

Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Yaoundé
National Advanced School of Engineering of Yaounde

Département de Génie Informatique
Computer Engineering Department



UE: ELECTRONIQUE ET INTERFAÇAGE

PRESENTATION DU PROJET :
Système de Guidage pour les Personnes
Malvoyantes avec RTK

Réalisé par les étudiants:

- | | |
|-----------------------------------|--------|
| ● MEKIAGE Olivier (chef) | 21P369 |
| ● KUATE KAMGA Brayann | 21P130 |
| ● NGUEPSSI Brayanne | 23P780 |
| ● NTYE EBO'O Nina | 21P223 |
| ● VUIDE OUENDEU Jordan | 21P018 |
| ● KOUASSI DE YOBO G. Bryan | 21P082 |
| ● LEMOBENG NGOUANE Belviane | 21P187 |
| ● FEZEU YOUNDJIE Fredy Clinton | 23P751 |
| ● BADA RODOLPHE André | 21P233 |
| ● DANGA PATCHOUM Blonde | 21P169 |

Niveau 4, GI

Sous la supervision de: **Dr. CHANA Anne Marie**
Dr. Ngounou

Année académique: **2024-2025**

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	3
I. Justification du projet	4
1. Contexte	4
2. Problèmes à résoudre	4
3. Solution	5
4. Cadre d'intervention	5
5. Bénéficiaires	5
a. La population directement visée	5
b. Statistiques estimées	6
II. Cadre logique du projet	6
1. Objectifs	6
2. Résultats attendus	6
3. Activités	7
a. Phase de conception	7
b. Phase de développement et prototypage	7
c. Phase de test et validation	7
d. Phase de formation et sensibilisation	8
e. Phase de mise en œuvre et déploiement	8
f. Phase de valorisation pour l'école	8
4. Moyens	8
a. Moyens humains :	8
b. Moyens matériels :	9
c. Moyens financiers :	9
5. Indicateurs de réussite	9
a. Indicateurs quantitatifs :	9
b. Indicateurs qualitatifs :	9
c. Indicateurs temporels :	10
6. Contraintes et risques	10
a. Contraintes :	10
b. Risques :	10
c. Maîtrise des risques :	11
III. Perspectives à Long Terme	11
1. Organisation du projet post-financement	11
2. Utilisation à long terme	11
Conclusion	12
Références	13

Introduction

Dans le cadre de l'unité d'enseignement Électronique et Interfaçage, en 4GI à l'École Nationale Supérieure Polytechnique de Yaoundé, plusieurs notions fondamentales sont explorées, notamment l'Internet des Objets (IoT : Internet of Things). Les avancées technologiques actuelles offrent des opportunités exceptionnelles pour concevoir des solutions innovantes répondant à des problématiques concrètes. L'application des systèmes de localisation en temps réel, tels que la technologie RTK (Real-Time Kinematic), ouvre de nouvelles perspectives dans le domaine de la navigation précise. Dans le cadre de ce projet, l'idée de répondre aux besoins de mobilité quotidienne des personnes malvoyantes a émergé comme une solution pertinente et ambitieuse. Ce document présente une description détaillée de cette initiative, alliant technologie et impact social. Dans le cadre de l'unité d'enseignement Electronique et Interfaçage au niveau 4GI à l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Yaoundé, de multiples notions sont abordées notamment celle d'Internet des Objets (IoT: Internet of Things). Les avancées technologiques actuelles offrent de multiples opportunités pour offrir des solutions innovantes pour satisfaire des problèmes concrets. L'application des systèmes de localisation en temps réel, tels que la technologie RTK (Real-Time Kinematic) ouvre de nouvelles perspectives dans la navigation précise. Dans la quête de réalisation d'un projet applicable avec cette technologie, une idée formidable est survenue : celle de pallier au besoin des personnes malvoyantes dans leur mobilité quotidienne. S'ensuit alors une description détaillée de ce projet.

I. Justification du projet

1. Contexte

Selon une étude de l'OMS datant de 2023, à l'échelle mondiale, au moins 2,2 milliards de personnes souffrent d'une déficience de la vision de près ou de loin. La vue joue un rôle prédominant dans la vie quotidienne de l'homme car il nécessite principalement de se déplacer pour réaliser certaines activités ce qui montre que sa mobilité reste un défi majeur. Les solutions existantes comme les cannes blanches ou les chiens guides sont limitées et ne répondent pas toujours aux besoins modernes de navigation précise dans des environnements complexes. Les systèmes GPS traditionnels (comme Google Maps) ne permettent pas une précision suffisante (qui va d'environ 1 à 20 mètres), ce qui est critique pour éviter les obstacles ou naviguer dans des environnements urbains denses. Il se pose alors deux problèmes majeurs : la navigation sécurisée en milieu dense et la navigation vers une destination précise.

