

Promesses et contraintes de la joaillerie numérique interactive : Un aperçu de l'état de l'art

Simon Perrault, Gilles Bailly, Yves Guiard, Eric Lecolinet

▶ **To cite this version:**

Simon Perrault, Gilles Bailly, Yves Guiard, Eric Lecolinet. Promesses et contraintes de la joaillerie numérique interactive : Un aperçu de l'état de l'art. IHM'11 (Conference Internationale Francophone sur l'Interaction Homme-Machine), Oct 2011, Nice, France. pp.1-4. hal-00643983

HAL Id: hal-00643983
https://hal.science/hal-00643983

Submitted on 23 Nov 2011

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.

Promesses et contraintes de la joaillerie numérique interactive : Un aperçu de l'état de l'art

Simon T. Perrault[1] Gilles Bailly[2]
[1]TELECOM ParisTech - CNRS LTCI
46, rue Barrault
75013 Paris, France
+33 1 45 81 73 62
{prenom}.{nom}@telecom-paristech.fr

Yves Guiard[1] Eric Lecolinet[1]
[2]Deutsche Telekom, TU Berlin
Ernst-Reuter-Platz 7
D-10587 Berlin, Germany
+49 30 8353 58472
gilles.bailly@telekom.de

RESUME
La miniaturisation des composants électroniques permet d'envisager de nouvelles techniques d'interaction pour l'informatique portée ou vestimentaire. Nous donnons un aperçu de la littérature sur la joaillerie numérique interactive, qui en constitue un sous-domaine émergent. Nous rapportons les données d'une enquête concernant les attentes des utilisateurs vis-à-vis des bijoux numériques. Nous considérons ensuite, du point de vue de l'interaction, les contraintes et potentialités des bijoux numériques. Nous proposons de catégoriser les solutions qui se dessinent dans la littérature actuelle, et qui font généralement appel au geste.

Mots clés
Informatique portée, joaillerie numérique interactive, miniaturisation, utilisabilité.

ABSTRACT
The miniaturization of electronic components paves the way for new interaction techniques for wearable computing. We briefly review interactive digital jewelry, an emerging subfield. We report the data of a limited poll about the way people perceive the prospect of digital jewelry. We then consider the constraints and the promise of digital jewelry, and finally classify the current solutions, which generally resort to gestural interaction.

Categories and Subject Descriptors
H5.m. I [Information Interfaces And Presentation]: Miscellaneous

Permission to make digital or hard copies of all or part 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. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.
IHM'11, October 24-27, 2011, Sophia Antipolis, France
Copyright © 2011 ACM 978-1-4503-0822-9/11/10 …$10.00.

General Terms
Design, Human Factors.

Keywords
Wearable computing, interactive digital jewelry, miniaturization, usability.

1. INTRODUCTION
A la fin des années 90 est apparu un nouveau domaine, l'informatique portée (wearable computing), qui concerne une catégorie de dispositifs suffisamment petits et légers pour être portés par l'utilisateur. Nous nous intéressons plus spécifiquement ici au sous-ensemble formé par la joaillerie numérique [11], considérant en particulier divers types d'anneaux (alliances, bagues, chevalières, etc.), de colliers (chaînes, pendentifs, etc.) et de bracelets que l'on sait aujourd'hui équiper de composants numériques. Ces dispositifs disposant d'une entrée et d'une sortie, c'est de joaillerie numérique interactive (JNI) qu'il est question dans cet article.

Les fonctions des bijoux classiques sont multiples. Au-delà de l'aspect décoratif, ils peuvent notamment servir à affirmer un statut social ou à marquer l'appartenance à une communauté, par exemple religieuse. Ils peuvent aussi à l'occasion endosser une fonction utilitaire. Par exemple, les bagues de sceaux permettaient de fermer une lettre en apposant son sceau personnel sur de la cire, et certaines montres sont manifestement des bijoux qui affichent l'heure[1].

