



Interfaces tangibles pour le cinéma interactif

Michael Lew

► To cite this version:

Michael Lew. Interfaces tangibles pour le cinéma interactif. 28ième conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine, Oct 2016, Fribourg, Suisse. pp.34-49. hal-01386437

HAL Id: hal-01386437

<https://hal.science/hal-01386437>

Submitted on 24 Oct 2016

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.

Interfaces tangibles pour le cinéma interactif

Michael Lew

lev studio sàrl
1205 Genève, Suisse
info@levstudio.com

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 '16, October 25-28, 2016, Fribourg, Switzerland.

Résumé

Cet article présente des principes de base pour la conception d'une interface destinée à manipuler l'image en mouvement. Après une discussion générale sur la communication homme-machine et le processus d'innovation, nous décrivons et comparons 6 projets réalisés entre 2001 et 2010 dans le domaine du cinéma computationnel.

Mots Clés

Conception d'interface; manipulation de la vidéo; montage vidéo; prototypage; processus d'innovation; technologies pour le cinéma.

Abstract

This article presents basic principles for the conception of an interface dedicated to manipulating the moving image. After a general discussion on human-machine communication and the innovation process, we describe and compare 6 projects realized between 2001 and 2010 in the field of computational cinema.

Author Keywords

Interface design; video manipulation; video editing; prototyping; innovation process; cinema technologies.

ACM Classification Keywords

H.5.2. [Information Interfaces and Presentation]: User Interfaces - Prototyping.



Figure 1 - Conséquences inattendues d'un mauvais design

Introduction

Dans cet article, nous décrivons six projets de cinéma interactif, réalisés entre 2001 et 2010, qui impliquent la conception d'interfaces originales matérielles et logicielles pour la manipulation de l'image en mouvement. Les trois premiers ont été conçus dans le cadre d'un laboratoire de recherche multidisciplinaire (MIT Media Lab Europe), tandis que les trois derniers ont été conçus dans le cadre d'un petit studio indépendant de design de médias interactifs (LEV STUDIO).

Office Voodoo, d'abord, fut présenté comme une installation interactive dans de nombreux festivals de cinéma [2, 6, 7]. *Live Cinema* est un outil, toujours en développement, pour le montage performatif de films sur le principe des ciné-concerts [3]. *CAS* est un échantillonneur vidéo multi-pistes pour les arts vivants. *Agony* est un spectacle de vidéodanse basé sur la captation du mouvement. *Rousseau*, une vidéo-balade à travers la ville de Genève [5]. Enfin, le *tutoriel de guitare* est un prototype de didacticiel basé sur la vidéo interactive.

Cet article est structuré de la manière suivante : La section 1 est dédiée à la communication homme-machine; la section 2, à l'innovation industrielle. La section 3 décrit chaque projet, en mettant l'accent sur la solution de design adoptée. La section 4 est dédiée à une synthèse comparative des projets. Enfin, la section 5 offre une conclusion. L'appendice 1 passe en revue différentes modalités utiles au concepteur de nouvelles interfaces, tandis que l'appendice 2 propose une bibliographie thématique.

Faciliter la communication homme-machine

Dans sa thèse de doctorat, Lucy Suchman, décrivant la difficulté à utiliser un certain modèle de photocopieuses conçu par son employeur de l'époque (Xerox), a utilisé l'expression de *communication homme-machine*. De même, quand Gregory Bateson, après avoir soigné des vétérans de guerre en Californie, a élaboré sa théorie de la schizophrénie, il s'est basé sur le travail de logiciens pour trouver dans la richesse du langage humain les fondements permettant de clarifier et de résoudre des problèmes de communication (telle que la double contrainte) au sein de groupes humains tels que des familles, des entreprises ou des institutions. Les problèmes de communication sont fréquents ; en effet au sein des communautés humaines se développent sans cesse de nouvelles manières de s'exprimer, de transmettre des messages et de se faire comprendre. Bateson rappelle que le principal danger des erreurs de communication est celui des erreurs qui mènent à des disputes inutiles, nées d'un malentendu, et qui auraient pu être évitées. Face à une machine, la rage et la colère sont rarement utiles pour atteindre son but (voir Fig. 1), car en dépit des progrès de l'informatique affective et de l'intelligence artificielle, les machines d'aujourd'hui n'ont pas encore la capacité à ressentir ou à deviner l'état mental d'un utilisateur. Ce processus, qu'on désigne en sciences cognitives comme la *théorie de l'esprit*, fait l'objet de nombreux débats scientifiques, notamment en ce qui concerne son émergence chez les enfants au cours du développement.

La méthode employée par Suchman est de décrire tous les états possibles du photocopieur et d'imaginer des scénarios possibles pour une interaction réussie entre une machine et son utilisateur, dont notamment les

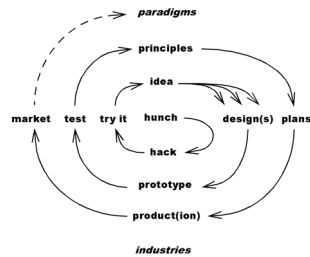


Figure 2 - La spirale de Verplank

manières pour la machine d'expliquer à l'utilisateur comment l'aider à se réparer ou à s'alimenter en papier ou en encre, quand il s'agit d'opérations (souvent mécaniques) qu'elle ne peut pas faire toute seule.

Dans le cas du design d'interfaces homme-machine, le concepteur fait appel autant que possible à l'intuition de l'utilisateur. Une interface intuitive doit permettre à l'utilisateur d'arriver le plus facilement possible au but qu'il souhaite atteindre à l'aide de l'outil qu'il s'est procuré. Du point de vue de l'utilisateur, l'utilisateur devrait (idéalement) pouvoir comprendre tout ce que peut faire la machine, en d'autres termes ses *affordances*, tandis que la machine devrait (idéalement) pouvoir comprendre l'intention de l'utilisateur afin de pouvoir le servir le mieux possible.

