

Politecnico di Torino et le REVscan^{MC}

Grâce au scanner de Creaform, le service des sols, de l'environnement et de la géo-ingénierie (DITAG) de la Politecnico di Torino a pu faire la capture de données affichant un niveau de détail jamais vu auparavant. La portabilité, la précision, la facilité d'utilisation et le prix très abordable de cet outil ont permis à DITAG de combler ses besoins en matière de préservation du patrimoine.



Politecnico di Torino, en Italie, est un établissement d'enseignement d'ingénierie et d'architecture renommé et l'un des instituts technique et scientifique les plus prestigieux du nord de l'Italie. Il offre de nombreux programmes académiques, allant de l'ingénierie aérospatiale aux études mécatroniques, biomédicales et de télécommunications en passant par la conception, l'ingénierie de véhicules motorisés et l'ingénierie du cinéma et des médias.

Un des départements de l'institut, DITAG, effectue de la recherche et de la formation dans les secteurs liés à l'environnement, aux ressources et aux sols. Le département est constamment à l'affût de technologies de recherche ayant le potentiel de l'aider à protéger les ressources et à en assurer une utilisation durable. Avec une si grande variété de domaines et un si grand nombre de groupes de recherche travaillant au sein du département, DITAG est impliqué dans de nombreux secteurs d'activité. Bien que les champs d'intérêt des groupes diffèrent, tous ces groupes poursuivent le même objectif : « Préserver les environnements naturels et ceux aménagés par l'homme et s'assurer qu'ils fassent l'objet d'une utilisation et d'un développement adéquats ».

LES DIFFICULTÉS

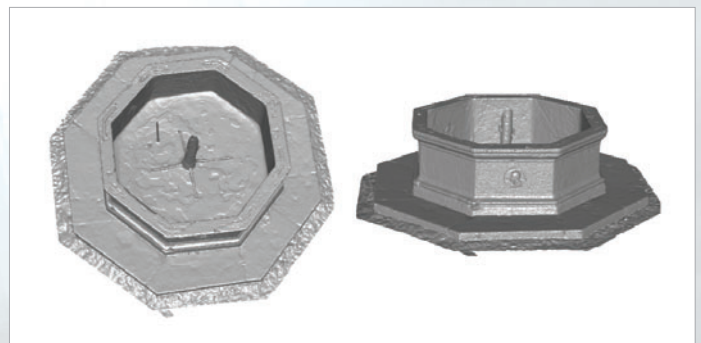
La documentation du patrimoine culturel comprend bien souvent la collecte de données architecturales ainsi que des applications d'ordre terrien et environnemental. DITAG concentre ses efforts sur la création de modèles 3D précis, qui s'avèrent très utiles pour la reproduction, la restauration et la conservation des monuments et autres artefacts, tels que les statues et les meubles. La Fontana di Melograno est un bon exemple du type de monuments dont DITAG répertorie les données. Les instruments généralement utilisés pour l'étude des sols et des monuments fonctionnent pour la plupart selon la technologie LIDAR (identification, détection et télémétrie par laser). Ces instruments permettent la numérisation à longue distance (jusqu'à 300 mètres) d'objets relativement gros, mais la résolution et la précision qu'ils offrent sont souvent insuffisantes pour capturer efficacement les détails (répétitivité de 23,77 mm). Il est presque impossible d'effectuer des numérisations précises (moins de 23,77 mm) des

éléments détaillés d'un monument à l'aide de la technologie LIDAR, ce qui limite considérablement l'efficacité des applications, particulièrement en ce qui a trait aux petits éléments qui requièrent une résolution élevée.

Certaines technologies plus récentes, comme les scanners à lumière structurée, offrent une précision et une résolution répondant aux besoins de DITAG (une précision de 0,05 mm peut être obtenue si l'appareil est utilisé correctement) et peuvent constituer une bonne solution, particulièrement dans un environnement stable comme celui d'un laboratoire. Le problème réside dans le fait que ces technologies sont très sensibles à la lumière ambiante et au milieu environnant, ce qui les rend difficiles à utiliser à l'extérieur et dans des environnements non contrôlés comme ceux avec lesquels DITAG doit composer la plupart du temps (la plupart des sujets d'étude sont des monuments qui ne peuvent être transportés en laboratoire). De plus, ces scanners génèrent une quantité énorme de données, qui requiert un temps de traitement très long, particulièrement lorsque les objets numérisés sont gros.

