



HAL
open science

Quelle modalité pour l'interaction avec les petits appareils mobiles et vestimentaires : texte ou vocal ? Comment choisir entre clavier et assistant personnel ?

Franck Poirier

► To cite this version:

Franck Poirier. Quelle modalité pour l'interaction avec les petits appareils mobiles et vestimentaires : texte ou vocal ? Comment choisir entre clavier et assistant personnel ?. 29ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine, Aug 2017, Poitiers, France. pp.A-67. <hal-01577674>

HAL Id: hal-01577674

<https://hal.science/hal-01577674v1>

Submitted on 27 Aug 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Quelle modalité pour l'interaction avec les petits appareils mobiles et vestimentaires : texte ou vocal ? Comment choisir entre clavier et assistant personnel ?

Franck Poirier
UMR Lab-STICC
Université Bretagne Sud
56000, Vannes, France
franck.poirier@univ-ubs.fr

Résumé

Concevoir c'est choisir. Un choix important dans la conception d'un système interactif mobile consiste à décider des moyens d'entrée des informations. Avec la première génération des assistants personnels et des smartphones, l'entrée textuelle à partir d'un clavier réduit physique ou virtuel a été privilégiée. Avec les objets connectés, apparus plus récemment, de nouveaux claviers virtuels ont été proposés, mais de plus en plus, l'utilisateur est encouragé à utiliser un assistant personnel vocal. Cette possibilité fait basculer l'utilisateur d'une communication textuelle à une communication orale. Cet article s'attache à étudier ces deux formes d'interaction avec les appareils mobiles et vestimentaires, à en cerner les limitations respectives et à conclure par quelques convictions. Entre autres que l'entrée de texte n'est pas adaptée aux petits appareils mobiles vestimentaires, que les assistants vocaux ne traitent correctement que des requêtes simples et correctement formulées et qu'ils ne permettent pas une communication orale naturelle entre l'utilisateur et le système.

Mots Clés

Entrée de texte ; clavier virtuel ; assistant personnel intelligent ; assistant vocal ; modalités d'interaction ; conception du dialogue.

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the Owner/Author.
Copyright is held by the owner/author(s).
IHM'17, August 28–September 1, 2017, Poitiers, France

Abstract

Designing means making choices. An important choice in mobile interactive system design is to decide the best means for inputting information. With the first generation of personal assistants and smartphones, textual input from a reduced physical or virtual keyboard has been privileged. With connected objects, which have appeared more recently, new virtual keyboards have been proposed, but more and more the user is encouraged to use a personal voice assistant. This option switches the user from a textual communication to an oral communication. This article attempts to study these two forms of interaction with mobile and wearables devices, to identify the respective limitations and to conclude with some convictions. Among other things, text input is not suitable for tiny wearable devices; voice activated personal assistants correctly handle only simple and well formulated requests and don't allow a natural oral communication between the user and the system.

Author Keywords

Text entry; virtual keyboard; intelligent personal assistant; voice activated personal assistant; interaction modes; dialog design.

ACM Classification Keywords

H.5.2 [Information interfaces and presentation]: User Interfaces - Input Devices and Strategies, Interaction Styles - Natural language - Voice I/O.
I.2.7 [Natural Language Processing]: Natural language interfaces - Language parsing and understanding.

Introduction

La prolifération des petits terminaux mobiles a débuté, il y a déjà plus de 20 ans, avec la sortie, en 1996, du Palm de Palm Computing, premier assistant personnel, et du

Communicator de Nokia, premier smartphone. La voie avait été ouverte dès 1993 avec le Newton d'Apple, ancêtre des tablettes actuelles. Dans le même temps, internet est passé d'un réseau réservé aux professionnels à un réseau ouvert à tous, ce qui a permis l'essor des objets connectés et a détrôné le PC de son règne quasi-absolu de moyen d'accès privilégié à l'information. En 2016, en France, le smartphone est devenu le premier dispositif d'accès à internet devant le PC.

