

Desenvolupament de tecnologies Digital Twins en diferents tipologies de granges porcínes per a la millora de la gestió i eficiència productiva

Resum

Aquest projecte té com a objectiu principal desenvolupar i implementar tecnologies de Digital Twins (DT) per al sector porcí, centrant-se en les fases de reproducció i engreix. Els DT permeten crear una representació virtual del sistema real, que es manté actualitzada amb dades en temps real. Aquesta tecnologia combina simulació, intel·ligència artificial i analítica de dades per millorar la presa de decisions, anticipar problemes i optimitzar la gestió de les explotacions.

El projecte contribueix a millorar la competitivitat del sector agroalimentari mitjançant la modernització i digitalització de les granges, integrant-les millor a la cadena de valor i fomentant l'eficiència energètica. La col·laboració amb empreses ramaderes i la UdL reforça la connexió entre recerca i pràctiques agrícoles, impulsant solucions innovadores.

El pla de treball inclou la coordinació contínua i tres paquets de treball: la recollida de dades, el desenvolupament de granges virtuals i la seva avaluació. Els esforços de divulgació garantiran que els avenços arribin a tots els agents implicats i la comunitat científica.

Objectius

El present projecte té com a objectiu principal desenvolupar i implementar tecnologies DT (Digital Twin) dirigides al sector porcí, en concret a les fases de reproducció i engreix, que permetin fer un salt tecnològic significatiu a través d'eines intel·ligents per millorar la presa de decisions en el sector i accelerar la seva transformació digital.

Descripció de les actuacions dutes a terme en el projecte

Les principals actuacions del present projecte son les següents:

- Activitat 1: Disseny i desenvolupament de la tecnologia Digital Twins: aquesta fase consisteix en crear un model virtual que simuli els processos de reproducció i engreix del sector porcí. Utilitzant dades en temps real i intel·ligència artificial, aquest model ajudarà a millorar la presa de decisions i optimitzar la gestió en les granges.
- Activitat 2: Validació de la tecnologia Digital Twins: la tecnologia es validarà amb proves pilot en granges reals, comparant els resultats del model amb les dades obtingudes a camp per garantir la seva precisió i eficàcia en la millora dels processos productius.
- Activitat 3: Divulgació dels resultats: els resultats del projecte es difondran mitjançant seminaris, publicacions i jornades divulgatives per compartir els avenços amb el sector porcí i promoure l'adopció de la tecnologia.

Resultats finals i recomanacions pràctiques

A continuació, es detallen els resultats finals:

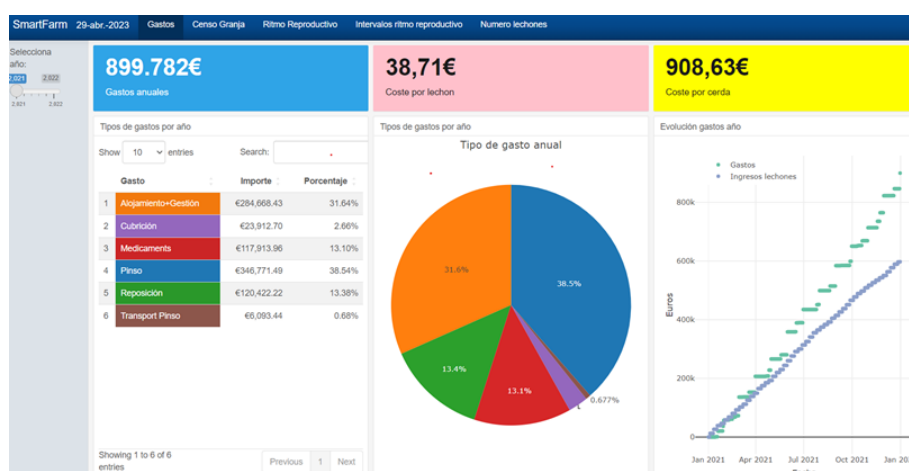
Informe del Digital Twin de la granja en Flexdashboard:



