Jurnal Rekayasa Elektrika

VOLUME 11 NOMOR 4 AGUSTUS 2015

Pencocokan Citra Sidik Jari Menggunakan Korelasi Silang Ternormalisasi 144-148

Bulkis Kanata

JRE	Vol. 11	No. 4	Hal 123–156	Banda Aceh, Agustus 2015	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620x

Pencocokan Citra Sidik Jari Menggunakan Korelasi Silang Ternormalisasi

Bulkis Kanata
Jurusan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram
Jl. Majapahit No. 62, Mataram 83125
e-mail: uqikanata@te.ftunram.ac.id

***Abstrak*—Pencocokan citra sidik jari merupakan prosedur penting dalam pengenalan sidik jari. Pencocokan citra sidik jari yang handal di bawah berbagai kondisi pengambilan citra yang berbeda sulit dicapai, karena adanya perubahan tekanan jari, variasi sudut, dll. Pencocokan sidik jari sangat penting untuk pengembangan sistem pengenalan sidik jari yang sensitif terhadap tekanan jari. Makalah ini mengusulkan sebuah algoritma pencocokan sidik jari yang memungkinkan template yang disebut sidik jari (diekstrak bagian tertentu (region of interest (ROI)) dari sidik jari seseorang dicocokkan dengan sidik jari yang berbeda dari orang yang sama atau orang yang berbeda yang diambil pada waktu, sudut dan tekanan jari yang berbeda menggunakan korelasi silang ternormalisasi (KST). Algoritma ini diimplementasikan dalam MATLAB. Hasil penelitian menunjukkan NCC maksimum untuk ROI sidik jari sumber dengan target bernilai lebih besar dari 0,62 yang menunjukkan korelasi atau kemiripan kuat.**

Kata kunci: ***Sidik jari, Korelasi silang ternormalisasi (KST), Pencocokan, Region of interest (ROI)***

***Abstract*—Fingerprint image matching is an important procedure in fingerprint recognition. Robust fingerprint image matching under a variety of different image capture conditions is difficult to achieve, because of changes in finger pressure, variation of the angle, etc. Fingerprint matching is very important for the development of fingerprint system recognition that is sensitive to finger pressure. This paper proposes a fingerprint matching algorithm that enables the so-called fingerprint template (extracted specific part (region of interest (ROI)) of a person's fingerprints to be matched to the different fingerprint of the same person or different people taken on different time, angle and a different finger pressure using normalized cross-correlation (NCC). This algorithm was implemented in MATLAB. The results showed that the maximum NCC value for ROI of the source fingerprints and targets that was greater than 0.62 indicates a strong correlation or similarity.**

Keywords: ***Fingerprint, Normalized Cross-Correlation (NCC), Matching, Region of interest (ROI)***

