

Département Génie Informatique

MASTER

Intelligence Artificiel et Analyse de Données (MIAAD)

Mémoire de Projet

Étude et développement pour le robot humanoïde NAO : Gess the Number game

*Réalisé par :
Benghdaif Assia*

Remerciement

« La reconnaissance est la mémoire du cœur. »

[Hans Christian Andersen]

Au terme de la rédaction de ce mémoire, c'est un devoir agréable d'exprimer en quelques lignes la reconnaissance que je dois à tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à l'élaboration de ce travail, qu'ils trouvent ici mes vifs respects et notre profonde gratitude.

Mes remerciements vont particulièrement à Monsieur **Younes BENHOURIA** pour son soutien, sa disponibilité et ses conseils précieux au jour le jour.

Résumé

La communication entre l'homme et les outils informatiques a évolué parallèlement au développement des technologies numériques. De la souris aux écran tactiles en passant par l'aide vocale, divers moyens d'interaction facilitent et fluidifient les interactions hommes-machine. C'est dans ce contexte que ce projet s'inscrit.

"Gess the Number" est un projet de développement du robot NAO, visant à créer une expérience interactive pour les utilisateurs. Le robot NAO est programmé pour interagir avec les participants et les inviter à deviner un numéro secret.

L'objectif principal du projet est de combiner les capacités vocales, capture vidéos et de mouvement du robot NAO pour créer une expérience engageante et divertissante. Le robot guide les participants à travers une série d'indices et de questions pour les aider à deviner le numéro secret.

Table des matières

Remerciement.....	2
Résumé.....	3
Table des matières	4
Liste des Figures.....	7
Liste des tableaux	8
Introduction générale.....	9
Chapitre I : Généralités sur la robotique et les humanoïdes	10
1. Introduction	10
2. Historique	10
3. Types de robots	11
a. Robots industriels :	11
b. Robots industriels :	12
c. Robots domestiques :	13
d. Robots militaires :	14
e. Le robot Pepper :	14
4. Conclusion.....	15
Chapitre II : Etat de l’art	16
1. Introduction	16
2. Présentation du robot humanoïde NAO	16
1- Historique du concepteur de NAO.....	16
2- Description générale de NAO	16
3- Caractéristiques techniques.....	17
a. Tête :	17
b. Torse :	19
c. Bras :	20

d.	Mains :.....	20
e.	Jambes :.....	20
f.	Pieds :.....	21
g.	Communication :.....	22
h.	Langue :.....	22
4-	Degrés de liberté du robot NAO H25	22
5-	Mise en marche (connectivité).....	23
a.	Connexion et initialisation de NAO	23
b.	Configuration Wifi	24
3.	Etude technique : Présentation du logiciel Choregraphe	26
1-	Présentation de l'interface de Choregraphe	26
1-	Barre d'outils et de menus (A)	26
2-	Panneau de contenus du projet (B).....	27
3-	Espace de travail (C)	27
4-	Bibliothèque des Box (D).....	27
5-	Vue du robot (réel ou virtuel) (E).....	28
2-	Quelques scenarios avec le Choregraphe.....	28
a.	Head sensors :.....	28
b.	Reconnaissance des visages :	28
c.	Reconnaissance des émotions :	29
4.	Conclusion.....	29
Chapitre III : Réalisation		30
1.	Introduction	30
2.	Choix techniques	30
2.1	Environnement de développement.....	30
a.	Visual Studio Code :	30

b.	GitHub	30
2.2	Outils utilisés	30
a.	SSH :	30
b.	Robot Settings [2] :	31
2.3	Librairies et Langages utilisés	31
a.	Mediapipe :	31
b.	Open CV :	31
c.	Python :	31
3.	MediaPipe : Hand Landmarker	32
4.	Mécanismes de travail de l'application :	34
5.	Présentation du projet	34
3.	Conclusion	35
	Conclusion	36
	Bibliographie et Webographie	37
	Annexe 1	38

Liste des Figures

Figure 1 : Soudure effectuée par un robot	12
Figure 2 : Robot nettoyeur	12
Figure 3 : Robot chirurgical Da Vinci	13
Figure 4 : Tondeuse automatique	13
Figure 5 : Robot Aibo	13
Figure 6 : Robots utilisés dans le secteur militaire	14
Figure 7 : La famille des humanoïdes de la firme Softbank Robotics	14
Figure 8 : Illustration du robot Pepper	15
Figure 9 : Le robot humanoïde NAO et le logo d'ALDEBARAN	17
Figure 10 : Illustration qui détaille l'ensemble des éléments qui sont inclus dans NAO	17
Figure 11 : 6. Degrés de liberté du robot NAO	23
Figure 12 : Position de sécurité et système de connexion de NAO	24
Figure 13 : interface de configuration	25
Figure 14 : Présentation graphique des différentes parties de Choregraphe	26
Figure 15 : Choregraphe : Bibliothèque des Box	27
Figure 16 : Choregraphe : Vue du robot	28
Figure 17 : head sensors	28
Figure 18 : face recognition	29
Figure 19 : emotions recognition	29
Figure 20 : hand landmarks	33
Figure 21 : hand landmarks test	33
Figure 22 : architecture Physique	34
Figure 23 : logigramme du projet	35

Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Choregraphe : Barre d'outils et de menus</i>	26
---	----

Introduction générale

De nos jours, on entend presque quotidiennement que des scientifiques développent de nouvelles technologies ou de nouvelles structures qui ne nous laissent pas indifférent. Ces nouvelles techniques nous influencent en changeant notre vision et notre comportement vis-à-vis de notre environnement et de notre civilisation. Une tendance fascinante est le développement de robots humanoïdes qui seront, un jour, capables d'imiter l'attitude conviviale de l'être-humain.

L'objectif de notre travail étant de réaliser une étude et de développer des applications sur le robot humanoïde NAO. La première étape était d'étudier ce robot en faisant, en premier lieu, connaissances de ses ressources matérielles et logicielles. La deuxième concerne la mise en marche, la configuration et la préparation du robot pour l'implémentation des applications (installation des logiciels nécessaires, configuration du wifi, ajout de la deuxième langue). La dernière étape était l'étude et l'implémentation des applications.

Dans ce contexte, le travail présenté dans ce rapport, porte sur le développement d'une application qui permet aux clients la manipulation d'un jeu qui s'impose sur plus des outils du robot NAO.

C'est dans cette perspective que s'inscrit ce projet informatique/robotique qui a pour objectif de mener une étude et une analyse permettant d'améliorer le Plan de modéliser, contrôler et gérer le robot humanoïde NAO.

Ainsi, le présent rapport représente une étude détaillée, qui s'articule sur trois Chapitres :

Le premier chapitre est consacré à présenter des généralités sur la robotique (historique, évolution, différents types de robots).

Puis, le deuxième chapitre comprendra l'étude fonctionnelle à savoir la description matérielle et la mise en marche de NAO. Ensuite, l'analyse et l'identification des fonctionnalités du logiciel Choregraphe permettant de commander le robot. Par la suite, les applications qu'on a pu réaliser avec le logiciel Choregraphe.

Enfin, dans le dernier chapitre, nous allons entamer les technologies utilisées pour développer l'application, puis la présentation du projet à partir des captures vidéos.

Chapitre I : Généralités sur la robotique et les humanoïdes

1. Introduction

La robotique est un domaine technique qui regroupe plusieurs disciplines permettant de concevoir des machines automatiques qui fonctionnent en leur fournissant une énergie de manière continue ou depuis des batteries rechargeables.

Étymologiquement parlant, le mot robot vient de la langue tchécoslovaque (anciennement) « robota » qui signifie le travail dur.

D'après le dictionnaire anglophone « Oxford English Dictionary », le terme robot est utilisé pour la première fois par Asimov en 1940 dans l'une de ses œuvres.

Selon ATILF, la définition du robot est la suivante : « Appareil effectuant, grâce à un système de commande automatique à base de micro-processeur, une tâche précise pour laquelle il a été conçu dans le domaine industriel, scientifique, militaire ou domestique ».

On peut comprendre donc que le champ d'application de cette technologie est important de nos jours. Cela dépend du type de robot, car ce dernier peut être conçu sous forme d'une machine, humanoïde ou sous forme d'un bot informatique (système d'exploitation, virus...).

2. Historique

Partant de l'idée de créer des mécanismes qui exécutent des tâches que l'être humain ne peut pas réaliser, les scientifiques ont pu franchir une nouvelle frontière dans le développement technologique.

Les premières inventions en robotique qui ont impressionné le monde entier sont apparues au début du 20^{ème} siècle, tels que la création du chien électrique en 1915 par « John Hammond » et « Benjamin Miessner ».

Quarante ans plus tard, les inventeurs ont proposé de nouveaux concepts dont leur particularité était de reproduire certains réflexes d'animaux, qui sont, les tortues cybernétiques de « William Grey Walter » (1950), le renard électronique de « Albert Ducrocq » (1953) ou l'homéostat de « W. Ross Ashby » (1952).

La robotisation de l'industrie a commencé dans les années 1960 et elle est devenue rapidement indispensable dans ce secteur pour des raisons de compétitivité et de la production en masse.

À la fin du 20ème siècle, la robotique de transport de personnes et de marchandises portuaire font leur apparition dans certains coins du monde.

Les robots domestiques destinés au grand public, quant à eux, font leur apparition plus tard, au début du 21ème, on cite à titre d'exemple les aspirateurs et les tondeuses autonomes.

Toujours au début du 21ème mais au niveau militaire cette fois-ci, se développent les tourelles automatiques sur les navires de guerre et les drones.

« Hier fiction, maintenant réalité, le robot humanoïde, machine intelligente créée sur le modèle humain, concrétise des rêves ancestraux, avec pour ambition que la copie puisse égaler ou dépasser son modèle et créateur. ».

De nos jours, les humanoïdes sont en voie d'intégration dans la société civile, pour leurs permettre d'apprendre et d'acquérir de nouvelles capacités.

3. Types de robots

a. Robots industriels :

Les robots industriels sont les premiers à avoir été produits en grand nombre afin d'optimiser la production industrielle. Ils se trouvent plus particulièrement sur les chaînes de montage et le plus souvent dans l'industrie automobile. Dans ce secteur, on peut trouver des robots de soudures, de nettoyage, d'emballage ou de surveillance.



