

Un système complet de représentation graphique tridimensionnelle de l'information : « *Crystal hy-map* »

David Bihanic
Université de Paris I Panthéon-Sorbonne
Laboratoire CERAP (Centre d'Etude et de Recherche en Arts Plastiques),
27-31 rue Lombard, 92260 Fontenay, <root@fxdesignstudio.com>.

Abstract

A complete system of tridimensional graphical representation of information :
« *Crystal hy-map* »

This paper is a review of a recent project envisioning to implement a system breaking, once and for all, away from the traditional WIMP model and offering a better spatial hierarchical organization of metadata. For this, it attempts quite particularly to create new description methods in regards to constraints of research space as well as to develop processes of information type assignment, both static and dynamic. Furthermore, it aims to elaborate original interfacing procedures dedicated to semi-immersive interactive display of hypermedia data.

As a result, we obtain new solutions in formalization and in description of informative space as well as in modeling of decomposition processes and of pre-processing of knowledge. Consequently, referring to several types of software conception and to an implementation directed towards elaborate objects seems essential in making possible the integration of complex algorithms.

Finally, this project is based on an original application of several methods of semantic analysis capable of foreseeing plans of information distribution through "*contagion*" thus bringing about the construction of new access modules to databases and of new "middleware" layers.

The first expected results should be limited to the conception of information display models for information analysis, to the creation of new procedures of data location and retrieval, as well as to the integration of innovative processing tools.

General organization of the project :

Stage n°1

- instinctive interface and semi-immersive display
- multi-modal and cooperative interaction
- hypermedia plans
- modelling of exchanges.

Stage n°2

- conception Method and principle of client/server architecture
- application of a registered programming language.

Keywords : Semi-immersive interactive display, Informative space, Semantic analysis, Instinctive, Interface.

1. Introduction

Les récentes recherches menées en matière de traitement de données en milieu virtuel démontrent clairement que le processus qui conduit l'utilisateur à adopter une stratégie plutôt qu'une autre, prioritairement dans le cas de nombreuses situations de résolution de problèmes complexes, dépend essentiellement des règles et principes structuro-informationnels auxquels sont soumises les interfaces Homme-Système. (Cf. [BBB96, DK90, Tri95]). Ces interfaces doivent à la fois permettre de dialoguer avec les différents composants du système mais également d'assurer le contrôle du programme de décision de façon la plus uniforme possible. Par conséquent, une étude de développement est nécessaire afin de mettre en avant le rôle indispensable de l'homme dans son fonctionnement, rôle qui sous-tend nécessairement une grande adaptabilité des méthodes de représentation et de visualisation de l'information pertinente.

Actuellement, il existe de nombreux systèmes visuels capables d'améliorer considérablement la gestion et l'analyse de l'information au travers de procédés de collecte et de traitement unanimement reconnus (Cf. [Les97, Mar91]). Ils facilitent à la fois la compréhension de certaines situations courantes et permettent une réelle anticipation des actions et des tendances possibles.

Cependant, ces applications n'offrent pas une grande quantité d'informations perceptuellement riches. Elles ne sont pas en mesure de développer une représentation spatiale complète de l'information ni même de favoriser l'implémentation de nouvelles connaissances dans des environnements complexes.

Ainsi, il est primordial d'envisager de nouveaux paradigmes de représentation visant à atteindre un degré de performance communicationnelle des systèmes nettement supérieur de manière à rendre possible l'utilisation d'un affichage visuel étendu des métadonnées, un interfaçage intuitif à manipulation directe ainsi qu'une localisation et une extraction d'informations multimodales efficaces dans de gros corpus.

C'est précisément ce à quoi s'attèle ce projet de développement logiciel, « *Crystal hy-map* », en tentant d'élaborer une véritable représentation graphique tridimensionnelle pour l'exploration d'informations. Il met en œuvre une démarche conceptuelle, issue de la déformation de l'objet, permettant de corriger le phénomène d'occlusion et de construire une réalité spatiale qui soit proche du système perceptif humain et donc interprétée favorablement à mesure que le réseau de liens se complexifie. De plus, il inaugure de nouvelles méthodes de répartition de l'information pour des espaces d'intégration multidimensionnelle (organisation non-hiérarchique des métadonnées, utilisation de contraintes originales de placement etc.) ainsi que de nouveaux procédés d'extraction de connaissances à partir de données hypermédias (Cf. [BS90]).

