

Contrôle dimensionnel des pièces mécaniques sans contact basé sur la transformation Hough dans le traitement d'image

[Dimensional control non-contact mechanical parts based on Hough transformation in image processing]

Jean Claude Mukaz Ilunga¹ and Dany Katamba Mpoyi²

¹Metrologie, Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, RD Congo

²Mécanique, Institut Supérieur des Techniques Appliquées, Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2019 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Currently with the evolution of manufacturing technology such as high speed machining additive manufacturing... where mechanical parts are mass produced in industrial production, and the workload of traditional manual control is heavy and imprecise, the control efficiency is low, a contactless control system based on image processing is presented. The control system hardware includes a light source, optical microscope and computer, the control system adopts the transmitted illumination to highlight the contour function of mechanical parts. The pretreatment is first done to the image captured by the Matlab software, then threshold segmentation and edge contour extraction are conducted; and finally, to improve geometric element detection accuracy, which is based on the Hough transformation algorithm. The results show the validity of the method and the feasibility of the algorithm in the system, it improves the efficiency of the measuring system and performs the measurement in line without contact of mechanical parts.

KEYWORDS: mechanical pieces; treatment of picture; dimensional control; control without contact; Transformation of Hough.

RÉSUMÉ: Actuellement avec l'évolution de la technologie de fabrication tel que la fabrication additive UGV (usinage à grande vitesse) etc... ou les pièces mécaniques sont produites en masse dans la production industrielle, et la charge de travail du contrôle manuelle traditionnelle est lourde et imprécis, l'efficacité contrôle est faible, un système de contrôle sans contact basé sur le traitement des images est présentée. Le matériel du système de contrôle comprend une source de lumière, le microscope optique et ordinateur, le système de contrôle adopte l'illumination transmise pour mettre en évidence la fonction de contour de pièces mécaniques. Le prétraitement est d'abord effectué à l'image capturée par le logiciel Matlab, puis segmentation de seuil et l'extraction de contour de bord sont menée ; enfin, a d'améliorer la précision de détection des éléments géométriques, qui repose sur l' algorithme transformation de Hough. Les résultats montrent la validité de la méthode et la faisabilité de l'algorithme dans le système, il améliore l'efficacité du système de mesure et réalise la mesure en ligne sans contact de pièces mécaniques.

MOTS-CLEFS: pièces mécaniques ; traitement d'image ; contrôle dimensionnel ; contrôle sans contact ; Transformation de Hough.

1 INTRODUCTION

Les pièces mécaniques sont les principales unités qui composent les Machines. Ils jouent un rôle très important dans divers domaines de l'économie nationale, et ils sont produits avec de grandes quantités dans l'industrie. Le contrôle du paramètre de dimensionnel est le point clé dans le processus de fabrication de pièces mécaniques, bien qu'il existe une variété de méthodes de contrôle traditionnelles, par exemple : contrôle par attribut (calibres), contrôle par mesurage (pied à coulisse, micromètre, jauges, étriers micrométriques), dont le fonctionnement est simple, mais ils ont des inconvénients, y compris la charge de travail est lourde, l'efficacité de contrôle est faible, il peut être facilement influencé par plusieurs facteurs, et ne peut pas être utilisé dans le contrôle en ligne, les exigences de contrôle de la masse produite et l'automatisation de la production ne peuvent pas être satisfaites. Donc, dans cet article, nous avons présenté un système de contrôle sans contact des dimensions. Ce système peut réaliser le contrôle de dimension sans contact pour les pièces mécaniques. Il est basé sur le traitement de l'image est un processus intelligent, automatisé, et méthode de contrôle flexible. Il peut accueillir avec le modèle de fabrication moderne et avancé Technologie de fabrication. Elle présente les caractéristiques suivantes: haute précision, rapidité et sans contact, donc dans cet article, nous proposons une nouvelle Méthode de haute précision sans-contact de contrôle basée sur le traitement d'image, cette méthode peut profiter pleinement des grands avantages de la technologie de traitement d'image, il peut améliorer la productivité des pièces mécaniques, garantir le traitement qualité, promouvoir le développement et le progrès de la mécanique industrielle des pièces. Comme la technologie de contrôle de vision industrielle a des caractéristiques supérieures au contrôle traditionnelle.

