

Conception des Systèmes de Recherche d'Information Multimédia

Jean-Pierre Chevallet ¹, Gilles Gauthier ^{1,2}, Philippe Mulhem ¹, Laurence Nigay ²
CLIPS-IMAG

B.P. 53 38041 Grenoble Cedex 9

{ Gilles.Gauthier, Jean-Pierre.Chevallet, Philippe.Mulhem, Laurence.Nigay } @imag.fr

RÉSUMÉ

Cet article a trait à la conception des systèmes de recherche d'information multimédia. Nous ciblons notre approche sur l'utilisateur et son besoin d'information. Nous présentons dans une première partie des éléments caractérisant le besoin d'information. Il s'agit d'une étape de conception en amont de l'étape de définition de l'interface dans le cadre d'une approche de conception descendante dirigée par les concepts. Nous mettons en évidence la diversité des cas d'utilisation d'un système de recherche d'information. Cette diversité nous incite à aussi considérer une approche de conception itérative par expérimentations successives avec l'utilisateur final. Cette approche ascendante centrée sur l'expérimentation implique une très forte modifiabilité du logiciel de l'interface. Nous examinons donc la réalisation logicielle selon le modèle d'architecture PAC-Amodeus. Nous illustrons la discussion avec notre système TIAPRI, un système de recherche d'information booléen pondéré.

MOTS CLÉS : Recherche d'information, besoin d'information, conception logicielle, interaction.

INTRODUCTION

Les récentes avancées des technologies de la communication ouvrent de nouvelles perspectives. En particulier, les autoroutes de l'information permettent une diffusion instantanée d'une grande quantité d'informations. Face à ce déploiement technologique, il convient de s'interroger sur la qualité de l'information et sa maîtrise intellectuelle. Dans ce contexte, le problème n'est plus tant la disponibilité de l'information mais la capacité de sélection d'une information qui réponde au besoin d'un utilisateur, à partir des représentations qu'il perçoit. En fait, cette information est disponible mais souvent inaccessible. Plus que jamais, il faut donc assister l'utilisateur pour retrouver l'information dont il a besoin. Il est par exemple humainement difficile de parcourir toutes les pages du WWW pour rechercher une information particulière. La mise en place de moteurs de recherche ne résout pas les problèmes de l'utilisateur qui obtient souvent plusieurs centaines de réponses à ses requêtes, présentées sous la forme d'une liste. Ces problèmes, connus déjà des Systèmes de Recherche documentaire utilisés dans les bibliothèques, sont amplifiés par le WWW du fait de la quantité d'information disponible. De même les travaux récents au sujet de la télévision interactive soulèvent des problèmes similaires : les systèmes de recherche d'information (SRI) à concevoir doivent permettre l'accès à une grande quantité d'information par tout public en

prenant en compte la variété des environnements d'utilisation à domicile.

Considérons la définition d'un SRI que propose G. Salton [10] : "un système de recherche d'information est un système d'information : il permet de stocker de l'information destinée à être traitée, recherchée, trouvée par une population variée d'utilisateurs". Nous constatons ici d'une part la généralisation d'un document à toute information, et d'autre part l'importance de l'interface homme-machine (IHM) qui doit schématiquement aider, encourager et permettre de rechercher de l'information [8]. Les SRI sont donc par définition des systèmes interactifs qui se doivent de répondre à la variété de leurs utilisateurs et par conséquent à la diversité des besoins d'information.

Cet article a trait à la conception des SRI selon une perspective IHM centrée sur l'utilisateur. Peu d'études ont été réalisées sur les interfaces homme-machine des SRI. Ainsi, la prise en compte de l'utilisateur et de son besoin est souvent sous-estimée dans la conception d'un SRI. Deux approches de conception sont envisageables :

- L'une descendante se fonde sur une étude approfondie de l'utilisateur et de son besoin. L'interface est conçue à partir de cette étude (conception du haut vers le bas).
- L'autre ascendante consiste à concevoir l'interface de façon itérative en expérimentant avec l'utilisateur final (conception du bas vers le haut).

Ces deux approches de conception sont complémentaires et peuvent facilement cohabiter pour concevoir une interface qui réponde aux besoins des utilisateurs. En effet une approche descendante permet de concevoir une première interface à partir des besoins de l'utilisateur. Cette interface peut alors être mise au point par expérimentations avec l'utilisateur.

