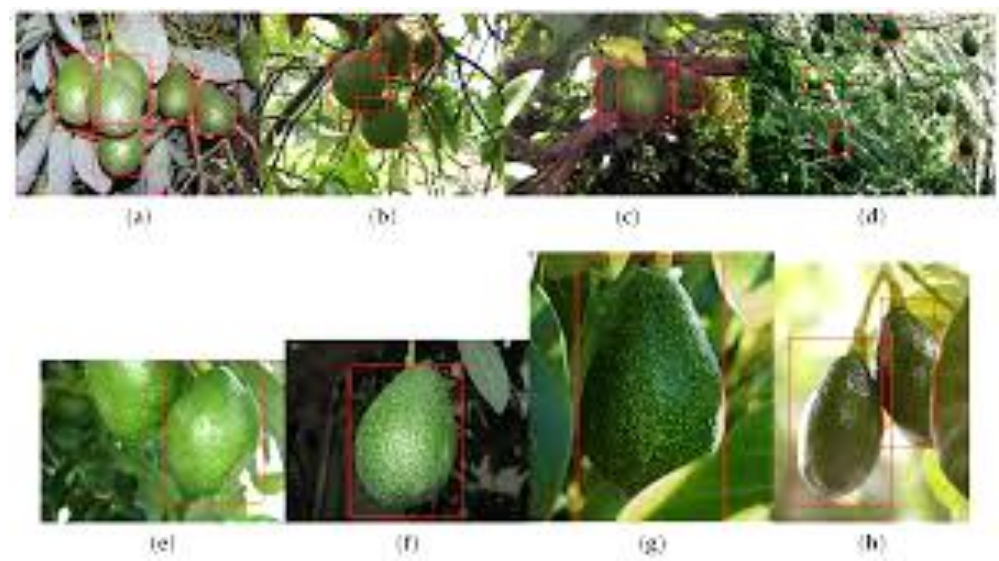




Robótica para Operações Agrícolas Canavieiras

Mudando a forma de produção



Histórico

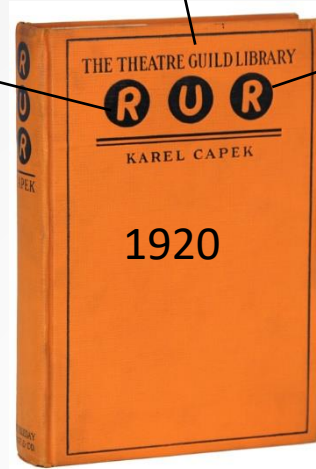


Talos – Autômato de Bronze criado pelo Deus Hefestus para proteger a Ilha de Creta! 2500 a. C.

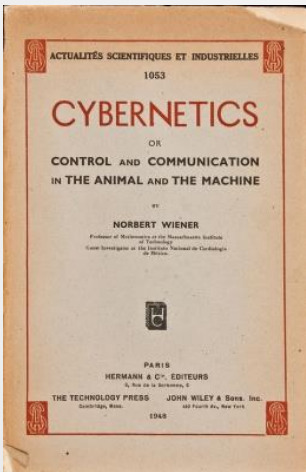
UNIVERZALNI

ROSUMOVI

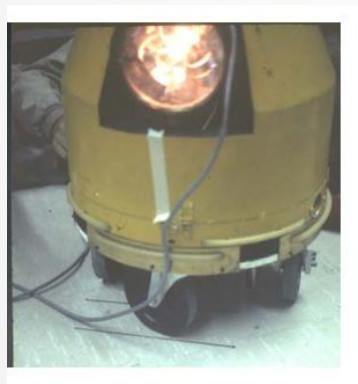
ROBOTI



Cavaleiro de Da Vinci – 1500 d. C



Wiener em 1945 estudou a aplicação da teoria de controle em Sistema biológicos, lançando as bases da Cibernética.



Willian Gray Walter, em 1949 contruiu suas tartarugas “domesticadas”



George Devol em 1954 patenteou o primeiro robô industrial-Unimate



A GM em 1961 instalou a primeiro linha de robôs de solda do mundo com tecnologia do Unimate

Um robô é todo **sistema automático** que tem **capacidade de decisão**.



Existem outras definições para robôs, mas esta é a que **eu acho** mais abrangente e principalmente, a que se direciona para o real futuro.

Segundo Siciliano & Khatib (2008) **robótica** é definida como **a ciência que estuda a conexão inteligente entre percepção e ação.**

Segundo o livro *Handbook of Robotics* organizado por estes autores a ação de um sistema robótico é confiada:

1-a um sistema de locomoção para se movimentar no ambiente e/ou um aparato de manipulação para operar objetos onde atuadores animam os componentes mecânicos de um robô;

2- a percepção é extraída de sensores que provêm informações do estado do robô (posição e velocidade) e do ambiente (força, alcance, visão);

3-a conexão inteligente é fornecida por um sistema de processamento digital;

4-em que uma programação computacional baseada

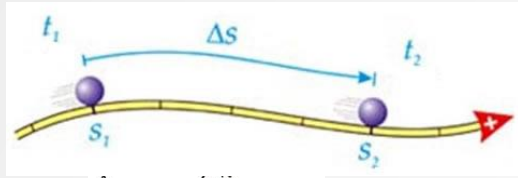
5-em uma arquitetura de controle explora

6-a aprendizagem e habilidades de aquisição de informação através de

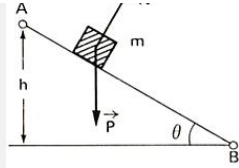
7-uma lógica definida.

Fundamentos da Robótica

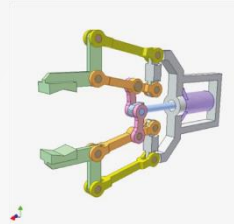
cinemática,



dinâmica,



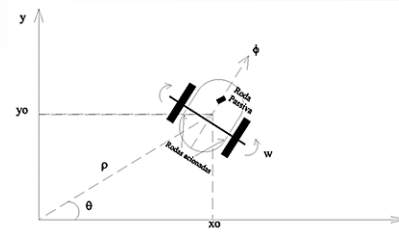
projeto de mecanismos,



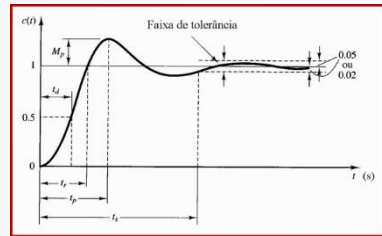
sensoriamento,



planejamento de movimentos,



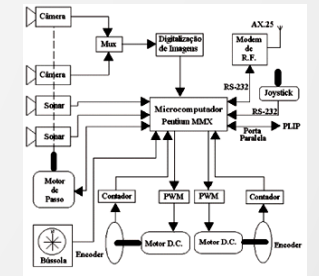
teoria de controle,



programação,



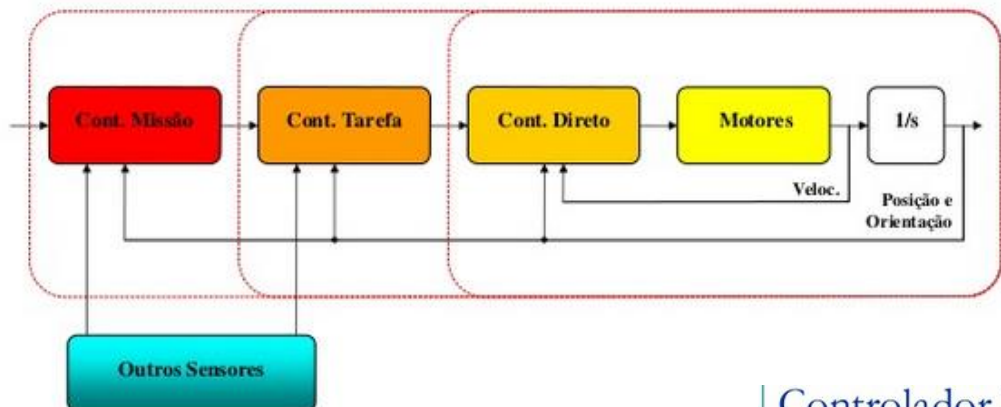
arquitetura de sistemas e



métodos em raciocínio A.I.

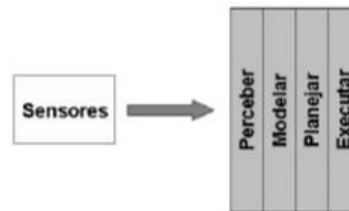


Teoria de Controle – em robôs



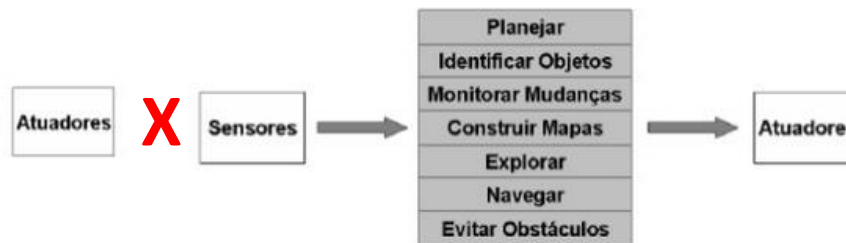
Pense muito, aja depois.

■ Paradigma deliberativo:

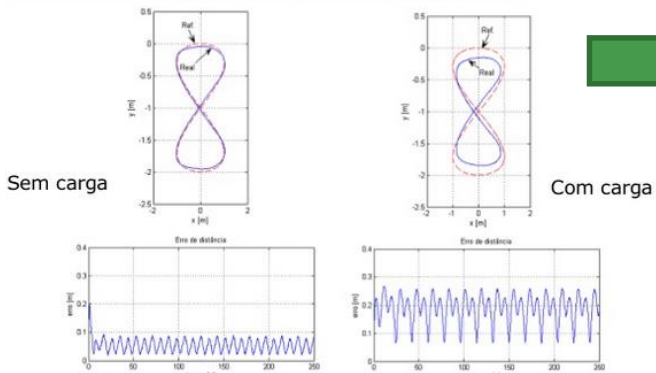


Não pense, reajas.

