

Curriculum di Paola Favati

MacroArea Tecnologie dell'informazione e delle comunicazioni (ICT)

Dati personali

Nata a Pisa il 27 giugno 1959.

Residente a Cascina (PI), Via Sirio Romoli,10

Studi compiuti

Laurea in Matematica presso l'Università di Pisa con votazione di 110/110 e lode; relatore Prof. F.Giannessi, A. A. 1981-'82.

Posizione attuale

Dal 5/6/2006 Dirigente di Ricerca presso l'Istituto di Informatica e Telematica (IIT).

Dal 1/3/1999 Primo Ricercatore presso l'Istituto di Matematica Computazionale di Pisa.

Nel Marzo 2002 l'Istituto di Matematica Computazionale e l'Istituto per le Applicazioni Telematiche hanno dato origine all' Istituto di Informatica e Telematica (IIT).

Dal 1/2/1984 ricercatore presso l'Istituto di Elaborazione dell'Informazione di Pisa (con assegnazione temporanea all'Istituto di Matematica Computazionale di Pisa dal 25/1/95).

Attività didattica

Dall' anno accademico 1985-'86 all'anno accademico 1994-'95 Professore a contratto del corso di "Analisi e sintesi di algoritmi" presso la facoltà di Scienze M.F.N. dell'Università di Pisa.

Nell'anno accademico 1997-'98 Professore a contratto del corso di "Analisi numerica II modulo" presso il Diploma di Laurea in Metodologie Fisiche dell'Università di Pisa.

Dall' anno accademico 1999-2000 ad oggi Professore a contratto del corso di "Matematica Computazionale: calcolo parallelo" presso la facoltà di Scienze M.F.N. dell'Università di Pisa.

Collaborazioni con riviste internazionali

Dal 1987 revisore per la rivista "Calcolo".

Dal 1992 revisore per la rivista "Journal of Computational and Applied Mathematics".

Dal 1998 Assistant editor per la rivista "Calcolo".

Partecipazione e responsabilità in progetti di ricerca

Ha partecipato come collaboratore ai seguenti progetti:

1985-86 Progetto strategico "Calcolo Parallelo"

1985-86 Progetto strategico "Software: ricerche di base e applicazioni", sottoprogetto "Software matematico"

1989-93 Progetto finalizzato "Sistemi Informatici e Calcolo Parallelo"

1994-97 Progetto ESPRIT " Basic Research Action" n. 9072 GEPPCOM

2000-2002 Progetto PRIN "Inverse Problems in Medical Imaging" prot. 2002013422_001

Responsabile per l'Istituto di Matematica Computazionale dei seguenti progetti:

1996 Progetto Integrato C.N.R./ Università "Analisi di modelli e metodi matematici per la risoluzione di problemi industriali relativi a reti di trasmissione".

1996-98 Progetto bilaterale con la Spagna (Universita' Politecnica di Valencia) sul tema " Studio teorico e sperimentazione di metodi iterativi per la risoluzione di sistemi lineari, basati su tecniche multisplitting e multi-stage".

Attività di ricerca

Ha svolto attività di ricerca, essenzialmente, in questi settori: ottimizzazione non lineare e combinatoria, integrazione numerica, analisi e sintesi di algoritmi numerici per problemi di algebra lineare in ambienti di calcolo sequenziale e parallelo, problemi numerici e algoritmici legati all' Web. Nel settore dell'algebra lineare numerica, recentemente l'attività e' stata indirizzata sulle seguenti due tematiche : a) risoluzione di sistemi di grandi dimensioni strutturati e non; b) tecniche di regolarizzazione per problemi inversi. Inoltre e' stata avviata una nuova attività inerente lo studio della distribuzione dei link nel grafo dell'Web.

Ottimizzazione. Proseguendo il lavoro iniziato con la tesi di laurea si è occupata di problemi di ottimizzazione sia da un punto di vista teorico che numerico. In particolare ha determinato condizioni affinché un problema di estremo vettoriale vincolato abbia almeno una soluzione a comune con il problema reciproco [1], ed i risultati ottenuti sono stati applicati al caso della programmazione lineare multiobiettivo.

