



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

Faculté d'Electronique et d'Informatique
Département Informatique

Mémoire de Licence

Filière: Informatique

Spécialité: ISIL

Thème

Application de réalité augmentée pour la visite du campus universitaire
de l'USTHB

Sujet Proposé par :

Mme OURAHMOUNE A.

Soutenu le : 05/06/2018

Présenté par : TAZI Mohamed Ilyes.

Devant le jury composé de:

Mr. ISLI

Président

M^{elle}. ELNAGGER

Membre

Binôme n° : 012 / 2018

It is amazing that gyros perform as well as they do.

Wallace E. Vander Velde, M.I.T., 1983.

Contenu

Introduction Générale	6
Chapitre 1 : Généralités sur la Réalité Augmentée	7
1.1 Introduction	8
1.2 Différences entre ces trois technologies	8
1.2.1 La Réalité Virtuelle (R.V.)	8
1.2.2 La Réalité Augmentée (R.A.)	8
1.2.3 La Réalité Mixte (R.M.)	9
1.3 Classification des techniques d'estimations de pose	10
1.3.1 A base de Marqueur	10
1.3.2 A base de projection	10
1.3.3 Sans Marqueur (Markerless)	10
1.3.3.1 En Surimposition	10
1.3.3.2 A base de localisation	10
1.4 Domaines d'application de la Réalité Augmentée	11
1.4.1 Architecture et construction	11
1.4.2 Médecine	12
1.4.3 Éducation	12
1.4.4 E-Commerce et Publicités	13
1.4.5 Tourisme et navigation	13
1.5 Techniques de positionnement pour la navigation externe	14
1.5.1 Kalman Filter	14
1.5.2 Algorithme de Kalman Filter	14
1.6 Systèmes de Positionnement Interne (SPI)	14
1.6.1 Un système de navigation inertiel (SNI)	15
1.6.2 Le positionnement par Wi-Fi	15
1.6.3 Bluetooth	15
1.6.4 Champ magnétique	15
1.6.5 Caractéristique de choix de la meilleure approche	15
1.6.6 Comparaison entre les systèmes de positionnement interne	16
1.7 Conclusion	16
2 Chapitre 2 : Conception du système	17
2.1 Introduction	18

2.2	Vue globale du Système.....	18
2.3	Reconnaissance d'images	20
2.3.1	Acquisition d'une image.....	20
2.3.2	Algorithme de détection d'images	20
2.4	Reconnaissance à travers des positions géographique	21
2.4.1	Prérequis, principes et algorithmes	21
2.4.1.1	Algorithme d'obtention de latitude et longitude de l'appareil	21
2.4.1.2	Algorithme de conversion des coordonnées GPS à un Vecteur3 XYZ	22
2.5	Reconnaissance de la position courante dans le département	22
2.6	Modélisation de notre système	23
2.7	Conclusion	24
3	Chapitre 3 : Construction du système de navigation	25
3.1	Introduction	26
3.2	Présentation des outils utilisés	26
3.2.1	Unity3d	26
3.2.2	Mapbox.....	26
3.2.3	SQLite et DB Browser	26
3.2.4	Android Studio.....	27
3.2.5	Vuforia.....	27
3.3	Tester l'application.....	28
3.4	Conclusion.....	31
4	Conclusion générale et perspectives	32
5	Références	33
6	Résumé	34

Liste des figures

Figure 1. Capture d'écran prise d'une vidéo publicitaire de Google Glass qui montre le fonctionnement de l'appareil en présentant une augmentation en 2D. SOURCE HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=4EVNXWHSKF8	9
Figure 2. Parmi les cas d'utilisations de la Réalité Mixte pour des environnements interactifs. SOURCE HTTPS://WWW.MICROSOFT.COM/EN-US/HOLOLENS	9
Figure 3. Exemple d'utilisation de « Archeoguide ». (a) les ruines du temple de « Hera » maintenant et (b) temple augmenté avec le model sur le top en temps réel. SOURCE http://ieeexplore.ieee.org/document/1028726/	11
Figure 4. Le système Augmendix. Une augmentation d'une partie d'informations sur le patient dès sa reconnaissance faciale avec Google Glass. SOURCE https://www.augmedix.com/	12

Figure 5. Exemple d'utilisation du système MapBox. Capture d'écran sur une vidéo publicitaire. Une navigation tour-à-tour (turn-by-turn) précise avec flèches du départ à la destination. SOURCE https://www.youtube.com/watch?v=STweC6LLOx0	13
Figure 6. Algorithme de Kalman Filter	14
Figure 7. Table de comparaison entre les approches d'un SPI. SOURCE https://link-springer-com.www.snd11.arn.dz/content/pdf/10.1007/978-3-662-45283-7_41.pdf	16
Figure 8. Organigramme de notre système	19
Figure 9. Le point de synchronisation montrant l'emplacement des points d'intérêts.	20
Figure 10. Algorithme de détection d'images.	21
Figure 11. Algorithme d'obtention de latitude et longitude de l'appareil	22
Figure 12. Algorithme de conversion des coordonnées GPS à un Vecteur3 XYZ	22
Figure 13. Diagrammes des cas d'utilisations de notre système	23
Figure 14. Diagramme des classes de notre système	24
Figure 15. Logo Unity. SOURCE https://unity3d.com/fr/unity/whats-new/unity-5.0	26
Figure 16. Logo Mapbox. SOURCE https://www.mapbox.com/	26
Figure 17. Logo de SQLite. SOURCE https://www.sqlite.org/index.html	26
Figure 18. Logo DB Browser pour SQLite. SOURCE http://sqlitebrowser.org/	27
Figure 19. Logo Android Studio. SOURCE https://developer.android.com/studio/features/	27
Figure 20. Logo Vuforia. SOURCE https://www.vuforia.com/	27
Figure 21. Navigation externe vers le département.	28
Figure 22. A la détection du point de synchronisation.	29
Figure 23. A la détection de l'utilisateur au premier étage.	30
Figure 24. Flèches augmentées guidant orientant l'utilisateur	31

Introduction Générale

La Réalité Augmentée est une technologie puissante qui offre une manière plus directe, plus humaine, plus naturelle, de manipuler les données numériques tout en utilisant les objets de notre environnement familier.

Les principaux caractéristiques d'un système de réalité augmentée est :

- Interaction en temps réel.
- L'utilisation des éléments virtuels en 3D.
- Mixage entre les éléments virtuels avec les éléments de la réalité.

Le campus universitaire reçoit chaque jour des personnes complètement étrangères de son itinéraire, ces personnes-là peuvent être de nouveaux étudiants ou bien des visiteurs. Elles peuvent se perdre, être en retard et avoir de mauvais guides.

Pour cela, la nécessité d'avoir un système de navigation dans le département est non négligeable. Ce système aura pour rôle de guider les personnes inconnues à l'établissement aux salles voulues, aux bureaux des enseignants qu'ils cherchent de manière plus éblouissante qu'une simple carte géographique muette.

Dans ce mémoire, nous évoquerons 3 chapitres, commençant par un éclaircissement sur la technologie de la réalité augmentée et ses domaines d'applications au Chapitre 1 : Généralités sur la Réalité Augmentée.

Puis nous passerons à l'étape fondamentale de notre système, où, nous parlerons des techniques et approches utilisées et quels sont leurs rôles dans notre système ainsi que l'organigramme de ce dernier, c'est au Chapitre 2 : Conception du système.

Au dernier chapitre, Chapitre 3 : Construction du système de navigation, nous présenterons les outils utilisés pour l'implémentation et construction de notre système, des essais de l'application sur le téléphone mobile. Nous terminerons par une conclusion et future améliorations.

Chapitre 1 : Généralités sur la Réalité Augmentée

1.1 Introduction

La Réalité Augmentée (RA) regroupe l'ensemble des techniques permettant d'associer un monde réel avec un monde virtuel, spécialement en utilisant l'intégration d'images réelles avec des entités virtuelles : images de synthèse¹, objets virtuels, textes, symboles, schémas, graphiques, etc. D'autres types d'association entre mondes réels et virtuels sont possibles par le son ou le retour d'effort².

Quant à la Réalité Virtuelle (RV), qui est une technologie permettant de nous immerger dans un monde de notre composition, généré par ordinateur (une pièce, une ville, un système solaire tout entier, l'intérieur d'un corps humain, etc.) L'expérience est à la fois visuelle et auditive.