2. Hypothèse de travail

Cette recherche s'appuie sur la triple hypothèse qu'il est possible :

- de traduire la structure de l'espace d'information au travers d'une modélisation tridimensionnelle interactive soumise à de fortes contraintes de type temps réel
- d'organiser les métadonnées en fonction de leur corrélation spatiale (relation de positionnement spatial, voisinage)
- de concevoir un espace de navigation ergonomique qui permette à l'utilisateur d'isoler précisément l'information pertinente en ayant une vue d'ensemble.

3. Objectifs

Ce projet interroge l'état de l'art de la visualisation d'information et ambitionne de proposer de nouvelles solutions pour la représentation de données d'information implicite.

Il s'articule autour de cinq axes majeurs :

- la visualisation de la structure de navigation
- la visualisation des données non-hiérarchiques
- la visualisation d'opérations complexes sur le système-client
- la visualisation de l'information multimodale
- la visualisation de données multivariées.

Le développement de l'environnement logiciel repose donc sur certains travaux de recherche concernant la combinaison de modules de visualisation, la mise en œuvre d'une approche orientée-objet pour la visualisation tridimensionnelle, la conception de processus inédits de "datamining" et de procédés d'extraction des connaissances à partir des données etc. (Cf. [HAK96, Has96, RL00, Rob01]).

4. Principes de fonctionnement

« *Crystal hy-map* » est un système de représentation complet empruntant une structure hypermédia conçue pour supporter un réseau de liens de grande taille. Il s'appuie sur un modèle connexionniste capable de gérer de nombreuses unités de données (Cf. [Gru01]). L'information y est organisée dans des répertoires et indexée au moyen d'une analyse géo-sémantique. Pour ce faire, cette dernière se fonde sur un référentiel de navigation hypermédia structuré à partir d'un « *quadrillage* » (C.S : X, Y, Z) de positionnement sémantique de l'information laissant apparaître de nouveaux procédés d'intégration entre notamment divers modèles de documentation et de connaissances ergonomiques (Cf. [Mar02, AB93, PV99]). L'objectif premier réside dans la possibilité d'optimiser les paramètres constituant la charge de travail pour l'opérateur humain (ex : nombre d'objets manipulés, contraintes temporelles, parallélisme des tâches, longueur des procédures etc.) et de constituer une méthode de diagnostic de la charge de travail cognitive des interfaces (Cf. [BD86, THH95]).

Il vise à souligner l'obsolescence des traditionnels outils de parcours et recherche graphique ("browser") en insistant sur la nécessité d'offrir de nouvelles stratégies de traitement de l'information en milieu virtuel adaptées aux situations complexes. Cela incite donc à mettre en oeuvre de nouveaux paradigmes de représentation prospective de l'espace rendant utile l'élaboration de procédures de diffusion et d'évaluation des projets.

Il s'efforce ainsi de proposer, au moyen d'un dispositif interactif de répartition sémantique de l'information ("information space mapping"), de nouvelles méthodes de gestion et de manipulation de nœuds, de liens et d'annotations ("semantic network") ainsi que de nouveaux processus de découverte de connaissances spécifiques (Cf. MRS99, Bat89, Mar91]).

4.1 Design d'un hypermédia explorateur

Un hypermédia doit disposer de connaissances organisées sur le domaine mais aussi d'une modélisation de la tâche de lecture. Il lui faut donc assurer une bonne répartition des compétences entre l'utilisateur et la machine et garantir une véritable intégration des deux agents (DHM) dans le processus de décision.

Pour ce faire, ce projet définit un concept d'organisation visuelle permettant d'observer et de comprendre plus facilement l'information au moyen d'une visualisation cartographique tridimensionnelle dynamique (Cf. [Wan90, GS95, Bro89]).

L'originalité d'une telle approche consiste, au delà des changements formels, en la modification fondamentale à la fois en terme de diffusion, de représentation, d'utilisation et de production de l'information spatialisée** mais aussi en l'élaboration d'une logique nouvelle d'aide à la compréhension des processus spatio-temporels (Cf. HB94-95, HS98, MS01).

** Les travaux sur la notion d'espace de Klob, Moulthrop, Rosemberg etc.

Le processus de conception logiciel concerne donc les aspects suivants :

- facilité d'utilisation (apprentissage des fonctionnalités uniquement)
- représentation des connaissances sans contrainte logique, hiérarchique ou ensembliste
- formalisme de description de la tâche
- interaction multimodale
- buts flous.

Par conséquent, l'hypermédia se compose de deux niveaux de lecture, celui du nœud et celui du réseau. Dans le premier niveau, il est défini de nouvelles fonctions de parcours ainsi que de nouvelles structures de données. L'information y est décomposée en petites unités élémentaires pouvant être le point d'entrée du domaine ("ingress node") ou le point de sortie ("egress node"). Ces unités, représentant un concept ou une idée unique, sont à la fois indépendantes syntactiquement et sémantiquement discrètes. Elles renferment plusieurs informations :

- le nom identifiant le nœud
- ses données d'interactions, types de médias sur lesquels l'utilisateur peut intervenir
- ses données de parcours, données sur lesquelles la fonction du nœud prend ses informations
- ses données informatives, données qu'obtient l'utilisateur par l'intermédiaire de la fonction.

