

Inhoud

All-Of-System Time Testing (Acquisition Delay) using Lunar Occultations.....	2
(Nederlands) All-Of-System Time Testing (Acquisition Delay) met behulp van sterbedekkingen door de Maan.....	8
Tutorial - Using Occult for (Total) Lunar Occultation prediction, reporting and analysis.....	15
(Nederlands) Tutorial - Gebruik van Occult voor voorspelling, rapportage en analyse van (totale) sterbedekkingen door de Maan.....	28

All-Of-System Time Testing (Acquisition Delay) using Lunar Occultations.

Dave Gault - RASNZ-Occultation Section. dave4gee@yahoo.com.au

Dave Herald - RASNZ-Occultation Section, IOTA. drherald@bigpond.net.au

Abstract: - Getting the time right is imperative when observing occultation events. Correct time IS the observation. When using analogue video, it is easy to insert time onto each and every video field, using a Video Time Inserter like KIWI-OSD or IOTA-VTI. However analogue video is a dying medium and new digital video has many varied formats and is becoming popular. Also, methods to Flash Tag video, using various devices (some based on smart-phone technology) are becoming popular.

Other persons might test devices or software in a laboratory environment, but how can You, the observer, the person responsible for the reported event times ensure that Your times are correct and are as accurate as you say they are? How can you ensure your event times are right?

We set out an approach to validate your All-Of-System time accuracy, by observing Lunar Occultations.

Introduction: For an occultation event, the single most-important item is reporting the correct event times. Failure to have correct times will lead to your observation being inconsistent with the observations of other observers, and potentially disregarded in the analysis to determine the size and shape of the asteroid. Even if you are the only observer to record an occultation, the highly precise astrometric position that gets reported to the Minor Planet Center as a result of the observation will be 'wrong', and have the potential to degrade the accuracy of occultation predictions in the future. But while it is critical for all observers to be reporting 'correct' times, how does an observer know if their times are 'correct'? Indeed, how does an observer build confidence in the fact they are applying all required corrections to derive the 'correct time'?

Sources of time error: There are many possible sources of incorrect event times, of which the following are some:

- Lack of, or incorrect corrections for, the delays within a camera between when the camera takes an image and when the image is output from the camera.
- Recording a video onto a PC, with the PC undertaking the task of time-stamping the video in accordance with the PC clock – with issues of the accuracy of the PC clock, delays in extracting the time from the PC clock to be used in applying the time stamp, and image transfer delays in the PC between when the image was actually taken and when it was processed and time-stamped within the PC.
- Synchronise the PC using Network Time Protocol (NTP), where:
 - Land-line telephone networks can have variable propagation delays.
 - The time quality depends on the distance to the time server.
- Synchronise the PC using a USB connected GPS receiver. These do not usually have the 1-pulse-per-second (1pps) connection vital for accurate GPS time. Note: All GPS receivers output a serial sentence that describes various attributes, including time as part of the sentence. The output of the sentence is not referenced to UTC accurately enough for our purposes. It is only when the serial sentence is combined with a 1pps signal that the total output of the GPS receiver can be considered to represent UTC.
- Time signals via mobile phones, where;

- delays associated with the mobile phone network can vary depending on the cells used and the signal strength.
- GPS receivers in mobile phones don't usually output the 1pps signal. (See comment above about GPS receiver output.
- Synchronizing a recorder's clock with a reliable time source well before and then after an event – and assuming the drift in the clock is linear over that period.
- Radio time signals (such as WWV). The transmission path usually involves multiple bounces between the Earth's surface and the ionosphere, with delays dependent upon the number of bounces.

A difficulty with all these issues is that any error in the time stamping is not readily apparent. In the absence of means to assess the accuracy, observers can fall into a trap of overconfidence that their times are right. Observers might express their belief as 'it must be correct' because they are using such & such software or device. But is that confidence well justified?

Unfortunately, the simple answer is – very often, No.

What is the effect of bad timings on asteroid occultations? A possible time-base error can easily be seen in a typical asteroid occultation plot. See Figure 1.

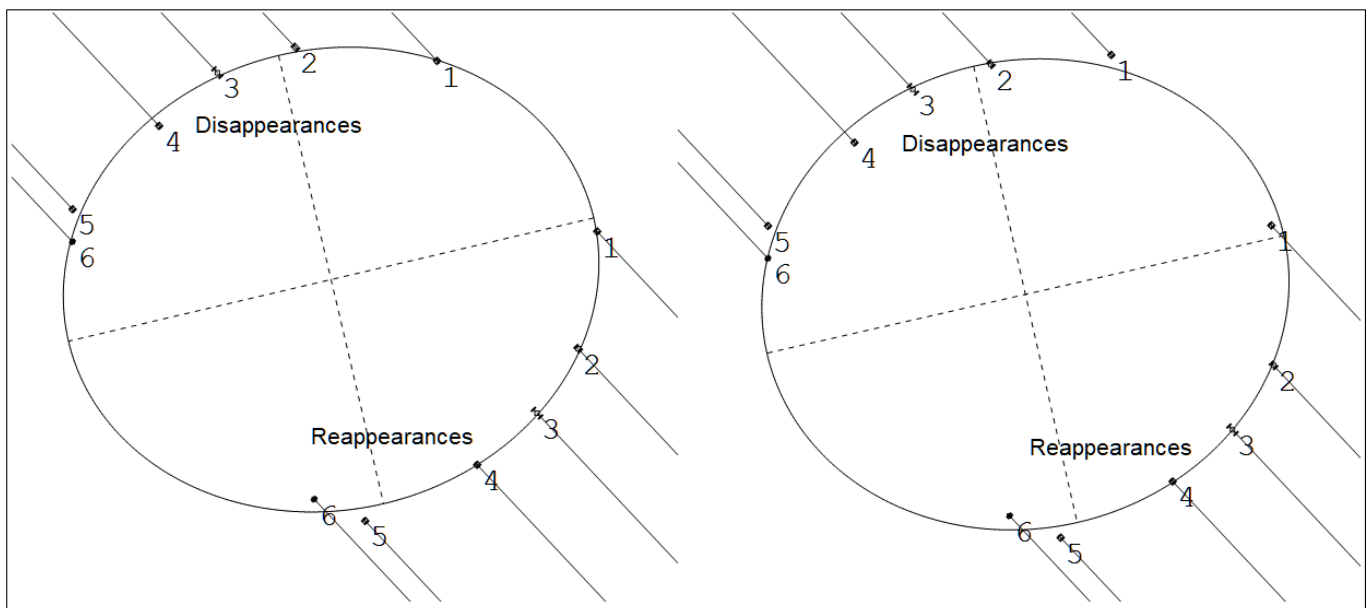


Figure 1. Asteroid occultation plots of the same event, with one chord offset by -0.1 seconds in the right plot.

Examination of the left plot is as follows;

- chords 1, 2, and 3 fit the ellipse well.
- Chord 4 disappearance appears to be a bit late, but the reappearance fits the ellipse well. The disappearance may well be due to irregularities in the asteroid profile.
- Chord 5 disappearance might appear to be early, and the reappearance might appear to be late, but both are symmetrical to the fitted ellipse.
- Chord 6 disappearance fits the ellipse well, but the reappearance seems a little early, but may well be due to surface irregularities in the asteroid profile.

Examination of the right plot is as follows;

- Chord 1 has been deliberately time-shifted by -0.1 seconds to illustrate why the need for precise time. Note the symmetry – both events appear to be early when compared to the fitted ellipse. This is typical of an error in the time-base.

Of course we'll never truly know which events are early or late or attributable to asteroid irregularities. The goal after all is not to artificially fit event timings to ellipses or even 3D models. The goal is simply to make the best observation timings possible, and to be confident that they are as accurate as stated.

The observer should test their observing system regularly, including their knowledge of corrections that need to be applied. The best way to do that is to observe lunar occultations – regularly.

Why observe lunar occultations? Up to 10 or 15 years ago, lunar occultations were used as a basis for measuring the irregular rotation of the Earth, and improving our knowledge of the motion of the moon. There were also issues with our knowledge of the lunar profile including during the cold war, an attempt to link geographic datum for military applications [1]. For ordinary occultations lack of precision in the profile resulted, in Observed-Computed (O-C) residuals which were typically many tenths of an arc-second.

For the polar regions, grazing occultations were used in an attempt to improve our knowledge of the limb regions.

In recent times, there have been important improvements in a number of areas. Specifically:

- The lunar ephemeris has been steadily refined to an accuracy of meters or less, on the basis of lunar laser ranging.
- The lunar surface elevation has been mapped at the 1-metre level by satellite – firstly by Kaguya – SELENE [2]; subsequently by LOLA [3] (Lunar Orbiter Laser Altimeter) on board the Lunar Reconnaissance Orbiter. This has allowed us to accurately compute the height of the lunar limb at any location.
- Star positions are now being taken from Gaia DR2 [4] wherever possible; positions for bright stars that are not in Gaia are taken from the Hipparcos2 [5] catalogue. The number of occulted stars whose positions are not from Gaia DR2 or Hipparcos2 are fewer than about 1%.
- In the Occult [6] reduction process, star positions are now being corrected for stellar parallax, and gravitational deflection by the sun. This has become relevant and necessary because of the preceding three improvements.
- The reduction process also includes Earth Orientation Parameters. These parameters make adjustments for the movement of the location of the Earth's axis of rotation on the Earth.

These improvements mean that the occultation of a star at the lunar limb can be predicted and analysed with certainty. In particular:

- The once referred to Marginal Zone of the moon is no longer marginal.
- Occult predicts lunar occultations with a precision of a few tenths of a second (with the limitation on precision being associated with using only a semi-precise limb correction).
- Most importantly, Occult can analyse the residual of a lunar occultation to single digit milli-arc-seconds (mas) precision.

If an observer, observes a statistically significant number of lunar occultations (at least 10), preferably both disappearance (evening) events and reappearance (morning) events of stars at the unlit limb, then Occult will produce a Residual Summary Report that will give you assurance that your All-Of-System times can be relied on, or not.

Method: Firstly, we need a set of lunar occultation observations made using the subject observing system.

- If an analogue integrating video camera is used, it should be set to non-integrating mode.
- If a digital camera (of any type) is used, it should be set to an image cadence of 25 frames per second or faster.

The observation times are entered into an Occult - Observation Report. A tutorial [7] has been created to aid this process.

The Occultation residuals report that Occult will produce lists the O-C values for each event. The O-C value is given in two formats:

- The computed height of the star above or below the limb at the observed time, reported in angle mas; positive value is above the limb, negative value below the limb.
- The equivalent 'time error' in your reported time, reported in seconds. If this value is negative, your reported time is too early; if it is a positive value, your reported time is too late. The sign of this 'time error' is opposite to that of the computed height error for disappearances, and the same for reappearances.

List of occultation residuals: Occult v4.7.3

with Residuals... Sort... Graze organiser functions Archive functions Help

Right-click on line to plot individual events Plot graze events against profile

File name : Tutoriala.txt
Reduction date : Tuesday, 17 September 2019
Ephemeris : DE438 (1550/2650), DE432 (1550/2650)
Limb basis : LRO Lunar Orbiter Laser Altimeter (LOLA)
O-C basis : limb correction applied

Telescopes:

#	Aperture cm	Longitude °	Latitude °	Alt m
A	XX	XXXXXX	XXXXXX	XX



ref	Tel	Observer	Star No.	y	m	d	h	m	s	PhGrMrCeDb	O-C mas	O-C sec	limb	PA	l	b	AA	P	D	scale
001	A	O. Bserver	S 99016	2019	4	15	10	43	46.19	DD G 1	+5	-0.01	-0.70	66.14	-2.24	-4.75	44.03	44.23	2.12	1.064
002	A	O. Bserver	S 99482	2019	4	16	10	19	19.39	DD G 1	+7	-0.02	-0.41	127.95	-0.58	-5.94	104.07	104.03	-1.75	1.067
003	A	O. Bserver	R 1622	2019	4	16	12	13	29.59	DD G 1	+16	-0.07	2.37	178.39	-0.82	-5.86	154.47	154.43	-5.39	1.068
004	A	O. Bserver	R 1739	2019	4	17	8	28	26.97	DD G 1	-19	0.04	0.65	107.72	1.28	-6.82	83.57	83.65	2.30	1.062
005	A	O. Bserver	S 119216	2019	4	17	9	39	4.95	DD G 1	+15	-0.03	0.40	97.33	1.21	-6.80	73.20	73.33	3.38	1.065
006	A	O. Bserver	S 119222	2019	4	17	10	12	46.36	DD G 1	+2	0.00	-0.25	84.24	1.16	-6.78	60.12	60.28	4.64	1.067
007	A	O. Bserver	R 1755	2019	4	17	14	20	32.31	DD G 1	-3	0.02	0.73	183.82	0.67	-6.54	159.78	159.61	-5.65	1.068
008	A	O. Bserver	X 42690	2019	4	23	13	32	54.08	RD G 1	+7	0.01	-0.41	296.33	6.68	-3.22	295.92	295.94	-4.34	0.998
009	A	O. Bserver	S 187161	2019	4	24	18	37	33.27	RD G 1	+3	0.01	0.57	255.96	5.28	-1.38	261.90	261.86	-5.16	0.989
010	A	O. Bserver	X 46234	2019	4	25	14	49	32.45	RD G 1	+6	0.02	-0.20	232.99	5.21	-0.24	243.51	243.42	-4.51	0.973

Star positions not from Gaia or Hipparcos2 have a 'S' after the O-C

Mean residual of 10 events involving single stars: +4 mas ±9 mas
Mean clock correction from 10 event times: +0.00 secs ±0.03 secs



Mean residuals are exclusive of:
events after 1900 with a residual > ±0.5"
Bright limb events, events that are not 'Certain', and Start, End and Miss events
events involving Planets or Asteroids
Mean clock correction additionally limited to events with a radial motion >0.15"/sec

Explanation of columns 'PhGrMrCeDb'

Ph - Phase of the event.
1st character D = disappear, R = reappear, B = blink, F = flash.
plus for grazes, H = Miss, S = Start, E = End
2nd character D = dark limb, B = bright limb, U = in umbra of lunar eclipse
Gr - G if the event is during a graze
Mr - Method of timing and recording. Main types are:
G = video with time insertion, V = video with other time linking
S = visual using a stopwatch, T = visual using a tape recorder, E = eye/ear
Ce - Certainty. 1 = certain, 2 = may be spurious, 3 = most likely spurious
Db - Double star indication - West, East, North, South, Brighter, Fainter

Figure 2. The Occult – List of occultation residuals form.

Some care must be taken with the time error value. It is derived by dividing the computed height residual in mas, by the radial rate of motion of the lunar limb, given as RV (arc-sec/second) in Occult predictions. For near-graze events this has the effect of turning a small height residual into a large time error – and this can be misleading.

The report form provides a statistical analysis of the residuals. To ensure the statistics are reliable, events involving the following, are excluded:

- Double stars.

- Events with an O-C value greater than 0.5" – on the basis that this is may be an indication of a problem with the star position.
- Events where the 'certainty' field in the report of the observation is not specified as being certain; we only want to rely on events that were definitely observed.
- Events where the star position did not come from either Gaia DR2 or Hipparcos2.
- Bright limb events – as there are inherent difficulties in observing bright limb events.
- Events involving planets or asteroids – to avoid the complications associated with the disks of these objects.

Additionally, for the time-error value, events are only considered if the radial rate (RV) of motion of the star is greater than 0.15"/sec. Note that for the great majority of lunar occultations the radial rate of motion will typically be around 0.4"/sec.

The statistical analysis of the observations is provided at the bottom of the report.

