

38 Berechnung von Kamerabildern

Unbemannte Flugzeuge verwenden Kamerabilder zur Navigation. Aber in diesen Bildern gibt es alle Arten von Verzerrungen: Winkel ändern sich, Objekte verformen sich. Es braucht eine Menge Tricks, um zu berechnen, wie die Realität aussieht.

Kamerabilder finden an den unterschiedlichsten Orten Anwendung. Wissenschaftler arbeiten an unbemannten Flugzeugen, zum Beispiel an einem Projekt zur Überwachung der Bewegungen von Kühen in einem Stall. In diesem Stall befinden sich mehrere Kameras, und es ist beabsichtigt, auf einer Karte anzugeben, wo jede Kuh zu welchem Zeitpunkt war. Das ist schwieriger, als es scheint. Die Kameras sind alle in einem anderen Winkel aufgehängt, und eine Kuh kann auf dem einen Bild viel größer aussehen als auf dem anderen. Die verwendeten Weitwinkelobjektive ergeben zudem eine tonnenförmige Verzerrung: alles im Bild scheint an den Rand gezogen zu sein. Alles in allem sind die Bilder auf alle möglichen Arten verzerrt.

Um diese Verzerrung abzubilden, erstellen die Forscher vor der Kamera ein Muster, von dem alle Entfernungen bekannt sind. Sie verwenden ein Muster mit zehn Reihen zu je vierzehn Punkten. Alle Punkte sind schwarz, mit Ausnahme der ersten beiden in der oberen Reihe, so dass Sie immer sehen können, wie die linke obere Ecke des Bildes aussehen sollte. Aus der Verzerrung dieser ordentlich angeordneten Punkte lässt sich die genaue Bildverzerrung ableiten. Dies wird als Kamerakalibrierung bezeichnet. Der Zweck der Kalibrierung besteht darin, letztendlich von einem Kamerabild zurück zu den ursprünglichen dreidimensionalen Koordinaten in der Realität zu berechnen.

Abbildung 36: Links das Punktmuster, rechts das Foto, das es erzeugt. Die Linien sind nicht mehr gerade, und einige Punkte erscheinen größer als andere.

Punktewolke

Bei der Kalibrierung müssen fünfzehn Unbekannte geschätzt werden. Dies sind z.B. die Verzerrung des Objektivs in drei verschiedenen Richtungen, sondern auch der Winkel, in dem die Kamera hängt. Wir verwenden dieses Muster von 14×10 Punkten. Man erhält also eine Wolke von 140 Punkten in einem 15-dimensionalen Raum und suchen eine nichtlineare Beziehung zwischen diesen Punkte.

Die Forscher beschreiben ihre Sicht der Mathematik als praktisch: sie sind besonders an Lösungen interessiert, die gut funktionieren. Deshalb suchen sie nicht nach der genauen Lösung, sondern nach ein Ansatz, der gut genug für ihre Anwendungen ist. Dass sie mit sogenannten *genetischen Algorithmen* tun: ein Computerprogramm, das die Evolution nachahmt. Sie beginnen mit einem Anzahl der Zufallsschätzungen für

die 15 Unbekannten. Dann berechnen sie für jede dieser Schätzungen den entsprechenden Fehler: Je besser die gefundene nichtlineare Beziehung die Punktwolke im 15-dimensionalen Raum beschreibt, desto kleiner ist der Fehler.

Als nächstes wird den besten Schätzungen erlaubt, sich zu reproduzieren (es ist einfach das Überleben des Stärkeren, „survival of the fittest“). Zwei Schätzungen werden zu einer neuen Schätzung kombiniert. Wie in der Natur ist ihr „Nachwuchs“ nicht nur eine Mischung seiner beiden Elternteile, sondern es finden auch einige wenige zufällige Veränderungen statt. Dies schafft eine neue Generation. Dieser Prozess wiederholt sich immer wieder. Jedes Mal wird den besten Schätzungen erlaubt, sich zu reproduzieren, bis eine Lösung gefunden wird, bei der der Fehler klein genug ist. Wie klein der Fehler sein kann, hängt von der Anwendung ab.

Flugzeuge

Unbemannte Flugzeuge müssen in der Lage sein, aus ihren Kamerabildern pixelgenaue Entfernungen und Winkel abzuschätzen. In Zukunft werden diese kleinen Flugzeuge Inspektionen von Windparks durchführen müssen, anstatt der Menschen, die dies jetzt unter Einsatz ihres eigenen Lebens tun. Flugzeuge, die jetzt eingesetzt werden, haben oft zusätzliche Kameras und brauchen extra Computer um vor Ort zurechnen. Es wird angestrebt, Kameras und Rechentechnik im Flugzeug selbst einzubauen, denn nur dann kann diese Technologie wirklich überall eingesetzt werden. Aber dazu müssen wir in der Lage sein, diese Kamerabilder sehr gut zu analysieren.