

Photometrische Beobachtungen des Asteroiden (129) Antigone

Mike Kretlow, URANIA Wiesbaden

Einleitung

Diese Beobachtungen entstanden während der Vorbereitung für einen Seminarvortrag über das Thema Photometrie und Lichtkurvenanalyse von Asteroiden, den ich im April 2005 an der URANIA Wiesbaden gehalten habe. Es war beabsichtigt, möglichst praxisnah und mit "frischen" Beobachtungen die einzelnen Schritte der Reduktion und Photometrie von CCD-Aufnahmen sowie die Periodenanalyse derselben zu demonstrieren. Daher wurde ein relativ heller Asteroid ausgewählt, dessen Rotationsperiode gut bekannt und nicht zu gross ist, so dass eine gesamte Rotationsphase bereits in einer Nacht abgedeckt werden kann, da das Wetter in Europa bekanntlich eher wechselhaft ist.

(129) Antigone wurde 1873 von C.H.F. Peters in Clinton, NY entdeckt. Der mittlere Durchmesser dieses M-Klasse Asteroiden wird mit ca. 130 km angegeben. Zum Zeitpunkt der ersten Beobachtungsnacht war er 2.294 AE von der Sonne und 1.376 AE von der Erde entfernt. Die visuelle Helligkeit betrug $V = 10.2$ mag.

Beobachtungen

Die Beobachtungen wurden remote mit einem 0.30m (f/9.6) Schmidt-Cassegrain-Teleskop am Observatorio Astronomico de Mallorca (OAM) durchgeführt (Abb. 1). Als CCD-Kamera kam eine FLI (Finger Lakes Instrumentation) 1k × 1k mit einer Pixelgrösse von $24\mu\text{m} \times 24\mu\text{m}$ zum Einsatz. Die Pixelskala beträgt $1.7''/\text{px}$. Die Aufnahmen entstanden ohne Filter. Der Anschluss an ein photometrisches Standardsystem war nicht beabsichtigt. Insgesamt wurde in drei Nächten gemessen: 16., 18. und 27. April. In 10s Integrationszeit wurde der Asteroid mit einem SNR ≈ 100 abgebildet, woraus sich in eine photometrische Genauigkeit von etwa 0.01 mag ergibt.

Die Beobachtungszeiten sind nicht um die Lichtlaufzeit korrigiert (wie es üblich wäre). Dies hatte praktische Gründe und war für die vorgesehene Anwendung in einem Seminar auch ohne wesentliche Bedeutung. Sie betrug 11.46 min am 16.04. und 11.04 min am 27.04., die Phasenverschiebung zwischen beiden Nächten liegt also bei 0.4 min und damit in der Grössenordnung der erreichten Periodengenauigkeit. Die angegebene Phasenepoche wurde aber um die mittlere Lichtlaufzeit korrigiert.

