|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Alumne | NIU | Tutor |
| Ricard López Olivares | 1571136 | Carlos García Calvo |

Informe progrés II – 17 de Maig de 2023

**Nota**: **Els canvis afegits respecte al document “Informe progrés I” es mostraran del mateix format que aquest text, a excepció dels canvis en la planificació.**

# Robot Industrial Stäubli TX60 com a classificador de residus

Resum

El projecte es centra en desenvolupar un robot de reciclatge que utilitza tecnologia de xarxes neuronals i està integrat en el marc de la Indústria 4.0. El robot està dissenyat per identificar i classificar de manera autònoma materials reciclables de corrents de deixalles, com ara plàstics, vidres, papers i matèria orgànica.

La tecnologia de xarxes neuronals permet al robot aprendre i adaptar-se a noves corrents de deixalles, així com millorar la seva precisió i eficiència amb el temps. La integració de la Indústria 4.0 proporciona monitoratge i anàlisi de dades en temps real, el que permet l'optimització del procés de reciclatge i la identificació de possibles problemes.

El projecte té com a objectiu millorar l'eficiència i sostenibilitat de les operacions de reciclatge, alhora que redueix la necessitat de mà d'obra humana en tasques perilloses o repetitives. També s'alinea amb els principis d'una economia circular, en la qual es minimitza el malbaratament i es reutilitzen els recursos.

En general, el robot de reciclatge amb tecnologia de xarxes neuronals integrada en la Indústria 4.0 representa una solució innovadora als desafiaments de la gestió de residus i la sostenibilitat, com a inspiració podem trobar el robot de l’empresa Glasier[1].

Especificacions i dataset

Els elements utilitzats per aquest projecte són:

* Robot Stäubli model TX-60[2], aquest robot té una àrea de treball similar al TX2-60[4].

Imagen que contiene interior, aparato, tabla, cocina

Descripción generada automáticamente

* Controlador CS8C[3].

Imagen que contiene edificio, frente, tabla, cámara

Descripción generada automáticamente

* Simulador, en un primer moment intentaré utilitzar el simulador Stäubli robotics suite 2022[5], amb el llenguatge VAL 3 [12].
* Cinta transportadora amb encoder, així es pot fer un tracking (seguiments d’objectes) per agafar els objectes sense aturar la cinta.

 Imagen que contiene tabla, interior, computadora, escritorio

Descripción generada automáticamente

* PLC 1200 siemens amb un variador de velocitat, d’aquesta manera es pot controlar la parada i la velocitat de la cinta.

Interfaz de usuario gráfica

Descripción generada automáticamente

* Càmera, per poder implementar la visió per computador.
* **L’eina empleada és una pinça[14], d’aquesta manera es pot agafar els objectes.**
* La xarxa neuronal que he utilitzat és DenseNet[8], he decidit aquesta opció, pel fet que Yolo[7] i SSD[9] són xarxes neurals ja entrenades que diuen de quin objecte es tracta, quan en aquest cas interessa classificar l’objecte no dir quin és.
* Utilització d’un dataset, aquest dataset és una combinació d’imatges pròpies i d’un dataset ja creat amb productes de reciclatge, anomenat trashnet[6]. Aquest dataset consta de 4 classes amb el nom dels colors dels contenidors i dintre conté imatges dels objectes que podem contenir cada contenidor.

Objectius

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Codi | Definició | Completat | Referencies |
| O1 | Obtenir informació important sobre el robot TX-60 i simulador. | **Si** | [2, 4, 6] |
| O2 | Realitzar la identificació d’objectes. | **Si** | [6,7,8,9] |
| O3 | Buscar informació sobre la programació del robot i el simulador. | **Si** |  |
| O4 | Crear una simulació realista del projecte. | **Si** |  |
| O5 | Realitzar que la simulació funcioni en el món real i faci el circuit (agafar de la cinta, traslladar-ho al lloc). | **Si** |  |
| O6 | Manipulació d’un objecte estàtic, en simulació com en espai real. | **Si** |  |
| O7 | Realització d’agafar un objecte no estàtic. | **En procés** |  |
| O8 | Comunicar un ordinador amb el robot, per poder enviar-li accions a realitzar. | **Si** |  |
| O9 | **Utilització d’una pinça pneumàtica** | **En procés** | **[14]** |
| O10 | **Creació de les extensions de la pinça per poder agafar objectes.** | **Si** |  |

**Després d’un temps treballant en el projecte no s’han modificat els objectius, sinó tot el contrari, s’han augmentat, aquest objectius s’han afegir perquè no aporten un gran canvi en el projecte, ja que nomes es canviar l’eina en el simulador i en el robot físic . L’objectiu final segueix sent el mateix.**

Metodologia

En aquesta secció s'explica quina és la manera de treball que s'utilitza en el projecte.