Figure 1 : Soudure effectuée par un robot



Figure 2 : Robot nettoyeur

b. Robots industriels :

Un robot médical est avant tout un système de chirurgie intégré à un ordinateur (computer-integrated-surgery). En d'autres termes, le robot lui-même n'est qu'un élément d'un système plus vaste conçu pour aider le chirurgien à effectuer une intervention chirurgicale pouvant inclure la planification et l'enregistrement dans les plans préopératoires et à utiliser de façon combinée une assistance robotique et d'outils à commande manuelle pour la réalisation du plan ainsi que la vérification et le suivi postopératoire.

Il peut certes réaliser quelques gestes de façon automatique, mais il est le plus souvent soit télé-manipulé, via une interface appropriée (généralement un bras maître), soit manipulé par une action directe du chirurgien sur l'instrument porté par le robot. Le choix du mode de commande des robots (automatique, télé-manipulé ou comanipulé) dépend du geste chirurgical à accomplir et, donc, de considérations d'ergonomie de l'interface homme-machine. Les robots télé-manipulés sont les plus nombreux, car c'est le mode de commande du robot Da Vinci, le plus répandu aujourd'hui.



Figure 3 : Robot chirurgical Da Vinci

c. Robots domestiques :

Il s'agit généralement de robots destinés à usage particulier. On peut citer l'exemple d'une tondeuse à gazon automatique qui coupe le gazon de façon autonome sur le périmètre souhaité en évitant de se heurter aux obstacles.



Figure 4 : Tondeuse automatique

Pour le divertissement et l'accompagnement, Sony a conçu un robot chien nommé Aïbo qui est très populaire et capable d'apprendre. La version la plus récente est équipée d'une technologie de pointe et possède des fonctionnalités très avancées telles que : des articulations qui lui permettent de faire bouger ses pattes, sa tête, ses oreilles et sa queue. Il est également équipé de deux caméras, d'un haut-parleur, de microphones, d'accéléromètre, d'un gyromètre et de capteurs tactiles.



Figure 5 : Robot Aïbo

d. Robots militaires :

Ils sont principalement utilisés pour la surveillance dans les airs comme dans la mer. A titre d'exemple, les avions sans pilotes qui surveillent, reconnaissent ou identifient même des cibles ennemies.



Figure 6 : Robots utilisés dans le secteur militaire

e. Le robot Pepper :

Faisant partie du même groupe que B.D., SoftBank Robotics (Aldebaran anciennement) a su s'imposer sur le marché international en concevant des humanoïdes destinés au public qui sont : NAO, Romeo et Pepper. Ils peuvent être utilisés pour l'éducation, la recherche et le divertissement (usage personnel).



Figure 7 : La famille des humanoïdes de la firme Softbank Robotics

Pepper coûte environ 20,000 euros, c'est le robot vedette du moment. Ayant une autonomie de batterie de 12 heures, qui est dû notamment à son système de motricité, étant aussi équipé de trois roues omnidirectionnelles, il a la faculté de parler facilement avec des

personnes, de les orienter et de leurs donner des informations. Pour l'instant il est destiné pour un secteur professionnel.



Figure 8 : Illustration du robot Pepper

4. Conclusion

Dans ce premier chapitre du mémoire, on a abordé, de façon générale, la discipline de la robotique et son champ d'application. On a décrit les différents types de robots existants de notre ère. Puis, on a cité quelques humanoïdes les plus fascinants tout en indiquant leurs facultés.

Vu que notre objectif concerne l'étude et le développement d'applications pour le robot humanoïde NAO, il est impératif de décrire son aspect technique et de présenter ses constituants à travers le second chapitre.

Chapitre II : Etat de l'art

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons décrire le robot humanoïde NAO V6, ses caractéristiques techniques et mécaniques, ses différentes parties et composants.

On va répondre à la question suivante : « Comment se servir du logiciel Choregraphe et de ses fonctionnalités afin de créer des applications pertinentes et significatives ? ».

2. Présentation du robot humanoïde NAO

1- Historique du concepteur de NAO

Idebaran Robotics est une entreprise française qui a été créée en 2005 ayant pour objectif la production de robots humanoïdes destinés à évoluer dans la société humaine. En 2008, le robot NAO a vu le jour et plusieurs versions lui ont succédé.

En 2014 cette entreprise a changé de nom en « Softbank Robotics ». Car, elle a été rachetée par l'entreprise japonaise Softbank. Aujourd'hui, on en est à la 6ème version qui fut lancée en 2018. C'est la plus évoluée depuis le début de son aventure, puisque NAO intègre un tout nouveau CPU qui accroît ses performances. Il est développé sur une plateforme Open Source.

2- Description générale de NAO

Le robot NAO H25 mesure environ 58 cm et pèse moins de 5 kg. NAO est équipé d'une centrale inertielle avec un accéléromètre 3 axes et 2 gyromètres, de 2 sonars utilisant des capteurs à ultrason (émetteurs et récepteurs), de 8 capteurs de pressions résistifs sous les pieds et de 2 bumpers. Il dispose également d'un système multimédia évolué incluant quatre microphones (pour la reconnaissance vocale et la localisation de la source sonore), deux haut-parleurs (pour la synthèse vocale), et deux caméras HD (pour la localisation ou la reconnaissance de visage ou d'objet). Il a aussi des capteurs d'interactions tels que des zones tactiles sur le dessus de la tête et sur les mains, deux LED infrarouges ainsi que des bumpers sur l'avant des pieds.



Figure 9 : Le robot humanoïde NAO et le logo d'ALDEBARAN

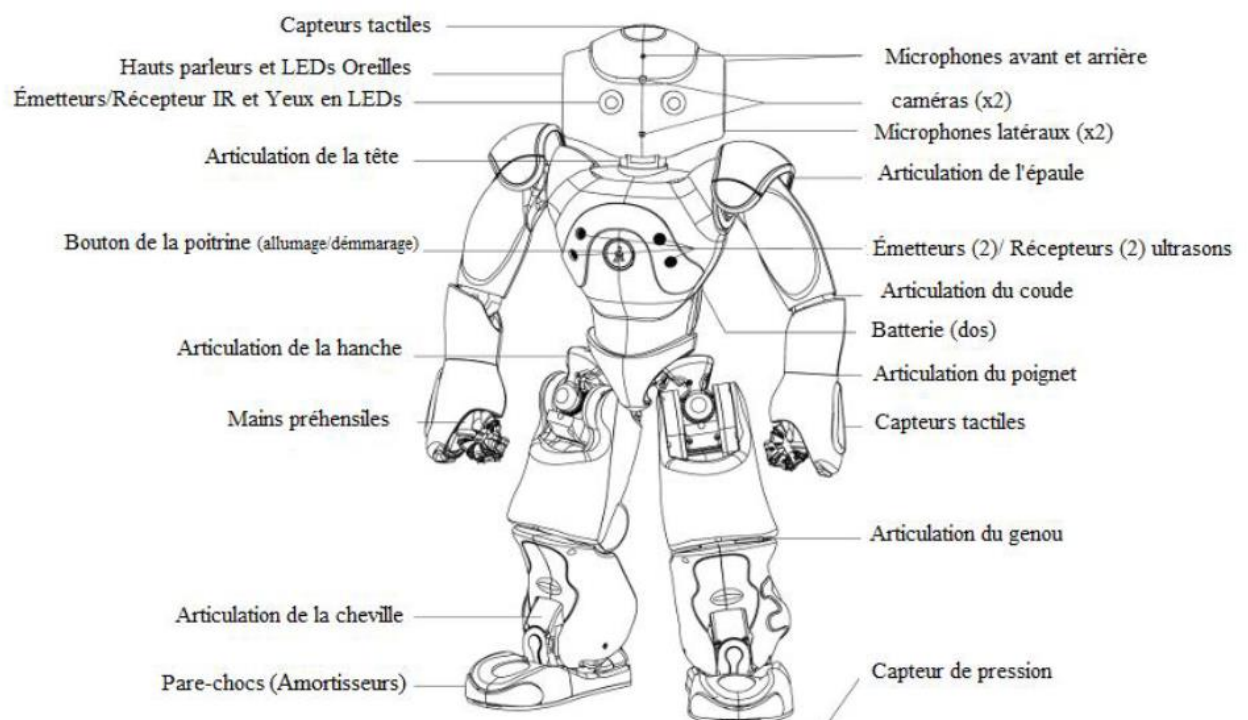


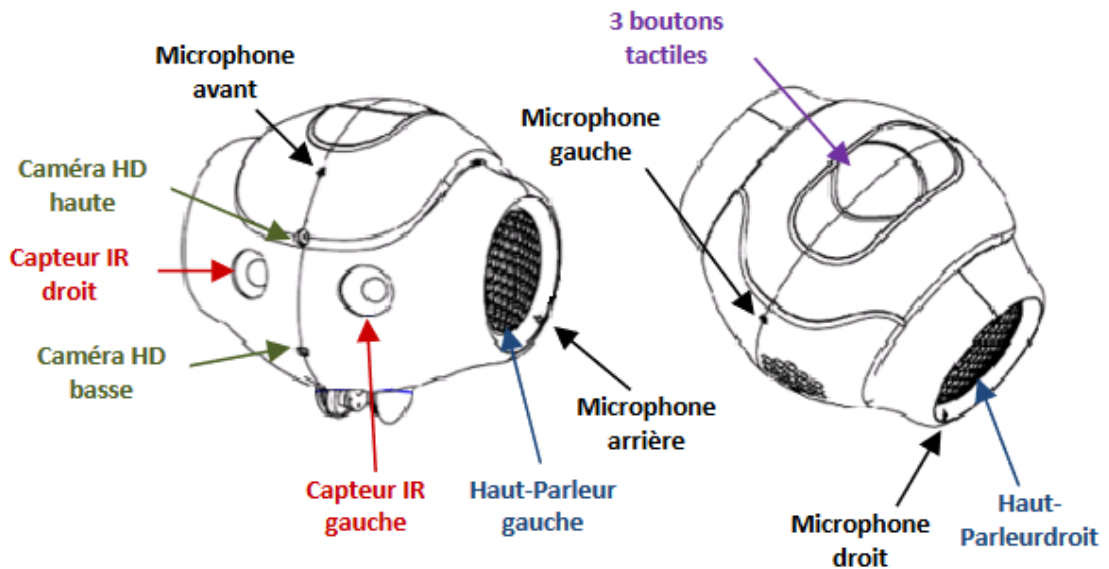
Figure 10 : Illustration qui détaille l'ensemble des éléments qui sont inclus dans NAO