Le bijou numérique est une augmentation du bijou classique. Du point de vue de l'informatique mobile, son faible poids et sa présence quasi permanente sont des avantages appréciables. Cependant, sa taille réduite, (jusqu'à l'échelle du millimètre), impose de fortes contraintes interactionnelles en entrée comme en sortie. Il apparaît donc nécessaire de proposer de nouvelles techniques d'interaction et de nouveaux critères qui prennent en compte le facteur de forme et les différents contextes d'utilisation. Il semble aussi intéressant de déterminer si de potentiels utilisateurs accepteraient l'idée d'interagir avec leurs bijoux, et, le cas échéant, de déterminer quelles tâches seraient les plus importantes à leurs yeux.

[1] Le bracelet-montre, dont la fonction est ambiguë, sera considéré ci-dessous comme un bijou.

Nous présentons ci-dessous les résultats d'une enquête que nous avons réalisée sur les habitudes en matière de port de bijoux et sur les attentes des gens vis-à-vis de la joaillerie numérique interactive (JNI). Ensuite, nous rappelons les propriétés intéressantes des bijoux numériques pour l'interaction. Vient une revue de la littérature IHM courante visant à donner au lecteur un aperçu des techniques d'interaction qui ont été explorées dans les laboratoires.

2. ENQUETE

Cette enquête informelle, réalisée début 2011, visait à nous fournir un premier éclairage sur (1) la fréquence d'usage des divers bijoux classiques, (2) l'intérêt des utilisateurs pour les bijoux numériques et (3) les tâches qu'ils souhaiteraient pouvoir accomplir avec ce type de technologie. 68 personnes de 19 à 52 ans dont 30 femmes (44%) ont répondu à notre questionnaire en ligne type Google Form, mis en circulation sur les réseaux sociaux. Notre échantillon, où les étudiants (40%) et les cadres (24%) sont surreprésentés, tout comme l'informatique en tant que domaine d'activité (35%), ne nous permettra pas de faire des inférences fines sur la population française. Nous nous contenterons d'observer des tendances.

2.1 Bijoux classiques

79% des sondés ont déclaré porter au moins un bijou quotidiennement. La Figure 1 illustre la fréquence du port d'un bijou en divers endroits du corps. Sans surprise, la différence entre les deux sexes est marquée, le bijou étant nettement plus souvent de mise chez les femmes. Les bijoux d'oreilles, très populaires chez celles-ci, n'ont été presque jamais mentionnés par les hommes. Quel que soit le sexe, observons que les bijoux utilisés sont typiquement en contact direct avec la peau, et presque jamais fixés aux vêtements.

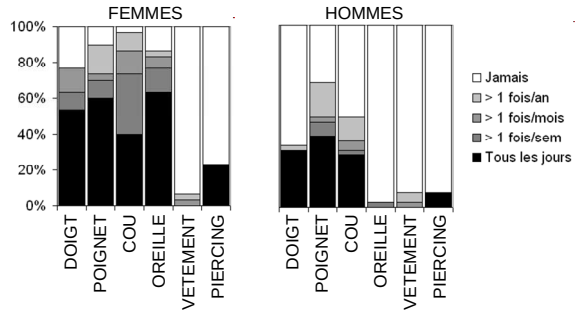


Figure 1 Fréquence du port de bijoux à divers endroits corporels, séparément pour les femmes et les hommes (noter que la boucle d'oreille est classifiée séparément du piercing).

Le pourcentage de sondés déclarant avoir le poignet occupé de manière quotidienne était de 60% chez les femmes (une montre ou un bracelet) et de 39% chez les hommes (typiquement une montre). Les chiffres correspondants étaient de 53% vs. 32% pour le doigt et de 40% vs. 29% pour le cou. Si l'on laisse de côté le cas unique de la boucle d'oreille, une vieille tradition féminine dans nos cultures, les résultats sont compatibles avec l'idée que les préférences vont vers les bijoux qui se fixent sans percement. Notons qu'une caractéristique commune aux divers bijoux portés au doigt, au poignet et au cou est leur topologie torique : un peu d'élasticité, ou un mécanisme de fermeture, permet une fixation par encerclement aisément réversible.

