

Ce document est réservé aux étudiants inscrits en 3^{ème} année de licence en Informatique à l'université Paris-Saclay. Toute copie ou diffusion est interdite sans l'autorisation de l'auteur.

Interfaces Interactives Avancées

Ouriel Grynszpan
Professeur, Université Paris-Saclay
LISN-CNRS
lisn.upsaclay.fr

Ce document est réservé aux étudiants inscrits en spécialité Robotique à Polytech'Paris-UPMC. Toute copie ou diffusion est interdite sans l'autorisation de l'auteur.

Principales fonctions neurocognitives

Fonctions cognitives

- Cognitus = connu en latin
- Activités internes servant à :
 - Acquérir des connaissances
 - Réguler les réponses externes
 - S'adapter à l'environnement naturel et social
- Processus interdépendants

3

Le mot cognitif dérive de la racine latine cognitus signifiant « connu ». Les fonctions cognitives sont un ensemble de processus permettant à l'individu d'acquérir des informations sur le monde extérieur, de réguler ses réponses en fonction de ses connaissances et de l'état présent de l'environnement, de s'adapter à l'environnement naturel et social. Il s'agit de processus interdépendants. Bien que dans la suite, je les présenterai de manière isolée, il faut garder à l'esprit qu'ils fonctionnent toujours en synergie. Ainsi, en ce moment, vous écoutez mon cours, ce qui signifie que vous prêtez attention à ce que je dis. Vous percevez et reconnaissez les informations verbales et visuelles que je vous transmets. Vous les traitez par rapport à vos connaissances antérieures et vous les insérez, au moins en partie, dans les réseaux de connaissances que vous possédez.

Dimensions cognitives

- Mémoire
- Attention
- Fonctions exécutives

4

Dans ce cours, nous nous concentrons sur 3 dimensions cognitives (Cf. ci-dessus).

Apprentissage

- Incorporation d'informations, émotions, savoir-faire
- Modification cérébrale :
 - Activité
 - Structure
- Mémoire = résultat de l'apprentissage

5

L'apprentissage est le fait d'enregistrer des informations et des états affectifs susceptibles d'influencer le comportement. Le cerveau modifie constamment sa structure pour mieux refléter les expériences vécues et se préparer aux expériences futures. L'apprentissage correspond donc à une incorporation d'informations, émotions et de savoir-faire qui se reflète dans les modifications cérébrales induites par ce processus.

La mémoire

- 1885 - Premiers travaux par Hermann Ebbinghaus
- Effets mis en évidence:
 - longueur de la liste d'items à apprendre
 - l'intervalle de rétention et le déclin de la mémoire
 - la primauté et la récence des items
 - la fatigue et le moment de la journée
 - l'empan de la mémoire à court terme

6

L'empan de la mémoire à court terme correspond à la capacité d'un individu à restituer dans l'ordre une série d'informations présentées une seule fois.

Les fonctions mnésiques

- Enregistrer en encoder l'information extérieure
- Stocker l'information
- Récupérer l'information stockée et encodée

7

La mémoire se caractérise par les capacités à collecter (encoder) l'information extérieure lors de l'apprentissage, stocker cette information, puis récupérer l'information stockée lors du processus de rappel.

Troubles de la mémoire

- Déficits de l'enregistrement :
 - Dépressions majeures
 - Utilisation de médicaments (BZD)
- Stockage, mise en mémoire :
 - Alzheimer
 - Encéphalite herpétique
 - Syndrome de Korsakoff
- Rappel :
 - Paralyse Supranucléaire Progressive

8

Il existe différents troubles spécifiques associés aux trois fonctions principales de la mémoire. Par exemple, l'enregistrement, qui est un processus attentionnel, est déficitaire dans le cas de dépressions majeures ou de l'utilisation de certains médicaments comme le BZD (Benzodiazépine qui est un médicament utilisé pour diminuer l'anxiété). La mise en mémoire est déficiente dans la maladie d'Alzheimer, l'encéphalite herpétique (virus Herpes simplex), ou le syndrome de Korsakoff. Les personnes atteintes de PSP (Paralyse Supranucléaire Progressive) ne parviennent pas à activer les stratégies nécessaires au rappel.

