



Progetto ??? – WP4

Calibrazione: codificare caratteristiche morfologiche e fisiologiche nei parametri di modelli di sistemi culturali



Calibrazione

Sistemi Colturali

La calibrazione consiste nell'**adattare un modello** ad uno o più set di dati misurati in modo da **permetterne l'applicazione in condizioni simili**.

Nel caso di modelli colturali, significa adattare i parametri che rappresentano **caratteristiche morfologiche e fisiologiche** a determinate **specie e/o varietà**.

Ovviamente, **più i modelli sono raffinati** nella descrizione dei processi, più i parametri dovrebbero

- poter essere **misurabili direttamente**
- essere **specifici per varietà**

...ma...



Il **livello di organizzazione** dei sistemi sul quale facciamo **osservazioni** e misure è molto diverso da quello ai quali i processi avvengono realmente.

I nostri modelli, quindi, hanno sempre e comunque una **componente empirica**, per quanto questa possa essere più o meno rilevante a seconda dei casi.

I modelli **meccanicistici**, quando si ha a che fare con sistemi con una componente biologica, **semplicemente non esistono**.

Per questo, in contrapposizione ai modelli puramente empirici, si parla di **modelli basati su processi**.

Ricordate? "possibili rappresentazioni"...



È quindi difficile misurare con accuratezza qualcosa di molto distante – nella gerarchia dei livelli di organizzazione dei sistemi – dai processi biologici che determinano ciò che possiamo osservare.

Plasticità fenotipica: gli organismi sono influenzati dall'ambiente e, nel nostro caso, dalla gestione.

Ci sono **moltissime varietà**: se vogliamo mettere a punto qualcosa di "utile", dobbiamo **scendere a compromessi**, raggruppando varietà con caratteristiche simili e identificando set di parametri che ne descrivano le caratteristiche fondamentali.

