

Sécuriser notre vie avec les capteurs biométriques: Empreinte digitale

Mon intérêt pour ce sujet est parti des applications de l'authentification par empreinte digitale, en particulier dans le domaine de la sécurité que ce soit dans un aspect judiciaire ou quotidien ou ces analyses sont omniprésentes notamment sur nos téléphones.

L'authentification est un pilier de la sécurité, le projet s'inscrit donc dans le thème de l'année. De plus, cette technologie repose sur des propriétés physiques pour obtenir une image fiable de l'empreinte et pouvoir l'analyser correctement grâce à un programme python.

-Positionnement thématique

Physique (optique géométrique) Informatique (traitement d'image)

-Mots clé

Empreinte digitale	Digital print
Strioscopie	Strioscopy
Squelettisation	Skeletonization
Minuties	Minutiae
Hachage	Hash

-Bibliographie commentée

Depuis 1892, Francis Galton (1) a prouvé que la probabilité que deux personnes aient la même empreinte est de 1 chance sur 64 milliards. Différentiables par une liste de 13 minuties, forme particulière formée par les sillons des doigts, elles ont permis depuis ce temps de différencier deux personnes de façon quasi certaine.

Pour réaliser cette analyse automatiquement, il nous fallait d'abord la récupérer assez précisément pour que l'image soit exploitable. Une des solutions envisagées fut la réflexion totale frustrée (2) découverte en premier par Newton. En posant son doigt sur un prisme et en le regardant à l'œil nu, les reliefs de l'empreinte vont apparaître. Newton pensait que cette différence permettait aux particules de lumières de pénétrer un peu entre la peau et le doigt. L'évolution dans la physique quantique et le modèle ondulatoire de la lumière ont

permis de montrer que c'est en fait la création, ou non, d'une onde évanescente entre le prisme et le doigt qui causait ce phénomène. Cette différence dans la réflexion va alors se répercuter sur la lumière retransmise à l'œil et permettra alors de voir l'empreinte.

La seconde méthode employée fut celle de la strioscopie (3). Par un dispositif optique de déviation et de filtration de la lumière, nous sommes capables de visualiser sur un capteur ccd les défauts d'une surface translucide. En utilisant ce système avec une lame de verre avec une empreinte dessus, les sillons du doigt joueront alors le rôle de défaut et dévieront la lumière, le faisceau non dévié sera lui filtré par un cache placé entre la lame et le capteur et on pourra alors visualiser la trace d'empreinte.

Une fois l'image obtenue, le premier travail sur l'image était de la passer en noir et blanc, les légères teintes n'étant pas utiles dans l'analyse de l'image. En suite il nous fallait trouver une solution de comparaison : Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés à la méthode du hachage perceptuel (4). Cette algorithmique va assigner à chaque image une empreinte numérique, en réalité une ligne de caractère. Si les deux images

comparées par cette algorithme sont relativement semblables, leurs empreintes le seront aussi. Il ne restera alors qu'à comparer les 2 chaînes de caractère en fixant arbitrairement un seuil. Cependant l'algorithme n'était pas assez fin, en effet cette méthode est une bonne solution pour comparer deux images complètement différentes cependant les empreintes, mêmes différentes sont trop proches pour donner un résultat probant.

Nous nous sommes donc penchés sur une seconde méthode s'intéressant plus aux minuties de l'empreinte. Pour ce faire, une simplification de l'image était nécessaire pour gagner en temps de calcul et limiter les erreurs. Ainsi, nous avons créé un programme mettant en évidence les contours de l'image de l'empreinte en comparant chaque pixel de l'image à son voisinage et en étudiant la continuité des contrastes entre noir et blanc. Néanmoins le résultat perdait en fiabilité par rapport à l'originale en supprimant une partie des minuties.

Vient alors la méthode de la squelettisation (5), analogue à la méthode des contours mais permettant de remplacer chaque sillons de l'empreinte par une seule ligne d'un seul pixel. En stockant les coordonnées des points noirs de l'image originale et en les projetant de

manière adéquate sur une nouvelle image vierge, on obtient cette fois-ci un résultat qui est plus facilement exploitable tout en ne supprimant aucune information. Finalement sur l'image squelettique, nous avons appliqué la méthode du crossing number (5). Cette solution permet d'identifier chaque minutie de l'empreinte en parcourant les pixels de l'image et en énumérant le nombre de pixels noirs autour.

Une fois le nombre de chaque minutie obtenu pour les deux empreintes, il suffit de comparer ces résultats pour valider ou non l'authentification.

-Bibliographie :

- (1) Hasnaoui Nassim Aboubakr: Biométrie :

https://www.biometrie-online.net/images/stories/dossiers/technique/empreintes/La%20reconnaissance%20automatique%20des%20empreintes%20digitales_Hasnaoui_Nassim.pdf

- (2) Gurvan Brasse : Qualification des cristaux :

http://cmdo.cnrs.fr/IMG/pdf/Gurvan_Brasse_Metz_nov_2012.pdf

- (3) Henri Reboul : Applications des nombres complexes :

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02319884/file/REF-TOT-HR-v10.pdf>

- (4) JeffProd : Programmation : <https://fr.jeffprod.com/blog/2018/le-hachage-perceptuel/>

- (5) Université de Mostaganem : Reconnaissance d'empreinte digitale :

<http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/9432/MINF85.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

-Problématique

Il faut trouver la meilleure solution pour capturer une empreinte digitale de la meilleure qualité possible, traiter l'image pour la rendre la plus claire possible et finalement mettre en place une solution viable de comparaison d'empreinte en limitant les erreurs et en permettant un maximum de flexibilité au niveau de l'orientation du doigt.

-Objectifs

L'objectif de ce projet était de trouver un moyen d'analyser l'empreinte digitale d'un usager. Dans un premier temps, nous avons donc mené une démarche expérimentale permettant

d'obtenir une image d'empreinte nette et contrastée. Ensuite nous avons exploité l'image obtenue par le biais de différentes méthodes. Enfin nous aimerions tester nos programmes en comparant une empreinte à elle même avec deux images prises dans des contextes différents (inclinaison, lumière...) et deux images d'empreintes différentes