La taille réduite des dispositifs mobiles a provoqué l'émergence d'un nouveau domaine de recherche très actif sur l'entrée de texte et la conception de claviers alternatifs au clavier traditionnel de type AZERTY. Les premières méthodes originales remontent au début des années 90 avec Unistrokes de Goldberg et Richardson [9] qui inspira l'alphabet Graffiti® proposé par Hawkins et sera en grande partie responsable d'une décennie de succès des assistants personnels de type Palm.

En près de 25 années, plus d'un millier de claviers, appartenant à différentes catégories [15], [17], [25] ont été imaginés pour les terminaux mobiles. Les prototypes de recherche ont inspiré un grand nombre de claviers qui sont proposés sur les magasins d'applications en ligne (App Store, Google Playstore). Ils sont pour la plupart efficaces, astucieux voire ludiques, et personnalisables. On peut citer parmi les plus célèbres : Swype [32], Fleksy [7], Minuum [18], SwiftKey [31], Word Flow [35]...

Pour autant, leur usage reste limité, la grande majorité des utilisateurs continuent d'utiliser le clavier natif de leur dispositif [26], un clavier de type AZERTY réduit et prédictif ou, pour les plus audacieux, un clavier gestuel dérivé de ShapeWriter [34].

Ce constat doit nous interroger sur les raisons de l'échec relatif des méthodes d'entrée de texte conçues avec tant d'ardeur par les chercheurs pour les dispositifs mobiles.

Les évolutions technologiques des terminaux mobiles expliquent en partie le faible usage voire l'abandon des claviers alternatifs. On peut retenir les explications suivantes :

- le passage aux écrans multipoint a permis une interaction multitactile, directement avec les doigts et a entraîné le quasi-abandon des stylets et des claviers gestuels de type unistroke,
- l'augmentation de la taille des terminaux a permis d'agrandir le clavier virtuel ou physique sur les appareils de type BlackBerry et de passer d'un clavier très réduit comme le clavier T12 des premiers téléphones mobiles à des claviers complets,
- l'amélioration de la prédiction lexicale a rendu plus efficace la saisie de mots en réduisant sensiblement le nombre de saisie de caractères ; pour autant, certains utilisateurs rejettent cette fonctionnalité qui est toujours désactivable dans les paramètres du système,
- la non-intégration, dans les systèmes d'exploitation (Android, iOS, Windows Phone...) des terminaux mobiles, des claviers alternatifs favorise de fait l'utilisation du clavier natif,
- l'intégration dans les claviers natifs de fonctionnalités avancées comme la prédiction lexicale du mot en cours voire du mot suivant, la correction orthographique, l'intégration de techniques d'interaction (appui long, double tap, geste...), l'entrée d'émoticônes, les commandes d'édition (copier/coller, définition...) a rendu efficace la saisie de texte pour les utilisateurs avancés.

On peut donc faire le constat que les claviers natifs et ceux dérivés du clavier AZERTY sont actuellement les plus utilisés sur les smartphones et encore plus sur les tablettes.

L'article commencera par un court examen des claviers virtuels conçus pour les objets connectés, il abordera ensuite le développement récent des assistants vocaux, puis traitera de quelques questions sur le choix de la modalité la plus adaptée au contexte d'interaction, les préférences de l'utilisateur et les spécificités de la communication vocale. Enfin, il tirera quelques leçons de l'analyse et de la pratique de l'interaction textuelle et vocale.

Entrée de texte sur les objets connectés

Le domaine de l'entrée de texte a été relancé par l'essor des objets connectés, appelés également objets de l'internet. En tant qu'objets communicants, ils nécessitent plus ou moins la saisie d'information soit sous forme de paramètres du système, soit sous forme de messages vers des partenaires humains.

