

Un progetto per lo sviluppo di un sistema knowledge-based per la protezione integrata nella coltura del melo.

Anna Perini e Francesco Ricci
Istituto per la Ricerca Scientifica e Tecnologica
38050 POVO (Trento)
e-mail: perini@irst.it
tel. 0461 314330
fax 0461 302040

Giornata su Applicazioni dell'Informatica in Agricoltura, Convegno AICA, Palermo 21-23 settembre '94. Comunicazione su progetto in corso di sviluppo.

Abstract

Viene presentato un progetto di ricerca che ha lo scopo di definire e sviluppare un sistema di supporto alle decisioni che possa essere utilizzato dall'agricoltore nell'applicazione di una strategia di protezione integrata nella gestione dei fitofagi del melo. E' descritto il prototipo di un sistema di diagnosi dei fitofagi già sviluppato e si presentano le linee principali lungo cui il lavoro sta proseguendo, ovvero la definizione di un sistema che supporti la pianificazione del trattamento e l'integrazione con strumenti informativi già in uso, quali un data base dei prodotti chimici e un sistema di compilazione automatica del quaderno di campagna.

Introduzione

La protezione (lotta) integrata nel controllo dei fitofagi in agricoltura mira a ridurre l'uso dei pesticidi conciliando l'esigenza di ottimizzare fattori produttivi con quella di salvaguardare la salute di agricoltori e consumatori e più in generale dell'ambiente. A sostegno del raggiungimento di tale obiettivo la legislazione vigente vieta l'uso di prodotti chimici dannosi seguendo le indicazioni dell'Organizzazione Internazionale per il Controllo Biologico (OICB). Un passo ulteriore è quello di limitare l'uso dei pesticidi al minimo indispensabile favorendo difese naturali quali quelle costituite dai cosiddetti insetti utili (nemici naturali). L'applicazione di una strategia di protezione integrata richiede dunque un processo decisionale complesso basato sulla valutazione di dati che possono essere raccolti con opportune osservazioni sul campo (ad esempio osservazioni concernenti l'estensione e lo stadio dell'infestazione, oppure lo stato delle piante), di dati storici (quali quelli relativi a precedenti danni nel frutteto), di dati forniti da previsioni atmosferiche e da modelli di rischio di infestazioni future a seguito dell'uso di specifici pesticidi.

L'insieme di tali valutazioni concorre a definire la cosiddetta soglia di tolleranza, ovvero di livello di densità del fitofago, al di sotto della quale non sono necessari trattamenti e il danno alla coltura è accettabile, e a stabilire quando il livello dei fitofagi presenti supera tale soglia.

In questa comunicazione viene presentato un progetto di ricerca in corso presso l'IRST e l'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige che ha lo scopo di definire e sviluppare un sistema di supporto alle decisioni che possa essere utilizzato dall'agricoltore nelle diverse attività richieste dall'applicazione di una strategia di protezione integrata: nell'identificazione del tipo di fitofagi presenti, nella scelta del tipo di osservazioni/misurazioni da effettuare per stimare la quantità di fitofagi e di utili presenti, nella scelta del tipo di pesticida da usare e nella modalità di applicazione dello stesso.

Studi nell'ambito dei sistemi di supporto alle decisioni per la gestione di problemi ambientali hanno messo in luce l'opportunità di integrare tecniche di intelligenza artificiale con strumenti informativi più tradizionali, quali data base, sistemi informativi geografici, modelli di simulazione ([Guariso 89], [Ricci 93]). Anche in agricoltura sono numerosissimi i sistemi esperti che affrontano aspetti specifici in problemi quali la diagnosi di malattie delle piante, concimazione, irrigazione ([Plant 91], [Carrascal 92]). La trasformazione di tali sistemi in strumenti di effettiva utilità per l'agricoltore richiede l'integrazione di questi strumenti in un unico sistema e la connessione con servizi informativi già in uso.

