

Dispositif photosensible et
empreinte optique en dentisterie

F. DUPET et C. TERMOZ⁺

⁺ Chirurgien dentiste Grenoble

I - Objectif de la méthode.

Il s'agit de connaître la capacité réelle des photosenseurs matriciels à transfert de charges (CCD) pour le captage des franges d'interférence produites lors de l'utilisation de trames de Pouchi selon la technologie connue de MOIPE.

II - Méthodologie.

Nous disposons de deux trames de Moiré ayant 10 traits par mm, d'un projecteur type diapositive muni d'une lampe hallogène de 300 W et un objectif de 120 mm (focale).

La première trame est placée à une position telle que la cible projetée soit suffisamment nette sur l'ensemble de l'épaisseur de l'objet (5 mm).

La réception de l'image se fait au travers d'une trame identique placée derrière un objectif d'une distance focale voisine (120 mm).

La mise au point de la deuxième trame est faite pour que la profondeur de champ de l'objectif permette de saisir avec le maximum de netteté les franges interférentielles microscopiques du phénomène de MOIRE.

La présente étude a pour but de tester la précision fournie par un ensemble THOMSON constitué respectivement :

- d'un photosenseur matriciel à transfert de charges (CCD) type THX 311 35
- d'une carte d'évaluation THX 1038
- d'une carte logique THY 1042
- d'une voie video classique (Moniteur 628 lignes)

Les trois cartes de mise en oeuvre sont réunies dans un même boîtier et sont reliées par l'intermédiaire d'un magnétoscope VHS à un moniteur TV standard.

Le capteur utilisé est un dispositif à transfert de charge réalisé en technologie n - MOS canal enterré à 2 niveaux de silicium polycristallin. Son organisation à transfert de trame de rendre photosensible la quasi totalité de la zone image. Le fait que l'ensemble soit plan le rend très apte à toute micro étude métrologique.

Le PEL mesure $30 \text{ mm} \times 28 \text{ mm}$ et la zone image représente $4,32 \text{ mm} \times 5,824 \text{ mm}$ soit environ 29 952 points d'analyse pour 25 mm^2 .

L'objet analysé ne dépassant pas 6 mm par 6 mm , la précision de $800 \mu\text{m}$ est très probable pour les valeurs \overline{OX} , \overline{OY} et \overline{OZ} .

Nous avons admis pour cette étude \overline{OX} et \overline{OY} fixes et connues (interlignes) et \overline{OZ} variable donc mesuré.

Les 145 lignes sont transférées ligne à ligne dans la zone mémoire. Installées en parallèle dans ce registre de lecture, à sa sortie, il y a conversion charge-tension grâce à une diode flottante.

La matrice photosensible THX 311 35 est associée à une carte d'évaluation THX 1048, afin qu'il y ait adaptation des signaux logiques de commande (interface TTL / MOS).

Deux sorties donnent un signal vidéo. Ces signaux peuvent être bruts ou prétraités (suppression de la composante continue...)

Nous utilisons la sortie délivrant le signal vidéo échantillonné.

Piloté par le quartz, ce module fournit les signaux CCIP du standard 625 lignes/25 images seconde.

Pour cette raison, nous associons à cette carte :

- la carte THX Soo2 générateur de fréquence et logique de commande
- la carte THX Soo3 voie video + conversion Analogique/ Numérique.

La carte THX Soo3 est reliée à un magnétoscope VHS lui même relié à un moniteur T.V. standard de 625 lignes.

III - Test de mesures.

Pour connaître la faisabilité du système, nous avons comparé les mesures standard connues de la pièce analysée par rapport aux mesures calculées sur l'écran cathodique (inter frange entre autre).

La détermination de \overline{OX} et \overline{OY} se font directement par mesure de la position des points extrêmes représentatifs sur le moniteur. On en déduit la constante associée. Cette valeur sera rapportée aux déterminations de \overline{OZ} .