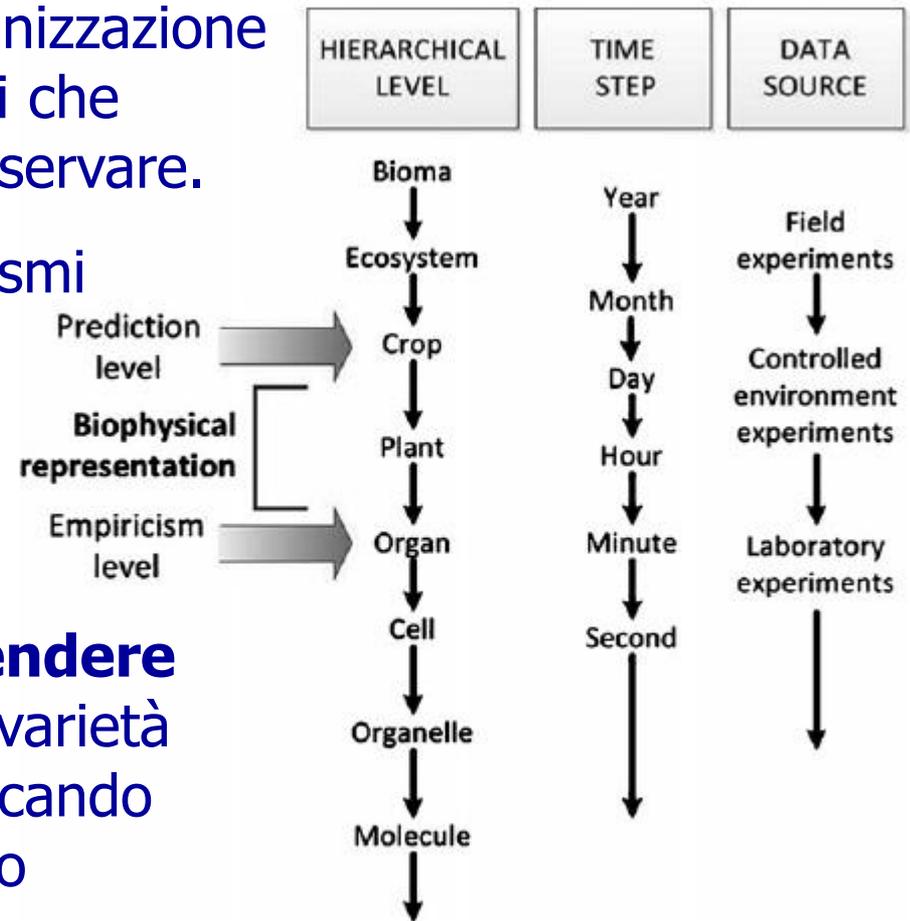


Fig. 4.3 Level of prediction and level of empiricism in process-based models (Redrawn from Acock and Acock 1991)



Quindi?

Sistemi Colturali

Calibrazione per noi significherà spesso **determinare i valori** di grandezze **sulla base dei loro effetti**.

Questo espone a **notevoli rischi**, primo tra tutti quello di degradare un modello basato su processi ad un modello totalmente empirico, attraverso un puro esercizio di **curve fitting**:

- errori nella stima di altre grandezze (**compensazione**)
- **rappresentazioni irrealistiche** di alcuni aspetti del sistema
- **inclusione di fattori specifici** per un sito, per un anno o per una pratica agronomica (**perdita di robustezza!**)
- ...

Questi rischi esplodono all'aumentare del numero di parametri da calibrare.



Quindi?

Sistemi Culturali

Quindi:

- Cercare di trovare in **letteratura** o misurare **il possibile**, tenendo conto che le **incertezze nella misura** possono rendere quei valori "**modulabili**"
- Calibrare "**solo**" i **parametri** per i quali **non sono disponibili valori misurati**
- **Calibrarne "pochi"**, partendo da quelli con una **componente empirica più marcata (pochi? sensitivity analysis)**
- **Evitare valori irrealistici** per i parametri
- **Testare** le calibrazioni **su dataset indipendenti**



Come?

