

## Chapitre 10

# Vers un modèle de recherche d'information basé sur la compréhension<sup>1</sup>

### 10.1. Introduction

La recherche d'information est une composante importante de nos activités quotidiennes. Les exemples sont nombreux, allant de la recherche d'informations sur le Web, à la recherche d'un e-mail que nous avons reçu, en passant par la recherche sur le panneau d'une machine de billetterie pour trouver l'information nécessaire pour l'achat d'un billet de train. Dans certains cas, nous pouvons facilement trouver les informations nécessaires. Dans d'autres cas, trouver de l'information exige beaucoup d'efforts. Dans le pire des cas, nous ne parvenons pas à trouver les informations nécessaires et/ou nous risquons de perdre un temps précieux.

Le but de ce chapitre est de décrire deux nouveaux modèles cognitifs qui traitent des processus nécessaires à l'accomplissement de la recherche d'information et de mettre en évidence les facteurs qui influencent la réalisation de la tâche. Le premier modèle décrit est le modèle de « l'apprentissage par l'exploration » proposé par Polson et Lewis [POL 90], ce modèle permettant de simuler les comportements des utilisateurs quand ils exécutent des tâches sur de nouveaux dispositifs d'information. Le second modèle est le modèle de navigation Web proposé par Kitajima *et al.* [KIT 00] [05 KIT], permettant de simuler les processus de sélection utilisés par les usagers lorsqu'ils naviguent dans les pages d'un site Web afin de localiser un contenu précis en vue d'un objectif préalablement défini.

---

<sup>1</sup> Ce chapitre a été rédigé par Munéo KITAJIMA (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japon) et traduit par Jérôme DINET.

## **10.2. Introduction brève au modèle d'« Apprentissage par l'exploration »**

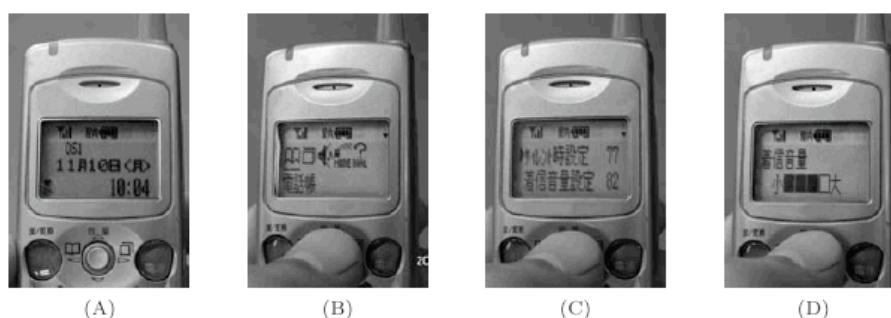
### **10.2.1. *Comment les utilisateurs découvrent les actions à réaliser face à un nouveau dispositif d'information ?***

Un utilisateur doit fréquemment réaliser des tâches nécessitant d'interagir avec un dispositif d'information comme un télécopieur, une photocopieuse, ou encore une télécommande de lecteur DVD. Le niveau de difficulté de la tâche à réaliser peut être évalué sur une échelle (i.e., un continuum) allant des scénarios les plus familiers aux nouvelles situations totalement inconnues pour l'utilisateur. Lorsque la tâche est familière, l'utilisateur a alors recours à une routine. Dans ce cas, l'utilisateur récupère une série de procédures apprises depuis la mémoire à long terme et applique automatiquement ces procédures. Par exemple, monter et démarrer une voiture ou encore composer le numéro de téléphone de son domicile sont des exemples de mise en œuvre de ces routines pour la plupart d'entre nous.

En revanche, lorsque l'utilisateur se trouve dans une situation nouvelle, qu'il n'a jamais rencontré auparavant, la procédure pour la réalisation de la tâche fait défaut dans la mémoire à long terme : l'utilisateur doit alors découvrir les actions nécessaires pour accomplir la tâche, étape par étape. L'utilisateur a à sa disposition plusieurs ressources pour découvrir les actions suivantes :

- l'objectif de la tâche à réaliser,
- l'état actuel de l'interface du dispositif d'information,
- la connaissance qu'il a de la tâche à réaliser,
- la connaissance qu'il a de l'interface, et les affordances de l'interface.

Quoi qu'il en soit, pour découvrir et passer à l'action suivante, l'utilisateur sélectionne l'action qui lui semble la plus prometteuse (i.e., la plus pertinente) pour atteindre l'objectif final en utilisant les ressources précédemment décrites, et exécute l'action sélectionnée sur l'interface. L'utilisateur est alors engagé dans « l'apprentissage par l'exploration ».



**Figure 10.1.** Simulation des actions-sélections qu'un utilisateur doit réaliser pour accomplir la tâche « réduire le niveau sonore lors d'un appel sur le téléphone mobile (LLR tâche: Loudness niveau de réduction de tâche) ».

Imaginons qu'un utilisateur souhaite réduire le niveau sonore de son téléphone mobile pour les appels entrants. Imaginons encore qu'il n'a jamais effectué cette action auparavant (i.e., réduire le niveau de son): la procédure nécessaire pour l'accomplissement de cette tâche n'existe donc pas en mémoire à long terme. L'utilisateur doit tout de même trouver les prochaines actions du processus. La Figure 10.1 (a) représente l'état initial du téléphone mobile. L'écran LCD du téléphone indique la date, l'heure et le niveau du signal. Sous cet écran LCD, se trouvent deux boutons de part et d'autre d'une manette située au milieu. Autour de cette manette, sont présents quatre triangles qui permettent de s'orienter vers le haut, le bas, la droite et la gauche. Le triangle supérieur permet d'accéder au menu « volume ». À ce stade, l'utilisateur a la possibilité d'ouvrir une commande de menu. Il appuie alors sur la manette vers le haut (i.e., vers le triangle supérieur), cette action lui semblant la plus pertinente en fonction de ses expériences passées. Une liste d'icônes de commandes apparaît aussitôt (Figure 10.1 (B)).

Le sous-objectif suivant de l'utilisateur est de sélectionner l'icône « haut-parleur » qui semble le plus prometteur pour atteindre l'objectif final (i.e., réduire le son des appels entrants). Pour ce faire, il oriente la manette vers la droite deux fois, puis appuie sur cette même manette pour sélectionner l'option choisie. Une nouvelle liste de paramètres apparaît alors (Figure 10.1 (C)). La première ligne de ces paramètres indique « pour la mise en mode silencieux ». Le pointeur ayant la forme d'un triangle se trouve à la droite de cette ligne. La deuxième ligne indique « appel du son - réglage du niveau ». L'utilisateur décide de choisir cette seconde ligne. Il appuie sur la manette vers le bas une fois, puis appuie sur la manette pour sélectionner l'option choisie. Un affichage (Figure 10.1 (D)) apparaît indiquant « niveau du son des appels ». Sur ce même écran, un indicateur horizontal révèle que le niveau sonore actuel est de 3 (blocs). Un caractère à la gauche de cet indicateur

#### 4 Usages, usagers et compétences informationnelles au 21<sup>e</sup> siècle

indique « petit », et un autre caractère à la droite de cet indicateur indique « grand ». Jusqu'à ce stade, l'utilisateur a utilisé ces connaissances pour savoir comment agir sur la manette pour sélectionner des éléments du menu, et pour comprendre à quoi correspondent les différents icônes qu'il rencontre.

A ce niveau, afin de réduire le niveau sonore, l'utilisateur se fixe comme nouveau sous-objectif de réduire le niveau affiché par l'indicateur. Pour ce faire, il appuie sur la manette vers la gauche (i.e., vers le caractère indiquant « petit »). Toutefois, l'indicateur ne change pas en réponse à son action. Il en conclut que cette action n'est pas pertinente. Pour essayer de trouver une autre solution, il explore alors le panneau de commande du téléphone mobile jusqu'à trouver le label « volume » juste au-dessus de la manette. « Aha! Je l'ai ! ». Il essaie d'incliner la manette vers le haut, ce qui engendre la production d'un léger bip sonore. Il l'incline alors vers le bas deux fois et constate que l'indicateur du volume sonore diminue jusqu'au niveau 2 (blocs). A ce moment, l'utilisateur comprend que la tâche est terminée et couronnée de succès.

