



Manolo Venturin

Curriculum Vitae e Scientifico

Dati Personali

Indirizzo Via San Pio x°, n. 159
31040, Volpago del Montello
Treviso (Italia)

Telefono +39 ??? ?????? (cellulare)
+39 0423 ??????? (casa)

Web-Page www.venturin.it

E-mail manolo.venturin@gmail.com

Nazionalità Italiana

Luogo di nascita Montebelluna (Treviso)

Data di nascita 2 Novembre 1976

Posizione attuale

Da maggio 2009 **Assegnista di Ricerca** presso l'Università degli Studi di Verona, Dipartimento di Informatica.

Titolo del programma di ricerca: Simulazione di reti di sistemi fisici.

Area scientifico disciplinare: Mat/08, Analisi Numerica.

Responsabili scientifici dell'attività di ricerca: Prof. S. De Marchi e Dott. M. Caliarì.

Formazione accademica

19 marzo 2006 **Dottorato di Ricerca in Matematica Computazionale**, XVIII ciclo, conseguito presso l'Università degli Studi di Padova.

Titolo della tesi: A finite element stabilization system for advection-diffusion problems.

Supervisore: Prof.ssa Maria Morandi Cecchi (Università di Padova).

1 luglio 2002 **Laurea in Ingegneria Informatica**, conseguita presso l'Università degli Studi di Padova.

Titolo della tesi: Approssimazioni di caratteristiche geometriche nelle topologie delle griglie.

Relatore: Prof.ssa Maria Morandi Cecchi (Università di Padova).

Attività accademica

maggio 2009 — **Assegnista di Ricerca** presso l'Università degli Studi di Verona,
ad oggi Dipartimento di Informatica.

gennaio 2009 — **Visitatore presso il centro EPCC**, Università di Edimburgo, Scozia
febbraio 2009 (UK), nel progetto HPC “Studying of preconditioners arising in Interior Point Methods”, responsabile Prof. J. Gondzio.

marzo 2008 — **Contratto di prestazione di lavoro autonomo** relativamente all'at-
tività di “Verifica e messa a punto di un codice di ottimizzazione non
maggio 2008 lineare”, responsabile Prof. G. Zilli, Dipartimento di Metodi e Modelli Matematici per le Scienze Applicate, Università degli Studi di Padova.

dicembre 2007 — **Borsa di studio** per un'attività di ricerca sul tema “Modelli idro-
febbraio 2008 dinamici per i semiconduttori”, responsabile Prof.ssa M. Morandi Cecchi, Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata, Università degli Studi di Padova.

marzo 2007 — **Contratto di prestazione di lavoro autonomo** relativamente all'at-
tività di “Verifica e messa a punto di un codice di ottimizzazione non
maggio 2007 lineare”, responsabile Prof. G. Zilli, Dipartimento di Metodi e Modelli Matematici per le Scienze Applicate, Università degli Studi di Padova.

novembre 2006 — **Contratto di collaborazione coordinata e continuativa** avente
aprile 2007 per oggetto la seguente attività “Metodi numerici per problemi di convezione e diffusione con applicazione a reali casi di cui si richiede l'implementazione”, responsabile Prof.ssa M. Morandi Cecchi, Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata, Università degli Studi di Padova.

aprile 2006 — **Contratto di prestazione di lavoro autonomo** relativamente all'at-
giugno 2006 tività di “Verifica e messa a punto di un codice di ottimizzazione non lineare”, responsabile Prof. G. Zilli, Dipartimento di Metodi e Modelli Matematici per le Scienze Applicate, Università degli Studi di Padova.

Attività didattica

A.A. 2009/2010 Contratto di prestazione d'opera coordinata e continuativa come **Professore a contratto** dell'insegnamento di "Calcolo numerico con laboratorio" per il "Corso di Laurea in Matematica Applicata" della Facoltà di Scienze MM. FF. NN. dell'Università degli Studi di Verona per un totale di 45 ore di laboratorio.

Attività didattica integrativa e/o di supporto per un totale di ore 16 (1 credito) per l'insegnamento di "Calcolo Numerico", responsabile ufficiale Prof. M. Vianello, per il Corso di Laurea in Matematica, Facoltà di Scienze MM. FF. NN., Università degli Studi di Padova.

Attività didattica integrativa e/o di supporto per un totale di ore 24 nell'insegnamento di "Metodi Numerici", responsabile ufficiale Prof. G. Zilli, per il Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Padova.

A.A. 2008/2009 Contratto di collaborazione coordinata e continuativa per l'insegnamento di "Calcolo Numerico", responsabile ufficiale Prof. M. Vianello, per il Corso di Laurea in Informatica (1 credito), Facoltà di Scienze MM. FF. NN., Università degli Studi di Padova.