Discussion

A first point to note is a limitation in the residuals. The LRO dataset is immense. To render it suitable for dissemination for Occult Users, the height values were 'binned'. The bins each extended 0.01 deg in angle around the limb of the moon, and 0.02 deg in angle towards/away from the Earth – equivalent to an area of 300 x 600 meters. The limb height (in meters) for that binned region was then taken to be the mean of all heights mapped to that bin. At the distance of the moon, 1mas approximately equates to 2 meters. Consequently variations of just a few meters in surface elevation across that 300 x 600 meter binned region could result in 'errors' in the computed limb correction of the order of several (or even many) mas.

The statistical values are usually given as a mean plus an uncertainty. However if there are less than 3 events meeting the above criteria, the uncertainty is not given – and the results are insufficient to draw any conclusions.

The line giving the mean residual and uncertainty will give you a good idea of your general accuracy. For an instrumental observer (e.g. using GPS+1pps Time Inserted NTSC or PAL video) you should expect a mean residual of smaller than about 10 mas, and an uncertainty of less than about 30 mas. However these residuals do not give you a good idea of timing accuracy.

The line giving the 'Mean clock correction' provides the information about time accuracy. It provides a mean value and an uncertainty value. Typically, the mean value for an instrumental observer should be less than 0.02secs, and the uncertainty less than 0.04 secs.

The issues to be dealt with here are:

1. Is the time uncertainty significantly larger than 0.04 secs? If so, there are two possible explanations:
 - a. You don't have enough observations to get a reliable measurement. Solution – make some more observations!
 - b. Your source of time is irregular. That is, your source of time has a variable offset to 'true' UTC. Solution – you need to find a different source of time.
2. Is the Mean clock correction outside of the uncertainty range (or, indeed, close to the limits of the uncertainty range)? This indicates a constant time offset in your reported times. This could be caused by many factors such as, but not limited to:
 - a. Incorrect correction for camera delays.
 - b. Ignorance of timing issues in a PC when the PC is used to time-stamp a video.

- i. If using NTP then you need to ensure the recording PC has the best possible connection with the LAN router, and the NTP-Server is as geographically close to your observing site as possible.
 - ii. If using a USB connected GPS receiver (without the 1pps signal) you need to use software that assesses USB bus latency.
- c. If using a 'Flash-Tag' device to provide a time reference, together with frame counting to deduce event times - your recording system may be periodically removing frames or adding duplicate frames. You need to check the consistency of the number of frames between the Flash-Tags, and if there is any variability, you need to take action to eliminate that variability.

Summary

- 1) Undertake a series of lunar occultation observations with your usual equipment. The more stars you observe, the better. Aim for a minimum of at least 10 stars, but 20 would be better.
- 2) Create a Lunar Occultations Observation report.
 - a. Tutorial - How to prepare and reduce lunar occultation observations. [7]
- 3) Analyse the Occultation Residual Report. You can either;
 - a. Send the report to your Regional Collector for reduction. Your Regional Collector's email address is already in the report form's pull-down menu. You should receive the reduction report returned in a short period of time.
 - b. Do your own reduction using Occult, AND send your report to your Regional Collector. You need to ensure Occult is up to date, with all the latest downloads listed in the Updating Occult section of the tutorial.
- 4) If your results are Good, you may be assured that your event times are as accurate as you think they are. This assurance may be applied to asteroid occultation observations, provided;
 - a. Appropriate Instrument Delay is applied, due to frame integration.
 - b. All components in the imaging system remain consistent. This includes updates of digital imaging software.
- 5) If your results are not as good as you hoped, you need to take action to improve your results by changing your equipment and methods.
- 6) Observe more lunar occultation events. You never know – you might discover a hitherto unknown double star while testing.

Acknowledgements:

The authors wish to acknowledge the Gaia, Hipparcos, Kaguya-SELENE, Lunar Reconnaissance Orbiter projects, as well as NASA and JPL ephemeris services.

References:

- [1] The Mysterious History of Mapping Lunar Incognita. Richard P. Wilds.
- [2] Kaguya (SELENE) - http://www.kaguya.jaxa.jp/index_e.htm
- [3] - <https://lola.gsfc.nasa.gov>
- [4] Gaia DR2 - <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dr2>
- [5] Hipparcos2 - <https://www.cosmos.esa.int/web/hipparcos/hipparcos-2>
- [6] Occult – Dave Herald - <http://www.lunar-occultations.com/iota/occult4.htm>
- [7] Tutorial - http://www.kuriwaobservatory.com/pdf_files/LunarOccultationReportTutorial.pdf

All-Of-System Time Testing (Acquisition Delay) met behulp van sterbedekkingen door de Maan

Dave Gault - RASNZ-Occultatie Sectie. dave4gee@yahoo.com.au

Dave Herald - RASNZ-Occultatie Sectie, IOTA. drherald@bigpond.net.au

Samenvatting: - Bij het observeren van bedekkingen is het noodzakelijk om de tijd correct te nemen. De juiste tijd IS de observatie. Bij gebruik van analoge video is het eenvoudig om tijd in te voegen in elk videoveld, met behulp van een Video Time Inserter zoals KIWI-OSD of IOTA-VTI. Analoge video is echter een stervend medium en nieuwe digitale video heeft veel verschillende formaten en wordt steeds populairder. Ook methoden om video met flitsen te markeren, met behulp van verschillende apparaten (sommige gebaseerd op smartphone technologie) worden populair.

Andere personen zouden apparaten of software kunnen testen in een laboratoriumomgeving, maar hoe kan u, de waarnemer, de persoon die verantwoordelijk is voor de meegedeelde gebeurtenistijden ervoor zorgen dat uw tijden correct zijn en zo nauwkeurig zijn als u zegt dat ze zijn? Hoe kunt u ervoor zorgen dat uw gebeurtenistijden juist zijn?

We zetten een aanpak uiteen om uw All-Of-System tijdsnauwkeurigheid te valideren, door het observeren van sterbedekkingen door de Maan.

Inleiding: Voor een bedekking is het belangrijkste het rapporteren van de juiste gebeurtenistijden. Het niet hebben van de juiste tijden zal ertoe leiden dat uw waarneming niet consistent is met de waarnemingen van andere waarnemers, en mogelijk genegeerd wordt in de analyse om de grootte en vorm van de asteroïde te bepalen. Zelfs als u de enige waarnemer bent die een bedekking vastlegt, zal de zeer precieze astrometrische positie die als gevolg van de waarneming aan het Minor Planet Center gerapporteerd wordt 'verkeerd' zijn, en het potentieel hebben om de nauwkeurigheid van bedekkingsprognoses in de toekomst te verminderen. Hoewel het dus van cruciaal belang is dat alle waarnemers 'correcte' tijden rapporteren, hoe weet een waarnemer dan of zijn tijden 'correct' zijn? Hoe wint een waarnemer immers vertrouwen in het feit dat hij alle vereiste correcties toepast om de 'juiste tijd' af te leiden?

Bronnen van tijdfouten: Er zijn veel mogelijke bronnen van foutieve gebeurtenistijden, waarvan de volgende enkele zijn:

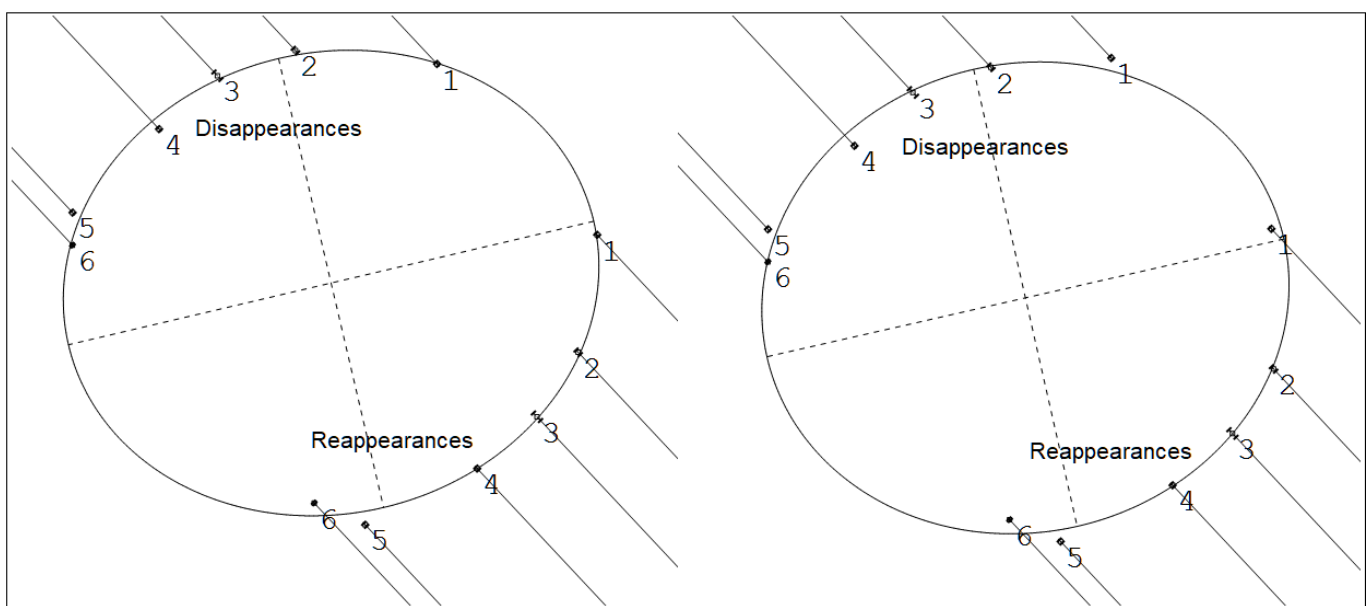
- Gebrek aan, of onjuiste correcties voor, de vertragingen binnen een camera tussen het moment dat de camera een beeld opneemt en het moment dat het beeld wordt uitgevoerd door de camera.
- Het opnemen van een video op een PC, waarbij de PC de taak op zich neemt om de video in overeenstemming met de PC-klok af te stempelen - met problemen van de nauwkeurigheid van de PC-klok, vertragingen bij het extraheren van de tijd van de PC-klok die moet worden gebruikt bij het aanbrengen van de tijdstempel, en vertragingen bij de beeldoverdracht in de PC tussen het moment dat het beeld daadwerkelijk werd genomen en het moment dat het werd verwerkt en de tijdstempel in de PC.
- Synchroniseren van de PC met behulp van Network Time Protocol (NTP), waar:
 - Telefoonnetwerken kunnen een variabele propagatievertraging kunnen hebben.

- de kwaliteit van de tijd hangt van de afstand tot de tijdserver afhangt.
- Synchroniseren van de PC met behulp van een via USB aangesloten GPS-ontvanger. Deze hebben meestal niet de 1-puls per seconde (1pps) verbinding die essentieel is voor een nauwkeurige GPS-tijd. Opmerking: Alle GPS-ontvangers geven een seriële code uit die verschillende attributen beschrijft, inclusief de tijd als onderdeel ervan. De uitvoer van deze code wordt niet nauwkeurig genoeg gerefereerd aan UTC voor onze doeleinden. Alleen wanneer de seriële code wordt gecombineerd met een 1pps-sigitaal kan de totale output van de GPS-ontvanger als UTC worden beschouwd.
- Tijdsignalen via mobiele telefoons, waar;
 - vertragingen in verband met het mobiele telefoonnetwerk kunnen variëren, afhankelijk van de gebruikte cellen en de signaalsterkte.
 - GPS-ontvangers in mobiele telefoons geven meestal niet het 1pps-sigitaal uit. (Zie commentaar hierboven over de uitvoer van GPS-ontvangers.)
- Het synchroniseren van de klok van een recorder met een betrouwbare tijdsbron ruim voor en dan na een gebeurtenis - en ervan uitgaande dat de drift in de klok lineair is over die periode.
- Radiotijdsignalen (zoals WWV). Het transmissiepad omvat meestal meerdere reflecties tussen het aardoppervlak en de ionosfeer, met vertragingen die afhankelijk zijn van het aantal reflecties.

Een moeilijkheid bij al deze zaken is dat een fout in de tijdstempel niet direct zichtbaar is. Als er geen middelen zijn om de nauwkeurigheid te beoordelen, kunnen waarnemers in een valkuil van overmoedigheid trappen en denken dat hun tijden kloppen. Waarnemers zouden hun overtuiging kunnen uiten als 'het moet juist zijn' omdat ze dat soort software of apparaat gebruiken. Maar is dat vertrouwen wel terecht?

Helaas is het simpele antwoord - heel vaak, Nee.

Wat is het effect van een slechte timing op bedekkingen door planetoïden? Een mogelijke tijdbasisfout is gemakkelijk te zien in een typische bedekkingsschets van een planetoïde. Zie figuur 1.



Figuur 1. Asteroïde occultatiepercelen van dezelfde gebeurtenis, met een koorddifferentiatie van -0,1 seconden in de rechter plot.

Het onderzoek van de linker tekening geeft het volgende:

- De koorden 1, 2 en 3 passen goed bij de ellips.
- Koorde 4 verdwijning lijkt een beetje laat te zijn, maar het wederverschijnen past goed bij de ellips. De verdwijning zou wel eens het gevolg kunnen zijn van onregelmatigheden in het asteroïdenprofiel.
- Koorde 5 verdwijning lijkt misschien vroeg te zijn, en de wederverschijning lijkt misschien laat, maar beide zijn symmetrisch met de gefitte ellips.
- Koorde 6 verdwijning past goed bij de ellips, maar het opnieuw verschijnen lijkt een beetje vroeg, maar zou wel eens het gevolg kunnen zijn van onregelmatigheden in het asteroïdenprofiel.

Het onderzoek van de rechter tekening toont het volgende:

- Koorde 1 is bewust met -0,1 seconde verschoven om te illustreren waarom er de preciese tijd nodig is. Let op de symmetrie - beide gebeurtenissen lijken vroeg te zijn in vergelijking met de gefitte ellips. Dit is typisch voor een fout in de tijdbasis.

Natuurlijk zullen we nooit echt weten welke gebeurtenissen vroeg of laat plaatsvinden of toe te schrijven zijn aan onregelmatigheden met asteroïden. Het doel is immers niet om de gebeurtenissen kunstmatig in te passen in ellipsen of zelfs 3D-modellen. Het doel is simpelweg om de beste observatietimings mogelijk te maken, en er zeker van te zijn dat ze zo accuraat zijn als aangegeven.

De waarnemer moet zijn waarnemingssysteem regelmatig testen, met inbegrip van zijn kennis van correcties die moeten worden toegepast. De beste manier om dat te doen is het observeren van sterbedekkingen door de Maan – en dit regelmatig.

Waarom zou je sterbedekkingen door de Maan observeren? Tot 10 of 15 jaar geleden werden sterbedekkingen door de Maan gebruikt als basis voor het meten van de onregelmatige rotatie van de Aarde en het verbeteren van onze kennis van de beweging van de Maan. Er waren ook problemen met onze kennis van het maanprofiel, ook tijdens de koude oorlog een poging om het geografische referentiepunt voor militaire toepassingen te koppelen [1]. Voor gewone bedekkingen resulteerde een gebrek aan precisie in het profiel, in Observed-Computed (O-C) residu's die typisch vele tienden van een boogseconde waren.

Voor de poolgebieden werd gebruik gemaakt van rakende sterbedekkingen in een poging om onze kennis van de randgebieden te verbeteren.