Ci-dessous, sont présentées les principales actions qui ont du être réalisées pour atteindre l'objectif final (réduire le volume sonore des appels entrants), illustré par l'étape D de la Figure 10.1 :

1<sup>er</sup> cycle :

1. **Découvrir l'interface** : afin d'atteindre l'objectif final « réduire le niveau sonore d'un appel », l'utilisateur définit le sous-objectif suivant : « réduire le niveau de l'indicateur sur l'écran LCD » ;

2. **Sélectionner et exécuter l'action suivante** : l'utilisateur sélectionne l'action « incliner la manette vers la gauche » et l'exécute ;

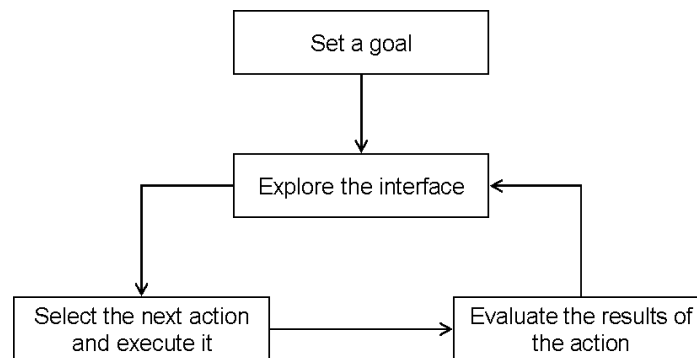
3. **Évaluer les résultats de l'action** : l'utilisateur observe que l'indicateur du volume sonore ne change pas et estime donc que l'objectif ne sera pas atteint.

2<sup>nd</sup> cycle :

1. **Explorer l'interface** : l'utilisateur explore de nouveau l'interface et estime que le label « volume » située juste au-dessus de la manette est pertinente. Il suppose qu'actionner la manette vers le bas entrainera une réduction du niveau sonore. Il associe alors le sous-objectif « modifier le contrôle » à l'action « incliner la manette vers le bas » ;

2. **Sélectionner et exécuter l'action suivante** : l'utilisateur sélectionne l'action et incline effectivement la manette vers le bas ;

3. **Évaluer les résultats de l'action** : l'utilisateur observe que le niveau sonore affiché par l'indicateur a diminué et considère que la tâche est accomplie et l'objectif atteint.



**Figure 10.2.** *Cycle des actions-découvertes de l'utilisateur*

Le processus d'actions-sélections est systématique et itératif. L'utilisateur réalise de façon répétée un cycle qui comprend trois phases : 1) Exploration (l'objectif étant de découvrir l'interface), 2) Action de sélection (l'objectif étant de sélectionner et exécuter la prochaine action), et 3) Evaluation (l'objectif étant d'évaluer les résultats de l'action), jusqu'à ce qu'il estime que l'action correcte a été exécutée. La Figure 10.2 résume ce processus de découverte (i.e., d'exploration) lorsque l'utilisateur doit effectuer une tâche nouvelle, c'est-à-dire pour laquelle il ne possède pas de connaissances antérieures (ni sur la tâche, ni sur l'interface).

### **10.2.2. Un modèle de découverte d'actions: l'apprentissage par l'exploration**

Polson *et al.* [POL 90] ont proposé un modèle qui décrit ces comportements de l'utilisateur devant réaliser une nouvelle tâche dans le sens de tâche non familière. Le modèle se compose de trois éléments :

- la composante de résolution des problèmes: lorsqu'il rencontre une situation nouvelle, l'utilisateur tente de découvrir l'action suivante par l'application de processus cognitifs liés à la résolution de problèmes (« problem-solving »). En psychologie cognitive, les termes de « résolution de problèmes » sont utilisés pour faire référence à la résolution de la plupart des problèmes définis, mais ces termes ne

## 6 Usages, usagers et compétences informationnelles au 21<sup>e</sup> siècle

sont pas utilisés exclusivement aux problèmes définis. Ils peuvent également faire référence à la résolution de problèmes mal définis dans le sens où, par exemple, l'utilisateur ne connaît pas toutes les contraintes et règles. Pour un grand nombre de problèmes, une heuristique cognitive suffit pour atteindre l'objectif (i.e., l'état final) : l'analyse fin-moyens. Cette heuristique signifie que l'utilisateur sélectionne une action si elle lui semble réduire au maximum la différence entre la situation actuelle (état initial) et l'objectif (état final). Lorsque l'utilisateur a besoin de trouver comment réaliser la prochaine action sur une interface, est alors utilisée la stratégie basée sur la reconnaissance des labels (« the label-following strategy ») ;

- la composante d'apprentissage : après l'exécution de l'action sélectionnée, l'utilisateur construit des règles de production sous la forme de paires « condition – action » sous la forme IF-THEN (par exemple, « si telles conditions sont satisfaites, alors telle action doit être réalisée »). Cette construction des règles de production est faite en analysant les relations de causalité entre l'état de l'interface avant d'exécuter l'action et l'état de l'interface après l'action. Les règles de production sont stockées dans la mémoire à long terme (MLT) pour les futures occasions où des tâches identiques ou similaires seraient rencontrées ;

- la composante d'exécution : lorsqu'il rencontre une tâche analogue ou similaire, l'utilisateur dispose de deux options. La première option consiste à récupérer depuis la mémoire à long terme les règles de production (IF-THEN) qui ont codé lors de l'expérience passée, cette expérience passée ayant été couronnée de succès. Après avoir exécuté ces règles de production, la situation pourra enrichir et/ou compléter ces règles. L'autre option est de lancer le processus de résolution des problèmes comme si l'utilisateur exécutait la tâche pour la première fois.

En résumé, lorsqu'il rencontre un problème, l'utilisateur mobilise la composante de résolution de problèmes en utilisant les ressources disponibles (telles que la tâche actuelle, l'objectif, l'état de l'interface, la connaissance de la tâche actuelle et de l'interface, les affordances de l'interface pour accomplir la tâche, etc.). S'il atteint avec succès l'objectif final initialement défini, l'utilisateur encode les règles de production qui lui ont permis de résoudre ce problème pour une utilisation future. S'il rencontre une tâche analogue dans le futur, l'utilisateur n'a plus alors qu'à exécuter ces règles de production pour résoudre le problème, c'est-à-dire qu'il réalisera la tâche en faisant appel aux connaissances stockées lors de la précédente résolution de problèmes.

### **10.2.3. Les processus de résolution de problèmes**

Le processus de résolution des problèmes se compose de sept étapes. Kintsch, avec sa théorie de la construction – intégration lors de la compréhension de textes

[KIN 88] [KIN 98], a posé les premières bases de ces processus. Cette sous-section décrit ces processus en utilisant le téléphone mobile comme exemple.

**Étape 1: Génération de la structure du but.** Lorsque la tâche est connue, l'utilisateur construit une structure du but. Afin d'accomplir la tâche, l'utilisateur doit atteindre une série de sous-objectifs dans un ordre approprié. Toutefois, dans le cas où l'utilisateur ne peut pas construire une représentation mentale claire quant à la façon d'accomplir la tâche, il ne peut pas construire la structure complète du but : il va alors construire une structure du but incomplète. Afin de réaliser la tâche de « réduction du niveau sonore des appels entrants » (ou LLR ; cf. Figure 10.1), l'utilisateur génère l'objectif final suivant : « opérer des actions nécessaires pour réduire le niveau sonore du téléphone mobile ». En utilisant ses connaissances acquises grâce à ses expériences passées sur la manipulation des téléphones mobiles, l'utilisateur va créer des sous-objectifs (par exemple, « sélectionner un menu similaire à « diminution du niveau sonore » ou « réduction du son »). Or, ces objectifs sont relativement vagues et la structure du but est donc incomplète. Cette étape correspond à « Set a goal » (Figure 10.2).