Contratto di collaborazione coordinata e continuativa per **attività di didattica integrativa e di supporto** per l'insegnamento di "Calcolo Numerico e programmazione", responsabile Dott.ssa A. Mazzia, per il corso di Ingegneria dell'Energia (sdoppiamento), Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Padova.

Contratto di collaborazione coordinata e continuativa per l'insegnamento di "Calcolo Numerico", responsabile ufficiale Prof. M. Vianello, per il Corso di Laurea di primo livello in Matematica (1 credito), Facoltà di Scienze MM. FF. NN., Università degli Studi di Padova.

Attività didattica di supporto per un totale di ore 24 nell'insegnamento di "Metodi Numerici", responsabile ufficiale Prof. G. Zilli, per il Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Padova.

A.A. 2007/2008 Attività **didattica di supporto** per un totale di ore 18 nell'insegnamento di "Calcolo Numerico e programmazione", responsabile ufficiale Prof. G. Pini, per il Corso di Laurea in Ingegneria Edile (II squadra), Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Padova.

Attività **didattica di supporto** per un totale di ore 20+40 nell'insegnamento di "Calcolo Numerico", responsabile ufficiale Prof.ssa M. Morandi Cecchi, per il Corso di Laurea in Ingegneria Elettrotecnica ed Energetica I e II squadra, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Padova.

Attività **didattica di supporto** per un totale di ore 25 nell'insegnamento di "Calcolo Numerico", responsabile ufficiale Prof. M. Vianello, per il Corso di Laurea specialistica in Matematica e Laurea specialistica in Astronomia e Geologia, Facoltà di Scienze MM. FF. NN., Università degli Studi di Padova.

Contratto di collaborazione coordinata e continuativa per **l'insegnamento** di "Elementi di informatica e calcolo numerico (Mod. B)", della laurea di primo livello in Scienze dei Materiali (2 crediti), Facoltà di Scienze MM. FF. NN., Università degli Studi di Padova.

Contratto di collaborazione coordinata e continuativa per **l'insegnamento** di "Calcolo Numerico" del corso di laurea specialistica in Ingegneria Informatica (9 crediti), Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Padova.

Attività **didattica di supporto** per un totale di ore 25 nell'insegnamento di "Calcolo Numerico", responsabile ufficiale Prof. M. Vianello, per il Corso di Laurea di primo livello in Informatica, Facoltà di Scienze MM. FF. NN., Università degli Studi di Padova.

A.A. 2006/2007 Attività **didattica di supporto** per un totale di 20 ore nell'insegnamento di "Calcolo Numerico", responsabile ufficiale Prof.ssa M. Morandi Cecchi, per il Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Elettrotecnica e del Corso di Laurea triennale in Ingegneria Energetica, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Padova.

Attività **didattica di supporto** per un totale di 20 ore nell'insegnamento di "Calcolo Numerico", responsabile ufficiale Prof.ssa M. Morandi Cecchi, per il Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Informatica, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Padova.

A.A. 2005/2006 Attività **didattica di supporto** per un totale di 18 ore nell'insegnamento di "Calcolo Numerico", responsabile ufficiale Prof.ssa M. Morandi Cecchi, per il Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Informatica, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Padova.

Attività **didattica di supporto** per un totale di 25 ore nell'insegnamento di "Laboratorio Computazionale", responsabile ufficiale Dott. A. Giacobbe, per il Corso di Laurea in Matematica, Facoltà di Scienze MM. FF. NN., Università degli Studi di Padova.

A.A. 2004/2005 Attività **didattica di supporto** per un totale di 20 ore nell'insegnamento di "Calcolo Numerico", responsabile ufficiale Prof.ssa M. Morandi Cecchi, per il Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Informatica e Corso di Laurea in Ingegneria Informatica Vecchio Ordinamento, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Padova.

Principali partecipazioni a conferenze, scuole e workshop

2009 2nd Dolomites Workshop on Constructive Approximation and Applications, Alba di Canazei, Trento, Italia, 4–9 settembre 2009.

2008 PET MASCOT, Peer Training meeting on applied scientific computing and tools, IAC–CNR, Roma, Italia, 21–22 ottobre 2008.

SIMAI 9th congress, Roma, Italia, 15–19 settembre 2008.

Scuola estiva in "Molecular Dynamics and Time Integration of PDEs", Dobbiaco, Bolzano, Italia, 23–27 giugno 2008.

2007 Conferenza "Modeling and computational methods in fluid dynamics and material science: towards the challenge of the nanoscales", Bressanone, Italia, 19–22 dicembre 2007.

Conferenza "Joint EUROPT–OMS Conference 2007 and 2nd Conference on Optimization Methods & Software and 6th EUROPT Workshop on Advances in Continuous Optimization", Praga, Repubblica Ceca, 4–7 luglio 2007.