La première partie de l'article propose un espace caractérisant le besoin d'information. Cette étude constitue une étape de la première approche de conception (cf. approche (i)). Nous mettons en évidence la diversité des besoins d'information et par conséquent la multiplicité des types de recherche et de tâches que l'IHM doit offrir. Cette diversité souligne la complexité d'une approche descendante et nous incite à considérer une méthode de conception mixte qui combine les deux approches citées ci-dessus. Nous examinons donc dans la deuxième partie de l'article la conception d'un SRI qui garantit une forte modifiabilité du logiciel inhérente à une approche itérative par expérimentations avec l'utilisateur (cf. approche (ii)). Nous illustrons la discussion avec notre système TIAPRI.

¹ Equipe MRIM : Modélisation et Recherche d'Information Multimédia.

² Equipe IIHM : Ingénierie des Interfaces Homme-Machine.

BESOINS D'INFORMATION

La prise en compte de l'utilisateur et de son besoin est souvent sous-estimée dans la conception et l'évaluation d'un SRI. Les travaux dans le domaine des SRI s'intéressent à des modèles de recherche d'information qui sont capables de déterminer les documents qui répondent le mieux à une requête [9]. Un modèle de recherche d'information, le coeur d'un SRI, est composé des représentations des documents, des représentations des requêtes d'un utilisateur, et de la fonction de correspondance entre ces deux éléments. Ce travail de modélisation est toujours d'actualité, comme le montrent les résultats obtenus lors des trois conférences TREC [2] dédiées à l'efficacité des modèles de RI sur des corpus de très grande taille. L'évaluation d'un SRI se fonde sur des courbes de rappel/précision [10] qui fournissent une mesure relative à une collection de documents et de requêtes résolues. Ces collections tests sont des "étalons de mesure" fabriqués par des experts. Les résultats obtenus traduisent seulement l'aptitude moyenne du système sur des recherches en une seule requête : l'interaction avec l'utilisateur et l'itération de la recherche sont totalement ignorées. L'utilisateur, son besoin et son activité ne sont donc pas pris en compte dans le processus d'évaluation actuel de ces systèmes, ce qui est paradoxal pour des systèmes dont le but est justement de répondre à des demandes d'information de l'utilisateur.

Nous présentons une approche centrée sur l'utilisateur en définissant des axes qui caractérisent son besoin d'information. Ces axes regroupent les différents éléments intervenants dans la définition du besoin et dans sa concrétisation par une expression d'entrée du SRI. De manière chronologique, le premier axe caractérise le besoin d'information, à l'origine de l'utilisation des services d'un SRI. Ce besoin se concrétise par une expression d'entrée, deuxième axe de notre analyse. La connaissance que l'utilisateur a du système, troisième axe de notre espace, est un élément particulier qui peut influencer son besoin et son expression. Nous détaillons dans la suite chacun de ces axes à l'aide de sous-axes exprimant des facettes propres et pertinentes.

Caractéristiques du besoin d'information

Cet axe identifie des propriétés intrinsèques du besoin d'information en faisant abstraction de sa formulation en entrée du système. Ces propriétés sont conditionnées par l'état cognitif de l'utilisateur.

Sous-axe "définition du besoin"

Les connaissances de l'utilisateur vis-à-vis du domaine de la recherche sont des facteurs primordiaux dans la formulation du besoin d'information car elles lui permettent de mieux cerner son besoin d'information. Pour un domaine donné, chaque utilisateur a sa propre expertise, liée à ses connaissances et à son expérience. De son côté, le système a lui-même une connaissance du domaine sous la forme des index, du thesaurus, ou plus généralement sous la forme d'une base de connaissance. Sur le domaine du corpus, les points de vue du système et de l'utilisateur ne sont donc pas forcément cohérents, à cause de la partialité ou de l'imprécision des connaissances que possède le système ou bien à cause du

manque d'information que l'utilisateur peut avoir sur le domaine de la recherche. Ainsi, un besoin d'information peut être bien défini dans l'esprit de l'utilisateur et complètement flou vis-à-vis du système. Le besoin d'information va alors se préciser au fur et à mesure que l'utilisateur va acquérir des connaissances grâce aux documents proposés par le système.