Calcul de \overline{OZ}

- Soit D la distance entre le plan de référence et les centres optiques

$$Z = D - z$$

- Soit n le nombre de franges à partir du plan de référence

$$n = \frac{z - D}{2}$$

$$n = \frac{b.F}{2aZ} - \frac{b.F}{2.a.D.}$$

$$n = \frac{b.F.z.}{2 a.D. (D-z)}$$

$$\text{d'où } z = \frac{2 a.D^2.n}{b.F. + 2a.D.n}$$

où b = la séparation entre les 2 axes optiques

F = focale des optiques utilisés

Nous travaillons à + 20°C, avec des outils reliés à la masse, sous éclairage faible (10 W maximum) et en évitant tout phénomène pouvant provoquer des charges électro statiques.

Les mesures sont répétées plusieurs fois, 20 exactement, avec contrôle manuel au pied à coulisse digital d'une précision de 0,1 mm.

IV - Résultats.

L'étude métrologique par la technique des franges de MOIRE par projection est relativement facile à réaliser par ce montage. Si la précision enregistrée à l'oeil sur le moniteur permet une approche à 500μ près, le fait de travailler avec 128 niveaux de gris, il nous a été possible de vérifier et de pousser la précision de 500 (8 niveaux) à 50μ m (128). Notre dispositif de miroir permet de saisir les faces invisibles au niveau de la caméra.

V - Discussion.

Pour nous, deux problèmes restent à résoudre :

- le premier est la difficulté d'analyse du frangage sur des objets de couleur variable
- le deuxième est la lenteur d'analyse point par point sur une image renfermant 100 000 points d'analyse.

VI - Conclusion.

L'utilisation du photosenseur répond parfaitement aux exigences de précision que nous souhaitons dans cette technologie. Sa disposition plane et sa grande maniabilité le rend plus que compétitif par rapport aux tubes vidicons. Son faible encombrement et sa grande sensibilité font que nous l'avons définitivement adopté pour notre mesure volumétrique.

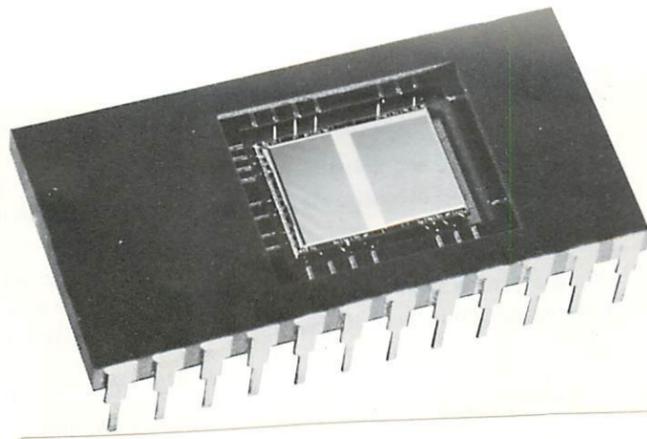


Photo 1 : dispositif photosensible matriciel à transfert de charges (4)