Successivamente ha studiato i metodi di tipo Quasi Newton per problemi di ottimizzazione non vincolata, analizzando, al variare dei parametri in gioco, le intersezioni tra le varie famiglie di metodi [56] e determinando la complessità di tali metodi in uno speciale modello di calcolo [2].

Con F. Tardella, si è occupata di questioni di ottimizzazione combinatoria introducendo una nuova definizione di convessità per funzioni definite su insiemi discreti. I risultati ottenuti sono raccolti in un lavoro [9] a cui è stato assegnato il Premio AIRO 1990 per Giovani Studiosi.

Integrazione numerica. In collaborazione con G. Lotti e F. Romani ha sviluppato ricerche nel settore dell'integrazione numerica, con lo scopo di costruire software per l'integrazione automatica. Tali ricerche hanno condotto alla costruzione di una famiglia di formule di integrazione di tipo interpolatorio, che consentono di applicare regole di grado elevato o formule generalizzate riutilizzando tutti i valori funzionali già calcolati. Due integratori automatici adattivi di QUADPACK sono stati modificati sostituendo le formule di Gauss Kronrod, usate per la quadratura locale, con le formule introdotte. La sperimentazione numerica, per integrali mono e bidimensionali, ha mostrato che i programmi risultanti sono più veloci, effettuano meno valutazioni funzionali ed appaiono più affidabili [13,14].

L'attività in questo campo si è sviluppata in varie direzioni: messa a punto di tecniche di test per la valutazione ed il confronto di programmi di quadratura automatica; studio della complessità asintotica, misurata in termini di numero di valutazioni di funzione al variare del numero di cifre esatte nel risultato, per programmi di quadratura automatica; studio di stime dell'errore affidabili e poco costose da utilizzare nel modulo di quadratura locale [15, 16, 18, 20, 22, 23, 24, 57]. In particolare è stato introdotto un nuovo metodo di quadratura automatica chiamato Doppio Adattivo; l'idea di base consiste nel combinare le due principali strategie usate per migliorare l'approssimazione di un integrale, cioè suddivisione degli intervalli ed applicazione di formule più accurate. La scelta tra le due alternative è determinata dalla presenza o meno di difficoltà di integrazione nell'intervallo.

L'analisi della complessità asintotica ha messo in evidenza la superiorità del nuovo metodo rispetto a quelli esistenti su un'ampia classe di funzioni integrande. Più precisamente per la classe delle funzioni con un numero finito di singolarità nelle derivate o nella funzione stessa il metodo doppio adattivo presenta una complessità asintotica di ordine quadratico a confronto di una complessità di ordine esponenziale del metodo globale adattivo [21, 26, 47].

Lo studio è stato successivamente rivolto alla analisi della complessità asintotica di metodi di integrazione in termini di numero di operazioni su bit rispetto al numero di cifre esatte nel risultato. In letteratura lo studio del costo asintotico del calcolo di una funzione $f(x)$ in multipla precisione è stato trattato mantenendosi lontani dai punti critici della funzione, come per esempio zeri e asintoti verticali, e dando limitazioni superiori del costo in funzione solo del numero di cifre esatte nel risultato. D'altro canto, per analizzare metodi di quadratura, risulta utile avere stime del costo di valutazione della funzione integranda su tutto l'intervallo di integrazione, e quest'ultimo può essere non compatto e contenere punti in cui la funzione diventa arbitrariamente grande come nel caso di integrali impropri. In [31] viene studiato il costo di valutare una funzione $f(x)$ in multipla precisione su insiemi non compatti, ottenendo limitazioni superiori del costo che dipendono sia dal numero d di cifre esatte nel risultato che dal punto x in cui la funzione è valutata. In [27] viene stimato il costo asintotico, in termini di numero di operazioni su bit, di una famiglia di metodi per l'approssimazione di integrali impropri, basati su trasformazioni di variabile.

