

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département d'Électronique

Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLÔME DE MASTER

FILIÈRE : ÉLECTRONIQUE

Spécialité : Électronique des Systèmes Embarqués

Par

- NASRI Hassina

- BENGASSMIA Yasmine

Intitulé

***Conception et réalisation d'une canne intelligente
d'assistance à la navigation indoor des personnes
malvoyantes***

Soutenu le : 25/06/2024

Devant Le jury composé de :

Me^{lle} Fouzia HAMADACHE

Président

MAA - U. de Bordj Bou Arreridj

M. Abdelhakim LATOUI

Encadrant

MCA - U. de Bordj Bou Arreridj

M. Anwar HAMADI

Co-Encadrant

Doctorant - U. de Bordj Bou Arreridj

M. S. Eddine AZOUG

Examineur

MCB - U. de Bordj Bou Arreridj

Année Universitaire 2023/2024

Remerciement

Nous débutons en exprimant notre gratitude envers Dieu pour nous avoir accordé la force nécessaire pour mener à bien ce travail.

Nous souhaitons exprimer nos sincères remerciements à notre **encadreur**, le **Dr. L'Atoui Abdelhakim**, pour ses conseils et son soutien tout au long de ce projet.

Nous tenons également à remercier **Mr. Anoir Hamadi**, notre **Co-encadreur**, pour son aide précieuse qui a contribué à la qualité de notre mémoire.

Nous adressons nos plus profonds remerciements au **Dr. ZERROUGUI Raouf**, pour ses précieux conseils qui ont éclairé notre chemin vers la réussite de notre mémoire.

Nous exprimons notre reconnaissance envers notre enseignante, **Mme. Hamadache Fouzia**, pour l'intérêt qu'elle a porté à notre travail en acceptant de le juger et de présider le jury. Nous sommes honorés d'avoir été ses étudiantes durant nos années d'études.

Nous tenons à remercier sincèrement l'examineur, **le Dr. AZOUG S/E**, membre du jury, pour avoir accepté de participer à l'examen de notre travail.

Nous aimerions également exprimer notre gratitude envers **NOS ÉPOUX** pour leur soutien inconditionnel tout au long de cette période, pour leur patience et leur encouragement qui ont été une source de force et de motivation tout au long de ce projet.

Enfin, nous n'oublions pas **NOS ENSEIGNANTS** qui ont supervisé notre formation tout au long de notre cursus, ainsi que tous ceux qui ont contribué, directement ou indirectement, à la réalisation de ce travail

Dédicace

Nous souhaitons dédier humblement ce mémoire à :

À nos chers parents :

Aucune dédicace ne saurait suffire à exprimer notre gratitude pour tous les sacrifices consentis, la bienveillance, l'amour, la tendresse, le soutien et les prières inlassables qu'ils nous ont prodigués tout au long de nos études. Que ce travail soit le témoignage de notre amour profond et de notre reconnaissance éternelle. Que Dieu vous protège.

À nos précieux époux :

Leur soutien inconditionnel, leur patience, et leurs encouragements ont été une source de force et de motivation pendant toute cette période. Nous leur sommes reconnaissants.

À nos chères sœurs, frères et enfants :

Pour leur encouragement constant et leur soutien moral, nous leur dédions ce modeste travail en témoignage de notre amour sincère et de notre gratitude infinie.

À tous nos enseignants :

Pour leur guidance et leur enseignement tout au long de notre cursus académique.

الملخص:

تهدف هذه المذكرة إلى تصميم وتطوير عصا ذكية لمساعدة ضعاف البصر في التنقل بشكل آمن ومستقل. يتضمن النموذج الأولي استخدام Arduino وأجهزة استشعار للكشف عن العوائق وبوصلة رقمية للمساعدة في الحفاظ على المسار. سيتم أيضًا استخدام نظام ردود فعل لمسية يستخدم هزازًا لتحذير المستخدم في حالة وجود عائق أو انحراف غير مقصود.

يتم توجيه المستخدم عبر تطبيق Android الذي يستخدم الاتصال بتقنية Bluetooth مع Arduino لتوجيهه بواسطة إشارات سمعية. يهدف التطبيق أيضًا إلى إرسال أوامر للعصا الذكية وإصدار إشارات صوتية للمساعدة في العثور على العصا.

الكلمات المفتاحية: العصا الذكية، الإعاقة البصرية، الأندرويد، الأندرويد.

Résumé :

Ce mémoire vise à concevoir et réaliser une canne intelligente pour aider les personnes malvoyantes à se déplacer de manière sûre et autonome. Le prototype initial utilise l'Arduino et des capteurs à ultrasons pour détecter les obstacles, ainsi qu'une boussole numérique pour maintenir le cap.

Un système de rétroaction tactile est également utilisé, avec des vibrations pour avertir l'utilisateur en cas d'obstacle ou de déviation involontaire. L'utilisateur est guidé via une application Android qui utilise une connexion Bluetooth avec l'Arduino pour le diriger à l'aide des commandes vocales. L'application vise également à envoyer des commandes à la canne intelligente et à émettre des signaux sonores pour aider à localiser la canne.

Mots clés : Canne intelligente, Déficiences visuelles, Arduino, Android.

Abstract:

This thesis aims to design and develop a smart cane to assist visually impaired individuals in navigating safely and independently. The initial prototype involves using Arduino and sensors to detect obstacles, along with a digital compass to maintain direction.

Additionally, a tactile feedback system is employed, utilizing vibrations to alert the user in case of obstacles or unintended deviations. The user is guided through an Android application that utilizes Bluetooth connection with Arduino to provide auditory signals for navigation. The application also aims to send commands to the smart cane and emit audio signals to aid in locating the can

Keywords : Smart cane, Visual impairments, Arduino, Android.

Tables des matières

Tables des matières

Tables des matières :

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Tables des matières :	I
Liste des tableaux :	IV
Liste des figures :	V
Liste des abréviations :	VII
Introduction Générale :	2

Chapitre I: Généralités sur les techniques de navigation indoor des personnes malvoyantes

I.1 Introduction :	5
I.2 Besoins et défis des personnes malvoyantes en matière de navigation indoor :	5
I.2.1. Besoins spécifiques en navigation :	5
I.2.2. Défis associés :	5
I.3. Techniques traditionnelles de navigation indoor :	6
I.3.1 Canne blanche :	6
I.3.2 Navigation assistée par des personnes accompagnantes	7
I.4. Technologies émergentes pour la navigation indoor :	8
I.4.1. Transformation du contenu visuel en sonore :	8
I.4.2. Traduction en forme vocale :	9
I.4.3. Trans modalisation en forme auditive :	9
I.5. Exemples des Technologies émergentes pour la navigation indoor :	10

Tables des matières

I.5.1 Systèmes de positionnement et de navigation :.....	10
I.5.2 Applications mobiles et dispositifs portables.....	13
1.5.3 Systèmes de réalité augmentée :.....	14
I.6. Exemples de cannes intelligentes.....	15
I.6.1 WeWALK.....	15
I.6.2 Visio:.....	16
I.6.3. Canne EPFZ.....	16
I.6.4 Ultra Canne :.....	17
I.7. Conclusion :.....	18

Chapitre II: Conception et réalisation D'un prototype d'une canne intelligente

II.1 Introduction.....	19
II.2. Cahier de charge :.....	19
II.3. Principe de Fonctionnement :.....	20
II.4. Schéma bloc du système :.....	22
II.4.1. Bloc de détection :.....	22
II.4.2. Bloc de commande :.....	22
II.4.3. Bloc de signalisation :.....	22
II.5. Les différents composants de chaque bloc du système :.....	23
II.5.1. composants du Bloc de détection :.....	23
II.5.2. Composants du Bloc de commande :.....	27
II.5.2.1 Arduino UNO :.....	27
II.5.3. Composants du Bloc de signalisation :.....	30
II.5.4. Composants du Bloc d'alimentation.....	31
II.6. Organigramme de fonctionnement.....	31

Tables des matières

II.6.1. Organigramme de détection d'obstacle :	31
II.6.2. Organigramme de fonctionnement global :	33
II.7. Réalisation.....	34
II.7.1 Test des composants :	34
II.7.2. Assemblage :	34
II.8. Conclusion :	36

Chapitre III: Développement d'une application interactive sous Android pour le guidage des personnes malvoyantes

III.1 Introduction :	38
III.2 Environnement de développements utilisés :	38
III.2.1. JAVA :	38
III.2.2 Android studio :	39
III.3 Développement d'application Android :	43
III.3.1 Code d'envoi de message via Bluetooth :	45
III.3.2. Présentation de l'application :	46
III.3.3 Teste de l'application Android :	48
III.4 Conclusion	50
Conclusion générale :	55
Références Bibliographiques:	57
Annexes	60

Liste des tableaux

Liste des tableaux :

Tableau II-1 : Configuration du brochage du capteur à Ultrasons	24
Tableau II-2 Brochage du Capteur HMC5883L	25
Tableau II-3 : Configuration du brochage du Bluetooth HC06.....	29

Liste des figures

Liste des figures :

Figure I-1 : Canne blanche.	07
Figure I-2 : Guide Humain.	07
Figure I-3 : Chien d'Assistance.	08
Figure I-4 : repères tactiles et auditifs.	10
Figure I-5 : GPS Indoor.	11
Figure I-6 : Des applications GPS.	11
Figure I-7 : Balises Bluetooth.	12
Figure I-8 : Bracelet détecteur d'obstacles.	13
Figure I-9 : WeWALK.	15
Figure I-10 : Canne EPF.	17
Figure I-11 : Canne EPFZ.	17
Figure II-1 : Schéma Bloc d'une Canne Intelligente	22
Figure II-2 : Module de capteur à ultrasons HC-SR04.....	23
Figure II-3 : Capteur à Ultrasons HC-SR04 - Fonctionnement	25
Figure II-4 : Schéma de câblage de HC-SR04	25
Figure II-5 : Capteur HMC5883L	26
Figure II-6 : Schéma de câblage de HMC5883	27
Figure II-7 : Arduino UNO.....	27
Figure II-8 : ARDUINO UNO «Logiciel »	28
Figure II-9: Module Bluetooth HC06	29
Figure II-10 : Schéma de câblage Module Bluetooth HC06	30
Figure II-11 : Le buzzer.....	30
Figure II-12 : vibreur	31
Figure II-13 : Organigramme de détection d'obstacle.....	32
Figure II-14 : Organigramme Globale.....	33
Figure II-15 : teste du capteur ultrason -Bluetooth.....	34
Figure II-16 : Assemblages des composants avec Arduino.....	34

Liste des figures

Figure II-17 : Notre prototype final	35
Figure II-18 : Notre canne	35
Figure III-1 Premier lancement d'Android Studio	40
Figure III-2: Les modèles d'application disponibles.	41
Figure III-3 : Configuration de l'application Android à créer	42
Figure III-4 : la création de l'interface utilisateur	44
Figure III-5 : Activity_main. Xml	44
Figure III-6 : Classe principale (main) de notre application	44
Figure III-7 : Activity_cane. Xml.....	45
Figure III-8: Code java : Envoi de message via Bluetooth	46
Figure III-9: Écran d'accueil de la fonctionnalité	46
Figure III-10: L'interface de l'activité secondaire de notre application.....	47
Figure III-11 : localisation de la canne	48
Figures III-12 : teste de l'application android	50

Liste des abréviations

Liste des abréviations :

- **GPS:** *Global Positioning System* (GPS) "Système mondial de positionnement "
- **WPS :** Wi-Fi Positioning System " système de positionnement par Wi-Fi"
- **EPFZ :** en allemand : *Eidgenössische Technische Hochschule Zürich*, ETHZ) "École Polytechnique Fédérale de Zurich"
- **IDE :** (Integrated Development Environment) "Environnement de Développement Intégré".

Introduction générale

Introduction générale

Introduction Générale :

Dans un monde où la mobilité est cruciale pour atteindre l'indépendance, les personnes malvoyantes font face à des défis considérables pour se déplacer en toute sécurité et confiance. Les cannes blanches traditionnelles offrent une assistance de base, mais grâce aux progrès technologiques, il est possible d'incorporer des fonctionnalités intelligentes pour améliorer cette expérience.

Les travaux de ce mémoire de Master s'inscrivent dans cette démarche en visant en fait à développer une canne intelligente qui aide les malvoyants à gagner en mobilité et en sécurité. Pour ce faire, nous concevrons, développerons et évaluerons un prototype de canne intelligente dépassant les capacités des modèles traditionnels. Notre approche repose sur l'utilisation de microcontrôleurs Arduino, intégrant des capteurs à ultrasons pour détecter les obstacles, une boussole numérique pour maintenir une trajectoire droite et réduire les déviations involontaires, ainsi qu'un système de retour haptique via un vibreur pour alerter l'utilisateur en cas d'obstacle ou de déviation.

Par ailleurs, nous mettrons en œuvre ces fonctionnalités en transmettant des commandes à une application Android que nous développerons dans le cadre de ce projet. Cette application fournira des indications auditives pour guider les malvoyants. Elle sera munie d'un bouton permettant d'activer la connexion Bluetooth avec l'Arduino. Une fois la connexion établie, l'utilisateur recevra les commandes de la canne intelligente, lui indiquant s'il doit tourner à gauche, à droite ou continuer tout droit. Nous nous assurerons de traduire ces commandes en instructions vocales claires et précises pour assurer un guidage efficace.

Cette approche intégrée facilitera une interaction fluide entre la canne intelligente et l'application Android, offrant ainsi une assistance complète et intuitive aux personnes malvoyantes lors de leurs déplacements. Ce projet s'inscrit dans une démarche d'innovation technologique visant à améliorer la qualité de vie et l'autonomie des personnes en situation de handicap visuel.

Outre cette introduction, ce mémoire est structuré autour de trois chapitres principaux.

Introduction générale

Le premier chapitre offre un aperçu des techniques de navigation indoor utilisées par les personnes malvoyantes, mettant en lumière les défis spécifiques rencontrés et les solutions existantes dans ce domaine crucial pour l'autonomie des personnes en situation de handicap visuel.

Le deuxième chapitre est consacré à une présentation détaillée du système développé dans le cadre de ce projet. Nous explorerons en profondeur la conception, le développement et les fonctionnalités de la canne intelligente, mettant en évidence les choix technologiques, les composants utilisés et les étapes de développement du prototype.

Le troisième chapitre se concentrera sur l'application interactive développée sous Android pour le guidage des personnes malvoyantes. Nous détaillerons les fonctionnalités de l'application, son interface utilisateur, ainsi que son intégration avec la canne intelligente pour fournir des indications auditives claires et précises.

Enfin, une conclusion viendra situer la valeur de ce travail dans le contexte plus large de l'aide à la mobilité des personnes malvoyantes. Nous présenterons également des perspectives pour de futures recherches et développements dans ce domaine en constante évolution, soulignant l'importance de l'innovation technologique pour améliorer la qualité de vie et l'autonomie des personnes en situation de handicap visuel.

