

clAvieR

Cobaye Project

by Microsoft-Apple-Google-Meta-Amazon-Samsung (MAGMAS)
(Etienne Soria - Mathéo ColinSohy - Nassima Bassil - Mehdi Bourezza)

2022-2023



Contents

1	Introduction	3
2	Contexte et objectifs	3
3	Fixer le clavier sur une surface	4
4	L’outil que nous avons mis en place	4
4.1	But et description de l’expérience	4
4.2	L’application	5
4.3	Mesure des mots par minute	6
4.3.1	La saisie	6
4.3.2	Calcul des statistiques	7
5	Limitations techniques et solutions	7
5.1	Clavier natif HoloLens	7
5.2	Limitations dues à la détection des mains	7
5.3	Imprécision de la détection de surface	8
5.4	Faire avec les limitations et solutions potentielles	8
6	Résultats et évaluations du clavier surface	9
6.1	Données expérimentales	9
6.2	Retour des participants	11
7	Conclusion	12
8	Annexes	13
8.1	Annexe 1: Graphes non retenus	13
8.2	Annexe 2 : Corpus de mots pour les expérimentations	14
8.3	Annexe 3 : Exemple de fichier de log après nettoyage	14
8.4	Annexe 4 : Vidéo de l’expérience vu de l’intérieur	14
8.5	Annexe 5 : Bibliographie	14
8.6	Annexe 6 : Liste des images	15

1 Introduction

La réalité augmentée et virtuelle sont en plein développement. On voit émerger de plus en plus d'applications sur smartphone, permettant de prévisualiser des meubles dans une pièce ou de chasser des Pokémons. Du côté de la réalité virtuelle, ce sont les casques opaques qui se sont le plus développés, et ce particulièrement dans le jeu vidéo (on peut citer "Half-Life : Alyx", qui est plutôt révolutionnaire). L'HoloLens est le casque de réalité virtuelle non opaque le plus présent sur le marché, même si son prix empêche le grand public de s'en emparer, ce casque a permis de nombreuses expériences, et quelques applications industrielles.

Malgré que les HoloLens n'ont pas connu un succès retentissant, elles permettent de rêver d'applications futures comme des espaces de travail entièrement virtualisés, à la manière de certains films hollywoodiens. Mais il reste beaucoup à développer avant que ce rêve devienne réalité, notamment, comme on va le montrer dans la suite, pour la saisie textuelle.

~~Nous avons été missionnés par MAGMAS pour...~~

~~Après avoir effectué des recherches sur Google,...~~

2 Contexte et objectifs

Après une prise en main plus ou moins avancée des casques de Réalité Virtuelle ou Augmentée, on constate que la saisie de texte pose un problème majeur. En fait, l'élimination du clavier physique dans le monde virtuel cause plusieurs complications, principalement de vitesse de saisie.

Les seules méthodes disponibles nativement sur HoloLens 2 sont la saisie par clavier flottant (avec 2 doigts) ou la connexion d'un clavier par Bluetooth, ce qui réduit la portabilité du système. L'objectif de notre projet est donc de tester une nouvelle méthode de saisie de texte sans outils externes, directement dans les HoloLens.

Nous avons choisi de tester la frappe sur clavier virtuel, identique à celui flottant disponible dans les HoloLens, en le fixant sur une surface plane. L'idée est de permettre à l'utilisateur d'avoir un retour haptique de toucher, en plus du retour audio qui est déjà implémenté nativement, de ses frappes sur le clavier tout en ayant une portabilité du système identique au clavier flottant simple.

Avec le retour haptique, nous nous attendons à ce que l'utilisateur ait ainsi à la fois le retour permettant de savoir que la frappe a bien été prise en compte, tout en ayant une précision et une vitesse plus importante grâce à l'aspect physique du contact, qui rendrait la frappe plus sûre et la transition vers la frappe suivante plus rapide.

3 Fixer le clavier sur une surface

Nous voulons donc permettre à l'utilisateur de pouvoir fixer son clavier virtuel à une surface.

Pour cela, lors de la première ouverture d'un clavier par les HoloLens (lors d'un clic sur une zone de texte par exemple), un clavier s'affiche sur la surface au bout du regard de l'utilisateur. Il peut alors le fixer (par un geste convenu, une pinch dans notre cas) avant de l'utiliser comme le clavier virtuel classique.