Le second niveau offre la possibilité d'un balayage ("browsing") de la base de données dans un ordre non déterminé a priori et de recherche associative.

La figure 1 représente l'architecture interne du système hypermédia s'appuyant sur une organisation non-hiérarchique de données indexées :

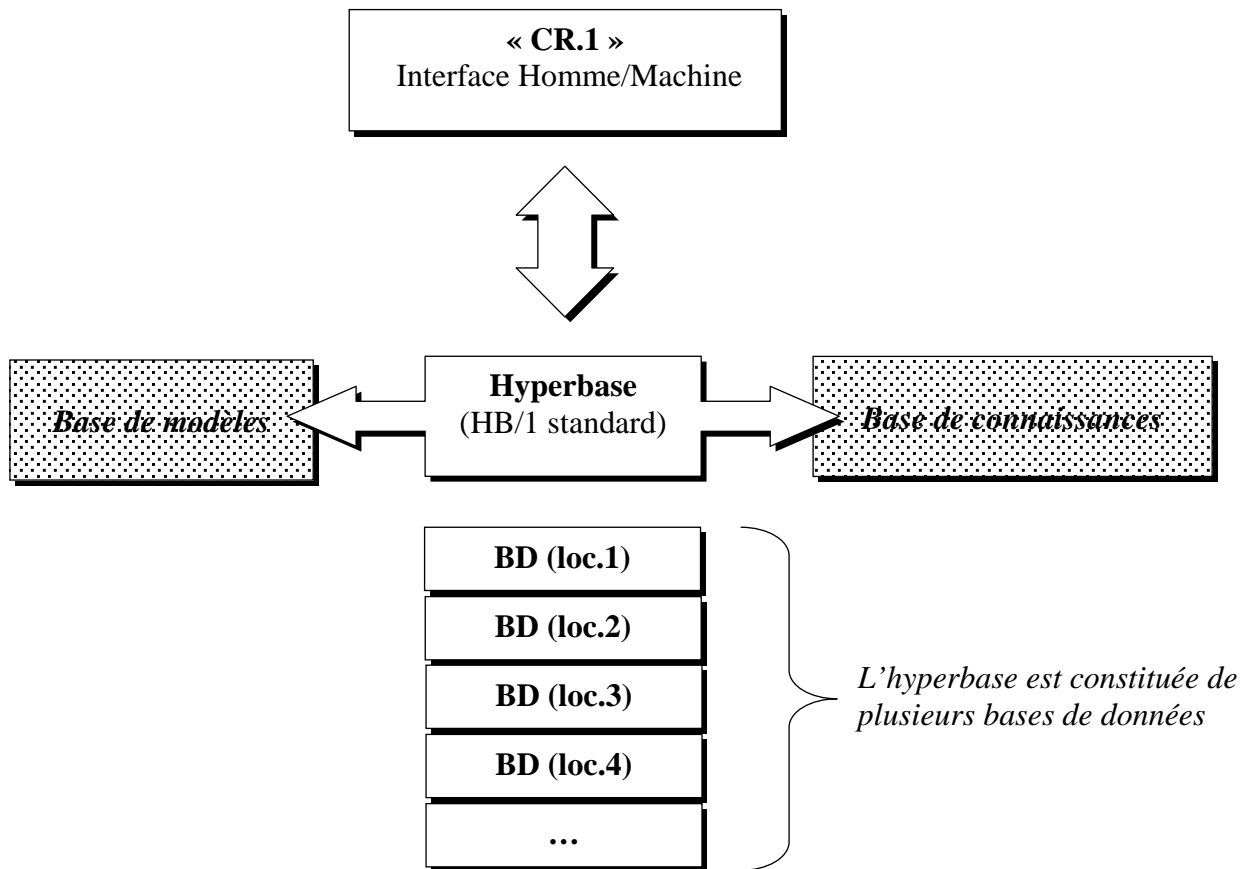


Fig. 1. Organisation générale du système

La principale caractéristique de « *Crystal hy-map* » est d'offrir un hypermédia virtuel dynamique. Ce dernier ne comporte pas de liens prédéfinis en dehors des liens locaux : ils sont construits dynamiquement. Par conséquent, il n'existe aucune architecture de l'hypermédia :

