

ASSISTER UNE PERSONNE À MOBILITÉ RÉDUITE COMMENT AIDER UNE PERSONNE À MOBILITÉ RÉDUITE À COMMANDER DES APPAREILS À PARTIR DES MOUVEMENTS DE LA MAIN ?

Note d'intention

Certaines personnes souffrant de lourds handicaps peuvent ne plus être en mesure de contrôler certaines parties de leur corps. Le projet a pour but de mettre en œuvre un produit qui contribue à aider ces personnes afin de les rendre plus autonomes. Dans le cas du projet Digi-contrôle, il va permettre de piloter un bras manipulateur muni d'une pince à partir de légers mouvements de la main et des doigts.

Toutes les ressources nécessaires sont fournies.

Mots-clés

Projet première, SysML, ingénierie système, algorithme, carte électronique de type Arduino, module Bluetooth, capteur accéléromètre, capteur de flexion, Modèle 3D, design.

Références au programme

Au cours de la classe de première, un projet de 12 heures mené en équipe permet aux élèves d'imaginer et de matérialiser tout ou partie d'une solution originale. Ce projet peut être commun à toutes les équipes d'une même classe ou d'un établissement sous la forme d'un défi.

Connaissances

Scénario d'usage et expérience utilisateur.

- Éléments d'ergonomie.
- Modeleur volumique.
- Mise en œuvre d'outils de prototypage rapide.
- Mesures et tests des performances de tout ou partie de la solution innovante.
- Amélioration continue.
- Outils d'ingénierie-système : diagrammes fonctionnels, définition des exigences et des critères associés, cas d'utilisations, analyse structurelle.
- Écarts de performance absolu ou relatif, et interprétations possibles.
- Erreurs et précision des mesures expérimentales ou simulées.
- Structures algorithmiques (variables, fonctions, structures séquentielles, itératives, répétitives, conditionnelles).
- Langage de programmation.
- Natures et caractéristiques des signaux, des données, des supports de communication.
- Règle de raccordement des appareils de mesure et des capteurs.
- ENT, moteurs de recherche, internet, blog, base de données, dossiers techniques.
- Espaces partagés et de stockage, ENT.
- Média, outils multimédia, outils bureautiques, carte mentale, diagramme de l'ingénierie-système, schéma, croquis, prototype.

Compétences

INNOVER

- Imaginer une solution originale, appropriée et esthétique.
- Représenter une solution originale.
- Matérialiser une solution virtuelle.
- Évaluer une solution.

ANALYSER

- Analyser le besoin, l'organisation matérielle et fonctionnelle d'un produit par une démarche d'ingénierie système.
- Quantifier les écarts de performances entre les valeurs attendues, les valeurs mesurées.

MODÉLISER ET RÉSOUDRE

- Traduire le comportement attendu d'un objet.
- Traduire un algorithme en un programme exécutable.
- Caractériser les échanges d'informations.

EXPÉRIMENTER ET SIMULER :

- Conduire les essais en toute sécurité à partir d'un protocole expérimental fourni.

COMMUNIQUER

- Collecter et extraire des données. Comparer, traiter, organiser et synthétiser les informations pertinentes.
- Travailler de manière collaborative. Trouver un tiers expert. Collaborer en direct ou sur une plateforme, via un espace de fichiers partagés.
- Adapter sa communication au public visé et sélectionner les informations à transmettre. Scénariser un document suivant le public visé.