**Étape 2: Sélection d'un objectif pour la prochaine action.** L'utilisateur sélectionne un sous-objectif lié à l'objectif final, la structure du but considérant que ce sous-objectif est le approprié dans la situation actuelle. Face à l'écran du téléphone mobile (Figure 10.1 (D)), l'utilisateur sélectionne le sous-objectif « réduire le niveau sonore ». Cette étape correspond à « Explore the interface » de la figure 10.2.

**Étape 3: Activation des connaissances depuis la mémoire à long terme et construction d'un réseau.** L'utilisateur active ses connaissances depuis la mémoire à long terme (MLT) en utilisant la description de la tâche, l'objectif, et la description de l'interface actuelle. Les connaissances ainsi récupérées sont interconnectées pour construire un réseau. Le processus d'activation de connaissances permet à l'utilisateur de n'activer que les connaissances qui lui sont utiles dans la situation actuelle. Par exemple, la barre horizontale correspondant à l'indicateur du niveau sonore permet de récupérer la connaissance « faire glisser le curseur afin de réduire le niveau sonore », qui a été créée en mémoire à long terme sur la base de l'expérience passée. Mais, dans le même temps, l'utilisateur peut ne pas parvenir à récupérer (i.e., à activer) toutes les connaissances nécessaires. Pour que l'utilisateur sélectionne la bonne action (qui correspond à la figure 10.1 (D)), le réseau de connaissances doit inclure la description suivante : le « ▽ » situé au-dessus de la manette du téléphone correspond au « volume ». En effet, la signification des labels doit être incluse dans le réseau de connaissances lorsque l'utilisateur examine l'interface au début de la tâche (figure 10.1 (a)). Toutefois, il arrive que l'utilisateur ne puisse pas récupérer immédiatement et spontanément les connaissances nécessaires pour choisir la bonne action. Mais l'existence et la reconnaissance de la manette peut permettre de réactiver la connaissance « incliner la manette vers la

gauche pour déplacer le pointeur vers la gauche ». Quand un utilisateur ne peut pas récupérer certaines connaissances depuis la MLT en raison d'importantes contraintes temporelles par exemple, alors il arrive que des actions erronées soient sélectionnées et réalisées.

**Étape 4: Diffusion de l'activation.** Cette étape consiste à propager l'activation au travers le réseau de connaissances activées en MLT. Les sources d'activation sont la description de l'objectif final et les objets visibles depuis l'interface. Cette étape correspond au début de la phase « Select the next action and execute it » de la Figure 10.2.

**Étape 5: Sélection de la prochaine action.** Plus le niveau d'activation d'une action est élevé, plus cette action a de probabilités d'être sélectionnée et réalisée. Dans la situation présentée dans la Figure 10.1 (D), plus le niveau d'activation de l'action « incliner la manette vers la gauche » sera élevé, et plus cette action aura de chances d'être sélectionnée par l'utilisateur. Cette étape correspond à la fin de la phase « Select the next action and execute it » de la figure 10.2.

**Étape 6: Interprétation des réponses du système (« feedbacks »).** Cette étape consiste à percevoir et comprendre la réponse du système pour construire la représentation mentale adéquate, interpréter l'état actuel du système, désactiver le(s) but(s) qui est(sont) perçu(s) comme ayant été accompli(s) et pour créer de nouveaux objectifs. Dans la situation présentée par la figure 10.1 (C), l'utilisateur a choisi la deuxième option du menu. Après cette sélection, l'affichage de l'écran a changé (cf. Figure 10.1 (D)). Ce nouvel affichage a permis à l'utilisateur de juger que l'objectif avait été accompli.

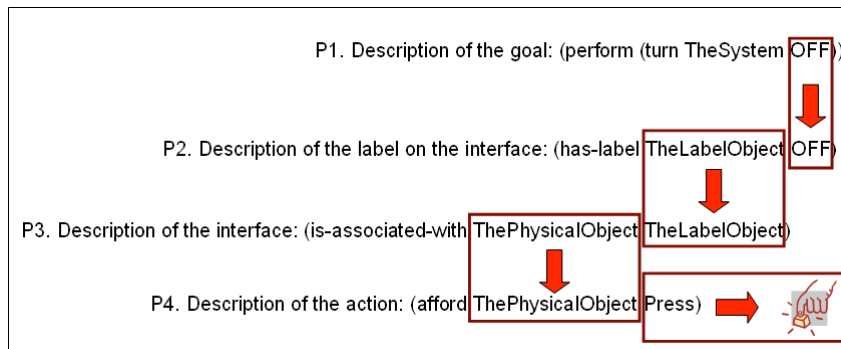
**Étape 7: Ajout de nouveaux objectifs au réseau existant.** La représentation des informations présentées par l'affichage en cours permet l'établissement de nouveaux objectifs et la désactivation d'objectifs atteints, ces derniers étant alors « retirés du réseau ». Le processus de résolution de problèmes retourne ensuite à la seconde étape de sélection d'un objectif pour la prochaine action. Cette étape correspond à la fin de la phase « Evaluate the results of the actions ».

#### **10.2.4. La stratégie basée sur la reconnaissance des labels (« the label-following strategy »)**

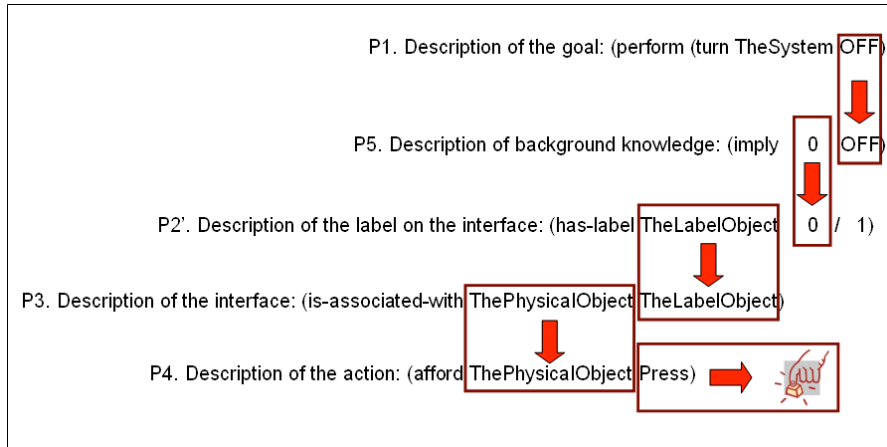
Cette section décrit plus en détail les étapes 3, 4 et 5 du processus de résolution de problèmes (c'est-à-dire, l'activation des connaissances depuis la mémoire à long terme et la construction d'un réseau, la diffusion de cette activation, et la sélection de la prochaine action).



Lors de ces étapes, l'utilisateur sélectionne l'action qui est la plus susceptible de lui permettre d'atteindre le but final. Comme il sera expliqué plus loin, les utilisateurs ont tendance à sélectionner les objets (tels que les labels) d'une interface dont la représentation correspond à la représentation de l'objectif final. Cette tendance est très robuste. Les processus cognitifs qui sous-tendent ce comportement cohérent effectués lors de ces étapes correspondent à la stratégie basée sur la reconnaissance des labels (ou « label-following strategy »).



(A)



(B)

**Figure 10.3. Fonctionnement de la "label-following strategy"**

Quand un utilisateur veut éteindre un appareil, l'objectif est tout simplement le suivant : « éteindre le système ». Mais deux cas peuvent se présenter : soit, la stratégie basée sur la reconnaissance des labels fonctionne ; soit, cette même stratégie basée sur la reconnaissance des labels est défailante.