L'ergonomie et le confort d'utilisation font parties des objectifs du designer. En revanche la facilité d'usage reste un point controversé. En effet, pour beaucoup d'usages professionnels, il y a une limite aux possibilités de simplifier : certaines interfaces ne peuvent pas être simples. Pour être utilisées, ces dernières peuvent demander une formation poussée ou ne s'adresser qu'à des spécialistes, et leurs utilisateurs s'enorgueillissent de parvenir à les utiliser. Une bonne interface professionnelle doit donc permettre à l'utilisateur d'atteindre une dextérité, une virtuosité, à l'utilisation de cet objet ou de cette machine. Là réside la différence entre un interrupteur de lampe, et un stradivarius.

Contexte et problématique

Le point de départ de cette quête a été l'évènement «Extreme Interfaces» organisé au Media Lab Europe en Irlande en 2002. Le Media Lab Europe a été, comme l'Interaction Design Institute d'Ivrea, un laboratoire de recherche européen éphémère créé par le MIT avec le gouvernement irlandais, afin de dynamiser l'innovation au sein de l'Union Européenne. Fidèle à la tradition du MIT Media Lab, la méthode de ce laboratoire était basée sur le principe «demo or die», qui exige que ses chercheurs produisent en 3 mois de travail une démo fonctionnelle d'une nouvelle idée, d'un nouvel objet technique. La méthode du Royal College of Art, elle, consiste à présenter par une maquette ou une vidéo un nouveau principe ou concept, sans nécessairement exiger de construire un prototype véritablement fonctionnel.

Le mot d'ordre de cet évènement était de repenser l'informatique, en tentant de passer outre l'influence de la bureautique qui avait dominé l'industrie durant la première génération d'ordinateurs personnels, et notamment de repenser les interfaces homme-machine (IHM) standards de ces ordinateurs que sont la souris et le clavier. De ces bricolages disruptifs allaient naître de nouveaux paradigmes d'interaction et des germes de nouveaux produits industriels commercialisables, selon la spirale de Verplank (voir Fig. 2).

Travaillant moi-même au sein du groupe de Glorianna Davenport sur le futur du cinéma, j'ai suivi le mouvement scandinave de la nouvelle informatique proposé par Bo Dahlbom et Lars Erik Holmquist. Ce dernier, dans sa thèse de doctorat, suggère que l'on peut faire mieux que l'interface graphique (GUI), les menus et les curseurs (WIMP), décrits et formalisés par

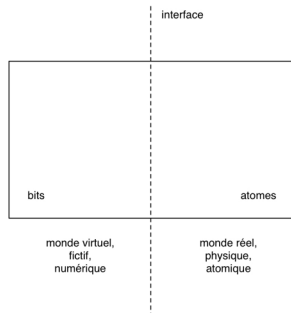


Figure 3 - Une interface permet d'établir une correspondance entre le monde des atomes et celui des bits

Shneiderman ; il y propose une métaphore qui consiste à «casser l'écran». Faisant référence sans le savoir à la figure de style littéraire décrite par les narratologues français qu'on appelle la métalepse, Holmquist évoque le fantôme qui consiste à passer d'un côté à l'autre de l'écran, comme dans *La Rose Pourpre du Caire* de Woody Allen, où un acteur de cinéma se retrouve dans la salle parmi les spectateurs, ou au contraire, comme dans *Tron*, quand un utilisateur peut pénétrer physiquement à l'intérieur d'un monde fictif, virtuel ou fait de bits. La réalité augmentée par exemple permet de faire apparaître un personnage virtuel dans le monde réel, tandis que les interfaces tangibles au contraire permettent à l'utilisateur de modifier un monde virtuel par la manipulation d'objets bien réels.

6 projets de cinéma interactif

Tous les projets décrits dans cette section sont en lien avec le cinéma, la vidéo ou encore l'image en mouvement, soit des inventions dérivées du fameux Cinématographe des frères Lumière. Il s'agit de nouvelles interfaces homme-machine pour manipuler l'image en mouvement. Le matériau de base de tous ces projets est l'image filmée, ce qui n'inclut pas le dessin animé ni l'image de synthèse [4]. Ils s'inscrivent dans la ligne de recherche de Glorianna Davenport sur les outils de montage et sur le cinéma narratif interactif [1].

Tous les projets présentés ici permettent de contrôler des vidéos qui sont visualisées soit sur des tablettes ou smartphones, s'il s'agit d'un usage individuel, soit sur des écrans de projection de type cinéma, si l'utilisateur est un professionnel qui travaille pour un public. Les

vidéos comportent généralement une bande-son synchronisée.

Office Voodoo (2001)

Ce projet de sitcom interactif avait comme objectif de jouer sur l'idée que des spectateurs, par leurs manipulations, auraient un pouvoir de suggestion sur les états émotionnels des acteurs d'un film qu'ils pourraient commander à distance. Une contrainte de base était de travailler avec de vrais comédiens et sans image de synthèse. Cette installation interactive est pour deux personnes qui doivent y jouer en même temps.

Nous avons utilisé la méthode de design «Wizard of Oz» pour ce projet. Cette méthode consiste à créer un prototype de l'interface non fonctionnel, à l'état de maquette, et de soumettre des utilisateurs à ce prototype, pour observer leur comportement. Ayant choisi d'utiliser des poupées «voodoo» représentant clairement les personnages du film, nous avons remarqué que le spectateur exprimait ses émotions sur la poupée (colère, frustration, désir..) mais aussi qu'il tentait de remédier physiquement à un problème du personnage sur la poupée, comme on le ferait avec une vraie personne (le consoler s'il pleure, lui taper sur le dos s'il s'étrangle, le secouer s'il est sur le point de s'endormir, etc.).

