

# SEMGRID: APPLICAZIONE A SCALA TERRITORIALE DI MODELLI EPIDEMIOLOGICI E CULTURALI

F.Danuso<sup>1</sup>, M.Sandra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento Scienze Agrarie e Ambientali - Università di Udine, [francesco.danuso@uniud.it](mailto:francesco.danuso@uniud.it)

## Abstract

*SemGrid* è un software con funzionalità GIS raster, sviluppato presso l'Università di Udine, che permette l'applicazione territoriale di modelli di simulazione. E' uno strumento di generale e facile impiego nel trattamento di informazioni territoriali finalizzate alla valutazione, classificazione e gestione del territorio, anche attraverso l'uso diretto di modelli di simulazione sviluppati con l'ambiente di modellazione *SEMoLa* (Simple Easy Modelling Language).

*SemGrid* dispone di numerose caratteristiche tipiche dei GIS raster, tra cui l'importazione ed esportazione di griglie di formati differenti e la produzione di mappe. Implementa Gstat, un software per la modellistica geostatistica.

Viene illustrato un caso d'uso basato sull'impiego, a livello regionale, di un modello fenologico di *Lobesia botrana*, sviluppato in *SEMoLa* e connesso a *SemGrid* come modulo DLL. Il modello effettua la simulazione, cella per cella, del territorio allo studio. I risultati sono resi disponibili nell'ambiente di *SemGrid*, dal quale è possibile la loro esportazione come griglie di formati diversi e la realizzazione di mappe territoriali.

## Introduzione

Negli ultimi anni l'uso dei Sistemi Informativi Geografici (GIS) sta assumendo un ruolo fondamentale nella pianificazione e gestione del territorio. In particolare, le modalità di connessione tra GIS e strumenti modellistici, in grado di simulare gli effetti di determinati interventi sul territorio, sono oggetto di attenzione crescente.

L'integrazione GIS-modelli di simulazione permette, infatti, di inserire nel sistema informativo i risultati delle previsioni al fine di realizzare ulteriori elaborazioni, di creare archivi di informazioni e di visualizzare i trend periodici di un dato fenomeno (Bongio *et al.*, 2002).

Con lo scopo di agevolare l'impiego di tali modelli a scala territoriale, presso il Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali dell'Università di Udine è stato sviluppato il software GIS raster *SemGrid* (figura 1). I modelli di simulazione vengono creati con l'ambiente di sviluppo *SEMoLa* (Danuso, 2003), salvati come DLL (*Dynamic Link Library*) e quindi connessi direttamente al sistema *SemGrid* durante la fase di run-time. Con *SemGrid* è poi possibile produrre mappe territoriali con gli output del modello.

Oltre alla possibilità di interfacciamento con i modelli *SEMoLa*, *SemGrid* dispone di diverse funzioni: 1) importazione ed esportazione di griglie di tipo Surfer (grd), GeoMedia (asc), ArcGis (asc) e file binari/ascii da Idrisi32 (rdc, rst); 2) calcoli algebrici con mappe; 3) valutazione statistica dei dati; 4) sovrapposizione di mappe, mappe di distanze, spazializzazione dei dati con metodi IDW, poligoni di Voronoi e con modelli di regressione multipla o rete neurale; 5) implementa Gstat (Pebesma *et al.*, 1998), un software per la modellistica geostatistica; 6) conversione di coordinate (UTM, geografiche, Gauss-Boaga); 7) inserimento nelle griglie di punti georiferiti; 8) rotazione e inversione di griglie; 9) stima e simulazione di catene di Markov su base spaziale; 10) gestione delle legende e creazione di mappe; 11) modifica a video degli attributi delle celle; 12) procedure automatizzabili con l'uso di script di comandi.

A titolo di esempio, viene riportato un modello fenologico di *Lobesia botrana*, lepidottero Tortricide parassita della vite, il cui sviluppo è stato simulato a livello territoriale con l'utilizzo di *SemGrid*.