■ Paradigma reativo:



Controle baseado na Cinemática



Controlador Dinâmico Adaptativo

Modelo Dinâmico:

$$\begin{bmatrix} u_{ref} \\ \omega_{ref} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \theta_1 / I & 0 \\ 0 & \theta_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I\dot{u} \\ \dot{\omega} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -\theta_3\omega \\ \theta_3\omega & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Iu \\ \omega \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \theta_4 / I & 0 \\ 0 & \theta_6 + (\theta_5 / I - \theta_3)Iu \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Iu \\ \omega \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{v}_r = \mathbf{H}\dot{\mathbf{v}}' + \mathbf{C}(\mathbf{v}')\mathbf{v}' + \mathbf{F}(\mathbf{v}')\mathbf{v}'$$

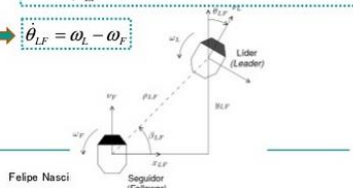
Parametrização Linear:

$$\begin{bmatrix} u_{ref} \\ \omega_{ref} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{u} & 0 & -\omega^2 & u & 0 & 0 \\ 0 & \dot{\omega} & 0 & 0 & u\omega & \omega \end{bmatrix} \boldsymbol{\theta}, \quad \boldsymbol{\theta} = [\theta_1 \ \theta_2 \ \theta_3 \ \theta_4 \ \theta_5 \ \theta_6]^T$$

$$\mathbf{v}_r = \mathbf{G}'\boldsymbol{\theta}$$

Equações de Estado

$$\begin{aligned} x_{LF} = \rho_{LF} \cos \beta_{LF} &\rightarrow \dot{x}_{LF} = -v_L \sin \theta_{LF} + \rho_{LF} \omega_f \sin \beta_{LF} \\ y_{LF} = \rho_{LF} \sin \beta_{LF} &\rightarrow \dot{y}_{LF} = v_L \cos \theta_{LF} - \rho_{LF} \omega_f \cos \beta_{LF} - v_f \\ \rho_{LF}^2 = x_{LF}^2 + y_{LF}^2 &\rightarrow \dot{\rho}_{LF} = v_L \sin(\beta_{LF} - \theta_{LF}) - v_f \sin \beta_{LF} \\ \tan \beta_{LF} = \frac{y_{LF}}{x_{LF}} &\rightarrow \dot{\beta}_{LF} = \frac{1}{\rho_{LF}} [v_L \cos(\beta_{LF} - \theta_{LF}) - v_f \cos \beta_{LF}] - \omega_f \\ &\rightarrow \dot{\boldsymbol{\theta}}_{LF} = \boldsymbol{\omega}_r - \boldsymbol{\omega}_f \end{aligned}$$



Controlador Dinâmico Adaptativo

$$\mathbf{v}_r = \hat{\mathbf{H}}(\dot{\mathbf{v}}'_d + \mathbf{T}(\tilde{\mathbf{v}}')) + \hat{\mathbf{C}}\mathbf{v}'_d + \hat{\mathbf{F}}\mathbf{v}'_d \quad \mathbf{T}(\tilde{\mathbf{v}}') = \begin{bmatrix} l_n & 0 \\ 0 & l_\omega \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tanh\left(\frac{k_n}{v} I \tilde{u}\right) \\ \tanh\left(\frac{k_\omega}{v} \tilde{\omega}\right) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} u_{ref} \\ \omega_{ref} \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & -\omega_d \omega & u_d & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_2 & (Iu_d \omega - Iu \omega_d) & 0 & u \omega_d & \omega_d \end{bmatrix}}_{\mathbf{G}} \hat{\boldsymbol{\theta}} \quad \begin{aligned} \sigma_1 &= i_d + l_n \tanh\left(\frac{k_n}{v} \tilde{u}\right) \\ \sigma_2 &= \dot{\omega}_d + l_\omega \tanh\left(\frac{k_\omega}{v} \tilde{\omega}\right) \end{aligned}$$

Lei de Controle: $\mathbf{v}_r = \mathbf{H}\boldsymbol{\sigma} + \mathbf{C}\mathbf{v}'_d + \mathbf{F}\mathbf{v}'_d + \mathbf{G}\tilde{\boldsymbol{\theta}}$ $\tilde{\boldsymbol{\theta}} = \hat{\boldsymbol{\theta}} - \boldsymbol{\theta}$

Lei de Adaptação Robusta: $\dot{\hat{\boldsymbol{\theta}}} = \gamma^{-1} \mathbf{G}^T \tilde{\mathbf{v}} - \gamma^{-1} \Gamma \hat{\boldsymbol{\theta}}$

Teoria da Complexidade → Teoria do Caos → Coeficientes de Lyapunov → Estado da arte na Teoria de Controle!!

Inteligência Artificial

Inteligência Artificial: “A área preocupada com a construção de artefatos artificiais que exibem comportamento inteligente” (Cozman et al., 2021)



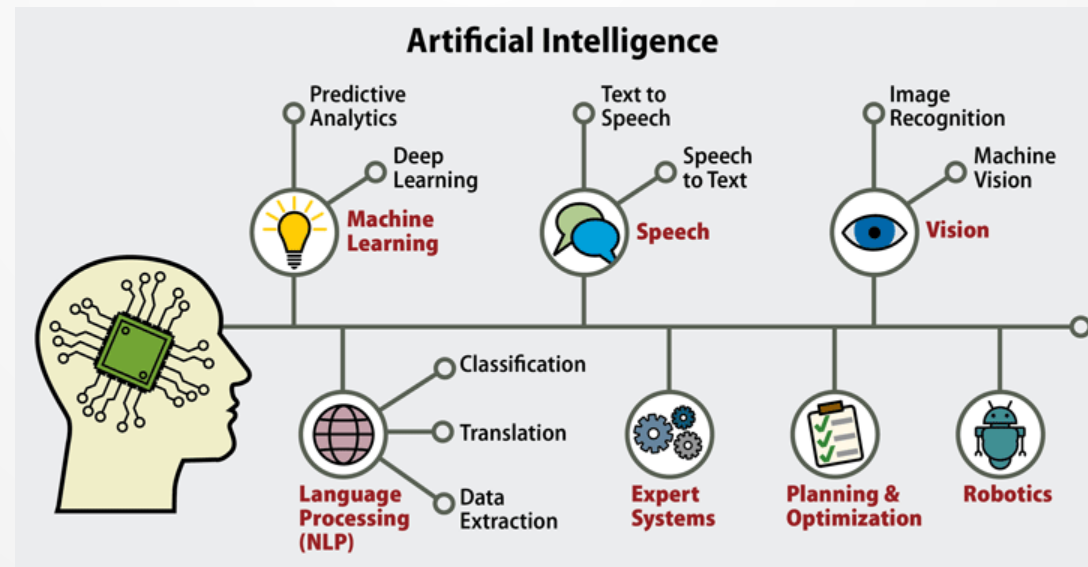
<https://dominiorural.com/horsch-impulsiona-sistemas-de-direcao-autonoma/>

Artefato Artificial



<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2019/06/macacos-prego-utilizam-ferramentas-de-pedra-ha-3-mil-anos-no-brasil.html>

Comportamento Inteligente



<https://www.datamation.com/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html>

Inteligência Artificial

Exemplo de “pensar” de um robô agrícola:



a) Assumindo que a plantadora “**sabe**” de que um **buraco de tatu pode quebrar seu eixo**, este robô **pode inferir** que será **melhor tomar outra rota para tentar continuar plantando (segunda opção)**, mas ela **não sabe se esta nova rota será adequada ao stand de plantas**, ou seja, o **status** deste conhecimento **é desconhecido**, não pode ser provado nem desaprovado;



Fonte: <https://www.canaoeste.com.br/artigos/o-plantio-e-sua-importancia-para-o-processo-de-producao-de-cana-de-acucar/>

→ uma plantadora de cana percebe pela **aquisição e interpretação de dados** de um **sensor** que em frente, na sua rota de plantio (**primeira opção**), há um buraco de tatu, se este fato: buraco de tatu (<KR>) for representado por um **código expresso em uma linguagem FOPL**, então a plantadora robô que, supondo, está em um campo agrícola, fato também codificado na lógica pode **inferir várias coisas**:



Fonte: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/agricultura/cana-de-acucar/noticias/revolucao-a-vista-no-plantio-de-cana>

b) Este **status** deixaria a opção aberta de **planejar uma terceira rota (terceira opção)** com outra configuração de curva em nível além da **segunda opção**, que devido a outros dados também incompletos, **por inferência ela calcula que a probabilidade** de ser mais adequada em relação à **segunda opção**, é maior;

c) Então ela decide pela terceira **opção**.