Assez récemment, un terme hybride a refait surface, c'est bien la Réalité Mixte (RM). Cette dernière est la fusion d'un monde réel et d'un monde virtuel. Ce mélange produit un nouvel environnement et des visualisations où les objets physiques du monde réel et numériques du monde virtuel coexistent et peuvent interagir en temps réel.

Plusieurs personnes confondent entre ces trois technologies, alors comment peut-on différencier entre eux ?

1.2 Différences entre ces trois technologies

1.2.1 La Réalité Virtuelle (R.V.)

Dans la réalité virtuelle, l'utilisateur est plongé dans un monde totalement virtuel modélisé en 3 dimensions. L'utilisateur évolue et interagit dans un monde totalement imaginaire basé sur des images de synthèse. La R.V. est aussi souvent associée avec la faculté de regarder des vidéos immersives à 360 degrés dans lesquelles il ne peut cette fois interagir. La réalité virtuelle nécessite l'utilisation d'un casque porté par l'utilisateur dans lequel les images virtuelle sont projetées sur un ou deux écrans placés devant les yeux de l'utilisateur; grâce à l'avancement technologique, ces deux écrans sont remplacé par deux verres ronds qui zooment sur un téléphone intelligent qui est placé dans le casque RV. [1]

1.2.2 La Réalité Augmentée (R.A.)

La réalité augmentée, elle, utilise soit des lunettes spécifiques soit un ordinateur, une tablette numérique ou un smartphone³. Des informations, en 2 ou en 3 dimensions sont alors affichées dans le monde réel. Des éléments virtuels sont donc ajoutés au monde réel et peuvent interagir avec celui-ci pour fournir des informations additionnelles sur l'environnement.[2] Par abus de langage, la grande majorité des personnes et des journalistes englobent la réalité mixte dans la réalité augmentée.

¹ « Image dirigée par les données », c'est une visualisation numérique structurée de données développée par des séquences finies d'algorithmes composée de bits, pixels, facettes, modules...

² i.e. l'interaction entre l'utilisateur et l'interface de la réalité augmentée.

³ Terminal mobile intelligent, ordinateur miniaturisé à la taille d'entrer dans une poche et d'un poids de quelques grammes (en moy. 140g), contenant des composants intégrés, parmi ses composants celle qui récolte l'emplacement en temps réel grâce au GPS booster avec le réseau internet (Wi-Fi ou Données mobiles), qui donne la rotation de l'appareil grâce au Gyroscope, le nord grâce à la boussole.

Pourtant, celle-ci (R.A.) n'est normalement réservée qu'à l'ajout d'informations sur l'environnement. C'est typiquement le cas des lunettes « Google Glass ».

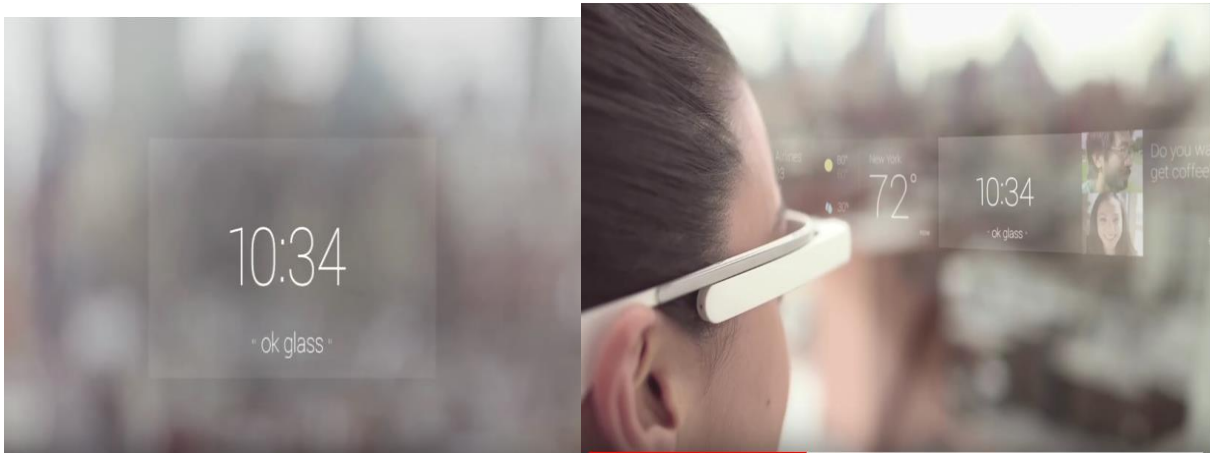


Figure 1. Capture d'écran prise d'une vidéo publicitaire de Google Glass qui montre le fonctionnement de l'appareil en présentant une augmentation en 2D. SOURCE [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=4EVNXWHSKF8](https://www.youtube.com/watch?v=4EVNXWHSKF8)

1.2.3 La Réalité Mixte (R.M.)

A la différence de la réalité augmentée, la réalité mixte ajoute des objets de synthèse dans l'environnement réel sous la forme d'un hologramme⁴ avec lesquels l'utilisateur peut interagir. Ce qui est donc souvent appelé réalité augmentée relève en fait de la réalité mixte. Un dispositif de type lunettes est indispensable pour la R.M. Les lunettes *HoloLens*⁵ ou encore *Meta* ⁶ par exemple sont nécessaires pour pouvoir visualiser les hologrammes dans le monde réel. [3]



Figure 2. Parmi les cas d'utilisations de la Réalité Mixte pour des environnements interactifs. SOURCE [HTTPS://WWW.MICROSOFT.COM/EN-US/HOLENS](https://www.microsoft.com/en-us/hololens)

⁴ Un Hologramme est un enregistrement à travers la lumière du laser sur un objet réel puis l'enregistrement sera restitué en une image en 3D de l'objet dès l'arrêt de la lumière du laser.

⁵ C'est le fruit d'un projet de Microsoft connu sous **Project Baraboo**. HoloLens a été lancé en Mars, 2016.

⁶ Réalisé par Meron Gribetz, un jeune étudiant à l'Université de Columbia qui croyait à un monde sans les écrans; le premier prototype a été lancé en Décembre, 2012 avec la création de son entreprise Meta Co. ; <http://www.metavision.com/about#history>.

1.3 Classification des techniques d'estimations de pose

Plusieurs catégories de la réalité augmentée existent, chacune avec des objectifs et cas d'utilisation différents. Ils sont classés comme suit :

1.3.1 A base de Marqueur

On y trouve plusieurs types de marqueurs : QR-Code, symbole, logo, image naturelle, objets, etc. On utilisera un marqueur comme cible pour afficher l'objet(s) lié(s) à la cible. Le SDK⁷ de la R.A. détectera et suivra les points d'intérêt spécifiques trouvés et les compare à une cible connue dans la base de données personnelle. Une fois que le marqueur cible est identifié, le SDK le suivra et affichera l'objet spécifique au marqueur aussi longtemps qu'il est partiellement dans le champ de vision de la caméra. [4]

1.3.2 A base de projection

Cette technique demande la présence d'une caméra et un projecteur, la caméra sera en mode profondeur, son rôle sera d'analyser l'environnement réel et de détecter l'existence de points d'intérêt connus ; quant au projecteur, après une calibration sur le pc des données de la caméra, le projecteur affichera les modifications dues.

1.3.3 Sans Marqueur (Markerless)

Un développement de la R.A. que seulement l'outil Tango⁸ de Google et Kudan⁹ le proposait, il détecte le plan (sol, table,...) puis donne la main à l'utilisateur de poser l'objet sur le plan détecté, on peut prédire que c'est une surimposition plus calculée (plus développé). L'outil Wikitude¹⁰ offre aussi cette possibilité mais que sur un plan assez petit (comme une table), en détectant tout le plan ainsi que tous les objets qui s'y trouvent sur la table (appart les objets transparents), donc on peut contrôler une balle virtuelle par exemple sur cette table qui entrechoque avec tous les objets détectés.

1.3.3.1 En Surimposition

C'est la technique la plus simple à réaliser, elle n'a besoin d'aucune information externe, son principe repose sur l'affichage d'un objet virtuel – Optionnellement et de le contrôler –.

1.3.3.2 A base de localisation

C'est fait en définissant des positions géographiques (Latitude et Longitude) de l'objet qu'on veut augmenter dans le monde réel qui seront converti aux positions XYZ, tandis que qu'on localise en

⁷ Software Development Kit (Kit – Trousse – de Développement Logiciel) est un ensemble d'outils logiciels destinés aux développeurs pour faciliter le développement sur une plateforme donnée.

⁸ Formellement nommé **Project Tango** (Projet Tango), un projet de Google débuté en juin 2014 et lancé le 1^{er} Mars, 2018. Il s'agira d'une nouvelle plateforme désigné pour la création des applications avec la réalité augmentée.