Si l'utilisateur se déplace trop loin de son clavier, celui-ci se détache de la surface et peut être remplacé. Il peut également le détacher lui-même pour l'adapter à ses besoins.

4 L'outil que nous avons mis en place

4.1 But et description de l'expérience

Le but de notre expérimentation est de mesurer des vitesses de frappes ainsi que la précision sur les différents claviers virtuels. D'autres statistiques pourront être calculées au besoin à partir des logs de l'application dans lesquels nous conservons la trace de chacune des frappes.

Une vidéo de l'expérience du point de vue de l'utilisateur est disponible ici : https://www.youtube.com/watch?v=PNU_50CsPqk

Au niveau des expérimentations, chacun des participants a pu tester les deux méthodes et faire un test de vitesse de frappe sur eux. Nous avons pris soin d'alterner la première méthode testée afin d'éviter le biais sur l'une des méthodes liées à l'apprentissage de l'utilisation de l'HoloLens et du clavier. Nous avons également fait ces expérimentations sur deux corpus de mots fixés, en alternant, afin d'avoir des données plus comparables qu'avec des mots totalement aléatoires.

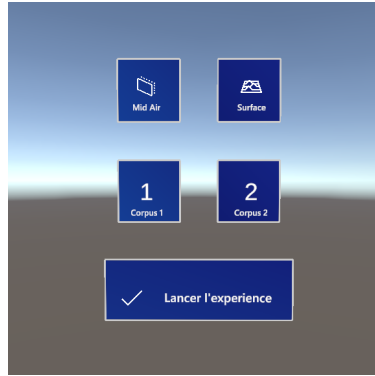


Figure 1: Dispositif expérimental vu de l'extérieur

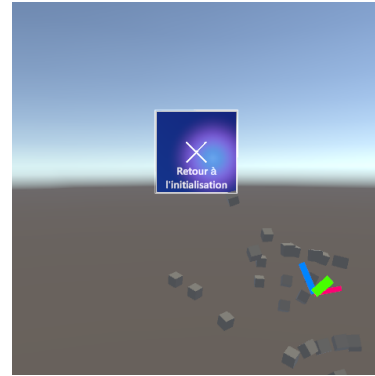
4.2 L'application

L'application est composée de trois parties principales : le menu de sélection des paramètres de l'expérience (figure 2a), l'expérience avec le clavier MidAir (figure 2c) et l'expérience avec le clavier surface (figure 2d).

Un bouton retour (figure 2b) a été rajouté aux deux expériences pour pouvoir corriger des fausses manipulations, comme une mauvaise sélection ou le lancement de l'expérience sans le vouloir. Par sécurité le bouton est placé très à droite du participant et demande un appui de 3sec, ainsi on évite un appui involontaire.



(a) Menu de sélection de l'expérience



(b) Retour au menu de sélection



(c) Saisie sur le clavier MidAir



(d) Saisie sur le clavier Surface

Figure 2: Éléments de l'application vu de l'intérieur du casque

4.3 Mesure des mots par minute

4.3.1 La saisie

Pour le champ de saisie, nous nous sommes inspirés des nombreux tests de rapidité de saisie présent sur Internet¹.

La figure 3 montre le champ de saisie :

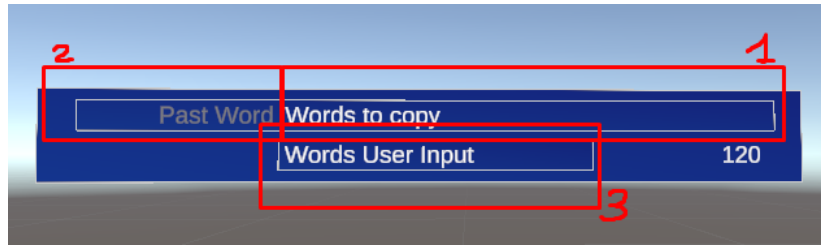


Figure 3: Champs de saisie.

(1) : Mots à saisir. (2) : Dernier mot saisi. (3) : Saisie en cours de l'utilisateur

Nous avons fait attention à bien aligner la gauche du champ de saisie et des

¹Par exemple TenFastFingers

mots à taper, pour que la comparaison soit simple à faire.

