

Unterstützte Astrofotografie durch Himmelsmechanik

Ilja Roman Köhler, Elias Engelbert Plank

April 2022

1 Zielsetzung

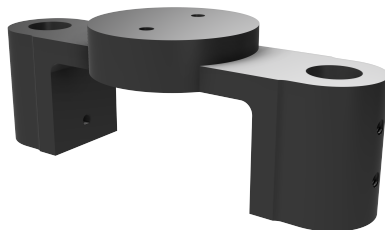
Mit der Diplomarbeit soll gezeigt werden, wie beliebige Himmelskörper mit dem Einsatz von *Softwareentwicklung, Mathematik, Physik und Elektrotechnik* fotografiert und verfolgt werden können. Da die dazu nötigen Produkte und Technologien in der Realität kostenintensiv sind, haben wir uns als Ziel gesetzt, eine vergleichsweise günstige *Open-Source* Alternative zu entwickeln. Das Projekt wurde *StarTracker* getauft.

2 Implementierung

Um das obige Ziel zu erreichen, kommt eine mit Hilfe von FDM-Druck gefertigte Konstruktion, eine mit sämtlicher benötigter Elektronik bestückte Platine, sowie eine eigens entwickelte Software zum Einsatz. Konkret kann ein auf der Konstruktion befestigtes Teleskop (inklusive Kamera) durch den Einsatz von Schrittmotoren auf jeden Punkt im Himmel bewegt werden. Durch die Berechnung der Position eines beliebigen Himmelskörper in der Software, kann dieser über einen längeren Zeitraum von der Kamera belichtet werden, ohne dass sich dieser aus dem Bild bewegt.

2.1 Konstruktion

Die FDM-Teile wurden so konstruiert, dass sie mit jedem 3D-Drucker (auch Geräten aus der Einsteiger-Klasse) einfach hergestellt werden können und trotzdem die notwendige Stabilität aufweisen. Aktuell wird zum Druck noch PLA-Filament der Österreichischen Marke Extruder eingesetzt, später werden wir jedoch aufgrund der besseren Materialeigenschaften auf recyceltes PETG-Filament der Marke Re-flow umsteigen. Der gesamte 3D-Design Prozess wurde in Autodesk Fusion 360 durchgeführt, da diese kostenlose Lizenzen für Studenten anbieten und Autodesk auch ein Tool zum designen von Platinen (Eagle) anbietet, die man sich sofort als 3D-Modell in Fusion ansehen kann.



(a) 3D-Render des Teleskop Aufhängepunktes



(b) 3D-Render des Schrittmotor Aufhängepunktes

Abbildung 1: Konstruktion



Abbildung 2: Livetest einer früheren Konstruktion

2.2 Platine/Elektronik

Bewegt wird die Kamera von Nema 17 Stepper Motoren, die für uns das perfekte Gleichgewicht an Leistung und Größe bieten. Es wurden Schrittmotoren gewählt weil diese sich sehr genau steuern lassen und über Halte-Drehmoment verfügen. Angetrieben werden die Motoren von TMC-2209 Stepper Treibern da diese außerordentlich robust sind und sich der Strom per Software regeln lässt. Außerdem haben bei unseren Tests andere Fabrikate trotz der richtigen Einstellung aus unerklärlichen Gründen reihenweise den Geist aufgegeben oder komische Probleme gemacht. Das Herzstück der ganzen Sache ist ein Atmega-328p Mikrocontroller derzeit noch als Form eines Arduino Nano, der aber in der aktuellen Version der Platine schon fix integriert wurde. Dies spart Bauraum und nicht benötigte Funktionen wie Debug-LED's können einfach entfernt werden. Die Platine wurde aufgrund der im oberen Abschnitt genannten Eigenschaften und der leichten Handhabung in Autodesk Eagle designt. Gefertigt werden die PCB's derzeit bei dem Chinesischen Hersteller JLC-PCB.