⁹ Créé en Grande-Bretagne. C'est une plateforme de la réalité augmentée.

¹⁰ C'est une compagnie qui fournit une technologie mobile de la réalité augmentée, fondé en 2008, elle s'est concentrée sur les expériences de la R.A. à base de localisation, puis s'est étendu vers d'autres techniques de reconnaissances.

temps réel l'appareil (Utilisateur) équipé d'un GPS et convertit ses positions géographiques vers le monde XYZ de l'environnement virtuelle et on détermine son orientation par une boussole intégré dans l'appareil, l'objet virtuel sera visualisé au fur et à mesure des déplacements de l'utilisateur dès qu'il entre dans le champ de vision de la camera de l'appareil.

1.4 Domaines d'application de la Réalité Augmentée

L'implémentation de la réalité Augmentée est explorée dans plusieurs domaines dans le but de mettre en disposition de l'utilisateur une technologie d'une utilisation quotidienne, parmi les plus étonnants :

1.4.1 Architecture et construction

La R.A. permet de visualiser des projets d'immeubles. En utilisant les coordonnées géographiques de l'appareil, des images d'une structure surimposera sur la propriété réelle avant que l'immeuble physique ne sera construit où qu'il a été ruiné (les ruines). On compte des applications comme « CityViewAR »¹¹, « Archeoguide »¹² (voir figure 3), etc. Une autre utilisation encore plus simple est l'augmentation des plans de construction, une véritable source de visualisation de l'avant-projet, à base de marqueur (reconnaissance d'image), dès que la cible est dans le champ de vision de la caméra et reconnue, l'objet lié est augmenté offrant une meilleure vue de l'immeuble à bâtir, l'un des compagnies qui proposent cette utilisation est « Augment »¹³



Figure 3. Exemple d'utilisation de « Archeoguide ». (a) les ruines du temple de « Hera » maintenant et (b) temple augmenté avec le model sur le top en temps réel. SOURCE <http://ieeexplore.ieee.org/document/1028726/>

¹¹ C'est une application mobile développée en Septembre, 2010 pour mémoriser l'apparence de la cité ChristChurch (l'église des chrétiens) dans la Nouvelle-Zélande qui a été complètement démolie après 10 000 réplique d'un séisme durant une seule année seulement 2010-2011. SOURCE <https://www.youtube.com/watch?v=fdgrXxJx4SE>

¹² C'est un projet européen d'une visite guidée en réalité augmentée des sites archéologiques, lancé en 2002 qui a pour but de rendre l'éducation et les recherches scientifiques moins gênantes (loisirs).

¹³ Est une plateforme de R.A. SaaS – Software As A Service (Logiciel comme service) – fondé en 2011 par un groupe de start-up en France : Jean-Francois Chianetta, Mickaël Jordan, Cyril Champier. Leur logiciel peut être utilisé pour l'architecture, e-Commerce, éducation.

1.4.2 Médecine

Que ce soit en soins de santé ou en chirurgie, la R.A. a offert un avancement assez prestigieux dans ces deux filière mais plus ou moins en cours d'expérimentation. Elle permet aux docteurs de se concentrer sur les patients que sur les feuilles administratives, ce que « Augmendix »¹⁴ a offert, en utilisant Google Glass, il donne la possibilité de reconnaître le visage du patient puis d'afficher ses informations générales et son historique médical dans le champ de vision de l'utilisateur (le docteur), de plus, le docteur peut lancer des commandes vocales pour afficher des informations précises du patient.

Une autre utilisation dans le domaine de Médecine est pour ceux qui rencontrent des difficultés de vision et les non-voyants. « Aira » offre la possibilité d'assister ses utilisateurs à maintenir une excellente journée dans n'importe quelle tâche grâce à des agents professionnels à leurs services n'importe quand; dès que l'utilisateur sentira le besoin d'une aide, il utilisera un appareil mobile équipé d'une caméra et un GPS (Smartphone ou Google Glass), en un seul clic dans l'application (ou sur Google Glass), un agent lui portera immédiatement compagnie pour accomplir ses tâches.

Voir à travers la peau sans les rayons-X, c'est le slogan de « Medsights Tech »¹⁵ pour son projet promettant qui permettra de visualiser les tumeurs dans le corps humain en 3D et en temps réel ; c'est un système de guidance par image désigné pour minimiser les risques de laisser un bout de tumeur dans le corps de l'infecté. Les chercheurs ont mis en place un logiciel qui capture plus de 300 images ultrasoniques – Technologie du digital ultrason – et les convertit en images 3D sur l'écran de l'ordinateur puis les transmet vers une utilisation mobile (Google Glass et/ou Smartphones) pour reconstruire des tumeurs en 3D durant une chirurgie de cancer des seins.



Figure 4. Le système Augmendix. Une augmentation d'une partie d'informations sur le patient dès sa reconnaissance faciale avec Google Glass. SOURCE <https://www.augmedix.com/>

1.4.3 Éducation

La R.A. contribue efficacement dans les systèmes d'apprentissage, cette technologie produit un énorme potentiel dans la création des livres et applications interactives permettant un apprentissage facile et intuitive à n'importe quel niveau éducatif [5]. La série « Dokeo »¹⁶ est un exemple de ses

¹⁴ Augmedix est un service alimenté par Google Glass, fondé en 2012 par Ian Shakil.

¹⁵ Medsights Tech est une start-up compagnie. Fondé en Octobre 2014 par des chercheurs au Collège américain des chirurgiens.

¹⁶ Un livre produit de la compagnie française **Total Immersion** fondé en 1999 spécialisé en R.A.

livres. Ainsi qu'il existe des applications créées de la compagnie Daqri¹⁷ : Anatomy 4D et Elements 4D.

1.4.4 E-Commerce et Publicités

La R.A. n'a exploité aussi profondément dans nul domaine que celui de la publicité, commercialisation digital et le commerce électronique (E-Commerce). Les compagnies utilisent de nouvelles méthodes pour attirer les clients. Cette expérience en temps réel de la R.A. permettra d'éliminer les conjectures durant le shopping en ligne, faciliter le chemin des achats et de diminuer les retours. Basé sur la technique en surimposition, l'utilisateur pourra interagir avec l'élément virtuel grâce à une interface personnalisée sur son appareil mobile (des boutons ou des gestes des doigts) lui permettant d'ouvrir les portes de l'objet (s'il a), le tourner, regarder à l'intérieur, changer la couleur et bien plus ; Ces objets peuvent être des voitures virtuelles en taille réelle dans les centres d'achats et autres places publiques, des meubles et/ou des électroménagers.

1.4.5 Tourisme et navigation

Dans ce domaine, la R.A. produit un grand potentiel pour renforcer les expériences des voyageurs. Des applications à base de localisation, assisteront le touriste tout au long de son voyage en termes d'hébergement, transport, restauration et attractions touristiques (parcs nationaux, musées, etc.). L'alliance avec le GPS et la boussole embarquée dans ces dispositifs fournit l'environnement technique idéal, la contribution d'un accès à internet (par WI-FI ou données mobiles) offrira une précision plus adhérente. Il est possible d'associer des marqueurs pour encore plus de précision.

