

PortaNum : une solution pour lire le tableau

Marianne DOUARD
THALES - DRH MISSION
INSERTION
45, Rue de Villiers
92200 Neuilly sur Seine
Tél. : +33 157 778 426

Marianne.douard@thalesgroup.com

Joseph COLINEAU
THALES – TRT
Domaine de Corbeville
91404 Orsay
Tél. : +33 169 339 269

Joseph.colineau@thalesgroup.com

Loïc GOASDUFF
THALES - DRH MISSION
INSERTION
45, Rue de Villiers
92200 Neuilly sur Seine
Tél. : +33 157 778 223

Loic.goasduff@thalesgroup.com

RESUME

Développé par THALES, PortaNum (nom venant de Portable et numérique) est un système de lecture qui permet aux personnes malvoyantes de lire des textes situés à distance, comme le tableau d'une salle de classe ou un document projeté en réunion. Le système est constitué d'une caméra connectée à un ordinateur portable et d'un logiciel de traitement numérique de l'image. Le traitement d'image améliore la lisibilité, corrige les défauts d'éclairage, accentue les contrastes, grossit l'image et offre ainsi une qualité et un confort visuel optimum. Une expérimentation est mise en place avec l'Institut Montéclair d'Angers. Le système est utilisé par une dizaine d'élèves, en milieu intégré, pendant une année scolaire. Le logiciel, téléchargeable sur Internet, est mis gratuitement à la disposition des utilisateurs, témoignant ainsi de l'engagement de THALES à mettre ses technologies au service de projets innovants facilitant l'accès au savoir et à l'emploi des personnes handicapées.

Thèmes et contribution de l'article

Domaine : IHM informatique, nouvelles technologies

Thèmes : donner l'accès à l'éducation et à l'enseignement pour les élèves malvoyants

Contributions : aide technique permettant aux personnes malvoyantes de lire des textes situés à distance

ABSTRACT

Developed by THALES, Portanum is a reading aid which allows visually impaired people to read texts (located at a distance) on a classroom blackboard or slides presented in a meeting. The useful system for distance vision consists in a camera connected to a laptop and an image digital processing software. The image processing improves the legibility, corrects the defects of lighting, increases contrasts, enlarges the image and then offers quality and optimal visual comfort.

Categories and subject descriptors :

Categories : HCI, new technologies

Subject descriptors : to give access to education for visually impaired people

General Terms :

HCI, visually impaired people, image processing, reading aid

Keywords :

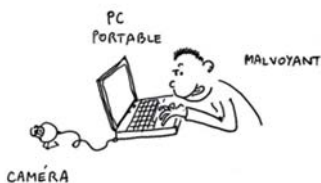
PortaNum, video magnifier, reading aid, low vision, visually impaired people, image processing

1. INTRODUCTION

Les téléagrandisseurs sont des systèmes bien connus pour aider les malvoyants à la lecture de documents sur un bureau. Ils consistent en un système vidéo en circuit fermé, utilisable pour l'agrandissement de documents écrits. Certains de ces équipements sont utilisables en vision de loin, mais il s'agit de systèmes spécifiques, relativement coûteux et difficilement transportables.

Mais dans de nombreuses situations, les personnes malvoyantes n'ont d'autre recours que l'utilisation du monoculaire. Cette aide technique qui a fait ses preuves a cependant des limitations : elle ne permet de voir qu'une très petite partie de champ à la fois, elle n'offre pas assez de contraste, elle ne permet pas de régler le taux de zoom, et elle ne fait travailler qu'un seul œil à la fois, ce qui est moins efficace que l'utilisation des deux yeux, et source de fatigue.

L'aide technique proposée ici reprend le principe du téléagrandisseur, mais repose sur l'utilisation d'équipements standards, maintenant disponibles non seulement en environnement professionnel, mais en salle de classe et à la maison: une caméra de prise de vue, qui peut être une webcam, une caméra vidéo de surveillance, un caméscope DV, et un ordinateur portable ou fixe. Le logiciel PortaNum, développé spécifiquement pour une application en vision de loin, assure un traitement numérique des images afin d'améliorer leur lisibilité, de résoudre des problèmes spécifiques à la vision de loin. Le système effectue alors les modifications nécessaires, à l'aide de traitements numériques de l'image, pour permettre une visualisation de ces images dans des conditions de présentation et de grossissement adaptées à la vision de l'utilisateur.