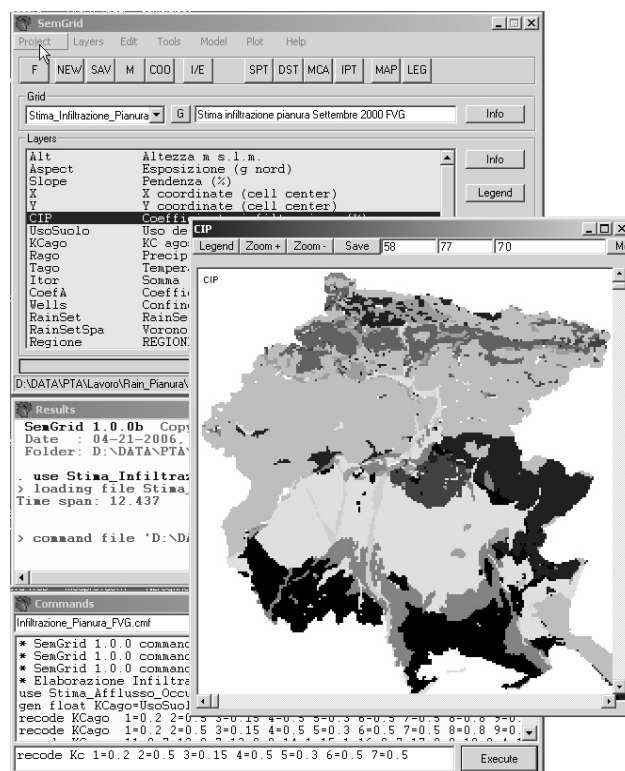


Fig.1 – *SemGrid*. Sono visibili la finestra principale di lavoro, quella dei risultati e la finestra dei comand. Viene riportato anche un esempio di mappa creata da *SemGrid*.

## Materiali e metodi

La procedura per l'impiego dei modelli *SEMoLa* in *SemGrid* può essere riassunta in due fasi (figura 2).

La prima fase riguarda la creazione del modello e la preparazione dei dati di input. Inizialmente il modello di *Lobesia botrana* (figura 3) viene compilato in *SEMoLa* e salvato come DLL per poter essere successivamente caricato in *SemGrid*. Il modello di *Lobesia* creato permette di stabilire le epoche di comparsa dei diversi stadi del fitofago utilizzando due sub-modelli, il primo che simula la fenologia degli stadi preimmaginali, mentre il secondo la fenologia dello stadio adulto. Come ingresso, il modello utilizza le temperature dell'aria minima e massima giornaliere.

Successivamente, con *SemGrid* viene predisposto un "grid project" (*GridPar.grp*) contenente i layer per la spazializzazione delle variabili puntiformi (altitudine, esposizione, ecc.), un altro per i valori di temperatura dell'area oggetto di studio e uno ulteriore per l'indice di sviluppo fenologico del modello (*Idev*).

Al fine di automatizzare le procedure di caricamento modello - lancio modello - creazione di mappe, è stata realizzata una sequenza di comandi (*LobesiaMap.cmf*, tabella 1) che esegue diverse operazioni: 1) caricamento del file dei dati di temperatura delle stazioni (*Temp.csv*) e generazione del layer di temperatura (*Temp*); 2) spazializzazione dei dati di temperatura delle stazioni sul layer corrente; 3) simulazione del modello per tutte le celle, eseguendo un solo passo temporale, quindi calcolo dell'indice di sviluppo (*Idev*) e aggiornamento del valore in *SemGrid*; 4) cancellazione delle variabili esogene spazializzate; 5) creazione di una immagine bitmap della mappa; 6) salvataggio in formato Surfer grid (*Idev.grd*) e bitmap; 7) arresto, in attesa del lancio successivo.

```
insert Temp.csv gen(Temp)
spatial Temp
run Lobesia.dll dt(1) tstart(1) nstep(1)
drop Temp
map Idev saving(Idev.bmp) close
export Idev Idev.grd as(Surfer)
```

Tab.1 - Sequenza (script) di comandi utilizzati in *SemGrid* per automatizzare le procedure di calcolo.

La seconda fase consiste nell'esecuzione delle procedure create. La griglia di base (*GridPar.grp*) viene caricata in *SemGrid* e si seleziona il modello da eseguire (*Lobesia.dll*). Quindi lo script *LobesiaMap.cmf* viene eseguito, con ripetizione automatica giornaliera, tramite il comando:

```
crun LobesiaMap.cmf every(24h)
```

I valori (sviluppo fenologico) calcolati alla fine di ogni giorno sono memorizzati come layer nel *grid project* corrente di *SemGrid* e salvati in formato Surfer.

### Risultati e conclusioni

Gli output del modello sono quindi da considerarsi degli strati informativi relativi ai livelli di sviluppo dell'insetto sul territorio.

Il software *SemGrid* è attualmente ancora in versione preliminare ma dispone già di diverse caratteristiche per un impiego generalizzato nell'ambito delle applicazioni territoriali; in particolare offre la possibilità di

collegamento a modelli dinamici di simulazione. Altri sviluppi, come l'interazione spaziale dinamica tra le celle, sono attualmente in corso di implementazione.

