



NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Real-Time, Non-Contract Plan Growth Monitoring at Microscopic Levels using Scanner Rioux, Marc

Publisher's version / Version de l'éditeur:

Instrumentation et technologies pour mesurer la qualité en agroalimentaire et en bio-industrie Conference., 2003

NRC Publications Record / Notice d'Archives des publications de CNRC:

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=8ba0ce99-e4e8-49b7-a098-ac4f0edeae44>
<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=8ba0ce99-e4e8-49b7-a098-ac4f0edeae44>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Questions? Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

Vous avez des questions? Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.





National Research
Council Canada

Conseil national
de recherches Canada

Institute for
Information Technology

Institut de technologie
de l'information

NRC-CNRC

Real-Time, Non-Contract Plan Growth Monitoring at Microscopic Levels using Scanner *

Rioux, M.
May 2003

* published in Conférence sur l'instrumentation et technologies pour mesurer la qualité en agroalimentaire et en bio-industrie. May 8, 2003. NRC 45815.

Copyright 2003 by
National Research Council of Canada

Permission is granted to quote short excerpts and to reproduce figures and tables from this report,
provided that the source of such material is fully acknowledged.

Canada

Virtualisation et visualisation

Le Conseil national de recherches Canada visualise le monde en 3D par Marc Rioux

La numérisation et la modélisation tridimensionnelles constituent un domaine de techniques d'imagerie en émergence, utilisées pour créer, dans un espace numérique, des copies 3D d'objets, d'environnements et même d'êtres humains. Au Conseil national de recherches Canada (CNRC), un groupe de travail, celui de la technologie de l'information visuelle (GTIV), appelle ce processus la « virtualisation »¹. Mais pourquoi « virtualiser » la réalité? Parce que grâce à la visualisation 3D d'objets et d'environnements, la montagne peut désormais venir à Mahomet. Des visites virtuelles de sites historiques fermés aux échanges, entre savants, d'objets numérisés (fossiles fragiles, tables d'écriture cunéiforme...), en passant par la numérisation spatiale, la numérisation 3D offre de nouvelles possibilités à l'étude scientifique, culturelle et artistique. Cet essai présente les activités de recherche du GTIV et montre comment les nouvelles techniques d'imagerie 3D, plus évoluées, nous permettent de créer des représentations numériques du monde réel.

Numérisation et modélisation 3D

Le processus de numérisation 3D conjugue les ressources d'un scanner à rayon laser polychromatique à haute définition, d'un système d'imagerie et d'un dispositif de traitement des signaux pour mesurer et enregistrer les formes d'objets physiques en coordonnées 3D. On réalise généralement une dizaine d'images couplées² autour de l'objet. On combine ensuite ces images pour créer un modèle géométrique virtuel complet, en trois dimensions. Le scanner capte également les données nécessaires pour recréer les couleurs et les textures, données qui seront utilisées pour produire un modèle final fidèle à l'original.

À ce stade, l'objet a été enregistré sous forme de liste numérique dans la mémoire d'un ordinateur. La prochaine étape consiste à visualiser cette liste numérique afin de construire une

¹ Pour de l'information en français, voir http://iit-iti.nrc-cnrc.gc.ca/templates/itiiit/itiiit2.cfm?CFID=2977&CFTOKEN=25435717&user_id=12&page=428&template=12&resultat=0&order_num=&mot_recherche=&write=0&student_id=0&debut=0&curr_page=1&showdetails=0.

² Le Termium traduit le terme « overlapping » par « couple » (de photographies).

image virtuelle de l'objet au moyen d'un logiciel classique d'infographie. Un processus d'éclairage synthétique permet alors de faire voir les images comme elles apparaîtraient dans la réalité sous une source de lumière équivalente. Des reconstructions tridimensionnelles peuvent aussi être obtenues à l'aide de lunettes 3D spéciales. La plupart des logiciels rendent aujourd'hui possibles la rotation en temps réel d'objets tridimensionnels, ou la navigation en temps réel autour d'objets immobiles disposés dans des environnements numérisés.

Visualisation de voyages virtuels dans le temps

Certaines fonctions de visualisation de pointe, comme des salles de réalité virtuelle, sont aussi parfois utilisées pour créer la possibilité de « visiter virtuellement » des sites historiques numérisés, recréés dans certains cas avec tous les attributs de leur gloire ancienne. Au CNRC, nous qualifions cette technique « d'enregistrement de l'héritage culturel » ou de « voyage virtuel dans le temps ».

