



A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2017

REZULTATE PRELIMINARE PRIVIND UTILIZAREA METODEI CORELĂRII DIGITALE A IMAGINII ÎN STUDIUL IMPLANTURILOR DENTARE

Ioan SZÁVA, Daniel-Tamás SZÁVA, Pál-Botond GÁLFI,
Holger HOȚA, Ildikó-Renata SZÁVA, Gabriel POPA

PRELIMINARY RESULTS CONCERNING ON THE IMPLEMENTATION OF THE VIDEO IMAGE CORRELATION METHOD IN THE DENTAL IMPLANTS ANALYSIS

The authors, in their preliminary investigations [1; 2; 3], conceived an original testing bench, destined to human mandibles' strain-state evaluation.

Involving the mentioned testing bench, the authors started to perform some preliminary experimental investigations in several dental implants' behaviours.

In the described investigations, the authors some useful correlations between the dental implant's positioning on the mandible, the applied mastication force magnitude and its relative 3D positioning with respect to the implant's longitudinal axis.

Their next topic will consist in a searching examination of the optimal positioning of the implants, with respect to their loading conditions.

One has to underline the fact that the proposed original methodology will represent in the next period a high-accuracy approach in the evaluation of the strain-state analysis of the dental implants.

Keywords: dental implant, testing bench, displacement field, Video Image Correlation

Cuvinte cheie: implant dentar, stand de încercat implanturi, câmp de deplasare, Corelare Digitală a Imaginii (VIC)

1. Aspecte de bază privind metoda

Problema efectuării unor investigații experimentale cât mai precise, destinate obținerii unor câmpuri de deplasări de mare acuratețe și în domeniul implanturilor dentare este de mare actualitate.

În acest sens, autorii au ales metoda Corelării Digitale a Imaginilor (**D**igital **I**mage **C**orrelation - **DIC**) denumită și **V**ideo **I**mage **C**orrelation (**VIC**), care reprezintă la ora actuală una deosebit de eficientă și de mare perspectivă.

Metoda permite efectuarea unor investigații experimentale de mare precizie (de ordinul micrometrilor /micronilor/), cu magnitudini variind de la câțiva microni la câțiva cm și totodată a monitorizării simultane a unor suprafețe relativ mari din structurile supuse analizei.

În cazul de față se va prezenta sistemul produs de compania ISI-Sys GmbH, Kassel, Germania, având soft-ware de la Correlated Solutions, USA [3; 4; 5].

În principiu, metoda este bazată pe utilizarea imaginilor înregistrate simultan de către două camere video, care asemănător ochiului uman, vor oferi o imagine spațială a obiectului analizat.

Părțile principale ale sistemul VIC-3D (varianta, care permite monitorizarea câmpului de deplasări și de deformații în spațiu /3D/) sunt: două camere video de înaltă rezoluție, montate pe un trepied rigid, prin intermediul unei traverse de Aluminiu de asemenea foarte rigidă (figura 1). Cele două camere vor fi dispuse pe traversă astfel, încât să privească obiectul analizat pe cât posibil sub aceleași unghiuri

(evident, simetric dispuse).



Fig. 1 Elementele de bază ale sistemului VIC-3D [4; 5]

În prealabil, obiectul analizat va fi vopsit (dat cu spray) în vederea obținerii unor pete cu dimensiuni, formă și distribuție aleatoare, care

pe fundalul culorii inițiale a corpului, vor asigura un bun contrast și o identificare ulterioară ușoară ale acestora.

Cu ajutorul unui etalon special se face calibrarea acestor camere video (figura 2). Acest etalon este constituit dintr-un set de puncte calibrate și dispuse la distanțe de asemenea bine-definite.

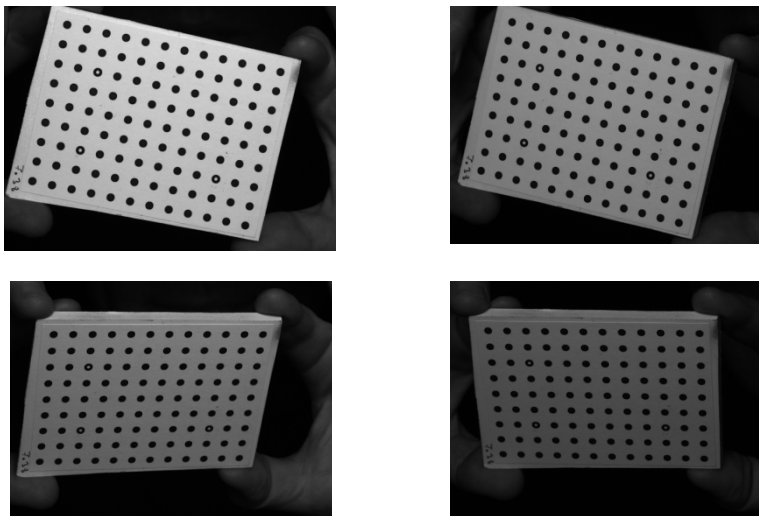


Fig. 2 Diferite imagini de calibrare de la ambele camere [1; 2]