L'enjeu est d'offrir au jeune malvoyant, dans le contexte du lycée, ou de l'enseignement supérieur, une aide technique qui lui permettra, dans de bonnes conditions, de suivre sa formation, avec un investissement spécifique minimum.

2. CONTEXTE DE L'ETUDE

Le pari de la politique THALES dans le domaine du handicap est de tirer parti des technologies pour faciliter l'intégration professionnelle des personnes handicapées. Du fait de qualifications requises, le taux d'emploi des personnes handicapées est généralement plus faible dans les entreprises de haute technologie. THALES souhaite au contraire que l'innovation contribue à une meilleure insertion des personnes handicapées dans la vie professionnelle. Cette volonté d'action a été renouvelée en 2001, pour la dixième année consécutive, par la signature d'un accord d'entreprise dont un des engagements est de mettre les technologies THALES au service de projets innovants facilitant l'accès au savoir et à l'emploi des personnes handicapées. Dans ce cadre, PortaNum, co-financé par l'AGEFIPH (Association de Gestion des Fonds pour l'Insertion professionnelle des Personnes Handicapées) est l'un des projets issus de cette initiative de valorisation technologique.

Il a été développé par des ingénieurs de THALES Research & Technology, en collaboration avec des personnes malvoyantes et des professionnels de la déficience visuelle.

Suite au programme CAP HANDI, concours interne à l'entreprise, un prototype fonctionnel a été mis en place au sein du Laboratoire Central de Recherches, par une équipe composée notamment d'une personne malvoyante qui est à l'origine du projet.

2.1 Origine de PortaNum

Dès 1999, le protocole d'évaluation a eu pour objectif de déterminer la meilleure configuration pour que chaque panéliste (maîtrisant l'usage de la bureautique) puisse lire le texte situé à distance. On entend par configuration la combinaison des traitements d'images destinés à améliorer la lisibilité.

Les six panélistes sélectionnés ont pu accéder aux informations à distance grâce au prototype, alors qu'ils ne pouvaient pas lire les supports en début d'évaluation. Cependant, la recherche des traitements d'images adaptés à chaque panéliste s'est montrée relativement complexe et longue d'autant plus qu'il existait un grand nombre de possibilités et que la dénomination de certains traitements n'était pas toujours explicite.

Les conclusions de l'évaluation ont été les suivantes : « PortaNum est un produit intéressant et très attendu par les personnes malvoyantes. La demande des panélistes, bien qu'atteints de

pathologies très différentes, est constante : accéder à l'information en limitant au maximum l'éblouissement et en recherchant la taille et le contraste optimum. Ce besoin est insatisfait, car à l'heure actuelle (en l'an 2000), aucun produit ne permet de faciliter la lisibilité des documents à distance. »

Les tests utilisateurs ont donc montré l'intérêt pour un dispositif portable d'aide à la vision, en particulier dans le domaine professionnel.

2.2 Produits existants et recherche

Divers produits d'aide à la vision existent aujourd'hui, et sont utilisés tant dans le domaine privé que dans le domaine professionnel :

- Les agrandisseurs vidéo, équipements autonomes basés sur le couplage d'une caméra et d'un téléviseur. Certains de ces équipements utilisent le moniteur vidéo du poste informatique.
- Les loupes électroniques, petits équipements monoblocs basés sur l'association d'une caméra miniature et d'un écran plat LCD..
- Les systèmes de lecture basés sur un scanner, un logiciel de reconnaissance de caractères (OCR) et un logiciel de synthèse de la parole.

Ces équipements sont tous destinés à la vision rapprochée. Le traitement de signal associé reste très rudimentaire : inversion, seuillage, fausses couleurs, ...

Concernant la vision lointaine, quelques équipements sont présents sur le marché. Multivision [1] est un équipement mais relativement encombrant. Zoomax [2] est un système similaire.

Par contre, une alternative sans utilisation de caméra est proposée avec MIMIO [3]. Le MIMIO est un équipement vidéo portable de nouvelle génération, caractérisé par sa présentation, sa technologie de pointe et sa simplicité d'utilisation. Il est destiné à reproduire sur tout ordinateur les informations écrites au tableau. L'idée de tableaux interactifs est aussi proposée en Angleterre avec TeachLearn [4].

