (Design Compatibility Analysis). În esență, metoda DCA utilizează compatibilitatea datelor orientate pe obiect pentru: (a) calcularea "calității" globale a proiectării; (b) furnizarea de motivații și (c) oferirea de sugestii privind eficiența.

Capitolul 3, *Controlul automat al idealizărilor adoptate în analiză*, tratează problema controlului automat al idealizărilor adoptate în faza de analiză în cadrul unui sistem de inginerie concurentă și propune o soluție de modelare pentru un sistem de inginerie care permite controlul idealizărilor operate în fazele de analiză, în cadrul unui mediu de inginerie concurentă. De asemenea, se explică modul în care tehnologia sistemelor expert împreună cu tehnicile de analiză numerică ajută la automatizarea acestei activități.

Capitolul 4, *Ingineria concurentă în proiectarea structurală optimală*, are ca obiect una din cele mai vechi discipline ale ingineriei: ingineria structurală. Sistemul integrat de optimizare structurală (ISOS), prezentat în acest capitol, are capacitatea de a genera topologiile pe o bază analitică riguroasă, deși în forma unor imagini imprecise. Această abordare deschide calea integrării instrumentelor din domenii diferite precum mecanică, procesul de fabricație, vederea artificială, sistemele expert și optimizarea matematică. Un alt atribut al acestui tip de sistem (ISOS) este facilitatea de a permite o examinare concurentă a constrângerilor de proiectare în multe domenii diferite.

Capitolul 5, *Verificarea în timp real a constrângerilor în procesul de proiectare*, abordează problemele de proiectare complexe. Problemele de proiectare complexe au asociate cicluri lungi de verificare și de revizuire a proiectelor și sunt, prin urmare, consumatoare de timp și costisitoare în desfășurarea proiectării. În acest capitol sunt descrise: (a) modul în care un proces de proiectare, bazat pe constrângeri este verificat și revizuit (acest factor este foarte

important în implementarea unui sistem CAD eficient); (b) modul de dezvoltare a unui sistem CAD inteligent interactiv, în scopul construirii unui mediu de proiectare inovator în care proiectantul poate genera și verifica în mod concurent o soluție de proiectare în timp-real.

Scopul proiectării conceptuale a mecanismelor este găsirea celei mai adecvate combinații de elemente mecanice și de fenomene fizice, asociate acestora pentru satisfacerea cerințelor. Deoarece calitatea oricărei proiectări depinde de deciziile din proiectarea conceptuală, acest capitol intitulat *Proiectare conceptuală a mecanismelor: o abordare fizică calitativă*, evidențiază suportul inteligent al proiectării conceptuale. În acest scop, se propune o abordare fizică calitativă a unui mediu de modelare a obiectului prin proiectarea integrată bazată pe cunoașterea legilor fizice. Ideea cheie este utilizarea unui model calitativ central numit metamodel.

Acest capitol, intitulat *O proiectare inteligentă pentru sistemul de fabricație*, evidențiază efectele lipsei de comunicație dintre personalul de proiectare și cel de fabricație (o problemă majoră a industriei, în zilele noastre). Ca urmare, multe piese (repere) intră într-un proces de reproiectare, fapt care determină creșterea costurilor de producție. O abordare care permite depășirea acestor inconveniente și obținerea unei proiectări realizabile este considerată a fi un *sistem de proiectare inteligent*, IDS. Mai simplu, IDS înglobează un sistem CAD, un sistem expert și un DBMS.

Capitolul *Modelare și raționament pentru planificarea asistată de calculator a proceselor de asamblare* examinează ansamblul (considerat ca reprezentând o activitate integrată în procesul de fabricație pe baza proiectării și, deci importantă, în special, pentru ingineria concurentă) și propune un nou mediu pentru generarea automată a secvențelor de asamblare (planuri de asamblare). De asemenea, în acest capitol este prezentată o abordare bazată pe cunoștințe pentru a analiza produsele și pentru a construi, mai întâi, vederile "explodate" ale produsului pentru a deriva apoi secvențele de asamblare. Un prototip de sistem uniaxial, implementat în Turbo Pascal, este, de asemenea, descris.