Sistemi Culturali

- Algoritmi di ottimizzazione
- Trial-and-error

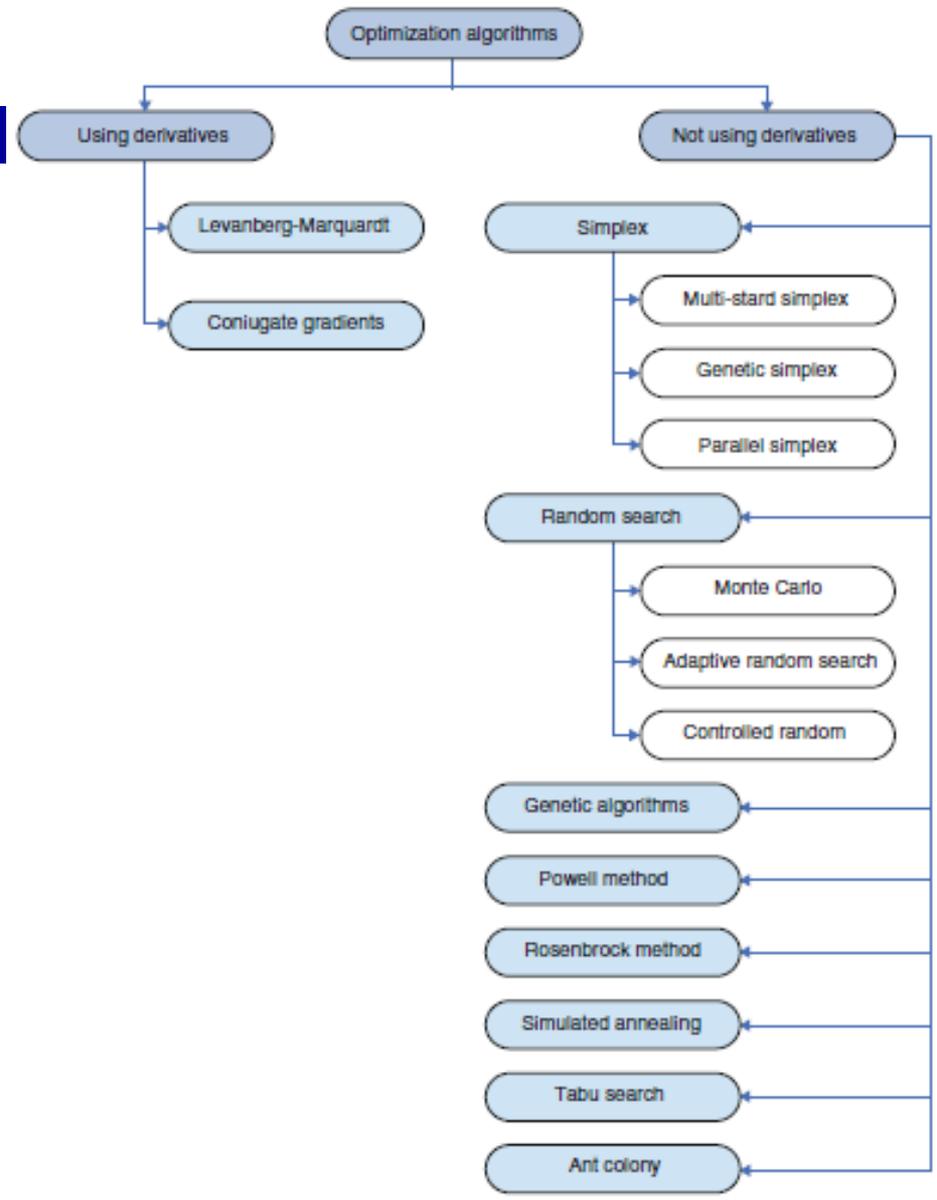


Fig. 4.6 Flow diagram of the optimization algorithms (Redrawn from Acutis and Confalonieri 2006)



Come?