Dans le premier cas, l'objet pertinent sur l'interface est le bouton labellisé OFF (Figure 10.3 (A)). Dans ce cas, l'activation des connaissances antérieures depuis la mémoire à long terme (MLT) permet de récupérer les connaissances nécessaires pour la réalisation de la tâche. D'un point de vue cognitif, chaque partie d'information est représentée sous la forme de propositions qui correspondent à un nœud du réseau. De plus, les propositions sont encodées sous la forme d'associations de prédicats et d'arguments. Dans le cas qui nous intéresse, les propositions pertinentes sont les suivantes :

- P1: (exécution (activer le bouton OFF)), qui correspond à la représentation de l'objectif « éteindre le système » ;
- P2: (présence '**label OFF**'), qui correspond à la représentation des objets présents sur l'interface ;
- P3: (sont associés '**l'objet physique OFF**' et '**le label OFF**') qui correspond à la représentation selon laquelle l'un des objets présents sur l'interface est associé avec un label particulier ;
- P4: (peut être pressé '**l'objet physique OFF**'), qui correspond à la représentation de l'affordance de l'objet (ici, le bouton OFF).

Les propositions sont interconnectées par des concepts partagés [KIN 98]. Dans notre exemple, les arguments '**OFF**', '**l'objet physique OFF**', et '**le label OFF**' permettent d'établir une connexion entre les propositions. Dans le processus de diffusion de l'activation (c'est-à-dire, l'étape 4) l'activation descend de l'objectif (représenté par P1) jusqu'aux propositions qui représentent des actions. Ici, P1 et P2 sont reliées par OFF; P2 et P3 sont reliés par '**le label OFF**' et P3 et P4 sont reliées par '**l'objet physique OFF**'. En raison des connexions directes via le partage des arguments, P4 est la proposition la plus activée, et donc sera prioritairement sélectionnée. En conséquence, l'action qui consiste à appuyer sur l'objet physique labellisé OFF sera sélectionnée et exécutée. C'est ce mécanisme de stratégie basée sur la reconnaissance de labels (« label-following strategy ») que les utilisateurs ont tendance à adopter lors de l'exécution de nouvelles tâches.

Il semble assez simple et facile d'appuyer sur le bouton OFF pour éteindre un appareil. Toutefois, il est nécessaire de posséder en MLT les connaissances nécessaires (représentées par P2 et P3) pour connecter l'objectif P1 à l'action P4. Même si l'utilisateur a une représentation appropriée de l'objectif final (par exemple, P1), l'action correcte ne pourra être effectuée que si cette action est

correctement représentée (par exemple, P4) et si les connaissances pertinentes sont présentes et activées dans le réseau (par exemple, P2 et P3).

A présent, supposons que l'objet présent sur l'interface soit labélisé **0/1** au lieu de **OFF**, comme cela est le cas dans la Figure 10.3 (B). Alors, dans ce cas, la proposition P2 est ainsi modifiée :

– P2' : (présence '**les labels '0' '/' '1'**'), qui correspond à la représentation des labels présents sur le bouton, à savoir '0', '/', and '1' ;

Le lien entre P1 et P2 ne peut pas être établi si n'est pas incluse une connaissance supplémentaire dans le réseau, à savoir :

– P5 : (signifie '**0 OFF**'), qui correspond à la connaissance selon laquelle le 0 équivaut généralement à OFF.

Si la proposition P5 est présente et active, alors P1 peut être connectée à P5 via **OFF**; de même, P5 peut être connectée à P2 via **0** ; et P2 peut être connectée à P3 via '**le label OFF**'. Néanmoins, P5 peut être absente de la MLT dans les cas où l'utilisateur n'a que peu d'expérience avec les appareillages électriques par exemple. Lorsque le label est placé directement sur l'objet auquel il correspond, l'association entre les deux (i.e., le label et l'objet-action) est alors perçue rapidement. Néanmoins, lorsque le label est placé loin de l'objet physique auquel il correspond, l'association entre les deux peut ne pas être perçue. Dans ces conditions, il se produit souvent des confusions et des erreurs de manipulation. Presque tous les individus peuvent rappeler une expérience malheureuse durant laquelle découvrir (et réaliser !) l'action pertinente a été difficile voire impossible. Dans ces situations, le lien entre le but final et les actions permettant de l'atteindre n'a pas pu être construit.

### 10.3. La recherche d'information sur le Web

Cette partie s'intéresse à la situation dans laquelle un visiteur d'un site Web recherche des informations en sélectionnant et cliquant successivement sur des hyperliens présents dans les pages avant de parvenir, enfin, à la page qui contient les informations qu'il recherchait initialement. La recherche d'information sur le Web est une activité différente des tâches précédemment décrites en termes de variétés d'actions possibles. Pour l'utilisateur lambda, la recherche d'informations sur le Web nécessite un grand nombre d'actions physiques et d'interactions avec l'interface. Pour certains habitués, il suffit d'un simple clic sur un seul lien hypertextuel pour arriver au même résultat.

Néanmoins, ces deux situations sont proches en termes de mécanismes cognitifs sous-jacents puisque des actions suivantes doivent constamment être choisies par l'utilisateur. Pour le visiteur d'un site Web, un choix doit souvent être fait entre les liens

sur lesquels il peut cliquer. Les propositions P1, P2, P3 et P4 qui sous-tendent la stratégie basée sur la reconnaissance des labels (« label-following strategy ») sont toutefois modifiées dans ce contexte particulier qu'est la recherche d'information sur le Web :

- P6: (exécution (recherche **'THEME'**)), qui correspond à la représentation du but qui est de trouver des informations sur un thème précis;
- P7: (présence **'l'objet physique TEXTE'**), qui est la représentation mentale du fait qu'il existe un objet physique labélisé par du texte, c'est-à-dire un lien hypertextuel;
- P8: (sont associés **'THEME'** et **'TEXTE'**), qui correspond à la représentation de la relation entre le THEME et le TEXTE;
- P9: (signifie **'clic sur l'objet physique'**), qui correspond à la représentation de l'affordance liée à l'objet TEXTE.

L'activation part du but final P6, descend vers P8 via l'argument partagé **'THEME'**, vers P7 via l'argument partagé **'TEXTE'** et finalement, vers P9 via l'argument **'l'objet physique TEXTE'**. Sur la page Web, puisque **'l'objet physique TEXTE'** correspond à un hyperlien, P7 et P9 sont incluses dans le réseau.

Une différence existe entre P3 et P8. Lorsqu'un usager doit choisir une action, la perception qu'a cet usager du lien entre **'THEME'** et **'TEXTE'** est déterminante. En effet, le degré de pertinence de P8 (sont associés **'THEME'** et **'TEXTE'**) est très variable selon les sites Web. Le degré de pertinence de P8 (i.e., la force de l'association entre le thème et le nom d'un hyperlien) est appelé « ressenti de l'information » [FUR 97] [PIL 99] [PIL 07]. Lorsqu'un usager visite un site Web, il lui arrive souvent de sélectionner et donc de cliquer sur certains liens hypertextuels en fonction de ce « ressenti de l'information » qui se trouve derrière ce lien.

### 10.3.1. Introduction au modèle CoLiDeS

Cette section décrit le modèle cognitif appelé CoLiDeS pour Comprehension-based Linked model of Deliberate Search (CoLiDeS) [KIT 00]. Ce modèle simule les comportements et processus mentaux d'un visiteur de site Web. La validité, l'utilisabilité et la robustesse du modèle CoLiDeS ont été confirmées par plusieurs études [BLA 02] [BLA 03] [BLA 05] [BLA 07] et confirmées par une inspection d'utilisabilité dénommée CWW pour « Cognitive Walkthrough for the Web » [NIE 94].