On n'abordera pas dans cet article le cas des objets connectés dont l'entrée de texte est déportée sur un smartphone, une tablette ou un PC (lunettes de réalité augmentée, casque de réalité virtuelle, balance connectée, système de navigation mobile, voiture connectée...).

Le facteur de forme est déterminant car la difficulté de saisie d'information dépend directement de la taille de l'objet. Plus l'objet est petit, plus il est difficile voire impossible d'avoir une fonctionnalité de saisie de texte. Les objets connectés qui posent un réel problème d'entrée de texte sont les appareils mobiles vestimentaires (*wearable devices*) qui correspondent principalement aux montres connectées, aux bracelets connectés pour l'entraînement physique et aux

accessoires pour la santé ou le bien-être. La taille de l'écran pour ces appareils varie entre moins d'un pouce pour les traceurs d'activité (2,5 cm) et 1,6 pouce (entre 4 cm de diagonale ou 4,5 cm de diamètre) pour les plus grandes montres connectées. Il faut noter que les plus grands écrans de montre sont tout de même 8 à 10 fois plus petits que ceux d'un smartphone iPhone 7 Plus ou Samsung Galaxy S8+ et comprennent respectivement de 20 à 40 fois moins de pixels.

Malgré la difficulté, de nombreuses méthodes d'entrée de texte ont déjà été proposées, depuis quelques années, principalement pour les montres connectées. On peut citer notamment : DragKeys [3], ETAO [5], le clavier proposé par Dunlop [6], Gesture Watch [12], HoverFlow [13], ZoomBoard [22], UniWatch [27], [28], [29], TouchOne [33].

Le point de vue pourra être considéré comme sévère, mais il est probable que tous ces claviers alternatifs ne rencontreront pas plus de succès que leurs prédécesseurs conçus pour les assistants personnels et les smartphones.

Il faut noter que les principaux acteurs du marché des montres et bracelets connectés (Samsung, Apple, Huawei, Microsoft, Fitbit, Withings, Garmin, TomTom...) ne semblent pas croire à l'entrée de texte sur clavier très réduit en faisant le choix de privilégier soit la modalité vocale, soit la saisie de texte à partir du clavier d'un smartphone, d'une tablette ou d'un ordinateur.

Le retour de la saisie vocale

La saisie vocale de texte ne peut être considérée comme une nouvelle forme d'entrée d'information textuelle. Si la saisie au clavier est certes plus ancienne, le clavier QWERTY date de 1876, la recherche sur la reconnaissance de parole a débuté dans les années 50, avec les premiers systèmes de

reconnaissance de chiffres aux Bell Labs et s'est ensuite fortement développée dans les années 70 dans la dynamique de projets DARPA.

À partir des années 90, plusieurs systèmes de dictée vocale multilocuteur sur grand vocabulaire ont été mis sur le marché. Plus récemment, la disponibilité de données d'apprentissage très volumineuses, l'amélioration des algorithmes d'apprentissage (*deep learning*) et d'intelligence artificielle ont permis de développer des assistants personnels intelligents (API ou IPA en anglais pour *intelligent personal assistant*), encore appelés assistants personnels vocaux (VAPA en anglais pour *voice activated personal assistant*), réellement utilisables et assez fascinants.

La communication avec ces assistants est à dominante vocale, mais parfois également textuelle ou à base d'images. Les principaux assistants personnels sont Siri d'Apple, Alexa d'Amazon, Google Assistant et Cortana de Microsoft.

Il a fallu attendre ces tout derniers mois pour voir un réel démarrage de l'usage de ces assistants virtuels au delà de l'Amérique du Nord, alors que le rachat de Siri par Apple, initialement essaimage de SI International, remonte à 2010.

La saisie vocale n'est donc pas une forme d'interaction innovante mais une intégration et une adaptation des assistants personnels intelligents sous forme d'assistant vocal pour l'entrée d'information par défaut de claviers réellement satisfaisants sur ces tout petits dispositifs interactifs.