Chapitre I :
***Généralités sur les techniques
de navigation indoor des
personnes malvoyantes***

Chapitre I : Généralités sur les techniques de navigation indoor des personnes malvoyantes

I.1 Introduction :

La navigation indoor représente un défi majeur pour les personnes malvoyantes, car elles doivent se déplacer efficacement dans des espaces intérieurs complexes tout en évitant les obstacles et en identifiant les points de repère. Ce chapitre représente les techniques de navigation indoor utilisées par les personnes malvoyantes, en mettant l'accent sur les principes généraux et les technologies émergentes.

I.2 Besoins et défis des personnes malvoyantes en matière de navigation indoor :

Les personnes malvoyantes font face à des défis uniques lorsqu'il s'agit de naviguer dans des espaces intérieurs. [1]

Quelques besoins spécifiques en navigation et les défis associés sont :

I.2.1. Besoins spécifiques en navigation :

- **Identification claire des itinéraires** : Les environnements intérieurs doivent être conçus de manière à ce que les itinéraires soient facilement identifiables par des moyens non visuels.
- **Repères tactiles et auditifs** : L'utilisation de repères au sol, de signaux sonores et de guidage vocal est essentielle pour aider à l'orientation.
- **Accès à l'information** : Les informations sur l'environnement doivent être accessibles sous des formes adaptées comme le braille ou les annonces vocales.
- **Formation et assistance** : La disponibilité de guides humains ou de chiens d'assistance formés peut être cruciale pour la navigation sécurisée.

I.2.2. Défis associés :

Complexité des environnements : Les espaces intérieurs complexes avec de nombreux obstacles et peu de repères peuvent être difficiles à naviguer.

Chapitre I : Généralités sur les techniques de navigation indoor des personnes malvoyantes

- **Manque d'accessibilité** : L'absence de conception universelle dans les bâtiments et les transports publics limite l'autonomie.
- **Dépendance à l'aide extérieure** : Le besoin constant d'assistance peut affecter l'indépendance et la confiance en soi.
- **Risques de sécurité** : Les dangers potentiels non signalés augmentent le risque d'accidents.

Pour améliorer la mobilité des personnes malvoyantes, il est important de prendre en compte ces besoins et défis lors de la conception des espaces intérieurs et des services.

I.3. Techniques traditionnelles de navigation indoor :

Les techniques traditionnelles de navigation intérieure pour les personnes malvoyantes comprennent principalement l'utilisation de la canne blanche, la navigation assistée par des personnes accompagnantes, et l'utilisation de repères tactiles et auditifs. Voici un résumé de ces techniques :

I.3.1 Canne blanche :

La canne blanche aide à détecter les obstacles en balayant devant soi, permettant à l'utilisateur de sentir la résistance lorsqu'elle touche un objet. Elle est reconnue comme un symbole de la déficience visuelle, signalant aux autres la présence d'une personne malvoyante. Les cannes sont généralement fabriquées à partir de matériaux légers comme l'aluminium ou le plastique enrichi en fibres de carbone ou de verre .

La canne blanche est donc bien plus qu'un simple outil de mobilité ; c'est un moyen d'exploration, un symbole d'indépendance et une partie intégrante de la vie quotidienne pour de nombreuses personnes malvoyantes.

Chapitre I : Généralités sur les techniques de navigation indoor des personnes malvoyantes



Figure I-1 : Canne blanche.

I.3.2 Navigation assistée par des personnes accompagnantes

La navigation assistée par des personnes accompagnantes est une méthode essentielle pour aider les personnes malvoyantes à se déplacer dans des environnements inconnus. Elle peut impliquer l'assistance d'un guide humain ou l'accompagnement par un chien d'assistance.

I.3.2.1 Guide Humain :

Le guide fournit des descriptions verbales de l'environnement, y compris les obstacles et les points de repère. Il indique la direction à suivre et donne des instructions pour naviguer dans l'environnement. Le guide peut offrir une assistance physique, comme guider l'utilisateur par le bras ou l'aider à franchir des obstacles.



Figure I.2 : Guide Humain.

Chapitre I : Généralités sur les techniques de navigation indoor des personnes malvoyantes

I.3.2.2. Chien d'Assistance :

- **Formation Spécialisée** : Le chien subit une formation spéciale pour guider son utilisateur en toute sécurité.
- **Guidage Actif** : Il se place devant l'utilisateur, évitant les obstacles et suivant les commandes vocales.
- **Assistance dans l'Interaction avec l'Environnement** : Le chien aide à localiser des éléments comme des portes ou des escaliers et à trouver des points de repère familiers.



Figure I-3 : Chien d'Assistance.

I.4. Technologies émergentes pour la navigation indoor :

Les technologies de navigation en intérieur ont évolué rapidement. Ces technologies innovantes offrent des solutions diverses pour améliorer l'expérience utilisateur dans les espaces clos.

I.4.1. Transformation du contenu visuel en sonore :

Cette technologie utilise le traitement d'image pour convertir les éléments visuels en informations sonores, ce qui peut aider les personnes malvoyantes à comprendre leur Environnement. [2]

Chapitre I : Généralités sur les techniques de navigation indoor des personnes malvoyantes

I.4.2. Traduction en forme vocale :

Cette méthode consiste à prendre des informations, qu'elles soient textuelles ou visuelles, et à les traduire en parole, permettant une compréhension auditive.

I.4.3. Trans modalisation en forme auditive :

Cette technologie avancée permet de convertir les informations tactiles perçues par une canne utilisée par les personnes aveugles ou malvoyantes en signaux auditifs. [3]

I.4.3.1. Utilisation de repères tactiles et auditifs

L'utilisation de repères tactiles et auditifs est cruciale pour aider les personnes malvoyantes à se repérer et à naviguer dans des environnements intérieurs.

- **Repères Tactiles :**
 - ✓ **Bandes de guidage** : Bandes tactiles ou revêtements de sol texturés qui indiquent un chemin à suivre.
 - ✓ **Repères au sol** : Dalles ou carreaux tactiles signalant des changements de direction ou des points de repère.
 - ✓ **Rampes et mains courantes** : Fournissent un support physique et des indications directionnelles.
- **Repères Auditifs :**
 - ✓ **Guidage vocal** : Systèmes de guidage vocal offrant des instructions pour aider à la navigation.
 - ✓ **Annonces sonores** : Informations sur l'environnement, comme les arrêts de transport ou les étages de bâtiments.

Chapitre I : Généralités sur les techniques de navigation indoor des personnes malvoyantes

- ✓ **Signaux d'avertissement** : Avertissements sonores indiquant des dangers potentiels ou des obstacles.

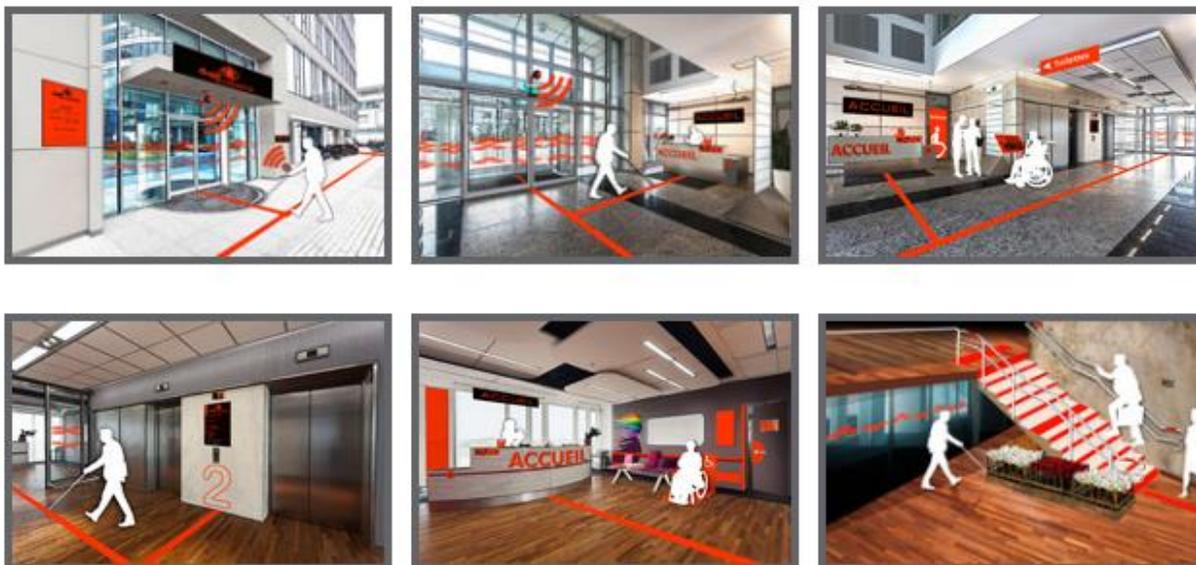


Figure I-4 : repères tactiles et auditifs.

Ces repères sont conçus pour être facilement perceptibles et fournir des informations essentielles qui permettent une navigation plus autonome et sécurisée pour les personnes malvoyantes. Ils complètent les aides traditionnelles comme la canne blanche et l'assistance humaine ou canine, et peuvent être intégrés avec des solutions technologiques pour une efficacité accrue.

I.5. Exemples des Technologies émergentes pour la navigation indoor :

Avec l'essor des technologies numériques, de nombreuses solutions émergentes pour la navigation en intérieur ont vu le jour. Ces technologies permettent de localiser et de guider des utilisateurs à l'intérieur de bâtiments où les systèmes de positionnement traditionnels comme le GPS sont inefficaces. Quelques exemples de ces technologies innovantes sont :

I.5.1 Systèmes de positionnement et de navigation :

Les systèmes de positionnement et de navigation indoor sont conçus pour fournir des services de localisation précise dans des environnements clos tels que les centres commerciaux, les

Chapitre I : Généralités sur les techniques de navigation indoor des personnes malvoyantes

aéroports, les musées et les hôpitaux. Ces systèmes utilisent diverses technologies pour assurer une navigation fluide et précise.

I.5.1.1. GPS Indoor :

Le GPS, bien que très efficace en extérieur, rencontre des difficultés pour fournir des positions précises à l'intérieur des bâtiments en raison de l'atténuation et du blocage des signaux satellites par les structures. Pour surmonter ces obstacles, des systèmes de GPS indoor combinent des données issues de plusieurs sources comme les signaux Wi-Fi, Bluetooth, et des capteurs inertiels.. [4]

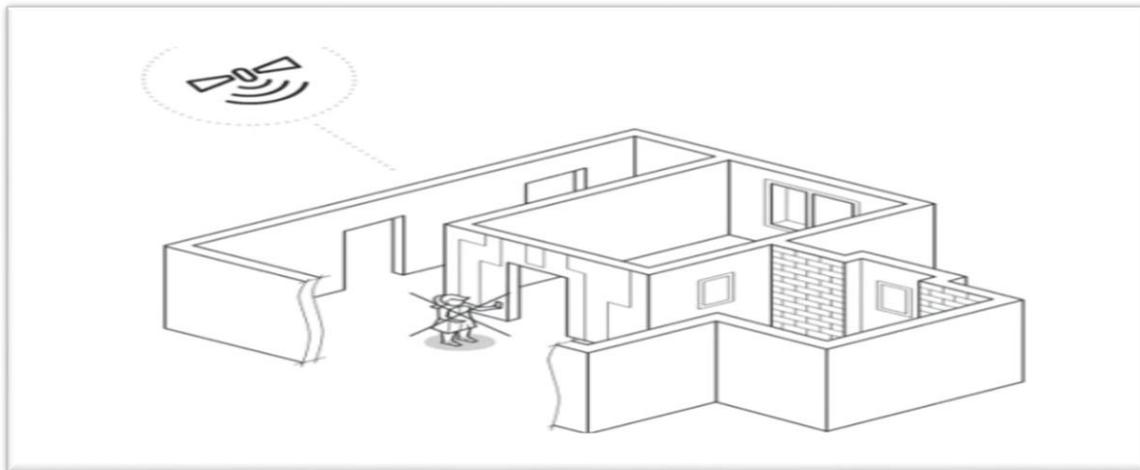


Figure I-5 : GPS Indoor.

- Des applications GPS spécialement conçues pour les déficients visuels utilisent des commandes vocales et des retours haptiques pour guider les utilisateurs à travers des espaces intérieurs.



Figure I-6: Des applications GPS.

Chapitre I : Généralités sur les techniques de navigation indoor des personnes malvoyantes

I.5.1.2. Balises Bluetooth

Discussion sur l'utilisation des balises Bluetooth pour la localisation indoor et leurs avantages.



Figure I-7 : Balises Bluetooth. [2]

- Des dispositifs comme le bracelet Sunu utilisent des balises Bluetooth et un système de sonar pour détecter les obstacles et avertir les utilisateurs par des vibrations.

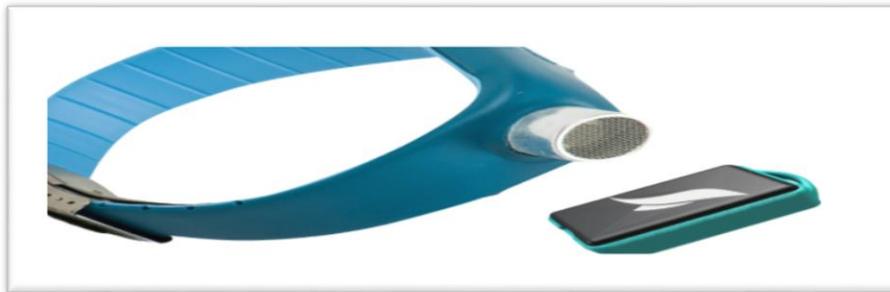


Figure I-8 : Bracelet détecteur d'obstacles. [5]

- Les balises Bluetooth Low Energy (BLE), comme iBeacon d'Apple, sont largement utilisées pour la localisation indoor grâce à leur faible consommation d'énergie et leur capacité à fonctionner avec la majorité des smartphones actuels.

Chapitre I : Généralités sur les techniques de navigation indoor des personnes malvoyantes

I.5.1.3. Capteurs de Localisation :

- Analyse des différents types de capteurs utilisés pour la navigation indoor et comment ils améliorent l'expérience utilisateur.
- Des cannes intelligentes équipées de capteurs peuvent détecter les obstacles environnants, y compris ceux en hauteur, et informer l'utilisateur via des signaux audio ou haptiques.
- Divers capteurs, tels que les accéléromètres, les gyroscopes, et les magnétomètres, sont intégrés dans les smartphones et autres appareils pour aider à la localisation indoor.

I.5.2 Applications mobiles et dispositifs portables

Les applications mobiles et les dispositifs portables jouent un rôle crucial dans la navigation indoor. Grâce à leur portabilité et à leurs capacités avancées de traitement et de connectivité, ils offrent des solutions pratiques et accessibles pour la localisation et le guidage des utilisateurs dans des environnements complexes.

I.5.2.1. Applications mobiles :

Il existe de nombreuses applications de navigation intérieure qui utilisent les capteurs intégrés des smartphones pour guider les utilisateurs à travers des bâtiments complexes comme les aéroports et les centres commerciaux. [5]

- Evelity est une application de guidage intérieur qui fonctionne comme un GPS pour aider les personnes en situation de handicap à s'orienter dans des lieux complexes .

