

Assegno di ricerca
Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università degli Studi di Bologna, Italia
Gruppo di Fisica dell'Atmosfera

Titolo – Data assimilation and machine learning to predict the onset of atmospheric convection

Sinopsi progetto di ricerca

I fenomeni di convezione atmosferica sono caratterizzati, tra l'altro, dall'alta precipitazione, intensa e geograficamente localizzata, e da una genesi "esplosiva" nella quale il fenomeno convettivo inizia e si sviluppa con grandissima rapidità. L'accensione della convezione intensa, la sua rapidità ed apparente casualità, sono tipici di fenomeni "intermittenti": repentine mutazioni dello stato di un sistema verso un regime molto diverso, e che si mantiene generalmente per poco tempo. Al fine di poter prevedere un fenomeno con queste caratteristiche, è estremamente importante ricercare la presenza di precursori, cioè dei fattori che determinano il cambio di regime. In questo progetto useremo modelli di convezione atmosferica e/o di intermittenza in generale, idealizzati e di piccole dimensioni, che ci permetteranno uno studio approfondito delle caratteristiche dinamiche e statistiche che precedono il salto di regime e investigheremo la presenza di precursori dinamici. L'uso dell'assimilazione dati sarà cruciale a tal fine e permetterà di conoscere quali misure, e con quale densità spazio-temporale, sono necessarie al fine di prevedere meglio il salto di regime e/o i suoi precursori. In una seconda fase studieremo l'uso di questi precursori per informare (training) un algoritmo di machine learning (probabilmente, ma non necessariamente, un deep neural network) che possa essere utilizzato, in combinazione con l'assimilazione dati o indipendentemente, per prevedere l'inizio del fenomeno convettivo.

Piano delle attività

M1-M2: raccolta dati, e prime simulazioni con due modelli di bassa dimensione in Python;

M3-M4: caratterizzazione dinamica e statistica dei modelli e ricerca di precursori.

M5-M8: assimilazione dati sintetici usando l'ensemble Kalman filter e studio di sensibilità alle misure

M8-M12: selezione, ottimizzazione e validazione di algoritmi di machine learning informati dai precursori e dall'output dell'assimilazione dati.

1-year Postdoctoral opportunity
Department of physics – University of Bologna, Italy
Atmospheric physics group

Title – Data assimilation and machine learning to predict the onset of atmospheric convection

Project synopsis

Atmospheric convection phenomena are characterized, among other things, by intense, and geographically localized precipitation, and from an "explosive" genesis leading the convective phenomenon to begin and to develop very rapidly. The ignition of the intense convection, its rapidity and apparent randomness, are typical of "intermittent" phenomena: sudden changes in the state of a system towards a very different regime different which generally lasts for a short period. In order to be able to predict a phenomenon with these characteristics in a useful manner, it is extremely important to investigate the existence possible precursors, i.e., the factors driving regime change. In this project we will use small-dimensional idealised prototypical models of atmospheric convections and/or of intermittence in general, that will allow an in-depth study of the dynamic and statistical characteristics that precede the regime shift. The use of data assimilation will be crucial to this end and will allow us to know which measures, and with which spatio-temporal density, are necessary to better predict the regime shift and/or its forerunners. In a second phase we will study the use of these precursors to inform (train) a machine learning algorithm (probably, but not necessarily, a deep neural network) that can be used, in conjunction with data assimilation or independently, to predict the onset of the convective phenomenon.

Activity plan

M1-M2: creation of dataset, first simulations with two models of low dimensions in python.

M3-M4: dynamical and statistical characterization of the models and search of precursors.

M5-M8: data assimilation with the ensemble Kalman filter and sensitivity to the observations.

M8-M12: selection, optimization and validation of machine learning algorithms informed by the precursors and by the data assimilation output.