



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي

Université de Echahid Hamma Lakhdar – El Oued

Faculté des Sciences Exactes

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER

Domaine : Mathématiques et Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Systèmes distribués et intelligence artificielle

Thème

Conception et développement d'une application de communication améliorée et alternative (CAA)-version arabe

Présenté par :

Guidoum Djihad

Hebbaz Ouidad

Mémoire soutenu publiquement le 06/06/ 2023 devant le jury composé de :

Mme. Chourouk Guettas MA

Présidente Univ. El Oued

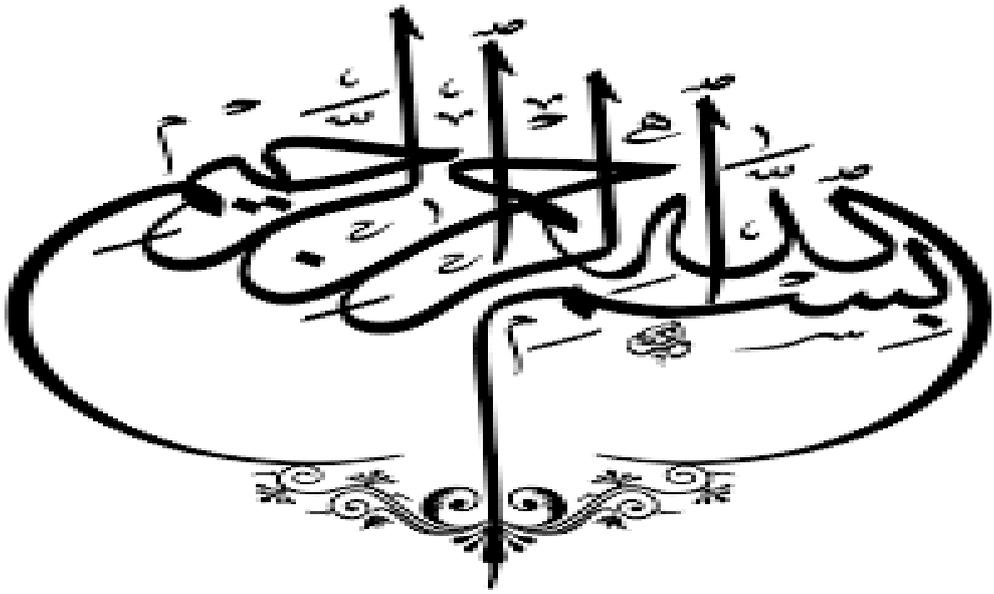
Mr. Mohammed Charaf Eddine Meftah MCA

Encadreur Univ. El Oued

Mr. Kamel Ben brika MA

Examineur Univ. El Oued

Année universitaire : 2022/2023



الشكر والعرفان

الحمد لله عز وجل الذي أنار لنا درب العلم والمعرفة وأعاننا على أداء هذا الواجب ووفقنا على إتمام هذا العمل.

فعظيم الشكر والتقدير والاحترام للأستاذ المشرف

"الدكتور مفتاح شرف الدين" والأستاذة "بوطويل خديجة"

كما نتوجه بالشكر الجزيل إلى كل من ساندنا في إنجاز هذا العمل سواء من قريب أو بعيد
نسأل الله تعالى أن يزيدنا فهما صالحا ويرزقنا العلم النافع وان يجعل أعمالنا جميعاصالحة
وخالصة لوجهه الكريم وانه على كل شيء قدير.

الإهداء

اهدي هذا العمل المتواضع إلى:
إلى أبي الغالي " صادق " معلمي وأستاذي لقد وصلتُ إلى هذا الإنجاز العظيم
بفضل دعمك الذي لم ينقطع لحظةً واحدة
إلى أمي ثم أمي ثم أمي التي كانت بجانبني طوال مسيرتي الدراسية
إلى أخي وسندي " الدكتور هارون "
إلى إخوتي الأعمام مصدر تحفيزي في دراستي
إلى أختي حبيبتي وتوأم روعي
إلى أبناء أختي ماريا الصغيرة و بدر الدين

جهاد

الاهداء

احمد الله عز وجل على منه وعونه لإتمام هذا البحث المتواضع.

- إلى كل من علمني حرفا في هذه الدنيا الفانية
- إلى روح أبي الطاهرة الزكية
- إلى ينبوع الحنان ورمز العطاء أُمي الغالية حفظها الله ورعاها
- إلى زوجي ومصدر قوتي
- إلى أخواتي: رحاب وبلقيس
- إلى عائلتي وعائلة زوجي
- إلى كل من تمنى لي النجاح دوما
- إلى كل هؤلاء وهؤلاء اهدي هذا العمل المتواضع

وداد

ملخص

يستخدم CAA التواصل المعزز و البديل من قبل الأشخاص الذين يعانون من مجموعة واسعة من اضطرابات الكلام واللغة، بما في ذلك الإعاقات الخلقية مثل الشلل الدماغي والإعاقة الذهنية والتوحد أو الإضطرابات المكتسبة مثل التصلب الجانبي الضموري ومرض باركنسون. يمكن استخدام CAA بشكل دائم أو مؤقت. أصبح الهاتف الذكي أداة حقيقية لا غنى عنها لتسهيل التفاعل الاجتماعي المرتبط بإدراك الكلام. يهدف هذا المشروع إلى تطوير تطبيق Android للهاتف المحمول مخصص من لديهم اضطرابات النطق واللغة بما في ذلك العجز التام عن الكلام ويتمثل دوره في إزالة العقبات الرئيسية المتعلقة بالاتصال التي تعيق الحياة اليومية لملايين الأشخاص ومساعدتهم على المشاركة بسهولة في محادثة وأن يكونوا أكثر استقلالية وهدوءا في تحركاتهم. يسمى هذا التطبيق "التواصل CAA" حيث يعتمد على تقنية PECS التي تتمثل في استعمال الصور كأداة للتواصل من أجل تحقيق تطبيقنا استعمالنا UML لتمثيل المخططات IntelliJ IDEA كبيئة تطوير الإندرويد ولغة البرمجة kotlin و firebase لتخزين بيانات المستخدمين

الكلمات المفتاحية: قاعدة معطيات صوتية. صور. عبارة. التواصل المعزز والبديل.

Résumé

La Communication Améliorée et Alternative (CAA) est utilisée par des personnes souffrant d'un large éventail de troubles de la parole et du langage, y compris des handicaps congénitaux tels que la paralysie cérébrale, la déficience intellectuelle et l'autisme, ou des troubles acquis tels que la sclérose latérale amyotrophique et la maladie de Parkinson. AAC peut être utilisée de façon permanente ou temporaire. Le Smartphone est devenu un véritable outil indispensable pour faciliter les interactions sociales liées à la perception de la parole. L'objectif de ce projet est de développer une application mobile Android pour les personnes souffrant de troubles de la parole et du langage dont l'incapacité totale de parler, son rôle est de lever les principaux obstacles hors ligne qui entravent la vie quotidienne de millions de personnes et de les aider à participer facilement à une conversation et être plus indépendant et calme dans ses mouvements. Cette application s'appelle "CAA" car elle est basée sur la technologie PECS, qui est l'utilisation des images comme outil de communication. Afin de réaliser notre application, nous avons utilisé UML pour représenter les diagrammes, IntelliJ IDEA comme environnement de développement Android, le langage de programmation kotlin et firebase pour stocker les données utilisateur.

Mots-clés : base de données audio, images, phrase, communication améliorée et alternative.

Abstract

Augmented and Alternative Communication AAC is used by people with a wide range of speech and language disorders, including congenital disabilities such as cerebral palsy, intellectual disability and autism, or acquired disorders such as lateral

sclerosis amyotrophic and Parkinson's disease. AAC can be used permanently or temporarily. The Smartphone has become a truly indispensable tool for facilitating social interactions related to the perception of speech. The objective of this project is to develop an Android mobile application for people with speech and language disorders whose total inability to speak, its role is to remove the main offline obstacles that hinder the daily lives of millions of people and help them easily participate in a conversation and be more independent and calm in their movements. . This application is called "CAA تواصل" because it is based on PECS technology, which is the use of images as a communication tool. In order to realize our application, we used UML to represent the diagrams, IntelliJ IDEA as the Android development environment, the kotlin programming language and firebase to store the user data.

Keywords: audio database, images, sentence, augmented and alternative communication.

Table des matières

شكر و عرفان	
الإهداء	
ملخص	
Résumé	
Abstract	
Liste des figures.....	xi
Liste des tableaux.....	xii
Introduction Générale	1
I. Etat de l'art Communication Augmentative et Alternative	3
I.1 Introduction	4
I.2 La communication améliorée et alternative CAA.....	4
a) Qu'est-ce que la CAA ?	4
b) A qui est destinée la CAA ?	4
c) Qui utilisent la CAA ?.....	4
I.3 Les méthodes de communication supplétives et alternatives.....	5
I.4 Les types des moyens de communication de soutien (augmentatifs) et alternatifs	5
I.5 Les principales techniques de communication alternative et augmentée	7
I.5.1 La Technique de PECS	7
I.5.2 La Technique de PODD.....	8
I.6 La situation actuelle de l'autisme en Algérie	8
I.7 Conclusion.....	9
II. Les applications basées sur la CAA et les techniques pour l'amélioration de la prédiction de mots	10
II.1 Introduction.....	11
II.A .1Génération des vocabulaires et des symboles de base en arabe pour les utilisateurs de AAC	11
A : Efforts pour créer des applications (arabes) pour la technologie CAA	11
II.A.2 Un aperçu sur l'application "Touch-to-Speak"	16
II.1.3 Exemple d'applications communication d'augmentation alternatives CAA.....	18
II.B.1 La prédiction textuelle	21

B : Techniques pour améliorer la prédiction de mots et de phrases lors de l'écriture	21
II.B.2 Les systèmes de la prédiction textuelle.....	22
II.B.3 La terminaison d' une phrase à l'aide de la prédiction textuelle.....	22
II.B.4 Auto-complétions	23
II.B.5 Les effets de l'achèvement de mots et de la prédiction de mots sur les taux de dactylographie à l'aide de claviers à l'écran	25
II.2 Conclusion.....	26
III. Conception du système propose	27
III.1. Introduction	29
III.2 Le Répertoire linguistique propose.....	29
III.2.1 Les codes des types de mots	Error! Bookmark not defined.
III.2.2 Les codes des lieux (informations contextuelles)	31
III.2.3 Les codes de vêtements	31
III.2.4 Les codes des boissons :.....	31
III.2.5 Les codes des organes du corps :.....	32
III.2.6 Les codes de fruits :	32
III.2.7 Les codes des légumes :	33
III.2.8 Les codes des jeux :	33
III.2.9 Les codes de couleurs :	34
III.2.10 Les codes des moyens de transports :.....	34
III.2.11 Les codes de prépositions :.....	35
III.2.12 Les codes des conjonctions :.....	35
III.2.13 Les codes des pronoms :.....	36
III.2.14 Les codes du personnes :	36
III.2.15 Les codes adverbess de temps :.....	37
III.2.16 Les codes adverbess de lieux :	37
III.2.17 Les relations entre les types de discours :.....	38
III.2.18 Les mots suggérés du quatre saisons (Informations contextuelles)	39
III.2.19 Les mots suggérés aux temps des trois (Informations contextuelles) :	40
III.3 Description du système propose	40
III.3.1 Prédiction de texte basé sur les informations de l'utilisateur	41
III.3.2 Prédiction de texte basé sur les informations sociales	41
III.3.3 Prédiction de texte basé sur les informations contextuelles	42
III.4 Présentation UML du système propose	44

III.4.1 Le diagramme de cas d'utilisation du système CAA propose.....	44
III.4.2 Le diagramme de séquence du système CAA propose	45
III.4.3 Le diagramme de classe du système CAA propose :	46
III.5 Conclusion	46
IV. Implémentation.....	47
IV.1 Introduction.....	48
IV.2 Environnement du développement	48
IV.2.1 Environnement matériel.....	48
IV.2.2 Environnement logiciel	48
IV.3 Présentation des interfaces de notre application.....	50
IV.3.1 Interface Splash 'Logo de l'application " CAA تواصل ".....	50
IV.3.2 Interface 'انشاء حساب'	50
IV.3.3 Interface " تسجيل الدخول ".....	51
IV.3.4 Les interfaces principaux.....	52
IV.4 Conclusion	52
Conclusion Générale & Perspectives	53
Références bibliographiques	55