I.5.2.2. Dispositifs portables :

Les dispositifs portables, tels que les montres intelligentes et les bracelets de fitness, sont étudiés pour faciliter la navigation indoor.

Ces dispositifs peuvent être équipés de capteurs spécifiques pour la navigation indoor et la localisation en temps réel.

Chapitre I : Généralités sur les techniques de navigation indoor des personnes malvoyantes

1.5.3 Systèmes de réalité augmentée :

Les systèmes de réalité augmentée sont spécialement conçus pour aider les personnes malvoyantes dans la navigation indoor. Des lentilles de contact sont en développement, équipées d'écrans et de puces, pour retranscrire des images en réalité augmentée, offrant ainsi une aide aux personnes malvoyantes pour mieux appréhender leur environnement. La réalité augmentée (AR) est utilisée pour améliorer l'expérience de navigation indoor en superposant des informations numériques sur l'environnement réel. Cette technologie peut être particulièrement utile dans des lieux tels que les hôpitaux, les musées et les centres commerciaux, où elle peut aider les personnes malvoyantes à se déplacer plus facilement et à accéder à des informations pertinentes.

1.5.4. Autres Innovations Technologiques

Pour répondre aux besoins de navigation indoor des personnes malvoyantes, plusieurs solutions technologiques innovantes ont été développées :

1.5.4.1. Intelligence Artificielle et Assistants Vocaux :

L'Intelligence Artificielle (IA) et les assistants vocaux jouent un rôle de plus en plus important dans la navigation intérieure pour les personnes malvoyantes.

- **Assistants vocaux comme** : Google Home ou Alexa qui permettent de contrôler divers appareils et d'accéder à des informations par commande vocale
- **Applications sur smartphone** : Utilisent la synthèse vocale pour guider les utilisateurs, avec des mises à jour cartographiques régulières
- **Blind Square** : Une application GPS complète pour iOS (le système d'exploitation mobile développé par Apple), offrant des fonctionnalités avancées pour les personnes aveugles ou malvoyantes.

Chapitre I : Généralités sur les techniques de navigation indoor des personnes malvoyantes

I.5.4.2. Appareils de Navigation High-Tech :

Sound of Vision, un projet européen qui a développé un appareil de navigation transposant les images de l'environnement en sons.

I.5.4.3. Robotique et Télémétrie Laser

À l'Université de Berkeley, un robot autonome est en développement pour aider les personnes malvoyantes à se déplacer dans des espaces étroits ou encombrés grâce à un système de télémétrie laser.

Autres Aides aux Déplacements :

Chaussures GPS : Intègrent des capteurs de mouvements dans les chaussures, guidant l'utilisateur par des vibrations.

Angeo : un système d'orientation et de navigation adapté aux malvoyants, qui utilise un mini GPS avec guidage vocal et une oreillette pour la planification des parcours.

I.6. Exemples de cannes intelligentes

Quelques exemples de cannes intelligentes qui ont été conçues pour aider les personnes malvoyantes dans leur navigation indoor :

I.6.1 WeWALK

WeWALK est équipé de capteurs ultrasons qui détectent les obstacles à la fois en hauteur et au niveau du sol. Il offre un retour haptique à l'utilisateur grâce à des vibrations, lui permettant ainsi de percevoir les informations importantes. De plus, il est compatible avec des applications populaires telles que Google Maps et peut être contrôlé via un smartphone, offrant ainsi une connectivité pratique et une intégration avec d'autres outils de navigation et d'assistance.



Figure I-9 : Wewalk. [6]

Chapitre I : Généralités sur les techniques de navigation indoor des personnes malvoyantes

I.6.2 Visio:

- **Technologies Intégrées :**

Visio combine un système GPS, une connexion Wi-Fi, et des capteurs **infrarouges** pour détecter les obstacles jusqu'à 2,50 mètres de hauteur, émettant des signaux sonores ou des vibrations pour alerter l'utilisateur.

- **Fonctionnalités Avancées :** La canne est équipée d'un lecteur de **QR codes** pour fournir des informations sur l'environnement urbain, comme les horaires des magasins et les arrêts de bus.

- **Développement et Collaboration :** Le concept a été développé par cinq étudiants lors du Défi Cisco, en collaboration avec l'association Valentin-Haüy et un fabricant de cannes blanches.

- **Reconnaissance et Soutien :** Le projet a remporté le premier prix du concours, recevant une dotation de 70 000 € de Cisco pour démarrer l'entreprise Handisco et bénéficier d'une assistance technique et commerciale.

- **Commercialisation :** La canne Visio était prévue pour être lancée sur le marché en 2015, marquant une avancée significative dans les aides technologiques pour les personnes malvoyantes.

I.6.3. Canne EPFZ

La canne développée par l'École polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ) est un dispositif innovant conçu pour améliorer la mobilité des personnes aveugles ou malvoyantes.

Elle est équipée de plusieurs technologies avancées :

Chapitre I : Généralités sur les techniques de navigation indoor des personnes malvoyantes

- **Caméra intégrée** : La canne est dotée d'une caméra qui capte l'environnement et guide l'utilisateur grâce à un indicateur tactile, offrant ainsi une meilleure perception des obstacles et des chemins.
- **Reconnaissance d'éléments** : Elle possède la capacité de reconnaître des éléments spécifiques tels que les passages piétons et les portes, facilitant ainsi la navigation dans des environnements urbains et intérieurs complexes.



Figure I-10 : Canne EPF. [7]

- **Caméra intégrée** : Capte l'environnement et guide l'utilisateur avec un indicateur tactile.
- **Reconnaissance d'éléments** : Peut reconnaître les passages piétons et les portes

I.6.4 Ultra Canne :



Figure I-11 : Ultra Canne. [7]

- **Détection d'obstacles** : Émet des ultrasons pour détecter les obstacles et avertir l'utilisateur par des vibrations.

Ces cannes utilisent des technologies avancées pour fournir une expérience de navigation enrichie et adaptée aux besoins des personnes malvoyantes, leur permettant de se déplacer avec plus de confiance et d'indépendance.

Chapitre I : Généralités sur les techniques de navigation indoor des personnes malvoyantes

I.7. Conclusion :

Les technologies émergentes dans le domaine de la navigation indoor pour les personnes malvoyantes sont en effet prometteuses. Elles offrent une amélioration significative de l'autonomie et de la sécurité, permettant une meilleure mobilité et indépendance. Ces innovations représentent une évolution majeure par rapport aux méthodes traditionnelles, en proposant des outils interactifs et adaptatifs qui répondent efficacement aux défis de la navigation intérieure.

Ces systèmes technologiques, transforment notre interaction avec les espaces intérieurs. Ils fournissent une expérience utilisateur améliorée avec une précision de localisation accrue, ce qui est crucial pour les personnes ayant des déficiences visuelles.

Chapitre II

Conception et réalisation d'un prototype d'une canne intelligente

Chapitre II Conception et réalisation D'un prototype d'une canne intelligente

II.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous aborderons la conception et la réalisation d'un prototype de canne intelligente, ce dernier conçu pour améliorer l'autonomie et la sécurité des personnes malvoyants.

La canne intelligente est équipée de divers capteurs et modules, tels qu'un capteur ultrasonique HC-SR204 un module Bluetooth HC06, une boussole numérique (HMC5883L), ainsi qu'un vibreur et un buzzer. Ces composants travaillent de concert pour détecter les obstacles, communiquer des informations à l'utilisateur via des signaux haptiques ou sonores, et offrir une expérience de navigation enrichie et sécurisée.

Ce chapitre détaillera chaque composant, son principe de fonctionnement, ainsi que la manière dont ils s'assemblent pour former un système cohérent et fonctionnel.

II.2. Cahier de charge :

Notre objectif est de développer une canne intelligente qui utilise la technologie pour améliorer la mobilité et la sécurité des personnes malvoyantes.

Ce travail consiste en fait à réaliser une canne intelligente qui puisse aider les malvoyants à gagner en mobilité et en sécurité. Il s'agira plus précisément de concevoir, développer et évaluer un prototype d'une canne intelligente dépassant les capacités des cannes traditionnelles. Le prototype sera développé autour de plates-formes à microcontrôleurs. Pour ce faire, il faudra utiliser :

Dans un premier temps :

- une carte Arduino et un capteur ultrason pour la détection des obstacles,
- une boussole numérique (HMC5883L) pour assurer le maintien de trajectoires droites de l'utilisateur et minimiser ainsi le risque de déviations involontaires.
- un vibreur pour avertir l'utilisateur en cas d'obstacle ou de déviation involontaire sera également utilisé.

Dans un deuxième temps, il faudra :

- Développer une Application Android pour exploiter l'ensemble des fonctionnalités du

Chapitre II Conception et réalisation D'un prototype d'une canne intelligente

modèle de la canne développé pour guider les malvoyants avec des indications auditives.

II.3. Principe de Fonctionnement :

La canne intelligente fonctionnera comme suit :

- **Activation** : L'utilisateur active la canne.
- **Détection** : Les capteurs à ultrasons détectent les obstacles et envoient les données à l'Arduino
- **Traitement des données** : Les données des capteurs sont envoyées à l'Arduino. C'est ici que le HMC5883L entre en jeu. Il aide à analyser l'orientation et le mouvement de la canne pour s'assurer que l'utilisateur maintient une trajectoire droite. Si des déviations sont détectées, l'Arduino peut ajuster les alertes ou les commandes en conséquence.
- **Retour haptique** : L'utilisateur est averti par vibration en cas d'obstacle.
- **Guidage vocal** : Des commandes vocales sont envoyées via l'application Android pour guider l'utilisateur. Pour éviter les obstacles et maintenir la trajectoire.
- **Localisation de la canne** : Un Buzzer permet de localiser la canne par le son.

Comment la canne intelligente fonctionnera étape par étape :

- ✓ **Activation** : L'utilisateur commence par activer la canne. Cela peut être fait en appuyant sur un bouton situé sur la canne.
- ✓ **Détection d'obstacles** : Une fois activée, la canne utilise des capteurs ultrasons pour détecter les obstacles qui se trouvent devant l'utilisateur. Ces capteurs émettent des ondes ultrasoniques qui rebondissent sur les objets et reviennent vers la canne, permettant ainsi de déterminer la distance des obstacles.
- ✓ **Traitement des données** : Les informations recueillies par les capteurs sont envoyées à l'Arduino, qui est le cerveau de la canne. L'Arduino traite ces données pour comprendre si un obstacle est proche et si l'utilisateur doit être averti.

Chapitre II Conception et réalisation D'un prototype d'une canne intelligente

Ici une boussole numérique (HMC5883L) entre en jeu. Il aide à analyser l'orientation et le mouvement de la canne pour s'assurer que l'utilisateur maintient une trajectoire droite. Si des déviations sont détectées, l'Arduino peut ajuster les alertes ou les commandes en conséquence.

- ✓ **Retour haptique** : Si un obstacle est détecté, la canne avertit l'utilisateur en activant un système de vibration. Cela permet à l'utilisateur de savoir qu'il doit changer de direction ou s'arrêter.
- ✓ **Guidage vocal** : En parallèle, l'application Android connectée à la canne via Bluetooth peut envoyer des commandes vocales à l'utilisateur. Par exemple, elle peut dire "tournez à gauche" ou "continuez tout droit" pour aider l'utilisateur à naviguer dans son environnement.
- ✓ **Localisation de la canne** : Si l'utilisateur a besoin de trouver sa canne, il peut activer un Buzzer intégré qui émettra des bips sonores, permettant ainsi de localiser la canne par le son.

II.4. Schéma bloc du système :

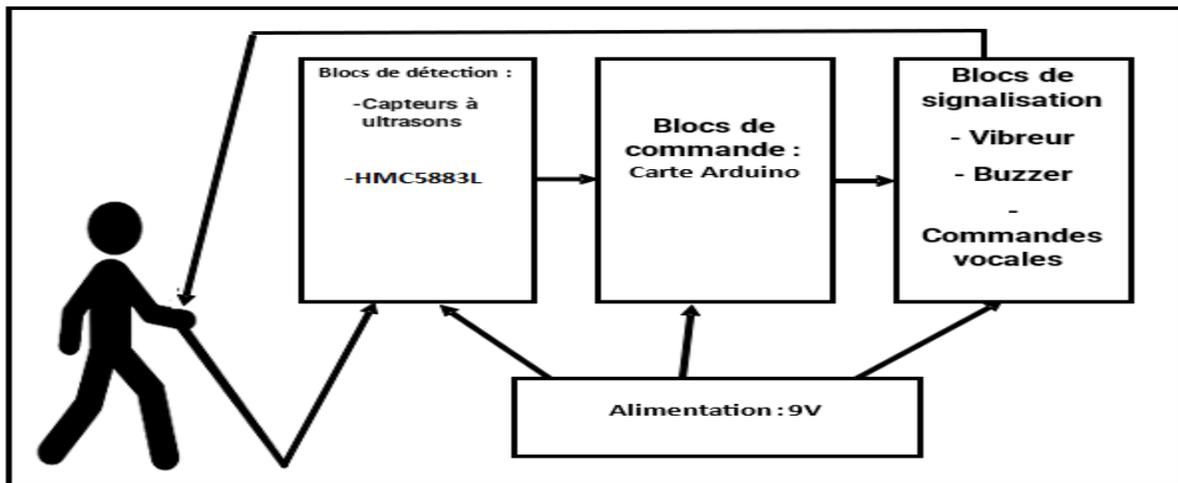


Figure II-1 : Schéma Bloc d'une Canne Intelligente

Notre projet est un système composé de quatre blocs fonctionnels distincts :

II.4.1. Bloc de détection :

- **Capteur à ultrason** : Détectent la présence d'obstacles en mesurant la distance via des ondes ultrasoniques.
- **Capteur HMC5883L** : Permet de détecter l'orientation de la canne et de maintenir une trajectoire droite.

II.4.2. Bloc de commande :

- **Carte Arduino** : traite les données des capteurs et exécute les commandes.
- **Module Bluetooth (HC05)** : Permet la communication sans fil entre la canne et l'application Android.
- **Application Android** : Interface utilisateur pour le contrôle et la réception des informations de la canne.

II.4.3. Bloc de signalisation :

- **Vibreur** : Fournit un retour haptique à l'utilisateur en cas de détection d'obstacle ou de déviation.
- **Buzzer** : Émet des bips sonores pour aider à localiser la canne au début de son utilisation.

Chapitre II Conception et réalisation D'un prototype d'une canne intelligente

- **Commandes vocales** (via l'application Android) : Guide l'utilisateur avec des indications auditives pour tourner ou continuer tout droit.

II.5. Les différents composants de chaque bloc du système :

II.5.1. composants du Bloc de détection :

II.5.1.1. Le capteur ultrason : Le capteur ultrasonique HC-SR04 est un module très populaire utilisé dans de nombreuses applications nécessitant la mesure de distance ou la détection d'objets.



