

# Mempelajari Algoritma Penggabungan Gambar Panorama\*

Jubiao Li dan Junping Du

Beijing Lab Utama Perangkat Lunak Telekomunikasi  
Cerdas dan

Multimedia Sekolah Ilmu Komputer, Universitas Pos dan  
Telekomunikasi

Beijing Beijing, 100876,

Tiongkok ljb\_233@163.com, junpingdu@126.com

**Abstrak** - Makalah ini mempelajari secara menyeluruh tentang gambar panorama, sebuah aplikasi penting dari teknologi realitas virtual, dan mengusulkan metode berbasis fitur untuk menghasilkan panorama. Deskripsi solusi dan algoritma untuk setiap langkah diberikan secara rinci, termasuk algoritma deteksi sudut Harris, algoritma RANSAC, algoritma Levenberg-Marquardt dan sebagainya. Beberapa perbaikan algoritma diusulkan untuk mengatasi kekurangan tersebut. Hasil percobaan diberikan di akhir makalah. Hal ini menunjukkan bahwa panorama yang dihasilkan dengan metode ini lengkap, jelas, dan tidak ada distorsi yang jelas, serta metode yang diterapkan dalam sistem sudah tepat dan praktis.

**Ketentuan Indeks** - Realitas Virtual; Gambar Panorama; Gambar Jahitan; Algoritma Harris; Registrasi Gambar

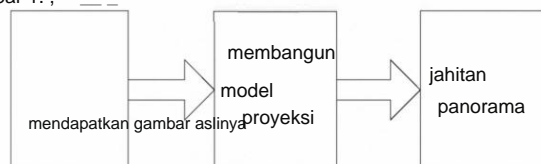
## I. PENDAHULUAN

Gambar panorama merupakan ekspresi realitas maya. Ini berevolusi dari gambar dunia nyata, dan umumnya memiliki tampilan penuh dan resolusi tinggi untuk memberikan pengalaman yang hidup kepada pengguna [1]. Citra panorama merupakan arah penelitian penting dan penerapan teknologi realitas virtual. Ini melibatkan pemrosesan gambar digital, grafik komputer, visi komputer, mesin 3D, dan banyak teknologi lainnya, dan memiliki masa depan yang lebih luas dalam pariwisata virtual, analisis citra medis, kota digital, dll.

Salah satu cara untuk mendapatkan panorama adalah dengan menggunakan beberapa peralatan fotografi khusus, namun perangkat ini seringkali mahal dan rumit. Cara lain yang hanya membutuhkan kamera biasa adalah dengan menggunakan sekumpulan gambar yang tumpang tindih untuk digabungkan menjadi gambar yang berisi semua tampilan. Metode ini memerlukan penggabungan panorama, yang akan dijelaskan di bawah.

## II. GENERASI GAMBAR PANORAMA

Seluruh generasi panorama dapat dibagi menjadi tiga langkah, lihat Gambar 1.



Gambar 1 Proses pembuatan panorama

### A. Gambar Asli

Menggunakan kamera biasa untuk mendapatkan gambar sangatlah sederhana. Namun ada dua hal yang perlu diperhatikan secara berurutan

untuk memastikan bahwa panorama akan dibuat secara akurat.

Pertama, setiap dua gambar dari kumpulan tersebut harus memiliki beberapa bagian yang tumpang tindih. Kedua, tinggi horizontal gambar harus mempertahankan kisaran tertentu.

### B. Model Proyeksi Secara

umum panorama mempunyai tiga model proyeksi yang berbeda, yaitu kubus, bola, dan silinder. Masing-masing mempunyai hasil pertunjukan yang berbeda.

Dalam tulisan ini, kami memilih model silinder. Ini memetakan gambar ke silinder yang sesuai untuk mendapatkan panorama 360 derajat. Dan inti silinder adalah sudut pandangnya. Model ini memiliki dua keunggulan. Sangat mudah untuk mengambil gambar asli dan menyimpan panorama, karena permukaan silinder dapat melebar menjadi bidang persegi panjang.

