

IHM: Un peu de psychologie

Olivier Chapuis
chapis@lri.fr

Plan

- 1 Introduction
- 2 Le processeur humain
- 3 L'approche expérimentale
- 4 Un Modèle de Tâches: Keystroke

Plan

- 1 Introduction
- 2 Le processeur humain
- 3 L'approche expérimentale
- 4 Un Modèle de Tâches: Keystroke

Action - Perception - Cognition

Psychologie "classique" (approche cognitiviste):

Perception \Leftrightarrow Cognition \Leftrightarrow Action

- tout commence par les sensations
- ces sensations sont traitées en fonction des souvenirs et des modèles mentaux de la réalité
- le tout résulte en une représentation symbolique du monde

Couplage action-perception

- Agir pour percevoir
 - Mouvements de la tête pour percevoir la profondeur
 - Palper pour percevoir la forme/texture d'un objet
- Percevoir pour agir
 - Ajuster les mouvements du bras pour saisir un objet

L'animal et l'environnement se définissent mutuellement

Exemples:

- Voyons-nous de la lumière en tant que telle?
non : nous voyons un feu, le soleil, une lampe
- Perception visuelle: Perception de flux optiques Extraction d'invariants
- direction du mouvement = point fixe du flux optique

"We are told that vision depends on the eye, which is connected to the brain. I shall suggest that natural vision depends on the eyes in the head on a body supported by the ground, the brain being only the central organ of a complete visual system"

J.J. Gibson

Capacités perçues directement des actions possibles sur un objet:
La forme, la taille, l'aspect de l'objet suggère ce que l'on peut faire avec

- Affordances "à la Gibson" - pas d'apprentissage préalable
- Affordances "culturelles" - résultent d'un apprentissage mais sont universelles au sein d'une culture

Exemples:

- une chaise permet de s'asseoir
- un thermostat peut être tourné
- Un bouton est fait pour être enfoncé
- Une poignée est faite pour être tournée

"Much of our everyday knowledge resides in the world, not in the head" – Norman, 1988

- 1 Introduction
- 2 Le processeur humain
- 3 L'approche expérimentale
- 4 Un Modèle de Tâches: Keystroke

L'individu est considéré comme un système de traitement de l'information composé de trois sous-systèmes interdépendants

- sensoriel (perception)
- moteur (action)
- cognitif

Vitesse de propagation du msg nerveux électrique 2 à 3 $cm.ms^{-1}$

Sensoriel: La vue

Champ visuel de 180°

Focus d'attention: Acuité visuelle de 0.04mm à 50cm (mais sur une toute petite zone)

Cycle de base du processeur: 100 ms

deux stimuli espacés de moins de 100 msec 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

Système moteur

Un mouvement est une suite de micro-mouvements (cycle ~ 70ms)

Temps de réaction: ~ 180 ms

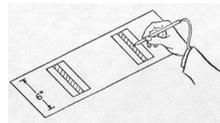
Modification du mouvement en fonction d'une information visuelle:
~ 100 ms

Pointage d'une cible, Loi de Fitts:

$$\text{Temps de Mvt} = a + b \cdot \log_2\left(\frac{D}{W} + 1\right)$$

D: Distance de la cible, W: taille de la cible,
a,b constantes empiriques

Temps de pointage typique : entre 0,5 et 1,2 seconde



Sensoriel: L'ouïe & Le toucher

L'ouïe

- Très grande gamme de sensibilité
- Entendre sans écouter Effet "cocktail-party"
- Effets de masquage Distance entre sources, Intervalle de fréquences
- Localisation d'une source
- Corrélation avec la localisation visuelle
- Persistance dans la mémoire 1500 msec

Le toucher

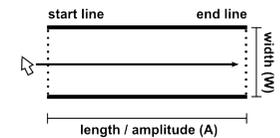
- Sens tactile, 6 types de récepteurs: Chaud, Froid, Douleur Pression, Toucher (2 sensibilités)
- Sens proprioceptif Configuration du corps dans l'espace, donc perception de la forme d'un objet saisi
- Sens kinesthésique Perception de l'effort des muscles, donc de la résistance/poids d'un objet

