

Planifier le processus de conception centrée utilisateur

Comprendre et spécifier le contexte d'utilisation

Comprendre et spécifier les exigences utilisateurs et organisationnelles

Évaluer les solutions au regard des exigences personnelles

Produire des solutions de conception

INTERFACES 3D: CONCEPTION

Géry Casiez <http://www.lifl.fr/~casiez>
RVI Master 2 spécialité IVI – Université de Lille 1

Références

- 3D User Interfaces: Theory and Practice. Doug A. Bowman, Ernst Kruijff, Joseph J. Laviola, JR. Ivan Poupyrev. Addison Wesley (2005)
- Salvendy, G. (1997) The handbook of human factors and ergonomics, John Wiley and Sons
- Schneiderman, B. (1998) Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction, 3rd. edition, Addison Wesley

Introduction

- Dans les cours précédents:
 - ▣ étude des briques de base communes à beaucoup d'interfaces 3D: techniques de sélection, manipulation, navigation, périphériques entrées/sorties
 - ▣ La combinaison de ces techniques ne garantit pas d'aboutir à une interface
 - intuitive
 - facile à utiliser
 - appréciée sur des critères subjectifs

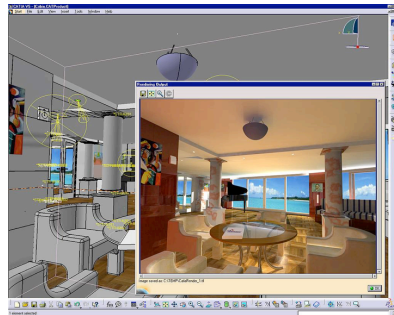
Introduction

- «The devil is in the details»
- D'une façon plus générale, beaucoup de règles de conceptions sont guidées par des principes généraux
 - ▣ capacités physiques
 - ▣ capacités psychiques
 - ▣ bon sens
 - ▣ règles empiriques

Introduction

5

- Règles de conception pour les interfaces 2D
 - concevoir des interfaces prenant en compte les capacités des utilisateurs
- L'ajout de la troisième dimension ajoute des défis supplémentaires



Conception centrée utilisateurs

6

- Considérer les utilisateurs et leurs besoins tout au long du processus de développement

Concept

7

- De beaux boutons, des menus et des animations ne suffisent pas à rendre un système utilisable
- Exemples de mesures possibles de l'utilisabilité
 - Temps d'apprentissage
 - Rapidité d'utilisation
 - Taux d'erreur
 - Facilité de mémorisation
 - Satisfaction subjective
- Au delà de l'interface
 - Séquence d'actions nécessaires pour accomplir une tâche
 - Adéquation entre le système et le contexte dans lequel il est utilisé

Concept

8

- Les utilisateurs finaux sont les mieux placés pour évaluer et influencer le développement d'un produit
- Si le produit final correspond à leurs besoins, envies et caractéristiques, il aura toutes les chances d'être adopté



Concept

9

- La conception centrée utilisateur impose que le développement du produit soit guidé par les besoins utilisateurs plutôt que les possibilités technologiques

Connaître les utilisateurs

10

- Identifier et comprendre quelles catégories d'utilisateurs vont utiliser le produit
 - Analyse de produits similaires pour voir quels types d'utilisateurs sont ciblés (concurrent ou complémentaire?)
 - Comprendre les choix adoptés par les concurrents en terme de conception
- Créer des scénarios qui décrivent la journée typique des utilisateurs
- Développer des produits en fonction des gens et de leurs capacités, pas des ordinateurs et leurs capacités
- Ne pas concevoir une application en fonction de ses besoins personnels mais en fonction des besoins des utilisateurs

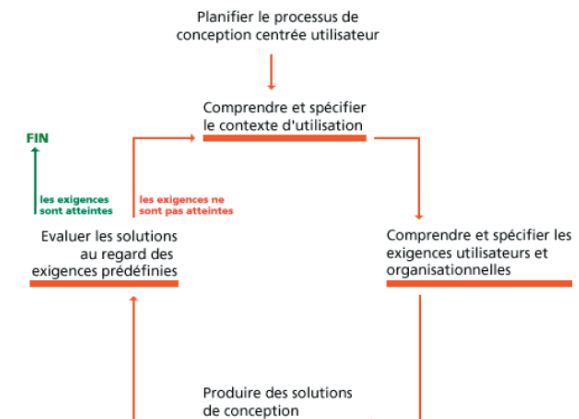
Norme ISO 13407

11

- 4 principes à satisfaire:
 - Préoccupation amont des utilisateurs
 - Participation active de ces utilisateurs
 - L'itération des solutions de conception
 - L'intervention d'une équipe de conception multi-disciplinaire