### C. Image Stitching Kunci

dari image stitching adalah registrasi gambar. Kemampuan fotorealistik dan real-time semuanya bergantung pada kinerja algoritma registrasi gambar. Menurut cara registrasi gambar yang berbeda, teknologi penggabungan gambar secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga kategori: algoritma korelasi fase, algoritma berbasis wilayah, dan algoritma berbasis fitur.

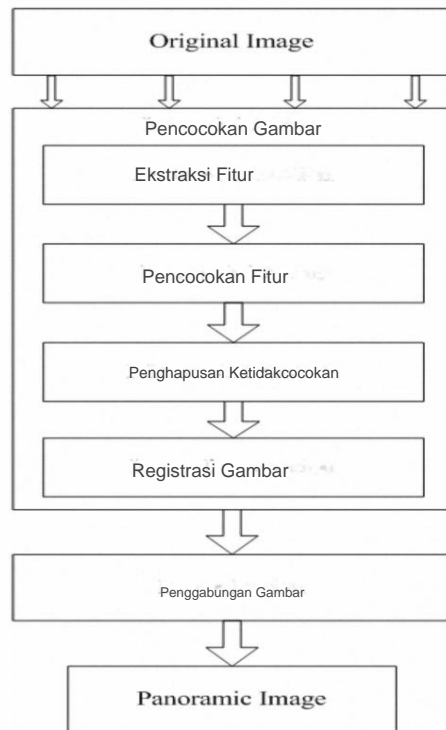
Algoritma korelasi fase tidak bergantung pada pemandangan, dan dapat menyelaraskan gambar 2D translasi secara akurat. Algoritma berbasis wilayah memilih jendela pada gambar sebagai templat, lalu membandingkan templat tersebut dengan gambar yang menunggu untuk didaftarkan. Namun, metode ini tidak cocok untuk gambar yang memiliki rotasi lager atau perspektif berbeda.

Algoritma berbasis fitur memilih fitur dari gambar-gambar tersebut, dan kemudian melakukan pencocokan fitur sesuai dengan prinsip kesesuaian. Ia memiliki ketahanan yang baik terhadap tingkat kontras dan perubahan pencahayaan, juga memiliki kompleksitas komputasi yang kecil. Cara memilih fitur adalah masalah utama. Dan fitur umum termasuk operator deteksi Harris corner [2], karakteristik SIFT, dll.

### AKU AKU AKU. ALGORITMA JAHITAN

Makalah ini mempelajari tentang penjahitan gambar berbasis fitur algoritma. Seluruh proses ditunjukkan pada gambar 2.

\* Pekerjaan ini sebagian didukung oleh Beijing Natural Science Foundation of China (No.4082021) dan Project of Beijing Education Conunittee.



Gambar 2 Proses jahitan

Mosaik gambar didasarkan pada wilayah yang tumpang tindih, jadi masalah pertama adalah bagaimana mengidentifikasi wilayah yang tumpang tindih. Algoritma pencocokan berbasis fitur mengekstrak beberapa titik fitur dari gambar, dan kemudian melakukan pencocokan titik. Setelah ketidakcocokan dihilangkan, dilakukan registrasi gambar berdasarkan titik fitur pencocokan. Akhirnya, gambar-gambar tersebut, yang memiliki wilayah yang tumpang tindih, diinokulasi ke dalam panorama.

#### A. Ekstraksi Fitur

Untuk algoritma penggabungan gambar berbasis fitur, cara memilih titik fitur memiliki arti yang sangat penting. Poin fitur yang sering digunakan untuk mengkarakterisasi gambar harus memenuhi dua kondisi penting: a. Titik-titik fitur dari pemandangan yang sama

dalam perspektif, sudut pandang atau kondisi pencahayaan yang berbeda, harus sama. B. Poin-poin tersebut harus mempunyai jumlah informasi yang cukup agar

dapat dicocokkan satu sama lain.

