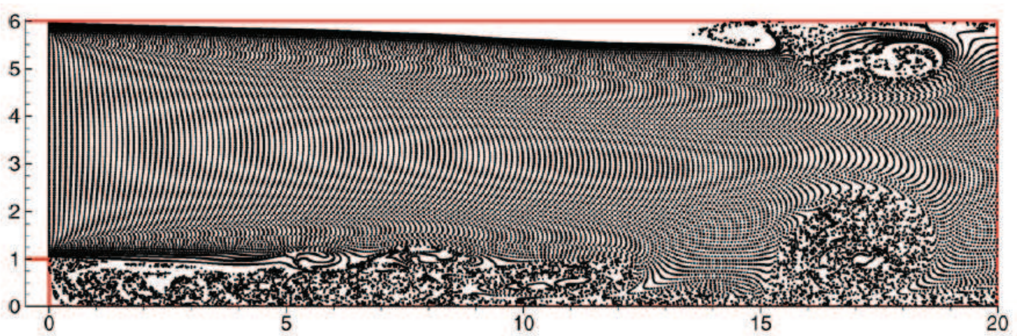
Matjaž Hriberšek, Jure Ravnik

Numerično modeliranje in računalniške simulacije

1.del: Gradniki numeričnega računanja



Fakulteta za Strojništvo

Maribor, 2012

Matjaž Hriberšek, Jure Ravnik: Numerično modeliranje in računalniške simulacije 1.del: Gradniki numeričnega računanja

Naslov publikacije:	Numerično modeliranje in računalniške simulacije, 1.del: Gradniki numeričnega računanja
Vrsta publikacije:	učbenik
Avtorja:	red. prof. dr. Matjaž Hriberšek doc. dr. Jure Ravnik
Recenzenta:	prof. dr. Leopold Škerget prof. dr. Boris Štok
Stavila:	avtorja z LaTeXom
Založba:	založništvo Fakultete za strojništvo, Maribor
Naslovnica:	delci v toku tekočine v kanalu z razširitvijo, [13]
Naklada:	tisk po naročilu
Cena:	12,00€
Leto izdaje:	2012

CIP - Katoložni zapis o publikaciji
Univerzitetna knjižnica Maribor

519.61/.64:004.42(075.8)

HRIBERŠEK Matjaž
Numerično modeliranje in računalniške simulacije
1.del: Gradniki numeričnega računanja
Matjaž Hriberšek, Jure Ravnik. - Maribor :
Fakulteta za strojništvo, 2012

ISBN 978-961-248-346-3
1. Ravnik, Jure
COBISS.SI-ID 70327041

Kazalo

Predgovor

Sodobna družba postavlja modernega inženirja pred vse zahtevnejšo nalogo vse hitrejšega razvoja novih ali izboljšav obstoječih izdelkov in procesov. Tradicionalne metode razvoja, ki temeljijo predvsem na tehniki preizkušanja in analitično-empiričnih računskih metodah, vse bolj nadomešča uporaba računalniških simulacijskih orodij. Slednja omogočajo časovno simulacijo obnašanja izbranega sistema v prostorski geometriji. Računalniška simulacijska orodja v strojništvu temeljijo na znanju mehanike trdnin in tekočin ter termodinamike. Da bi sodobni inženir lahko izkoristil potencial modernih simulacijskih orodij, mora najprej dobro razumeti fizikalno dogajanje, ki določa obravnavani problem. To je nujno, saj računalniška simulacijska orodja vsebujejo vse številnejše zapletene fizikalne modele. Prav tako postajajo na osnovi različnih računskih postopkov vedno zmogljivejša. Sodobni inženir mora tako imeti tudi dobro osnovno znanje iz numeričnih metod, ki so osnova računalniških simulacijskih orodij, da bi jih lahko učinkovito uporabil.

S tem učbenikom sva želela študentkam in študentom podati osnovna znanja iz numeričnih metod, ki so temelj računalniške implementacije fizikalnih modelov. Prvi del učbenika je namenjen razlagi osnovnih gradnikov numeričnega računanja, drugi del pa njihovi uporabi pri numeričnem reševanju diferencialnih enačb, s katerimi opišemo večino fizikalnih dogajanj v tehniških sistemih. Učbenik vsebuje razlago že uveljavljenih numeričnih postopkov, na določenih mestih pa je dopolnjen z nekaterimi novejšimi numeričnimi postopki, ki so v zadnjih letih postali uveljavljen del najzmogljivejših računalniških simulacijskih orodij. Da bi premostila vrzel v razumevanju prehoda iz preprostega računanja z uporabo računal do računske izvedbe postopkov v kompleksnih računalniških simulacijskih orodjih, sva v učbenik vključila tudi primere preprostih računalniških algoritmov za računsko izvedbo numeričnih postopkov. Za programsko osnovo sva izbrala odprtokodni programski paket Scilab, ki ga poleg odprtosti odlikuje tudi preprostost uporabe. Študentke in študenti imajo tako možnost, da na osnovi neposredne izkušnje s takšnim orodjem izboljšajo razumevanje delovanja numeričnih postopkov in da to znanje nadgradijo z uporabo ter kombinacijo postopkov pri reševanju zahtevnejših problemov na vseh področjih strojništva.