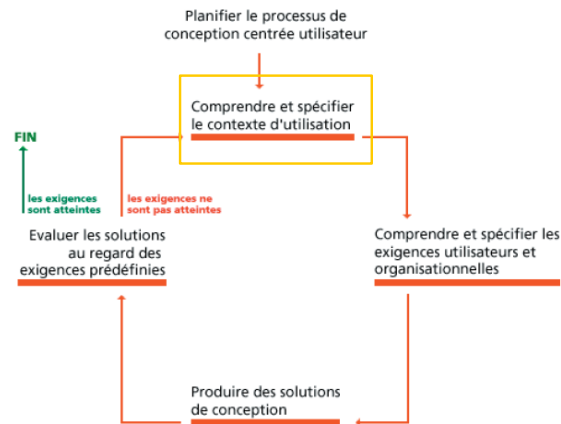
Etapes du processus de conception

12



Contexte d'utilisation

13



Connaissez vos utilisateurs

14

- ❑ Vous ne représentez pas nécessairement l'utilisateur moyen du système que vous développez
- ❑ N'attendez pas des autres qu'ils pensent ou se comportent comme vous le faites, ou comme vous aimeriez qu'ils le fassent
- ❑ Les pensées et le comportement des individus varient autant que leurs caractéristiques physiques
- ❑ Allez à la rencontre de vos utilisateurs!

Différences entre individus

15

- ❑ Il est rarement possible de concevoir un système qui convienne à tout le monde
- ❑ Exemples: longueur des lits, hauteur des portes, espace entre les sièges de train ou d'avion
- ❑ Il faut le plus souvent trouver un compromis...
- ❑ Erreur classique: concevoir le système pour la moyenne (on risque d'exclure la moitié de la population)
- ❑ Objectif à viser: 95% de la population (dommage pour les 5% qui ont les jambes trop longues)

Aller à la rencontre des utilisateurs...

16

- ❑ Comprendre la population cible et ses caractéristiques, ses buts et tâches
- ❑ Identification des utilisateurs finaux
- ❑ Identification des profils utilisateurs
- ❑ Observation, questionnaires

... et de leur environnement

17

- Puissance des machines
- Types de périphériques d'entrée et de sortie
- Bande passante
- Sécurité

Groupes d'utilisateurs

18

- Age
- Expérience antérieure avec des interfaces 3D
- Caractéristiques physiques
 - ▣ ex: Go-go
- Capacités perceptuelles, motrices et cognitives
 - ▣ Systèmes stéréo
 - ▣ capacité à raisonner et agir dans un environnement 3D

Diversité des contextes d'utilisation

19

- La conception d'interfaces dépend du contexte d'utilisation
- Différents critères d'utilisabilité suivant le contexte...

Ex 1: Interfaces pour systèmes critiques

20

- Contrôle de trafic aérien, réacteurs nucléaires:
 - ▣ Coûts importants, fiabilité élevée
 - ▣ Des périodes d'apprentissage importantes sont acceptables pour obtenir un système sans erreur
 - ▣ Mémorisation par une utilisation et des entraînements fréquents
 - ▣ La satisfaction est moins importante car les utilisateurs sont motivés

Ex 2: Interfaces pour le commerce et l'industrie

21

- Banque, contrôle de production, assurance, réservation, facturation
 - ▣ L'entraînement coûte cher, l'apprentissage doit être rapide
 - ▣ Rapidité et taux d'erreur dépendent du coût. La rapidité reste le critère le plus important pour beaucoup d'applications
 - ▣ Le degré de satisfaction est relativement important pour limiter le *burnout*

Ex 3: interfaces pour le bureau, la maison et les loisirs

22

- Logiciels de traitement de texte, messagerie, téléphones portables, jeux vidéos
 - ▣ Le choix des fonctionnalités est difficile compte tenu de la large gamme d'utilisateurs
 - ▣ Coût faible (concurrence)
 - ▣ La satisfaction utilisateur est très importante
 - ▣ La rapidité d'apprentissage est critique

Ex 4: systèmes exploratoires, créatifs et collaboratifs

23

- Systèmes de CAO, logiciels statistiques, systèmes de modélisation scientifique
 - ▣ Difficiles à évaluer compte tenu de la large gamme de tâches
 - ▣ Avec ces applications, l'ordinateur doit disparaître pour que les utilisateurs puissent être absorbés par leur tâche
 - ▣ Les tâches doivent être réalisées rapidement par manipulation directe avec des représentations du monde réel