Quels outils d'entrée d'information privilégier en fonction du type de l'appareil ?

De ce qui précède, on peut tirer deux conclusions provisoires :

- pour l'appareil interactif le plus utilisé actuellement, à savoir le smartphone, l'augmentation de la taille des écrans a conduit à privilégier l'entrée de texte à partir de claviers augmentés qui restent dérivés du clavier de type AZERTY,
- pour les objets connectés de taille plus réduite, l'absence de clavier réellement utilisable a conduit à privilégier l'entrée d'information avec des assistants vocaux ou par l'intermédiaire du clavier déporté du smartphone, de la tablette ou de l'ordinateur.

Quelles sont les préférences des utilisateurs entre le clavier et l'assistant vocal ?

Actuellement, l'utilisateur continue à préférer le clavier pour transmettre de l'information avec son smartphone [1].

L'assistant vocal est une alternative au clavier pour les tout petits appareils qui n'offrent pas de clavier ou un clavier très réduit qui induit inévitablement une charge cognitive et motrice importante.

L'assistant vocal est plutôt limité à un usage dans des lieux privés en l'absence d'autres personnes et pour des informations non sensibles. L'utilisateur voulant se prémunir d'être entendu et aussi que l'information soit analysée et conservée sur les serveurs utilisés par l'assistant vocal [1].

Que fait-on avec un assistant personnel vocal ?

La plupart des recherches sur la conception de claviers alternatifs se sont souvent limitées à l'entrée de mots ou de phrases. La comparaison des différentes méthodes d'entrée de texte est toujours réalisée sur la base de corpus de phrases principalement en anglais dont les caractéristiques linguistiques sont totalement contrôlées [17].

Dans la pratique, l'entrée de texte sur dispositifs mobiles diffère fortement de l'entrée de phrases syntaxiquement et sémantiquement correctes et statistiquement équilibrées. C'est une des raisons qui explique la différence entre les performances évaluées, en mots par minute, des claviers alternatifs en milieu contrôlé et leurs performances constatées en contexte réel.

Un point important est de savoir pourquoi les utilisateurs doivent saisir des informations sur les dispositifs mobiles. Les principales tâches qui nécessitent de l'entrée de texte sont : téléphoner (saisie du numéro), envoyer un message textuel (sms, message instantané, mail...), rechercher une information (dans son appareil ou sur internet), poser une alarme, un rappel, inscrire un événement...

Deux questions se posent :

- Qu'est-ce qui est le plus adapté pour chacune de ces tâches entre le clavier et l'assistant vocal ?
- Quelles sont les limites de ces deux moyens de saisie d'information ?

Pour la première question, il apparaît que le clavier est particulièrement adapté si la saisie est courte, limitée à un petit nombre d'entités lexicales et sans structure linguistique. C'est le cas par exemple de la saisie d'un numéro de téléphone, d'une alarme ou d'une réponse fermée à un message par un choix de réponses par défaut (par exemple « OK », « Plus tard », « Pas question »).

Pour envoyer un message correctement rédigé, vu les progrès de la reconnaissance de parole, l'assistant vocal est aujourd'hui le mieux adapté, le plus efficace et le plus rapide. Si le message contient des noms propres, des mots hors

vocabulaire, des explétifs, des onomatopées ou si le locuteur produit des répétitions ou des hésitations, dit autrement si le locuteur parle naturellement, l'assistant vocal aura des performances faibles.

Pour rechercher une information sur internet, dans la mesure où, le plus souvent, la requête se limite à quelques mots, l'assistant vocal est en général assez performant [1].

Pour la deuxième question les facteurs contraignant la saisie de texte sur clavier sont essentiellement :

- la taille du texte : plus le texte est long, moins la saisie sur clavier est envisageable,
- la taille de l'écran : plus l'écran est petit, moins le clavier est utilisable,
- la position dans l'espace : plus l'utilisateur est en mobilité, plus les erreurs de saisie sont nombreuses du fait de la petite taille des touches.