Liste des figures

Figure I.1 : expressions faciales.....	6
Figure I.2 : Cord Word System	6
Figure I.3 : La langue des signes.....	6
Figure I.4 : verbes d'action	6
Figure I.5 : TRIFOLD	7
Figure I.6 : Système d'échange utilisant des images.....	7
Figure I.7 : panneau de communication.....	7
Figure I.8 : la communication de soutien et alternative.....	7
Figure II.1: List d'entrée (liste a et listes b).....	14
Figure II.2: Système de vote avec critères d'acceptation sur une échelle de 1 à 5 où 5 est tout à fait acceptable.....	16
Figure III.1: L'architecture globale du système propose.....	41
Figure III.2: L'architecture détaillée du système propose.....	43
Figure III.3: Le diagramme de cas d'utilisation du système propose.....	44
Figure III.4: Le diagramme de séquence du système propose.....	45
Figure III.5:Le diagramme de classe du système propose.....	46
Figure IV.1 illustre l'interface du logo de l'application.	50
Figure IV.3.1 l'interface du " انشاء حساب ".....	51
Figure IV.3.2 l'interface du " تسجيل الدخول ".....	51
Figure IV.3.4 quelque interface dans l'application.....	52

Liste des tableaux

Tableau II.1: Exemple de sortie de listes visualisées dans Excel.....	14
Tableau II.3: résumé la cartographie des besoins des utilisateurs aux éléments de conception de l'application.....	18
Tableau II.4 : Description de quelques applications destinées communication d'augmentation alternatives.....	19
Tableau III.1: Types de mots.....	30
Tableau III.2: les codes des lieux.....	31
Tableau III.3: les codes de vêtements.....	31
Tableau III.4: les codes des boissons.....	32
Tableau III.5: les code de les organes du corps.....	32
Tableau III.6: les codes des fruits.....	32
Tableau III.7: les codes des légumes.....	33
Tableau III.8: les codes des jeux.....	33
Tableau III.9: les code des couleurs.....	34
Tableau III.10: les code des moyens de transports.....	34
Tableau III.11: des symboles de prépositions.....	35
Tableau III.12: des codes de conjonctions.....	35
Tableau III.13: des codes des pronoms.....	36
Tableau III.14: des symboles du personnes.....	36
Tableau III.15: des codes adverbes de temps.....	37
Tableau III.16: des codes adverbes de lieux.....	37
Tableau III.17: Relations entre les types de discours.....	38
Tableau III.18: des mots suggérés du quatre saisons.....	39
Tableau III.19: des mots suggérés aux temps des trois.....	40

Introduction Générale

Au cours des dernières années, il y a eu un énorme boom dans le domaine de la technologie en général et de la technologie téléphonique en particulier, car il est devenu facile de communiquer entre les gens et de rester en contact permanent, même s'ils se trouvent sur des continents différents.

Aujourd'hui, la technologie des téléphones intelligents a occupé le monde dans le but de faciliter les actions humaines et de faciliter la vie quotidienne également, grâce à de nombreuses applications pouvant être utilisées pour la communication, l'apprentissage, le divertissement et bien d'autres. Cette technologie ne se limite pas seulement à maintenir ce contact entre les gens ou simplement à regarder et à divertir, mais s'étend également au-delà de cela dans la vie.

Maintenant, il est devenu très nécessaire de créer et de développer diverses applications mobiles à travers le monde, non seulement pour un usage personnel dans la vie quotidienne, mais l'idée d'applications s'est élargie pour inclure les entreprises, les banques et d'autres institutions pour effectuer le travail de routine et instructions de n'importe où et à tout moment en un seul clic.

La création de ces applications ne se limitait pas à diverses entreprises et institutions dans le but de travailler, mais aujourd'hui ces applications peuvent être créées et développées par des particuliers, notamment pour faciliter la vie des personnes ayant des besoins particuliers.

Partant du dicton selon " chaque enfant a le droit de s'exprimer ", nous attendons dans ce travail d'atteindre les objectifs suivants :

1. Concevoir et développer une application Android de communication augmentative et alternative, une version arabe, dans le but de combler le manque d'applications arabes dans ce domaine
2. Essayer d'améliorer les performances de l'application en termes d'amélioration de la précision de la prédiction de texte dans les phrases produites via l'application conçue selon une approche que nous proposerons dans ce travail.

Pour vous mettre dans le cadre de réalisation de notre application, nous avons procédé ainsi :

- D'abord, puisque notre application s'inscrit dans le domaine CAA, nous allons dans le premier chapitre présenter les réponses à ses questions Qu'est-ce que la communication améliorée et alternative ? Quels sont ses outils et ses types et qui peut l'utiliser ? qu'est-ce que le PECS et le PODD ?
- Ensuite, le deuxième chapitre permet d'avoir une idée générale sur les applications mobiles, efforts arabes pour créer des applications et des programmes CAA et quelques techniques pour améliorer la prédiction de mots et de phrases lors de l'écriture.
- Le troisième chapitre sera consacré à l'analyse et la conception de notre application, pour cela nous utiliserons le langage de modélisation UML.
- Enfin le dernier chapitre portera sur la réalisation proprement dite de notre application. On décrira les outils utilisés et nous présenterons quelques interfaces.

Notre travail s'achèvera par une conclusion générale et des perspectives.

CHAPITRE

I. Etat de l'art Communication Augmentative et Alternative

I.1 Introduction

Un enfant sur 12 souffre de troubles de la parole et du langage ou de troubles de la voix et de la déglutition, selon les statistiques 2016 de l'American National Foundation for Deafness and Communication Disorders NIDCD ; C'est-à-dire 7,7% des enfants âgés de trois à dix-sept ans, tandis que le pourcentage d'adultes souffrant de troubles de la parole et du langage la même année était de 7,6%.

Cette propagation généralisée, avec une variété de causes, en commençant par des causes évolutives, passant à des causes organiques, et les effets négatifs qui en résultent sur la vie des blessés et leur interaction avec le milieu environnant, a contribué au développement de moyens pour faciliter la communication avec le blessé et comprendre leurs besoins. Dans le cadre de la communication dite alternative et augmentative [1].

I.2 La communication améliorée et alternative CAA

Les systèmes de communication, les stratégies et les outils qui remplacent ou complètent la parole naturelle sont connus sous le nom de Communication Améliorée et Alternative. Ces outils aident les personnes ayant des difficultés à communiquer par la parole.[4]

a) Qu'est-ce que la CAA ?

CAA est un groupe de méthodes de communication qui fonctionnent à la place de la communication verbale aide ceux qui ont des troubles de la parole et du langage, y compris l'incapacité totale de parler ; Utiliser des outils et des méthodes alternatives qui les aident à communiquer et à interagir avec la communauté environnante [1].

b) A qui est destinée la CAA ?

Il existe une grande variété de raisons qui peuvent avoir pour conséquence qu'une personne soit privée de l'usage de la parole. Ce peut être dû à une déficience qui a affecté le développement de la parole de la personne ou à un trouble acquis qui a affecté la capacité de la personne à parler[2].

c) Qui utilisent la CAA ?

Il existe deux catégories d'utilisateurs de la communication améliorée et alternative dont les difficultés de communication peuvent résulter [3].

I. Etat de l'art Communication Augmentative et Alternative

✓ Ceux qui souffrent de handicaps congénitaux, qui se rapportent aux handicaps suivants :

- Troubles du spectre autistique.
- Paralysie cérébrale.
- Troubles du développement.
- Déficience intellectuelle.
- Les troubles génétiques.

✓ Les handicaps acquis comprennent :

- Sclérose latérale ou amyotrophique.
- La maladie de Parkinson.

I.3 Les méthodes de communication supplétives et alternatives

Les moyens de communication de soutien (augmentatifs) et alternatifs sont considérés comme une révolution dans le domaine de la rééducation des enfants atteints de darts et d'autres troubles de la communication, étant donné qu'il s'agit de moyens qui offrent une alternative aux personnes qui manquent de communication verbale et non verbale en tout ou en partie. La plupart de ces méthodes sont basées sur l'aspect visuel de l'apprentissage, car le traitement visuel des enfants autistes est assez élevé, ce qui fait de leur apprentissage visuel un élément important qui doit être pris en considération [3].

I.4 Les types des moyens de communication de soutien (augmentatifs) et alternatifs

La CAA intègre tous les outils et les stratégies qu'une personne peut utiliser pour communiquer quand celle-ci n'est pas en mesure de parler [3].

"CAA non assistée – ou" CAA qui ne nécessite aucune assistance physique ou aucun outil ,sont présenté dans les figures (**Figure I.1** , **Figure I.2** , **Figure I.3** , **Figure I.4**) :

- Expression's facials.
- Cord word system
- Language des singes.
- Verbes d'action.

I. Etat de l'art Communication Augmentative et Alternative

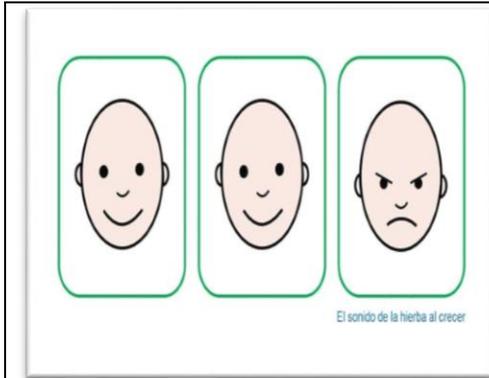


Figure I.1 : expressions faciales

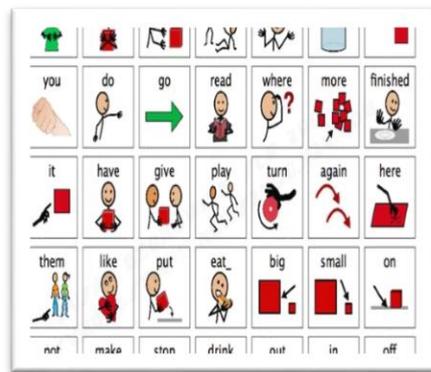


Figure I.2:cord word system

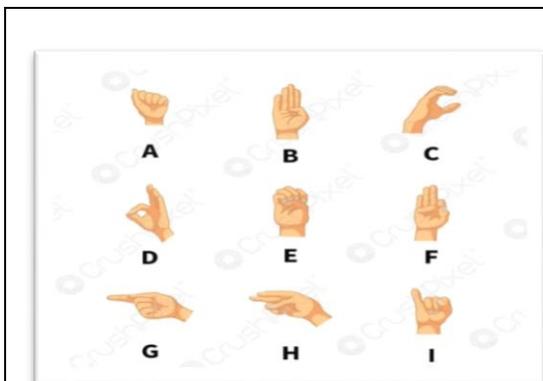


Figure I.3 : La langue des signes

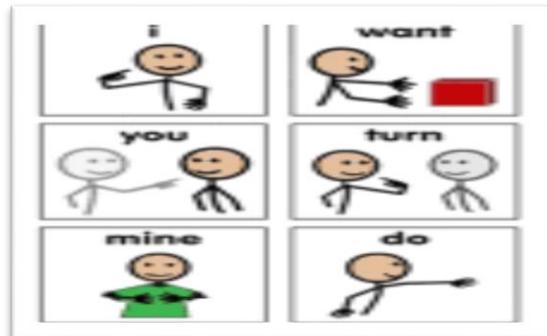


Figure I.4 : verbes d'action

"CAA assistée – ou" CAA qui nécessite l'utilisation d'outils ou de matériels [2] , sont présenté dans les figures (**Figure I.5** , **Figure I.6** , **Figure I.7** , **Figure I.8**) .

- Des tableaux de symbols
- Des crates
- Des claviers
- Des synthétiseur vocaux
- Des applications de CAA pour appareils mobiles

Lorsque l'on s'apprête à utiliser la CAA, on utilise généralement un outil technologique (par exemple, un synthétiseur vocal, ou une application de CAA pour iPad), ou un outil plus classique basé sur l'utilisation du papier (par exemple, un livre ou un tableau) [3].