În timpul procesului de calibrare, etalonul va fi poziționat în spațiu la nivelul suprafeței obiectului analizat și (etalonul) va efectua rotiri discrete, atât în planul orizontal, cât și vertical, iar cele două camere video vor înregistra toate aceste poziții distincte.

În continuare aceste imagini de la calibrare sunt analizate în program, care efectuează calibrarea propriu-zisă a sistemului de camere stereo și determină totodată și precizia de măsurare a sistemului optic astfel asamblat (figura 3).

Pe baza acestei calibrări poziția oricărui punct al obiectului deformat poate fi identificată cu precizie de cca. un micron.

După calibrarea celor două camere la nivelul planului în care urmează să fie efectuată investigația propriu-zisă a corpului, se amplasează obiectul propriu-zis, iar fiecare cameră va capta câte o imagine, evident dintr-un alt unghi, despre starea inițială, nesolicitată a corpului. Aceste imagini vor fi de fapt constituite din câte o matrice de pixeli (a se vedea figura 4).

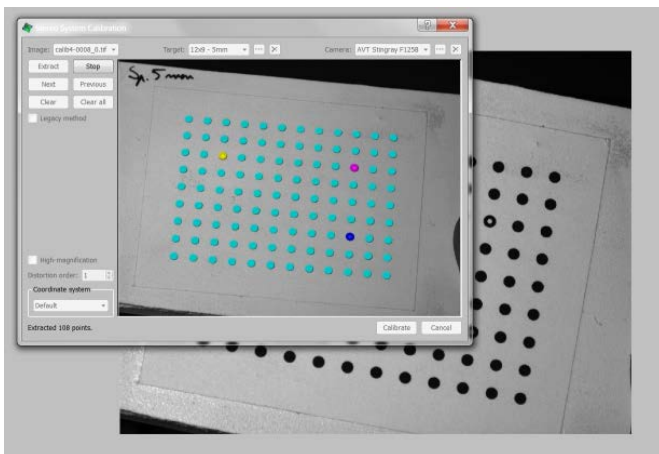


Fig. 3 Extragerea punctelor de calibrare în program, pentru calibrarea sistemului stereo [1; 2; 3]

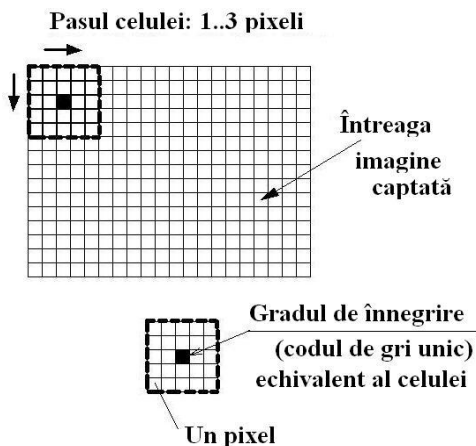


Fig. 4 Procesul de analiză a imaginilor captate de camere [3; 4; 5]

Pe baza soft-ware-ului, se preselează o celulă de bază (sau: de referință /Subset/) (aici: 5-5 pixeli) și un pas de baleiere al imaginii (spre exemplu de 1 – 3 pixeli).

Dacă baleierea începe spre exemplu, din colțul stânga de sus, atunci, acestei celule de 5-5

pixeli, programul va stabili un cod de înnegrire unic, care va fi alocat pixelului median (din mijlocul celulei) și totodată și o poziție spațială foarte precisă a acestuia!

După aceasta, celula de bază se va muta spre dreapta cu pasul preselecat (spre exemplu cu 2 pixeli), constituind un nou pătrat de 5-5 pixeli, pentru care din nou i-se va alocă, atât un cod de gri unic, cât și o poziție spațială unică (evident, din unghiul camerei respective).