Les facteurs contraignant l'entrée d'information avec un assistant vocal sont essentiellement :

- la nature publique ou privée de l'information, les utilisateurs préfèrent ne pas utiliser la modalité vocale pour des informations privées, même dans un lieu privé mais encore plus dans un lieu public ; en outre, plus l'information est sensible et a un caractère confidentiel, moins l'assistant vocal est utilisé,
- l'acceptabilité sociale, dans les lieux publics ou partagés (restaurant, cinéma, travail, commerce...) : les utilisateurs préfèrent ne pas utiliser l'assistant vocal.

Est-ce que l'assistant vocal change la nature de l'information produite par l'utilisateur ?

En d'autres termes, la question est de savoir si la forme et le fond des échanges entre le système et l'utilisateur sont liés au moyen de saisie.

De nombreux travaux de recherche ont montré que la réponse à cette question est positive [14], [23]. L'assistant vocal induit un réel dialogue entre le système et l'utilisateur. Le style, le niveau de langue, le degré de politesse de l'assistant vocal influent directement sur les formulations de l'utilisateur.

De nombreux constats effectués par Chapanis en 1972 [2] sur la communication orale humaine sont transposables à la communication orale homme-machine. Parmi ceux-ci, on notera particulièrement :

- que la vitesse de production d'un message est plus rapide à l'oral qu'à l'écrit (moins de 5 mots par minute avec un clavier réduit, de 20 à 100 avec un clavier complet, en moyenne 200 mots à la minute à l'oral),
- que le vocabulaire commun aux différents utilisateurs est extrêmement réduit, chaque sujet ayant un comportement langagier spécifique,
- que les énoncés formulés oralement ne respectent aucune syntaxe de l'écrit, que les hésitations, les répétitions sont fréquentes,
- que la communication non verbale (mimiques, gestes des mains et du corps) n'améliore pas l'efficacité de la communication,
- que si l'utilisateur peut être interrompu, il utilise ensuite davantage de messages courts.

On peut se demander pourquoi ces constats restent aujourd'hui valides dans une communication homme-machine avec un assistant vocal. Il y a deux éléments de réponse à cette question. Le premier est que la parole est une modalité naturelle pour l'utilisateur qui la maîtrise après un apprentissage qui s'étend au minimum sur une quinzaine d'années. L'être humain est un être de parole [11], il parle spontanément et peut donc très difficilement adapter sa communication orale quand il parle à une machine par l'intermédiaire d'un assistant vocal. Le deuxième élément de réponse est que les assistants personnels vocaux qui communiquent sous forme orale induisent chez l'utilisateur un réel sentiment d'intelligence qui le conduit à communiquer avec l'API comme avec un humain.

Bien évidemment, même si des progrès considérables ont été effectués en matière de reconnaissance et compréhension automatiques de la parole, même si l'assistant vocal a accès à une masse considérable d'informations, contrairement à l'être humain, l'assistant vocal n'est pas un être de parole, ni un agent intelligent (malgré sa dénomination). De nombreuses limitations et contre-indications de la parole qui ont été relevées dans le passé restent toujours d'actualité [24], [30].

Nous partageons l'opinion de Don Norman [21], qui considère que l'utilisateur a besoin de dispositifs qui facilitent les tâches et proposent une interaction naturelle mais pas intelligente, des dispositifs qui ne prétendent pas communiquer car ils ne le font pas et ne le peuvent pas.

Un besoin d'anthropomorphisme

Malgré toutes les limites évoquées précédemment, il faut bien constater que les assistants personnels vocaux suscitent un certain engouement qui peut s'expliquer par son caractère anthropomorphique. L'utilisateur perçoit son clavier comme

un dispositif, un intermédiaire mécanique alors qu'il considère l'assistant vocal comme un compagnon.