Hi haurà dos tipus de metodologies, una es fa amb el tutor i l'altre la fa l'alumne independentment per aconseguir una millor organització. La primera es fa amb el tutor, tracta de realitzar una sèrie de reunions, normalment cada setmana es fa mínim una, aquestes reunions serveixen per fer un seguiment, explicar conceptes que són útils, intercanviar punts de vista, etc. No només es faran aquestes reunions per fer un seguiment del treball, sinó que també són per poder fer servir el robot i fer les proves pertinents amb una persona que vigili el que es fa, això pel fet que pot ser perillós un robot. Per la segona, la qual només és responsable l'estudiant, és l'ús d'una metodologia àgil, anomenada kanban[10], aquest consta d'un taulell amb uns pòsits que es van canviant de posicions.

Aquesta secció, no és modifica, les reunions setmanals es mantenen per tenir un control del projecte més acurat, aclarir idees i fer proves en els robots reals si es cal. D’igual manera l’alumne manté la metodologia Kanban.

Planificació

En aquesta secció es realitza un esquema de seguiment estimat per a la realització del projecte. Cal destacar que l'esquema és orientatiu i ajustat al temps atorgat per dur a terme el projecte, per tant, alguna fase pot durar més temps del marcat o es faci abans del previst.

Per facilitar la tasca de seguiment, es posaran colors a les fases en funció al progres y desenvolupament actual del projecte.

Llegenda

* Verd : Tasca completada.
* Groc: Tasca en curs.
* Vermell: Tasca aturada.
* Blanc: Tasca pendent.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Planificació** | | | |
| **Fase** | **Descripció** | **Objectius** | **Temps aprox.** |
| **Reunió Inicial (19/02/2023)** | | | |
| 1 | Definició detallada del projecte, objectius, metodologia i planificació. Redacta informe inicial. | - | 1 setmana |
| 2 | Començar planificació del projecte. | 01 | 1 setmana |
| 3 | Començar a familiaritzar-se amb el simulador i la programació del robot. | O3 | 1 setmana |
| **Lliurament informe Inicial (12/03/2023)** | | | |
| 4 | Crear l’escena en el simulador, amb peces de colors i posar-ho en marxa. | O4 | 1 setmana |
| 5 | Instal·lar un sistema de visió en el robot i que es comuniqui amb l’ordinador. | O6 | 1,5 setmanes |
| 6 | Entrenar la xarxa neural per poder identificar els objectes a reciclar i classificar-los. | O2 | 2 setmanes |
| 7 | Implementar la comunicació ordinador – robot Stäubli | O8 | 1 setmana |
| 8 | Ampliar l’informe amb tots els avanços realitzats. | - | 1 setmana |
| **Lliurament informe de progrés I (23/04/2023)** | | | |
| 9 | Manipular objectes estàtics en la simulació i classificar-los. | O6 | 2 setmanes |
| 10 | Passar la simulació a un àmbit real, utilitzant el robot Stäubli (agafar peça de la cinta, classificar-la i traslladar-la). | O5 | 2 setmanes |
| 11 | Obtenir la orientació de la peça | O7 | 1 setmana |
| **12** | **Crear els models 3D de les extensions per la pinça e imprimir-los** | **O10** | **1 setmana** |
| **Lliurament informe de progrés II (28/05/2023)** | | | |
| 13 | Unificació de tot el codi, per crear una única aplicació | - | 1 setmana |
| 14 | Implementar el poder agafar una peça sense parar la cinta, mantenint la classificació d’objectes | O7 | 1,5 setmanes |
| 15 | Redactar el document final | - | 4 dies |
| **Lliurament informe final (18/06/2023)** | | | |
| 16 | Crear la presentació i defensa. | - | 5 dies |
| 17 | Acabar de polir el projecte corregint errors o millorant la intel·ligència artificial. | - | 1 setmana |
| **Proposta de presentació (30/06/2023)** | | | |
| 18 | Creació del pòster | - | 3 dies |
| **Lliurament dossier (06/07/2023)**  **Lliurament pòster (06/07/2023)** | | | |

**FASE 1:**

**DESENVOLUPAMENT**

La definició del projecte és la següent: Es realitzarà la visió per computador d'un robot Stäubli model TX-60, la qual ajuda al robot a ser capaç de classificar residus. A part d'implementar-ho de manera física en el robot real, s'implementarà una simulació el més semblant a la realitat.