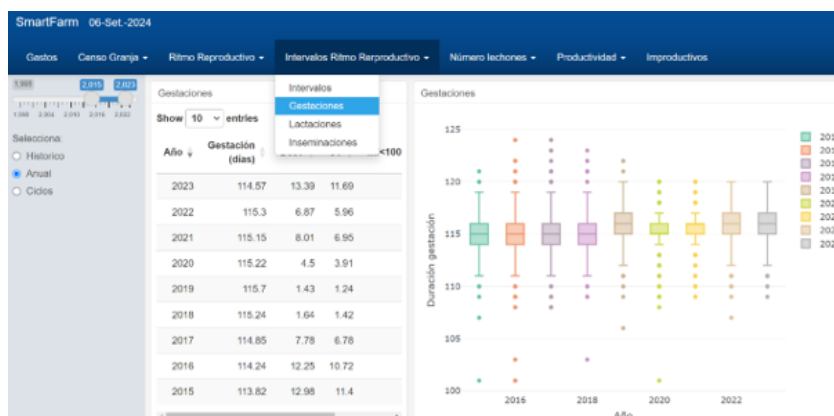
Informe del Digital Twin de la granja en flexdashboard i R Shiny:



Resultats econòmics del Digital Twin de la granja en flexdashboard i R Shiny:



Dades tècniques Dashboard Smartfarm:



Dashboard paràmetres de simulació:

SmartFarm 07-Sep-2024

Selección periodo: ☒ Historic, ☐ Anual, ☐ Personalizar

Guardar

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0
2	0.82	0.81	0.84	0.84	0.83	0.85	0.81	0.78	0.73	0.74	0.65	0.53	0.75	0	0
3	0.38	0.38	0.39	0.37	0.37	0.35	0.31	0.32	0.35	0.22	0.5	0	0	0	0
4	0.19	0.24	0.21	0.19	0.21	0.2	0.08	0.17	0.11	0	0	0	0	0	0
5	0.1	0.18	0.18	0.04	0.12	0	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0
6	4.57	6.76	6.1	7.51	8.7	10.83	16.21	22.92	29.83	36.75	42.93	47.99	54.28	59.99	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11.54	11.75	12.21	12.17	12.22	12.15	11.8	11.66	11.37	11.04	11.05	12	9.33	0	0
9	3.06	3.04	2.96	2.93	2.83	2.85	2.87	2.85	2.85	2.93	2.54	1.66	4.51	0	0
10	10.18	10.58	10.59	10.48	10.4	10.24	10.12	10.2	10.1	9.92	10.19	10.11	10	0	0
11	2.44	2.12	1.98	2.01	1.96	2	2.06	1.91	2.01	1.89	1.38	0.93	1	0	0
12	6.91	22.31	38	128.87	0.4	0.42	0.18	115.28	89.91	105.07	0.41	0.59	22.6	10.99	0.01
13	0.07	0.09	-4.31	0.86	88.78	0	289.64	21	7	7	0	0	0	0	0

Digital twin de la granja Medà amb monitorització del ramat i dels garrins:

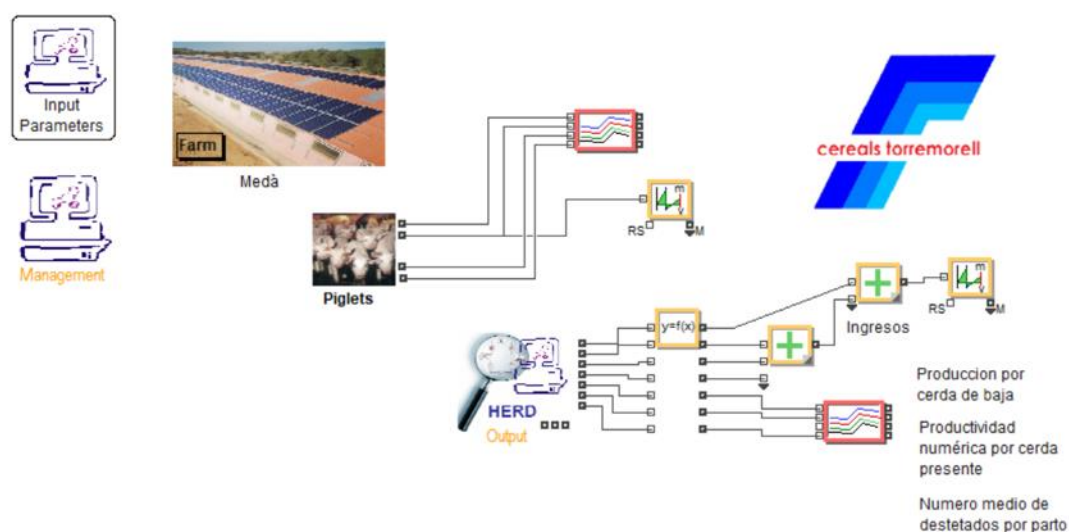
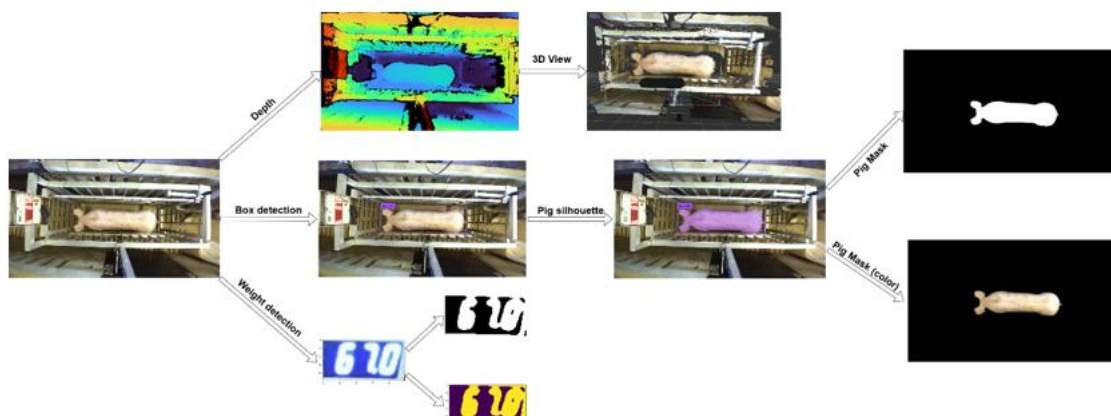


Diagrama dels diferents processos portats a termes per poder extreure el data set d'entrenament per imatges individuals i dels porcs:



Resultats proves:

Model	Time (secs)			Model	RMSE	R^2
	Training	Test	Test (per image)			
EfficientNet-B0	1,395.77	11.11	0.0015	EfficientNet B0	4.83	0.94
MobileNet-v2	1,143.85	8.18	0.0011	MobileNet-v2	5.02	0.94
ResNet-18	939.61	5.36	0.0007	ResNet-18	4.92	0.94

Conclusions

A continuació es detallen les principals conclusions obtingudes en el present projecte:

1. Anàlisi i monitorització de dades:

- Cetosa i Selecció Batallé, en col·laboració amb la Universitat de Lleida, van estudiar les variables tècniques i econòmiques de les granges per crear i validar bessons digitals (digital twins).
- Les dades d'engreix van incloure imatges de porcs, dades de creixement d'animals, i informació econòmica per generar un diagnòstic inicial i entendre el rendiment de les granges.

2. Protocol de dades i metadades:

- Es van establir protocols per enviar dades tècniques (txt) i econòmiques (Excel) entre les granges i els tècnics, especialment per granges de reproductores i granges d'engreix.
- Es van començar a desenvolupar dashboards per visualitzar aquestes dades i facilitar la presa de decisions.

3. Modelització de les granges:

- Es va començar la construcció de bessons digitals per les granges, tant de reproductores com d'engreix. Per les reproductores, es va basar en un model d'esdeveniments discrets, i per l'engreix en models de creixement animal que inclou mesures no invasives de predicció del pes i pes al sacrifici.

4. Desenvolupament d'eines de visualització:

- Flexdashboard i RShiny es van utilitzar per visualitzar i filtrar les dades de forma més intuïtiva, facilitant la navegació i l'anàlisi de tendències. Power BI també es va considerar.

- Es van crear bases de dades estructurades amb SQL server per automatitzar informes i estalviar temps en el pre-processament.

5. Correcció d'errors i validació:

- Es van corregir errors humans en les dades, especialment en registres productius. Això va permetre una millor validació del bessó digital en col·laboració amb les empreses del GO, CETOSA i Batallé.
- Es van provar i validar diferents models de creixement i estimació de pes amb precisió mitjançant mètodes d'aprenentatge profund (xarxes neuronals convolucionals).

