

État de l'art des claviers logiciels

Nicolas GIRY - 23/03/2024

Les premiers ordinateurs ont vu le jour dans les années 1940 et prenaient la taille d'une pièce entière. Ils ont rapidement changé de format, devenant des ordinateurs personnels tenant sur un bureau, et composés seulement d'un écran et d'un clavier, jouant le rôle d'interface entre l'utilisateur et la machine. Ces interfaces n'ont cessé d'évoluer, et les recherches sur le sujet non plus, améliorant l'ergonomie, l'efficacité et la maniabilité de l'utilisateur. Parmi ces interfaces, nous retrouvons les claviers logiciels qui offrent une solution flexible à la saisie de texte. Leur utilisation s'est imposée dans plusieurs contextes, notamment sur les smartphones et tablettes tactiles, mais aussi pour les personnes en situation de handicap moteur qui ne peuvent pas utiliser de clavier physique. Elles peuvent, à la place, utiliser des dispositifs de pointage comme un joystick ou un traqueur de suivi du regard. Dans ce type de situation, il est indispensable de créer des claviers adaptés, permettant la saisie la plus performantes possibles. Le but final étant de permettre aux personnes en situation de handicap, de saisir du texte rapidement, avec le moindre effort. De nombreux chercheurs ont participé à l'amélioration des claviers logiciels proposant des techniques variées que nous allons explorer par la suite. Il existe plusieurs façons d'améliorer l'usage d'un clavier, la plus intuitive étant de modifier l'agencement des touches pour permettre de taper plus rapidement. Les chercheurs ont créé de nombreuses dispositions, et [12] en a comparé plusieurs pour se rendre compte de leur efficacité. Certains proposent de nouveaux mécanismes, par exemple [14] et [2], qui permettent d'écrire des mots en un seul coup, en suivant le mouvement du pointeur. D'autres se basent sur la prédiction linguistique [1] pour proposer les caractères ou les mots les plus susceptibles d'être choisis par l'utilisateur. Cette technique permet de taper moins, et ainsi de réduire l'effort fourni par l'utilisateur. Certains peuvent modifier la vitesse du pointeur pour aider la saisie, comme le fait [9]. Dans la suite, je vais présenter un bon nombre de claviers logiciels qui me permettront, dans le cadre de ce bureau d'études, d'en construire un nouveau, suivant la continuité de ce qui a déjà été fait. L'objectif est d'améliorer la saisie en utilisant un système de prédiction de mots et de caractères. Je développerai les premières idées, et le travail à réaliser, ainsi que l'échéancier provisoire.

Présentation des claviers existants

Q	F	U	M	C	K	Z
		O	T	H		
B	S	R	E	A	W	X
		I	N	D		
J	P	V	G	L	Y	

Figure 1 : clavier OPTI

Le clavier OPTI a été développé par I. Scott MacKenzie et Shawn X. Zhang en 1999. L'objectif était de concevoir un nouveau modèle, plus efficace que le clavier QWERTY. Dans [5], les deux chercheurs prouvent que leur objectif a été atteint, dépassant au bout de 4 heures d'entraînement, les performances moyennes du clavier QWERTY. La

figure 1 représente la première version

du clavier OPTI, et suit trois idées directrices : il ne doit pas y avoir d'espaces morts entre les touches ; le clavier doit avoir une forme rectangulaire pour remplir une fenêtre d'application typique ; il n'y a pas de limite particulières sur les formes ou les tailles utilisées (ici, deux formes sont utilisées, carré 1x1 pour les touches, et rectangles 1x2 pour les barres d'espace). Shawn X. Zhang propose une modification du clavier et le nomme OPTI II (figure 2).