Facteurs influençant les fonctions mnésiques

- État d'éveil, vigilance, concentration
- Humeur, connotation affective de l'information
- Motivation
- Contexte environnemental de l'information

9

Le fonctionnement mnésique est lié aux autres fonctions cognitives, ainsi qu'à l'état général du sujet. L'attention (éveil, vigilance, concentration) influence les capacités d'enregistrement et de rappel de l'information. L'humeur et la connotation affective d'une information interviennent dans l'effort d'encodage de cette information. D'autres facteurs sont la motivation du sujet à se mémoriser l'information et l'environnement contextuel de l'information.

Propriétés de la mémoire

- Associative

- On retient mieux ce qui est lié à des connaissances antérieures

- Processus de reconstruction

- Souvenir \neq copie du réel
- Les souvenirs évoluent

10

Notre mémoire fonctionne de manière associative : on encode plus facilement des informations nouvelles lorsqu'on peut les lier à des connaissances déjà acquises. Le rappel mnésique est un processus de reconstruction : quand on se remémore un évènement par exemple, on réactive les régions sensorielles du cerveau qui sont impliquées dans le souvenir. Un souvenir n'est donc pas un cliché fidèle de la réalité.

Restitution mnésique

- Rappel:
 - Restitution active
- Reconnaissance
 - Décider si un item a déjà été rencontré

11

La restitution mnésique peut être réalisée selon deux modes : 1) En rappel « libre », où il faut faire l'effort pour trouver l'information en mémoire sans aide spécifique; 2) la reconnaissance où on doit simplement reconnaître des informations précédemment acquises parmi un ensemble d'informations qui nous est présenté.

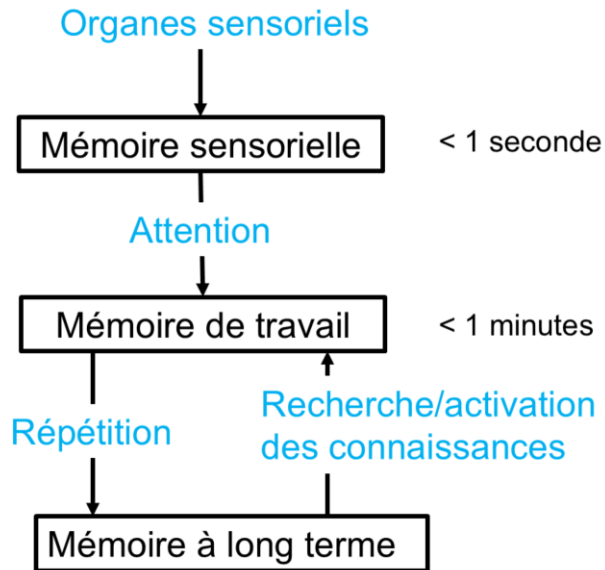


Test Grober & Buschke

12

Test vu en cours

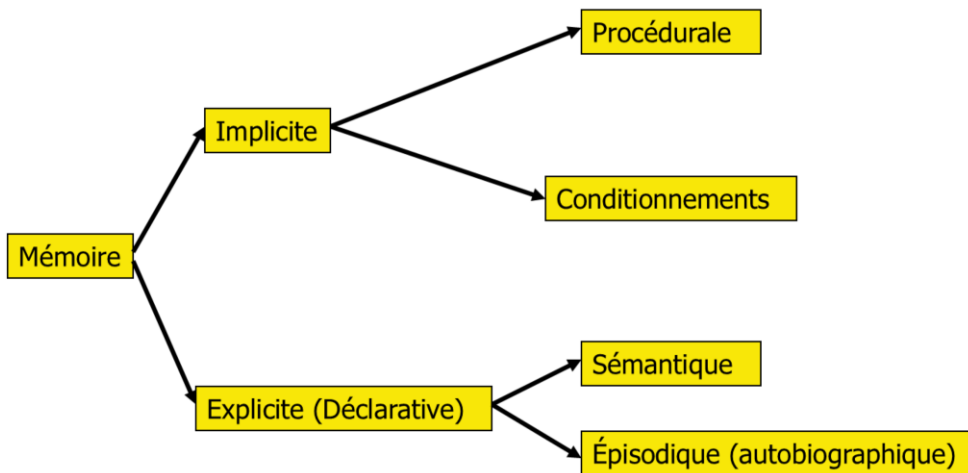
Mémoire court/long terme



13

L'encodage d'information suit un chemin spécifique. L'information perçue est conservée pendant une très petite période dans une mémoire sensorielle, puis elle passe en « mémoire de travail » si l'on y fait attention. Cette mémoire permet de traiter l'information d'un point de vue cognitif. Ensuite, l'information peut être stockée en mémoire à long terme, par exemple si on se la répète plusieurs fois. L'information en mémoire à long terme peut être retenue plusieurs heures/jours/années.