Figure II-2 : Module de capteur à ultrasons HC-SR04 [8]

- **Caractéristiques du capteur HC-SR04** : Les caractéristiques du capteur ultrasonique HC-SR04 sont les suivantes :
 - ✓ Tension de fonctionnement : 5V DC
 - ✓ Courant de fonctionnement : moins de 15mA
 - ✓ Angle de mesure : 15 degrés
 - ✓ Plage de mesure : 2 cm à 400 cm
 - ✓ Précision de mesure : 3 mm
 - ✓ Fréquence de fonctionnement : 40 kHz
 - ✓ Dimensions : 45 x 20 x 15 mm [8]

Ces spécifications font du HC-SR04 un choix populaire pour les projets nécessitant la mesure de distance ou la détection d'objets, comme dans le cas des cannes intelligentes pour personnes malvoyantes

Chapitre II Conception et réalisation D'un prototype d'une canne intelligente

- **Configuration du brochage du capteur à Ultrasons**

Tableau II-1 : Configuration du brochage du capteur à Ultrasons [9]

Numéro de Broche	Nom de la Broche	Description
1	V _{cc}	Alimentation du capteur, typiquement avec +5V
2	Trigger	Broche d'entrée. Cette broche doit être maintenue haute pendant 10µs pour initialiser la mesure en envoyant une onde ultrasonique.
3	Echo	Broche de sortie. Cette broche reste haute pendant une période de temps équivalente au temps pris pour que l'onde ultrasonique revienne au capteur.
4	GND	Cette broche est connectée à la masse du système.

- **Fonctionnement du capteur HC-SR04 :**

Le module possède deux “yeux” à l'avant qui forment l'émetteur et le récepteur ultrasoniques, Il fonctionne sur le principe simple que :

II.1 : la distance = vitesse × temps.

- **Les étapes de son fonctionnement :**

- ✓ **Émission d'ondes sonores** : Le capteur émet des ondes sonores à haute fréquence, généralement entre 23 kHz et 40 kHz, qui sont inaudibles pour l'oreille humaine.
- ✓ **Réflexion des ondes** : Lorsque ces ondes rencontrent un objet, elles sont réfléchies et retournent vers le capteur sous forme d'écho
- ✓ **Réception et calcul de la distance** : Le capteur mesure le temps écoulé entre l'émission de l'onde sonore et la réception de l'écho. En connaissant la vitesse du son dans l'air (environ 343 mètres par seconde), il est possible de calculer la distance à l'objet avec la formule suivante :

II.2 : $d=1/2(c.t)$

Chapitre II Conception et réalisation D'un prototype d'une canne intelligente

Où (d) est la distance à l'objet, (c) est la vitesse du son, et (t) est le temps écoulé.

✓ **Traitement du signal** : Les informations reçues sont ensuite traitées pour obtenir des mesures précises de distance ou pour détecter la présence d'objets.

Ces capteurs sont très utiles dans de nombreuses applications où une mesure de distance sans contact est nécessaire, comme dans la robotique, les systèmes d'aide au stationnement, et l'automatisation industrielle, Ils sont appréciés pour leur précision et leur capacité à fonctionner dans divers environnements.

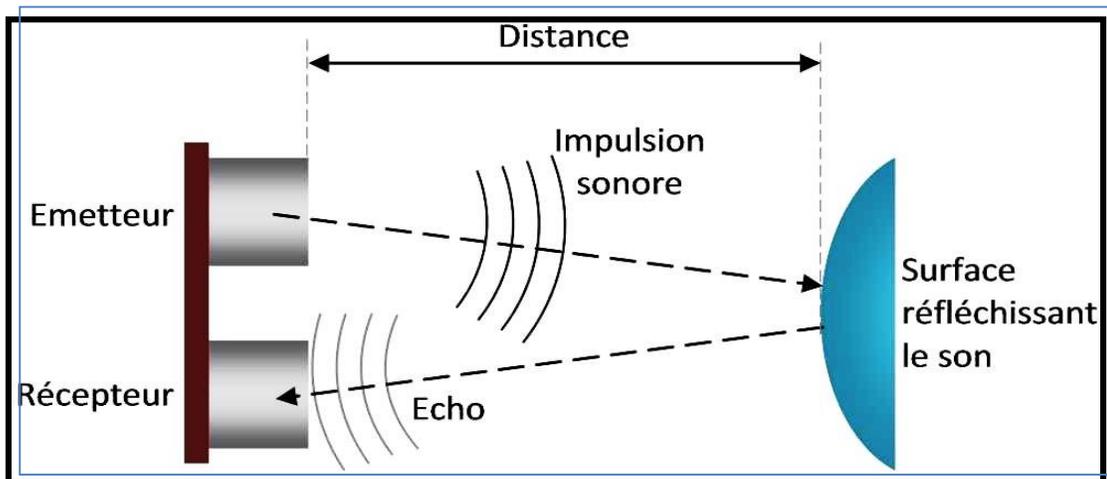


Figure II-3 : Capteur à Ultrasons HC-SR04 - Fonctionnement [10]

II.5.1.2. Schéma de câblage avec Arduino



Figure II-4 : Schéma de câblage de HC-SR04

II.5.1.3. Boussole numérique (HMC5883L) :

Le HMC5883L est un capteur magnétomètre 3 axes. Il est conçu pour agir comme une boussole numérique, mesurant l'intensité et la direction du champ magnétique le long des axes X,

Chapitre II Conception et réalisation D'un prototype d'une canne intelligente

Y et Z. Voici une présentation du capteur HMC5883L, son principe de fonctionnement, ses caractéristiques, son brochage et un schéma de câblage avec Arduino.

- **Présentation :**

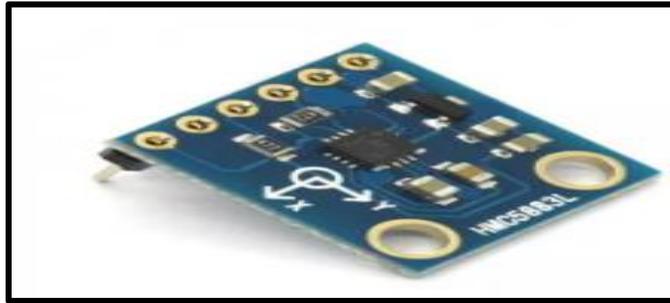


Figure II-5 : Capteur HMC5883L

- **Brochage :**

Tableau II-2 Brochage du Capteur HMC5883L [11]

Pin	Fonction
VCC	Alimentation (3V - 6V)
GND	Masse
SCL	Horloge I2C
SDA	Données I2C
DRDY	Sortie Données Prêtes

- **Les Caractéristiques du Capteur HMC5883L [Annexe 1]**

- ✓ **Principe de fonctionnement :** Le capteur utilise la technologie magnétorésistive pour détecter le champ magnétique. Basé sur ce champ magnétique, il indique la direction de l'appareil dans lequel ce magnétomètre est intégré. [11]

- **Schéma de câblage avec Arduino :** Pour connecter le HM5883L à un Arduino, vous devez connecter les broches comme suit :

- ✓ VCC du HMC5883L au 5V de l'Arduino

Chapitre II Conception et réalisation D'un prototype d'une canne intelligente

- ✓ GND du HMC5883L au GND de l'Arduino
- ✓ SCL du HMC5883L au pin A5 de l'Arduino
- ✓ SDA du HMC5883L au pin A4 de l'Arduino

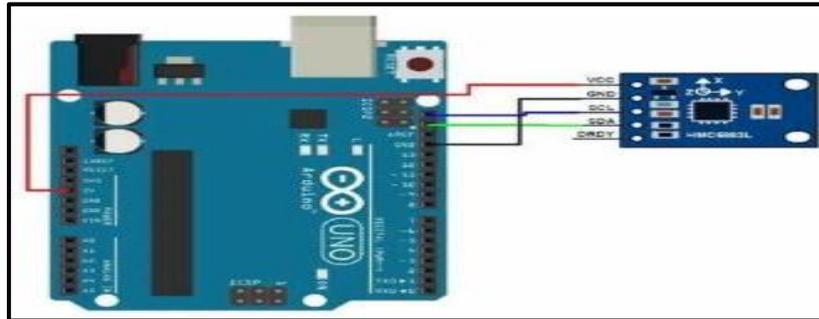


Figure II-6 : Schéma de câblage de HMC5883

II.5.2. Composants du Bloc de commande :

II.5.2.1 Arduino UNO :

ARDUINO est une plateforme matérielle et logicielle de développement d'applications embarquées.

- **Côté matériel** : elle se compose d'une carte électronique basée autour d'un microcontrôleur (ATMEL, AVR) comportant un certain nombre d'entrées et de sorties (les portes) permettant la Connexion de capteurs ou d'actionneurs

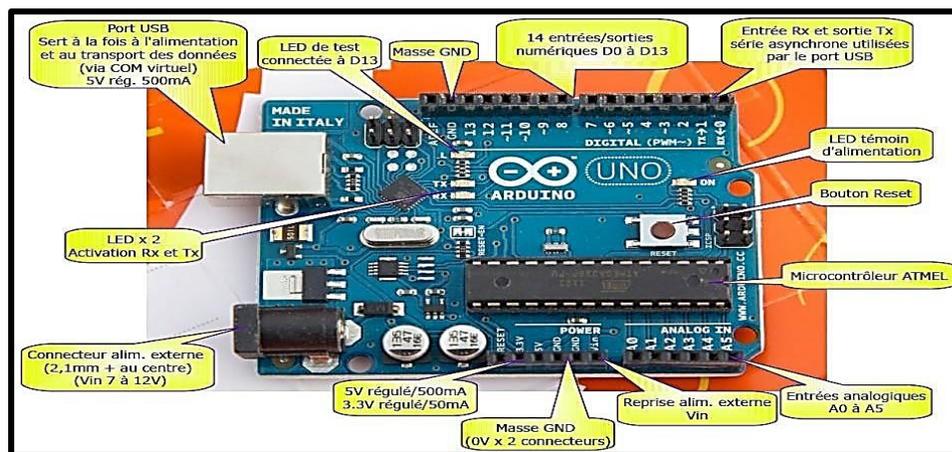


Figure II-7 : Arduino UNO [12]

Chapitre II Conception et réalisation D'un prototype d'une canne intelligente

- **Caractéristiques d'Arduino UNO : [Annexe 2]**
- **Brochage Arduino UNO [Annexe 3]**
- **Configuration du brochage Arduino UNO [Annexe 4]**
- **Alimentation d'Arduino UNO : L'Arduino UNO peut être alimenté via la connexion USB à partir d'ordinateur ou avec une alimentation externe.**
- **Côté logiciel : Arduino IDE Integrated Développement Environment est effectivement nécessaire pour programmer la carte Arduino Uno**

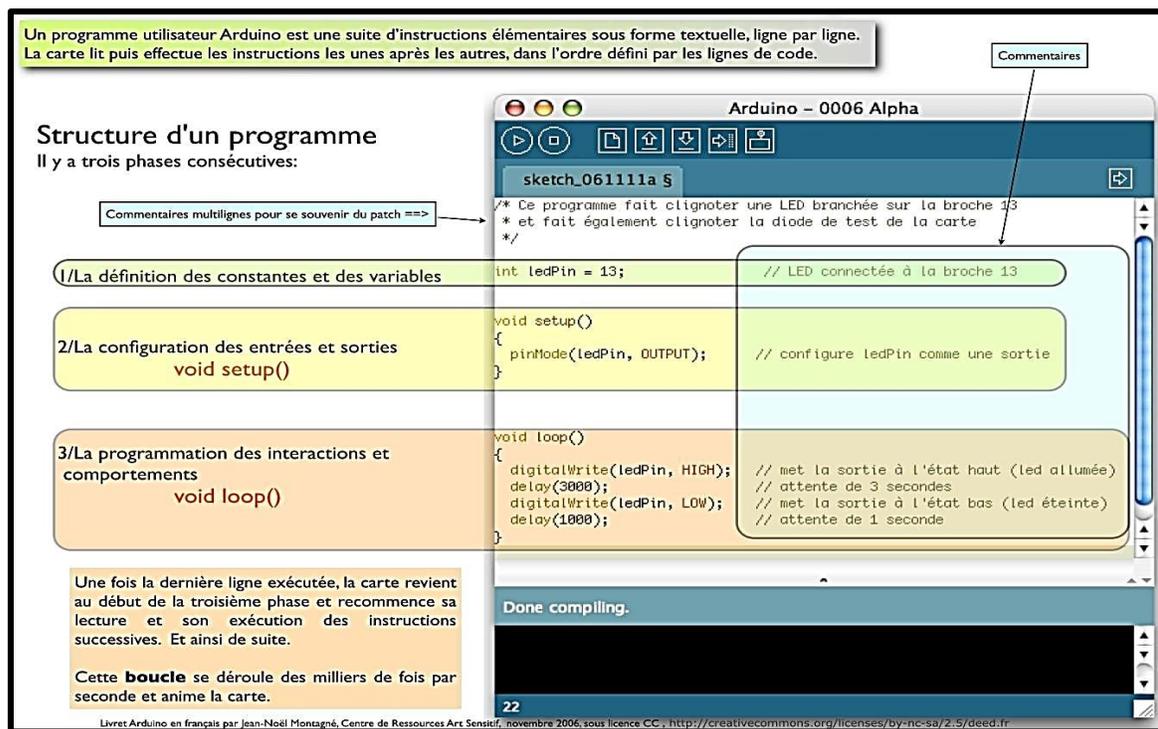


Figure II-8 : ARDUINO UNO «Logiciel» [12]

Un langage de programmation est un langage permettant à un être humain d'écrire un ensemble d'instructions (code source) qui seront directement converties en langage machine grâce à un compilateur (c'est la compilation). L'exécution d'un programme Arduino s'effectue de manière séquentielle, c'est-à-dire que les instructions sont exécutées les unes à la suite des autres.

Chapitre II Conception et réalisation D'un prototype d'une canne intelligente

II.5.2.2 Le Module Bluetooth HC-06 : Le module Bluetooth HC-06 est un dispositif conçu pour établir une communication sans fil à courte portée entre deux microcontrôleurs ou systèmes.