Alors ces dernières années, il a été largement utilisé dans de nombreuses industries champs de mesure et de contrôle [1]. Une méthode de mesure sans contact de Les paramètres spatiaux du tube de courbure basés sur le multi-vision sont présentés par Tian Zhang et al. [2], qui peut résoudre les problèmes rencontrés difficile d'assurer la précision des mesures et l'efficacité de la mesure n'est pas élevée dans le paramètre spatial mesure de tubes coudés complexes et de grande taille. Un système lumineux système de mesure basé sur la vision artificielle sur site la mesure des pièces à grande échelle a été développée par Shuai Fu et al. [3], il peut résoudre les problèmes que l'énorme volume de l'équipement de mesure traditionnelle en raison de qu'il n'est pas facile à transporter, mais la mesure du système la précision ne peut que répondre à l'exigence de mesure sur site de pièces de grande taille avec une précision moyenne. Zhongfei Wang et al. [4] compte tenu de la demande réelle à l'épaisseur de détection de flocons, un système de détection est conçu et réalisé qui repose sur la vision artificielle. Ce système peut répondre aux exigences de détection de l'épaisseur des flocons. Xiaolin Zhu et al. [5] utilisent la technologie de vision artificielle pour mesurer les pièces de machine, qui peuvent réaliser la mesure de général courbes planes. Un système de mesure basé sur la vision artificielle, est investi par B.M.Kumar et al. [6] mesurer la surface rugosité des rotors. Pour réaliser la mesure de la erreur de circularité de pièces cylindriques, M.A.Ayub et al. [7] former un système de mesure de vision artificielle. Une vision artificielle Le système de mesure est conçu et construit par E.S.Gadelmawla et al. [8], qui permet de mesurer les paramètres géométriques de l'épi engrenages et atteindre une grande précision de mesure pour les petites tailles engrenages. N. Herakovic et al. [9] proposent d'utiliser la vision artificielle pour mesurer le diamètre et la rondeur des anneaux soudés, à travers les résultats de mesure, ils peuvent déterminer si les anneaux de soudure peuvent répondre aux exigences de qualité. La fissure la longueur de l'outil mécanique est mesurée avec la vision artificielle la technologie de K.khalili et al. [10]. K.D. Lawrence et al. [11] utiliser avec succès la technologie de la vision artificielle et de l'image traitement pour développer un système de mesure automatique, système peut réaliser la mesure de l'alésage du cylindre. Mais si ce système veut effectuer la détection de défaut des cylindres, il doit poursuivre son développement pour augmenter le traitement de l'image

2 EVALUATION DES PARAMETRES INFLUENTS AU CONTROLE DIMENSIONNEL

2.1 DIAGRAMME D'ISHIKAWA

Nous sommes basés sur le diagramme d'ISHIKAWA pour arriver à évaluer tous les paramètres qui influencent le contrôle traditionnel.