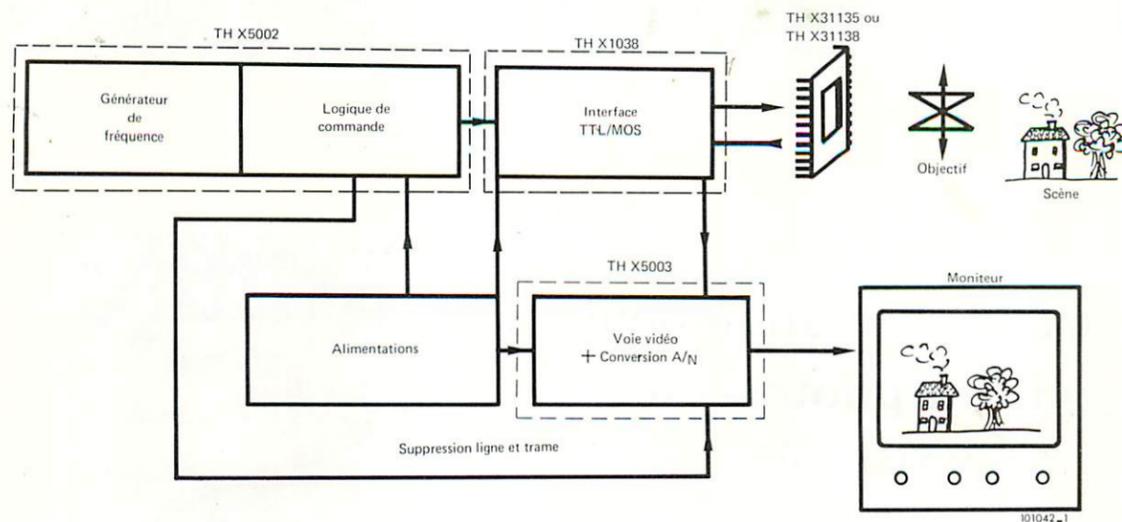
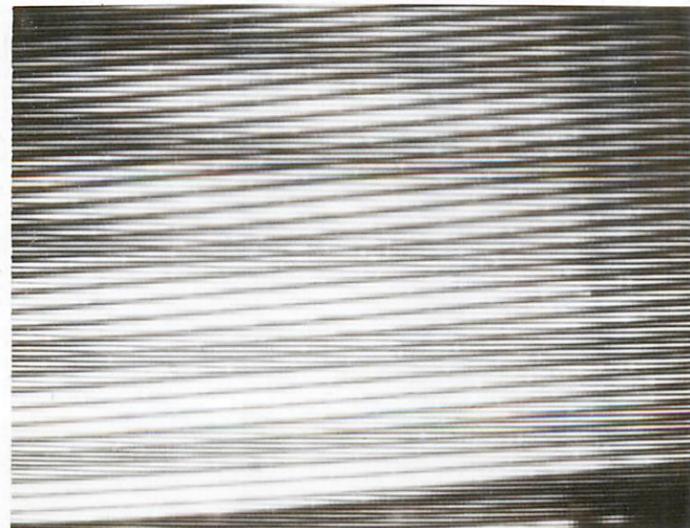


Photo 2 : diagramme de fonctionnement (4)

Photo 3 :
frangage sur
moniteur standard
type TV



BIBLIOGRAPHIE

- 1 - ANNONI et Coll : une recherche pluridisciplinaire de métrologie photonique dimensionnelle (Rapport interne)
- 2 - DANTU P. : Utilisation des réseaux pour l'étude des déformations An. I. Techn. B. et T. P., 121, 1958, pp 78-98.
- 3 - TAKASAKI M. : Moiré topography. Applied optics, 9, 1970, pp 1457-1572.
- 4 - THOMSON - CSF : documents publicitaires division T.E. notice TEV 3440
TEV 3444

Capteurs optiques : les dispositifs photosensibles à transfert de charge (DTC)

Les capteurs optiques intégrés, linéaires ou en matrice, connaissent un succès croissant dans les applications industrielles en raison de leurs avantages. Les auteurs de cette

numérique d'images. Cette dernière possibilité ouvre considérablement le champ des applications possibles : on pourrait, par exemple, associer deux senseurs et un ordinateur pour repérer la configuration exacte d'un objet tel qu'une dent. Ce qui pourrait être utile pour effectuer des prothèses dentaires avec une précision très supérieure à celle obtenue par le moulage habituel.

Applications de DTC photosensibles aux couleurs

Actuellement, les capteurs noir et blanc suffisent pour la plupart des besoins. D'autre part, la fabrication de capteurs sensibles aux couleurs est encore trop récente pour que l'on puisse parler de produits industriels fiables et donner des indications précises sur les applications envisagées. Toutefois, il n'est pas interdit d'imaginer

trôle automatique de trempe d'acier. Un capteur couleur permettrait de reconnaître automatiquement les couleurs de revenu et de commander ainsi individuellement chaque passage de trempe au lieu d'avoir recours à des mesures d'échantillons et d'en déduire des réglages pour des séries entières. Une application voisine serait la fabrication de verre dur avec un processus de trempe. De même, le capteur couleur pourrait servir à découvrir des distorsions dans le verre, distorsions que l'on pourrait rendre visibles, moyennant une lumière polarisée.

