

SCHEDA DELL' INSEGNAMENTO DI METODI INVERSI

(INVERSE METHODS)

Corso di Studio
Magistrale in Fisica

Insegnamento

Laurea Magistrale

A.A. 2018/2019

Docente: Antonio EMOLO

☎081 6-76822

email: antonio.emolo@unina.it

SSD

CFU

Anno di corso (I, II)

Semestre (I, II)

Insegnamenti propedeutici previsti:

Prerequisiti (max 4 righe, Arial 9)

E' richiesta buona familiarità con i concetti principali dell'Algebra Lineare, delle Equazioni Differenziali, del Calcolo Vettoriale e di Probabilità e Statistica. Sono inoltre utili nozioni di Calcolo Numerico.

Conoscenza e capacità di comprensione (max 4 righe, Arial 9)

Il corso si propone di favorire la conoscenza e la comprensione delle metodologie e degli strumenti per il trattamento dei problemi inversi e di stima dei parametri. La presentazione teorica degli argomenti è accompagnata da esempi illustrativi implementati numericamente.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate (max 4 righe, Arial 9)

Alla fine del corso lo studente dovrebbe essere in grado di comprendere e rapportarsi ai problemi inversi e di implementare gli strumenti numerici adeguati per la risoluzione di casi-studio proposti anche in ambiti nuovi e in un contesto di ricerca. Dovrebbe inoltre aver maturato la capacità di interpretare e commentare criticamente i risultati ottenuti.

PROGRAMMA (in italiano, min 10, max 15 righe, Arial 9, raggruppando i contenuti al massimo in 10 argomenti)

- Richiami di algebra lineare, calcolo vettoriale, probabilità e statistica.
- Caratterizzazione dei problemi inversi (Classificazione dei problemi inversi. Esistenza, unicità e stabilità della soluzione).
- Regressione lineare in norma L_2 e in norma L_1 (Minimi quadrati e aspetti statistici. Propagazione Monte Carlo degli errori).
- Problemi inversi a deficienza di rango e mal-condizionati (Decomposizione ai valori singolari e soluzione inversa generalizzata).
- Tecniche di regolarizzazione di Tikhonov (Implementazione SVD della regolarizzazione di ordine zero e superiore. Risoluzione, bias e incertezza della soluzione di Tikhonov).
- Discretizzazione di problemi inversi continui (discretizzazione mediante espansione del modello e funzioni di base).
- Metodi iterativi (Tecniche iterative per la tomografia sismica. Metodo dei gradienti coniugati. Risoluzione per i metodi iterativi).
- Tecniche di inversione e regolarizzazione nel dominio di Fourier (Sistemi lineari nei domini del tempo e della frequenza. Regolarizzazione water level e di Tikhonov).
- Problemi inversi non lineari e tecniche numeriche di ottimizzazione (Metodi di Gauss-Newton, Levenberg-Marquardt e Occam. Regolarizzazione e risoluzione. Metodi Monte Carlo e di ricerca diretta. Annealing. Algoritmo genetico).
- Approccio bayesiano alla risoluzione di problemi inversi (Caso normale-multivariato. Metodo Marchov Chain Monte Carlo).

CONTENTS (in English, min 10, max 15 lines, Arial 9)

- Review of linear algebra, vector calculus, and probability and statistics.
- Inverse problem characterization (Classification of inverse problems. Existence, non-uniqueness, and stability of the solution).
- Linear regression in L_2 and L_1 norm (Least-squares and statistical aspects. Monte Carlo error propagation).
- Rank-deficient and ill-conditioned inverse problems (Singular value decomposition and generalized inverse solution).
- Tikhonov regularization (SVD implementation of zero- and higher-order Tikhonov regularization. Resolution, bias and uncertainty of the solution).
- Discretizing continuous inverse problems (Discretization by expansion of the model, and by basis functions).
- Iterative methods (Iterative techniques for seismic tomography. Conjugate gradient method. Resolution for iterative methods).
- Inversion and regularization techniques in the Fourier domain (Linear systems in time and frequency domains. Water level and Tikhonov regularization).
- Non-linear inverse problems and numerical optimization techniques (Gauss-Newton, Levenberg-Marquardt and Occam methods. Regularization and resolution. Monte Carlo and direct search methods. Annealing. Genetic algorithm).
- Bayesian approach to inverse problems solving (The normal multivariate case. Marchov Chain Monte Carlo method).

MATERIALE DIDATTICO (max 4 righe, Arial 9)

Appunti delle lezioni. Codici numerici e utility per la risoluzione in ambiente MATLAB di esercizi proposti. Articoli scientifici di approfondimento. Homeworks. Libri di testo consigliati: Aster et al., *Parameter estimation inverse problems*, Hansen, *Discrete inverse problems: insight and algorithms*, SIAM.Elsevier; Menke, *Geophysical data analysis: discrete inverse theory*. Academic Press; Tarantola, *Inverse problem theory*, SIAM; Zollo ed Emolo, *Terremoti e onde*, Liguori.

SCHEDA DELL' INSEGNAMENTO DI METODI INVERSI

(INVERSE METHODS)

Corso di Studio
Magistrale in Fisica

Insegnamento

Laurea Magistrale

A.A. 2018/2019

FINALITA' E MODALITA' PER LA VERIFICA DI APPRENDIMENTO

a) Risultati di apprendimento che si intende verificare:

Dimostrare di aver acquisito conoscenze e competenze nell'affrontare in autonomia e con spirito critico l'inversione di dati sperimentali, con particolare attenzione ad aspetti fondamentali quali l'incertezza, la regolarizzazione e la risoluzione della soluzione.

b) Modalità di esame:

Presentazione e discussione di uno o più esercizi assegnati durante il corso. Colloquio orale sugli argomenti trattati.