In de afgelopen tijd zijn er op een aantal gebieden belangrijke verbeteringen gebeurd, vooral de volgende:

- De maan efemeride is gestaag verfijnd tot op de meter nauwkeurig, op basis van de laser-afstandsmetingen.
- De hoogtes op het maanoppervlak is nauwkeurig op 1 meter in kaart gebracht door satellieten - eerst door Kaguya - SELENE [2]; daarna door LOLA [3] (Lunar Orbiter Laser Altimeter) aan boord van de Lunar Reconnaissance Orbiter. Dit heeft ons in staat gesteld om de hoogte van het maanoppervlak op elke willekeurige plaats nauwkeurig te bepalen.
- Sterposities worden nu waar mogelijk uit Gaia DR2 [4] gehaald; posities voor heldere sterren die niet in Gaia staan, worden uit de Hipparcos2 [5] catalogus gehaald. Het aantal bedekte sterren waarvan de posities niet uit Gaia DR2 of Hipparcos2 komen is minder dan ongeveer 1%.

- In het Occult [6] reductieproces worden sterposities nu gecorrigeerd voor stellaire parallax en gravitatieafbuiging door de zon. Dit is relevant en noodzakelijk geworden vanwege de voorgaande drie verbeteringen.
- Het reductieproces omvat ook aardoriëntatieparameters. Deze parameters maken aanpassingen om rekening te houden met de beweging van de locatie van de aardas op de Aarde.

Door deze verbeteringen kan de bedekking van een ster aan het maanoppervlak met zekerheid worden voorspeld en geanalyseerd. In het bijzonder:

- De ooit zo genoemde marginale zone van de maan is niet langer marginaal.
- Occult voorspelt maanoccultaties met een precisie van enkele tienden van een seconde (waarbij de beperking van de precisie gepaard gaat met het gebruik van slechts een half-nauwkeurige maanrandcorrectie).
- Het belangrijkste is dat Occult de residu's van een sterbedekking door de Maan tot op een milliboogseconde kan bepalen.

Als een waarnemer een statistisch significant aantal sterbedekkingen door de Maan (ten minste 10) waarneemt, bij voorkeur zowel verdwijnende (avond)gebeurtenissen als opnieuw verschijnende (ochtend)gebeurtenissen van sterren aan de onverlichte maanrand, dan zal Occult een Residual Summary Report produceren dat u de zekerheid geeft dat uw All-Of-System tijden betrouwbaar zijn, of niet.

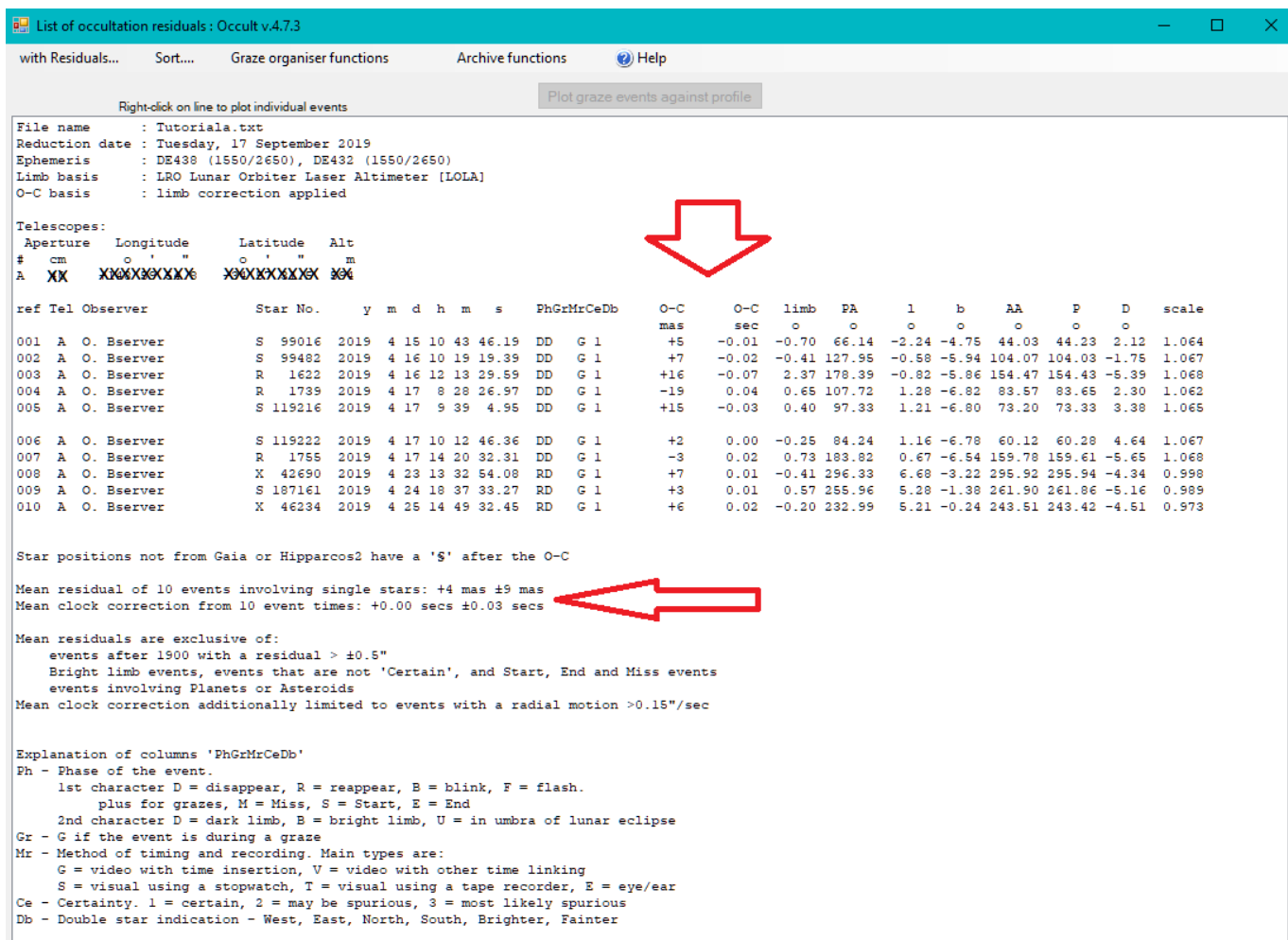
Methode: Ten eerste hebben we een reeks van waarnemingen van sterbedekkingen door Maan nodig die worden gedaan met behulp van het te onderzoeken waarnemingssysteem.

- Als er een analoge videocamera met mogelijkheid tot integratie wordt gebruikt, moet deze worden ingesteld op de niet-integrerende modus.
- Als een digitale camera (van welk type dan ook) wordt gebruikt, moet deze worden ingesteld op een beeldcadans van 25 beelden per seconde of sneller.

De observatietijden worden vastgelegd in een Occult - Observatieverslag. Een tutorial [7] is gemaakt om dit proces te ondersteunen.

Er wordt in Occult een verslag van bedekkings-residuen voor elk evenement opgesteld, met een lijst van de O-C-waarden. De O-C waarde wordt in twee formaten gegeven:

- De berekende hoogte van de ster boven of onder de rand op het waargenomen tijdstip, gerapporteerd in milliboogseconden; positieve waarde is boven de rand, negatieve waarde onder de rand.
- De equivalente 'tijdfout' in uw gerapporteerde tijd, opgelijst in seconden. Als deze waarde negatief is, is uw gerapporteerde tijd te vroeg; als het een positieve waarde is, is uw gerapporteerde tijd te laat. Het teken van deze 'tijdfout' is tegengesteld aan dat van de berekende hoogtetfout voor verdwijningen, en hetzelfde voor wederverschijningen.



Figuur 2. Occult - Lijst van bedekkingsresidu's

Er moet enige zorg worden besteed aan de tijdsfoutwaarde. Deze wordt afgeleid door de berekende hoogte-residu in milliboogseconden te delen door de radiale bewegingssnelheid van de Maan, gegeven als RV (boogseconde/seconde) in de Occult-voorspellingen. Voor bijna rakende bedekkingen heeft dit het effect dat een kleine hoogte-residu wordt omgezet in een grote tijdsfout - en dit kan misleidend zijn.

Het verslagformulier geeft een statistische analyse van de residuen. Om ervoor te zorgen dat de statistieken betrouwbaar zijn, worden gebeurtenissen met betrekking tot het volgende buiten beschouwing gelaten:

- Dubbele sterren.
- Gebeurtenissen met een O-C waarde groter dan 0,5" - op basis van het feit dat dit een indicatie is van een probleem met de sterpositie.
- Gebeurtenissen waarbij het "zekerheids"-veld in het verslag van de waarneming niet als zeker wordt gespecificeerd; we willen alleen afgaan op gebeurtenissen die wel degelijk zijn waargenomen.
- Gebeurtenissen waarbij de sterpositie niet van Gaia DR2 of Hipparcos2 kwam.
- Gebeurtenissen aan de verlichte maanrand - omdat er inherente problemen zijn met het observeren van verschijningen aan heldere maanrand.
- Gebeurtenissen met planeten of asteroïden - om de complicaties te vermijden die gepaard gaan met de diameter van deze objecten.

Bovendien worden voor de tijdsfoutwaarde alleen gebeurtenissen in aanmerking genomen als de radiale snelheid (RV) van de beweging van de ster groter is dan 0,15"/sec. Merk op dat voor de grote meerderheid van de sterbedekkingen door de Maan de radiale bewegingssnelheid typisch rond de 0.4"/sec zal liggen.

De statistische analyse van de waarnemingen staat onderaan het verslag.

Bespreking

Een eerste punt om op te merken is een beperking in de residuen. De LRO-dataset is immens. Om het geschikt te maken voor verspreiding voor Occult gebruikers, zijn de hoogtewaarden 'binned'. De bins zijn elk 0,01 graden in de hoek rond de maan, en 0,02 graden in de hoek naar/weg van de Aarde - wat overeenkomt met een gebied van 300 x 600 meter. De hoogtes aan de rand (in meters) voor dat binned gebied werd vervolgens genomen als het gemiddelde van alle in kaart gebrachte hoogten van die bin. Op de afstand van de maan komt 1 milliboogseconde ongeveer overeen met 2 meter. Als gevolg daarvan kunnen variaties van slechts enkele meters in de hoogte van het oppervlak over dat 300 x 600 meter binned gebied leiden tot 'fouten' in de berekende randcorrectie van de orde van enkele (of zelfs vele) milliboogseconden.

De statistische waarden worden meestal gegeven als een gemiddelde plus een onzekerheid. Als er echter minder dan 3 gebeurtenissen zijn die aan de bovenstaande criteria voldoen, wordt de onzekerheid niet gegeven - en zijn de resultaten onvoldoende om conclusies te kunnen trekken.

De regel die de gemiddelde residu en onzekerheid geeft, geeft u een goed beeld van uw algemene nauwkeurigheid. Voor een instrumentele waarnemer (bijv. met behulp van GPS+1pps Time Inserted NTSC of PAL video) moet u een gemiddelde restwaarde verwachten van minder dan ongeveer 10 milliboogseconden, en een onzekerheid van minder dan ongeveer 30 milliboogseconden. Deze residus geven echter geen goed beeld van de nauwkeurigheid van de timing.

De regel met de 'Mean clock correction' geeft de informatie over de nauwkeurigheid van de tijd. Het geeft een gemiddelde waarde en een onzekerheidswaarde. Normaal gesproken zou de gemiddelde waarde voor een instrumentele waarnemer minder dan 0,02 seconden moeten zijn en de onzekerheid minder dan 0,04 seconden.

De kwesties die hier moeten worden behandeld zijn:

3. Is de tijdsonzekerheid aanzienlijk groter dan 0,04 sec.? Zo ja, dan zijn er twee mogelijke verklaringen:
 - a. Je hebt niet genoeg waarnemingen om een betrouwbare meting te krijgen. Oplossing - doe nog wat meer waarnemingen!
 - b. Je bron van tijd is onregelmatig. Dat wil zeggen, uw tijdsbron heeft een variabele offset naar de 'ware' UTC. Oplossing - je moet een andere bron van tijd vinden.
4. Is de gemiddelde klokcorrectie buiten het onzekerheidsbereik (of zelfs dicht bij de grenzen van het onzekerheidsbereik)? Dit duidt op een constante tijdsafwijking in de door u gerapporteerde tijden. Dit kan worden veroorzaakt door vele factoren zoals, maar niet beperkt tot:
 - a. Onjuiste correctie voor cameravertragingen.
 - b. Onbekendheid met timing problemen in een PC wanneer de PC wordt gebruikt om een video te timen.
 - i. Als u NTP gebruikt, moet u ervoor zorgen dat de opname-pc de best mogelijke verbinding met de LAN-router heeft en dat de NTP-server zo dicht mogelijk bij uw observatiesite ligt.
 - ii. Als u een GPS-ontvanger met USB-aansluiting gebruikt (zonder het 1pps-sigitaal) moet u software gebruiken die de vertraging van de USB-bus beoordeelt.
 - c. Als u een 'Flash-Tag' apparaat gebruikt om een tijdreferentie te geven, samen met frametelling om gebeurtenistijden af te leiden - kan het zijn dat uw opnamesysteem periodiek frames verwijdert of duplicaatframes toevoegt. U moet de consistentie van het aantal frames tussen de Flash-Tags controleren, en als er enige variabiliteit is, moet u actie ondernemen om die variabiliteit te elimineren.

Samenvatting

- 7) Doe een reeks waarnemingen van sterbedekkingen door de Maan met je gebruikelijke apparatuur. Hoe meer sterren je observeert, hoe beter. Streef naar minimaal 10 sterren, maar 20 zou beter zijn.
- 8) Maak een Lunar Occultations Observation rapport.
 - a. Tutorial - Hoe je waarnemingen van sterbedekkingen kunt voorbereiden en reduceren. [7]
- 9) Analyseer het bedekkingsverslag. Volgende twee mogelijkheden:
 - a. Stuur het rapport naar uw Regionale Verzamelaar voor reductie. Het e-mailadres van uw Regionale Verzamelaar staat al in het uitklapmenu van het rapportageformulier. Je zal het reductierapport in korte tijd terug te ontvangen.
 - b. Doe je eigen reductie met behulp van Occult, EN stuur uw rapport naar uw Regionale Verzamelaar. U moet ervoor zorgen dat Occult up-to-date is, met de laatste downloads in de Updating Occult sectie van de tutorial.
- 10) Als uw resultaten goed zijn, kunt u er zeker van zijn dat de tijden van uw evenement zo nauwkeurig zijn als u denkt dat ze zijn. Deze zekerheid kan worden toegepast op bedekkingen door planetoiden, mits;
 - a. De juiste instrumentvertraging wordt toegepast, als gevolg van frame-integratie.
 - b. Alle componenten in het beeldvormingssysteem consistent blijven. Dit geldt ook voor updates van digitale beeldvormingssoftware.
- 11) Als uw resultaten niet zo goed zijn als u hoopte, moet u actie ondernemen om uw resultaten te verbeteren door uw apparatuur en methoden te veranderen.
- 12) Observeer meer sterbedekkingen door de Maan. Je weet maar nooit - misschien ontdek je wel een tot nu toe onbekende dubbelster tijdens het testen.

Dank:

De auteurs willen dank zeggen aan de Gaia, Hipparcos, Kaguya-SELENE, Lunar Reconnaissance Orbiter projecten, evenals NASA en JPL efemeride diensten.

Referenties:

The Mysterious History of Mapping Lunar Incognita. Richard P. Wilds.

Kaguya (SELENE) - http://www.kaguya.jaxa.jp/index_e.htm

<https://lola.gsfc.nasa.gov>

Gaia DR2 - <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dr2>

Hipparcos2 - <https://www.cosmos.esa.int/web/hipparcos/hipparcos-2>

Occult - Dave Herald - <http://www.lunar-occultations.com/iota/occult4.htm>

Tutorial - http://www.kuriwaobservatory.com/pdf_files/LunarOccultationReportTutorial.pdf

Tutorial - Using Occult for (Total) Lunar Occultation prediction, reporting and analysis.