3. Le Système

Le système est constitué d'une caméra filmant le support distant que le malvoyant n'arrive pas à lire, qui est reliée à un micro-ordinateur portable hébergeant un logiciel qui affiche l'image à l'écran, avec des traitements adaptés pour la rendre plus lisible, et pour la présenter dans des conditions optimisées pour la vision de l'utilisateur. Le logiciel de PortaNum est aussi compatible avec les paramètres d'accessibilité de Windows et les logiciels classiques de grossissement utilisés par les malvoyants.

3.1 La Caméra

La qualité de l'image restituée dépend essentiellement du choix de la caméra. Une Webcam, discrète et pratique quoique de résolution limitée (typiquement 640 x 480 pixels), peut suffire dans beaucoup de cas. L'angle d'ouverture de l'objectif des

Webcams usuelles est cependant assez large, ce qui impose que la caméra ne soit pas placée trop loin du sujet à filmer. Si ce n'est pas possible, l'utilisateur peut se procurer un objectif de focale plus longue pour avoir un champ plus étroit (donc un meilleur grossissement). Une Webcam se connecte sur le port USB de l'ordinateur, et ne nécessite pas d'alimentation. Elle constitue une solution robuste et très peu coûteuse, qui peut suffire dans un certain nombre de cas, ou constituer une solution de complément à la maison pour la vision de près.

Lorsque la distance est plus grande et variable, on devra s'équiper d'une caméra comportant un zoom optique. D'un prix plus élevé, cette solution offre cependant une qualité d'image bien supérieure: le nombre de pixels est plus élevé (typiquement 720 x 576), le zoom de la caméra permet de cadrer au mieux la zone à lire, enfin un autofocus assure une mise au point optimale en permanence. Deux classes de caméras sont utilisables :

- les caméras vidéo analogiques, telles que les caméras de vidéo-surveillance ou de vidéo-conférence. Certains modèles motorisés conviennent parfaitement à une application en amphithéâtre et permettent de viser automatiquement les différents tableaux par des positions préprogrammées. Cette solution pose cependant le problème de l'interfaçage avec le PC, qui nécessite une carte d'acquisition vidéo, ainsi qu'une alimentation secteur pour la caméra.
- les caméscopes numériques (DV), légers et possédant une bonne autonomie sur batterie (surtout en mode caméra seule), procurent une image d'excellente qualité. Les ordinateurs modernes commencent à être équipés d'interfaces DV et la cadence vidéo plus élevée permet un flux d'image plus continu.

3.2 L'ordinateur

Le système est certes plus lourd à transporter et moins discret qu'un monoculaire, mais l'ordinateur portable devient un outil naturel en milieu universitaire, et, on peut l'espérer, prochainement en milieu scolaire. Il offre un moyen aisé de transport de documentation, de prise de notes. L'ordinateur portable devient petit, résistant et plus autonome. La qualité de son écran de visualisation devient excellente. Il est, dans certains cas, valorisant pour son possesseur. Son aptitude à prendre des "notes vidéo" lui confère même un avantage sur les outils papier.

Les performances des processeurs sont aujourd'hui suffisantes pour assurer un traitement des images vidéo avec une cadence de rafraîchissement qui s'approche du temps réel. L'expérience montre d'ailleurs qu'en vision de loin, cette caractéristique n'est pas aussi contraignante qu'en vision rapprochée, où l'utilisateur fait défiler en permanence le document pour repérer l'information qu'il cherche.

3.3 Fonctionnalités et ergonomie

L'ergonomie du système PortaNum a été travaillée sur l'hypothèse que l'utilisateur n'a pas de connaissance technique a priori dans le traitement des images, et qu'il a des connaissances de base dans l'utilisation d'un ordinateur.

Acquisition d'image

C'est la partie du programme qui dialogue avec la caméra. Le logiciel utilise les drivers standards de Windows (DirectX), ce qui permet d'accepter tout type de caméra pour PC, et exploite au mieux les performances des matériels les plus récents. Le logiciel se charge de choisir la résolution qui donnera la meilleure qualité de prise de vue pour la caméra installée.

Extraction d'information

Le logiciel extrait des images capturées un certain nombre d'informations statistiques qui lui permettront de régler les paramètres en mode automatique: le calcul de l'histogramme de l'image permet d'ajuster au mieux le contraste, l'évaluation du fond (clair ou sombre) de choisir la meilleure valeur de seuillage des images de texte ou de traits. Ces informations sont fournies à la fonction Traitement d'Image.