Sous-axe "stabilité du besoin"

Des études expérimentales ont montrées que le besoin d'information est par nature dynamique car il met en jeu toutes les structures cognitives de l'utilisateur qui sont dynamiques et variables [3]. Il peut évoluer aussi bien au niveau des thèmes ou des domaines de recherche (changement du focus de recherche) qu'au niveau de la précision de définition de l'information recherchée par l'utilisateur. Néanmoins, le besoin d'information peut être stable dans le cas où l'utilisateur cherche à vérifier ou à localiser une information déjà connue.

Par conséquent, nous constatons que les stratégies de recherche dérivées du modèle de l'utilisateur doivent être très flexibles afin de s'adapter aux variations du besoin d'information comme dans le système Cabri-n [13] qui utilise un raisonnement à base de cas.

Caractéristiques de l'expression d'entrée

L'expression d'entrée est associée à la formulation de la requête. Cet axe caractérise les attributs de formulation de l'expression d'entrée du besoin d'information.

Sous-axe "Désignation" (connoter/dénoter)

Deux solutions s'offrent lorsqu'il s'agit de comparer deux entités :

- comparaison des propriétés (connotation),
- comparaison des entités elles-mêmes (dénotation).

Par exemple, lorsque l'on demande, "Je veux le livre 'A new theoretical framework for information retrieval' de Van Rijsbergen", on utilise une désignation discriminante qui ne qualifie qu'un seul document. Par contre, dans la requête, "Je veux une image de Van Rijsbergen en noir et blanc", on recherche des images avec une propriété commune comme critère de recherche. Cette demande peut correspondre à un ensemble de documents au contraire de la première.

Le type de désignation de l'expression d'entrée est utile au système. Cela permet de mieux répondre au besoin d'information en matière de quantité de références retrouvées.

Sous-axe "Point de vue" (objectif/subjectif)

Le besoin d'information peut s'appuyer sur des critères subjectifs, c'est-à-dire des impressions relatives à l'utilisateur. Par exemple, "Je veux des films qui font peur" est une demande subjective car elle se réfère à une impression qui n'est pas forcément partagée par tout utilisateur. En cela, on peut l'opposer à "Je veux des films avec du sang" qui est une demande objective car elle se fonde sur un contenu objectif et observable de l'image.

Grâce à un modèle embarqué de l'utilisateur, le système doit aider l'utilisateur à reformuler son besoin d'information vers des concepts plus objectifs : le but est ici de réduire le décalage entre la subjectivité de

l'utilisateur et celle de l'indexeur du corpus, dans le cas d'une indexation manuelle.

Sous-axe "Focus" (générique/spécifique)

Le focus désigne le niveau de généralité du besoin d'information de l'utilisateur. Par exemple, la demande "Je veux des enregistrements de chansons de rock" est plus générique que "Je veux des enregistrements de chansons des Pink Floyd". Les demandes génériques peuvent se produire :

- lorsque l'utilisateur est novice : dû à son manque de connaissance, la formulation de son besoin peut alors être générale ;
- lorsque l'utilisateur est expert et recherche une information générale : la formulation de son besoin est alors volontairement générale.

Selon le cas, le système doit soit aider l'utilisateur à reformuler son besoin afin de le préciser, soit le traiter tel quel.

Sous-axe : "Support de l'information"

L'information a été définie par Shannon [11] comme la mesure de corrélation entre deux objets aléatoires (variable, fonctions, événements, etc.). Cette information est transmise par un canal de communication à l'aide d'un signal. Cette définition permet de faire apparaître les éléments importants de la notion d'information qui sont :

- l'information elle-même,
- le signal qui la transmet,
- l'émetteur et le récepteur.

Il semble donc primordial de différencier le support de l'information (le signal), de l'information elle-même (sous-axe "*Contenu informatif*"). Ce sous-axe, "*Support de l'information*", représente le moyen physique par lequel l'information est transmise ou stockée. Des exemples d'expression d'un besoin à propos du support de l'information sont : "Je cherche une vidéo" par opposition à "je cherche un film", ou bien "je cherche un C.D. audio" par opposition à "je cherche un disque vinyle"

Sous-axe : "Contenu informatif"

Deux éléments non indépendants sont importants en ce qui concerne l'information par elle-même : la sémantique et le codage.