După parcurgerea primului rând, se trece la rândul următor (în jos, cu pasul preselectat de număr de pixeli).

După baleierea întregii imagini a obiectului nesolicitat (deci aflat în starea lui inițială!), vor fi stocate în program toate aceste puncte mediane, având, atât coordonatele lor, cât și codurile de gri unic definite.

Același lucru se va realiza și cu imaginea primară captată de cealaltă cameră.

În consecință, imaginea inițială de $[n \cdot m]$ pixeli a obiectului analizat (captată/înregistrată de cele două camere), va fi substituită de un număr de puncte caracteristice (de pixelii mediani), prezentând, atât coordonate unice, cât și grade de înnegrire individuale.

Acum se poate trece la solicitarea obiectului analizat, iar camerele video vor înregistra cu frecvența dorită imagini ale acestuia din timpul solicitării.

După finalizarea ciclului de solicitare trebuie identificat un singur punct (de obicei, pentru facilitare, el se și marchează în prealabil pe corp) pe primele două imagini (aferele celor două camere), după care soft-ware-ul identifică toate punctele aferente celor două camere din tot ciclul de solicitare.

Pe baza acestor informații, pot fi obținute deplasările spațiale (deci după cele trei axe de coordonate) ale tuturor punctelor (evident, cu acuratețea aceluși număr de pixeli, care prestabilea, atât mărimea celulei de bază/de referință/, cât și pasul baleierii pe orizontală, respectiv pe verticală).

2. Descrierea standului original

Standul conceput de autori (figura 5) este format dintr-o placă, fixată central pe o articulație sferică cu ajutorul unui șurub, iar poziția spațială dorită/aleasă a plăcii este asigurată de către trei șuruburi cu înălțime reglabilă.

Pe un mulaj de negativ, solidar cu placa, se așează mandibula, care pentru siguranță se va fixa și cu ajutorul unei cleme sub formă de **U**.

Pe un cadrul rigid exterior, prevăzut cu un postament (pe care se va așeza placa suport a mandibulei), se fixează traductorul de forță electro-tensometric, care, prin intermediul unui șurub cu pas fin, va transmite forța aplicată asupra mandibulei, mai exact, asupra implantului (sau setului de implanturi) testat.

Datorită rotirii plăcii de susținere a mandibulei, se poate schimba între limite relativ largi ($\mp 30^\circ$) orientarea forței de masticație

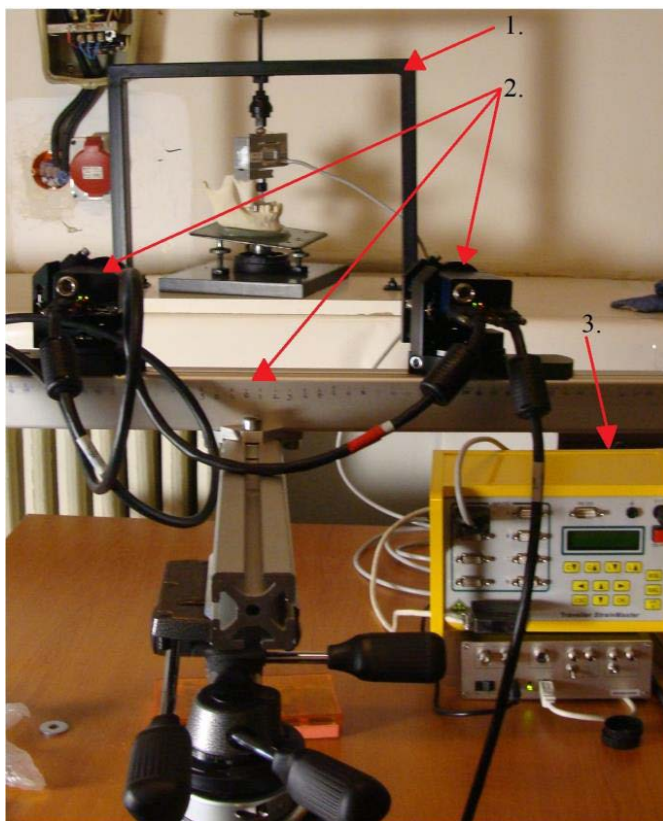


Fig. 5
Standul original pentru sollicitarea mandibulelor: 1- cadru exterior, împreună cu traductorul electro-tensometric ; 2- sistemul VIC, fixat prin intermediul traversei rigide pe trepiedul rigid; 3- puntea electro-tensometrică [1; 2; 3]

3. Rezultate experimentale

Autorii au confecționat o serie de mandibule din material plastic ABS (Acrilonitril-Butadien-Stiren) prin metoda Rapid Prototyping (prin depuneri de straturi succesive).