3- Caractéristiques techniques

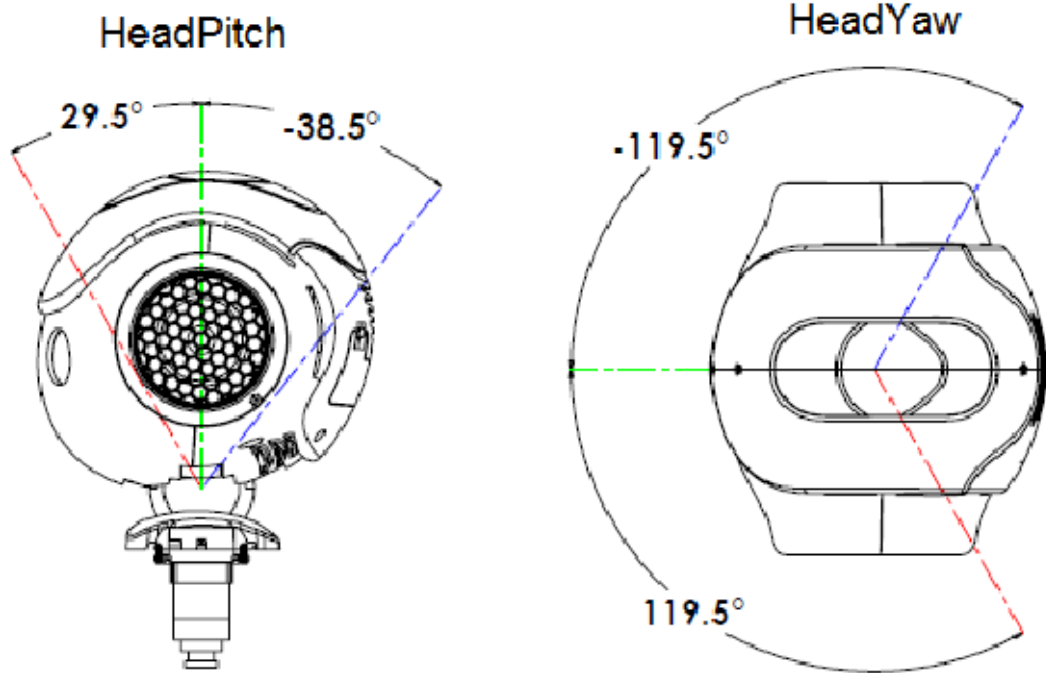
a. Tête :

- 3 capteurs tactiles

- 4 microphones 20Hz-20kHz
- 2 hauts parleurs 36 mm - 8 Ω
- 2 caméras HD 1280 x 960 pixels à capteurs CMOS capables de capter 30 images par seconde.
- 2 émetteurs récepteurs infrarouges de longueur d'onde 940nm



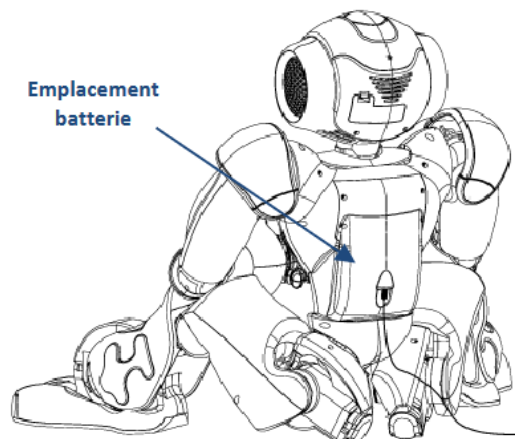
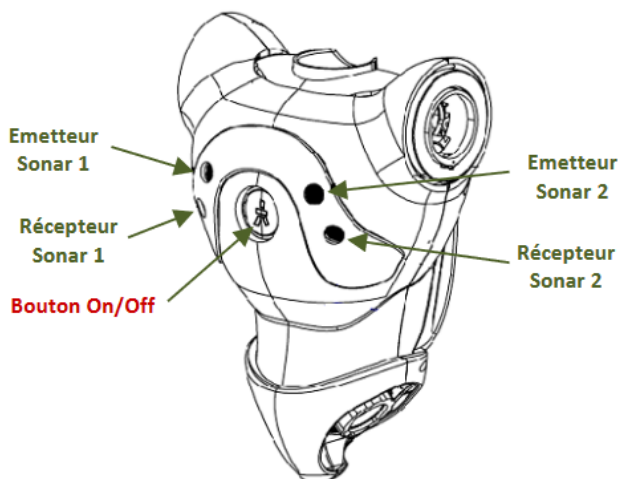
- 12 delts autour des boutons tactiles permettant d'obtenir 16 niveaux de bleu
- 10 delts autour de chaque « oreille » permettant d'obtenir 16 niveaux de bleu
- 8 delts autour de chaque « œil » permettant d'obtenir l'ensemble des couleurs RGB
- 2 moteurs coreless permettant l'articulation de la tête.



- 1 processeur Intel ATOM 1,6 GHz avec 1 GB de RAM et 2 GB de mémoire Flash

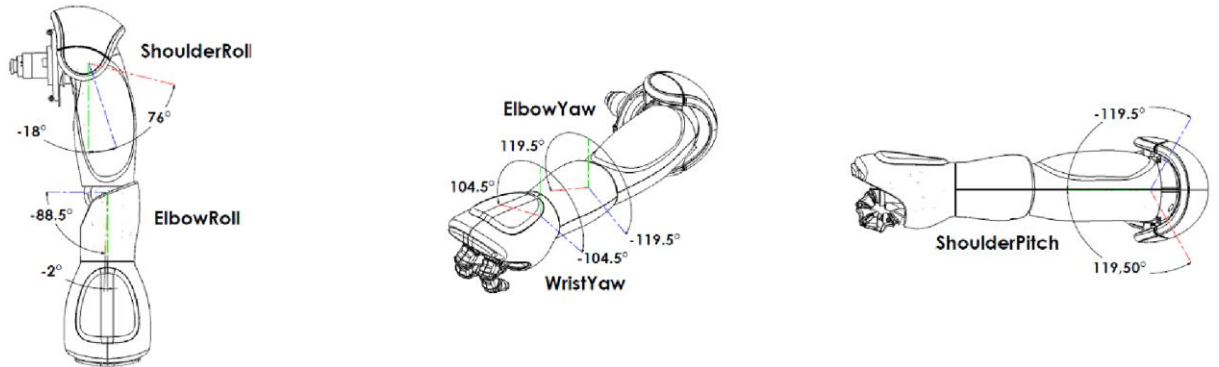
b. Torse :

- 2 sonars (2 émetteurs-récepteurs infrarouges) 40 kHz
- 1 centrale inertielle (Accéléromètre 3-axes, Gyromètre 2-axes)
- 1 bouton On/Off
- 1 del associée au bouton On/Off permettant d'obtenir l'ensemble des couleurs RGB
- 1 Batterie Lithium/Ion 21,6V / 2,15Ah



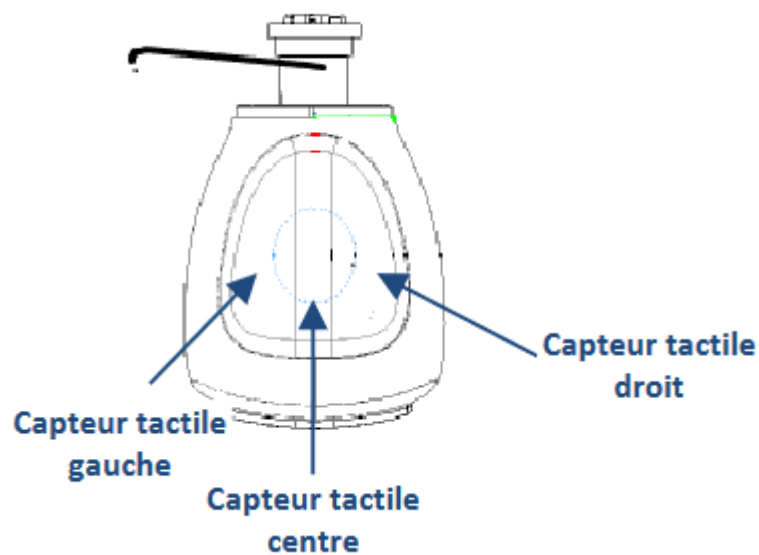
c. Bras :

- 5 moteurs coreless pour chacun des bras permettant 3 articulations : épaule (shoulder), coude (elbow) et poignet (wrist).



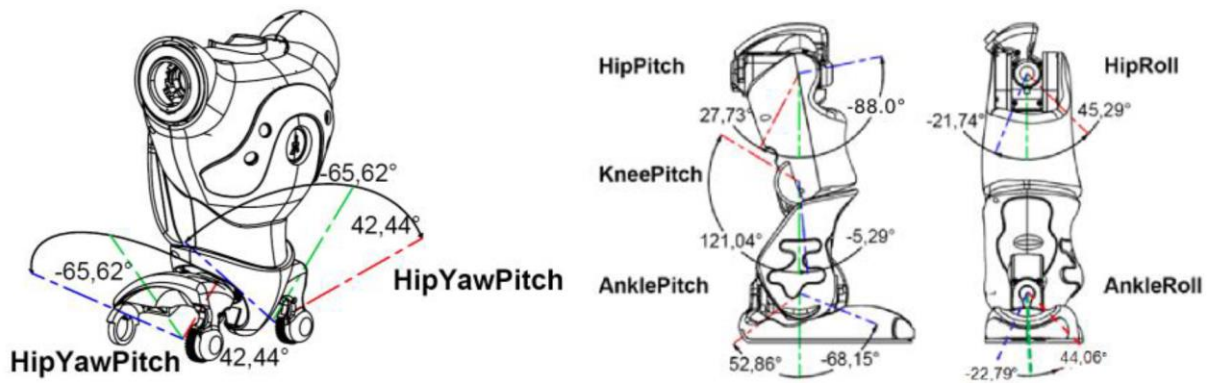
d. Mains :

- 1 moteur coreless, pour chaque main permettant commandant le mécanisme de préhension par ouverture ou fermeture des doigts.
- 3 capteurs tactiles sur chaque main.