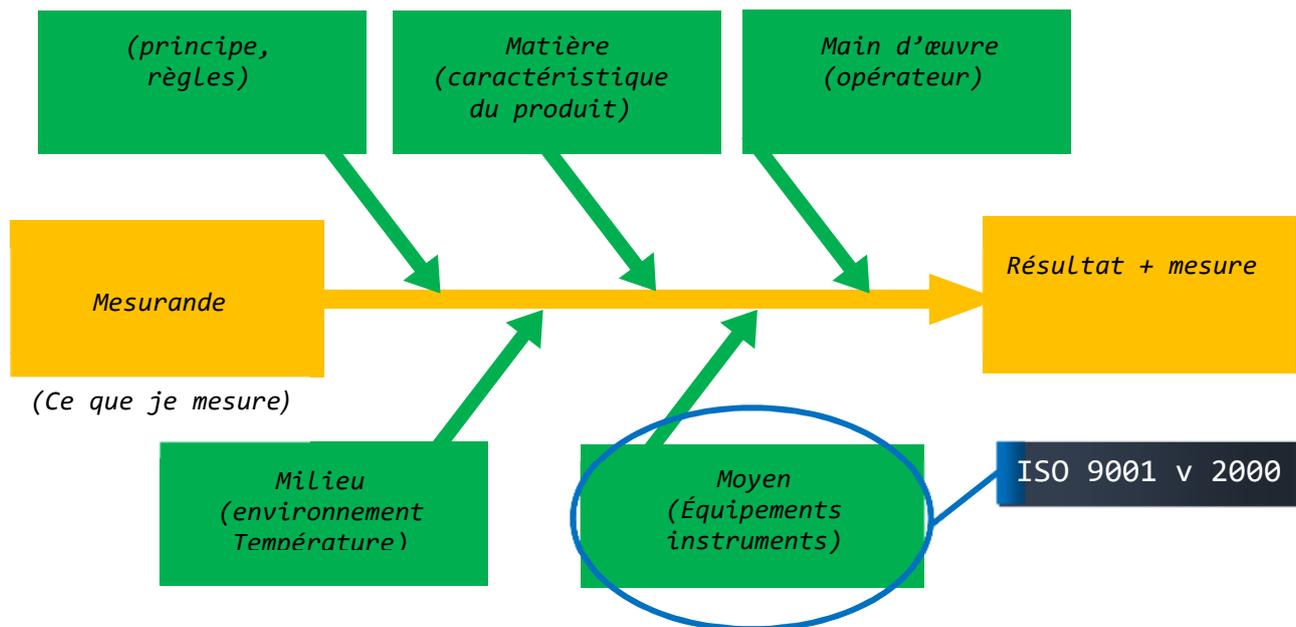


Fig. 1. Diagramme Causes-Effet d'incertitude de mesure

3 COMPOSITION DU SYSTEME DE CONTROLE

Le système de contrôle des dimensions des pièces mécaniques est composé de deux parties, à savoir le système matériel et le logiciel, le système matériel est constitué de la lumière la source, la pièce, une caméra, et un ordinateur. La source de lumière est utilisée pour fournir une éclairage pour le système de contrôle, il peut directement influencer la qualité des images capturées. L'accomplir l'acquisition du signal d'image se fait à travers la caméra, qui est comme les yeux des personnes. La fonction d'image doit transmettre le signal de l'appareil photo à l'ordinateur. L'ordinateur peut recevoir les images sorties par la carte d'acquisition d'image, puis faire l'image En traitement. Le système logiciel comprend les fonctions modules de capture d'image, prétraitement d'image, détection de éléments géométriques et contrôle de dimensions. Parce que certains le bruit inutile est inévitablement dopé dans la capture d'image appareil et le processus de transmission des images, les images que nous capturés sont en réalité différents des images idéales. Donc image le traitement. Une fois la capture d'image terminée, le prétraitement de l'image devrait être d'abord fait aux images. De cette façon, nous pouvons réduire l'influence négative du bruit. Dans ce système, le rétro-éclairage est le type d'éclairage idéal pour les pièces mécaniques système de mesure de dimension, car seul un contour la surface des pièces mécaniques est nécessaire pour Le contrôle des dimensions. Parce que les pièces mécaniques ont une certaine épaisseur, dans ce système de mesure télé centrique est appliqué pour éviter l'effet d'épaisseur.