Acest material prezintă o rezistență mecanică similară cu valorile medii ale mandibulelor umane.

Implanturile utilizate au fost de marca Protetim Plus, iar amplasarea lor s-a realizat în diferite zone ale mandibulelor (de la incisiv la molar).

Au fost efectuate investigații prin modificarea succesivă a unghiului de aplicație a forței de masticație (0 ... 30°), respectiv prin aplicarea unor forțe crescânde până la 600 N.

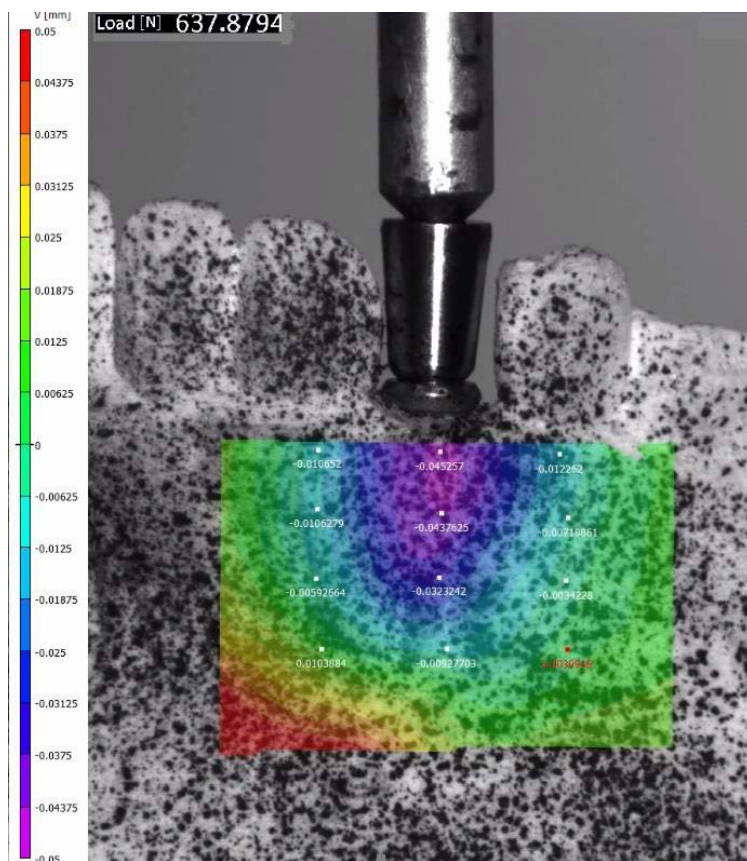


Fig. 6 Urmărirea deformării substratului de fixare a implantului cu sistemul VIC

În figura 6 este ilustrat acest proces de evaluare al câmpului de deformății pentru substrat de fixare al implantului (adică a mandibulei sintetice) cu sistemul VIC.

Se pot observa cele 12 puncte urmărite de autori, considerate a fi cele mai reprezentative din punctul de vedere al acestui proces.

Pe baza acestor investigații minuțioase, au fost obținute o serie de rezultate utile ale celor din domeniu, care sunt sintetizate în figura 7.

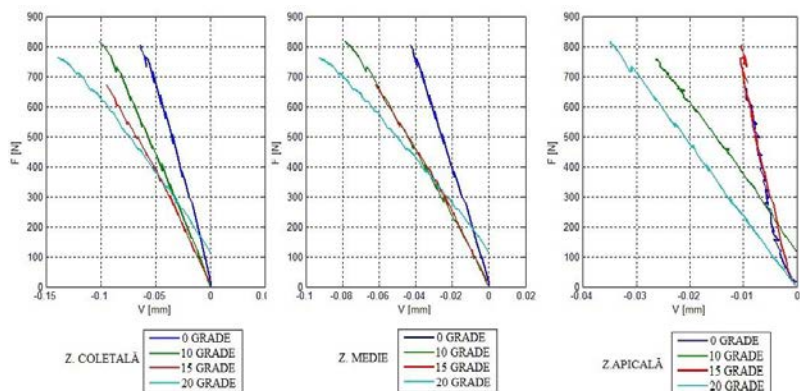


Fig. 7 Compararea deplasărilor axiale ale implantului, la diferite nivele în substratul de fixare, în funcție de unghiul de încărcare

Aici se poate observa mărimea deplasărilor axiale ale implantului, la diferite nivele în substratul de fixare, în funcție de unghiul de încărcare.