Q	K	C	G	V	J
	S	I	N	D	
W	T	H	E	A	M
	U	O	R	L	
Z	B	F	Y	P	X

Figure 2 : clavier OPTI II

Z	V	C	H	W	K
F	I	T	A	L	Y
		N	E		
G	D	O	R	S	B
Q	J	U	M	P	X

Figure 3 : clavier FITALY

Le clavier FITALY reprend les idées du clavier OPTI. Développé par Textware Solutions en 1998, il est dit dans [6] que l'on parcourt en moyenne 1.8 touches entre deux appuis, contre 3.2 pour un clavier QWERTY. Sa technique est de placer les touches les plus utilisées au centre (I, T, A, L, N, E, D, O, R, S) et les moins utilisées aux bords.

Le clavier de Lewis–Kennedy–LaLomia [4] est adapté à l'utilisation d'un stylet. Encore une fois, les lettres les plus utilisées se trouvent au centre du clavier. Plusieurs versions existent, la figure 4 montre un modèle avec la barre d'espace prenant tout le côté droit, il existe une variante avec les symboles ! ? , . à la place de la barre d'espace, qui se trouve alors en dessous du clavier.

Q	R	W	X	Y	
L	U	A	O	F	
T	H	E	N	G	
V	D	I	S	P	
B	C	M	J	K	Z

Figure 4 : clavier Lewis–Kennedy–LaLomia

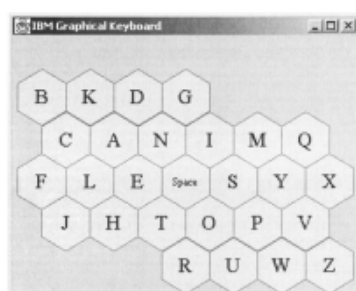


Figure 5 : clavier ATOMIK

Le clavier ATOMIK (Alphabetical Tuned and Optimized Mobile Interface Keyboard) se veut plus accessible aux utilisateurs novices d'après [12]. Il utilise l'ordre alphabétique pour placer ses touches et ainsi guider l'utilisateur. Il est donc très accessible mais tout de même plus efficace qu'un clavier organisé simplement par ordre alphabétique. (figure 5).

Le clavier Metropolis [13] a été construit différemment des précédents. En effet, il est le résultat de l'exécution d'un algorithme du même nom. Ce dernier consiste d'abord à placer les lettres aléatoirement, puis à les relier par paires via des liens d'attraction. Cela permet de créer un clavier optimisé pour n'importe quelle langue et la probabilité de taper deux lettres consécutives proches est très élevée. Dans la figure 6, nous voyons le résultat de l'algorithme pour la langue anglaise.

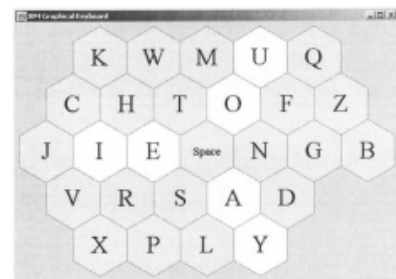


Figure 6 : clavier Metropolis

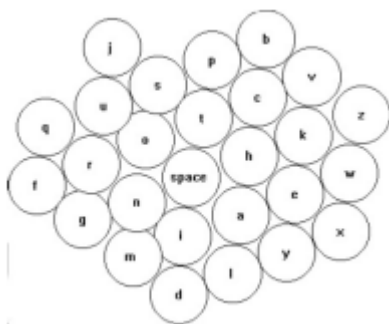


Figure 7 : clavier de Hooke

Le clavier de Hooke utilise une technique similaire. Elle applique la loi de Hooke (loi physique décrivant le comportement élastique des matériaux), pour simuler des ressorts virtuels entre les touches. La force du ressort entre deux touches sera proportionnelle à la probabilité de transitions entre les deux, permettant de rapprocher les touches les plus souvent utilisées ensemble. La figure 7 montre le meilleur résultat obtenu avec cette méthode.