I. PENDAHULUAN

Pencocokan citra sidik jari merupakan prosedur penting dalam pengenalan sidik jari. Sulit untuk mencapai pencocokan citra sidik jari yang handal di bawah berbagai kondisi pengambilan citra yang berbeda, seperti perubahan tekanan jari, variasi sudut, dan lain lain. Pencocokan sidik jari sangat penting untuk pengembangan sistem pengenalan sidik jari yang sensitif terhadap tekanan jari. Beberapa metode yang bisa digunakan untuk mendapatkan pengenalan citra sidik jari yang handal seperti yang dilakukan oleh beberapa peneliti untuk pengenalan citra dibawah kondisi pencahayaan yang berbeda yang menyebabkan kontras, kecerahan citra berbeda diklasifikasikan menjadi tiga pendekatan yaitu pendekatan berbasis fitur [1], berbasis pendekatan tampilan [2], [3] dan pendekatan campuran [4]. Dalam pendekatan berbasis fitur, diperlukan ekstraksi fitur sidik jari yang kuat terhadap variasi iluminasi. Peta sisi citra yang diekstrak dibandingkan berdasarkan langkah-langkah kesamaan holistik, seperti jarak Hausdorff [5]. Banyak metode telah disajikan untuk ekstraksi titik fitur yang kuat dari suatu citra. Sebagai contoh, titik perhatian yang dipilih sebagai titik fitur melalui analisis keluaran citra menggunakan tapis Gabor. Titik maksimum kelengkungan atau perubahan titik dari bentuk fungsi citra yang digunakan sebagai titik fitur citra [2]. Georghiades dkk. [1] mengusulkan pendekatan yang membandingkan citra wajah dalam kondisi pencahayaan yang berbeda dengan memperkenalkan kerucut pencahayaan yang dibangun dari beberapa citra dari orang yang sama dengan pose yang sama di bawah arah pencahayaan yang berbeda. Selanjutnya, [6] mengembangkan sistem pengenalan wajah berdasarkan bentuk melalui rasio iluminasi independen citra yang diperoleh dari penerapan bentuk simetris dari bayangan pada citra wajah. Dalam pendekatan campuran, pengenalan wajah dicapai dengan menerapkan model wajah yang terdiri dari bentuk wajah serta informasi intensitas citra. Selanjutnya, pada studi pencocokan plat kendaraan dengan metode *Phase Only Correlation* (POC), disimpulkan bahwa nilai puncak POC akan tinggi jika citra plat yang dicocokkan berasal dari citra plat yang sama dan sebaliknya jika citra yang dicocokkan berasal dari citra yang berbeda [7].

Kadang kala dibutuhkan teknik registrasi citra yang efisien untuk mencapai tingkat pengenalan yang tinggi.

ISSN. 1412-4785; e-ISSN. 2252-620X
DOI: 10.17529/jre.v11i4.2405

Hal ini menyebabkan diperlukannya pengembangan teknik ekstraksi ciri dan teknik *template matching* (pencocokan *template*). Pada makalah ini diusulkan algoritma pencocokan citra sidik jari berdasarkan korelasi silang ternormalisasi (KST).

II. STUDI PUSTAKA

Korelasi silang antara dua sinyal atau korelasi silang sederhana adalah alat standar untuk mengevaluasi sejauh mana dua sinyal serupa. Hal ini merupakan pendekatan dasar untuk mencocokkan dua *patch* citra [8]. Teknik ini memiliki beberapa keunggulan. Keuntungan pertama adalah korelasi silang mudah dalam komputasinya, ketika digunakan untuk pencocokan *patch* dalam posisi yang khas dalam citra, metode Fourier dapat digunakan untuk menghitung korelasi silang cepat. Keuntungan kedua adalah bahwa korelasi silang independen terhadap pergeseran dan penyekalaan dalam domain intensitas, sehingga cukup terlepas dari variasi pencahayaan.

KST telah umum digunakan sebagai metrik untuk mengevaluasi tingkat kesamaan (atau perbedaan) antara dua citra yang dibandingkan. Keuntungan utama dari normalisasi korelasi silang atas korelasi silang biasa adalah kurang sensitif terhadap perubahan linear amplitudo iluminasi pada dua citra yang dibandingkan. Selanjutnya, NCC terbatas dalam kisaran antara -1 dan 1 [8].

A. Korelasi Silang

Penggunaan korelasi silang untuk pencocokan template dimotivasi oleh ukuran jarak (jarak Euclidean kuadrat) [2].

$$d^2_{f,t}(u,v) = \sum_{x,y} \left[f(x,y) - t(x-u, y-v) \right]^2, \qquad (1)$$

Dengan f adalah citra target, t adalah fitur dan d^2 adalah jarak Euclidean kuadrat. Dari Persamaan (1) d^2 dapat diperluas jadi Persamaan (2) berikut:

$$d^2_{f,t}(u,v) = \sum_{x,y} [f^2(x,y) - 2f(x,y)t(x-u, y-v) + t^2(x-u, y-v)] \qquad (2)$$

Bentuk $\Sigma\ t^2(x\text{-}u,y\text{-}v)$ konstan. Jika $\Sigma\ f^2(x,y)$ konstan, maka formula korelasi silang yang bersisa adalah Persamaan (3) yang merupakan ukuran kesamaan antara citra target dengan fitur.

$$c(u,v) = \sum_{x,y} f(x,y)t(x-u, y-v). \qquad (3)$$

B. Korelasi Silang Ternormalisasi

Ada beberapa kerugian menggunakan Persamaan (3) untuk *template matching*:

- Jika energi citra bervariasi terhadap posisi, pencocokan menggunakan persamaaan (3) bisa gagal.
- Rentang $c\ (u, v)$ tergantung pada ukuran fitur.
- Persamaan (3) tidak invarian terhadap perubahan amplitudo citra seperti yang disebabkan oleh perubahan kondisi pencahayaan pada runtun citra.