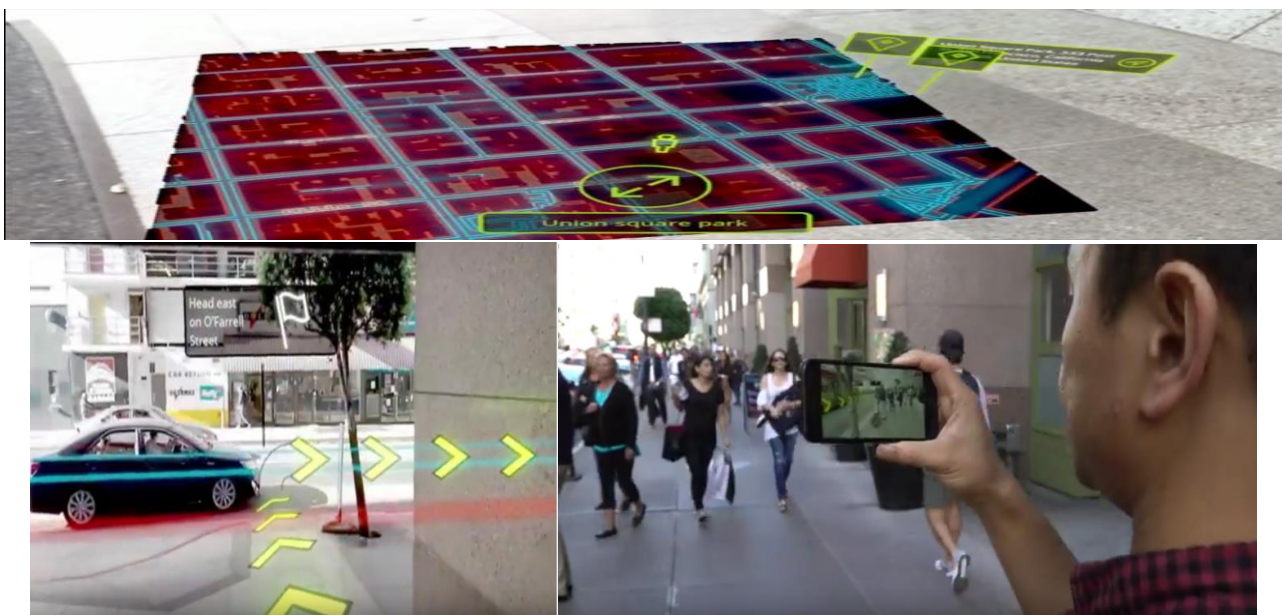


Figure 5. Exemple d'utilisation du système MapBox. Capture d'écran sur une vidéo publicitaire. Une navigation tour-à-tour (turn-by-turn) précise avec flèches du départ à la destination. SOURCE <https://www.youtube.com/watch?v=STweC6LLOx0>

¹⁷ C'est une compagnie de R.A. Américaine, son produit principale est une technologie portable de la réalité augmentée **DAQRI Smart Glasses** désigné pour les industries industrielles. Ces deux produits (Elements4D et Anatomy4D) ont été créés dans un but humanitaire pour pousser l'éducation à un nouveau élan de la 21^{ème} génération.

1.5 Techniques de positionnement pour la navigation externe

Les données récupérées du GPS représentent parfois des signaux faibles incohérents et bruits, ceci est fréquent lors d'un passage des places montagnardes, tunnels et même le vent et les nuages. Alors l'implémentation d'un algorithme qui traite et filtre ces incohérences est essentiel. Cet Algorithme est appelé **Kalman Filter**¹⁸ aussi connu sous le nom **estimation linéaire quadratique**.

1.5.1 Kalman Filter

Est un algorithme qui utilise une série de mesures observées par le temps, contenant des bruits statiques et d'autres incohérences, et produit des variables inconnues qui semblent être plus cohérentes que celles basées sur une seule mesure en estimant des lois de probabilité à plusieurs variables sur les variables de chaque lapse de temps. [6]

1.5.2 Algorithme de Kalman Filter

```
@param d'entrée : double Latitude mesurée, Longitude mesurée, précision, timeStamp
*** timeStamp est un nombre réel représentant quand la location a été mise à jour pour la dernière fois.
*** précision minimale est 1f
*** variance est égale à : précision * précision
*** distanceMiseAJour est la valeur à laquelle la position doit être mise à jour
*** K est la matrice de gain de Kalman
*** Latitude et Longitude mesurée sont les valeurs récupérées du GPS
DEBUT
    SI la précision < précision minimale ALORS
        Précision = 1f;
    FSI ;
    Temps = nouveau timeStamp – ancien timeStamp
    SI Temps > 0 ALORS
        // Ceci veut dire que l'incertitude est élevée, alors on doit augmenter la variance
        variance += timeStamp * distanceMiseAJour * distanceMiseAJour / 1000 ;
        ancien timeStamp = nouveau timeStamp
    FSI ;
    K = variance / (variance + précision * précision)
    nouvelle latitude += K * (Latitude mesurée – Latitude précédente)
    nouvelle longitude += K * (Longitude mesurée – Longitude précédente)
    variance = (1 – K) * variance ;
FIN.
```

Figure 6. Algorithme de Kalman Filter

1.6 Systèmes de Positionnement Interne (SPI)

Plusieurs approches de traçage des déplacements à l'intérieure d'un immeuble se présente : [7]

- fournis par un système de navigation inertiel.
- fournis par un réseau Wi-Fi que l'appareil lui sera déjà connecté.

¹⁸ Une théorie appelée après Rudolf E. Kalman, un des développeurs primaires de sa théorie.

- fournis par une balise Bluetooth où l'appareil s'est connecte.
- fournis par le champ magnétique de la terre.

1.6.1 Un système de navigation inertiel (SNI)

C'est un système de navigation à 6 axes, composé d'un accéléromètre et d'un gyroscope. Son rôle est de calculer continuellement la position grâce au détecteur de mouvement – bien plus pratique les pas – l'accéléromètre et donne l'orientation grâce au gyroscope sans avoir besoin de ressources externes. La position courante est connue grâce à la position précédente.

1.6.2 Le positionnement par Wi-Fi

Dans cette approche, l'existence de trois points d'accès est nécessaire. A travers un réseau sans fil, l'utilisateur se connectera au point d'accès, d'où le système calculera la distance entre l'utilisateur et le point d'accès grâce à la puissance du signal entre ces deux-là, puis comparera cette distance à sa base de données déjà prédéfinie.

1.6.3 Bluetooth

Cette approche fournit une manière rapide et non consommable d'énergie de détecter la position dans des zones peu grandes. La distance est calculée grâce à la puissance d'arrivée du signal et la position grâce à l'angle de communication entre une balise Bluetooth et l'appareil mobile équipé d'un composant Bluetooth. Cette Balise Bluetooth est composée d'un transmetteur radio et une batterie, il transmet en répétition un message à l'utilisateur (mobile équipé de Bluetooth) qui contient son ID déterminant sa position dans le monde réel.

1.6.4 Champ magnétique

Les fluctuations géomagnétiques seront utilisées pour déterminer (ou estimer) la position de l'utilisateur. En se basant sur les différentes fluctuations émises par le béton et la charpente métallique, l'orientation du champ magnétique de la terre sera détecté ainsi que la position exacte de l'utilisateur.

1.6.5 Caractéristique de choix de la meilleure approche

Le choix est fait selon 5 directions : [8]

- Précision : mesure la taille de différence entre la position observée et la position estimée.
- Complexité : c'est le montant de temps de calcul requis de l'algorithme de positionnement.
- Robustesse : le bon fonctionnement du système lors du positionnement et navigation même si des incohérences précèdent, le système pourra performer normalement sous un certain niveau de précision.
- Couverture : le taux de couverture du système.
- Coût : Le coût de construction du système inclut le temps de construction.

1.6.6 Comparaison entre les systèmes de positionnement interne

Dans ce tableau, on comparera entre les approches du SPI pour pouvoir choisir la meilleure approche.

L'approche	Précision	Couverture	Complexité	Coût	Robustesse
WLAN	m	20m – 50m	Moyen	Moyen	Bien
Bluetooth	m	10m – 15m	Moyen	Élevé	Bien
SNI	0.01m	10m – 100m	Bas	Bas	Mauvaise
Champs Magnétique	0.1m – 2m	1m – 20m	Bas	Bas	Bien

Figure 7. Table de comparaison entre les approches d'un SPI. SOURCE https://link.springer-com.www.snd11.arn.dz/content/pdf/10.1007/978-3-662-45283-7_41.pdf

D'après le tableau, nous remarquons que toutes les approches de positionnement interne diffèrent en précision. On remarque aussi que le coût n'est pas une échelle de robustesse ou de grande couverture (Bluetooth son coût est « élevé » avec une robustesse « bien » alors que Champs magnétique a un coût bas avec la même robustesse que l'approche Bluetooth). Alors nous constatons que nulle approche est parfaite dont chacune a ses avantages et désavantages.

1.7 Conclusion

La Réalité augmentée est une technologie très vaste qui propose plusieurs techniques de reconnaissance du monde réel pour une bonne estimation des positions des objets virtuels augmentés alors on aura une liberté de choix de la technique qui nous convient le plus.

Chapitre 2 : Conception du système

2.1 Introduction

Afin d'obtenir une expérience assez parfaite de la visite guidée avec la réalité augmentée, plusieurs notions et techniques se sont présentés, notre système fera partie du domaine de navigation, dû, deux techniques majeure de reconnaissance de l'environnement réel seront utilisées : reconnaissance à travers des images, reconnaissance à travers des positions géographiques et positionnement à l'intérieure d'un bâtiment (dans notre cas d'étude, le département informatique).