Amb aquest afegit, el robot hauria de ser capaç d'identificar un, objecte classificar-ho i posar-ho en el lloc pertinent.

**FASE 2:**

**DESENVOLUPAMENT**

La planificació està detallada en el punt anterior, aquest es va actualitzant en cada entrega: per mantenir aquest punt sempre present i no perdre els avanços realitzats s’utilitza l’eina github, en un repositori propi anomenat recycling-robot[13].

**FASE 3:**

**DESENVOLUPAMENT**

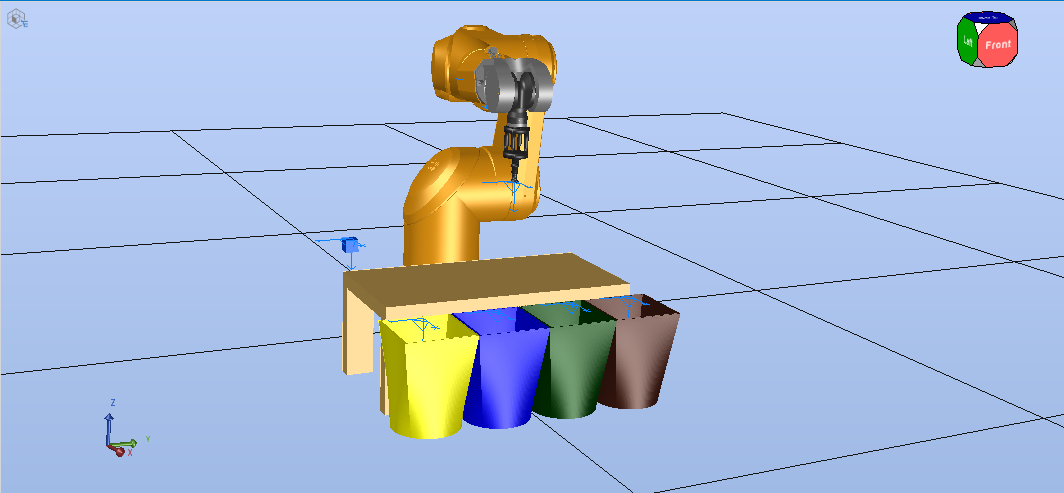
Creació de diversos programes de val3 en Stäubli Robotic Suite 2016, aquest software va ser proporcionat pel professor mentre ens proveïen la versió que s’utilitza avui dia (Stäubli Robotic Suite 2022). Aquests programes tractaven de moure objectes, moure un braç robòtic...

**FASE 4:**

**DESENVOLUPAMENT**

Donat amb el que s’ha practicat s’ha creat una escena, la qual conté un objecte estàtic i posar-ho en una paperera. Degut a uns problemes amb la gravetat i agafar l’objectes en el simulador Stäbli Robotic Suite, la tasca continua realitzant-se.

**RESULTAT**

****

**CONCLUSIONS**

D'aquesta fase podem concloure que a pesar que no estigui finalitzada, pel fet que falta una cinta, no ens portarà un retard en el projecte, ja que es pot treballar sense problemes.

**FASE 5:**

**DESENVOLUPAMENT**

**El sistema de visió implementat, consta de dues parts, una part que li anomenaré estructura i una altra anomenada software:**

**Estructura:**

**Tal com diu el nom, aquest apartat ve originat per la part física, en la qual també hi ha dues parts:**

* **La primera és una estructura metàl·lica unida a la cinta, amb un suport per posar el telèfon mòbil. La unió no es fixa, per tant, l'estructura es pot acoblar i desacoblar a la mateixa cinta.**
* **La segona part constaria del telèfon mòbil, aquest telèfon es un Iphone XR, propi del alumne.**

**S'ha optat per la següent forma i mides perquè així el robot no pot col·lisionar amb l'estructura i no serà un impediment a l'hora de moure.**

**[inserta plànol de l’estructura]**

**Software**

**En el apartat de software s’ha utilitzat el programa IvCAM, el qual ens permet la connexió de càmeres externes al nostre dispositiu mitjançant la xarxa wifi. Aquest software es molt simple d’utilitzar només s’ha de descarregar en els dos dispositius i unir-los, sempre han d’estar en la mateixa xarxa els dos dispositius. Un cop tenim “emulada” la càmera, des de python podem dir que realitzi la fotografia i desar-la en el ordinador.**