Par exemple, en collaboration avec l'Université de Lecce, nous avons complètement numérisé et modélisé la crypte byzantine Santa Cristina de Carpignano Salentino, vieille d'un millénaire et située dans le sud de l'Italie. La technique de visualisation que nous avons utilisée a permis la restauration numérique d'inscriptions murales que le temps s'était chargé de rendre presque invisibles aux yeux des visiteurs du site réel. La restauration numérique totale du site pourrait être réalisée à partir de documents historiques, et au moyen de techniques de renforcement des couleurs et des contrastes qu'on appliquerait aux peintures murales numérisées et qui simuleraient leurs qualités d'origine.

En plus de rendre possibles des restaurations virtuelles de ce type, la numérisation de sites historiques et archéologiques importants donnerait au public la possibilité de visualiser des sites dont on a interdit l'accès pour mettre fin aux dommages qui résultent des visites touristiques continuelles. Parmi les sites historiques importants que la technologie du CNRC permet de visualiser, on compte le tombeau de saint Jacques (en Israël), les fresques de l'Hippodrome, une abbaye italienne du VIII^e siècle, ainsi que des sites se trouvant le long du fleuve Yangtzi et qui seront inondés lorsque la construction du barrage hydroélectrique des Trois Gorges, en Chine, sera terminée.

En 1998 et en 1999, le CNRC a également participé à la réalisation du *Projet de numérisation des œuvres de Michel-Ange*, en collaboration avec l'Université de Stanford et l'Université de Washington. Dans le cadre de cette initiative, la technologie du CNRC a permis de créer, à Florence et à Rome, des modèles 3D à haute définition de plusieurs sculptures de Michel-Ange, telles que, notamment, le *saint Matthieu*, les quatre *Esclaves* inachevés, les sept statues de la chapelle Médicis, et le *David*. Ces visualisations sur ordinateur offrent aux historiens et aux amoureux de l'art la possibilité d'étudier ces statues sous tous leurs angles et facilitent l'étude de perspectives et de caractéristiques parfois très difficiles à voir sur les œuvres réelles. (Par exemple, il est difficile d'examiner par soi-même les petits détails du visage du *David*, dont la tête est se trouve à sept mètres du sol.) En plus d'ouvrir la voie au tourisme virtuel, les images à haute définition ont aussi servi à analyser la signature microscopique que Michel-Ange avait inscrite au ciseau sur certaines de ses œuvres, et ont révélé certains détails jusque-là cachés, comme des zones endommagées et d'anciens croquis, difficiles à voir à l'œil nu. D'autres données microscopiques permettront de mesurer les effets de la détérioration sur les sculptures et de planifier de futurs travaux de nettoyage et de restauration.

Plus récemment, en 2001, en collaboration avec le Musée canadien des civilisations, le CNRC a créé l'exposition en ligne *Inuit 3D*, qu'on ne peut visiter qu'en utilisant un ordinateur personnel, lequel, en retour, nous donnera accès à un musée virtuel se consacrant à l'histoire des Inuits ainsi qu'à l'art inuit ancien et contemporain. Les objets numérisés sont répartis dans un espace muséal virtuel, comme dans un véritable musée. Les outils de navigation font en sorte que le visiteur puisse se déplacer dans la salle d'exposition et visualiser les objets qui s'y trouvent. En cliquant sur ceux-ci, le visiteur obtient les données historiques qui les détaillent et des modèles 3D détaillés qu'il peut faire tourner pour mieux les examiner.

Dans un autre projet réalisé récemment et toujours en collaboration, cette fois avec la faculté des sciences de la Terre de l'Université Carleton, le CNRC a appliqué sa technologie de numérisation 3D au domaine de la paléontologie. Des modèles tridimensionnels d'os de dinosaures fossilisés ont été créés au moyen de la technique de numérisation polychromatique décrite ci-dessus. Le grand avantage de cette application, entre autres, consiste en ce que les

modèles 3D numérisés pourront remplacer les spécimens physiques réels dans le cadre de certaines recherches sur les fossiles. C'est que des paléontologues séparés par de grandes distances doivent souvent effectuer des études et des travaux de classification sur des spécimens dont il n'existe qu'un exemplaire. Grâce à la modélisation 3D, ces scientifiques pourront maintenant envoyer à leurs collègues des images 3D à haute définition et éviteront ainsi d'exposer les fossiles ou des répliques coûteuses aux risques du transport et de trop nombreuses manipulations. La même stratégie de préservation a aussi été appliquée à des tablettes d'écriture cunéiforme et à d'autres artefacts culturels fragiles.