Traitement d'image

L'objectif est de rendre l'image plus lisible. Le travail à effectuer dépend de la nature de cette image: s'il s'agit d'un texte écrit à la main sur un tableau blanc, il conviendra d'utiliser une fonction de seuillage pour nettoyer l'image et la séparer au mieux le texte du fond, et de restituer l'ensemble avec deux niveaux seulement. S'il s'agit d'une carte comportant plusieurs couleurs, ou d'une photo, on cherchera à augmenter au maximum le contraste, sans écraser les détails des zones les plus sombres ou les plus claires. Le choix des traitements les plus adaptés, et des coefficients correspondants n'est pas simple a priori: dans une image peuvent se trouver simultanément des zones de texte, des photos, des graphiques. C'est pourquoi l'utilisateur néophyte peut laisser le programme en mode "automatique", ou, s'il est plus curieux, faire défiler la liste des combinaisons de traitements proposés par défaut. Il peut également "aider" le logiciel en lui indiquant que le sujet d'intérêt est du texte, que la scène est sombre ou prise sur un tableau noir.

Visualisation

On retrouve ici les traitements classiques disponibles sur les téléagrandisseurs: l'image traitée peut être présentée à l'écran en couleurs naturelles, en noir et blanc, en fausses couleurs, en inversion ("négatif"). Le choix du mode de représentation est laissé à l'appréciation de l'utilisateur. Une personne photophobe aimera travailler en inversion. Certains documents seront plus faciles à lire en fausses couleurs. Les réglages de lumière et contraste, bien que non indispensables en mode automatique, sont accessibles facilement par des raccourcis clavier.

L'image est représentée en mode fenêtré, ou en mode plein écran. Il pourra être nécessaire dans certains cas d'appliquer un facteur de grandissement (zoom électronique) afin de mieux percevoir les détails. L'image résultante est cependant vite limitée par le faible nombre de pixels disponibles, même si des fonctions d'interpolation assurent un certain lissage de l'image restituée. En mode zoom, il est bien sûr prévu de pouvoir "naviguer" dans l'image, à la souris ou au clavier.

Stockage d'images, prise de notes

Une fonction utile du système est l'enregistrement des images. Il est ainsi possible, à la volée, de sauvegarder des images du tableau, afin de les visualiser plus tard. Un petit éditeur de texte permet également de dactylographier des notes qui peuvent être sauvegardées en même temps que les images. Il est bien sûr possible de travailler sur son traitement de texte habituel, tout en continuant d'utiliser PortaNum pour la vision de loin.

Paramètres utilisateur

Il est possible d'intervenir sur les paramètres par défaut du logiciel. C'est ainsi que l'utilisateur pourra choisir ses fausses couleurs, le répertoire de sauvegarde, la taille et la couleur des caractères et du fond du bloc-notes. Une page de configuration réservée aux experts en traitement d'image permet de définir des traitements alternatifs, ou de nouvelles valeurs des paramètres de traitement.

3.4 Expérimentation

Le système a été expérimenté à l'intérieur du groupe THALES, et en milieu universitaire par des personnes malvoyantes. Les résultats de cette expérimentation ont permis d'affiner l'ergonomie du système en simplifiant l'interface, en corrigeant certaines déficiences du programme, et en définissant les configurations matérielles optimales dans le monde professionnel et universitaire.

Une expérimentation de longue durée est mise en place avec de jeunes élèves déficients visuels sur l'année scolaire 2002-2003. Une dizaine d'élèves, scolarisés en milieu ordinaire de la troisième à Bac +2, constituent un panel d'utilisateurs, chargés de tester l'usage et de déterminer les conditions optimales d'utilisation du système PortaNum. Cette expérimentation est menée en partenariat avec l'Institut Montclair et la société IBM. Une équipe pluridisciplinaire de l'Institut Montclair assure aux élèves une assistance technique, pédagogique et ergonomique sur le système. IBM et THALES mettent à disposition les différentes configurations (PC portable + webcam, caméra analogique ou caméscope).