I. Etat de l'art Communication Augmentative et Alternative

Le protocole d'enseignement du PECS est basé sur le livre de B.F. Skinner, Verbal Behavior (le Comportement Verbal) et l'analyse appliquée du comportement (AppliedBehaviorAnalysis : ABA) à large spectre. Des stratégies d'enseignement spécifiques et de renforcement qui mèneront à une communication autonome sont utilisées tout au long du protocole [3].

I.5.2 La Technique de PODD

Le PODD est un ensemble de classeurs de Communication Alternative inventé il y a une vingtaine d'années par Gayle PORTER, orthophoniste, travaillant au Centre d'éducation conductrice CPEC de Melbourne en Australie. C'est un moyen de communication assisté de pictogrammes [4].

Le PODD est un système de langage robuste et « complet », c'est-à-dire qu'il permet d'exprimer toute sorte de messages (poser une question, faire une demande, exprimer son opinion, se plaindre, etc...) grâce à un vocabulaire important, et une organisation stratégique de ce vocabulaire. Le système est évolutif et personnalisé. Il existe ainsi de nombreuses versions de PODD, ce qui permet d'être au plus près des besoins de chaque personne [4].

I.6 La situation actuelle de l'autisme en Algérie

L'Organisation mondiale de la santé estime la prévalence de l'autisme à 1 % de la population mondiale. On rapporte qu'en Algérie, qui comptait 45,02 millions d'habitants au 1er juillet 2021 (source : Direction de la population du ministère de la Santé) et un million de naissances annuelles, on dénombre plus de 450 000 personnes autistes. Cette question préoccupe donc beaucoup les autorités responsables de la santé et de l'éducation. Même si la réponse aux défis posés par l'autisme est aujourd'hui insuffisante en Algérie, beaucoup d'efforts sont faits pour améliorer la situation. Les enjeux sont grands : l'autisme est un problème majeur de santé publique [5].

I.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié les concepts généraux de la communication améliorée et alternative et ses techniques les plus importantes actuellement utilisées.

Enfin, nous avons présenté La réalité de la prise en charge de ceux qui souffrent des grèves et des problèmes de langue et d'élocution en Algérie et l'étendue de l'utilisation de la CAA dans le traitement de réadaptation.

CHAPITRE

II. Les applications basées sur la CAA et les techniques pour l'amélioration de la prédiction de mots

II.1 Introduction

La spécialiste de la communication, du langage et de la prononciation, et spécialiste de la communication augmentée et alternative, Samah Eid, a déclaré : "Notre société arabe mérite d'élever le niveau de sensibilisation et de fournir des informations et des moyens de communication dans sa langue arabe à cet égard, et la campagne est la première étape sur cette voie."

En ce sens, quels sont les efforts arabes pour créer des applications et des programmes arabes pour la technologie CAA ?et quels sont les techniques pour améliorer la prédiction de mots et de phrases lors de l'écriture.

Partie A

A : Efforts pour créer des applications (arabes) pour la technologie CAA

II.A .1Génération des vocabulaires et des symboles de base en arabe pour les utilisateurs de AAC

A base des recherches d'une équipe de scientifiques Qatariens, un analyseur de liste de vocabulaire a été développé pour évaluer les similitudes et les différences dans les fréquences de mots à partir d'une gamme de listes de mots afin de collecter des entrées lexicales AAC appropriées. Une gestion en ligne des symboles sur-mesure a été créée pour contenir les entrées lexicales aux côtés des symboles spécialement conçus qui sont ensuite acceptés via un système de vote utilisant une série de critères.[6]

Les résultats à ce jour ont mis en évidence le succès de ces systèmes lorsqu'ils encouragent la participation, ainsi que la nécessité de poursuivre les recherches sur le développement des vocabulaires de base personnalisés sensibles au contexte. Termes

de l'index : symboles, communication améliorée et alternative, CAA, vocabulaires de base[6].

II.A.1.1 Construire un analyseur de liste de vocabulaire

Un système automatique a été développé qui a pris en entrée deux éléments d'information principaux [6]:

Liste a : La liste à analyser comme base pour la nouvelle liste de vocabulaire de base. Cette liste pourrait éventuellement avoir la fréquence de chaque entrée incluse. Si aucune fréquence n'est disponible, une valeur par défaut doit être ajoutée à toutes les entrées avant d'exécuter le programme. La fréquence dans ce cas équivaut à la fréquence à laquelle un mot a été utilisé. Cette fréquence ne doit pas nécessairement correspondre à une fréquence réelle d'occurrence dans un texte quelque part.

Listes b : Listes combinant des vocabulaires existants à partir d'un certain nombre de sources avec la même structure que la liste a. Plusieurs vocabulaires sont utilisés dans les listes b pour tenter de pondérer l'occurrence de mots individuels. Idéalement, ces vocabulaires proviennent de différentes sources et doivent être suffisamment volumineux pour que les fréquences des entrées répertoriées soient fiables.

Le système a produit trois listes représentées sur la figure II.1 :

Liste 1 : liste initiale contenant les mots de la liste a (la liste d'entrée à analyser) qui n'apparaissent dans aucune des listes b. Cette sortie ne contenait que les mots sans scores de fréquence.

Liste 2 : La liste de couverture ; contenant les mots apparus dans la Liste a et au moins une fois dans un vocabulaire source des Listes b. Cette sortie contenait également des scores pour chaque mot par liste de vocabulaire source (chaque mot a reçu plusieurs scores, un pour chaque liste dans les listes b). Chaque score est égal à la fréquence avec laquelle chaque mot est apparu dans la liste des listes b, normalisée en divisant les fréquences de chaque mot par la somme de toutes les fréquences de cette liste. Le score était fixé à 0 si le mot n'apparaissait pas dans cette liste.

Liste 3 : Liste de mots restants ; Cette liste contenait tous les mots qui étaient dans les listes b mais qui n'étaient pas contenus dans la liste a.

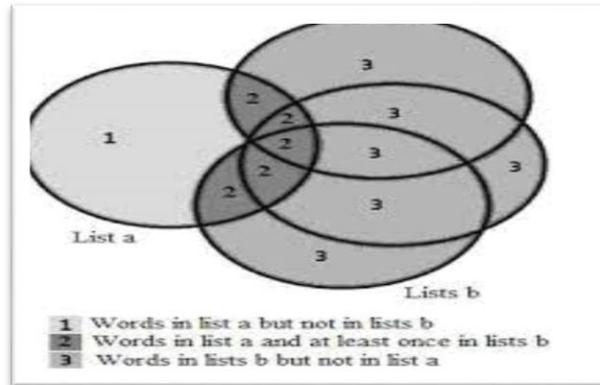


Figure II.1: List d'entrée (liste a et listes b)

Cette sortie contenait également les scores pour chaque mot et est l'exemple du système utilisé (Tableau 2). Il s'agit de la liste sur laquelle la comparaison de la section 3.2 est basée.

word	lists\arab project.c	lists\arabzeera Comments	lists\most common 1000 fro sum
2	ان	0	0.023466719
3	الله	0.002	0.021198718
4	عن	0	0.011530471
5	يا	0	0.009577154
6	الذي	0	0.008842302
7	والذي	0	0.007461319
8	ولا	0	0.007403351
9	الشعب	0	0.007820514
10	لم	0	0.006506916
11		0	0.007146635
12	الذي	0	0.006086648
13	في	0	0.005657063
14	حتى	0	0.005199529
15	او	0	0.005103261
16	طبي	0.002	0.002888052
17	فند	0.002	0.002698521
18	لفظ	0.002	0.002525752
19	الا	0	0.004469753
20	العرب	0	0.005398277
21	بجد	0.002	0.002301126

Tableau II.1: Exemple de sortie de listes visualisées dans Excel

Le tableau II.1 montre que les fréquences sont normalisées pour permettre la comparaison des vocabulaires sources (un colonne), ce processus peut être problématique si la liste est trop petite car les nombres peuvent devenir trop élevés et

affecter considérablement les résultats. Même s'il y a suffisamment de données, il est ou jours impératif qu'un expert parcoure les différentes listes de sortie pour inspecter les résultats, corriger les erreurs et choisir l'ensemble de mots à ajouter ou à supprimer

de la liste d'entrée. Les scores donnés servent uniquement de guide pour aider l'expert dans le processus. En termes pratiques, les mots avec des scores élevés dans la liste 3 pourraient être considérés comme appropriés pour être inclus dans le dictionnaire des symboles arabes et ajoutés à la liste a. Le système a été exécuté à plusieurs reprises au fur et à mesure que des listes ont été ajoutées afin que les résultats deviennent plus robustes.[6]

II.A.1.2 Les résultats de la construction du vocabulaire de base

En comparant la liste fournie par les participants à titre d'exemple des vocabulaires des utilisateurs de CAA (Liste a), il y avait très peu recoupe les mots que l'on trouve le plus souvent là où les meilleurs mots étaient basés sur des scores de fréquence très élevés pour ceux les plus couramment utilisés (Listes b). Pour fournir une comparaison instantanée entre les sorties 1 et 3 les 20 premiers mots traduits de l'arabe sont listés ci-dessous. Sortie de 1 (Liste a) triée par celles les plus souvent utilisées dans listes AAC.

"Je/moi (suis), aller, balle, voiture, banane, sur/à, chose/quelque chose, à, chaise, horloge/montre, vouloir, dans, s'asseoir, était, manger, vélo, fleur/rose, jeu, tasse, porte »Sortie de 3 (Listes b) classées par fréquence[6].

II.A.1.3 La création d' un système des symboles arabes

Dans le cadre du système de gestion en ligne, une configuration de vote simple a été créée en utilisant les filtres développés pour les lots de symboles. Au cours des sessions de vote, les participants ont reçu une série d'environ 60 à 65 images de symboles nouvellement conçus, le référent en MSA, Qatari (le cas échéant) et en anglais. Les critères de vote sont présentés avec de larges zones de sélection sur une échelle de 1 à 5 où 5 est tout à fait acceptable (voir figure II.1) afin que différents affichages visuels puissent être utilisés. Les quatre critères sont répertoriés avec une zone de texte libre pour les commentaires :[6]

- Sentiments sur le symbole dans son ensemble.

II Les applications basées sur la CAA et les techniques pour l'amélioration de la prédiction de mots

- Représente le mot ou la phrase
- Contraste des couleurs.
- Sensibilité-culturelle.

Symbol Manager Settings Categories About Localization Manager & Exit Button

Voting System

MSA: father
Eng: father

Please rate the symbol on a scale of 1-5 where 1 = completely unacceptable and 5 = completely acceptable

	1	2	3	4	5
Feelings about the symbol as a whole	<input type="checkbox"/>				
Represents the word or phrase	<input type="checkbox"/>				
Color contrast	<input type="checkbox"/>				
Cultural sensitivity	<input type="checkbox"/>				

Please add any comments to help us improve the symbol.

Submit prev next

Page /66

Figure II.2: Système de vote avec critères d'acceptation sur une échelle de 1 à 5 où 5 est tout à fait acceptable

II.A.2 Un aperçu sur l'application "Touch-to-Speak"

Il a été conçu de manière itérative en adoptant une approche de conception centrée sur l'utilisateur, où les experts en la matière (PME) et les enfants ont été impliqués dans les phases de découverte des exigences ainsi que dans les phases d'examen des prototypes de conception. Les tests dans les itérations de conception du système impliquaient des procédures pas à pas cognitives dans lesquelles des scénarios étaient présentés avec des prototypes basse fidélité décrivant le système proposé aux PME ; à savoir un orthophoniste expérimenté dans le travail avec des enfants autistes et un spécialiste de l'autisme en éducation spécialisée. Des commentaires ont été sollicités sur la conception générale de l'application, la structure et le déroulement de l'application. Dans les phases ultérieures du projet, les PME ont participé à la révision

II Les applications basées sur la CAA et les techniques pour l'amélioration de la prédiction de mots

des images et du dialogue parlé générés par le système. Dans les étapes finales du projet, les enfants réguliers et autistes ont été observés lors de l'utilisation de l'application et certains éléments de conception ont été modifiés en fonction des problèmes rencontrés par la majorité de l'échantillon. Au cours du processus de conception ont été créés des personnages virtuels qui ressemblent à de vraies personnes en observant l'environnement dans lequel le système sera appliqué pour maintenir une analyse réaliste des différents utilisateurs potentiels.[16]

Ces personnages ont été utilisés tout au long du développement de l'application pour améliorer la conception, la convivialité et la fonctionnalité du système afin de répondre aux besoins des différents utilisateurs finaux [17].