De même, il nous a semblé que le dernier mot saisi était important à afficher pour accentuer le sentiment de progression à travers le corpus.

4.3.2 Calcul des statistiques

Les données qu'on récupère sont sous le format présenté dans l'Annexe 3 : Exemple de fichier de log après nettoyage.

Pour calculer les mots par minutes, on utilise la formule suivante :

$$WPM = \frac{nb_{frappe}}{l_{mot} \times t}$$

Avec : $nb_{frappes}$ le nombre de frappes; l_{mot} la longueur d'un mot moyen, fixé à 6 par convention; t le temps en minutes dans notre cas 2min.

La précision est calculée en faisant le rapport entre le nombre de frappes justes et le nombre total de frappes. À noter qu'un appui sur la touche retour pour effacer n'est pas compté comme une erreur si la dernière frappe était fausse.

5 Limitations techniques et solutions

Plusieurs problèmes techniques ont été rencontrés pendant le développement.

5.1 Clavier natif HoloLens

Les HoloLens 2 mettent à disposition un clavier flottant natif, qui semble assez bien optimisé. Cependant, il n'est pas possible de contraindre sa position.

Il nous a semblé qu'il est important de garder les deux mêmes configurations de touches pour les deux expériences. Nous avons donc choisi de refaire le clavier pour pouvoir utiliser le même dans les deux cas. C'est pour cela que le clavier ne possède pas toutes les touches, et seulement les plus importantes.

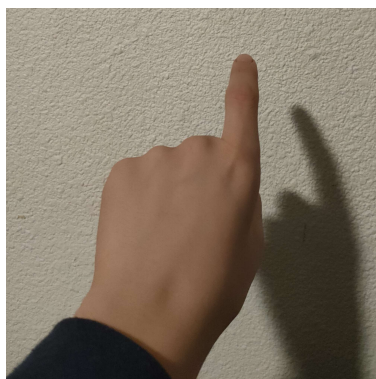
5.2 Limitations dues à la détection des mains

La détection des mains dans les HoloLens a trois limitations majeures

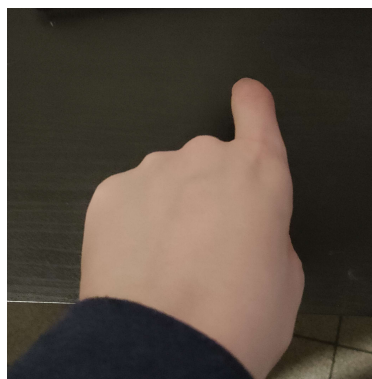
La première est que seul les index peuvent servir à taper sur des boutons (et par extension les touches du clavier), là où sur un clavier WIMP, jusqu'à 10 doigts peuvent être utilisés pour les personnes les plus expérimentées. Sur ce point, nous n'avons pas pu avoir de solution technique, cependant, cette limitation impacte les deux méthodes que nous voulons comparer d'où la faible importance.

La deuxième est la détection des doigts de l'utilisateur, qui est plus précise quand les mains sont le plus exposées face à l'HoloLens, ce qui n'est pas du tout le cas si on se place assis face à une table avec les mains sur celle-ci. Comme le montre la figure 4. Nous avons donc choisi de faire passer l'expérimentation en étant debout face à une table plus haute afin d'avoir une détection plus efficace des mains de l'utilisateur (comme sur la figure 1). Cependant, elle reste imparfaite et moins efficace que lors de l'utilisation du clavier Midair, nous avons donc choisi de considérer cette imperfection comme faisant partie du clavier surface étant donné que cet impact serait inhérent à celui-ci.

Enfin, pour que la détection fonctionne, l'utilisateur doit avoir ses mains dans son champ de vision², ce qui n'est pas forcément le cas selon sa position et celle du champ de saisie. Ce qui résulte encore en des "fausses" frappes.



(a) Cas avantageux : la main est vue de face, on distingue bien les doigts



(b) Cas désavantageux : la main est vue de dessus, on distingue mal les doigts

Figure 4: Problème de détection des mains

5.3 Imprécision de la détection de surface

La détection de la surface par les HoloLens est imparfaite, ce qui peut poser des problèmes pour le clavier qui colle à la surface. Si les HoloLens détectent une bosse sur la zone que recouvre le clavier cela peut causer des problèmes de détection dû au croisement des zones de collision.

