

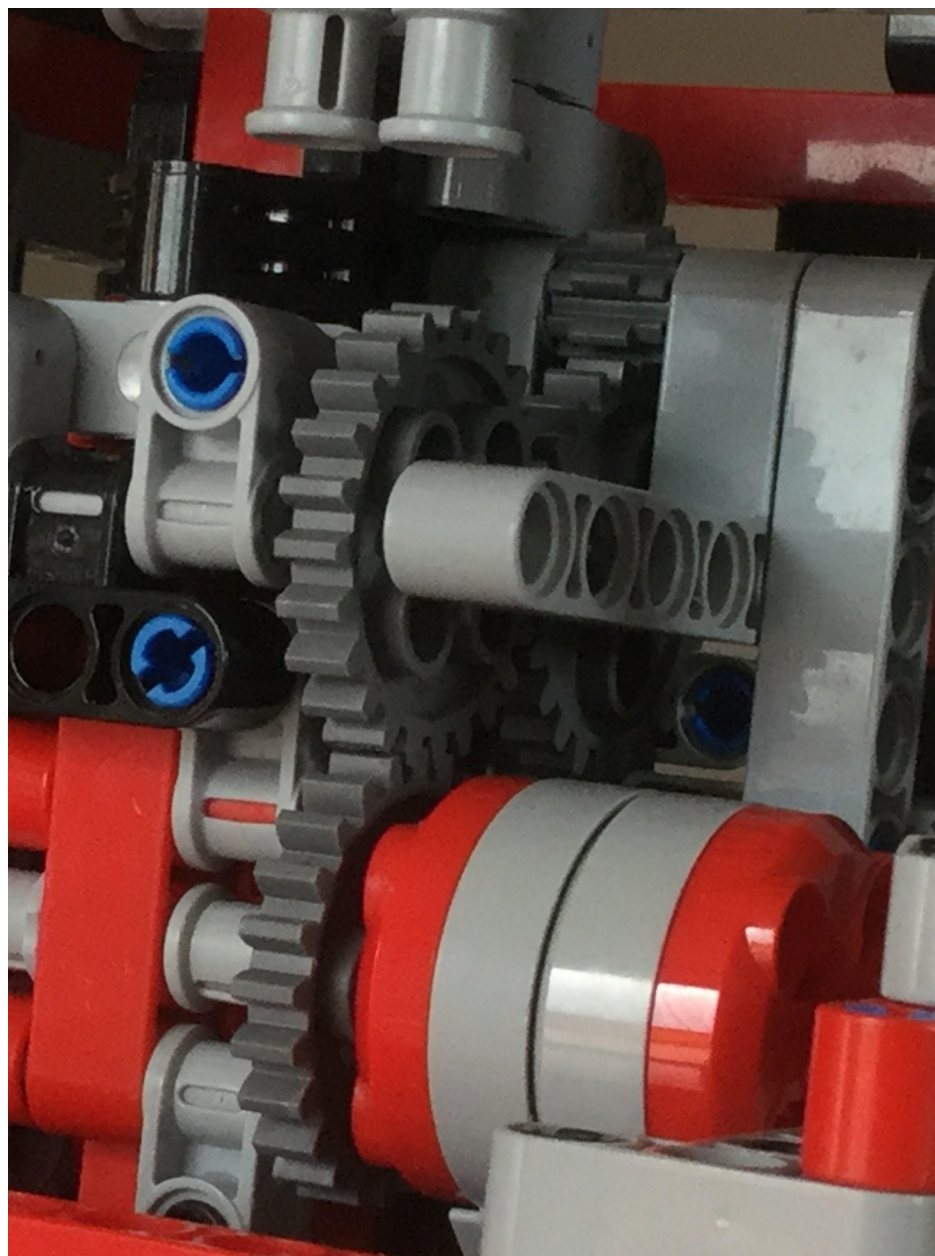
Construcció d'un robot capaç de resoldre el cub de Rubik

Presentació

Des de petit he estat interessat pel món dels cubs de Rubik, fins i tot arribava a passar-me hores resolent diferents cubs de Rubik i tota mena de trencaclosques. La tecnologia ha estat un dels altres grans interessos de la meua vida, especialment la robòtica. Per aquesta raó quan van proposar fer un treball de recerca sobre un tema que ens fos interessant vaig pensar de fer un treball relacionant aquestes dues grans passions: la robòtica i el cub de Rubik.