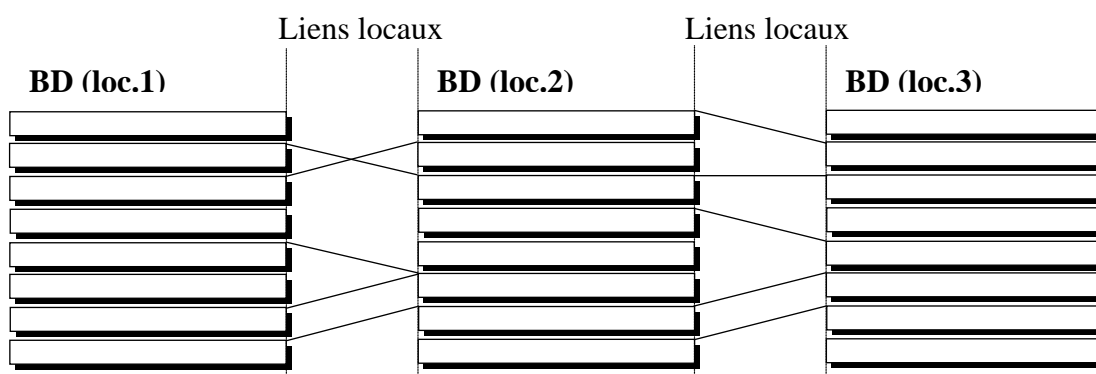


Fig. 2. Détails d'une bases de données

Cette conception présente plusieurs avantages. Tout d'abord, l'adjonction de nouvelles données peut être immédiatement pris en compte. Ensuite, il n'est pas nécessaire de prévoir à l'avance la façon dont les différents médias seront agencés dans l'hyperbase etc.

Cette dernière n'a donc aucun besoin d'être structurée, ni même indexée car ce qui va garantir la pertinence de l'information est dans un premier temps le pré-traitement des descripteurs visuels et textuels et dans un deuxième temps l'analyse sémantique de l'information et sa localisation suivant les zones d'influence. Ainsi, il s'agit de considérer des bases de très grande taille et d'organiser celles-ci de telle sorte que les requêtes sur les flux puissent être servies avec des débits de qualité suffisante. Les schémas de description sont alors adaptés aux documents et à leurs descriptions.

Raj Jain (Cf. [Jai96]) propose 3 classes de caractéristiques tout à fait satisfaisantes :

- la classe *Fu* contient des « *méta-caractéristiques* » qui peuvent être automatiquement extraites des informations associées aux documents (taille, auteur, format etc.)
- la classe *Fd* contient des caractéristiques directement extraites (dérivées) des documents au moment de leur insertion dans la base
- la classe *Fc* contient des caractéristiques également extraites des documents, mais qui le sont qu'au moment utile.

4.2 « Le calcul polyédrique »

« *Le calcul polyédrique* » est un calcul reposant sur l'évaluation et la répartition de zones d'influence sémantique d'un ou plusieurs "objets" distants (cf. sémantique contextuelle).

Ce calcul constitue la clé de voûte du système de représentation tridimensionnelle de l'information. Il permet une parfaite répartition sémantique de l'information sur l'objet et inaugure, en tirant partie de la vitesse de traitement et des capacités graphiques des ordinateurs, une nouvelle approche de localisation et d'extraction de l'information pour de gros corpus ainsi que pour la recherche de documents dans des bases non structurées.

Il s'organise autour d'un algorithme de localisation géo-sémantique de l'information. Le but est de "ceinturer" l'objet afin d'en contrôler toutes les déformations mais également de permettre une manipulation temps réel des métadonnées.