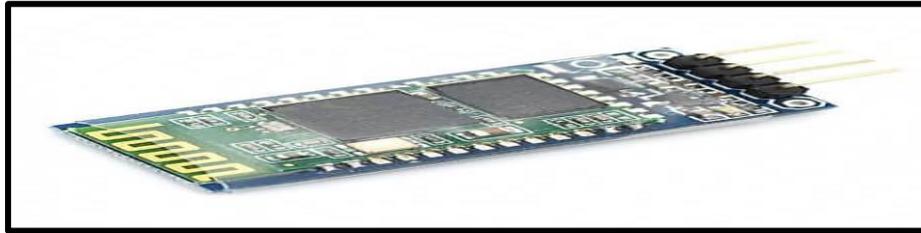


Figure II-9: Module Bluetooth HC06

- **Description du module :** Le HC-06 est un module esclave Bluetooth de classe 2 qui permet la communication série sans fil. Il fonctionne sur le protocole de communication Bluetooth 2.0 et ne peut agir que comme un dispositif esclave
- **Fonctionnalité :** Le module utilise la technique de modulation par déplacement de fréquence gaussien (GFSK) et dispose de fonctionnalités de sécurité telles que l'authentification et le chiffrement. Il est conçu pour des communications sans fil de courte distance, généralement moins de 100 mètres.
- **Caractéristiques générales du Module Bluetooth HC06 [annexe 5]**
- **Les différents pins du module :**

Tableau II-3 : Configuration du brochage du Bluetooth HC06

Broche	Fonction	Connexion typique avec Arduino
VCC	Alimentation	Broche 5V
GND	Masse	Broche GND
RX	Réception	Broche de transmission (TX)
TX	Transmission	Broche de réception (RX)

- **Schéma de câblage :**

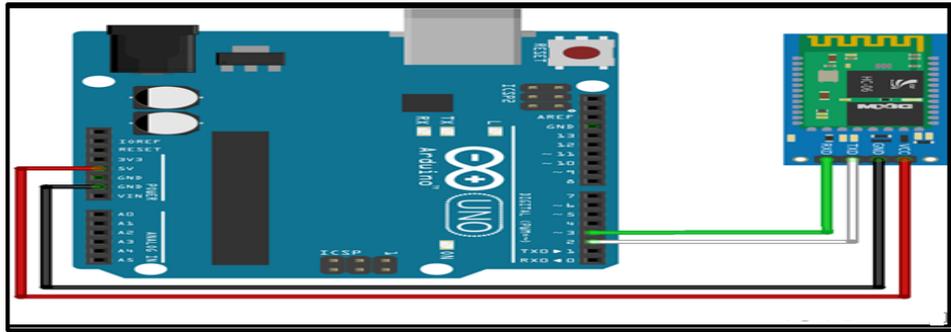


Figure II-10 : Schéma de câblage Module Bluetooth HC06

II.5.3. Composants du Bloc de signalisation :

II.5.3.1 Le buzzer : Le buzzer, également connu sous le nom de bipeur ou transducteur piézoélectrique, est un composant électronique qui produit un son lorsqu'il est alimenté en courant.



Figure II-11 : Le buzzer

- **Caractéristiques de buzzer [annexe 6]**
- **Fonctionnement :** Un buzzer piézoélectrique est typiquement composé d'un disque piézoélectrique fixé à une membrane métallique. Lorsqu'une tension alternative est appliquée au disque, il vibre et transmet ces vibrations à la membrane, produisant ainsi un son.
- **Application :** Les buzzers sont largement utilisés dans les alarmes, les jouets, les montres, les appareils électroménagers, et même certains téléphones portables. Ils sont choisis pour leur capacité à produire des sons clairs et distincts avec une faible consommation d'énergie, ce qui les rend idéaux pour de nombreuses applications

Chapitre II Conception et réalisation D'un prototype d'une canne intelligente

II.5.3.2 vibreur : ce petit mini moteur générant une vibration silencieuse et intense, dans un boîtier métallique facile à fixer

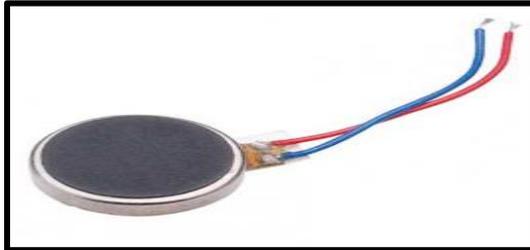


Figure II-12 : vibreur

II.5.4. Composants du Bloc d'alimentation

Ce bloc Fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'ensemble du système. Dans notre cas, une pile de 9V est spécifiée comme source d'alimentation.

L'Arduino Uno dispose d'un régulateur de tension intégré qui convertira la tension de 9V de la batterie en 5V nécessaires pour alimenter la carte.

II.6. Organigramme de fonctionnement

Nous présenterons les organigrammes de fonctionnement pour différentes tâches du système, commençant par l'organigramme de détection d'obstacle et d'envoi de message via Bluetooth.

II.6.1. Organigramme de détection d'obstacle :

L'organigramme de détection d'obstacle décrit le processus par lequel le système identifie et réagit à la présence d'obstacles sur son chemin (voir Figure II-13)

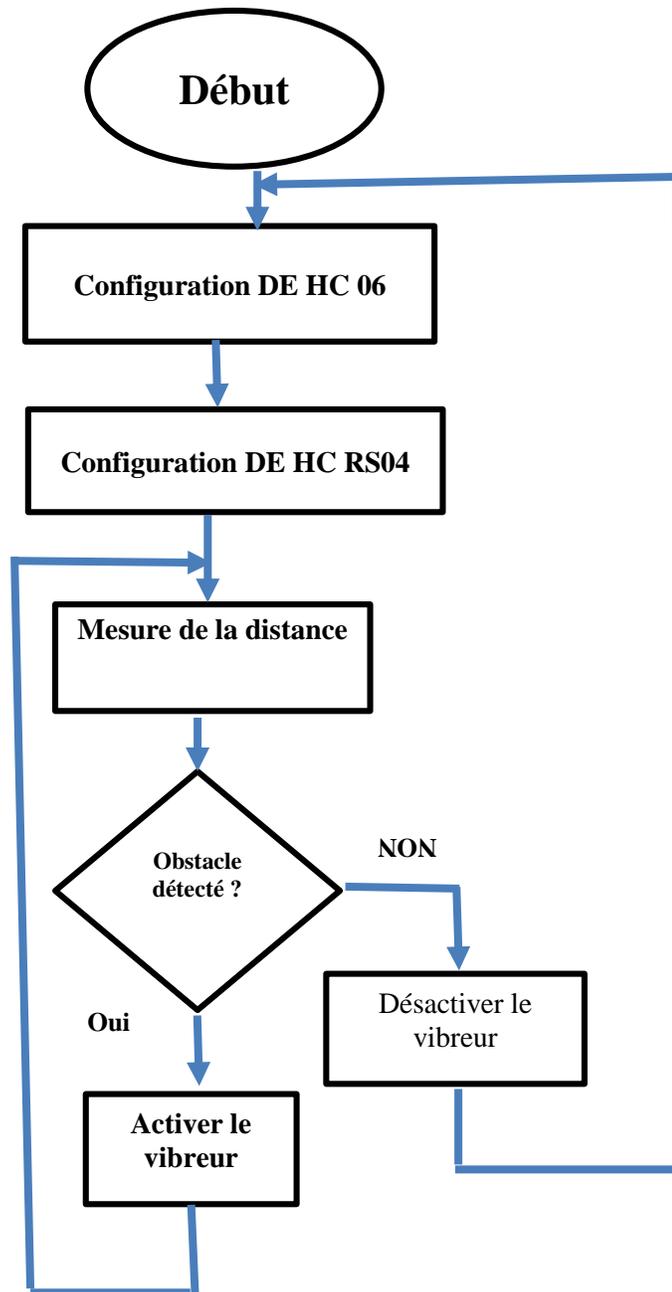


Figure II-13 : Organigramme de détection d'obstacle

Chapitre II Conception et réalisation D'un prototype d'une canne intelligente

II.6.2. Organigramme de fonctionnement global

L'organigramme de fonctionnement global pour le système de la canne intelligente, intégrant le capteur à ultrason, capteur HMC5883L et l'application Android.

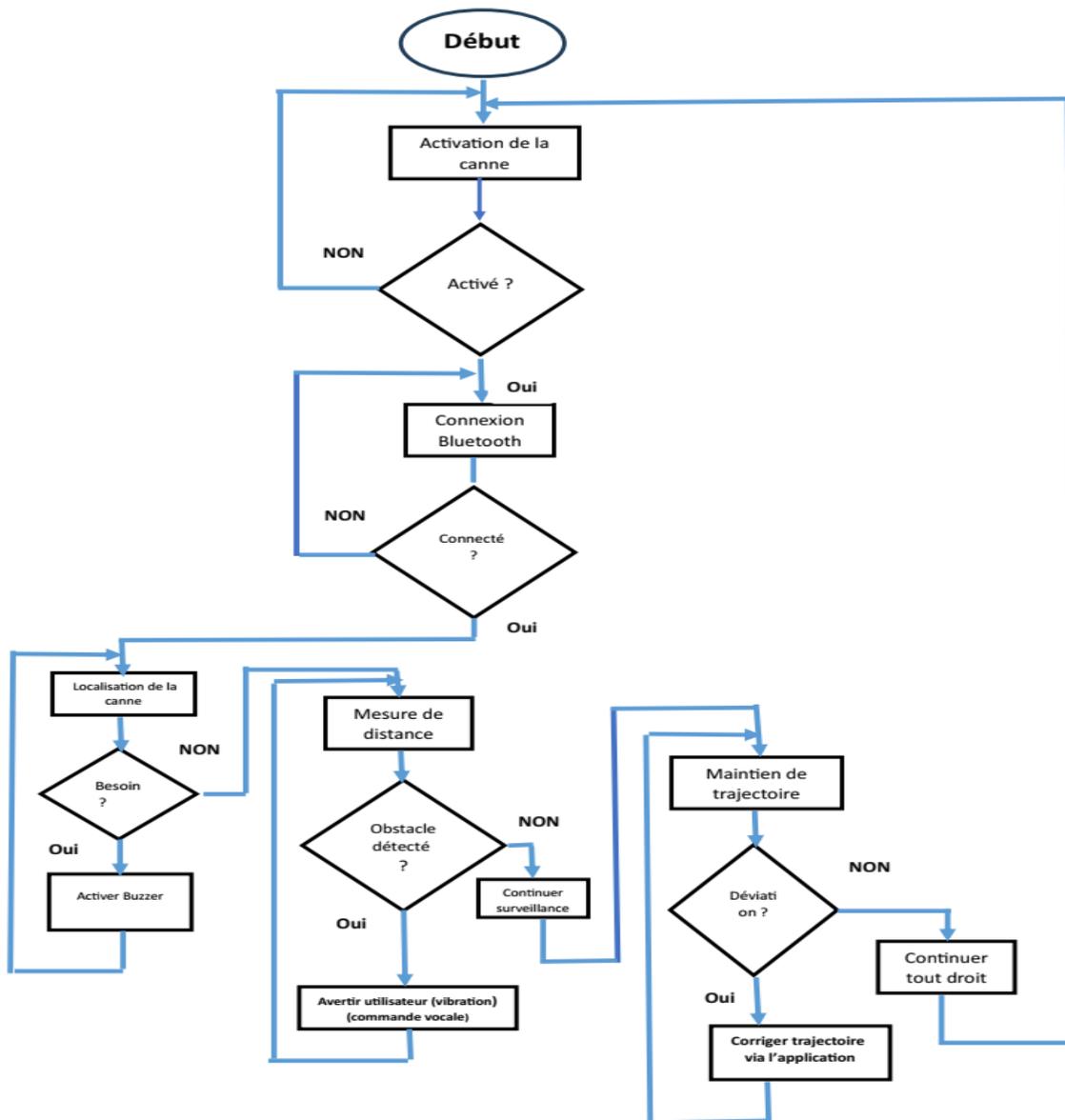


Figure II-14 : Organigramme Globale

Chapitre II Conception et réalisation D'un prototype d'une canne intelligente

II.7. Réalisation

La réalisation du projet consiste à assembler les différents éléments selon le plan établi, tout en respectant les normes de qualité et les spécifications définies. Cette étape requiert une attention particulière pour assurer la cohérence et la fiabilité du produit final.

II.7.1 Test des composants :

Avant de procéder à l'assemblage final, nous avons testé individuellement chaque composant. Cette étape permet de s'assurer que chaque élément fonctionne correctement et d'identifier rapidement tout défaut éventuel.

- **Capteur ultrason -Bluetooth :**

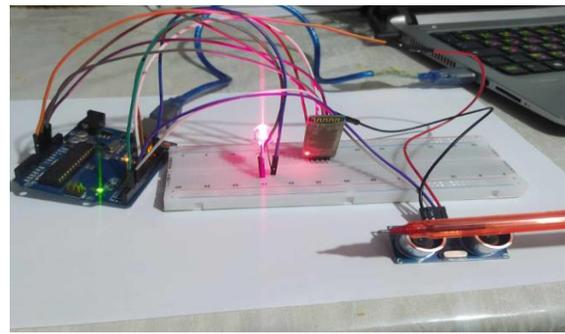
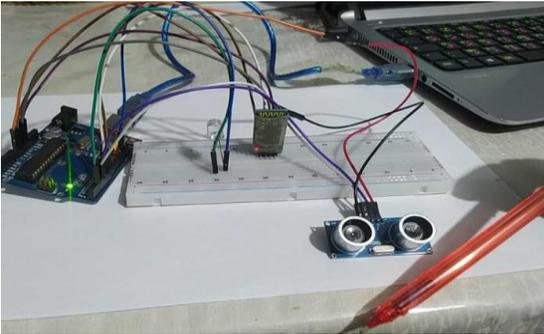


Figure II-15 : teste du capteur ultrason -Bluetooth

II.7.2. Assemblage :

Nous avons placé les composants de notre projet sur une plaque perforée de manière à permettre des modifications ultérieures des connexions.



Figure II-16 : Assemblages des composants avec Arduino

Chapitre II Conception et réalisation D'un prototype d'une canne intelligente

- **Présentation finale du prototype**



Figure II-17 : Notre prototype final

- **Canne utilisée :** Nous avons utilisé une canne classique avec notre prototype



Figure II-18 : Notre canne

Chapitre II Conception et réalisation D'un prototype d'une canne intelligente

II.8. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons détaillé les différentes étapes et tests effectués pour développer notre prototype. De la conception initiale à la réalisation, chaque étape a été essentielle pour assurer la fiabilité et l'efficacité de la canne. Nous avons mené des tests pour valider les performances du système. Cette approche méthodique nous a permis de concevoir une canne intelligente répondant aux attentes et aux besoins spécifiques des personnes malvoyantes.

Dans le prochain chapitre, nous aborderons le développement d'une application interactive sous Android, visant à améliorer le guidage des personnes malvoyantes en complément de la canne intelligente.

Chapitre III:
Développement d'une
Application interactive sous
Android pour le guidage
des personnes malvoyantes

Chapitre III : Développement d'une application interactive sous Android pour le guidage des personnes malvoyantes

III.1 Introduction :

Dans ce chapitre on concentre sur la conception et le développement d'une application innovante sous Android, destinée à améliorer la qualité de vie des personnes malvoyantes. Avec une population mondiale touchée par divers degrés de déficience visuelle, la technologie mobile offre des possibilités prometteuses pour répondre à leurs besoins spécifiques. Cette application interactive vise à fournir un outil de guidage intuitif et précis, exploitant les fonctionnalités avancées des smartphones Android pour offrir une expérience utilisateur inclusive et accessible.

III.2 Environnement de développements utilisés :

Pour le développement de L'application de notre projet Application interactive sous Android pour le guidage des personnes malvoyantes

Nous avons utilisé l'Environnement de développement **Android** studio en langage JAVA

III.2.1. JAVA :

III.2.1.1. Généralités : Java est un langage de programmation orienté objet qui a été lancé par Sun Microsystems en 1995. Qui offre de nombreuses fonctionnalités pour le développement d'applications complètes. Il repose sur l'utilisation de structures de données classiques telles que les tableaux et les fichiers, tout en mettant fortement l'accent sur l'allocation dynamique de mémoire pour la création d'objets en mémoire.

