

The Condorscan technology from fundamental researches to clinical applications

B. Pelissier^a, e. Duret^b, s. Caserta^b, F. Duret^b

^aProfessor and past head of restorative department of Montpellier dental school of Montpellier University, France
^bChâteau de Tarailhan

The aim of this lecture is to present the only second-generation camera based on multiple fine-tuning research and through clinical cases. The condor camera looks like a small camera the size of a turbine weighing in at a hundred grams.

It is characterized by the presence of two cameras in its tip. It is therefore very similar to our current, intra-oral, 2D video cameras except that it provides us with a 3D image containing the measurements of the objects it observes and thus allows for a double application; scanning to make digital impressions and 3D color visualization for diagnostic purposes.

This second function pushed its designers to make it a totally open system. It was therefore necessary to have a system capable of sending files to any CAD/CAM equipped laboratory where the dental technician would be able to use them with the devices already equipping his laboratory but also files that could, easily, be incorporated into a telemedicine chain.

This, ambitious, goal was achieved by this small intra-oral scanner. All digital impression enthusiasts know that the first technology used in this field was based on the projection of a grid onto the teeth. The deformation of these straight grids allowed us, the possibility, of calculating the objects' geometry and its dimensions.

True dental version of a cubic painter like Vasarely, introduced for the first time in the dental offices during the Eighties by Prof Duret and a French company, Hennson SA. The chosen technology was emulated by many resulting in no less than 20 intra-oral scanners based on the concept. This new camera, called Condor, turned its back on this proven technology, first because it was expensive and second because it often needed the teeth to be powdered, depriving it from full color analysis and finally because it made scanners fragile. To solve these complex problems and meet the objectives set, Aabam (French SAS) first collaborated with the space industry (CNES) before developing a, more and more powerful software, specific for the dental community.

It was no longer a question of projecting deformable grids on the teeth complicating the scanners, but of finding in the image itself the information necessary for dimensional reconstruction. As a result, it is no longer the grid and its deformation that is measured but the object itself, as it is seen. Whereas color was the main problem in grid deformation analysis, in this innovative technology it becomes its ally in finding the details necessary for recognition. The Condor's two eyes, I should say the two cameras, do the rest. The on-board and dynamic stereoscopic scanning method allows the measurement of dimensions and the filtering of information, based on complex calculations and filters. We apply in a dedicated and medicalized way, the topographic scanning methodology, by cameras embedded in satellites. Condor bases its software, and therefore its measurements, on pure passive stereoscopic techniques that capture its information in the oral environment without any other artifice.

As far as hardware is concerned, electronics and the miniaturization of its components; mainly the ones accompanying mobile telephony, have enabled us to build a compact, precise and light scanner. As for data transmission, it is based on a completely open, standard, language because we did not want to lock the clinician into any type of CAD/CAM hard- nor software. It is a standard STL (or PLY) that can be read by any design software or by any unit based on additive manufacture (rapid prototyping) or subtractive manufacturing (milling machine) as long as it does not impose add-ons that force the user to buy licenses. It goes without saying that if the data can be sent to a laboratory, it can also serve a direct CAD/CAM system integrated into the dental practice. More and more CAD/CAM software (like ExoCAD) have understood this. They can receive standard STL files allowing the dentist to work on his temporaries or send his data to his dental technicians. The same applies to rapid prototyping machines. A dentist using condor can equip himself to make models or temporary crowns in on straight flow.

For its development, numerous tests were carried out in vitro and in vivo. Comparing the CondorScan with a high-precision 5-micron laboratory scanner has allowed us to conclude that the Condor's accuracy is between 30 and 50 microns. For Full Arcades, comparisons show an accuracy between 20 and 50 µm between the reference pieces and the dental preparations

Mean	accuracy tests v3.3.0 in vitro	accuracy tests v3.3.0 in vivo
Single preparations	34µm	43µm
Ful arches	79µm	96µm

Full arch time v3.3.0 in vivo	
scan	reconstruction
2min 23	1 min 52

Very beautiful images can be even obtained by zooming characterizing in a real way dental, gingival tissues and dental lesions. The clinical results are very good qualities with a remarkable precision as well as files STL and PLY obtained and passed on in

laboratories; the plans of the lines of finish are very easy to realize so that the occlusion and its transfer of data in laboratories. The chain CAD-CAM was validated by numerous tests and clinical cases. The optical camera Condor is ready.

La technologie CondorScan, depuis la Recherche Fondamentale aux applications cliniques

B. Pélissier ^a, E. Duret ^b, S. Caserta ^b, F. Duret ^b

^a Professeur et ancien chef du département de restauration de l'école dentaire de Montpellier, Université de Montpellier, France

^b Château de Tarailhan.

Le but de cette publication (cette conférence) est de présenter l'unique caméra de deuxième génération basée sur plusieurs recherches de précision et sur des cas cliniques. La caméra Condor ressemble à une petite caméra de la taille d'une turbine pesant une centaine de grammes. Elle se caractérise par la présence de deux caméras à son extrémité. Elle ressemble donc beaucoup à nos caméras vidéo 2D intra-orales actuelles, si ce n'est qu'elle nous fournit une image 3D contenant les mesures des objets qu'elle observe et permet ainsi une double application : numérisation pour effectuer des impressions numériques et visualisation 3D des couleurs à des fins de diagnostic.

Cette seconde fonction a mené ses concepteurs à en faire un système totalement ouvert. Il était donc nécessaire de disposer d'un système capable d'envoyer des fichiers à tout laboratoire équipé en CFAO où le prothésiste serait en mesure de les utiliser avec les appareils équipant déjà son laboratoire, mais également des fichiers pouvant facilement être intégrés à une chaîne de télé-médecine.

