

Kalibracja kamery - metoda szachownicy

Paweł Iskrzycki 10.2023

Filmiki wyjaśniające tę metodę + dwa skrypty na github w pythonie :
(jeden do sprawnego zrobienia zdjęć z kamerki, drugi do przetworzenia tych zdjęć określając przy tym macierz intrinsic kamery oraz współczynniki zniekształceń, pozwalając przy tym na wykorzystanie tych danych do kalibracji kamery i poprawiania za pomocą tego zniekształceń obrazu)

▶ Learn Camera Calibration in Python with OpenCV: Complete Step-...

▶ Camera Calibration in less than 5 Minutes with OpenCV

<https://github.com/niconielsen32/CameraCalibration>

Strona do wyświetlenia/wydruku szachownic pomocnych do kalibracji

<https://markhedleyjones.com/projects/calibration-checkerboard-collection>

Wykorzystywane funkcje z biblioteki OpenCv :

```
ret, corners = cv.findChessboardCorners(gray,  
chessboardSize, None)
```

Funkcja `cv.findChessboardCorners()` jest często używana w procesie kalibracji kamery, ponieważ pozwala na znalezienie rogowych punktów na obrazach szachownicy, które są wykorzystywane do kalibracji kamery. Jeśli funkcja znajdzie rogi, możesz użyć tych punktów do określenia macierzy intrinsycznej kamery i współczynników zniekształceń. Jeśli `ret` ma wartość `True`, to znalezienie rogowych punktów powiodło się, co jest ważnym krokiem w procesie kalibracji.

```
ret, cameraMatrix, dist, rvecs, tvecs =  
cv.calibrateCamera(objpoints, imgpoints, frameSize,  
None, None)
```

Funkcja `cv.calibrateCamera()` analizuje punkty 3D i odpowiadające im punkty 2D na zdjęciach kamery, a następnie wyznacza macierz intrinsyczną kamery, współczynniki zniekształceń kamery oraz wektory rotacji i translacji kamery. Parametr `"ret"` określa czy kalibracja zakończyła się sukcesem.

Znalezienie nowej optymalnej macierzy kamery :

```
newCameraMatrix, roi =  
cv.getOptimalNewCameraMatrix(cameraMatrix, dist,  
(w,h), 1, (w,h))
```

Usuwanie zniekształceń kamery :

```
dst = cv.undistort(img, cameraMatrix, dist, None,  
newCameraMatrix)
```

lub

```
mapx, mapy =  
cv.initUndistortRectifyMap(cameraMatrix, dist, None,  
newCameraMatrix, (w,h), 5)  
  
dst = cv.remap(img, mapx, mapy, cv.INTER_LINEAR)
```

Opis z chatgpt :

Metoda kalibracji kamery za pomocą szachownicy to popularna technika, która pozwala na określenie parametrów kamery, takich jak macierz intrinsyczna i współczynniki zniekształceń. Głównym celem tej metody jest usunięcie zniekształceń geometrycznych wprowadzanych przez obiektyw kamery. Oto ogólny opis koncepcji tej metody:

Przygotowanie szachownicy: Na początek potrzebujesz specjalnej szachownicy, na której są dokładnie określone punkty. Typowa szachownica ma czarne i białe kwadraty ułożone w siatkę. Musisz znać wymiary tych kwadratów w jednostkach metrycznych.

Zdjęcia szachownicy: Następnie wykonujesz serię zdjęć szachownicy przy użyciu kamery, którą chcesz skalibrować. Ważne jest, aby szachownica była ustawiana w różnych pozycjach i odległościach od kamery, aby uzyskać różnorodność danych kalibracyjnych.

Analiza obrazów: Każde zdjęcie szachownicy jest analizowane w celu znalezienia rogowych punktów, które są widoczne na szachownicy. Szukasz punktów, w których linie białych i czarnych kwadratów przecinają się.

Kalibracja kamery: Na podstawie znalezionych punktów na zdjęciach szachownicy możesz przystąpić do procesu kalibracji kamery. Proces ten polega na określeniu macierzy intrinsycznej kamery (cameraMatrix) i współczynników zniekształceń (distortion coefficients). Macierz intrinsyczna zawiera informacje o ogniskowej, punkcie głównym, skali piksela i innych parametrach kamery, które są kluczowe w przetwarzaniu obrazów.

```
Camera Matrix:  
[[611.39967751    0.        319.76379936]  
 [   0.        605.0865222  235.19673681]  
 [   0.           0.         1.         ]]
```

Undistort: Po uzyskaniu parametrów kalibracji możesz użyć ich do undistort obrazów. Oznacza to, że możesz usunąć zniekształcenia obrazów spowodowane obiektywem kamery, co jest przydatne w wielu zastosowaniach, takich jak rozpoznawanie obiektów, pomiar odległości itp.



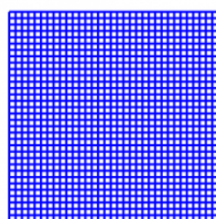
Fisheye image



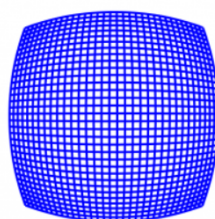
Undistorted fisheye image

Tangential Distortion

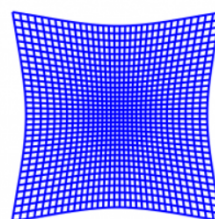
It occurs when the picture screen or sensor is at an angle with respect to the lens. As a result, the image appears to be slanted and stretched.



INPUT GRID



BARREL DISTORTION



PINCUSHION DISTORTION

Figure: Example of the effect of barrel and pincushion distortion on a square grid.

(Źródło zdjęć -

<https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/10/a-comprehensive-guide-for-camera-calibration-in-computer-vision/>)

Metoda szachownicy jest popularna ze względu na jej prostotę i skuteczność. Jednak ważne jest, aby pamiętać, że proces kalibracji kamery może wymagać pewnej ilości pracy i staranności w celu uzyskania dokładnych wyników.

Kalibracja kamery jest szczególnie istotna w zastosowaniach, które wymagają precyzyjnych pomiarów i analizy obrazów.

Kilka wymienionych technik kalibracji kamer:

1. Metoda kalibracji lustrzaną (Mirror-based calibration): Wykorzystuje odbicie lustrzane w płaskim lustrze, co pozwala na określenie parametrów kamery, takich jak macierz intrinsyczna i współczynniki zniekształceń. Jest to skomplikowana technika, ale może dostarczyć dokładne wyniki.

2. Kalibracja wielokrotnym zdjęciem obiektu o znanym wymiarze (Multiple Images of a Known 3D Object): Można użyć zdjęć obiektu o znanym trójwymiarowym kształcie (na przykład sześcianu) w różnych pozycjach w przestrzeni. Pozwala to na określenie parametrów kamery i zniekształceń.

3. Kalibracja na podstawie ruchu kamery (Camera Motion): Ta technika wykorzystuje ruch kamery, na przykład ruch kamery po spiralnej ścieżce. Analiza ruchu kamery pozwala na określenie parametrów kamery.

4. Kalibracja z użyciem markery AR (Augmented Reality): Można wykorzystać markery AR, takie jak marker ArUco, do kalibracji kamery. To pozwala na dokładne określenie parametrów kamery na podstawie wykrytych markerów na obrazie.