2.2 Intérêt à l'égard des bijoux numériques

20 répondants (30%) avaient connaissance de la joaillerie numérique, seulement trois (4%) en possédant un exemplaire—dans les trois cas une montre-téléphone. 60% des sondés, et 74% de ceux qui portent déjà régulièrement des bijoux, se sont déclarés intéressés, les hommes (66%) semble-t-il plus que les femmes (53%), même si ces dernières portent des bijoux plus fréquemment. La plupart des répondants ont indiqué que la taille et l'accessibilité des bijoux étaient leurs principales préoccupations, en précisant souvent qu'un bijou doit rester agréable à l'oeil: « ils doivent cacher leurs composants électroniques ». Les personnes non-intéressées (40%) par les bijoux numériques ont souvent noté une possible redondance avec les smartphones, certaines insistant sur l'idée qu'un bijou ne doit pas avoir d'autre fonction que décorative.

2.3 Tâches possibles

S'agissant des taches qui, dans un contexte de mobilité, pourraient être réalisées demain avec des bijoux numériques, nous avons proposé un ensemble de 18 scénarios (dont la téléphonie, la consultation de contenu multimédia, les jeux), chacun d'eux devant être noté de 1 (sans intérêt) à 5 (très intéressant), sans considérations de faisabilité. Une question ouverte permettait de suggérer d'autres tâches.

Les résultats ne différant significativement entre les sexes pour aucun scénario, nous considérerons les scores moyens pour l'ensemble de l'échantillon. Le scénario lecteur MP3 (4,2/5) a été jugé le plus intéressant, suivi de carte de transport sans contact (3,8), de navigation GPS (3,8), de consultation et envoi de SMS (3,7 et 3,6), à égalité avec la fonction téléphonie. Parmi les idées suggérées, mentionnons l'utilisation du bijou numérique comme clé USB et comme télécommande.

3. ETAT DE L'ART

Les bijoux numériques qui attirent le plus l'attention en IHM sont les colliers [4, 5, 7, 9, 10], les montres [1, 2, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16] et les anneaux [3, 4, 9, 11]. Comme nous l'avons noté, il s'agit dans les trois cas d'objets à la topologie torique faciles à fixer et à retirer, mais ces trois localisations ne sont pas équivalentes selon les critères de la visibilité pour l'utilisateur et de l'accessibilité manuelle.

3.1 Visibilité de l'objet pour l'utilisateur

Les emplacements habituels des bijoux correspondent aux parties du corps qui sont les dernières à être couvertes quand la température baisse. Un bijou, en effet, est un élément décoratif ayant vocation à être visible pour l'entourage. Mais lorsque le bijou devient numérique, l'importance de la visibilité de l'objet du point de vue du porteur s'accroît. Or cette visibilité va grandement dépendre de sa localisation sur le corps, comme l'ont souligné Harrison et al. [7]. Ces auteurs ont mesuré des performances de détection de stimuli visuels sur l'avant-bras, le poignet, le haut du torse, l'épaule, la hanche, la cuisse et le pied, dans des situations reproduisant les conditions de la vie diurne normale. Les données confirment que les régions les plus visibles sont l'avant-bras, puis le poignet et le haut du torse. Pour l'épaule, la hanche, la cuisse et le pied, les détections étaient beaucoup plus lentes (d'un facteur 2 à 6), l'explication étant que ces localisations sont non seulement moins visibles mais aussi moins regardées par l'utilisateur. Il y a donc toute raison de s'intéresser, pour l'étude de la JNI, aux localisations usuelles de la joaillerie classique.