Koefisien korelasi mengatasi kesulitan ini dengan menormalisasi vektor citra dan fitur pada satuan panjang yang disebut NCC sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (4).

$$\gamma(u,v) = \frac{\sum_{x,y} [f(x,y) - \bar{f}_{u,v}][t(x-u, y-v) - \bar{t}]}{\left\{ \sum_{x,y} [f(x,y) - \bar{f}_{u,v}]^2 \sum [t(x-u, y-v) - \bar{t}]^2 \right\}^{0.5}}. \qquad (4)$$

Dengan $\bar{t}$ rerata fitur (ROI) dan $\bar{f}_{u,v}$ rerata citra target $f(x,y)$ di bawah daerah fitur (ROI).

III. METODE

Pada penelitian ini diterapkan korelasi silang ternormalisasi untuk pencocokan citra sidik jari yang diambil dari 5 sidik jari mahasiswa Teknik Elektro Universitas Mataram. Dari setiap orang diambil sidik jari sebanyak lima kali dengan tekanan jari yang berbeda. Pengolahan korelasi silang ternormalisasi terhadap sidik jari dilakukan menggunakan software Matlab. Pencocokan melibatkan 2 tahap yaitu registrasi model yang dilakukan dengan menyimpan citra ke dalam memori komputer dan proses pencarian untuk mengekstrak sidik jari dari citra sidik jari.

Berikut algoritma pencocokan citra sidik jari untuk citra sidik jari yang diekstrak dengan citra yang berbeda terhadap orang yang sama atau berbeda, yang diambil pada waktu berbeda:

1. Baca citra
2. Pilih bagian *region of interest* (ROI) setiap citra sumber, dengan mengatur posisi seperti berikut:
   a. Posisi [0 0 128 128]: citra ROI sama dengan citra sumber dengan ukuran 128 x 128 pixel (kondisi penuh).
   b. Posisi [0 0 64 64]: citra ROI ¼ bagian dari citra sumber (bagian kiri atas citra sumber) dengan ukuran 64x 64 pixel.
   c. Posisi [64 0 128 128]: ½ bagian dari citra sumber (bagian kiri citra sumber) dengan ukuran 128 x 64 pixel.
   d. Posisi [0 64 128 128]: ½ bagian dari citra sumber (bagian bawah citra sumber) dengan ukuran 64 x 128 pixel.
3. Lakukan NCC dengan citra target menggunakan pesamaan (4) dan cari koordinat puncak.
4. Cari total ofset antara citra. Total *offset* atau translasi antara citra tergantung lokasi puncak matriks korelasi silang, ukuran dan posisi sub citra (ROI) .
5. Cek apakah citra ROI atas citra sumber mirip dengan citra sumber atau citra target lain dengan menentukan NCC maksimum.

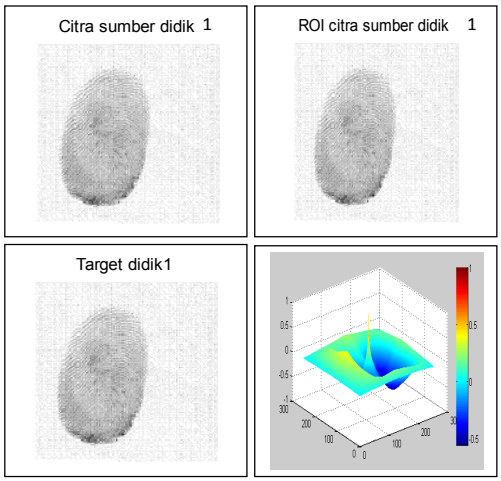
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencocokan citra sidik jari dilakukan menggunakan citra intensitas ukuran 128x128 pixel. ROI dibuat jadi 4 macam ukuran sebagaimana dijelaskan pada bagian metode.

