

e i g

Ecole d'ingénieurs
de Genève

Ecole d'ingénieurs de Genève
rue de la Prairie 4
1202 Genève

Filière génie mécanique
Laboratoire NMP
Tel : +41 22 338 06 02
Fax : +41 22 338 05 77
www.eig.unige.ch/lnmp

Laboratoire de numérisation métrologie et prototypage

Copiage numérique : Besoin de modèle mixte polygone – surface.

Résumé:

La capture de forme pour voie optique à l'aide de cameras CCD rencontre un intérêt croissant de la part de l'industrie. La restitution de cette forme par usinage pose un certain nombre de problèmes. L'utilisation de modèle mixte polygone – surface *peut offrir des solutions intéressantes*

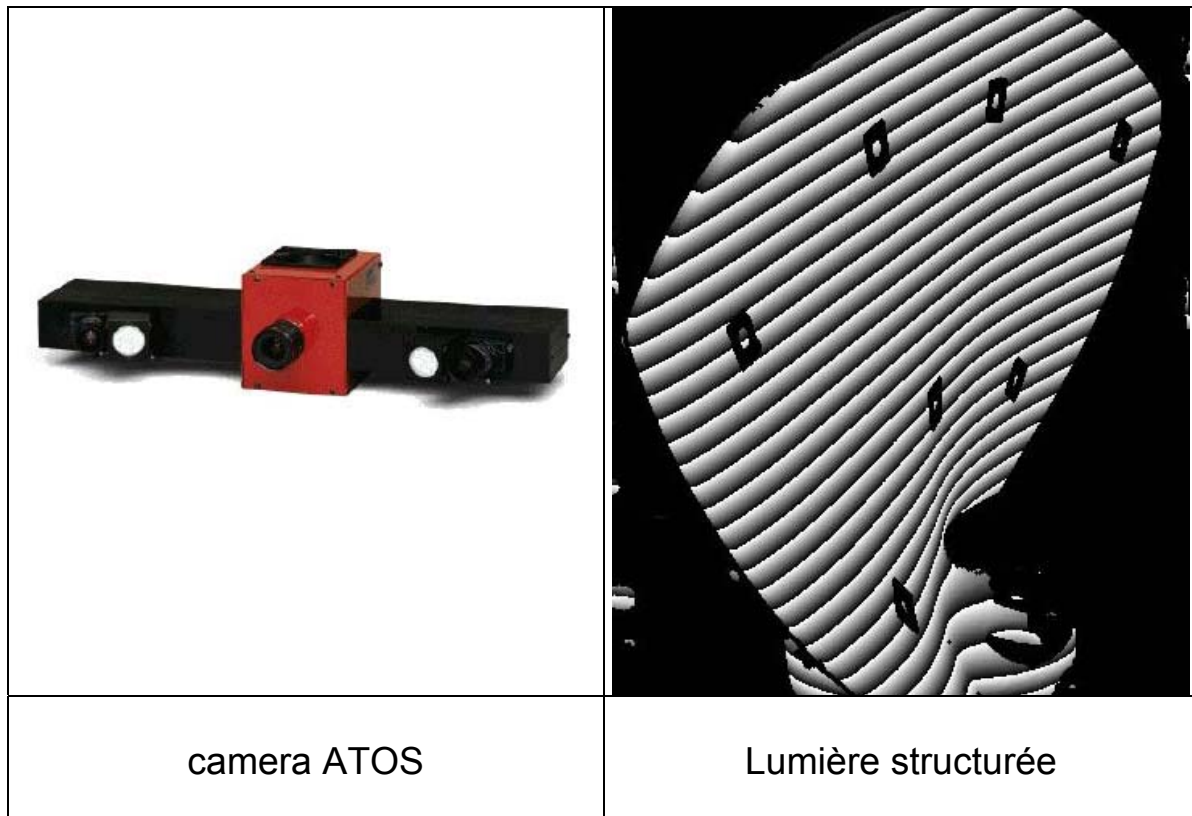
Auteurs:

Van Khai NGUYEN / Ecole d'ingénieurs de Genève (EIG HES)
Jacques RICHARD / Ecole d'ingénieurs de Genève (EIG HES)

Copiage numérique : Besoin de modèle mixte polygone – surface.