La sémantique d'une information est trivialement ce qui lui donne son sens. C'est une notion par essence relative au récepteur du signal. Ce signal pour prendre son sens devra être décodé par le récepteur. Par exemple, un son numérisé n'est "compréhensible" par un auditeur que s'il est émis par un haut parleur. Il peut être éventuellement encore compréhensible par des experts sous la forme de spectre de fréquence. Ce dernier exemple met en évidence la notion de type de média utilisé pour matérialiser l'information. Ces types de média sont naturellement en rapport avec nos cinq sens de perception. Nous les organisons en deux classes :

- visuelle : texte, graphisme, photographie, graphisme animé, photographie animée (vidéos, films) ;
- sonore : parole, musique, bruit.

Dans l'exemple : "je cherche une image en noir et blanc", on s'intéresse à un type de média particulier :

l'image fixe (graphique ou photographique) en qualifiant par restriction le contenu de cette image.

Le codage, lié à la sémantique, est une dimension supplémentaire, plus pragmatique qui peut être utilisée explicitement. Pour un texte, la langue dans lequel il est écrit, est le dernier niveau de codage de l'information, au sens où c'est celui qui certainement intéressera le plus l'utilisateur. Parmi les autres niveaux de codage, on peut citer le format du texte : "je cherche une page HTML ou postscript", le format des images "Je cherche une vidéo SECAM", du son "un son en 16 bits", etc.

Connaissance du système

Cet axe est relatif à la connaissance qu'a l'utilisateur à propos du système de recherche d'information : l'ensemble formé par le noyau fonctionnel et par le corpus d'information. La connaissance sur le système influe à la fois sur la formation de l'intention, sur la formulation de la requête ainsi que sur l'exécution des actions de l'utilisateur. En effet, un utilisateur peut savoir que le système ne gère pas les documents qui répondent exactement à son besoin, et va alors former une intention en conséquence. La connaissance d'un utilisateur sur le système peut aussi intégrer le fait que certains termes ne sont pas connus par le système : ceci a un impact direct sur la formulation de la requête. Il est de plus évident que la connaissance du système et particulièrement de son interface et de ses techniques d'interaction influe sur la manière de spécifier une expression d'entrée ou d'interpréter une expression de sortie.

MODÉLISATION DE LA TÂCHE DE RECHERCHE D'INFORMATION

Reposant sur notre étude des besoins d'information, il convient de modéliser la tâche de recherche d'information. Par exemple une tâche de recherche conditionnée par un besoin vague et instable semble correspondre à une approche exploratoire que l'interface doit donc pouvoir offrir. Une étude plus approfondie doit être conduite pour identifier les tâches informatisées à partir des caractéristiques du besoin.

Un premier pas vers l'identification des différentes tâches de l'utilisateur et du système consiste à situer les caractéristiques du besoin par rapport aux étapes de la théorie de l'action de D. Norman. Cette théorie modélise les activités mentales et physiques de l'utilisateur dans l'accomplissement d'une tâche de recherche d'information. La figure 1 explicite les sept étapes de la théorie en utilisant une terminologie adaptée au contexte de la recherche d'information ; elle désigne aussi les points d'ancrage des caractéristiques du besoin d'information exposées au paragraphe précédent. Cette figure intègre également les éléments de la polyreprésentation du besoin d'information définis par P. Ingwersen [3]. Ces éléments définissent l'espace cognitif de l'utilisateur : le domaine de travail de l'utilisateur, son état cognitif actuel ainsi que son espace problème. Ce sont des éléments à l'origine du besoin d'information et donc de ses caractéristiques. Comme le montre la Figure 1, les distances sémantiques et articulatoires définissent les interfaces en entrée et en sortie.