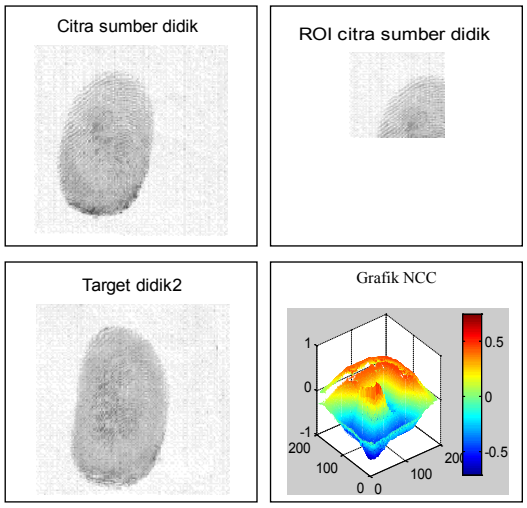
Hasil pencocokan beberapa sampel korelasi untuk citra sidik jari dengan orang yang sama sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1 - Gambar 4 dan rangkuman NCC untuk 5 orang dengan sampel masing-masing 5 sidik jari ditunjukkan pada Tabel 1. Pencocokan citra dapat dilihat dari hasil NCC maksimum, semakin besar NCC maka korelasi antara citra semakin tinggi. Pencocokan/ korelasi terbaik ditandai dengan nilai NCC maksimal. Dari Tabel 1 NCC maksimum untuk ROI sidik jari sumber dengan target bernilai dari 0,61-1.

Tabel 1. Nilai NCC maksimum untuk citra sidikjari orang yang sama

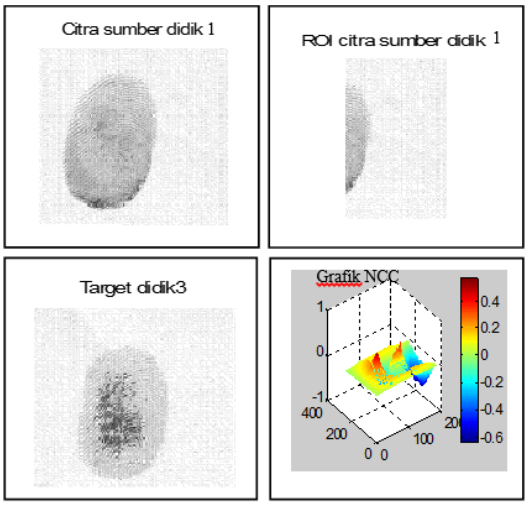
No	Sidik jari sumber	Sidik jari target	NCC maks pada posisi ROI dari citra sumber				Rerata
			Penuh	¼ kiri atas	½ kiri	½ bawah	
1	Didik1	didik1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2		didik2	0,66	0,75	0.63	0,68	0,68
3		didik3	0,56	0,71	0,63	0,69	0,65
4		didik4	0,70	0,72	0,68	0,86	0,74
5		didik5	0,77	0,68	0,75	0,82	0,76
6	Imam1	Imam1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
7		Imam2	0.71	0.90	0.83	0.70	0,79
8		Imam3	0.72	0.86	0.83	0.71	0,78
9		Imam4	0.67	0.90	0.84	0.63	0,76
10		Imam5	0.72	0.88	0.83	0.70	0,78
11	Maro1	maro1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
12		maro2	0.64	0.78	0.68	0.76	0,72
13		maro3	0.77	0.77	0.68	0.78	0,75
14		maro4	0.73	0.80	0.68	0.79	0,75
15		maro5	0.63	0.78	0.68	0.76	0,71
16	oni1	oni1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
17		oni2	0.72	0.70	0.73	0.77	0,73
18		oni3	0.64	0.69	0.71	0.70	0,69
19		oni4	0.77	0.71	0.74	0.82	0,76
20		oni5	0.60	0.70	0.70	0.82	0,71
21	amin1	amin1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
22		amin2	0.52	0.68	0.62	0.57	0,60
23		amin3	0.58	0.67	0.66	0.63	0,64
24		amin4	0.55	0.68	0.62	0.59	0,61
25		amin5	0.57	0.68	0.62	0.58	0,61