SOMMAIRE

<i>Le projet Digi-contrôle</i>	5
Mise en situation	5
<i>Phase 1- découverte du projet</i>	6
Objectifs	6
Pré-requis	6
Éléments fournis	6
Répartition du travail	6
<i>Phase 2 - prise en main matériel et logiciel</i>	8
Objectifs	8
Éléments fournis	8
Répartition du travail :	8
<i>Phase 3 - concevoir et réaliser les programmes</i>	9
Objectifs	9
Pré-requis	9
Éléments fournis	9
Répartition du travail :	10
<i>Phase 4 - modélisation 3D et design</i>	11
Objectifs	11
Pré-requis	11
Éléments fournis	11
Répartition du travail :	11
<i>Phase 5 - assembler et tester</i>	13
Objectifs	13
Éléments fournis	13
Répartition du travail	13
<i>Phase 6 - communication</i>	14
Objectifs	14
Éléments fournis	14
Répartition du travail	14

Retrouvez éduscol sur



Le projet Digi-contrôle

Mise en situation

Certaines personnes souffrant de lourds handicaps peuvent ne plus être en mesure de contrôler certaines parties de leur corps. Le projet a pour but de mettre en œuvre un produit qui contribue à aider ces personnes afin de les rendre plus autonomes.

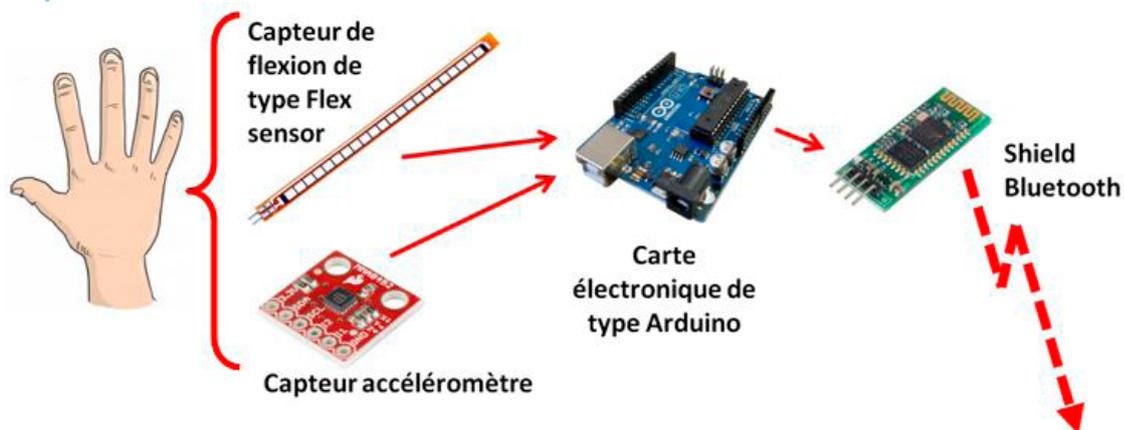
Le projet « Digi-contrôle » permet de piloter un bras manipulateur muni d'une pince à partir de légers mouvements de la main et des doigts.

Le bras manipulateur comporte 3 axes et une pince. La flexion du pouce commandera l'ouverture et la fermeture de la pince, la flexion de l'index et du majeur commanderont respectivement 2 axes du bras manipulateur. Le dernier axe du bras manipulateur sera piloté par une légère rotation de la main.

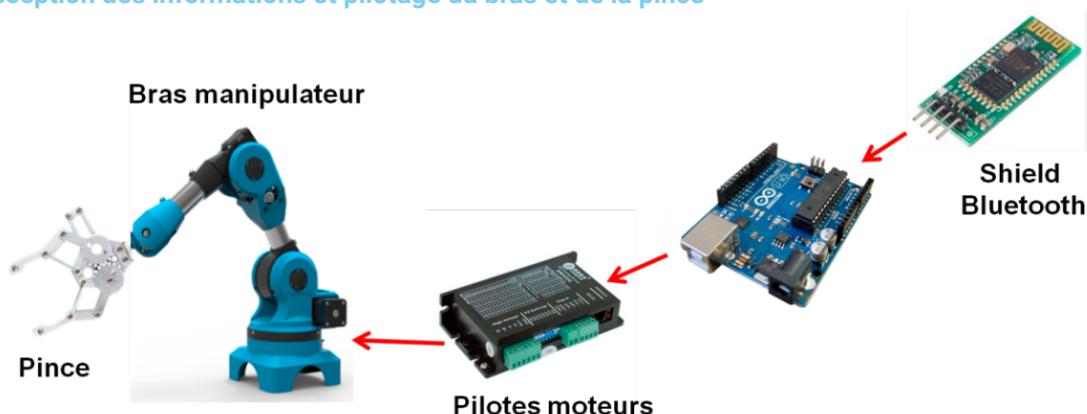
Une communication sans fil permettra une commande du bras manipulateur à distance.