**RESULTAT**

**Estructura**

**[Inserta imatge de l’estructura]**

**Software**

****

**CONCLUSIONS**

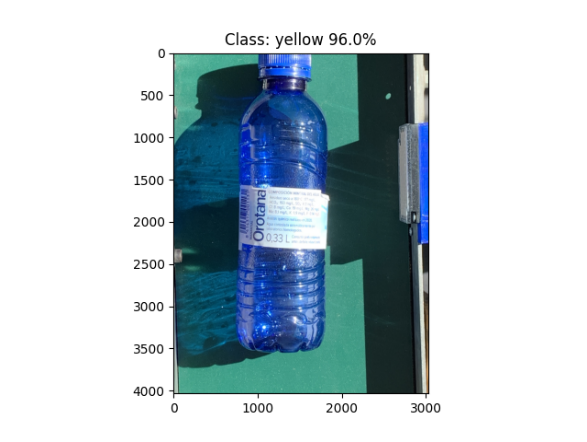
**Aquesta fase ha sigut tot un èxit, ja que l'estructura és bastant resistent, però també és bastant versàtil a l'hora de moure-la o posicionar-la de diferent manera, la càmera al ser d'un dispositiu mòbil podem ajustar-ho en cas que sigui necessari com fer un zoom, etc.**

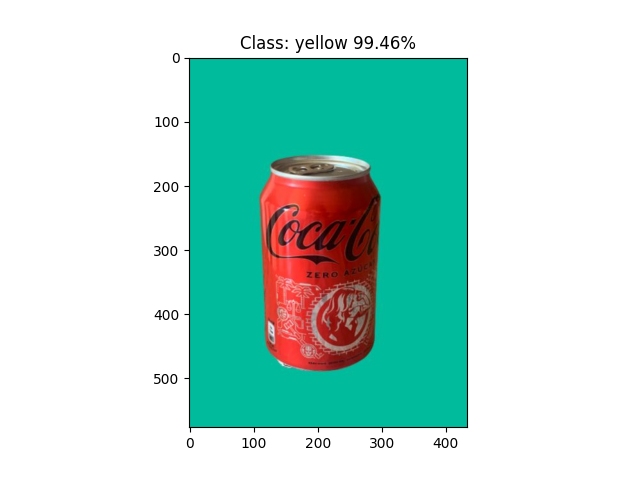
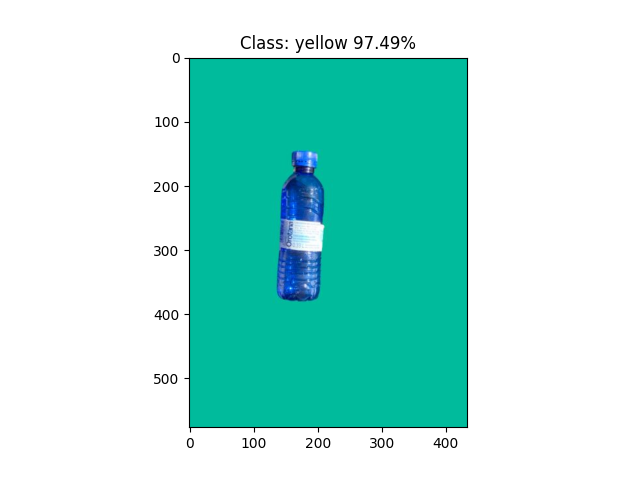
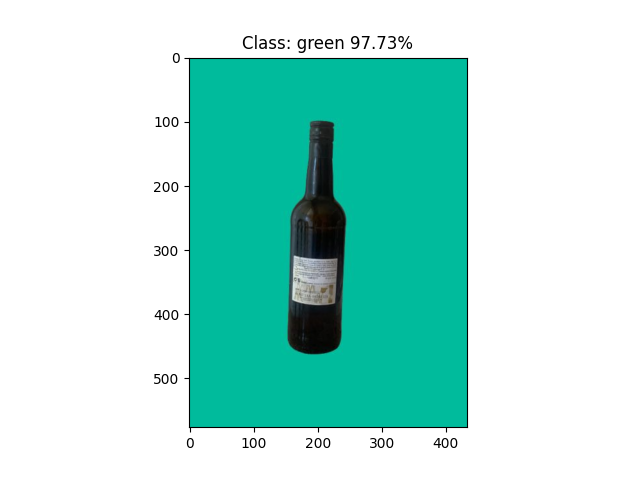
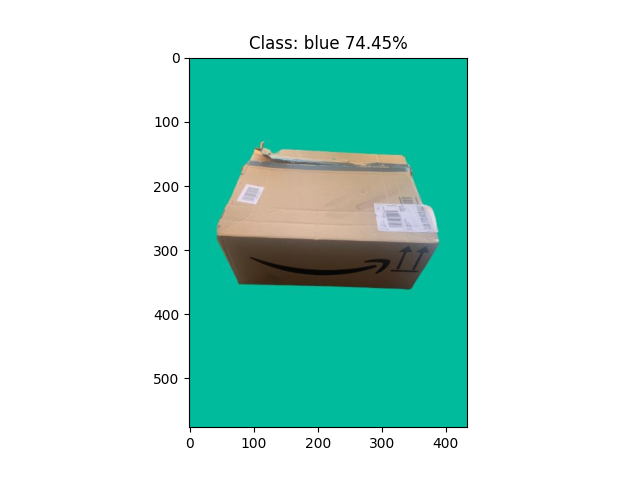
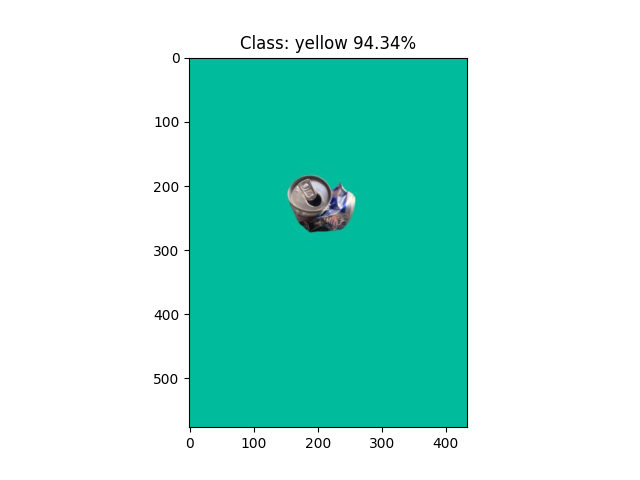
**FASE 6:**