2.2 Vue globale du Système

Afin de faciliter aux lecteurs la compréhension de la conception de notre système, nous présentons une vue globale de notre système et que nous représentons par l'organigramme suivant (voir figure 8).

Des points de synchronisation de positions en forme de feuille en papier épinglée sur le mur sont offerts à l'utilisateur à des points sensibles (où le flux de passage des gens est élevé), l'utilisateur doit scanner cette page avec l'appareil photo de son appareil mobile pour commencer la navigation. En choisissant une destination, des flèches s'afficheront pour le guider de sa position courante jusqu'à la destination désirée.

Si l'utilisateur choisie une destination non disponible au niveau courant (1^{er} étage ou rez-de-chaussée), le système affichera des flèches vers les escaliers en demandant à l'utilisateur de les monter (respc. les descendre) où il trouvera un autre point de synchronisation qui lui guidera vers sa destination.

Si l'utilisateur se trouve à plus de 70m loin de l'entrée du département, le système le guidera de sa position courante vers l'entrée du département informatique.

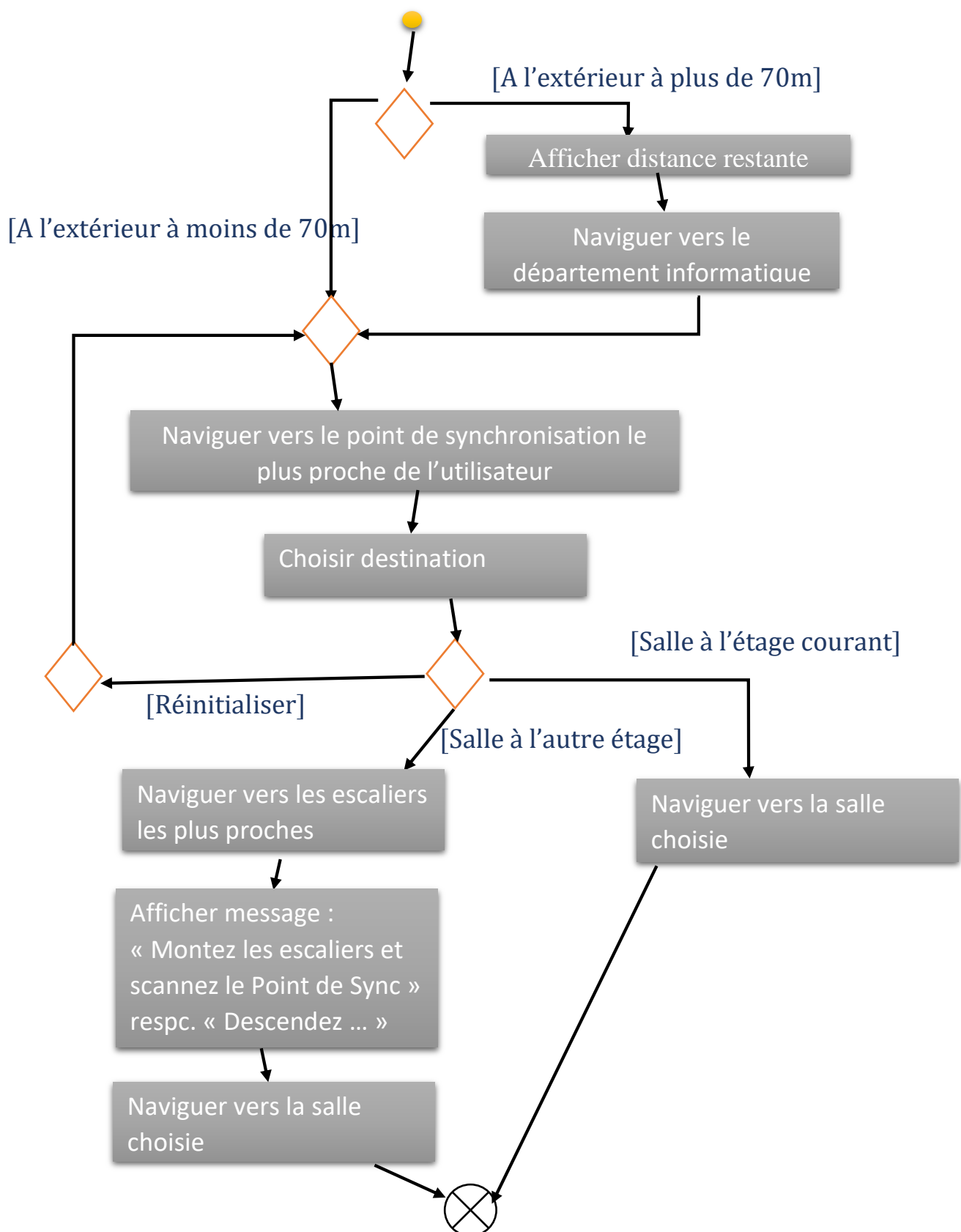


Figure 8. Organigramme de notre système

Nous avons utilisé les notions suivantes dans notre organigramme :

Naviguer pour désigner augmenter des flèches virtuelles orientées vers la destination sur l'écran indiquant le chemin à suivre par l'utilisateur.

Réinitialiser pour désigner l'action d'annuler la navigation en cas où l'utilisateur change d'avis à propos de sa destination lors de la navigation.

2.3 Reconnaissance d'images

Les points de synchronisations, sont un élément essentiel de notre système pour naviguer à l'intérieur du département. Ces points de synchronisation sont représentés par des images affichées au département. Ces images sont numérisées par l'utilisateur au cours de sa recherche de l'itinéraire pour arriver à sa destination.

Notre système exploite les techniques de reconnaissance d'image pour traiter les images des points de synchronisation et de déterminer les coordonnées géographiques et l'étage où se trouve l'utilisateur.

2.3.1 Acquisition d'une image

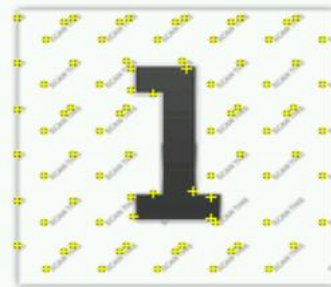
Pour que le système informatique manipule une image, cette dernière doit subir des transformations grâce à une procédure de numérisation puis extraire des points d'intérêts propres à cette image. Nous avons utilisé le filtre de Harris pour extraire les points d'intérêts [9], ce filtre est connu pour son efficacité et sa large utilisation.

Synchronization Point



Département d'informatique - Indoor Navigation
TAZI Mohamed Ilyes

Synchronization Point



Département d'informatique - Indoor Navigation
TAZI Mohamed Ilyes

Figure 9. Le point de synchronisation montrant l'emplacement des points d'intérêts.

2.3.2 Algorithme de détection d'images

Grace aux points détectés dans l'image traitée, nous pouvons déterminer les coordonnées de la position courante de l'utilisateur. Le procédé est expliqué dans l'algorithme suivant.

DEBUT

Collecter les images en temps réel
Détecter les points d'intérêt prédéfinis

SI Image_DéTECTÉE ALORS

Extraire l'id du point de synchronisation relative à cette image détectée
Récupérer de la table POINT FIXES sur la base de données la position géographique de ce point et son étage

Transformer la position de l'objet camera vers la position XZ du point de synchronisation
Changer le panneau de synchronisation au panneau de destination relative à l'étage détecté

FSI;

FIN.

Figure 10. Algorithme de détection d'images.

2.4 Reconnaissance à travers des positions géographique

Notre système sera capable de naviguer l'utilisateur vers le département avec des flèches virtuelles augmentées s'il est à plus de 70 mètres loin de ce dernier, c'est la navigation à l'extérieur.

2.4.1 Prérequis, principes et algorithmes

L'appareil mobile doit contenir un composant appelé GPS, un GPS activé, ce GPS nous offrira la position (les coordonnées géographiques) de l'appareil dans le monde réel, ces coordonnées géographiques (Latitude, Longitude et optionnellement l'Altitude) seront convertis vers des coordonnées XYZ que l'environnement de développement comprendra.

Cette procédure est faite chaque frame, chaque déplacement de l'utilisateur dans le monde réel est représenté par un déplacement (transformation de position XYZ) d'un objet camera dans la plateforme de développement. Pour augmenter des objets virtuels à la réalité, nous épinglerons chaque objet à une position géographique statique (récupérée d'une base de données implémentée (voir figure 14) qui sera elle aussi convertis vers les coordonnées XYZ) et dès que la caméra de l'appareil s'approche de l'objet virtuel il sera visualisé par l'utilisateur.