En Java, la notion de structure de données est remplacée par celle de classe, qui représente un modèle à partir duquel des objets peuvent être instanciés. Les classes en Java définissent les propriétés et les comportements des objets, ce qui permet une organisation et une modélisation efficaces des entités dans un programme.

De plus, Java offre des fonctionnalités pour le développement d'interfaces graphiques (GUI), ce qui facilite la création d'applications interactives. Les interfaces graphiques permettent aux utilisateurs d'interagir avec le programme de manière conviviale, en leur offrant la possibilité de contrôler et de manipuler les données ou les fonctionnalités du logiciel selon leurs besoins, dans un ordre non linéaire imposé par le logiciel. Cela permet une expérience utilisateur plus intuitive

Chapitre III : Développement d'une application interactive sous Android pour le guidage des personnes malvoyantes

et flexible.

III.2.1.2. Les Fondamentaux de Java : Portabilité, Outils de Développement, Bibliothèques, Syntaxe et Évolution"

- **Portabilité** : Java est célèbre pour sa philosophie “écrire une fois, exécuté partout”, ce qui signifie que le code Java compilé (bytecode) peut être exécuté sur n'importe quelle machine qui dispose d'une Java Virtual Machine (JVM) sans nécessiter de modifications.
- **JDK et JRE** : Pour développer et exécuter des applications Java, vous aurez besoin du Java Development Kit (JDK), qui comprend le compilateur Java (javac) et d'autres outils de développement, ainsi que le Java Runtime Environment (JRE), qui est nécessaire pour exécuter des applications Java .
- **Bibliothèques Standard** : Java fournit une vaste bibliothèque de classes prédéfinies, connue sous le nom de Java Class Library, qui offre un large éventail de fonctionnalités pour le développement d'applications.
- **Syntaxe** : La syntaxe de Java est similaire à celle du C++, mais elle a été simplifiée pour éliminer certaines des complexités associées au C++
- **Évolution** : Java a connu de nombreuses mises à jour depuis sa création, ajoutant des fonctionnalités telles que les expressions lambda, les streams et une nouvelle API pour les dates avec la version 8, et l'introduction des modules avec la version 9 .

III.2.1.3. Applications : Java est utilisée dans une variété d'applications, des applications de bureau aux applications mobiles, en passant par les applications Web et les systèmes embarqués. Sa capacité à s'adapter à différents environnements en fait un choix populaire pour les développeurs de logiciels.

III.2.2 Android studio :

Android, un système d'exploitation mobile, repose sur une version modifiée de Linux. À l'origine développé par une startup appelée Android, Inc., il a été acquis par Google en 2005.

Google a alors poursuivi le développement d'Android dans le cadre de sa stratégie d'entrée

Chapitre III : Développement d'une application interactive sous Android pour le guidage des personnes malvoyantes

sur le marché mobile. Une caractéristique fondamentale d'Android est sa nature ouverte et gratuite, avec une grande partie de son code publié sous la licence open source Apache. L'adoption d'Android présente plusieurs avantages, notamment une approche unifiée du développement d'applications. Les développeurs peuvent se concentrer sur le développement pour Android en général, sachant que leurs applications seront compatibles avec de nombreux appareils pris en charge par ce système d'exploitation.

Caractéristiques principales d'Android Studio : Android Studio intègre Gemini, un assistant AI qui aide à générer du code, à corriger le code et à répondre aux questions sur le développement d'applications Android [Annexe7]

III.2.2.1. Les prérequis d'un système pour installer Android Studio : Pour installer Android Studio, le système doit répondre à certains prérequis.

Les exigences minimales et recommandées pour différentes plateformes en **2024**

Ces spécifications sont susceptibles de changer avec le temps, donc il est toujours bon de vérifier les dernières informations sur le site officiel d'Android Studio avant de procéder à l'installation.

III.2.2.2. Configuration d'Android Studio et création de projets : Après l'installation d'Android Studio, Nous pouvons le démarrer et commencer la création d'un nouveau projet.



Figure III-1 Premier lancement d'Android Studio.

Chapitre III : Développement d'une application interactive sous Android pour le guidage des personnes malvoyantes

Pour préparer à l'avance des outils spécifiques à la nature d'application qu'on veut créer il nous propose de choisir un modèle (Template). La figure suivante montre la proposition des modèles disponibles

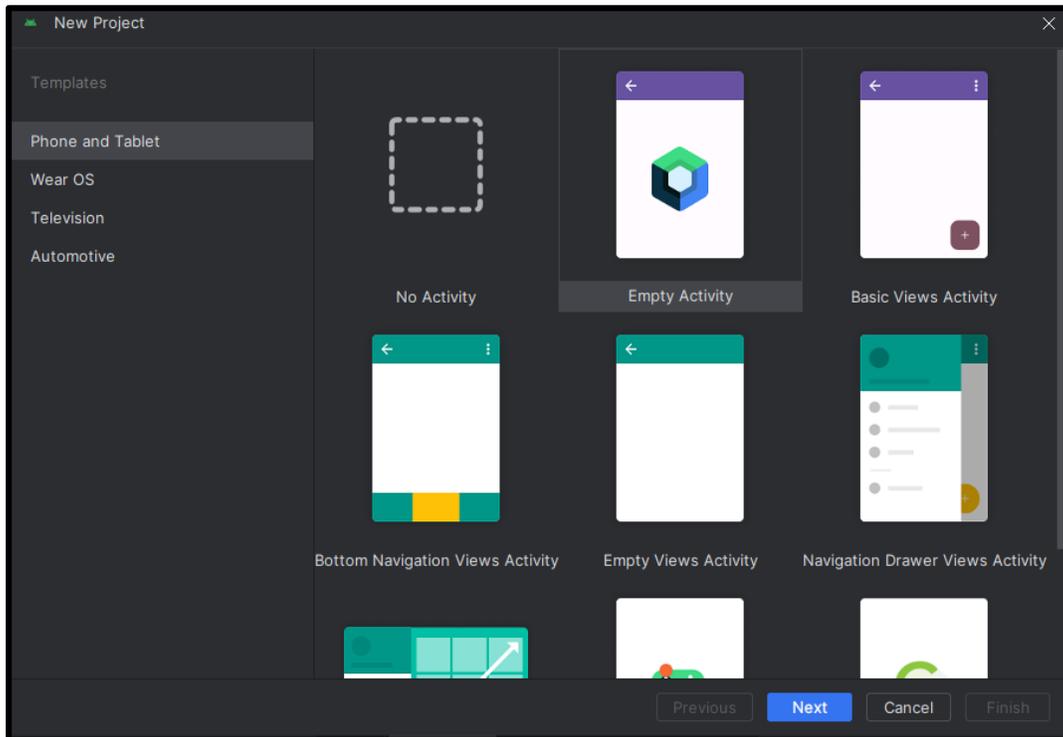


Figure III-2 : Les modèles d'application disponibles.

Le reste de la configuration concerne les détails spécifiques de l'application à créer, notamment son nom, le nom de son package, l'emplacement de sauvegarde sur le disque dur, le choix du langage de programmation (Java ou Kotlin), ainsi que la version minimale du système d'exploitation Android prise en charge. La figure suivante illustre les champs à renseigner pour configurer l'application à créer.

Chapitre III : Développement d'une application interactive sous Android pour le guidage des personnes malvoyantes

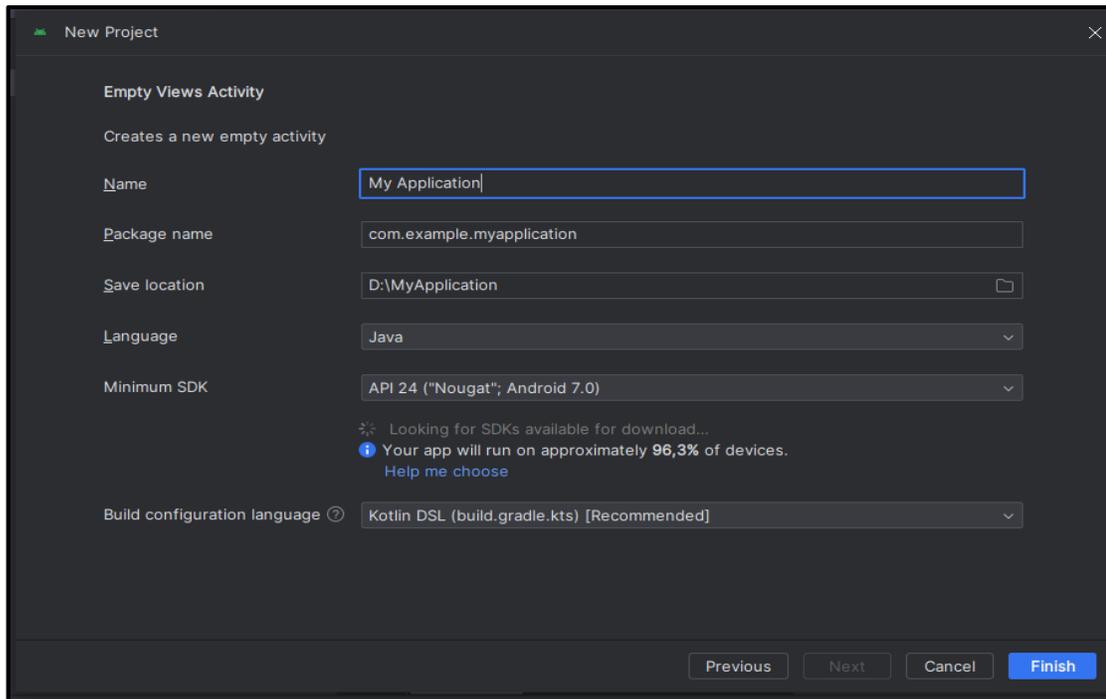


Figure III-3 : Configuration de l'application Android à créer

III.2.2.6 Conception : La partie de conception est essentielle pour créer une expérience utilisateur attrayante et fonctionnelle. Dans Android Studio, la partie XML et la partie code Java jouent des rôles complémentaires dans le développement d'une application Android.

La partie XML est utilisée pour définir l'interface utilisateur (UI) de l'application.

En combinant ces deux parties, nous pouvons créer une application Android fonctionnelle où l'interface utilisateur est définie en XML et la logique de l'application est programmée en Java. Android Studio fournit des outils pour faciliter ce processus, comme le Designer Layout pour le XML et l'éditeur de code intelligent pour le Java.

Chapitre III : Développement d'une application interactive sous Android pour le guidage des personnes malvoyantes

III.3 Développement d'application Android :

Notre canne intelligente liée à la communication Bluetooth avec un module Arduino. Les étapes pour créer l'interface de notre application sont :

- **Interface utilisateur** : Créez une interface simple avec deux boutons : “Rechercher” et “Connecter”. Nous utilisons des composants d'interface utilisateur pour cela.
- **Activation/Désactivation du Bluetooth** : Ajoutez des fonctionnalités pour activer et désactiver le Bluetooth-Nous allons créer une disposition pour les boutons Rechercher et Connecter. Le bouton de recherche sera utilisé pour rechercher le module Bluetooth et le bouton de connexion sera utilisé pour se connecter au module Bluetooth couplé.
- **Recherche d'appareils appairés** : Lorsque l'utilisateur clique sur le bouton “Rechercher”, Notre application doit afficher la liste des appareils Bluetooth déjà appairés avec l'appareil hôte.
- **Découverte de nouveaux appareils** : Si l'utilisateur souhaite ajouter un nouvel appareil, le bouton “Découvrir” doit lancer une recherche d'appareils Bluetooth à proximité.
- **Connexion à un appareil** : Lorsque l'utilisateur sélectionne un appareil dans la liste, le bouton “Connecter” doit établir une connexion Bluetooth avec cet appareil.
- **Contrôle de Buzzer** : Enfin, ajoutez des options pour activer et désactiver le Buzzer en envoyant des commandes via Bluetooth.

L'interface de notre canne est illustrée dans les figures ci-dessous :

Dans la Figure III-5, nous examinons le fichier "activity_main.xml". Cette ressource XML joue un rôle important dans la conception de l'interface utilisateur de notre application Android. En analysant cette représentation, nous pouvons comprendre la disposition et la structure visuelle de notre interface principale.

Chapitre III : Développement d'une application interactive sous Android pour le guidage des personnes malvoyantes

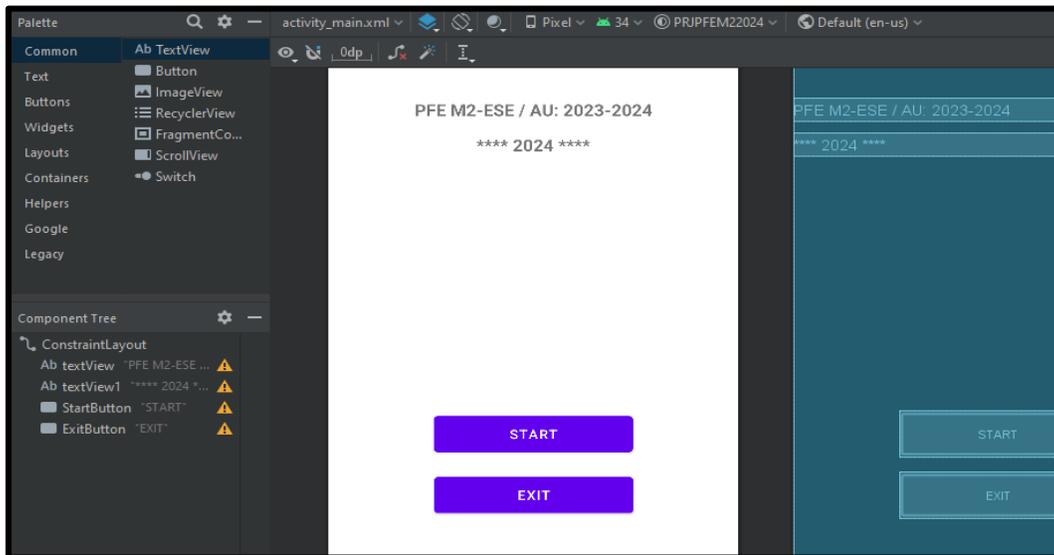


Figure III-5 : Activity_main. Xml

La figure III-6 illustre la structure fondamentale de la classe principale (main), décrivant notre application et la manière dont elle interagit avec les différentes fonctionnalités et composants

```
1 package dz.latoui.prj_pfe_m2_2024;
2
3 import ...
4
5 public class MainActivity extends AppCompatActivity {
6
7     Button startButton;
8     Button exitButton;
9     @Override
10    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
11        super.onCreate(savedInstanceState);
12        setContentView(R.layout.activity_main);
13
14        //Add LOGO
15        getSupportActionBar().setDisplayHomeAsUpEnabled(true);
16        getSupportActionBar().setLogo(R.drawable.logobba);
17        getSupportActionBar().setDisplayUseLogoEnabled(true);
18        //
19
20        startButton = (Button) findViewById(R.id.StartButton);
21        exitButton = (Button) findViewById(R.id.ExitButton);
22
23        exitButton.setOnClickListener(new View.OnClickListener(){
24            public void onClick (View view) { finish(); }
25        });
26    }
27 }
```

Figure III- 6 : Classe principale (main) de notre application

Chapitre III : Développement d'une application interactive sous Android pour le guidage des personnes malvoyantes

La Figure III-7 présente le fichier "activity_cane.xml". Cette ressource XML joue un rôle essentiel dans la définition de l'interface utilisateur de notre application, En examinant cette représentation, nous pouvons comprendre la disposition et la structure visuelle spécifiques à cette activité.