Analisi e sintesi di algoritmi in algebra lineare. L'attività di ricerca è stata quindi prevalentemente indirizzata nel settore dell'analisi e sintesi di algoritmi in algebra lineare, anche in ambienti di calcolo parallelo. In collaborazione con B. Codenotti ha introdotto nuovi metodi iterativi per la risoluzione di sistemi lineari, particolarmente efficienti in ambiente parallelo [3, 4, 5]; in particolare in [3] e' stata proposta una modifica del metodo di Jacobi che utilizza correzioni di rango basso e converge su una più ampia classe di problemi.

Ha effettuato l'analisi di perturbazione dell'equazione algebrica di Riccati, di notevole importanza in teoria dei controlli, determinando le grandezze che governano la stabilità del problema [6].

Ha studiato alcuni algoritmi paralleli per la divisione di matrici di polinomi confrontandone il costo computazionale in termini di numero di passi e numero di processori [10]. Ha proposto una architettura parallela che implementa il metodo della matrice di capacità per la risoluzione di sistemi lineari che scaturiscono dalla discretizzazione di sistemi di equazioni differenziali, ottenendo per alcune applicazioni prestazioni in termini di area-tempo che migliorano quelle note in letteratura [11].

Ha condotto studi sulle proprietà strutturali di inverse di matrici tridiagonali a blocchi e matrici a banda, ottenendo un algoritmo ricorsivo per il calcolo dell'inversa di una matrice a banda [7], [12]. L'attività in questo campo e' proseguita con la definizione e lo studio della classe delle "matrici a banda generalizzata", la cui introduzione consente di analizzare in modo uniforme le proprietà di parecchie classi di matrici: matrici a banda, matrici a banda a blocchi, matrici a banda con correzioni di rango basso e rispettive inverse [17].

Ha studiato l'algebra delle matrici simultaneamente diagonalizzate dalla trasformazione

per similitudine associata alla matrice di Hartley, utilizzando matrici di questa algebra per preconditionare sistemi di Toeplitz [19].

Inoltre e' stato studiato il problema della determinazione del vettore invariante di probabilità associato a matrici stocastiche di tipo M/G/1 che intervengono in una larga varietà di problemi di teoria delle code modellati con catene di Markov. Questo problema può essere ricondotto alla determinazione della soluzione minimale nonnegativa di una opportuna equazione matriciale non lineare. I risultati in questo settore riguardano lo studio di metodi di iterazione funzionale che approssimano la soluzione di tale equazione, in particolare e' stata ottenuta una accelerazione dei metodi di iterazione funzionale mediante una tecnica di rilassamento ed e' stato analizzato il tasso asintotico di convergenza dei medesimi in relazione con l'approssimazione iniziale [28, 30, 35, 48].

Ha condotto una ricerca sulla stabilità dell'eliminazione gaussiana applicata con strategie di pivoting non standard [32]. Ha affrontato il problema della risoluzione di sistemi lineari di grandi dimensioni derivanti dalla modellizzazione con catene di Markov di problemi di code [33, 34, 39] o dalla discretizzazione di equazioni differenziali su domini infiniti. In questo ambito e' stata proposta una strategia basata sulla risoluzione di una sequenza di problemi di dimensione crescente in cui, per ogni singolo problema, viene utilizzato un metodo iterativo stazionario [36], [38], oppure metodi basati sui sottospazi di Krylov [43, 58].

Ha confrontato dal punto di vista della complessità di calcolo metodi ricorsivi per sistemi con matrici a banda di Toeplitz [53, 60, 62].

Infine l'attività di ricerca e' stata rivolta allo studio delle proprietà regolarizzanti di metodi iterativi per problemi mal condizionati in cui il termine noto e' affetto da rumore (per esempio problemi di ricostruzione di immagini). Nell'ambito di questo studio sono state proposte nuove tecniche di preconditionamento [37, 40, 41, 44, 59], sono stati studiati, da un punto di vista sperimentale, metodi iterativi di tipo Krylov [42] e tecniche iterative con vincoli di nonnegatività [61]. I primi risultati delle ricerche intraprese per lo studio della distribuzione dei link nel grafo dell' web sono raccolti in [45, 52].