Inteligência Artificial

LÓGICA

$Connects(D_{509}, C_5, R_{509})$,
 $Connects(D_{508}, C_5, R_{508})$,
 $Connects(D_{508a}, R_{508}, R_{509})$,
 $\forall d, l_1, l_2 [Connects(d, l_1, l_2)$
 $\leftrightarrow Connects(d, l_2, l_1)]$,
 $\forall d, [Closed(d) \leftrightarrow \neg Open(d)]$,
 $\forall l, [At(l) \rightarrow Accessible(l)]$,
 $\forall l_1, l_2, [Accessible(l_1)$
 $\rightarrow (\exists d, [Connects(d, l_1, l_2) \wedge Open(d)]$
 $\rightarrow Accessible(l_2))]$

$$P(C|E) = \frac{P(E|C)P(C)}{P(E)}$$

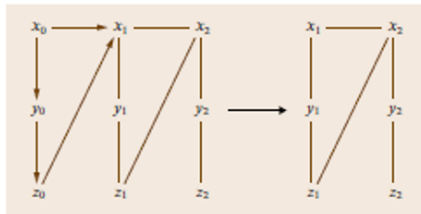
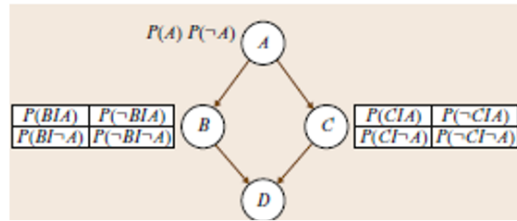


Fig. 9.2 Example of a dynamic Bayesian network at two successive time steps. The structure is invariant over time

Algoritmo 1 Exemplo de Pseudocódigo.

```

leia (x, y) {Esta linha é um comentário}
se x > y então
    defina ("x é a roda traseira")
senão
    se y > x então
        defina ("y é a roda traseira")
    senão
        defina ("x e y são iguais")
    fim-se
fim-se
    
```

Programação em PLEXIL (programação em alto nível)

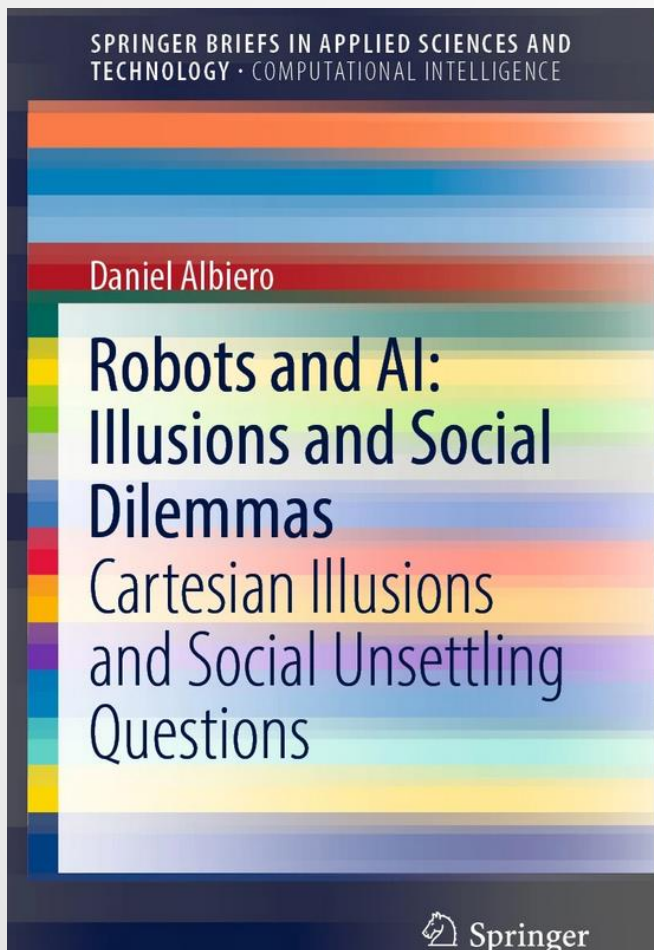
```

Node : {
    NodeId: SafeDrive;
    Repeat-until-condition:
        Lookup("Rover:wheelStuck")--false;
    NodeList: {
        Node: {
            NodeId: DriveOneMeter
            Command: Rover:Drive(1);
        }
    }
}
    
```

ROBÓTICA E NANOTECNOLOGIAS: IMPACTOS TECNOLÓGICOS E SUAS RUPTURAS SOCIAIS

Daniel Albiero

<https://www.sistemafeap.org.br/wp-content/uploads/2021/11/GR.0039-Cie%CC%82ncia-Inovac%CC%A7a%CC%83o-eE%CC%81tica-Sustentabilidade-2022.pdf>



<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-95790-2>



<https://www.comciencia.br/tag/daniel-albiero/>



Current Agriculture Research Journal

Home About Editorial Board Current Issue Coming Issue

Home > Volume 7, Number 1 > Agricultural Robotics: A Promising Challenge

Volume 7, Number 1

Agricultural Robotics: A Promising Challenge

Daniel Albiero

School of Agricultural Engineering of UNICAMP, Campinas, Brazil.

Corresponding Author Email: daniel.albiero@gmail.com

DOI : <http://dx.doi.org/10.12944/CARJ.7.1.01>

<http://dx.doi.org/10.12944/CARJ.7.1.01>

Agricultural unmanned ground vehicles: A review from the stability point of view

Veículos agrícolas terrestres não tripulados: uma revisão sob o ponto de vista da estabilidade

Hugo Raícho Fernandes Edna Carolina Moriones Polania Angel Pontin Garcia Oscar Barrero Mendonza

Daniel Albiero

ABSTRACT

Agricultural ground vehicles often have to traverse unstructured terrain, i.e., terrain whose conditions cannot be precisely predicted during its displacement. Such characteristics restrict the use of robots in the agricultural field because their stability could be compromised by their interaction with the terrain. As it does not have a human operator capable of observing, predicting, and controlling the interaction of the vehicle with the terrain. Therefore, a robot must deal with the unpredictability caused by this interaction, a task that was previously performed by the human operator. Given the relevance of the topic, this study investigates the literature on agricultural unmanned ground vehicles from the stability point of view, and also presents relevant criteria for dealing with the stability of agricultural robots in terms of their design and selection.

Key words:

Agricultural robots; Stability; UGV; Control; Review

<https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200092>

Multifunctional Robot at low cost for small farms

Robô multifuncional de baixo custo para agricultura familiar

Alan Vinícius de Araújo Batista Daniel Albiero Thales Vinícius de Araújo Viana Leonardo de Almeida Monteiro

Carlos Alessandro Chioderoli Icaro Rafael Soares de Sousa Benito Moreira Azevedo

ABOUT THE AUTHORS

ABSTRACT:

In this study was developed a three-dimensional robotic device, equipped with a system of actuators, sensors, and controllers to do the individual irrigation of plants in low-cost greenhouses for family farming. After the development were carried out the data collection in the field. In the data analyzing, reported that there was no statistical difference between means for manual irrigation and robotics in the development of agronomic variables of stem height, stem diameter and number of leaves, concluding that the robotic irrigation promoted a lower coefficient of variation and a lower standard deviation in the samples.

<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170080>



Computers and Electronics in Agriculture

Volume 193, February 2022, 106608



Swarm robots in mechanized agricultural operations: A review about challenges for research

Daniel Albiero, Angel Pontin Garcia, Claudio Kiyoshi Umezu, Rodrigo Leme de Paulo

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106608>

Get rights and content

<https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106608>



Current Agriculture Research Journal

Home About Editorial Board Current Issue Coming Issue Archive

Home > Volume 10, Number 3 > Artificial Intelligence in Agriculture: An overview.

Volume 10, Number 3

Artificial Intelligence in Agriculture: An overview

Daniel Albiero

Agricultural Engineering College, University of Campinas, Campinas, Brazil.

Corresponding Author E-mail: daniel.albiero@gmail.com

DOI : <http://dx.doi.org/10.12944/CARJ.10.3.01>

<http://dx.doi.org/10.12944/CARJ.10.3.01>

Tendências



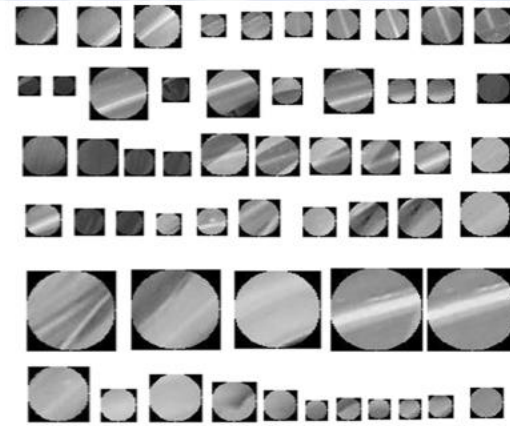
DASLAB (2023)



MUELLER-SIM et al. (2017)

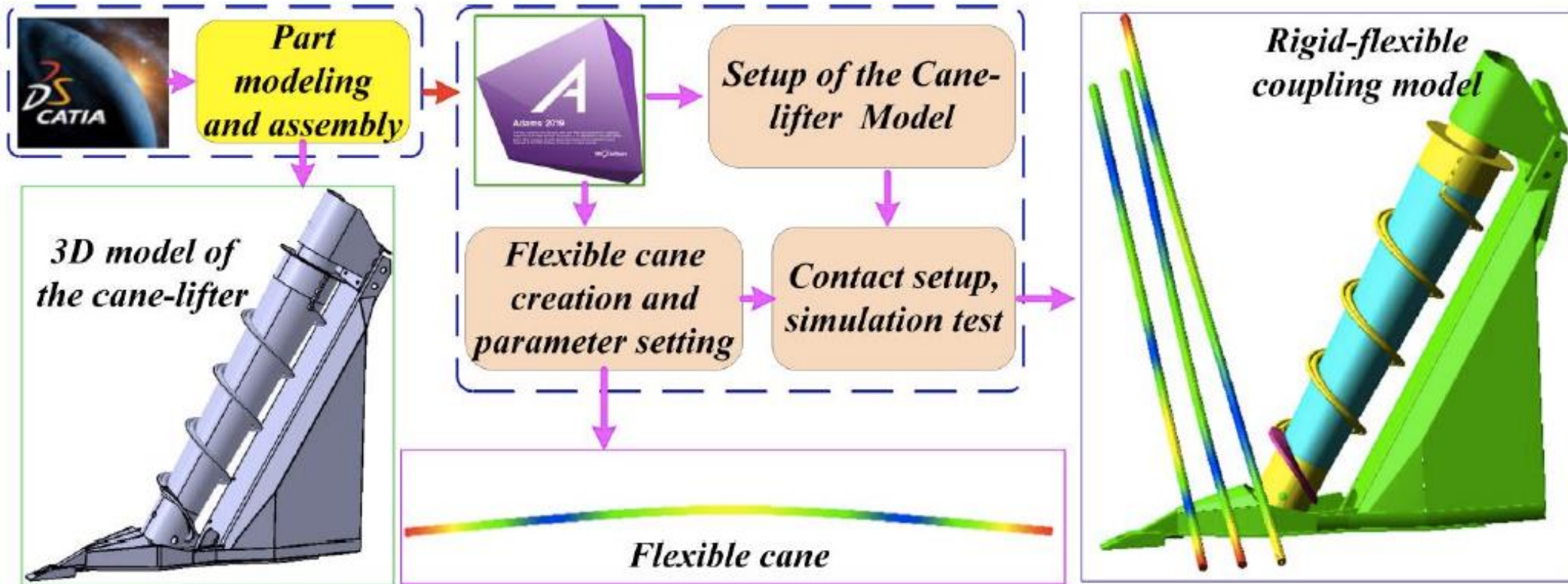


MADHU et al. (2015)