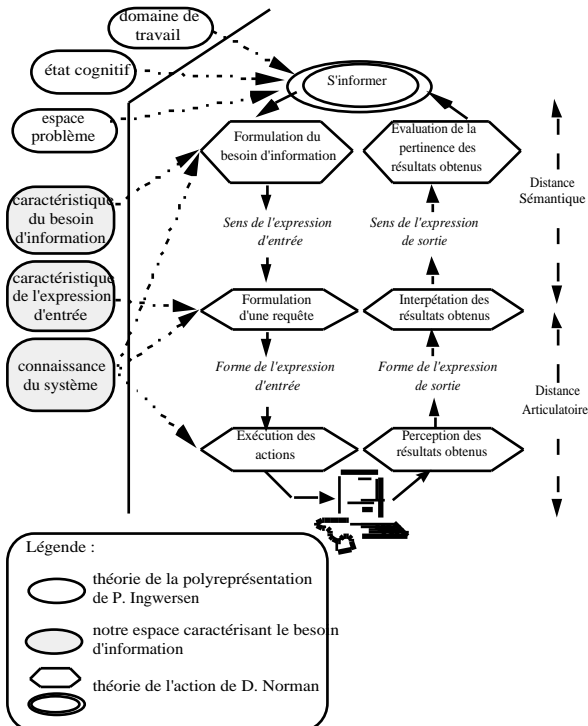


Figure 1: Les activités de l'utilisateur dans une tâche de recherche d'information.

Il est cependant important de noter que la séparation entre ces deux interfaces se conçoit à des fins analytiques. Le schéma cyclique :

- 1) interface d'entrée : acquisition de données,
- 2) traitement interne : changement d'état,
- 3) interface de sortie : expression perceptible du changement d'état,
- 4) retour à l'étape 1,

est une vue réductrice du fonctionnement souhaitable d'un SRI. Les interfaces d'entrée et de sortie ne peuvent être conçues de manière indépendante car les données reçues par l'une peuvent influencer les résultats de l'autre avant même que la boucle ait été exécutée dans sa totalité. Dans les SRI, cette forte corrélation de l'interface en entrée avec celle de sortie se manifeste essentiellement selon le principe du "retour d'information immédiat" et le principe du "couplage des entrées et des sorties". Le premier principe du "retour d'information immédiat" se manifeste par exemple dans les systèmes comme TIAPRI où les références aux documents retrouvés sont présentées à mesure que la requête s'exécute. L'exemple le plus significatif du deuxième principe, "couplage des entrées et des sorties", est la réinjection ou bouclage de pertinence [9, 10] : à partir de la sélection par l'utilisateur de documents jugés pertinents (ou non pertinents), le système reformule une requête.

Nous avons proposé des paramètres pour caractériser le besoin d'information et nous nous sommes intéressés aux activités mentales et physiques de l'utilisateur. Il convient donc maintenant de s'interroger sur les activités du système.

ASPECTS DE CONCEPTION LOGICIELLE

Au paragraphe précédent, nous avons adopté une approche de conception descendante centrée sur une étude conceptuelle de l'utilisateur et de son besoin. La multiplicité des paramètres identifiés dans notre espace et donc la complexité de conception, nous incite à considérer aussi une approche de conception ascendante centrée sur l'expérimentation avec l'utilisateur. Cette approche itérative de mise au point avec l'utilisateur implique une forte modifiabilité du logiciel. Pour vérifier ce critère de qualité nous appliquons le modèle d'architecture logicielle PAC-Amodeus [6]. Un modèle d'architecture est un guide pour organiser le logiciel de l'interface dans le but de vérifier des critères de qualité du logiciel [1]. La modifiabilité est un critère véhiculé par le modèle PAC-Amodeus. Une description détaillée de PAC-Amodeus peut être consultée dans [7]. Comme le montre la figure 3, PAC-Amodeus reprend les composants du modèle ARCH dont il affine le contrôleur de dialogue en termes d'agents PAC. Les apports de PAC-Amodeus à la conception logicielle d'un SRI sont ici présentés dans le contexte du système TIAPRI, présenté à la figure 2. Une discussion plus générale des apports du modèle à la conception logicielle des SRI est exposée dans [5].