L'humain a « un besoin d'anthropomorphiser les objets afin de faciliter leurs interactions avec le monde matériel, ... anthropomorphiser un objet est un phénomène naturel et inévitable » [19]. L'humain aime parler même aux animaux, aux plantes, aux voitures [10]. Rien de plus normal alors pour lui faire plaisir de lui proposer une interaction vocale.

L'utilisateur ne perçoit pas seulement l'assistant vocal comme anthropomorphe, il le trouve magique, le système semble posséder le super-pouvoir de comprendre ses pensées et de satisfaire ses désirs. Le problème est que si le système reconnaît de mieux en mieux les mots (ne comptez tout de même pas qu'il reconnaisse « IHM » !), il ne comprend pas pour autant ce que vous voulez dire. Reconnaître des mots n'est pas suffisant pour comprendre, et comprendre est nécessaire pour suivre une instruction ou répondre à une requête [4]. En fait, il est bien plus difficile de dire à un ordinateur ce qu'il doit faire que de le faire soi-même ou qu'il le fasse lui-même. L'interaction vocale génère nécessairement de l'incertitude et, pour Cooper, quels que soient les progrès du traitement de la langue, cette incertitude persistera à jamais [4].

L'utilisateur avec son assistant vocal se prend pour Ali Baba [8] déclarant « Sésame, ouvre-toi ». Un assistant vocal n'aura pas de problème pour décoder une requête du genre « ouvre la porte », encore faudra-t-il qu'il comprenne de quelle porte il s'agit, moins sûr qu'il comprenne l'utilisateur cultivé et facétieux qui dirait « Sésame, ouvre-toi » !

Typiquement, l'utilisateur peut s'enquérir du cours d'une action, d'un taux de change, de la météo, ajouter un élément

dans sa liste de tâches ou de courses, envoyer un message court, appeler un contact, lancer une navigation vers un lieu, démarrer un chronomètre, écouter une chanson, connaître les films à l'affiche, connaître le résultat d'un match, savoir le nombre de calories dans une pizza Margherita... Pour la dernière requête, l'assistant vocal vous renverra bien vers des pages web contenant la bonne réponse, mais si vous lui demandez le nombre de calories d'une part de pizza Margherita, il ne comprendra pas votre demande.

Aujourd'hui, l'assistant vocal est capable de répondre de façon satisfaisante aux requêtes simples, sans malice et dont la réponse est facile à trouver et sans ambiguïté. Le problème pour l'utilisateur est qu'il faut savoir comment poser la question, sachant que la syntaxe diffère d'un assistant à l'autre. Avec Google Assistant, vous pouvez rechercher un vol en disant « vol Nantes Marrakech », mais ça ne marchera pas avec Siri qui acceptera « y a-t-il des vols demain de Nantes à Marrakech » mais ne comprendra pas « y a-t-il des vols demain pour Marrakech depuis l'aéroport de Nantes ».

L'assistant vocal donne l'illusion de comprendre le langage humain mais ses capacités restent très limitées. Un seul exemple suffit à montrer qu'il ne comprend pas ce qu'il répond. Si vous demandez « quel temps fera-t-il demain à ... », la réponse peut être « il devrait faire beau à ... », si au même moment, vous posez la question « fera-t-il beau demain à ... », il vous répondra « non, probablement pas très beau » ou une autre phrase avoisinante.

L'assistant vocal propose en fait une interface conversationnelle, comme au premier temps de l'informatique, qui ne passe plus par le clavier mais qui conserve l'inconvénient principal de ce type d'interface qui

est que si vous ne connaissez pas au préalable la syntaxe des commandes, vous ne pourrez pas formuler votre requête. L'interaction vocale repose sur le principe du rappel qui est cognitivement moins aisé que la reconnaissance [20], [27]. Si vous formulez une phrase incorrectement, l'assistant vocal ne vous renverra pas un code d'erreur comme le faisaient les anciens systèmes à ligne de commandes, mais ne vous donnera pas la réponse attendue. Il pourra même faire preuve d'humour, ce qui lui donnera encore plus un petit côté humain, mais la réalité est que vous n'avez pas su lui parler et qu'il ne vous a pas compris.