Ex 5: *sociotechnical systems*

24

- Systèmes de vote, vérification d'identité...
 - ▣ Systèmes complexes impliquant de larges groupes d'individus sur de longues périodes
 - ▣ Différents groupes d'utilisateurs avec des niveaux d'expertise et des besoins variés
 - ▣ La sécurité de l'accès à l'information est critique
 - ▣ Fournir du retour d'information aux utilisateurs et des systèmes de vérification des actions

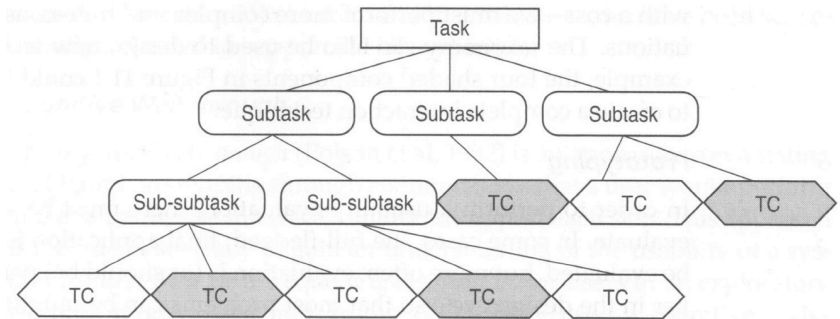
Analyse des tâches

25

- Quelles sont les tâches que vont effectuer les utilisateurs ciblés?
- Quelles sont les tâches critiques, les plus fréquentes, leur importance, durées et niveau de difficulté respectifs?
- Déroulement pas à pas de la complétion des tâches et de leurs inter-dépendances
- Comparaison à des produits existants pour en retirer les points positifs et négatifs

Analyse des tâches

26



Un peu de psychologie...

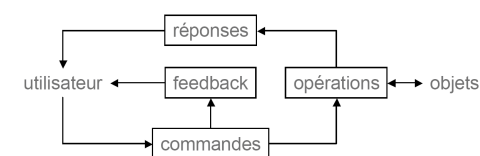
27

- Découvrir les modèles perceptuels et conceptuels

Modèles perceptuel et conceptuel

28

- Modèle perceptuel: modèle mental construit par l'utilisateur
- Modèle conceptuel: description et fonctionnement du système
- La distance entre les deux modèles détermine la performance (l'utilisabilité) du système



Modèle conceptuel : le bain

29

- Remplir une baignoire avec deux robinets eau chaude/froide
- Variables psychologiques
 - ▣ D = débit d'eau
 - ▣ T = température du bain
- Variables physiques
 - ▣ Dc, Tc = débit et température de l'eau chaude
 - ▣ Df, Tf = débit et température de l'eau froide
- Relation entre ces variables
 - ▣ $D = D_f + D_c$
 - ▣ $T = (D_c * T_c + D_f * T_f) / (D_f + D_c)$

Modèle conceptuel : le bain

30

- Problèmes typiques rencontrés par l'utilisateur:
 - ▣ Quel robinet est celui de l'eau froide?
 - ▣ Comment faire varier le débit (dans quel sens tourner)?
 - ▣ Comment refroidir en conservant le débit?
 - ▣ Comment diminuer le débit en gardant la température constante?
 - ▣ Comment évaluer le débit?
 - ▣ Comment évaluer la température?



Autre exemple

31

- Trous pour mettre ses doigts
- Lames pour couper
- Contraintes
 - ▣ Grand trou pour mettre plusieurs doigts
 - ▣ Petit trou pour mettre le pouce
- Modèle conceptuel clair: compréhension aisée du fonctionnement de l'outil



Modèle perceptuel

32

- L'utilisateur construit un modèle mental du système en se basant entre autres sur
 - ▣ Les *affordances* (relations naturelles) du système qu'il perçoit
 - ▣ Les liens de causalité qu'il perçoit
 - ▣ Les contraintes imposées par le système (ex: physiques)
 - ▣ Des correspondances perçues (ex: contraintes/objets)
 - ▣ L'expérience de systèmes similaires (*transfer effect*)
 - ▣ Des instructions reçues
- Ce modèle n'est pas nécessairement juste

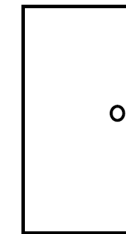
Encore de la psychologie: Le concept d'affordances

33

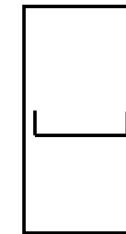
- Une *affordance* est « a property of the world that affords action to appropriately equipped individuals »
- Relation tri-partite: l'environnement, l'individu et ses actions
 - ▢ Importance du couplage perception action
- Exemples
 - ▢ Une chaise permet de s'asseoir
 - ▢ Un thermostat peut être tourné
 - ▢ Un bouton peut être pressé
 - ▢ Une porte peut être poussée ou tirée...