Nel corso del progetto è stato sviluppato un prototipo di sistema per la diagnosi dei fitofagi del melo che verrà descritto nel seguito. Tale prototipo è stato valutato con un gruppo di utenti ed ha permesso di discutere e di ampliare il dominio di interesse per l'agricoltore.

Il lavoro sta proseguendo ora su due livelli: la definizione di un approccio, basato su tecniche IA, alla pianificazione del trattamento dei fitofagi da integrare con il modulo di diagnosi e l'integrazione del sistema con sistemi informativi tradizionali quali un data base dei pesticidi ed un sistema per la compilazione automatica del "quaderno di campagna". È previsto per questo il porting del sistema in ambiente Windows, MS-DOS e lo sviluppo di un'interfaccia uomo-macchina efficace.

Diagnosi dei fitofagi.

Il prototipo sviluppato supporta l'agricoltore in una fase preliminare della protezione integrata, ovvero nell'identificazione delle popolazioni di insetti presenti nel frutteto [Gerevini 92]. In genere i fitofagi non sono direttamente osservabili, ma si può individuare la presenza di singole specie analizzando i danni macroscopici prodotti sulle piante. Il problema può quindi essere ricondotto a quello di identificare nel modo più preciso possibile i danni presenti nella coltura e successivamente nell'individuare i fitofagi che causano tali danni.

Il sistema sviluppato consiste di due moduli: un modulo di classificazione delle osservazioni e un modulo di diagnosi.

Scopo del primo modulo é quello di aiutare a classificare le osservazioni compiute sul campo rispetto ad un insieme predefinito di sintomi rappresentato nel sistema. Le descrizioni dei danni sono rappresentate tramite un "albero di discriminazione" [Charniack 87] in cui il danno più generico corrisponde al livello del nodo radice e i danni più specifici al livello dei nodi foglia. Il passo di scelta in corrispondenza di ciascun nodo dell'albero é supportato da una descrizione delle possibili manifestazioni del danno e da immagini raffiguranti l'aspetto tipico, per quel danno specifico, nel caso di decisioni terminali. E' possibile anche tenere conto di descrizioni parziali del danno, nel caso in cui l'utente non sia in grado di fornire una descrizione dettagliata. Infatti i nodi non terminali dell'albero di discriminazione rappresentano descrizioni parziali o incomplete di un danno specifico. L'utente può navigare lungo questo albero usando semplici bottoni forniti dall'interfaccia del sistema.

Le osservazioni dell'utente, classificate in danni specifici e/o parzialmente descritti, vengono quindi analizzate dal modulo di diagnosi che determina i fitofagi che possono esserne responsabili. Alcune delle difficoltà risiedono nel fatto che possono essere riscontrati più fitofagi contemporaneamente ed alcuni fitofagi producono danni di uguale aspetto. Questo modulo é stato sviluppato implementando alcuni algoritmi della teoria del "Parsimonious Covering" di Peng e Reggia [Peng 90]. La procedura di diagnosi si svolge essenzialmente secondo i seguenti tre passi: selezione di un primo insieme di fitofagi che spieghino il danno classificato, suggerimento all'utente di ulteriori osservazioni e tests da effettuare, revisione della prima diagnosi tenendo conto delle nuove osservazioni e dei nuovi tests. Il sistema é fornito di un'interfaccia grafica dotata di menù di comandi, selezionabili tramite mouse, che guidano l'utente durante l'interazione. Attualmente il sistema é in grado di gestire una trentina di fitofagi.

L'implementazione é stata realizzata in KEE su una SUN4 Sparcstation.