SUJARITHA et al.
(2017)

Tendências

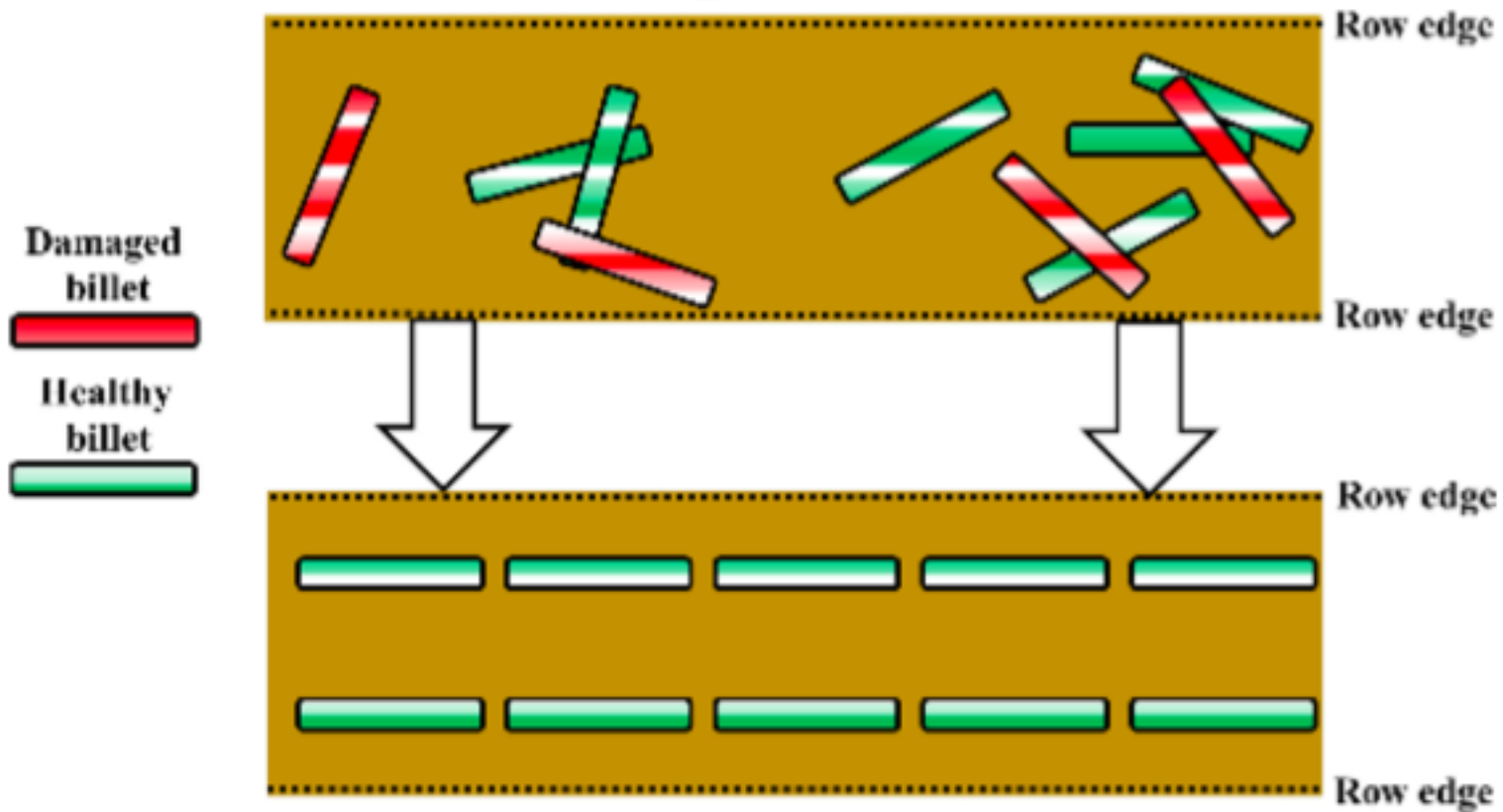


Plantio - MPB

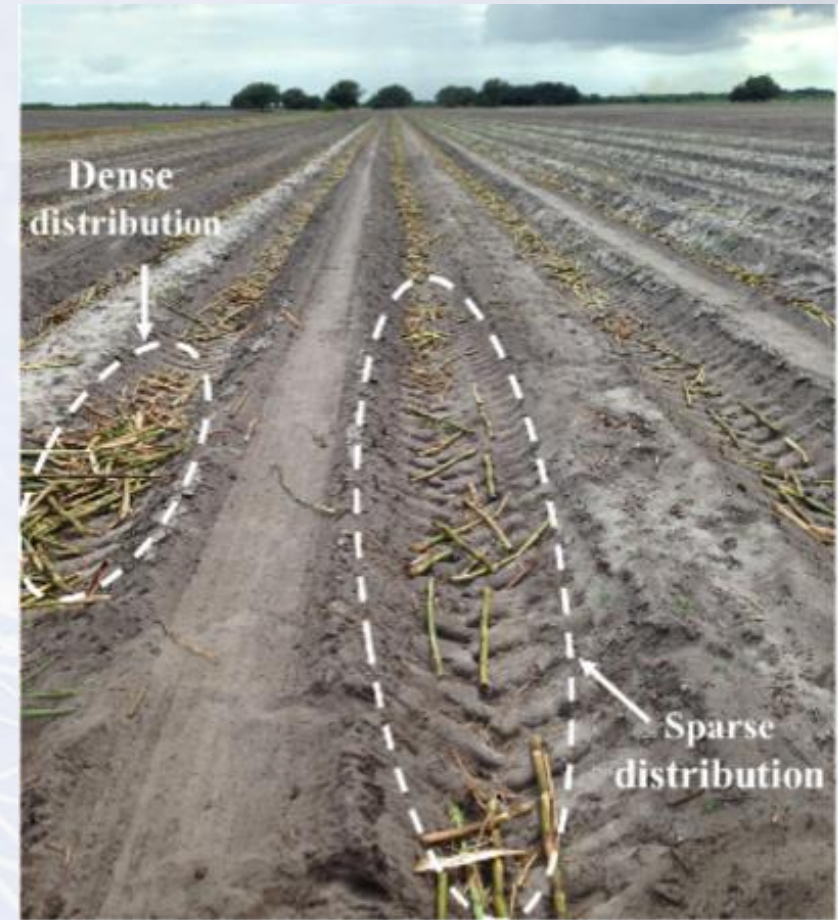


Plantio

Existing Billet Distribution



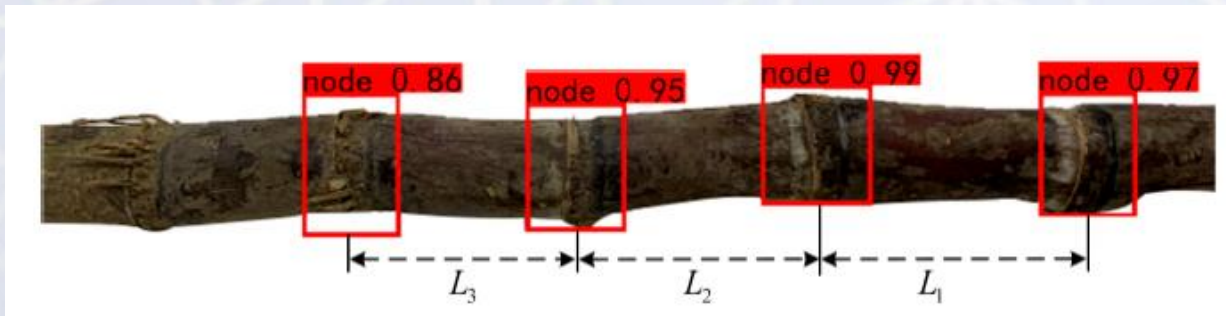
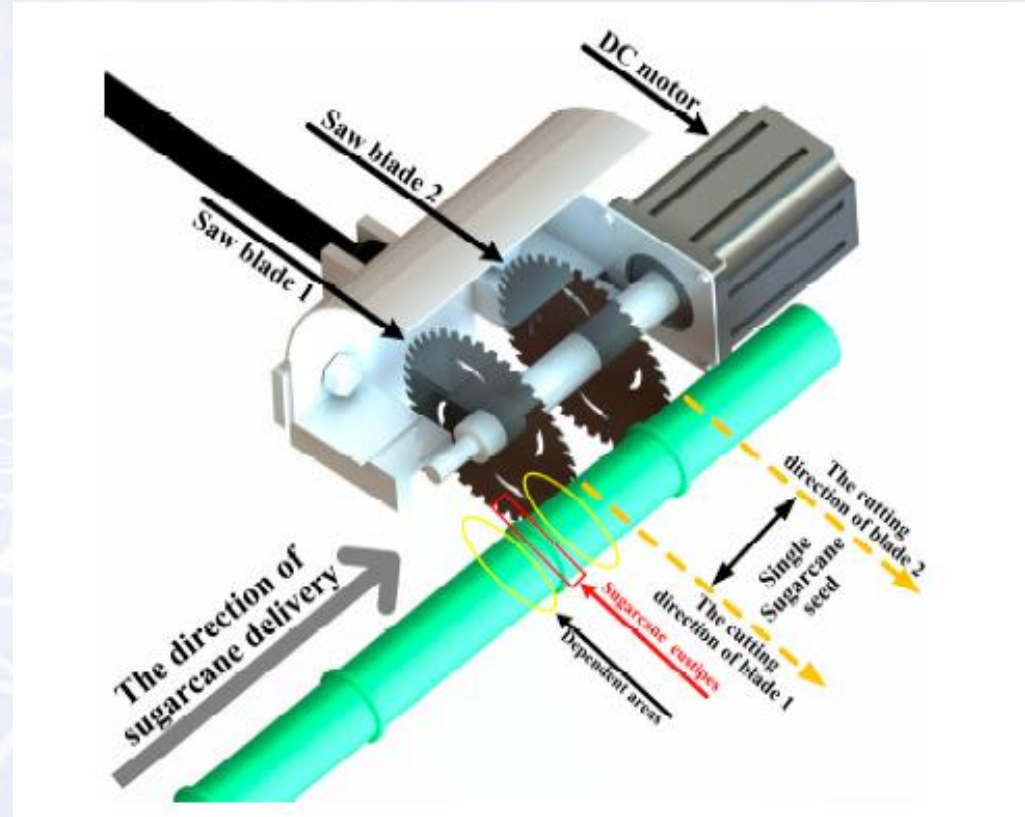
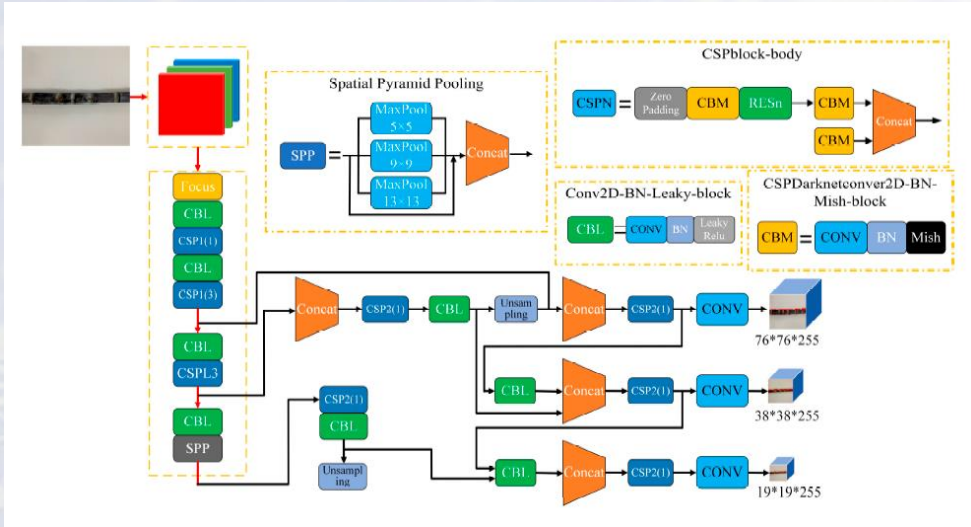
Desired Billet Distribution