Conferenza CORILA (Consorzio per la Gestione del Centro di Coordinamento delle Attività di Ricerca inerenti il Sistema Lagunare di Venezia). "Riunione di Presentazione dei Risultati del Secondo Programma di Ricerca del CORILA", Venezia, Italia, 4–6 giugno 2007.

FEF 2007 (Finite Elements in Flow Problems), Santa Fe, New Mexico, USA, 26–28 marzo 2007.

2006 WCCM VII (7th World Congress on Computational Mechanics), Los Angeles, California, USA, 16–22 luglio 2006.

VIII Congresso SIMAI, Baia Samuele, Ragusa, Italia, 22–26 maggio 2006.

Congresso Nazionale GNCS, Milano, Italia, 14–16 febbraio 2006.

2005 TCN CAE 2005 (International Conference on CAE and Computational Technologies for Industry) e MASCOT05 (5th Meeting on Applied Scientific Computing and Tools Grid Generation, Approximation and Visualization), Lecce, Italia, 5–8 ottobre 2005.

Workshop su “EUA4X: State-of-the-art in Numerical Grid Generation: From Theory to Practice”, Lecce, Italia, 3–7 ottobre 2005.

IMACS 17th World Congress Scientific Computation, Applied Mathematics and Simulation, Parigi, Francia, 11–15 luglio 2005.

Workshop su “EUA4X: Computational Field Simulation Days”, evento ospite in “IMACS 17th Congress on Scientific Computation, Applied Mathematics and Simulation (IMACS 2005)”, Parigi, Francia, 11–15 luglio 2005.

Scuola estiva in “Mathematical Models in Life Science: Theory and Simulation”, Dobbiaco, Bolzano, Italia, 1–5 luglio 2005.

FEF05 (Thirteenth Conference on Finite Elements for Flow Problems), Swansea (UK), 4–6 aprile 2005.

2004 VII Congresso SIMAI, Venezia, Italia, 20–24 settembre 2004.

Conferenza CORILA (Consorzio per la Gestione del Centro di Coordinamento delle Attività di Ricerca inerenti il Sistema Lagunare di Venezia) “Terza Riunione Annuale Conclusiva del Programma di Ricerca 2000–2004”, Venezia, Italia, 29 giugno 2004.

ECCOMAS 2004 — European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering, Jyvaskyla, Finlandia, 24–28 luglio 2004.

Conferenza Internazionale “Lagoons and coastal wetlands in the global change context: Impacts and management issues”, Venezia, Italia, 26–28 aprile 2004.

2003 Scuola estiva in “Numerical Analysis in Finite Elements” (L. Pavarino) e “Domain Decomposition Technique” (O. Widlund), Cortona (Palazzone), Arezzo, Italia, sponsorizzato dalla Scuola Normale Superiore, 10–30 agosto 2003.

“International School of Mathematics: “G. Stampacchia”: 38th Workshop: “Variational Analysis and Applications”, Erice, Trapani, Italia, dal 21 Giugno al 1 luglio 2003.

GAMM 2003, Abano Terme, Padova, Italia, 24–28 marzo 2003.

Principali comunicazioni scientifiche

2009 **Poster:** “Extrapolation Methods: a tool for accelerating real life problems” in “Approximation and extrapolation of convergent and divergent sequences and series” (*co-autori: R. Bertelle e M.R. Russo*), Luminy–Marsiglia, Francia, 28 settembre – 2 ottobre 2009.

Poster: “An accelerated algorithm for Navier–Stokes equations” in “2nd Dolomites Workshop on Constructive Approximation and Applications” (*co-autori: R. Bertelle e M.R. Russo*), Alba di Canazei, Trento, Italia, 4–9 settembre 2009.

2008 **Seminario:** “The CBS scheme for the Numerical Approximation of the Hydrodynamic Model in Semiconductor Devices Simulation” in “PET MASCOT 08, Peer Training meeting on applied scientific computing and tools”, Roma, 21–22 ottobre 2008.

Comunicazione: “Approximate constraint preconditioners in interior point optimization” in “Conferenza SIMAI 9th Congress”, Roma, 15–19 settembre 2008.

Comunicazione: “An atomic-scale finite element method for single-walled carbon nanotubes” (*co-autore: M. Morandi Cecchi*) in “Conferenza SIMAI 9th Congress”, Roma, 15–19 settembre 2008.

Comunicazione: “General Modeling of the Behaviour of Carbon–Nanotubes” (*co-autore: M. Morandi Cecchi*) in “8th World Congress on Computational Mechanics (WCCM) and 5th European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering (ECCOMAS 2008), Venezia, 30 giugno – 4 luglio 2009.

Seminario: “Numerical modeling for convection–dominated problems”, in “Scuola di Dottorato di Ricerca in Scienze Matematiche”, Padova, 2 aprile 2008.