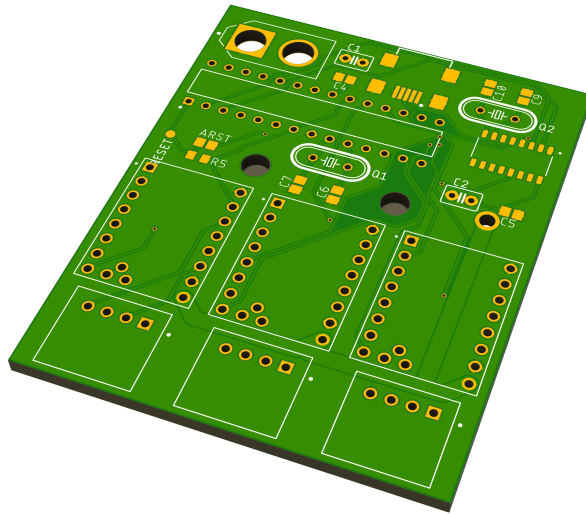


Abbildung 3: 3D-Render der Platine

2.3 Software

Die Software, welche als grafische Desktop-Anwendung zur Gänze in C++ entwickelt wird, ist aufgeteilt in ein Mikrocontroller-Interface, ein Rendering-Framework und ein Framework für die Berechnung der Positionen der Himmelskörper. Für das Mikrocontroller-Interface kommt ein robustes Zwei-Wege-Protokoll zum Einsatz. Da es für den Benutzer mühsam wäre, sich über ein anderes Programm die Position eines gewünschten Himmelsobjekt berechnen zu lassen, unterstützt unsere Anwendung eine große Anzahl an Objekten, dessen Positionen in Echtzeit mit Hilfe der Ephemeridenrechnung bestimmt werden. Mit einem Knopfdruck kann der Benutzer das gewünschte Objekt auswählen und verfolgen.

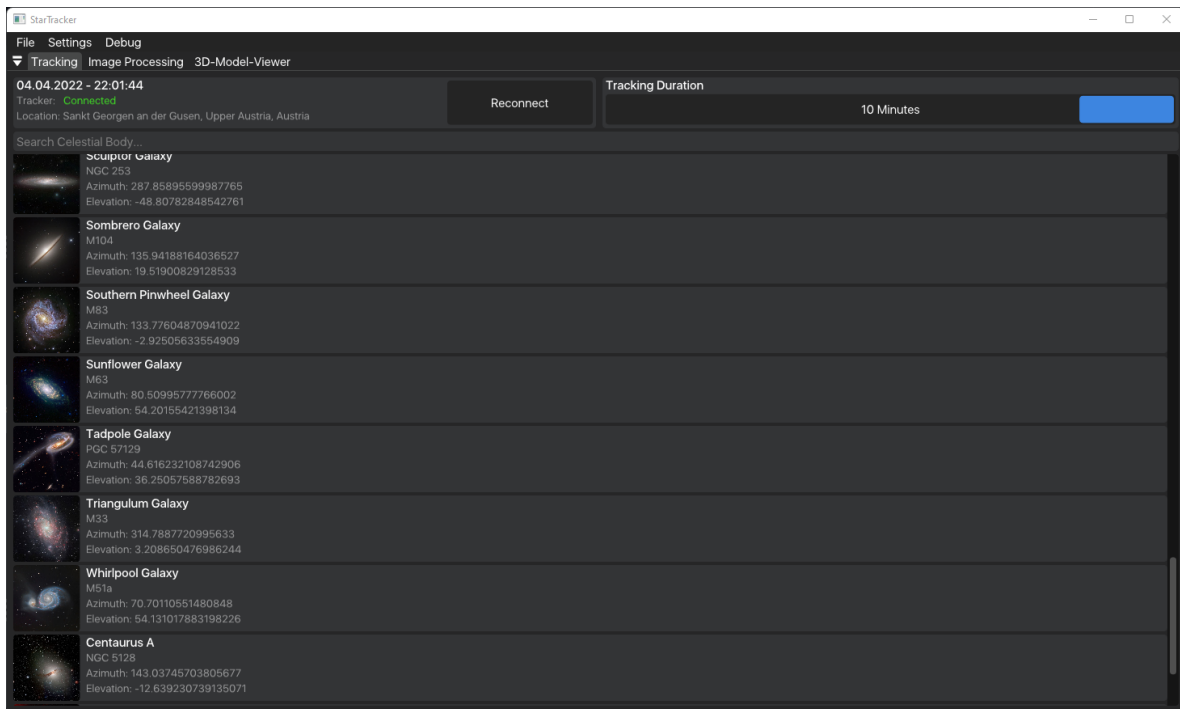


Abbildung 4: Demoprogramm zum Testen der Programmteile

Um die Qualität der aufgenommenen Bilder zu erhöhen, sind einige hardwarebeschleunigte Algorithmen zur Bildbearbeitung implementiert. Geplant ist zudem die Fernsteuerung der Kameraoperationen (Belichtungszeit, Auslösen) im Programm, eine Möglichkeit für den Benutzer Kamerafahrten zu scripten, und eine Sektion in der eine Vielzahl an astronomischen Berechnungen durchgeführt werden können. Um ein dynamisches und intuitives User-Interface zu bieten, kommt sogenanntes *Immediate-Mode-Rendering* zum Einsatz, welches über *OpenGL* die Grafikkarte des Computers nutzt.