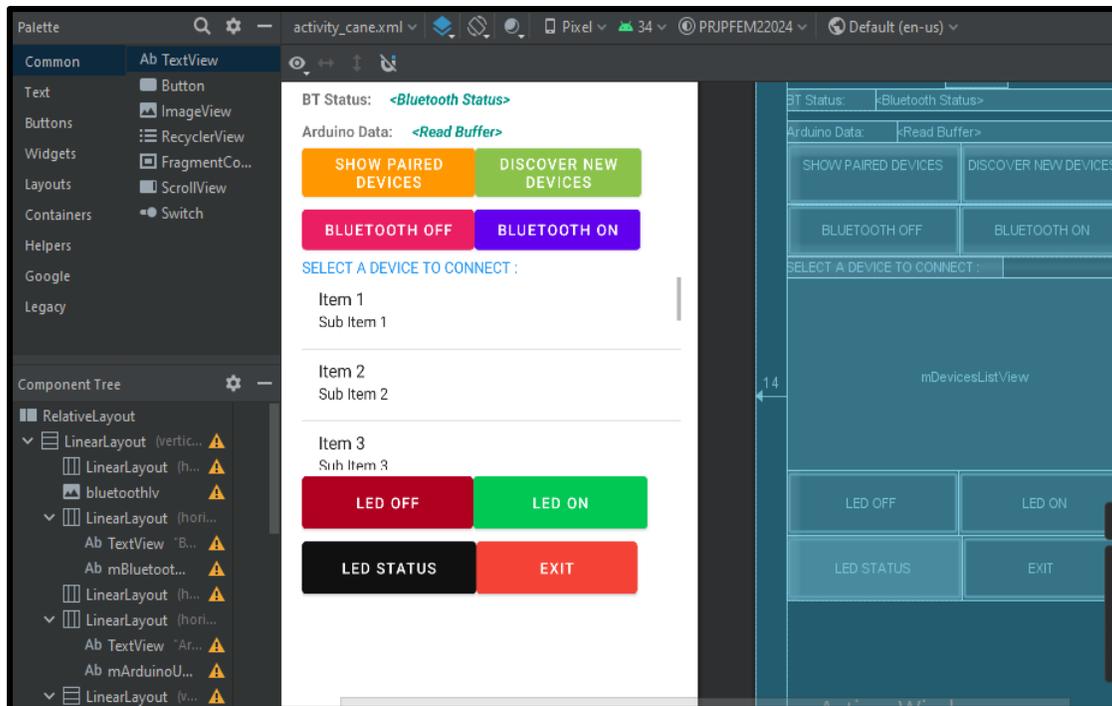
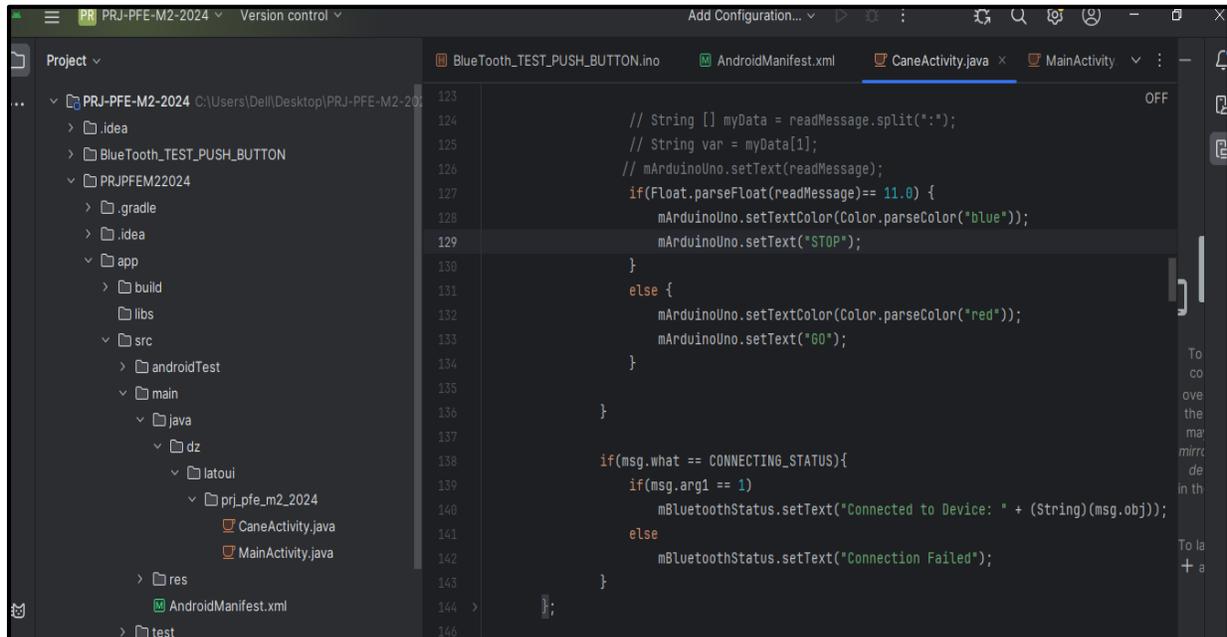


Figure III-7 : Activity_cane. Xml

III.3.1 Code d'envoi de message via Bluetooth :

Ce code (voir Figure III-8), intégré à notre application Android, établit une connexion Bluetooth avec l'Arduino. Une fois la connexion établie, il envoie un message déjà écrit dans l'IDE Arduino. Ensuite, il met à jour l'interface utilisateur de notre application en fonction du contenu de ce message.

Chapitre III : Développement d'une application interactive sous Android pour le guidage des personnes malvoyantes



```
123
124 // String [] myData = readMessage.split(":");
125 // String var = myData[1];
126 // mArduinoUno.setText(readMessage);
127 if(Float.parseFloat(readMessage)== 11.0) {
128     mArduinoUno.setTextColor(Color.parseColor("blue"));
129     mArduinoUno.setText("STOP");
130 }
131 else {
132     mArduinoUno.setTextColor(Color.parseColor("red"));
133     mArduinoUno.setText("60");
134 }
135 }
136 }
137 }
138
139 if(msg.what == CONNECTING_STATUS){
140     if(msg.arg1 == 1)
141         mBluetoothStatus.setText("Connected to Device: " + (String)(msg.obj));
142     else
143         mBluetoothStatus.setText("Connection Failed");
144 }
145 }
146
```

Figure III-8 : Code java : Envoi de message via Bluetooth

III.3.2. Présentation de notre application :

La figure suivante présente l'écran d'accueil de notre application :



Figure III-9 : Écran d'accueil de notre application

Puis ensuite nous présentons les fonctionnalités principales de notre application dans la figure suivante : (Figure III-10)

Chapitre III : Développement d'une application interactive sous Android pour le guidage des personnes malvoyantes

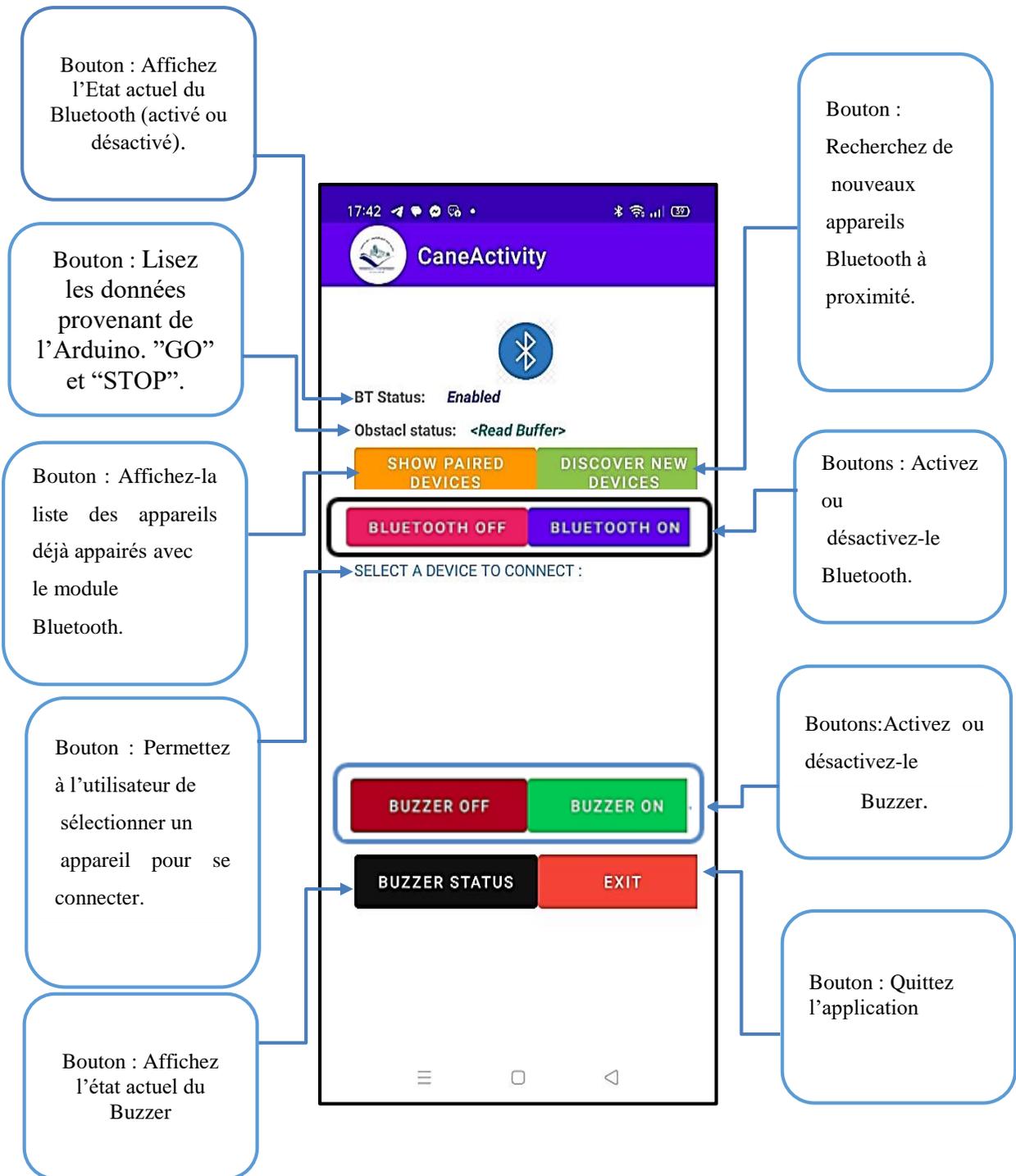


Figure III-10 : L'interface de l'activité secondaire de notre application

Chapitre III : Développement d'une application interactive sous Android pour le guidage des personnes malvoyantes

III.3. 3 Teste de l'application Android :

Pour tester notre application Android Studio sur le téléphone portable, nous avons utilisé un câble USB.

Configuration de notre téléphone portable :

Paramètres->à propos de téléphone->version->numéro de version->clic 7fois->autre paramètres->option pour les développeurs->Débogage USB.

- Pour tester le fonctionnement des commandes qui peut envoyer la canne via un Bluetooth pour localiser la canne par l'utilisateur on utilise une LED comme monter la figure suivante :