Les mémoires



14

La mémoire est subdivisée en plusieurs catégories liées au type d'information stockée. Bien que l'on définisse plusieurs types de mémoires et des subdivisions en sous-systèmes, il est important de comprendre que les différentes mémoires interagissent les unes avec les autres et sont interdépendantes. Une distinction essentielle dans la mémoire est celle entre mémoire explicite et mémoire implicite. La mémoire explicite correspond à un rappel conscient de faits et d'objets. Par contraste, dans des situations de mémoire implicite, les performances progressent suite à des expériences nouvelles, sans que le souvenir de celles-ci soit nécessaire. Le rappel d'informations dans la mémoire implicite s'effectue sans avoir besoin d'un effort conscient de récupération mnésique.

Mémoire explicite

- Rappel conscient
- Épisodique :
 - Événements, expériences vécues
 - Autobiographique
- Sémantique :
 - Concepts
 - Connaissances partagées

15

On distingue dans la mémoire explicite, la mémoire épisodique et la mémoire sémantique. La mémoire épisodique (autobiographique) se réfère à la mémoire des événements et des expériences vécues, alors que la mémoire sémantique se rapporte à la mémoire des concepts et des connaissances partagées par une communauté humaine.

Mémoire implicite

- Sans effort conscient de rappel
- Procédurale :
 - Savoir-faire
 - Automatisation
- Conditionnement

16

La mémoire implicite comprend plusieurs sous-catégories. Une de ces sous-catégories fréquemment mentionnées est la mémoire procédurale. Cette dernière correspond à l'acquisition de savoir-faire automatique. Elle apparaît également dans la progression des performances suite à un entraînement dans des tâches procédurales. Elle est implicite dans le sens où il est possible de réaliser des tâches de manière automatique sans être consciemment sollicité pour y parvenir, comme par exemple utiliser une fourchette pour se nourrir. Les apprentissages réalisés par conditionnement relèvent de la mémoire implicite.

L'attention

- William James (1890) :
 - la prise de possession par l'esprit, sous une forme claire et vive, d'un objet ou d'une séquence de pensées parmi plusieurs qui semblent simultanément possibles. La focalisation, la concentration de la conscience en sont l'essence. Elle implique le retrait de certains objets afin de traiter plus efficacement les autres et est une condition qui possède un véritable opposé dans l'état de confusion, d'hébétément et d'étourdissement...

17

Selon William James, philosophe et psychologue américain du 19ème siècle, l'attention « est la prise de possession par l'esprit, sous une forme claire et vive, d'un objet ou d'une séquence de pensées parmi plusieurs qui semblent simultanément possibles. La focalisation, la concentration de la conscience en sont l'essence. Elle implique le retrait de certains objets afin de traiter plus efficacement les autres et est une condition qui possède un véritable opposé dans l'état de confusion, d'hébétément et d'étourdissement qui est appelé « distraction » en Français, et « Zerstreutheit » en allemand. »

Processus dans l'attention

- Mécanisme d'alerte
- Concentration sur une tâche
- Sélection de l'information pertinente
- Filtrage des informations de l'environnement
- Orientation du comportement

18

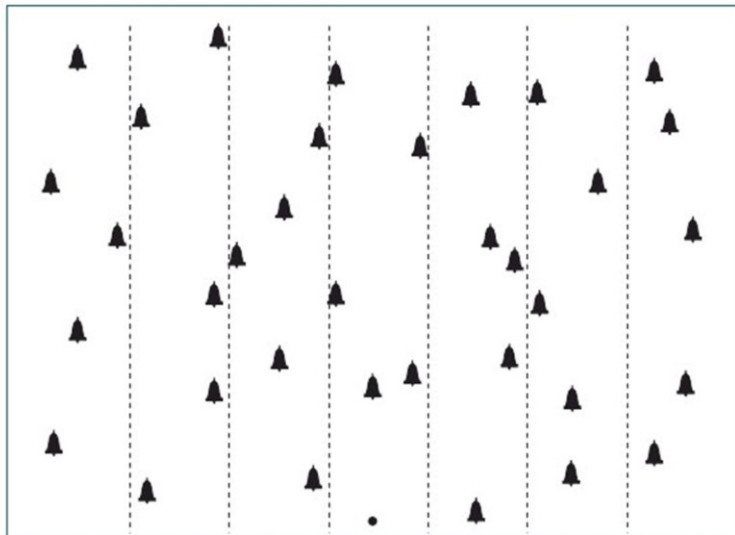
De cette définition, on comprend que l'attention est liée soit à un mécanisme d'alerte, soit à un effort de concentration sur une tâche à accomplir. La sélection de l'information dérive du nécessaire filtrage des informations nous parvenant de l'environnement riche et diversifié qui nous entoure. La définition de James implique également que le sujet prend une part active dans le processus d'attention. Dans une conception classique, l'attention contrôle l'accès à la mémoire de travail.