La figure 8 montre le clavier Cirrin adapté à l'utilisation d'un stylet. [7] Agencé en forme de cercle, les touches doivent être touchées par le stylet en un seul mouvement pour former un mot. Le grand espace vide permet d'atteindre toutes les touches sans passer au-dessus de lettres non désirées et la forme de cercle permet de réduire la distance moyenne entre deux touches. Ce clavier offre une saisie plus tactile, imitant les gestes de l'écriture manuscrite

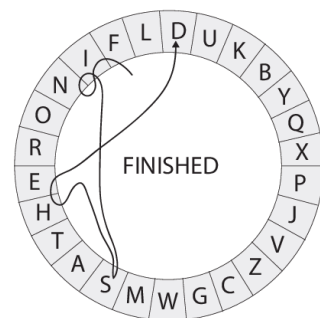


Figure 8 : clavier Cirrin

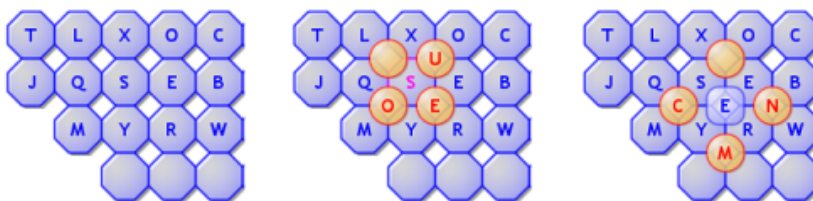


Figure 9 : clavier KeyGlasses avec démonstration de prédiction de caractères

Le clavier KeyGlasses utilise la prédiction de caractères pour créer un clavier dynamique qui va proposer les lettres les plus probables autour de celle qui vient d'être

sélectionnée. Cette technique permet de réduire grandement l'effort fourni par l'utilisateur, car dans la grande majorité des cas, les lettres proposées sont utilisées. Cependant cela n'améliore pas forcément le temps de saisie car la nature dynamique du clavier coupe l'utilisateur dans sa lancée.

Le clavier Sibylle [11] opte plutôt pour la prédiction de mots. Ainsi l'utilisateur peut commencer à saisir son mot, et la liste à gauche se met à jour proposant les mots avec la plus forte probabilité d'être choisi. Sibylle est adapté aux personnes en situation de handicap moteur et proposent de nombreuses actions supplémentaires comme des touches de déplacement rapide, de sauvegarde, de lecture etc ...

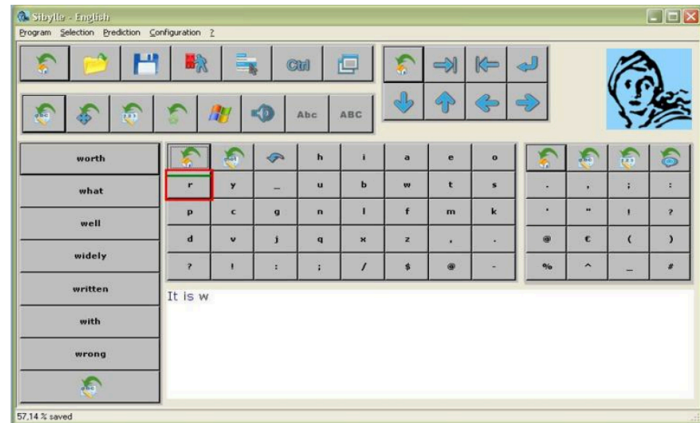


Figure 10 : clavier Sibylle

Travail à réaliser : objectifs et méthodes

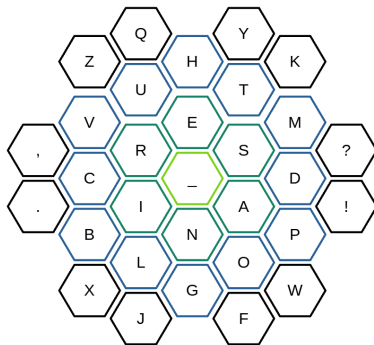


Figure 11 : premier prototype

Le clavier sera structuré selon 3 cercles concentriques. Rangeant les lettres les plus probables dans le cercle le plus au centre et les moins probables sur le cercle extérieur. À chaque touche pressée, on calculera la lettre la plus probable d'être sélectionnée à la suite. Si celle-ci ne se trouve pas dans le cercle le plus au centre alors on va l'introduire à l'intérieur, en échangeant sa place avec la lettre la moins probable de ce cercle. Pour indiquer ce changement, la lettre ajoutée émettra un léger flash lumineux, cela attirera le regard de l'utilisateur, l'aidant à sélectionner la lettre la plus probable. L'objectif est que la

