UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE

FLORE
Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Il Progetto RHEA: definizione e gestione delle attrezzature per il controllo fisico delle infestanti da implementare su una flotta di robot

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

Il Progetto RHEA: definizione e gestione delle attrezzature per il controllo fisico delle infestanti da implementare su una flotta di robot autonomi / A.Peruzzi ; M.Vieri ; L.Emmi ; M.Raffaelli ; M.Fontanelli ; M.Rimediotti ; C.Frasconi ; D.Sarri ; R.Lisci ; P.Gonzalez-de-Santos. - ELETTRONICO. - (2011), pp. .-.. (Intervento presentato al convegno ...).

Availability:

This version is available at: 2158/593766 since: 2019-07-25T08:39:26Z

Publisher:

..

Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf)

Publisher copyright claim:

(Article begins on next page)

12 October 2024

Convegno di Medio Termine dell'Associazione Italiana di Ingegneria Agraria
Belgirate, 22-24 settembre 2011
memoria n.

IL PROGETTO RHEA: DEFINIZIONE E GESTIONE DELLE ATTREZZATURE PER IL CONTROLLO FISICO DELLE INFESTANTI DA IMPLEMENTARE SU UNA FLOTTA DI ROBOT AUTONOMI.

A. Peruzzi[1], M. Vieri[2], L. Emmi[3], M. Raffaelli[1], M. Fontanelli[1], M. Rimediotti[2], C. Frasconi[1], D. Sarri[2], R. Lisci[2] and Pablo Gonzalez-de-Santos[3].

(1) Sezione Meccanica Agraria e Meccanizzazione Agricola, Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema, Università di Pisa
(2) Dipartimento di Economia, Ingegneria, Scienze e Tecnologie Agrarie e Forestali, Università degli Studi di Firenze
(3) Centre for Automation and Robotics, Spanish National Research Council, UPM-CSIC

SOMMARIO

Controllare efficacemente la flora spontanea rappresenta da sempre una delle condizioni fondamentali affinché le colture possano essere produttive ed adeguatamente remunerativa. Le attuali indicazioni dell'Unione Europea, mostrano come sia assolutamente necessario, da parte degli agricoltori, fare un impiego razionale e "sostenibile" degli agrofarmaci. In questo senso possono aiutare le moderne tecniche dell'Agricoltura di Precisione, che trovano spesso impiego proprio nell'ambito della difesa delle colture. In questa memoria sarà descritta la macchina per il controllo fisico delle infestanti che sarà sviluppata all'interno del Progetto Europeo RHEA, il cui fine ultimo è quello di realizzare una flotta di unità mobili autonome per la protezione delle colture. La proposta progettuale prevede la realizzazione di una sarchiatrice di precisione in grado di operare su mais seminato a 75 cm di distanza tra le file, dotata di elementi rigidi per lavorare il terreno nell'interfila e di coppie di bruciatori per il controllo selettivo della flora spontanea sulla fila mediante pirodiserbo a fiamma libera, in quanto la coltura risulta tollerante allo shock termico. Grazie ad un sistema di acquisizione dei dati i bruciatori potranno essere accesi o spenti ed operare a diverse pressioni di esercizio seconda della presenza o meno delle avventizie e del loro grado di copertura del terreno.

Parole chiave: agricoltura di precisione, sarchiatrice di precisione, pirodiserbo.

1 INTRODUZIONE

Controllare efficacemente la flora spontanea rappresenta da sempre una delle condizioni fondamentali affinché le colture possano essere produttive ed adeguatamente remunerative (*Bàrberi*, 2002). Al riguardo, tra i diversi settori agricoli, due tra i più sensibili a tale avversità sono il comparto orticolo e quello delle produzioni erbacee (*Bàrberi*, 2002). Le attuali indicazioni dell'Unione Europea, mostrano come sia

assolutamente necessario, da parte degli agricoltori, fare un impiego razionale e "sostenibile" degli agrofarmaci, tra cui, naturalmente, gli erbicidi (Direttiva 2009/128/CE). Per questi motivi il controllo fisico delle infestanti è un settore molto "vivo" e attivo tra i gruppi di ricerca non solo europei (*Cloutier et al.*, 2007; *Melander et al.*, 2005; *van der Weide et al.*, 2008), ma anche nord americani (*Ulloa et al.*, 2011).