Le Tableau suivant résume la correspondance entre les besoins des utilisateurs et les éléments de conception de l'application [16] :

les besoins des utilisateurs	les éléments de conception
L'application doit être utilisée par les utilisateurs dont le mouvement de la main est instable.	<ol style="list-style-type: none">1.L'espacement entre les images a été mesuré pour offrir une distance optimale.2. La description audio de l'image ne sera prononcée qu'une seule fois (quel que soit le nombre de fois qu'elle a été tapée).
L'application doit agir comme un facilitateur de conversation.	<ol style="list-style-type: none">1.Fournir des images catégorisées, une formation de phrases structurées, une liste de favoris et des boutons de réponse rapide (par exemple, merci, oui et non) qui apparaissent sur toutes les interfaces.2.Lors de la création d'une phrase, l'audio de chaque image sera joué immédiatement après l'avoir tapée, sans qu'il soit nécessaire de terminer la structuration de la phrase entière.3. Fournir à la fois l'arabe standard moderne (MSA) et les dialectes locaux.
L'application doit être conçue pour répondre aux besoins des enfants autistes qui ont des troubles colombidés tels que le TDAH.	L'application fournit un environnement sans distraction contenant des images statiques et utilise des schémas des couleurs limités.

II Les applications basées sur la CAA et les techniques pour l'amélioration de la prédiction de mots

L'application doit être utilisée par des enfants autistes sans avoir besoin d'assistance.	<ol style="list-style-type: none">1. La convivialité, avec un accent particulier sur l'apprentissage et la mémorisation, étaient des considérations de conception clés.2. La navigation entre les interfaces a été clairement conçue et évaluée par les PME.
L'application doit aider les enfants autistes avec différents niveaux de gravité.	Le système est entièrement personnalisable ; il donne à l'utilisateur le choix entre des images photographiques et numériques.
L'application doit être compréhensible.	<ol style="list-style-type: none">1. L'application permet de choisir une icône de favori personnalisable.2. Chaque compte est représenté par la photo de l'utilisateur pour reconnaître facilement son compte.

Tableau II.3: résume la cartographie des besoins des utilisateurs aux éléments de conception de l'application Touch-to-Speak

II.1.3 Exemple d'applications communication d'augmentation alternatives CAA

Il existe de nombreuses applications qui sont CAA au transporteur, le tableau ci-dessus présente quelques exemples d'application :

Nom de l'application	Description
<p data-bbox="316 344 555 378">TAWASAL AAC</p>  <p data-bbox="288 952 584 1019">Slogan de l'application TAWASAL AAC</p>	<p data-bbox="722 309 1465 891">Une application de communication CAA qui donne aux personnes ayant des difficultés de communication et aux enfants atteints de troubles du spectre autistique (TSA) la possibilité de s'exprimer et de construire des phrases en arabe à travers un large éventail de symboles. L'application permet aux utilisateurs d'ajouter des symboles et du vocabulaire selon leurs besoins, ce qui la rend idéale pour un large éventail de personnes handicapées, y compris les personnes âgées telles que les victimes de traumatismes et celles qui ont temporairement besoin d'un outil de communication. Cette application prend en charge l'utilisation de boutons alternatifs et d'autres outils d'accès pour les appareils mobiles, ce qui permet aux personnes à mobilité réduite de communiquer plus facilement avec les membres de leur famille. [18]</p>
<p data-bbox="379 1193 491 1227">SAWTY</p>  <p data-bbox="288 1650 584 1718">Slogan de l'application SAWTY</p>	<p data-bbox="722 1153 1465 1590">Une application audio pour appareils mobiles qui agit comme un outil alternatif de parole et de communication. L'application aide les personnes souffrant de troubles de la communication et de la parole (comme l'autisme) à exprimer leurs besoins et leurs sentiments en formant des phrases à l'aide d'images de manière audible en arabe. Ces images s'inscrivent dans la culture arabe et islamique. L'application Sawti a été conçue en collaboration avec des praticiens de la santé tels que des orthophonistes et des personnes ayant des besoins spéciaux pour s'assurer que les besoins exacts des utilisateurs sont satisfaits.[19]</p>

<p style="text-align: center;">TOUCH CHAT</p>  <p style="text-align: center;">Slogan de l'application TOUCH CHAT</p>	<p>Touch Chat est une solution complète de communication améliorée et alternative (AAC) pour les personnes qui ont des difficultés à utiliser leur voix naturelle. Touch Chat est conçu pour les personnes atteintes d'autisme, de syndrome de Down, de SLA, d'apraxie, d'accident vasculaire créé bras ou d'autres conditions qui affectent la capacité d'une personne à utiliser la parole naturelle. Touch Chat donne à un individu la possibilité de choisir un fichier de vocabulaire composé de pages et de boutons contenant des mots, des phrases, des phrases et d'autres fonctions. Les messages sont prononcés avec un synthétiseur vocal intégré ou en lisant un message enregistré. Diverses options de voix synthétisées et personnalisées sont disponibles, permettant à l'utilisateur de choisir une voix qui correspond à sa propre personnalité.[20]</p>
<p style="text-align: center;">GRID 3 BY SMARTBOX</p>  <p style="text-align: center;">Slogan de l'application GRID 3 BY SMARTBOX</p>	<p>Grid 3 est un logiciel de CAA pour les personnes handicapées, conçu pour vous aider à communiquer, à contrôler votre environnement et à en faire plus. Vous trouverez une large gamme de ressources pour tous les âges et toutes les capacités, que vous pouvez contrôler avec des dispositifs tactiles, de commutation, de regard et de pointage.[21]</p>

Tableau II.3 : Description de quelques applications destinées communication d'augmentation alternatives

Partie B

B : Techniques pour améliorer la prédiction de mots et de phrases lors de l'écriture

II.B.1 La prédiction textuelle

II.B.1.1 Historique

Les clés d'actionnement de la machine à écrire chinoise créée par Lin Yutang dans les années 1940 incluait des suggestions pour les caractères suivants celui sélectionné. En 1951, le typographe chinois Zhang Jiying a arrangé les caractères chinois en grappes associatives, précurseur de l'entrée de texte prédictif moderne, et a ainsi battu des records de vitesse. [9] L'entrée prédictive de texte à partir d'un clavier téléphonique est connue au moins depuis les années 1970 (Smith et Goodwin, 1971). Le texte prédictif était principalement utilisé pour rechercher des noms dans les répertoires par téléphone, jusqu'à ce que la messagerie texte par téléphone mobile soit largement utilisée.

II.B.1.2 Définition

Le texte prédictif est la technologie d'entrée utilisée lorsque la clé ou le bouton représente plusieurs lettres (telles que la machine à pavage numérique du téléphone mobile et la technologie accessible). Chaque pression sur le toucher entraînera une prédiction, plutôt que de séquencer à plusieurs reprises le même groupe "lettres" représenté par le même ordre constant. Il est possible de prédire le texte qui peut être entré via une seule clé [9].

Le texte prévu utilise effectivement moins de clés périphériques pour saisir l'écriture dans SMS, e-mail, carnet d'adresses, calendrier, etc.

II.B.1.3 Le principe

Théoriquement, le nombre de frappes requises par caractère souhaité dans l'écriture finale est, en moyenne, comparable à l'utilisation d'un clavier. C'est à peu près vrai à condition que tous les mots utilisés soient dans sa base de données, que la ponctuation

soit ignorée et qu'aucune erreur de saisie ne soit commise.[12] Les frappes théoriques par caractère, KSPC, d'un clavier est KSPC=1.00, et de multi-tap est KSPC=2.03. LetterWise d'Eatoni est un hybride multi-tap prédictif qui, lorsqu'il fonctionne sur un clavier de téléphone standard, atteint KSPC = 1,15 pour l'anglais.[9]

II.B.2 Les systèmes de la prédiction textuelle

Les systèmes de texte prédictif les plus utilisés sont le T9 de Tegic, l'iTap de Motorola et le LetterWise et WordWise d'Eatoni Ergonomics. T9 et iTap utilisent des dictionnaires, mais les produits d'Eatoni Ergonomics utilisent un processus de désambiguïsons, un ensemble de règles statistiques pour recréer des mots à partir de séquences de frappe. Tous les systèmes de texte prédictif nécessitent une base de données linguistiques pour chaque langue d'entrée prise en charge.

La désambiguïsons traditionnelle fonctionne en référençant un dictionnaire de mots couramment utilisés, bien qu'Eatoni offre un système de désambiguïsons sans dictionnaire.[9]

II.B.2.1 Système basé sur un dictionnaire

Dans les systèmes basés sur un dictionnaire, lorsque l'utilisateur appuie sur les boutons numériques, un algorithme recherche dans le dictionnaire une liste de mots possibles qui correspondent à la combinaison key-press, et offre le choix le plus probable. L'utilisateur peut alors confirmer la sélection et continuer, ou utiliser une touche pour parcourir les combinaisons possibles.[9]

II.B.2.2 Système non basé sur un dictionnaire

Un système non-dictionnel construit des mots et d'autres séquences de lettres à partir des statistiques de parties de mots. Pour tenter de prédire le résultat prévu des frappes non encore entrées, la désambiguïsons peut-être combinée avec une facilité de saisie de mots.[9]

II.B.3 La terminaison d' une phrase à l'aide de la prédiction textuelle

Le projet de Prof. Ming Hwa Wang vise à étudier, analyser et exécuter des tâches de complétion de phrases basées sur des questions de style SAT.

Cours de traitement d'un problème du monde réel assez célèbre, la tâche de compléter une phrase à l'aide de texte prédiction. Le projet vise à mettre en œuvre et à analyser des techniques telles que :

Les n-grammes, latent sémantique Analyse et informations mutuelles ponctuelles et comparer leur précision et leur efficacité sur les ensembles de données fourni par Microsoft Research Group.

Dans ce projet, ils prévoyaient d'appliquer et de comparer diverses approches pour la complétion automatisée de phrases qui incluent la modélisation n-gramme, l'indexation sémantique latente et l'information mutuelle PointWise (PMI).

Les résultats des recherches antérieures démontrent que le modèle PMI surpasse le n-gramme conventionnel modèles de modèle sur le Microsoft Research Sentence Complétion Challenge. Le modèle LSA surpasse autres modèles de réseaux non neuronaux. Par conséquent, ils comparèrent les résultats du modèle PMI avec le modèle LSA pour décider lequel d'entre eux est le plus performant compte tenu de l'échelle des données [12].

II.B.4 Auto-complétions

II.B.4.1 Description

L'auto complète ou l'achèvement de mot fonctionne de sorte que lorsque l'auteur écrit la première lettre ou les lettres d'un mot, le programme prédit un ou plusieurs mots possibles comme choix. Si le mot qu'il a l'intention d'écrire est inclus dans la liste, il peut le sélectionner, par exemple en utilisant les touches numériques. Si le mot que l'utilisateur veut n'est pas prédit, l'auteur doit entrer la lettre suivante du mot. À l'heure actuelle, le ou les choix de mots sont modifiés de sorte que les mots fournis commencent par les mêmes lettres que celles qui ont été sélectionnées. Lorsque le mot que l'utilisateur veut apparaît, il est sélectionné, et le mot est inséré dans le texte [13][14].

Parallèlement à la modélisation du langage, la prédiction de mots de base sur les dispositifs AAC est souvent associée à un modèle de fréquence, où les mots que l'utilisateur AAC a utilisés récemment et fréquemment sont plus susceptibles d'être prédits. [15] Le logiciel de prédiction de mots permet souvent à l'utilisateur d'entrer

ses propres mots dans les dictionnaires de prédiction de mots, soit directement, soit par "apprentissage" des mots qui ont été écrits [13][14].

II.B.4.2 Outils autonomes

Il existe des outils autonomes qui ajoutent des fonctionnalités d'auto complète aux applications existantes. Ces programmes surveillent les frappes de l'utilisateur et suggèrent une liste de mots basée sur la première lettre tapée (s) [15][16].