2. Problèmes à résoudre

Les défis rencontrés par les personnes malvoyantes dans leur mobilité quotidienne peuvent être synthétisés en deux problèmes :

- **La navigation sécurisée dans les milieux complexes :** Il s'agit ici de considérer tous les obstacles qui peuvent empêcher le déplacement des personnes malvoyantes vers sa destination. Ceci inclut le type d'environnement (les milieux urbains, les trottoirs encombrés, les chemins qui ne sont pas droits, etc.), la densité de population dans ces milieux ainsi que les objets fixes ou mobiles sur le chemin.
- **La précision nécessaire pour quitter d'un point à un autre :** Bien qu'un chemin puisse être libre, les systèmes de localisation s'aligne avec les objectifs globaux de réduction des inégalités, tels que définis dans les Objectifs de Développement Durable (ODD). Les systèmes actuels fournissent une précision trop faible pour pouvoir guider précisément un individu sur un milieu plus ou moins étroit. Ces types de localisation donnent une idée générale du chemin à suivre, ainsi qu'une idée générale du point à atteindre et de la position de l'individu. Ceci peut induire en erreur en ce qui concerne le parcours optimal à suivre pour atteindre une destination donnée.

3. Solution

La solution repose sur l'intégration de la technologie RTK (Real-Time Kinematic) pour la navigation précise et de capteurs de proximité (ultrasons) pour la détection des obstacles. Ce système hybride permet de guider une personne malvoyante de manière sécurisée vers une destination, en combinant les forces des deux technologies.

4. Cadre d'intervention

Ce projet est destiné à être réalisé premièrement au sein de l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Yaoundé pour une phase de simulation et de tests. Il a pour vocation de s'inscrire dans le quotidien de tout individu dans la société. Il s'aligne avec les objectifs globaux de réduction des inégalités, tels que définis dans les Objectifs de Développement Durable (ODD).

Il concerne :

- **Les particuliers :** Les personnes malvoyantes ou non
- **Les associations spécialisées :** Il s'agit d'interagir avec les associations locales et internationales pour valider ce système
- **La municipalité et les services publics :** Il s'agit d'une collaboration avec ces services dans le but d'étendre ce projet à une envergure nationale / internationale
- **Les institutions académiques :** C'est une collaboration avec les étudiants et les chercheurs pour optimiser et faire avancer le projet

5. Bénéficiaires

Le projet cible principalement les personnes malvoyantes ou aveugles dans divers environnements urbains et ruraux.

a. La population directement visée

Il s'agit des personnes atteintes de déficience visuelle, partielle ou totale hommes et femmes, sans distinction.

b. Statistiques estimées

Au Cameroun, environ 6 % de la population souffre de déficience visuelle selon les statistiques de l'OMS, soit plus de 1,2 million de personnes. À l'échelle mondiale, le projet pourrait potentiellement bénéficier à une partie des 2,2 milliards de personnes touchées par des problèmes de vision.

II. Cadre logique du projet

1. Objectifs

Les objectifs SMART de ce projet sont les suivants :

- **Spécifique** : Fournir un système de navigation précis et sécurisé permettant aux personnes malvoyantes de se déplacer de manière autonome en évitant les obstacles grâce à la technologie RTK et aux capteurs ultrasons.
- **Mesurable** : Développer un prototype fonctionnel d'une précision inférieure à 3 cm testé par au moins 5 personnes malvoyantes.
- **Atteignable** : Concevoir et produire un prototype portable intégrant le RTK, les capteurs et les interfaces utilisateur dans un délai de 3 mois
- **Pertinent** : Répondre aux besoins de mobilité sécurisée des 1,2 million de personnes malvoyantes au Cameroun tout en s'alignant avec les objectifs d'inclusion sociale et d'accessibilité pour les personnes en situation de handicap.
- **Temporel** : Déployer le produit final dans des institutions spécialisées (comme les centres pour malvoyants) dans un délai de 1 an après le début du projet.