5.4 Faire avec les limitations et solutions potentielles

Les problèmes de détection des mains et de la surface particulièrement, rendent la détection de touche sur le clavier surface plus compliquée, sans qu'on puisse y faire grand chose.

²Ou au moins pas trop loin de son champ de vision, les caméras de détections ayant un angle assez élevé. Cependant il y a des cas où ça ne suffit pas.

On aurait pu "tricher" en utilisant un système de détection extérieur, comme des gants équipés de réflecteurs ou plus simplement une tablette posée sur la table pour simuler un clavier surface parfait.

Malgré cela, nous voulions utiliser un clavier en réalité virtuelle et voir les performances que celui-ci peut atteindre avec toutes ces limitations de l'Hololens. En plus, il est intéressant de voir les problèmes qui ont entraîné l'absence de cette solution dans la littérature.

Une solution que nous n'avons pas eu le temps d'intégrer consiste à placer le clavier surface sur un mur ou un plan incliné à 45° . Ainsi les mains se retrouvent dans une position beaucoup plus avantageuse pour la détection.

6 Résultats et évaluations du clavier surface

6.1 Données expérimentales

Nous avons pu faire tester le clavier surface et le comparer au clavier flottant de l'HoloLens ainsi qu'au clavier classique à plusieurs personnes. Nous leur avons fait passer un test de vitesse de frappe de 1 minute sur le clavier classique puis un test de 2 minutes sur chacun des claviers virtuels.

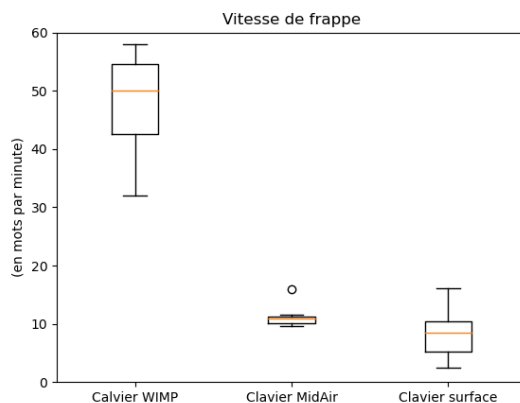


Figure 5: Vitesse de frappe sur les différents claviers

On observe directement que les deux approches sont bien plus lentes que celles au clavier classique, comme attendu, mais on observe également que la vitesse de frappe sur le clavier surface est en général plus faible que sur le clavier Midair. Une autre surprise est la similitude de la vitesse de frappe sur le clavier Midair pour tous les participants, quelle que soit leur vitesse et méthode de frappe sur clavier WIMP. Cette vitesse de 10 mots par minute correspond à une frappe par seconde en moyenne.

Ces résultats vont dans le même sens que ceux observés dans un document de recherche de Joshua Reynolds, Scott Kuhl et Keith Vertanen [RKV22]. Si nos résultats ont une précision de la frappe équivalente (97%), nos participants obtiennent une fréquence d'utilisation de la touche retour plus faible (7% contre 15%), ce qui peut s'expliquer par leur familiarité avec les outils informatiques que n'ont peut-être pas les participants de l'expérience de J. Reynolds.