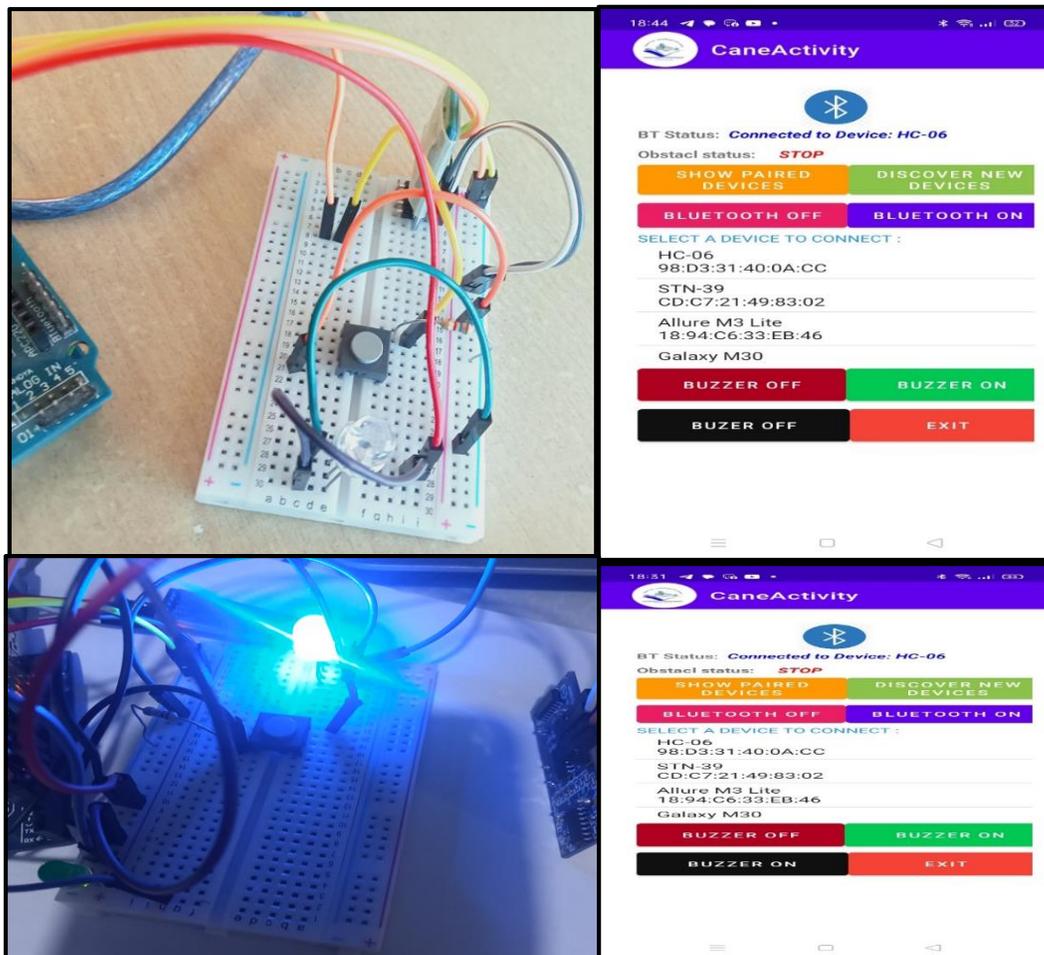
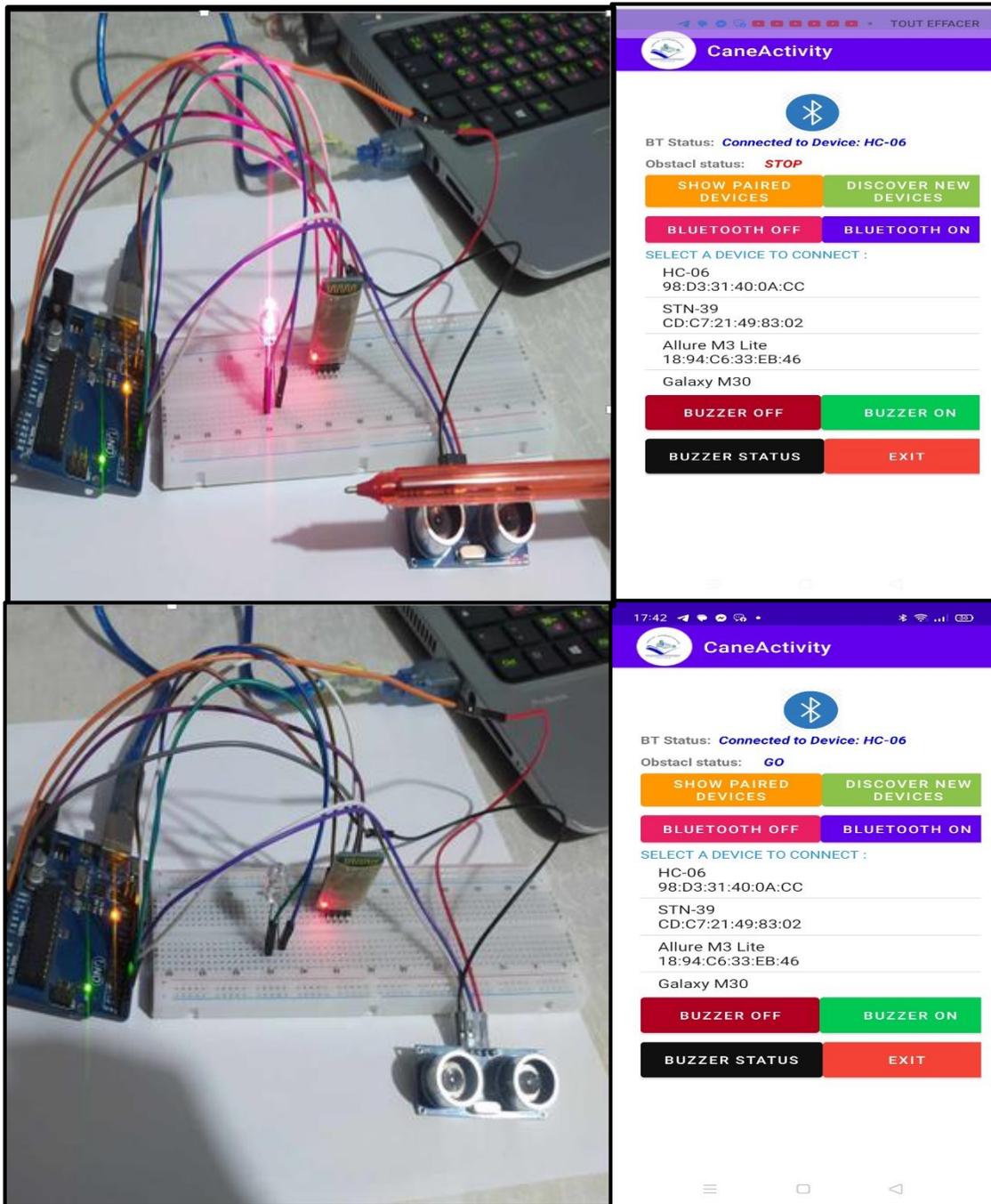


Figure III-11 : localisation de la canne

Chapitre III : Développement d'une application interactive sous Android pour le guidage des personnes malvoyantes

-Pour tester les detectios des obstacles par le capteur ultrasons, l'obstacl status affiche **STOP** lorsque la detection d'un obstacle ,sinon il affiche **GO** comme montrer dans les figures suivantes :



Figures III-12 : teste de l'application android

Chapitre III : Développement d'une application interactive sous Android pour le guidage des personnes malvoyantes

III.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons détaillé le processus de développement d'une application Android interactive conçue spécifiquement pour assister les personnes malvoyantes dans leur navigation indoor. En plongeant au cœur du système Android, nous avons examiné son architecture complexe et discuté des outils officiels qui facilitent le développement d'applications natives.

L'élaboration de cette application sous Android Studio marque un progrès notable dans le domaine de l'accessibilité, offrant aux personnes atteintes de déficience visuelle une plus grande indépendance. Grâce à l'intégration de technologies de pointe, l'application fournit une assistance précieuse pour la navigation dans une variété d'environnements, contribuant ainsi à améliorer significativement le quotidien des utilisateurs malvoyants.

Conclusion général

Conclusion générale

Conclusion générale :

Dans ce travail, nous avons exploré les possibilités qu'offre la technologie moderne pour améliorer significativement la mobilité et l'autonomie des personnes malvoyantes. À travers la conception et la réalisation d'une canne intelligente, nous avons démontré que l'intégration de capteurs, de systèmes de navigation et de retours haptiques peut transformer une simple canne en un outil de navigation indoor sophistiqué.

Le premier chapitre a mis en lumière les techniques de navigation indoor existantes, soulignant leurs limites et la nécessité d'innover. Le deuxième chapitre a été consacré à la conception et à la réalisation d'un prototype de canne intelligente, où l'accent a été mis sur l'ergonomie, la précision des capteurs et l'efficacité du système de retour haptique. Le troisième chapitre a présenté le développement d'une application Android interactive, qui, en se connectant à la canne via Bluetooth, guide l'utilisateur avec des commandes vocales claires et précises.

Les résultats obtenus attestent de la viabilité de notre prototype et de son potentiel à devenir un compagnon quotidien pour les personnes malvoyantes, leur conférant une plus grande confiance dans leurs déplacements et une meilleure qualité de vie. Toutefois, il est important de reconnaître que le chemin vers la commercialisation nécessite des tests approfondis, des améliorations continues et une collaboration étroite avec les utilisateurs finaux pour adapter le produit à leurs besoins spécifiques.

En définitive, notre travail contribue à l'avancement de la recherche dans le domaine de l'assistance aux personnes malvoyantes et ouvre des perspectives prometteuses pour des innovations futures. Il est notre espoir que les efforts déployés dans ce mémoire serviront de tremplin pour des développements ultérieurs, menant à une intégration sociale et professionnelle accrue des personnes malvoyantes.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Références Bibliographiques

1. Kammoun, S. (2013). *Assistance de navigation pour les non-voyants* (Thèse de doctorat, Université de Toulouse, France).
2. Farcy, R., Leroux, R., Jucha, A., Damaschini, R., Grégoire, & Zouaghi, A. (2006). Electronic travel aids and electronic orientation aids for blind people: Technical, rehabilitation and everyday life points of view. In M. A. Hersh (Ed.), *Conference & Workshop on Assistive Technologies for People with Vision & Hearing Impairments Technology for Inclusion*.
3. Johnson, L. A., & Higgins, C. M. (2006). A navigation aid for the blind using tactile-visual sensory substitution. In *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (Vol. 1). New York City, USA.
4. Wang, J., Wang, S., & Zhang, Y. (2023). Artificial intelligence for visually impaired. *Displays*, 77, 102391. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2023.102391>
5. CFLou. (2024, March 19). Sunu, le bracelet connecté pour les déficients visuels. *CFLou Magazine*. <https://magazine.cflou.com/sunu-le-bracelet-connecte-pour-les-deficients-visuels/>
6. HelloEdLife. (2024, April 21). We Walk Smart Walking Cane. *HelloEdLife*. <https://www.helloedlife.com/product-page/we-walk-smart-walking-cane/>
7. ICT Journal. (2023, May 31). Une canne pour malvoyants qui guident et informe sur l'environnement. *ICT Journal*. <https://www.ictjournal.ch/news/2023-05-31/une-canne-pour-malvoyants-qui-guide-et-informe-sur-lenvironnement>
8. RaspberryMe. (2024, April 24). Guide complet du capteur à ultrasons HC-SR04 avec Arduino. *RaspberryMe*. <https://www.raspberryme.com/guide-complet-du-capteur-a-ultrasons-hc-sr04-avec-arduino/>
9. Arduino Blaise Pascal. (2024, April 24). Capteur de distance à ultrasons. *Arduino Blaise Pascal*. <https://arduino.blaisepascal.fr/capteur-de-distance-a-ultrasons/>
10. Components101. (2024, April 24). Ultrasonic Sensor: Working, Pinout, Datasheet. *Components101*. <https://components101.com/sensors/ultrasonic-sensor-working-pinout-datasheet>
11. Components101. (2024, April 4). Ultrasonic Sensor Module. *Components101*. <https://components101.com/sensors/-module>
12. Adoui, Dr. (2024). *Support de cours*. Université BBA.
13. Belhadad, Dr. (2024). *Support de cours*. Université BBA.

Références bibliographiques

14. GeeksforGeeks. (2024, May 11). Android System Architecture. *GeeksforGeeks*. <https://www.geeksforgeeks.org/android-system-architecture/>

Annexes

Annexes

Annexe1 :

Les caractéristiques du capteur **HMC5883L**

- Tension de fonctionnement : **3V à 6V**
- Protocole de communication : **I2C**
- Capteurs magnétorésistifs 3 axes, ASIC, ADC 12 bits et circuits de strap drive
- Mesure la force du champ magnétique dans une plage de **-8 à +8 gauss** avec une précision

de **1 à 2 degrés**

Annexe2 :

Brochage Arduino UNO

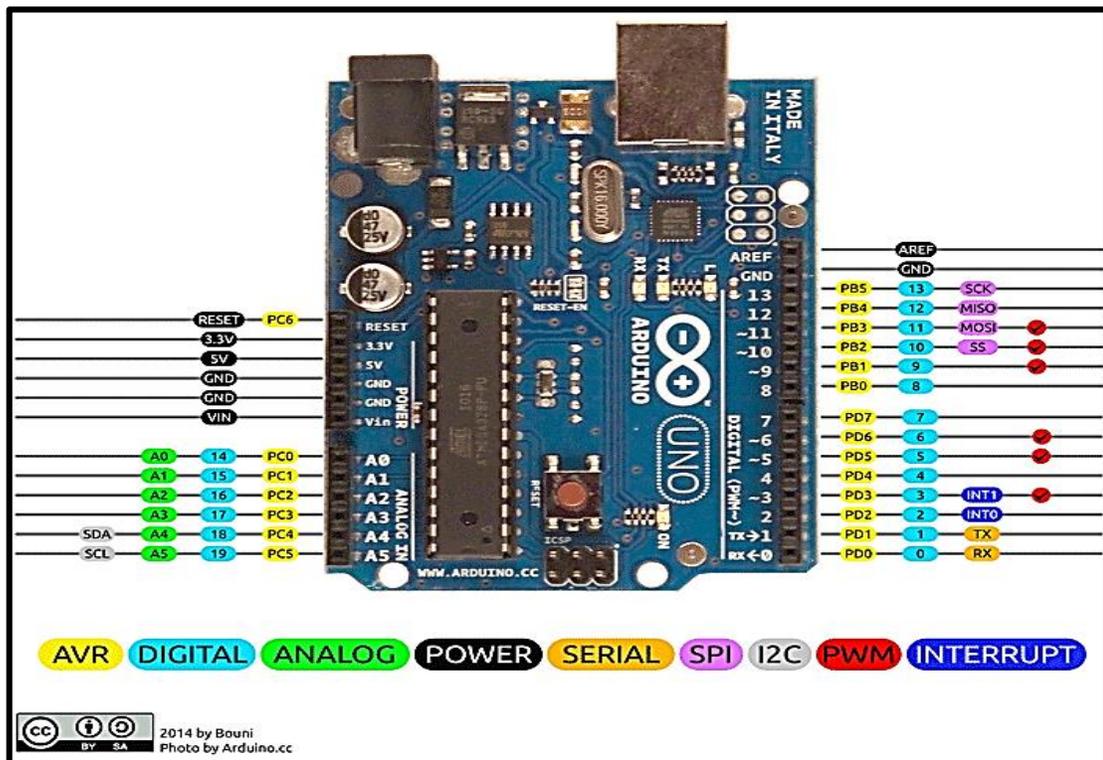


Figure II-11 : Brochage Arduino UNO (annexe3)

Annexes

Annexe3 :

Configuration du brochage Arduino UNO

Catégorie	Broche	Description
Alimentation	V _{in}	Tension d'entrée pour alimentation externe
Alimentation	3.3V	Tension régulée, max 50 mA
Alimentation	5V	Tension régulée pour microcontrôleur
Alimentation	GND	Broches de masse
Réinitialisation	Reset	Réinitialise le microcontrôleur
Analogiques	A0 - A5	Entrée analogique 0-5V
Numériques	0 - 13	E/S numériques
Communication série	0 (Rx), 1 (Tx)	Réception et transmission TTL
Interruptions	2, 3	Déclenchement d'interruption
PWM	3, 5, 6, 9, 11	Sortie PWM 8 bits
SPI	10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK)	Communication SPI
LED intégrée	13	Allumer la LED intégrée
TWI	A4 (SDA), A5 (SCA)	Communication TWI
Référence	AREF	Tension de référence pour entrées analogiques

Annexes

Annexe 04 :

❖ Caractéristiques d'Arduino UNO

- 14 broches d'entrée/sortie numériques dont 6 peuvent être utilisées comme sorties PWM
- 6 entrées analogiques
- Un résonateur céramique de 16 MHz
- Une connexion USB
- Une prise d'alimentation
- Un en-tête ICSP
- Un bouton de réinitialisation

Annexe 05:

❖ Caractéristiques générales du Bluetooth

- Protocol Bluetooth: Standard Bluetooth V2.0
- Niveau de puissance : Classe 2 (+6dBm)
- Bande : 2.40GHz—2.48GHz, bande ISM
- Sensibilité du récepteur : -85dBm
- Protocole USB : USB v1.1/2.0
- Mode de modulation : Déplacement de fréquence gaussien
- Caractéristiques de sécurité : Authentification et chiffrement
- Tension de fonctionnement : +3.3V à +6V
- Température de fonctionnement : -20°C à +55°C

Courant de fonctionnement : 40mA

Annexes

Annexe 06 :

❖ Caractéristiques buzzer

- Type : Piézoélectrique
- Tension de fonctionnement : Généralement de 3 V à 30 V
- Fréquence de résonance : Détermine le ton du son produit
- Puissance

Annexe 07 : Caractéristiques principales d'Android Studio

- Gratuit et disponible sur Windows, macOS, Linux et Chrome OS
- Fournit des outils de conception pour créer des interfaces utilisateur dynamiques avec Jetpack Compose
- Un éditeur de code intelligent qui propose la complétion de code pour Kotlin, Java et C/C++
- Un système de build flexible basé sur Gradle
- La possibilité d'émuler une variété d'appareils Android pour tester les applications
- Assistance pour publier des applications avec Android App Bundle et analyser la taille des applications avant la publication