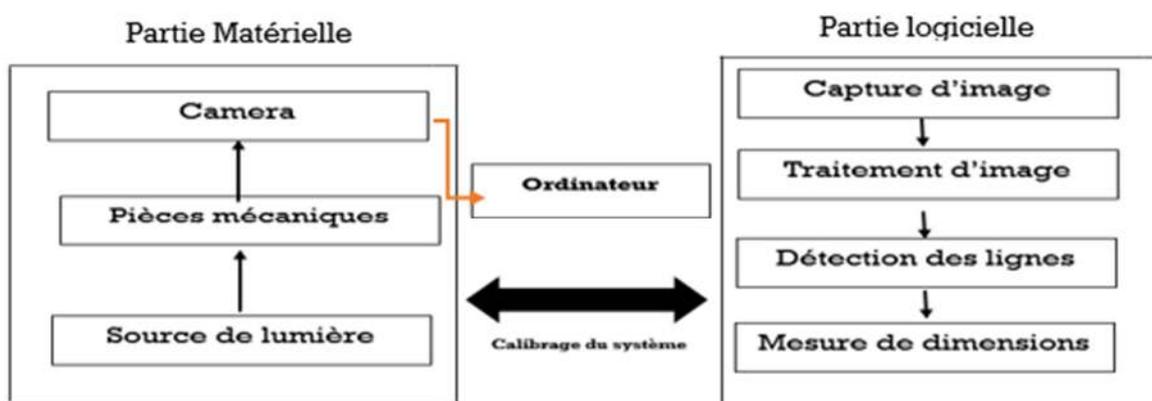


Fig. 2. Composition du système de contrôle

3.1 FLUX DE L'ALGORITHME

Après avoir réalisé les images des pièces mécaniques, la médiane le filtre est d'abord adopté pour éliminer le bruit; deuxième seuil la segmentation est faite à l'image des pièces mécaniques, puis extraire le bord de la cible de mesure. Un des challenges de l'analyse d'image numérique dans ce système de contrôle est la détection de forme, qui est une partie importante des pièces mécaniques. Cependant, pour la recherche directe et la détection des paramètres nécessaires, détectent et mesurent dans cette mesure Le système est constitué de lignes et de cercles sur les pièces mécaniques. L' algorithme de transformation hough a longtemps été une méthode standard pour détecter des lignes et des cercles dans le traitement d'images. Mais si on utilise l'algorithme de transformation de Hough traditionnel, par ce quel est à la fois lente et gourmande en mémoire, il nécessite beaucoup de calcul. Donc finalement l' algorithme de transformation Hough révisé est appliqué dans ce système de mesure à obtenir les éléments géométriques nécessaires pour mesurer ou contrôlé les pièces mécaniques.

Dans ce système de mesure de dimension qui repose sur traitement des images, les objectifs de mesure ou contrôlé pièces mécaniques, car elle implique principalement deux paramètres : les lignes et les cercles, donc après faire le pré-traitement de l'image et la détection de bord à l'image des pièces mécaniques, la transformation de Hough révisée est la première utilisée pour détecter les paramètres de géométrie des lignes et des cercles sur l'image, puis la hauteur de la pièce mécanique, le diamètre et l'emplacement des cercles peuvent être confirmés par la relation entre les deux paramètres de géométrie détectés. En calculant les coordonnées des cercles, nous pouvons obtenir l'angle entre les deux cercles adjacents et le cercle central. Si les valeurs des angles sont toutes quatre-vingt-dix, on peut obtenir la conclusion que les quatre petits cercles sont équidistants sur les pièces mécaniques. Enfin basé sur la conversion de dimension coefficient de calibration du système, la valeur réelle mesurée valeurs de la dimension des éléments structurels des pièces mécaniques peut être obtenu.

L'algorithme suivant permet le calcul de la transformation de Hough :

```

 $M_{i,j}$  sont les valeurs binaires de l'image originale :  $M_{i,j} \in \{0, 1\}$ 
Pour  $p$  de 1 à  $N_\theta$ 
  Pour  $q$  de 1 à  $N_\rho$ 
     $A_{p,q} = 0$ 
  Pour  $i$  de 1 à  $N_1$ 
    Pour  $j$  de 1 à  $N_2$ 
      Pour  $p$  de 1 à  $N_\theta$ 
         $q = \text{Arrondi} \left\{ \frac{1}{h_p} \left[ i \cos \left( \frac{p}{180} \pi \right) + j \sin \left( \frac{p}{180} \pi \right) \right] - \rho_{min} \right\}$ 
         $A_{p,q} = A_{p,q} + 1$  si  $M_{i,j} \neq 0$ 

```

Détection de paramètres géométriques

a) Principe de détection des lignes

Le principe de détection des lignes basées sur la transformée de Hough est de transformer tous les points sur les lignes droites dans l'espace image en un certain point dans l'espace des paramètres. Principe de détection des lignes sur la base de la transformation de Hough est la suivante :

L'équation paramétrique d'interception de pente d'une droite en X-Y

$$y = px + q \quad (1)$$

Les paramètres p et q sont respectivement la pente et l'ordonnée à l'origine de la ligne.

L'équation (1) peut être réécrite comme suit :

$$q = -xp + y \quad (2)$$

Donc, la méthode de détection des lignes basée sur la transformation de Hough est-ce que les points colinéaires dans l'espace image sont mappés en simultanément lignes droites dans l'espace des paramètres.