Attualmente sono disponibili numerose soluzioni per il controllo fisico delle infestanti sia nell'interfila che sulla fila, e la tecnologia più avanzata, legata a sofisticati sistemi elettronici di acquisizione-elaborazione dati (i cosiddetti intelligent weeders, che riescono a distinguere la coltura dalle malerbe), è stata fino ad adesso prevalentemente indirizzata al comparto orticolo (*Cloutier et al.*, 2007; *van der Weide et al.*, 2008). Diverse tipologie di utensile possono essere abbinate a queste operatrici, come ad esempio una lama che si muove dentro o fuori dalla fila, oppure un disco concavo in grado di lavorare il terreno attorno alla coltura (*O'Dogherty et al.*, 2007). Naturalmente è possibile utilizzare tali utensili solo nel caso di colture ben spaziate, quali ad esempio la lattuga, che rappresenta generalmente un "banco prova" ideale per queste attrezzature. Contemporaneamente al controllo meccanico, si sta sempre più diffondendo anche quello termico, tra cui, il metodo più comunemente usato e conosciuto è il pirodiserbo, che può essere usato sia in pre-semina o pre-emergenza che in post-emergenza su specie tolleranti (*Ascard et al.*, 2007).

La disponibilità di una tecnologia sempre più avanzata sta favorendo, parallelamente, l'adozione, da parte degli agricoltori, delle cosiddette tecniche di "Precision Farming", che trovano spesso impiego proprio nell'ambito della difesa delle colture. Questo giustifica l'applicazione di particolari "intelligent weeders" anche a colture estensive, come il frumento oppure il mais (*Rueda-Ayala et al.*, 2010). Da qui, il passo ancora successivo, che rappresenta auspicabilmente la prossima frontiera per gli agricoltori dell'Unione Europea, è quello legato all'utilizzo di sistemi autonomi.

In termini del tutto generali un'operatrice robotizzata autonoma per il controllo della flora infestante dovrebbe essere composta da tre componenti basilari:

- un sistema di rilevamento atto a misurare importanti caratteristiche fisiche e biologiche dell'agroecosistema (presenza e densità della infestanti, presenza e sviluppo della coltura etc.);
- un sistema per il processo decisionale con la funzione di elaborare le informazioni raccolte dalle attrezzature di rilevamento e di determinare la tipologia di intervento ottimale da effettuarsi per controllare selettivamente la flora avventizia in campo.
- attuatori finali per la devitalizzazione delle piante infestanti che possono avvalersi di mezzi chimici (distribuzione localizzata di erbicidi) oppure fisici (sia meccanici che termici);
- una guida automatica basata sui sistemi di "Real-time Kinematic Global Positioning System" e/o di visione artificiale per poter riconoscere la fila della coltura, discriminandola dallo spazio interfilare ed individuare le zone in cui sono presenti le infestanti (*Slaughter et al*., 2008).

Secondo *Åstrand & Baerveldt* (2005) un sistema di guida automatico di una operatrice autonoma per il controllo selettivo delle infestanti dovrebbe essere in grado di poter operare anche con alte densità di infestazione (fino a 200 piante m^{-2}), di individuare le file della coltura (sia l'inizio che i bordi) con uno scarto di pochi cm, sia in specie trapiantate che seminate. Queste ultime, infatti, presentano delle ulteriori problematiche per un sistema di rilevamento delle file basato sulla visione artificiale ,

dovute alla maggiore variabilità riscontrabile in campo connessa principalmente alla non contemporanea emergenza della coltura, che si traduce anche in una non uniforme dimensione delle piante coltivate (*Slaughter et al*., 2008). Inoltre, considerando ancora queste tipologie di coltivazione, nelle prime fasi dopo l'emergenza, la dimensione della specie coltivata sarà molto simile a quella delle eventuali piante infestanti già germinate, per cui un sistema per poter discriminare le avventizie dalla coltura dovrà necessariamente avvalersi di metodi alternativi a quelli dimensionali (analisi delle forme etc.) (*Åstrand & Baerveldt*, 2005).

In questa memoria viene descritta la macchina per il controllo fisico delle infestanti che sarà sviluppata all'interno del Progetto Europeo RHEA (Robot fleets for Higly Effective Agriculture and forestry management), il cui fine ultimo è quello di realizzare una flotta di unità mobili autonome per la difesa delle colture. Informazioni più dettagliate in merito sono riportate in un lavoro specifico nell'ambito di questo convegno.