PUBBLICAZIONI

Lavori pubblicati su rivista

- [1] On the reciprocal vector optimization problems, (con M. Pappalardo). *Journal of Optimization Theory and Applications*, Vol. 47 (1985) 181–193.
- [2] Area-time complexity of the unconstrained minimization problems, (con B. Codenotti). *Calcolo*, Vol. 23 (1986) 175–184.
- [3] Low rank modifications of Jacobi and JOR iterative methods, (con B. Codenotti). *Computer and Mathematics with Applications*, Vol. 13 (1987) 617–621.
- [4] Iterative methods for the parallel solution of linear systems, (con B. Codenotti). *Computer and Mathematics with Applications*, Vol. 13 (1987) 631–633.
- [5] New techniques for the solution of linear systems by iterative methods, (con B. Codenotti). *Computer and Mathematics with Applications*, Vol. 14 (1987) 425–428.

- [6] Perturbation analysis of algebraic Riccati equations, (con B. Codenotti e F. Flandoli). *Bollettino UMI*, Vol. 2-B (1988) 817–830.
- [7] On the inverse of block tridiagonal matrices with applications to the inverses of band matrices and block band matrices, (con R. Bevilacqua, F. Romani, P. Rozsa). *Operator Theory: Advances and Applications*, Vol. 40 (1989) 447–469.
- [8] Channel routing in Manhattan model: an efficient algorithm, (con B. Codenotti). *Computers and Artificial Intelligence*, Vol. 9 (1990) 409–419.
- [9] Convexity in nonlinear integer programming, (con F. Tardella). *Ricerca Operativa*, Vol. 53 (1990) 3–44.
- [10] Parallel algorithms for matrix polynomial division, (con G. Lotti). *Computer and Mathematics with Applications*, Vol. 22 (1991) 37–42.
- [11] VLSI implementation of the Capacitance Matrix Method, (con G. Lotti e F. Romani). *Integration, the VLSI Journal*, Vol. 11 (1991) 3–9.
- [12] On band matrices and their inverses, (con R. Bevilacqua, F. Romani, P. Rozsa). *Linear Algebra and its Applications*, Vol. 150 (1991) 287–295.
- [13] Interpolatory integration formulas for optimal composition, (con G. Lotti e F. Romani). *ACM Transaction on Mathematical Software*, Vol. 17 (1991) 207–217.
- [14] Algorithm 691: Improving QUADPACK automatic integration routines, (con G. Lotti e F. Romani). *ACM Transaction on Mathematical Software*, Vol. 17 (1991) 218–232.
- [15] Local error estimates in quadrature, (con G. Lotti e F. Romani). *BIT*, Vol. 31 (1991) 102–111.
- [16] Testing automatic quadrature programs, (con G. Lotti e F. Romani). *Calcolo*, Vol. 27 (1990) 169–193.
- [17] Generalized band matrices and their inverses, (con G. Lotti, F. Romani, P. Rozsa). *Calcolo*, Vol. 28 (1991) 45–92.
- [18] Asymptotic expansion of error in interpolatory quadrature, (con G. Lotti e F. Romani). *Computer and Mathematics with Applications*, Vol. 24 (1992) 99–104.
- [19] On a matrix algebra related to the discrete Hartley transform, (con D. Bini). *Siam J. Matrix Anal. Appl.*, Vol. 14 (1993) 500–507.
- [20] Bounds on the error of Fejer and Clenshaw-Curtis type quadrature for Analytic functions, (con G. Lotti e F. Romani). *Applied Mathematics Letters*, Vol. 6 (1993) 3–8.
- [21] Asymptotic behaviour of automatic quadrature, (con G. Di Marco, G. Lotti e F. Romani). *J. of Complexity*, Vol. 10 (1994) 296–340.
- [22] Theoretical and Practical Efficiency Measures for Symmetric interpolatory quadrature formulas, (con G. Lotti e F. Romani). *BIT*, Vol. 34 (1994) 546–557.