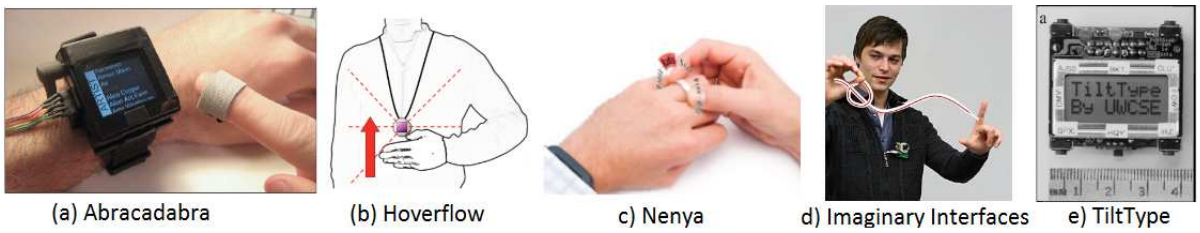


Figure 2 : Techniques d'interaction proposées dans la littérature

Le fait que les bijoux classiques occupent des positions bien visibles pendant la plupart des activités de la vie quotidienne (travail, déplacement…), ce qui permet une meilleure visualisation des informations affichées par le système.

3.2 Accessibilité pour la main

Pour qui veut interagir avec son bijou, la possibilité d'atteindre facilement l'objet avec la main est cruciale. Ashbrook et al. [2] ont étudié l'impact de la localisation corporelle sur le temps d'accès au dispositif. Ces auteurs ont comparé trois sites corporels, le poignet, la hanche et la poche, dans deux conditions de mobilité, état stationnaire vs. marche. Indépendamment de la condition, ils ont trouvé un temps d'accès moyen de 2,8 s pour le poignet, ce temps s'élevant à 4,6 s pour la poche et à 5,5 s pour la hanche. L'avantage considérable du poignet s'explique en bonne partie par le fait que l'objet peut être atteint et utilisé sans avoir besoin d'être enlevé de son logement (la poche par exemple). Le fait d'être exposé en permanence, et donc accessibles sans action préalable de récupération, constitue certainement un atout précieux du bijou numérique comparativement au smartphone.

Kim et al. [9] se sont intéressés aux localisations corporelles préférées des utilisateurs pour activer des commandes simples sur un baladeur numérique (par exemple, lecture/pause). Le collier, la montre et l'anneau figuraient parmi les treize ordinateurs portés (wearable computers) pris en considération dans l'étude. Les résultats indiquent que ce sont les localisations où l'on fixe des bijoux qui étaient le plus souvent citées, la montre en particulier apparaissant toujours en premier ou second choix. Ainsi les bijoux jouissent de qualités objectives de visibilité et d'accessibilité qui ne semblent pas échapper à leurs futurs utilisateurs.

4. INTERACTION AVEC DES BIJOUX NUMERIQUES

L'interaction avec les bijoux numériques, en particulier l'interaction gestuelle, constitue un défi majeur en raison de la miniaturisation de la surface d'entrée. Nous essayons d'abord de caractériser le problème, puis nous évoquerons les solutions existantes.

4.1 Problèmes pour l'interaction

La taille réduite des bijoux numériques introduit des problèmes redoutables d'entrée d'information. Faute de place, le clavier physique ou virtuel, même restreint (clavier téléphonique classique à 12 touches) est exclu pour l'entrée de texte. L'absence d'écran tactile, ou leur taille miniature sur un bracelet-montre, interdit l'interaction gestuelle au contact du dispositif. Par exemple, la montre Linux d'IBM [12] offre un écran tactile qui ne discrimine que quatre positions du doigt. Un problème récurrent de l'interaction sur écran tactile est le *fat finger problem* [16], qui affecte l'entrée tout autant que la sortie : non seulement le doigt occulte la région du contact mais il est difficile de déterminer pour le système le point précis du pointage, l'utilisateur n'ayant lui-même qu'une idée approximative de ce qu'il fait [8]. Une solution envisageable est le contact *derrière* le dispositif [4]. Une autre possibilité est l'interaction vocale, qui présente l'inconvénient d'être souvent difficilement praticable, notamment dans les lieux publics, dès lors que le bruit ambiant devient trop élevé ou que l'utilisateur a besoin de confidentialité.

L'interaction gestuelle semble donc particulièrement prometteuse. Nous placerons dans une première catégorie les gestes de l'utilisateur par rapport au dispositif, le bijou numérique jouant le rôle du référentiel—comme avec un smartphone mais cette fois sans la nécessité d'un contact ; dans l'autre, nous mettrons les mouvements propres du bijou numérique (en fait, de la partie du corps auquel il est fixé) qu'il va enregistrer dans le référentiel du monde.

