

OSCILLATORI NON LINEARI SU VARIETÀ CURVE

Simone Fiori

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università Politecnica delle Marche
Via Brecce Bianche, I-60131, Ancona, email: s.fiori@univpm.it

Parole chiave: *Oscillatori non lineari, sistemi dinamici del secondo ordine, varietà curve metrizzabili*

Il problema della sintesi e della simulazione numerica di oscillatori non lineari su varietà differenziali è di interesse teorico e pratico. Tali oscillatori si ritrovano nello studio della stabilità degli algoritmi iterativi, nel quale è importante determinare condizioni di non-insorgenza di fenomeni oscillatori, e in alcuni sistemi per la trasmissione sicura delle informazioni, nei quali, al contrario, è vantaggioso indurre fenomeni oscillatori di tipo caotico.

La ricerca prevede lo studio delle caratteristiche di sistemi dinamici del secondo ordine rappresentati da equazioni differenziali del secondo ordine su varietà differenziali anche non compatte, con particolare riferimento a varietà matriciale di interesse applicativo, come il gruppo ortogonale speciale, la varietà di Stiefel compatta, il gruppo delle matrici simmetriche definite positive, il gruppo delle matrici simplettiche e il gruppo Eulideo speciale.

La ricerca prevede, in particolare, la formulazione di tali equazioni differenziali secondo un paradigma Hamiltoniano e lo studio delle loro proprietà. In tale ambito, interesse particolare rivestono i sistemi non lineari che possono dare origine a traiettorie caotiche o periodiche nel *tangent bundle* associato alla varietà di riferimento.

Inoltre, oggetto della presente ricerca è lo studio delle tecniche numeriche più appropriate per l'integrazione numerica delle equazioni differenziali del secondo ordine derivanti dalla formulazione dei suddetti sistemi dinamici su varietà differenziali anche non compatte, con particolare enfasi ai metodi basati sulle approssimazioni con *retraction* e con algoritmi numerici di trasporto parallelo.

L'attività di ricerca oggetto della presente memoria, può essere così riassunta:

Obiettivo 1: Acquisire nuove conoscenze sulle proprietà dei sistemi dinamici strutturati rappresentati da equazioni differenziali del secondo ordine su varietà differenziali anche non compatte. In particolare, lo studio è orientato alle equazioni differenziali su varietà differenziali basate su paradigmi di meccanica Hamiltoniana.

Obiettivo 2: Studio della qualità delle soluzioni di tali equazioni differenziali su varietà con particolare interesse per la dipendenza delle soluzioni dalle condizioni iniziali e dai valori dei parametri, al fine di individuare le condizioni di esistenza di fenomeni oscillatori periodici o caotici.

Pubblicazioni significative

- P. Burrascano, S. Fiori, and M. Mongiardo**, *A Review of Artificial Neural Networks Applications in Microwave CAD*, International Journal of RF and Microwave Computer Aided Engineering, Vol. 9, No. 3, pp. 158 – 174, 1999
- S. Fiori and F. Piazza**, *A General Class of ψ -APEX PCA Neural Algorithms*, IEEE Transactions on Circuits and Systems - Part I, Vol 47, No. 9, pp. 1394 – 1397, Sept. 2000
- S. Fiori**, *Blind Signal Processing by the Adaptive Activation Function Neurons*, Neural Networks, Vol. 13, No. 6, pp. 597 – 611, August 2000
- S. Fiori**, *A Theory for Learning by Weight Flow on Stiefel–Grassman Manifold*, Neural Computation, Vol. 13, No. 7, pp. 1625 – 1647, July 2001
- S. Costa and S. Fiori**, *Image Compression Using Principal Component Neural Networks*, Image and Vision Computing Journal, Vol. 19, No. 9-10, pp. 649 – 668, August 2001
- S. Fiori**, *On Blind Separation of Complex-Valued Sources by Extended Hebbian Learning*, IEEE Signal Processing Letters, Vol. 8, No. 8, pp. 217 – 220, August 2001
- S. Fiori**, *Hybrid Independent Component Analysis by Adaptive LUT Activation Function Neurons*, Neural Networks, Vol. 15, No. 1, pp. 85 – 94, January 2002