Dave Gault and Dave Herald

Introduction

There are many reasons to observe lunar occultations, and may include; a simple desire to observe stars disappear or reappear at the lunar limb as the Moon orbits the Earth, to have your observations added to the archive of lunar occultation observations – that dates from 1623, to observe double stars during lunar occultation, and perhaps to test the accuracy of your equipment and technique. Considering the latter case, it's much better to work the Gremlins out of your gear and techniques by observing lunar occultations, than to try and perhaps mess up a likely asteroid occultation.

Occult provides the means to create a list of predictions unique for your site and telescope for a night of observation, or a list of predictions for any time period desired. It also offers the means to create an observation report and will give immediate indication of the accuracy of your observations.

This document does not however include methods to extract event times from recordings.

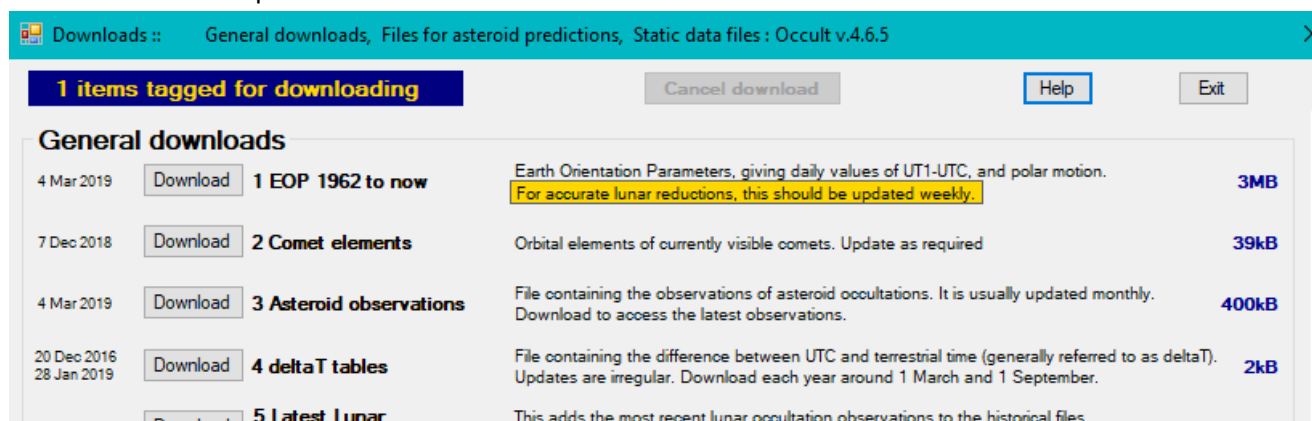
Updating Occult

This tutorial does not cover the installation of Occult, however the task of keeping Occult up to date is essential for accurate predictions and analysis, so I'll briefly mention it here.

Occult requires access to the internet to download various information from a host of different sites, and most of the required downloads can be found on the one form.

Click on the "Maintenance" tab, then Click on the "General downloads" button.

Shown here is the top of the form.



All items are numbered from 1 to 42.

On the left is the date of the last download, then the download button, the item#, the title of the download, a description, and finally the download size.

From time to time, you will see a >> symbol next to one or more items. This means the file needs updating so it's best to do so straight away.

The items required for lunar occultations are #1, 4, 5, 12, 14, 15, 16, 17, 26, 27, 28, 31, 33, 34 or 35, 40 or 41.

Occult Site File

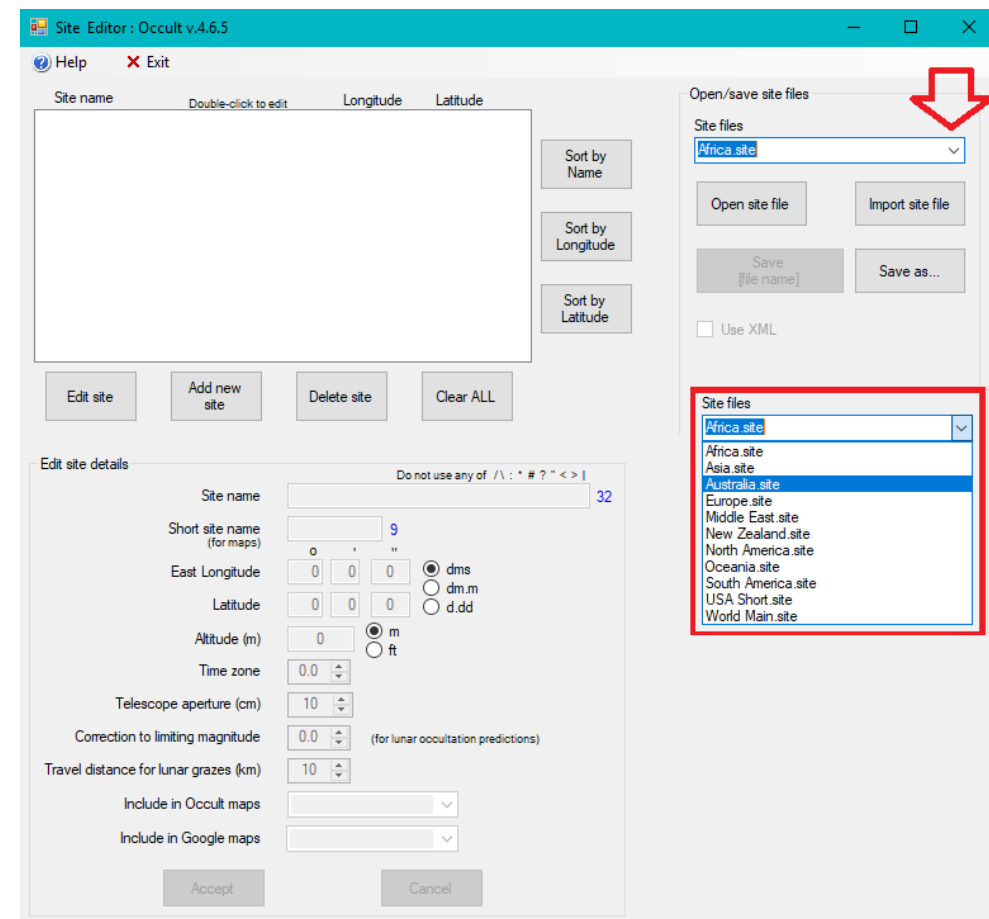
Occult needs to know your geographic location and basic information about your telescope, contained in a site file.

You can either choose to:-

- Modify an existing site file by adding an entry for your site
- Create a new site file completely with one site details or multiple site details – as many as you wish.

I'll choose to describe the first option.

Click on the "Maintenance" tab, then
Click on the "Edit SITE files" button.



Click in the little check and a list of site files will appear.

Click on an appropriate file. I live in Australia so that is appropriate for me. Your mileage will vary.

Then click the "Open site file" button.

Continued...

... Occult Site file – continued.

Search for a nearby town or city. You may be tempted to be satisfied choosing (in my case) Sydney, but we need to input your exact site coordinates (latitude, longitude and Altitude).

The Datum required is WGS 84 for latitude and longitude, and Mean Sea Level (MSL) for altitude. Luckily most GPS receivers have this set as default as does Google Earth.

- 1) Once you have found you nearby town, click on it.
- 2) Click “Add new site” button. This will insert the selected town coordinates into the Edit site details area of the form – as a template.
- 3) Type over what’s there with your details
 - a. West longitude is negative
 - b. South latitude is negative
- 4) Click accept.
- 5) Click Save “SiteFileName” button

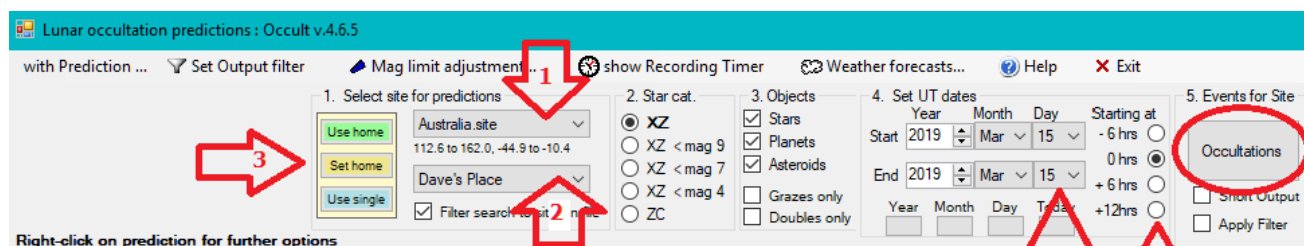
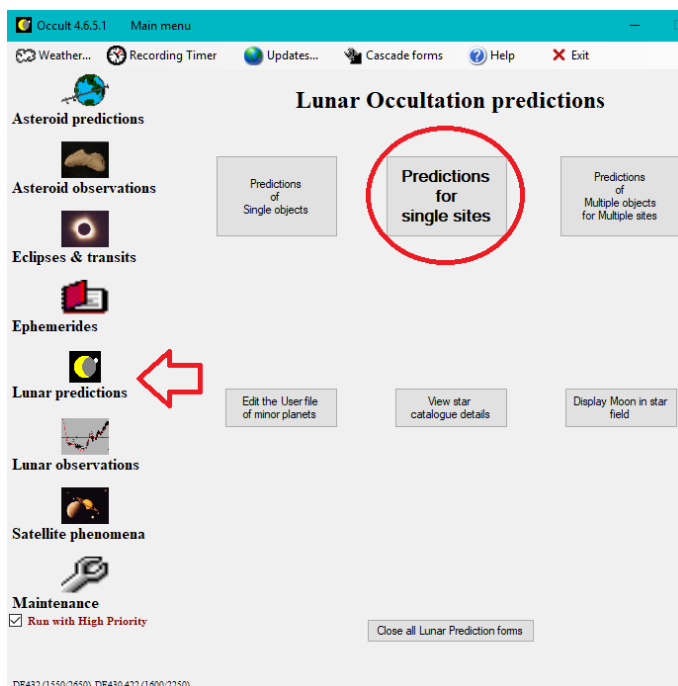
Note:

If the site details you have just created is a site you'll use frequently, then the next section will describe how to set that site as default "set home" and "use home".

Lunar Predictions – for single (your) sites

Click the Lunar predictions tab

Click the Predictions for single sites button.



Start Hour	Regions/countries
-6	North and South America, including all of Canada, USA (except for Alaska and Hawaii), Mexico, Argentina, Brazil
0	Oceania (including Hawaii), Alaska, New Zealand, eastern states of Australia
6	Asia (including Japan), Western Australia, India, Iran
12	Europe, Africa, Middle East

Setup the Lunar occultation Prediction form:-

- 1) Choose the site file you just edited.
- 2) Choose the site you just created.
- 3) If this is a site you use frequently, you can set this as a default home site by clicking "Set home"
- 4) Select an appropriate "Starting at" button for your region of the globe.

Note:- Occult will remember this setting for the next session.

- 5) By default Occult will display the current UTC day date. Adjust as required.
- 6) Stand back, and click Occultations Button.

Occult will generate predictions unique for your site. Shown here is the form header.

Occultation prediction for Dave's Place																																	
E. Longitude 151 12 38.9, Latitude -33 51 7.0, Alt. 150m; Telescope dia 20cm; dMag 0.0																																	
day Time		P	Star	Sp	Mag	Mag	%	Elon	Sun	Moon	CA	PA	VA	AA	Libration	A	B	RV	Cct	durn	R.A.	(Appnt)	Dec	Mdist	SV								
y	m	d	h	m	s	No	D	v	r	V	ill	Alt	Alt	Az	o	o	o	o	L	B	m/o	m/o	"/s	o	sec	h	m	s	o	m	s	Mm	m/s

The first time you list predictions, check the site coordinates are correct. Occult will then list event circumstances for every star viewable using your telescope.

- Event times are listed heirarchically by ZC, SAO or XZ identifiers.

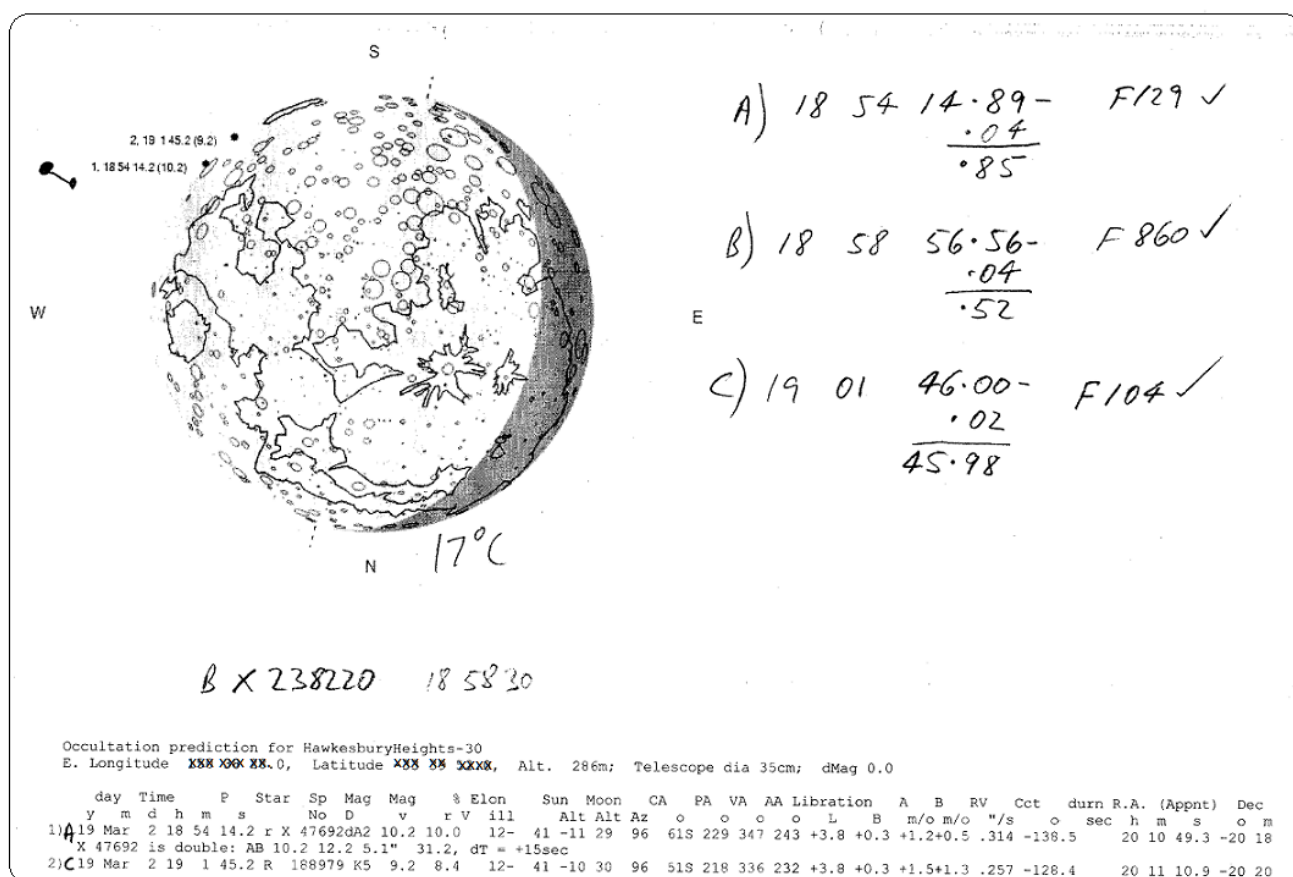
- You can adjust the list by selecting different buttons under the Star cat. group, or by adjusting the Mag. limit from the menu bar, or by using the Set output filter on the menu bar.

