

Applicazioni dei sistemi informativi all'ambiente

Damiano G. Preatoni

Dipartimento “Ambiente–Salute–Sicurezza”

Via J.H. Dunant, 3 – 21100 Varese

Edificio Monopiano

tel. 0332421538

prea@uninsubria.it

Lezioni: (dal 12/1 al 27/3)

Lunedì 11:00–13:00 Settore Didattico Pad. Morselli

Martedì 11:00–13:00 Settore Didattico Pad. Morselli

Cambiamenti di orario...

In luogo delle lezioni previste per oggi pomeriggio
(Ecologia delle Aree Umide, 14:00–16:00,
Ecologia Vegetale Applicata 16:00–18:00)
gli studenti sono invitati a seguire il seminario che si terrà
alle ore 15:00 presso l'aula magna del DBSF su

*“Produzione vivaistica e conservazione della
biodiversità vegetale. Orientamenti nelle scelte
produttive e del mercato”*

Inoltre, giovedì 15 non ci saranno le seguenti lezioni:

- Ecologia veg. appl. 11–13 LSAGRN

in quanto il docente è impegnato quale membro della
commissione delle prove di dottorato.

Libri di testo consigliati

Atzeni P., Ceri S., Paraboschi S., Torlone R. (2002)
Basi di dati, Modelli e linguaggi di interrogazione
McGraw-Hill
ISBN 88-386-6008-5

Dispense *online*

<http://biocenosi.dipbsf.uninsubria.it/education/SI.html>

Parte teorica

- Applicazioni dell'*Information & Communication Technology* alla conservazione e gestione delle risorse naturali
- Elementi di teoria dei Sistemi Informativi
- Processo di elaborazione dei dati
- Strumenti *software*
- Basi di dati: teoria e applicazioni

Parte pratica

- Applicazioni e *case studies*

Informatica e ambiente?

Informatica:

s. f. solo *sing.*, disciplina teorico-pratica che, attraverso l'utilizzazione dei dati elaborati da un calcolatore elettronico, consente di organizzare sistematicamente e globalmente tutte le informazioni che si ritengono necessarie intorno a una scienza, a uno studio, a una ricerca, a una statistica ecc. (Dal russo, "Informatika", 1967).



Informatica e ambiente?

Ambiente:

s. m., l'aria, il luogo che ci circonda e in cui si vive. *Est.* il luogo, le persone, le cose in mezzo alle quali viviamo.



Il connubio Informatica-Ambiente

- 1960: presa di coscienza del declino della qualità dell'ambiente: nascita dell'ecologia moderna.
- Primi programmi di protezione ambientale
 - interesse pubblico
 - legislazione
- Necessità di informazioni, mancanza di conoscenze
- Approccio empirico

Conoscere per conservare

È impossibile definire efficaci strategie di conservazione senza disporre di una base di conoscenze quanto più possibile completa

- Dati affidabili ed aggiornati
- Sistemi di analisi ed interpretazione efficienti...
- ...ed il più possibile automatizzati

La conservazione delle conoscenze è un prerequisito per la conservazione delle specie e degli habitat.

Le domande della biologia della conservazione

- Cosa conservare?
 - Focalizzare gli interventi su precisi obiettivi
- Quali informazioni?
 - Consistenza e robustezza del monitoraggio
- Quali metodologie?
 - Standardizzazione delle tecniche di monitoraggio
- Quali strategie?
 - Possibilità di simulare differenti scenari
- Quali risultati?
 - Verifiche in corso d'opera e *auditing*

Quantificare è meglio?

Soft

- Aneddoti
- Esperienza del singolo
- Approccio descrittivo
- Enfasi sui particolari
- Mancanza di generalizzazione

Hard

- Fatti
- Trasferimento di conoscenza
- Approccio orientato alla misura
- Enfasi su elementi comuni
- Necessità di conclusioni generali

1980 - L'era dell'informazione

- Avanzamento tecnologico nel campo informatico
- Aumento delle fonti di di informazione disponibili
 - *Remote sensing*: produzione automatica di enormi quantità di dati
- Incapacità di “coagulare” i dati disponibili in informazioni utili ad indirizzare la gestione delle risorse ambientali
- Difficoltà di comunicazione tra ambito informatico e ambito “ambientale”
- Frammentazione delle informazioni esistenti, necessità di una sintesi interdisciplinare

Bioinformatics vs. Ecoinformatics

1990: progetto genoma

La quantità di informazione prodotta sarebbe stata impossibile da gestire con le metodologie *standard* (di allora)

Primo esempio di utilizzo su vasta scala di tecniche informatiche in campo biologico

Problema: quantità di informazione

- Relativa omogeneità delle fonti
- Tipi di dati costanti e definiti
- Bassa dimensionalità

Computational Ecology

- 1992: Raven P, Wilson EO. A Fifty-year Plan for Biodiversity Surveys. *Science*. 258: 1099.
- 1995: San Diego Supercomputing Centre
 - John Helly: workshop per “riunire ecologi ed informatici al fine di identificare gli aspetti tecnologici che rallentano il progresso della ricerca in campo ecologico”

Helly J, Levin S, Michener W, Davis F, Case T. (1996) *The State of Computational Ecology*. SDSC.