2007 **Comunicazione:** “Approximate Constraint Preconditioners in Optimization” (*co-autori: G. Zilli, L. Bergamaschi e J. Gondzio*) in “Joint EUROPT — OMS Conference 2007 and 2nd Conference on Optimization Methods & Software and 6th EUROPT Workshop on Advances in Continuous Optimization”, Prague”, Czech Republic, 4–7 luglio 2007.

- Comunicazione:** In “Conferenza CORILA (Consorzio per la Gestione del Centro di Coordinamento delle Attività di Ricerca inerenti il Sistema Lagunare di Venezia). “Riunione di Presentazione dei Risultati del Secondo Programma di Ricerca del CORILA” (*co-autore: M. Morandi Cecchi*), Venezia, Italia, 4–6 giugno 2007.
- Comunicazione:** “The CBS algorithm for simulation of semiconductor device by hydrodynamical models” (*co-autore: M. Morandi Cecchi*) in “FEF 2007 (Finite Elements in Flow Problems)”, Santa Fe, New Mexico, USA, 26–28 marzo 2007.
- 2006 **Comunicazione:** “Inexact constraint preconditioners for optimization problems” (*co-autori: L. Bergamaschi, J. Gondzio, e G. Zilli*) in “Fifth Int. Conf. on Engineering Comput. Technology”, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 12–15 settembre 2006.
- Comunicazione:** “About the stability of the CBS (Characteristic–Based–Split) algorithm. An application to shallow waters” (*co-autore: M. Morandi Cecchi*) in “ECCOMAS CFD 2006 (European Conference on Computational Fluid Dynamics)”, Egmond aan Zee, The Netherlands, 5–8 settembre 2006.
- Comunicazione:** “On the stabilization property of the Characteristic–Based–Split (CBS) algorithm” (*co-autore: M. Morandi Cecchi*) in “WCCM VII (7th World Congress on Computational Mechanics)”, Los Angeles, California, USA, 16–22 luglio 2006.
- Comunicazione:** “Computer evaluation of high–resolution numerical methods for linear convectio equation: Preliminary results” (*co-autore: M. Pirozzi*) in “WCCM VII (7th World Congress on Computational Mechanics)”, Los Angeles, California, USA, 16–22 luglio 2006.
- Comunicazione:** “Su di un metodo di stabilizzazione basato sul CBS. Un’applicazione al sistema lagunare Veneziano” (*co-autore: M. Morandi Cecchi*) in “Congresso Nazionale GNCS”, Milano, Italia, 14–16 febbraio 2006.
- 2005 **Comunicazione:** “A CBS framework for shallow water problems” (*co-autore: M. Morandi Cecchi*) in “TCN CAE 2005 (International Conference on CAE and Computational Technologies for Industry) e MASCOT05 (5th Meeting on Applied Scientific Computing and Tools Grid Generation, Approximation and Visualization)”, Lecce, Italia, 5–8 ottobre 2005.

Poster: “A finite element analysis tool for shallow water equations” (*co-autore: M. Morandi Cecchi*) in “TCN CAE 2005 (International Conference on CAE and Computational Technologies for Industry) e MASCOT05 (5th Meeting on Applied Scientific Computing and Tools Grid Generation, Approximation and Visualization)”, Lecce, Italia, 5–8 ottobre 2005.

Comunicazione: “An anisotropic mesh algorithm: formulation and results” in “IMACS 17th World Congress Scientific Computation, Applied Mathematics and Simulation”, Parigi, Francia, 11–15 luglio 2005.

Comunicazione: “The Characteristic Based Split Algorithm (CBS) and its Application to the Venice Lagoon” in “FEF05 (Thirteenth Conference on Finite Elements for Flow Problems)”, Swansea (UK), 4–6 aprile 2005.

2004 **Comunicazione:** “An algorithm for anisotropic mesh. An application to Venice Lagoon Canals” (*co-autore: M. Morandi Cecchi*) in “MASCOT 04 — 4th Meeting on Applied Scientific Computing and Tools, Grid Generation, Approximation and Visualization”, Firenze, Italia, 25–27 novembre 2004.

Comunicazione: “An Algorithm for Anisotropic Mesh” (*co-autore: M. Morandi Cecchi*) in “VII Congresso SIMAI”, Venezia, Italia, 20–24 settembre 2004.

Comunicazione: In “Conferenza CORILA (Consorzio per la Gestione del Centro di Coordinamento delle Attività di Ricerca inerenti il Sistema Lagunare di Venezia) Terza Riunione Annuale Conclusiva del Programma di Ricerca 2000–2004” (*co-autore: M. Morandi Cecchi*), Venezia, Italia, 29 giugno 2004.