prochaine lettre choisie soit toujours la plus au centre pour que l'utilisateur bouge le moins possible son pointeur. La figure 11 montre un concept d'architecture initiale. L'idée est de mettre l'espace au centre, puis de l'entourer d'un cercle des 6 touches, lui-même entouré d'un cercle contenant les 12 touches suivantes, ce dernier entouré d'un ultime cercle de 12 touches aussi. Au final, le clavier aura 31 touches de quoi contenir les 26 lettres de l'alphabet, ainsi que l'espace, la virgule, le point, le point d'exclamation et le point d'interrogation. La forme hexagonale des touches permet une meilleure structuration du clavier sous forme de cercles concentriques.

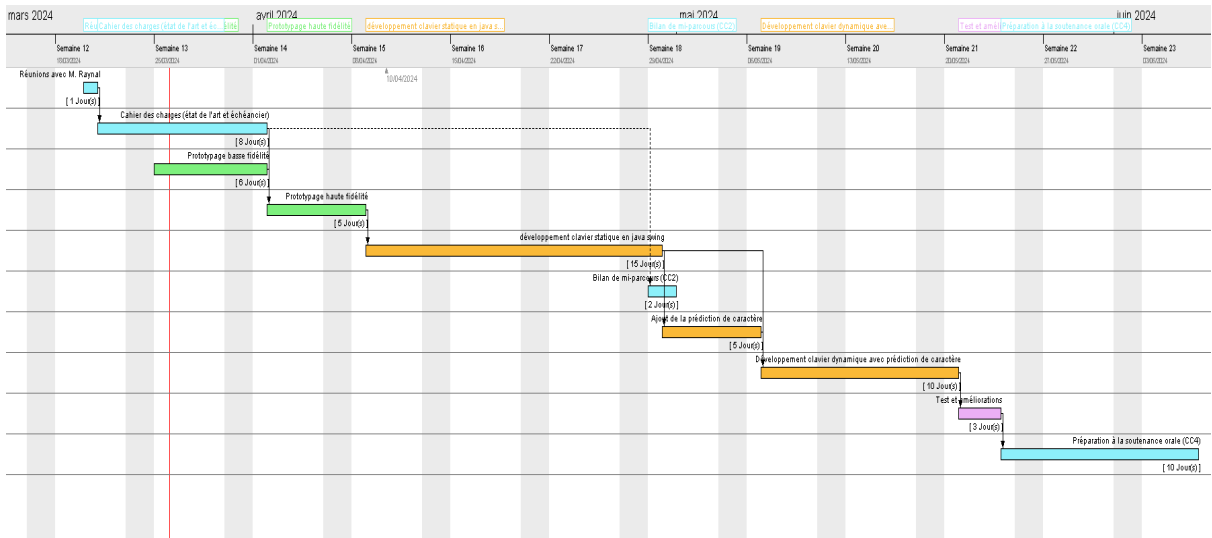
Certaines mécaniques risquent de changer au fil de la conception pour améliorer la saisie. Par exemple, je ne sais pas encore s'il est préférable de placer seulement la lettre la plus probable dans le cercle central, ou les trois plus probables. Avec trois lettres, les chances que celle voulue par l'utilisateur se trouve proche du pointeur sont bien plus importantes. Mais l'ajout de trois lettres simultanément risque de le déstabiliser et de lui faire perdre du temps de saisie.

La langue française est composée de lettres avec accent ou cédille. Mon idée est de donner la possibilité de rajouter ces diacritiques en restant appuyé sur la lettre qui doit prendre l'accent ou la cédille. Deux options me semblent possibles pour permettre le choix. On peut afficher de nouvelles lettres autour de celle sélectionnée, représentant la lettre avec les différents signes diacritiques. Ou l'on peut les faire défiler tant que l'utilisateur reste appuyé et le sélectionner une fois qu'il lâche le bouton.