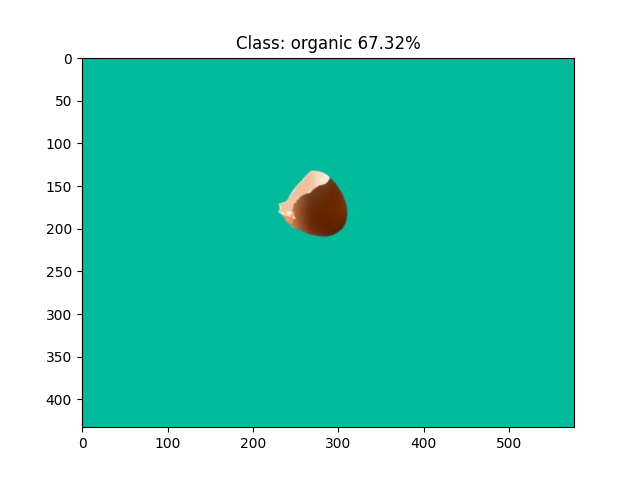
**DESENVOLUPAMENT**

S'ha realitzat una xarxa neural DenseNet121, aquest tracta d'una xara convolucional CNN de 121 capes densament connectades, aquest model té com a entrades les imatges amb l'objecte a classificar i retorna el color del contenidor que es classifica amb un percentatge de seguretat, com es pot veure a continuació s'han fet diverses proves donants bons resultats, aquestes proves s'han fet en diferents àmbits i objectes.

**RESULTATS**

****

****

****

**CONCLUSIONS**

Podem veure que aquesta fase és un èxit, la xarxa neuronal funciona sense cap mena de problemes, tant amb un fons uniforme remarcant l’objecte, com amb una prova real el qual el fons pot ser bastant diferent amb les proves.

**FASE 7:**

**DESENVOLUPAENT**

Aquesta comunicació es fa amb socket, tant en la simulació com en el robot físic, aquesta consta amb una màquina client (ordinador) i un servidor (robot), aquesta informació s'envia/rep en bytes amb una codificació ASCII. No cal enviar un únic byte, es pot enviar un missatge sencer sense problemes, ja que es disposa d'un buffer, que es va omplint mitjançant arriben dades. Això s'utilitzarà en un futur per enviar a quin contenidor va l'objecte. Encara que per comprovar el funcionament s‘han realitzat proves amb arxius de testatge creats per l’alumne.

**RESULTAT**

**[Una captura de pantalla de una computadora

Descripción generada automáticamente](https://vimeo.com/826516834?share=copy)**

**CONCLUSIONS**

Aquesta fase es dona com a exitosa, ja que la comunicació funciona, en totes dues direccions tant per enviar i rebre dades.