Učbenik je prvenstveno namenjen študiju v okviru predmeta *numerično modeliranje in računalniške simulacije* na magistrskem študijskem programu (2. stopnja) Strojništvo, seveda pa ga priporočava tudi študentom drugih tehniških študijskih programov.

Morebitne napake in predloge izboljšav podanega gradiva bova z veseljem odpravila in sprejela ter jih po svojih močeh skušala upoštevati.

Maribor, september 2012 Avtorja

1 Numerične metode in računalniške simulacije v inženirstvu

1.1 Uvod

Računalniško modeliranje v uporabnih znanostih je danes osnova, na kateri je grajenih večina dosežkov modernega inženirstva. Pri tem je pomembno opozoriti na bistveno razliko med pojmoma znanost in inženirstvo oziroma tehniške znanosti, ki jo je podal Von Karman in se glasi:

Znanost proučuje, kar je, inženirstvo ustvarja, česar še ni!

Da bi bil inženir pri svojih stvaritvah uspešen, je moral najprej obvladati kvalitativen pristop k problemu, torej izdelavo zamisli, nato pa je sledil še drugi del procesa ustvarjanja, in sicer uporaba računskih metod, ki so mu dajale kvantitativne odgovore na njegova vprašanja. Šele uspešna povezava obeh pristopov je lahko in še vedno lahko vodi k uspešni novi stvaritvi. Da bi inženir lahko dobil kvantitativne odgovore, je moral uporabiti določene matematične modele, ki so kar najbolje opisovali obravnavani fizikalni problem. Rešitev tega modela z računskimi metodami pa je dala končni rezultat – številke, ki jih je moral biti inženir sposoben pravilno interpretirati. Širše področje mehanike zavzema v sklopu uporabnih znanosti še posebej pomembno mesto, saj pod njeno okrilje uvrščamo mehaniko trdnin, mehaniko tekočin, termodinamiko, prenos toplote in snovi, pa tudi elektromagnetiko, tok plazme itd.

Stvarno kazalo

Literatura

[1] Hackbusch, W.: 'Iterative Lösung grosser schwachbesetzter Gleichungsysteme', Teubner Studienbücher, Mathematik, Stuttgart, 1991.

[2] Hriberšek, M.: Iterativne metode v robno-območni integralski metodi za dinamiko tekočin. Doktorsko delo. Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru, 1995.

[3] Ferziger, J. H., Perič, M.: Computational methods for fluid dynamics. Springer Verlag, 1997.

[4] Van der Ploeg, A.: 'Preconditioning techniques for non-symmetric matrices with application to temperature calculations of cooled concrete', *Int.j.numer.methods eng.*, **35**, 1311−1328, 1992.

[5] Hackbusch, W.: 'Multigrid methods and Applications', Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio, 1985.

[6] Fletcher, R.: 'Conjugate gradient methods for indefinite systems', *Lecture Notes in Mathematics 506, Numerical Analysis (Ed. Watson, G.A.)*, 73−89, Springer Verlag, Berlin, 1976.

[7] Sonneveld P., Wesseling P.: 'Multigrid and conjugate gradient methods as convergence acceleration techniques', *Multigrid methods for integral and differential equations*, 117−167, Claredon Press, Oxford, (1985).

[8] Van der Vorst, H. A.: 'BiCGSTAB: A fast and smoothly converging variant of Bi-CG for the solution of nonsymmetric linear systems', *SIAM J. Sci. Stat. Comput.*, **13**, 631–644, 1992.

[9] Brussino, G., Sonnad, V.: 'A comparison of direct and preconditioned iterative techniques for sparse, unsymmetric systems of linear equations', *Int.j.numer.methods eng.*, **28**, 801–815, 1989.

[10] Saad, Y., Schultz, M. H.: 'GMRES: a generalized minimal residual algorithm for solving nonsymmetric linear systems', *SIAM J. Sci. Stat. Comput.*, **7**, 856–869, 1986.

[11] Hriberšek, M., Škerget, L.: Iterative methods in solving Navier-Stokes equations by the Boundary Element Method. *Int. J. Num. Meth. Eng.*, **39**, 115–139, 1996.

[12] Hriberšek, M., Škerget, L.: Fast boundary-domain integral algorithm for computation of incompressible fluid flow problems. *Int. J. Num. Meth. Fluids.* **31**, 891–907, 1999.

[13] Ravnik, J., Škerget, L., Hriberšek, M., Žunič, Z.: Numerical simulation of dilute particle laden flows by wavelet BEM-FEM *Comput. Meth. Appl. Mech. Engrg.*, **197**, 789–805, 2008.

[14] Vidav, I.: Višja matematika. Ljubljana: DMFA – založništvo, 2008.

[15] Saad, Y.: Iterative methods for sparse linear systems. 2nd Edition. Youcef Saad, 2000.

[16] Bohte, Z.: Numerične metode, DMFA, Ljubljana, 1985.

[17] Kreyszig, E.: Advanced Engineering Mathematics, 9th Edition. Wiley, 2006