- 1996: Michener: *Environmental Informatics: Methodology and applications of Environmental Information Processing*.
- 1997: SDSC: *Biodiversity Informatics*
 - David Stockwell: *Biodiversity Species Workshop*
<http://biodi.sdsc.edu/>, oggi: <http://www.ecoinformatics.org/>

Stockwell DRB, Peters D. (1999) The GARP Modeling System: problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographical Information Science*. 13(2): 143–158.

Bioinformatics vs. Ecoinformatics

1995: Denzer, Schimak e Russell “*Environmental Software Systems*”

Applicazione delle tecniche *standard* per la progettazione, creazione e gestione di basi di dati al campo ambientale

Problema: qualità dell'informazione

- Multisorgenza
- Eterogeneità
- Dimensionalità

Stockwell *et al.* (1999)

“An interface between computing, Ecology and Biodiversity:
Environmental Informatics”

OECD Megascience Forum–Working Group Biological Informatics (1999):

Informatics is an emerging area of science and technology that combines the advantages of computational science, networking capabilities, and information science and technology, and may be described as:

“Research on, development of, and use of technological, sociological, and organizational tools and approaches for the dynamic acquisition, indexing, modeling, dissemination, storage, querying, retrieval, visualization, integration, analysis, synthesis, sharing (including electronic research collaborations), and publication of data and information such that economic and other benefits may be derived from them by users in all sectors of society”.

W. Michener, LTER Network Office, University of New Mexico
(2007):

A broad S&T discipline that incorporates both concepts and practical tools for the understanding, generation, processing, and propagation of ecological data, information and knowledge.

...ma a cosa serve?

Vantaggi forniti dall'adozione dell'*ICT* nel campo della conservazione e gestione delle risorse naturali:

- Rendere disponibile l'informazione in campo ecologico
- Gestire masse di dati apparentemente non correlati, trasformandoli in blocchi di informazioni di interesse
- Correlare informazioni provenienti da differenti ambiti
- Fornire la possibilità di analizzare e sintetizzare volumi di dati normalmente non gestibili da parte di un singolo individuo
- Fornire un contesto biologico maggiormente chiaro a partire da informazioni disseminate in basi di dati differenti e disperse
- Standardizzare il ciclo di trattamento dei dati

Le problematiche



- Forma, dimensione e struttura dei problemi in campo ambientale spingono verso interazioni interdisciplinari e condivisione di conoscenze
- Risvolti tecnico politici non indifferenti
- Necessità di superare la gestione “intuitiva” di fenomeni non compresi nella loro interezza
- Carenze nella attuale prassi di gestione delle risorse ambientali

Problematiche e soluzioni

- Mancanza di comunicazione tra gruppi d'interesse coinvolti nei processi decisionali
 - Disseminazione delle informazioni, superamento dei limiti del concetto di “proprietà intellettuale” del dato
- Divergenze tra interessi ed obiettivi
 - Valutazione *a priori* dei risultati conseguibili
- Divergenze tra domanda ed offerta di informazioni
 - Migliore risposta alla domanda di dati
- Problemi di qualità e di accessibilità dei dati
 - Incremento della qualità dei dati, maggiore accessibilità
- Mancanza generalizzata di alcune informazioni
 - Effetto collaterale dell'archiviazione di dati: “sapere cosa non si sa”

Raccogliere dati costa

- Metodologie specie-specifiche
 - Dipendenza dall'autoecologia
 - Contattabilità, ottenimento di campioni rappresentativi...
 - Dipendenza dalla biologia
 - Scale spaziali e temporali
- Differenti priorità, differenti livelli di monitoraggio
 - Modulabilità della raccolta di dati in funzione delle priorità e delle risorse disponibili
 - Minimizzazione della quantità di dati primari
- Possibilità di integrare nel tempo la base di dati
 - Ripartizione del costo del dato su più progetti
 - Evitare di “reinventare la ruota”