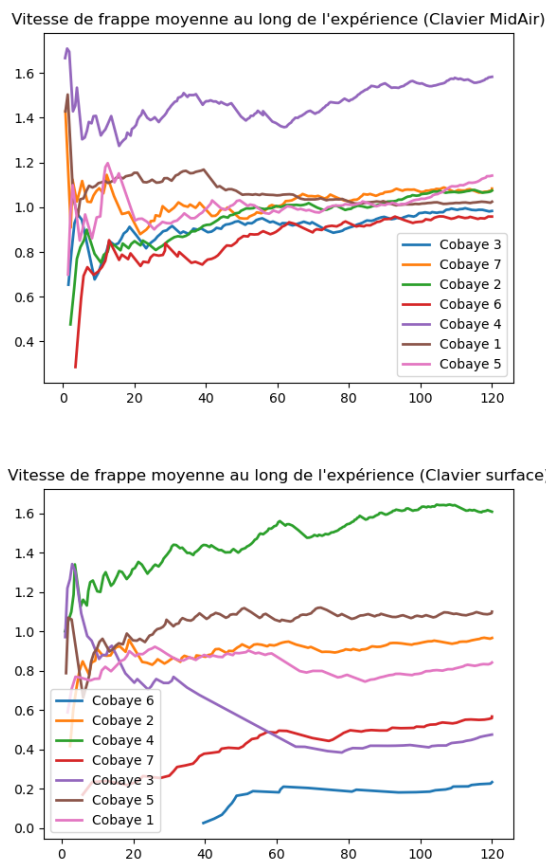


Figure 6: Évolution de la vitesse moyenne de frappe au cours de l'expérience

On observe ici également la similitude des résultats sur le clavier Midair avec une convergence rapide de la plupart des participants vers une moyenne de 1 frappe par seconde, alors que pour le clavier surface, les résultats sont moins stables et avec des vitesses moyennes disparates.

Nous avons également voulu voir si le fait que l'HoloLens limite le nombre de doigts pouvant taper sur le clavier était impactant sur les participants utilisant plus de 2 doigts sur clavier WIMP. Si certains ont pu faire remarquer oralement

lors des expérimentations qu'ils avaient essayé d'autres doigts, aucun lien clair n'est visible sur le jeu de données que nous avons rassemblées (cf Figure 8).

Enfin, nous avons aussi cherché à voir si une sorte de lien linéaire pouvait se trouver entre la vitesse de frappe sur clavier WIMP et les claviers virtuels, également sans succès sur le jeu de données à disposition (cf Figure 9).

Au niveau de la précision de la frappe, on observe que le clavier Midair permet d'obtenir des performances proches de celles du clavier WIMP, là où le clavier surface voit ses performances être plus faibles. Ceci s'explique en partie par le dispositif technique de détection des doigts embarqué dans l'HoloLens couplé avec la position prise par l'utilisateur lors de la saisie sur les différents claviers.

Comme dit plus tôt, la position de mains ne permet pas une détection efficace et précise des doigts de l'utilisateur. De fil en aiguille, cette précision se ressent dans sa précision, et il a donc tendance à taper involontairement les touches proches plus souvent.

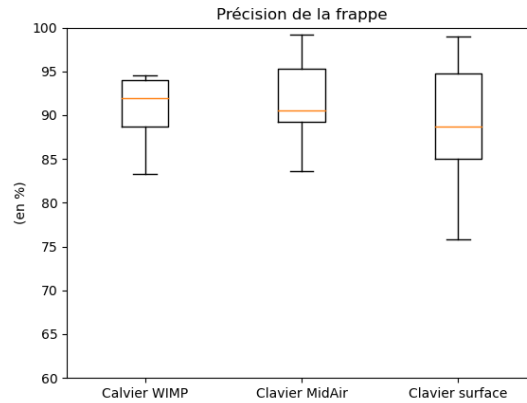


Figure 7: Précision de la frappe sur les différents claviers

6.2 Retour des participants

A la fin des expériences, aucun des participants n'a déclaré ressentir le Gorilla Arm, quelle que soit la méthode utilisée. Si il semble clair que le clavier surface lutte contre cet effet, la durée de l'expérience n'a pas permis d'obtenir des résultats concluants à ce sujet.

De façon générale, les participants préfèrent le clavier MidAir au clavier surface, que ce soit pour des raisons de détection plus fiable des doigts ou pour le positionnement face au visage qui permet une position plus naturelle, et éviter un mal au cou ou au dos que certains ont ressenti. Un participant a remarqué que le retour haptique du clavier surface donne envie de se rapprocher du clavier

pour être plus précis, ce qui rend la détection plus difficile pour le casque et est donc contre-productif.

7 Conclusion

Au final, nous avons atteint notre but. Cependant, les résultats que nous avons obtenus ne sont pas ceux que nous attendions. Les problèmes techniques liés au fonctionnement de la détection des mains des HoloLens ne permettant pas en l'état des performances de saisie textuelles plus importantes avec l'utilisation d'une surface horizontale.

Les nouvelles expériences que nous avons identifiées pour continuer ces recherches peuvent être d'essayer la saisie sur une surface verticale comme un mur, ou sur un plan d'inclinaison intermédiaire. Enfin, afin de vérifier le besoin de retour haptique ou la suffisance du retour audio, il pourrait être intéressant d'expérimenter les conséquences de la suppression de ce retour sur les performances de vitesse principalement.

