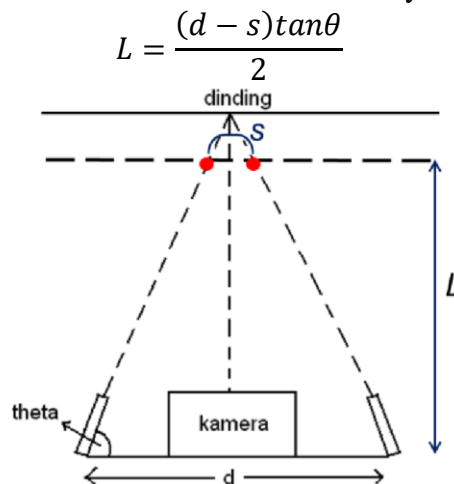


Nama : Muhammad Dhany Ashedananta  
NIM : 13319078  
Mata Kuliah : Laboratorium Instrumentasi dan Kontrol

### Tugas Pendahuluan Modul 1 – Instrumentasi Optik

1. Konsep triangulasi memanfaatkan prinsip kesebangunan segitiga untuk menentukan jarak antara kamera dengan suatu titik. Jarak tersebut dinyatakan dengan persamaan

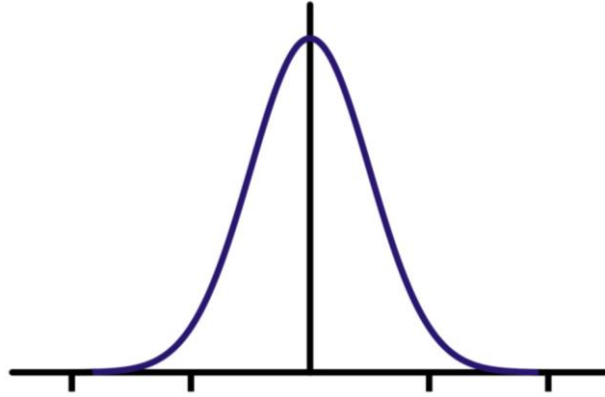


Persamaan tersebut dapat dipecah menjadi  $L = \frac{d}{2} \tan \theta - \frac{s}{2} \tan \theta$  dengan suku pertama menyatakan tinggi segitiga besar dan suku kedua adalah tinggi segitiga kecil. Selisih kedua suku tersebut menghasilkan jarak antara kamera dengan titik yang diamati. Dapat dilihat bahwa semakin dekat titik yang diamati dengan kamera maka panjang  $s$  juga akan semakin besar. Pada praktikum ini digunakan dua laser dan satu kamera untuk mengukur jarak dengan memastikan kedua laser memiliki besar sudut yang sama.

2. Filtering adalah pemrosesan gambar untuk meningkatkan kualitas citra atau memilah dan menonjolkan parameter yang diinginkan pengamat. Suatu gambar digital dapat dinyatakan sebagai fungsi dua dimensi dengan kedua variabel  $(x,y)$  menyatakan posisi titik pada gambar. Dalam filtering pada domain spasial, digunakan kernel berukuran  $N \times N$  sebagai filter yang memproses daerah yang dilingkupinya sesuai dengan fungsi yang ditentukan. Kemudian, kernel bergerak ke daerah di sebelahnya hingga seluruh daerah gambar diproses oleh kernel.

Terkadang filtering pada domain spasial terlalu memakan waktu dan rumit. Oleh karena itu, digunakan filtering pada domain frekuensi. Pada proses ini, data gambar diubah dari fungsi spasial dua dimensi menjadi spektrum frekuensi menggunakan transformasi Fourier, lalu diolah oleh *tools* yang tersedia, biasanya menentukan nilai frekuensi apa yang dilewatkan dan yang dihapus. Gambar hasil filtering dilihat dengan cara melakukan transformasi balik menjadi fungsi spasial dua dimensi kembali.