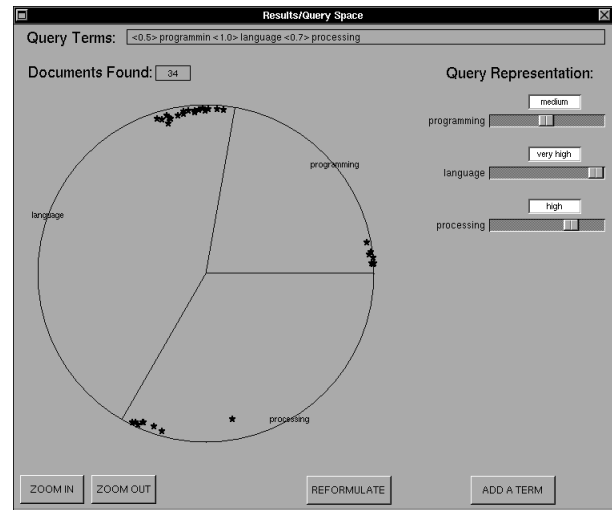


Figure 2 : Une copie d'écran du système TIAPRI.

L'interface de TIAPRI, développée sous l'environnement NEXTSTEP, comprend une fenêtre d'accueil de spécification d'une requête booléenne sous forme textuelle. Les résultats d'une requête sont présentés progressivement à l'aide d'un champ d'étoile [12] contenu dans une deuxième fenêtre. Les étoiles les plus au centre du champ sont les documents les plus pertinents par rapport à la requête. De plus le champ est décomposé en tranche, chacune correspondant à un terme de la requête. Le terme correspondant à la tranche où est localisé un document est celui de la requête qui indexe le mieux le document.

La figure 3 présente l'architecture logicielle de TIAPRI. Le *noyau fonctionnel* (NF) implante les concepts du domaine applicatif : le moteur de recherche du SRI. Ce composant met en œuvre la fonction de

correspondance qui permet de trouver les documents pertinents à partir d'une requête. Pour cela le NF contient l'ensemble des index représentant le contenu des documents de la base. Le système de recherche d'information utilisé est de type booléen pondéré. Il est localisé sur une machine distante.

C'est le rôle de l'interface avec le noyau fonctionnel (INF) de communiquer avec le NF par des appels de commandes distantes selon le format RPC. L'INF sert d'adaptateur entre le monde des objets du domaine et les objets conceptuels exportés vers l'utilisateur. Il traduit le résultat des requêtes soumises au SRI sous une forme compréhensible par le *Contrôleur de Dialogue* (CD), par exemple une liste d'identificateurs externes des documents pertinents. Le CD en produit une présentation perceptible par l'utilisateur. Symétriquement, l'INF traduit les requêtes exprimées dans le formalisme du CD en une requête exprimée dans le formalisme du SRI. Cette traduction peut éventuellement faire appel à un thesaurus maintenu dans l'INF. Les objets du domaine échangés entre l'INF et le NF sont donc dépendants du modèle de recherche d'information. Par exemple si ce dernier est vectoriel, les objets du domaine seront alors représentés sous forme de vecteurs. Ce composant sert donc d'interface conçue pour absorber les changements entre ses voisins directs. Le CD est par conséquent indépendant du modèle de recherche d'information sous-jacent. Comme le montre la figure 3, nous pouvons connecter l'interface de TIAPRI à plusieurs SRI pour augmenter la précision des réponses [4]. La fusion des résultats obtenus sera alors effectuée par l'INF.

Le *contrôleur de dialogue*, clé de voûte du système interactif, est organisé en une hiérarchie d'agents PAC qui forme un pont entre l'INF et les *techniques de présentation* (CTP). La hiérarchie contient trois niveaux. Les feuilles de la hiérarchie sont les agents suivants :

- L'agent "Résultat" assure l'affichage des résultats dans le champ d'étoile et gère les changements spécifiés par manipulation directe sur cette zone d'affichage. L'abstraction maintient la liste des identificateurs de documents envoyée par l'INF.
- L'agent "Palette" gère les barres de défilement alphanumérique qui permet de reformuler une requête.

L'agent "Ciment" gère la cohérence entre les deux agents "Résultat" et "Palette". Son abstraction maintient la requête courante. Par exemple si l'utilisateur modifie le poids d'un des termes de la requête par manipulation directe sur le champ (glissement de la limite d'une tranche), la nouvelle valeur sera immédiatement mise à jour dans l'agent "Palette" par l'intermédiaire de l'agent "Ciment". La nouvelle requête est alors envoyée au NF par l'agent "Ciment" via l'INF. Les nouveaux documents retrouvés seront alors reçus par la facette abstraction de l'agent "Résultat". Enfin un agent "Requête" gère la spécification de la requête initiale.

