Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft

Band: 79 (2021)

Heft: 2

Artikel: Implementierung der Weitwinkel-Gradienten-Extraktion für Deep Sky Astrofotografie

Autor: Golling, Christophe

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1049418

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Über meine Matura-Arbeit und das daran anschliessende nationale Wettbewerbsprojekt

Implementierung der Weitwinkel-Gradienten-Extraktion für Deep Sky Astrofotografie

Mit meiner Arbeit «Deep Sky Astrophotography» qualifizierte ich mich für den Nationalen Wettbewerb 2020 von Schweizer Jugend Forscht (SJF). Dafür entwickelte ich eine Methode, um Lichtverschmutzung auf Astrofotografien mithilfe einer zusätzlichen Weitwinkelkamera zu reduzieren. Im Finale wurde die Arbeit mit «hervorragend» bewertet und erzielte einen Sonderpreis.

Text: **Christopher Golling**

Die Wahl eines Themas für meine Abschlussarbeit fiel mir nicht leicht, bis der für die Sternwarte auf dem Schulhausdach zuständige Lehrer *Anton Schriber* erzählte, dass für sie eine moderne Schweizer Teleskopnachführung (Montierung) bestellt sei. Diese könne ich im Rahmen meiner Arbeit in Betrieb nehmen, einrichten und dann damit sogar erste Deep Sky Astrofotos machen.

Mit der Astrofotografie hatte ich mich bis dahin noch nicht beschäftigt, doch als Verbindung meiner Hobbys Fotografie, Physik und Informatik schien es das ideale Thema zu sein. Darum sagte ich zu und arbeitete mich durch viele Bücher, um dieses «Handwerk» zu verstehen.

MONTIERUNG ALS ZENTRALES WERKZEUG

Dabei lernte ich, dass die Montierung ein ganz zentrales Werkzeug der Astrofotografie ist. Denn jede noch so gute Kombination von Teleskop und Kamera kann nur mit einer gut ausgerichteten und kalibrierten Montierung Sterne punktförmig abbilden.

Die von mir in Betrieb genommene Montierung ist ein äquatoriales Modell, welche mit einem Motor hauptsächlich die Rotation der Erde kompensiert, und mithilfe eines zweiten jede Position am Himmel erreichen kann.

AUTOR Christopher Golling
Christopher Golling (Jahrgang 2002) ist Leiter der Astronomischen Jugendgruppe Glarus. Er studiert Physik an der ETH-Zürich im 4. Semester. Nebst seinem Studium arbeitet Christopher Golling als Fotograf für die Schweizer Tageszeitung «Südostschweiz».
E-Mail: chris@golling.ch
Website https://www.n.ethz.ch/~cgolling