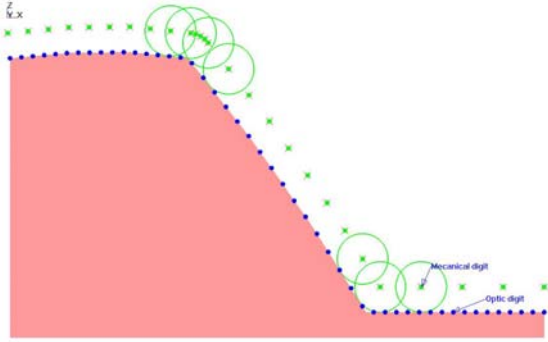
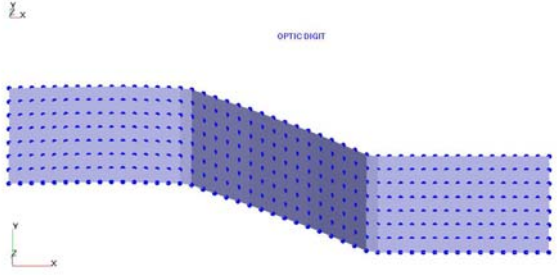
Bref rappel sur une technique de capture de forme par caméra CCD :

Le système ATOS est un système de relevé photogramétrique travaillant avec de la lumière structurée. Chaque prise de vue de l'objet fournit un nuage dense de points – une image 3D des pixels de la caméra. Des vignettes préalablement placées sur l'objet permettent de recomposer les différentes prises de vue dans un seul repère 3D par photogramétrie.



Caractéristiques d'une numérisation optique et principales différences d'un relevé mécanique :

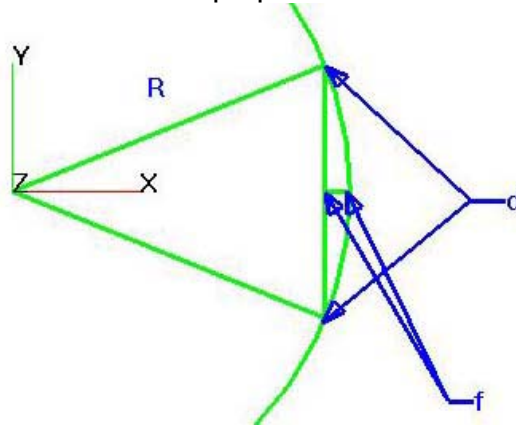
Ici par commodité nous nommons "numérisation optique" les relevés issus du système ATOS , les caractéristiques ici décrites sont communes à tous systèmes basés sur des images CCD.

Numérisation mécanique:	Numérisation optique:
	
<ul style="list-style-type: none"> • points suivent la trajectoire du palpeur • densité fonction de l'erreur de corde • arêtes convexes : accumulation de points • arêtes concaves: absence de points 	<ul style="list-style-type: none"> • points organisés selon une grille (pixels) • points 3D = points pièce (peau de l'objet) • densité de points généralement uniforme • nombre élevé de points • arêtes convexes et concaves tronquées • bruit résiduel

Dans certains cas la numérisation mécanique restitue aussi le point de contact du palpeur

Formes convexes: estimation théorique de l'erreur de flèche d'une numérisation optique:

Nous avons vu sur l'exemple précédent que les arêtes sont légèrement tronquées. Le plus gênant pour l'usinage l'est pour les arêtes convexes. Etant donné une densité de points uniforme, nous calculons ici l'erreur de flèche pour une forme de rayon donné. Cela nous indiquera jusqu'à quelle valeur de rayon de filet convexe nous pouvons utiliser sans traitements particuliers des données optiques.



Avec **R** :: rayon du filet , **d** :: pas entre points digitalisé, **f** :: flèche et θ :: le demi-angle; un simple calcul de trigonométrie nous donne:

$$f = (1 - \cos\theta) R$$

$$f = R \approx 1 - \sqrt{1 - \frac{d^2}{4R}} \dots$$

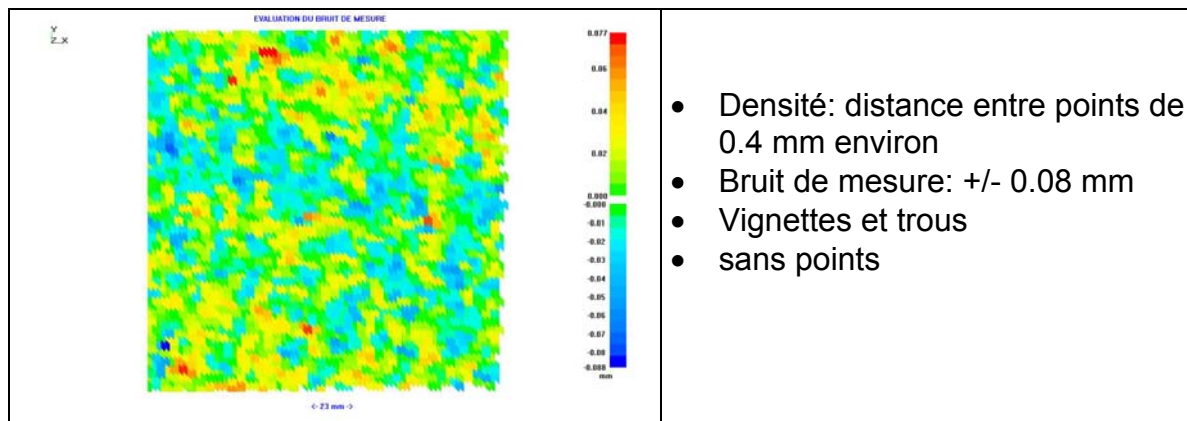
et pour de petits angles nous avons l'approximation:

$$f = \frac{1}{8} * \frac{d^2}{R}$$

ce qui est intéressant ici, c'est la proportionnalité de la flèche en $\frac{d^2}{R}$: par exemple si on réduit le pas d'un facteur 2, on réduit alors la flèche d'un facteur 4, d'où l'intérêt d'utiliser des caméra à haute résolution.

Dans la pratique un écart entre points de 0.4mm est assez standard et l'erreur de flèche devient gênante pour des rayons de 1 à 2 mm.