4.2 Interaction par rapport au dispositif

Ici le dispositif est le référentiel du mouvement. La plupart des techniques proposées en JNI se font sans contact avec le bijou. Pour analyser les mouvements manuels à proximité du dispositif et par rapport à lui, on peut utiliser une caméra vidéo ou encore un magnétomètre [6].

4.2.1 Pointage

Dans Abracadabra (Figure 2-a) [6], l'utilisateur porte une montre, munie d'un magnétomètre, et un aimant sur le doigt de l'autre main. L'aimant modifiant le champ magnétique à proximité du magnétomètre, il devient possible de déterminer la position du doigt par rapport au dispositif. Cette technique résout le *fat finger problem* [16]: se déployant dans un volume, le geste n'est plus affecté par la surface étriquée du dispositif ; d'autre part, il n'y a plus d'occultation.

4.2.2 Sélection de commandes

Hoverflow (Figure 2-b) [10] propose d'ajouter des capteurs infrarouges sur une montre ou un pendentif comme capteurs de proximité : il est alors possible de détecter des translations autour du dispositif. WristCam [15] utilise aussi une caméra, sur une montre, qui détermine pour chaque doigt s'il est plié ou non. Cette technique a l'avantage d'être mono-manuelle et plus discrète que les techniques précédentes.

4.2.3 Dessin

Imaginary Interfaces [5] (Figure 2-d) est un pendentif avec une caméra permettant de capter le mouvement des mains de l'utilisateur dans un plan 2D. Il permet de dessiner un plan pour guider une personne.

4.3 Le mouvement du dispositif comme procédé d'interaction

Dans notre seconde catégorie, c'est le dispositif lui-même qui est mis en mouvement dans l'espace 3D. Ce mouvement peut

être enregistré à l'aide de capteurs embarqués comme l'accéléromètre, le gyroscope ou la caméra vidéo.

4.3.1 Sélection de commandes

Nenya [3] (Figure 2-c) est un anneau que l'utilisateur peut faire tourner autour de son doigt, afin d'effectuer une sélection discrète parmi huit items possibles. La validation de la sélection se fait en faisant glisser l'anneau le long du doigt par translation.

Amft et al. [1] présentent un prototype de montre proposant des questions aux utilisateurs. Pour valider sa réponse, ce dernier doit alors effectuer une translation rapide sur l'axe vertical.

4.3.2 Entrée de texte

TiltType [13] (Figure 2-e) est une technique permettant d'entrer du texte en faisant de petites rotations du dispositif dans l'espace, lequel est fixé autour du poignet.

Le Tableau 1 résume notre classification en spécifiant, pour chaque type de bijou interactif, les dispositifs que nous avons considérés et le type d'interaction gestuelle qui a été proposé.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif

Article :	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	15
Montre	X	X		X		X	X	X	X		X	X	X
Anneau			X	X				X		X			
Collier				X	X		X	X	X				
Interaction autour				X	X	X			X				X
Mouvement du dispositif	X		X									X	

5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Notre enquête suggère que les utilisateurs sont prêts à utiliser la nouvelle technologie de la JNI pourvu que les bijoux numériques gardent l'apparence de bijoux. Outre leur faible poids, les bijoux numériques ont sur le smartphone l'avantage d'une exposition permanente et donc d'une idéale accessibilité. Fixés aux emplacements traditionnels que sont le doigt, le poignet et le cou, les bijoux numériques jouissent d'une accessibilité similaire. Leur visibilité est inégale, le collier étant à cet égard problématique.

Nous avons vu que deux grands types d'interaction gestuelle se développent dans le domaine de la JNI, selon que le bijou joue le rôle d'un référentiel du mouvement (sans contact) ou qu'il enregistre ses propres mouvements dans l'espace 3D. Dans les deux cas, le *fat finger problem* est évité. Cette dichotomie nous permet de suspecter que les potentialités du bracelet-montre et de l'anneau sont remarquables: capté par une bague ou un bracelet-montre, le mouvement de la main porteuse peut se déployer tout à fait librement dans l'espace naturel du geste.

