

Riassunto della tesi magistrale di Giuseppe Anacoreta

TITOLO: CLASSIFICAZIONE DEI MODERNI ROBOT AGRICOLI TRAMITE L'ANALISI DEI CLUSTER

Con il seguente lavoro si è voluto esplorare e descrivere l'attuale ed importante situazione riguardante i moderni robot agricoli. In seguito, grazie ad una raccolta dati sul web, è stata fatta una loro classificazione con la tecnica dell'analisi dei cluster.

Molti settori economici, compreso quello agricolo, sono destinati a diventare Smart. Un robot è un dispositivo mobile e autonomo che, in ambito agricolo in questo caso, è in grado di svolgere compiti dalla raccolta dei prodotti, all'esecuzione di trattamenti fitosanitari fino alla mungitura di animali. Di fondamentale importanza sono le telecamere, i sensori e gli algoritmi che permettono loro di attuare le diverse operazioni per cui sono stati progettati. Tra i possibili vantaggi legati l'utilizzo della robotica in agricoltura abbiamo:

- l'aumento e l'ottimizzazione della produzione;
- l'aumento della sostenibilità ambientale ed economica;
- la possibilità di far eseguire alla macchina lavori duri e pericolosi al posto dell'uomo;
- sopperire alla carenza di personale che, in agricoltura, è e sarà una grande problematica.

E' importante dire che l'utilizzo di sistemi robotici deve essere di ausilio all'uomo ma non deve completamente sostituire il suo lavoro.

Tra i robot più apprezzati ci sono sicuramente i robot diserbanti che, grazie a telecamere e sensori precedentemente citati, possono mirare ed eliminare singolarmente l'erba infestante rilevata, consentendo una maggiore precisione e la riduzione di erbicida utilizzato.

Altri robot interessanti e molto utili sono quelli per la raccolta dei frutti, che possono operare sia in serra sia in campo aperto oppure i robot per lo spostamento di casse pesanti o di vasi utilizzabili in vivaio.

Il trend crescente riguardo l'uso di tecnologie automatiche in agricoltura riguarda anche l'allevamento di animali e infatti, tra le tecnologie prese in considerazione nel lavoro, ci sono anche le macchine usate per aiutare e migliorare il lavoro degli allevatori come ad esempio i robot per la mungitura che accolgono l'animale e in autonomia effettuano l'estrazione del latte.

I primi apparecchi diffusi in agricoltura sono stati i droni o UAV (Unmanned aerial vehicle) che, con fotocamere e sensori di cui sono dotati, sono in grado di fornire una grande quantità di dati utili grazie alla creazione di mappe di prescrizione.

L'applicazione etica dell'intelligenza artificiale può arrivare a soddisfare il fabbisogno della popolazione mondiale visto l'importante aumento demografico previsto. Tuttavia le leggi dell'Unione Europea non sono ancora chiare e presentano incomprensioni riguardo i robot e le tecnologie che utilizzano l'intelligenza artificiale. Per questo motivo, per ottenere la completa diffusione dei robot, ci sarà bisogno di definire delle Regolamentazioni. Come stanno le cose attualmente, un robot in Europa può operare solo sotto supervisione umana, perdendo così già un grande vantaggio. Andranno poi definite le questioni legate alla sicurezza delle macchine, alla responsabilità in caso di danni accidentali e della delicata questione della gestione dei dati personali.

Osservando sul web, non è stata trovata una classificazione dei robot agricoli ed in questo lavoro è stato deciso di procedere con la Cluster Analysis. L'Analisi dei Cluster consiste in un insieme di tecniche di analisi multivariata che permettono di riunire unità tra loro eterogenee in più gruppi o cluster tendenzialmente omogenei. In ambito economico è usata per effettuare la segmentazione di mercato di prodotti. Con questo lavoro quindi si è voluto raggruppare i robot con caratteristiche simili in gruppi o cluster. Per effettuare lo studio è stata fatta una raccolta di dati dai siti web delle aziende produttrici di tecnologie agricole utilizzando il motore di ricerca Google. Fondamentali per svolgere l'analisi sono state le quarantacinque (45) variabili descrittive o nominali di classificazione che potevano avere due modalità, 1 o 0. Su un foglio elettronico Excel sono stati riportati i 171 robot ottenuti dalla ricerca e le suddette variabili. I dati sono stati strutturati in righe, ognuna delle quali corrispondente a un robot, e colonne, ognuna delle quali corrispondente a una variabile. Le analisi statistiche sono state effettuate su R e Rstudio. Le variabili scelte sono state: Agricoltura/ coltivazione, Allevamento/ bestiame ; Outdoor, Indoor; Pieno campo, Produttività industriale, Stalla; Robot, Drone, Sistema, Pacchetti Robot per trattori, Trattore Driverless; Fisso, Semovente, Trainato, Corsa su binari; Monitoraggio coltura, Mappaggio/ fenotipizzazione, Monitoraggio animali, Movimentazione/ logistico, Irrigazione/ apporto di acqua, Sarchiatura/ diradamento (thinner), Diserbo chimico, Diserbo meccanico; Protezione da pest e malattie, Fertilizzazione, Raccolta, Potatura, Semina/ trapianto, Erpicatura, Lavaggio/ sanificazione/ raschiatura/ disinfezione animali, Alimentazione e foraggiamento animale, Mungitura, Taleggio, Innesto, Mixer di suoli, Riempimento di vaschette (tray filling), Lavaggio di vaschette, Raccolta DNA; Diesel, Benzina, Elettrico/ batteria, Corrente, Collegato a trattore, Ibrido.