Afin de mesurer les actions de l'utilisateur sur les poupées, nous y avons placé des accéléromètres (ADXL202 de chez Analog Devices) pour mesurer l'agitation et les types de mouvements dans l'espace. La Nintendo Wii et les smartphones utilisent également ce genre de capteurs. Quant à la force appliquée par l'utilisateur, elle est mesurée par des RSF (résistances



Figure 4 - *Office Voodoo* est une installation de cinéma interactif



Figure 5 - Les interface de jeu sont des poupées vaudou

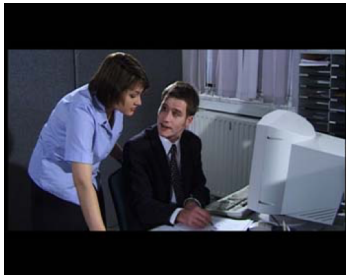


Figure 6 - Image extraite du film



Figure 7 - Aperçu général de l'interface «Live Cinema»

sensibles à la force) placées dans les poupées que tiennent les spectateurs. Elles sont utilisées à des fins thérapeutiques dans des robots personnels tels que le Huggable, et permet notamment de mesurer le degré de frustration de l'utilisateur.

Pour donner un retour immédiat à l'utilisateur, les yeux des poupées sont des LEDs. Elles indiquent à l'utilisateur quand il peut interagir ou non (en effet de nombreux moments du film ne sont pas interactifs). Ce choix de design s'est avéré ne pas être clair pour les utilisateurs, et il fallait le leur expliquer : quand les yeux clignotent, on peut interagir, alors que quand les yeux cessent de clignoter, il faut regarder le film et on ne peut plus interagir.

Il y a aussi des moteurs vibreurs dans les poupées, comme on en trouve dans beaucoup de manettes de jeu. Nous les avons utilisés pour informer le spectateur en plein jeu qu'il a trouvé un point chaud (ou «hotspot») lors de l'exploration des états émotionnels des personnages.

Le concept de *poupée vaudou* en tant qu'interface n'est pas nouveau. Jeffrey Pierce a proposé cette métaphore pour déplacer des objets en réalité, mais il s'agissait d'objets virtuels et non physiques, une extension de la notion d'icônes aux mondes virtuels immersifs en 3D. L'idée d'utiliser une vraie poupée pour contrôler des personnages de synthèse a été proposée par Michael Patrick Johnson avec les équipes de Bruce Blumberg et Aaron Bobick au MIT Media Lab, avec la notion d'*interface sympathique*, après une demo montrée à Siggraph en 1998 (*Swamped!*). Nous avons étendu ce principe, en représentant, à l'aide d'un objet physique, une entité virtuelle ou fictive (ici un personnage de

fiction). En informatique tangible, certains chercheurs désignent ces objets physiques comme des *phicônes* (icônes physiques), ouvrant la voie aux interfaces utilisateur *tangibles* et *saisissables*.

Le psychanalyste britannique Donald Winnicott a étudié le rôle joué par les jouets durs ou mous qu'il appelle *objets transitionnels*. Par leur maniabilité, ces objets anthropomorphiques qu'on peut tenir entre les mains ou dans les bras présentent des affordances qui rappellent le bébé ou l'animal domestique.

Live Cinema (2003)

Le projet «Live Cinema» s'est inscrit dans la problématique générale d'évaluer et d'observer l'évolution des outils de montage pour le cinéma dans une perspective historique, notamment les projets essayés mais abandonnés. Ici le but du projet était de concevoir un outil pour faire du VJing ou «live cinema». Il s'agissait de permettre à un réalisateur ou à un monteur d'assembler un film en direct, devant un public.

C'est avec le VJing et la «club culture» que s'est développée cette forme artistique. La contrainte de temps réel en postproduction existait déjà, dans le cas des régies de télévision, mais pas au cinéma. Et dans les deux cas cette régie est généralement invisible ; on peut en apercevoir une partie si on assiste aux enregistrements d'émissions de télévision, mais elle reste généralement hors-cadre pour le public. Notre choix d'opter pour la visibilité est né de l'observation des instruments de musique anciens tels que la guitare ou la flûte, dont le mécanisme est visible.

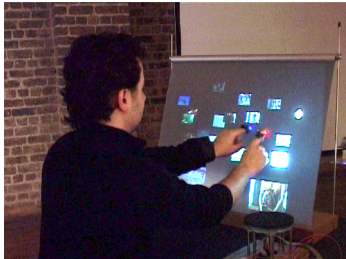


Figure 8 - Grand écran tactile translucide

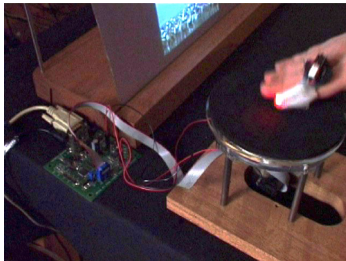


Figure 9 - Platine vidéo et dés à coudre lumineux (ici rouge)

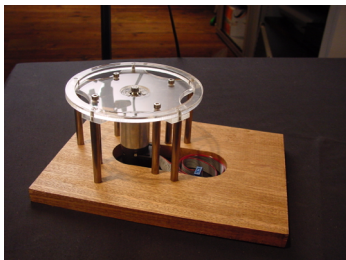


Figure 10 - Platine vidéo sans son revêtement en kevlar

On souhaitait disposer d'un grand écran tactile translucide et de platines vidéo qui permettrait au public d'observer le travail du VJ et de ses manipulations : navigation dans une archive vidéo, sélection des clips, détermination des points d'entrée et sortie, adaptation de vitesse, scratching, etc. Pour plus de détails techniques, voir [3]. La détection de la position des doigts sur l'écran est effectuée en portant des dés à coudre de couleur lumineux, alimentés sur batterie.

