

Master 1 Informatique

Parcours MLDS

Rapport

Traitement d'Image et de Signal

Détection d'escalier

Et calcul le nombre de marches

Mohammed Abdelhadi BOUDJEMAI

MLDS 21912904

Année universitaire : 2019 – 2020

Encadrant :

Mme Nicole Vincent

Mr Mohamed Chelali

SOMMAIRE

Introduction

Architecture

Prétraitement

Traitement : calcule du nombre de marche

Résultats

Conclusion

Etat de l'art sur la détection des escaliers

Références

Introduction générale :

Le traitement de l'image et ces applications est un des principaux usages de l'Intelligence Artificielle (IA). Premièrement parce que les moyens techniques sont à présent efficaces et évolutifs pour traiter des bases de données de plus en plus grandes et non structurées en une fraction de seconde. Deuxièmement parce que leur utilité (notamment business) est désormais avérée.

Les technologies de reconnaissance d'images permettent d'identifier une image (mettre un nom sur ce qui y est représenté y compris dynamiquement c'est-à-dire sur une image en mouvement) et de déclencher conséquemment une action associée (généralement savoir au moins dire ce que c'est puis de le classifier).

Le traitement d'images est un domaine très vaste qui a connu, et qui connaît encore, un développement important depuis quelques dizaines d'années. On désigne par traitement d'images numériques l'ensemble des techniques permettant de modifier une image numérique afin d'améliorer ou d'en extraire des informations. De ce fait, le traitement d'images est l'ensemble des méthodes et techniques opérant sur celles-ci, dans le but de rendre cette opération possible, plus simple, plus efficace et plus agréable, d'améliorer l'aspect visuel de l'image et d'en extraire des informations jugées pertinentes.

Le problème que nous traitons dans ce rapport concerne le comptage des marches d'un escalier.

Nous envisageons dans ce rapport de créer un code sous Visual

Studio 2019 utilise la bibliothèque OpenCv avec le langage C++ basé sur l'identification des lignes afin de compter le nombre de marche et contre marche. Cette démarche nous permet aussi de répondre facilement à notre problématique.

Dans ce rapport, nous décrivons la technique d'identification des lignes composant l'image d'escalier. Un escalier sera défini par les types (sens et direction) de ses marches et contremarches, ainsi que par leurs tailles respectives.

Les escaliers reconnus correspondent aux règles suivantes:

Les tailles des marches successives d'un mime escalier sont à un près plus au moins, égales à celle de la première.

Par convention un escalier commence et se termine par une marche.

Il faut faire une partition des tailles des marches en classées représentées par la longueur maximale possible dans chaque classe.

Architecture

Notre projet suit l'architecture ou le traitement suivant [figure 0] pour extraire et calculer le nombre de marches d'un escalier :

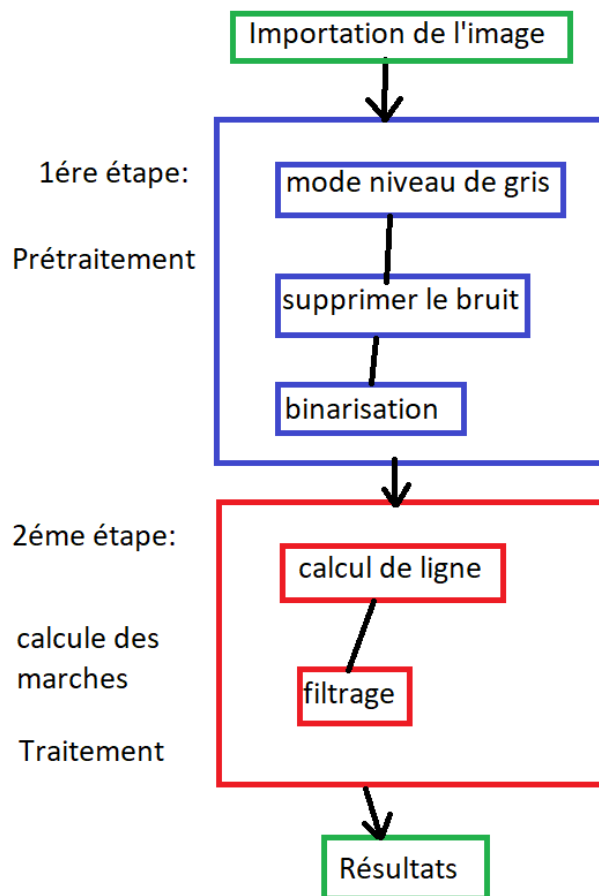


Figure0 : Architecture du projet

Prétraitement

Après avoir importé notre image, on applique la binarisation.

Notre image est en mode RVB on la transforme en mode niveau de gris puis supprime le bruit grâce au filtre gaussien ensuite la binarisation.

Notion de Binarisation d'images

La binarisation est une étape importante dans tout processus de traitement et d'analyse d'images. Un grand nombre de techniques de binarisation ont été proposées dans la littérature, dont chacune est appropriée à un type particulier d'images

La binarisation appelée aussi seuillage, est la technique de classification la plus simple. Les pixels de l'image sont partagés par un seuil T en deux classes. En général, ils sont représentés par une classe de pixels noirs et une autre classe de pixels blancs. L'image est alors séparée en deux classes, une classe représentant le fond de l'image et une autre classe représentant la scène de l'image (L'objet). La binarisation permet alors

de conserver l'information comprise entre 0 et T ou entre T+1 et 255. Le reste des informations est par conséquent ignoré.

$$B(x, y) = \begin{cases} \text{Si } I(x, y) < T \text{ Alors } B(x, y) = 0 \\ \text{Sinon } B(x, y) = 1 \end{cases}$$

Une technique similaire à la binarisation existe, c'est la segmentation d'image. Cependant, il ne faut pas confondre binarisation et segmentation d'image. La binarisation produit toujours deux classes alors que la segmentation peut en produire plusieurs. Toutefois, ces deux termes sont souvent confondus par abus de langage.

L'utilité de la binarisation :

La binarisation est souvent la première étape dans les systèmes de traitement et d'analyse d'images. Elle a pour but de diminuer la quantité d'informations présentes dans l'image, et de ne garder que les informations pertinentes. Les performances des étapes suivantes dans les systèmes de traitement et d'analyse d'images dépendent fortement du résultat obtenu lors de la binarisation. C'est pour cette raison que la méthode de binarisation utilisée doit être la plus adaptée possible. Elle doit, d'une part, conserver le maximum d'informations utiles présentes dans l'image

de départ, et d'autre part, éliminer un maximum de bruit présent dans l'image.

Notion de lissage d'images :

Le lissage d'images est une opération importante en traitement d'images. Il est utilisée pour atténuer un bruit qui corrompt l'information. Cette opération consiste le plus souvent à appliquer à l'image un filtre linéaire numérique.

Ainsi, le lissage d'une image consiste à appliquer un filtrage passe-bas de manière à atténuer le contraste des détails les plus fins (à l'échelle de quelques pixels). Différentes raisons peuvent motiver ce type de traitement :

- ☐ Réduction du bruit.
- ☐ Réduction des hautes fréquences avant d'appliquer un traitement (comme la dérivation) qui au contraire accentue les hautes fréquences.
- ☐ Réduction de la netteté d'une photographie, pour des raisons esthétiques.
- ☐ Réduction de la netteté d'une image de synthèse, pour simuler un flou de mise au point.