Durante l'osservazione delle variabili, è stato visto che alcune di queste erano fortemente correlate tra loro. Facendo un'analisi sui dati originali si avrebbe avuto quindi la prevalenza di poche variabili, risultando in una analisi con ridondanza di informazioni e la dominanza di alcuni aspetti. Per questo motivo sono state condotte 2 analisi: una sulle variabili originali e una su un'ulteriore elaborazione dei dati con l'Analisi fattoriale e sono state confrontate tra loro. L'Analisi fattoriale è un metodo statistico in grado di ridurre un sistema complesso di correlazioni in un minor numero di dimensioni.

Dall'analisi con le 45 variabili originali sono stati ottenuti 5 cluster di seguito descritti: il gruppo numero 1 è stato soprannominato "Robot fissi per l'allevamento" formato da 20 robot. Il secondo cluster è quello dei "Droni alimentati a batteria" composto da 26 robot. Il gruppo terzo è stato chiamato "Robot semoventi per l'allevamento" formato da 30 macchine. Il quarto cluster è chiamato "Robot agricoli da esterno" formato da 34 prodotti. Il quinto ed ultimo cluster è il più grande formato da 61 robot ed è stato chiamato "Robot agricoli da interno".

Dall'analisi fattoriale, invece, sono stati ottenuti 7 fattori soprannominati "Interno vs Esterno", "Lavorazioni e operazioni agronomiche", "Benessere animale e produzione in serra-vivaio", "Operazioni di monitoraggio e raccolta dati", "Movimento su binari vs Fisso", "Sistemi di coltivazione", "Collegamento alla trattrice". Con l'analisi dei cluster con i suddetti 7 fattori si è ottenuto un risultato che tiene conto di tutte le variabili e sono stati formati 5 gruppi.

Il primo gruppo è stato quello soprannominato "Robot e droni per il monitoraggio delle colture" composto da 38 robot dei 171 totali. Come dice il nome, sono robot che permettono il monitoraggio delle colture e la raccolta di informazioni e dati sull'andamento delle produzioni della coltura. Questo gruppo è composto da robot da utilizzare all'esterno, in pieno campo. Secondo le direttive attuali, i droni possono solo compiere il monitoraggio ma non la distribuzione aerea di prodotti fitosanitari.

Il secondo gruppo è stato quello dei "Robot semoventi per le operazioni agricole" formato da 28 macchine, molto simile al primo ma diverso per l'assenza dei droni. Sono presenti in questo cluster robot diserbanti o di movimentazione di cassette. Un'altra differenza con il primo gruppo è che in questo ci sono macchinari sia da utilizzare all'interno sia all'esterno.

Il cluster numero 3 è stato chiamato "Robot semoventi da interno per l'allevamento" ed è composto da 42 robot. Comprende robot per l'alimentazione animale o per il lavaggio delle stalle e delle cucce.

Il quarto gruppo è composto da 56 robot ed è stato chiamato "Robot fissi ad alimentazione da rete elettrica". Contiene robot fissi collegati alla corrente elettrica direttamente con cavo, sia per

l'agricoltura come i robot per gli innesti in vivaio o robot o macchinari autonomi per la mungitura di animali. Sono, come suggerisce il nome, macchina da interno.

Infine, il cluster numero 5 è quello dei "Robot multi-funzionali". Formato da sole 7 macchine, sono piattaforme capaci di operare diversi compiti grazie alle apposite strumentazioni aggiuntive come ad esempio la semina o il diserbo.

Al termine delle 2 analisi condotte con i metodi sopra descritti sono state illustrate le differenze tra le due. Nella classificazione con le 45 variabili originali si è visto che c'è la prevalenza di poche variabili. Si è osservato che nella analisi con variabili originali si è venuto a formare un gruppo formato esclusivamente da droni, mentre nell'analisi cluster con i fattori si è visto che i droni appartengono al gruppo 1 insieme a robot che svolgono la stessa funzione di monitoraggio.

Nell'analisi fatta con i 7 fattori si è formato il cluster 5 dei robot multi-funzionali, mentre nell'altra analisi non si è formato un gruppo così. I cluster dei robot per l'allevamento sono risultati simili tra le due analisi. Nell'analisi sulle variabili originali, i robot da interno sono stati divisi in robot fissi per allevamento e robot per l'agricoltura da interno. I gruppi "Robot semoventi per le operazioni agricole" e "Robot per l'agricoltura da esterno" sono risultati simili.

Il lavoro è stato fatto ponendosi gli obiettivi di descrivere i robot per l'agricoltura e l'allevamento disponibili o quasi pronti al commercio, descrivere brevemente gli attuali problemi di legislazione ed infine quello di classificare i robot reperiti dai siti web delle aziende produttrici.

Lo studio che è stato condotto poteva essere migliorato con l'aggiunta di altre variabili di classificazione, come il prezzo dei robot o il grado di maturità tecnologica (TRL) o la capacità di lavoro che questi robot riescono a servire. Dal web purtroppo non è stato possibile reperire tutte queste informazioni.

I robot agricoli sono nelle prime fasi ma è già chiaro il potenziale che possono avere. Già in molti settori il loro utilizzo è crescente e questo continuerà ad aumentare con il miglioramento e l'affidabilità delle tecnologie. Saranno introdotte nella quotidianità agricola nuove figure come ad esempio il manutentore o il programmatore dei robot ma probabilmente diminuiranno i classici operatori o braccianti.

Le sfide da fronteggiare sono tante ma siamo sulla strada giusta per un'importante rivoluzione.