Sistemi Culturali

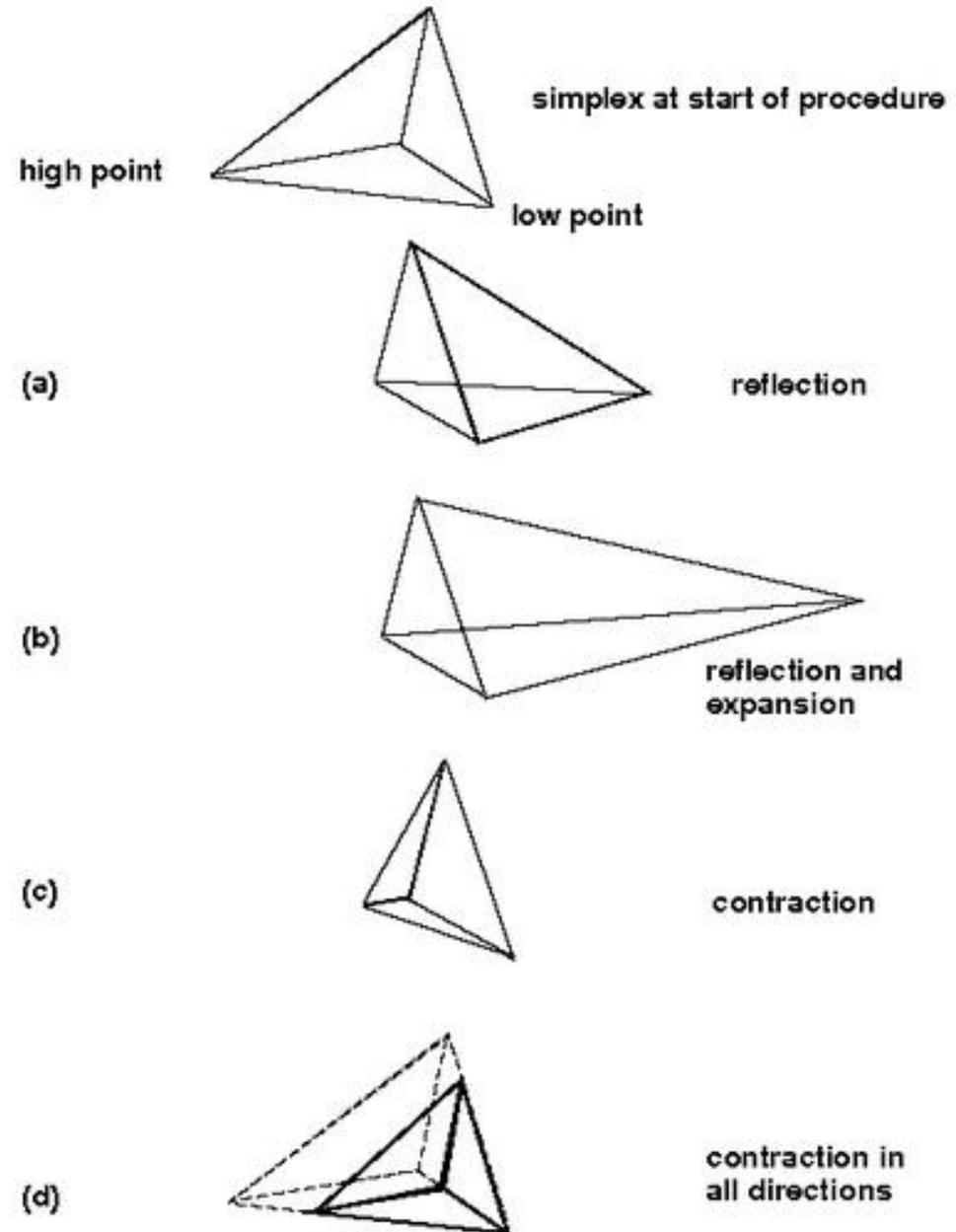
- Algoritmi di ottimizzazione
- Trial-and-error

Esempio:

Downhill simplex (simplesso;
Nelder e Mead, 1965)

Immaginate un iperspazio multidimensionale, con tante dimensioni (N) quanti sono i parametri che stiamo calibrando