2. Résultats attendus

Considérant les objectifs précédents, les résultats attendus se résument en trois points :

1. Fournir un système de navigation précis, fiable et autonome pour les malvoyants.
2. Une réduction de l'isolement social en facilitant l'accès aux espaces publics et aux services essentiels.

3. Utiliser des technologies modernes pour améliorer la qualité de vie grâce à une mobilité plus sûre et autonome.

3. Activités

Les activités nécessaires à la réalisation de la version initiale du projet pour atteindre les résultats attendus sont les suivantes :

a. Phase de conception

Dans cette phase, la réalisation des deux premières étapes a déjà été faite ce qui a permis d'initier le projet :

- i. Analyse des besoins spécifiques des personnes malvoyantes en termes de navigation.
- ii. Étude des technologies RTK et des capteurs pour valider leur faisabilité technique et leur compatibilité avec le projet.
- iii. Développement d'un cahier des charges détaillé, incluant les spécifications techniques et fonctionnelles du système.

b. Phase de développement et prototypage

- i. Installation d'une base RTK sur un bâtiment élevé au sein de l'école pour garantir une couverture optimale.
- ii. Conception et développement d'un algorithme de conversion qui prend en entrée un lieu de destination donné et qui donne en sortie les instructions optimales à suivre pour atteindre ce lieu.
- iii. Conception et développement d'un algorithme de correction devant considérer les obstacles autour de l'individu pour corriger l'algorithme de conversion.
- iv. Conception et développement d'une application mobile connectée à la base RTK intégrant :
 - La technologie d'un récepteur RTK pour la navigation précise.
 - Une interface utilisateur conviviale et simple.
 - Les algorithmes de conversion et de correction

c. Phase de test et validation

- Réalisation de tests en environnement contrôlé (campus, routes dégagées).

- Simulation contrôlée avec des personnes avec les yeux bandés.
- Collaboration avec des volontaires malvoyants pour tester le dispositif dans des conditions réelles.
- Collecter et analyser des retours utilisateurs pour optimiser le système.
- Documentation du projet

d. Phase de formation et sensibilisation

- Formation des utilisateurs finaux sur l'utilisation du système, incluant la navigation avec les interfaces.
- Sensibilisation des institutions spécialisées (écoles pour déficients visuels, associations) sur les avantages de la technologie.

e. Phase de mise en œuvre et déploiement

- Intégration du dispositif dans les trajets quotidiens des utilisateurs cibles.
- Suivi et maintenance du système pour garantir sa fiabilité et sa durabilité.
- Documentation des résultats obtenus et partage des bonnes pratiques avec d'autres établissements intéressés par une solution similaire.

f. Phase de valorisation pour l'école

- Exploitation des données RTK pour des projets pédagogiques dans des disciplines comme la géomatique, la cartographie et l'électronique.
- Organisation de démonstrations et d'ateliers pour promouvoir les capacités de l'école en termes d'innovation technologique.
- Conception et initiation d'autres projets de grande envergure utilisant la technologie RTK mise en place.

4. Moyens

Les moyens devant être mis en oeuvre se divisent en trois aspects :

a. Moyens humains :

Étant donné les instructions données par le responsable de l'UE, notre équipe de développement est composée de 10 personnes (étudiant du 4GI). Cette même équipe sera sollicitée pour les tests futurs du logiciel.

b. Moyens matériels :

Ci-dessous sont les matériels nécessaires à la réalisation de ce projet :

- Emplacement disponible sur un bâtiment suffisamment élevé pour avoir un cône complètement libre de 160° tourné vers le haut à partir du point d'installation de l'antenne pour capter le signal.
- Matériel RTK (base GNSS, récepteurs mobiles) : Ce qui est déjà fourni par l'école.
- Téléphone mobile.
- Capteurs ultrasons pour détection des obstacles.

c. Moyens financiers :

Le budget nécessaire se résume :

- Au coût des équipements (ce qui n'est pas encore estimé).
- Au financement pour la formation des utilisateurs.

5. Indicateurs de réussite

Les critères devant valider la réussite du projet sont les suivants :

a. Indicateurs quantitatifs :

- Nombre de personnes ayant participé aux simulations : 10 participants testés.
- Précision de la navigation RTK mesurée : Moins de 3 cm.
- Temps moyen nécessaire pour définir les instructions pour guider un utilisateur vers une destination définie : ± 3 sec.
- Nombre d'obstacles détectés et évités durant les tests : 95 % des obstacles.

b. Indicateurs qualitatifs :

- Fiabilité des alertes vocales lors des simulations (taux d'erreur inférieur à 5 %).
- Satisfaction des utilisateurs (enquêtes post-test avec au moins 85 % de retours positifs).

c. Indicateurs temporels :

- Réalisation des prototypes fonctionnels en 2 mois.
- Finalisation des tests utilisateurs en 1 mois.