Comunicazione: “A General Framework for Error Estimation in Preserving-Shapes Grid Generation in a Fluid-Dynamics Environment and Related Open Problems” (*co-autori: M. Morandi Cecchi e M.R. Russo*) in “ECCOMAS 2004 (European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering)”, Jyväskylä, Finlandia, 24–28 luglio 2004.

Poster: “Some Advantages of the Use of a Model Dedicated to the Venice Lagoon System” (*co-autori: M. Morandi Cecchi, M. R. Russo*) in “Lagoons and coastal wetlands in the global change context: Impacts and management issues”, Venezia, Italia, 26–28 aprile 2004.

Co-relatore di Tesi di Laurea

A.A. 2008/2009 Tesi di Laurea Triennale in Ingegneria Aerospaziale “Ottimizzazione fluidodinamica di schiera per una turbina a vapore”, Laureanda: A. Dellai, Relatore: Prof. G. Zilli, Co-Relatore: M. Venturin, Contro-Relatore: Prof. Ing. E. Benini.

Interessi scientifici

La principale attività di ricerca si colloca nell’ambito della matematica applicata, in particolare:

- risoluzione numerica di equazioni alle derivate parziali per problemi a convezione dominata mediante il metodo agli elementi finiti;
- adattività e generazione di griglie per elementi finiti;
- ottimizzazione continua mediante metodi di punto interno;
- modellistica e metodi computazionali per le nanotecnologie.

Descrizione dettagliata dell’attività di ricerca

L’attività di ricerca si è svolta lungo i seguenti filoni.

1. Risoluzione numerica di equazioni alle derivate parziali per problemi a convezione dominata

La ricerca ha lo scopo di studiare le proprietà di schemi agli elementi finiti per la risoluzione di problemi, evolutivi e non, di convezione e diffusione e fluidodinamica governati dalle equazioni delle Acque Basse (Shallow Waters).

Nei problemi a convezione dominante la soluzione numerica ottenuta attraverso uno schema di Galerkin standard agli elementi finiti, con passo di griglia non sufficientemente piccolo, può presentare comportamenti oscillatori di natura numerica. Le oscillazioni possono essere eliminate ricorrendo a griglie di calcolo estremamente fini che però indeboliscono l’utilità pratica del metodo. Per ovviare a questi inconvenienti si introducono delle tecniche di stabilizzazione.

Altri problemi interessanti, sia dal punto di vista applicativo che numerico, sono quelli derivanti dall'approssimazione delle equazioni delle Acque Basse; queste ultime sono ottenute dalle equazioni di Navier–Stokes mediante una procedura di integrazione lungo la verticale tenendo conto di opportune condizioni al bordo [10][8]. In questo modo vengono ereditate molte delle caratteristiche delle equazioni di Navier–Stokes, in particolare, sono di natura iperbolica e possono presentare problemi di convezione dominante.

Le principali difficoltà che si possono riscontrare in queste tipologie di problemi sono di tre tipi: (i) vincolo di incomprimibilità che porta alla definizione delle condizioni Ladyzhenskaya–Babuska–Brezzi (LBB), (ii) la non linearità e (iii) la non simmetria dei termini convettivi.

Questi aspetti hanno portato allo sviluppo di un nuovo schema numerico accurato e stabile [17][7], dove si è utilizzato come punto di partenza lo schema Characteristic–Based–Split introdotto in letteratura da O.C. Zienkiewicz e collaboratori. In particolare, nel primo passo, una variabile intermedia viene calcolata mediante lo schema Characteristic–Galerkin dove si risolve l'equazione di conservazione della quantità di moto, nella quale il termine di pressione viene ommesso, ottenendo così un'equazione di convezione–diffusione (il metodo Characteristic–Galerkin corrisponde ad una discretizzazione nel tempo lungo la caratteristica del problema). Successivamente, viene eseguita una discretizzazione di Galerkin nello spazio dove i termini di stabilizzazione sono già introdotti dalla discretizzazione mediante il metodo Characteristic–Galerkin. Nel secondo passo, il termine di pressione/elevazione viene calcolato risolvendo un'equazione di tipo Laplaciano, la cui forma autoaggiunta rende la discretizzazione spaziale di Galerkin ottimale (nel senso dell'energia). Il terzo passo corrisponde alla correzione delle variabili nelle equazioni di conservazione della quantità di moto ottenuta con l'introduzione del campo di pressione o elevazione appena calcolato.

Lo schema trova conferma sia nei risultati numerici ottenuti che nei confronti effettuati su problemi standard mono e bidimensionali dimostrandosi sempre accurato e stabile [13][11].

Parte della ricerca è stata motivata e supportata dall'Ente CORILA (www.corila.it), COnsorzio per la gestione del coordinamento delle attività di RIcerca inerenti il sistema LAgunare di Venezia [10][9][8][4].