ALENCASTRE-MIRANDA (2018)

Tecnologias

Visão



WANG et al. (2022)

Tendências

Integração de
sensores

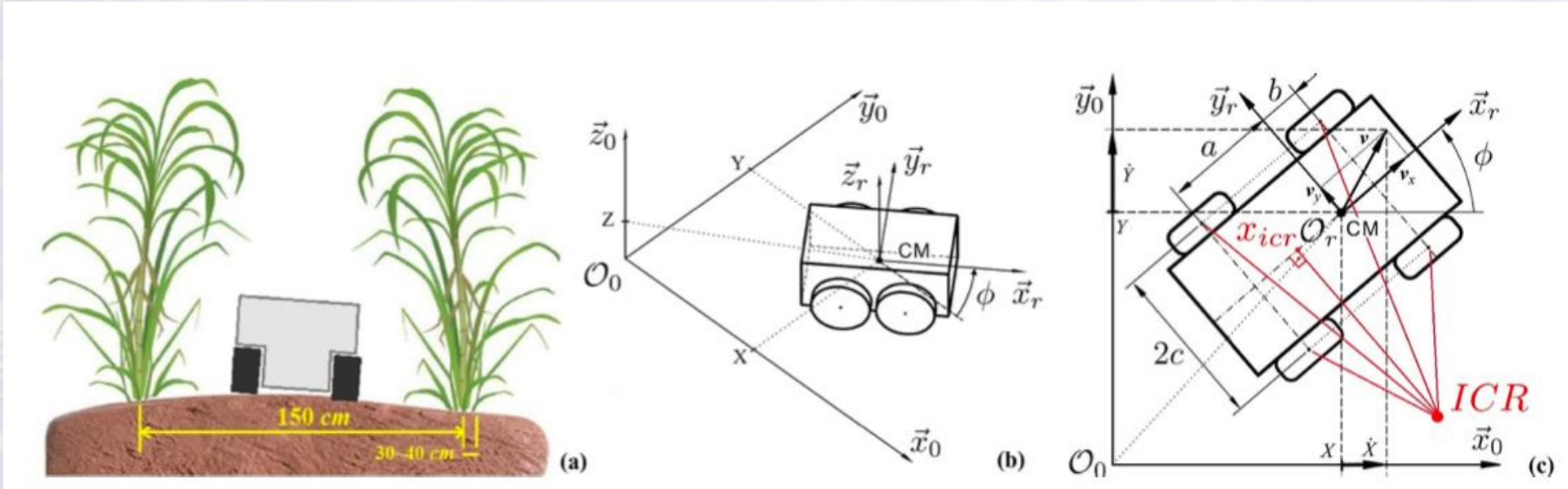


Sistema de enxame

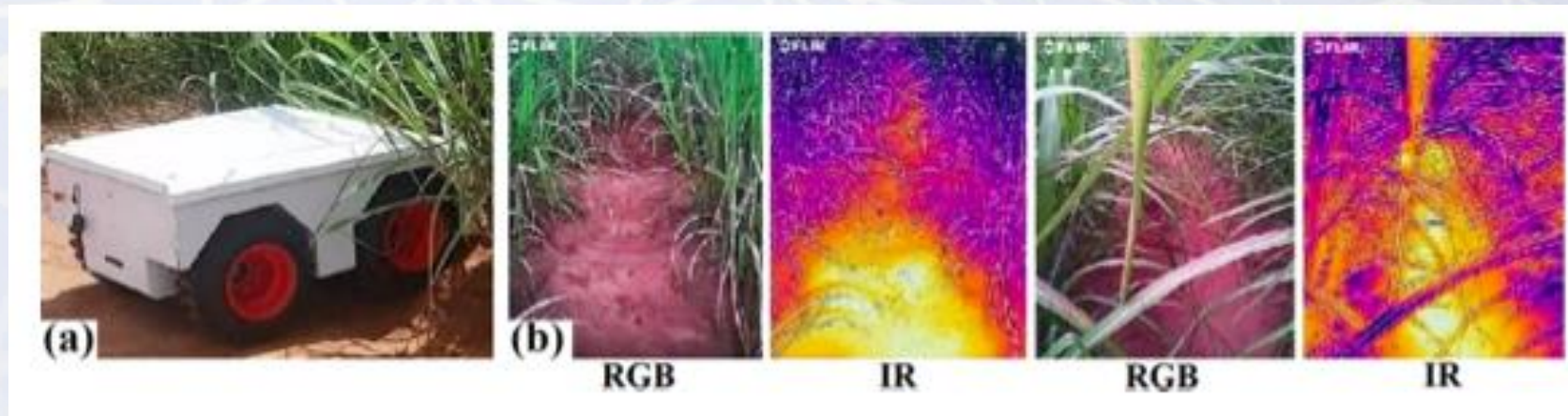


Tendências

Integração de sensores

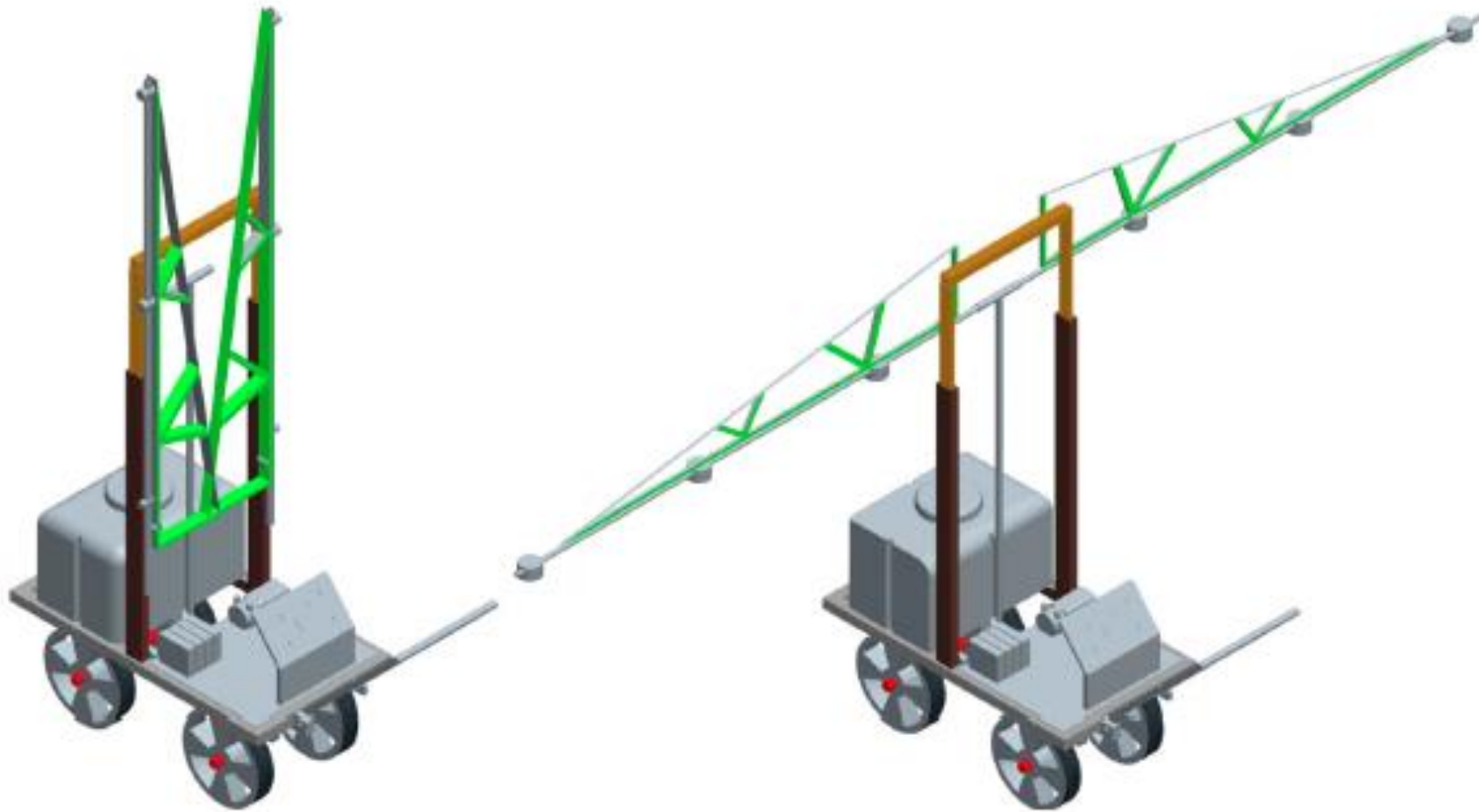


XAUD et al. (2019)