You can print the list as-is, but before you do that, I'll show you what I do for a night's observing. Cont...

I think it is important to take out to the telescope a one page printout, that can be used to find the stars on the lunar limb, in the order that the events will occur. You can use this form for notes, and for any calculations required to determine event times. Here is what I do;

- R-click on the first event listed a menu will appear.
- Choose menu item – Moon map.
 - o Choose the orientation that suits. I like South UP (because I live in Australia) and non-mirrored (because I don't use a star diagonal). Your preference may be different.
- R-click on the map and choose an appropriate number of stars to display.
- Using the "with Map" menu, choose Copy...
- And paste this into a horizontal formatted Word (or similar) Document
- Go back to the predicted list and using the "with Prediction" menu, choose Copy all...
- And paste into the document. You may have to choose a small font to fit everything across the page.

This is taken to the telescope. Here's what a typical observing run form looks like after LiMovie analysis.



This is what I do, and all my observations going back nearly 20 years are in ring binders for easy reference. The message here is not necessarily to copy what I do, best is to suit yourself but be systematic is the recommendation.

This neatly side steps the actual analysis of the video, which is outside this tutorial anyway.

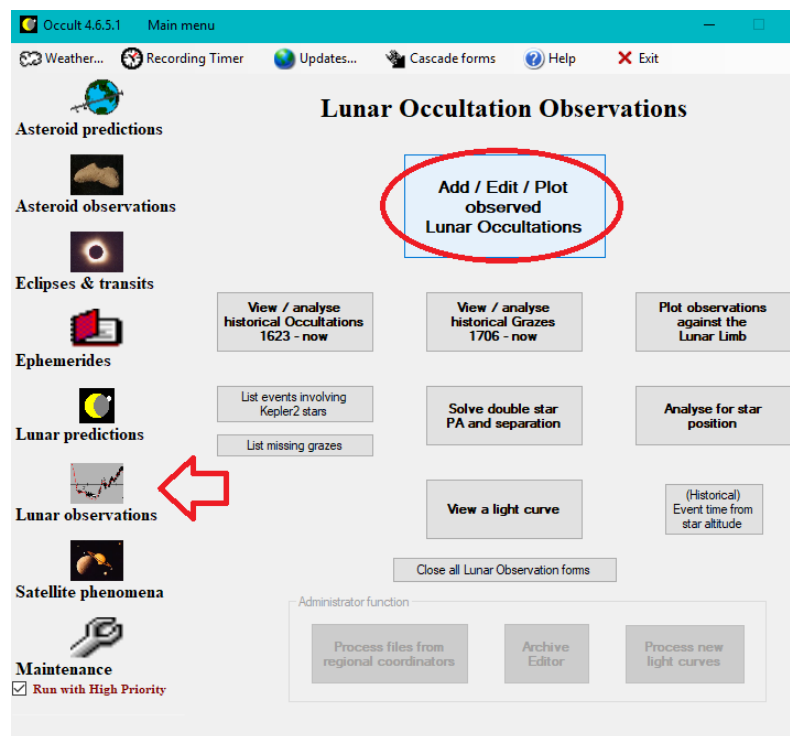
However I use IOTA-VTI time stamped analogue video, mostly analysed using LiMovie for lunar events. For the events listed, I used a Wattec 910BD camera, which has a Instrument Delay (ID) which must be subtracted from

the video time-stamp. Occult will list the recommended ID to apply for your camera and VTI and this will be discussed in the next section.

Lunar Observations – Creating an observation report.

Once you have your event timings, the next task is to create an observation report.

Click the Lunar Observations tab
Click the Add/Edit/Plot observed Lunar Observations button.



LunarObservatin Report - Header

The screenshot shows the 'Observations editor : TutorialReport' window. The 'Edit' tab is selected, and the 'Header' sub-tab is active. The 'Header' section contains the following fields:

- Place name:** A text input field containing 'Sydney, N.S.W., Australia'. To its right are checkboxes for 'Insert default' and 'Set as default', and a note 'Limit of 50 characters : 25 remaining'.
- Email address:** A text input field containing 'davegault@bigpond.com'. To its right are checkboxes for 'Insert default' and 'Set as default'.
- Representative:** A text input field containing 'Dave Gault'. To its right are checkboxes for 'Insert default' and 'Set as default'.

Below these fields is a large text area for 'Special messages' with a note: 'This box is for any special messages or comments you think the person processing this report needs to know. Messages should be kept as short as possible. They will not be archived with the observations.' At the bottom, a note states: 'Note: empty lines will be deleted.'

Enter the following information

- Place name - the name of the closest town or city. You can enter something like Daves Observatory, so long as you also include a nearby town or city, and Country. This will be archived.
- Email address – this is for correspondence with your Regional Collector, and is not archived.
- Representative – the name of the person responsible for this observation report. In the case of a graze observation report, then this will be the graze leader. It is used for correspondence purposes only, and is not archived.

You can set and retrieve default information.

At this point you should save the file by giving it a name, eg. 201901_YourName.txt – that is the observation report for events observed in January 2019.

LunarObservatin Report – Sites & Names

Observations editor : 201901Gault.txt

File... Submit report... Double star report... Light curve report... GoogleEarth LiMovie... Help

Display in old format View : ☐ Report Edit : ☐ Header ☒ Sites & Names ☐ Events Reduce & Plot LRO-LOLA

Sites / Telescopes

Location

☐ Coordinates are high-precision (surveyed)

E. Longitude ☒ dms ☐ dm.m ☐ d.dd

Latitude

Horizontal datum

Altitude ☒ m ☐ ft

Altitude datum ☒ MSL ☐ spheroid

Telescope

Aperture cm

Focal length cm

Optics

Mounting

Drive

Sort / move Sites

by Number by Longitude by Latitude

Move site: up down

Buttons: Add as new site, Set selected as default, Delete selected, Replace selected, Add default as new site, ReNumber

TA	CAD	30	150	+1503827.9	-333951.9	84	286	M
----	-----	----	-----	------------	-----------	----	-----	---

Names of Observers

Name for Observers 25 characters 17

Initial + Family name. eg 'J. Smith'

Observer's Email address (optional, not archived)

Sort / move Names

by Number by Full Name by Name -initial

Move name: up down

Buttons: Add as new name, Set selected as default, Delete selected, Replace selected, Add default as new name, ReNumber

OA	D. Gault	davegault@bigpond.com
----	----------	-----------------------

Enter the following information

- your observation site coordinates
- your telescope details – note:- in centimeters (cm)

Make sure you click - **Add as new site**

- your name in the format:- G. Fnnnnn where G is your Given name and Fnnnnn is your Family name. This will be archived.
- your email address, it may be the same as that in the header, or it may be different. This will not be archived.

Make sure you click – **Add as new name**

Use the File menu and save the file.

A graze observation may have many site coordinates listed as well as well as observer names and their email addresses.

If you make most of your observations from the same site, once you have all the details correct, click the “**Set selected as default**” button. To use the default, simply click “**Add default as new site**” button.

For observer names, you can use the “**Set selected as default**” and “**Add default as new name**” buttons.

Additionally an observer can list their favourite sites that they observe from frequently, and save the file a template – just make sure to use the correct site with each particular observation.

Maanobservatieverslag – Events

Observations editor : Tutoriala.txt : Occult v.4.7.3

File... Submit report... Double star report... Light curve report... GoogleEarth LiMovie... Help

Display in old format ☐ View: ☐ Report ☐ Edit: ☐ Header ☐ Sites & Names ☒ Events ☐ Reduce & Plot LRO-LOLA

Events

1. Event time & type

Year: 2019 Month: 4 Day: 25 Today ☐

Hour: 14 Min: 49 Second: 32.45 Camera

Event type

☐ Disappear ☒ Reappear

☐ Blink ☐ Flash ☐ Miss

☐ Started ☐ Stopped ☐ Other

Graze event ☐

Limb

☒ Dark limb ☐ Bright limb ☐ Umbra

2. Star

ZC: 0

SAO: 0

XZ: 46234

☐ **Unidentified star**

For unidentified stars only

GSC:

format: RRRRNNNN

or Solar System

Planet

Moon

Asteroid #

3. Timing methods, Circumstances

Method of Timing & recording (use the left box, or both)

Video (time insert) + frame an.

Time source

GPS (using 1PPS output, NOT screen display)

PE ☐ PE application [PE is NOT camera corrections]

PE not relevant to the method of timing [eg Video]

Accuracy

0.01

Remarkable circumstances

No remarkable circumstances

Stability Transparency Certainty

Good Good Sure that the event occurred

Double stars

No double star effects seen or noted

WDS

S/N ratio Light level Duration (sec) Temperature

3

Comments [not archived]

4. Observer

Station (site)

A: 40.0cm at XXXXXX-XXXXXX

Observer A: O. Bserver

Limb-corrected residual

Residual P.A. Mag

0.01 232.99 9.9

Arrange events

☒ by Number ☐ by TEL ☐ by Date ☐ by OBS

1	2019	415104346.19	S	99016	DD	EG	G0.01	14.	11	AA
2	2019	416101919.39	S	99482	DD	EG	G0.01	15.	11	AA
3	2019	416121329.59	R	1622	DD	EG	G0.01	14.	11	AA
4	2019	417 82826.97	R	1739	DD	EG	G0.01	17.	11	AA
5	2019	417 939 4.95	S	119216	DD	EG	G0.01	15.	11	AA
6	2019	417101246.36	S	119222	DD	EG	G0.02	14.	11	AA
7	2019	417142032.31	R	1755	DD	EG	G0.01	14.	11	AA
8	2019	423133254.08	X	42690	RD	EG	G0.02	14.	11	AA
9	2019	424183733.27	S	187161	RD	EG	G0.01	15.	11	AA
10	2019	425144932.45	X	46234	RD	EG	G0.01	13.	11	AA

Shown here is a typical observation report. Note:

- Events 1-7 are disappearance events.
 - Events 8-10 are reappearance events.
 - All are dark limb events and all are observed at the same site by the same observer.
- A) Despite the layout of the form, it's best to set (or ensure it is correctly set) section 4) Observer Site and Name codes, created or edited on the previous Sites & Names form.
- B) To enter an event, move to section 1) Event time and type, and tab through the following steps:-
- enter the date. If the UTC date is still current, click the 'Today' button.
 - Enter the time of the event with Camera and VTI Instrument Delay (ID) already subtracted.
 - Click the '**Camera**' button and Occult will display a form that lists the ID for various popular cameras and VTI devices.
 - Click on the Radio Button to select Event Type. Disappearance or Reappearance.
 - Blink, Flash, Miss, Started, Stopped and Other are for Graze reports.
 - ... as is the Graze event check-box.
 - Click on the Limb type Radio Button. Generally, Bright limb events are very difficult to observe and event times tend to be unreliable.

Section 2) Star

- Enter the star identifier #. To prevent miss-typing errors, simply click on the '**Identify Star**' button. If the date, time and event type (disappear or reappear) are correct, Occult will list candidate stars, in order of the computed residual. Most commonly the first star in the list is the relevant star, however there are several stars with small residuals, you need to

Select star: Occult v.4.7.3

Reappear

Double-click to select a star

Star No.	Mag	P.A.	Res.
X46234	9.9	233.1	0.2 *
X168628	11.3	290.4	-20.5
X235637	12.1	329.3	-24.6
X235642	11.6	204.3	28.5

Match a GSC number

GSC number

Coordinates (J2000)

Star No.	Mag	[--]	Diff. (")

if

ensure to select the correct one.

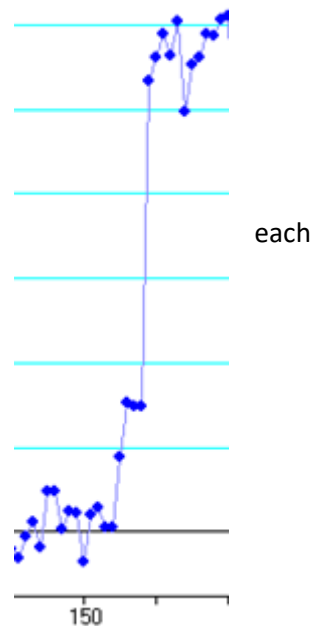
Double click on the appropriate star ID.

Section 3) Timing Methods and Circumstances.

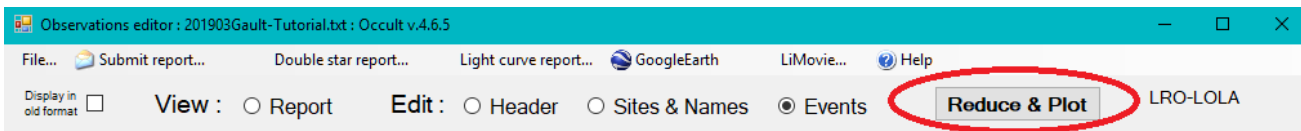
- f. Tab through to and use the menu pull-downs to enter information that best describes your timing equipment and event circumstances.
 - g. When you are done, click 'Add as new event' button, to list the event data below. This will Auto-save the report.
 - h. Any line can be edited by clicking on the line, correcting the information and then click the 'Replace selected' button, however the report is not be saved at this time. It will be saved if you add another new event or if you use the File-Save menu item.
- C) Note the Limb-corrected residual value. This will usually fall within the range $\pm 0.10''$. Occasionally the Residual can be a little larger, usually caused by poor star positions, or associated with components of double stars. Values greater than $0.2''$ usually indicates; there is an error in the date or time, or in the star number; or if the star is a double star, that the reduction has not been corrected for the component; or the occultation was missed - usually as a result of the observing conditions. More discussion on this later...

D) Double Star events.

- a. A double star observed during lunar occultation will produce a stepped light curve.
- b. Times for each component can be obtained.
- c. A separate entry is then created listing the time for each component,
- d. Circumstances fields 'Double Stars' and 'WDS' are used to describe component.
- e. In addition, a Double Star Report should be created and sent to the Double Star coordinator, (currently Brian Loader) however the creation of this report is outside the scope of this tutorial and should probably be a tutorial in it's own right.



Reduce and Plot



Click the Reduce and Plot button at the top of the Observations Editor. Occult will process your observations and produce a List of occultation residuals form.