Traitement : calcule du nombre de marche :

Le traitement suit 2 étapes :

On calcule les ligne droite dans notre l'image binaire avec la méthode de Hough.

Un premier filtrage sur les lignes peut donc être effectué. En effet, les marches composantes un escalier sont perpendiculaires, et la marche qui est en bas a des dimension plus grand que celle en haut de plus si l'image est prise depuis le sol les marches seront horizontales.

Ainsi le premier filtrage effectué tient compte de la perpendicularité des lignes avec un seuil d'erreurs qui représenté par un angle.

A l'issue de ce premier filtrage, un grand nombre de ligne ont pu être retirées, considérées comme ne pouvant être une partie d'une marche.

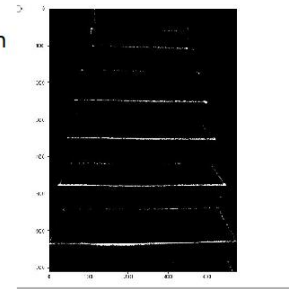
Résultats:

1ère Image

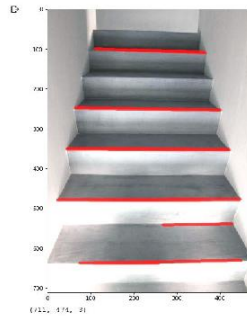
image originale



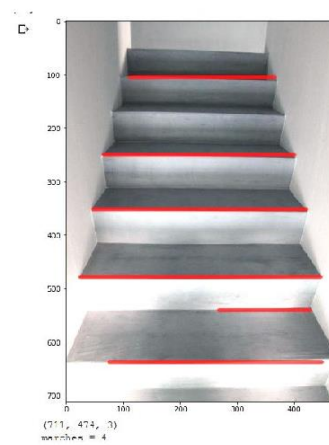
Binarisation



calcul de ligne



filtrage & résultats



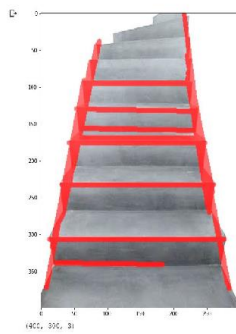
Marches =4

2éme image

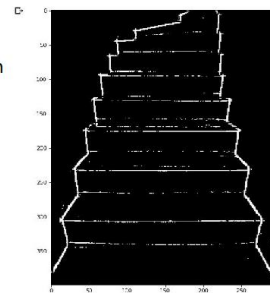
image originale



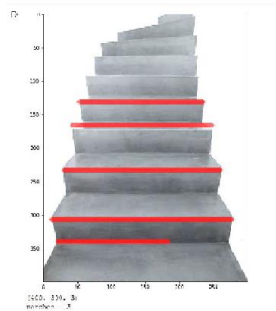
calcul de ligne



Binarisation



filtrage & résultats



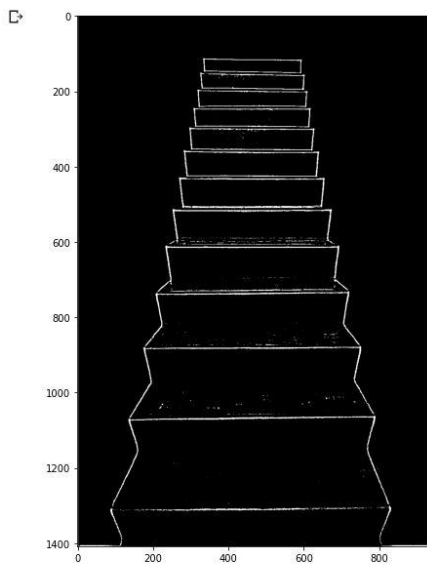
Marche =3

3ème image

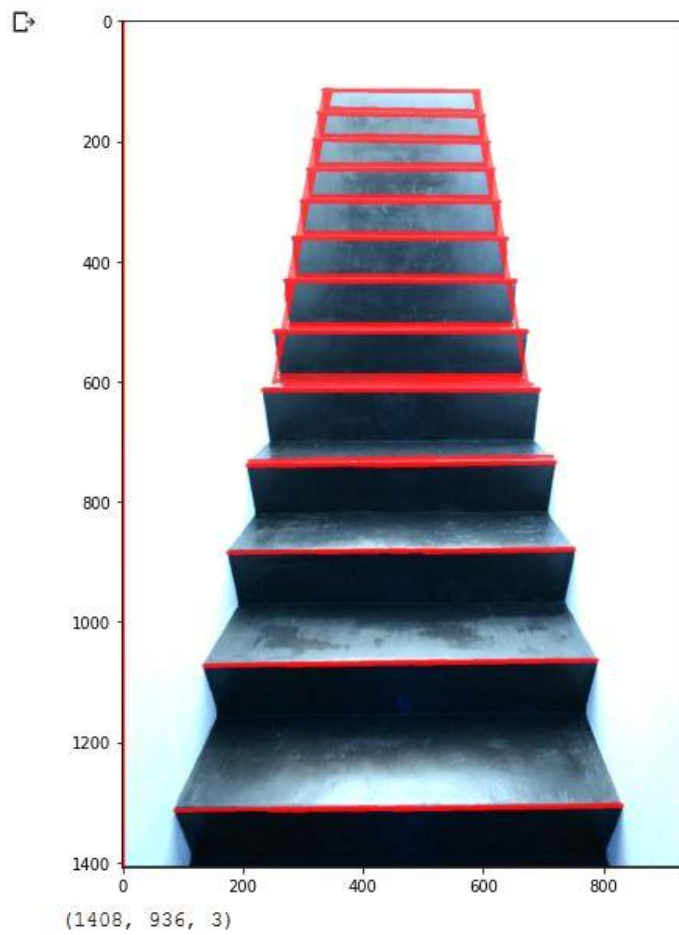
Image originale :



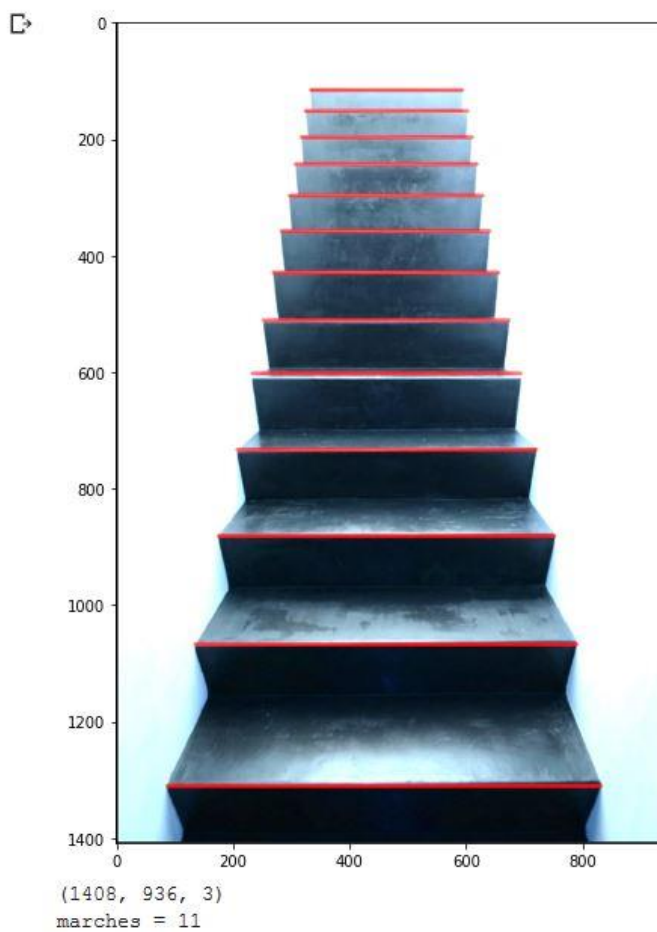
Après la binarisation



Calcul de ligne :