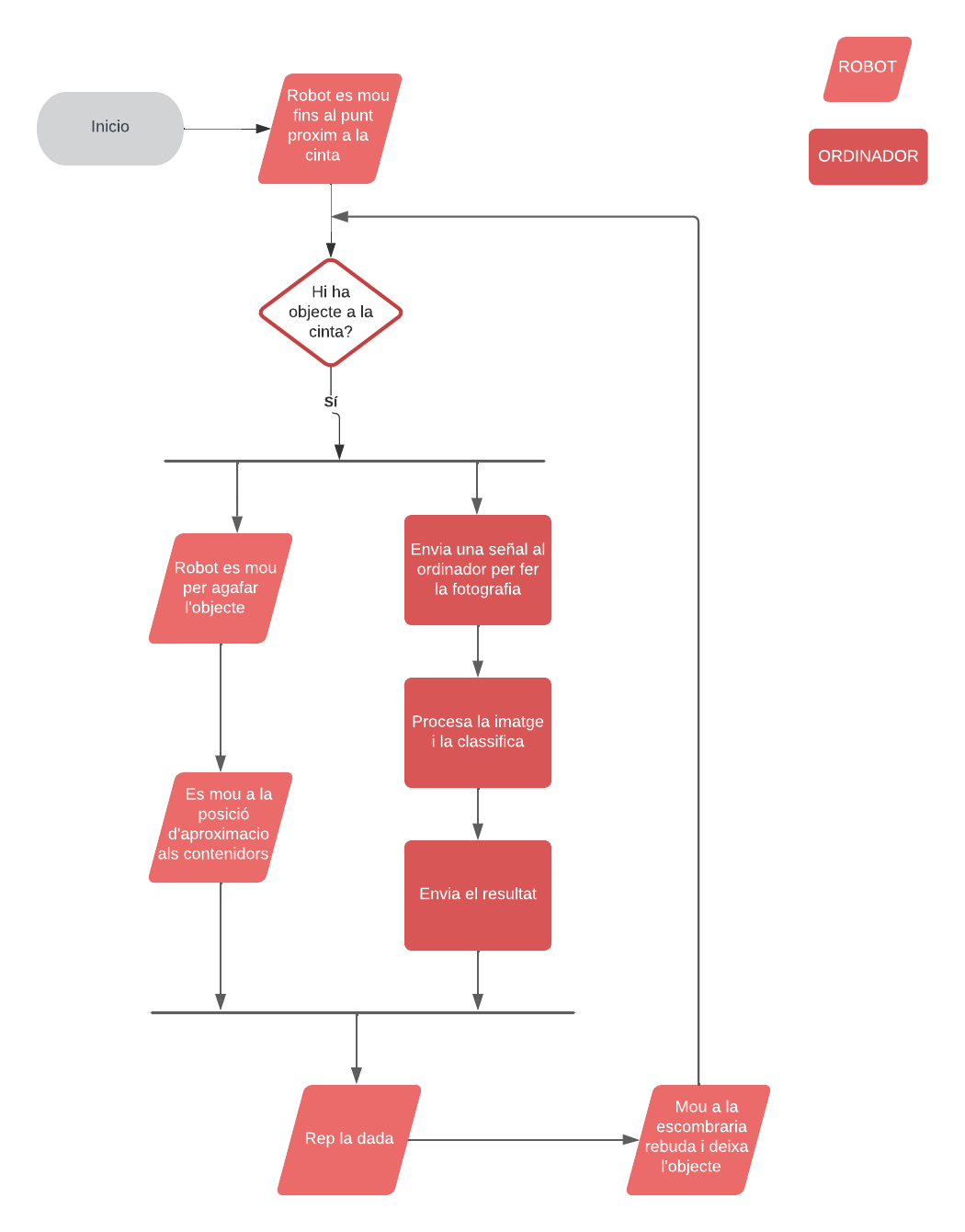
**FASE 9:**

**DESENVOLUPAENT**

**S'ha realitzat una simulació el més fiable a la realitat, és a dir, fa totes o pràcticament totes les fases que realitzarà el programa final. Com l'objectiu és que sigui el més real possible, no se simula cap dada, sinó que les dades que envia o rep són dades reals, és a dir, dades que enviaria el robot real si estigués en ús.**

**També cal mencionar que s'ha utilitzat les mateixes tecnologies que s'utilitzaran en el robot real com sockets per la comunicació entre robot i ordinador, IvCAM, càmera, etc.**

**El funcionament és el següent:**

****

**RESULTAT**

**[Interfaz de usuario gráfica, Aplicación, Word

Descripción generada automáticamente](https://vimeo.com/826516464?share=copy)**

**CONCLUSIONS**

**La simulació ha estat exitosa, encara que no he pogut emular les dades que envia el PLC de la vida real, això només seria una connexió socket que rebi uns valors predefinits, no seria un gran canvi en la simulació, tampoc és important el tema, ja que encara aniria de la mateixa manera.**