CARACTERISTIQUES DES NUAGES DE POINTS ATOS



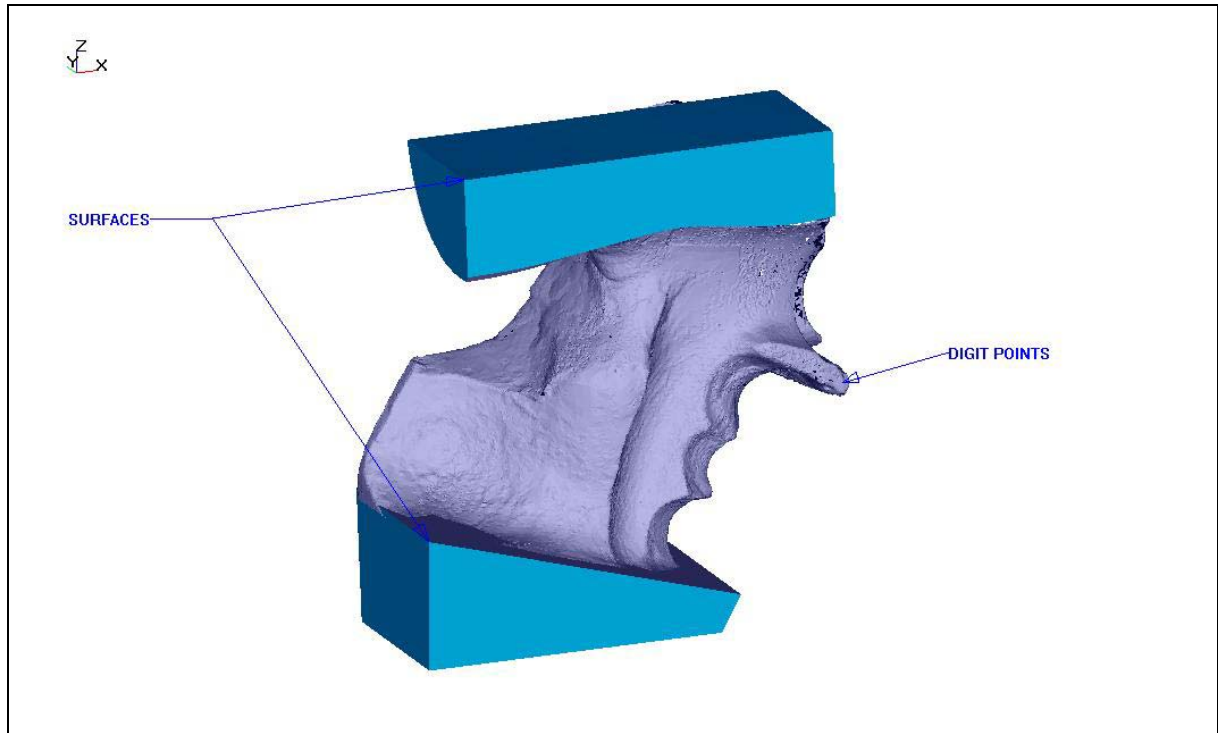
GÉNÉRATION DE TRAJETS OUTIL D'USINAGE 3 AXES : UTILISATION DE POLYGONES

Beaucoup de systèmes de FAO du marché utilisent pour le calcul de trajet outil ainsi que les tests de collision des polygones, Ceci est donc compatible avec la représentation de la forme numérisée sous la forme de facettes (exportation en format STL).

Il reste cependant à résoudre les problèmes suivants:

- Maîtriser les problèmes de volume de données.
- Comblent de petits accidents
- Comblent de façon automatique les vides d'information dus aux vignettes.
- Lisser le bruit de mesure.
- Inclure des surfaces CAO

MODELE MIXTE POLYGONE - SURFACES CAO



Objectif:

- gommer certains détails
- extrapoler certaines formes
- préciser une zone critique (plan de joint...)
- préciser une arête un "feature"
- inclure des éléments standards
- situer la numérisation dans un contexte

Sur cet exemple des surfaces simples ont été reconstruites pour toutes les parties prismatiques de l'objet et une zone a été étendue tandis que la partie franchement gauche est fidèle à la numérisation.

MAITRISER LES PROBLEMES DE VOLUME DE DONNEES

Essentiellement par simplification d'un polygone initial selon une tolérance donnée. L'application d'algorithme de lissage direct sur les points permet de rendre cette simplification encore plus efficace.

COMBLER DE FAÇON AUTOMATIQUE DE PETITS ACCIDENTS TELS QUE TACHES & LIGNES FRONTIERES SANS POINTS.

La version 4.7 du logiciel gom permet la génération d'un seul polygone à partir de l'ensemble des prises de vues. Il procède selon les étapes suivantes:

- Extraction de chaque vue des zones de meilleure qualité, sans ou avec un minimum de recouvrement entre zones.
- Fusion en un seul polygone des différents polygones issus de chaque vue.

COMBLER DE FAÇON AUTOMATIQUE LES VIDES D'INFORMATION DUS AUX VIGNETTES

La version 4.7 du logiciel gom permet maintenant de le faire de façon satisfaisante pour autant que la zone autour de la vignette soit de courbure homogène.

LISSER LE BRUIT DE MESURE PAR UN ALGORITHME DE PROXIMITE.

C'est un point crucial pour permettre d'industrialiser le procédé dès que l'on usine du métal. En effet tant que l'on reste sur de la résine de prototype, l'état de surface n'est pas critique car le polissage ne pose pas de problèmes. En revanche dans du métal les défauts sont plus vite apparents, car d'une part le métal est réfléchissant et d'autre part le polissage prend du temps.

Ce sujet est d'ailleurs encore en plein développement.

JONCTION SURFACE CAO - POLYGONE.

Nous avons vu que sur certaines zones la définition de surface permet de :

- préciser une zone critique (définition d'un plan de joint remplaçant la numérisation sur cette zone)
- inclure des éléments standards
- préciser une arête

Il faut se étudier la question de la transition surface - polygone.

Transition franche

Transition douce

(2 images)

Ici on admet que l'outil passe toujours par dessus les obstacles surfaces ou polygone le modèle n'a donc nullement besoin de cohérence de type B-rep.

Test d'usinage:



Etat de surface lisse	Etat de surface rugueux
-----------------------	-------------------------

Conclusion

Les progrès réalisés ces dernières années par le système de numérisation optique ATOS permettent déjà dans bien des cas l'usinage en direct. Un important travail de recherche et développement logiciel reste à faire pour gagner en qualité de surface et mieux restituer les arêtes. Néanmoins cette technologie est très prometteuse.