La soluzione numerica delle equazioni di Navier–Stokes, mediante l’uso di schemi a passo frazionario, generalmente richiede un notevole tempo di calcolo che risulta essere in relazione con il numero totale di iterazioni dello schema, la dimensione del problema e l’algoritmo utilizzato. Di conseguenza, la velocità di convergenza può diventare bassa, risultando quindi interessante l’applicazione di tecniche di accelerazione all’intero schema iterativo. In [1] lo schema CBS è stato combinato con il metodo di estrapolazione polinomiale MPE (Minimum Polynomial Extrapolation) alla risoluzione di diversi problemi di Navier–Stokes sia incomprimibili che comprimibili (problemi non isotermici a convezione naturale, problemi isotermici a convezione forzata e problema NACA0012 airfoil). I risultati ottenuti mostrano una riduzione significativa dei tempi di calcolo delle varie simulazioni.

2. Adattività e generazione di griglie per elementi finiti

Molti problemi che compaiono in Fluidodinamica Computazionale (o in altri campi, quali, ad esempio, la meccanica del continuo) sono caratterizzati dalla presenza di strati limite e/o onde d’urto; pertanto in

presenza di forti gradienti (quando non discontinuità) della soluzione, in zone ben precise del dominio, zone che possono evolvere durante la simulazione. Tipicamente in questi casi vengono utilizzate griglie di calcolo (mesh) come supporto spaziale per la discretizzazione delle equazioni del modello mediante, ad esempio, il metodo agli elementi finiti. In particolare, l’accuratezza e la validità della soluzione sono fortemente legate alle proprietà della griglia. Di conseguenza, gli algoritmi per la gestione delle griglie di calcolo (meshing) sono un elemento importante in ogni simulazione mediante elementi finiti.

Attualmente, quando si risolve un problema di Fluidodinamica Computazionale (CFD), vi sono casi in cui la soluzione presenta caratteristiche direzionali con forti variazioni lungo determinate direzioni e minori variazioni lungo altre, come strati limiti interni ed al bordo, singolarità e shock. Un esempio tipico è fornito dalle soluzioni delle equazioni di convezione–diffusione [13], e dalle equazioni delle Acque Basse [9]. In queste situazioni l’efficacia delle procedure agli elementi finiti può essere migliorata se la griglia di calcolo viene opportunamente orientata e l’utilizzo di griglie di calcolo non strutturate rappresenta l’elemento base su cui utilizzare procedure di adattività anisotropica, il cui aspetto di forma ed orientazione sono scelti per seguire opportuni criteri.

Il processo di adattività della griglia si basa su stime a-posteriori dell’errore di tipo “Residual based error estimator” o del tipo “Recovery based error estimator/ZZ-error estimator” che forniscono un’indicazione dell’errore globale e locale, misurato in qualche norma, e la lista dei triangoli da raffinare e deraffinare al fine di ottenere la soluzione con una prefissata tolleranza.

In [5] è pubblicata la versione completa dell'algoritmo di adattività anisotropica rispetto alle sue versioni precedenti disponibili in [16][14]. In questo lavoro viene presentato un algoritmo di adattività anisotropica basato su griglie di calcolo non strutturate che utilizza pattern standard di raffinamento per la parte di adattività della griglia di calcolo anisotropica. Esso risulta composto da tre differenti parti: raffinamento anisotropico (anisotropic refinement), regolarizzazione pesata della soluzione (solution-weighted smoothing) ed un de-raffinamento a zone (patch unrefinement). Inoltre, in questa versione del codice rispetto a quelle presentate in [16][14] le suddette operazioni vengono effettuate mantenendo una struttura gerarchica della griglia di calcolo (hierarchical mesh). L'idea generale dell'algoritmo consiste nell'usare l'informazione sull'errore e sul gradiente dell'errore fornita da uno stimatore di tipo Zienkiewicz-Zhu (ZZ-error estimator). L'algoritmo è stato provato su problemi di tipo interpolatorio e su problemi alle derivate parziali in presenza di discontinuità.

In [15] viene applicato l'algoritmo presentato in [14] al caso dell'adattività di griglia sul sistema lagunare veneziano.

3. Ottimizzazione continua mediante metodi di punto interno

La modellizzazione di numerosi fenomeni delle scienze applicate richiede la risoluzione di problemi di ottimizzazione lineare e non-lineare e quindi appare importante lo studio e lo sviluppo di solutori efficienti e robusti.

In tale ottica si colloca il recente sviluppo di strategie di punto interno (interior point), che sembrano promettenti da un punto di vista della loro efficiente implementazione (anche parallela), rispetto alle più classiche strategie di tipo Active Set. Inoltre, nel caso di problemi di programmazione lineare, si sono rilevate competitive rispetto al metodo del Simplex ed addirittura superiori ad esso per istanze di problemi di grandi dimensioni.