- LetMeType, freeware, n'est plus développé, l'auteur a publié le code source et permet à quiconque de poursuivre son développement.
- Typingaid, également freeware, est activement développé.
- Intelli_complete, à la fois une version freeware et payware, ne fonctionne que dans certains programmes qui se connectent dans le programme de serveur intelli_complete. [17]

A. Sténographie

Raccourci, également appelé Auto replace, est une caractéristique connexe qui implique le remplacement automatique d'une corde particulière par une autre, généralement un qui est plus long et plus difficile à taper, comme "myname" avec "Lee John Nikolai François Al Rahman". Cela peut également fixer tranquillement des erreurs de frappe simples, comme transformer "teh" en "le". Plusieurs programmes Auto complète, autonomes ou intégrés dans des éditeurs de texte, basés sur des listes de mots, incluent également une fonction de raccourci pour les phrases souvent utilisées.[17]

B. Mise en contexte

La complétion de contexte est une fonction d'éditeur de texte, semblable à la complétion de mots, qui complète des mots (ou des phrases entières) en fonction du contexte actuel et du contexte d'autres mots similaires dans le même document ou dans un ensemble de données de formation.

Le principal avantage de l'achèvement du contexte est la capacité de prédire les mots anticipés plus précisément et même sans lettres initiales.

II Les applications basées sur la CAA et les techniques pour l'amélioration de la prédiction de mots

Le principal inconvénient est le besoin d'un ensemble de données de formation, qui est généralement plus important pour l'achèvement du contexte que pour l'achèvement de mots plus simples.

L'utilisation la plus courante de l'achèvement de contexte est observée dans les éditeurs de langage de programmation avancée et les IDE, où l'ensemble de données de formation est intrinsèquement disponible et l'achèvement de contexte est plus logique pour l'utilisateur que l'achèvement de mots généraux.[8]

II.B.4.3 Paramètres d'efficacité

L'efficacité de la complétion de mots est basée sur la longueur moyenne des mots tapés. Si, par exemple, le texte se compose de langages de programmation qui ont souvent de longs noms multi-mots pour les variables, les fonctions ou les classes, l'achèvement est à la fois utile et généralement appliqué dans les éditeurs spécialement orientés vers le programmeur comme Vim.[8]

Dans différentes langues, les longueurs de mots peuvent différer considérablement. Reprenant l'exemple ci-dessus, un joueur de football en allemand est traduit comme un "Fußballspieler", avec une longueur de 14 caractères. Cet exemple montre que l'anglais n'est pas la langue la plus efficace pour l'auto complétion ; cette étude [10] montre que la longueur moyenne des mots anglais dans un corpus de plus de 100000 mots est de 8,93, pour le tchèque de 10,55 et pour l'allemand de 13,24. Comme le corpus comprend des mots longs rarement utilisés, la longueur moyenne des mots dans la plupart des textes est beaucoup plus courte : environ 5,1 pour l'anglais. [10] De plus, dans certaines langues comme l'allemand, les langues fusionnelles et les langues agglutinées, les mots peuvent être combinés, créant des mots encore plus longs.

II.B.5 Les effets de l'achèvement de mots et de la prédiction de mots sur les taux de dactylographie à l'aide de claviers à l'écran

Les modèles de langage tels que GPT-2 ont bien réussi à construire des phrases syntaxiquement solides pour la tâche de remplissage automatique du texte. [7]

II Les applications basées sur la CAA et les techniques pour l'amélioration de la prédiction de mots

La prédiction de mots est souvent recommandée par les thérapeutes comme moyen d'améliorer la vitesse de frappe pour les clients ayant des limitations physiques. Bien que la littérature suggère que la prédiction de mots a un effet sur la compétence en écriture, une vitesse accrue n'est pas un de ses avantages lorsqu'elle est utilisée avec un clavier standard. Une raison donnée pour l'échec de la prédiction de mot pour accélérer le typage est que l'utilisateur doit regarder loin de tout document source pour scanner la liste de prédiction pendant le typage. [8]

Regarder loin du document source peut ralentir le dactylo plus que n'importe quelle accélération offerte par la prédiction de mot. Pour les méthodes d'entrée qui nécessitent déjà que le dactylographe regarde loin de la copie, cet effet peut ne pas être pertinent. L'objectif de cette recherche était de déterminer si les programmes de rédaction ou de prédiction de mots augmenteraient la vitesse de frappe lorsqu'ils sont utilisés avec une méthode d'entrée (un clavier à l'écran) qui exige également de regarder loin du document source. Dix personnes, cinq hommes et cinq femmes, âgés de 20 à 38 ans, ont participé à cette étude. L'étude a utilisé une conception d'intervention successive à sujet unique pour tester la vitesse et la précision de frappe à l'aide d'un clavier à l'écran avec un logiciel intégré de prédiction de mots.[8]

Sept participants avaient leur vitesse de frappe la plus rapide avec prédiction de mots. Deux participants avaient leur vitesse de frappe la plus rapide avec l'achèvement de mot. Un seul participant n'a démontré aucune amélioration de la vitesse lorsqu'il utilisait ces deux programmes. Dans l'ensemble, ces résultats montrent que l'utilisation de la prédiction de mots et l'achèvement de mots peuvent aider les utilisateurs de clavier à l'écran à améliorer la vitesse de frappe. [8]

II.2 Conclusion

Dans ce chapitre, Premièrement, nous avons mentionné les efforts déployés pour développer des versions arabes, des méthodes et des techniques pour améliorer la CAA, car nous avons trouvé de nombreuses applications qui montrent l'étendue du développement arabe dans ce domaine, Ensuite nous avons étudié quelques techniques pour améliorer la prédiction de mots et de phrases lors de l'écriture.

CHAPITER

III. Conception du système propose

III.1. Introduction

Les moyens d'expression des mots dans les applications de communication alternatives et augmentées varient, tels que les images, l'écriture et le son. Pour aider l'utilisateur à s'exprimer, ce qui augmente l'interaction sociale, les performances scolaires et le sentiment d'estime de soi.

Les systèmes de saisie de texte prédictifs réduisent le coût des entrées en prédisant les entrées des utilisateurs à l'aide de la connaissance des langues naturelles et des archives des utilisateurs. Ces dernières années, les systèmes de saisie de texte prédictive sont devenus populaires, en particulier pour les téléphones mobiles et les dispositifs d'information portables. Étant donné que ce type de système d'entrée prédictive utilise généralement des statistiques en langage naturel et des archives d'utilisateurs, le défi consiste à sélectionner avec précision l'ensemble de mots de prédiction avec la probabilité la plus élevée.

La contribution que nous apportons à travers ce travail consiste en deux éléments :

- **Un répertoire linguistique arabe** : car les versions arabes des applications de communication améliorée et alternative (CAA) ne sont pas encore suffisantes.
- **Un système d'application** pour la communication alternative et augmentative (CAA) basé sur une approche proposée pour améliorer la prédiction textuelle basée sur des informations contextuelles et l'interaction sociale.

III.2 Le Répertoire linguistique propose

La langue arabe contient plus de 12 millions de mots, donc dans ce travail limité en temps et en ressources, nous nous limiterons uniquement aux mots importants et nécessaires à la vie d'un individu sous différentes formes : son et images d'écriture pour aider à exprimer les besoins nécessaires de l'individu, nous présenterons le répertoire linguistique que nous proposons à travers l'ensemble de tableaux suivant :

III.2.1 Les codes des types de mots

Dans la langue arabe, les mots sont divisés en verbes, noms et lettres :

الحروف Lettres	الرمز	الأشياء Noms	الرمز	الأفعال Verbes	الرمز
الحروف العطف	A1	أماكن	C1	أذهب	V1
الحروف الجر	A2	الملابس	C2	أرتدي	V2
ظرف زمان	A3	المشروبات	C3	أشرب	V3
ظرف مكان	A4	الجسم	C4	أريد	V4
الضمائر	A5	الفواكه	C5	أغسل	V5
/	/	الخضروات	C6	أكل	V6
/	/	ألعاب	C7	ألعب	V7
/	/	الألوان	C8	أنام	V8
/	/	المواصلات	C9	أجلس	V9
/	/	الأشخاص	C10	أدرس	V10
/	/	/	/	أدخل	V11
/	/	/	/	أخرج	V12
/	/	/	/	أحب	V13
/	/	/	/	أكره	V14

Tableau III.1: Types de mots

III.2.2 Les codes des lieux (informations contextuelles)

الأماكن Lieux	الرمز Code
المنزل	B1
المدرسة	B2
المسجد	B3
الملعب	B4
المطعم	B5
المتجر	B6
الحمام	B7
المطبخ	B8
غرفة النوم	B9
غرفة الجلوس	B10

Tableau III.2: les codes des lieux

III.2.3 Les codes de vêtements

الملابس Vêtements	الرمز Code
حذاء	D1
جوارب	D2
فستان	D3
قميص	D4
سروال	D5
بدله النوم	D6
تنوره	D7
معطف	D8
قبعة	D9

Tableau III.3: les codes de vêtements

III.2.2 Les codes des boissons :

المشروبات Boissons	الرموز Code
حليب	E1
ماء	E2
مشروب غازي	E3
شاي	E4
قهوة	E5
لبن	E6
عصير	E7

Tableau III.4: les codes des boissons

III.2.5 Les codes des organes du corps :

الجسم les organes du corps	الرمز Code
وجه	F1
اليدي	F2
أرجل	F3
رأس	F4
أنف	F5
أذن	F6
بطن	F7
شعر	F8
عين	F9

Tableau III.5: les code des organes du corps

III.2.6 Les codes de fruits :

الفواكه Fruits	الرمز Code
الموز	G1
البرتقال	G2
بطيخ	G3

III. Conception du système propose

العنب	G4
خوخ	G5
التفاح	G6
الكرز	G7
المشمش	G8
فراولة	G9

Tableau III.6: les codes des fruits

III.2.7 Les codes des légumes :

الخضروات Les légumes	الرمز Code
البطاطا	H1
طماطم	H2
الخص	H3
الثوم	H4
الفلفل	H5
الخيار	H6
الجزر	H7

Tableau III.7: les codes des légumes

III.2.8 Les codes des jeux :

الألعاب Les jeux	الرمز Code
كرة	I1
دمى	I2
الشطرنج	I3
سيارة ألعاب	I4
تركيب المجسمات	I5
ألعاب الكمبيوتر	I6

Tableau III.8: les codes des jeux

III.2.9 Les codes de couleurs :

الألوان Les couleurs	الرموز Code
أبيض	J1
احمر	J2
اصفر	J3
اخضر	J4
أرجواني	J5
ازرق	J6
اسود	J7

Tableau III.9: les code des couleurs

III.2.10 Les codes des moyens de transports :

المواصلات Moyens de transports	الرمز Code
السيارة	K1
الحافلة	K2
الدراجة	K3
الطيارة	K4
القطار	K5
الباخرة	K6

Tableau III.10:les code des moyens de transports

III.2.11 Les codes de prépositions :

حروف الجر Prépositions	الرمز Code
من	L1
إلى	L2
عن	L3
الكاف	L4
اللام	L5
حتى	L6
في	L7
الباء	L8
مع	L9

Tableau III.11: des codes de prépositions

III.2.12 Les codes des conjonctions :

حروف العطف des conjonctions	الرمز Code
الواو	M1
الفاء	M2
ثم	M3
حتى	M4
أو	M5
ام	M6
بل	M7
لا	M8
لكن	M9

Tableau III.12: des codes de conjonctions

III.2.13 Les codes des pronoms :

الضمائر Pronoms	الرمز Code
أنا	N1
أنت	N2
أنت	N3
هو	N4
هي	N5
نحن	N6
أنتما	N7
هما	N8
أنتم	N9
أنتن	N10
هم	N11
هن	N12

Tableau III.13: des codes des pronoms

III.2.14 Les codes du personnes :

الأشخاص Personnes	الرمز Code
الأب	R1
الام	R2
الأخ	R3
الأخت	R4
الخال	R5
العم	R6
العمة	R7
الخالة	R8
الجد	R9
الجدة	R10

III. Conception du système propose

الجار	R11
الصدیق	R12
الصدیق	R13

Tableau III.14: des codes du personnes

III.2.15 Les codes adverbes de temps :

ظرف زمان Adverbes de temps	الرمز Code
حين	S1
لحظة	S2
وقت	S3
يوم	S4
شهر	S5
سنة	S6
ساعة	S7