L'attention peut être considérée comme l'aptitude à sélectionner les informations pertinentes de l'environnement. Cette capacité dépend de la capacité à diriger ses organes sensoriels vers une source d'intérêt. La réponse d'orientation de l'attention peut être contrôlée consciemment ou déclenchée de manière réflexe par un événement non attendu, par exemple un bruit soudain et intense dans l'environnement.



Test des cloches

Correction test des cloches



20

35 cloches

Types d'attention

- Attention sélective :
 - capacité de se focaliser sur un message en éliminant les autres messages simultanés non pertinents (Streri, 1994)
- Attention partagée :
 - Capacité à partager son attention pour suivre plusieurs évènements simultanés

21

Il existe une distinction entre l'attention sélective et l'attention partagée. L'attention sélective est le fait de se concentrer sur un élément en particulier, en éliminant les autres éléments simultanés non pertinents. Par opposition, l'attention partagée correspond à la capacité de partager son attention pour suivre plusieurs évènements simultanés. Les performances dans les conditions d'attention partagée sont inférieures à celles en condition d'attention sélective. Il est plus facile néanmoins de partager son attention lorsque les informations proviennent de canaux sensoriels différents (e.g. visuel et auditif).

Vigilance

- Préparation de l'organisme à détecter et à répondre à des changements qui se produisent dans l'environnement (Streri, 1994)
- Dépend du niveau d'éveil, de la fatigue

22

Il existe une relation forte entre niveau d'éveil et vigilance. Il est plus facile de maintenir son attention et d'agir avec efficacité lorsque nous sommes bien éveillés que lorsque nous sommes fatigués.

Fonctions exécutives

- Opérations mentales intervenant dans :
 - Le contrôle du comportement
 - L'action dirigée vers un but

23

Hughes, Russell et Robbins (Hughes, Russell et Robbins, *Neuropsychologia*, 1994) définissent les fonctions exécutives comme « un terme général recouvrant l'ensemble des opérations mentales qui permettent à un individu de se désengager d'un contexte immédiat de manière à guider son comportement en référence à des modèles mentaux ou des buts futures ».

Fonctions Exécutives

- Opérations mentales intervenant dans un comportement dirigé vers un but

Initiation

Planification

Inhibition

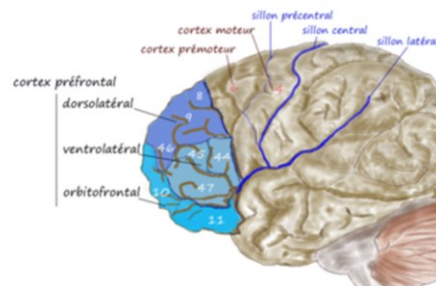
Monitoring

Flexibilité

Mémoire de
travail

Lobe frontal

- Rôle prépondérant dans les fonctions exécutives
- Plus forte évolution des primates aux hominidés



25

Les fonctions exécutives dérivent des théories sur les fonctions cognitives dont on impute la responsabilité au lobe frontal du cortex. D'un point de vue comportemental, les fonctions exécutives sont responsables du contrôle et de la régulation du comportement, de la planification des activités, de la prise d'initiative et de l'inhibition de réponses inappropriées dans un contexte.

Tours de Hanoï



26

Les Tours de Hanoï sont formées de disques de diamètres différents que l'on peut déplacer sur trois piquets. Le but consiste à déplacer les disques à partir d'un piquet de départ sur un piquet d'arrivée, en passant par le piquet intermédiaire. Il s'agit d'y parvenir en un minimum de coup, tout en respectant les règles suivantes :

- on ne peut déplacer plus d'un disque à la fois,
- on peut déplacer un disque sur un autre disque que si le premier est plus petit que le second.