2.4.1.1 Algorithme d'obtention de latitude et longitude de l'appareil

DEBUT

TANT QUE GPS Non Activé

FAIRE

Attendre

FAIT ;

Activer les services de localisation à une précision donnée

Activer la boussole

TANT QUE Services de localisation non initialisés

FAIRE

Attendre

FAIT ;

TANT QUE Vrai

FAIRE

Récupérer les données géographiques du GPS

FAIT ;

FIN.

Figure 11. Algorithme d'obtention de latitude et longitude de l'appareil

2.4.1.2 Algorithme de conversion des coordonnées GPS à un Vecteur3 XYZ

Rayon : Le rayon de la terre. Une constante sa valeur est 6397Km.

DegARad : la valeur de conversion du Degrés vers le Radian. Une constante sa valeur est $(\pi * 2) / 360$

@param d'entrés : lat, lon

DEBUT

$posX = (Rayon) * \cos(DegARad * lat) * \cos(DegARad * lon) ;$

$posZ = (Rayon) * \cos(DegARad * lat) * \sin(DegARad * lon) ;$

$posY = (Rayon) * \sin(Mathf.Deg2Rad * lat) ;$

retourner un Vecteur de 3 : posX, posY, posZ ;

FIN.

Figure 12. Algorithme de conversion des coordonnées GPS à un Vecteur3 XYZ

2.5 Reconnaissance de la position courante dans le département

Notre système sera capable de déterminer la position de l'utilisateur dans le département informatique, ceci est la navigation intérieure.

Notre choix d'une approche de positionnement interne se repose sur les caractéristiques de choix de la meilleure approche cités à la page 15. Nous avons pu remarquer sur le tableau de comparaison (voir figure 7) que chaque technologie a ses propres avantages et désavantages, d'où la combinaison

des technologies de positionnement pourra aider à estimer plus précisément la position courante qu'une seule. Nous utiliserons :

- Le système de Navigation Inertiel
- Le champ magnétique
- Le GPS

Tant qu'aux autres, le Wi-Fi est une ressource limitée pour notre cas d'étude (dans le département informatique) vu le manque de WLAN disponible alors qu'on a besoin d'au moins 3 réseaux sans fil ; Et le Bluetooth est une approche couteuse vu le besoin d'une balise à au moins chaque 5m tout au long du département.

2.6 Modélisation de notre système

Nous avons choisi de modéliser notre conception en utilisant le formalisme UML. Nous présentons les cas d'utilisation de notre système et le diagramme de classe.