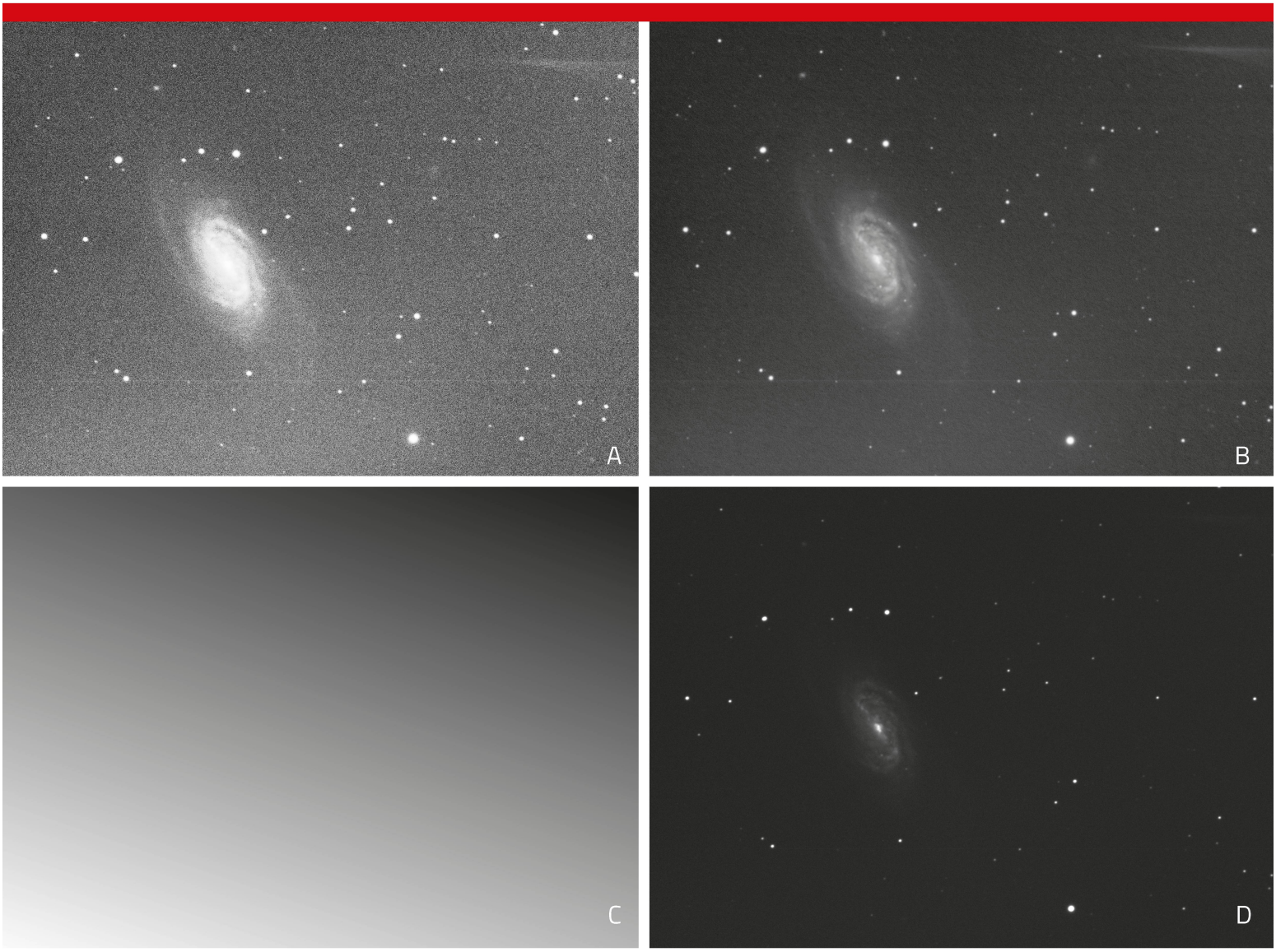

Abbildung 1: Ein linear gestrecktes 6 min belichtetes Einzelbild der Galaxie NGC 2903 (Aufnahme A) zeigt einen linearen Helligkeitsgradienten auf. Dieser stammt hauptsächlich vom vorherrschenden zunehmenden Mond. In Aufnahme B sehen wir eine Kombination von zwölf Einzelbildern, welche auch einen deutlichen Gradienten aufweist. Aufnahme C zeigt den aus obigem Einzelbild (A) vom Algorithmus extrahierten und generierten Gradienten. Mithilfe des generierten Gradienten kann der störende Verlauf aus dem Objektbild mehrheitlich entfernt werden (Aufnahme D). Zur Information: Objektdetails bleiben bei diesem Prozess erhalten.

Bilder: Christopher Golling

Das Spezielle an dieser spezifischen Montierung ist, dass die Übertragung der Kraft vom Motor auf die Drehachse ohne jegliche Zahnräder auskommt. Dadurch sind ungewollte Hysteresis-Effekte beim häufigen Richtungswechsel minimal. Diese Wechsel sind nötig, da nur mit ständigem Korrigieren der Teleskopbewegung das exakte Verfolgen eines Sternes über den Nachthimmel möglich ist.

Die Produktion der Schweizer Montierung «Herkules V24» dauerte deutlich länger als erwartet – doch mein Abgabetermin war fix: 3. Dezember 2018. Also entschied ich mich, die Zeit zu nutzen und mein erarbeitetes Wissen schon mal zusammenzufassen. So schrieb ich eine kompakte Einführung in die Astrofotografie, die Objekte am Himmel und die Arbeit mit dem Equipment. Das Zielpublikum dieses theoretischen Teils sind interessierte Schüler und Personen, welche dadurch genügend Wissen erlangen sollen, um in der Sternwarte arbeiten zu können. Nachdem inzwischen auf dieser Grundlage bereits zwei weitere Matura-Arbeiten zum Thema Astrofotografie entstanden sind, wurde dieses Ziel offenbar erreicht.