Un autre désavantage que présentent ces deux technologies est lié à la numérisation de formes complexes et de géométries convexes. Pour effectuer la numérisation complète d'un tel objet, par exemple une statue, l'information capturée doit provenir de tout autour de l'objet et de différents angles de vue afin que la surface en entier soit numérisée. Pour capturer des données sur plusieurs angles, la disposition de l'objet doit être modifiée chaque fois, ce qui prend beaucoup de temps. De plus, les différentes sections de la numérisation doivent être alignées lors du post-traitement, ce qui peut entraîner une perte de précision.

Le défi que DITAG devait relever était de trouver une technologie utilisable pour l'étude du patrimoine culturel et qui produirait rapidement des numérisations de haute précision en environnement non contrôlé. La solution idéale était de trouver un outil qui permettrait de numériser facilement des pièces de différentes tailles et formes, et plus particulièrement des objets dotés à la fois de surfaces convexes et concaves. Un tel outil devait également être plus abordable, facile à utiliser et à transporter que les outils déjà offerts sur le marché.



LA SOLUTION

Ayant entendu parler qu'une percée majeure en numérisation 3D avait été réalisée de l'autre côté de l'océan, les gens de DITAG ont décidé de se tourner vers Creaform, une entreprise technologique située à Lévis au Canada, afin d'en apprendre davantage sur leur produit vedette, le REVscan^{MC} (connu à ce moment sous le nom Handyscan 3D^{MC}). Ce scanneur laser à main révolutionnaire produit une résolution élevée et une précision allant jusqu'à 0,05 mm. Il s'agit également du premier scanneur laser à main autopositionné et facile d'utilisation à avoir été offert sur le marché.

Le REVscan utilise deux caméras, quatre DÉL placées autour de chaque caméra, une croix laser rouge de même que des cibles adhésives réfléchissantes. Contrairement aux systèmes de référence et puisque les cibles de positionnement sont apposées directement sur l'objet, le système de référence de la numérisation est directement relié à la pièce elle-même, ce qui signifie qu'il n'est pas nécessaire d'immobiliser la pièce et que les vibrations du sol ou d'autres perturbations se produisant près du scanneur n'auront aucun effet sur les mesures, ce qui permet d'améliorer grandement la précision de la numérisation. Pour régler le système de référence, les cibles doivent être apposées sur la pièce, selon une configuration de maillage irrégulier, être ensuite balayées à l'aide du REVscan et être regroupées dans un système de référence unique situé sur la pièce. L'appareil calcule sa position dans l'espace par triangulation et en temps réel.

Le scanneur projette d'abord une croix laser rouge sur la pièce; la pièce reflète une image de la croix qui est captée par les caméras du scanneur et qui est utilisée pour créer un maillage haute résolution de la surface.

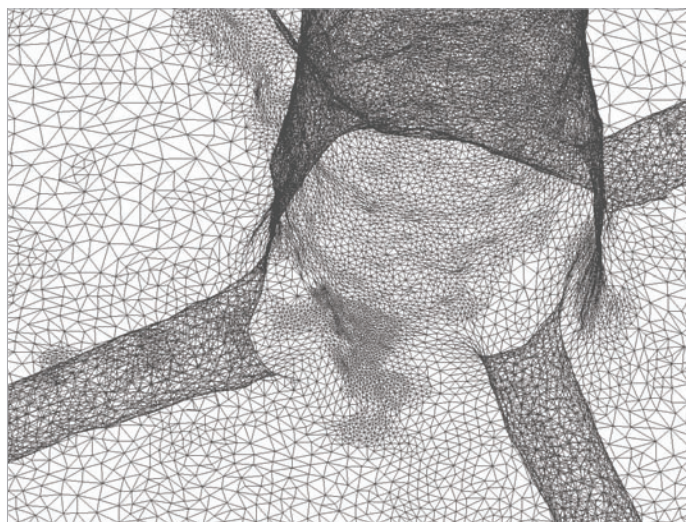
Toutes ces étapes sont possibles grâce à VxScan^{MC}, le logiciel d'exploitation propriétaire qui supporte les scanneurs laser de Creaform. L'opérateur peut aussi contrôler la complétude de l'acquisition en regardant l'image en temps réel produite par VxScan directement à l'écran. L'interface du logiciel est facile à utiliser et permet de visionner la surface acquise au moment où elle est numérisée.