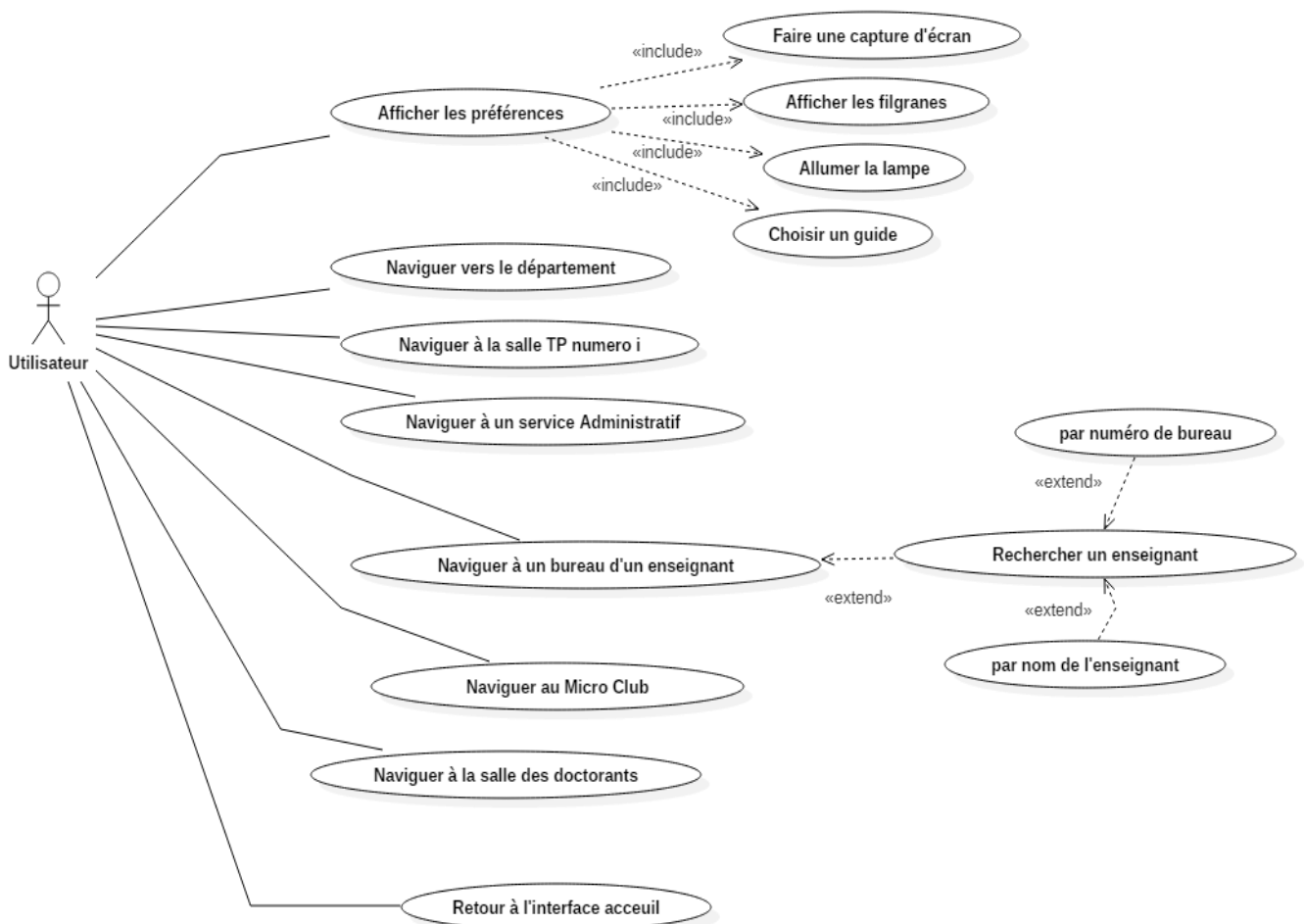


Figure 13. Diagrammes des cas d'utilisations de notre système

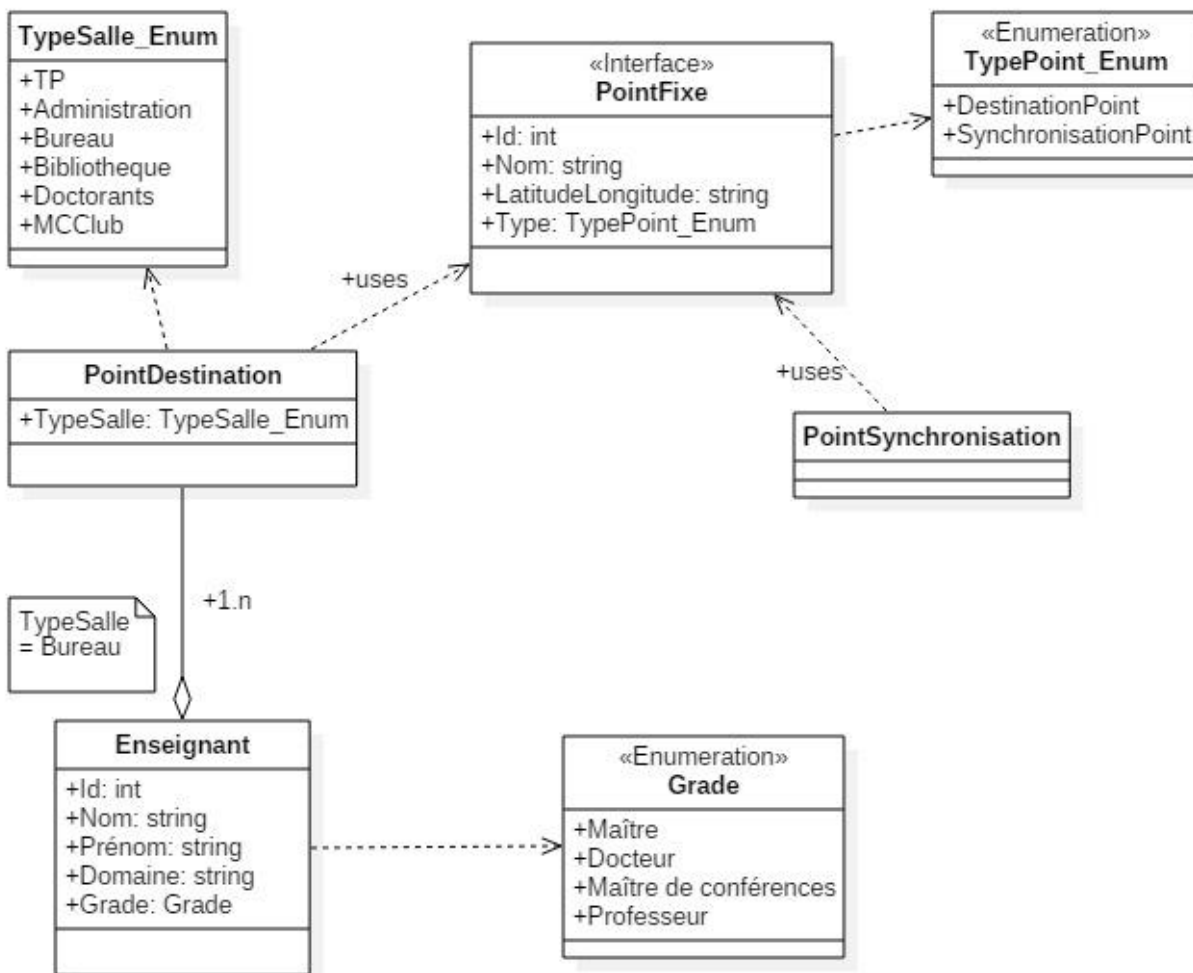


Figure 14. Diagramme des classes de notre système

Les règles de gestion :

- Chaque enseignant appartient à un seul bureau.

2.7 Conclusion

La conception de notre système est une étape importante vers sa réalisation, chaque technique choisie joue un rôle fondamentale pour la robustesse de son fonctionnement.

Chapitre 3 : Construction du système de navigation

3.1 Introduction

Pour pouvoir subvenir à une vision claire et commune du concept de ce projet, cette partie offrira une référence à n'importe quel terme et outil utilisé. En plus de l'étape essai de l'application.

3.2 Présentation des outils utilisés

3.2.1 Unity3d

Est un moteur de jeu multi-plateformes (smartphone, Mac, PC, consoles de jeux vidéo et web) développé par Unity Technologies. Il est l'un des plus répandus dans l'industrie du jeu vidéo, du fait de sa rapidité aux prototypages pour les très gros studios, aussi pour la sphère du jeu indépendant qui développe directement dessus pour sortir leurs applications sur tout support. Le logiciel a la particularité d'utiliser un éditeur de script compatible mono, Son approche est orientée asset.



Figure 15. Logo Unity. SOURCE <https://unity3d.com/fr/unity/whats-new/unity-5.0>

Il sera notre plateforme de développement dans notre système.

3.2.2 Mapbox

Est une entreprise spécialisée dans la cartographie en ligne. Elle fournit les cartes de sites, services et médias ainsi qu'un SDK pour Unity afin d'utiliser sa carte pour le développement de logiciel.



Figure 16. Logo Mapbox. SOURCE <https://www.mapbox.com/>

On utilisera son SDK pour Unity pour assurer la navigation externe dans notre système.

3.2.3 SQLite et DB Browser

SQLite est une bibliothèque écrite en langage C qui propose un moteur de base de données relationnelle accessible par le langage SQL.



Figure 17. Logo de SQLite. SOURCE <https://www.sqlite.org/index.html>



Figure 18. Logo DB Browser pour SQLite. SOURCE <http://sqlitebrowser.org/>

Pour visualiser notre base de données (ou créer une), on utilisera DB Browser pour SQLite, qui est un éditeur GUI¹⁹ pour les bases de données SQLite, construit pour faciliter la création et la modification de ses bases.

Il se chargera de créer et stocker notre base de données.

3.2.4 Android Studio

Est un environnement de développement pour développer des applications Android. Il est basé sur IntelliJ IDEA.



Figure 19. Logo Android Studio. SOURCE <https://developer.android.com/studio/features/>

Dans notre système, Cet outil nous permettra de créer des plugins dans Unity. Ces plugins sont : Détecteur de pas, détecteur de position en exploitant le magnétomètre et les vibrations.

3.2.5 Vuforia

Est un SDK de réalité augmentée pour les appareils mobiles. Il utilise la technologie de reconnaissance d'images.



Figure 20. Logo Vuforia. SOURCE <https://www.vuforia.com/>

Il nous permettra la reconnaissance des points de synchronisation dans notre système.

¹⁹ Graphical User Interface. Interface Utilisateur Graphique

3.3 Tester l'application

Si l'utilisateur est à l'extérieur (A plus de 70m loin du département), Il cliquera sur le panneau de point de synchronisation pour le guider vers le département (voir figure 20).



Figure 21. Navigation externe vers le département.

A l'arrivée de l'utilisateur, un point de synchronisation sera à son attente à l'entrée du département, le système reconnaît son emplacement et lui affiche le panneau contenant les destinations des salles du rez-de-chaussée (voir figure 22).

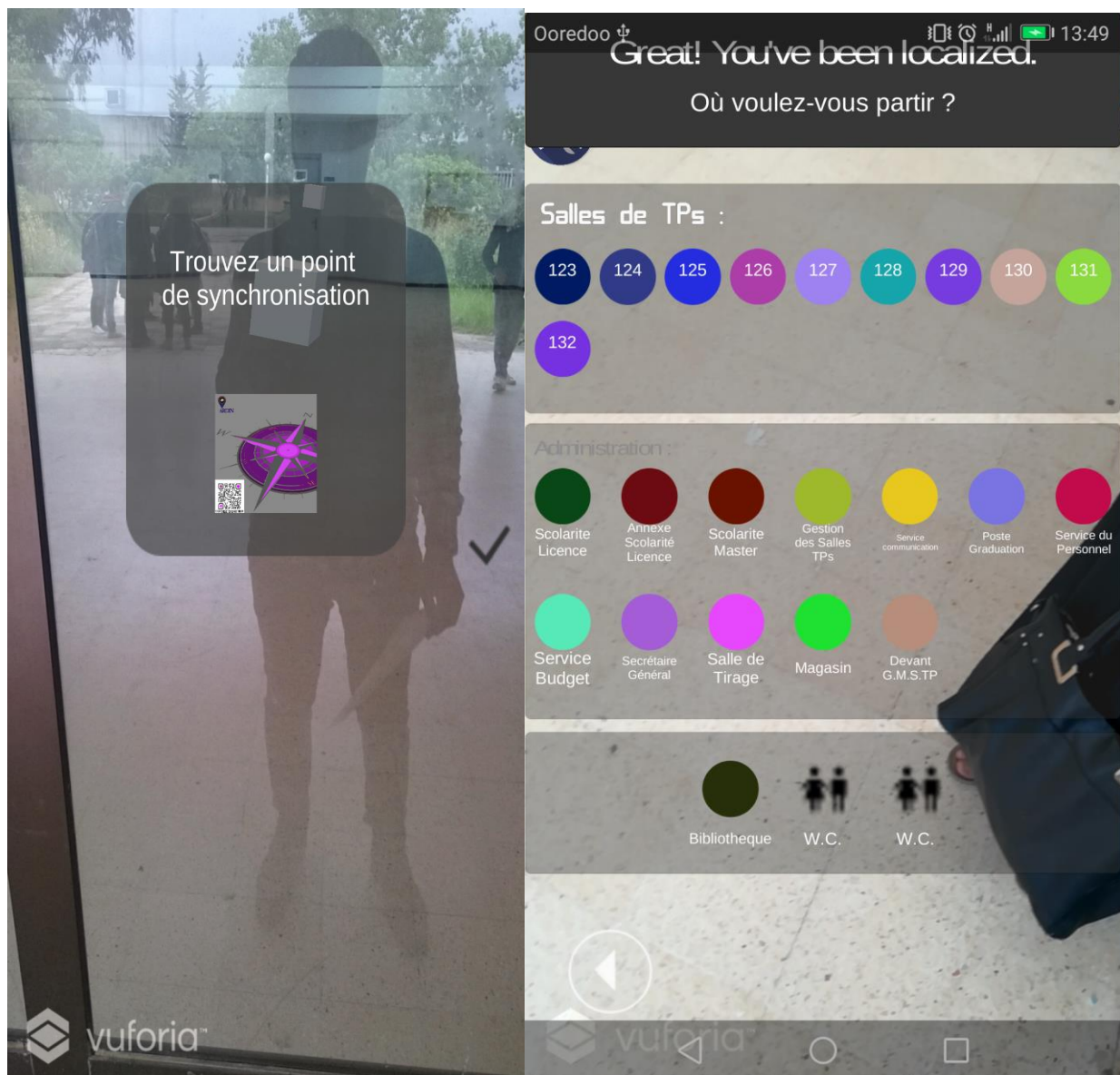


Figure 22. A la détection du point de synchronisation.