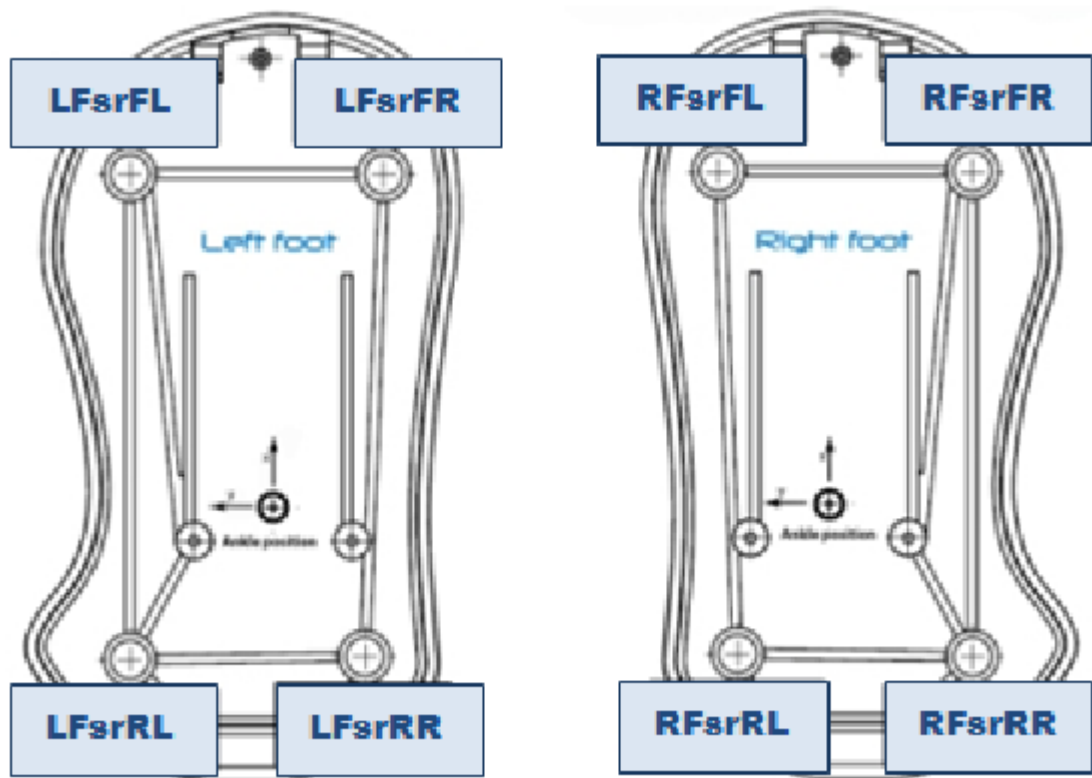
e. Jambes :

- 6 moteurs permettant le mouvement de chaque jambe et gérant 3 articulations : hanche (hip), le genou(knee) et la cheville (ankle).

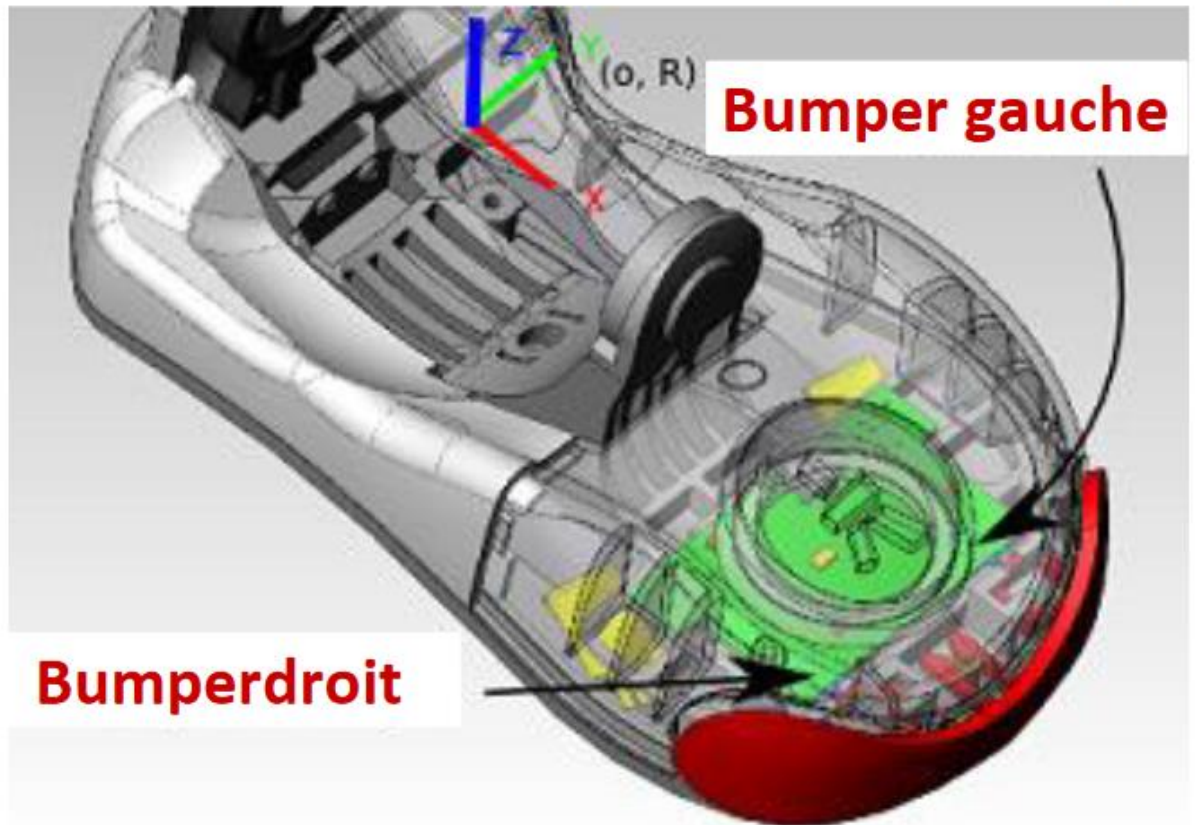


f. Pieds :

- 4 capteurs de pression FSR (0 à 25 N) sur chaque pied afin de faciliter l'équilibre.



- 2 bumpers sur chaque pied permettent détecter les chocs des pieds.



- 1 del sur chaque pied permettant d'obtenir l'ensemble des couleurs RGB

g. Communication :

- Ethernet 10/100/1000 base par prise RJ45
- WIFI IEEE 802.11b/g/n

h. Langue :

- Synthèse vocale : Anglais, Français, Espagnol, Allemand, Italien, Chinois, Japonais, Coréen et Portugais
- Reconnaissance vocale : Anglais, Français, Espagnol, Allemand, Italien, Chinois, Japonais et Coréen

4- Degrés de liberté du robot NAO H25

Comme son nom l'indique, NAO est un humanoïde qui a la faculté de reproduire certains mouvements de l'être-humain. C'est pour cela que les concepteurs l'ont équipé de moteurs faisant le rôle d'articulations pour lui attribuer 25 degrés de libertés.

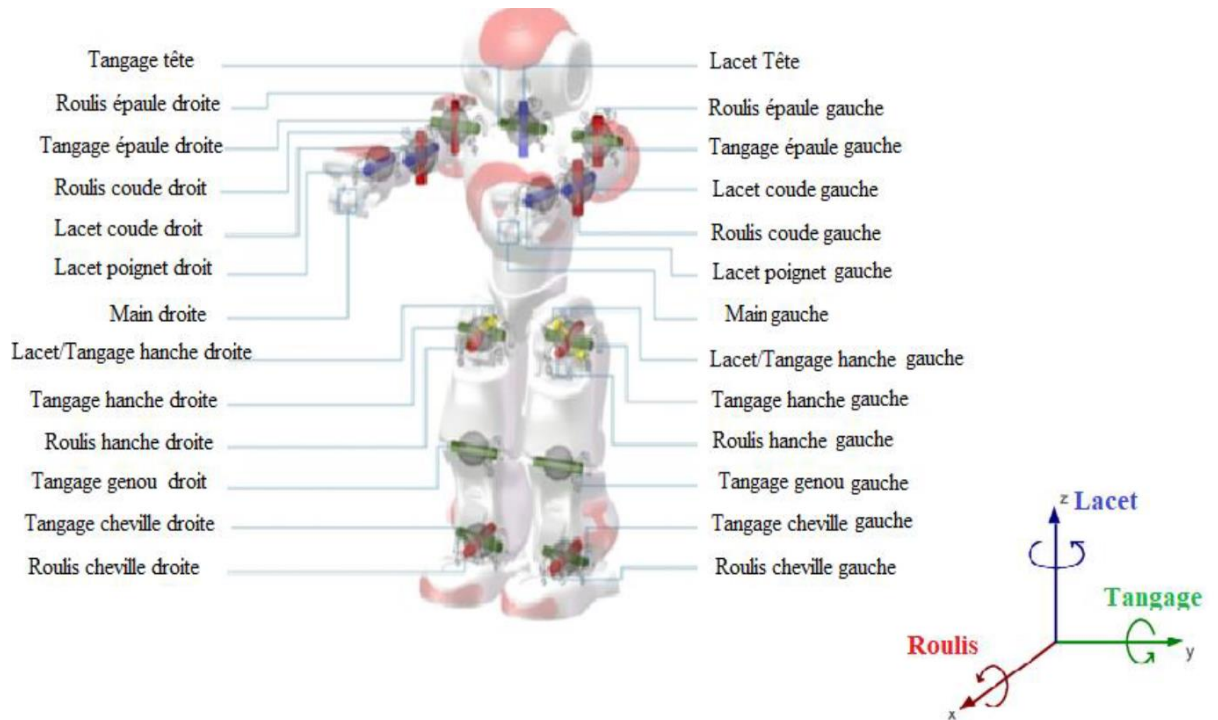


Figure 11 : 6. Degrés de liberté du robot NAO

5- Mise en marche (connectivité)

Ce qu'il faut bien retenir avant d'utiliser le robot NAO, c'est qu'il doit être manipulé avec précautions. Donc pour bien démarrer, il est impératif de suivre quelques consignes fournies par le constructeur. Voici les étapes à suivre.

a. Connexion et initialisation de NAO

Pour une toute première utilisation, il faut d'abord mettre le robot en position de sécurité et ne pas mettre les mains sur ses articulations. Puis, brancher l'alimentation avec le chargeur distribué. Ensuite, connecter NAO au PC via un câble Ethernet (ou bien vers un routeur auquel est connecté le PC). Cette étape permet de créer et de configurer un réseau Wifi entre le robot et le PC et offrir une meilleure expérience d'utilisation, en se débarrassant des câbles encombrants et dangereux durant les déplacements du robot. D'après les tests effectués, il n'est pas exigé que le routeur (Modem) soit connecté à Internet afin d'établir une connexion. Par contre, si on veut télécharger une application ou ajouter une nouvelle langue, la connexion Internet est obligatoire.