Exemple

34



Push or pull?

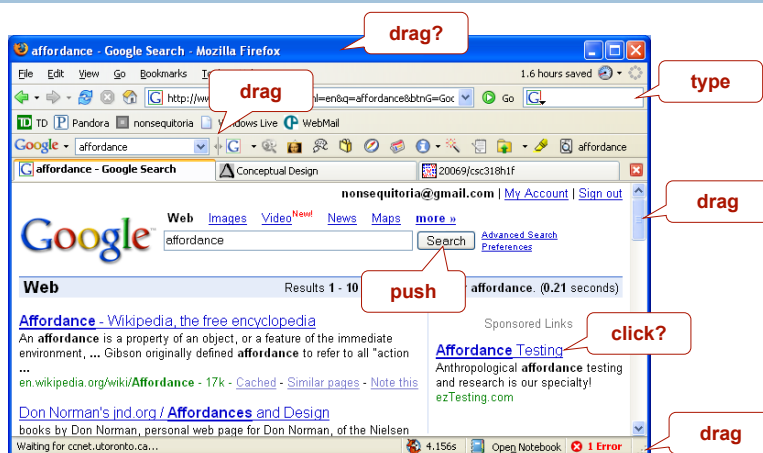


Which side?



Can only push,
side to push clearly visible

Affordance



Retour d'information

36

- Indiquer l'état dans lequel se trouve le système
 - ▢ Comprendre l'état du système
 - ▢ Comprendre les résultats d'une action
 - ▢ Comprendre l'état d'avancement d'une tâche



Retour d'information

37

- Visuel
- Auditif
- Haptique
- Substitution sensoriel

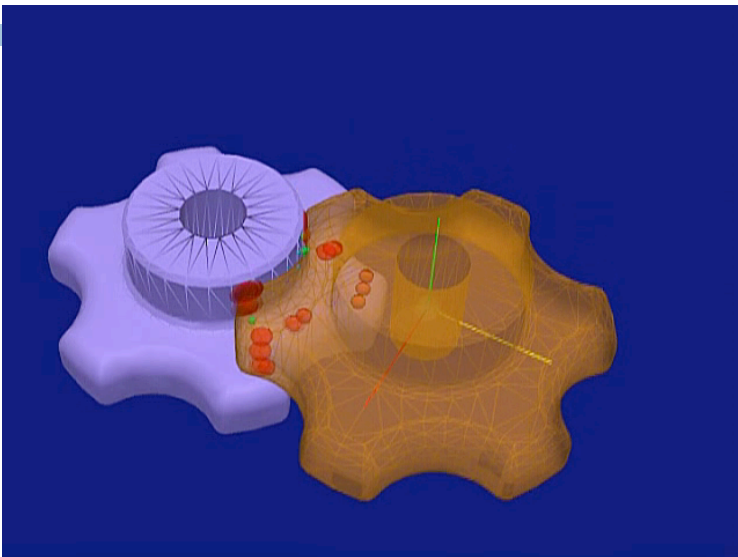
Retour d'information

38

- Cohérence des retours d'information
- Maintenir une cohérence spatiale et temporelle entre différents types de retours
- Cohérence spatiale
 - ▣ cohérence de direction: un objet doit bouger dans la même direction que le périphérique d'entrée
 - ▣ cohérence d'axe de rotation
 - ▣ cohérence de l'état initial
- Cohérence temporelle et latence
 - ▣ Latence fixe, latence variable