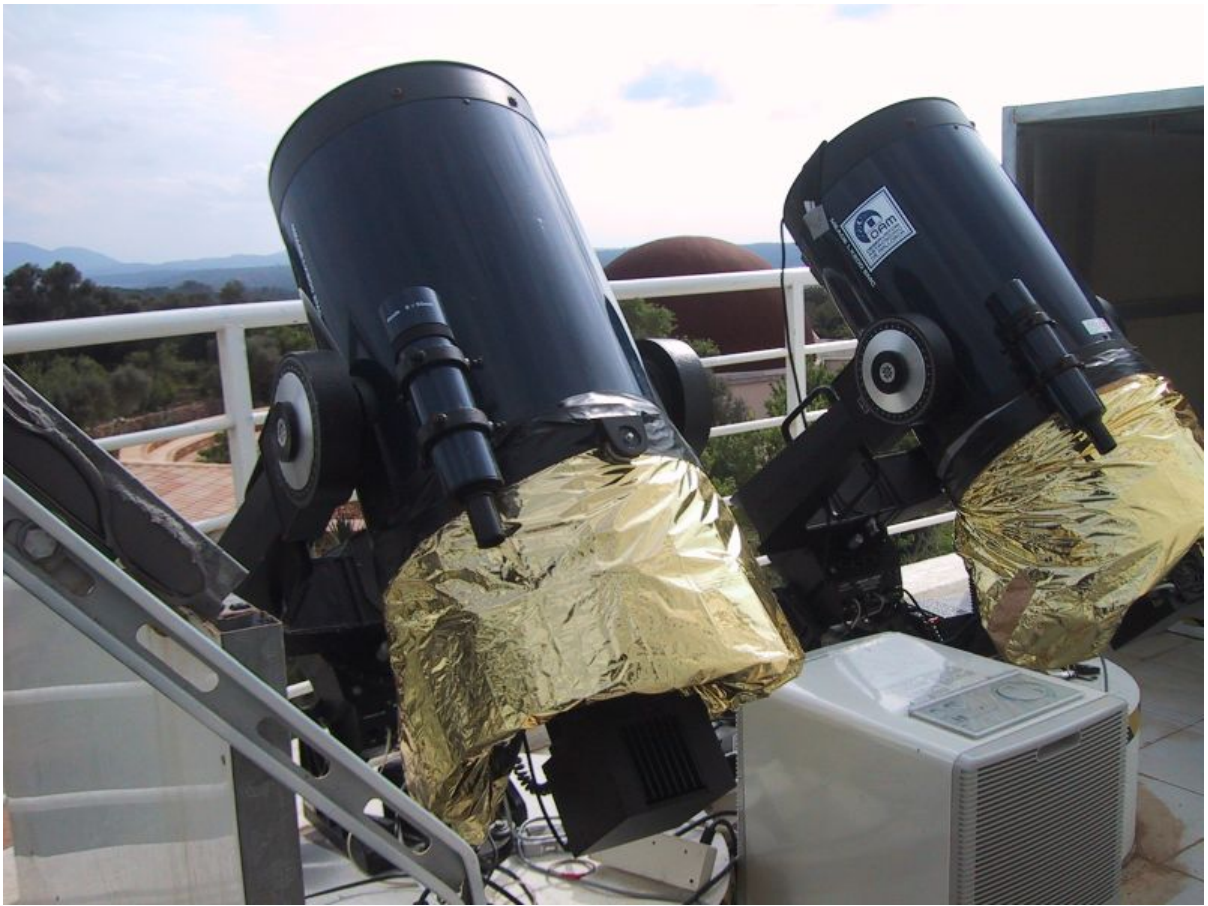


Abbildung 1: Das rechte ("remo1") der beiden 12"-Meade-Teleskope wurde für die Beobachtungen benutzt. Sie werden fast ausschliesslich remote (über das Internet) gesteuert und sind in der Lage, ganze Beobachtungsaufträge selbstständig abzuarbeiten (Batchmode).

Auswertung und Ergebnisse

Die Standardreduktion der CCD-Aufnahmen beinhaltet die Korrektur mit einem median-gemittelten Masterdark sowie einem ebensolchen Masterflat. Dies geschieht bereits automatisch auf dem Kamera-Steuerungsrechner. Man erhält also fertig korrigierte Bilder, die dann per FTP abgeholt werden. Die relative Photometrie des Asteroiden wurde dann mit dem Programm AIP for Windows (Astronomical Image Processing, Version 1.4 [1]) vorgenommen, da es eine automatische Photometrie eines beweglichen Objektes auf einer Aufnahmeserie erlaubt und der Autor mit diesem Programm recht vertraut ist. Alternativ könnte dies natürlich auch mit jedem anderen Programm geschehen, mit dem die photometrische Auswertung von CCD-Aufnahmen möglich ist. An dieser Stelle soll weder auf die Details einer solchen Auswertung noch auf die derzeit erhältlichen Programme zur astronomischen Bildverarbeitung oder der Periodenanalyse von Lichtkurven eingegangen werden.

Die Lichtkurven der drei Nächte wurden anschliessend mit einem Programm zur Periodenuntersuchung analysiert. Hierzu wurde Peranso [2] verwendet, das zwar in erster Linie für die Veränderlichenbeobachtung entwickelt wurde, aber für die Reduktion von Asteroidenlichtkurven auch geeignet ist. Es bietet eine ganze Reihe von unterschiedlichen Algorithmen an, nicht nur die klassische Fouriemethode zur harmonischen Analyse. Für die Auswertung kam dann ein Verfahren zum Einsatz, das periodische orthogonale Polynome an die Beobachtungen anpasst

und die Güte des Fits statistisch evaluiert [3] (im Programm als ANOVA bezeichnet). Es hat sich nach meiner Erfahrung als recht zuverlässig erwiesen.