6. Limitacions i mancances:

- Es van identificar mancances en granges comercials d'infraestructures i personal per a la recollida i processament eficient de dades, limitant alguns dels resultats previstos.
- Encara que es va desenvolupar un digital shadow per les granges, no es va poder implementar la retroalimentació del model digital cap a les granges reals per manca d'infraestructures (p.e. actuadors).

7. Eines de monitorització i predicció:

- Els dashboards creats permeten la visualització i predicció de variables productives com el creixement dels porcs i el consum de pinso. Aquests sistemes també van ser refinats amb dades reals de més d'un lot d'engreix per millorar la seva fiabilitat i precisió.

8. Futur del bessó digital:

- Encara que s'ha avançat molt en l'automatització i representació de la rèplica digital dels sistemes considerats, es va concloure que el prototip desenvolupat pot millorar en àrees com la integració de càmeres i sensors per automatitzar processos com el pesatge dels animals per determinar més acuradament el moment de sacrifici.
- Les validacions en condicions reals suggereixen necessitats d'ajustos en les eines i metodologies desenvolupades per fer-les transferibles a altres entorns.

Líder del Grup Operatiu

ENTITAT: CEREALS TORREMORELL SA

Coordinador del Grup Operatiu

ENTITAT: UNIVERSITAT DE LLEIDA

Altres membres del Grup Operatiu (perceptors d'ajut)

ENTITAT: SELECCIÓN BATALLÉ SA

Àmbit/s territorial/s d'aplicació

PROVÍNCIA/ES	COMARCA/QUES
Lleida	El Segrià, la Noguera
Girona	La Selva

Difusió del projecte (publicacions, jornades, multimèdia...)

Applications of Deep Learning and OR in pig production. Workshop on Artificial Intelligence and Optimization. Benicassim 20-21 Octubre 2022

Artificial Intelligence for pig counting. Decision Science Alliance. International Summer Conference. Valencia 6-7 juny 2024

The inventory routing problem of marketing fattened pigs to the abattoir. IFORS Conference. Santiago de Chile 10-14 juliol 2023

A team orienteering problem for improving the routes of trucks collecting livestock animals for the abattoir Lleidatech 2023 Optimization and Artificial Intelligence. Lleida 26-27 Octubre 2023

Vehicle routing problem to optimize pig deliveries to the abattoir. EURO Conference. Copenague, Dinamarca 30 juny-3 juliol 2024

Desarrollo de gemelos digitales en el sector porcino. Lleidatech 2024 Optimization and Artificial Intelligence 24-25 Octubre 2024

<https://www.batalle.com/es/noticies/batalle-participa-en-el-desarrollo-de-un-gemelo-digital-digital-twin-de-una-granja-de-cerdos-de-engorde.html>

Pàgina web del projecte

<https://www.cetosa.com/cereals-torremorell-participa-en-el-desarrollo-de-un-gemelo-digital-digital-twin-de-una-granja-cerdas-reproductoras/>
<https://smartfarms.udl.cat/>

Altra informació del projecte

DATES DEL PROJECTE	PRESSUPOST TOTAL
Data d'inici: Juliol 2021	Pressupost total: 186.283,56 €
Data final: Setembre 2024	Finançament DACC: 86.147,36 €
Estat actual: Finalitzat	Finançament UE: 64.988,36 €
	Finançament propi: 35.147,84 €

Amb el finançament de:

Projecte finançat a través de l'Operació 16.01.01 (Cooperació per a la innovació) a través del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2022.

Ordre ARP/113/2021, de 20 de maig, per la qual s'aproven les bases reguladores dels ajuts a la cooperació per a la innovació a través del foment de la creació de grups operatius de l'Associació Europea per a la Innovació en matèria de productivitat i sostenibilitat agrícoles i la realització de projectes pilot innovadors per part d'aquests grups, i Resolució ACC/1660/2021, de 27 de maig, per la qual es convoca l'esmentat ajut.



Generalitat de Catalunya
 Departament d'Acció Climàtica,
 Alimentació i Agenda Rural



Fons Europeu Agrícola
 de Desenvolupament Rural:
 Europa inverteix en les zones rurals