2 IL PROGETTO RHEA: UNA BREVE DESCRIZIONE

Il Progetto RHEA, finanziato nell'ambito del Settimo Programma Quadro dell'Unione Europea e coordinato dal Prof. Pablo Gonzalez-de-Santos dello CSIC (Spagna), ha come obiettivo quello di realizzare tre diverse macchine autonome in grado di interagire tra loro e con l'operatore "umano", lavorare in flotte ed operare in tre contesti specifici e diversi: colture di frumento, mais ed olivo. Anche l'applicazione, per ciascuna specie, sarà diversa. Nel primo caso infatti i robot dovranno effettuare trattamenti chimici per il controllo della flora spontanea, mentre nel mais l'obiettivo è lo stesso ma saranno impiegati solo mezzi termici. Infine, per quanto riguarda l'olivo, i robot dovranno effettuare la gestione fitosanitaria della chioma. Le diverse operatrici saranno accoppiate ad una stessa trattrice a quattro ruote motrici con potenza nominale di 37,5 kW, che sarà naturalmente dotata di una complessa sensoristica specifica che consentirà di avere molte funzioni, tra cui la guida autonoma, la discriminazione delle infestanti dalla coltura, il rilevamento della densità di avventizie, etc. Tali macchine dovranno inoltre lavorare a stretto contatto con delle unità aeree (quadrotteri) che registreranno dall'alto altre informazioni, come ad esempio le zone ("patches") dove sono maggiormente presenti le malerbe.

La Sezione Meccanica Agraria e Meccanizzazione Agricola del Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema dell'Università di Pisa, all'interno di questa attività, ha come compito principale quello di progettare e realizzare, con l'aiuto di altri partner, una operatrice autonoma per il controllo fisico delle infestanti su mais.

3 DESCRIZIONE DELLA OPERATRICE AUTONOMA

Il progetto dell'Università di Pisa prevede di realizzare una sarchiatrice in grado di lavorare su mais seminato a 0,75 m di distanza tra le file, dotata di elementi rigidi per lavorare il terreno nell'interfila e di coppie di bruciatori per il controllo selettivo della flora spontanea sulla fila mediante pirodiserbo a fiamma libera, in quanto la coltura risulta tollerante allo shock termico. Inoltre, al fine di massimizzare la precisione dell'intervento, la sarchiatrice sarà equipaggiata con ruote direzionali.

La macchina avrà una larghezza di lavoro complessiva pari a 4,5 m, che gli

consentirà di operare su sei spazi interfilari larghi 0,75 m. Il telaio sarà modulare e ripiegabile lateralmente, e suddiviso in tre segmenti da 1,5 m. Anche gli elementi a cui sono collegati gli organi lavoranti saranno modulari. Ciascun modulo corrisponderà ad una singola interfila e sarà costituito da elementi per il controllo meccanico delle malerbe, atti a lavorare il terreno nella parte centrale dello spazio interfilare, e da due bruciatori per il pirodiserbo selettivo della fila (Fig. 1).

Gli utensili per il controllo meccanico delle avventizie saranno in grado di lavorare il terreno nel centro dell'interfila per una larghezza pari a circa 50 cm. Ogni modulo sarà allo scopo equipaggiato con tre elementi sarchianti: un'ancora centrale a zampa d'oca e due elementi laterali conformati ad "L". I bruciatori saranno a bacchetta ed avranno quindi un carter di forma parallelepipedoidale di larghezza pari a 0,25 m. I bruciatori saranno posti parallelamente alle file, cioè con il lato maggiore concorde alla direzione di marcia, e saranno inclinati di 45° rispetto alla superficie del terreno, da cui disteranno 0,1 m, "puntando" così la fiamma libera verso il colletto della coltura evitando riflessioni. Ciascun bruciatore sarà posto a circa 0,125 m di distanza dalla fila da trattare, in modo tale che possa controllare le avventizie presenti sia sulla fila che nella "banda" di terreno che non viene lavorata. L'alimentazione dei bruciatori sarà garantita da serbatoi di GPL che saranno posti sulla trattrice, su di un apposito piano di carico che potrà essere allestito in quando la motrice, essendo autonoma, non ha bisogno della cabina di guida.