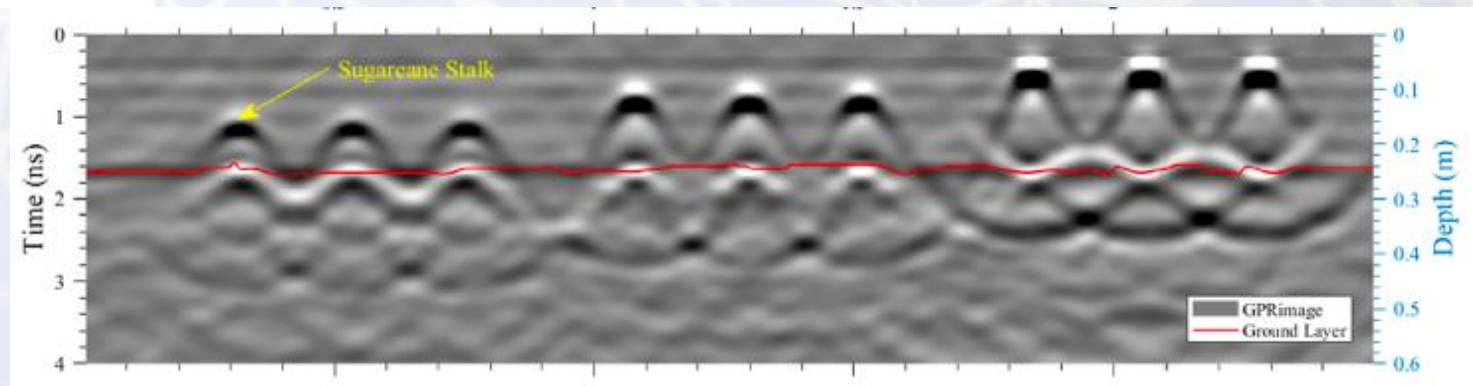
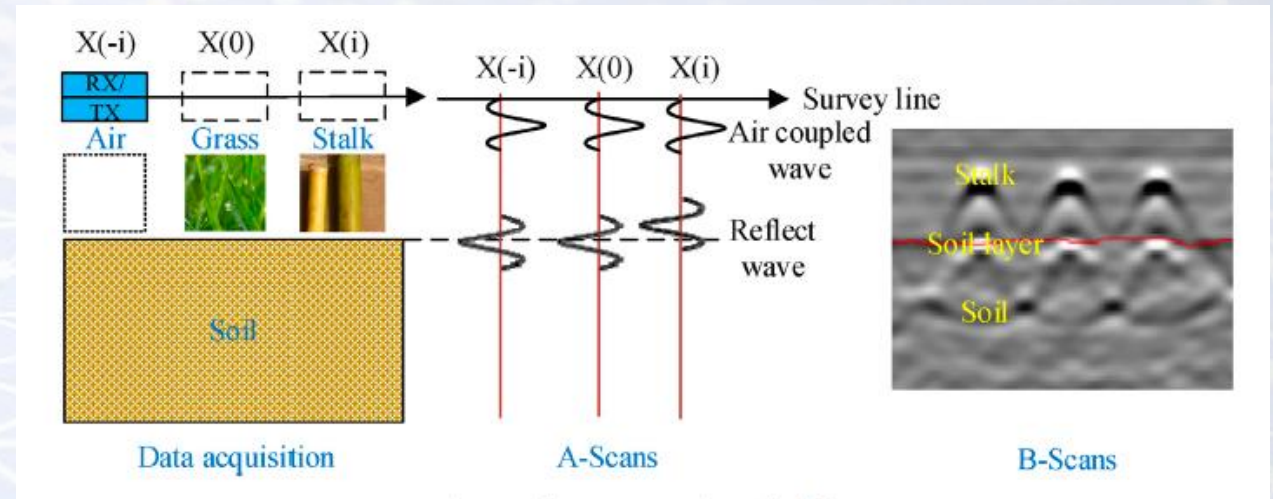
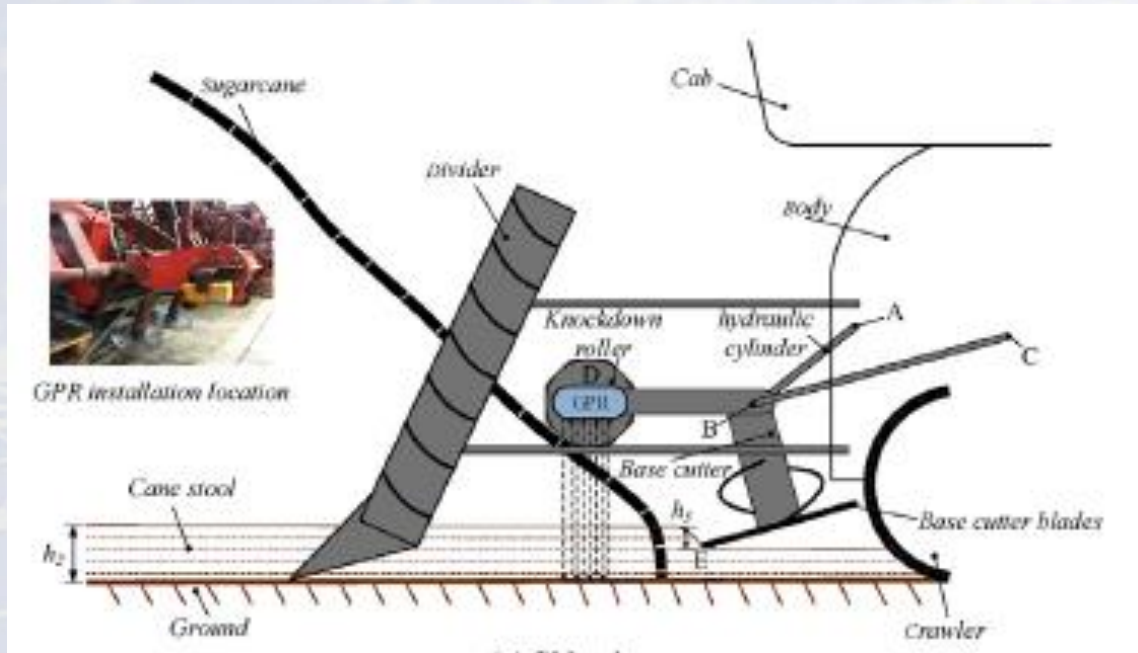
Tendências

Integração de
sensores



SINGH et al. (2020)