In questa attività di ricerca si è utilizzato il metodo di punto interno di tipo primale-duale (primal-dual interior point method). Esso consiste nel risolvere il problema di ottimizzazione mediante l'applicazione del metodo di Newton alle condizioni di ottimalità di Karush-Kuhn-Tucker (KKT). Tale applicazione prevede che il problema sia formulato in forma primale e duale, e venga utilizzato il concetto di barriera logaritmica alle condizioni di vincolo.

Ad ogni passo di Newton nel metodo di punto interno viene richiesta la soluzione di un sistema lineare di equazioni simmetrico ed indefinito (di tipo saddle point) con matrici generalmente sparse e molto spesso di grandi dimensioni. Tipicamente, nella maggior parte dei codici disponibili, questo aspetto viene affrontato mediante metodi diretti con fattorizzazioni di tipo Cholesky in quanto l'utilizzo della barriera logaritmica causa inevitabili mal condizionamenti in tali sistemi lineari, così che l'uso di metodi iterativi fallisce nel fornire soluzioni accurate in assenza di un preconditionatore efficiente.

In [12][6] viene descritta una classe di preconditionatori indefiniti per sistemi KKT ridotti che compaiono nell'ottimizzazione quadratica e non-lineare nei metodi di punto interno. Tali preconditionatori sono formati da un'approssimazione della matrice Hessiana del Lagrangiano ed un'approssimazione della matrice Jacobiana dei vincoli. Inoltre, vengono presentati l'analisi spettrale della matrice preconditionata, le limitazioni degli autovalori non unitari ed i relativi risultati numerici su collezioni di problemi di dominio pubblico. Una versione migliorata del teorema di limitazione degli autovalori è proposta in [3].

Questa attività di ricerca ha portato inoltre allo sviluppo del software numerico HOPDM nell'utilizzo dei preconditionatori. La versione base del software numerico (HOPDM), limitata alla programmazione lineare ed all'uso dei metodi diretti, è reperibile nella pagina web di J. Gondzio.

4. Modellistica e metodi computazionali per le nanotecnologie

Lo scopo del lavoro presentato in [2] è la possibilità di usare gli strumenti dell'analisi numerica per studiare le proprietà meccaniche dei nanotubi di carbonio (CNT) e delle strutture ad esse correlate, al fine di conoscere sempre di più e sempre meglio questi nuovi oggetti di ricerca e circa le nuove tecniche numeriche per la soluzione di problemi in scala nanometrica. L'interesse è dovuto in larga parte alla combinazione delle loro conosciute proprietà di vicinanza alla perfezione, alle dimensioni molto ridotte, alla bassa densità, alla grande durezza ed alla grande forza. I CNT, pertanto possono essere adoperati in un largo campo di applicazioni nella scienza dei materiali ed in ingegneria.

In [2] viene presentata l'applicazione del metodo "atomic-scale finite element method" alla simulazione delle proprietà meccaniche dei nanotubi di carbonio. I risultati numerici ottenuti per i moduli di Young, il rapporto di Poisson, i moduli delle forze di taglio e le configurazioni delle energie a livello di riposo sono in accordo con quelli disponibili da dati sperimentali.

Principali pubblicazioni scientifiche

Articoli su Riviste Scientifiche Internazionali

- [1] M. Venturin, R. Bertelle, and M.R. Russo. An accelerated algorithm for Navier–Stokes equations. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 18:217–229, 2010.
- [2] M. Morandi–Cecchi, V. Rispoli, and M. Venturin. An Atomic–scale Finite Element Method for Single–Walled Carbon Nanotubes. In R. Spigler, E. De Bernardis and V. Valente, editors, *Applied and Industrial Mathematics in Italy III*, volume 82 of *Series on Advances Mathematics for Applied Sciences*, pages 449–460. World Scientific, 2009. ISSN: 1793–0901.
- [3] L. Bergamaschi, J. Gondzio, M. Venturin, and G. Zilli. Erratum to: Inexact constraint preconditioners for linear system arising in interior point methods, *Comput. Optim. Appl.*, 2009.
- [4] M. Morandi–Cecchi and M. Venturin. The dynamic simulation of the Venice Lagoon and of the North parth of the Adriatic Sea. In *Scientific research and safeguarding of venice — CORILA Research Program 2004–2006 results, Volume VI, 2006 Results*. CORILA (Italy), 2008. ISBN: 88–8940–507–4.
- [5] F. Marcuzzi, M. Morandi–Cecchi and M. Venturin. An anisotropic unstructured triangular adaptive mesh algorithm based on error and error gradient information. *Math. Comput. Simulation*, 78(5–6):645–652, 2008.
- [6] L. Bergamaschi, J. Gondzio, M. Venturin, and G. Zilli. Inexact constraint preconditioners for linear systems arising in interior point methods. *Comput. Optim. Appl.*, 36(2–3):137–147, 2007.
- [7] M. Morandi–Cecchi and M. Venturin. Characteristic–based split (CBS) algorithm finite element modelling for shallow waters in the Venice lagoon. *Internat. J. Numer. Methods Engrg.*, 66(10):1641–1657, 2006.
- [8] M. Morandi–Cecchi, M. Venturin, and M.R. Russo. Some advantages of the use of a model dedicated to the Venice Lagoon system. In P. Viaroli P. Lassarre and P. Campostrini, editors, *Lagoons and Coastal Wetlands in the Global Change Context: Impacts and Management Issues. Proceedings of the International Conference, Venice, 26–28 April 2004*, pages 232–237. Publication: IOC Integrated Coastal Area Management (ICAM), Dossier n.3. UNESCO, 2005.