Proiectare pentru producția automatizată este titlul acestui capitol în care se revăd abordările tradiționale și curente privind dezvoltarea pieselor mecanice. Apoi este descrisă abordarea modelării orientate pe trăsături pentru reprezentarea trăsăturilor mecanice, relațiile lor privind toleranțele, precum și asocierile trăsătură-toleranță. Metodele pentru reprezentarea și utilizarea cunoștințelor de fabricație sunt discutate din perspectiva unui sistem integrat de fabricație și

de proiectare. Proiectarea automată cu toleranțe optimale este utilizată pentru a ilustra metodologia proiectării optimale incluzând științe de fabricație.

Capitolul *Calitate prin proiectare* prezintă modul în care o metodă de îmbunătățire și de planificare a calității poate fi utilizată sistematic pentru proiectarea produsului, începând cu proiectarea conceptuală și până la stabilirea limitelor de toleranță pentru părțile (reperele) componente.

În accepția lui Taguchi, activitățile off-line de planificare a calității și de îmbunătățire a acestora sunt realizate în trei etape: proiectarea sistemului, proiectarea parametrilor și proiectarea toleranțelor. Mai întâi, este prezentată proiectarea sistemului care folosește QFD (Quality Function Development). În timpul acestei faze, o formulare privind cerințele produsului este extrasă din intrările clientului și apoi convertită în cerințe de fabricație și proiectare. În continuare, sunt prezentate câteva metode și exemple ale fazei de proiectare a parametrilor, care oferă garanția că proiectarea este robustă față de variațiile de fabricație și cele de producție, precum și față de stresul mediului. În final, este prezentată o abordare a proiectării toleranțelor ce permite o evaluare a subsistemului și a componentelor proiectării.

Capitolul *Ingineria calității și proiectarea toleranțelor* include formalizarea matematică a caracteristicilor calității și câteva rezultate privind metodologia QFD, introdusă în capitolul anterior.

În acest capitol, *Proiectare pentru fiabilitate*, fiabilitatea este o măsură a capacității unui element (piesă, reper, sistem etc.) de a rămâne funcțional pe un anumit interval de timp, exprimat de probabilitatea că elementul va realiza funcția sa cerută în condițiile stabilite pentru un interval de timp T. Activitățile de asigurare a calității pentru sistemele tehnice complexe sunt coordonate de către două programe, programul de asigurare a calității și programul de asigurare a fiabilității. Capitolul își propune următoarele subiecte: (a) analiza fiabilității în faza de proiectare, (b) îndrumări privind proiectarea, (c) teste de fiabilitate și (d) asigurarea calității și a fiabilității în faza de producție.

Capitolul 13, *Proiectarea fiabilității pentru fabricația circuitelor ULSI*, prezintă un algoritm optim de testare pentru circuitele ULSI; el este formulat ca o problemă de programare neliniară în numere întregi.

În capitolul *Proiectarea service-ului pe durata ciclului de viață a produsului* este pus în discuție termenul de "serviceability", adică service-ul care măsoară ușurința cu care un sistem poate fi întreținut sau reparat, cât de des sistemul are

nevoie de astfel de operații, cât de ușor este să ofere servicii, durata service-ului oferit de sistem și costul acestuia. Service-ul include diagnoza, întreținerea, reparațiile și alte tipuri de service ce afectează activitatea necesară pentru a păstra în mod corespunzător funcția sistemului. Acest concept este strâns legat de fiabilitate.

În acest capitol, se descrie și o metodologie care să identifice o soluție de proiectare și să permită analiza acesteia din punctul de vedere al service-ului. Ideea de bază este aceea a modurilor de service bazate pe fenomene care reprezintă anomalii de funcționare ale unui produs și a relațiilor dintre aceste moduri și operațiunile de reparare.

Noua metodă de desfășurare a service-ului, pe elementele cheie (o analiză revizuită a modului de service) permite utilizarea datelor cunoscute din industrie.

Capitolul *Proiectarea mentenabilității* tratează unul din cele mai importante aspecte ale proiectării, mentenabilitatea. În noile medii de inginerie concurentă, rolul inginerului de întreținere a sistemului se va schimba. Responsabilitatea pentru tipul de proiectare ce satisface cerințele de "mentenabilitate" va reveni inginerului proiectant care va putea fi ajutat de regulile de proiectare introduse în baza de date a proiectării.

Aceste reguli de proiectare vor fi însă în responsabilitatea inginerului de întreținere a sistemului (care devine astfel un expert consultant ale cărui cunoștințe sunt capturate în mediul de proiectare). Cartea conține, de asemenea, o scurtă descriere a sistemului RAMCAD (RAMCAD este acronimul stabilit pentru "fiabilitate, disponibilitate și mentenabilitate în proiectarea asistată de calculator"), dezvoltat de către armata americană.