Échéancier prévisionnel

Le développement de ce clavier devra se réaliser en plusieurs étapes. Je vais présenter ci-dessous un échéancier prévisionnel, expliquant au passage les différents stades d'élaboration du clavier.

Nom de la tâche	Date de début	Date de fin
Réunions avec M. Raynal	20/03/2024	21/03/2024
Cahier des charges + état de l'art et échéancier (CC1)	21/03/2024	01/04/2024
Prototypage basse fidélité	25/03/2024	01/04/2024
Prototypage haute fidélité	02/04/2024	08/04/2024
Développement clavier statique en java swing	09/04/2024	29/04/2024
Bilan de mi-parcours (CC2)	29/04/2024	30/04/2024
Ajout de la prédiction de caractère	30/04/2024	06/05/2024
Développement clavier dynamique avec prédiction de caractères	07/05/2024	20/05/2024
Tests et améliorations	21/05/2024	23/05/2024
Préparation à la soutenance orale (CC4)	24/05/2024	06/06/2024



Références

1. Jean-Yves Antoine, Mathieu Raynal. Systèmes de saisie de texte pour les personnes avec une déficience motrice. 2022. fahal-03661895f
2. Kristensson, P., & Zhai, S. (2004). SHARK2 : A Large Vocabulary Shorthand Writing System for Pen-based Computers. UIST '04 : Proceedings Of The 17th Annual ACM Symposium On User Interface Software And Technology.
3. Lewis, J. R., LaLomia, M. J., & Kennedy, P. (1999). Evaluation of Typing Key Layouts for Stylus Input. Proceedings Of The Human Factors And Ergonomics Society Annual Meeting, 43(5), 420-424.
4. MacKenzie, I. S., & Soukoreff, R. W. (2002). Text Entry for Mobile Computing : Models and Methods, Theory and Practice. *Human-Computer Interaction*, 17(2), 147-198.
5. MacKenzie, I. S., & Zhang, S. X. (1999). The design and evaluation of a high-performance soft keyboard. CHI 99 15-20 MAY 1999
6. I. Scott Mackenzie , Shawn X. Zhang & R. William Soukoreff (1999) Text entry using soft keyboards, Behaviour & Information Technology, 18:4, 235-244
7. Mankoff, J., & Abowd, G. D. (1998). Cirrin.
8. Benoît MARTIN, Isabelle PECCI État de l'art des claviers physiques et logiciels pour la saisie de texte (2007) In : Revue d'Interaction Homme-Machine Vol 8 N°2, 2007
9. Raynal, Mathieu and Mackenzie, Scott and Merlin, Bruno Semantic keyboard: Fast movements between keys of a soft keyboard. (2014) In: International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2014), 10 July 2014 - 12 July 2014 (Paris, France).
10. Sayan Sarcar, Soumalya Ghosh, P. Kumar Saha and Debasis Samanta, "Virtual keyboard design: State of the arts and research issues," 2010 IEEE Students Technology Symposium (TechSym), Kharagpur, India, 2010, pp. 289-299
11. Wandmacher, T., Antoine, J., Poirier, F., & Départe, J. (2008). Sibylle, An Assistive Communication System Adapting to the Context and Its User. ACM Transactions On Accessible Computing, 1(1), 1-30.
12. Zhai, S., Hunter, M. A., & Smith, B. A. (2002). Performance Optimization of Virtual Keyboards. *Human-Computer Interaction*, 17(2), 229-269.
13. Zhai, S., Hunter, M. A., & Smith, B. A. (2000). The metropolis keyboard - an exploration of quantitative techniques for virtual keyboard design.
14. Zhai, S., & Kristensson, P. O. (2012). The word-gesture keyboard. Communications Of The ACM, 55(9), 91-101