- S. Fiori**, *A Theory for Learning Based on Rigid Bodies Dynamics*, IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 13, No. 3, pp. 521 – 531, May 2002
- S. Fiori, L. Albini, A. Faba, E. Cardelli and P. Burrascano**, *Numerical Modeling for the Localization and the Assessment of Electromagnetic Field Sources*, IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 39, No. 3, pp. 1638 – 1641, May 2003
- S. Fiori**, *Extended Hebbian Learning for Blind Separation of Complex-Valued Sources*, IEEE Transactions on Circuits and Systems - Part II, Vol. 50, No. 4, pp. 195 – 202, April 2003
- Z. Wang, Y. Lee, S. Fiori, C.-S. Leung and Y.-S. Zhu**, *An Improved Sequential Method for Principal Component Analysis*, Pattern Recognition Letters, Vol. 24, No. 9-10, pp. 1409 – 1415, June 2003
- S. Fiori**, *Non-Symmetric PDF Estimation by Artificial Neurons: Application to Statistical Characterization of Reinforced Composites*, IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 14, No. 4, pp. 959 – 962, July 2003
- S. Fiori and P. Burrascano**, *One-Unit 'Rigid-Bodies' Learning Rule for Principal/Independent Component Analysis with Application to ECT-NDE Signal Processing*, Neurocomputing, Vol. 56, pp. 233 – 255, January 2004
- S. Fiori**, *A Fast Fixed-Point Neural Blind Deconvolution Algorithm*, IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 15, No. 2, pp. 455 – 459, March 2004
- J. Biagiotti, S. Fiori, L. Torre, M.A. López-Manchado and J.M. Kenny**, *Mechanical Properties of Polypropylene Matrix Composites Reinforced with Natural Fibers: A Statistical Approach*, Polymer Composites, Vol. 25, No. 1, pp. 26 – 36, 2004
- S. Fiori**, *Analysis of Modified 'Busgang' Algorithms (MBA) for Channel Equalization*, IEEE Transactions on Circuits and Systems - Part I, Vol. 51, No. 8, pp. 1552 – 1560, August 2004
- S. Fiori**, *Non-Linear Complex-Valued Extensions of Hebbian Learning: An Essay*, Neural Computation, Vol. 17, No. 4, pp. 779 – 838, 2005
- S. Fiori**, *Formulation and Integration of Learning Differential Equations on the Stiefel Manifold*, IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 16, No. 6, pp. 1697 – 1701, November 2005
- A. Naveed, A. Hussain, I. M. Qureshi and S. Fiori**, *Blind Equalization of Communication Channels for Equal Energy Sources: Energy Matching Approach*, Electronics Letters, Vol. 42, No. 4, pp. 247 – 248, February 2006
- S. Fiori**, *Blind Adaptation of Stable Discrete-Time IIR Filters in State-Space Form*, IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 54, No. 7, pp. 2596 – 2605, July 2006
- S. Fiori**, *Learning Independent Components on the Orthogonal Group of Matrices by Retractions*, Neural Processing Letters, Vol. 25, No. 3, pp. 187 – 198, June 2007
- S. Fiori**, *Geodesic-Based and Projection-Based Neural Blind Deconvolution Algorithms*, Signal Processing, Vol. 88, No. 3, pp. 521 – 538, March 2008
- E. Celledoni and S. Fiori**, *Descent Methods for Optimization on Homogeneous Manifolds*, Journal of Mathematics and Computers in Simulation (Special issue on "Structural Dynamical Systems: Computational Aspects", Guest Editors: N. Del Buono, L. Lopez and T. Politi), Vol. 79, No. 4, pp. 1298 – 1323, December 2008
- S. Fiori**, *On Vector Averaging over the Unit Hypersphere*, Digital Signal Processing (Elsevier), Vol. 19, No. 4, pp. 715 – 725, July 2009
- S. Fiori**, *Learning the Fréchet Mean over the Manifold of Symmetric Positive-Definite Matrices*, Cognitive Computation, Vol. 1, No. 4, pp. 279 – 291, December 2009
- S. Fiori and T. Tanaka**, *An Algorithm to Compute Averages on Matrix Lie Groups*, IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 57, No. 12, pp. 4734 – 4743, December 2009
- S. Fiori**, *Learning by Natural Gradient on Noncompact Matrix-type Pseudo-Riemannian Manifolds*, IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 21, No. 5, pp. 841 – 852, May 2010
- S. Fiori**, *Visualization of Riemannian-Manifold-Valued Elements by Multidimensional Scaling*, Neurocomputing, Vol. 74, No. 6, pp. 983 – 992, February 2011
- S. Fiori**, *Extended Hamiltonian Learning on Riemannian Manifolds: Theoretical Aspects*, IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 22, No. 5, pp. 687 – 700, May 2011
- S. Fiori**, *Solving Minimal-Distance Problems over the Manifold of Real Symplectic Matrices*, SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications, Vol. 32, No. 3, pp. 938 – 968, 2011
- S. Fiori**, *Riemannian-Gradient-Based Learning on the Complex Matrix-Hypersphere*, IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 22, No. 12, pp. 2132 – 2138, December 2011
- S. Fiori**, *Extended Hamiltonian Learning on Riemannian Manifolds: Numerical Aspects*, IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, Vol. 23, No. 1, pp. 7 – 21, January 2012
- T. Kaneko, S. Fiori and T. Tanaka**, *Empirical Arithmetic Averaging over the Compact Stiefel Manifold*, IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 61, No. 4, pp. 883 – 894, February 2013
- S. Fiori**, *Blind Deconvolution by a Newton Method on the Non-Unitary Hypersphere*, International Journal of Adaptive Control and Signal Processing (Wiley), Vol. 27, No. 6, pp. 488 – 518, June 2013
- S. Fiori**, *Random Clouds on Matrix Lie Groups*, Proceedings of the First International Conference on Geometric Science of Information (GSI'2013, August 28-30, 2013, Paris – France), LNCS 8085 - Springer, pp. 702 – 712, 2013
- S. Fiori**, *A Two-Dimensional Poisson Equation Formulation of Non-Parametric Statistical Non-Linear Modeling*, Computers and Mathematics with Applications (Elsevier), Vol. 67, No. 5, pp. 1171 – 1185, March 2014