Filtrage & résultats :

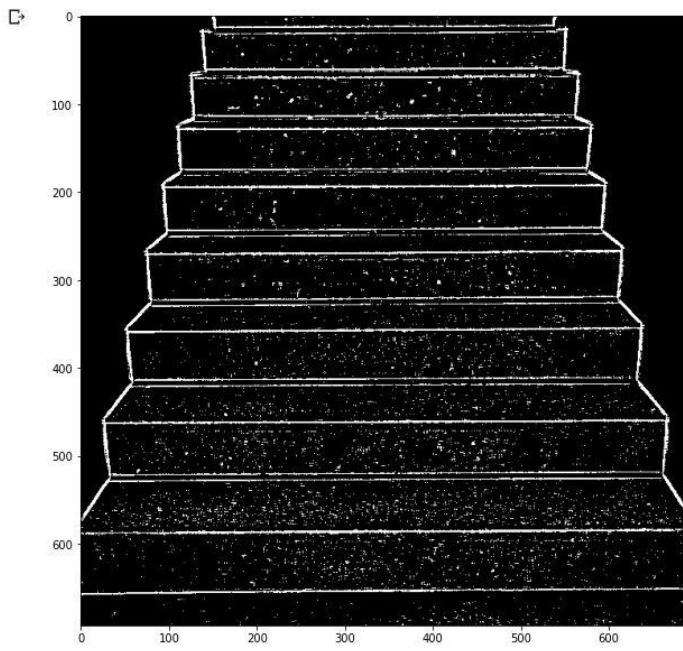


4eme images :

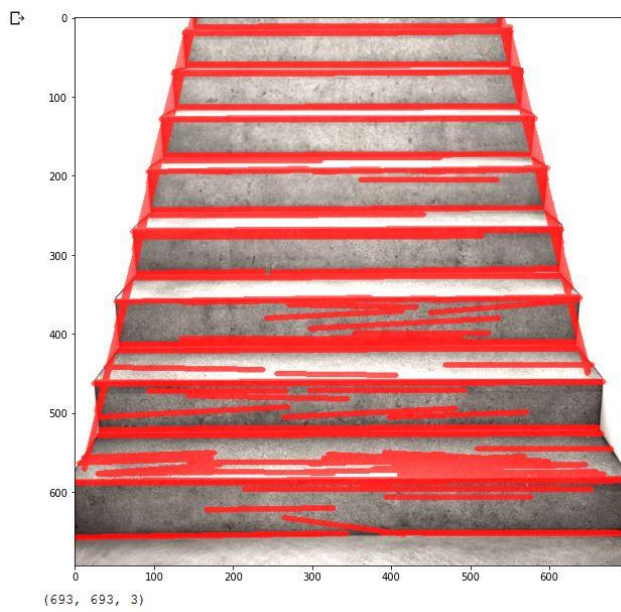
Image originale :



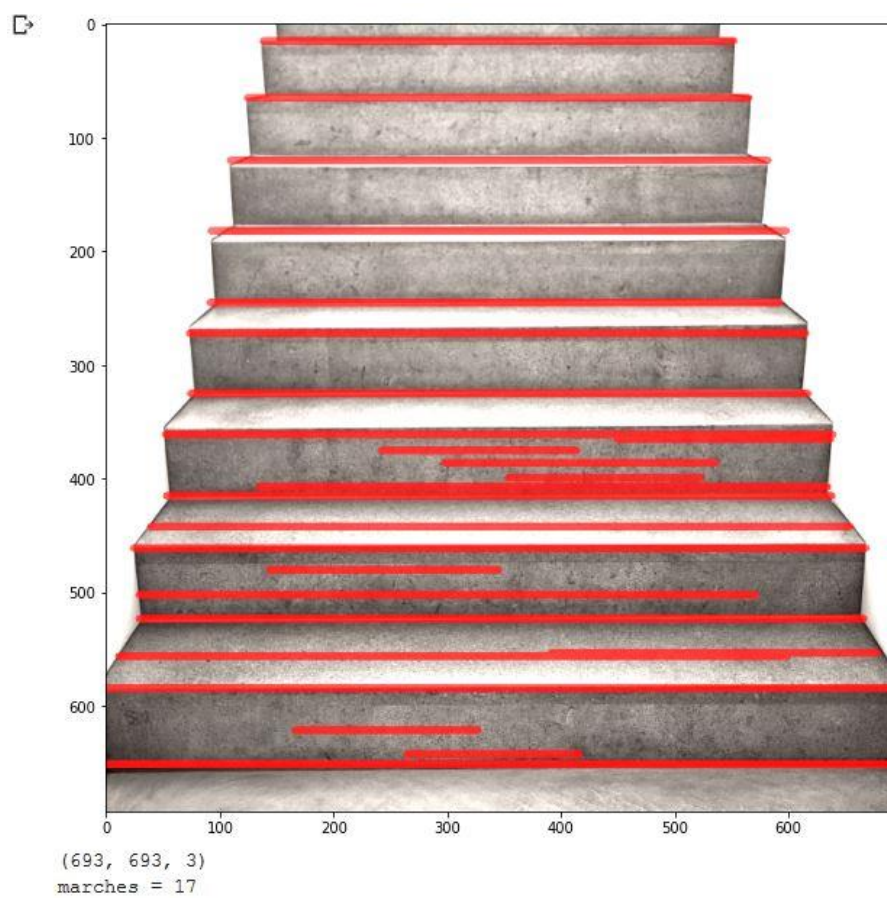
Après la binarisation :