Cassinelli a développé un système fonctionnant sans marqueurs, mais pour un seul doigt. Notre système permet d'utiliser autant de doigts que nécessaire, il est donc multi-touch. Il permet de détecter l'approche d'un doigt (événement de type «hover»), et le toucher proprement dit (événement de type «clic»).

Avant de le construire, nous avons expérimenté avec des tablettes graphiques et des surfaces multi-touch, qui mesuraient notamment la force exercée (ce qui n'est pas le cas de notre système). Sur son grand écran, l'opérateur voit passer devant lui, comme sur un tapis roulant circulaire, des nuages de clips qui sont regroupés par thèmes. Quand il voit un clip qui l'intéresse, il peut l'attraper et le faire glisser sur un des deux visualiseurs au bas de l'écran. Chaque visualiseur est associé à une espèce de tourne-disque, qui est programmé pour pouvoir contrôler différents paramètres des séquences vidéo, comme la timeline par exemple, afin de pouvoir scratcher des séquences vidéo comme les DJs le font avec des disques de 33 tours.

Notre choix final de design a été de concevoir des platines de montage dont l'arbre est équipé

d'encodeurs optiques de rotation, permettant de mesurer très précisément les mouvements rotatoires manuels de l'opérateur. De plus, les arbres sont montés sur des moteurs Maxon, afin de permettre un retour moteur et des effets haptiques. Ceci permet au monteur de sentir physiquement, à travers le toucher, la vitesse de lecture d'une séquence vidéo : si celle-ci est jouée au ralenti, le disque tourne lentement ; si elle est jouée en accéléré, le disque tourne vite. Avec le logiciel max/msp/jitter, nous avons fait des expériences consistant à enregistrer et à rejouer des manipulations non-linéaires de la vidéo, soit des séquences temporelles de scratching.

Enfin, les disques de montage peuvent aussi être utilisés comme des instruments de percussion, car ils contiennent des microphones. Quand on tape dessus, on coupe d'un flux à l'autre, ce qui permet de monter des images en rythme avec de la musique.

Ce dispositif a été conçu pour permettre l'improvisation d'un spectacle audio-visuel, en collaboration avec un orchestre ou des musiciens, en utilisant uniquement des séquences pré-enregistrées (l'idée de filmer le public en direct a été explorée, mais non retenue).

Computer-assisted schizophrenia (2004)

Ce projet (et le suivant) s'inscrivent dans le développement de technologies pour les arts de la scène.

Le principe de ce projet est de pouvoir offrir à des danseurs et des acteurs un échantillonneur vidéo multi-pistes, opérable à la main en temps réel, sur scène, que ce soit en présence d'un public de spectateurs durant une représentation, ou seulement en répétition.



Figure 11 - Pédales d'effets utilisées sur scène par les guitaristes

Dans le domaine de la musique surtout, depuis l'invention des amplificateurs et des guitares électriques, il est devenu très courant d'avoir recours à des pédales d'effets. Ces interfaces, utilisables entièrement avec les pieds, permettent au musicien d'activer ou de désactiver des filtres (réverbération, flanger, délai...), mais aussi d'enclencher et d'arrêter des enregistreurs (échantillonneurs) (voir Fig. 11).

Le nom du projet vient d'une interprétation ludique du terme «schizophrénie», dans le sens de «personnalité multiple», car il permet au performeur de multiplier son image à l'écran, et effectivement de jouer plusieurs rôles à la fois.

Non sans rappeler l'environnement «Videoplace» de Myron Krueger, le performeur porte un gant «magique» qui permet au performeur de se voir sur l'écran, sans être vu lui-même du public directement, mais de préparer des mouvements à l'avance qu'il enregistre au fur et à mesure, et qui se superposent à l'écran. Ce genre de trucages a été utilisé notamment au cinéma sur pellicule par Buster Keaton («The Playhouse», 1921), à la télévision par Jean-Christophe Averty («Boîte à malices», 1973) ou en art vidéo par Pierrick Sorin.

Nous avons envisagé de réaliser cette interface sous la forme d'une pédale, mais il était souhaitable de ne pas encombrer le sol d'interrupteurs et autres déclencheurs. C'est pourquoi nous avons opté pour un gant. Le gant associe simplement à chaque doigt de la main (sauf le pouce) une piste vidéo qui peut avoir une durée maximale de 30 secondes. Quand une piste est sélectionnée, le système émet un son reconnaissable,

qui est une des notes de la mélodie du film *Rencontres du troisième type*.

Nous avons réalisé un premier prototype avec des capteurs de contact en cuivre (Fig. 12), puis un deuxième prototype où les capteurs sont intégrés à l'intérieur des gants (RSFs). Une pression entre le pouce et le doigt choisi démarre l'enregistrement, qui s'arrête quand la pression est relâchée.

L'enregistrement vidéo tourne ensuite en boucle, les quatre couches étant superposées par incrustation (opération pixel par pixel de type XOR). L'information de contrôle est transmise du gant à l'ordinateur en Bluetooth.

Agony (2005)

Cette création de vidéodanse est née d'une rencontre avec la danseuse et chorégraphe Mié Coquempot (compagnie K622) au Japon, lors de la conférence NIME en 2004, où elle présentait un spectacle-démo avec le compositeur de musique Suguru Goto.

