

Taxinomie de représentations graphiques dynamiques

Christophe HURTER

DTI R&D

7, avenue Edouard Belin
31055, Toulouse cedex 4, France
Christophe.hurter@aviation-civile.gouv.fr

RESUME

Les images utilisées par les contrôleurs aériens comportent de nombreuses entités visuelles animées. Elles sont soumises à des règles de représentation précises. La richesse de ces représentations a mis en évidence l'absence d'outils permettant de les caractériser. Les incréments d'un tel instrument sont multiples, en termes de validation, de design et de sécurité. L'objectif de la thèse est d'étudier des représentations, de trouver des méthodes de caractérisation afin notamment de permettre des comparaisons entre vues et de vérifier leur intérêt.

MOTS CLES : visualisation d'informations, taxinomie, design, conception.

ABSTRACT

The displays used by the air traffic controllers involve many animated visual entities. They are constrained by precise rules of representation. The richness of these representations highlights the lack of tools that may characterize them. The increments of such an instrument are numerous, in terms of validation, design and safety. The objective of the thesis is to study representations, to find out methods of characterization that would allow comparisons between representations, and eventually to check their interests.

CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS: A.1 [general Literature]: Introductory and survey; H5.0 [InformationSystems]: Information interfaces and presentation|General.

GENERAL TERMS: Theory, Measurement, Design.

KEYWORDS: Information Visualization, taxonomy, design, conception.

CONTEXTE

Le contrôle du trafic aérien vise à assurer la sécurité des biens et des personnes transportés. Cette activité place les contrôleurs aériens au centre d'un processus complexe

de prise de décisions. Ceux-ci communiquent aux pilotes des clairances afin que ces derniers maintiennent ou modifient les trajectoires des avions dans le but de maintenir les minimas de séparation. La situation est hautement dynamique et est représentée aux opérateurs à partir d'informations qui proviennent de sources multiples : la surveillance radar, le traitement des plans de vols, les communications sol-bord ou entre secteurs, les informations météorologiques, les indicateurs concernant le bon état du système, etc. Les décisions doivent être prises avec de fortes contraintes temporelles et réévaluées en fonction de cette évolution. Dans ce contexte, les interfaces mises à la disposition des contrôleurs aériens doivent être très précises et doivent diminuer la charge cognitive des utilisateurs.

OBJECTIF DE LA THESE

Le premier objectif de la thèse est d'étudier des représentations graphiques du domaine de l'ATC (Air Traffic Control) et de trouver un formalisme de caractérisation. Par la suite il sera utile d'étendre le cas particulier des images de l'ATC à d'autres représentations non spécifiques au domaine du contrôle aérien. Le dernier objectif sera de définir des métriques et des outils pour la comparaison des images et ainsi permettre de confronter les choix de représentation.

ETAT DE L'ART

La représentation graphique est un domaine de recherche en pleine expansion, mais rare sont ceux qui ont formalisé son approche non artistique. Les travaux de Bertin [4], font office de référence : la graphique est la représentation visuelle monosémique de données qui permet la communication et l'analyse. La communication est réalisée avec des données connues à l'avance ; la manipulation et la perception des données permettent l'analyse et la résolution de problèmes.

Mackinlay a poursuivi les travaux de Bertin en présentant des outils permettant la génération et la validation d'interfaces graphiques [13]. Il développe notamment un langage graphique pour codifier une représentation et construit des échelles d'expressivité et d'efficacité pour évaluer des conceptions alternatives.

Tufte a illustré les champs possibles des représentations graphiques à partir de données géographiques, historiques, économiques [17]... D'autres travaux se focali-

sent sur la perception des visualisations et plus particulièrement sur l'aspect cognitif [19].

Shneiderman a classifié les visualisations en fonction du nombre de dimensions des données affichées, des représentations sous formes d'arbres et sous forme de réseaux. Il a continué ses travaux en identifiant sept tâches minimales pour assurer la visualisation des données [16].

Card et Mackinlay (C&M) ont réalisé une taxinomie de différentes représentations graphiques d'informations sous forme de tableau [6]. La taxinomie s'appuie sur une partie de la théorie de Bertin. Elle permet aux auteurs de caractériser un ensemble de visualisations connues, comme les matrices ordonnables [4, 14], les TreeMap [12] ou encore les ConeTree [15].

Card, Mackinlay et Shneiderman ont réalisé un état des lieux des connaissances dans le domaine des visualisations [5]. Ils ont créé un modèle (figure 1) qui décrit les visualisations comme une chaîne de traitements des données brutes jusqu'à l'affichage. Les traitements s'appuient sur des structures de données intermédiaires manipulables par l'utilisateur. Chi a détaillé les différentes étapes de ce modèle [8, 7].