Les schémas ci-dessous présentent le principe de commande du bras manipulateur à partir des mouvements des doigts et de la main du patient.

Acquisition et émission des informations



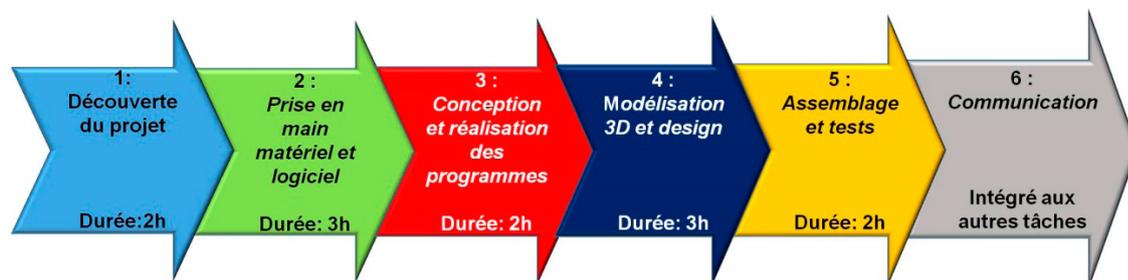
Réception des informations et pilotage du bras et de la pince



Retrouvez éducol sur



Ce projet est conçu pour **4 élèves** et se déroule en 6 phases.



Phase 1- découverte du projet

Objectifs

Découvrir et s'approprier le projet au travers du premier processus de l'ingénierie système en complétant le diagramme de contexte, des cas d'utilisation et des besoins.

Pré-requis

Notions d'ingénierie système : mission du système, contexte, cas d'utilisation, scénarios et besoins.

Éléments fournis

- fichier SysML complété partiellement (Mission du système réalisée).
- PC avec logiciel approprié.
- Ressource premier processus d'ingénierie système.

Répartition du travail

Durée	Tache	Élèves				Commentaire
		1	2	3	4	
2 heures	Analyser la mission du produit à faire	X	X	X	X	Cette partie concerne tous les élèves du groupe. Le travail peut être réalisé en collaboration avec le wprofesseur.
	Compléter le diagramme de contexte	X	X	X	X	
	Compléter le diagramme des cas d'utilisation	X	X	X	X	
	Écrire les scénarios	X	X	X	X	
	Écrire le diagramme des besoins	X	X	X	X	

Retrouvez éducol sur



Découverte et appropriation du projet en mettant en œuvre le premier processus de l'ingénierie système en analysant la mission du système puis en complétant les diagrammes de contexte, des cas d'utilisation et des besoins.

Mots-clés

SysML, ingénierie système, diagramme de contexte, diagramme des cas d'utilisation, scénarios, diagramme des besoins.

Références au programme

« La société attend des ingénieurs qu'ils lui proposent des solutions nouvelles pour répondre aux besoins émergents. La capacité à proposer des solutions innovantes repose en partie sur une analyse des solutions existantes et des enjeux de société associés. Ainsi, les ingénieurs sont capables de mener une analyse structurée des produits et d'utiliser une base de connaissances scientifiques et technologiques. »

Connaissances

Outils d'ingénierie-système : diagrammes fonctionnels, définition des exigences et des critères associés, cas d'utilisations, analyse structurelle.