Durant l'última dècada la ciència i la tecnologia han fet grans avenços, fins i tot arribant a superar les persones en alguns aspectes, com per exemple en els escacs, en cirurgies de molta precisió o en els treballs monòtons. El principal objectiu d'aquest treball està íntimament relacionat amb aquest fenomen, i és donar resposta a una gran pregunta: un cub de Rubik $2 \times 2 \times 2$ pot ser resolt per un robot? I, si és així, el podria resoldre més ràpid que una persona?

Finalment m'agradaria esmentar les principals dificultats que he tingut a l'hora de realitzar el treball: la meua inexperiència en programació i el programari amb el qual s'ha programat el robot (Visual Studio Code), que no pot executar programes de gran extensió. Per aquesta raó, entre d'altres, s'ha dut a terme el projecte d'un robot que pogués resoldre un cub de Rubik $2 \times 2 \times 2$ i no un de $3 \times 3 \times 3$.



Metodologia

Per poder demostrar la hipòtesi anterior s'ha utilitzat el mètode següent: S'ha creat un robot amb peces de Lego i amb un controlador de la pròpia marca, anomenat EV3, per poder realitzar les accions prèviament codificades en un programa i solucionar un cub de Rubik 2 x 2 x 2. El robot ha estat creat amb peces de diferents sets de Lego i amb algunes peces de cartró, per tal d'intentar eliminar el petit error de precisió que pot presentar l'estructura del robot a l'hora d'encaixar amb el cub de Rubik.

El programa informàtic del robot ha estat creat a través del programari Visual Studio Code i el llenguatge de programació Python. També s'han estudiat les diferents situacions que pot presentar el cub i els algorismes que s'han d'aplicar per solucionar-les, i s'han implementat en el programa de tal manera que si el robot és capaç de resoldre el cub de Rubik 2 x 2 x 2 es demostrarà la hipòtesi del treball. Si no és així, la hipòtesis es refutarà.

Cos del treball

A partir del mètode anterior s'ha desenvolupat un treball dividit en quatre grans parts. A la primera part s'hi troba tota la informació teòrica per entendre millor el projecte: l'explicació del cub de Rubik, el mecanisme, les matemàtiques que amaga, les variants, el seu creador, etc. I també hi ha informació de Lego, la història d'aquesta empresa, el seu creador, el bloc EV3, etc., i del programari Visual Studio Code i del codi de programació Python. A la segona part s'hi troba el projecte de construcció del robot: quina estructura té, de quines parts consta, les mides i el funcionament per dur a terme totes les accions per solucionar el cub. A la tercera part s'hi troba tota la informació sobre el programa informàtic del robot: com ha estat programat i quines parts té. Finalment, a la quarta part s'hi troben totes les conclusions del treball. Al final del treball també hi ha un apartat d'annexos amb tota la informació complementària, com les instruccions per a l'elaboració del robot i el programa informàtic escrit.

Conclusions

Primerament podem destacar el gran avenç que Lego ha experimentat al llarg d'aquests últims anys. Podem observar que a l'inici de l'empresa la fàbrica només produïa els famosos blocs. No obstant, amb el pas del temps l'empresa va anar creixent, i va desenvolupar noves peces i noves línies de productes, com Lego Mindstorms. A dia d'avui gràcies a aquest progrés podem elaborar amb Lego mecanismes tan complexos com per exemple un robot amb capacitat per resoldre un cub de Rubik.