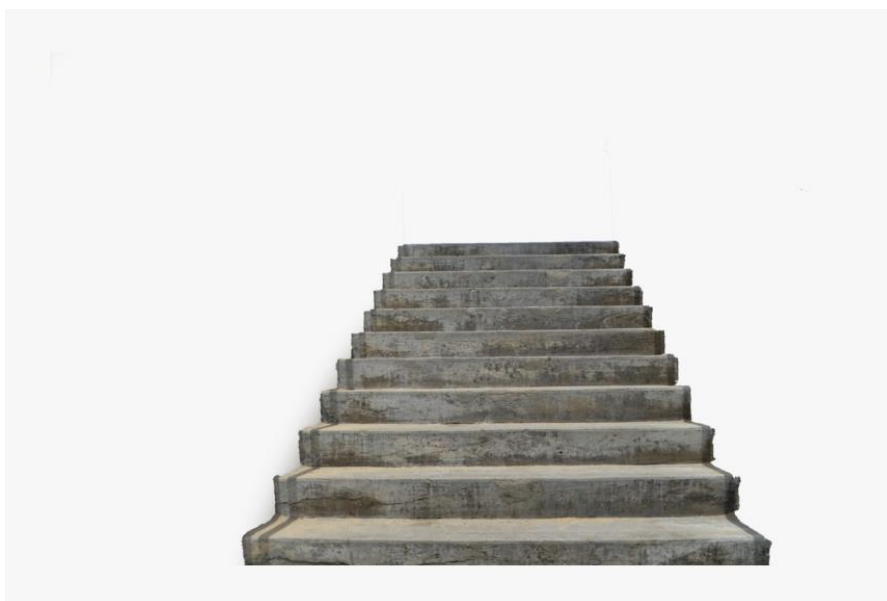
Calcul de ligne :



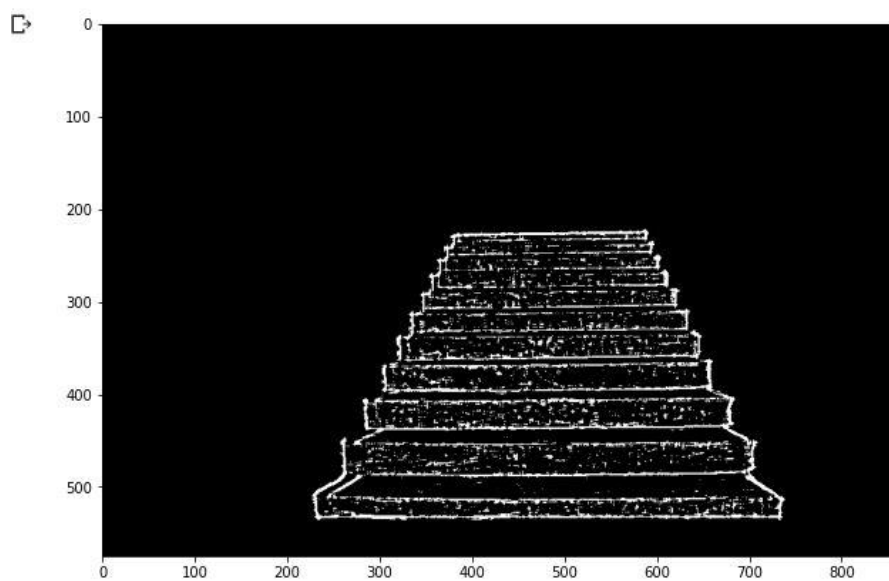
Filtrage & résultats :



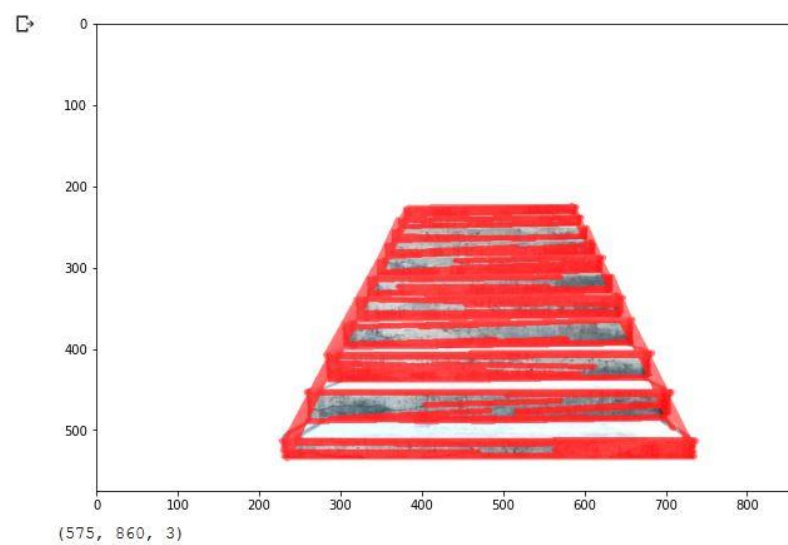
5ème image



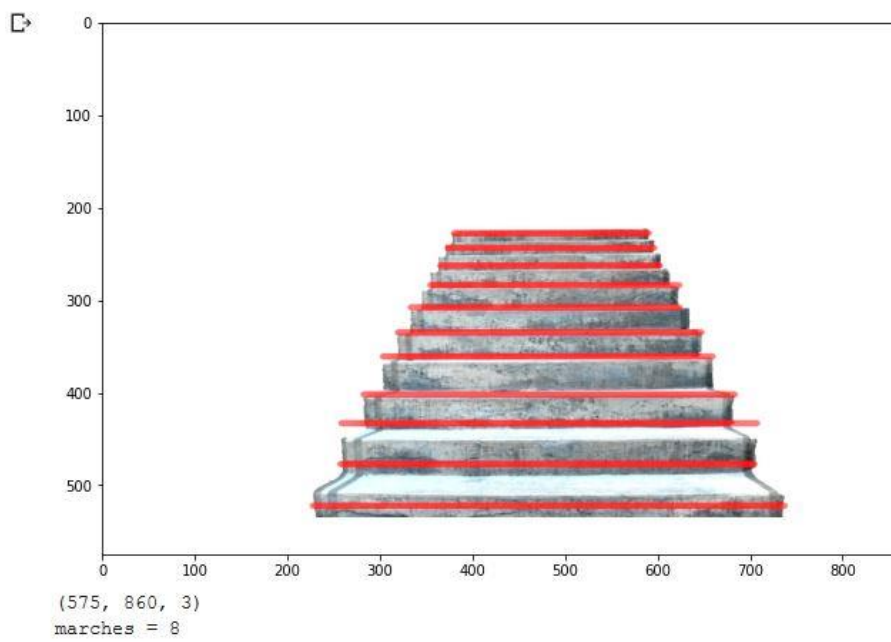
Après la binarisation :



Calcul de ligne :



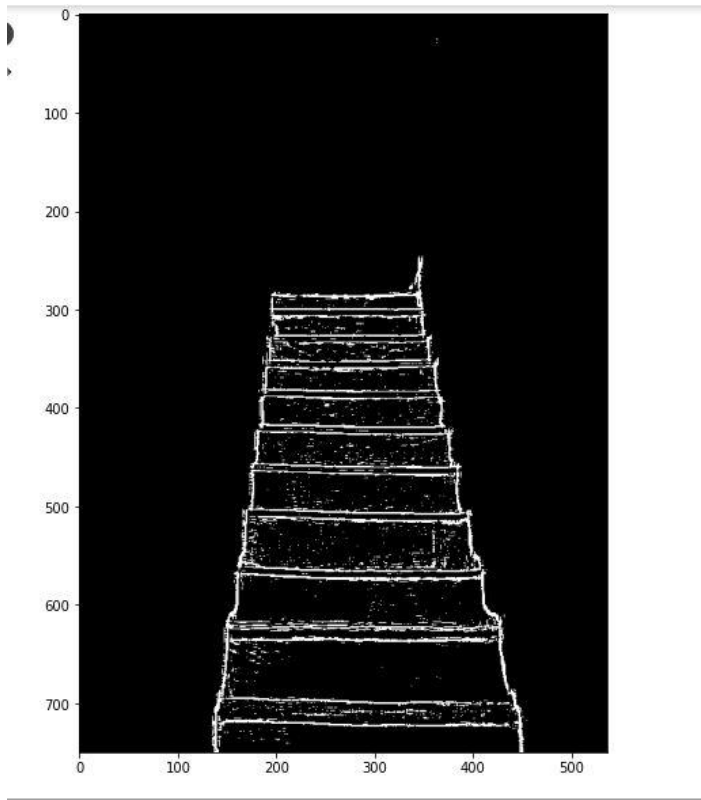
Filtrage & résultats :