De asemenea, în tabelul 1, sunt oferite valorile medii ale deplasărilor maxime în zonele coletale, intermediare, respectiv apicale ale substratului de fixare (deci ale mandibulei sintetice), din axa implantului, în dependență de unghiul de aplicare al forței de masticăție.

Tabelul 1

| Unghi de încărcare [$^{\circ}$] | Valori medii [mm] ale deplasărilor pentru zona: | | |
|--------------------------------------|---|---------|---------|
| | coetală | medie | apicală |
| 0 | -0,0222 | -0,0151 | -0,0036 |
| 10 | -0,0421 | -0,0322 | -0,0145 |
| 15 | -0,0490 | -0,0317 | -0,0052 |
| 20 | -0,0631 | -0,0427 | -0,0116 |

4. Concluzii

Pe baza analizei minuțioase, autorii au putut evidenția o serie de concluzii utile, dintre care menționăm:

- Solicitarea substratului nu este uniformă, iar în zonele de solicitare maximă se creează stări favorabile unor deteriorări ale joncțiunii dintre mandibulă și implant;
- Solicitarea optimă (deci și câmpuri de deplasări cât mai uniforme și o dispersie cât mai mică a acestor deplasări de-a lungul axei implantului) apare prin aplicarea forței de masticație de-a lungul axei implantului;
- Odată cu mărirea unghiului format de axa implantului cu direcția de aplicație a forței de masticație vor crește în mod proporțional, atât deplasările, cât și neuniformitățile acestora;
- Zonele mai groase din substrat (adică din mandibulă) vor prezenta câmpuri de deplasări și de deformații mai reduse decât cele mai subțiri;
- Un obiectiv imediat al autorilor va consta într-o analiză comparativă minuțioasă a diferitelor tipuri de implanturi și în optimizarea amplasării acestora în dependență de specificul biologic al pacienților (sex, vârstă, grad de osteoporoză etc.).

BIBLIOGRAFIE

[1] Sutton, A.M., Orteu, J.J., Schreier, W.H., *Image Correlation for Shape, Motion and Deformation Measurements*. Springer Verlag, 2010.

[2] Száva, D.T., Bögözi, B., Gálfi, B.P., Száva, I., Ionescu, R.D., MUNTEANU, R., *Dental Implants Analysis by Means of Video Image Correlation Method*, 8th International Conference Interdisciplinarity in Engineering, INTER-ENG 2014, 9-10 October, 2014, Târgu-Mureș, publicată în *Procedia Technology*, 19 (2015), 950.

[3] Száva, D.T., Bögözi, B., Gálfi, B.P., Száva, I., *Video Image Correlation method involved in dental implant's analysis*, Papers of the International Conference History and Technology at the Black Sea region-ISTM-2014, Ovidius University of Constanța, 12-13 Sept., 2014, published in: *JIDEG* (Journal of Industrial Design and Engineering Graphics), ISSN: 1843-3766, Online version: ISSN: 2344-4681, ISSN-L, 1843-3766, Vol. 9, Special Issue, 2014, pp. 109-112-957, Science Direct, Elsevier.

[4] * * * *VIC-3D 2010, Testing Guide*. Correlated. Solutions & ISI-Sys GmbH, USA, Germany, 2010.

[5] * * * *VIC-3D 2010, Reference Manual*. Correlated Solutions & ISI-Sys GmbH, USA, Germany, 2010.

Prof.Dr.Ing. Ioan SZÁVA
Departamentul de Inginerie Mecanică,
Universitatea "Transilvania" din Braşov, membru AGIR
e-mail: apukam27@gmail.com

Şef lucr.Med. Daniel-Tamás SZÁVA
Universitatea de Medicină şi Farmacie, Târgu-Mureş,
e-mail: apupeter@yahoo.com

Dr.Ing. Pál Botond GÁLFI
şef laborator, SC Autoliv Braşov, membru AGIR
e-mail: bgalfi@yahoo.com

Dr.Ing. Holger HOŢA
Compania Wittronic, Germania, reprezentanţă Jimbolia
holger.hota.ro@wittronic.de

Drd.Ing. Ildikó-Renata SZÁVA
e-mail: ildiko.munteanu@unitbv.ro

student Gabriel POPA
Universitatea "Transilvania" din Braşov
gabrielpopa1994@gmail.com