Obiectivul principal al proiectării unui sistem de fabricație constă în stabilirea unei relații între proiectarea sistemului și aspectele economice, precum și stabilirea unui cadru formal pentru proiectarea după criterii economice a sistemelor de fabricație.

În acest capitol intitulat *Proiectare după criterii economice* sunt analizate atât necesitatea unei proiectări după criterii economice a sistemelor de fabricație cât și dificultățile întâmpinate în realizarea acesteia. *Justificarea proiectării*, (acesta fiind numele adoptat pentru noua metodologie) utilizează o abordare bazată pe cunoștințe, care impune o justificare economică pentru fiecare decizie a proiectării, astfel încât să asigure un sistem de fabricație viabil din punct de vedere funcțional și economic.

Capitolul *Evaluarea inteligentă a soluțiilor de proiectare din punctul de vedere al*

costului de fabricație descrie o metodologie ce integrează ingineria concurentă cu instrumente bazate pe inteligența artificială pentru proiectare și fabricație, evidențiind procedurile pentru evaluarea de atribute multiple în condiții de incertitudine.

Obiectivul acestui capitol intitulat *Utilizarea sistemelor de tip agent pentru proiectarea mecanică concurentă* este de a examina modul în care sistemele expert pot fi proiectate și configurate pentru a emula și extinde procesele existente în domeniul proiectării concurente. Un sistem prototip numit "AGENTS" este, de asemenea, descris în paginile acestui capitol. Trebuie remarcat faptul că, problema construirii unor interfețe corespunzătoare pentru sistemele automatizate existente (de exemplu, proiectarea geometrică și sisteme de modelare analitică) rămâne o problemă deschisă.

În capitolul *Descompunerea în proiectarea concurentă* se prezintă o metodologie privind descompunerea procesului de proiectare. Obiectivul principal este acela de a minimiza "densitatea interacțiunii" dintre grupurile de sarcini de proiectare și de a îmbunătăți concurența procesului de proiectare. De asemenea, sunt discutate două tipuri ale descompunerii incluzând spațiul de sarcini și spațiul de constrângeri.

Proiectarea parametrică este un proces important în proiectarea produselor mecanice. Această problemă este discutată în capitolul 20, *O abordare a proiectării mecanice parametrice și a negocierii în ingineria concurentă*. În proiectarea parametrică, configurația sistemului și comportamentul produsului sunt caracterizate de *parametrii* care determină geometria, toleranțele, materialul, încărcătura, stresul, fluxul de fluide etc. "Diagrama de proiectare" este folosită ca o reprezentare grafică pentru relațiile dintre parametrii pentru a modela procesul de proiectare parametrică. Apoi, această diagramă este folosită pentru a modela agenții de proiectare și interacțiunea lor într-un proces de inginerie concurentă, în care agenți diferiți de proiectare reprezintă discipline diferite de inginerie pe durata ciclului de viață al produsului. O schemă de proiectare concurentă este propusă în acest capitol în care agenții de proiectare pot, atunci când apar conflicte, negocia și partaja parametrii prin folosirea unor funcții de utilitate.

Capitolul *Proiectarea concurentă: un studiu de caz* descrie proiectarea unui elicopter de utilitate comercială pentru compania Mc Donnell Douglas Helicopter Company, conform metodologiei CERWAT, elaborată la Georgia Institute of Technology.

Ca o concluzie generală, cartea este un ansamblu de studii de caz privind aplicațiile metodologiilor și tehnicilor diferite din ingineria concurentă. De asemenea, sunt înregistrate și aplicațiile reușite ale tehnicii AI în ingineria concurentă.

În același timp, cartea și-a propus să trateze, într-o manieră coerentă, despre conceptul de *inginerie concurentă*, începând cu paradigmele și terminând cu utilizarea lor într-un număr de aplicații și de proiecte pilot. Acest mod de abordare al conceptului oferă cărții dreptul de a fi considerată "un ghid comprehensiv" pentru cei

interesați de domeniile ingineriei și ale științei calculatoarelor. Având un număr mare de studii de caz și de exemple elaborate cât și referințe, cartea oferă și posibilitatea studiului individual și a referirii în literatura tehnică (în special, literatura axată pe problematică proiectării de inginerie și de fabricație).

ing. Constantin Vasiliu

Institutul de Cercetări în Informatică