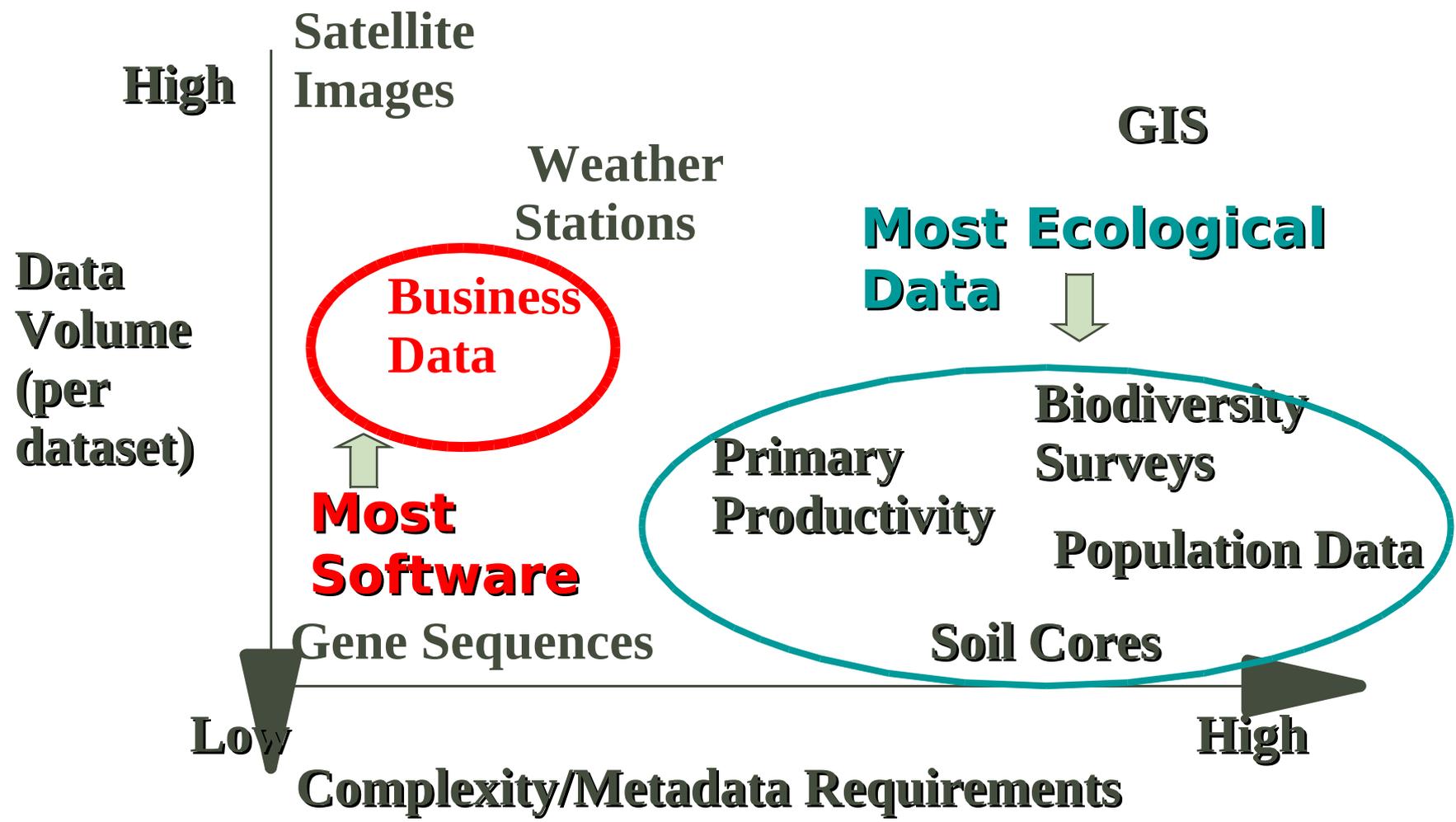
Cosa conservare?

- Difficoltà nel definire strategie di conservazione a livello di intere cenosi
 - *Keystone species*, approccio ecosistemico
- Identificazione di specie prioritarie
 - Specie ombrello
- Formalizzazione di criteri oggettivi per la selezione di specie prioritarie
 - Quantificazione dei concetti di rarità e sensibilità
- Identificazione di obiettivi prioritari
 - Realizzabilità degli obiettivi (studio di fattibilità), *auditing*
- Valutazione dei costi e della fattibilità
 - Analisi di scenari, riusabilità (dati primari – dati secondari)

Gli ecosistemi più semplici sono già sistemi complessi.