Enfin des applications d'un genre tout à fait différent seraient possibles en utilisant la lumière directe pour le contrôle de matières translucides. Ce contrôle comprend la détection d'impuretés, de répartitions inhomogènes de couleurs, d'atténuation de lumière, de fissures, de torsions ou d'autres défauts qui se manifestent par un effet optique. Les DTC photosensibles pourraient aussi être utilisés

Conclusion

Avec les dispositifs à transfert de charge, une nouvelle ère de capteurs de couleur est ouverte. Les dispositifs à transfert de charge sont des dispositifs à transfert de charge. Ils permettent de transférer des informations numériques de données.

Par contre le DTC met à la disposition des concepteurs de nombreux avantages des dispositifs à transfert de charge. Ils assurent facilement la numérisation des données et en particulier des données des caméras parfaites du monde industriel dues à l'existence de défauts sévères. C'est sans doute la raison pour laquelle les dispositifs à transfert de charge ont prouvé leur utilité

Odontologie

de l'Association dentaire française

Médecine du sport au privilège de la prévention

Quelle procure, est, on le sait, à l'origine d'une prédisposition à l'appareil locomoteur. Moins développée peut-être est la médecine du sport. Cette déficience est d'autant plus regrettable qu'elle touche les milieux scolaires, universitaires, les clubs, les sportifs. Elle est prise en compte par la Société française d'odontostomatologie et de médecine bucco-dentaire en évolution au cours de la prévention en passant par l'amélioration des techniques de prévention.

La carie de l'incisive ou les malocclusions, et par trois fois plus de malformations. De plus, même si l'incisive est normale, la fracture de l'incisive sépare le tuteur d'une tanière. Lorsque l'âge moyen est égal à 14 ans, la fracture est à 8 millimètres de la date d'intercurrence. Une correction avancée des incisives serait souhaitable, dès 7 ou 8 ans, au premier temps de l'âge de 12-13 ans, sans gêner la croissance habituelle.

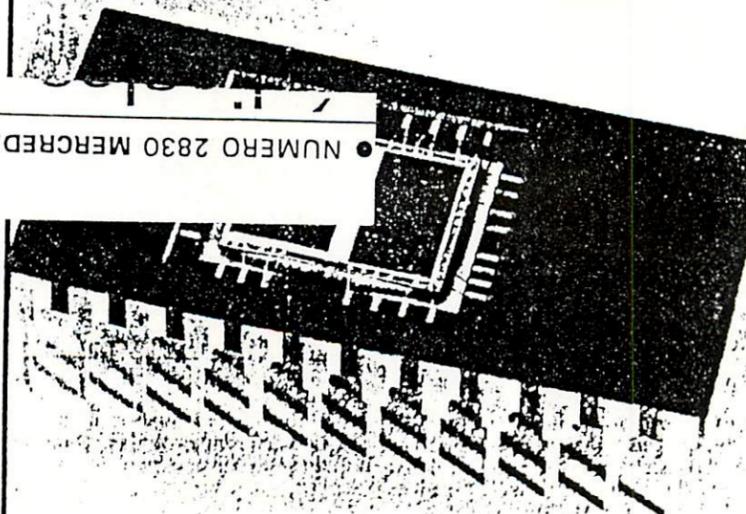
De plus, pour un sujet en cours de traitement, porteur d'un appareil mobile, la dépose de l'appareil durant la pratique sportive parait un non-sens dangereux. L'instabilité occlusale est évidente et la dent en cours de déplacement, privée de son tuteur, est particulièrement exposée aux luxations.