Tableau III.15: des codes adverbes de temps

III.2.16 Les codes adverbes de lieux :

ظرف مكان Adverbes de lieux	الرمز Code
أمام	T1
وراء	T2
خلف	T3
يمين	T4
فوق	T5
تحت	T6

Tableau III.16: des codes adverbes de lieux

III.2.17 Les relations entre les types de discours :

رموز الأشياء والحروف	رموز الأفعال
C1 C9C10 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 K1 K2 K3 K4 K5 K6 R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 L2 M8 N1	V1
C2 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9L7 M8 N1	V2
C3 E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 L7 M8 N1	V3
C2 C3 C5 C6 C7 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 G1 G2 G3 G4 G5 G6 G7 G8 G9 H1 H2 H3 H4 H5 H6 H7 I1 I2 I3 I4 I5 I6 N1	V4
C2 C4 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8 F9 L7 M8 N1	V5
C5 C6 G1 G2 G3 G4 G5 G6 G7 G8 G9 H1 H2 H3 H5 H6 H7	V6
C7 I1 I2 I3 I4 I5 I6 L7 L9 M8 N1 R3 R4 R12 R13	V7
B8 L7 M8 N1	V8
C1 C9 C10 B1 B2 B3 B4 B5 B7 B8 B9 K1 K2 K3 K4 K5 K6 R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 L7L9 M8 N1	V9
B1 B2 L7 M8 N1	V10
B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B10 L2 M8 N1	V11
B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B10 L1 M8 N1	V12

III. Conception du système propose

<p>C1 C2 C3 C5 C6 C7 C8C9C10 B1 B2 B3 B4 B5 B6 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 G1 G2 G3 G4 G5 G6 G7 G8 G9 H1 H2 H3 H4 H5 H6 H7I1 I2 I3 I4 I5 I6 J1 J2 J3 J4 J5 J6 J7 K1 K2 K3 K4 K5 K6 R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13N1</p>	<p>V13</p>
<p>C1 C2 C3 C5 C6 C7 C8 C9C10 B1 B2 B4 B5 B6 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 G1 G2 G3 G4 G5 G6 G7 G8 G9 H1 H2 H3 H4 H5 H6 H7 I1 I2 I3 I4 I5 I6 J1 J2 J3 J4 J5 J6 J7 K1 K2 K3 K4 K5 K6 R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 N1</p>	<p>V14</p>

Tableau III.17: Les relations entre les types de discours

III.2.18 Les mots suggérés du quatre saisons (Informations contextuelles)

الكلمات المقترحة	الفصول
<p>معطف، جوارب، حذاء، برد، قفازات، المطر،مدفئة، زكام،صوف، مظلة، قبعة، لفحة، الحساء،برتقال، غطاء،دراسة، امتحانات</p>	<p>الشتاء</p>
<p>الزهور، النحل، العسل، اعتدال الجو، شمس، الانهار، الاشجار، حدائق، تنزه، الطبيعة، امطار، ملابس الربيع، لعب</p>	<p>الربيع</p>

III. Conception du système propose

حرارة، شواطئ، شمس، مثلجات، قبة، عظة، مروحة،ميرد، شواء،لعب، رحلات التخييم، البطيخ، ملابس صيفية، التين الشوكي، السفر	الصيف
رياح، امتحانات، واجبات دراسة، تساقط الاوراق، الحصاد، امطار، دراسة	الخريف

Tableau III.18: des mots suggérés du quatre saisons

III.2.19 Les mots suggérés aux temps des trois (Informations contextuelles) :

الكلمات المقترحة	التوقيت
غسل، استيقاظ، صلاة، الفطور،دراسة، وجبات الاكل	النهار
صلاة، وجبة مسائية،لعب مع الاصدقاء	المساء
غسل اليدين، وجبة العشاء،صلاة،غسل اسنان،الجلوس مع العائلة، مذاكرة،حمام، قميص النوم، النوم	الليل

Tableau III.19: des mots suggérés aux temps des trois

III.3 Description du système propose

Dans notre approche proposée, nous proposons une nouvelle méthode prédictive pour obtenir une meilleure prédiction en résolvant le problème via l'intégration des trois éléments suivants:

- 1- Prédiction de texte basé sur les informations de l'utilisateur
- 2- Prédiction de texte basé sur les informations sociales : Alors que nous attendons dans l'approche proposée que l'application de communication alternative et

III. Conception du système propose

augmentée soit une application de communication sociale où les utilisateurs communiquent en plus des personnes qui sont avec eux par écrit et par la voix, ils communiqueront entre eux via l'application en tant que réseau social application de communication, et c'est un ajout important dans ce domaine

- 3- Prédiction de texte basé sur les informations contextuelles : Considérant que les téléphones mobiles modernes peuvent capturer les informations contextuelles spatiales et temporelles de l'utilisateur

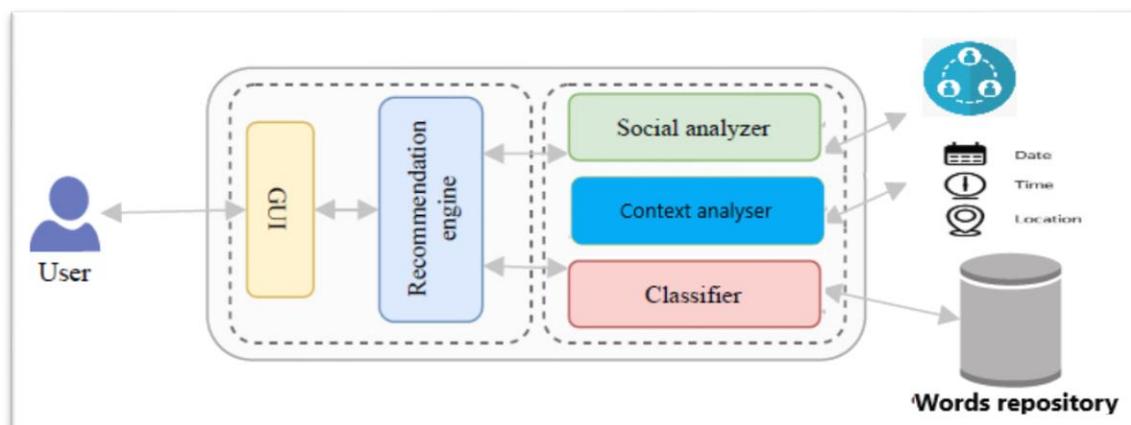


Figure III.1: L'architecture globale du système propose

III.3.1 Prédiction de texte basé sur les informations de l'utilisateur

Il est important de considérer le côté utilisateur et d'utiliser les informations de l'utilisateur (par exemple, les informations personnel, l'historique, les préférences, les intérêts et les expériences des utilisateurs) pour améliorer la précision de la prédiction de texte. Les utilisateurs peuvent ainsi être regroupés dans un « modèle de préférence » basé sur de multiples critères de préférence, exploitant ainsi les préférences des utilisateurs pour sélectionner des mots fidèles. Les intérêts des utilisateurs sont déduits de leur historique d'utilisation. Afin d'inclure l'expérience utilisateur dans le système de recommandation, il aide également à exploiter les informations d'utilisation historiques de l'historique d'utilisation des utilisateurs dans des données de recommandation textuelles plus efficaces et à déduire les intérêts et les préférences des utilisateurs.

III.3.2 Prédiction de texte basé sur les informations sociales

L'exploitation des informations sociales dans la prédiction textuelle la rend plus précise et efficace, car il est possible d'exploiter les relations sociales entre les utilisateurs en utilisant la similitude entre les utilisateurs de l'application car il s'agit

également d'une application de réseau social. De plus, le niveau de similarité des utilisateurs peut être combiné avec le niveau d'interaction en tenant compte du facteur temps et lieu.

III.3.3 Prédiction de texte basé sur les informations contextuelles

Nous proposons d'utiliser les informations contextuelles (lieu et temps) dans lequel se trouve l'utilisateur, en collectant les valeurs de ces caractéristiques à partir des capteurs attachés aux téléphones mobiles qui décrivent les éléments les plus saillants de l'environnement. Cela permettra de définir l'ensemble des choses que l'utilisateur est susceptible de vouloir dire (des choses qui sont dans cet environnement actuel et à ce moment présent).

Par informations contextuelles, nous entendons un type d'informations utilisées dans les stratégies de prédiction ; par mots, suggérer une recommandation de mots personnalisée en fonction du contexte de l'utilisateur dans l'environnement mobile ; Les informations de contexte sont modélisées à l'aide d'un modèle et sont utilisées pour calculer la probabilité de prédire les mots suivants lorsque l'utilisateur tape.

Le scénario est le suivant :

Le scénario est le suivant : Utilisateur X. D'abord, il choisit un mot via l'application dans le téléphone mobile, qui à son tour a préalablement, via ses capteurs, déterminé le contexte actuel (temporel et spatial) pour l'Utilisateur X,

Le système envoie une requête à l'unité de recommandation (prédiction), le moteur de recommandation recherche les utilisateurs similaires à l'Utilisateur X (selon un modèle de référence similaire : qui ont le même profil que l'Utilisateur X et utilisent le même type de mots dans les mêmes conditions de contexte).

Ensuite, il sélectionne les mots qui ont été appelés par ces utilisateurs similaires. Normalement, il y a une énorme quantité de mots et donc, le moteur de recommandation utilise les valeurs de recommandation des mots pour sélectionner les mots avec les valeurs de recommandation les plus élevées, puis les recommande à l'utilisateur x.

III. Conception du système propose

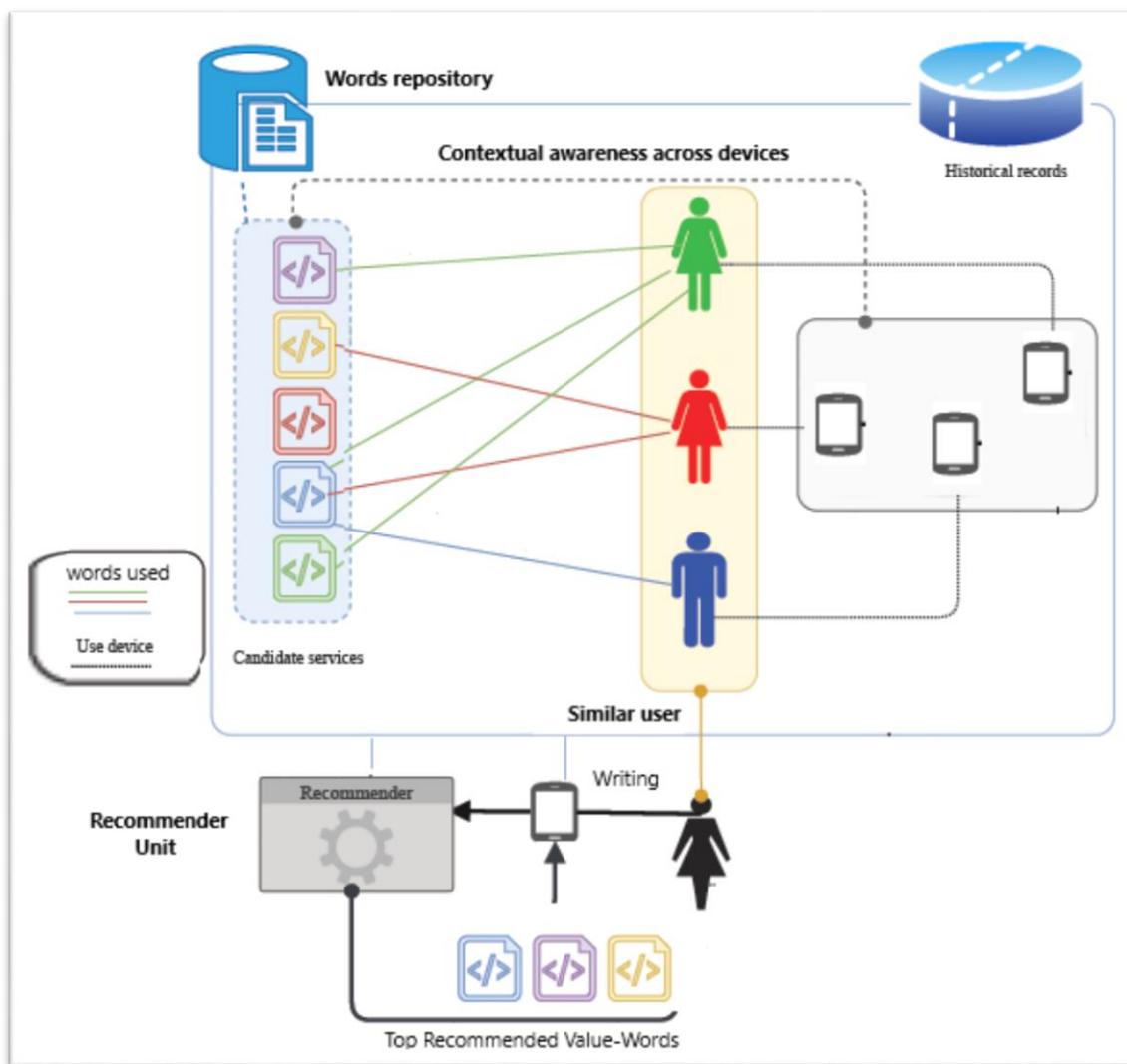


Figure III.2: L'architecture détaillée du système propose

III.4 Présentation UML du système propose

Afin de clarifier les interactions entre les différents modules du système propose, dans ce qui suit nous allons présenter les diagrammes UML.