6ème image



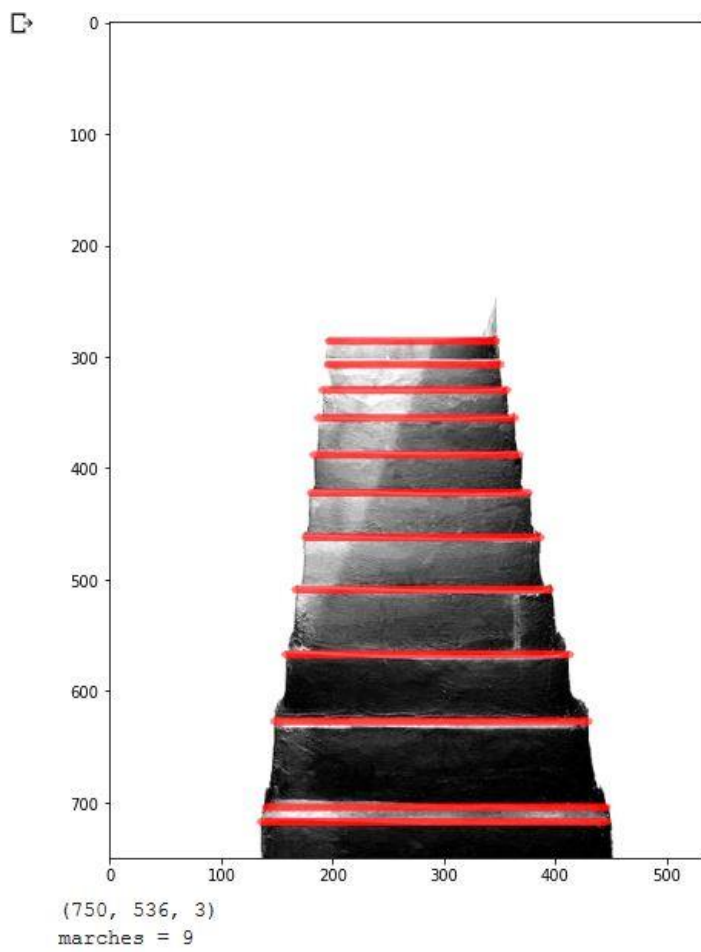
Après la binarisation :



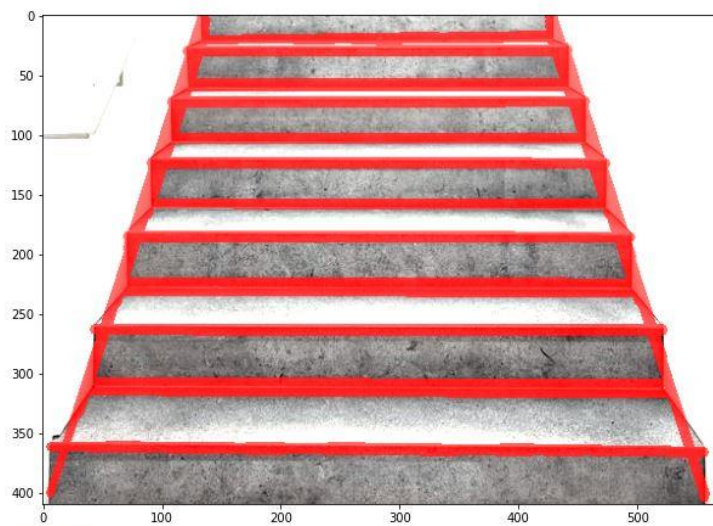
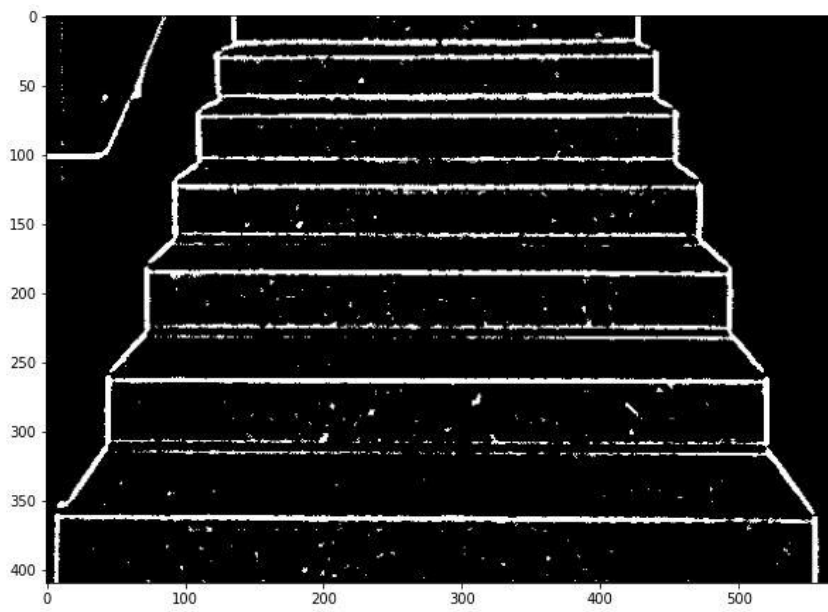
Calcul de ligne :



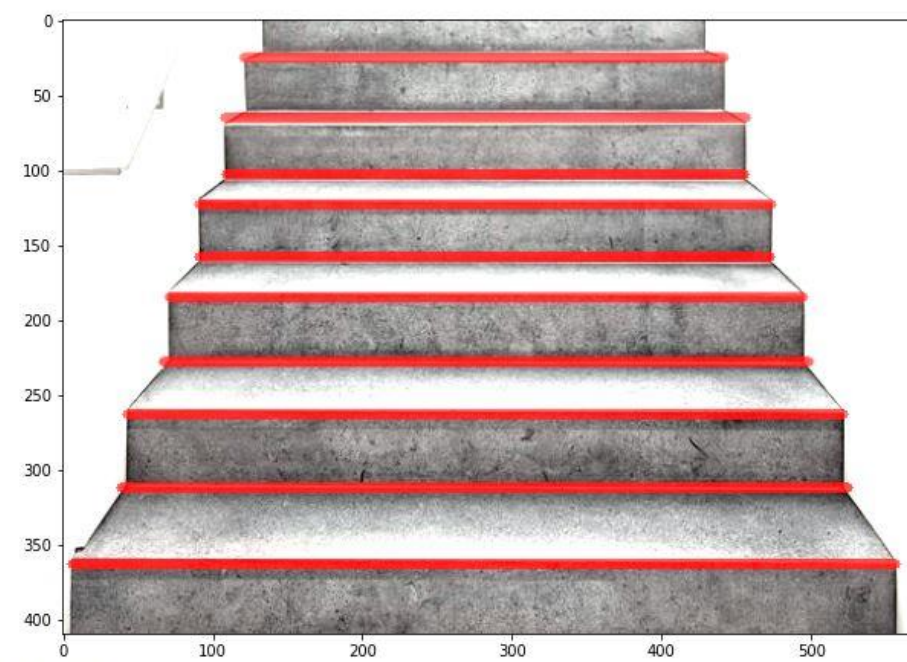
Filtrage & résultats :