Compétences

ANALYSER

- Analyser le besoin, l'organisation matérielle et fonctionnelle d'un produit par une démarche d'ingénierie système.

Phase 2 - prise en main matériel et logiciel

Objectifs

S'approprier le matériel et le logiciel par des expérimentations afin d'analyser les signaux.

Éléments fournis

- PC avec logiciel Arduino
- Programmes d'essais
- Ressource sur les signaux (logiques, analogiques, numériques)
- Capteur de flexion et accéléromètre
- Servomoteurs
- Carte de traitement de type Arduino
- Bras manipulateur avec pince

Répartition du travail :

Durée	Tache	Élèves				Commentaire
		1	2	3	4	
3 heures	Mettre en œuvre l'accéléromètre et le programme d'essai fourni.	X	X			La mise en œuvre des capteurs est faite en suivant un protocole expérimental donné.
	Mettre en œuvre un capteur « Flex-Sensor » à partir d'un programme d'essai fourni.			X	X	
	Analyser les signaux mesurés et traités.	X	X	X	X	
	Mettre en œuvre les commandes de mouvements du robot à partir d'un programme d'essai fourni.	X	X			La répartition entre élèves (exemple : élève 1 et 2) est laissée libre pour mettre en œuvre l'accéléromètre et mettre en œuvre les commandes.
	Mettre en œuvre les commandes de mouvements de la pince à partir d'un programme d'essai fourni.		X	X	X	
	Analyser les signaux mesurés et traités.	X	X	X	X	

Retrouvez éduscol sur



Les élèves mettent en œuvre les capteurs au travers de protocoles expérimentaux donnés et analysent les signaux de ceux-ci. Ils mettent en œuvre la commande des moteurs pilotant les axes du bras manipulateur et la pince.

Mots-clés

Accéléromètre, capteur de flexion « Flex-Sensor », servomoteur, carte électronique de type Arduino, signaux logiques, signaux analogiques, signaux numériques.

Références au programme

La création de produits technologiques a pour objectif de répondre à des besoins et d'obtenir des performances préalablement définies. Les ingénieurs, pour prévoir les performances des solutions développées, construisent des modèles.

- Pour valider les performances d'un produit, les ingénieurs réalisent des expérimentations et des essais. Ils permettent d'obtenir des valeurs expérimentales de performances à partir du fonctionnement du produit réel.

Connaissances

- Natures et caractéristiques des signaux, des données, des supports de communication.
- Règle de raccordement des appareils de mesure et des capteurs.

Compétences

MODÉLISER ET RÉSOUDRE

- Caractériser les échanges d'informations.

EXPÉRIMENTER ET SIMULER

- Conduire les essais en toute sécurité à partir d'un protocole expérimental fourni.

Phase 3 - concevoir et réaliser les programmes

Objectifs

- Concevoir les algorithmes de mise à l'échelle des signaux issus des capteurs.
- Préparer les informations pour un transfert par liaison sans fil. Pour cela chaque commande transmise sera associée à un caractère.
- Réaliser et tester les programmes.

Pré-requis

Algorithmie.

Éléments fournis

- PC avec logiciel Arduino
- Ressource pour la programmation Arduino
- Carte de traitement de type Arduino côté émission avec le programme de transmission sans fil (Bluetooth)
- Carte de traitement de type Arduino côté réception avec le programme de transmission sans fil (Bluetooth)
- Capteur de flexion et accéléromètre
- Servomoteurs
- Bras manipulateur avec pince

Retrouvez éduscol sur



Répartition du travail :

