

Rendiconto del Progetto di ricerca - GNCS 2015

“Metodi di regolarizzazione per problemi di ottimizzazione e applicazioni”

Responsabile: Stefania Bellavia
Professore Associato

Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Firenze , 055-4796703,
stefania.bellavia@unifi.it

Finanziamento: 3800 Euro

Partecipanti:

- Stefania Bellavia, Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Firenze
- Nicola Mastronardi, Istituto per le Applicazioni del Calcolo “M. Picone”, sede di Bari, Consiglio Nazionale delle Ricerche
- Benedetta Morini, Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Firenze
- Davide Palitta, Dipartimento di Matematica, Università di Bologna
- Alessandra Papini, Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Firenze
- Elisa Riccietti, Dipartimento di Matematica e Informatica, Università di Firenze
- Valeria Simoncini, Dipartimento di Matematica, Università di Bologna

1 Descrizione dell’attività svolta

Nell’ambito del progetto i partecipanti si sono occupati di metodi di regolarizzazione quali procedimenti di tipo Levenberg-Marquardt, metodi Trust-Region, metodi di Regolarizzazione Quadratica adattiva e metodi Interior Point. Questi procedimenti sono accumulati dal fatto che utilizzano, per la definizione del passo utilizzato per aggiornare la iterata, modelli regolarizzati rispetto al modello di Newton classico. L’attività di ricerca si è svolta seguendo le linee indicate nel progetto. In particolare, proseguendo lo studio avviato nell’ambito del progetto GNCS 2014 “Metodi di regolarizzazione per problemi di ottimizzazione vincolata”, è stata analizzata la fase di algebra lineare nei

metodi IP, sono stati studiati metodi di Levenberg-Marquardt e Trust-region per problemi ai minimi quadrati mal posti e con rumore sui dati, e sono stati introdotti metodi di regolarizzazione quadratica adattiva per problemi di Shape from Shading.

Per quanto riguarda la fase di algebra lineare sono stati considerati i sistemi di tipo KKT che nascono nella risoluzione di problemi di programmazione quadratica mediante metodi IP. Tali sistemi sono formulabili in forma non simmetrica, simmetrica ed indefinita, simmetrica e definita positiva. Nei lavori [MST1, MST2] sono state studiate e confrontate le formulazioni simmetriche ed indefinite analizzando le loro proprietà spettrali e l'effetto dell'applicazione di classi di preconditionatori noti in letteratura. Nei lavori [BDDM, BDDM1] sono state proposte tecniche di aggiornamento del preconditionatore per tali sequenze nella forma simmetrica e indefinita (KKT). In questi approcci, la fattorizzazione di un preconditionatore di una particolare matrice della sequenza, viene aggiornata, con un basso costo computazionale, in modo da dare luogo a preconditionatori per successivi sistemi della sequenza. Nel lavoro [PST] sono invece state considerate sequenze di sistemi lineari di tipo KKT che nascono nella risoluzione di problemi di programmazione quadratica per problemi di controllo ottimo con vincoli. Sono stati infine studiati preconditionatori per sistemi lineari nonsimmetrici che nascono nella discretizzazione di equazioni alle derivate parziali di tipo convezione-diffusione [PS], e metodi di fattorizzazione rank-revealing per sistemi simmetrici e indefiniti [MV1].

Sono inoltre stati introdotti in [BMR] procedimenti di tipo trust-region regolarizzanti per problemi ai minimi quadrati non lineari mal posti e con rumore sui dati. In tali procedimenti la scelta del parametro di regolarizzazione avviene in modo adattivo. I procedimenti sviluppati sono stati applicati a problemi mal posti di interesse reale, quali quelli derivanti dalla risoluzione di equazioni integrali nonlineari e sono risultati più robusti del metodo Levenberg-Marquardt classicamente usato in letteratura. La risoluzione numerica di problemi ai minimi quadrati con vincoli di uguaglianza è stata affrontata in [MV].

E' stata infine considerata in [BGPP] la risoluzione numerica di problemi di ottimizzazione non vincolata derivanti da problemi di Shape from Shading nei quali, data una unica immagine bidimensionale di un oggetto illuminato, si richiede di determinarne la forma, ovvero di ricostruire la superficie corrispondente alla immagine di partenza. Sono stati proposti procedimenti di regolarizzazione quadratica adattiva che regolarizzando in modo opportuno il modello classico permettono di ottenere procedimenti robusti. Inoltre, attraverso l'utilizzo di una opportuna tecnica di continuazione si ottiene una scelta adattativa dei parametri presenti nel modello.

I componenti del progetto hanno attivamente collaborato. Il lavoro svolto è documentato in 8 lavori pubblicati, 2 lavori sottomessi per la pubblicazione. Sono state inoltre presentate comunicazioni a convegni internazionali.