CoLiDeS repose sur une série de modèles antérieurs [KIT 97] et notamment sur les travaux menés par Kintsch [KIN 88] [KIN 98] sur les processus de construction - intégration lors de la compréhension des textes et sur les processus de résolution des

problèmes. CoLiDeS est aujourd'hui largement employé par de nombreux chercheurs visant à mieux comprendre les comportements des individus navigant dans les sites Web pour chercher de l'information [CHI 01] [CHI 00] [CHI 03] [FUR 97] [LAR 98] [KAT 03] [MIL 04] [ESP 99] [ESP 07] [FU 07], qu'il s'agisse d'un site connu ou non par l'individu qui le consulte.

De plus, CoLiDeS s'appuie amplement sur un modèle antérieur, le modèle LICAI, pour « Linked model of Comprehension-based Action planning and Instruction taking » [KIT 97]. Le modèle LICAI permet la simulation des comportements et processus cognitifs sous-jacents dans les situations pour lesquelles un utilisateur doit traiter des instructions (i.e., des consignes) avant de sélectionner et réaliser une série d'actions. Le modèle LICAI postule les quatre sous-processus suivants :

- le processus de compréhension des instructions : lorsque les instructions ou consignes sont données, LICAI crée un réseau de propositions qui codent l'information textuelle donnée. Le réseau comprend un ensemble d'objectifs et de tâches à accomplir ;

- le processus de sélection du but : LICAI sélectionne un but approprié pour l'action suivante sur la base de la compréhension de l'état courant de la tâche et des informations affichées par le système ;

- le processus de sélection de l'objet : depuis la mémoire à long terme et sur la base des informations perçues depuis l'interface, sont récupérées (i.e., réactivées) les connaissances relatives à la tâche et aux objectifs. Le modèle construit alors un réseau en reliant les connaissances ainsi activées. La diffusion d'activation s'appliquant, les objets de l'interface qui sont le plus saillants (i.e., qui ont le niveau d'activation le plus élevé) sont sélectionnés ;

- le processus de sélection de l'action : les objets de l'interface sélectionnés sont combinés avec des représentations « génériques » d'actions de telle façon que « sur tel objet », « je sais que je ne dois cliquer qu'une fois », ou encore de telle façon que « sur tel objet », « je sais que je dois double-cliquer ». À ce stade, un grand nombre de représentations d'actions sont ajoutées au réseau. Encore une fois, la diffusion d'activation s'appliquant, c'est la représentation générique qui a le plus haut niveau d'activation qui est sélectionnée.

Le modèle LICAI considère et prend en compte la totalité des objets présents sur l'interface lorsqu'une action doit être décidée. Deux conditions sont alors primordiales si l'on veut que la prise de décision soit la plus efficace possible : d'une part, il ne doit pas y avoir trop d'objets (par exemple, des liens) présents sur l'interface ; d'autre part, l'attention de l'utilisateur doit au maximum être guidée et orientée vers les parties de l'interface qui sont les plus pertinentes pour les actions à réaliser.

Malheureusement, ces deux conditions sont rarement remplies par la plupart des sites Web qui existent puisque le nombre de liens hypertextuels peut, parfois, être supérieur à 100 et puisque l'attention de l'utilisateur est très souvent « dispersé » par divers éléments présents sur l'interface. C'est la raison pour laquelle le modèle CoLiDeS intègre des processus attentionnels (qui interviennent avant la sélection d'un objet-lien) et des processus de sélection – actions.

### **10.3.2. Le modèle CoLiDeS**

CoLiDeS suppose que deux processus interviennent et sont nécessaires pour qu'une action soit réalisée sur une page Web (e.g., clic sur un lien hypertextuel, pression sur un bouton, ...). Le premier processus est un processus attentionnel qui permet à l'utilisateur d'explorer l'interface, de « découper » la page Web en sous-régions, de générer des descriptions associées à ces sous-régions à partir des en-têtes ou titres, ou encore sur la base des connaissances antérieures. Généralement, le choix de l'utilisateur se porte vers la sous-région qui semble contenir les éléments les plus pertinents par rapport à l'objectif final.

Le second processus est un processus de sélection – action qui permet la sélection et l'action (au sens d'acte physique tel que cliquer sur un lien) dans la zone ou sous-région sélectionnée par l'utilisateur. Les processus cognitifs impliqués dans la génération des descriptions associées à chaque sous-région ou zone d'une page Web sont analogues à ceux impliqués lors de la lecture – compréhension de textes décrits par Kintsch [KIN 88] [KIN 98].

#### *10.3.2.1. Représentation des objets présents sur une interface des pages Web*

CoLiDeS postule que chaque objet présent sur l'écran (e.g., un icône, un lien hypertextuel, un paragraphe, une barre d'état) est perçu comme un objet de l'interface s'il possède une signification (ou unité signifiante) et/ou s'il correspond à une action bien précise. Une page Web peut ainsi proposer de 100 à 200 objets sur une même interface, ce qui risque d'entraîner une dispersion de l'attention de l'utilisateur. Cet usager doit alors gérer cette surabondance d'objets perçus en examinant et en construisant une représentation schématique de cette page, cette représentation schématique contenant de 5 à 10 objets distincts. Ce processus d'analyse de la page en vue d'élaborer et de regrouper des sections signifiantes (processus dit de « parsing the page ») vise donc à éviter que l'utilisateur ne se perde dans les méandres des liens hypertextuels en lui permettant de construire une représentation de niveau sur-ordonnée de la structure du site Web.

La construction de la représentation schématique des objets présents sur une même page Web mobilise à la fois des processus ascendants et des processus descendants. Les processus ascendants correspondent au fait que l'utilisateur va, sur la base d'indices visuels et donc perceptifs, « découper » la page Web en zones signifiantes. Les processus descendants quant à eux correspondent à l'utilisation des connaissances que l'utilisateur possède quant à la signification des objets présents sur une page Web, quant à la structure « habituelle » d'un site Web, ou encore quant aux rôles des marqueurs typographiques et dispositionnels (titres, sous-titres, etc.). Certains critères ont été établis en vue de faciliter la création de pages Web qui peuvent permettre à l'utilisateur de rapidement et efficacement construire cette représentation schématique [TUL 98]. Remarquons aussi que les utilisateurs du Web apprécient particulièrement la présence des objets dits de « haut-niveau » qui les aident à élaborer cette représentation schématique sur-ordonnée (tels que les barres de navigation, les moteurs de recherche internes aux sites, les menus et sommaires, etc.).

Un objet dit de « haut-niveau » est un objet présent sur l'interface qui permet d'englober plusieurs objets. Lorsque l'utilisateur élabore sa représentation mentale schématique sur-ordonnée, il utilise généralement plusieurs de ces objets de haut-niveau, ces derniers pouvant être considérés comme des concepts qui permettent de partitionner une page Web en zones signifiantes et cohérentes. De plus, un objet dit de « haut-niveau » contient et comprend plusieurs objets dits de « bas-niveau » tels que des liens vers des images, de courts textes, un logo, un encart publicitaire.