- [23] Peano Kernel behaviour and error bounds for symmetric quadrature formulas, (con G. Lotti e F. Romani). *Computer and Mathematics with Applications*, Vol. 29 (1995) 27–34.
- [24] New Symmetric Interpolatory Quadrature Formulas, (con G. Lotti e F. Romani). *Calcolo*, Vol. 32 (1995) 39-50
- [25] Additive one-dimensional cellular automata are chaotic according to the Devaney’s definition of chaos, (con G. Lotti e L. Margara). *Theoretical Computer Science A*, Vol. 174 (1997) 157-170.
- [26] Local Error Estimates and Regularity Tests for the Implementation of Double Adaptive Quadrature, (con G. Fiorentino, G. Lotti e F. Romani). *ACM Transaction on Mathematical Software*, Vol. 23 (1997) 16–31.
- [27] Asymptotic bit cost of quadrature formulas obtained by variable transformation . *Appl. Math. Lett.*, Vol. 10 (1997) 1–7.
- [28] Relaxed functional iteration techniques for the numerical solution of M/G/1 type Markov chains,(con B. Meini). *BIT*, Vol. 38 (1998) 510–526.
- [29] An infinite Precision Bracketing algorithm with guaranteed convergence,(con G. Lotti, O. Menchi e F. Romani). *Numerical Algorithms*, Vol. 20 (1999) 63–73.
- [30] On functional iteration methods for solving nonlinear matrix equations arising in queueing problems,(con B. Meini). *IMA Journal on Numerical Analysis*, Vol. 19 (1999) 39–49.
- [31] Separable Asymptotic Cost of Evaluating Elementary Functions,(con G. Lotti, O. Menchi e F. Romani). *Numerical Algorithms*, Vol. 24 (2000) 255–274.
- [32] On the robustness of Gaussian Elimination with Partial Pivoting,(con M. Leoncini e A. Martinez). *BIT*, Vol. 40 (2000)62-73.
- [33] Matrix Form of a Multi-queue Problem,(con G. Lotti e O. Menchi). *Acta Technica Acad. Sci.Hung.*, Vol. 108(1-2) (1997-1999) 81–88 (pubb. nel 2001).
- [34] Efficient Solution of Sparse Block Hessenberg Systems,(con G. Lotti, O. Menchi e F. Romani). *Acta Technica Acad. Sci.Hung.*, Vol. 108(1-2) (1997-1999) 89–105 (pubb. nel 2001).
- [35] Solving certain queueing problems by means of regular splittings,(con B. Meini). *Applied Mathematics Letters*, Vol. 13 (2000) 99–105.
- [36] Solution of Infinite Linear Systems by Automatic Adaptive Iterations,(con G. Lotti, O. Menchi e F. Romani). *Linear Algebra and its Applications*, Vol. 318 (2000) 209–225.
- [37] A polynomial fit preconditioner for band Toeplitz matrices in image reconstruction(con G. Lotti e O. Menchi). *Linear Algebra and its Applications*, Vol. 346 (2002) 177–197.

- [38] Railway Computation for Infinite Linear Systems,(con G. Lotti, O. Menchi e F. Romani).*International Journal of Parallel Programming*, Vol. 30 (2002) 419–439.
- [39] Non Recursive Solution of Sparse Block Hessenberg Systems ,(con G. Lotti e O. Menchi). *Numerical Linear Algebra with Applications*,Vol. 11 (2004) 391–409.
- [40] A family of modified regularizing circulant preconditioners for image reconstruction problems,(con D.Bini e O. Menchi). *Computer and Mathematics with Applications*, Vol. 48 (2004), 755–768.
- [41] Preconditioners based on fit techniques for the iterative regularization in the image deconvolution problem,(con G. Lotti e O. Menchi). *BIT*, Vol. 45 (2005) 15–35.
- [42] A Framework for Studying the Regularizing Properties of Krylov Subspace Methods, (con P. Brianzi, O. Menchi e F. Romani).*Inverse Problems*, Vol. 22 (2006), 1007–1021.
- [43] Adaptive Solution of Infinite Linear Systems by Krylov Subspace Methods,(con G. Lotti, O. Menchi e F. Romani).*Journal of Computational and Applied Mathematics*, Vol. 210 (2007), 191–199.
- [44] Regularizing inverse preconditioners for symmetric band Toeplitz systems,(con G. Lotti e O. Menchi).*EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, Vol. 2007, Article ID 85606, 9 pages, 2007. doi:10.1155/2007/85606.
- [45] A stochastic model for the link analysis of the Web,(con G. Lotti, O. Menchi e F. Romani).*Internet Mathematics* , Vol. 3 (4) (2006-2007), 511–533.