4.2.1. Algorithme de construction

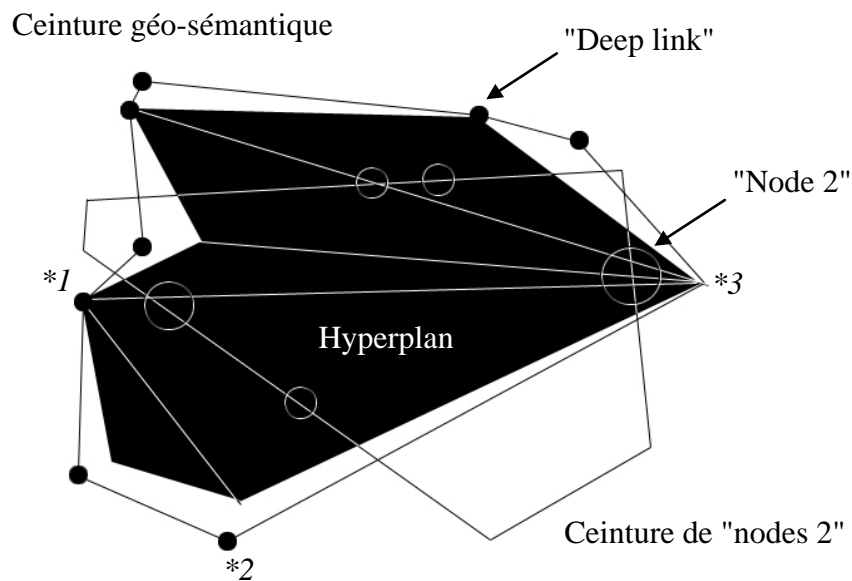


Fig. 3. Composition du polyèdre

Le procédé de caractérisation d'un lien répond ici aux différents domaines auxquels il se rattache. L'ensemble des requêtes effectuées sur l'hyperbase revient à recenser les différents domaines des liens retournés. Ces domaines sont alors répartis suivant la pertinence des liens (si la pertinence d'un lien excède un seuil prédéfini, par exemple 80%, nous conservons le domaine, dans le cas contraire, nous n'en tenons pas compte). Ces derniers ainsi classifiés sont alors disposés de manière homogène sur le contour d'une sphère de rayon unité (unité = 100% de pertinence).

Désormais, nous appellerons les « liens les plus pertinents » ou « deep links », les liens qui ont un coefficient de pertinence supérieur au seuil limite, en l'occurrence 80%, dans un domaine, et les « liens les moins pertinents » ou « node 2 » ceux qui n'ont aucune pertinence supérieure au seuil limite quelque soit le domaine.

Les liens les plus pertinents sont placés dans l'espace grâce à un système trivial de barycentre : leur pertinence par rapport aux différents domaines correspond à leur poids pour le calcul barycentrique.

Pour un lien L, lui est associé une liste de pertinence P[N] où N est le nombre de domaines sur la sphère. Soit D[N] la liste des points des domaines sur la sphère.

Nous pouvons écrire :

$$\begin{aligned} (\sum_{i=1..N} P[i]).x_L &= \sum_{i=1..N} P[i].x_{D[i]} \\ (\sum_{i=1..N} P[i]).y_L &= \sum_{i=1..N} P[i].y_{D[i]} \\ (\sum_{i=1..N} P[i]).z_L &= \sum_{i=1..N} P[i].z_{D[i]} \end{aligned}$$

Il faut ensuite créer la « *ceinture géo-sémantique* ». L'algorithme est le suivant :

Debut

/ Déclaration de la fonction récursive reliant les points en ceinture */*

Fonction Relier(L₁)

Si liste_non_reliés n'est pas vide **Alors**

On recherche le lien L₂ le plus proche de L₁ parmi liste_non_reliés

On supprime L₂ de liste_non_reliés

On relie L₁ à L₂

Relier(L₂)

Sinon

On relie L₁ à L₀

FinSi

Fin Relier

/ Initialisation des points */*

L₀ ← lien le plus pertinent

liste_non_reliés ← ensemble des liens les plus pertinents \ L₀

/ Nous relient les points entre eux à partir de L₀ */*

Relier(L₀)

Fin

Pour placer les "nodes 2", nous effectuons un tri suivant leurs domaines principaux. Nous vérifions donc pour chaque "node 2" s'il existe une concordance entre ses propres domaines principaux et ceux trouvés pour les « deep links ».

Nous appellerons « *domaine prépondérant* » d'un "deep link" le domaine dans lequel il a le plus de pertinence. Nous associons ensuite les "nodes 2" à trois "deep links" : les trois domaines prépondérants des "deep links" correspondent alors aux domaines principaux des "nodes 2".

Remarque : il est possible que les domaines prépondérants des "deep links" se recoupent : possibilité d'avoir trois domaines distincts, deux domaines distincts (dont un domaine en double) et d'avoir un seul domaine (en triple).

Ces "nodes 2" ainsi choisis seront disposés sur des « *hyperplans* » créés entre les trois "deep links" avec lesquels ils sont en rapport.

Les « nodes 2 » sélectionnés seront répartis à l'affichage en fonction de leur pertinence (les plus pertinents seront affichés en premier) et suivant l'aire de l'hyperplan sur lequel ils vont être disposés (plus l'aire est grande plus le nombre maximum de "node 2" est important). Nous prévoyons aussi un rapport entre l'aire de l'hyperplan et le seuil de pertinence autorisé (seuil pour les "deep links" ↔ seuil pour les "nodes 2" en fonction de l'aire de l'hyperplan).