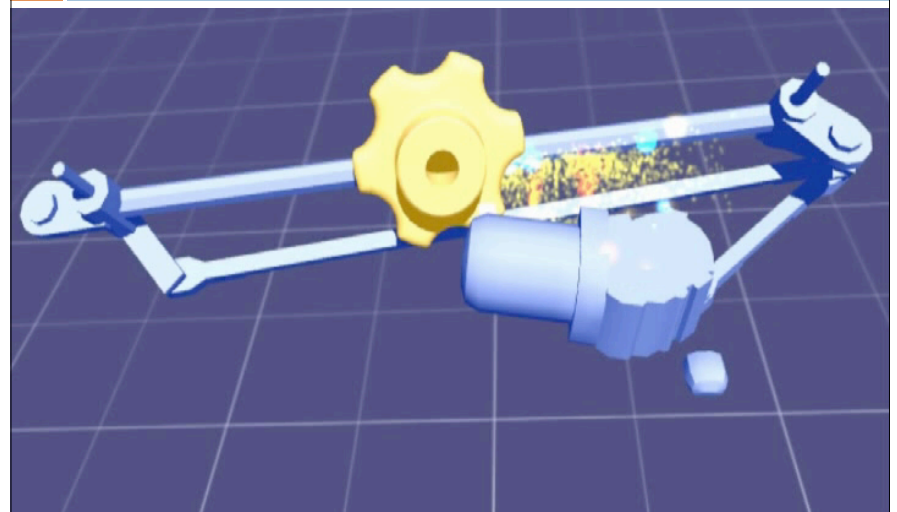
Retour d'information

39



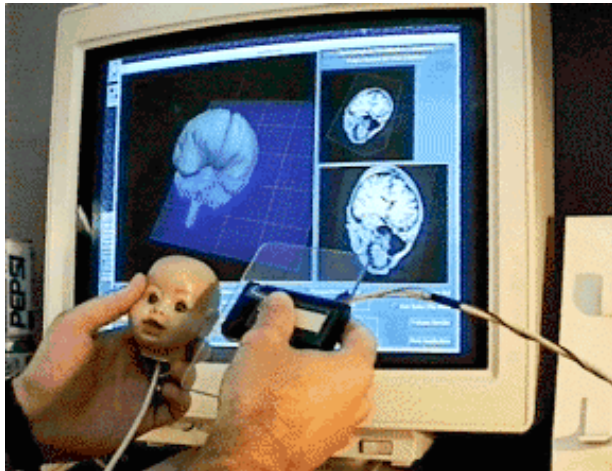
Retour d'information

40



Retour d'effort passif

41



Ajout de contraintes

42

- Contraintes physiques
 - ▣ Détection de collisions
 - ▣ Gravité
- Réduction du nombre de degrés de liberté de l'utilisateur
 - ▣ Rendre l'interaction plus facile
- Outils d'alignement dynamiques
 - ▣ grilles, lignes de guidage...
- Contraintes intelligentes
 - ▣ Prise en compte de la sémantique des objets

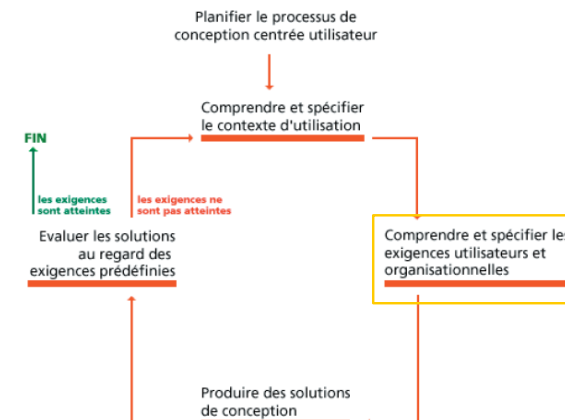
A l'issue de la première étape:

43

- Les tâches sont maintenant décrites et documentées
- Les documents de spécifications consistent en des descriptions précises des profils d'utilisateurs et des cas d'utilisation

Comprendre et spécifier

44



Objectifs d'utilisabilité

45

- Déterminer des exigences précises pour l'exécution des tâches
- Critères qualitatifs et quantitatifs
 - ▣ Temps d'exécution des tâches
 - ▣ Taux d'erreur
 - ▣ Nombre d'étapes nécessaires à la complétion des tâches
 - ▣ Vitesse d'apprentissage
 - ▣ Eventuel recours à une aide
 - ▣ Satisfaction des utilisateurs

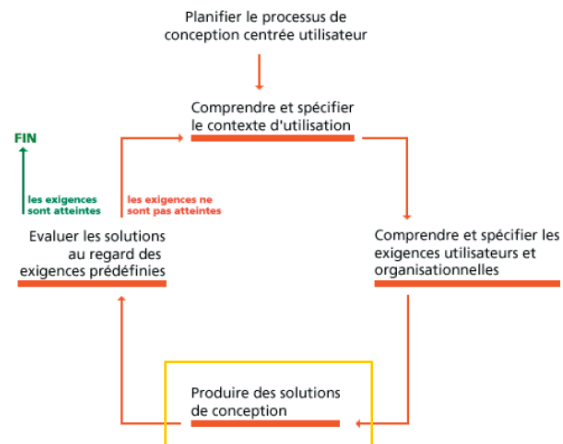
Ordonner

46

- Ordonner les exigences selon leur importance
- -> critères d'acceptation lors de tests utilisateurs

Produire des solutions

47



Produire des solutions

48

- L'ergonome se fonde d'abord sur son expertise et ses connaissances pour déterminer un éventail de choix possibles. Il teste ensuite ces options avec les utilisateurs pour définir la plus adaptée.