Elle souhaitait utiliser un nouveau système de captation du mouvement développé par Cyrille Henry et Thierry Coduys au sein de la structure parisienne «La Kitchen». Pour cela, elle a pu choisir dans un catalogue des capteurs, selon le type de gestes, de mouvements, et de positions du corps qu'elle souhaitait mesurer, et selon la partie du corps sur laquelle elle souhaitait poser le capteur. Les capteurs ont été intégrés à un costume conçu sur mesure par Didier Despin. Chaque capteur est relié à l'interface appelée Kroonde via une espèce de cordon téléphonique. La Kroonde accepte en entrée jusqu'à 16 capteurs analogiques qu'elle échantillonne à une fréquence de 200 Hz avec une résolution de 10 bits par échantillon. Le signal est



Figure 12 - Interface du projet CAS, pour acteurs et danseurs

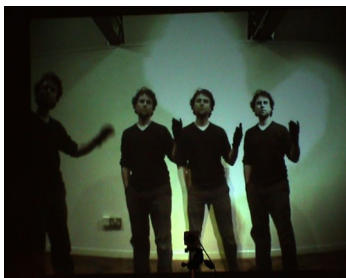


Figure 13 - Image test du projet CAS

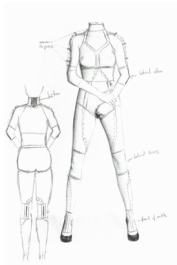


Figure 14 - Croquis du costume



Figure 15 - Costume contenant les capteurs



Figure 16 - Détail de la chevelure où se trouve l'émetteur HF

ensuite transmis sans fil à un récepteur où, avec max/msp/jitter, ces signaux sont filtrés.

Dans ce travail chorégraphique, il s'agit de donner du sens aux mesures reçues, puis de faire correspondre ces informations à des variations d'images, de sons et de lumières. Nous ne détaillons pas dans cet article les traitements de signaux nécessaires pour extraire de ces signaux bruts des valeurs subjectives telles que la qualité de mouvement ou d'autres critères définis notamment par Laban.

Le principe d'une telle interface est de faire réagir un opéra multimédia aux moindres mouvements d'une danseuse en solo. Dans le cadre de cette maquette co-produite à la Villette par le CNC, les mouvements du corps sont mesurés, amplifiés, échantillonnés, numérisés, transmis, filtrés puis traités, et enfin peuvent être assignés à un paramètre précis visible par le public, tel que la luminosité d'un tube fluorescent ou d'un projecteur à plan convexe (PC), ou la dominante de couleur d'une image vidéo.

Rousseau (2008)

Ce projet et le suivant ont été conçus sur le modèle des applications distribuées sur smartphone ou tablette via un «app store», entrant dans la catégories des IHM pour appareils mobiles.

Le projet «Rousseau» est une application grand public célébrant les 300 ans de la naissance du penseur et philosophe Jean-Jacques Rousseau, né à Genève en 1712, précurseur de la Révolution française. Il propose une balade à travers la ville de Genève sous la forme d'un vidéoguide géodépendant. Les coordonnées GPS sont l'information d'entrée principale utilisée par le

smartphone pour proposer au spectateur des vidéos qui correspondent au lieu visité.

Les contraintes du cinéma mobile (limitations de la taille de l'écran, de la bande passante et de l'espace disque) sont compensées par l'extraordinaire richesse de l'environnement réel dans lequel se trouve le spectateur, et le but d'une telle application artistique et touristique est d'encourager le visiteur à explorer et à (re-)découvrir des aspects du monde environnant.

Ici, l'interface c'est la ville. Les choix du spectateur lors de ses déplacements affectent l'ordre dans lequel sont présentés les clips et ses déambulations forment une trace qui, visualisée, est de l'art GPS. La structure narrative du film, notamment l'ordre de présentation des plans, dépendant du trajet emprunté, en fait un film interactif en surface, selon la terminologie que j'ai proposée dans [6]. Le rôle du moteur de montage est de garantir une cohérence et une continuité, si possible en respectant aussi un arc dramatique.

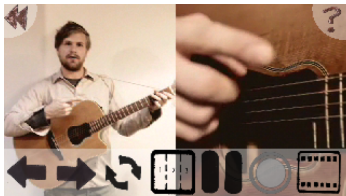


Figure 17 - Capture d'écran du prototype de tutoriel de guitare pour smartphone

Tutoriel de guitare (2010)

Cette application basée sur l'utilisation de vidéo interactive a comme objectif d'enseigner à jouer de la guitare. Elle a été développée lors d'un stage par Loan Verneau, avec OpenFrameWorks, en collaboration avec le jeune réalisateur Toben Seymour. L'application montre une vidéo d'un guitariste, et permet à l'utilisateur de voir des gros plans des mains du musicien, pour voir plus en détails comment il place ses doigts sur le manche, comment il appuie sur les cases de la touche, et comment il pince ou gratte les cordes

de l'autre main, pour produire du son.

Nous avons à disposition quatre flux vidéo synchronisés, consistant de plusieurs prises de vue de la même scène filmées simultanément à l'aide de plusieurs caméras. Un des flux est une séquence montée à partir des autres flux.

Nous avons décidé de placer des boutons transparents sur l'écran, qui permettent au spectateur de diviser l'écran en plusieurs parties, de mettre le film sur «pause», de choisir quel flux il désire regarder et de revenir au montage original par défaut (dit «linéaire»).

Discussion et synthèse

Les 6 projets décrits dans la section précédente répondent tous à la même problématique : celle d'explorer une base de données de plans (clips vidéo) déjà indexés et d'explorer leur contenu. En partenariat avec un moteur de montage, l'utilisateur va sélectionner un sous-ensemble de clips et, si c'est un utilisateur professionnel (projets 2, 3, 4), assembler dans le temps et dans l'espace ces clips, par montage ou par incrustation, pour les présenter directement à un public de spectateurs (voir Tableau 2).

Le projet 1 est une installation présentée en festival ou en centre d'art. Les projets 2, 3 et 4 sont présentés dans le cadre d'une salle de spectacle, avec un public.