Il est possible que certains "nodes 2" se retrouvent sur un hyperplan interne au polyèdre. Dans ce cas, il sera possible à l'utilisateur de faire disparaître les hyperplans externes pour avoir accès à l'information se trouvant au centre de la géométrie.

La disposition des "nodes 2" sur ces hyperplans suit le même principe que pour les "deep links". Nous utilisons un calcul barycentrique :

Soit D_1, D_2, D_3 les 3 "deep links" et P_1, P_2, P_3 la pertinence vis-à-vis de leur domaine prépondérant.

Soit P'_1, P'_2, P'_3 la pertinence du "node 2" vis-à-vis des domaines prépondérants de D_1, D_2, D_3 (P'_1, P'_2 et P'_3 peuvent être distincts, égaux, ou $P'_1 = P'_2 \neq P'_3$ ou $P'_1 = P'_3 \neq P'_2$ ou $P'_2 = P'_3 \neq P'_1$, en tenant compte de la remarque précédente).

Nous calculons donc les coordonnées de N (le "node 2") de la façon suivante :

$$(P'_1/P_1 + P'_2/P_2 + P'_3/P_3).x_N = P'_1/P_1.x_{D1} + P'_2/P_2.x_{D2} + P'_3/P_3.x_{D3}$$

$$(P'_1/P_1 + P'_2/P_2 + P'_3/P_3).y_N = P'_1/P_1.y_{D1} + P'_2/P_2.y_{D2} + P'_3/P_3.y_{D3}$$

$$(P'_1/P_1 + P'_2/P_2 + P'_3/P_3).z_N = P'_1/P_1.z_{D1} + P'_2/P_2.z_{D2} + P'_3/P_3.z_{D3}$$

Nous obtenons ainsi un ensemble de plans dynamiques formant une approximation polygonale de notre objet déformable. Il faut à présent fermer les hyperplans externes non utilisés.

Pour la « *ceinture de nodes 2* », nous suivons le même raisonnement que pour la ceinture géo-sémantique avec une restriction, au préalable, de l'ensemble des "nodes 2" externes au polyèdre.

Enfin, la déformation de la géométrie se fait par le déplacement des "deep links" représentant des domaines prépondérants à partir desquels sont calculés les "nodes 2". Ainsi, lorsque l'utilisateur déplacera un "deep link", le rapport barycentrique des hyperplans le contenant va être recalculé dynamiquement. Nous verrons ainsi les "node 2" se déplacer en fonction du chemin parcouru par le "deep link".

Cela entraînera donc l'apparition ou la disparition de "nodes 2" en fonction des paramètres déjà exposés précédemment (rapport aire de l'hyperplan / nombre maximum de "nodes 2" / pertinence).

5. Perspective de développement

Les travaux menés jusqu'à présent ont plus directement concernés l'élaboration du système (visualisation de données, environnement de programmation parallèle répartie etc.) ainsi que la gestion des bases de données (modélisation de données et de requêtes multimédias). La conception de ce système opérationnel élaboré nous amène à étendre le champs d'application du concept.

En effet, « *Crystral hy-map* » constitue un environnement de représentation de données très souple ressemblant à la fois aux réseaux sémantiques et au paradigme de

l'orientation objet. Il est parfaitement en mesure de supporter l'implémentation de différents formalismes de représentation de la connaissance (Cf. ACM96, DM87).

Par conséquent, l'un des objectifs à court terme est d'implémenter cette structure au sein d'un système interactif d'aide au diagnostic comprenant une base d'informations ("hyperbase"), une base de modèles et une base de connaissances (cf. figure 1).

5.1 Un prototype de système de traitement de bases de connaissances (système expert d'aide au diagnostic médical)

La mise en œuvre d'un hypermédia dédié, c'est à dire formant des entités autonomes de connaissances, ne comporte pas de difficultés majeures. Ce qui constitue un défi plus grand, c'est précisément de rendre possible la recherche d'informations dans une importante base hypermédia à partir d'un processus de traitement extérieur multi-requête.

Pour ce faire, nous avons donc décidé de concevoir un système expert pour l'aide au diagnostic médical. Il s'agit de s'intéresser tout particulièrement à la démarche à la fois diagnostique et de résolution de problèmes en permettant l'interrogation de bases de cas détaillés en vue d'améliorer la station de travail intelligente du médecin (Cf. [Fri88, Mem88]). Des processus d'inférence (détection de règles, sélection et application d'une règle retenue) doivent pouvoir manipuler les données se trouvant dans les différentes bases.

Ainsi, Il nous faudra probablement considérer une **base** de données multimédias — elle s'appuiera sur un réel formalisme objet ou sur une couche objet ajoutée sur un noyau relationnel — dont l'interface utilisateur reprendrait les concepts de l'hypermédia développés par « *Crystal hy-map* ».