Le composant *techniques de présentation* (CTP) définit les règles de correspondance entre objets de présentation et objets d'interaction. En sens inverse, ce composant abstrait les informations spécifiées par l'utilisateur en termes compréhensibles par le CD : des unités informationnelles. Le CTP est dédié à la présentation graphique et à l'interaction par manipulation directe sur les objets graphiques (partie englobée par Interface Builder dans l'environnement NEXTSTEP). Ce composant rend le CD indépendant de l'outil de développement.

Le composant *bas niveau d'interaction* (CBNI) désigne la plate-forme d'accueil logicielle et matérielle. Ce niveau regroupe les services de gestion des événements fournis par l'environnement NEXTSTEP. Aucun code supplémentaire n'a été nécessaire pour ce composant.

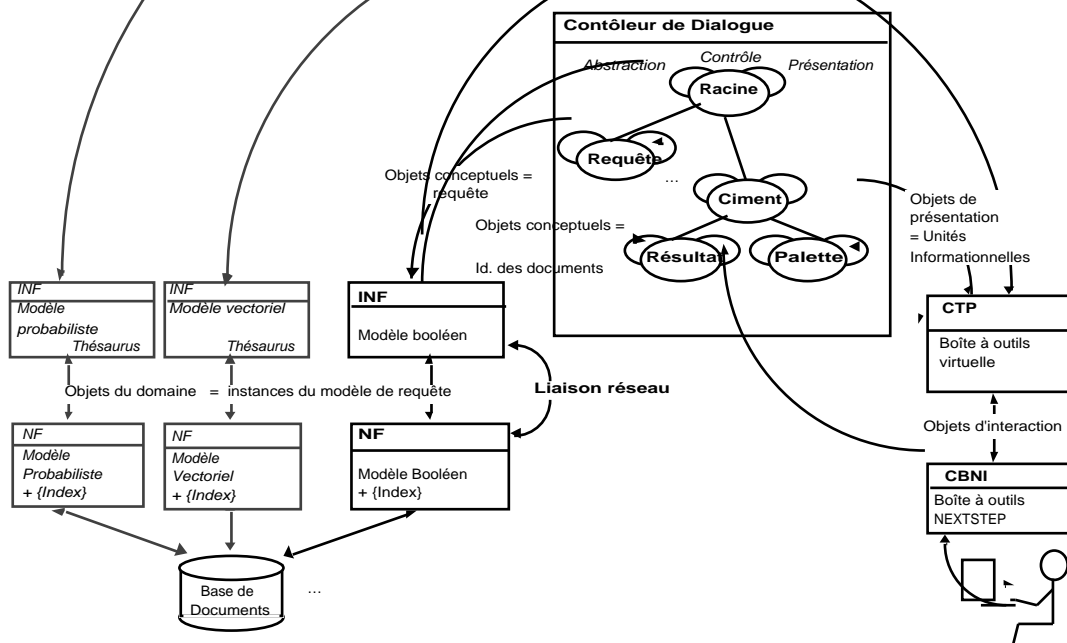


Figure 3 : Architecture logicielle de TIAPRI selon le modèle PAC-Amodeus.

L'architecture logicielle est conçue pour que le logiciel ainsi structuré vérifie des critères de qualité. Grâce à ses deux composants adaptateurs (INF et CTP), PAC-Amodeus tend à vérifier deux critères principaux : la modifiabilité et la portabilité du code produit. Le CD est indépendant de la plate-forme d'accueil et du modèle de recherche d'information. Par exemple TIAPRI peut être porté sur une plate-forme XWindows en utilisant la boîte à outils MOTIF sans remettre en cause le CD. De plus la décomposition du *contrôleur de dialogue* en agents permet d'atteindre une forte modularité dirigée par les unités pertinentes de l'interface : cette modularité rend la modification du code plus facile lors d'une conception itérative centrée sur l'utilisateur. Par exemple la présentation des documents retrouvés peut être changée dans TIAPRI en ne modifiant que l'agent "Résultat".