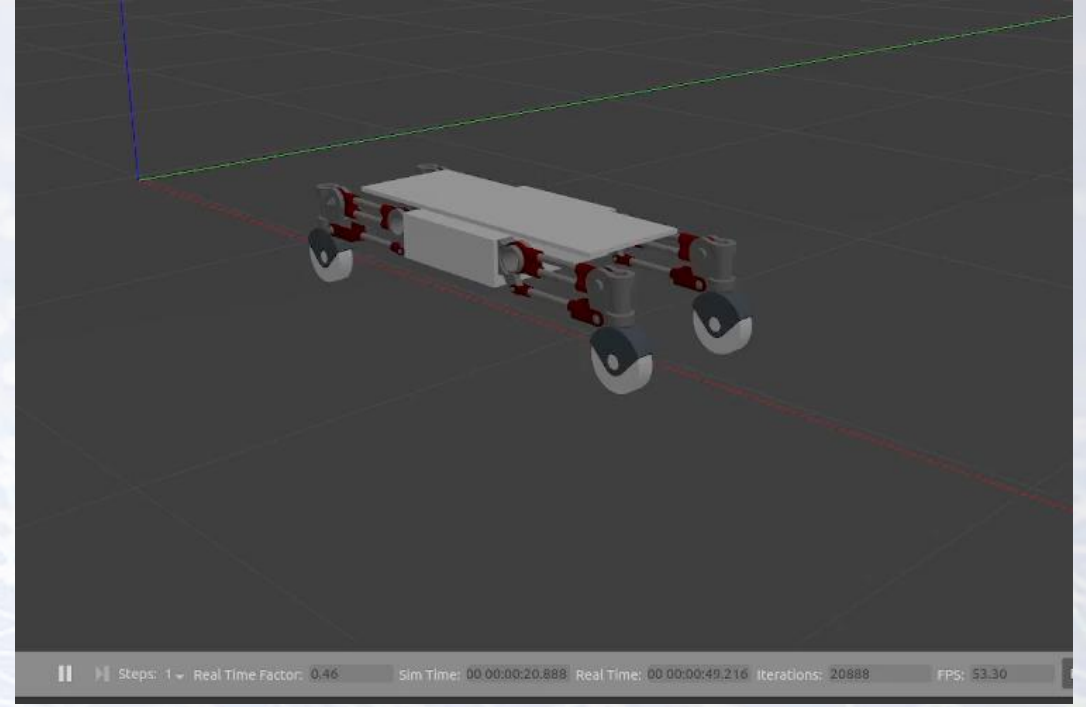
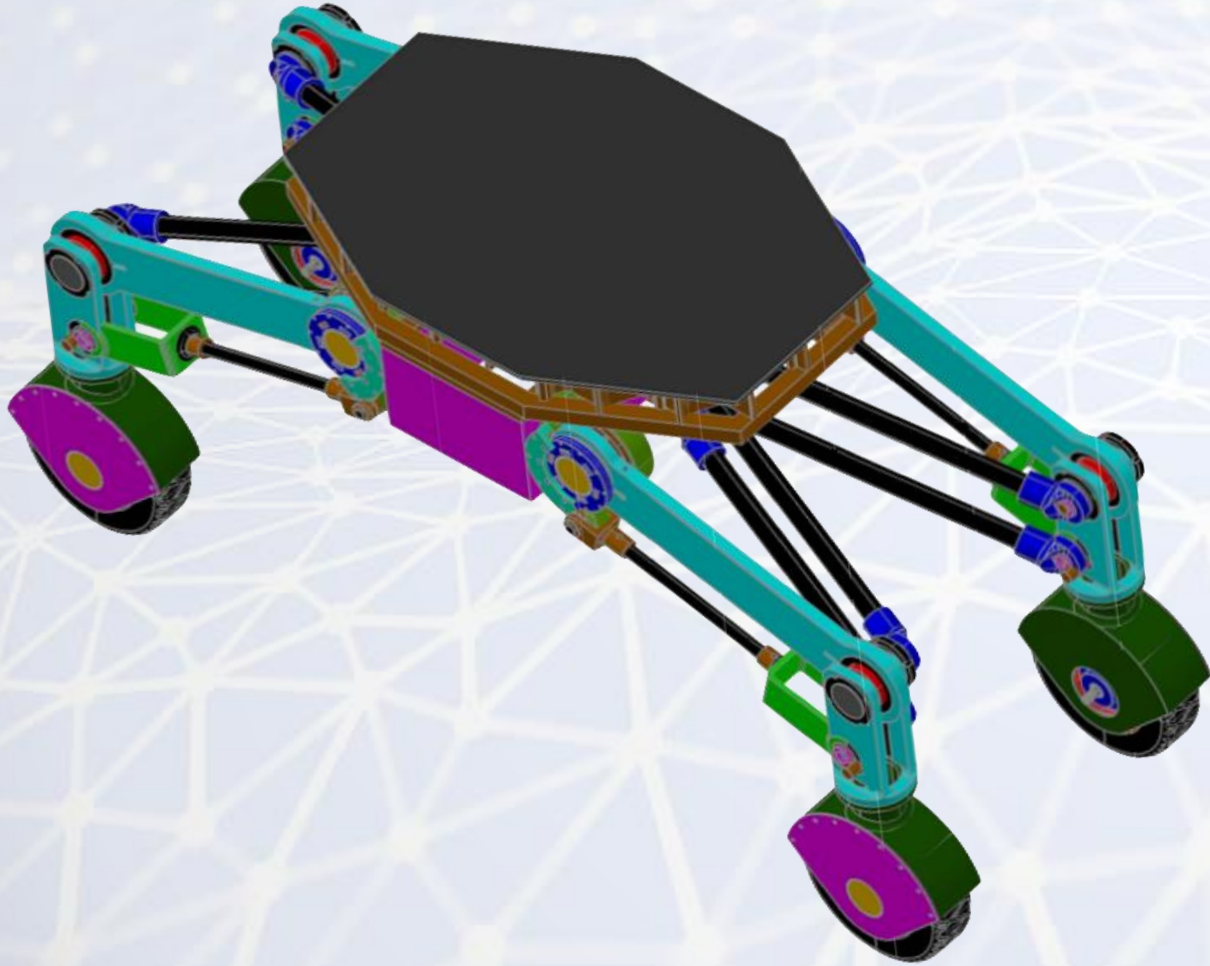
Colheita



Nossas ideias



Robô Jabuti

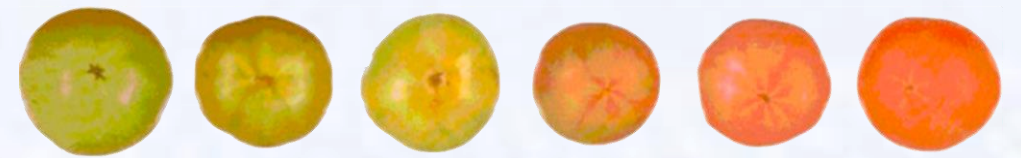


Estabilidade

Navegação

Localização

Locomoção



Verde



Vermelho

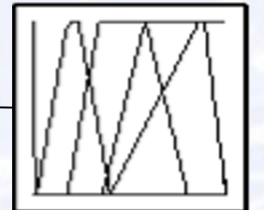


Amarelo



Magenta

Classificador Total
(Mamdani)
35 regras



Estado de maturação

Matriz de Confusao

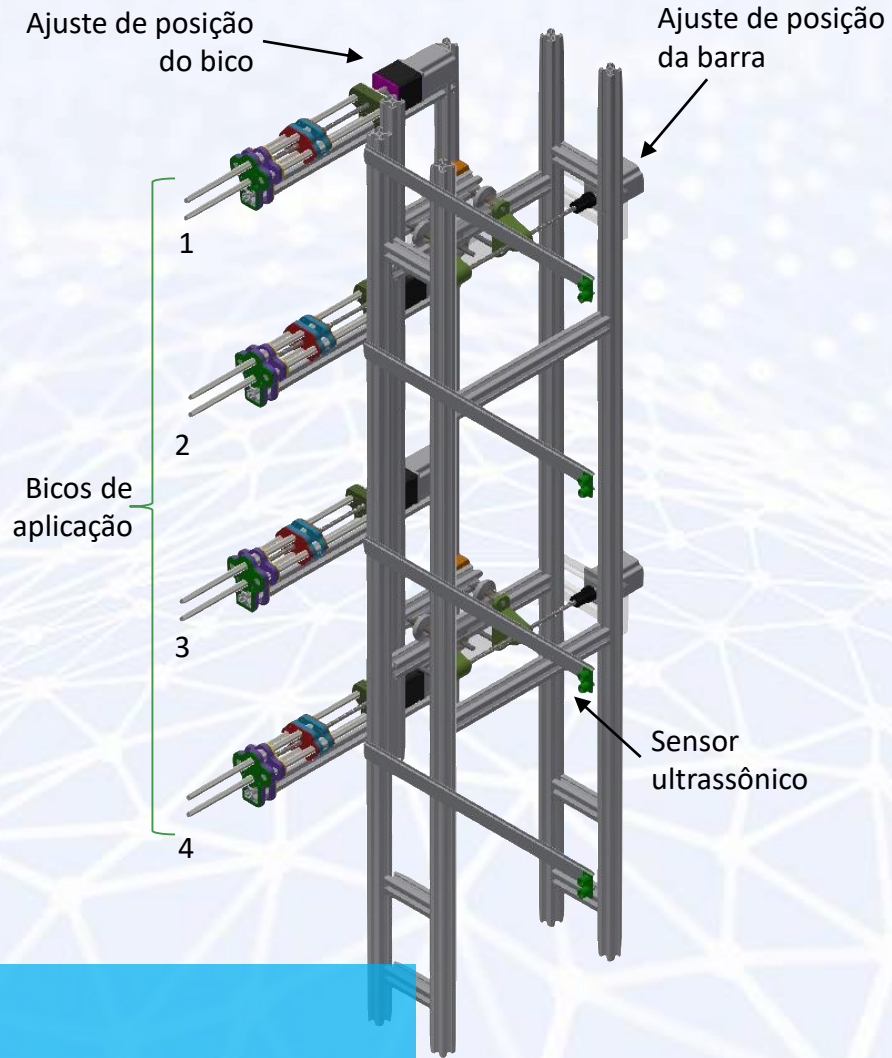
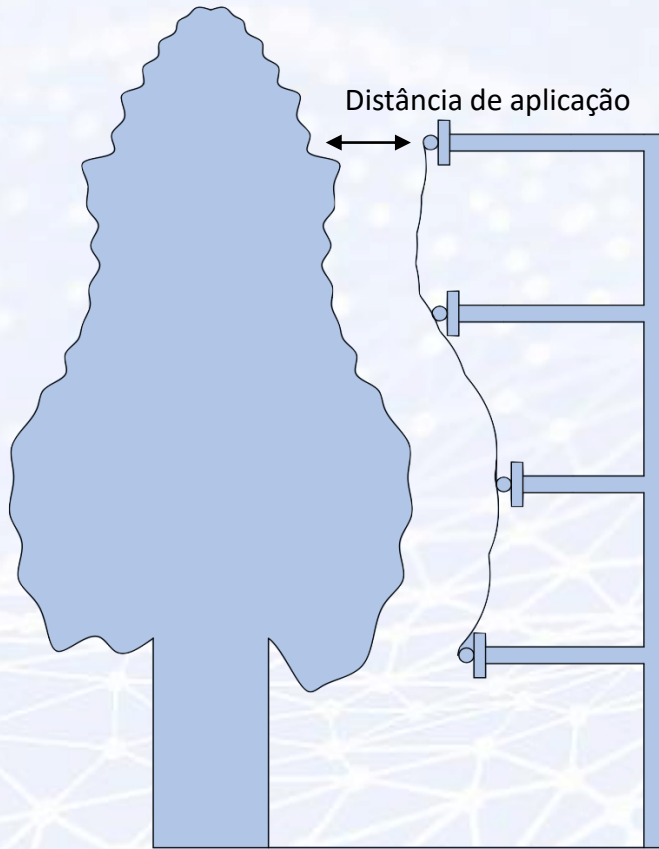
	1	2	3	4	5	6
1	89.8% 1001	9.1% 101	0.9% 10	0.3% 3	0.0% 0	0.0% 0
2	6.0% 10	52.4% 87	40.4% 67	1.2% 2	0.0% 0	0.0% 0
3	0.0% 0	0.7% 1	15.0% 23	84.3% 129	0.0% 0	0.0% 0
4	4.8% 6	0.0% 0	0.0% 0	54.8% 69	40.5% 51	0.0% 0
5	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	79.0% 173	21.0% 46
6	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.4% 1	99.6% 235
	1	2	3	4	5	6

Classificacoes de Saída (Y-axis)
Classificacoes Esperadas (X-axis)