Pel que fa a la hipòtesi principal del treball hem pogut confirmar que un robot pot ser capaç de resoldre un cub de Rubik 2 x 2 x 2, ja que, si bé el cub ha de partir amb la cara blanca ja feta, el robot pot acabar-lo de completar tot sol. Com hem vist això

és degut principalment al fet que els cubs de Rubik es poden resoldre mitjançant algoritmes. Per tant, un robot amb un controlador (com el bloc EV3) al qual se li puguin donar «instruccions» a partir d'un programa i que pugui executar-les pot ser capaç de resoldre qualsevol cub de Rubik.

També hem pogut comprovar que el programari informàtic per elaborar un programa com el de la resolució d'un cub de Rubik $2 \times 2 \times 2$ no ha de ser ni molt avançat ni molt complex. El programa només necessita una funció perquè el robot pugui distingir els diferents casos i, d'aquesta manera, executar l'algorisme corresponent al cas en què es troba el cub. De la mateixa manera, hem pogut comprovar que no es necessita un gran equip tecnològic per poder realitzar un robot que pugui resoldre un cub de Rubik. Només es necessiten tres motors (fins i tot també és possible amb només dos motors) i un controlador «intel·ligent» que pugui executar les instruccions que se li donen a través d'un programa.

Pel que fa al programa, la majoria d'aquests estan escrits amb codis més avançats que Python (el llenguatge utilitzat en el projecte). Una gran part d'aquests projectes utilitzen també servidors externs per trobar la solució òptima del cub (no és una solució humana, sinó informàtica) per fer el programa més reduït. En el programa del treball, a diferència d'aquests programes, no s'ha utilitzat cap servidor extern, i ha estat programat a través d'una solució humana (el mètode Ortega). Això fa que el programa sigui més extens ja que s'han de definir tots els casos i els algoritmes corresponents.

Per altra banda, podem veure que el disseny del robot construït en el treball pot resoldre el cub de $2 \times 2 \times 2$ en un temps molt reduït comparat amb altres robots. Tenint en compte que realitza una mitjana d'entre 3 i 7 moviments per efectuar un moviment en el cub, si fos programat amb una solució òptima podria resoldre el cub en menys de 100 moviments. Això es deu al fet que, com ja hem vist, el cub de Rubik $2 \times 2 \times 2$ es pot solucionar en menys de 20 moviments, i cada moviment es realitza amb una mitjana de 5 moviments aproximadament. Per tant, en el cas d'estar programat amb una solució òptima podria tardar 110 segons aproximadament, ja que tarda una mitjana d'un segon i poques dècimes a realitzar un moviment.

També hem pogut observar que un robot capaç de resoldre un cub de $2 \times 2 \times 2$ actualment no pot resoldre el cub en menys temps que un humà. El rècord mundial de resoldre el cub de Rubik $2 \times 2 \times 2$ més ràpid el té Rami Sbahi, i és de 0,58 segons. Aquest temps és gairebé impossible de superar per un robot, perquè el cub de $2 \times 2 \times 2$ no té un punt per on agafar-se i això provoca que hagi de realitzar més d'un moviment per efectuar un sol moviment en el cub. Com a conseqüència, el temps que tarda un robot a resoldre'l és més gran; de fet, el menor temps en què un robot ha resolt un cub de Rubik $2 \times 2 \times 2$ és de 16 segons. No obstant, si el robot té un punt del cub per on agafar-se pot ser més veloç que un humà. Per exemple, és així en el

cube de Rubik $3 \times 3 \times 3$, que té uns eixos centrals amb els quals pot sustentar el cub. Això queda demostrat mirant els rècords mundials de les persones i els robots. L'actual rècord mundial (de l'any 2020) de la resolució d'un cub de Rubik $3 \times 3 \times 3$ més ràpida del món per una persona és de 3,47 segons (Yusheng Du). En canvi, l'actual rècord del món de la resolució d'un cub de Rubik $3 \times 3 \times 3$ per un robot és de 0,5 segons. Amb totes aquestes dades també podem concloure que un robot serà més ràpid que un humà resolent un cub de Rubik sempre que el nombre de peces d'un costat sigui senar. És a dir, si aquest nombre és senar (1, 3, 5, 7, 9...) significa que té uns eixos centrals per on el robot pot sustentar el cub i, per tant, pot ser més ràpid resolent-lo que una persona. No obstant, si el nombre és parell (2, 4, 6, 8...) significa que el cub no té uns eixos centrals (un exemple n'és el cub $2 \times 2 \times 2$) i per tant és més complicat de superar el temps d'una persona.

