

Démarches ergonomiques d'évaluation et de conception d'interfaces graphiques homme-machine à l'aide de techniques d'Intelligence Artificielle : Evolutions vis-à-vis de l'Ergonomie

C. KOLSKI, P. MILLOT

Laboratoire d'Automatique Industrielle et Humaine, URA CNRS n°1118
Le Mont Houy 59326 Valenciennes Cedex Tél : 27-42-41-00

MOTS CLES :

Ergonomie, conception, évaluation, système expert, représentation des connaissances, interfaces graphiques homme-machine, techniques d'intelligence artificielle

RESUME :

L'objectif de cet article est de présenter de nouvelles démarches ergonomiques d'évaluation et de conception d'interfaces graphiques homme-machine à l'aide de techniques d'Intelligence Artificielle. Ainsi, après avoir étudié les outils informatiques actuels permettant la réalisation d'interfaces, nous présentons le système expert SYNOP d'aide à l'évaluation ergonomique de vues graphiques, ainsi que les utilisations possibles d'un tel outil.

I - INTRODUCTION

Dans toutes les applications informatiques interactives telles celles relatives au contrôle de processus, à la télématique, à l'EAO ou aux vues embarquées dans les automobiles, l'intérêt porté à la qualité des dialogues homme-machine ne cesse de croître. Or, on constate souvent que les développements mis en œuvre ne donnent pas les résultats escomptés aussi bien du point de vue des utilisateurs que de celui des informaticiens /AFNOR, 88/.

Comme le souligne COUTAZ /88/, il est certain que la conception des systèmes interactifs peut s'effectuer sans les ergonomes, mais le programmeur est encore indispensable lors de leur réalisation. Ainsi, afin de prendre en compte les facteurs humains lors de la conception ou de l'évaluation de systèmes interactifs, les méthodes utilisées jusqu'à présent consistaient en l'utilisation de guides d'ergonomie /CAKIR, HART, STEWART, 80; Mc CORMICK, SANDERS, 85; SCAPIN, 86, etc/ ou, dans le meilleur des cas, en la consultation d'un expert en ergonomie /LUCONGSANG, NOUVELLON, 86/. Cependant, aujourd'hui, de nouvelles solutions informatiques, permettant d'améliorer l'ergonomie des interfaces, apparaissent. Celles-ci sont décrites succinctement dans la partie suivante.

II - LES OUTILS INFORMATIQUES D'AIDE A LA REALISATION DES SYSTEMES INTERACTIFS

Aujourd'hui, la réalisation des systèmes interactifs peut s'appuyer sur de nouvelles techniques informatiques. Ces techniques peuvent être classées en quatre catégories :

La première catégorie est basée sur l'utilisation de "boîtes à outils". Celles-ci peuvent consister en bibliothèques de procédures telle X-Toolkit /MIT, 87/, facilitant l'écriture de

programmes de dialogue à partir des différents dispositifs d'entrées/sorties d'information (écran, souris, clavier, etc). Elles peuvent également consister en un langage de description d'images en termes d'objets structurés, par exemple AIDA /ILOG, 89a/ ou HYPERTALK /APPLE, 88/. Ces techniques entraînent un apprentissage plus ou moins difficile pour le programmeur. Cependant, elles ont l'avantage d'intégrer des critères ergonomiques de base, en particulier de standardisation de la présentation de l'information (menus prédéfinis, format et manipulation de fenêtres, présentation d'icônes par exemple) ou encore de contrôle des entrées de l'opérateur grâce à la sélection d'information par souris.

La seconde catégorie s'adresse également aux programmeurs et consiste en des squelettes d'applications, tels APEX /COUTAZ, 87/ ou MacAPP /SCHMUCKER, 86/. Ceux-ci regroupent le code réalisant les fonctions usuelles de l'interface homme-machine sous la forme d'un logiciel réutilisable et complétable par les programmeurs selon les besoins de l'application. Cette technique permet de baisser le temps de développement, mais peut devenir trop contraignante et dirigée pour certains modules de l'application. Cependant, proposer des squelettes d'écrans bien conçus au programmeur possède l'avantage d'aider et d'inciter celui-ci à développer des interfaces plus ergonomiques.

La troisième catégorie peut s'adresser à des concepteurs non-informaticiens et consiste en des générateurs d'interfaces, facilitant le prototypage par l'utilisation d'éditeurs interactifs d'interface. La plupart de ces générateurs sont conçus pour des applications utilisant des dialogues à base de menus, de boutons et d'icônes tels HYPERCARD /APPLE, 87/, MASAI /ILOG, 89b/, ABE /LEGEARD, VANNESTE, 88/ ou GRAFFITI /KARSENTY, 87/. Un énorme avantage que possèdent ces générateurs d'interfaces est d'être facilement exploitables par des spécialistes de l'ergonomie du logiciel.