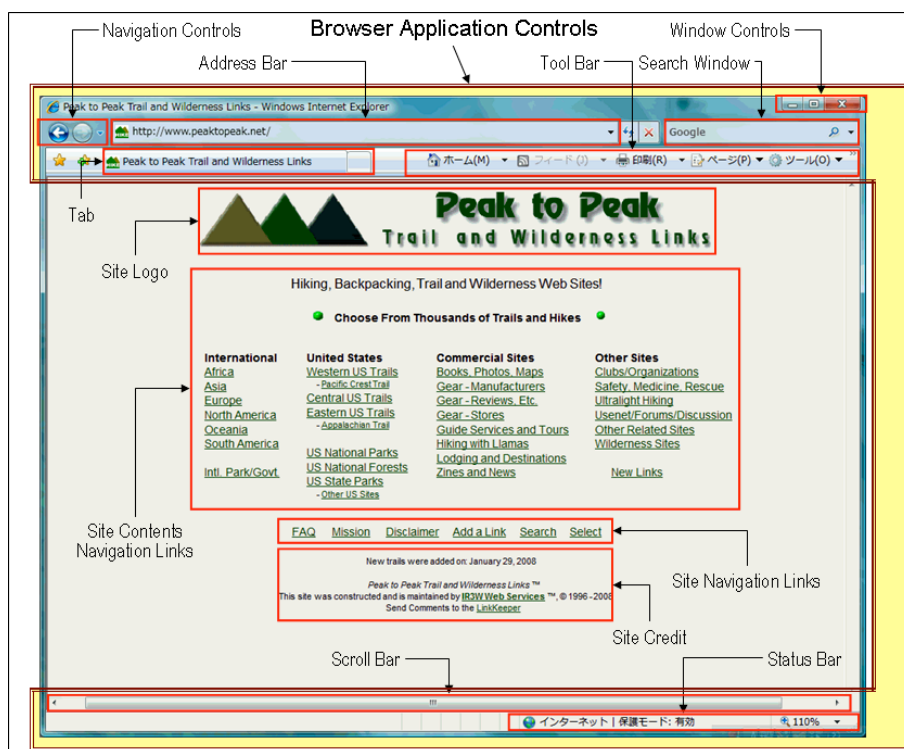


Figure 10.4. « Découpage » d'une page d'accueil d'un site Web.

La Figure 10.4 illustre comment un usager partitionne une page Web d'un site de voyage, cet usager poursuivant l'objectif suivant: « je souhaite me rendre en vacances en Nouvelle Zélande et faire de la randonnée avec ma famille dans les parcs nationaux situés dans le sud de l'île ». Pour partitionner la page d'accueil du site Web, l'utilisateur va mobiliser à la fois des processus ascendants et des processus descendants. Ainsi l'utilisateur peut utiliser les différents objets se trouvant à l'écran pour "découper" la page en zones significatives, ces objets pouvant être l'ascenseur horizontal, la barre d'état, les liens hypertextuels, le logo du site, etc., tous ces objets se trouvant habituellement sur tous les sites Web. L'utilisateur expérimenté, dans le sens où il connaît déjà ce site Web, va définir la zone la plus pertinente pour atteindre son objectif en s'aidant des liens adéquats (e.g., la zone labélisée « Site Contents Navigation Links » de la Figure 10.4).

### 10.3.2.2. Les processus de planification de l'action dirigés par les buts

Cette section décrit les processus de compréhension et de sélection lorsque plusieurs objets sont disponibles sur l'interface. Il peut arriver que certains sites proposent des objets qui permettent de construire aisément la représentation



schématique : dans notre exemple, en Figure 10.4, la zone contenant la liste des liens est l'un de ces objets schématiques génériques facilitateurs puisqu'il y a un « découpage » par zone géographique (e.g., « Asie », « Afrique ») sous l'intitulé générique « International ». CoLiDeS intègre ces processus de compréhension et de sélection tels qu'ils ont été définis par Kitajima and Polson [KIT 95] [KIT 97]. Dans ces processus, l'élaboration joue un rôle central dans le processus de compréhension, laquelle se base en partie sur les connaissances réactivées depuis la mémoire à long terme de l'utilisateur. C'est grâce à cette élaboration d'une représentation mentale cohérente que l'utilisateur peut sélectionner l'action à réaliser.


#### 10.3.2.2.1. Elaboration du but, des objets schématiques et des objets actuels

Afin de planifier au mieux ses actions, l'utilisateur doit préalablement comprendre et comparer les conséquences possibles que ses actions sur les différents objets présents sur l'écran pourraient engendrer. Et afin de prédire sur quel objet il convient le mieux d'agir, l'utilisateur a besoin de réaliser des élaborations à partir des objets en présence. Pour ce faire, l'utilisateur interprète la signification de chaque objet de l'interface et anticipe la conséquence qu'une action sur cet objet engendrerait. Il opère cette anticipation en faisant appel à ses connaissances antérieures stockées en mémoire à long terme (MLT), ces connaissances concernant aussi bien le domaine (i.e., le thème) que les façons « habituelles » (ou conventions) de présenter les informations dans les sites Web. Nous renvoyons le lecteur à l'article de Kitajima et Polson [KIT 92] pour de plus amples détails quant à l'impact de ces conventions sur les stratégies de navigation dans les sites Web.

Le processus d'élaboration peut tout aussi bien s'appliquer sur le but, que sur les objets schématiques ou les objets en présence (ou objets actuels) :

– Elaboration d'un but : le but « je souhaite me rendre en vacances en Nouvelle Zélande et faire de la randonnée avec ma famille dans les parcs nationaux situés dans le sud de l'île » doit faire appel plusieurs connaissances distinctes s'il veut être totalement compris. Par exemple, il faut activer la connaissance selon laquelle « la Nouvelle Zélande fait partie de l'océanie », que « la Nouvelle Zélande est une île avec un nord et un sud », ou encore que « la période des vacances débute en juillet et se termine en août ».

– Elaboration d'un objet schématique : de manière similaire, lorsqu'il est confronté à des objets présents sur une interface, l'utilisateur doit faire appel à ses connaissances pour comprendre et anticiper l'action induite par une action sur cet objet. Par exemple, si l'objet « ▼ » est placé contre un menu déroulant, cela indique généralement que l'on peut agir sur ce menu déroulant en cliquant sur ce symbole. La capacité à élaborer un objet schématique est très lié à l'expérience de l'utilisateur.

– Elaboration d'un objet actuel : de la même façon, l'utilisateur peut comprendre et anticiper la signification d'un objet présent sur une interface tel que  ou le label 印刷(R) (qui signifie « imprimer »). Là encore, les connaissances antérieures acquises

par l'expérience sont primordiales. Mais notons que la signification sémantique des symboles, ou plus exactement la facilité avec laquelle un symbole peut être compris, sont également cruciales.

#### 10.3.2.2.2. Sélection par contrainte de satisfaction

Chaque élaboration produite par l'utilisateur doit être liée au but final. Les termes de « ressenti d'information » sont utilisés pour décrire ce degré de liaison plus ou moins élevé entre un objet présent sur une interface et le but [FUR 97] [PIL 99] [PIL 07]. Pour mieux comprendre cette notion, nous pouvons utiliser la métaphore suivante : un chercheur d'information est comme ce chasseur qui suit une piste et traque un animal ; régulièrement, ce chasseur doit choisir une direction sur la base d'indices plus ou moins probants et souvent, en faisant confiance à son « flair ». Dans le modèle CoLiDeS, trois facteurs influencent ce ressenti de l'information :

- La similarité, qui correspond au degré de similitude entre la représentation qu'a l'utilisateur de l'objet et de l'objectif final ;
- La fréquence, qui correspond à la fréquence avec laquelle un usager rencontre un même objet dans un site ;
- L'appariement littéral, qui correspond Literal matching: Whether the representation of the unelaborated current goal has a literal matching with the actual object.

CoLiDeS assumes that the competition among the objects based on these three factors is resolved by the constraint-satisfaction process incorporated into Kintsch's [KIN 98] [KIN 88] construction-integration architecture. Each schematic or actual object is related to the current goal in degree of similarity, frequency, and literal matching. Each interface object is also related to each of the other interface objects in degree of similarity, frequency, and literal matching. Thus, the selection process involves a complicated network of relationships with multiple measures of relatedness. The constraint-satisfaction process deals with the competition among the various degrees of relatedness, enabling the user to single out the objects closest to the user's current goal.

**La similarité :** CoLiDeS postule que le degré de similarité entre un objet schématique et un objet effectivement présent sur l'interface est défini par la distance qui les sépare dans l'espace sémantique. Le « Latent Semantic Analysis » (ou LSA) [LAN 97] est un outil et/ou une technique qui permet de construire l'espace sémantique élaboré par un individu lisant ou traitant du matériel langagier. La signification d'un mot, d'un lien, d'une phrase ou du texte en entier est représenté dans un espace vectoriel à  $n$  dimensions, pouvant compter jusqu'à 300 dimensions. LSA peut générer un espace vectoriel immense depuis un vaste corpus de document, cet espace étant représentatif de la représentation mentale qu'un lecteur aurait construit. Lorsque l'on veut simuler le comportement d'un usager

interagissant avec un site Web, il est nécessaire d'utiliser LSA pour avoir une idée de la représentation mentale que cet usager pourrait élaborer en traitant les informations contenus dans la page Web.