Une autre caractéristique du REVscan est sa capacité à produire un modèle maillé direct de la surface, selon la résolution choisie par l'utilisateur. Le modèle maillé peut regrouper de multiples résolutions pour assurer une précision élevée et un fichier de taille raisonnable. Afin d'y arriver, l'opérateur peut aussi définir le volume de voxel contenant la pièce et choisir l'un des trois niveaux de résolution (basse, moyenne ou haute) selon le type de surface à numériser. Les surfaces planes requièrent une résolution moins grande que les surfaces détaillées ou irrégulières, qui requièrent une résolution accrue.

METTRE LE REVscan À L'ÉPREUVE

DITAG a utilisé le REVscan pour la Fontana di Melograno, située dans la vallée d'Aoste, en Italie. Certaines des vieilles pierres de la fontaine endommagées par l'eau devaient être restaurées. L'approche privilégiée par l'équipe responsable de la restauration était de protéger la pierre à l'aide d'un plastique spécial moulé selon la forme exacte de l'intérieur de la fontaine. L'équipe avait aussi établi que la précision requise était de 0,02 mm. La partie extérieure de la fontaine n'avait pas besoin d'être restaurée, mais les données devaient néanmoins être compilées aux fins de documentation. De façon générale, le niveau de précision requis pour l'extérieur de la fontaine n'était pas élevé, mais certaines sections plus détaillées nécessitaient une grande résolution.

Pour mener à bien le projet, le REVscan et un système LIDAR ont été utilisés. Les données de l'intérieur de la fontaine et des zones détaillées de l'extérieur, qui nécessitaient un niveau élevé de précision, ont été acquises à l'aide du REVscan. La surface à balayer étant très grande, un grand nombre de pastilles



réfléchissantes ont dû être apposées sur la pièce et le processus de numérisation a dû être scindé en huit balayages différents. Cependant, les économies de temps rendues possibles par ce scanneur à main autopositionné ont été substantielles. Les parties extérieures restantes ont été numérisées à l'aide de la technologie LIDAR, puisque le niveau de précision requis était inférieur à celui des surfaces internes.

Le jeu de données issu du processus était une représentation multirésolution de la fontaine, contenant toute l'information nécessaire à la restauration et offrant un niveau de précision beaucoup plus élevé. La figure ci-dessus montre le résultat de la combinaison des données à partir des deux technologies.

CONCLUSION

Le REVscan a permis à DITAG d'élargir son champ d'expertise grâce aux nouvelles possibilités d'acquisition de données qu'il présente. Avec un seul et même appareil, DITAG peut maintenant assurer la rétroingénierie et la restauration de petites pièces de patrimoine culturel (statues et meubles) et aussi de gros monuments. Tous ces avantages sont maintenant obtenus en un très court laps de temps et avec un niveau de précision jamais vu auparavant.

Le REVscan offre un niveau de précision et de résolution que les technologies antérieures ne pouvaient atteindre en milieu non contrôlé, tout en conférant une souplesse considérable au processus de collecte de données du patrimoine culturel. Sa portabilité, sa précision, sa facilité d'utilisation et son prix très concurrentiel font du REVscan un outil parfaitement adapté aux besoins de DITAG et d'autres organisations de préservation du patrimoine. Le REVscan s'est également avéré très utile et performant dans d'autres domaines de spécialité tels que l'automobile, la biomécanique et l'aérospatiale.

CREAFORM

5825, rue St-Georges | Lévis (Québec) G6V 4L2 | Canada

T: 418.833.4446 | F: 418.833.9588

info@craform3d.com

www.craform3d.com | www.handyscan3d.com