Dans 2, le réalisateur est visible et fait ses manipulations devant tout le monde, en complicité avec un orchestre (ou seulement un DJ). Dans 3, le performeur principal apparaît à l'écran, mais n'est jamais vu directement. Dans 4, une danseuse porte des capteurs sur le corps, et ses mouvements, tout en

	1 - Office Voodoo	2 - Live Cinema	3 - CAS	4 - Agony	5 - Rousseau	6 - Tutoriel
utilisateur cible	tout public	prof.	prof.	prof.	tout public	tout public
Capteurs (entrée)	• RSFs • accéléromètres	• caméra • microphones • encodeurs • autres contrôleurs du commerce	• RSFs ou capteurs de contact	• Goniomètre optique • Gyroscopes • Clinomètre • Bouton	• GPS	• écran tactile
Actuateurs (sortie)	• vibreurs • DELs • affichage tête haute	• moteurs • moniteur	• son • moniteur			
taille de l'écran [cm]	60 x 80	2300 x 1400	170 x 300	170 x 300	8 x 15	8 x 15

Tableau 2 - Comparaison des projets

constituant l'essence même du spectacle, contrôlent l'image.

Les projets 1 à 4 utilisent des interfaces matérielles construites sur mesure. Tandis que les projets 5 et 6 doivent pouvoir être utilisés avec des appareils du commerce. Le projet 5 est site-specific, il se vit en plein air, en des lieux historiques, avec un smartphone. Le projet 6 est individuel, l'utilisateur peut l'utiliser sur appareil mobile dans sa chambre, pour apprendre à jouer de la guitare.

En résumé, les interfaces utilisées sont (par projet) :

- 1 - poupées vaudou tangibles électroniques
- 2 - écran tactile translucide, dés à coudre lumineux, platines de montage vidéo
- 3 - gant-échantillonneur
- 4 - réseau de capteurs disposés sur le corps
- 5 - smartphone avec module GPS
- 6 - smartphone/tablette avec écran tactile

Conclusion

Nous avons décrit 6 projets qui permettent de manipuler l'image en mouvement à travers la création d'interfaces homme-machine originales.

Remerciements

Mes remerciements vont à ma famille qui m'a soutenu tout au long de ces années de recherche, ainsi qu'à Glorianna Davenport, Mié Coquempot, Toben Seymour, Alvaro Cassinelli, Stefan Agamanolis, au Massachusetts Institute of Technology, au Gouvernement irlandais, au Fonds national suisse de la recherche scientifique et au Centre national français du cinéma et de l'image animée. A la mémoire de Carson Reynolds (1976-2013).

Bibliographie

1. Glorianna Davenport, et al. 2004. Retrieved September 14, 2016 from <http://ic.media.mit.edu/>
2. Michael Lew. 2003. Office Voodoo: a real-time editing engine for an algorithmic sitcom. In *ACM SIGGRAPH 2003 Sketches & Applications*, 1-1.
3. Michael Lew. 2004. Live Cinema: designing an instrument for cinema editing as a live performance. In *Proceedings of the 2004 conference on New interfaces for musical expression* (NIME 2004), 144-149.
4. Michael Lew. 2008. What is happening to the film form as the medium becomes computational ? Retrieved September 14, 2016 from <http://www.lev.ch/research/articles/>
5. Michael Lew. 2011. Rousseau 2012: Designing a historical location-based mobile cinematic game. In *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*. Retrieved September 14, 2016 from <http://www.lev.ch/research/articles/>
6. Michael Lew. 2015. Vers un cinéma interactif: Les mutations du documentaire à l'ère informatique. *Cahiers de Narratologie. Analyse et théorie narratives*. 28.
7. Bernard Perron. 2005. Le cinéma interactif à portée de main. In *The Five Senses of Cinema, Udine, Forum*, 447-457.

Appendice 1 - Modalités

Les joueurs de jeu vidéo le savent bien : pour agir sur un monde virtuel, il faut exprimer son désir soit sous la forme du langage naturel, soit sous la forme d'un langage de programmation, soit à l'aide d'un joystick ou en pressant des boutons, etc. Agir directement sur un monde virtuel comme on le fait dans le monde physique n'est pas possible : en d'autres termes il faut agir à travers une interface. Nous allons ici passer en revue différentes modalités qui permettent aujourd'hui de passer d'un monde à l'autre - du monde des bits au monde des atomes ou vice-versa (voir Tableau 1).

Interface neuronale

Entrée

Les interfaces neuronales directes permettent de mesurer directement l'activité du cerveau. Elles sont particulièrement utiles aux personnes paralysées ou atteintes du locked-in syndrome.

Sortie

La stimulation cérébrale profonde n'est encore pas bien comprise et est surtout utilisée pour traiter des troubles neurologiques tels que le Parkinson.

Interface visuelle

Entrée

De la simple photodiode qui mesure le niveau de lumière ambiant, à la caméra de haute définition, aujourd'hui il n'est pas rare de placer plusieurs caméras à des endroits différents pour capturer les mouvements de l'utilisateur.

Sortie

Probablement le canal le plus utilisé aujourd'hui, il n'est pas utile pour les personnes aveugles. Il permet à la machine de montrer des textes et des images,

généralement via un écran d'affichage. Du plus petit au plus grand, il va de la simple LED, ou de l'affichage LCD, à l'écran de cinéma, en passant par les visiocasques immersifs stéréoscopiques qui recouvrent tout le champ visuel [2]. Une critique importante des interfaces de la fin du XXème siècle émise par Buxton est qu'elles dépendent excessivement de cette modalité [4].

Interface auditive

Entrée

A l'aide d'un microphone et d'algorithmes de reconnaissance du langage naturel par exemple, une machine peut être sensible aux sons émis ou causés par un utilisateur.

Sortie

Une surface vibrante contrôlable telle qu'un haut-parleur permet de jouer des sons et de la musique, par extension de lire des textes par synthèse vocale. Pour plus de détails, voir [9].