Design

49

- “The knowing is in the action. It is revealed by the skillful execution of the performance — we are characteristically unable to make it verbally explicit” [Schön 1983]
- A design activity can set in motion our intuitive and tacit knowledge accumulated through years of research and experience. Much of such valuable knowledge is not captured in existing theories and guidelines. Often, we are not aware that we possess it. Glass, for example, noted that actions of designers are often implicit and intuitive, defining intuition as “a function of our mind that allows it to access a rich fund of historically gleaned information we are not necessarily aware we possess, by a method we do not understand” [Glass 2006]

Produire des solutions

50

- Matérialiser les solutions afin de pouvoir les modifier en fonction des feedbacks utilisateurs
- Utilisation de prototypage rapide: réalisation de maquettes papier...
- Intérêt: itérations dans la conception

Connaissances générales sur les utilisateurs

51

- Critères généraux à prendre en considération lors de la conception

Le processeur humain

52

- L'individu est considéré comme un système de traitement de l'information composé de trois sous systèmes indépendants:
 - ▣ Sensoriel
 - ▣ Moteur
 - ▣ Cognitif

1. La vue

53

- Champ visuel de 180°
- Focus d'attention: acuité visuelle de 0.04mm à 50 cm (mais sur une toute petite zone)
- Cycle de base du processeur: 100 ms
 - 2 stimuli espacés de moins de 100 ms sont perçus simultanément (effet d'animation)
- perception de la couleur, du mouvement, de la profondeur
- perception périphérique: moins sensible aux couleurs, plus sensible aux mouvements

2. L'ouïe, le toucher

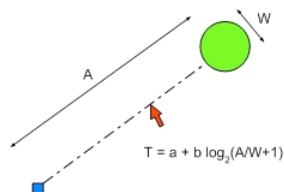
54

- L'ouïe
 - Très grande gamme de sensibilité
 - Localisation d'une source
 - Persistance dans la mémoire: 1500 ms
- Le toucher
 - Sens tactile, 6 types de récepteurs
 - chaud, froid, douleur, pression, toucher (2)
 - Sens proprioceptif
 - Configuration du corps dans l'espace donc perception de la forme d'un objet saisi
 - Sens kinesthésique
 - Perception de l'effort des muscles, donc de la résistance/poids d'un objet

3. Le système moteur

55

- Loi de Fitts (1954)
 - Valide pour périphériques isotoniques, élastiques et isométriques
 - Permet de comparer différentes techniques et périphériques d'interaction pour le pointage



3. Le système moteur

56

- Loi du mouvement canalisé (steering law)
 - $T = a + b A/W$
 - A:amplitude, W:largeur de la trajectoire

3. Le système cognitif

57

- Mémoire à court terme
 - ▣ Faible capacité (7 +/- 2)
 - ▣ Faible durée de stockage (10-30s)
- Mémoire à long terme
 - ▣ capacité infinie
 - ▣ durée de stockage illimitée
 - ▣ accès associatif

Mais à quoi ça sert?

58

- Temps de réaffichage
 - ▣ Effet d'animation si réaffichage < 1/10 s
- Suivi de la souris
 - ▣ Vitesse maximale de la main: 1 à 1.5 m/s
- Le chiffre magique 7+/-2
 - ▣ Nombre de commandes dans un menu pour qu'elles soient mémorisables
 - ▣ Dans une longue liste, on ne retient que le début et la fin

The single locus of attention (Raskin)

59

- Règle 1: la plupart des humains ne peuvent se concentrer que sur une seule chose à la fois
- Règle 2: Il faut jusqu'à 10 secondes pour se préparer à des tâches nécessitant une activité cognitive consciente, **temps pendant lequel on ne se rend pas compte du temps qui passe.**

Le Canon Cat

60

- Le Canon Cat (1987)



- *Exploitation of the single locus of attention*
 - ▣ Lorsqu'on l'éteignait, le Cat sauvegardait une image bitmap de l'écran au début du disque
 - ▣ Lorsqu'on le rallumait, le Cat chargeait l'image et l'affichait avant de charger le reste des données
 - ▣ Il faut 10 s à l'utilisateur pour changer de contexte et se préparer à la nouvelle tâche
 - ▣ Il en fallait 7 au Cat pour lire le reste du disque...

<http://oldcomputers.net/canon-cat.html>

A propos des représentations

61

□ Combien de « F »?

FINISHED FILES ARE THE RESULT OF YEARS OF SCIENTIFIC STUDY COMBINED WITH THE EXPERIENCE OF YEARS.