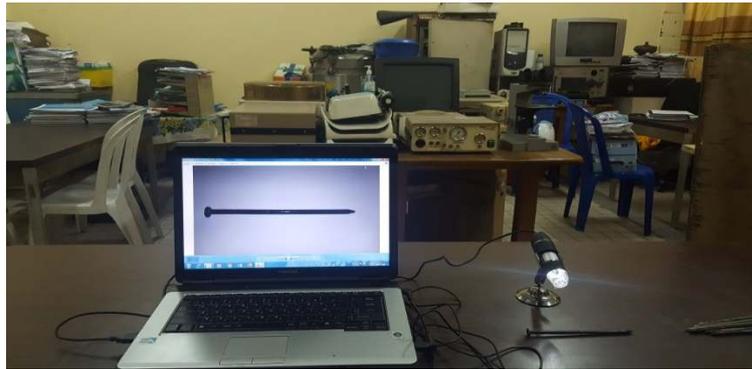


Fig. 3. Acquisition du clou via un microscope optique



Fig. 4. Capture numérique du clou

4 RÉSULTATS DE CONTROLE

La partie logicielle de la dimension des pièces mécaniques système de mesure et contrôle est développé sous Matlab. La mesure équipement de système de contrôle dimensionnel de pièces mécaniques . L'image des pièces mécaniques extraite par Le système matériel que nous avons construit est illustré le dimensionnement des éléments géométriques sur la pièce mécanique est *Figure 2.8*.

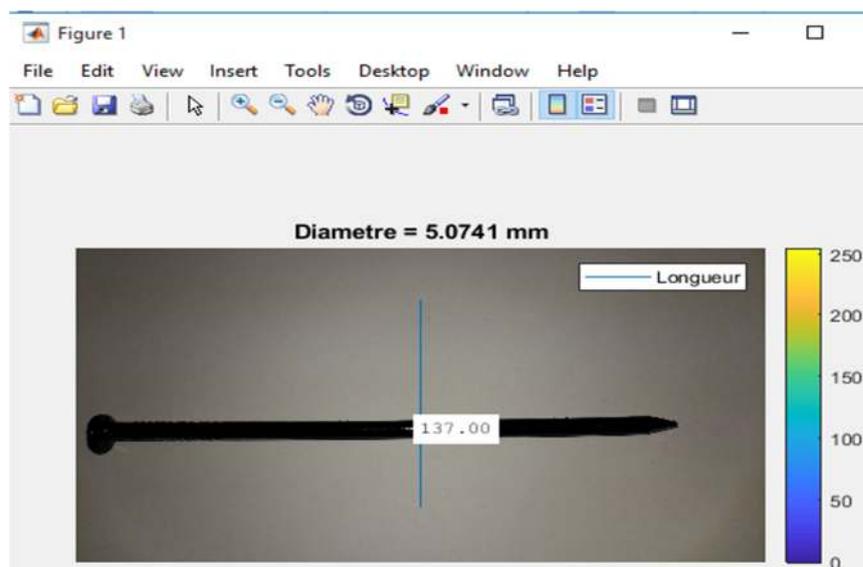


Fig. 5. Capture numérique du clou

Table 1. Résultats du controle

CLOUS	DIAMETRE(mm)	LONUEUR(mm)	OBSERVATION
1	5.3333	144.00	OK
2	4.7407	128.00	OK
3	5.0741	137.00	OK
4	5	139.00	OK
5	4.8143	129.00	OK
6	4.7778	120.00	OK
7	4.444	129.00	OK
8	4.7778	135.00	OK
9	4.6667	126.00	OK
10	5.0741	137.00	OK