Le vecteur correspondant à chaque mot varie considérablement selon les connaissances du lecteur. Aussi, le site de LSA (<http://lsa.colorado.edu/>) permet d'avoir une grande variété d'espaces sémantiques que des individus de différents niveaux et/ou différents âges peuvent construire. Ces espaces sont construits sur la base d'analyses de vastes corpus de documents qui sont traités par Touchstone Applied Science Associates, Inc. (TASA), ces documents étant généralement ceux que les individus ont le plus l'habitude de traiter.

Avec le système LSA, tout groupe de termes est représenté comme une combinaison linéaire des vecteurs constitutifs. Le degré de liaison sémantique entre deux mots ou deux documents est estimée par le cosinus entre les deux vecteurs. Le cosinus est ici comparable à une corrélation. Une valeur de cosinus se situe entre +1 (termes ou mots identiques) et -1 (termes ou mots contraires), et près de zéro si les termes ne sont pas liés.

**La fréquence :** CoLiDeS postule que les éléments d'une interface qui sont fréquemment repérés et/ou utilisés ont plus de chances d'être sélectionnés. Par exemple, si un usager a l'habitude d'utiliser les moteurs de recherche internes aux sites Web, il aura plus souvent tendance à utiliser le moteur de recherche interne d'un site Web qu'il ne connaît pourtant pas.

**Literal Matching:** When the representation of the current goal literally matches the representation of the schematic or actual object, partially or completely, the number of matches is counted when selecting an object from the screen. Literal matching is powerful. Suppose one is searching for a product named XYZ and there is a label XYZ on the page. The description of the goal and the representation of the labeled object are connected via the shared argument XYZ. The strength of connection between the goal and the object becomes stronger as the number of shared arguments increases.


These three factors jointly determine the strength of the information scent of each object. It is worthwhile to relate these factors to the analysis of the web navigation version of the label-following strategy: the factor "similarity" defines the strength of links between the proposition P8: (is-associated-with **TheHyperLink TOPIC**) and the goal P6: (perform (search **TOPIC**)). The factor "frequency" affects the strength of the node P8. The factor "literal matching" determines whether the argument overlap mechanism does or does not connect P6 and P8: if a common argument exists in P6 and P8, they are connected; otherwise they have no direct

connection but may have indirect connection by means of semantic similarity with varying degree of strengths.

### 10.3.2.3. *Attention-Management Mechanisms*

CoLiDeS assumes that attention-management mechanisms are crucial in guiding the user toward acting on a particular interface object. Immediately after being transported to a new web page, the user parses the page and generates a schematic representation of the display, illustrated by the collection of top-level schematic objects in Fig. X.4. A particular schematic object rapidly grabs the user's attention. If lower-level schematic objects are nested under the focused-on top-level schematic object, then the user parses the top-level schematic area as a representation of lower-level schematic objects. One of these lower-level schematic objects then grabs the user's attention, making available the information in that area. At this point, if not before, the user is focusing on an area that contains actual objects, which are interface objects on which the user can act. The user then comprehends and compares these actual objects in relation to the current goal and selects one object as a target for the next action.

If, for example, a user wants to enlarge the font size for the page, his/her attention must be successively drawn to a series of particular schematic or actual interface objects as follows:

- *Parse* the home page, representing it as 5–10 top-level schematic objects, and *focus on* the Browser Application Controls to make available the information contained in the area.
- *Parse* the Browser Application Controls area, consisting of multiple schematic objects (e.g., Navigation Controls, Tab, Address Bar, Tool Bar, Search Window, Window Controls, Status Bar, and Scroll Bar) and *focus on* the Status Bar, a particular lower-level schematic object, to make available actual objects upon which to act.
- *Comprehend* the objects and *select* the button object ▼ next to the image  110% to open its pull down menu.

As this simple example demonstrates, the model carries out a series of “parse and focus-on” processes followed by a “comprehend and select” process. The interplay of focus-on with the other processes is crucial to determining the interface object upon which the user acts. The user who first focuses on the Browser Application Controls and then on the Status Bar is likely to comprehend accurately the consequences of clicking the ▼ button and select that action. At present, CoLiDeS models both the focus-on process and the select process using constraint satisfaction to resolve competition among objects related by varying degrees of similarity (LSA cosines), frequency, and literal matching. The difference between the select process and the focus-on process is that the select process is carried out

after the user comprehends the actual interface objects that are competing potential targets for action, whereas the focus-on process is carried out after scanning and representing top-level schematic objects that compete for the user's attention.

#### 10.3.2.4 A CoLiDeS simulation of *Selecting a Link*

Figure X.5 illustrates schematically how the CoLiDeS attention and action-selection processes work along with mental representations of an example web page generated during the attention process. In this example, the user first parses the entire web page into seven subregions and attends to the content area. He/she then parses the attended-to content area subregion and probably focuses on either the leftmost sub-subregion, International, which is the correct one, or the rightmost sub-subregion, Other Sites, which competes for the user's attention. On the assumption that the user selects the correct sub-subregion, the user proceeds to an action-selection process. In Figure 10.5, the link labeled Oceania is the correct link to accomplish the user's goal. If the user perceives Oceania to have high degrees of semantic similarity to the representation of the goal, he/she selects the correct link. However, if not, the user may not click the correct link even when focusing on the correct heading. This situation could occur because even college-educated users have little background knowledge about Oceania and may not realize that New Zealand is located in Oceania. In this case, the information scent attached to the correct link, Oceania, may not be strong enough to attract the users' attention for selecting it.

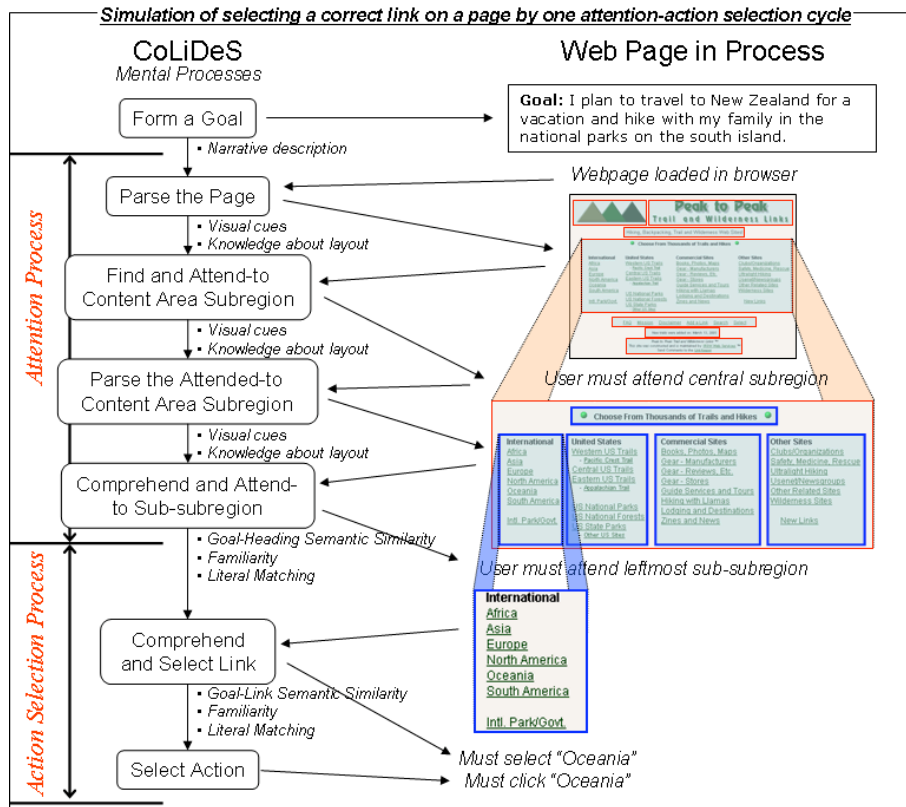


Figure 10.5. A CoLiDeS simulation of selecting links on the Peak-to-Peak home page

## 10.4. Conclusions

Successful selection of appropriate actions on the interface display to accomplish tasks, or successful selection of a series of appropriate hyperlinks to find necessary information in websites is the key factor to taking full advantage of the advanced IT environment in the 21st century. However, when one observes how users select the next actions in a variety of situations of operating informational devices and compiles their actions for analysis, the data may be too complicated to obtain a coherent view. Also, when one collects web page access log data concerning how the visitors of a website click through the site, it may be difficult to find regularities in their link selections except for the fact that the number of clicks is normally very

small [HUB 98] (two or three), and it is rare for visitors to stay longer to dig deeper into the website to acquire information.