6. Conclusion

En définitive, « *Crystal hy-map* » inaugure, au travers d'un graphisme puissant capable de structurer les métadonnées, un nouveau concept d'interfaçage Homme-Machine facilitant la formulation des requêtes, la visualisation de l'information et la navigation dans les hypermédias.

Le développement de ce système est conditionné par celui des recherches consacrées à la description de la tâche, à la modélisation des processus cognitifs impliqués par la navigation et à la mise en relation avec d'autres travaux comme notamment l'aide à la décision. Il intègre donc les différentes étapes qui conduisent au processus de découverte de connaissances :

- collecte et filtrage
- pré-traitement
- exploration
- visualisation
- interface.

7. Remerciements

Je remercie tout particulièrement André Tricot, chercheur associé au laboratoire « *Travail et Cognition* » du CNRS et de l'Université de Toulouse II ; Thomas Polacsek, doctorant rattaché à l'institut de recherche en informatique de Toulouse ; Marc Le Renard, enseignant-consultant à l'école supérieure d'informatique, électronique et automatique de Laval ; Kadeg Boucher, infographiste 3D de l'agence de création numérique « *Artefacto* » à Rennes ainsi que toutes les personnes qui m'ont encouragé dans la réalisation du travail présenté.

8. Bibliographie

AB93

Arents H., Bogaerts W. (1993). Concept-based retrieval of hypermedia information : from term indexing to semantic hyperindexing. *Information Processing & Management*, 29(3), 373-386.

ACM96

Agosti M., Crestani F., Melucci M. (1996). Design and implementation of a tool for the automatic construction of hypertexts for information retrieval. *Information Processing & Management*, 32(4), 459-476.

Bat89

Bates M. (1989). The design of browsing and berrypicking techniques for online search interface. *Online Review*, 13(5), 407-423.

BBB96

Bruillard E.J.M., Baldner J.M., Baron G.L. (1996, 9-11 Mai). Actes des Troisièmes journées scientifiques Hypermédias et Apprentissages. *Bruillard E.J.M., Baldner J.M., Baron G.L. (eds.). CREPS de Chatenay-Malabry*, 257-272.

BD86

Bertrand-Gastaldy S., Davidson C. (1986). Improved design of graphic displays in thesaurus through technology and ergonomics. *Journal of Documentation*, 42(4), 225-251.

Bro89

Brown P.J. (1989). Do we need maps to navigate round hypertext documents ?. *Electronic publishing*, 2(2), 91-100.

BS90

Boyle C., Snell J. (1990). Intelligent navigation for semistructured hypertext documents. *Hypertext : State of the Art, McAleese R. & Green C. (eds.), University of Aberdeen, Intellect, Oxford, England*, 28-42.

DK90

Duffy T.M., Knuth R.A. (1990). *Hypermedia and instruction : where is the match ?*. Jonassen D. and Mandl H. (eds.). *Designing Hypermedia for learning*, Heidelberg, Springer-Verlag.

DM87

Duncan E.B., Mc Aleese R. (1987). Intelligent access to databases using a thesaurus in graphical form. *Proceedings of the 11th International Online Information Meeting*, 377-387.

- Fri88
Frisse M.E. (1988). Searching for information in an hypertext medical handbook. *Communication of the ACM*, 31(7), 880-886.
- Gru01
Grumbach A. (2001). Réseau connexionniste multimedia. *Journées H2PTM, Valenciennes*.
- GS95
Gaines B., Shaw M. (1995). Concept maps as hypermedia components. *International Journal Human - Computer Studies*, 43, 323-361.
- HAK96
Hascoët-Zizi M., Ahlberg C., Korfhage R. & al. (1996). Where is information visualization technology going ?. Pages 75-77. Retrieved June 15, 2002 from LRI (Laboratoire de Recherche en Informatique) database on the World Wide Web : <<http://www-ihm.lri.fr/~mountaz/biblio.html>>
- Has96
Hascoët-Zizi M. (1996). Visualisation of Information Spaces : Evaluation Issues, in FADIVA 3. *Technical report 04 -96 MAGGIO 1996, Univ. Di Roma La Sapienza*, 18-22.
- HB94
Hascoët-Zizi M., Beaudouin-Lafon M. (1994). Accessing Hyperdocuments Through Interactive Dynamic Maps. *European Conference on Hypermedia Technology, ACM Press*, 126-135.
- HB95
Hascoët-Zizi M., Beaudouin-Lafon M. (1995). Hypermedia exploration with interactive dynamic maps. *International Journal on Human Computer Interaction, Vol. 43*.
- HS98
Hascoët-Zizi M., Soinard X. (1998). Using maps as a user interface to a digital library. *SIGIR'98, ACM*, 339-341.
- Jai96
Jain R. (1996). *Multimedia System and Techniques*. Kluwer Academic Publishers, Norwel, MA, USA, Chapter InfoScopes, 217-254.
- Les97
Lespinasse K. (1997). TREC, une conférence pour l'évaluation des systèmes de recherche d'information. *Documentaliste - Sciences de l'information*, 34(2), 74-81.
- Mar91
Marchionini G. & al. (1991). A study of user interaction with information retrieval interfaces : progress report. *The Canadian Journal of Information Science*, 16(4), 42-59.
- Mar02
Mari A. (2002, Février). Sémantique grammaticale et corpus : sélecteurs et classes évolutives. *Bristol*.
- Mem88
Memery Bereger S. (1988). Thériaque, une information sur le médicament, pertinente et adaptée à l'hôpital. *L'hôpital à Paris, N° 107*, 23-25.
- MRS99
Moreira J., Ribeiro C., Saglio J.M. (1999, Avril). Representation and Manipulation of Moving Points : An Extended Data Model for Location Estimation. *Cartography and Geographic Information Systems (CaGIS), N° 2, Vol. 26*.