CONCLUSION

Notre objectif concerne la prise en compte de l'utilisateur dans le processus de conception d'un SRI. Cela nous semble primordial car le but d'un tel système est de satisfaire un besoin d'information de l'utilisateur. Notre processus de conception allie deux approches complémentaires :

- La première approche descendante se fonde sur une étude conceptuelle du besoin d'information et de la tâche. Dans ce contexte, nous avons présenté un espace caractérisant le besoin d'information puis ensuite établi les liens entre les paramètres de notre espace et les étapes dans l'accomplissement d'une tâche de recherche. L'étude doit être approfondie pour identifier les différentes tâches de recherche à partir des caractéristiques des besoins d'information. L'étude suivante consistera alors à identifier les techniques d'interaction les plus adéquates à ces tâches.
- La diversité des besoins d'information et donc la complexité de conception de l'interface nous incite à aussi considérer une approche expérimentale ascendante. Une mise au point itérative de l'interface implique une forte modifiabilité du logiciel. Afin d'atteindre ce critère nous appliquons le modèle PAC-Amodeus à la conception logicielle des SRI. Nous avons montré son application et ses apports à la réalisation logicielle de notre système TIAPRI.

Dans la continuité de nos travaux, nous allons étudier des techniques multimodales d'interaction en entrée comme en sortie. Au sein de notre méthode de conception, ces techniques d'interaction devront être mises en relation avec les différents types de tâches de recherche. Le choix des techniques d'interaction multimodales devra aussi prendre en compte le type des données (média) manipulées dans la base.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été partiellement financé par le projet ESPRIT BRA 8034, intitulé FERMI (Formalization and Experimentation on the Retrieval of Multimedia Information).

BIBLIOGRAPHIE

1. Abowd, G., Coutaz J. et Nigay, L., Structuring the Space of Interactive System Properties. *Actes de la Conférence IFIP TC2/WG2.7 Working Conference on Engineering for Human-Computer Interaction*, édité par J. Larson et C Unger, (Ellivuori, Finlande), 1992, p. 113-128.
2. Harman, D., The TREC Conferences. *Actes de la conférence HIM'95* (Constance, Allemagne), Bd. 20, 1995, p. 9-28.
3. Ingwersen, P., Cognitive perspectives of information retrieval interaction: elements of a cognitive IR theory, *Journal of Documentation*, vol. 52, no. 1, Mars 1996, pp. 3-50.
4. Lee, J. H., Combining Multiple Evidence From Different Properties of Weighting Schemes. *Proceedings of SIGIR'95*, ACM Press, (Seattle, U.S.A.), 1995, p. 180-188.
5. Mulhem, P. et Nigay, L., Interactive Information Retrieval Systems: From User Centred Interface Design to Software Design, *Proceedings of SIGIR'96*, ACM Press, (Zurich, Suisse), 1996, à paraître.
6. Nigay, L., Conception et modélisation logicielles des systèmes interactifs. *Thèse de l'Université Joseph Fourier*, Grenoble, 1994, 350 pages.
7. Nigay, L. et Coutaz, J., A Generic Platform for Addressing the Multimodal Challenge, *Proceedings of CHI'94 Human Factors in Computing Systems*, Addison Wesley, ACM Press, (Boston, U.S.A.), 1994, p. 23-29.
8. Nishiyama, H., Kin, S., Yokoyama, T., Matsushita, Y, An Image Retrieval System Considering Subjective Perception. *Actes de la conférence CHI'94 Human Factors in Computing Systems*, (Boston, U.S.A.), ACM/SIGCHI, N.Y., 1994, p. 30-36.
9. J. van Rijsbergen. *Information Retrieval*. Butterworths, London, 2ème édition, 1979.
10. Salton, G., *Automatic Text Processing, The Transformation, Analysis, and Retrieval of Information by Computer*. Addison-Wesley, 1983.
11. Shannon C.E.: A mathematical theory of communication, *Bell System Techn. J.* 27, 1948.
12. Williamson, C. et Scheiderman, B., The Dynamic Homefinder: Evaluating Dynamic Queries in a Real-Estate Information Exploration System, *Proceedings of SIGIR'92*, ACM Press, (Copenhagen, Denmark), 1992, p. 338-346.
13. Smaïl, M., Raisonement à base de cas pour une recherche évolutive d'information; Prototype Cabri-n. Vers la définition d'un cadre d'acquisition de connaissances. *Thèse de l'Université Henri Poincaré Nancy I*, Vandoeuvre-Lès-Nancy, France, 1994.