ANLAUFSCHWIERIGKEITEN

Bei einem Workshop für Astrofotografie im September 2018 in der Sternwarte Mirasteilas in Falera konnte ich erstes praktisches Wissen sammeln. Die Entwickler der zukünftigen Montierung zeigten mir dort, wie man diese bedient. Schliesslich wurde sie in Glarus aufgebaut und meine praktische Arbeit konnte beginnen.

Mithilfe der «Scheiner»-Methode (*Julius Scheiner*, 19. Jahrhundert) konnte ich die Montierung mit dem Ritchey Chrétien Style Teleskop Meade LX200-R auf etwa eine Bogenminute genau einnorden. So wird das Ausrichten der Montierung an der effektiven Rotationsachse der Erde genannt.

Diese Montierung hatte Kinderkrankheiten, welche ich in direkter Zusammenarbeit mit den Entwicklern beheben konnte. Doch löste auch ein – wie sich nach 3 Wochen herausstellte – defekter Positions-Encoder der Rektaszensions-Achse eine Kettenreaktion aus, welche Aufnahmen jeglicher Art verunmöglichte und eine Demontage bedingte. Repariert funktionierte die Montierung dann fehlerfrei und ich konnte erste Objekte fotografieren.

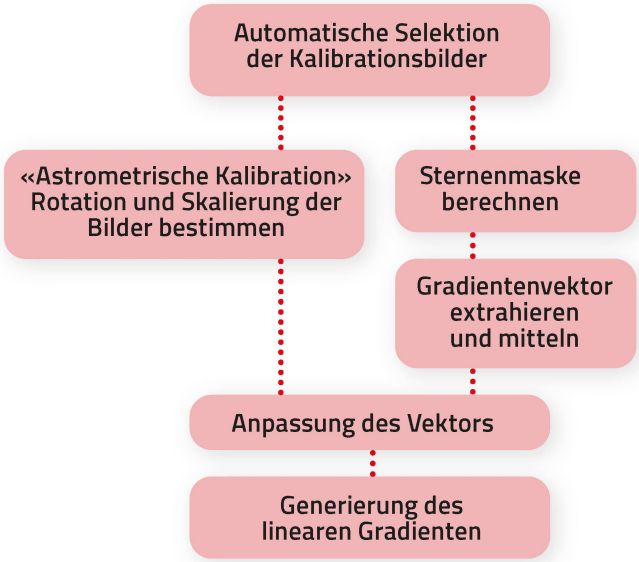

Abbildung 2: Die Aufnahmen werden dem Programm übergeben, welches sie mit diesem Ablauf auswertet.

Schema: Christopher Golling

WETTBEWERBSPROJEKT

Mit dieser Arbeit nahm ich am Nationalen Wettbewerb für Abschlussarbeiten von SJF teil. Dort konnte ich mich erfolgreich qualifizieren. Doch um ins Finale zu kommen, sollte ich zusätzlich ein innovatives Projekt durchführen.

Mein Betreuer Dr. *Fabian Neyer* brachte mich auf die Idee, eine Implementierung der Weitwinkel-Gradienten-Extraktion für Deep Sky Astrofotografie umzusetzen. Die Deep Sky Astrofotografie beschäftigt sich mit der Fotografie von Objekten ausserhalb unseres Sonnensystems. Sie ist ein technisch aufwändiges Teilgebiet der Astrofotografie, da lange Belichtungszeiten mit komplexer Technik notwendig sind, um detaillierte und kontrastreiche Einblicke in die Tiefen des Weltalls zu ermöglichen.

Viele Faktoren beeinflussen die Qualität der Bilder. Einer der ortsabhängigen ist die Lichtverschmutzung durch das künstliche Licht. Dieses Himmelsglühen, das in der Nähe bewohnter Regionen vorhanden ist, leuchtet den Nachthimmel ungleichmässig aus und erzeugt so einen unerwünschten Helligkeitsverlauf im Bild. Auch der Mond erzeugt einen solchen ungewollten Gradienten. Um diesen zu entfernen, wird üblicherweise ein Computerprogramm verwendet, welches versucht, ihn direkt aus dem Bild zu berechnen. Diese Methode ist weit entwickelt und funktioniert meist gut, stösst jedoch an ihre Grenzen, wenn das Objekt (Nebel, Galaxie, …) den ganzen Bildausschnitt füllt. Denn ohne den dunklen Nachthimmel als Referenz haben die Algorithmen Mühe, die korrekte Helligkeitskurve zu bestimmen.

Mit der Weitwinkel-Gradienten-Extraktion habe ich einen Kalibrationsprozess entwickelt, um, auch zeitlich variable, Lichtgradienten effektiv reduzieren zu können.