Enfin, la dernière catégorie consiste en l'assistance ergonomique du concepteur d'interface par un système expert intégrant des connaissances ergonomiques. Cette catégorie fait plus particulièrement l'objet de notre recherche, et est illustrée par la présentation du système expert SYNOP dans le paragraphe suivant.

III - LE SYSTEME EXPERT SYNOP

SYNOP est un système expert permettant d'évaluer, d'améliorer automatiquement des vues graphiques et de donner des recommandations au concepteur, selon des règles ergonomiques de présentation graphique d'information, centralisées dans ses bases de connaissance et formalisées en règles de production /KOLSKI, VAN DAELE, MILLOT, DE KEYSER, 88; KOLSKI, 89/. Ces règles de production concernent par exemple l'utilisation des couleurs, des contrastes, la lisibilité des caractères ou la structuration des informations à l'écran. Développé en LISP au Laboratoire d'Automatique Industrielle et Humaine, SYNOP utilise un moteur d'inférence du premier ordre /GRZESIAK, 87/ et les notions de frame /MINSKY, 75/ et de réseau sémantique /BONNET, 84/ pour la représentation des connaissances. Il est actuellement interfacé avec un progiciel de création et d'animation de vues graphiques répondant à la norme GKS. La structure de la chaîne logicielle est présentée ci-dessous. Pour plus de détail, le lecteur pourra se référer à /KOLSKI, 89/.

Ainsi, SYNOP comprend un module d'évaluation "statique" de vues graphiques dont l'objectif est d'évaluer et de corriger des ébauches de vues selon des règles ergonomiques rangées dans sa base de connaissance (Figure 1). Les ébauches de vues sont réalisées au moyen d'un éditeur graphique et stockées sous forme de fichiers graphiques. Une interface entre l'éditeur graphique et le module d'évaluation interprète les fichiers en un réseau sémantique d'objets descriptifs de la vue, à des fins

d'évaluation ergonomique et de correction par le module d'évaluation. Les vues ainsi corrigées sont ensuite recodées par l'interface sous forme de fichiers graphiques, elles peuvent être alors affichées sur l'écran au moyen de l'éditeur.

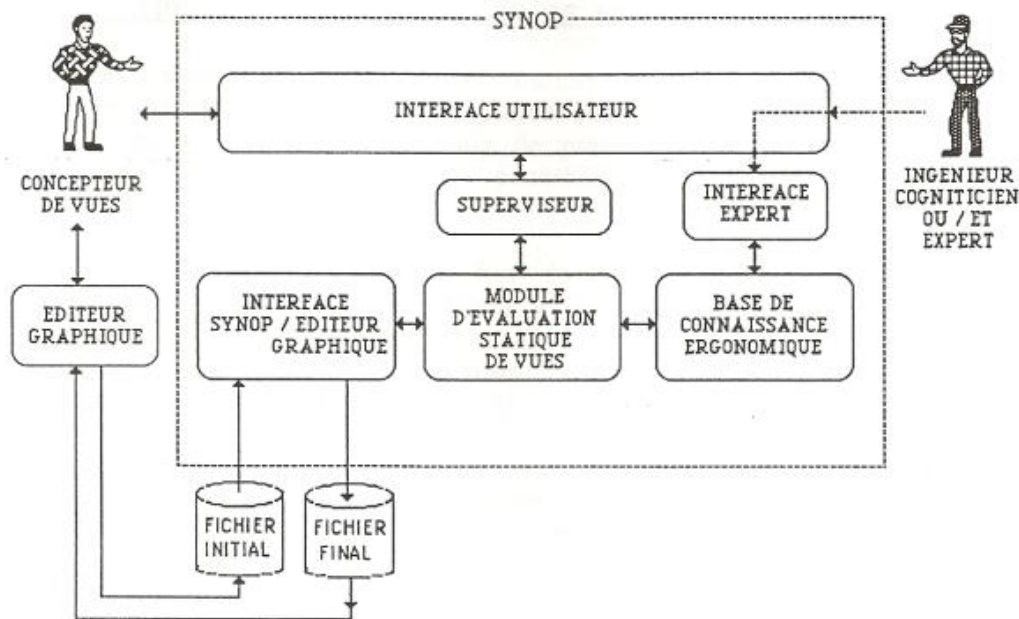


Figure 1 : Architecture logicielle de SYNOP

SYNOP dispose de deux interfaces homme-machine gérées par un superviseur : une interface utilisateur permettant au concepteur des vues de lancer et de contrôler le module d'évaluation de vues, et une interface expert destinée à l'introduction et à la mise à jour des règles ergonomiques dans la base de connaissance, par l'ingénieur cognitif. La base de connaissance est structurée d'une part en plusieurs "sous-bases" de connaissance regroupant chacune des règles relatives à un même thème ergonomique, et d'autre part en plusieurs "sous-bases" de métaconnaissance contenant des critères de sélection des "sous-bases" de connaissance.