Cet objectif, ambitieux, a été atteint par ce petit scanner intra-oral. Tous les passionnés d'impression numérique savent que la première technologie utilisée dans ce domaine reposait sur la projection d'une grille sur les dents. La déformation de ces grilles droites nous a donné, la possibilité, de calculer la géométrie de l'objet et ses dimensions.

Véritable version dentaire d'un peintre cubique comme Vasarely, introduite pour la première fois dans les cabinets dentaires dans les années 80 par le Professeur Duret et une société française, Henson SA, la technologie choisie a été imitée par beaucoup, aboutissant à pas moins de 20 scanners intra-oraux basés sur ce concept. Cette nouvelle caméra, appelée Condor, a tourné le dos à cette technologie avérée, d'abord parce qu'elle était chère et ensuite parce qu'elle avait souvent besoin de poudrer les dents, la privant ainsi d'une analyse couleur complète, et finalement parce qu'elle rendait les scanners fragiles. Afin de résoudre ces problèmes complexes et d'atteindre les objectifs fixés, Aabam (SAS française) a tout d'abord collaboré avec l'industrie spatiale (CNES) avant de développer un logiciel de plus en plus puissant, spécifique à la communauté dentaire.

Il ne s'agissait plus de projeter des grilles déformables sur les dents compliquant les scanners, mais de trouver dans l'image elle-même les informations nécessaires à la reconstruction dimensionnelle. En conséquence, ce ne sont plus la grille et sa déformation qui sont mesurées, mais l'objet lui-même, tel qu'il est vu. Bien que la couleur fût le majeur problème de l'analyse de la déformation de la grille, cette technologie novatrice est devenue son alliée pour la recherche des détails nécessaires à la reconnaissance. Les deux yeux du Condor, je devrais dire les deux caméras, font le reste. La méthode de scannage stéréoscopique embarquée et dynamique permet la mesure des dimensions et le filtrage des informations, sur la base de calculs et de filtres complexes. Nous appliquons, de manière dédiée et médicalisée, la méthodologie de scannage topographique à l'aide de caméras embarquées dans des satellites. Condor base son logiciel, et donc ses mesures, sur des techniques stéréoscopiques passives pures qui capturent ses informations dans l'environnement oral sans autre artifice.

En ce qui concerne le matériel, l'électronique et la miniaturisation de ses composants; principalement ceux accompagnant la téléphonie mobile, ils nous ont permis de construire un scanner compact, précis et léger. Quant à la transmission de données, elle repose sur un langage complètement ouvert et standardisé car nous ne voulions pas cloisonner le clinicien à un seul type de matériel ou de logiciel de CFAO. C'est un fichier STL standard (ou PLY) qui peut être lu par n'importe quel logiciel de conception ou par toute unité basée sur la fabrication additive (prototypage rapide) ou sur la fabrication soustractive (fraiseuse), à condition de ne pas imposer d'ajouts qui contraindraient l'utilisateur à acheter des licences. Il va sans dire que si les données peuvent être envoyées à un laboratoire, elles peuvent également servir à un système de CFAO directe intégré au cabinet dentaire. De plus en plus de logiciels de CFAO (tel ExoCAD) l'ont bien compris. Ils peuvent recevoir des fichiers STL standards permettant au dentiste de travailler sur ses 'temporaires' ou d'envoyer ses données à ses techniciens dentaires. Il en va de même pour les machines de prototypage rapide. Un dentiste utilisant Condor peut s'équiper pour fabriquer des modèles ou des couronnes temporaires dans un flux linéaire (direct).

Pour son développement, de nombreux tests ont été réalisés in vitro et in vivo. La comparaison du CondorScan avec un scanner de laboratoire haute précision de 5 microns, nous a permis de conclure que la précision du Condor est

comprise entre 30 et 50 microns. En ce qui concerne les arcades complètes, les comparaisons montrent une précision allant de 20 à 50 μm , entre les pièces de référence et les préparations dentaires.

Moyen	Tests de précision in vitro v3.3.0	Tests de précision in vivo v3.3.0
Préparations unitaires	34 μm	43 μm
Arcades complètes	79 μm	96 μm

Temps Arcades Complète in vivo v3.3.0	
scan	reconstruction
2 min 23	1 min 52

De très belles images peuvent même être obtenues par un zoom caractérisant, de manière dentaire réelle, les tissus dentaires gingivaux et les lésions dentaires. Les résultats cliniques sont de très bonnes qualités et de précision remarquable ainsi que les fichiers STL et PLY obtenus et transmis en laboratoire; les plans des lignes de finition sont très faciles à réaliser, de même sorte que l'occlusion et le transfert de données au laboratoire. La chaîne CFAO a été validée par de nombreux tests et cas cliniques. La caméra optique Condor est prête.



National Research
Council

2ND BIENNIAL CONFERENCE

BIOMATERIALS AND NOVEL TECHNOLOGIES FOR HEALTHCARE

a cura di

Julietta V. Rau, Franca Rossi e Marco Ortenzi



PROCEEDINGS



BIOMATERIALS AND NOVEL TECHNOLOGIES FOR HEALTHCARE

2nd biennial International Conference BIOMAH

CONFERENCE PROCEEDINGS

A cura di

Julietta V. Rau, Franca Rossi e Marco Ortenzi

October 8th-11th, 2018
Frascati (RM) - Italy



National Research Council