**FASE 10:**

**DESENVOLUPAENT**

**Un cop acabada la simulació s'ha procedit en passar-ho al món real, per aconseguir-ho el que s'ha fet ha sigut, agafar els fitxers de la simulació, posar-los en un USB i importar-ho en el CS8C del robot real.**

**El procediment és el mateix que la simulació, només que afegint l'obtenció de dades del PLC per dir si hi ha un objecte o no.**

**El flux seria de la següent manera:**

**Diagrama, Esquemático

Descripción generada automáticamente**

**RESULTAT**

**CONCLUSIONS**

**El port al robot real, ha sigut un gran èxit, no cal ni canviar els punts d'on para el robot, ja que es van agafar les distàncies, i alguns punts importants a l'hora de fer la simulació.**

**Una cosa que cal mencionar, és que en el simulador per agafar objectes està a la inversa les comandes, és a dir, per agafar s'ha de fer un close(tool) i en la vida real s'ha de fer un open(tool). No és un problema, ja que es canvia dies línies de lloc, en la versió real.**

**FASE 11:**

**DESENVOLUPAENT**

**Al decidir un canvi d'eina, utilitzar una pinça en comptes d'una vàlvula de succió, he decidit crear un programari que em doni l'orientació de l'objecte que ha d'agafar el robot.**

**Aquest programari funciona amb la imatge, per tant, forma part del còmput i s'ha de fer en l'ordinador, també el podem fer en aquest dispositiu sense cap mena de canvi, només s'ha de cridar a les funcions pertinents, ja que es disposa de la imatge.**

**La idea és, intentar obtenir la direcció i després enviar-la per socket per orientar la pinça en la posició correcta.**

**RESULTAT**

**Interfaz de usuario gráfica, Aplicación

Descripción generada automáticamente**

**CONCLUSIONS**

**No podem dir si és viable tot això, sembla que el codi és bastant fiable, però no abans de dir res s'hauria de provar amb la pinça i veure el seu funcionament, d'aquesta manera es veurà si és fiable i es pot utilitzar o no.**

**En el test que he fet sembla que funciona correctament, però m'agradaria fer les proves pertinents abans de donar-lo per confluït.**

**FASE 12:**

**DESENVOLUPAENT**

**Aquesta fase s'ha d'afegir en aquest últim informe, això a causa del fet que es vol utilitzar una pinça, aquesta no té extincions per poder agafar elements, és només una "estructura". En veure aquesta carència he creat dues versions per l'extensió:**

* **La primera és la més simple de les dues, és una estructura rectangular amb uns furats per poder posar algun element que impedeixi que rellisqui l'objecte, en cas de ser necessari.**
* **La segona és una mena d'escala, aquesta forma és intencional, ja que està pensada per agafar objectes de diferents dimensions amb una sola pinça.**

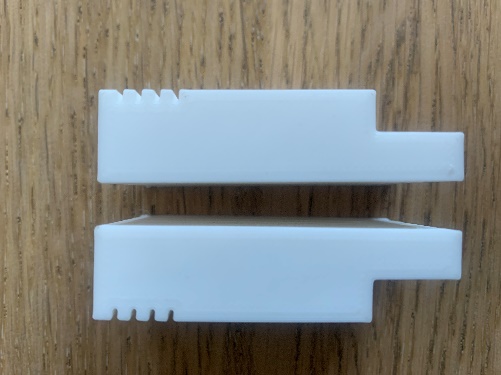
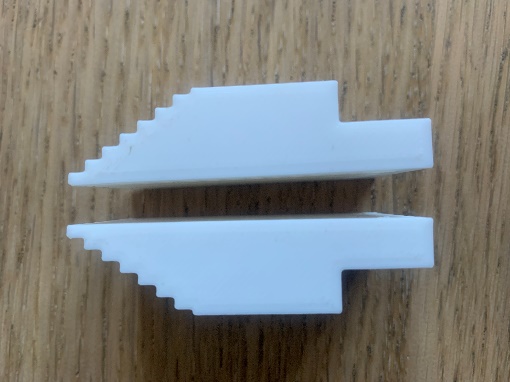
**La dedició de fer servir la primera versió o la segona dependrà de la pinça, que encara està per arribar.**

**RESULTAT**

**Gráfico, Gráfico de barras

Descripción generada automáticamente Gráfico, Gráfico de barras, Histograma

Descripción generada automáticamente**

** **

**Els dos models tenen una profunditat de 34 mm, també mencionar que les acotacions estoven en mil·límetres (mm)**

**CONCLUSIONS**

**En aquesta fase la podem donar per finalitzada, ja que la tasca en si és imprimir i planificar les extensions encara que no s'hagin testejat amb la pinça. Quan arribi la pinça veurem si funcionen com està previst i quina se selecciona.**