Interface haptique

Entrée

On distingue les interfaces qu'on doit toucher (Tangible User Interface [17]) de celles qu'on peut prendre dans la main ou dans les bras (Graspable User Interface [7]).

Sortie

Pour créer dynamiquement l'illusion de relief dans les écrans tactiles, Ivan Poupyrev a expérimenté avec l'électrovibration [1]. A l'époque d'Interval Research, leur équipe haptique a étudié cette question pour le contrôle de médias [15].

Interface gestuelle

Entrée

Des produits commerciaux comme g-speak de Oblong ou le QB1 de Ozwe proposent des SOE (Spatial Operating Environment) qui sont des systèmes d'exploitation bâtis autour du geste de l'utilisateur. Conçu à la base pour le film «Minority Report», John Underkoffler a inventé un langage gestuel décrit dans ce brevet [18] qui repose sur l'utilisation d'une installation de motion capture assez lourde et coûteuse. Pranav Mistry a conçu une version plus simple et légère de ce principe, dans le laboratoire de Pattie Maes [12],

mais qui requiert de porter sur ses doigts des marqueurs de couleur. Le Theremin est un exemple d'instrument de musique électronique typique du XXème siècle basé entièrement sur des gestes effectués dans l'air, sans aucun contact physique.

Sortie

Catherine Pelachaud [14] et Justine Cassell [5] ont développé des personnages animés sur écran qui communiquent en faisant des gestes, et certains robots en sont capables.

type d'interface	neuronale	visuelle	auditive	haptique	gestuelle	corps entier	mobilité
entrée	électrode (interface neuronale directe)	photodiode, caméra (vision artificielle)	microphone (reconnaissance de la parole)	surface tactile (interprétation du toucher)	caméras, capteurs à porter	caméras, capteurs à porter, tapis ou balance	triangulation GPS ou 802.11, boussole
sortie	stimulation cérébrale profonde	LCD, LED, écran, affichage	buzzer, haut-parleur, écouteurs	moteurs, vibreurs	bras robotique, armature à retour de force	robot pour le sport, environnement immersif	transport robotisé
exemple d'interaction naturelle	théorie de l'esprit	faire un sourire	parler	faire une caresse	faire un signe de la main	danser	faire une promenade
ordre de grandeur [m]				JND 0.01	1	10	100

Tableau 1 - Modalités utiles pour penser la conception d'interfaces homme-machine

Interface basée sur le corps en entier

Entrée

Même si une grande partie des efforts humains a été déléguée à des bêtes, puis à des machines, et que nombre de tâches en usine ont été automatisées, la plupart des métiers de par le monde restent encore très physiques et demandent d'utiliser le corps en entier [6]. Le docteur en neurophysiologie Nikolai Bernstein a étudié le mouvement d'ouvriers et d'artisans en plein labeur, et son travail gagne à être mieux connu [11]. Un des objectifs du laboratoire sinlab [10] auquel l'auteur a participé est d'étudier scientifiquement le mouvement des acteurs, des danseurs, et par extension des sportifs.

Dans la catégorie des sports augmentés par ordinateur, il convient de mentionner la recherche de Florian Mueller, qui a introduit dans le champ de l'IHM la notion d'*interface d'effort*, soit qui demande un effort physique [13]. L'effort physique est une source de satisfaction et il serait faux de penser que le but des machines est d'en dispenser complètement l'homme. Le projet «Crank the Web» de Jonah Brucker-Cohen qui demande de tourner une manivelle pour télécharger un fichier est un exemple de cette nouvelle prise de conscience [3].

Sortie

Le tapis roulant omnidirectionnel fait partie des solutions développées pour permettre la *locomotion virtuelle* [16] dans les *environnements virtuels* [8].

Interface basée sur le lieu et la mobilité

Entrée

La plupart des smartphones d'aujourd'hui sont équipés d'un module GPS permettant d'obtenir la latitude et longitude de l'utilisateur, s'il le permet, à une résolution (pour les applications civiles) d'environ 50 mètres.

Dans ce genre d'applications, le principe est que l'emplacement dans l'espace modifie l'expérience. Quand des médias se déclenchent selon la position sur Terre de l'utilisateur, on parle de services géodépendants.

Sortie

Les transports robotisés, sur terre, en mer ou dans les airs, permettent aujourd'hui de transporter un utilisateur d'un endroit à un autre.

Bibliographie

1. Olivier Bau, Ivan Poupyrev, Ali Israr, Chris Harrison. 2010. TeslaTouch: Electro vibration for Touch Surfaces. In Proceedings of the 23rd annual ACM symposium on User interface software and technology (UIST '10), 283-292.
2. Mark Bolas, Ian McDowall. 2016. Retrieved September 14, 2016 from <http://www.fakespacelabs.com/>
3. Jonah Brucker-Cohen. 2014. Networked Interactive Objects and Interface Design. In *The Routledge Companion to Remix Studies*, 432.
4. William Buxton. 1986. There's more to interaction than meets the eye: Some issues in manual input. In *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*, 319-337.
5. Justine Cassell. 2000. *Embodied conversational agents*. MIT Press.
6. David England. 2011. *Whole body interaction*. Springer.
7. George W. Fitzmaurice, Hiroshi Ishii, William A. Buxton. 1995. Bricks: laying the foundations for graspable user interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (CHI '95), 442-449.