Lavori pubblicati su atti di conferenze internazionali

- [46] Some remarks on Multisplittings of Matrices, (con B. Codenotti). Proceeding of Sixth Haifa Conference on Matrix Theory, *Linear Algebra and its Applications*, Vol. 167 (1992) 216–219.
- [47] A Mathematica implementation of Double Adaptive Quadrature, (con G.Fiorentino, G.Lotti e F. Romani), in "Innovation in Mathematics" - Proceedings of the second international Mathematica Symposium, Finlandia (1997) 145-151.
- [48] On functional iteration methods for solving M/G/1 type Markov chains (con B. Meini), in "Advances in Matrix Analytic Methods for Stochastic Models" - Proceedings of the 2nd International Conference on Matrix Analytic Methods, A. Alfa and S.Chakravarthy (Editors), 1998.

Altre pubblicazioni

- [49] Numerical Automatic Quadrature. ERCIM News No.8 (1992)21.
- [50] Approssimazione numerica, (con G. Lotti, O. Menchi e F. Romani), nel quaderno "Matematica computazionale" de "Le Scienze" n.84 (1995) 75-80.

- [51] Iterative methods in image reconstruction, (con G. Lotti e O. Menchi). ERCIM News No.50 (2002)26-27.

Lavori in corso di recensione

- [52] A coupled model for the indegree and outdegree analysis of the Web, (con G. Lotti, O. Menchi e F. Romani). Technical Report IIT TR-14/2007.
- [53] Recursive algorithms for unbalanced banded Toeplitz systems, (con G. Lotti e O. Menchi). Submitted to Numerical Linear Algebra with Applications

Note interne

Sono elencate sotto questo titolo solo le note interne che non sono state successivamente pubblicate su rivista e non sono in corso di recensione

- [54] Condizioni necessarie per problemi di ottimizzazione in presenza di vincoli, (con S. Steffè). Nota interna 117, gruppo di Ottimizzazione e Ricerca Operativa, Dip. di Matematica, Univ. di Pisa (1984).
- [55] On the fixed point of a system of equations arising in a layout expansion problem, (con B. Codenotti). Nota interna IEI B4-01 (1986).
- [56] Some results on Quasi-Newton Methods, (con M. Arioli). Nota interna IEI B4-86-84 (1986).
- [57] Sull'errore nelle formule di quadratura per funzioni analitiche, (con P. Giovine). Nota interna IEI B4-92-53 (1992).
- [58] Adaptive Solution of Infinite Linear Systems by the BCGStab Method, (con G.Lotti, O.Menchi e F.Romani). Nota interna IMC B4-00-02 (2000).
- [59] Regularizing preconditioners in the image reconstruction problem. The polynomial fit preconditioner: description and numerical experiments, (con G. Lotti e O. Menchi). Nota interna IMC B4-01-04 (2001).
- [60] Solving Banded Toeplitz Systems, (con G. Lotti e O. Menchi). Technical Report IIT TR-04/2005.
- [61] Iterative image restoration with non negativity constraints, (con G. Lotti, O. Menchi e F. Romani). Technical Report IIT TR-10/2006.
- [62] A survey on recursive algorithms for unbalanced banded Toeplitz systems: computational issues, (con G. Lotti e O. Menchi). Technical Report IIT TR-10/2008.