**FASE 13:**

**DESENVOLUPAENT**

**S'ha volgut unificar tot el codi en dues aplicacions, pel fet que vull un codi estructurat, entenedor i el més fàcil de llegir possible, per tant, el que he fet ha sigut unificar codi, eliminar fitxers, afegir arxius, eliminar funcions que siguin semblants, etc.**

**En el final s'han quedat en dues aplicacions, una és la que va al robot i l'altre va a l'ordinador.**

**La primera tracta de tot el moviment del robot, mostreig d'informació que va a la pantalla, creació de dades que necessita. El que s'ha fet ha sigut unificar diferents aplicacions independents en una, aquesta utilitza la paral·lelització de fitxers que té el robot, d'aquesta forma les aplicacions no han sofrat gaires canvis.**

**En la segona sí que hi ha hagut un canvi més dràstic, s'ha hagut de crear fitxers perquè estigui tot més organitzant, deixant l'arxiu base només per cridar a les funcions que ens calen**

**RESUM: El desenvolupament actual del projecte està en un bon punt, l'endarreriment que tenia s'ha compensat i sembla que es va avançat, però encara que sembli que va avançat s’ha de tenir en compte que encara no hi es la pinça per agafar objectes, si aquesta no arriba o s’atraça el projecte es veurà afectat i es tindrà que prendre la decisió si de seguir amb la vàlvula de succió o s’espera a la pinça.**

**Tampoc seria un gran impacte en el projecte, ja que la simulació està pensada amb les dues eines i es pot canviar fàcilment. En la vida real s'hauria de modificar els punts, però no és gaire treball fer-ho.**

Estructurà i tecnologies empleades

En aquest apartat s'explica les tecnologies emprades en el projecte, separades per apartats.

Per al projecte utilitzaré python, amb l'IDE PyCharm, aquest em permetrà programa, executar codi i fer les proves de la xarxa neural utilitzada. En aquest àmbit també faré servir un llenguatge de Stäubli, anomenat VAL 3[12], per poder fer que el robot es mogui.

Per a la simulació, faré servir el programa "Stäubli robotics suite" proporcionat per la mateixa empresa.

**A l'hora d'agafar la imatge via wifi, he utilitzat IvCAM[15], aquest és un programari que permet compartir càmeres de diferents dispositius amb l'ordinador i amb python indiquem que faci la fotografia i l'envia i desa directament a l'ordinador.**

Per acabar, cal mencionar que per realitzar la metodologia Kanban, faré servir l'eina online Trello[11].

Referències

[1] “Glacier.” [Online]. Available: <https://www.roboticsandinnovation.co.uk/news/funding/glacier-secures-us4-5m-for-ai-powered-recycling-robot.html>

[2] “TS-60.” [Online]. Available: <https://robotsdoneright.com/Staubli/staubli-TX60.html>

[3] “Controladora CS80.” [Offiline]. Available: ./information/CS80\_controller.pdf

[4] “TS2-60.” [Online]. Available: <https://www.staubli.com/content/dam/robotics/brochures/6-axis/datasheet/TX2-60-6-axis-product-data-sheet-EN.pdf>

[5] “Staübli robotic suite.” [Online]. Available: <https://www.staubli.com/hk/en/robotics/products/robot-software/staeubli-robotics-suite.html>

[6] “Trashnet.” [Online]. Available: <https://github.com/garythung/trashnet>

[7] “YOLO v5.” [Online]. Available: <https://github.com/ultralytics/yolov5>

[8] “DenseNet Keras.” [Online]. Available: <https://keras.io/api/applications/densenet/>

[9] “SSD.” [Online]. Available: <https://github.com/balancap/SSD-Tensorflow>

[10] “Kanban.” [Online]. Available: <https://kanbanize.com/es/recursos-de-kanban/primeros-pasos/que-es-kanban>

[11] “Trello.” [Online]. Available: <https://trello.com/es>

[12] “Val 3 language.” [Online]. Available: <https://usermanual.wiki/Document/val3referencemanual.275627616/view>

[13] “Github propi” [Online]. Available: <https://github.com/Ricardlol/Recycling-robot>

[14] “Gripper.” [Offiline]. Available: ./information/eoat-grippers-parallel-grippers-for-large-strokes-piston-diameter-10-20mm-staubli-en-FP01600301A.pdf

[15] “IvCAM” [Online]. Available: <https://www.e2esoft.com/ivcam/>