

Étude de la lecture des codes-barres

Dans un monde de plus en plus connecté, la gestion des informations repose sur l'automatisation des échanges, illustrée par la lecture des codes-barres. Cette technologie, omniprésente dans le commerce et la logistique, symbolise la transformation des données physiques en informations numériques, facilitant ainsi la mondialisation des échanges.

Le thème de cette année, "transition, transformation, conversion", résonne parfaitement avec ce sujet. En étudiant la lecture des codes-barres, j'explore comment ces processus de conversion d'images en données exploitables participent à la transformation des systèmes logistiques et à la transition numérique des sociétés modernes.

Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :

- *INFORMATIQUE (Informatique pratique)*
- *MATHEMATIQUES (Analyse)*

Mots-clés (ÉTAPE 1) :

Mots-clés (en français)

Reconnaissance de codes-barres

Transformée de Fourier 2D

Traitements d'images

Segmentation d'images

Fenêtrage mobile

Mots-clés (en anglais)

Barcode recognition

2D Fourier transform

Image processing

Image segmentation

Sliding window

Bibliographie commentée

Le traitement d'image pour la reconnaissance de codes-barres repose sur des principes mathématiques, informatiques et physiques. Il comprend plusieurs étapes clés, dont l'acquisition et le prétraitement de l'image, le débruitage, la correction de la rotation, la segmentation, la binarisation, et l'amélioration des contours, chacune ayant des enjeux spécifiques.

L'acquisition d'image représente la première phase de transformation de l'image brute en une version utilisable pour l'analyse. Cette étape est cruciale, car elle permet de garantir que l'image est d'une qualité suffisante pour procéder aux étapes suivantes sans perte d'informations. Cependant, cette phase est sujette à des défis, notamment la réduction du bruit.

Pour y remédier, des techniques de débruitage telles que les filtres bilatéraux ou médians sont couramment employées. Le filtre bilatéral [1][2] permet de conserver les bords tout en éliminant le bruit. Le filtre médian, présenté au chapitre 5.3 et à la section 11.5 de *An Introduction to Image Processing* d'Alasdair McAndrew [3], est efficace contre le bruit impulsionnel en remplaçant chaque pixel par la médiane de ses voisins. Ces méthodes sont des piliers du débruitage dans le traitement d'image. Cependant, un mauvais débruitage peut entraîner la perte de détails essentiels et perturber le processus de détection des barres.

Après le débruitage, il peut être nécessaire de corriger les éventuelles rotations de l'image dues à un mauvais angle de prise de vue. Cette correction se fait généralement à l'aide de la détection des bords par le filtre Canny [4], combinée à la transformée de Hough [5][6]. Cette méthode permet de mesurer l'angle de déformation et de réaligner l'image afin que les barres du code-barres soient parfaitement horizontales. Cette étape est essentielle, car toute mauvaise orientation peut entraîner des erreurs dans la lecture du code-barres.

Une fois l'image correctement orientée, la segmentation entre en jeu pour isoler les zones contenant les barres. Cette phase permet de distinguer les zones pertinentes de l'image, facilitant ainsi l'extraction des éléments essentiels. La transformée de Fourier 2D, décrite au chapitre 4 de *An Introduction to Image Processing* [3], est utilisée pour analyser les fréquences présentes dans l'image et identifier les motifs caractéristiques des codes-barres. Toutefois, une segmentation incorrecte peut mener à des erreurs dans la détection des barres, d'où l'importance de bien calibrer les paramètres de seuil et la taille de la fenêtre de détection [7][8].

Une fois la segmentation effectuée, la binarisation permet de transformer l'image en noir et blanc, simplifiant ainsi l'extraction des contours des barres. La méthode de seuil d'Otsu [9][10] est ici privilégiée, comme présentée dans son article original et expliquée dans la documentation spécialisée.

L'efficacité des méthodes de traitement d'image repose sur la capacité des algorithmes à gérer les matrices de données et à exécuter des calculs parallèles pour accélérer le processus. Chaque étape du traitement, de l'acquisition à l'amélioration des contours, joue un rôle crucial dans la précision et la fiabilité de la lecture des codes-barres. L'interaction entre ces différentes techniques, appuyée par des travaux de référence, fait de cette tâche un défi constant avec des problèmes complexes à résoudre à chaque phase.

Problématique retenue

Comment obtenir une image prétraitée de qualité optimale afin d'assurer le bon déroulement et la réussite de lecture du code-barres ?

Objectifs du TIPE du candidat

Développer un programme capable de lire un code-barres à partir d'une image, en se concentrant principalement sur l'étude des techniques de segmentation et de correction de la rotation.

L'objectif est d'optimiser leur application face aux défauts courants tels que le bruit ou les distorsions, et de proposer une méthode pour garantir une détection et un décodage fiables.

Références bibliographiques (ÉTAPE 1)

- [1] SYLVAIN PARIS, PIERRE KORNPORST, JACK TUMBLIN, AND FRÉDO DURAND : A Gentle Introduction to Bilateral Filtering and its Applications : *CSAIL - Filtre bilatéral*
- [2] BEN WEISS : Fast median and bilateral filtering : *DOI: 10.1145/1141911.1141918*
- [3] MCANDREW, A. : An Introduction to Image Processing, chapitre 5.3, 11.5, et chapitre 4. : https://www.academia.edu/4147698/An_Introduction_to_Digital_Image_Processing_with_Matlab_Alasdair_McAndrew_2004?source=swp_share
- [4] OPENCV : Filtre Canny : https://docs.opencv.org/3.4/da/d22/tutorial_py_canny.html
- [5] MCANDREW, A. : An Introduction to Image Processing, chapitre 8.4. : https://www.academia.edu/4147698/An_Introduction_to_Digital_Image_Processing_with_Matlab_Alasdair_McAndrew_2004?source=swp_share
- [6] OPENCV : Transformée de Hough : https://docs.opencv.org/4.x/d3/de6/tutorial_js_houghlines.html
- [7] N. DALAL AND B. TRIGGS : Sliding Window : <https://www.cs.utoronto.ca/~fidler/slides/CSC420/lecture17.pdf>
- [8] SERGEY SYCH, : Sliding Window Technique : <https://supervisely.com/blog/how-sliding-window-improves-neural-network-models/>.
- [9] OTSU, N. : A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms, 1979.
- [10] LEARNOPENCV : Otsu Thresholding : <https://learnopencv.com/otsu-thresholding-with-opencv/>