Bibliografia web

- Biografia d'Erno Rubik, vist el maig del 2020: <<https://www.biografias.es/famosos/erno-rubik.html>> - BussinesInsider, vist el març del 2020: <<https://www.businessinsider.es/juguetes-vendidos-todos-tiempos-todo-mundo-536463>> - Combinacions d'un cub de Rubik, vist l'abril del 2020: <¿Cuántas combinaciones tiene el cubo de Rubik? (wikiversus.com)> - ConceptoDefinicion, vist el març del 2020: <<https://concepto-definicion.de/cubo-de-rubik/>> - ConoceLaHistoria historia del cub de Rubik, vist el març del 2020: <<https://conocelahistoria.com/c-entretenimiento/historia-del-cubo-de-rubik/>> - Cub $2 \times 2 \times 2$, vist el març del 2020: <Cubo de Rubik $2 \times 2 \times 2$ - Método de principiantes (ruwix.es)> - Ecu Red, vist el març del 2020: <https://www.ecured.cu/Cubo_de_Rubik> - Història del cub de Rubik, vist el març del 2020: <<https://www.tinsa.es/blog/historia/historia-del-cubo-de-rubik-el-juguete-mas-vendido-del-mundo/>> - Historia de Lego, vist el març del 2020: <La Historia de LEGO (academiaplay.es)> - Lego Mindstorms, vist el maig del 2020: <Set de Lego mindstorms EV3 - Wikipedia, la enciclopedia libre> - Matemàtiques en un cub de Rubik, vist el maig del 2020: <Writing Code to Solve a Rubik's Cube | by Brad Hodkinson | Medium> - Mecanisme d'un cub de Rubik 2×2 , vist el maig del 2020: <geekwagon.net /> <Sketchup $2 \times 2 \times 2$ Rubik's Cube> - Mecanisme d'un cub de Rubik, vist l'abril del 2020: <...:Argolle:... Tu comunidad friki: Mecanismo Cubo Rubik (Infografía)> - Mètode Fridrich, vist el febrer del 2020: <Coscorrón de Razón: Método Fridrich para cubo de Rubik 3×3 (coscorronderazon.blogspot.com)> - Mètode Ortega, vist el febrer del 2020: < 2×2 Metodo Ortega Jz [1d473eg9oml2] (idoc.pub)> - Mindstorms i Python, vist el maig del 2020: <<https://education.lego.com/en-us/product-resources/mindstorms-ev3/teacher-resources/python-for-ev3>> - Python, vist el maig del 2020: <<https://www.python.org/>> - Rècords mundials speedcubing, vist el desembre del 2020: <<https://www.worldcubeassociation.org/results/records>> - Teoria de grups, vist el maig del 2020:

<<https://matematica.laguia2000.com/general/teoria-de-grupos>> - Visual Studio Code, vist el maig del 2020: <<https://code.visualstudio.com/>> - 0.38 Second Rubik's Cube Solve, vist el novembre del 2020: <<https://youtu.be/nt00QzKuNVY>> - Lego 2x2 Rubik's cube solver, vist el febrer del 2020: <<https://youtu.be/CKduYM1LPCc>> - Lego 2x2 Rubik's cube solver (pocket cube) vist el febrer del 2020: <<https://youtu.be/Qo0Ian76q9U>> - MindCuber2x, vist el febrer del 2020: <<https://youtu.be/HwqosK-2jewc>> - Robot 2x2, vist el març del 2020: <<https://youtu.be/KCjxfLz3krE>>