Virtualisation du corps : *Cleopatra* et *Caesar*

La technologie de numérisation 3D peut aussi être utilisée pour créer des images d'êtres humains, exploit réalisé récemment dans le cadre du projet *CAESAR* (Civilian American and European Surface Anthropometrics), fruit de la collaboration internationale entre des sociétés privées et des gouvernements qui ont numérisé et stocké les données 3D de plus de 5 000 sujets humains d'Amérique du Nord et d'Europe. Diverses entreprises qui font dans la conception de postes de travail, d'automobiles, de vêtements et de postes de pilotage pour des types corporels multiples peuvent se servir de telles bases de données, tout comme les entreprises qui œuvrent dans le domaine de la sécurité.

La participation des laboratoires du CNRC à ce projet a consisté à créer et à fournir le logiciel *Cleopatra*, un outil de gestion de données 3D qui permet de naviguer dans une base de données de sujets humains et de les visualiser. *Cleopatra* organise les images humaines numérisées en fonction de caractéristiques morphologiques 3D (basées sur des statistiques géométriques de la forme humaine) et de données démographiques diverses, puis regroupe les individus selon leurs similitudes physiques. Au cours d'une recherche standard, l'utilisateur peut cliquer sur une forme (comme l'image numérisée complète d'une personne donnée) et la placer dans une « case de recherche » (semblable à la case de recherche textuelle de *Google*, par exemple). Il lance ensuite la fonction de classification par similitudes en cliquant sur le bouton de recherche. L'outil de recherche affiche d'abord la forme corporelle la plus ressemblante, puis une seconde entrée un peu moins ressemblante et ainsi de suite jusqu'à ce que la base de données ait été entièrement explorée.

Visualiser l'espace

Le CNRC a aussi construit de nombreux prototypes de numérisation 3D pour des domaines comme le génie mécanique, le soudage robotisé et l'inspection industrielle, ainsi que pour des applications aérospatiales. Le projet le plus récent dans ce dernier domaine a débuté en 1987, en collaboration avec la NASA, l'Agence spatiale canadienne et la compagnie Neptec. La technologie de numérisation qui en a résulté a été utilisée en orbite, à bord de la navette spatiale, en août 2001. Cette technologie a fait la preuve de ses capacités en matière de localisation et d'imagerie par laser dans des conditions de luminosité difficiles, par exemple lorsque l'arrière-plan est éclairé par le soleil. L'objectif à long terme de ce projet est de munir le Canadarm d'un « œil » numériseur à laser qui participera à des tâches robotiques comme l'assemblage, la réparation et l'inspection de satellites.

Horizons futurs de la recherche

Ce système 3D de localisation par laser, mis au point pour la recherche dans l'espace, est désormais utilisé au laboratoire du CNRC pour l'exploration d'applications potentielles en médecine. Par exemple, nous collaborons avec l'Institut du cancer d'Ottawa pour démontrer l'applicabilité de notre scanner dans le domaine de la radiothérapie. Notre technologie devrait être utilisée conjointement avec des techniques intracorporelles comme l'imagerie par résonance magnétique pour fournir des données en temps réel sur la localisation 3D de tumeurs sous-cutanées. En permettant le repositionnement constant du patient durant la radiothérapie, ces données assureraient une exposition constante de la tumeur aux radiations, et précise : seule la tumeur serait exposée, non pas les parties qui lui sont adjacentes.

Parmi les projets à venir du CNRC, on essaiera de mettre au point des techniques de numérisation 3D pour saisir les formes et les couleurs de matériaux translucides, de surfaces transparentes et réfléchissantes, ou même d'objets ayant des propriétés fluorescentes. Le GTIV tente aussi de développer de nouveaux outils logiciels pour créer des écrans de réalité virtuelle qui trouveront des applications dans des domaines comme les communications visuelles, le commerce électronique et la télésurveillance.

Physicien formé à l'Université Laval, Marc Rioux est agent principal de recherche du Groupe de technologie de l'information visuelle (GTIV), au Conseil national de recherches Canada. Depuis son arrivée au CNRC en 1978, il a mis au point des techniques de numérisation et de modélisation 3D pour une grande variété d'applications.

Sites Web :

Groupe de technologie de l'information visuelle, CNRC

[www.vit.iit.nrc.ca/TIV.html]

Galerie d'artefacts numérisés

[www.vit.iit.nrc.ca/3D_Digital_Imaging/models_photos.html]

Projet de numérisation des œuvres de Michel-Ange

[<http://graphics.stanford.edu/projects/mich/>]

Musée *Inuit 3D*

[www.civilization.ca/aborig/inuit3d/vmcinuit_f.html]

Cleopatra et Caesar

[www.cleopatra.nrc.ca/Nefertiti/cleo1.html]