Durée	Tache	Élèves				Commentaire
		1	2	3	4	
2 heures	Décrire, par un algorithme, le programme permettant : - la mise à l'échelle des signaux issus de l'accéléromètre pour obtenir la position de la main en degrés. - l'association d'un caractère à chaque commande de déplacement.	X	X			La partie sur les algorithmes peut être travaillée à l'extérieur de la classe.
	Décrire, par un algorithme, le programme permettant : - la mise à l'échelle des signaux issus des capteurs « Flex-Sensor » pour obtenir la position des doigts en degrés - l'association d'un caractère à chaque commande de déplacement.			X	X	
	Décrire, par un algorithme, le programme permettant de traduire le caractère reçu en commande de déplacement des axes du robot.			X	X	
	Décrire, par un algorithme, le programme permettant de traduire le caractère reçu en commande de déplacement de la pince.	X	X			
	Écrire et tester le programme correspondant (compléter le programme fourni).	X	X	X	X	

Conception des algorithmes puis écriture et test des programmes qui permettent l'adaptation des signaux des capteurs afin de commander les déplacements du bras manipulateur et de la pince.

Mots-clés

Algorithme, programme, capteur accéléromètre, capteur de flexion « Flex Sensor », servomoteur, carte électronique de type Arduino.

Références au programme

Pour valider les performances d'un produit, les ingénieurs réalisent des expérimentations et des essais. Ils permettent d'obtenir des valeurs expérimentales de performances à partir du fonctionnement du produit réel.

Connaissances

Structures algorithmiques (variables, fonctions, structures séquentielles, itératives, répétitives, conditionnelles).

Langage de programmation.

Compétences

MODÉLISER ET RÉSOUDRE

- Traduire le comportement attendu d'un objet.
- Traduire un algorithme en un programme exécutable.

Retrouvez eduscol sur



Phase 4 - modélisation 3D et design

Objectifs

Évaluer un premier prototype imprimé en 3D, adapter les modèles 3D au patient puis vérifier après impression 3D la satisfaction du patient.

Pré-requis

- Notions sur modeleur volumique.
- Schéma cinématique.

Éléments fournis

- PC avec logiciel SolidWorks
- Ressource sur la conception dans un assemblage
- Croquis des pièces
- Premier prototype imprimé en 3D

Répartition du travail :

Durée	Tache	Élèves				Commentaire
		1	2	3	4	
3 heures	Évaluer le premier prototype (supports doigts, support main avec capteur Flex-Sensor et accéléromètre, support carte Arduino + batterie sur avant-bras et support carte Arduino coté robot).	X	X	X	X	Des croquis sont fournis afin de faire apparaître facilement les modifications. Une ressource sur le travail dans l'assemblage est fournie. L'utilisation des tutoriels présents dans le logiciel peuvent également être utilisés.
	Adapter le support avant-bras au patient et le support de la carte (coté main et robot) ainsi que la fixation de l'accéléromètre sur le support de main.	X	X			
	Compléter le modèle 3D fourni du support avant-bras et du support de main.	X	X			
	Adapter les supports de doigts et le support de main (positionnement et fixation capteur Flex Sensor + positionnement main) au patient.			X	X	
	Compléter le modèle 3D fourni des supports doigts et main.			X	X	
	Mettre en commun les modifications sur le support main.	X	X	X	X	
	Imprimer vos modèles en 3D.	X	X	X	X	Impression en dehors des heures de classe.
	Évaluer le prototype modifié.	X	X	X	X	

Retrouvez éducol sur



Après évaluation de l'impression d'un premier prototype en 3D, les élèves doivent adapter les modèles 3D à un patient puis vérifient la satisfaction de celui-ci au travers de l'impression 3D de leurs modèles modifiés.

Mots-clés

Modèle 3D, impression 3D.

Références au programme

Au cycle terminal, les élèves sont invités à proposer des solutions nouvelles sur des problématiques simples mais aussi des évolutions de solutions existantes pour prendre en compte une rupture technologique ou une évolution des attentes des clients.

Les solutions s'attachent à définir les aspects fonctionnel et esthétique en vue d'élaborer un prototype.

Connaissances

- Scénarios d'usage et expériences utilisateurs.
- Éléments d'ergonomie.
- Modeleur volumique
- Mise en œuvre d'outils de prototypage rapide.
- Mesures et tests des performances de tout ou partie de la solution innovante Amélioration continue.