Il simplesso è una figura geometrica con $N+1$ vertici che esplora questo spazio





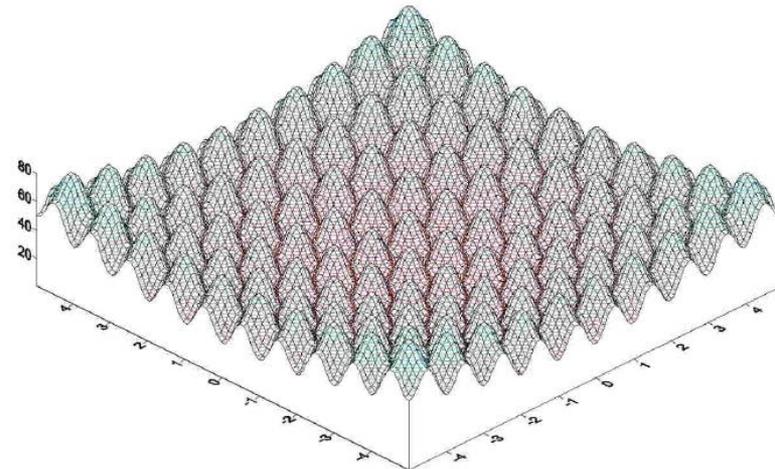
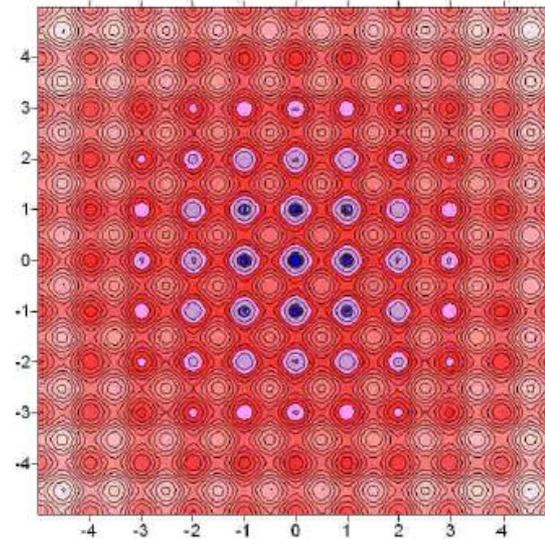
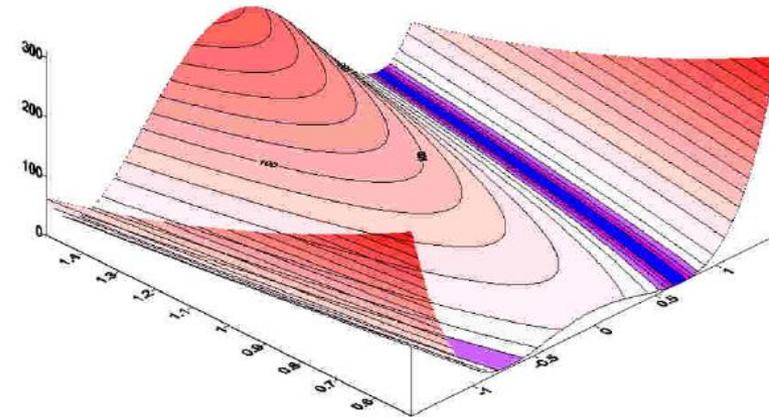
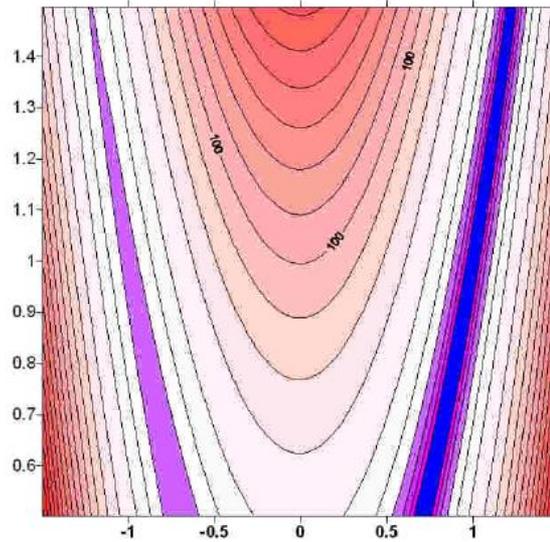
Attenzione!

Sistemi Culturali

L'iperspazio dei modelli spesso è un **posto pericoloso**, con una struttura molto complessa e pieno di minimi locali.