Enfin, dans la version actuelle de SYNOP, l'éditeur graphique utilisé est le progiciel IMAGIN. Il convient de noter que la chaîne logicielle peut intégrer un autre éditeur graphique, moyennant une adaptation de l'interface reliant celui-ci à SYNOP.

Les applications possibles d'un tel outil sont décrites dans le paragraphe suivant.

IV - LES APPLICATIONS POSSIBLES DE SYNOP

Après avoir présenté précédemment le système expert, il est maintenant nécessaire d'étudier les applications possibles d'un tel outil et les conséquences vis-à-vis de l'ergonomie de présentation d'information. Dans ce but, trois classes d'applications possibles sont plus particulièrement envisagées.

Dans la première classe, le but du système expert est l'assistance ergonomique au concepteur, permettant à celui-ci d'optimiser la manière de présenter l'information graphique, sans l'aide d'un ergonomiste. Ainsi, le système expert SYNOP a été validé lors de l'évaluation de l'interface graphique entre les opérateurs et un système d'aide à la décision, gérant les alarmes et utilisant les

techniques de l'Intelligence Artificielle. Cette interface est développée dans le cadre du projet ALLIANCE /TABORIN, 89/. Les règles utilisées par SYNOP ont essentiellement porté sur les couleurs, le format de l'écran, la lisibilité des caractères, la présentation des textes et la simplification des vues. Lors du traitement expert, de nombreuses modifications ergonomiques ont été effectuées automatiquement par le système expert, déchargeant ainsi le concepteur du synoptique de tâches de correction souvent fastidieuses. Quant aux corrections restant à effectuer, et correspondant aux recommandations fournies par SYNOP, elles ont pu être réalisées à l'aide de l'éditeur graphique intégré au progiciel interfacé avec SYNOP. Après cette évaluation statique de l'interface développée lors du projet ALLIANCE, une étape complémentaire d'évaluation dynamique des images, en condition réelle d'exploitation, est en cours de réalisation, sur le site de Cadarache.

Actuellement, de nouvelles règles sont actuellement étudiées et rentrées dans les bases de connaissance du système expert.

La seconde classe d'applications est relative à la possibilité de permettre à l'ergonome de sauvegarder et de structurer ses connaissances ergonomiques sur la présentation de l'information graphique, par l'intermédiaire de l'interface "expert", destinée à créer de nouvelles règles dans les bases du système. Ces connaissances peuvent être générales, telles l'utilisation des couleurs ou la densité d'information. Elles peuvent également être spécifiques à certaines applications comme le contrôle de processus, la consultation de bases de données, les images embarquées dans les automobiles ou les avions, etc. L'idéal lors de cette acquisition de connaissance serait de se passer d'un cogniticien, en permettant à l'expert de gérer lui-même ses connaissances dans les bases du système, afin d'éviter un biais dû à la différence entre la façon dont l'expert délivre ses connaissances et celle dont le cogniticien les utilise dans le système expert /NASSIET, 87/.

Enfin, la dernière classe d'applications concerne l'utilisation de SYNOP ou d'un système équivalent comme un outil d'EEO (Enseignement en Ergonomie Assistée par Ordinateur), évaluant et corrigeant des vues graphiques créées par des opérateurs en formation d'ergonomie de présentation d'information, ou soucieux de mettre à jour leurs connaissances dans ce domaine. Cette classe découle naturellement de celle présentée précédemment. De telles applications orientées EEO doivent être sérieusement envisagées compte tenu de l'importance grandissante de l'Ergonomie en matière d'applications informatiques interactives.

V - CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Après avoir décrit différentes techniques informatiques proposant des solutions ergonomiques pour la réalisation d'interfaces homme-machine, cet article a présenté un système expert, appelé SYNOP, permettant une assistance ergonomique au concepteur. Cette assistance existe actuellement sous la forme d'une évaluation "statique" des vues basée sur des modifications automatiques d'erreurs ergonomiques, ainsi que sur des recommandations au concepteur.

Puis, des applications possibles découlant d'un tel outil ont été proposées et classées en trois catégories : l'évaluation de vues, l'extraction et la structuration de connaissances ergonomiques, et L'Enseignement en Ergonomie assisté par Ordinateur.