Il ne s'agit pas de dire que les colliers sont sans promesses. Les chercheurs ont surtout considéré les possibilités offertes par le pendentif, sans s'interroger sur celles de la chaîne. Pourtant, une chaîne est aisément déformable [15] et elle peut être manipulée de multiples manières. Nous envisageons pour notre part d'ajouter des objets sur une chaîne déformable (perles, anneaux), qui pourraient eux-mêmes être déplacés et regroupés. Nous envisageons également d'augmenter les boucles d'oreille, des bijoux spécialement chéris par les femmes, mais peu étudiés dans la littérature IHM.

6. ACKNOWLEDGMENTS

Le travail présenté dans cet article a été financé par l'Institut Telecom, dans le cadre du programme Futur et Rupture.

7. REFERENCES

[1] Amft, O., Amstutz, R., Smailagic, A., Siewiorek, D., and Tröster, G. Gesture-controlled user input to complete questionnaires on wrist-worn watches. In Proc. of *HCII 2009*, Springer, 131–140.

[2] Ashbrook, D.L., Clawson, J.R., Lyons, K., Starner, T.E., and Patel, N. Quickdraw: the impact of mobility and on-body placement on device access time. In Proc. of *CHI 2008*, ACM, 219–222.

[3] Ashbrook, D., Baudisch, P., and White, S. Nenya : Subtle and Eyes-Free Mobile Input with a Magnetically-Tracked Finger Ring. In Proc. of *CHI 2011*, ACM.

[4] Baudisch, P. and Chu, G. Back-of-device interaction allows creating very small touch devices. In Proc. *CHI 2009*, ACM, 1923-1932.

[5] Gustafson, S., Bierwirth, D., and Baudisch, P. Imaginary interfaces: spatial interaction with empty hands and without visual feedback. In Proc. of *UIST 2010*, ACM.

[6] Harrison, C. and Hudson, S.E. Abracadabra: wireless, high-precision, and unpowered finger input for very small mobile devices. In Proc. of *UIST 2009*, ACM, 121–124.

[7] Harrison, C., Lim, B.Y., Shick, A., and Hudson, S.E. Where to Locate Wearable Displays? Reaction Time Performance of Visual Alerts from Tip to Toe. In Proc. of *CHI 2009*, ACM, 941-944.

[8] Holz, C., and Baudisch, P. 2010. The Generalized Perceived Input Point Model and How to Double Touch Accuracy by Extracting Fingerprints. In Proc. of *CHI 2010*, ACM, 581-590

[9] Kim, K., Joo, D., and Lee, K.-P. Wearable-object-based interaction for a mobile audio device. In Proc. of *CHI Extended Abstracts 2010*, ACM, 3865-3870.

[10] Kratz, S. and Rohs, M. Hoverflow: exploring around-device interaction with IR distance sensors. In Proc. of *MobileHCI 2009*, ACM.

[11] Miner, C.S. Pushing functionality into even smaller devices. *Comm. of ACM 44*, 3 (2001), ACM, 72-73.

[12] Narayanaswami, C., Kamijoh, N., Raghunath, M.T., et al. IBM's Linux watch, the challenge of miniaturization. *IEEE Computer 35(1)*, January (2002)

[13] Partridge, K. and Chatterjee, S. TiltType : Accelerometer-Supported Text Entry for Very Small Devices. In Proc. of *UIST 2002*, ACM, 201-204.

[14] Schwarz, J., Harrison, C., Hudson, S., and Mankoff, J. Cord input: an intuitive, high-accuracy, multi-degree-of-freedom input method for mobile devices. In Proc. of *CHI 2010*, ACM, 1657–1660.

[15] Vardy, A., Robinson, J., and Cheng, L.-T. The wristcam as input device. In Proc. of *ISWC 1999*, IEEE.

[16] Vogel, D. and Baudisch, P. Shift: a technique for operating pen-based interfaces using touch. In Proc. of *CHI 2007*, ACM, 657–666.