

Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021

Titolo del progetto: Robotica e Intelligenza Artificiale per l'Irrorazione di Precisione

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:
INGEGNERIA INFORMATICA

Responsabile scientifico: Vito Trianni

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 6

Numero di mensilità da svolgere all'estero: 6 presso Wageningen University, The Netherlands

Azienda: Aigritech

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 10000

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INFORMATICA, AUTOMATICA E GESTIONALE - ANTONIO RUBERTI- con delibera del 20/9/2021

Progetto di ricerca:

Una delle maggiori sfide mondiali consiste nell'assicurare una produzione di cibo sufficiente per una popolazione in continua crescita. A questo si contrappone la riduzione delle terre coltivabili, e la necessità di una produzione ecologicamente compatibile. Solo tramite tecniche avanzate di agricoltura di precisione sarà possibile garantire una maggiore produzione con una riduzione degli input, in termini di acqua, fertilizzanti e prodotti chimici fitosanitari. Il progetto si propone l'obiettivo di studiare sistemi robotici e di intelligenza artificiale capaci di minimizzare o eliminare del tutto l'utilizzo di agenti chimici in agricoltura. Nello specifico, si vogliono automatizzare tecniche di irrorazione di precisione (precision spraying), che hanno dimostrato una riduzione fino al 90% dell'utilizzo di pesticidi o erbicidi. Inoltre, il progetto valuterà l'impatto della sostituzione totale degli agenti chimici con interventi meccanici tramite attuatori robotici.

La componente fondamentale di un sistema di precision spraying è la capacità di identificare in maniera estremamente accurata le aree da irrorare, valutando superfici e volumi in modo da poter minimizzare la quantità di prodotto applicato, preservando l'efficacia dell'intervento. Si tratta quindi di un problema di visione artificiale per il riconoscimento dei parametri di interesse e per la ricostruzione 3D, che presuppone la capacità di osservazione da più prospettive e di integrazione delle differenti osservazioni per una stima più accurata.

Per ottimizzare il processo di osservazione, si propone un approccio di monitoraggio attivo, per cui i punti di osservazione vengono determinati sulla base delle necessità di acquisire informazioni rilevanti tanto per il riconoscimento quanto per la stima dei parametri di interesse. Si studieranno tecniche basate sulla teoria dell'informazione volte a minimizzare l'incertezza relativa agli oggetti osservati, e a determinare le azioni e osservazioni future in base al guadagno in informazione atteso.

Si affronteranno i seguenti casi di studio.

1. Riconoscimento di infestanti in campi di barbabietole, utilizzando uno o più droni che permettano di osservare il campo da prospettive differenti. L'obiettivo è creare una mappa di prescrizione dettagliata al decimetro, che permetta una minimizzazione dell'irrorazione con erbicidi. Si utilizzeranno sia dati reali, disponibili grazie alla collaborazione con la Wageningen University and Research, sia dati simulati grazie ad una suite software capace di generare immagini fotorealistiche. Le tecniche di monitoraggio attivo permetteranno al gruppo di droni di decidere la sequenza di osservazioni da effettuare per massimizzare l'accuratezza della mappa.

2. Diradamento dei fiori (precision thinning) per l'ottimizzazione della produzione di mele. Il progetto si avvarrà della

collaborazione con Aigritech, azienda produttrice di un robot per l'irrorazione di precisione delle infiorescenze tramite più braccia meccaniche. L'obiettivo è permettere un miglioramento del riconoscimento e del conteggio delle infiorescenze tramite monitoraggio attivo, effettuato grazie allo spostamento del punto di osservazione della videocamera montata sul braccio meccanico responsabile anche dell'irrorazione. La possibilità di coordinare l'intervento di più braccia meccaniche permetterà di massimizzare la velocità e precisione dell'intervento. Inoltre, si valuterà la possibilità di sostituire l'irrorazione con interventi meccanici diretti, richiedendo quindi il raggiungimento delle infiorescenze con il braccio stesso.

Una componente fondamentale della valutazione delle tecniche proposte sarà quella dell'impatto atteso dal punto di vista economico e ambientale. Si sfrutteranno modelli per il calcolo della riduzione dell'impatto che terranno in considerazione sia la quantità di agenti chimici utilizzati, sia l'efficienza attesa e il costo energetico dell'intervento, in modo da valutare la capacità di migliorare la sostenibilità della produzione agricola.

Titolo del progetto (inglese): Robotics and AI for Precision Spraying

Progetto di ricerca (inglese):

One of the world's greatest challenges is to ensure sufficient food production for an ever-growing population. This is in contrast to the reduction of arable land, and the need for ecologically compatible production. Only through advanced precision farming techniques it will be possible to ensure increased production with reduced inputs of water, fertilisers and chemical plant protection products. The project aims to study robotic and AI systems capable of minimising or completely eliminating the use of chemical agents in agriculture. Specifically, the aim is to automate precision spraying techniques, which have been shown to reduce the use of pesticides or herbicides by up to 90%. In addition, the project will assess the impact of completely replacing chemical agents with mechanical interventions using robotic actuators.

The fundamental component of a precision spraying system is the ability to accurately identify the areas to be sprayed, assessing surfaces and volumes so as to be able to minimise the amount of chemicals applied while preserving the effectiveness of the intervention. It is therefore a computer vision problem for the recognition of the parameters of interest and for 3D reconstruction, which presupposes the ability to observe from several perspectives and to integrate the different observations for a more accurate estimate.

In order to optimise the observation process, an active monitoring approach is proposed, whereby observation points are determined based on the need to acquire information relevant to both recognition and estimation of the parameters of interest. Techniques based on information theory will be studied to minimise the uncertainty related to the observed objects, and to determine future actions and observations based on the expected information gain.

The following case studies will be addressed.

1. Weed detection in sugar-beet fields, using one or more drones to observe the field from different perspectives. The aim is to create a detailed prescription map, which will allow minimisation of herbicide spraying. The study will use both real data, available through collaboration with Wageningen University and Research, and simulated data using a software suite capable of generating photorealistic images. Active monitoring techniques will allow the drone team to decide on the sequence of observations to be made in order to maximise the accuracy of the map.

2. Precision thinning for the optimisation of apple production. The project will be carried out in collaboration with Aigritech, a company that produces a robot for precision spraying of inflorescences using several parallel robotic arms. The aim is to improve the recognition and counting of the inflorescences through active monitoring by moving the observation point of the video camera mounted on the robotic arm, which is also responsible for spraying. The possibility of coordinating the intervention of several arms will make it possible to maximise the speed and precision of the intervention. In addition, the possibility of replacing spraying with direct mechanical interventions will be evaluated, thus requiring the arm to actually reach the inflorescences to be thinned.

A fundamental component of the evaluation of the proposed techniques will be the expected impact from an economic and environmental point of view. Models for calculating the reduction of impact will be used that take into account both

the quantity of chemical agents used and the expected efficiency and energy cost of the intervention, in order to assess the ability to improve the sustainability of agricultural production.