7ème image :



(410, 570, 3)



(410, 570, 3)
marches = 6

Conclusion:

Le domaine de traitement d'images a connu ces dernières années un intérêt de plus en plus croissant et suscite de par ses différentes applications la convoitise des chercheurs de différents horizons et domaines. On désigne par traitement d'images l'ensemble des techniques permettant de modifier une image dans le but de l'améliorer ou d'en extraire des informations.

Dans ce rapport, nous appliquons une méthode de détection d'image pour le comptage des marches d'un escalier en utilisation plusieurs méthode (binarisation, méthode de Hough...)

Lorsque les escaliers sont suffisamment proches et que leurs bords sont observables, nous avons examiné la détection des escaliers en regroupant les lignes et en vérifiant la concurrence, car le point de fuite est une propriété projective pour les structures avec des lignes parallèles.

Etat de l'art sur la détection des escaliers:

La détection des escaliers offre de précieuses connaissances de haut niveau à une variété de systèmes intelligents. Les systèmes robotiques naviguant dans l'espace public peuvent utiliser ces connaissances pour étendre leur gamme de fonctionnement à plusieurs étages. Les systèmes d'assistance aux personnes malvoyantes peuvent fournir des conseils vers un escalier et fournir des informations sur, par exemple, le nombre d'étapes. Les systèmes reposant sur une hypothèse de la manière à détecter la traversée d'un passage d'escalier pour garantir une fonctionnalité appropriée.

Dans les premiers travaux de [1] et [2], la détection d'escalier est basée sur des images 2D en niveaux de gris provenant de caméras monoculaires. Les deux ont utilisé la détection des bords de Canny avec une transformée de Hough ou des filtres de Gabor [3] pour extraire les caractéristiques des bords caractéristiques des escaliers. Pour dériver une stratégie de contrôle pour un robot humanoïde, Gutmann [4] a évalué la dimension de l'étape à venir en vision stéréo de près, mais Hesch [5] a modélisé les escaliers descendants avec une plate-forme mobile et a utilisé l'orientation du bord de l'escalier pour contrôler le cap du robot. Ici, la détection initiale s'est fait par analyse de texture, ainsi Wang [6] and Hoon [7] traitent cela comme un problème d'apprentissage et forment des classificateurs basés sur les caractéristiques de Haar pour trouver des escaliers dans les images.

Xiaoye Lu [8] propose un indice de courbure pour classer les bords en concaves et convexes à l'aide d'une image en profondeur et

s'adapte à un modèle de plan incliné minimal. Delmerico [9] est allé plus loin et a adapté un modèle génératif d'escalier à des arêtes 3D enregistrées dans un référentiel global. Comme approche alternative, la segmentation plane est souvent utilisée pour mesurer les pas individuels par leur plan de bande de roulement. Osswal [10] a comparé deux méthodes de segmentation plane basées sur des segmentations de lignes et un échantillonnage aléatoire à deux points dans des nuages de points lidar 3D. Vivek [11] a

segmenté les étapes après une estimation normale, Alejandro [12] a suggéré une stratégie de

croissance de la région dans les nuages de points 3D et relie ainsi les plaques de roulement

détectées dans un modèle d'escalier.

La figure 1 représente un exemple de données d'entrée pour la détection et le suivi des escaliers: Bords détectés dans l'image de la caméra à valeur de gris et une image dense, à faible disparité de résolution. De plus, nous estimons le même mouvement par odométrie visuelle

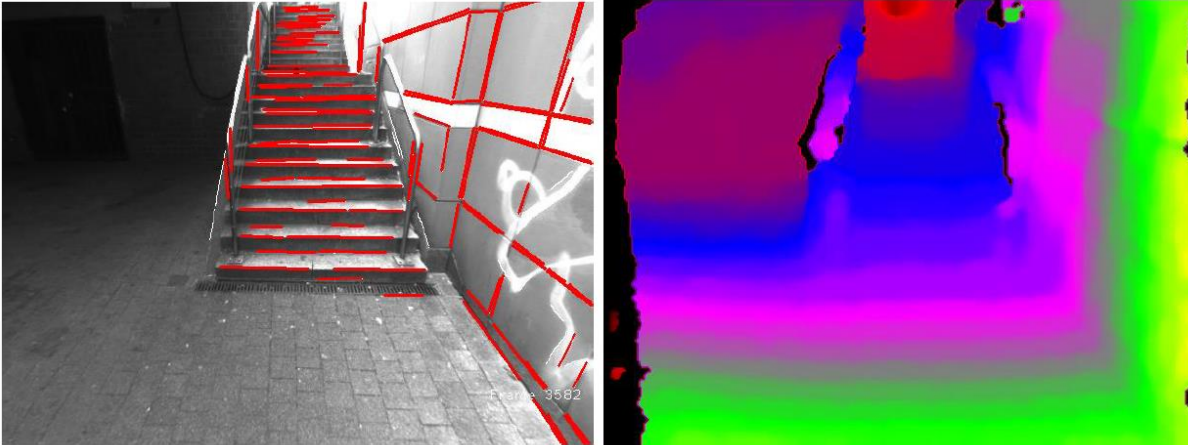


Fig. 1. Les données d'entrée pour la détection et le suivi des escaliers: Bords détectés dans l'image de la caméra à valeur de gris et une image dense, à faible disparité de résolution. De plus, nous estimons le même mouvement par odométrie visuelle.

La figure 2 montre un modèle d'escalier défini par un plan d'escalier (vert) et plans de roulement parallèles (orange) dans un cadre global FG.

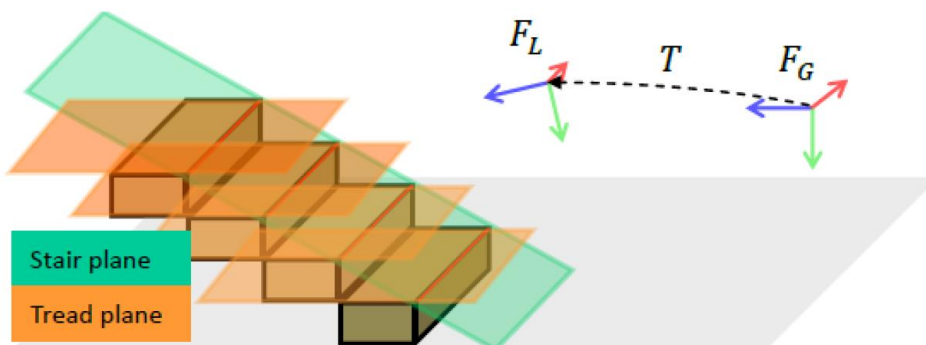


Fig. 2. Modèle d'escalier défini par un plan d'escalier (vert) et plans de roulement parallèles (orange) dans un cadre global FG.