Diese Methode verbessert die Objektbilder durch individuelle Kalibration mit linearen Helligkeitsgradienten. Letztere werden mittels des entwickelten Algorithmus automatisch aus Bildern einer zweiten Kamera mit kürzerer Brennweite gewonnen.

FUNKTIONSWEISE

Eine Kamera mit 200 mm Teleobjektiv wurde parallel auf dem Teleskop befestigt. Relativ zur Brennweite von 3'556 mm des Teleskops hat die Kamera ein Weitwinkel-Objektiv. Während die Hauptkamera durch das Teleskop das Objekt ablichtet, kann die zweite Kamera aufgrund kürzerer Belichtungszeiten zeitgleich mehrere Aufnahmen machen. Zusätzlich zu diesen Objektbildern (OB) werden die üblichen «klassischen» Kalibrationsbilder (Dark, Flat und Bias) für beide Kamerasysteme aufgenommen. Diese werden benutzt, um störende optische und Elektronik-basierte Effekte zu reduzieren.

Der Algorithmus ordnet automatisch jedem OB die passenden Gradientenbilder (GB) zu. Dann werden

diese GB eines OB «gestackt» und somit kombiniert. Von diesem Bild wird nun eine Sternenmaske generiert. Durch Vergleichen der lokalen und globalen Helligkeiten werden auch Flugzeug- oder Satellitenlinien maskiert. Von dem unmaskierten Teil werden die Eckregionen zum Extrahieren des Gradientenvektors verwendet, durch Kombinieren des horizontalen und vertikalen Helligkeitsunterschiedes. Dass in diesen ausgewählten Regionen nur noch der Nachthimmel ist, kann der Benutzer visuell bestätigen.

Damit der Gradient von der Ausrichtung und Skalierung her zum OB passt, werden Position und Orientierung des gestackten GB und OB vom Algorithmus automatisch durch «Platesolving» mit der Software astrometry.net bestimmt und verarbeitet.

Für das Testen der Gradientenextraktion habe ich mehrere Aufnahmen der Galaxie NGC 2903 in der Umgebung des Mondes gemacht.

AUSBLICK

Ein wesentlicher Vorteil meiner Methode ist, dass auch zeitlich variable Gradienten berücksichtigt werden, da jedes OB einzeln kalibriert wird. Diese Methodik mit linearen Gradienten ist eine erste Näherung an den effektiven Gradienten im Bild. Durch Weiterentwicklung des Algorithmus könnten auch radiale oder polynomiale Gradienten extrahiert werden.

Ich habe vor, meinen Algorithmus in Zukunft als Open-Source-Projekt Interessierten zur Verfügung zu stellen. Informationen dazu werden auf https://www.n.ethz.ch/~cgolling publiziert. Bei Fragen oder Anmerkungen können Sie mich gerne via E-Mail kontaktieren. <

Tipp

Softcover, 252 Seiten, ISBN: 978-3-907663-56-1
Zu beziehen bei www.rubmedia.ch
CHF 49.00 (inkl. MwSt.)

Die Kurzbeschreibung des hier vorgestellten Buches beginnt ganz unspektakulär: **« Construire un Observatoire à la Vallée de Joux »** est un récit de *Pierre Le Coultre* qui décrit à l'aide de photographies et de documents administratifs la construction d'un observatoire ouvert au public et aux écoles. Les motivations qui ont conduit à la réalisation de ce projet sont énumérées en détail.

Der reich bebilderte Band beschreibt aber nicht bloss alle einzelnen Schritte von der Idee bis zur Vollendung des Baus dieser schönen Sternwarte, sondern zeugt auch von der ungebrochenen Begeisterung und dem Durchhaltewillen des Initiators, *Pierre Le Coultre,* und seinen ebenso einsatzfreudigen Kolleginnen und Kollegen. Es ist nicht nur ein Buch zum Lesen, sondern auch zum Miterleben, wie die vielen Hindernisse elegant überwunden und auftretende Probleme offensichtlich in freundschaftlicher Kollegialität gelöst wurden. Die Lektüre ist sehr zu empfehlen.
Die Sternwarte wurde 2012 eröffnet und im ORION No. 383 im August 2014 hat *Pierre Le Coultre* den Bau schon vorgestellt. Mit dem 2019 erschienen Buch wird nun die ganze Geschichte dieses Projektes erzählt.