8. Kelly S. Hale, Kay M. Stanney. 2015. Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications. CRC Press.
9. Thomas Hermann et al. 2011. *The sonification handbook*. Logos.
10. Jeffrey Huang, et al. 2012. Retrieved September 14, 2016 from <http://www.sinlab.ch/>
11. Michael Lew. 2012. Bipedal locomotion in humans, robots and avatars : a survey. EPFL Research Lab Technical Report. Retrieved September 14, 2016 from <http://www.lev.ch/research/articles/>
12. Pranav Mistry, Pattie Maes, Liyan Chang. 2009. WUW - Wear Ur World : a wearable gestural interface. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - extended abstracts* (CHI '09), 4111-4116.
13. Florian Mueller, Stefan Agamanolis, Rosalind Picard. 2003. Exertion interfaces: sports over a distance for social bonding and fun. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (CHI '03), 561-568.
14. Catherine Pelachaud. 2009. Studies on gesture expressivity for a virtual agent. *Speech Communication* 51, 7: 630-639.
15. Scott Snibbe et al. 2001. Haptic techniques for media control. In *Proceedings of the 14th annual ACM symposium on User interface software and technology* (UIST '01), 199-208.
16. James Templeman. 2000. Performance based design of a new virtual locomotion control. Naval Research Lab, Washington DC.
17. Brygg Ullmer, Hiroshi Ishii. 1997. The metaDESK: models and prototypes for tangible user interfaces. In *Proceedings of the 10th annual ACM symposium on User interface software and technology* (UIST '97), 223-232.
18. John Underkoffler, Kevin Parent, Kwindla Kramer. System and method for gesture based control system. U.S. Patent 7,598,942, Filed February 8, 2005, issued October 6, 2009.

Appendice 2 - Bibliographie thématique

Interaction homme-machine (général)

1. Lars Erik Holmquist. 2000. *Breaking the Screen Barrier*. Ph.D Dissertation. Göteborg University, Sweden.
2. Ben Shneiderman. 1982. Direct manipulation: A step beyond programming languages. *ACM SIGSOC Bulletin* 13, 2-3: 143.
3. Ben Shneiderman et al. 2016. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Pearson.
4. Lucy Suchman. 2007. *Human-machine reconfigurations: Plans and situated actions*. Cambridge University Press.

Psychologie

5. Gregory Bateson, Don D. Jackson, Jay Haley, J. Weakland. 1956. Toward a theory of schizophrenia. *Behavioral science*, 1, 4: 251-264.
6. William W. Gaver. 1991. Technology affordances. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (CHI '91)*, 79-84.
7. James Jerome Gibson. 1977. The theory of affordances. In *The ecological approach to visual perception*. Psychology Press.
8. Carson Jonathan Reynolds. 2001. *The sensing and measurement of frustration with computers*. S.M. Thesis. Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, MA.
9. Donald Woods Winnicott. 2005. *Playing and reality*. London : Routledge.

Embodiment

10. Rolf Pfeifer, Alexandre Pitti. 2012. *La révolution de l'intelligence du corps*. Manuella éditions.

Interfaces utilisateur tangibles

11. Heather Knight. 2008. *An Architecture for Sensate Robots: Real Time Social Gesture Recognition using*

a Full Body Array of Touch Sensors. M.Eng. Thesis. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.

12. Ana Paiva, Rui Prada, Ricardo Chaves, et al. Towards tangibility in gameplay: building a tangible affective interface for a computer game. In *Proceedings of the 5th international conference on Multimodal interfaces (ICMI '03)*, 60-67.
13. James Patten, Hiroshi Ishii. 2007. Mechanical constraints as computational constraints in tabletop tangible interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (CHI '07)*, 809-818.
14. Brygg Ullmer, Hiroshi Ishii, Dylan Glas. 1998. mediaBlocks: physical containers, transports, and controls for online media. In *Proceedings of the 25th annual conference on Computer graphics and interactive techniques (SIGGRAPH '98)*, 379-386.

Geste

15. Nicolas Nova, Timothée Jobert. 2009. Intuitivité et incorporation des interactions gestuelles chez les utilisateurs de jeux vidéo. In *Proceedings of the 21st International Conference on Association Francophone d'Interaction Homme-Machine*, 213-221.
16. Stéphane Perrin, Alvaro Cassinelli, Masatoshi Ishikawa. 2004. Gesture recognition using laser-based tracking system. In *Proceedings of the 6th IEEE international conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, 541-546.

Narratologie

17. Nitzan Ben-Shaul. 2008. Hyper-narrative interactive cinema: Problems and solutions. Rodopi.
18. Gérard Genette. 2004. *Métalepse. De la figure à la fiction*. Paris: Ed. du Seuil, coll. Poétique.
19. Brenda Laurel. 2014. *Computers as Theatre*. Addison-Wesley.

Arts vivants

20. Thierry Coduys, Cyrille Henry, Arshia Cont. 2004. Toaster et Kroonde. In *Proceedings of the 2004 conference on New interfaces for musical expression* (NIME '04), 205-206.
21. Sarah Fdili Alaoui, Frédéric Bevilacqua, Bertha Bermudez Pascal, Christian Jacquemin. 2013. Dance interaction with physical model visuals based on movement qualities. *International Journal of Arts and Technology*, 6(4), 357-387.
22. Myron Krueger. 1983. *Artificial reality*. Addison-Wesley.
23. Mia Makela. 2008. The practice of live cinema. *ARTECH 2008*, 83.

Appareils mobiles

24. David Crow, Pengkai Pan, Lilly Kam, Glorianna Davenport. 2003. M-Views: A System for Location-Based Storytelling. In *Proceedings of the 7th international conference on ubiquitous computing* (UbiComp '03).

Manipulation

25. William Buxton. 2016. Multi-touch systems that I have known and loved. Retrieved July 21, 2016 from <http://www.billbuxton.com/multitouchOverview.html>

Innovation

26. Bo Dahlbom. 1996. The New Informatics. *Scandinavian Journal of Information Systems* 8, 2: 3.
27. Glorianna Davenport, Lars Erik Holmquist, Maureen Thomas. 1998. Fun: A Condition of Creative Research. *IEEE Multimedia* 3, 10-15.