- Scala spaziale
 - 509000000 km² di biosfera da monitorare...
- Scala temporale
 - Durata media di un progetto di ricerca: 3 anni.
 - Tempistica dei processi evolutivi...
- Numero di organismi
 - ~1.5 mio specie note (10–100 mio specie stimate)
 - 100 specie presenti in un'area: 4950 possibili interazioni...
- Non linearità
- Impatto antropico

Complessità, scala spaziale, strumenti

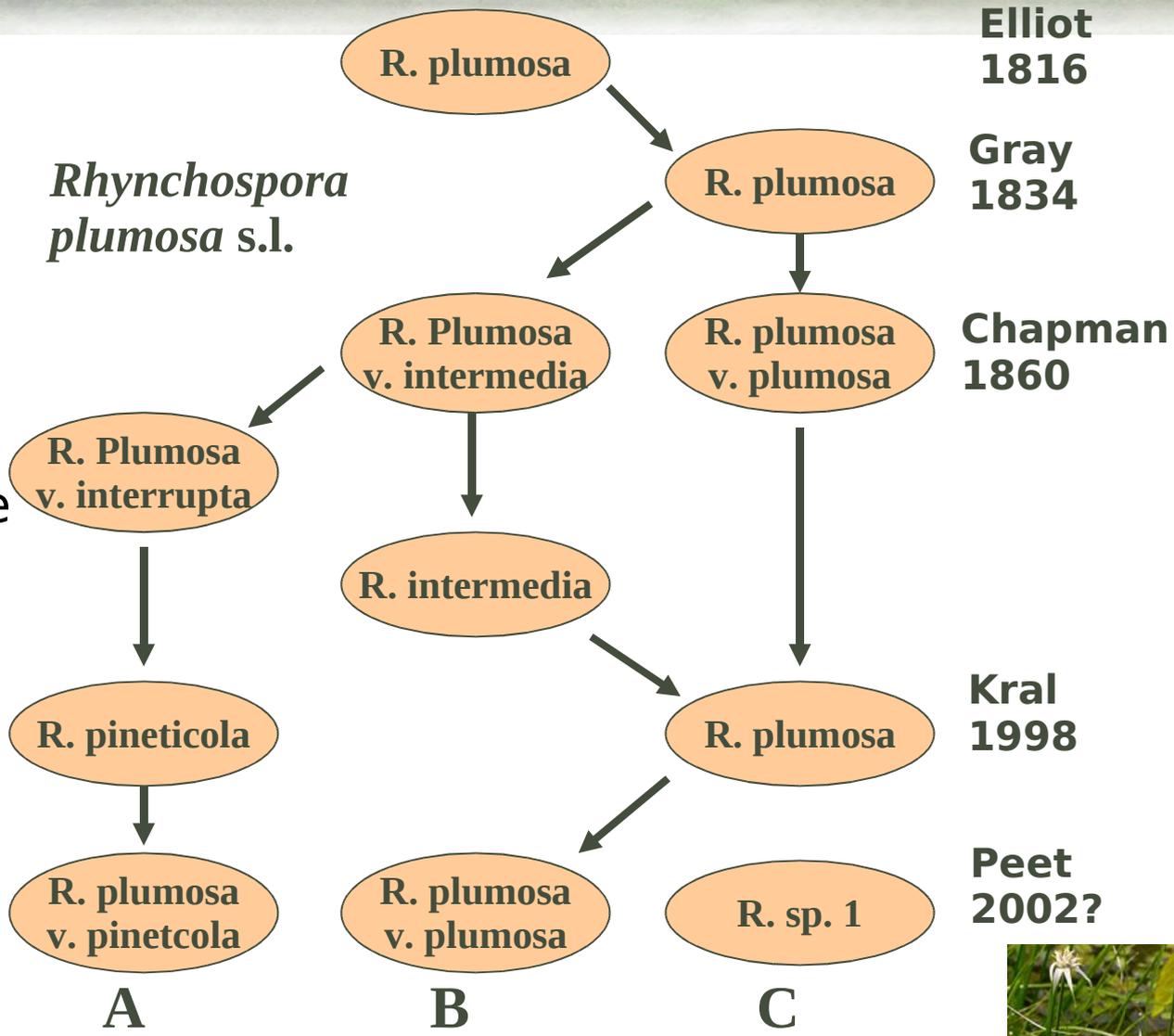


Complessità... “moving targets”

La semantica di un taxon *cambia*, nello spazio e nel tempo:

- Miglioramento delle conoscenze filogenetiche, tassonomiche...
- Coesistenza di diverse definizioni...
- Sinonimie...