Detektor Harris corner adalah operator pendeteksi fitur yang efisien, dan telah digunakan secara luas. Ini dapat dengan cepat dan akurat mendeteksi titik sudut. Selain itu, ia memiliki invarian rotasi dan informasi yang memadai. Namun, detektor Harris tradisional tidak memiliki invarian skala. Artinya, objek yang sama dengan ukuran berbeda pada gambar berbeda akan memiliki informasi fitur berbeda. Untuk mengatasi masalah tersebut, tulisan ini menggunakan algoritma pendeteksian Harris corner multi-skala.

#### 1) Algoritma Deteksi Sudut Harris Dalam

algoritma deteksi sudut Harris, perubahan keabuan pada citra regional digambarkan dengan turunan parsial orde pertama. Dan ia mengusulkan matriks  $M$ , yang dikaitkan dengan fungsi autokorelasi gambar. Dan kita bisa menentukannya

apakah suatu titik termasuk pendatang atau tidak dengan menghitung nilai eigen  $M$ . Dengan fungsi autokorelasi untuk menggambarkan jumlah deviasi keabuan citra regional adalah sebagai berikut:

$$E(u, v) = \sum_{x, y} [f(x+u, y+v) - f(x, y)]^2 \quad (1)$$

$W(x, y)$  adalah filter gaussian. Ekspansi Taylor  $E$  adalah sebagai berikut:

$$E(u, v) \approx \frac{1}{2} [u \ v] M [u \ v]^T \quad (2)$$

Pada (2),  $M$  adalah matriks simetris  $2 \times 2$ , seperti gambar di bawah ini.

$$M = \begin{pmatrix} \left( \frac{\partial I}{\partial x} \right)^2 & \left( \frac{\partial I}{\partial x} \right) \left( \frac{\partial I}{\partial y} \right) \\ \left( \frac{\partial I}{\partial x} \right) \left( \frac{\partial I}{\partial y} \right) & \left( \frac{\partial I}{\partial y} \right)^2 \end{pmatrix} \quad (3)$$

di mana  $I(x, y)$  adalah nilai abu-abu, dan  $\frac{\partial I}{\partial x}$  dan  $\frac{\partial I}{\partial y}$  adalah turunan parsial orde pertama pada sumbu  $x$  dan sumbu  $y$ .

turunan parsial orde pertama pada sumbu  $x$  dan sumbu  $y$ .

Nilai ekstrem kelengkungan fungsi autokorelasi abu-abu citra pada satu titik dapat didekati dengan nilai eigen  $M$ . Jika kedua nilai eigennya besar, berarti nilai ekstrem kelengkungan pada sumbu  $x$  dan sumbu  $y$  besar.

Dalam situasi ini, pergerakan kecil akan menyebabkan perubahan nilai abu-abu yang besar, sehingga titik tersebut merupakan titik pendatang.

Penentu  $M$  ( $\det M$ ) berbanding lurus dengan hasil kali nilai ekstrem kelengkungan, sehingga detektor Harris corner dapat dinyatakan

sebagai:  $R = \det M - k(\text{trace} M)^2$  (4)  $\text{trace} M = \ddot{y} +$

bahwa  $M = \ddot{y}^* M$ ,  $\ddot{y}$ ,  $\ddot{y}$  dan  $\ddot{y}$  adalah  $\ddot{y}$ , nilai eigen  $0,04 \ddot{y} \leq \ddot{y} \leq 0,06$ .

Jika IRI kecil, titiknya berada di daerah halus pada gambar. Jika IRI besar dan  $R < 0$  maka titiknya berada di daerah tepi. Hanya ketika IRI besar, dan  $R > 0$ , titiknya adalah titik corner. Biasanya kita memilih ambang batas  $T$ , bila  $R > T$  maka titik tersebut adalah titik corner.