Si l'utilisateur était au premier étage, le panneau du premier étage s'affiche (voir figure 23).

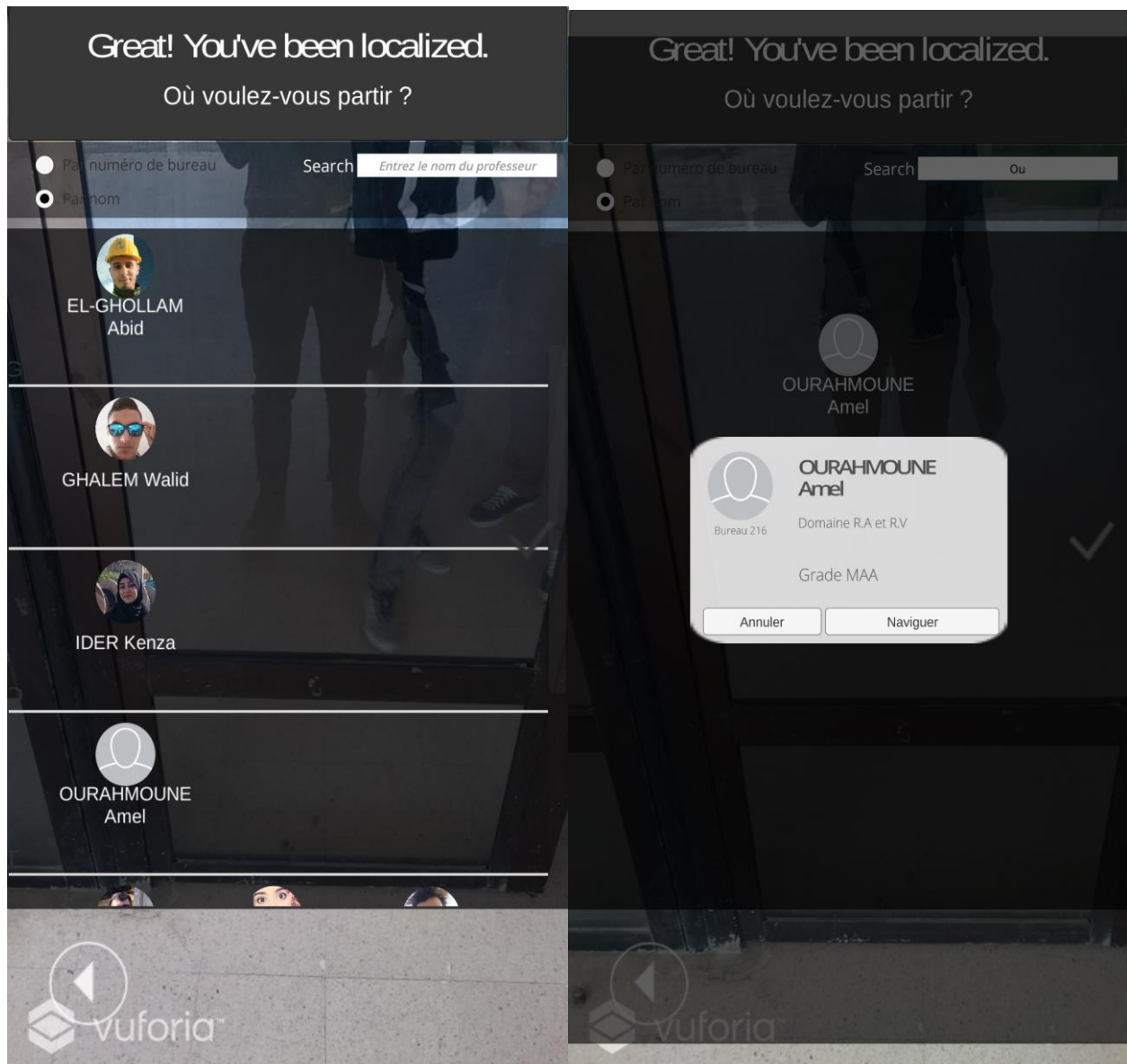


Figure 23. A la détection de l'utilisateur au premier étage.

En choisissant une destination, des flèches s'augmenteront de la position actuel de l'utilisateur vers le point de destination choisi (voir figure 24).



Figure 24. Flèches augmentées guidant orientant l'utilisateur

3.4 Conclusion

Dans ce chapitre, on a pu connaître les outils utilisés pour construire notre système. Ces outils ont été choisis à base de leurs performances à répondre à notre besoin et atteindre notre objectif.

Conclusion générale et perspectives

Nous avons l'objectif de proposer un système navigation au département informatique. Nous avons exploité les technologies de réalité augmentée pour atteindre notre objectif. Grâce à ce projet, nous avons eu l'occasion de nous introduire au domaine de la réalité augmentée et de manipuler des outils spécifiques récents qui l'avancée technologique.

Comme c'est un projet semestriel, nous sommes toujours limités par le temps. Il nous reste à évaluer notre système actuel. Notre système peut accepter des extensions pour davantage précision durant le positionnement interne. Nous proposons d'ajouter le Wi-Fi comme solution possible et abordable ainsi que rendre chaque salle un point de synchronisation sans avoir besoin de retourner aux points de synchronisation principaux.

Références

- [1] : **Howard Rheingold** *Virtual Reality*. By Summit Books, 1991.
- [2] : **Ronald T. Azuma** *A Survey of Augmented Reality*. Hughes Research Laboratories Malibu, CA. 1997. pp.355-385.
- [3] : **Paul Milgram, Fumio Kishino** *A Taxonomy of Mixed Reality Virtual Displays*. IEICE Paper on MR. the Department of Industrial Engineering, University of Toronto, Toronto, Ontario 1994.
- [4] : <https://library.vuforia.com/features/images/image-targets.html>
- [5] : **Yuen, Steve Chi-Yin; Yaoyuneyong, Gallayanee; and Johnson, Erik** *Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education*. China, Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE), 2011, Vol. 4.
- [6] : **Paul Zarchan, Howard Musoff** *Fundamentals of Kalman Filtering: A Pratical Approach*. L'Institut Américaine des Aéronautiques et Astronautiques, s.n., 2000.
- [7] : **iu, H., Darabi, H., Banerjee, P., & Liu, J.** *Survey of wireless indoor positioning techniques and systems*. 2007. IEEE TSMCC. pp.404-408.
- [8] : **Hung-Huan Liu** Email author **Wei-Hsiang LoChih-Cheng TsengHaw-Yun Shin** *A WiFi-Based Weighted Screening Method for Indoor Positioning Systems*. Keelung, Taiwan, s.n., 2014.
- [9] : **Dey, Nilanjan and et al** *A Comparative Study between Moravec and Harris Corner Detection of Noisy Images Using Adaptive Wavelet Thresholding Technique*. 2012, p.1212.

Résumé

Ce travail a été consacré au développement d'une application de réalité augmentée pour la visite du campus universitaire de l'USTHB, dans le cadre de la réalisation d'un système de navigation à l'intérieur du Département Informatique ainsi une navigation externe pour guider l'utilisateur vers le département. Cet objectif a nécessité tout d'abord la recherche des systèmes de positionnement déjà existants et d'implémenter les systèmes qui répondent le mieux à nos besoins; Ainsi que modéliser le département informatique dans l'environnement virtuel pour augmenter les flèches à la bonne position.

L'utilisateur utilisera cette application pour le guider à sa destination de sa position courante d'une manière plus vivante avec la technologie de la Réalité Augmentée.

Abstract

This work dails with the development of an augmented reality application for the visit of the university campus of the USTHB, as part of the realization of an indoor navigation system of the Computer Science Department as well as an outdoor navigation to guide the user toward the department. This objective required first of all a research of the existing positioning systems and implement the systems which answer the best to our needs; As second part, model the department in the virtuel environnement to augment the arrows in a good position.

A person will use the application to guide him to his destination from his current position in a beautiful way with the Augmented Reality technologie.

MOTS CLÉS : Augmented Reality, Réalité augmentée, système de navigation, outdoor navigation, indoor navigation, systèmes de positionnement à l'intérieure d'un immeuble, Unity.