III.4.1 Le diagramme de cas d'utilisation du système CAA propose

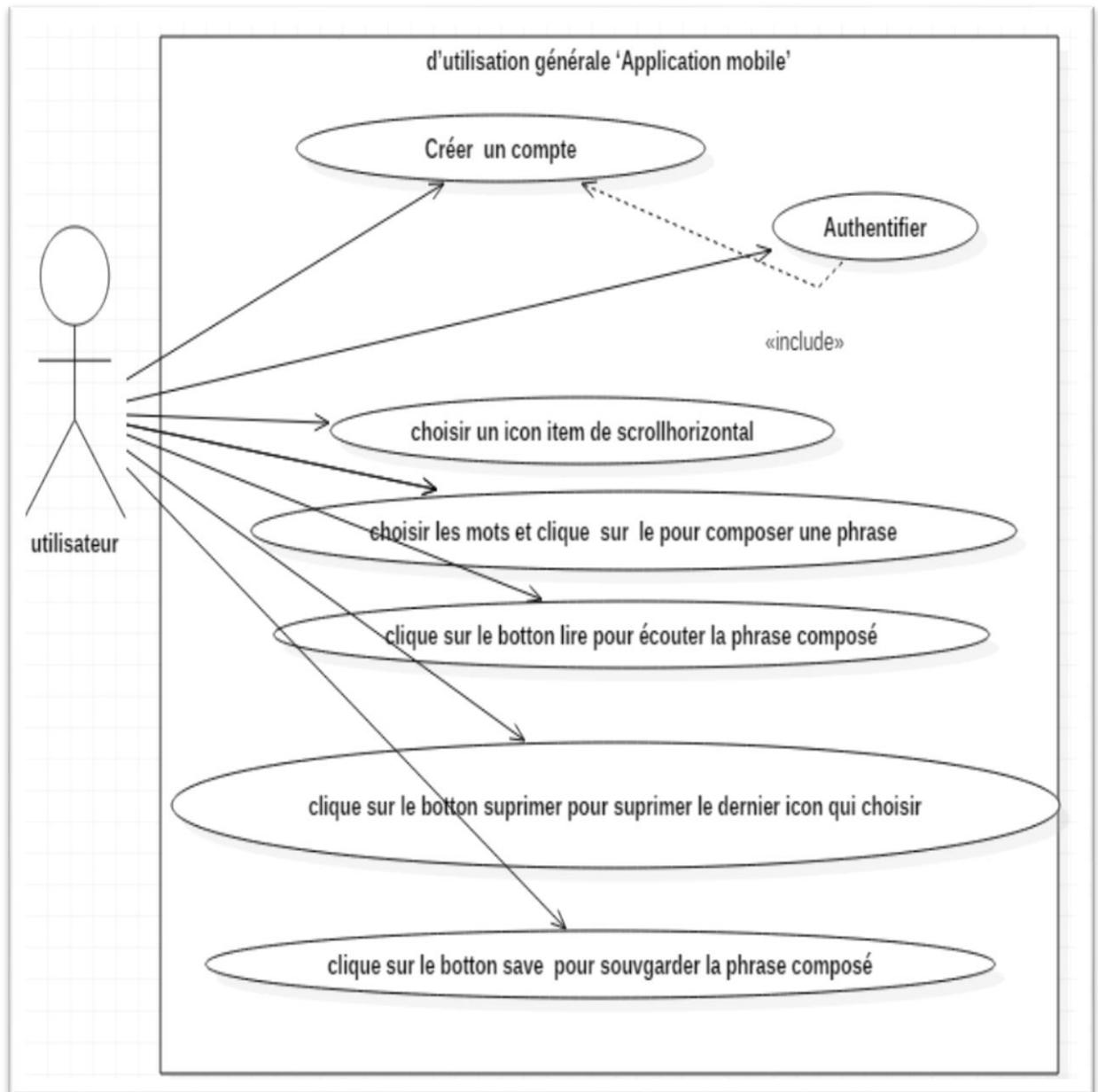


Figure III.3:Le diagramme de cas d'utilisation du système propose

III.4.2 Le diagramme de séquence du système CAA propose

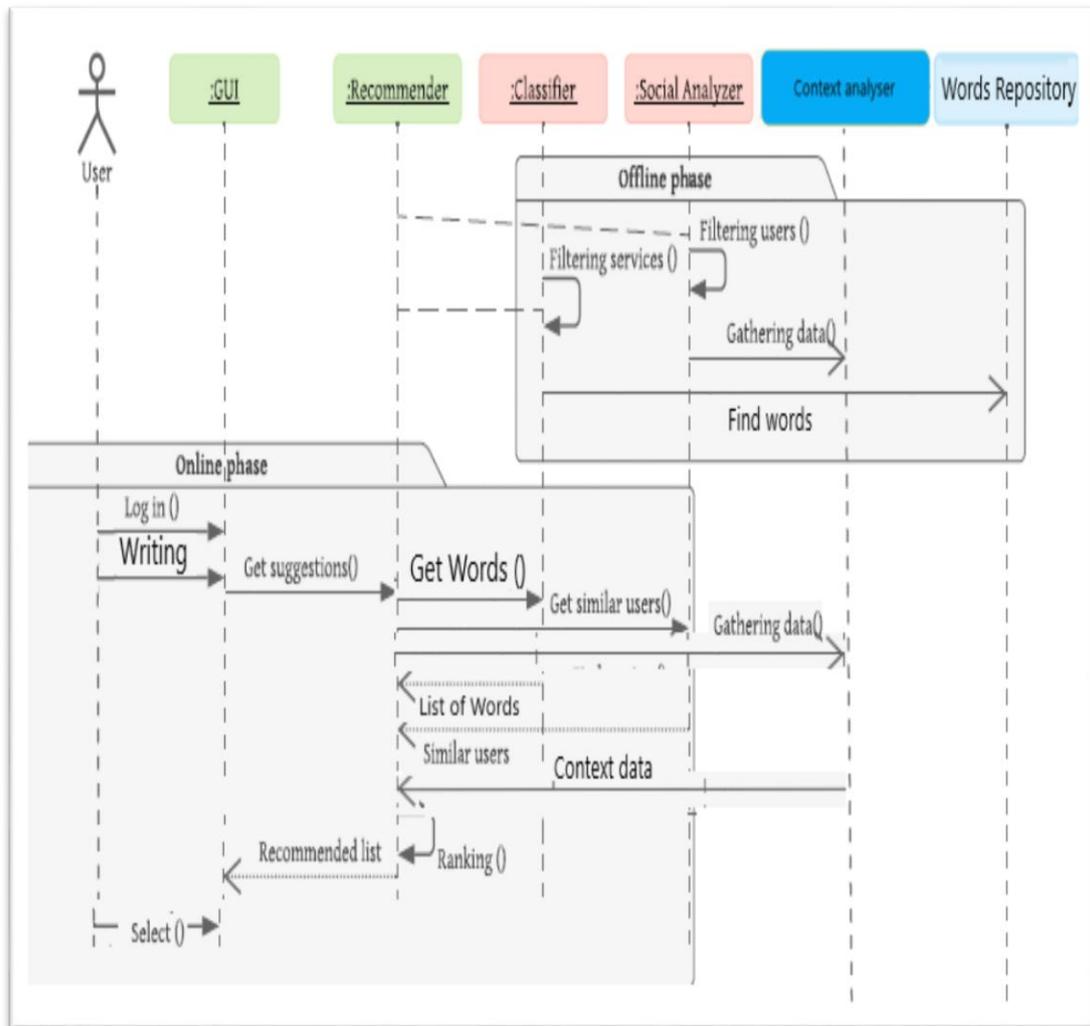


Figure III.4: Le diagramme de séquence du système propose

III.4.3 Le diagramme de classe du système CAA propose :

Le système proposé est un système interactif et non un système d'information incluant une base de données. Le système proposé, sa principale composante, est la parole exprimée sous différentes formes, à savoir : l'écriture, l'image et le son. Par conséquent, le Schéma se limitera à ce qui suit :

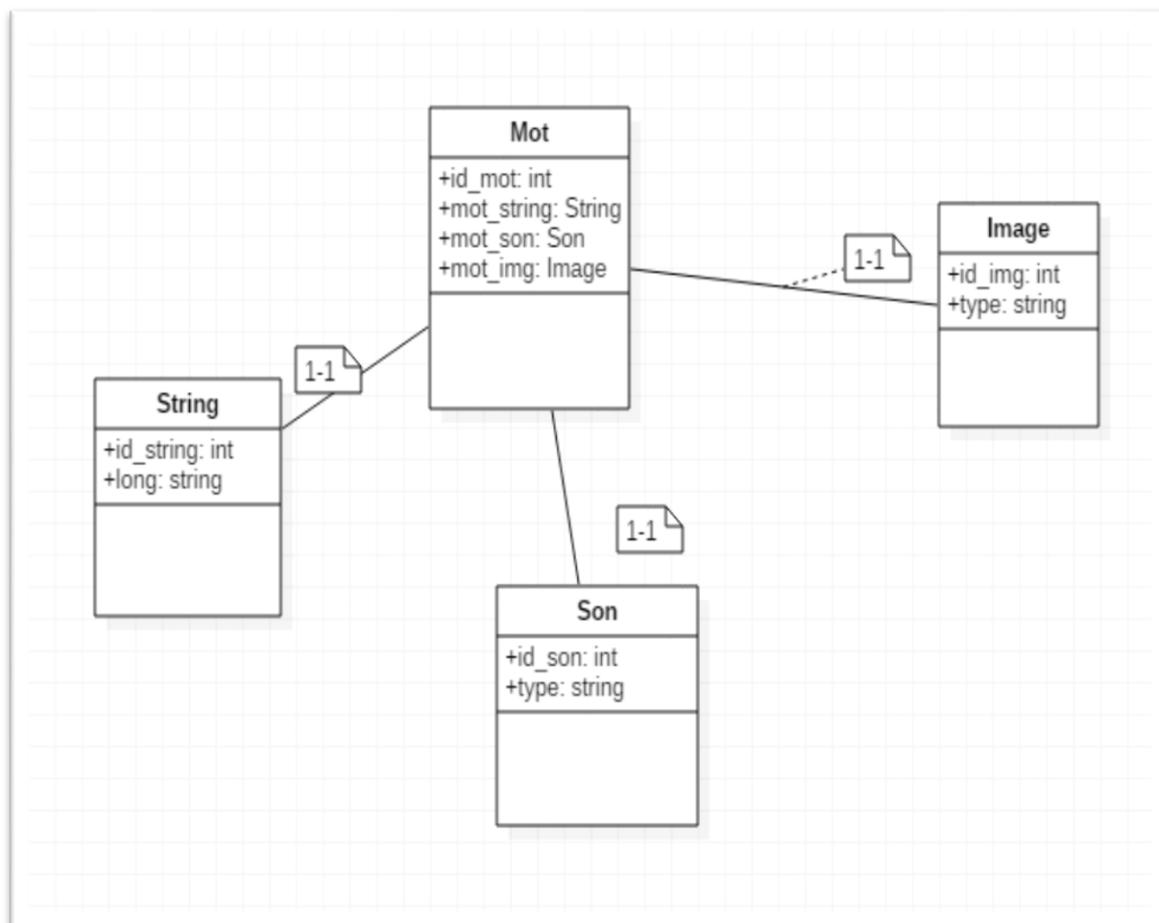


Figure III.5: Le diagramme de classe du système propose

III.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit notre modèle proposé avec des l'architecture globale et détaillée et le répertoire linguistique proposé . Nous avons présenté UML de se système : diagramme de cas d'utilisation, diagramme de séquences, et diagramme de classes.