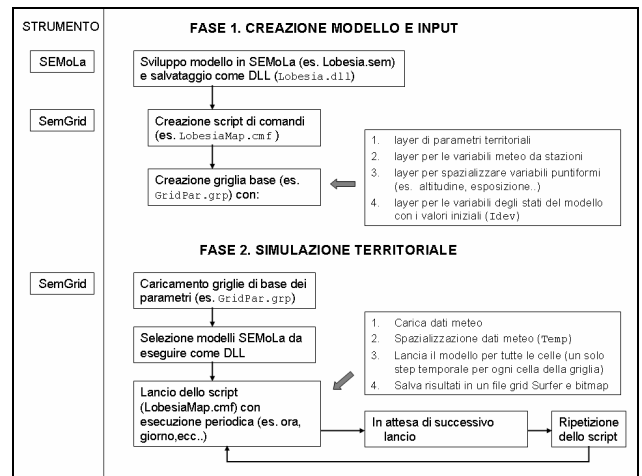


Fig.2 - Schema della procedura d'interazione tra modelli sviluppati in *SEMoLa* e *SemGrid*.

```
E tmin "temperatura minima"(C)
E tmax "temperatura massima"(C)
A Tmed=(tmin+tmax)/2 "temperatura media" (C)
P TsA=28 "soglia term. sup. ADULTO" (C)
P TIA=8 "soglia term. inf. ADULTO" (C)
P TsP=35 "soglia term. sup. preimmaginale" (C)
P TIP=10 "soglia term. inf. preimmaginale" (C)
a dopP=2*pi
a TmeSP=pi/2
a diA1=tmed-TIA
a diA2=TsA-TIA
a diP1=tmed-TIP
a diP2=TsP-TIP
a S1=asin((TIA-Tmed)/alfa) (C)
a alfa=cond(tmin<tmax,(tmax-tmin)/2,0.01) (C)
a S2=asin((TsA-Tmed)/alfa) (C)
* ===== indice di sviluppo =====
S Idev=0 "Indice di sviluppo" (-)
A Stage=INT(Idev) "Stadio di sviluppo" (-)
* ===== Sviluppo preimmaginale =====
R Vuovo=ABS(Stage=0)*0.297*(exp(0.183*diP1)-exp(0.183*diP2-0.188*(TsP-Tmed))) ?->Idev (C)
R Vlarva=ABS(Stage=1)*0.226*(exp(0.196*diP1)-exp(0.196*diP2-0.197*(TsP-Tmed))) ?->Idev (C)
R Vcris=ABS(Stage=2)*0.429*(exp(0.212*diP1)-exp(0.212*diP2-0.213*(TsP-Tmed))) ?->Idev (C)
* ===== Sviluppo adulto =====
R Vad1=ABS(Stage>2)*cond(tmin>TsA,GDDA1,0) ?->Idev (C)
R Vad2=ABS(Stage>2)*cond(tmax>TIA,GDDA2,0) ?->Idev (C)
R Vad3=ABS(Stage>2)*cond(tmin>TIA&tmax>TsA,GDDA3,0) ?->Idev (C)
R Vad4=ABS(Stage>2)*cond(tmin>TIA&tmax>TIA&tmax>TsA,GDDA4,0) ?->Idev (C)
R Vad5=ABS(Stage>2)*cond(tmax>TsA&TIA<tmin&tmin>TsA,GDDA5,0) ?->Idev (C)
R Vad6=ABS(Stage>2)*cond(tmax>TsA&tmin>TIA,GDDA6,0) ?->Idev (C)
A GDDA1=0.5*(diA2)/Soglia
A GDDA2=0
A GDDA3=0.5*(diA1)/Soglia
A GDDA4=(1/dopP)*(diA1*(Pmez-S1)+alfa*cos(S1))/Soglia
A GDDA5=(1/dopP)*(diA1*(S2+Pmez)+diA2*((Pmez-S2)-alfa*cos(S2)))/Soglia
A GDDA6=(1/dopP)*(diA1*(S2-S1)+alfa*(cos(S1)-cos(S2))+diA2*(Pmez-S2))/Soglia
A Soglia=Cond(Stage>2,ABS(Stage=3)*(Spicco-Sinizio)+ABS(Stage=4)*(Sfine-Spicco),2)
p Sinizio=351 "Soglia ST inizio volo"
p Spicco=442 "Soglia ST picco"
p Sfine=518 "Soglia ST fine"
```

Fig.3 - Codice *SEMoLa* del modello fenologico per lo sviluppo di *Lobesia botrana*.

### Ringraziamenti

*SemGrid* è stato sviluppato nell'ambito del progetto Interreg IIIA Italia-Slovenia "Realizzazione di un sistema per la valutazione delle infezioni da *Plasmopara viticola* a scala territoriale", coordinato dall'ARPA-FVG. Si ringrazia Elisabetta Peccol dell'Università di Udine per gli utili suggerimenti durante la realizzazione del software.

### Bibliografia

Bongio E., Puppo M., 2002. Il GIS e la modellistica per le applicazioni. *DDD - Riv. Disegno Digitale e Design* edita da Poli.Design. Anno 1, n. 4.  
 Danuso F., 2003. *SEMoLa*: uno strumento per la modellazione degli agroecosistemi. *Atti XXXV Convegno SIA*, Napoli, 16-19/9/ 2003, 283-284.  
 Pebesma E.J., Wesseling C.G., 1998. Gstat: a program for geostatistical modelling, prediction and simulation. *Computers & Geosciences* Vol. 24, No. 1, pp. 17-31