Proses algoritma Harris corner digambarkan sebagai berikut: a.

Hitung turunan parsial orde pertama pada sumbu  $x$  dan sumbu  $y$  setiap titik pada gambar. Dan kemudian lakukan Gaussian filter dengan kuadrat dan hasil kali.

B. Hitung nilai  $R$  setiap titik. Jika  $R > T$ , kita memilih titik tersebut sebagai kandidat titik fitur. C. Di antara poin kandidat ini, kami memilih

maksimum di lingkungan sebagai titik fitur terakhir.

#### 2) Algoritma Deteksi Harris Multiskala Karena detektor

Harris tidak memiliki invarian skala, kami mengadopsi Harris corner multiskala [3] dengan menggunakan piramida gambar Gaussian. Algoritma spesifiknya adalah sebagai berikut:

A. Untuk setiap citra masukan  $I(x, y)$  kita membentuk piramida citra Gaussian  $\tilde{I}(x, y)$  menggunakan sub sampling rate  $s = 2$  dan lebar penghalusan piramida  $a = 1.0$

B. Matriks Harris pada level  $l$  dan posisi  $(x, y)$  adalah produk luar gradien yang dihaluskan. Outputnya adalah:

$$Af(x, y) = V^T d J_t(x, y) V^T d J_t(x, y)^T \quad (5)$$

Skala integrasi  $ad = 1.0$  dan skala turunannya  $ai = 1.5$ . C.

Hitung fungsi

$$\text{kekuatan sudut: } \det M_z(x, y) - \frac{1}{2} \text{tr} M_z(x, y) \tilde{y} + \frac{1}{2} \text{tr} M_z(x, y) \tilde{y}^2 \quad (6)$$

Pada (6),  $\tilde{y}$  dan  $\tilde{y}^2$  merupakan nilai eigen dari  $M$ ,  $f_{HM}(X, y)$  disebut juga mean harmonik dari nilai eigen tersebut. Titik-titik perhatian terletak di mana kekuatan sudut  $IHM(X, y)$  adalah maksimum lokal di lingkungan  $3 \times 3$ , dan di atas ambang batas  $T$ .

D. Untuk setiap titik minat, kami juga menghitung orientasinya  $B$  dan vektor orientasi:

$$[\cos B, \sin B] = \text{kamu aku dia} \quad (7)$$

$U$  berasal dari gradien lokal yang dihaluskan:

$$U_z(x, y) = V_a: \tilde{y}(x, y) \quad (8)$$

Skala integrasi untuk orientasi adalah  $ao = 4.5$ . Skala

turunan yang besar diinginkan sehingga bidang gradien  $U_z(x, y)$  bervariasi dengan lancar di seluruh gambar, membuat estimasi orientasi kuat terhadap kesalahan pada lokasi titik perhatian.

Karena biaya komputasi pencocokan sangat linier dalam jumlah titik perhatian, kita dapat menggunakan strategi adaptif non-maksimal penindasan (ANMS) untuk memilih sejumlah titik perhatian dari setiap gambar, dan memastikan bahwa titik perhatian terdistribusi dengan baik secara spasial. atas gambar.

## B. Pencocokan Fitur

Hubungan yang sesuai antara titik ketertarikan dua gambar dapat ditemukan dengan pencocokan fitur. Kita dapat mencapai hal ini dengan membandingkan energi kesalahan deskriptor titik fitur:

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^N (FVr(i) - \tilde{F}y(i))^2} \quad (9)$$

Kami menggunakan algoritma tetangga terdekat yang merupakan penyempurnaan dari algoritma pohon kD. Buat pohon kD untuk setiap gambar, dan pastikan bahwa simpul pohon adalah deskriptornya. Kemudian cari deskriptor satu gambar di pohon kD gambar lain, hingga menemukan semua pasangan titik menarik.