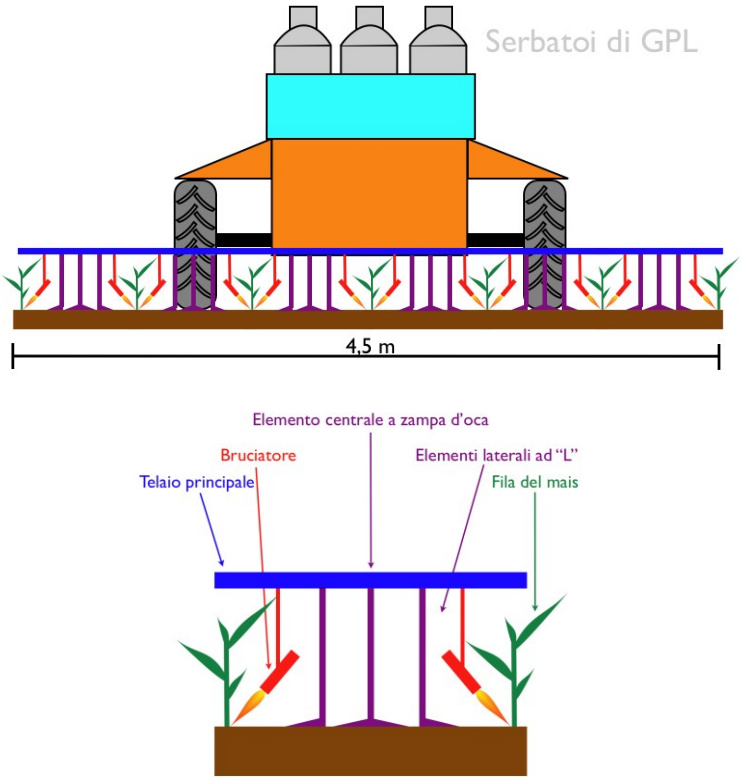

Figura 1. Schema della sarchiatrice di precisione e dettaglio degli organi lavoranti.

4 FUNZIONAMENTO DELLA OPERATRICE AUTONOMA

La "mission" dell'operatrice autonoma sarà pianificata mediante un apposito software che elabora sia i dati registrati dalle unità aeree (ad esempio la mappatura delle infestanti) che le informazioni acquisite in base a "conoscenze pregresse" (esperienza dell'agricoltore, Database GIS, etc.). Il robot, che è di fatto una trattrice autonoma accoppiata ad una operatrice "intelligente", effettuerà il trattamento, grazie ad un sistema di acquisizione ed elaborazione di immagine presente sulla motrice, spengendo ed accendendo i bruciatori e modificandone la pressione di esercizio del GPL in base alla presenza o meno di infestanti sulla fila e del loro grado di copertura.

La sarchiatrice sarà inoltre dotata di un sistema proprio di acquisizione ed analisi di immagine, costituito da una fotocamera ed un software dedicato per il rilevamento della fila, che permetterà, grazie ad un attuatore idraulico che agirà direttamente su due ruote direzionali, di "correggerne" la traiettoria. Poiché la macchina opera molto a ridosso della fila, questo sistema è indispensabile affinché l'intervento venga effettuato in maniera precisa, corretta e con consumi "sostenibili". Ipotizzando ad esempio di operare ad una velocità di 6 km h^{-1} con copertura infestante elevata (>50%) ed estesa a tutta la superficie da trattare, i consumi di GPL sarebbero pari a 18 kg ha^{-1}. Naturalmente è plausibile, in un contesto reale, dover far fronte ad infestazioni di minore entità, e quindi di poter contenere i consumi di GPL. A tale riguardo, la pressione di esercizio potrà essere pari a 0,2, 0,3 e 0,4 MPa in corrispondenza di livelli di copertura "documentati" dai sistemi di percezione rispettivamente compresi tra 0 ed il 25%, tra il 25 ed il 50% e maggiore del 50% (Fig. 2).