However, the metaphor of Simon's ant<sup>2</sup> [SIM 96] seems to apply to these cases: the users' next-action-selection process is best conceived as *goal-directed pure forward search* in which they adopt the label-following strategy as the robust heuristic for organizing their action-selection behavior. It is an efficient strategy that requires less memory and computation than deliberate decision-making. Users select their next actions within a short time, just as readers of books normally extract the meaning of the texts by scanning. The underlying mechanism of selecting the next actions by applying the label-following strategy is analogous to extracting the meaning of print text by comprehension. However, the label-following strategy breaks down when critical links are absent or weak. Unfortunately, we observe many situations in the present informational environment where the label-following strategy does not work. The first strategy the users adopt is the label-following strategy, which will break down unless the critical links are carefully implemented by considering the target users' background knowledge of the tasks, interface conventions, and applications.

Literacy in the 21st century includes the skills necessary for using advanced IT. It consists of at least two skills: the skill to apply the label-following strategy efficiently and the skill to apply appropriate back-up strategies when the first strategy fails. Given that the purpose of advanced IT is to support the quality of human life, it is obvious that the less the back-up skill is required the better the support is. The informational environment in the 21st century must be designed so that the first strategy for information search is appropriately supported and the literacy or the skill of applying the label-following strategy is learned and maintained through experience with advanced IT.

## 10.5. Références

[BLA 07] BLACKMON M., MANDALIA D., POLSON P., KITAJIMA M., *Automating Usability Evaluation: Cognitive Walkthrough for the Web Puts LSA to Work on Real-World HCI Design Problems*, in *LSA: A Road to Meaning*, Erlbaum, Mahwah: NJ, 2007.

[BLA 02] BLACKMON M., POLSON P., KITAJIMA M., LEWIS C., *Cognitive Walkthrough for the Web*, in *Human Factors in Computing Systems (CHI2002)*, 2002.

---

<sup>2</sup> An ant [A man], viewed as a behaving system, is quite simple. The apparent complexity of its behavior over time is largely a reflection of the complexity of the environment in which it finds itself. Adapted from [SIM 96, pp. 51-53]

[BLA 03] BLACKMON M., KITAJIMA M., POLSON P., Repairing Usability Problems Identified by the Cognitive Walkthrough for the Web, in *Human Factors in Computing Systems (CHI2003)*, 2003.

[BLA 05] BLACKMON M., KITAJIMA M., POLSON P., Tool for Accurately Predicting Website Navigation Problems, Non-Problems, Problem Severity, and Effectiveness of Repairs, in *Human Factors in Computing Systems (CHI2005)*, 2005.

[CHI 00] CHI E., PIROLI P., PITKOW J., *The scent of a site: A system for analyzing and predicting information scent, usage, and usability of a website*, in *Human Factors in Computing Systems (CHI2000)*, 2000.

[CHI 01] CHI E., PIROLI P., CHEN K., & PITKOW J., Using information scent to model user information needs and actions and the Web, in *Human Factors in Computing Systems (CHI2001)*, 2001.

[CHI 03] CHI E., ROSIEN A., SUPATTANASIRI G., WILLIAMS A., ROYER C., CHOW C., ROBLES E., DALAL B., CHEN J., & COUSINS S., The Bloodhound Project: Automating discovery of web usability issues using the InfoScent Simulator, in *Human Factors in Computing Systems (CHI2003)*, 2003.

[Fu 07]FU W.-T., PIROLI P., & SNIF-ACT: A Cognitive Model of User Navigation on the World Wide Web, *Human-Computer Interaction*, vol.22, n°4, p.355-412, 2007.

[FUR 97] Furnas G., Effective view navigation, in *Human Factors in Computing Systems (CHI1997)*, 1997.

[HUB 98] HUBERMAN B.A., PIROLI P., PITKOW J., & LUKOSE R., Strong Regularities in World Wide Web Surfing, *Science* 280, vol.5360, p.95-97, 1998.

[KAT 03] KATZ M., & BYRNE M., Effects of scent and breadth on use of site-specific search on e-commerce websites, *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, vol.10, p.198-220, 2003.

[KIN 88] KINTSCH W., The role of knowledge in discourse comprehension: a construction-integration model, *Psychological Review*, vol.95, p.163-182, 1988

[KIN 98] KINTSCH W., *Comprehension: A Paradigm for Cognition*, Cambridge University Press, 1998.

[KIT 05] KITAJIMA M., BLACKMON M., & POLSON P., Cognitive Architecture for Website Design and Usability Evaluation: Comprehension and Information Scent in Performing by Exploration, in *Proceedings of HCI International 2005*, 2005.

[KIT 00] KITAJIMA M., BLACKMON M., POLSON P., A Comprehension-based model of Web navigation and its application to Web usability analysis, in *People and Computers XIV*, Springer, 2000.

[KIT 97] KITAJIMA M., POLSON P., A comprehension-based model of exploration, *Human-Computer Interaction*, vol.12, p.345-389, 1997.

[KIT 95] KITAJIMA M., & POLSON P., A comprehension-based model of correct performance and errors in skilled, display-based human-computer interaction, *International Journal of Human-Computer Studies*, vol.1, n°43, p.65-99, 1995.



## Vers un modèle de recherche d'information basé sur la compréhension 25

- [KIT 92] KITAJIMA M. POLSON P., A computational model of skilled use of a graphical user interface, in *Human Factors in Computing Systems (CHI1992)*, p.241-249, 1992.
- [LAN 97] LANDAUER T., DUMAIS S., A solution to Plato's problem: The Latent Semantic Analysis theory of acquisition, induction, and representation of knowledge, *Psychological Review*, vol.104, p.21-240, 1997.
- [LAR 98] LARSON K., & CZERWINSKI M., Webpage design: Implications of memory, structure and scent for information retrieval, in *Human Factors in Computing Systems (CHI1998)*, p.25-32, 1998.
- [MIL 04] MILLER C., & REMINGTON R., Modeling Information Navigation: Implications for Information Architecture, *Human-Computer Interaction*, vol.19, p.225--271, 2004.
- [NIE 94b] NIELSEN J., MACK R., *Usability Inspection Methods*, John Wiley and Sons, New York, 1994.
- [PIL 99] PIROLI P., CARD S., Information foraging, *Psychological Review*, vol.106, p.643-675, 1999.
- [PIL 07] PIROLI P., *Information Foraging Theory: Adaptive Interaction with Information*, Oxford University Press, 2007.
- [POL 90] POLSON P., LEWIS C., Theory-Based Design for Easily Learned Interfaces, *Human-Computer Interaction*, vol.5, p.191-220, 1990.
- [SIM 96] SIMON H., *The Sciences of the Artificial*, The MIT press, 1996.
- [TUL 98] TULLIS T.S., A Method for Evaluating Web Page Design Concepts, in *Human Factors in Computing Systems (CHI1998)*, p.323-324, 1998.