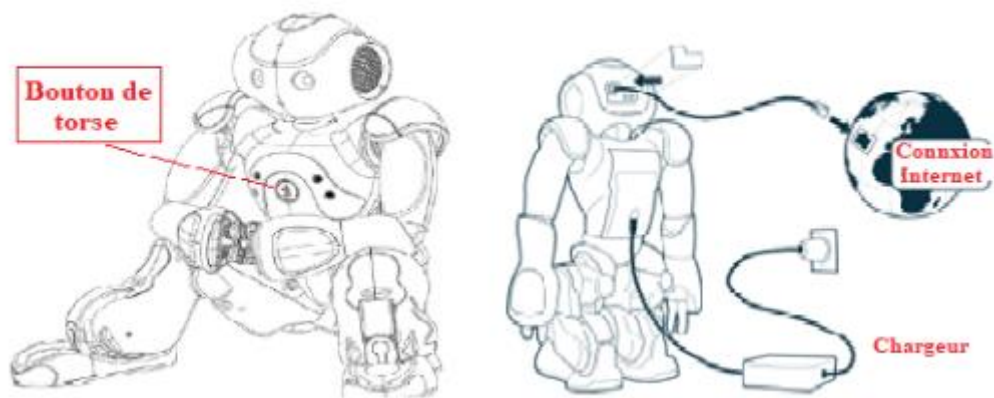


Figure 12 : Position de sécurité et système de connexion de NAO

Une fois la liaison établie, on peut procéder à la mise en marche de l'humanoïde et cela en appuyant sur le bouton du torse (indiqué par la figure au-dessus). Le temps de démarrage peut prendre de 3 à 5 mn. On peut suivre la progression de démarrage à travers les LEDs qui entourent les haut-parleurs. Après un moment, le robot est prêt à l'utilisation.

b. Configuration Wifi

Pour configurer le Wifi pour la première fois, il faut garder le câble Ethernet branché. Par la suite, on appuie sur le bouton de mise en marche après que NAO soit démarré afin d'obtenir son adresse IP (Internet Protocol). Si on n'a pas bien retenu les chiffres, on appuie une nouvelle fois pour qu'il répète le message moins vite. A présent qu'on a récupéré l'adresse, on l'insère dans la barre d'adresse d'un navigateur web (Firefox ou Chrome) et on valide la recherche. Une boîte de dialogue d'authentification va apparaître qui demande de saisir le nom d'utilisateur et son mot de passe qui sont par défaut « nao, nao » respectivement.

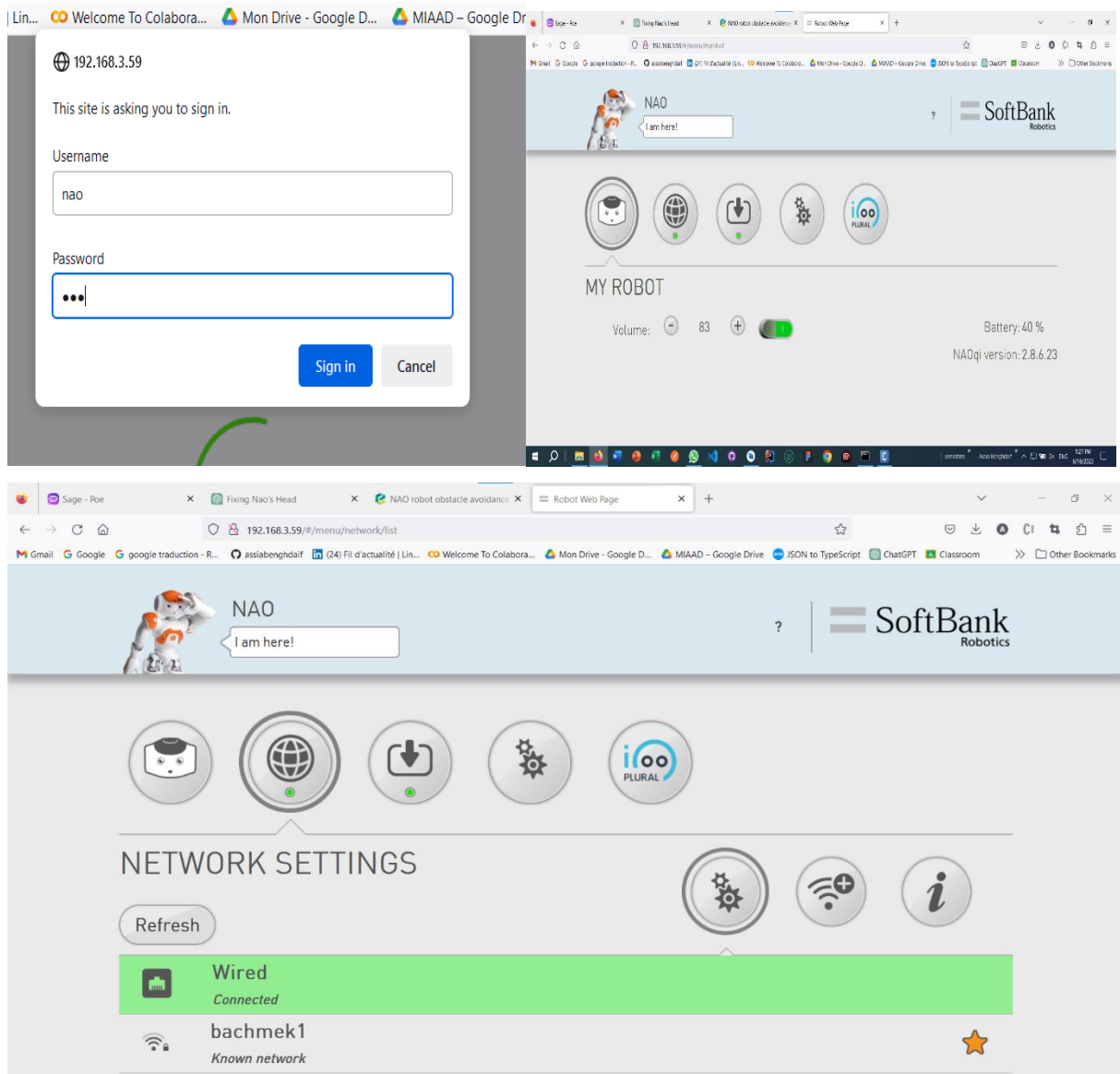


Figure 13 : interface de configuration

3. Etude technique : Présentation du logiciel Choregraphe

1- Présentation de l'interface de Choregraphe

Après l'installation du logiciel et de son exécution, on obtient cette fenêtre d'accueil dont la fonctionnalité de chaque sous-fenêtre est décrite dans ce qui suit.

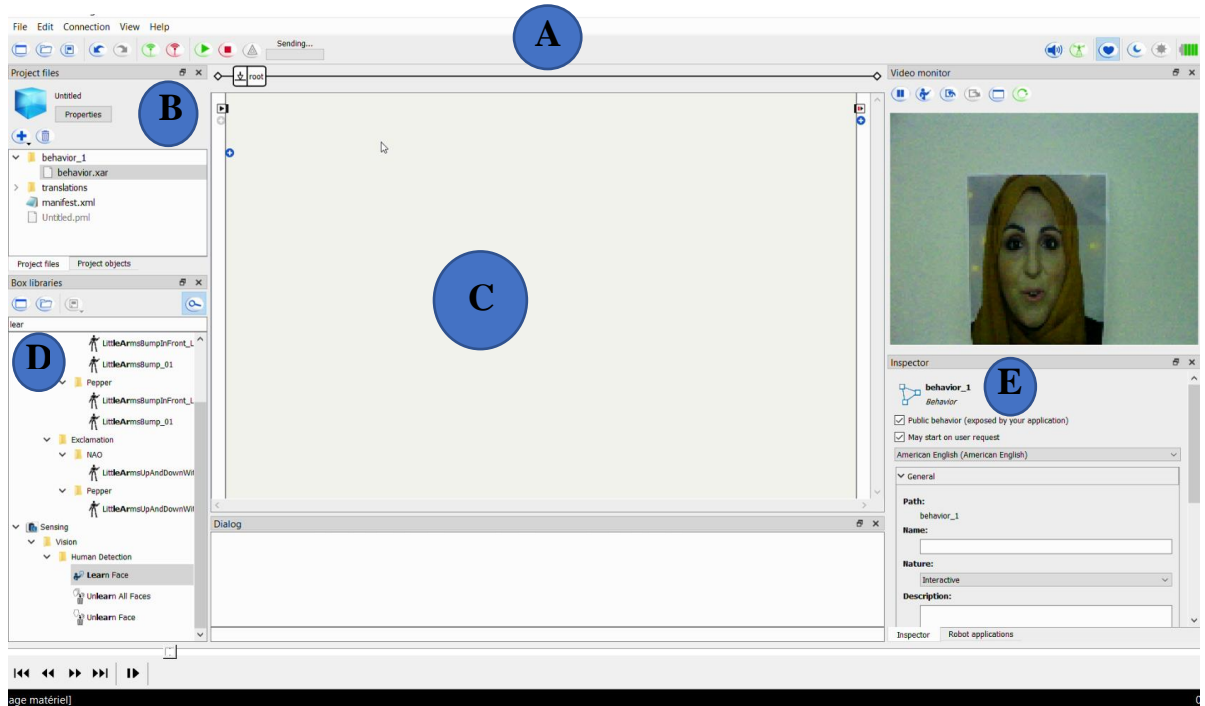






Figure 14 : Présentation graphique des différentes parties de Choregraphe

1- Barre d'outils et de menus (A)

Les boutons d'actions et d'exécutions sont décrits dans Tableau suivant :

Tableau 1 : Choregraphe : Barre d'outils et de menus

Boutons	Fonctions
	Créer un nouveau projet, ouvrir ou sauvegarder un projet.
	Connecter ou déconnecter le robot réel ou virtuel.
	Volume des haut-parleurs du robot.
	État de charge de la batterie de NAO.