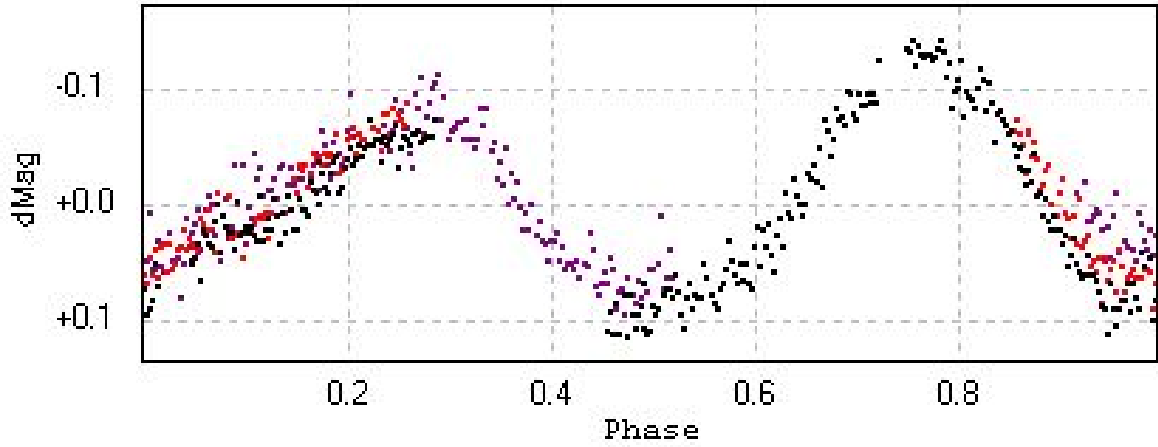


Abbildung 2: Phasendiagramm des Asteroiden (129) Antigone für die Epoche JD 2453481.5166 UT. Basierend auf ungefilterten CCD-Beobachtungen aus drei Nächten: 16,18,27 April 2005. Instrument: 0.30m (f/9.6) SCT + FLI CCD-Kamera. Ort: Observatorio Astronomico de Mallorca (OAM), MPC Code 620.

Abbildung 2 zeigt das aus den analysierten Lichtkurven gewonnene Phasendiagramm. Die erhaltene Periode $P = (4.956 \pm 0.005)$ h steht in gutem Einklang mit dem auf [4] angegebenen "Literaturwert" von $P = 4.9572$ h. Mit Hilfe der Lichtkurveninversion haben Torppa et al. [5] die Form des Asteroiden modelliert (Abb. 3). Demnach ist der Asteroid recht regulär, die Achsenverhältnisse des Ellipsoiden werden mit $a/b = 1.3$ und $b/c = 1.0$ angegeben. Es ist also eine relativ kleine Amplitude zu erwarten, was man im abgebildeten Phasendiagramm bestätigt findet.

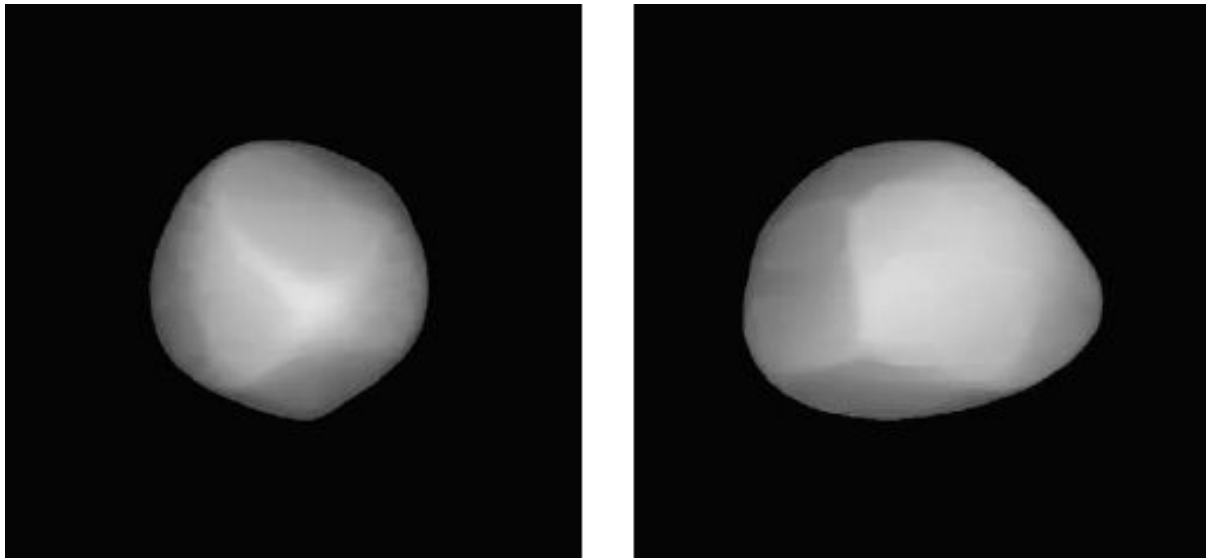


Abbildung 3: Form des Asteroiden (129) Antigone aus der Inversion von Lichtkurven errechnet [5].

Literatur

- [1] <http://www.willbell.com/AIP/Index.htm>
- [2] <http://www.peranso.com/>
- [3] A.Schwarzenberg-Czerny, ApJ, 460 (1996) L107-110.
- [4] <http://cfa-www.harvard.edu/iau/lists/LightcurveDat.html>
- [5] J.Torppa, M.Kaasalainen, et al., Icarus 164 (2003) 346–383.