8 Annexes

8.1 Annexe 1: Graphes non retenus

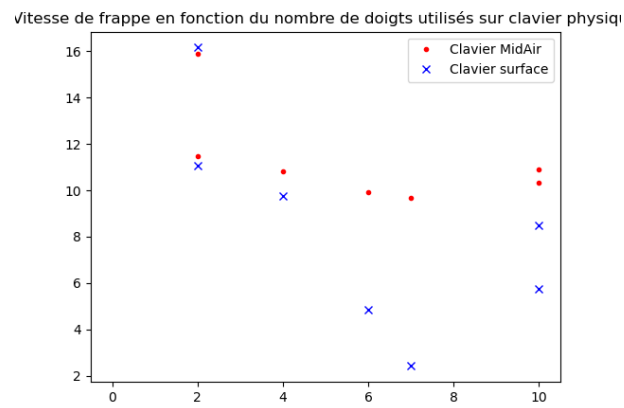


Figure 8: Influence du nombre de doigts utilisés sur clavier WIMP

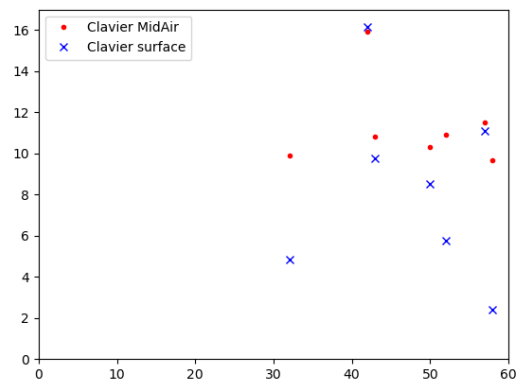


Figure 9: Vitesse sur les claviers virtuels en fonction de la vitesse sur clavier WIMP

8.2 Annexe 2 : Corpus de mots pour les expérimentations

- Corpus 1 : glose Iliescu pile empreinte pachyderme destination indiscret algue journaux missiles recrudescence pendant fleur syndrome tentations corbeau inlassablement fourrer passeront fox indiquait poursuivi on offensives resquille ...
- Corpus 2 : diffamation Tunis protocoles amoindrir chic Patricio distorsions amendement happer incendier incomparable end visas vernir contralto relatives recul Vienne dialogue condamnant image chauffage barbare entendu recharger ...

8.3 Annexe 3 : Exemple de fichier de log après nettoyage

Temps écoulé (en s)	Caractère frappé	Caractère attendu
0.0	G	G
0.6	L	L
1.17	O	O
1.77	Q	S
2.8	<	
3.44	S	S
3.91	E	E
5.37	>	>
6.1	I	I
6.71	L	L
7.24	I	I
8.0	E	E
8.53	S	S
9.23	>	C
10.6	P	P

Figure 10: Extrait d'un fichier de log

Note : "<" représente la touche retour-arrière, ">" la touche espace

8.4 Annexe 4 : Vidéo de l'expérience vu de l'intérieur

Lien YouTube : https://www.youtube.com/watch?v=PNU_50CsPqk

8.5 Annexe 5 : Bibliographie

- [RKV22] Joshua Reynolds, Scott Kuhl, and Keith Vertanen. "A Comparison of Table, Wall, and Midair Mixed Reality Keyboard Locations". In: *MobileHCI 2022 Workshop on Shaping Text Entry Research for 2030*. Vancouver, BC, Oct. 2022. URL: <https://www.keithv.com/pub/mixedlocation/>.

8.6 Annexe 6 : Liste des images

1	Dispositif expérimental vu de l'extérieur	5
2	Éléments de l'application vu de l'intérieur du casque	6
3	Champs de saisie. (1) : Mots à saisir. (2) : Dernier mot saisi. (3) : Saisie en cours de l'utilisateur	6
4	Problème de détection des mains	8
5	Vitesse de frappe sur les différents claviers	9
6	Évolution de la vitesse moyenne de frappe au cours de l'expérience	10
7	Précision de la frappe sur les différents claviers	11
8	Influence du nombre de doigts utilisés sur clavier WIMP	13
9	Vitesse sur les claviers virtuels en fonction de la vitesse sur clavier WIMP	13
10	Extrait d'un fichier de log	14