La pianificazione del trattamento

Quando la presenza di una specie di fitofago é stata accertata si deve decidere il tipo di intervento da effettuare. La protezione integrata definisce un insieme di tecniche che se applicate nel corso della stagione secondo un piano opportunamente definito consentono di mantenere la densità dei fitofagi al di sotto della relativa soglia di tolleranza. Si tratta ad esempio di tecniche per stimare la densità di una specie di fitofago basata sull'uso di trappole ormonali, di tecniche di applicazione di pesticidi e di tecniche per il controllo degli utili. Un piano di intervento deve definire quali tecniche utilizzare, la sequenza temporale in cui tali tecniche devono essere applicate, il momento preciso di applicazione di una tecnica specifica e la sua durata. Alla definizione del piano concorrono diversi elementi, quali:

- l'estensione dell'infestazione come risulta dalle osservazioni nel frutteto,
- la fase di sviluppo del fitofago (combinazione di osservazioni e modelli di sviluppo del fitofago)
- la popolazione dei nemici naturali presenti nel frutteto (combinazione di osservazioni e modelli di sviluppo del fitofago),
- la fase di sviluppo della pianta (osservazione e/o modello di sviluppo della pianta),
- le condizioni della pianta come risulta sia dalle osservazioni sia dalla storia di precedenti infestazioni,
- la probabilità di future infestazioni a causa dell'uso di pesticidi (modello di rischio),
- previsioni atmosferiche.

Tale problema è in studio presso il Research Institute for Plant Protection, in Olanda [Mols 92] dove è stato sviluppato un sistema che indica all'agricoltore quale tecnica applicare ed in quale situazione, cioè a seconda del tipo di fitofago e tenendo conto di dati storici relativi al frutteto. Il sistema contiene una rappresentazione della procedura decisionale, specifica per ciascun fitofago, che deve essere seguita dall'agricoltore. E' richiesto l'inserimento di dati storici, inoltre la modifica o l'aggiornamento di una tecnica richiede la modifica della procedura decisionale che la riferisce.

Nel progetto qui descritto si sta definendo un'approccio al problema che consenta una maggior flessibilità nell'aggiornamento delle tecniche di intervento e nell'inserimento di nuove tecniche e/o fitofagi. Tale approccio richiede la rappresentazione esplicita di ciascuna tecnica di intervento e delle condizioni in cui ciascuna di esse è applicabile. Inoltre si sta valutando l'opportunità di utilizzare tecniche IA quali lo "skeletal planning" [Tu 89] in cui sia le singole tecniche che specifiche sequenze di tecniche (ovvero protocolli di trattamento) possono essere classificati rispetto alle situazione in cui essi risultano più appropriati, in cui è possibile gestire l'alternanza di fasi di pianificazione a fasi di esecuzione (ad esempio effettuare l'osservazione sul campo richiesta da una tecnica di intervento) e di tenere conto della dimensione temporale delle informazioni.

Bibliografia

M.J. Carrascal, L.F. Pau, 1992, Applied A.I.J.Vol.6, N.2, "A Survey of Expert Systems in Agriculture and Food Processing".

E., Charniak, C. K. Riesbeck, D. V. McDermott, and J. R. Meehan. 1987. Artificial Intelligence Programming. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Hillsdale, New Jersey.

A. Gerevini, A. Perini, F. Ricci, D. Forti, C. Ioriatti, L. Mattedi, A. Monetti, 1992, Applied A.I.J.Vol.6, N.3, "POMI: An Expert System for Integrated Pest Management of Apple Orchards".

G. Guariso, H. Werthner, 1989, “Environmental Decision Support Systems”, Ellis Horwood Limited.

P.J.M. Mols, C.J.H. Booij and P.de Visser, 1992. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 27 (1-4), “GABY a Computerized Advisory System for IPM in Apple Orchards.”

Y., Peng, and J. A. Reggia. 1990. “Abductive Inference Models for Diagnostic Problem-Solving.” Springer-Verlag, New York.

R. E. Plant,, and N. D. Stone. 1991. “Knowledge-Based Systems in Agriculture.” McGraw-Hill, New York.

F. Ricci, A. Perini and P. Avesani, 1993. *Proc. Workshop Italiano Pianificazione Automatica*, Rome September 13-17, “Planning in a Complex Real Domain”.

S.W. Tu, M.G.Kahn, M.A. Musen, J.C.Ferguson, E.H. DShortliffe and L.M. Fagan, 1989. *Artificial Intelligence and Language Processing*, Vol.32, n. 12, “Episodic Skeletal-Plan Refinement Based on Temporal Data.”