Parallèlement au dépistage des malformations ou malpositions orthodontiques, la prévention en traumatologie sportive repose sur la recherche et l'élimination de causes fragilisantes ainsi que sur la correction de tout élément qui peut altérer l'équilibre dento-maxillaire théoriquement souhaité.

A. Garuet et J. David préconisent à cette fin un dépistage des lésions endo-osseuses et des dents incluses (ou en évolution) par la systématisation de clichés panoramiques et le contrôle et l'éventuel rétablissement de rapport d'articulés dentaires équilibrés. Des moyens de protection bucco-dentaire exécutés à partir d'empreintes permettent une protection efficace. Lors de luxation complète ou subcomplète, il faut, selon le Dr Pompians-Niniac, effectuer une réimplantation, et cela le plus rapidement possible. Cela permet d'éviter l'ankylose suivie de rhizolyse qui surviennent lorsque les délais sont trop longs, aboutissant à la perte définitive de la dent. Si la réimplantation est effectuée dans les heures, voire les minutes qui suivent la luxation, on peut espérer une cicatrisation d'osmodontale et une revascularisation pulpaire. Au total, le Dr Bogopotky a souligné l'importance d'une sensibilisation tant des médecins sportifs que des médecins scolaires aux problèmes odontostomatologiques.

Intoxication, il faut éviter l'ankylose suivie de rhizolyse qui surviennent lorsque les délais sont trop longs, aboutissant à la perte définitive de la dent. Si la réimplantation est effectuée dans les heures, voire les minutes qui suivent la luxation, on peut espérer une cicatrisation d'osmodontale et une revascularisation pulpaire. Au total, le Dr Bogopotky a souligné l'importance d'une sensibilisation tant des médecins sportifs que des médecins scolaires aux problèmes odontostomatologiques.

Un nouveau procédé révolutionnaire et français pour la fabrication des prothèses dentaires



Elément qui réalise la conversion du signal optique en signal électrique.

Un procédé français qui facilitera la réalisation des prothèses dentaires a été présenté par le Club d'innovation et de prospective odontologique (CIPO) lors du dernier congrès de l'Association dentaire française. Le CIPO a été créé à l'initiative de l'Union des jeunes chirurgiens-dentistes en février 1982, afin de développer le secteur industriel français. Il rassemble des représentants des ministères concernés, des industriels, des chirurgiens-dentistes, des chercheurs et universitaires. M. Khema Zahar, président de l'Union des jeunes chirurgiens-dentistes, a commenté ce procédé. Il s'agit d'une innovation mondiale non encore commercialisée, résultat des recherches du Dr François Duret (1), jeune chirurgien-dentiste dauphinois, qui depuis 1972 a poursuivi des travaux très complexes sur un procédé d'empreinte optique. La mesure en relief, en trois dimensions, du moignon, c'est-à-dire des piliers de la couronne ou du bridge, est rendue possible par une caméra optique spéciale.

Ce dispositif, appelé « dispositif à transfert de charge photosensible et matricielle », transforme la lumière en informations numériques. Celles-ci sont transmises par fibre optique à un logiciel informatique qui calcule la forme optimale que doit avoir la couronne ou le bridge, et ordonne directement à une machine-outil la taille de la prothèse. Il s'agit du fraisage direct, dans un bloc de métal calibré convenablement à la fois de la partie interne de la couronne (en contact avec le moignon) et de la partie externe (qui correspond à l'articulé).