## C. Penghapusan Ketidakcocokan

Setelah langkah sebelumnya, beberapa pasang titik perhatian tidak dipetakan ke pemandangan yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa titik-titik tersebut bukanlah titik pencocokan sebenarnya, melainkan titik luar. Titik eksterior mempunyai pengaruh buruk terhadap perhitungan parameter. Jadi kita perlu menghilangkan poin eksterior. RAN SAC (Contoh Acak

Konsensus) adalah algoritma yang paling banyak digunakan untuk menghilangkan titik-titik luar. Dengan mencocokkan titik ganda, hubungan transformasi koordinat gambar dapat diselesaikan. Ini adalah matriks transformasi  $M$  [4].

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_1 & m_2 & m_3 \\ m_4 & m_5 & m_6 \\ m_7 & m_8 & m_9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (10)$$

$A' = M A$ ,  $A$  dan  $A'$  adalah titik ganda yang cocok.

Langkah-langkah algoritma RANSAC dirangkum di bawah

ini: Pilih 4 pasang titik yang cocok dari  $N$  pasangan secara acak untuk membuat persamaan. Dan carilah solusi dari parameter  $M$  yang tidak diketahui. Kemudian hitung jarak antara dua titik pasangan  $N-4$ . Jika jaraknya lebih kecil dari ambang batas, maka kedua titik tersebut merupakan titik interior. Pilih 4 pasang lainnya, dan ulangi prosesnya. Solusi optimal adalah parameter dengan titik interior maksimum.

## D. Registrasi Citra

Masalah utama dalam registrasi citra adalah menemukan model yang tepat untuk menggambarkan hubungan konversi antara dua citra. Sebenarnya kita sudah memiliki matriks transformasi  $M$  melalui algoritma RANSAC. Namun, proyeksi objek yang sama pada gambar yang berbeda akan berbeda karena arah proyektifnya berbeda. Algoritma RANSAC tidak bekerja dengan baik dalam masalah ini [5]. Pada dasarnya, masalah optimasi parameter dapat diubah menjadi masalah kuadrat terkecil nonlinier. Dalam matematika komputasi, solusi yang lebih baik untuk masalah ini adalah algoritma Levenberg-Marquardt [6].

### 1) Proyeksi Silinder

Untuk proyeksi silinder, kita mencari titik proyektif yang sesuai dengan menyelesaikan persamaan parameter bayangan bidang dan silinder. Lihat (11),  $w, h$  adalah lebar dan tinggi bayangan bidang,  $f$  adalah panjang fokus kamera,  $(x', y')$  adalah titik yang bersesuaian pada silinder.

$$\begin{cases} \arctan\left(\frac{x-w/2}{f}\right) + \arctan\left(\frac{y-h/2}{f}\right) = \arctan\left(\frac{x'}{f}\right) + \arctan\left(\frac{y'}{f}\right) \\ \sqrt{(x-w/2)^2 + (y-h/2)^2} = \sqrt{x'^2 + y'^2} \end{cases} \quad (11)$$

### 2) Optimasi Algoritma LMA Ketika rentang

kesalahan nilai awal dibatasi, kesalahan titik pencocokan tidak akan lebih dari 0,1 piksel melalui optimasi algoritma Levenberg-Marquardt.

Kita ambil error posisi koordinat titik tujuan sebagai fungsi error, dan ambil error minimalisasi proyeksi simetris sebagai optimalisasi matriks  $M$ . Fungsi error

$$C = \sum_i d^2(x_i, M^{-1}x'_i) + d^2(x'_i, Mx_i) = \sum_i c_i \quad (12)$$

Hitung turunan parsial C pada parameter m yang tidak diketahui. Kita memperoleh matriks Hessian A dan vektor gradien tertimbang b.

$$aid = L \frac{b_k}{c} = -L \frac{c}{8m_k} \frac{8m_l}{8m_k} \frac{8c}{8m_k} \quad (13)$$

Kemudian tambahkan nilai koreksi &n pada nilai taksiran m. &n = (A + A)<sup>-1</sup> b dan A

adalah parameter penyesuaian diri. Ulangi proses ini sampai C < T. Dan kemudian kita mendapatkan nilai m yang lebih akurat.