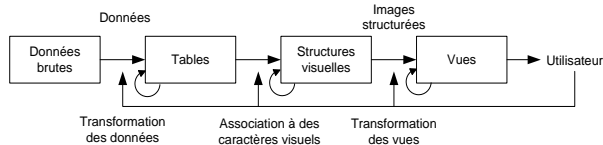


Figure 1 : modèle de traitement de données pour l'affichage [5]

Ce modèle se base sur la gestion d'un flux de données. Il est utilisé dans de nombreuses toolkits (InfoViz[9], pre-fuse, VTK, Tulip, Pajek...) et logiciels de visualisation (SpotFire[1], ILOG Discovery[2,3], nVizN[18] ...).

ORIENTATIONS DES TRAVAUX

Les images du monde de l'ATC à étudier sont très riches (elles comportent de nombreuses dimensions) et très dynamiques (beaucoup de ces entités visuelles sont animées). Ce ne sont pas des visualisations dédiées à l'exploration. Elles sont qualifiées de supervision, car les données d'entrée changent indépendamment de l'utilisateur.

Partant de ces considérations et de l'état de l'art, il faut utiliser des modèles de caractérisation qui permettent la création d'une taxinomie et la comparaison des images avec une métrique. L'espace de design ainsi décrit permettra de trouver les régions non explorées et donc de nouvelles visualisations. De plus, les choix de design pourront être comparés et justifiés.

LA CARACTERISATION DE CARD ET MACKINLAY

Une approche a été réalisée pour établir des critères de comparaisons des images avec les travaux de Card et

Mackinlay. Ils proposent un tableau pour chaque fonction de transformation (Tableau 1).

Name	Perception automatique							Perception contrôlée			
	D	F	D'	X	Y	Z	T	R	-	[]	CP

Tableau 1: le modèle de représentation de Card et Mackinlay

Les lignes correspondent aux données d'entrées. La colonne D indique le type de la donnée (Nominale, Ordonnée, Quantitative) [2]. F est une fonction ou un filtre qui transforme ou crée le sous ensemble D'. A l'instar de D, D' est typé (N,O,Q). Les colonnes X, Y, Z, T, R, -, [] sont dérivées des variables visuelles de Bertin [2]. L'image a trois dimensions : x, y, z plus le temps T. R correspond à la perception rétinienne qui explicite la méthode employée pour représenter visuellement l'information (couleur, forme, taille...). Les liens entre les entités graphiques sont notés avec -, et la notion d'encapsulation est symbolisée par []. Enfin une distinction est faite si la représentation de la donnée est traitée par notre système perceptif de manière automatique ou contrôlée.

Les résultats ont montré qu'il est possible d'appliquer une telle caractérisation mais qu'elle n'est pas suffisamment précise. La comète radar (Figure 2) en elle-même n'est pas une implantation dans le sens de Bertin [2] : les positions passées de l'avion (carrés de plus en plus petits en fonction de leur ancienneté) se groupent par effet de continuité Gestalt, ce qui fait émerger une ligne avec ses caractéristiques propres (courbure, régularité de la texture formée par les points, etc.). Il n'est pas possible de la caractériser directement à l'aide du modèle de transformation de C&M.



Figure 2 : La comète Radar.

De plus, il manque les métriques sur les critères de comparaison, et l'interprétation de la caractérisation complète d'une image est très complexe (tableaux trop nombreux). Il convient donc d'étendre de nouveau le modèle de C&M, ou d'utiliser une nouvelle modélisation.

MODELE ETENDU

Des modifications ont été apportées sur ce modèle avec l'ajout de plusieurs fonctions de transformation et la caractérisation de l'animation [11]. Ainsi l'image a trois sources d'animations :

- La mise à jour d'une donnée. Cette animation est implicite au modèle de C&M

- Le passage d'une image à l'autre. L'utilisateur visionne un film qu'il peut contrôler.
- Le changement d'état d'une représentation qui est indépendante de la mise à jour des données. Par exemple un élément clignotant.

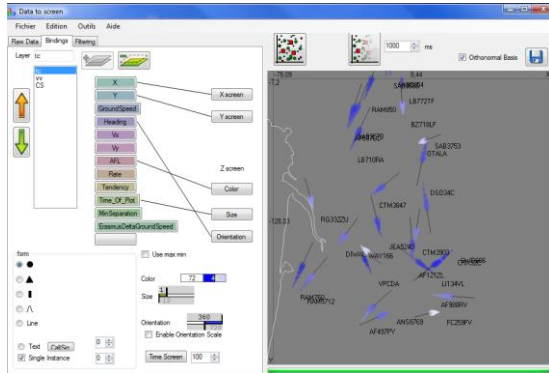


Figure 3 : logiciel de caractérisation d'images

La validation de ce nouveau modèle a été réalisée au travers d'un logiciel. Ce dernier respecte la chaîne de traitement des données de la Figure 1. Il a permis de décrire l'image radar à l'aide d'un flux de données et des connexions avec les variables visuelles de Bertin affichées à l'écran (Figure 3).