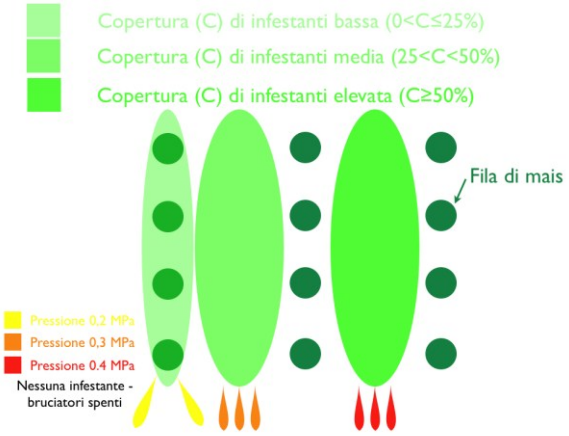

Figura 2. Schema del sistema di regolazione della pressione di esercizio del pirodiserbo (in questo caso a tutta superficie o "broadcast") a seconda del livello di infestazione registrato in tempo reale dal sistema di acquisizione ed elaborazioni dei dati.

5 CONCLUSIONI

Il robot autonomo, equipaggiato con la sarchiatrice di precisione per il controllo meccanico/termico della flora spontanea su mais, rappresenta una importante

innovazione che a breve sarà disponibile per gli agricoltori, che potranno così contare su di uno strumento alternativo "alla chimica" di provata efficacia erbicida ed a basso costo. Attualmente la macchina è ancora in fase di progettazione. La realizzazione del primo prototipo funzionante è prevista entro il terzo anno di attuazione. Sarà inoltre sviluppata parallelo una macchina operatrice per il pirodiserbo a tutta superficie (broadcast flaming), basata sullo stesso principio della precedente, dove però gli elementi sarchianti saranno sostituiti da bruciatori larghi 0,5 m.

Ringraziamenti. RHEA è un progetto finanziato dall'UE nell'ambito del Settimo Programma Quadro (Progetto n°245986). Gli autori desiderano ringraziare tutti i partner del progetto RHEA, la lista dei quali non viene riportata per motivi di spazio, ma può essere facilmente reperita sul web (www.rhea-project.eu).

BIBLIOGRAFIA

Ascard, J., Hatcher, P.E., Melander, B., Upadhyaya, M.K. Thermal weed control, In: Upadhyaya, M.K., Blackshaw, R.E. (Eds.), *Non-chemical weed management*, Cabi, Oxon, UK, 2007, pp. 155-175.

Åstrand, B. & Baerveldt, A.J. A vision based row-following system for agricultural field machinery, *Mechatronics*, 2005, 15, 251-269.

Bàrberi, P. Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues?, *Weed Research*, 2002, 42, 176-193.

Cloutier, D.C., van der Weide, R.Y., Peruzzi, A. & Leblanc, M.L. Mechanical weed management, In: Upadhyaya, M.K., Blackshaw, R.E. (Eds.), *Non-chemical weed management*, Cabi Oxon, UK, 2007, pp. 111-134.

Melander, B., Rasmussen, I.A. & Barberi, P. Integrating physical and cultural methods of weed control - Examples from European research, *Weed Science*, 2005, 53, 369-381.

O'Dogherty, M.J., Godwin, R.J., Dedousis, A.P., Brighton, J.L. & Tillett, N.D. A Mathematical Model of the Kinematics of a Rotating Disc for Inter- and Intra-row Hoeing, *Biosystems Engineering*, 2007, 96, 169-179.

Rueda-Ayala, V., Rasmussen, J. & Gerhards R. Mechanical Weed Control, In: Oerke, E.C., Gerhards, R., Menz, G., Sikora, R.A. (Eds.), *Precision Crop Protection – the Challenge and Use of Heterogeneity*, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 2010, pp. 279-294.

Slaughter, D.C., Giles, D.K. & Downey D. Autonomous robotic weed control systems: A review, *Computers and Elettronics in Agriculture*, 2008, 61, 63-78.

Ulloa, S.M., Datta, A., Bruening, C., Neilson, B., Miller, J., Gogos, G. & Knezevic, S.Z. Maize response to broadcast flaming at different growth stages: Effects on growth, yield and yield components, *European Journal of Agronomy*, 2011, 34, 10-19.

van der Weide, R.Y., Bleeker, P.O., Achten, V.T.J.M., Lotz, L.A.P., Fogelberg, F. & Melander, B. Innovation in mechanical weed control in crop rows, *Weed Research*, 2008, 48, 215-224.