2- Panneau de contenus du projet (B)

Lorsqu'on crée un nouveau projet dans Choregraphe, on y trouve systématiquement des détails concernant le projet créé. Il donne l'information sur le nom et l'identificateur (code ID), le type de fichiers utilisé et une option de configuration.

- Behavior.xar : C'est un dossier dans lequel sont stockés les comportements créés.
- Manifest.xml : En double-cliquant dessus, la même fenêtre que celle des propriétés s'ouvre pour effectuer une configuration sur le projet.

3- Espace de travail (C)

C'est la plateforme où l'on modélise le comportement de NAO en glissant et en déposant dessus des Boxes (boîtes) et en les reliant sous forme d'un codage graphique (diagramme).

4- Bibliothèque des Box (D)

Elle contient différents types de boîtes répertoriées dans leurs dossiers respectifs. Il existe non seulement des boîtes permettant de réaliser des actions souhaitées, telles que la reconnaissance d'images et de voix, mais également, on peut réaliser des boucles d'exécutions à travers les boîtes adéquates. Si on clique une seule fois sur une boîte, une petite description de la fonctionnalité de celle-ci s'affiche.

Afin de créer une nouvelle boîte, on clique sur le bouton droit de la souris / Pavé tactile dans l'espace de travail \ Create a new box \ (Diagram, Timeline, Python, Dialog).

On a aussi la possibilité de rechercher manuellement les boîtes à travers les onglets de la bibliothèque.

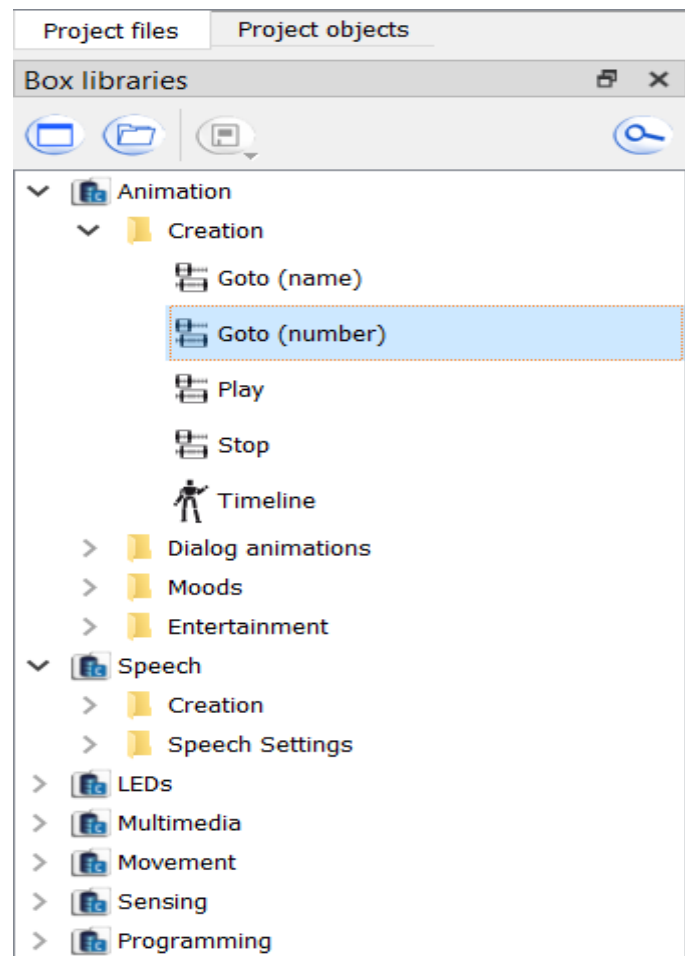


Figure 15 : Choregraphe : Bibliothèque des Box

5- Vue du robot (réel ou virtuel) (E)

C'est une partie qui nous offre diverses options. On peut poursuivre le comportement de NAO selon différents angles de vue. L'autre option disponible, c'est la manipulation des parties du corps du robot.

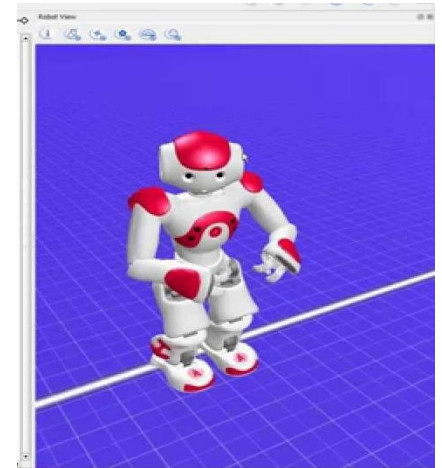


Figure 16 : Choregraphe : Vue du robot

2- Quelques scenarios avec le Choregraphe

a. Head sensors :

[Lire la vidéo.](#)

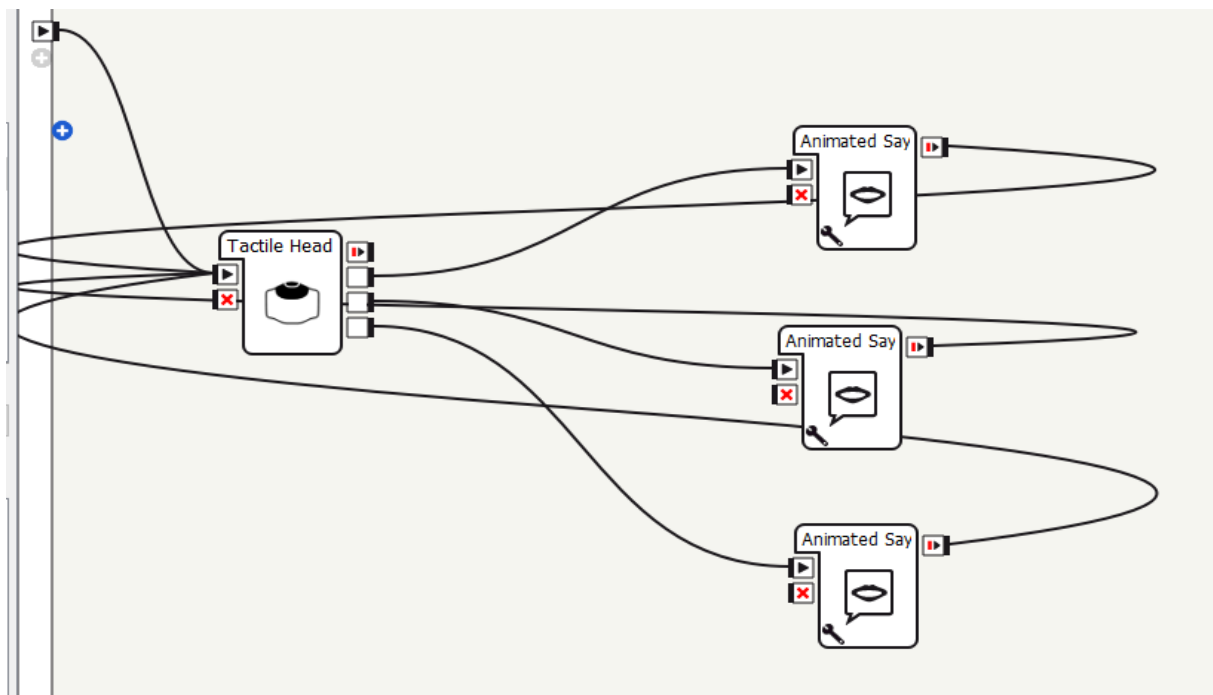


Figure 17 : head sensors

b. Reconnaissance des visages :

[Lire la vidéo.](#)

En premier lieu il faut d'abord exécuter le scénario « face learn » et puis le scénario face reco

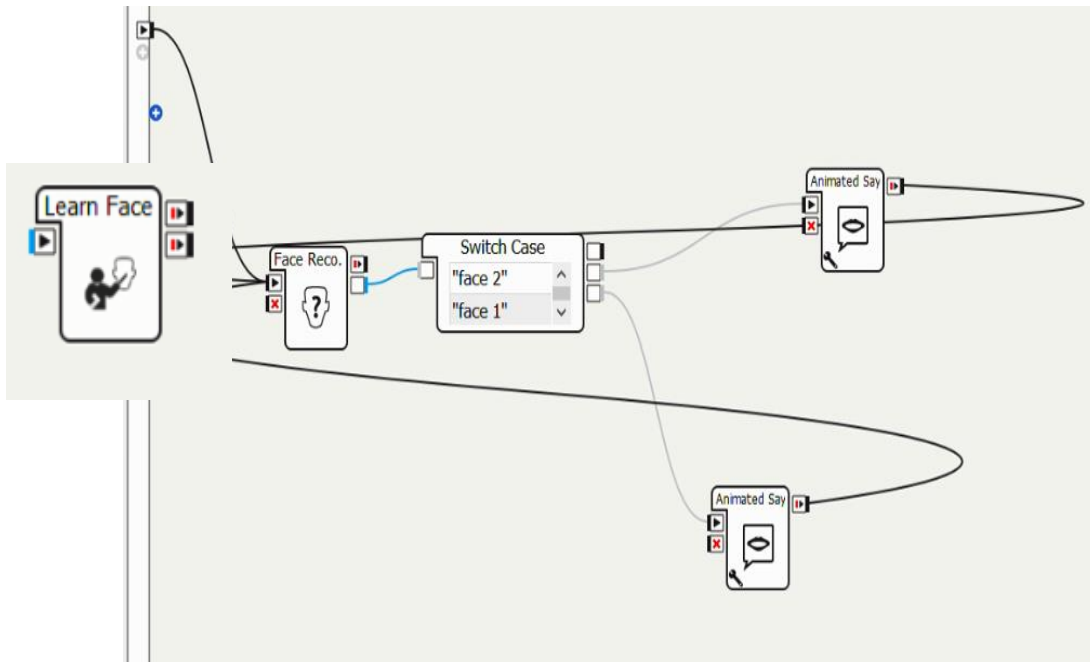


Figure 18 : face recognition

c. Reconnaissance des émotions :

[Lire la vidéo.](#)