3. Gaussian filter adalah filter yang respons impulsnya adalah fungsi Gaussian.



Kernel yang digunakan pada filter ini merepresentasikan fungsi di atas dengan tujuan ‘memudarkan’ gambar (*blur*), menghilangkan detail, dan membuang noise dari gambar. Tingkatan pemudaran gambar ditentukan oleh standar deviasi dari fungsi/kernel. Tidak seperti filter mean yang memiliki rata-rata yang seragam, filter ini menghitung rata-rata yang cenderung mendekati nilai piksel tengah, sehingga *blur* yang dihasilkan lebih halus dan menjaga tepian/batas antarwarna dengan lebih baik. Alasan lain menggunakan filter Gaussian adalah hasil transformasi Fouriernya juga merupakan fungsi Gaussian tanpa adanya osilasi yang menyebabkan jangkauan frekuensi spasial gambar setelah filtering dapat diperkirakan dengan baik.

4. *Reprojection error* adalah kesalahan atau jarak antara titik hasil proyeksi dengan titik sebenarnya (yang diukur manual atau diobservasi). Parameter ini digunakan sebagai indikator akurasi model dan deviasi proyeksi atau estimasi suatu titik.
5. Distorsi lensa terjadi akibat perbedaan lensa kamera nyata dengan model ideal, yaitu proyeksi pinhole. Distorsi lensa terbagi menjadi dua, yaitu distorsi radial dan distorsi tangensial. Distorsi radial adalah distorsi yang terjadi akibat bentuk lensa kamera yang bukan berupa pinhole/lubang jarum sempurna. Jadi, cahaya yang melewati selain titik tengah perspektif dibelokkan ke arah bidang gambar sehingga terjadi distorsi. Distorsi radial dimodelkan oleh Brown-Conrady dengan rumus  $\delta r = k_1 r^3 + k_2 r^5 + \dots + k_n r^{2n+1}$  dengan  $r$  adalah jarak titik dari pusat lensa. Terdapat juga model Kannala-Brandt yang lebih baru dengan formulasi  $\delta r = k_1 \theta + k_2 \theta^3 + \dots + k_n \theta^{2n-1}$  dengan  $\theta$  adalah arctan dari  $r/f$ ,  $f$  merupakan panjang fokus lensa. Model ini lebih sering digunakan karena berfungsi dengan baik pada lensa bersudut lebar (*wide-angle*).

Distorsi tangensial terjadi karena tidak sejajarnya susunan lensa, sering ditemui pada kamera dengan banyak lensa. Distorsi jenis ini juga ditemui pada lensa yang tidak paralel terhadap bidang gambar. Model distorsi ini awalnya dirumuskan Brown-Conrady dengan membagi distorsi ke komponen  $x$  dan  $y$ , masing-masing dirumuskan  $\delta x_t = p_1(r^2 + 2x^2) + 2p_2xy$  dan  $\delta y_t = p_2(r^2 + 2y^2) + 2p_1xy$ . Kemudian, Kannala-Brandt memodelkan distorsi tangensial dengan rumus  $\delta t = (m_1\theta + m_2\theta^3 + m_3\theta^5)(j_1 \cos(\psi) + j_2 \sin(\psi) + j_3 \cos(2\psi) + j_4 \sin(2\psi) + \dots)$ .

## Referensi

- Brown, D. C. (1966). Decentering distortion of lenses. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*.
- Kannala, Juho & Brandt, Sami. (2006). *A Generic Camera Model and Calibration Method for Conventional, Wide-Angle, and Fish-Eye Lenses*. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. 28. 1335-40. 10.1109/TPAMI.2006.153.
- Steward, J. S. (2021, August 6). *Camera Modeling: Exploring Distortion and Distortion Models, Part I*. Tangram Vision. Retrieved February 13, 2022, from <https://www.tangramvision.com/blog/camera-modeling-exploring-distortion-and-distortion-models-part-i>