CHAPITRE

IV. Implémentation

IV.1 Introduction

Afin de réussir un projet informatique, il est important de sélectionner des technologies qui simplifieront sa réalisation. Pour cette raison, après avoir terminé le chapitre précédent sur conception du système proposé, nous aborderons la mise en œuvre dans la section suivante. Dans ce chapitre, nous décrivons les environnements matériels et logiciels que nous avons utilisés pour notre projet, ainsi que les technologies et langages de programmation que nous avons employés. Ensuite, nous détaillerons le fonctionnement de notre application mobile 'CAA تواصل', en présentant ses différentes interfaces qui permettent à l'utilisateur d'interagir avec le système.

IV.2 Environnement du développement

IV.2.1 Environnement matériel

Pour la réalisation de notre application, nous avons utilisé un ordinateur acer avec les caractères suivant :

- Système d'exploitation : Windows7
- Un processeur : Intel R Pentium CPU
- Mémoire vive :4GB

Pour les différentes étapes de test, d'installation et de déploiement de l'application nous avons en besoin d'une terminale mobile supportant le système d'exploitation Android caractérise par :

- Nom de l'appareil : DOOGEE-Y8
- Système d'exploitation : Android 9.0
- Connexion : 4G

IV.2.2 Environnement logiciel



IV. Implémentation

- **IntelliJ IDEA** également appelé « IntelliJ », « IDEA » ou « IDJ » est un environnement de développement intégré destiné au développement de logiciels informatiques reposant sur la technologie Java.

Il est développé par JetBrains (anciennement « IntelliJ ») et disponible en deux versions, l'une communautaire, open source, sous licence Apache 2 et l'autre propriétaire, protégée par une licence commerciale. Tous deux supportent les langages de programmation Java, Kotlin, Groovy et Scala. [22]



- **Kotlin** est un langage de programmation orienté objet et fonctionnel, avec un typage dynamique qui permet de compiler pour la machine virtuelle Java, JavaScript, et vers plusieurs plateformes en natif (grâce à LLVM). Son développement provient principalement d'une équipe de programmeurs chez JetBrains basée à Saint-Petersbourg en Russie (son nom vient de l'île de Kottline, près de St. Pétersbourg). [23]

- **Android Software Development Kit (SDK)**
Le SDK est un ensemble d'outils que met à disposition Google afin de nous permettre de développer des applications pour Android. Il est disponible pour Windows, MacOS X et linux et inclut des outils ainsi qu'un émulateur Android pour exécuter des applications [24].



- **Firebase** est un ensemble d'outils pour l'hébergement et le développement d'applications mobiles et web, qui permet l'envoi de notifications et de publicités, la remontée des erreurs et des clics effectués dans l'application.[25]

IV.3 Présentation des interfaces de notre application

IV.3.1 Interface Splash 'Logo de l'application " CAA تواصل "

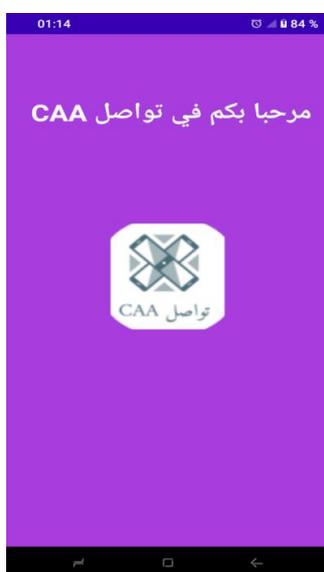


Figure IV.3.1 illustre l'interface du logo de l'application. Cette interface dure trois secondes au maximum.

IV.3.2 Interface 'انشاء حساب'

Dans le cas de la première utilisation de l'application, l'utilisateur doit créer un compte en tapant sur « انشاء حساب ». Ensuite, il remplit et valide les champs demandés, puis il clique sur « حفظ » afin finaliser l'étape de la création d'un compte.

IV . Implémentation

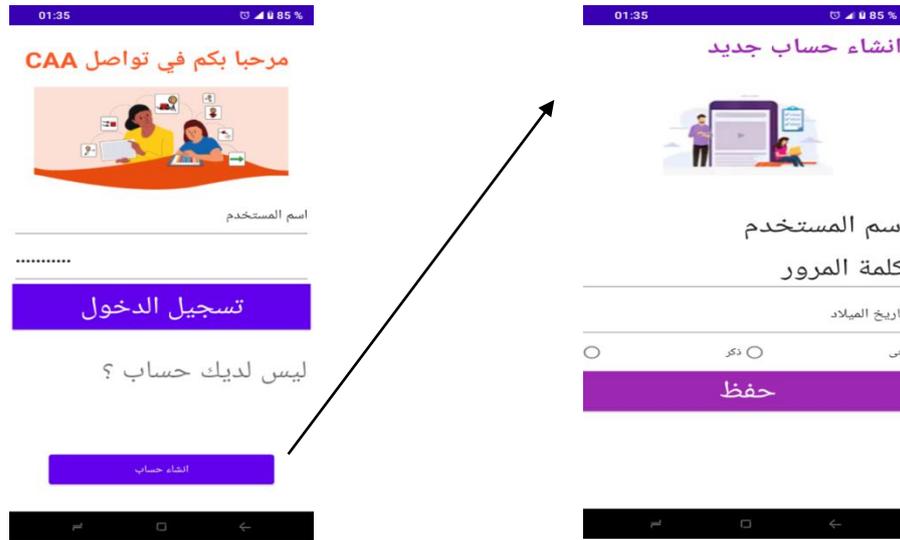


Figure IV.3.2 l'interface du "انشاء حساب"

IV.3.3 Interface " تسجيل الدخول "

Si l'utilisateur possède déjà un compte, il saisit correctement son identifiant et son mot de passe et clique sur « تسجيل الدخول » pour accéder à son compte.



Figure IV.3.3:l'interface du "تسجيل الدخول"

IV . Implémentation

IV.3.4 Les interfaces principales



Figure IV.4:quelque interface dans l'application

IV.4 Conclusion

La phase de réalisation est l'étape la plus importante dans le cycle de vie d'une application. Dans ce chapitre, nous avons décrit brièvement le processus de réalisation de notre application en spécifiant l'environnement, les outils et les langages de développement associés à notre système. En effet, nous avons achevé l'implémentation tout en respectant la conception élaborée.

Conclusion Générale & Perspectives

Avec le développement accéléré de l'informatique, les applications mobiles deviennent de plus en plus utilisées dans pratiquement tous les secteurs, notamment l'aide des personnes en situation handicap.

Dans notre travail, nous avons présenté aborder le concept de communication améliorée et alternative, et étudié les réalisations les plus importantes pour les arabophones. Dont les plus importantes sont :

- Touch-to-Speak.
- TAWASAL AAC.
- SAWTY
- TOUCH CHAT
- GRID 3 BY SMARTBOX

Nous avons également étudié quelques techniques pour améliorer la prédiction de mots et de phrases lors de l'écriture, les techniques du Texte prédictif et les techniques du Auto-complétions.

Théoriquement nous avons proposé :

- **Un répertoire linguistique arabe** inclure toutes sortes de mots dans la langue arabe qui sont divisés en verbes, noms et lettres. Nous les avons divisés en tableaux, où nous mettons un code spécial pour chaque type.
- **Un système d'application** pour la communication alternative et augmentative (CAA) basé sur une approche proposée pour améliorer la prédiction textuelle basée sur des informations contextuelles et l'interaction sociale.

Pratiquement nous avons développé une application Android qui aide ceux qui souffrent de problèmes de langage et d'élocution à travers des images, où chaque mot a un son, une image et un texte approprié Avec connexion pour les utilisateurs de l'application.

Nous espérons que ce modeste travail répondra aux besoins de ces utilisateurs et s'élargira à l'avenir pour inclure d'autres horizons de recherche liés au multilinguisme

et aux techniques de prédiction de texte dans un environnement de réseautage social et l'Internet des objets.

Finalement on peut imaginer de nombreuses perspectives pour améliorer ce système, on peut citer par exemple :

- Le système d'application qui nous proposé.
- Ajout du dialecte familier algérien,
- Enrichir l'application avec plus des mots.

Nous souhaitons que notre travail soit un guide pour les nouvelles promotions.

Références bibliographiques

- [1] <https://hebacenter.com/>
- [2] <https://www.assistiveware.com/>
- [3] <https://pecs-france.fr/picture-exchange-communication-system-pecs/>
- [4] <https://www.caapables.fr/le-podd/quest-ce-que-le-podd>
- [5] <https://autisme.sante.gov.dz/>
- [6] Draffan, E. A., et al. "Generating acceptable Arabic core vocabularies and symbols for AAC users." *Proceedings of SLPAT 2015: 6th Workshop on Speech and Language Processing for Assistive Technologies*. 2015.
- [7] Lee, Dong-Ho, Zhiqiang Hu, and Roy Ka-Wei Lee. "Improving Text Auto-Completion with Next Phrase Prediction." *arXiv preprint arXiv:2109.07067* (2021).
- [8] Anson, Denis, et al. "The effects of word completion and word prediction on typing rates using on-screen keyboards." *Assistive technology* 18.2 (2006): 146-154.
- [9] Smith, Sidney L., and Nancy C. Goodwin. "Alphabetic data entry via the Touch-Tone pad: A comment." (1971): 189-190.
- [10] MacKenzie, I. Scott. "KSPC (keystrokes per character) as a characteristic of text entry techniques." *Human Computer Interaction with Mobile Devices: 4th International Symposium, Mobile HCI 2002 Pisa, Italy, September 18–20, 2002 Proceedings 4*. Springer Berlin Heidelberg, 2002.
- [11] Gangwar, Aparna, et al. "Sentence Completion Using Text Prediction."
- [12] Beukelman, David R., and Pat Mirenda. *Augmentative and alternative communication: Supporting children and adults with complex communication needs*. Paul H. Brookes Pub., 2013.
- [13] Darragh, John J., and Ian H. Witten. *The reactive keyboard*. Vol. 5. Cambridge University Press, 1992.
- [14] Trnka, Keith, et al. "The effects of word prediction on communication rate for AAC." *Human language technologies 2007: The conference of the north american chapter of the association for computational linguistics; companion volume, short papers*. 2007.
- [15] Fung, Wong Jiang. "A predictive text completion software in Python." *The Python Paper s Monograph 2* (2010).

[16] Al-Arifi, Bayan, et al. "Towards an arabic language augmentative and alternative communication application for autism." *Design, User Experience, and Usability. Health, Learning, Playing, Cultural, and Cross-Cultural User Experience: Second International Conference, DUXU 2013, Held as Part of HCI International 2013, Las Vegas, NV, USA, July 21-26, 2013, Proceedings, Part II 2*. Springer Berlin Heidelberg, 2013.

[17] Henry, S. L., M. L. Martinson, and K. Barnicle. "Beyond video: Accessibility profiles, personas, and scenarios up close and personal." *Proceedings of UPA*. Vol. 2003. 2003.

[18] <https://mip.mada.org.qa/solution/tawasol-aac-app/?lang=ar>

[19] <https://www.sawty.app/>

[20] <https://touchchatapp.com/>

[21] <https://thinksmartbox.com/product/grid-3/>

[22] "*JetBrains/intellij-community*". GitHub. 6 December 2022.

[23] <https://kotlinlang.org/>

[24] « Developer Tools » sur *Android Developers [archive]*, 2012 (consulté le 19 août 2012)

[25] « Firebase – Introduction » [archive], sur *sur le site geeksforgeeks.org*, 15 juillet 2021