Colheita

Monitoramento

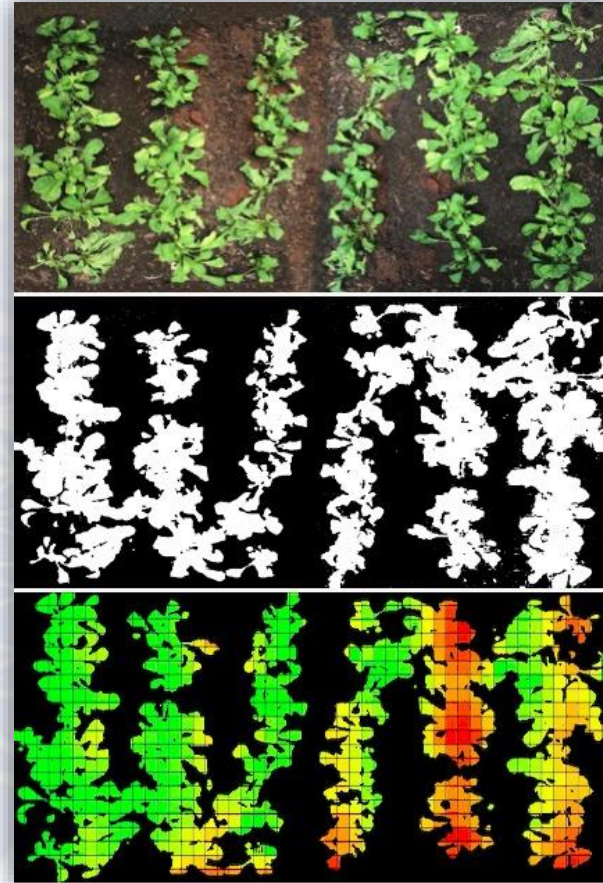
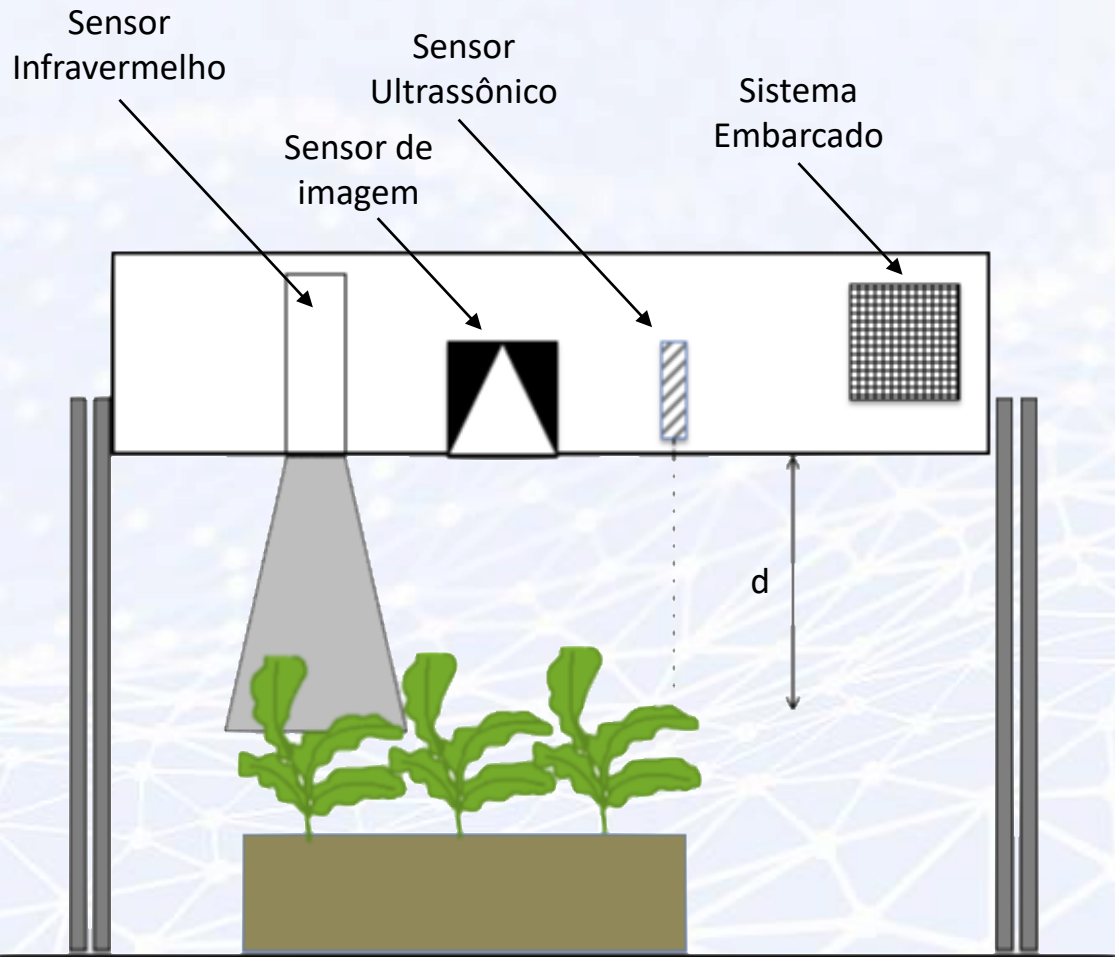
Multiferramentas e Visão



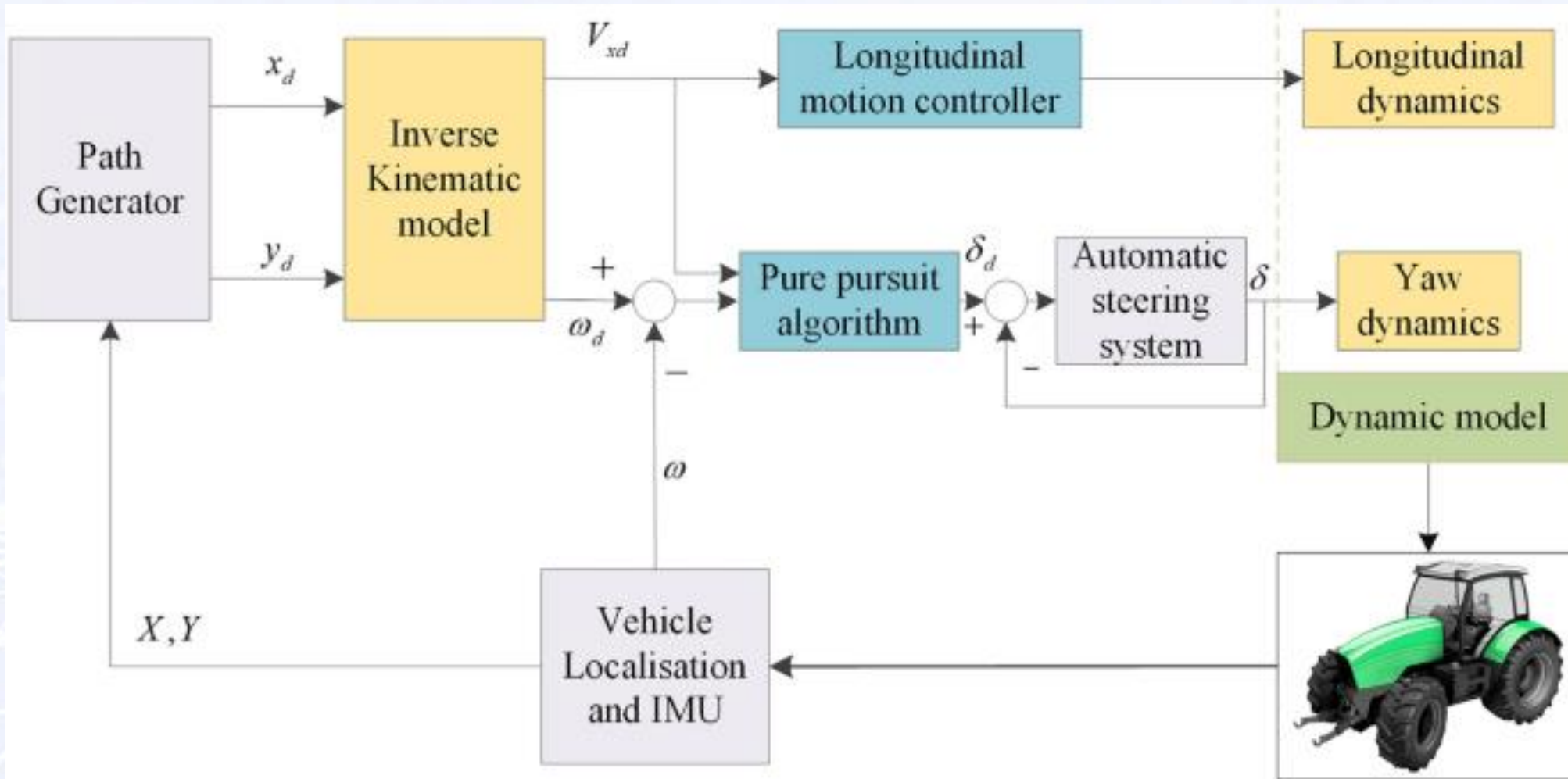
Aplicação Controlada

Controle de pragas

Pulverização



Visão Computacional - Irrigação



Otimização

Comunicação de dados

Inteligência artificial

Tendências

Manipuladores



Parceiros



CLOSER THAN WE THINK

by Radebaugh

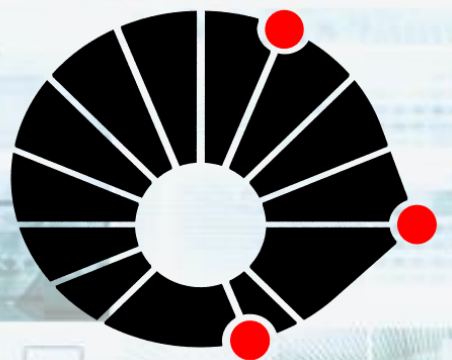


O quão perto estamos do futuro do nosso passado?

Arthur Radebaugh

FARM AUTOMATION

Much of Old MacDonald's farm can be run by radio-controlled push buttons. A floating tower will oversee a swarm of robot implements and tractors operated by electronic command.



UNICAMP

Prof. Dr. Daniel Albiero

dalbiero@unicamp.br

Prof. Dr. Angel Pontin Garcia

angelpg@unicamp.br

LIC

Laboratório de
Instrumentação
e Controle

FEAGRI