Système moteur

Loi du mouvement canalisé (Steering law):

$$\text{Temps de Mvt} = a + b \cdot \frac{A}{W}$$

A: amplitude, W: Hauteur de la trajectoire, a,b constantes empiriques



Bi-latéralisation (Guiard)

- Main non-dominante : situe le contexte
- Main dominante : agit dans ce contexte



Mémoire à court terme

- Mémoire de travail
- Faible capacité (7 ± 2)
- Faible durée de stockage (10-30s)
- Cycle de base: 70ms

Mémoire à long terme

- Capacité infinie
- Durée de stockage illimitée
- Accès associatif

Temps de réaffichage: effet d'animation si réaffichage $< 1/10$ sec

Périphérique de pointage: vitesse maximale de la main 1 à 1,5 m/sec

Utilisation d'Icônes sonores

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

Le Canon Cat (1987), décrit par J. Raskin



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

Exploitation of the single locus of attention

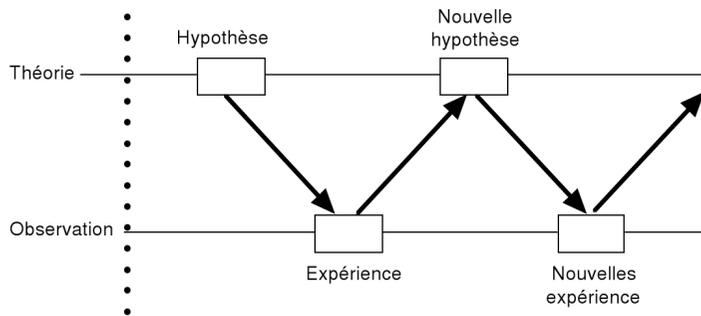
- lorsqu'on l'éteignait, le Cat sauvegardait une image bitmap de l'écran au début du disque
- lorsqu'on le rallumait, le Cat chargeait l'image et l'affichait avant de charger le reste des données
- il faut 10 secondes à l'utilisateur pour changer de contexte et se préparer à la nouvelle tâche (Card, Moran & Newell)
- il en fallait 7 au Cat pour lire le reste du disque...

Plan

- 1 Introduction
- 2 Le processeur humain
- 3 L'approche expérimentale
- 4 Un Modèle de Tâches: Keystroke

L'approche expérimentale

Faire des expériences conçus pour mettre à l'épreuve des Théories ou des Lois.



On ne peut pas montrer qu'une lois (une théorie) est vraie, on peut seulement essayer de la falsifier (mettre en défaut).

Expériences contrôlées

On fait des expériences pour mettre à l'épreuve des Théories ou des Lois. Exemples de lois en IHM:

- Le temps de pointage sur une cible est linéaire en $\log_2(\frac{D}{W} + 1)$
- Le temps nécessaire pour choisir entre N cibles est linéaire en $\log_2(N)$ (loi de Hick-Hyman)
- On pointe plus rapidement avec une souris qu'avec un touchpad

Mais aussi à un niveau plus pragmatique pour:

- Explorer une nouvelle technique d'interaction (cf. les techniques de pointages du cours 2 sur les interfaces graphiques)
- Choisir entre des alternatives de conception (menu classique vs marking menu, cf cours 1 Styles d'interaction)
- Étudier l'effet d'un facteur (e.g., nbr d'items d'un menu) sur une mesure (temps de sélection)

Expériences contrôlées: Souris vs Touchpad

Hypothèse: il n'y a pas de différence entre la Souris et le Touchpad

Facteurs:

- Périphériques: *Souris* et *Touchpad*
- Distance de pointage $D \in \{100, \dots\}$ & Largeur de la cible $W \in \{20, \dots\}$
- ... ?

Mesures

- Temps de mouvements
- Erreurs (cliques en dehors de la cible).