Rosenbrock

Rastrigin



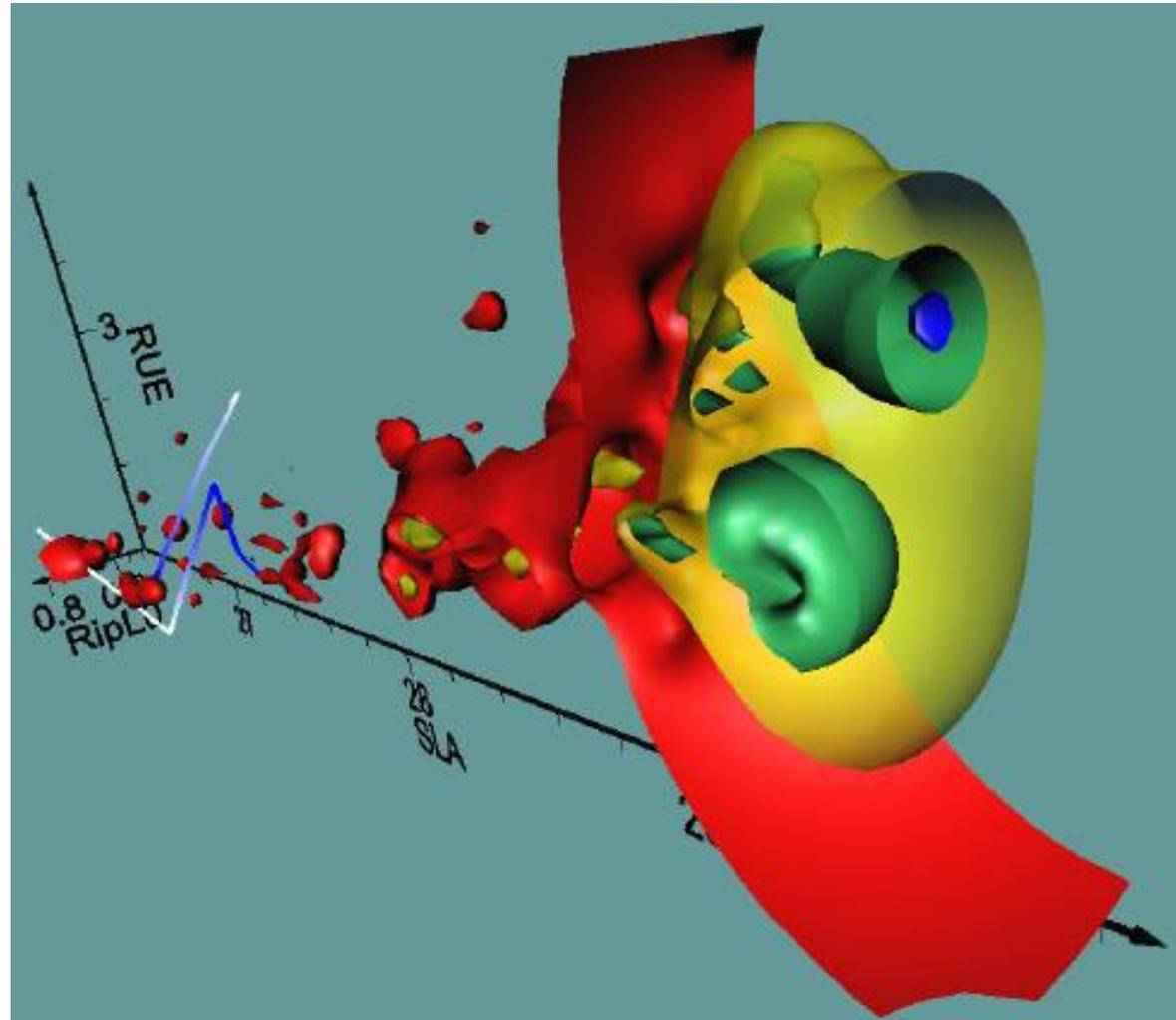


Attenzione!

Sistemi Culturali

L'**iperspazio** dei modelli spesso è un **posto pericoloso**, con una struttura molto complessa e pieno di minimi locali.

WARM (RUE, SLA, RipL0)





Come procederemo

Sistemi Colturali

- **Divideremo i dataset per gruppi di varietà/ibridi con caratteristiche simili**
- **Divideremo i dataset disponibili per ciascun gruppo in due:**
 - ✓ Calibrazione
 - ✓ Test/validazione (indipendente)
- Calibrazione: **partendo da valori di default per la specie**
 - ✓ calibreremo i parametri per i quali non sono disponibili misure (o per i quali le misure sono molto incerte)
 - ✓ cercando di far sì che i dati misurati e simulati siano più vicini possibile
 - ✓ inizieremo dai parametri coinvolti con lo sviluppo fenologico



In pratica?

Sistemi Culturali

Facciamo insieme alcuni esempi in un ambiente di simulazione che supporta bene procedure di calibrazione.