A screenshot of the 'List of occultation residuals' window. The title bar reads 'List of occultation residuals : Occult v.4.7.3'. The menu bar includes 'with Residuals...', 'Sort...', 'Graze organiser functions', 'Archive functions', and 'Help'. Below the menu bar, there is a text area with the following information:

Right-click on line to plot individual events
Plot graze events against profile

File name : Tutoriala.txt
Reduction date : Tuesday, 17 September 2019
Ephemeris : DE438 (1550/2650), DE432 (1550/2650)
Limb basis : LRO Lunar Orbiter Laser Altimeter [LOLA]
O-C basis : limb correction applied

Telescopes:

#	Aperture	Longitude	Latitude	Alt
A	XX	XXXXXX	XXXXXX	XX

ref	Tel	Observer	Star No.	y	m	d	h	m	s	PhGrMrCeDb	O-C mas	O-C sec	limb	PA	l	b	AA	P	D	scale
001	A	O. Bserver	S 99016	2019	4	15	10	43	46.19	DD G 1	+5	-0.01	-0.70	66.14	-2.24	-4.75	44.03	44.23	2.12	1.064
002	A	O. Bserver	S 99482	2019	4	16	10	19	19.39	DD G 1	+7	-0.02	-0.41	127.95	-0.58	-5.94	104.07	104.03	-1.75	1.067
003	A	O. Bserver	R 1622	2019	4	16	12	13	29.59	DD G 1	+16	-0.07	2.37	178.39	-0.82	-5.86	154.47	154.43	-5.39	1.068
004	A	O. Bserver	R 1739	2019	4	17	8	28	26.97	DD G 1	-19	0.04	0.65	107.72	1.28	-6.82	83.57	83.65	2.30	1.062
005	A	O. Bserver	S 119216	2019	4	17	9	39	4.95	DD G 1	+15	-0.03	0.40	97.33	1.21	-6.80	73.20	73.33	3.38	1.065
006	A	O. Bserver	S 119222	2019	4	17	10	12	46.36	DD G 1	+2	0.00	-0.25	84.24	1.16	-6.78	60.12	60.28	4.64	1.067
007	A	O. Bserver	R 1755	2019	4	17	14	20	32.31	DD G 1	-3	0.02	0.73	183.82	0.67	-6.54	159.78	159.61	-5.65	1.068
008	A	O. Bserver	X 42690	2019	4	23	13	32	54.08	RD G 1	+7	0.01	-0.41	296.33	6.68	-3.22	295.92	295.94	-4.34	0.998
009	A	O. Bserver	S 187161	2019	4	24	18	37	33.27	RD G 1	+3	0.01	0.57	255.96	5.28	-1.38	261.90	261.86	-5.16	0.989
010	A	O. Bserver	X 46234	2019	4	25	14	49	32.45	RD G 1	+6	0.02	-0.20	232.99	5.21	-0.24	243.51	243.42	-4.51	0.973

Star positions not from Gaia or Hipparcos2 have a 'S' after the O-C

Mean residual of 10 events involving single stars: +4 mas ±9 mas
Mean clock correction from 10 event times: +0.00 secs ±0.03 secs

Mean residuals are exclusive of:
events after 1900 with a residual > ±0.5"
Bright limb events, events that are not 'Certain', and Start, End and Miss events
events involving Planets or Asteroids
Mean clock correction additionally limited to events with a radial motion >0.15"/sec

Explanation of columns 'PhGrMrCeDb'
Ph - Phase of the event.
1st character D = disappear, R = reappear, B = blink, F = flash.
plus for grazes, M = Miss, S = Start, E = End
2nd character D = dark limb, B = bright limb, U = in umbra of lunar eclipse
Gr - G if the event is during a graze
Mr - Method of timing and recording. Main types are:
G = video with time insertion, V = video with other time linking
S = visual using a stopwatch, T = visual using a tape recorder, E = eye/ear
Ce - Certainty. 1 = certain, 2 = may be spurious, 3 = most likely spurious
Db - Double star indication - West, East, North, South, Brighter, Fainter

Take note of the O-C columns.

- O-C mas, is the observation residual in milli-arc-seconds.
- O-C sec, is the equivalent time error.

Don't use an individual residual value as a means to judge the quality of the observation. There are many factors that can influence an individual result. e.g. components of double stars can have large residuals.

Take note of the statement:- Mean residual of events involving single stars.

Provided you have a good sample size (at least 10 observations), this will give you a good idea of your general accuracy. For an instrumental observer (e.g. using GPS+1pps Time Inserted NTSC or PAL video) you should expect a mean residual of <~10mas, and an uncertainty of <~30 mas. However these residuals do not give you a good idea of timing accuracy.

The line giving the 'Mean clock correction' provides the information about time accuracy. It provides a mean value and an uncertainty value. Typically, the mean value for an instrumental observer should be less than 0.02secs, and the uncertainty less than 0.04 secs.

Please refer to the [Journal for Occultation Astronomy](#) for a more complete discussion on how to interpret this information.

Tutorial - Gebruik van Occult voor voorspelling, rapportage en analyse van (totale) sterbedekkingen door de Maan

Dave Gault en Dave Herald

Inleiding

Er zijn veel redenen om sterbedekkingen door de Maan te observeren. Dat kan onder andere zijn: een eenvoudig verlangen om sterren te observeren die verdwijnen of weer verschijnen bij de Maan terwijl de Maan rond de Aarde draait, om je waarnemingen toe te voegen aan het archief van sterbedekking door de Maan - dat teruggaat tot 1623, om dubbele sterren te observeren tijdens de bedekking, en misschien om de nauwkeurigheid van je apparatuur en techniek te testen. In het laatste geval is het veel beter om de Gremlins uit je uitrusting en technieken te werken door maanoccultaties te observeren, dan gewoon te proberen een mogelijke asteroïdenbedekking te verknoeien.

Occult biedt de mogelijkheid om een lijst van voorspellingen te maken die uniek zijn voor uw site en telescoop voor een nacht van observatie, of een lijst van voorspellingen voor elke gewenste tijdsperiode. Het biedt ook de mogelijkheid om een observatierapport op te stellen en geeft direct een indicatie van de nauwkeurigheid van uw waarnemingen.

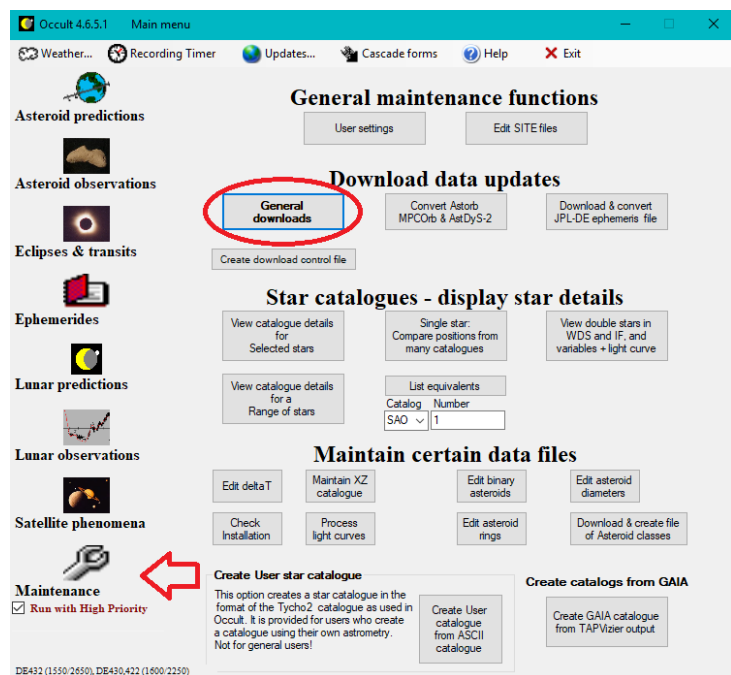
Dit document beschrijft niet hoe je tijden uit opnames haalt.

Actualiseren van Occult

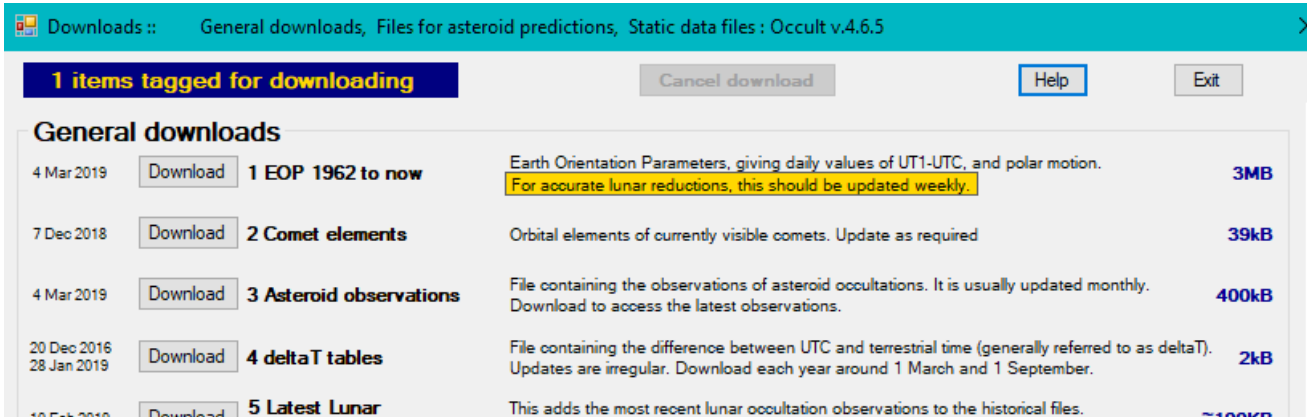
Deze tutorial gaat niet over de installatie van Occult, maar de taak om Occult up-to-date te houden is essentieel voor nauwkeurige voorspellingen en analyses, dus ik zal het hier kort vermelden.

Occult vereist toegang tot het internet om verschillende informatie te downloaden van een groot aantal verschillende sites, en de meeste van de vereiste downloads zijn te vinden op een enkele formulier.

Klik op het tabblad "Maintenance", dan op "General downloads".



Hier is de top van het formulier te zien.



Alle artikelen zijn genummerd van 1 tot 42.

Links staat de datum van de laatste download, vervolgens de downloadknop, het item#, de titel van de download, een beschrijving en tot slot de downloadgrootte.

Van tijd tot tijd ziet u een >> symbool naast een of meer items. Dit betekent dat het bestand moet worden bijgewerkt, dus het is het beste om dit direct te doen.

De items die nodig zijn voor de sterbedekkingen door de Maan zijn #1, 4, 5, 12, 14, 15, 16, 17, 26, 27, 28, 31, 33, 34 of 35, 40 of 41.

Site File

Occult moet uw geografische locatie en basisinformatie over uw telescoop kennen, opgenomen in een Site File.

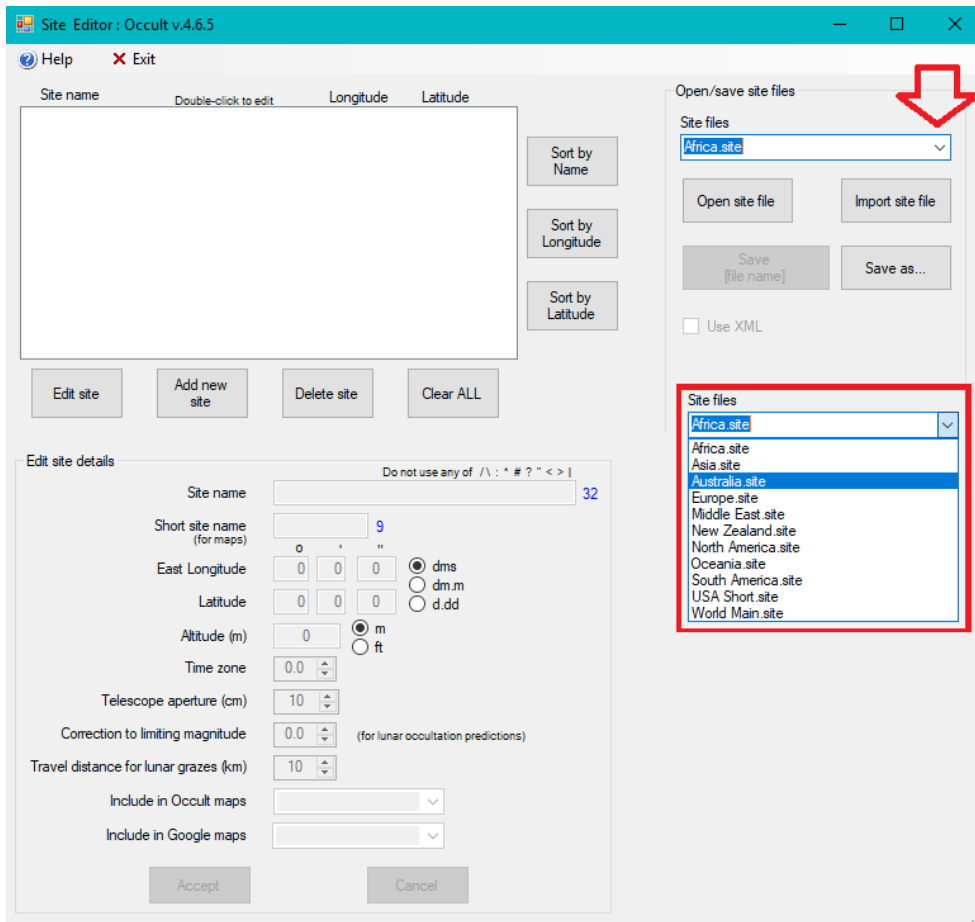
U kunt kiezen voor het volgende:

- Wijzig een bestaand Site File door een vermelding voor uw site toe te voegen
- Maak een nieuwe Site File aan met één of meerdere sitegegevens - zoveel als u wilt.

Ik beschrijf de eerste optie.



Klik op het tabblad "Maintenance", dan klik op de knop "Edit SITE files".



Klik op de kleine pijl en er verschijnt een lijst met Site Fles.

Klik op een geschikt bestand. Ik woon in Australië, dus dat is geschikt voor mij.

Klik dan op de knop "Open site file".

Site Editor : Occult v.4.6.5

Help Exit

Site name	Double-click to edit	Longitude	Latitude
Rockhampton		150 30	- 23 22
Roma		148 48	- 26 33
Sutton		149 15	- 35 7
Sydney		151 4	- 33 50
Tamworth		150 56	- 31 5
Taylor's Range		152 56	- 27 28
Townsville		146 48	- 19 17
Towoomba		151 58	- 27 34
UWS Penrith Observatory		150 44	- 33 46
Wagga Wagga		147 23	- 35 7
Walcha		151 35	- 30 59
Wollaroo		149 0	- 35 9
WestWyalong		147 12	- 33 55
Wollongong		150 53	- 34 25

Sort by Name
Sort by Longitude
Sort by Latitude

Edit site Add new site Delete site Clear ALL

Edit site details

Do not use any of / \ : * # ? " < > |

Site name Dave's Place 20

Short site name (for maps) Daves 4

East Longitude 151 12 38.9 ☒ dms ☐ dm.m ☐ d.dd

Latitude -33 51 7.0 ☐ m ☐ ft

Altitude (m) 150

Time zone 10.0

Telescope aperture (cm) 20

Correction to limiting magnitude 0.0 (for lunar occultation predictions)

Travel distance for lunar grazes (km) 100

Include in Occult maps only on Detailed maps

Include in Google maps never

Accept Cancel

Enter Your Coordinates

Zoek naar een nabijgelegen plaats of stad. U kunt in de verleiding komen om tevreden te zijn met het kiezen van (in mijn geval) Sydney, maar we moeten uw exacte locatiecoördinaten (breedtegraad, lengtegraad en hoogte) invoeren.

Het vereiste referentiesysteem is WGS 84 voor breedtegraad en lengtegraad, en het gemiddelde zeeniveau (MSL) voor de hoogte. Gelukkig hebben de meeste GPS-ontvangers deze instelling als standard, zoals ook Google Earth.

- 6) Als je een stad in je buurt hebt gevonden, klik je erop.
- 7) Klik op de knop "Add new site". Dit zal de geselecteerde plaatscoördinaten invoegen in het formulier onder "Edit site details".
- 8) Vervang de getallen door je eigen gegevens
 - a. Westerlengte is negatief
 - b. Zuidelijke breedtegraad is negatief
- 9) Klik op Accept.
- 10) Klik op Save (SiteFileName).

Let op:

Als de locatiedetails die je net hebt gemaakt een site is zult gebruiken, dan zal de volgende sectie beschrijven hoe

Open/save site files

Site files Australia.site

Open site file Import site file

Save Australia.site Save as...