- [9] M. Morandi–Cecchi and M. Venturin. A formulation of convection problems for shallow waters in Venice Lagoon. In *Scientific research and safeguarding of venice — CORILA Research Program 2004–2006 results, Volume IV, 2005 Results*, pages 477–490. CORILA (Italy), 2005. ISBN: 88–89405–01–5.
- [10] M. Morandi–Cecchi and M. Venturin. Tidal simulation in Venice Lagoon. In *Scientific research and safeguarding of venice — CORILA Research Program 2004–2006 results, Volume IV, 2005 Results*, pages 465–476. CORILA (Italy), 2005. ISBN: 88–89405–01–5.

Articoli su Atti di Convegni Scientifici Internazionali

- [11] M. Morandi–Cecchi and M. Venturin. About stability of the CBS (Characteristic–Based–Split) algorithm. An application to shallow waters. In *European Conference on Computational Fluid Dynamics. ECCOMAS CFD, 2006*. Proceedings available on CDROM.
- [12] L. Bergamaschi, J. Gondzio, M. Venturin, and G. Zilli. Inexact constraint preconditioners for optimization problems. In G. Montero B. H. V. Topping and R. Montenegro, editors, *Proceedings of the Fifth Int. Conf. on Engineering Comput. Technology*. Civil–Comp Press, 2006. Paper 89, proceedings available on CDROM.
- [13] M. Morandi–Cecchi and M. Venturin. A CBS Framework for Advection–Diffusion Equations and Shallow Water Problems. In F. Pistella and R.M. Spitaleri, editors, *MASCOT 05 — 5th Meeting on Applied Scientific Computing and Tools, Grid Generation, Approximation and Visualization, guest event in TCN CAE 2005 (International Conference on CAE and Computational Technologies for Industry)*, pages 81–90. IMACS, 2005.
- [14] M. Morandi Cecchi and M. Venturin. An anisotropic mesh algorithm: Formulation and results. In *17th IMACS World Congress Scientific Computation, Applied Mathematics and Simulation*, 2005. Proceedings available on CDROM.
- [15] M. Morandi–Cecchi and M. Venturin. An Algorithm for Anisotropic Mesh. An Application to Venice Lagoon Canals. In F. Pistella C. Conti and R.M. Spitaleri, editors, *MASCOT 04 — 4th Meeting on Applied Scientific Computing and Tools, Grid Generation, Approximation and Visualization*, pages 151–160. IMACS, 2004.

- [16] M. Morandi Cecchi, M. Venturin, M.R. Russo, and F. Marcuzzi. A general framework for error estimation in preserving-shapes grid generation in a fluid-dynamics environment and related open problems. In *ECCOMAS 2004 (European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering)*, 2004. Proceedings available on CDROM and at <http://www.mit.jyu.fi/eccomas2004/>.

Tesi

- [17] M. Venturin. *A finite element stabilization system for advection-diffusion problems*. PhD thesis, Università degli Studi di Padova, 2005. Dottorato di Ricerca in Matematica Computazionale, Ciclo XVIII, Supervisore: Ch.mo Prof. Maria Morandi Cecchi.

Altro

- [-] M. Venturin, R. Bertelle, M.R. Russo, *An extrapolation method for isothermal flows*, Accettato per pubblicazione nella rivista *Calcolo*.
- [-] Co-autore di una dispensa di supporto al corso di Metodi Numerici per l'Ingegneria (I anno della laurea specialistica in Ing. Aerospaziale). G. Zilli, L. Bergamaschi e M. Venturin, *Metodi di Ottimizzazione*, Padova, novembre 2008, DMMMSA (EDIZIONE PROVVISORIA).

Autorizzo il trattamento dei dati personali in base alla legge 675/96.

Volpago del Montello, 7 giugno 2010

In Fede
Manolo Venturin