- MS01
Marshall C., Shipman F. (2001). Visual knowledge builder. *Workshop "Spatial hypertexts" associated to ACM Conf. Hypertext'2001*.
- PV99
Picouet P., Vianu V. (1999). Semantics and Expressiveness of Active databases. *Journal of Computer and System Sciences*.
- RL00
Robert L., Lecolinet E. (2000, Octobre). Techniques d'interaction et de visualisation pour l'accès à des documents numérisés. *Conférence conjointe Ergonomie et Interaction Homme-Machine (ErgoIHM), Biarritz (France), 178-185*.
- Rob01
Robert L. (2001, Juin). Annotation et visualisation interactives de documents hypermédia. *Thèse de l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications*.
- THH95
Thüring M., Hannemann A., Haake J. (1995). Hypermedia and Cognition : Designing for Comprehension. *Communication of the ACM, 38(8), 57-66*.
- Tri93
Tricot A. (1993). Stratégies de navigation et stratégies d'apprentissage : pour l'approche expérimentale d'un problème cognitif. *Baron G.L., Baudé & B de La Passardière (eds.). Hypermédias et apprentissages 2, 21-38*.
- Wan90
Wandersee J. (1990). Concept mapping and the cartography of cognition. *Journal of research in science teaching, 27(10), 923-936*.

Résumé

Ce projet de recherche souhaite mettre en oeuvre un système complet de représentation graphique tridimensionnelle de l'information rompant définitivement avec le traditionnel modèle WIMP et offrant une meilleure hiérarchisation spatiale des métadonnées. Pour cela, il s'attache tout particulièrement à créer de nouvelles méthodes de description des contraintes de l'espace de recherche ainsi qu'à développer des processus de typage de l'information à la fois statiques et dynamiques. De plus, Il vise à élaborer des procédés d'interfaçage originaux dédiés à la visualisation interactive semi-immersive de données hypermédias.

Il en résulte de nouvelles solutions en matière de formalisation et de description de l'espace informationnel ainsi qu'en matière de modélisation des processus de décomposition et de pré-traitement des connaissances. Par conséquent, le recours à plusieurs types de conception logicielle mais également à une implémentation orientée objet élaborée semble primordial en vue de rendre possible l'intégration d'algorithmes complexes.

Enfin, ce projet se base sur une application originale de plusieurs méthodes d'analyse sémantique capable de prévoir des schémas de répartition de l'information par "*contamination*" entraînant ainsi la construction de nouveaux modules d'accès aux bases de données et de nouvelles couches "*middlewares*".

Les premiers résultats escomptés devraient se limiter à la conception de modèles de représentation de l'information en vue de son analyse, à la création de nouveaux procédés de

localisation et d'extraction de données ainsi qu'à l'intégration d'outils de traitement innovants.

Organisation générale du projet :

Etapes n°1

- interface instinctive et visualisation semi-immersive
- interaction multi-modale et coopérative
- plans d'hypermédias
- modélisation des échanges.

Etapes n°2

- méthode de conception et principe d'architecture client/serveur
- mise en oeuvre d'un langage propriétaire de programmation.

Mots-clés : Visualisation interactive semi-immersive, Espace informationnel, Analyse sémantique, Interface instinctive.

Rédaction : mars 2002

Référence (WWW) : <<http://www.archi-info.net>> Cf. « *Insearch* »