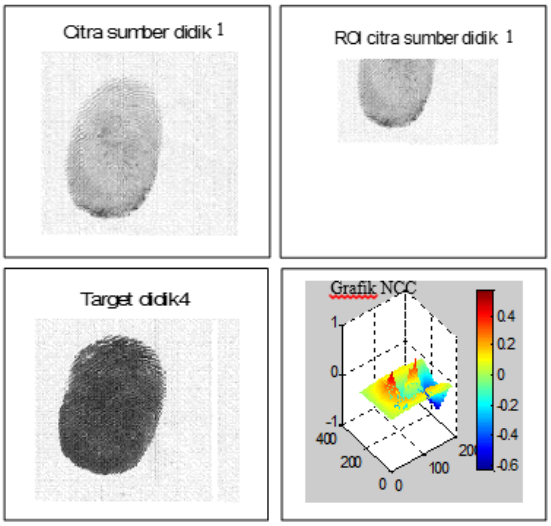
Gambar 1. Sampel citra sumber didik1, posisi ROI [0 0 128 128] dari sumber, target didik1 dan Grafik NCC dengan NCC maksimum = 1



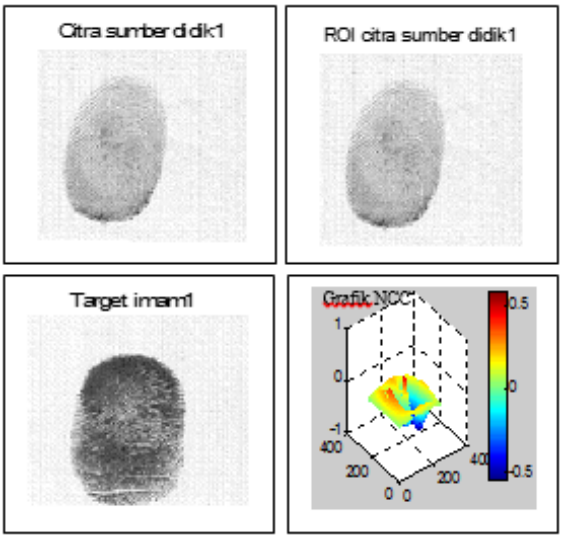
Gambar 2. Sampel citra sumber didik1, posisi ROI [0 0 64 64], target didik2 dan Grafik NCC dengan NCC maksimum = 0.75



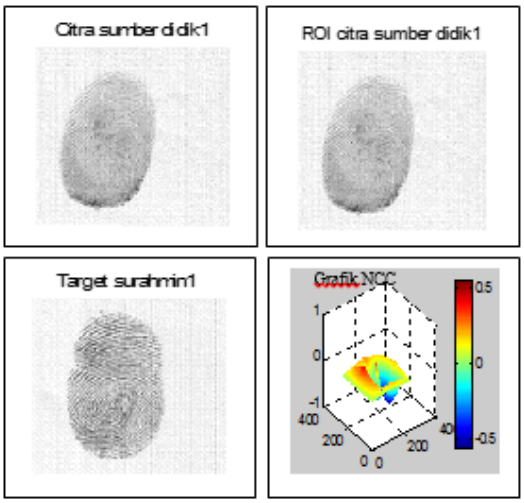
Gambar 3. Sampel citra sumber didik1, posisi ROI [64 0 128 128], target didik3 dan Grafik NCC dengan NCC maksimum = 0.63



Gambar 4. Sampel citra sumber didik1, posisi ROI [0 64 128 128], target didik3 dan Grafik NCC dengan NCC maksimum = 0.86



Gambar 5. Sampel citra sumber didik1, posisi ROI [0 0 128 128], target imam1 dan Grafik NCC dengan NCC maksimum = 0.59



Gambar 6. Sampel citra sumber didik1, posisi ROI [0 0 128 128], target surhamin1 dan Grafik NCC dengan NCC maksimum = 0.56

Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan sampel grafik NCC untuk pemilik citra sidik jari dengan sumber dan target sidik jari yang berbeda.