Date	Species	#
1830	R.plumosa	39
1840	R.plumosa	49
1900	R.plumosa	42
1985	R.plumosa	48
1995	R.plumosa	22
2000	R.plumosa	19



from R. Peet



I paradigmi “sbagliati”

La teoria dei sistemi complessi falsifica alcuni assunti “canonici”:

- Autoecologia
 - spesso si studiano singole popolazioni senza tener conto delle interazioni con altre specie
- Ecologia di comunità
 - studio delle dinamiche di comunità attraverso risposte fisiologiche o comunque dipendenti da singoli individui
- Pattern di distribuzione, dispersione e “specie rare”
 - sottostima degli effetti

Green DG. (1989) Simulated effects of fire, dispersal and spatial pattern on competition within vegetation mosaics. *Vegetatio*. 82: 139–153.

- Semplificazione di sistemi caotici

I paradigmi “sbagliati”

- Equilibrio ecologico

- Un ecosistema è in “equilibrio”

...oppure è in continuo cambiamento secondo una dinamica temporale estremamente lenta?

- Macarthur & Wilson, Clement: equilibrio biogeografico

...o serie di *climax* successivi?

...*chronically disturbed ecosystems*

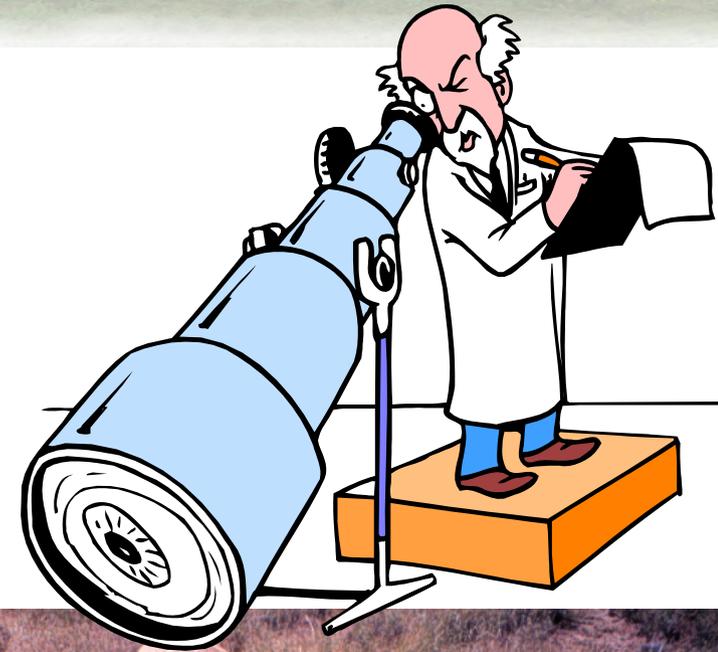
May RM. (1972) Will a large complex system be stable? *Nature*. 238: 413–414.

May RM. (1976) Simple mathematical models with very complicated dynamics. *Nature*. 26: 459–467.

Noble IR, Slatyer R. (1979) Concepts and models of succession in vascular plant communities subject to recurrent fire. In Gill AM, Groves RH, Noble IR (eds.). *Fire and the Australian Biota*. Australian Academy of Science, Canberra. pp. 311–335.

I paradigmi “sbagliati”

- Scala tipica di un rilievo ecologico: pochi metri quadrati!
- Scala tipica alla quale si deriderano risposte: molti chilometri quadrati!



L'effetto serendipity

Il tutto è superiore alla somma delle sue parti.

La fusione di dati provenienti da fonti differenti spesso dà origine a risultati inattesi.

Questo effetto aumenta esponenzialmente con l'aumentare del numero di fonti di dati disponibili.

Ne segue che grandi basi di dati sono molto più probabilmente fonte di nuove scoperte, anche nel contesto dei processi ambientali.

Green, DG. (1994) Databasing diversity -- a distributed, public-domain approach. *Taxon*. 43: 51-62.

David G. Green: <http://www.csse.monash.edu.au/~dgreen/publications.html>

Approccio interdisciplinare



- Scienze ambientali
- Scienze della Terra
- Scienze dell'Informazione
- Teoria dei Sistemi
- Teoria della Comunicazione
- Scienze Cognitive
- Scienze Gestionali
- Scienze Economiche
- Legislazione
- Ecologia
- ...

Science

- Sviluppo di concetti, paradigmi e modelli per la gestione delle informazioni in campo ambientale

Engineering

- Sviluppo di sistemi per trasformare dati ambientali grezzi in conoscenza applicabile al supporto decisionale

Technology

- Realizzazione di Sistemi Informativi Ambientali sfruttando l'ICT (*Information and Communication Technology*)

Management

- Sviluppare protocolli operativi, metodologie, strumenti e capacità

Life, the Universe and Everything...