6. Contraintes et risques

Ce projet est soumis à quelques contraintes malgré son ampleur :

a. Contraintes :

- Besoin d'une autorisation pour installer la base RTK sur un bâtiment de l'école.
- Constitution d'un budget initial pour une connexion permanente et à haut débit.
- Les conditions météorologiques peuvent affecter les tests en extérieur (pluie, forte chaleur).
- Accès limité à des participants malvoyants pour des tests réalistes.
- Avec toute la complexité que ce projet présente, il est à présenter avec un court délai de 2 mois maximum restant.

b. Risques :

i. Techniques :

- La fusion complexe des données RTK et capteurs en temps réel demande une forte optimisation logicielle.
- Le RTK dépend de signaux GNSS, donc il est moins efficace dans les environnements intérieurs ou obstrués.
- Pannes ou dysfonctionnement des composants électroniques.

ii. Financiers :

- Insuffisance de fonds pour la maintenance à long terme.

iii. Organisationnels :

- Difficultés dans la collaboration avec des partenaires externes (ONG, institutions spécialisées).

c. Maîtrise des risques :

- Mettre en place un calendrier rigoureux pour chaque étape du projet.
- Prévoir un budget d'urgence pour les imprévus financiers.
- Support de l'administration de l'école pour le déploiement du projet en ce qui concerne la collaboration avec des partenaires externes.
- Prévoir la prolongation du délai de réalisation du projet.

III. Perspectives à Long Terme

Pour garantir la durabilité du projet une fois le financement initial terminé, plusieurs stratégies seront mises en œuvre :

1. Organisation du projet post-financement

- Création d'une unité de gestion dédiée :** Mise en place d'une équipe responsable de la maintenance et du suivi du projet, composée de membres de l'école (personnel administratif, enseignants) et éventuellement d'anciens étudiants.
- Transfert progressif des compétences :** Former un groupe de référents (étudiants et enseignants) pour maîtriser l'utilisation et la maintenance de la technologie RTK et de l'équipement associé.
- Partenariats :** Collaborer avec des entreprises locales et internationales spécialisées dans l'IoT ou la navigation pour bénéficier de mises à jour technologiques et d'un support technique à moindre coût.

2. Utilisation à long terme

- a. **Financement interne** : L'école pourrait intégrer une petite partie des frais de maintenance dans les budgets annuels de fonctionnement ou de recherche.
- b. **Projets étudiants** : Utiliser le système comme base pour des projets académiques ou de recherche, attirant ainsi des fonds externes par le biais de collaborations ou de subventions.
- c. **Commercialisation de services** : Proposer des services de navigation précise basés sur le RTK à des tiers, comme des agriculteurs locaux, des topographes ou des entrepreneurs, moyennant une contribution financière.

Conclusion

Ce projet révolutionnaire combine la précision du RTK et la détection des obstacles pour transformer la mobilité des personnes malvoyantes. En combinant innovation technologique et impact social, il répond à un besoin urgent tout en contribuant à une société plus inclusive. Ce système a le potentiel d'améliorer significativement la vie de millions de personnes à travers le monde.

Références

1. Documentation sur la Technologie RTK

- Instructions sur le fonctionnement et l'installation de la technologie RTK :
<https://docs.centipede.fr/>

2. Statistiques sur la Cécité Visuelle

- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). WHO launches first world report on vision (2019) :
<https://www.who.int/fr/news/item/08-10-2019-who-launches-first-world-report-on-vision>
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Blindness and visual impairment – Fact Sheet :
<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

3. Inégalités et Objectifs de Développement Durable (ODD)

- Observatoire de la Coopération. Réduction des inégalités :
<https://www.oc-cooperation.org/objectif-developpement-durable/reduction-des-inegalites/>
- Nations Unies. Réduire les inégalités :
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/inequality/>

4. Précision de Google Maps

- Résultats de l'université d'Harvard. ISPar: Assessing Google Maps Accuracy in Various Contexts :
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020ISPar4210.1053W/abstract>
- Google Maps Support. Comprendre la précision et les limites de Google Maps:
<https://support.google.com/maps/answer/2839911?hl=fr&co=GENIE.Platform%3DAndroid>