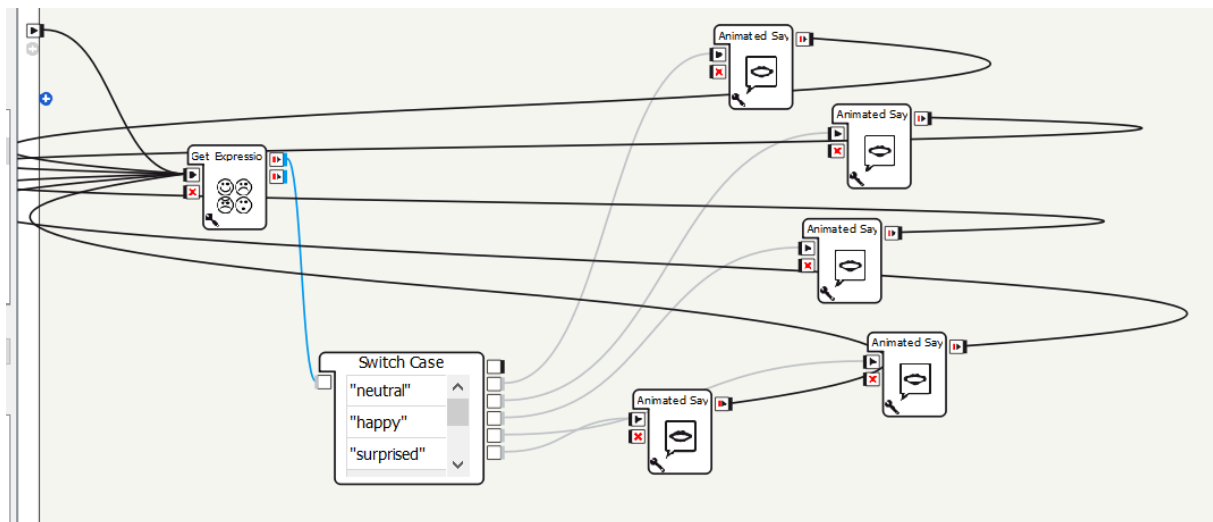


Figure 19 : emotions recognition

4. Conclusion

Selon le contenu de ce chapitre, on comprend que Choregraphe est un logiciel qui offre diverses options à l'utilisateur pour qu'il puisse créer des animations en se référant à une certaine logique de connectivité et de synchronisation tout en respectant la structure exigée.

On a décrit aussi, globalement, ses fonctionnalités avec lesquelles on va mettre en œuvre des applications suggérées dans le prochain chapitre.

Chapitre III : Réalisation

1. Introduction

Ce chapitre est composé d'une présentation de l'ensemble des technologies, des outils et des choix techniques de ce projet.

Ensuite, on poursuit par une illustration des différents processus de fonctionnement du système à travers des captures d'écran commentées.

2. Choix techniques

2.1 Environnement de développement

a. Visual Studio Code :



Visual studio code est un outil pour les développeurs web coté back end et front end.

Visual Studio Code est présenté lors de la conférence des développeurs Build d'avril 2015 comme un éditeur de code multiplateforme, open source et gratuit, supportant une dizaine de langage.

b. GitHub



GitHub est un service web d'hébergement et de gestion de développement de logiciels, utilisant le logiciel de gestion de versions Git. Ce site est développé en Ruby on Rails et Erlang par Chris Wanstrath, PJ Hyett et Tom Preston-Werner. GitHub propose des comptes professionnels payants, ainsi que des comptes gratuits pour les projets de logiciels libres.

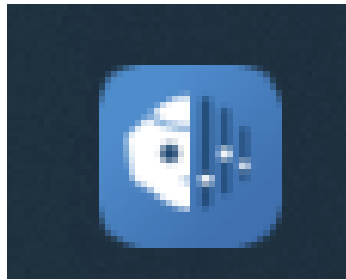
2.2 Outils utilisés

a. SSH :

SSH, ou Secure Socket Shell, **est un protocole réseau qui permet aux administrateurs d'accéder à distance à un ordinateur, en toute sécurité.** SSH désigne également l'ensemble des utilitaires qui mettent en oeuvre le protocole.

C'est pour la visualisation de l'arborescence du robot et accéder aux vidéos recorder. `C:\Users\admin>ssh nao@192.168.3.56`

b. Robot Settings [2] :



Robot Setting est l'application bureau essentielle qui vous permettra d'effectuer la configuration initiale du robot et bien d'autres choses. Plus de détails dans l'article Paramètres du robot.

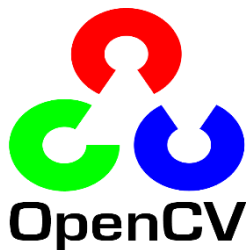
2.3 Bibliothèques et Langages utilisés

a. Mediapipe :



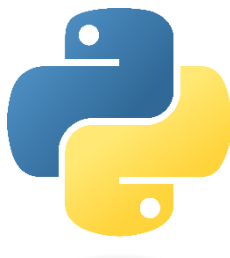
MediaPipe Solutions vous permet d'appliquer des solutions de machine learning (ML) à vos applications. Vous accédez à un framework avec lequel vous pouvez configurer des pipelines de traitement prédéfinis qui fournissent aux utilisateurs une sortie immédiate, attrayante et utile.

b. Open CV :



OpenCV est une bibliothèque libre, initialement développée par Intel, spécialisée dans le traitement d'images en temps réel. La société de robotique Willow Garage, puis la société ItSeez se sont succédé au support de cette bibliothèque.

c. Python :



Python est le langage de programmation open source le plus employé par les informaticiens. Ce langage s'est propulsé en tête de la gestion d'infrastructure, d'analyse de données ou dans le domaine du développement de logiciels. En effet, parmi ses qualités, Python permet notamment aux développeurs de se concentrer sur ce qu'ils font plutôt que sur la manière dont ils le font. Il a libéré les développeurs des contraintes de formes qui occupaient leur temps avec les langages plus anciens. Ainsi, développer du code avec Python est plus rapide qu'avec d'autres langages.

Puisqu'il le robot NAO support la version 2 du Python le travail a été avec deux versions 2 et 3.

3. MediaPipe : Hand Landmarker

MediaPipe est un framework open source multiplateforme fourni par Google pour construire un pipeline de traitement de données perceptuelles provenant de différentes modalités telles que la vidéo et l'audio. Les solutions utilisées dans MediaPipe comprennent plusieurs éléments tels que l'estimation de la posture et la reconnaissance faciale. Dans ce projet, j'utilise MediaPipe Hands pour le suivi des mains au sein d'un vidéo recorder par les cameras du NAO. En revanche, MediaPipe utilise une analyse de régression pour calculer les coordonnées des doigts à partir de la paume de la main détectée. Par rapport à OpenPose, notre bibliothèque MediaPipe réduit la quantité de calcul en utilisant une plage de détection plus petite. De plus, en réduisant la plage de détection, nous avons pu améliorer la précision de l'estimation des coordonnées pour les formes des doigts.

MediaPipe Hand Landmarker vous permet de détecter les repères des mains dans la vidéo recorder. Vous pouvez utiliser cette tâche pour localiser les points clés des mains et afficher des effets visuels sur les mains. Cette tâche fonctionne sur des données d'image avec un modèle d'apprentissage automatique (ML) en tant que données statiques ou un flux continu et produit en sortie les repères des mains en coordonnées d'image, les repères des mains en coordonnées du monde réel et la latéralité (main gauche/droite) des mains détectées multiples.

Le bundle de modèle de repère des mains contient un modèle de détection de paume et un modèle de détection de repères de la main. Le modèle de détection de paume localise les mains dans l'image d'entrée, et le modèle de détection de repères de la main identifie des repères de la main spécifiques sur l'image de main recadrée définie par le modèle de détection de paume.

Le bundle de modèle de repère des mains détecte la localisation des points clés des 21 coordonnées de nœuds de la main à l'intérieur des régions de main détectées. Le modèle a été entraîné sur environ 30 000 images du monde réel, ainsi que sur plusieurs modèles de main synthétiques rendus superposés sur divers arrière-plans.

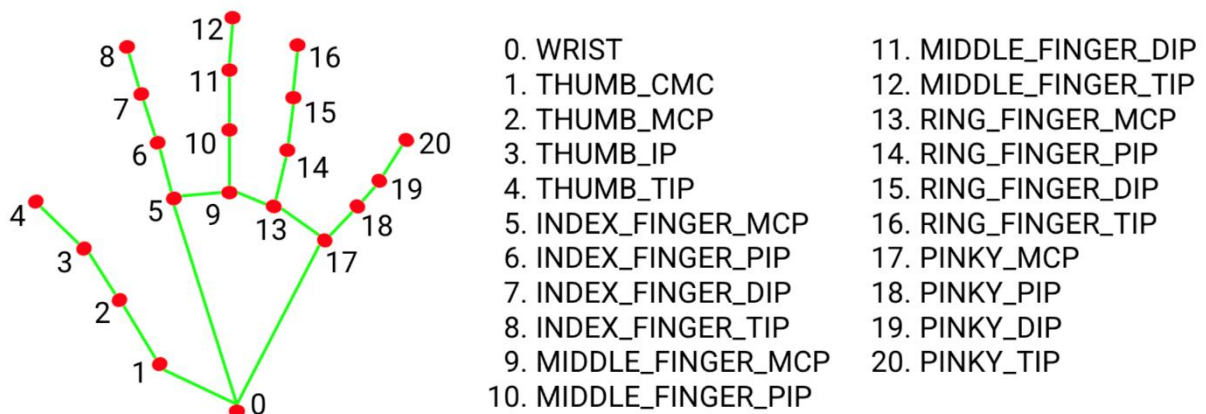


Figure 20 : hand landmarks

Donc dans mon projet, après le robot NAO a recordé le vidéo et l'envoyer, le model va détecter en temps réel les repères des mains (hand landmarks), on va calculer le nombre de doigts levés quel que soit la main droite ou gauche.