Trouver le mot *capacités*

62

Un système interactif est un système dont le fonctionnement dépend d'informations fournies par un environnement externe qu'il ne contrôle pas [Weg97]. Les systèmes interactifs sont également appelés ouverts, par opposition aux systèmes fermés - ou autonomes - dont le fonctionnement peut être entièrement décrit par des algorithmes.

L'Interaction Homme-Machine s'intéresse aux systèmes informatiques interactifs contrôlés par des utilisateurs humains. Du point de vue de la machine, l'humain a beaucoup de défauts : il est indécis, désordonné, inattentif, émotionnel, illogique [Nor94]. Mais il présente une grande qualité : sa capacité d'adaptation. Cette capacité d'adaptation a longtemps contribué à une vision du progrès centrée sur le développement des *capacités* technologiques de la machine et se désintéressant totalement de sa relation avec l'humain. A quoi bon se préoccuper de lui, puisqu'il s'adapte si bien à tout ce qu'on lui propose ? Le slogan de l'Exposition Universelle de 1933 illustre parfaitement cette vision : "la Science trouve, l'Industrie applique et l'Homme s'adapte".

Trouver le mot machine

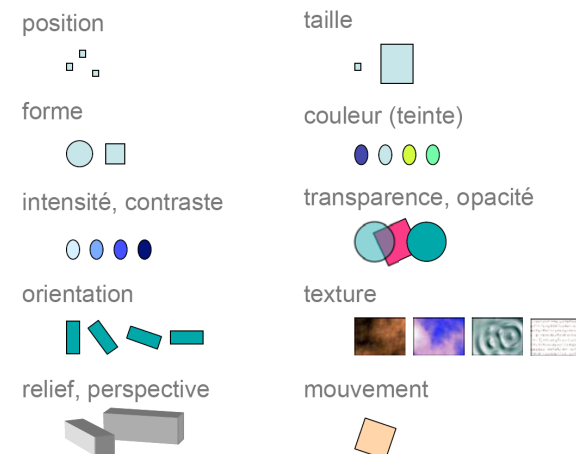
63

Le degré d'interactivité d'un système peut se *mesurer* au nombre et à la nature de ses échanges avec les utilisateurs. On peut ainsi dire que les *premiers* systèmes *informatiques* basés sur l'utilisation de cartes perforées et l'allumage de diodes étaient peu *interactifs*. L'*augmentation* de la *puissance* des ordinateurs a depuis permis l'avènement des interfaces graphiques et l'*exécution* parallèle de plusieurs tâches, deux éléments qui contribuent de façon *importante* à l'interactivité des systèmes actuels.

Confrontés à cette *interactivité* croissante des systèmes informatiques que nous utilisons, nous *observons* aujourd'hui les limites de la vision du *progrès* centrée sur la machine. La *progression* constante de la technologie se heurte *chaque* jour un peu plus au seuil de complexité au-delà duquel notre capacité d'adaptation ne suffit plus. De *nombreuses* fonctionnalités offertes par les systèmes actuels restent ainsi hors de notre portée. La *machine* nous paraît alors rigide, inutilement complexe, inadaptée à nos besoins et nous laisse un *sentiment* de frustration [Bux97].

Variables visuelles

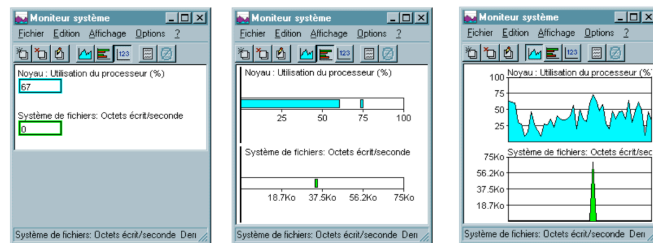
64



La meilleure représentation

65

- Ça dépend de ce que l'on cherche



Valeur précise

Comparaison avec
un maximum
précédent

Evolution dans le temps

Conception de prototypes

66

- Utiliser l'analyse de tâches pour créer un premier prototype
- Le prototypage doit être réalisé rapidement et a pour seul objectif d'améliorer la conception de l'interface
- Observer la réaction des utilisateurs
 - Limiter le champ de test aux points clés du produit. Focaliser sur les tâches
- Utiliser ces informations pour améliorer le prototype
- Réitérer jusqu'à obtenir un résultat satisfaisant