Ce procédé apportera une automatisation et une simplification extraordinaires par rapport à la technique actuelle : il supprimera les empreintes et la technique de coulée « à la cire perdue ». D'un processus artisanal de haute qualité, on passera à un processus industriel de même qualité avec une très grande simplification des étapes intermédiaires. Cette méthode infiniment complexe fait appel à une très haute technologie, maîtrisée par peu de compagnies au monde, et vise un marché mondial. Sa présentation conceptuelle à l'étranger est prévue dès l'année prochaine. L'ensemble de la validation scientifique et technologique est fait. Le logiciel est terminé à 80 %, et on pense qu'il sera opérationnel dans un délai de un à trois ans. Il s'agira, bien sûr, d'un équipement lourd et coûteux, qui ne sera pas envisagé à l'échelle d'un cabinet, mais d'un certain nombre de praticiens (nombre qui restera à définir en fonction du rendement de fabrication et de l'activité des praticiens). Le praticien disposera d'une caméra optique spéciale, et enverra les données recueillies au système central de traitement des informations et de fabrication. En tout état de cause, lors de sa mise sur le marché, le prix de ce nouveau procédé sera compétitif avec celui des techniques artisanales en cours.

(1) M. François Duret, docteur en chirurgie dentaire (1974, Lyon), maîtrise de recherche en physiologie (1976), maîtrise de recherche en biochimie (1976) et

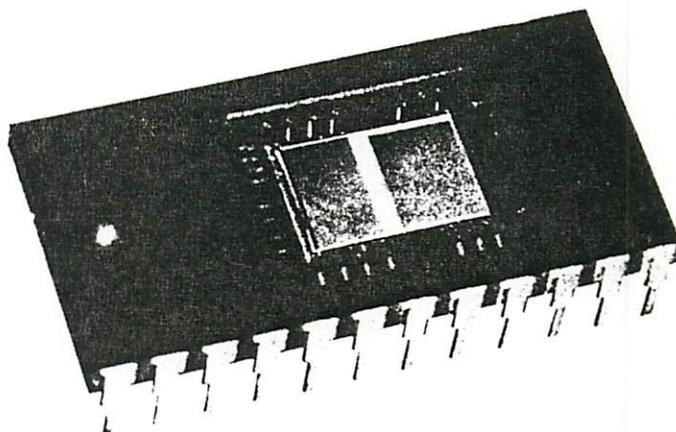
Décembre 1981


PROVISoire

Dispositif photosensible matriciel à transfert de charges (DTC)

288 x 208 points élémentaires

voir page 10



- Format image 4/3 - Diagonale de 7,25 mm
- Compatibilité avec le standard TV européen
- Résolution horizontale et verticale de 150 lignes TV
- Dynamique de six diaphragmes
- Gamma égal à l'unité
- Effet de moirage limité
- Fonctionnement en deux phases
- Niveau bas des phases 0 V
- Référence d'obscurité à chaque ligne
- Fréquence de sortie jusqu'à 10 MHz
- Boîtier standard "Dual-In-Line" 24 broches

Le TH X31135 est un dispositif photosensible matriciel à l'état solide de 288 lignes, comportant chacune 208 points élémentaires (pels), destiné à l'imagerie dans de nombreux domaines industriels et scientifiques.

Le capteur est un dispositif à transfert de charges (DTC) réalisé en technologie n-MOS canal enterré à 2 niveaux de silicium polycristallin. Il possède donc tous les avantages liés à ce type de composants : encombrement réduit, fiabilité élevée, faible consommation, fonctionnement à basse tension, fonctionnement à bas niveau de lumière sans fond de charge optique, absence de rémanence, de brûlage et de distorsion géométrique. Son organisation en transfert de trame permet de rendre photosensible la quasi-totalité de la zone image, contrairement à d'autres organisations telles que l'interligne, ce qui a pour effet de limiter considérablement l'effet de moirage.

Le TH X31135 est particulièrement bien adapté à la réalisation de caméras de prise de vue de résolution moyenne, du type caméra de surveillance ; après traitement le signal peut être visualisé sur un moniteur TV (voie vidéo) ou utilisé par un ordinateur (numérisation).

Ce document ne présente pas un caractère contractuel. Les valeurs et les caractéristiques indiquées sont susceptibles de modifications, dues à un complément d'information ou à une amélioration du produit. Veuillez consulter la Division Tubes Electroniques de THOMSON-CSF avant d'utiliser ces informations pour la conception d'un nouvel équipement.