Figure 21 : hand landmarks test

4. Mécanismes de travail de l'application :

Au fil de mon étude, par analyse personnelle j'ai pu trouver que le robot nao à la capacité de le programmer seulement avec Python 2 à l'aide du librairie naoqui, et mon projet a le besoin a des librairies en Python 3 (cv2, mediapipe ...), donc la solution c'est d'utiliser le principe de Client-Serveur (un mode de transaction entre plusieurs programmes ou processus : l'un, qualifié de client, envoie des requêtes ; l'autre, qualifié de serveur, attend les requêtes des clients et y répond. Le serveur offre ici un service au client.) à l'aide des sockets comme illustrer ci-dessous :

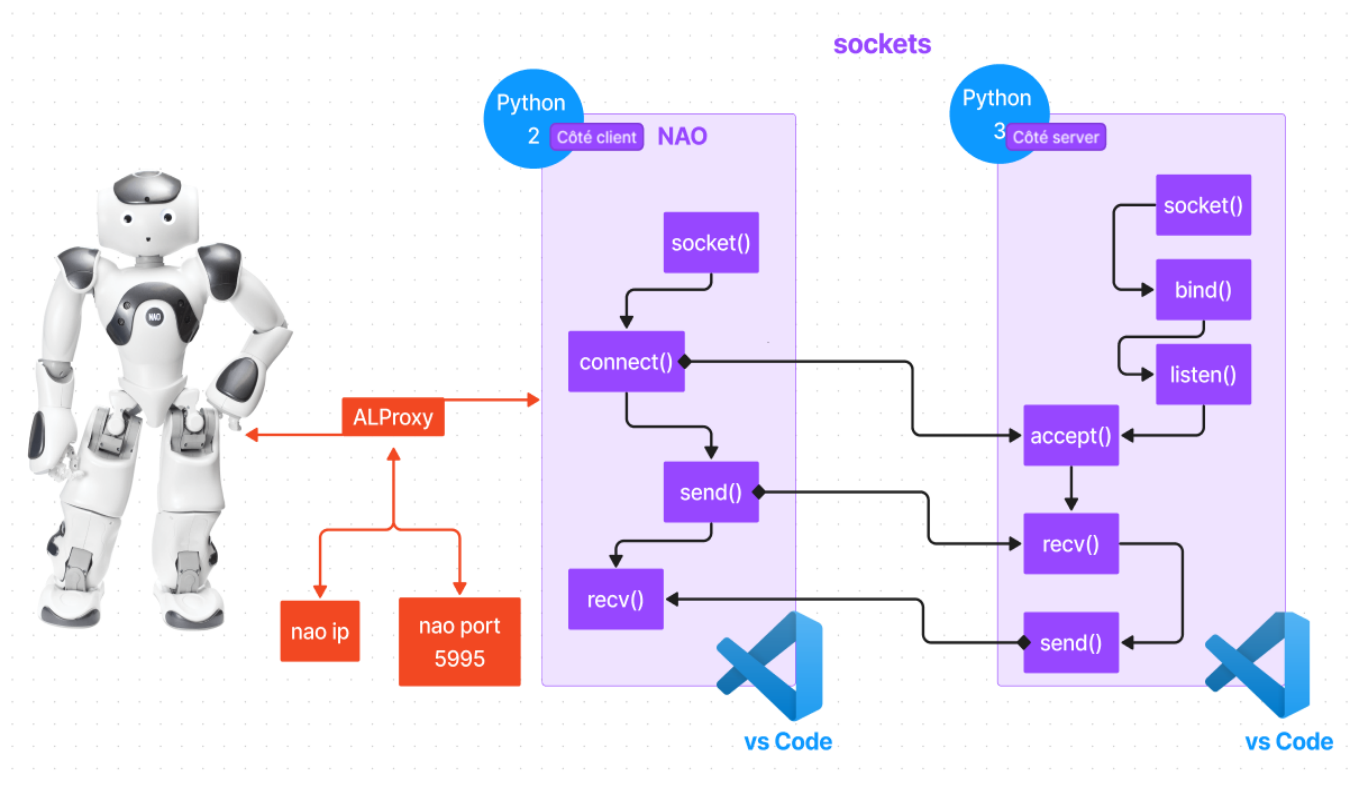


Figure 22 : architecture Physique

5. Présentation du projet

L'idée du projet c'est de manipuler et bien exploiter le plus possible des fonctionnalités du robot NAO, c'est pour cela j'ai développé un jeu qui permet au client de se réagir avec NAO.

Donc après lancer le serveur et le client automatiquement une connexion entre les deux seront créer à l'aide des sockets, à ce stade là le serveur va générer un nombre secret entre 0 et 10, le jeu va lancer après que le client crie une deuxièmes connexion avec le robot NAO d'après librairie **naoqui.ALProxy**.

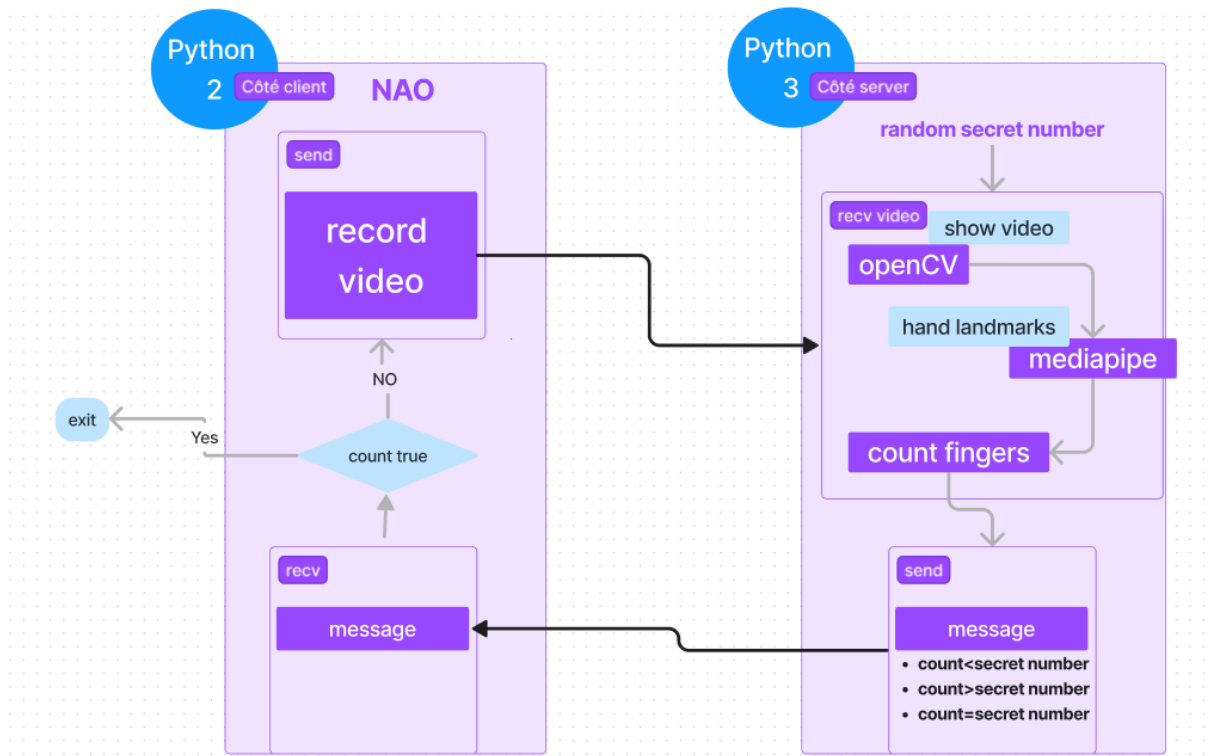


Figure 23 : logigramme du projet

- **Guess the Number game (cliquer pour voir la démonstration)**

3. Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté l'environnement matériel et logiciel du projet. Nous avons par la suite, élaboré quelques aperçus du fruit de mon travail à travers.

Conclusion

Le présent projet est le fruit d'un effort considérable que nous avons pu investir grâce au désir intense de réutiliser le plus possible les fonctionnalités du robot NAO.

En fait, mon travail s'inscrit dans le domaine gaming pour le but de s'amuser.

Dans ce rapport j'ai exposé les étapes que m'a aidé à étudier et développer une application qui a la capacité de s'exécuter en robot NAO :

Premièrement, j'ai présenté quelques généralités sur la robotique et les humanoïdes.

Deuxièmes, j'ai présenté l'état de l'art pour la modélisation du projet.

Et finalement, la présentation des choix technique pour développer l'application puis la présentation de l'architecture logique et le mécanisme du travail d'application avec le logigramme qui convient.

Pendant la réalisation de ce projet j'ai confronté pas mal des défis :

Difficultés techniques : Les problèmes liés à la mise en œuvre technique du projet, telle que la connexion avec nao et développer avec python2 dans le code nao client.

Difficulté d'envoyer les frames captées par les caméras du robot nao en temps réel. Les frames transmises présentaient une résolution et une clarté réduites, ce qui a compromis la précision et la fiabilité des données visuelles. Cette baisse de qualité a eu un impact négatif sur la capacité à analyser et détecter correctement les doigts pour les comptages et à prendre des décisions basées sur celles-ci. J'ai donc dû investir des efforts supplémentaires pour résoudre ce problème technique et avoir enregistré une vidéo.

Bibliographie et Webographie

<https://fr.wikipedia.org/>

<https://www.aldebaran.com/fr/nao>

<https://www.aldebaran.com/en/support/nao-6/downloads-sofware>

[1] Ichbiah Daniel. "Robots, genèse d'un peuple artificiel". Minerva, 2005. 540p.

[2] <https://www.aldebaran.com/en/support/nao-6/3-install-robot-settings>

Annexe 1

http://cpge-grasshopper.fr/systemes/nao/dossier_ressources/naoteach.pdf

Tête	3 capteurs tactiles
	4 microphones 48kHz 16 bits, 2 haut-parleurs 48kHz 16 bits
	2 caméras 1280x960 Pixels
	2 émetteurs récepteurs infrarouges
	2x8 LEDs RGB pour les yeux, 2x10 LEDs bleues pour les oreilles
	2 moteurs coreless et capteurs pour le mouvement de la tête
	1 processeur Intel ATOM 1,6GHz avec 1GB de RAM et 2GB de mémoire Flash
Torse	2 sonars (2 émetteurs et 2 récepteurs)
	1 centrale inertielle (Accéléromètre 3-axes, Gyromètre 2-axes)
	1 LED RGB et 1 bouton On/Off
	1 Batterie Lithium/Ion
Bras	2x5 moteurs coreless et capteurs pour le mouvement des bras
Mains	2x1 mécanismes de préhension pour le mouvement des doigts
	2x3 capteurs tactiles pour interagir avec l'utilisateur
Jambes	2x5 + 1 moteurs coreless et capteurs pour le mouvement des jambes
Pieds	2x4 capteurs de pression FSR pour faciliter l'équilibre
	2x1 bumpers pour détecter les chocs des pieds
Communication	WiFi (IEEE 802.11 b/g)
	Ethernet
Software	Choregraphe, pour la programmation graphique
	SDK, pour la programmation poussée
	Monitor, pour la récupération des valeurs de capteurs et actionneurs
	Webots for NAO, pour la simulation 3D avec moteur physique