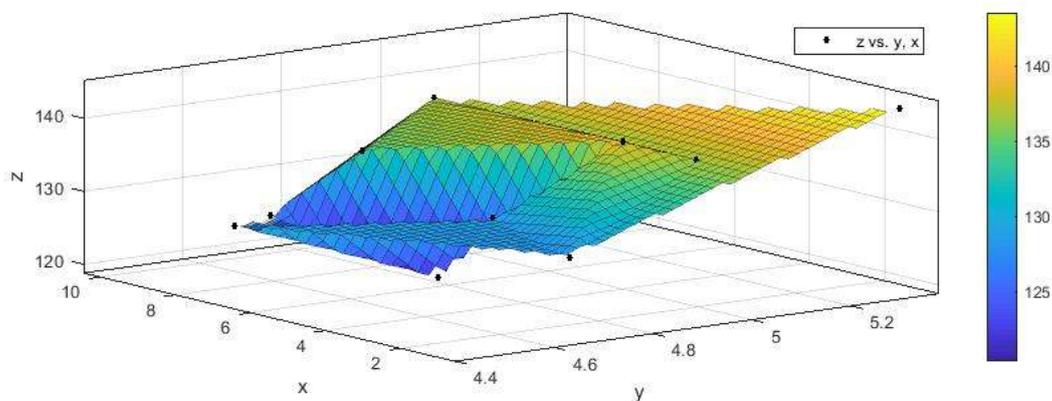


Fig. 6. Résultat du controle

5 CONCLUSION

Pour réaliser les mesures ou controles sans contact des pièces mécanique et améliorer l'efficacité de la dimension des pièces mécaniques,, cet article introduit un paramètre de dimension système de mesure et de controle basé sur la technologie de traitement. Ce système de mesure sans contact prend les pièces mécaniques comme cible de mesure, à travers méthodes raisonnables d'acquisition d'image, traitement d'image, détection des contours et localisation des éléments géométriques, la mesure sans contact rapide de la dimension des pièces mécaniques est réalisés, les résultats expérimentaux montrent la faisabilité de la système de mesure ou de controle , et l'efficacité.

REFERENCES

- [1] Jing Guo, Hua Luo, and Tao Zhang, "Machine vision and application," Electronic.vol. 27, pp. 185-188, July 2014.
- [2] Tian Zhang, Chengtong Tang, and Jianhua Liu, "Bend tube spatial parameter measurement method based on multi-vision," Chinese Journal of Scientific Instrument.vol. 34, pp. 260-266, 2013.
- [3] Shuai Fu, Liyan Zhang, and Nan Ye, "Light pen based on-site vision measurement system for large workpieces," Chinese Journal of Scientific Instrument.vol. 36, pp. 430-437, 2015.
- [4] Zhongfei Wang, Maosong Lin, and Yong Peng, "Detecting thickness of micro flakes based on computer vision," Chinese Journal of Scientific Instrument.vol. 21, pp. 36-38, 2013.
- [5] Xiaolin Zhu, Chenghui Gao, and Bingwei He, "Investigation into vision detection system for 2D geometric features of mechanical parts," Chinese Journal of Scientific Instrument.vol. 8, pp. 199-203, 2010.
- [6] B.M.Kumar, M.M.Ratnam, "Machine vision method for non-contact measurement of surface roughness of a rotating workpiece," Emerald Journal.vol. 35, pp. 10-19, 2015.

- [7] M.A.Ayub, A.B.Mohamed, and A.H.Esaa, "In-line inspection of roundness using machine vision," *Procedia Technology*.vol. 15, pp. 808- 817, 2014.
- [8] E.S.Gadelmawla, "Computer vision algorithms for measurement and inspection of spur gears," *Mearment*.vol. 44, pp. 1669-1678, 2011.
- [9] N.Herakovic, F.Trdic, and J.Skvarc, "A machine vision system for automated quality control of welded rings," *Machine Vision and Applications*.vol. 22, pp. 967-981, 2011.
- [10] K.khalili, M.Vahidnia, "Improving the accuracy of crack length using machine vision," *Procedia Technology*.vol.19, pp. 48-55, 2015.
- [11] K.D.Lawrence, B.R.Moorthy, "Evaluation of image based Abbott Firestone curve parameters using machine vision for the characterization of cylinder liner surface topography", *Measurement*. vol.55, pp. 318 334, 2014.
- [12] Argialas, D.P. et Mavrantza, O. D., 2004. Comparison of edge detection and Hough transform techniques for the extraction of geologic features.
- [13] The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 34, 1-6. Ballard, D.H., 1981. Generalizing the Hough transform to detect arbitrary shapes. *Pattern Recognition*, 13, 2.
- [14] Bandeira, L., Barreira M., Pina, P. et Saraiva, J., 2008. A comparison of automated crater detection methods.
- [15] Bosellini, A., 1989. *La storia geologica delle Dolomiti*. Edizioni Dolomiti, 148 p.
- [16] Casas, A.M., Cortes, A.L., Maestro, A., Soriano, A.M., Riaguas, A. et Bernal, J., 2000. LINDENS: a program for lineament length and density analysis. *Computers and Geosciences*, 26, 1011-1022.
- [17] Cassinis, G. et Perotti, C.R., 2007. A stratigraphic and tectonic review of the Italian Southern Alpine Permian. *Palaeoworld*, 16, 140-172
- [18] Hough Transform. *South African Journal of Geology*, 109, 555-560.