Compétences

INNOVER

- Imaginer une solution originale, appropriée et esthétique.
- Représenter une solution originale.
- Matérialiser une solution virtuelle.
- Évaluer une solution.

Phase 5 - assembler et tester

Objectifs

Les élèves doivent assembler et tester le système puis tirer des conclusions entre les résultats obtenus et attendus.

Éléments fournis

Matériels pour l'assemblage et test.

Répartition du travail

Durée	Tache	Élèves				Commentaire
		1	2	3	4	
2 heures	Assembler l'ensemble des éléments du produit et mettre en œuvre et tester.	X	X	X	X	
	Comparer les résultats obtenus avec ceux attendus.	X	X	X	X	

Les élèves doivent assembler et tester leur production afin de comparer les résultats obtenus avec ceux attendus.

Mots-clés

Assemblage, résultats observés, résultats attendus.

Références au programme

- Le cycle terminal approfondit de façon qualitative l'analyse des produits d'une complexité croissante et quantifie les performances attendues.
- Pour valider les performances d'un produit, les ingénieurs réalisent des expérimentations et des essais. Ils permettent d'obtenir des valeurs expérimentales de performances à partir du fonctionnement du produit réel.

Connaissances

- Écarts de performance absolu ou relatif, et interprétations possibles.
- Erreurs et précision des mesures expérimentales ou simulées.
- Règle de raccordement des appareils de mesure et des capteurs.

Compétences

ANALYSER

- Quantifier les écarts de performances entre les valeurs attendues, les valeurs mesurées.

EXPÉRIMENTER ET SIMULER

- Conduire des essais en toute sécurité à partir d'un protocole expérimental.

Phase 6 - communication

Objectifs

Les élèves doivent au travers des différentes tâches effectuées, travailler de manière collaborative. Ils devront produire un document de synthèse numérique afin de présenter leur travail. Ce travail pourra être présenté à d'autres classes ou un challenge pourra être organisé.

Éléments fournis

PC avec logiciel de présentation.

Répartition du travail

Durée	Tache	Élèves				Commentaire
		1	2	3	4	
Intégré aux autres tâches	Travailler de façon collaborative en utilisant l'espace numérique.	X	X	X	X	
	Produire un document de synthèse numérique	X	X	X	X	
	Présenter le projet Prévoir une présentation sous forme de challenge (en dehors des 12h projet)	X	X	X	X	

Retrouvez éduscol sur



Les élèves doivent collaborer comme le font les ingénieurs. Ils devront produire une synthèse numérique afin de présenter leur travail à d'autres classes ou au travers d'un challenge.

Mots-clés

Synthèse numérique, collabore.

Références au programme

Les ingénieurs communiquent avec de nombreuses personnes. Ils échangent avec des non spécialistes pour comprendre leur besoin ainsi qu'avec de nombreux intervenants au sein de l'entreprise et avec des partenaires.

Les ingénieurs sélectionnent des informations pertinentes, ils produisent et présentent des informations relatives à leur activité.

Les ingénieurs proposent des solutions innovantes qu'ils présentent de façon argumentée pour convaincre partenaires et décideurs.

Connaissances

ENT, moteurs de recherche, internet, blog, base de données, dossiers techniques.

Espaces partagés et de stockage, ENT.

Média, outils multimédia, outils bureautiques, carte mentale, diagramme de l'ingénierie-système, schéma, croquis, prototype.

Compétences

COMMUNIQUER

- Collecter et extraire des données.
- Comparer, traiter, organiser et synthétiser les informations pertinentes.
- Travailler de manière collaborative.
- Trouver un tiers expert.
- Collaborer en direct ou sur une plateforme, via un espace de fichiers partagés.
- Adapter sa communication au public visé et sélectionner les informations à transmettre.
- Scénariser un document suivant le public visé.