Dalam percobaan tersebut, kami menemukan bahwa ketika resolusinya cukup besar, algoritme memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi. Jika resolusinya lebih rendah, hasil konvergensinya mungkin salah. Oleh karena itu kami mengusulkan kesalahan komparatif warna. Jika resolusinya kecil, jika kesalahan C berkurang, tetapi kesalahan warna meningkat secara signifikan, maka arah konvergensinya salah. Pilih arah yang berlawanan pada iterasi berikutnya. Untuk menghindari pengaruh negatif kesalahan warna, kami mengharuskan aturan ini hanya berlaku jika C dan total kesalahan warna dikurangi hingga kisaran tertentu.

#### E. Penggabungan

Gambar Kita perlu memecahkan masalah ketidakjelasan dan distorsi yang disebabkan oleh noise, rotasi, atau offset pada langkah ini untuk memenuhi permintaan kehalusan dan jahitan yang mulus [7]. Kami memilih algoritma slow in dan slow out.

#### IV. HASIL EKSPERIMEN

Kondisi percobaan: Sistem Windows XP, prosesor 2.66GHz, RAM 2G, VC++6.0 Gambar 3 adalah

empat gambar biasa, dan gambar 4 adalah hasilnya. Hasilnya menunjukkan panorama yang lengkap, jernih, dan tidak ada distorsi yang kentara.



Gambar 3 Gambar asli



Gambar 4 Gambar panorama

#### V. KESIMPULAN

Dalam tulisan ini, kami mengekstrak titik fitur dengan menggunakan algoritma deteksi Harris corner multi-skala, mencocokkan dengan pohon KD, menghilangkan ketidakcocokan dengan algoritma RANSAC, dan kemudian mengoptimalkan matriks transformasi dengan algoritma Levenberg-Marquardt, dan menyelesaikan proyeksi dan fusi gambar. Akhirnya, hasil eksperimen menunjukkan panorama itu

yang dihasilkan oleh metode ini lengkap, jelas, dan tidak ada distorsi yang jelas, serta metode yang diterapkan dalam sistem tepat dan praktis.

#### PENGAKUAN

Pekerjaan ini sebagian didukung oleh Beijing Natural Science Foundation of China (NoA082021) dan Proyek Komite Pendidikan Beijing.

#### REFERENSI

- [1] Saya) Qingping Zhao. Ringkasan Realitas Virtual. Sains Tiongkok, Januari 2009.
- [2] C.Harris; MJ Stephens. Gabungan Detektor Pendatang dan Tepi. Dalam Alvey Vision Conference, 1988. hal.14-7
- [3] Matthew Brown; Richard Szeliski; Simon Winder. Pencocokan Multi-Gambar menggunakan Patch Berorientasi Multi-Skala. IEEE, 2005.
- [4] Youqun Huang. Yu Fu. Guangkun Ma. Metode Mosaik Panorama Silinder Berbasis Algoritma RANSAC. Jurnal Universitas Teknologi Shenyang, vol. 30, tidak. 4, 2008. hal.46-1-465
- [5] Yutong. Dianxing Liu. Kajian Beberapa Masalah Terkait Algoritma Panorama. Teknologi komputasi dan otomatisasi, vol. 25, tidak. 3, 2006. hal.11-114
- [6] Min Yang. Kajian Mosaik Gambar Berdasarkan Algoritma Levenberg-Marquardt. Insinyur elektronik, vol. 33, tidak. 10, 2007. hal.43-45
- [7] Lifeng Jiang. Studi tentang Teknologi Utama Jahitan Panorama. Makalah Master Universitas Teknologi Shandong, April 2008. hal.56-57