Elenco delle pubblicazioni inerenti al progetto

1. [BDDM] S. Bellavia, V. De Simone, D. di Serafino, B. Morini, *Updating constraint preconditioners for KKT systems in quadratic programming via low-rank corrections*, SIAM Journal on Optimization, 25, pp. 1787-1808, 2015.
2. [BDDM1] S. Bellavia, V. De Simone, D. di Serafino, B. Morini, *On the update of*

constraint preconditioners for regularized KKT systems, Computational Optimization and Applications, in corso di stampa.

3. [BGPP] S. Bellavia, L. Governi, A. Papini, L. Puggelli, *Regularized Quadratic Penalty methods for Shape from Shading*, 2015, sottomesso.
4. [BMR] S. Bellavia, B. Morini, E. Riccietti, *On an adaptive regularization for ill-posed nonlinear systems and its trust-region implementation*, Computational Optimization and Applications, 2016.
5. [MV] N. Mastronardi, P. Van Dooren, *A structurally backward stable algorithm for solving the indefinite least squares problem with equality constraints*, IMA Journal of Numerical Analysis, 2015.
6. [MV1] N. Mastronardi, P. Van Dooren, *Rank-revealing decomposition of symmetric indefinite matrices via block anti-triangular factorization*, Linear Algebra and its Appl., ini stampa.
7. [MST1] B. Morini , V. Simoncini and M. Tani, *Spectral estimates for unreduced symmetric KKT systems arising from Interior Point methods*, Numerical Linear Algebra with Applications, in corso di stampa.
8. [MST2] B. Morini , V. Simoncini and M. Tani, *A comparison of reduced and unreduced symmetric KKT systems arising from Interior Point methods*, sottomesso.
9. [PS] D. Palitta, V. Simoncini, *Matrix-equation-based strategies for convection-diffusion equations*, BIT Numer. Math., in stampa.
10. [PST] M. Porcelli , V. Simoncini and M. Tani, *Preconditioning of active-set Newton methods for PDE-Constrained optimal control problems* SIAM J. Scient. Comp., 2015.

Comunicazioni a congressi

- S. Bellavia, “Preconditioner Updates for Solving Sequences of Linear Systems arising in inexact methods for optimization”, Numerical Methods for Large-Scale Nonlinear Problems and Their Applications, Providence, RI, USA, 2015.
- S. Bellavia, “A new approach for solving large sparse semidefinite programming problems with Interior-Point methods”, ISMP 2015, Pittsburgh, USA.
- S. Bellavia, “Solving large sparse semidefinite programming problems with Interior-Point methods”, Networking in Numerical Analysis 2015 a two day meeting in Bertinoro, Bertinoro (FC).
- N. Mastronardi, ”Anti-triangular matrices and symmetric rank-revealing factorizations”, New Trends in Numerical Analysis, Falerna (Cs), 2015 dove ho presentato la seguente comunicazione: Anti-triangular matrices and symmetric rank-revealing factorizations

- B. Morini, “On the Use of Iterative Methods in Cubic Regularization Algorithms for Unconstrained Optimization”, Networking in Numerical Analysis 2015, a Two Day Meeting in Bertinoro (FC).
- B. Morini, “Condizionamento e stabilità nei metodi Interior-Point inesatti per problemi di programmazione quadratica”, XX Congresso dell’Unione Matematica Italiana, Siena, 2015.
- B. Morini, “Stability of preconditioned solvers in inexact interior-point methods”, ISMP 2015, Pittsburgh, USA.
- D. Palitta, “Matrix-equation-based strategies for convection-diffusion equation”, CIME Summer School: Exploiting Hidden Structure in Matrix Computations. Algorithms and Applications, Cetraro, 2015
- “Matrix-equation-based strategies for convection-diffusion equation” International Conference on Preconditioning Techniques for scientific and industrial Applications, Eindhoven, Olanda, 2015.
- E. Riccietti, “A regularization trust-region approach for ill-posed nonlinear systems”, Workshop Optimization and Data Assimilation, CERFACS, Toulouse (France), 13/01/2016-15/01/2016.
- E. Riccietti, “On an Adaptive Regularization for Ill-posed Nonlinear Systems and its Trust-Region Implementation”, Networking in Numerical Analysis 2015 a two day meeting in Bertinoro, Bertinoro (FC).
- E. Riccietti, “Un metodo di regolarizzazione adattiva per sistemi di equazioni non lineari mal posti e la sua implementazione trust-region”, XX Congresso UMI (Unione Matematica Italiana), Siena, 2015.
- V. Simoncini, “Decay pattern of matrices: application to matrix functions (and matrix equations)” Numerical Algebra, Matrix Theory, Differential-Algebraic Equations, and Control Theory, Berlin, May 6-9, 2015, Germany.

Quadro riassuntivo delle spese del progetto

Sono state finanziate missioni in Italia e all’estero per partecipazioni a convegni come risulta dal rendiconto allegato.

Stefania Bellavia

Firenze, 4 Agosto 2016