Faire effectuer des tâches de pointage à des participants humains.

Utiliser des statistiques pour voir s'il existe une différence *significative* entre la souris et le touchpad pour les mesures considérées

Expériences contrôlées

- On isole un petit nombre de **facteurs** pour les quels on veut mesurer des effets (on spécifie une(des) hypothèse(s))
- On choisit donc aussi des **mesures** (Temps, erreur, apprentissage)
- On construit une expérience pour obtenir des mesures en fonction des facteurs choisis (choix d'une tâche très précise à répéter avec les différents facteurs).
- On choisit un groupe d'utilisateur cohérent (ou bien on ajoute un facteur sur les utilisateurs)
- Alors, ou bien
 - Tous les utilisateurs passent toutes les conditions
 - Si cela n'est pas possible (e.g., effets d'apprentissages) on fait des sous-groupes qui passent chacun certaines conditions.
- On fait des statistiques ...

On a une forte validité interne, Mais ...

- Validité externe: L'expérience mesure-t-elle quelque chose de pertinent en dehors du laboratoire ?
- Les utilisateurs sont-ils typiques ?
- Les tâches sont-elles typiques ?
- L'environnement physique est-il différent ?
- L'influence sociale est-elle différente ?

- 1 Introduction
- 2 Le processeur humain
- 3 L'approche expérimentale
- 4 Un Modèle de Tâches: Keystroke

Keystroke (Card, Moran & Newell)

Décomposition en tâches élémentaires pour prédire le temps d'exécution.

Opérateurs

- K = frappe (keystroking) ou clique
- P = désignation (pointing)
- H = rapatriement de la main (homing)
- D = dessin (drawing)
- M = activité mentale (mental activity)
- R = temps de réponse du système (response time)

Keystroke: Temps

Evaluation expérimentale des temps d'exécution des différents opérateurs:

- K : 280 sec B(outon) : 100 sec
- P : loi de Fitts modifiée (entre 800ms et 1500ms sec, typ. 1100 ms)
- H : 400 ms
- D : $900*n + 160*l$ (n segments de longueur moyenne l)
- M : 1200 ms
- R : $\max(0, n-t)$ (n est le temps de traitement du système, t est le temps exploité par l'utilisateur)

Principale difficulté : placer les opérateurs M...

Keystroke: M = activité mentale

Règles pour le placement de l'opérateur M

- insérer M devant tous les K
- insérer M devant un P qui correspond à une commande (et pas à un argument)
- supprimer M si l'opérateur qui suit peut être anticipé (ainsi, PMK devient le plus souvent PK)
- si MKMK...MK constitue un mot, le transformer en MKK...K
- etc.

Le plus important: être cohérent !

Keystroke : exemple

Déplacement du curseur d'un traitement de texte

Méthode 1:

- prendre la souris
- la déplacer au point désiré
- appuyer sur le bouton

H(souris)P(pointer)K(clic)H(retour)

Insertion des opérateurs M: HMPMKH

élimination des opérateurs M superflus (anticipation):

M1: HMPKH (T1 = 3,45 sec)

Méthode 2:

- tant que le curseur n'est pas sur la ligne cible, taper Ctrl-n
- tant que le curseur n'est pas sur le mot cible, taper Esc-f

K(Ctrl) l*K(n) m*[K(Esc)K(f)]

Insertion des opérateurs M:

M2: MK l*K M m*[KK]

(T2 = 3,5 sec pour l = m = 1)

Comparaison des méthodes

- pour l = m = 1, T1 < T2
- si l'on omet le deuxième opérateur M dans M2, alors T1 < T2 pour l=0 et m > 5 ou pour l > 10 et m petit

Keystroke : problèmes

Pas de prise en compte du contexte

Pas de prise en compte des erreurs

Pas de prise en compte de l'apprentissage

Ceci dit, Keystroke nous oblige à penser à toutes les actions à effectuer, même les plus minimes, et donc à nous mettre à la place de l'utilisateur