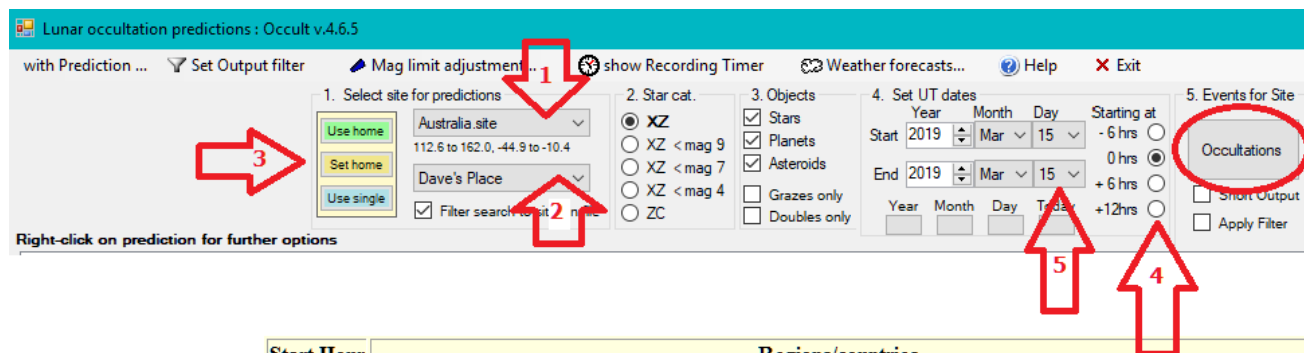
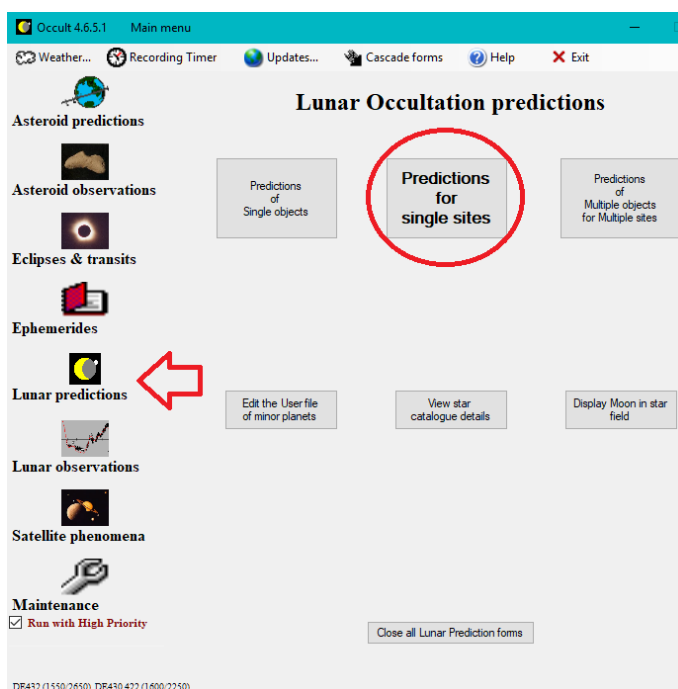
die je vaak je die site

instelt als standaard "set home" en "use home".

Maanvoorspellingen - voor enkele (uw) sites

Klik op het tab Lunar predictions

Klik op de knop Prediction for single sites.



Start Hour	Regions/countries
-6	North and South America, including all of Canada, USA (except for Alaska and Hawaii), Mexico, Argentina, Brazil
0	Oceania (including Hawaii), Alaska, New Zealand, eastern states of Australia
6	Asia (including Japan), Western Australia, India, Iran
12	Europe, Africa, Middle East

Stel de Lunar occultation Prediction form in:

- 7) Kies het Site File dat u zojuist hebt bewerkt.
- 8) Kies de site die je net hebt gemaakt.
- 9) Als dit een site is die u vaak gebruikt, kunt u deze als standaard thuishite instellen door te klikken op "Set home".
- 10) Selecteer een geschikte knop "Starten at" voor uw regio van de wereld.

Opmerking:- Occult zal deze instelling onthouden voor de volgende sessie.

- 11) Standaard zal Occult de huidige UTC-datum weergeven. Aanpassen indien nodig.
- 12) Klik op de knop Occultations.

Occult zal voorspellingen genereren die uniek zijn voor uw site. Hier is de hoofding van het formulier te zien.

Occultation prediction for Dave's Place																										
E. Longitude 151 12 38.9, Latitude -33 51 7.0, Alt. 150m; Telescope dia 20cm; dMag 0.0																										
day Time		P	Star	Sp	Mag	Mag	%	Elon	Sun	Moon	CA	PA	VA	AA	Libration	A	B	RV	Cct	durn	R.A. (Appnt)	Dec	Mdist	SV		
y	m d h m s		No	D	v	r	V	ill	Alt	Alt	Az	o	o	o	L	B	m/o	m/o	"/s	o	sec	h m s	o	m s	Mm	m/s

De eerste keer dat u een lijst met voorspellingen opstelt, controleert u of de coördinaten van de locatie correct zijn. Occult zal dan voor elke ster die met uw telescoop kan worden gezien de omstandigheden van de gebeurtenis vermelden.

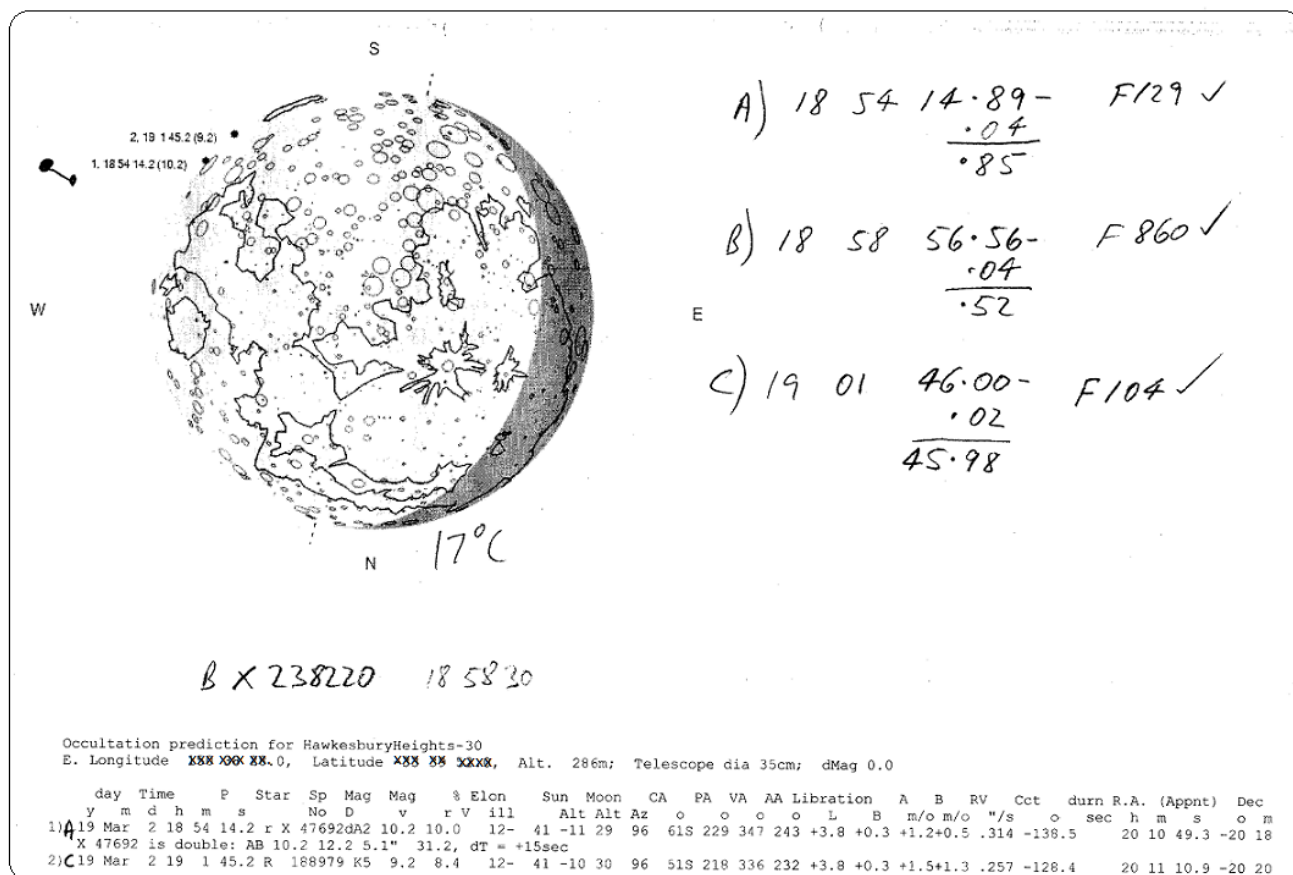
- Gebeurtenistijden worden vermeld met nummers uit de ZC, SAO of XZ catalogus..
- U kunt de lijst aanpassen door verschillende knoppen te selecteren onder de Star cat. groep, of door de Mag. limiet aan te passen in de menubalk, of door het Set Output filter te gebruiken op de menubalk.

Je kunt de lijst afdrukken. Laat me nu tonen hoe ik tewerk ga voor een nachtje observeren.

Ik denk dat het belangrijk is om een afdruk van één pagina naar de telescoop te brengen, die gebruikt kan worden om de sterren aan de rand van de Maan, in de volgorde waarin de gebeurtenissen zich zullen voordoen. Je kunt dit formulier gebruiken voor aantekeningen, en voor eventuele berekeningen die nodig zijn om de tijden van de gebeurtenissen te bepalen. Dit is wat ik doe:

- Rechts-klik op de eerste gebeurtenis die in de lijst staat, er verschijnt een menu.
- Kies menu-item – Moon map.
 - o Kies de oriëntatie die bij u past. Ik hou van South UP (omdat ik in Australië woon) en non-mirrored (omdat ik geen star diagonal gebruik). Uw voorkeur kan anders zijn.
- Rechts-klik op de kaart en kies een geschikt aantal sterren om weer te geven.
- Kies in het menu "with map" voor Copy...
- En plak dit in een horizontaal geformatteerd Word (of gelijkaardig) document
- Ga terug naar de voorspellingslijst en kies in het menu "with Prediction" Copy all...
- Plak dit in het document. Het kan zijn dat u een kleine lettertype moet kiezen om alles op de pagina te passen.

Dit wordt naar de telescoop gebracht. Hier is hoe een typische observatieformulier eruit ziet na LiMovie-analyse.



Dit is wat ik doe, en al mijn waarnemingen die bijna 20 jaar teruggaan zitten in ringbanden voor gemakkelijke referentie.

De boodschap hier is niet noodzakelijkerwijs om te kopiëren wat ik doe, u moet doen zoals u het zelf het beste vindt, let vooral op dat u systematisch handelt.

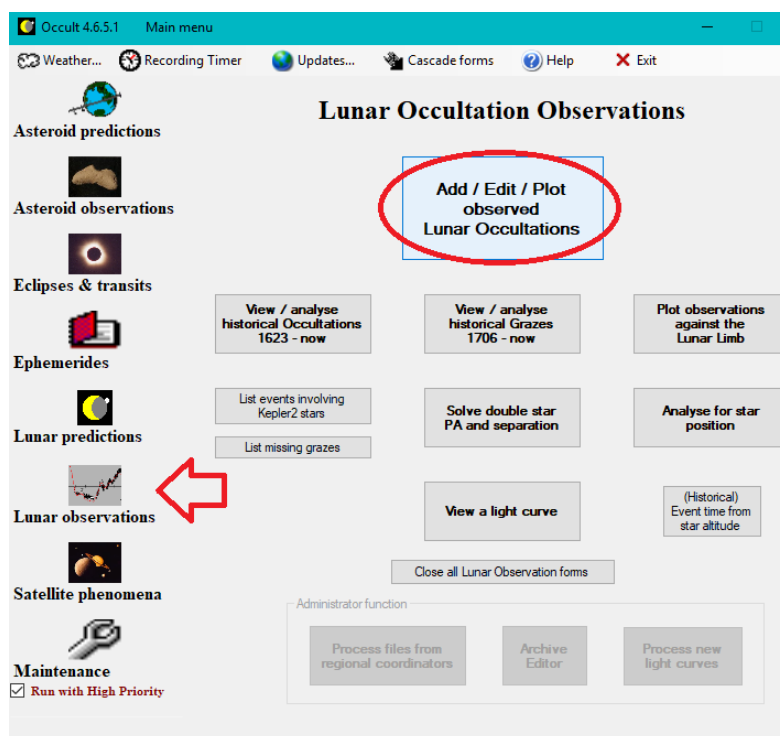
De eigenlijke analyse van de video wordt niet behandeld in deze tutorial.

Ik gebruik analoge video met IOTA-VTI tijdstempels, meestal geanalyseerd met LiMovie voor verschijnselen aan de Maan. Voor de genoemde gebeurtenissen heb ik een Watec 910BD camera gebruikt, die een Instrument Delay (ID) heeft die van de video-tijdstempel moet worden afgetrokken. Occult zal de aanbevolen ID voor uw camera en VTI vermelden en dit zal in de volgende sectie worden besproken.

Maanwaarnemingen - Opstellen van een observatieverslag.

Als je eenmaal je event timings hebt, is de volgende taak het maken van een observatieverslag.

Klik op het tabblad Lunar Observations.
Klik op de knop Add/Edit/Plot observed Lunar Occultations.



Maanobservatieverslag - Header

The image shows the 'Observations editor: TutorialReport' window. The 'Edit' tab is selected, and the 'Header' sub-tab is circled in red. The form contains the following fields: 'Place name' (with a placeholder 'Sydney, N.S.W., Australia' and a character limit of 50), 'Email address' (with the value 'davegault@bigpond.com'), and 'Representative' (with the value 'Dave Gault'). Each field has 'Insert default' and 'Set as default' checkboxes. Below these is a large text area for 'special messages or comments'. A note at the bottom states: 'Note: empty lines will be deleted.' The top of the window shows a menu bar with 'File...', 'Submit report...', 'Double star report...', 'Light curve report...', 'GoogleEarth', 'LiMovie...', and 'Help'. The 'View' section shows 'Report', 'Edit' (selected), 'Sites & Names', and 'Events' tabs. The 'Reduce & Plot' button and 'LRO-LOLA' label are also visible.

Voer de volgende informatie in

- Plaatsnaam - de naam van de dichtstbijzijnde stad of plaats. U kunt zoiets als Daves Observatory invoeren, zolang u ook een nabijgelegen dorp of stad en Land toevoegt. Dit wordt gearchiveerd.
- E-mailadres - dit is voor correspondentie met uw Regionale Verzamelaar, en wordt niet gearchiveerd.
- Representative - de naam van de persoon die verantwoordelijk is voor dit observatieverslag. In het geval van een verslag over een rakende bedekking dit de projectleider. Het wordt alleen gebruikt voor correspondentiedoeleinden en wordt niet gearchiveerd.

U kunt standaardinformatie instellen en opvragen.

Op dit punt moet u het bestand opslaan door het een naam te geven, bijv. 201901_UwNaam.txt - dat is het observatieverslag voor gebeurtenissen die in januari 2019 zijn waargenomen.