Détection et suivi des escaliers:

Une caractéristique visuelle caractéristique des escaliers sont les lignes générées par les bords des marches. Nous suivons l'approche de Tardif [13] pour détecter ces segments de bord. Après avoir appliqué un détecteur de bord Canny, les croisements de bord sont supprimés et les points connectés extraits par croissance de la zone de remplissage. Ces hypothèses de bord sont divisées en segments droits. Les segments restants de plus de 0px sont équipés d'un modèle de ligne et construisent la liste des bords. Notre détecteur d'escalier trouve des plans d'escalier (comparer la figure 2) par échantillonnage aléatoire en utilisant des points appartenant aux segments de bord. Une hypothèse de plan d'escalier est acceptée ou rejetée en évaluant le nombre de points d'appui et son intersection angle avec le plan du sol. Une fois qu'un plan d'escalier a été détecté.

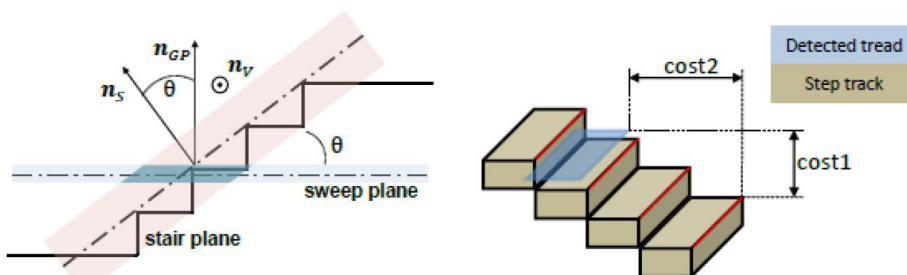


Fig. 3. Relations géométriques dans le modèle d'escalier. La région d'intérêt surlignée pour l'évaluation du plan de balayage est donnée en coupant le plan de balayage et la marge du plan d'escalier (à gauche). La figure de droite montre le calcul des coûts pour l'association de données.

L'approche de détection des contours proposée par Canny se fonde sur les gradients de l'image. Le calcul des gradients de l'image se fait grâce à des filtres qui doivent avoir certaines propriétés pour garantir un bon résultat numérique. Ces propriétés introduites par Canny [14] et souvent reprises par la suite sont au nombre de 3 :

1. Garantir une bonne détection, i.e. une réponse forte même à de faibles contours.
2. Garantir une bonne localisation.
3. Assurer que pour un contour, il y aura une seule détection (i.e. une faible multiplicité des maxima liés au bruit).

Ces trois critères permettent de définir le filtre optimal pour la détection d'une marche d'escalier sous l'hypothèse d'un bruit additif indépendant du signal. Canny choisit alors un critère indépendant des puissances de la marche d'escalier et du bruit [15].

Constitution d'un escalier

L'escalier est composé d'une succession régulière de plans horizontaux consistant en des marches et des paliers.

- Emmarchement : largeur praticable de l'escalier qui correspond en général à la grande dimension de la marche (dimension perpendiculaire au sens du déplacement dans l'escalier).
- Hauteur de marche : distance verticale séparant le dessus de deux marches successives. Sa détermination relève de considérations relatives à l'ergonomie et au confort d'utilisation de l'escalier.
- Giron : distance horizontale mesurée entre les nez de deux marches successives.
- Profondeur de marche : distance horizontale entre le nez de marche et la contremarche (correspond au giron auquel on rajoute le débord du nez de marche). Cette dimension est parallèle au sens du déplacement dans l'escalier.
- Marche : surface plane de l'escalier sur laquelle le pied se pose pour utiliser l'escalier.
- Contremarche: face verticale reliant, quand elle existe, deux marches successives.
- Nez de marche : bord extérieur de la marche, en débord ou non par rapport à la Contremarche.
- Palier : plan horizontal plus large que les marches courantes. Deux paliers consécutifs délimitent une volée d'escalier. Si le palier est au même niveau qu'un étage courant du bâtiment, on parle de palier d'arrivée (ou palier de départ). Sinon, il s'agit d'un palier intermédiaire (Ou palier de repos).
- Volée : ensemble de marches successives, compris entre deux paliers (quelle que Soit la nature du palier).
- Ligne de foulée : ligne théorique représentant le parcours usuel lorsque l'on emprunte l'escalier.

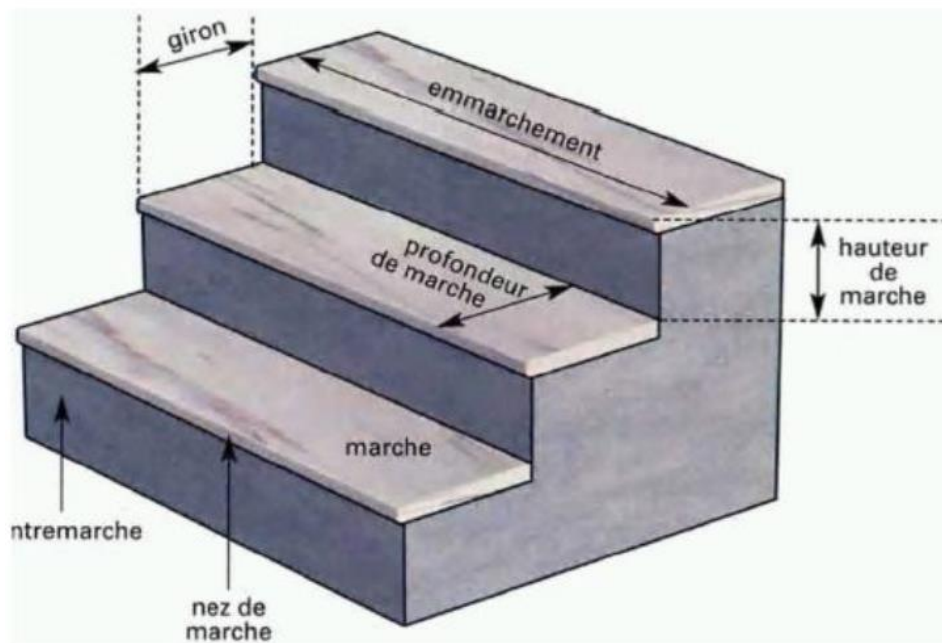


Figure 4 : Constituants d'un escalier

Estimation de la hauteur des marches et du nombre de marches

Pour plus de détails sur le modèle d'escalier, nous nous intéressons au nombre de marches et à leur hauteur. Étant donné que les escaliers sont souvent trop grands pour être observés d'un seul point de vue, nous complétons le modèle d'escalier au fil du temps tout en montant

l'escalier. Nous détectons la bande de roulement de chaque marche comme un plan parallèle au plan du sol (voir figure 5) et les suivons jusqu'à ce que l'escalier soit franchi.