Quelques constats en guise de conclusion

De l'analyse et de la pratique de deux modes d'interaction, l'un textuel à partir d'un clavier, l'autre oral par l'intermédiaire d'un assistant vocal, quelques constats peuvent être tirés :

- les claviers augmentés dérivés du clavier AZERTY restent un dispositif efficace pour saisir de l'information textuelle dans la mesure où l'appareil n'est pas trop petit, pas plus petit qu'un appareil de poche,
- les claviers réduits qui nécessitent un apprentissage ou entraînent une charge cognitive ou motrice plus importante que les claviers standard sont très peu utilisés,
- l'entrée de texte n'est pas recommandée sur les petits appareils mobiles vestimentaires, seule la saisie de messages de quelques caractères est envisageable avec un clavier ou bien la sélection d'une réponse par défaut,
- l'interaction vocale avec les appareils mobiles change la nature de la communication et donne l'illusion que le système a des capacités de compréhension qu'il ne possède pas,

- le premier problème de l'utilisateur d'un assistant vocal est de savoir quoi lui dire,
- le deuxième problème de l'utilisateur d'un assistant vocal est de savoir comment lui dire, car l'utilisateur est contraint de respecter une syntaxe relativement rigide s'il veut être « compris » du système,
- quels que soient les progrès en traitement automatique du langage (les performances en reconnaissance de la parole sont déjà excellentes), c'est une chimère de croire que les assistants vocaux dits « intelligents » permettront une communication orale naturelle entre l'utilisateur et les systèmes (étant entendu qu'une recherche d'information sur internet ne peut être qualifiée de communication). En tout cas, c'est ma conviction et je la partage avec Don Norman [21] et Alan Cooper [3].

Bibliographie

1. Aarthi Easwara Moorthy and L. Kim-Phuong, Vu. 2015. Privacy Concerns for Use of Voice Activated Personal Assistant in the Public Space. Intl. Journal of Human-Computer Interaction, 31: 307-335.
2. A. Chapanis, R. B. Ochsman, R. N. Parrish. 1972. The effects of four communication modes on the behavior of teams during cooperative problem-solving. Human Factors, 14(6), pp 487-509.
3. H. Cho, M. Kim, K. Seo, K. 2014. A Text Technique for Wrist-worn Watches with Tiny Touchscreens. In: Proceedings of ACM UIST'14. pp. 79-80. Honolulu, HI, USA. ACM Press.
4. A. Cooper. 2017. Alexa, Please Kill Me Now - Thoughts on Conversational UI. Plateforme en ligne de publication Medium, 12 juin 2017.
5. R. Darbar, P. Dash, D. Samanta. 2015. ETAO Keyboard: Text Input Technique on Smartwatches. International conference IHCI 2015, p. 137.
6. M. Dunlop, A. Komninos, N. Durga. 2014. Towards High Quality Text Entry on Smartwatches. In: Proceedings of ACM CHI 2014. pp. 2365-2370. ACM Press. Totonto.
7. Fleksy keyboard. www.fleksy.com
8. A. Galland, A. 1701. Histoire d'Ali Baba, et de quarante voleurs, Contes des Mille et Une Nuits.
9. D. Goldberg, C. Richardson. 1993. Touch typing with a stylus. *Proceedings INTERCHI'93*, p. 80-87.
10. S. E. Guthrie. 1997. Anthropomorphism: A definition and a theory, in Mitchell R., Thompson N. et Miles, H. (eds) Anthropomorphism, anecdotes, and animals. State University of New York Press, 50-58.
11. M. Heidegger. 1959. Acheminement vers la parole, Gallimard.
12. J. Kim, J. He, K. Lyons, T. Starner. 2007. The Gesture Watch: a wireless contact-free gesture based wrist interface. In: Proceedings of 6th Int. Semantic Web Conference ISWC'07. Busan, Korea.
13. S. Kratz, M. Roh. 2009. Hoverflow: exploring around-device interaction with IR distance sensors. In: Proceedings of MobileHCI '09. pp. 1-4. ACM Press. Bonn.
14. D. Luzzati. 1995. Le dialogue verbal homme-machine, étude de cas. Masson.
15. I. S. MacKenzie, R. W. Soukoreff. 2002. Text entry for mobile computing: Models and methods, theory and practice. Human-Computer Interaction, vol. 17, pp 147-198.
16. I. S. MacKenzie, R. W. Soukoreff. 2003. Phrase sets for evaluating text entry techniques. Ext. Abstracts CHI 2003, ACM Press, 754-755.
17. I. S. MacKenzie, K. Tanaka-Ishii. 2007. Text Entry Systems: Mobility, Accessibility, Universality. Editor: Morgan Kaufmann Publishers.
18. Minuum keyboard. www.minuum.com