4. EVOLUTIONS ET PERSPECTIVES

Les retours effectués par les testeurs ont permis d'améliorer le logiciel sur quelques points (une utilisation en mode prise de photo par exemple) mais surtout, ont permis de montrer que ce système pouvait être utilisé de façon simple et apporter une amélioration notable quant à l'insertion scolaire de ces jeunes. A la fin de l'année scolaire 2002-03, l'Institut Montclair a décidé de poursuivre cette expérimentation, sur d'autres volets, mais a surtout monté des dossiers de demandes de financement auprès de AGEFIPH et du plan Handiscol pour équiper sur l'année scolaire 2003-04 plus de jeunes.

Amélioration de l'interface

En concertation avec Montclair, l'expérimentation s'est poursuivie avec d'autres jeunes en rajoutant une utilisation en vision de près (visualisation de livres ou de papiers sur la table de travail). Cette évolution ne demandera probablement pas de réel développement informatique supplémentaire mais l'étude se situera surtout au niveau ergonomique et facilité d'utilisation. Les résultats devraient intervenir en courant 2004.

Pour les élèves en milieu intégré, une quinzaine de jeunes vont être équipés, les plus jeunes étant en primaire (Cours Élémentaire 2). Pour eux, il sera utile de développer une interface ultra simplifiée et plus adaptée à leur âge. Ce complément devrait aussi être mené en courant 2004.

Mise en réseau et distribution du signal

Une utilisation du système en mode réseau pourrait dans certains apporter un réel intérêt. Si dans une classe, il y a un nombre significatif d'utilisateurs (à déterminer), une utilisation de PortaNum avec une seule caméra fixée au plafond, ou sur un bureau et une distribution du signal en réseau sur tous les postes utilisateurs pourrait s'avérer intéressante.

Pour ce faire, nous nous sommes rapprochés du CRDV (Centre de Rééducation des Déficients Visuels) de Clermont-Ferrand qui suit des élèves en milieu intégré mais également dans des classes spécialisées. Pour ce mode d'utilisation un développement informatique complémentaire sera fait en courant 2004.

Déploiement par Internet

Afin de permettre un déploiement plus important, une version en anglais du logiciel a été écrite. Elle a été utilisée pendant l'été 2003 par l'ICC (International Computer Camp) avec des jeunes européens déficients visuels. Une utilisation du système dans des centres européens est à l'étude pour l'année scolaire 2004-2005.

De même, le site Internet (www.portanum.com) est réédité pour permettre aux personnes anglophones de télécharger facilement la version anglaise du logiciel.

La communication autour de PortaNum

Courant 2004, des actions sont prévues afin de diffuser largement le produit auprès des personnes malvoyantes (colloques, salons déploiement vers d'autres centres de ressources, ...).

5. CONCLUSION

Grâce au logiciel PortaNum, la personne malvoyante, munie d'une caméra et d'un ordinateur portable PC sous Windows 98 et plus, peut, enfin, lire tous les supports à distance: un tableau dans une salle de cours, des transparents dans une salle de réunion ou des projections en conférence, améliorer son confort visuel : grossir l'image, renforcer les contours, inverser les couleurs, corriger l'éclairage, améliorer les contrastes, stocker les images filmées, prendre des notes en instantané et les enregistrer sur son disque dur.

6. REFERENCES

[1] : Multivision est un équipement connectable à un téléviseur muni d'une prise péritel, ce téléagrandisseur couleur est transportable.

<http://www.cecias.com/?cat=bav&page=multivision>

[2] : Axos est un matériel vidéo simple, léger et performant qui permet de retrouver son autonomie en cas de forte déficience visuelle.

<http://www.visionaid.co.uk/>

[3] : MIMIO est un équipement vidéo portable de nouvelle génération, caractérisé par sa présentation, sa technologie de pointe et sa simplicité d'utilisation. À l'usage des malvoyants, le MIMIO est destiné à reproduire sur tout ordinateur les informations écrites au tableau.

http://www.eurobraille.fr/doctech/mimio_nouv.htm

[4] : TeachLearn est un tableau interactif utilisé en Angleterre.
<http://www.techlearn.ac.uk/NewDocs/Interactive%20whiteboards.pdf>

7. RENSEIGNEMENTS

Afin d'assurer la diffusion, nous avons porté le logiciel sur Internet: <http://www.portanum.com/> , et sur l'Intranet du groupe THALES, afin qu'il puisse être téléchargé.