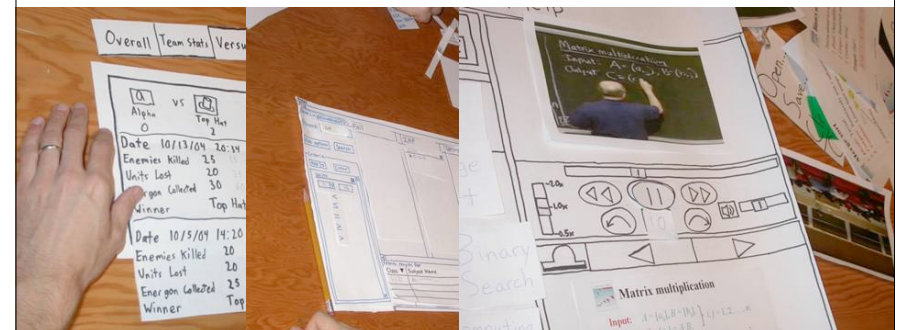
Degré de fidélité

67

- Les prototypes peuvent être classés selon leur degré de fidélité
 - Prototypes papier
 - Magicien d'Oz

Prototypage papier www.paperprototyping.com

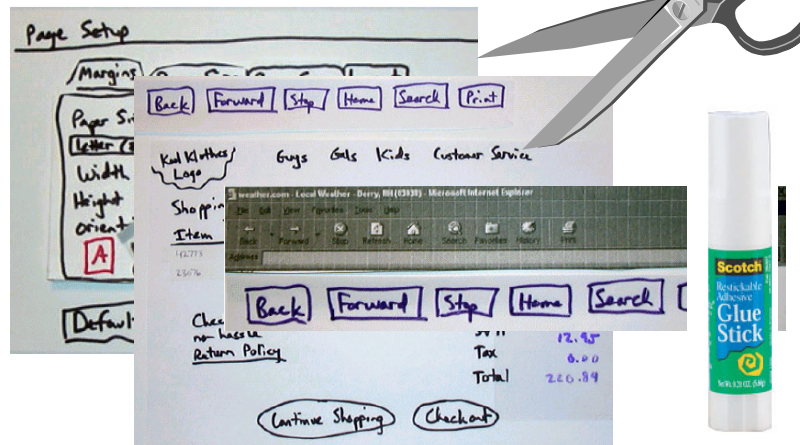
68



<http://groups.csail.mit.edu/graphics/classes/6.831/paper-prototypes/index.html>

Prototypage papier

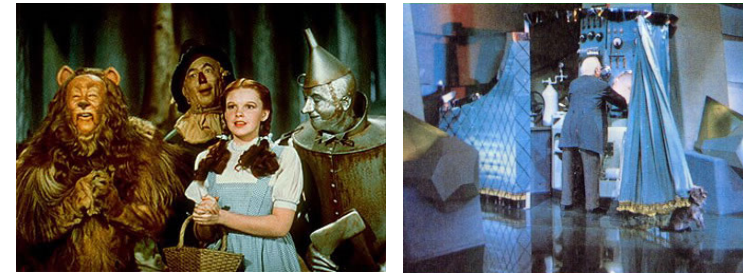
69



http://www.snyderconsulting.net/article_paperprototyping.htm

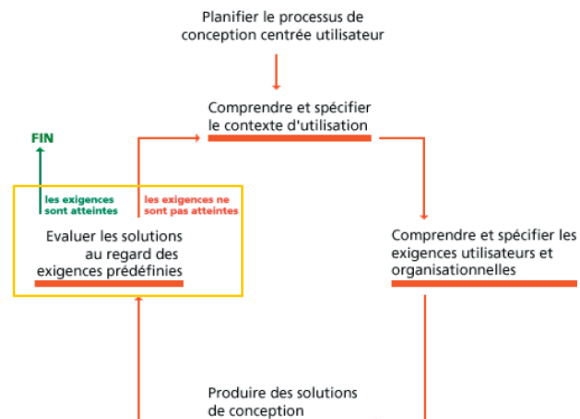
Magicien d'Oz

70



Evaluer

71



Evaluer

72

- Evaluer les solutions conçues en fonction des exigences
- Détecter les problèmes au plus tôt
- Réunions, questionnaires
- Mesure de performance
- Recueillir un feedback sur la solution développée dans le but d'améliorer la conception
- ordonner les défauts de conception selon leur importance, en fonction des objectifs d'utilisabilité définis précédemment

Méthodologie d'évaluation

73

- Expliquer le but l'évaluation. Ne pas expliquer ce qui est évalué! Expliquer que ce n'est pas le participant qui est testé mais le produit
- Penser tout haut (*Think-aloud*). Permet de découvrir le modèle mental de l'utilisateur
- Ne pas aider l'utilisateur!