Rangkuman NCC untuk pemilik citra sidik jari dengan ROI sumber dan target sidik jari yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 2. Dari Tabel 2 tersebut menunjukkan rerata NCC maksimum untuk citra sidik jari dengan orang yang bebeda lebih kecil atau sama dengan 0.62.

Tabel 2. Nilai NCC maksimum untuk citra sidik jari orang yang berbeda

No	Sidik jari sumber	Sidik jari target	NCC maks pada posisi ROI dari citra sumber				Rerata
			Penuh	¼ kiri atas	½ kiri	½ bawah	
1	didik1	Imam1	0.59	0.48	0.63	0.62	0.58
2		maro1	0.64	0.65	0.61	0.57	0.62
3		oni1	0.56	0.52	0.63	0.69	0.60
4		amin1	0.56	0.70	0.63	0.60	0,62
5	imam1	maro1	0.48	0.60	0.53	0.61	0,56
6		oni1	0.54	0.60	0.54	0.50	0.55
7		amin1	0.65	0.60	0.66	0.50	0.60
8	maro1	oni1	0.61	0.66	0.68	0.56	0.62
9		amin1	0.63	0.47	0.68	0.57	0.59
10	oni1	amin1	0.58	0.50	0.70	0.60	0.6

V. KESIMPULAN

Nilai rerata KST maksimum untuk ROI sidik jari sumber dengan target pemilik sidik jari yang sama bernilai dari 0,61-1 sedangkan nilai rerata KST maksimum untuk ROI sidik jari sumber dengan target pemilik sidik jari yang berbeda lebih kecil dan sama dengan 0.62. Berdasarkan nilai KST tersebut dapat disimpulkan bahwa jika nilai KST maksimum lebih besar 0.62 maka kedua sidik jari tersebut menunjukkan korelasi/kemiripan kuat.

REFERENSI

[1] A. S. Georghiades, D. J. Kriegman, P. N. Belhumeur, "From Few to Many: illumination Cone Models for Face Recognition under Variable Lighting and Pose", IEEE Trans. Pattern Analysis Mach. Intel., Vol. 23, No. 6, pp. 643-660, 2001

[2] M. Mori and K. Kashino, Kashino, "Fast Template Matching based on Normalized Cross Correlation using Adaptive Block Partitioning and Initial Threshold Estimation", IEEE International Symposium on Multimedia, pp. 196-203, 2010.

[3] C. Saravanan, M. Surender, "Algorithm for Face Matching Using Normalized Cross-Correlation", International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), ISSN: 2249 – 8958, Volume-2, Issue-4, April 2013.

[4] L. Wiskott, J.-M. Fellous, N. Kuiger, C. von der Malsburg, "Face recognition by elastic bunch graph matching", IEEE Trans. PAMI, Vol. 19, No. 7, pp. 775 - 779,1997.

[5] B. Takacs and H. Wechsler, "Face recognition using binary image metrics", Proc. Third IEEE Conf. Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 294-299, 1998.

[6] S. Belongie, J. Malik, and J. Puzicha, “Matching shapes”, Proc. Int. Conf. Computer Vision, pp.454-461 , 2001.

[7] L. S. Putri, Roslidar, F. Arnia, “Studi Pencocokan Plat Kendaraan dengan Metode Phase Only Correlation”, Junal Rekayasa Elektrika Vol. 9, No. 4, Oktober 2011.

[8] Y. R. Rao, N. Prathapani, E. Nagabhooshanam,” Application of normalized cross correlation to image registration”, International Journal of Research in Engineering and Technology, eISSN: 2319-1163 | pISSN: 2321-7308, 2014.

Penerbit:
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111
website: http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE
email: rekayasa.elektrika@unsyiah.net
Telp/Fax: (0651) 7554336

1412 4785