TRAVAUX FUTURS

Cette taxinomie va permettre de confronter les choix de représentations, de statuer sur la pertinence des données affichées et d'optimiser les choix de design. Par exemple on connaît les échelles des données en abscisse et en ordonnée de l'écran mais on ne peut rien dire a priori sur la signification d'une distance entre deux points à l'écran.

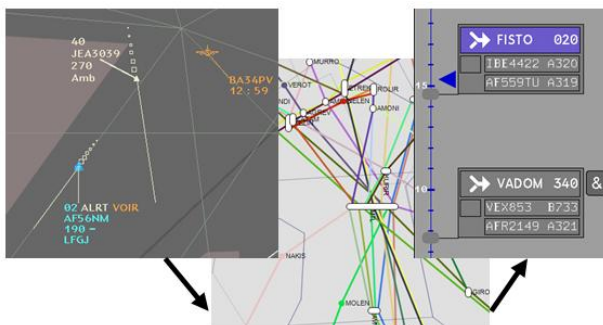


Figure 4 : Transition entre la vue RADAR et la vue des conflits entre avions

Une approche plus originale va consister à explorer le champ des relations entre les représentations et ainsi comprendre le passage d'un espace de représentation à l'autre (la transition entre les vues). Par exemple le passage d'une représentation RADAR (vue des avions de dessus) vers une vue représentant les conflits potentiels entre avions peut être décomposée avec une vue intermédiaire. Cette dernière s'inspire de la représentation des plans de métro (Figure 4) qui représente les routes sui-

vies par les avions. Il faut alors trouver les méthodes de passage d'une vue à l'autre sans perdre le focus de l'entité visuelle observée et sans une augmentation substantielle de la charge cognitive.

CONCLUSION

La réalisation de cette taxinomie va donc permettre de consolider les connaissances actuelles sur la caractérisation des représentations graphiques ainsi que nos connaissances sur le design, la perception et les relations entre vues.

Directeur de thèse : Philippe PALANQUE (LIHS/IRIT)
Co-directeur de thèse : Stéphane CONVERSY (ENAC/DTI R&D - LIHS/IRIT)
Début de la thèse : Novembre 2006.

BIBLIOGRAPHIE

1. Ahlberg, C. 1996. Spotfire: an information exploration environment. *SIGMOD Rec.* 25, 4 (Dec. 1996), 25-29.
2. Baudel, T. 2004. Browsing through an information visualization design space. *CHI '04*. ACM Press, New York, 765-766.
3. Baudel, T. 2002. Visualisations compactes: une approche déclarative pour la visualisation d'information. *IHM '02*, ACM Press, New York, 161-168.
4. Bertin, J. 1967 *La sémiologie graphique*. Editions Mouton, Gauthier-Villars, Paris.
5. Card, S., Mackinlay, J., Shneiderman, B. 1998 *Information Visualization Readings in Information Visualization: Using Vision to Think*. Morgan Kaufman, introduction p 1-34
6. Card, S.K., Mackinlay, J.D. 1997 The Structure of the Information Visualization Design Space. *In Proc. Information Visualization Symposium 97*.
7. Chi Ed. *A Framework for Visualizing Information*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands 2002.
8. Chi Ed. 2000 A Taxonomy of Visualization Techniques using the Data State Reference Model. *InfoVis '00*, IEEE Press, 2000. Salt Lake City.
9. Fekete, J.D. 2004. The InfoVis Toolkit *InfoVis'04, Austin, TX, Oct 2004*. IEEE Press. pp. 167-174
10. Heer, J., Card, S. K., and Landay, J. A. 2005. pre-fuse: a toolkit for interactive information visualization. *CHI '05*. ACM Press, New York, NY, 421-430.
11. Hurter, C., Conversy, S. Extension d'un modèle de visualisation pour la caractérisation d'interfaces graphiques dynamiques, *IHM 07*

12. Johnson B. and Shneiderman B. 1991, Tree-maps: A Space-filling approach to the visualization of hierarchical information structures. *In Proceedings of IEEE Visualization '91*, pp. 284–291.
13. Mackinlay, J. 1988. Applying a theory of graphical presentation to the graphic design of user interfaces. *UIST '88*. ACM Press, New York, NY, 179-189.
14. Rao R., Card S. K., The Table Lens: Merging graphical and symbolic representations in an interactive focus plus context visualization for tabular information, *in Proc. CCHI '94*. ACM, pp. 318–322.
15. Robertson G. G, Mackinlay J. D. and Card S. K., 1991 Cone trees: Animated 3D visualizations of hierarchical information, *SIGSHI* ACM Press.
16. Shneiderman B. 1996 *The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations*. *IEEE Visual Languages*, 1996.
17. Tufte, E. R. 1990 *Envisioining information*. Cheshire, CT: Graphics Press.
18. Wilkinson, L. *The grammar of Graphics*. New York: Springer Verlag, 1999.
19. Zhang, J. A Representational Analysis of Relational Information Displays. *International Journal of Human Computer Studies*. 45, 59-74. 1996.