Maanobservatieverslag - Sites & Names

Observations editor : 201901Gault.txt

File... Submit report... Double star report... Light curve report... GoogleEarth LiMovie... Help

Display in old format View : ☐ Report Edit : ☐ Header ☒ **Sites & Names** ☐ Events Reduce & Plot LRO-LOLA

Sites / Telescopes

Location

☐ Coordinates are high-precision (surveyed)

E. Longitude 151 12 38.9 ☒ dms ☐ dm.m ☐ d.dd

Latitude -33 51 7.0

Horizontal datum 84 WGS84

Altitude 150 ☒ m ☐ ft

Altitude datum ☒ MSL ☐ spheroid

Telescope

Aperture 30.0 cm

Focal length 150.0 cm

Optics Cassegrain or Schmidt

Mounting Altazimuth

Drive Clock Driven

Sort / move Sites

by Number by Longitude by Latitude

Move site: up down

Names of Observers

Name for Observers 25 characters

D. Gault 17

Initial + Family name, eg 'J. Smith'

Observer's Email address (optional, not archived)

davegault@bigpond.com

Sort / move Names

by Number by Full Name by Name -initial

Move name: up down

Add as new site Set selected as default Delete selected Replace selected Add default as new site ReNumber

TA CAD 30 150 +1503827.9 -333951.9 84 286 M

OA D. Gault davegault@bigpond.com

Voer de volgende informatie in

- de coördinaten van uw observatieplaats
- uw telescoopgegevens - noot:- in centimeters (cm)

Zorg ervoor dat u klikt op – **Add as new site**

- je naam in het formaat:- V. Fnnnnn waar V je voornaam is en Fnnnnn je familienaam. Dit wordt gearcheveerd.
- uw e-mailadres, het kan hetzelfde zijn als dat in de header, of het kan anders zijn. Dit wordt niet gearcheveerd.

Zorg ervoor dat u klikt op – **Add as new name**

Ga naar het menu File en sla het bestand op.

Bij een rakende bedekking kan een groot aantal locaties worden vermeld, evenals de namen van de waarnemers en hun e-mailadressen.

Als u de meeste van uw observaties van dezelfde site maakt, klikt u, als u alle details correct hebt, op de knop "**Set selected as default**". Om de standaardinstelling te gebruiken, klikt u gewoon op de knop "**Add default as new site**".

Voor de namen van de waarnemers kunt u de knoppen "**Set selected as default**" en "**add default as new name**" gebruiken.

Daarnaast kan een waarnemer een lijst maken van zijn favoriete sites waar hij regelmatig observeert, en het bestand opslaan in een sjabloon - zorg er alleen voor dat u de juiste site gebruikt bij elke specifieke observatie.

Maanobservatieverslag - Events

Observations editor : Tutoriala.txt : Occult v.4.7.3

File... Submit report... Double star report... Light curve report... GoogleEarth LiMovie... Help

Display in old format ☐ View : ☐ Report ☐ Edit : ☐ Header ☐ Sites & Names ☒ Events ☐ Reduce & Plot LRO-LOLA

Events

1. Event time & type

Year: 2019 Month: 4 Day: 25 Today ☐

Hour: 14 Min: 49 Second: 32.45 Camera

Event type

☐ Disappear ☒ Reappear

☐ Blink ☐ Flash ☐ Miss

☐ Started ☐ Stopped ☐ Other

Graze event ☐

Limb

☒ Dark limb ☐ Bright limb ☐ Umbra

2. Star

ZC: 0

SAO: 0

XZ: 46234

☐ **Unidentified star**

For unidentified stars only

GSC:

format: RRRRNNNN

or Solar System

Planet

Moon

Asteroid #

3. Timing methods, Circumstances

Method of Timing & recording (use the left box, or both)

Video (time insert) + frame an.

Time source

GPS (using 1PPS output, NOT screen display)

PE ☐ PE application [PE is NOT camera corrections]

PE not relevant to the method of timing [eg Video]

Accuracy

0.01

Remarkable circumstances

No remarkable circumstances

Stability Transparency Certainty

Good Good Sure that the event occurred

Double stars

No double star effects seen or noted

WDS

S/N ratio Light level Duration (sec) Temperature

3

Comments [not archived]

4. Observer

Station (site)

A: 40.0cm at XXXXXX-XXXXXX

Observer A: O. Bserver

Limb-corrected residual

Residual P.A. Mag

0.01 232.99 9.9

Arrange events

☒ by Number ☐ by TEL ☐ by Date ☐ by OBS

1	2019	415104346.19	S	99016	DD	EG	G0.01	14.	11	AA
2	2019	416101919.39	S	99482	DD	EG	G0.01	15.	11	AA
3	2019	416121329.59	R	1622	DD	EG	G0.01	14.	11	AA
4	2019	417 82826.97	R	1739	DD	EG	G0.01	17.	11	AA
5	2019	417 939 4.95	S	119216	DD	EG	G0.01	15.	11	AA
6	2019	417101246.36	S	119222	DD	EG	G0.02	14.	11	AA
7	2019	417142032.31	R	1755	DD	EG	G0.01	14.	11	AA
8	2019	423133254.08	X	42690	RD	EG	G0.02	14.	11	AA
9	2019	424183733.27	S	187161	RD	EG	G0.01	15.	11	AA
10	2019	425144932.45	X	46234	RD	EG	G0.01	13.	11	AA

Hier is een typisch observatieverslag te zien:

- Gebeurtenissen 1-7 zijn verdwijningsgebeurtenissen.
 - Gebeurtenissen 8-10 zijn wederverschijnings-gebeurtenissen.
 - Het zijn allemaal gebeurtenissen aan de donkere rand en ze worden allemaal op dezelfde plaats door dezelfde waarnemer geobserveerd.
- E) Ondanks de opmaak van het formulier kunt u het beste sectie 4) Observatiesite en naamcodes, aangemaakt of bewerkt op het vorige Sites & Names formulier, instellen (of ervoor zorgen dat deze correct zijn ingesteld).
- F) Om een gebeurtenis in te voeren, gaat u naar sectie 1) Event time & type, en ga door de volgende stappen:-
- voer de datum in. Als de UTC-datum nog steeds actueel is, klik dan op de knop 'Today'.
 - Voer de tijd van het event in met Camera en VTI Instrument Delay (ID) die al zijn afgetrokken.
 - Klik op de knop '**Camera**' en Occult toont een formulier waarin de ID van verschillende populaire camera's en VTI-apparaten wordt vermeld.
 - Klik op het keuzerondje om het event-type te selecteren. Verdwijnen of opnieuw verschijnen (Disappearance or Reappearance).
 - Blink, Flash, Miss, Started, Stopped en Other zijn voor verslagen van rakende bedekkingen (Graze).
 - ...net als het selectievakje voor Graze-events.
 - Klik op de juiste "Radio Button" van Limb (maanrand). Over het algemeen zijn gebeurtenissen aan de heldere rand zeer moeilijk te observeren en zijn gebeurtenissen vaak onbetrouwbaar.

Sectie 2) Star

Select star: Occult v.4.7.3

Reappear

Double-click to select a star

Star No.	Mag	P.A.	Res.
X46234	9.9	233.1	0.2 *
X168628	11.3	290.4	-20.5
X235637	12.1	329.3	-24.6
X235642	11.6	204.3	28.5

Match a GSC number

GSC number

Coordinates (J2000)

Star No. Mag [--] Diff. (")

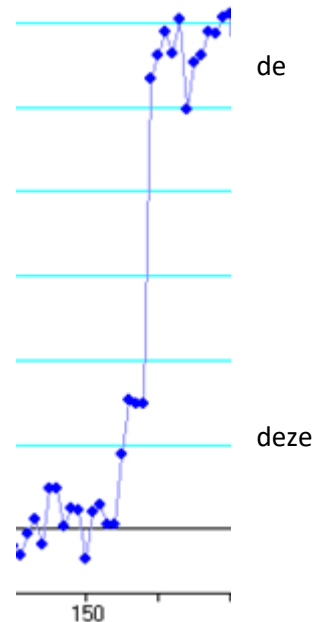
- e. Voer de steridentificatiecode # in. Om fouten bij het typen te voorkomen, klikt u op de knop 'Identify star'. Als de datum, de tijd en het type gebeurtenis (verdwijnen of opnieuw verschijnen) correct zijn, zal Occult de kandidaat-sterren vermelden, in volgorde van de berekende residu. Meestal is de eerste ster in de lijst de relevante ster, maar als er meerdere sterren met kleine restanten zijn, moet je ervoor zorgen dat je de juiste ster selecteert. Dubbelklik op de juiste ster-ID.

Sectie 3) Timing methods, Circumstances.

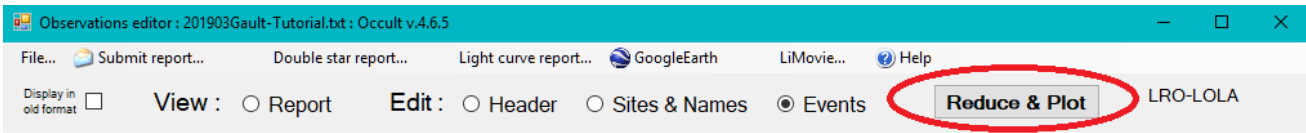
- f. Gebruik de klapmenu's om informatie in te voeren die de beste beschrijving geeft van uw timingapparatuur en de omstandigheden van het evenement.
 - g. Als u klaar bent, klikt u op de knop 'Add as new event', om de gegevens van het event hieronder op te sommen. Dit zal het rapport automatisch opslaan.
 - h. Elke regel kan worden bewerkt door op de regel te klikken, de informatie te corrigeren en vervolgens op de knop 'Replace selected' te klikken, maar het rapport wordt op dit moment niet opgeslagen. Het wordt opgeslagen als u nog een nieuwe gebeurtenis toevoegt of als u het menu-item 'File Save' gebruikt.
- G) Let op de Limb-corrected residual. Deze valt meestal binnen het bereik van $\pm 0,10''$. Af en toe kan deze restwaarde iets groter zijn, meestal veroorzaakt door slechte sterposities, of geassocieerd met componenten van dubbele sterren. Waarden groter dan $0,2''$ geven meestal aan: er is een fout in de datum of tijd, of in het sternummer; of als de ster een dubbele ster is, dat de reductie niet is gecorrigeerd voor de component; of de bedekking werd gemist - meestal als gevolg van de waarnemingscondities. Meer discussie hierover later...

H) Dubbelster-evenementen.

- a. Een dubbelster die wordt waargenomen tijdens de bedekking door Maan.
- b. Tijden voor elk onderdeel kunnen worden verkregen.
- c. Er wordt dan een aparte vermelding gemaakt met de tijd voor elk onderdeel,
- d. De velden 'Double Stars' en 'WDS' worden gebruikt om elke component te beschrijven.
- e. Daarnaast zou er een dubbelsterverslag moeten worden gemaakt en verstuurd naar de Double Star-coördinator (momenteel Brian Loader), maar het maken van dit verslag valt buiten het bestek van tutorial en zou waarschijnlijk een tutorial op zich moeten zijn.



Verkleinen en plotten



Klik op de knop Reduce & Plot boven in de Observations editor. Occult zal uw observaties verwerken en een List of occultation residuals form tonen.

List of occultation residuals : Occult v.4.7.3

with Residuals... Sort... Graze organiser functions Archive functions Help

Right-click on line to plot individual events Plot graze events against profile

File name : Tutoriala.txt
Reduction date : Tuesday, 17 September 2019
Ephemeris : DE438 (1550/2650), DE432 (1550/2650)
Limb basis : LRO Lunar Orbiter Laser Altimeter [LOLA]
O-C basis : limb correction applied

Telescopes:

#	Aperture	Longitude	Latitude	Alt
	cm	° ' "	° ' "	m
A	XX	XXXXXX	XXXXXX	XX

ref	Tel	Observer	Star No.	y	m	d	h	m	s	PhGrMrCeDb	O-C mas	O-C sec	limb	PA	l	b	AA	P	D	scale
001	A	O. Bserver	S 99016	2019	4	15	10	43	46.19	DD G 1	+5	-0.01	-0.70	66.14	-2.24	-4.75	44.03	44.23	2.12	1.064
002	A	O. Bserver	S 99482	2019	4	16	10	19	19.39	DD G 1	+7	-0.02	-0.41	127.95	-0.58	-5.94	104.07	104.03	-1.75	1.067
003	A	O. Bserver	R 1622	2019	4	16	12	13	29.59	DD G 1	+16	-0.07	2.37	178.39	-0.82	-5.86	154.47	154.43	-5.39	1.068
004	A	O. Bserver	R 1739	2019	4	17	8	28	26.97	DD G 1	-19	0.04	0.65	107.72	1.28	-6.82	83.57	83.65	2.30	1.062
005	A	O. Bserver	S 119216	2019	4	17	9	39	4.95	DD G 1	+15	-0.03	0.40	97.33	1.21	-6.80	73.20	73.33	3.38	1.065
006	A	O. Bserver	S 119222	2019	4	17	10	12	46.36	DD G 1	+2	0.00	-0.25	84.24	1.16	-6.78	60.12	60.28	4.64	1.067
007	A	O. Bserver	R 1755	2019	4	17	14	20	32.31	DD G 1	-3	0.02	0.73	183.82	0.67	-6.54	159.78	159.61	-5.65	1.068
008	A	O. Bserver	X 42690	2019	4	23	13	32	54.08	RD G 1	+7	0.01	-0.41	296.33	6.68	-3.22	295.92	295.94	-4.34	0.998
009	A	O. Bserver	S 187161	2019	4	24	18	37	33.27	RD G 1	+3	0.01	0.57	255.96	5.28	-1.38	261.90	261.86	-5.16	0.989
010	A	O. Bserver	X 46234	2019	4	25	14	49	32.45	RD G 1	+6	0.02	-0.20	232.99	5.21	-0.24	243.51	243.42	-4.51	0.973

Star positions not from Gaia or Hipparcos2 have a 'S' after the O-C

Mean residual of 10 events involving single stars: +4 mas ±9 mas
Mean clock correction from 10 event times: +0.00 secs ±0.03 secs

Mean residuals are exclusive of:
events after 1900 with a residual > ±0.5"
Bright limb events, events that are not 'Certain', and Start, End and Miss events
events involving Planets or Asteroids
Mean clock correction additionally limited to events with a radial motion >0.15"/sec

Explanation of columns 'PhGrMrCeDb'

Ph - Phase of the event.
1st character D = disappear, R = reappear, B = blink, F = flash.
plus for grazes, M = Miss, S = Start, E = End
2nd character D = dark limb, B = bright limb, U = in umbra of lunar eclipse
Gr - G if the event is during a graze
Mr - Method of timing and recording. Main types are:
G = video with time insertion, V = video with other time linking
S = visual using a stopwatch, T = visual using a tape recorder, E = eye/ear
Ce - Certainty. 1 = certain, 2 = may be spurious, 3 = most likely spurious
Db - Double star indication - West, East, North, South, Brighter, Fainter

Let op de O-C-kolommen.

- O-C mas, is de observatie-residual in milliboogseconden.
- O-C sec, is de equivalente tijdsfout.

Gebruik geen individuele residuen om de kwaliteit van de waarneming te beoordelen. Er zijn veel factoren die een individueel resultaat kunnen beïnvloeden. Zo kunnen bijvoorbeeld componenten van dubbele sterren grote restwaarden hebben.

Neem nota van de verklaring:- Mean residual of events involving single stars

Mits u een goede steekproefgrootte heeft (minstens 10 waarnemingen), zal u dit een goed beeld geven van uw algemene nauwkeurigheid. Voor een instrumentele waarnemer (bijvoorbeeld met behulp van GPS+1pps Time Inserted NTSC of PAL video) moet u een gemiddelde restwaarde van <~10mas verwachten, en een onzekerheid van <~30 mas. Deze residuen geven echter geen goed idee van de nauwkeurigheid van de timing.

De regel met de ' Mean clock correction' geeft informatie over de nauwkeurigheid van de tijd. Hier staat een gemiddelde waarde en een onzekerheidswaarde. Normaal gesproken zou de gemiddelde waarde voor een instrumentele waarnemer minder dan 0,02 seconden moeten zijn en de onzekerheid minder dan 0,04 seconden.