Pour la détection et la mise à jour de ces plans de roulement, nous proposons d'utiliser une approche de plan de balayage. Nous balayons le plan du sol le long de sa direction normale par étapes discrètes et comptons les points d'appui pour chaque position (figure 5). Les pics du profil d'origine correspondent à la hauteur au-dessus du sol de chaque bande de roulement

(voir figure 4).

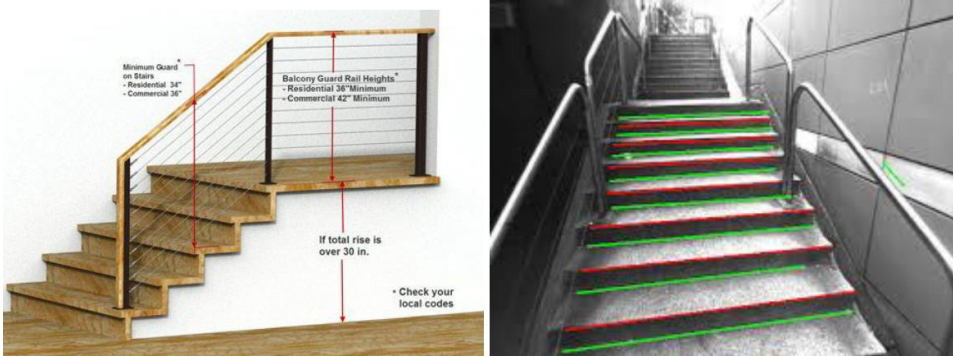


Figure 5 détection la bande de roulement de chaque marche

L'algorithme de détection

Une approche différente est proposée ici où des groupes potentiels de lignées candidates sont générés et ensuite testés pour la coïncidence. Cette approche a été utilisée par Utcke [16] pour regrouper et reconnaître le passage des zèbres dans les images encombrées. Le regroupement de lignes a également été utilisé dans [17] pour classer les groupes qui partagent des points de fuite communs suivis d'une estimation du point de fuite. Basé sur la propriété projective des structures avec des lignes parallèles, notre algorithme [18] sélectionne des groupes de lignes presque parallèles et vérifie la concurrence (d'où la recherche du point de fuite) comme hypothèses pour les escaliers. Ensuite, il cherche un soutien supplémentaire des autres lignes pour ces hypothèses, afin de déterminer la meilleure hypothèse. De plus, étant donné que les bords des marches d'escalier sont généralement longs et rapprochés, l'algorithme élimine les bords courts et les bords éloignés des autres qui sont susceptibles de provenir de caractéristiques autres qu'un escalier. Fischler [19] la utilisait pour éliminer les valeurs aberrantes et une procédure des moindres carrés est ainsi trouver l'intersection de plusieurs lignes [20].

Bords d'escalier de séparation

Il existe différents types de cages d'escalier, mais nous sommes surtout intéressés par les cages régulières typiques à bande de roulement et contremarche uniformes, c'est-à-dire à pente constante. En utilisant la technique décrite ci-dessus, nous obtenons une hypothèse pour une structure contenant des lignes parallèles. Nous aimerions ajouter des contraintes supplémentaires pour vérifier que la structure se compose réellement de deux ensembles de lignes parallèles également espacées: les bords de marche convexes et concaves. C'est maintenant une contrainte beaucoup plus forte pour un escalier normal que la simple recherche de structures avec des lignes parallèles

Références :

- [1] Stephen Se and Michael Brady, "Vision-based detection of kerbs and steps," in 8th British Machine Vision Conference (BMVC), 2000, pp. 410–419.
- [2] Nicholas Molton, Stephen Se, Michael Brady, David Lee, and Penny Probert, "Robotic sensing for the partially sighted," *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 26, no. 2-3, pp. 185–201, 1999, Field and Service Robotics.
- [3] D.C. Hernandez and Kang-Hyun Jo, "Stairway segmentation using gabor filter and vanishing point," in International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA), Aug 2011, pp. 1027–1032.
- [4] J.-S. Gutmann, M. Fukuchi, and M. Fujita, "Stair climbing for humanoid robots using stereo vision," in IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Sept 2004, vol. 2, pp. 1407–1413 vol.2.
- [5] J.A Hesch, G.L. Mariottini, and S.I Roumeliotis, "Descending-stair detection, approach, and traversal with an autonomous tracked vehicle," in IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Oct 2010, pp. 5525–5531.
- [6] Sisong Wang and Han Wang, "2d staircase detection using real adaboost," in 7th International Conference on Information, Communications and Signal Processing, Dec 2009, pp. 1–5.

[7] Young Hoon Lee, Tung-Sing Leung, and G. Medioni, “Real-time staircase detection from a wearable stereo system,” in 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR), Nov 2012, pp. 3770–3773.

[8] Xiaoye Lu and Roberto Manduchi, “Detection and localization of curbs and stairways using stereo vision,” in ICRA’05, 2005, pp. 4648–4654.

[9] J.A Delmerico, D. Baran, P. David, J. Ryde, and J.J. Corso, “Ascending stairway modeling from dense depth imagery for traversability analysis,” in IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), May 2013, pp. 2283–2290.

[10] S. Osswald, J. S. Gutmann, A. Hornung, and M. Bennewitz, “From 3d point clouds to climbing stairs: A comparison of plane segmentation approaches for humanoids,” IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids), pp. 93, 98, 2011.

[11] Vivek Pradeep, Gerard Medioni, and James Weiland, “Piecewise planar modeling for step detection using stereo vision,” in Workshop on Computer Vision Applications for the Visually Impaired, Marseille, France, 2008, James Coughlan and Roberto Manduchi.

[12] Alejandro Perez-Yus, Gonzalo Lopez-Nicolas, and Jose J. Guerrero, "Detection and modelling of staircases using a wearable depth sensor," in ACVR, 2014.

[13] J.-P. Tardif, "Non-iterative approach for fast and accurate vanishing point detection," in Computer Vision, 2009 IEEE 12th International Conference on, Sept 2009, pp. 1250–1257.

[14] J. Canny, A Computational Approach to Edge Detection, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 8, 679-698, 1986.

[15]
<http://www.tsi.enst.fr/pages/enseignement/ressources/mti/criteres/index.htm>

[16] S. Utcke. Grouping based on projective geometry constraints and uncertainty. In Proceedings of the Sixth International Conference on Computer Vision, pages 739–746, Bombay, India, January 1998.

[17] G.F. McLean and D. Kotturi. Vanishing point detection by line clustering. IEEE Trans. Pattern Analysis Mach. Intell. (PAMI), 17(11):1090–1095, November 1995.

[18] N. Molton, S. Se, M. Brady, D. Lee, and P. Probert. Robotic sensing for the partially sighted. Robotics and Autonomous Systems, 26:185–201, 1999.

[19] M.A. Fischler and R.C. Bolles. Random sample consensus: a paradigm for model fitting with application to image analysis and automated cartography. *Commun. Assoc. Comp. Mach.*, 24:381–395, 1981.

[20] S. Se. Computer Vision Aids for the Partially Sighted. PhD thesis, Department of Engineering Science, University of Oxford, 1998.