19. V. Ngadi Essame. 2014. La personnalité du design : concept, structure et diffusion. Enquête menée dans un contexte Italien. Thèse de l'université Paris 13.
20. J. Nielsen, R. Molich. 1990. Heuristic evaluation of user interfaces, *Proc. ACM CHI'90 Conf.*, Seattle, 249-256.
21. D. A. Norman. 2006. Cautious cars and cantankerous kitchens: How machines take control. www.jnd.org/dn.mss/1.0%20CautiousCars.doc.
22. S. Oney, C. Harrison, A. Ogan, J. Wiese. 2013. ZoomBoard: A Diminutive QWERTY Soft Keyboard Using Iterative Zooming for Ultra-Small Devices. In: *Proceedings of ACM CHI 2013*. ACM Press. Paris, France.
23. F. Perea. 2016. Nature et technologie langagière dans les dialogues oraux homme-machine. *Communication*, vol.34/1.
24. F. Poirier F. 1994. Vers une communication naturelle homme-machine. Habilitation à diriger les recherches, université Paris Sud 11.
25. F. Poirier, I. Schadle. 2005. Interfaces réduites pour l'entrée de texte. État de l'art et présentation du communicateur Sibylle pour l'aide à l'écriture de personnes handicapées. *Revue RIHM*, 6(2), pp 63-89.
26. F. Poirier F. 2012. Text Entry Methods For Handheld Devices Or For AAC Writing System. In: *Proceedings of CHI 2012, Workshop on Designing and Evaluating Text Entry Methods*.
27. F. Poirier F. M. Belatar. 2015. UniWatch - Some approaches derived from UniGlyph to allow text input on tiny devices such as connected watches. In: *Proceedings of HCI International 2015*. Springer.
28. F. Poirier F. 2016. How to input text on smartwatches? When the screen is tiny, a 3-key keypad is better than a full keyboard. In: *Proceedings of CHI 2016, Workshop on Inviscid Text Entry and Beyond*.
29. F. Poirier F.: UniWatch: a soft keyboard for text entry on smartwatches using 3 keys — watch user-interface and user evaluation. In: *Proceedings of HCI International 2016*. Springer (2016)
30. N. Sawhney, C. Schmandt. 2000. Nomadic radio: Speech and Audio Interaction for Contextual Messaging in Nomadic Environment. In: *ACM Trans. on Computer-Human Interaction*, 7,3, ACM Press.
31. SwiftKey : <http://swiftkey.com>
32. Swype keyboard. www.swype.com
33. TouchOne keyboard. <http://www.touchone.net>
34. S. Zhai, P. O. Kristensson. 2003. Shorthand Writing on Stylus Keyboard. *Proc. CHI 2003*, ACM Press.
35. Word Flow : <http://www.microsoft.com/en-us/garage/project-details.aspx?project=word-flow-keyboard>