Actuellement, nous envisageons et étudions d'autres outils systèmes experts interactifs d'assistance ergonomique au concepteur, ayant pour but l'aide au choix des modes de représentation et des attributs graphiques, selon le contexte d'utilisation des vues /KOLSKI, 89; MOUSSA, KOLSKI, 89/.

BIBLIOGRAPHIE :

- AFNOR, 1988.** Ergonomie et conception du dialogue homme-ordinateur. Normalisation française Z67-110, AFNOR, Janvier 1988.
- APPLE, 1988.** Guide du langage HYPERTALK. APPLE computer France, Les Ulis, 1988.
- APPLE, 1987.** Guide de l'utilisateur HYPERCARD. APPLE Computer France, Les Ulis, 1987.
- BONNET A., 1984.** L'intelligence artificielle : promesses et réalités. Interéditions, Paris, 1984.
- CAKIR A., HART D.J., STEWART T.F.M., 1980.** Les terminaux à écran : agencement, ergonomie, organisation. Les Editions d'Organisation, Paris, 1980.
- COUTAZ J., 1988.** De l'ergonome à l'informaticien : pour une méthode de conception et de réalisation des systèmes interactifs. Actes du colloque ERGO-IA 88, Biarritz, 4-6 Octobre 1988.
- COUTAZ J., 1987.** The construction of user interface and the object oriented paradigm. European Conference on object oriented programming, Paris, Juin 1987.
- GRZESIAK F., 1987.** Représentation des connaissances et techniques d'inférence pour le maniement d'objets graphiques : application au système expert SYNOP. Thèse de Docteur-Ingénieur, Université de Valenciennes, Mars 1987.
- ILOG, 1989a.** AIDA version 1.32 : manuel d'utilisation. Société ILOG, Gentilly, 1989.
- ILOG, 1989b.** MASAI version 1.0 : manuel d'utilisation. Société ILOG, GENTILLY, 1989.
- KARSENTY S., 1987.** GRAFFITI, un outil interactif et graphique pour la construction d'interfaces homme-machine adaptables. Thèse de Doctorat de 3ème cycle informatique, Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, Décembre 1987.
- KOLSKI C., 1989.** Contribution à l'ergonomie de conception des interfaces graphiques homme-machine dans les procédés industriels : application au système expert SYNOP. Thèse de DOCTORAT, Université de Valenciennes, Janvier 1989.
- KOLSKI C., VAN DAELE A., MILLOT P., DE KEYSER V., 1988.** Towards an intelligent editor of industrial control views, using rules for ergonomic design. IFAC Workshop "Artificial intelligence in real-time control", Clyne Castle, Swansea, Great Britain, 21-23 September 1988.
- LEGEARD B., VANNESTE C., 1988.** ABE, un outil de prototypage de dialogue utilisant la programmation en logique. Actes du Colloque ERGO-IA 88, Biarritz, 4-6 Octobre 1988.
- LUCONGSANG R., NOUVELLON P., 1986.** Démarche ergonomique intégrée à une méthode d'informatisation. L'Homme et l'Ecran : aspects de l'ergonomie en informatique, Actes du congrès de Nivelles : l'ergonomie en informatique, Editions de l'université de Bruxelles, Belgique, 1986.
- Mc CORMICK E.J., SANDERS M.S., 1985.** Human factors in engineering and design, fifth edition. Mc Graw-Hill International Book Company, New York, 1985.
- MINSKY M., 1975.** A framework for representing knowledge. The Psychology of Computer Vision, Editions P.H. Winston, Mc Graw Hill, New-York, p. 211-280, 1975.
- MIT, 1987.** X-Toolkit library. C Language Interface, X protocol version 11, 1987.
- MOUSSA F., KOLSKI C., 1989.** Mise en oeuvre d'une base de connaissances ergonomiques exploitables par le système expert SYNOP pour l'aide à la conception d'images embarquées en automobile et évaluation. Rapport final de contrat RENAULT n° UV/14, LAIH, Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, Janvier 1988.
- NASSIET D., 1987.** Contribution à la méthodologie de développement des systèmes experts : application au domaine du diagnostic technique. Thèse de Docteur-Ingénieur, Université de Valenciennes, Novembre 1987.
- SCAPIN D., 1986.** Guide ergonomique de conception des interfaces homme-machine. Rapport

technique INRIA, n°77, Le Chesnay, 1986.

SCHMUCKER K., 1986. MacAPP, an application framework. Byte 11(8), p. 189-193, 1986.

TABORIN V., 1989. Coopération entre opérateur et système d'aide à la décision pour la conduite de procédés continus : application à l'interface opérateur Système Expert du projet ALLIANCE. Thèse de Doctorat, Université de Valenciennes, Mars 1989.