

# Építsünk robottávcsövet!

Robottávcsövet építeni sok amatőr csillagász álma. A technológia fejlődésével egyre több lehetőség tárulkozik fel előttünk, melyek korábban megoldhatatlan technikai nehézségeket és komoly anyagi terhet jelentettek volna. A góto távcsövek régóta elérhetőek, a számítógépes vezérlés sem jelent komoly problémát, bár továbbra is ott kell állni a távcső mellett a laptopot nyomogatva. A robotizált távcsövek a távvezérlés lehetősége mellett olyan új funkciókat nyújtanak, amelyek magasabb szintre emelik a digitális észlelések lehetőségeit.

A cikkben szereplő példán keresztül szeretném illusztrálni, milyen egyszerű is ez a feladat! Nem igényel programozást vagy más, mélyebb technikai tudást.



Hitelkártya méretű zsebszámítógép

## Egyszerű távcső és mechanika

A 90 mm-es Skywatcher MC távcsövet egy több, mint 10 éves EQ3-2 Goto vezérléssel ellátott mechanika hordozza, a képrögzítés feladatát pedig egy szintén korosodó Canon 1000D látja el. Egészen elképesztő, milyen teljesítményt lehet kicsiholni egy

ilyen kezdő távcsőből! Biztos vagyok benne, hogy Newton és Galilei a lelküket eladták volna ezért az optikáért.



Az összeszerelt mechanika, a képről csak az áramellátásért felelős kábelek hiányoznak

A rendszer lelke egy hitelkártya méretű Raspberry Pi 3 B+ mikroszámítógép, melyet eredetileg oktatási célokra fejlesztettek, mielőtt világhódító útjára indult volna, benépesítve az informatika szinte minden területét. A Pi számítókapacitása természetesen meg sem közelíti egy hagyományos asztali PC-ét vagy laptopét, ugyanakkor – mint látni fogjuk – a távcső vezérlését (akár más feladatok mellett) tökéletesen ellátja. Ezentúl pusztán a Pi és a mechanika összekötetéséről kell gondoskodnunk egy egyszerű Skywatcher SynScan USB adapter segítségével.



A Raspberry Pi és a goto kontrollor SynScan USB-kábellel összekötve



Az USB-kábelek közül az egyik az EQ3 vezérléséért felel, a másik a fényképezőgépet vezérli. A szakszerű(tlen) rögzítést postásgumival oldottam meg

A mechanikát használtam vettem, szét-szerelés, tisztogatás és zsírzás után egészen újszerű hatást keltett, bár az RA motor továbbra is furcsán kerreg. A kézi-vezérlő régi verzió, tulajdonképpen szerencse, hogy a robottávcsőhöz egyáltalán nincs szükség rá. A SynScan kábel USB végét a Pi-be, az RJ45 csatlakozót (úgy néz ki, mint egy normális számítógép hálózati kábele) a kézi-vezérlő helyére kell bedugni. A Canont egy hétköznapi Mikro-B USB - USB kábellel kötöttem be a Pi-be. Ezzel elkészült a robot-távcsövünk, ideje használatba venni!



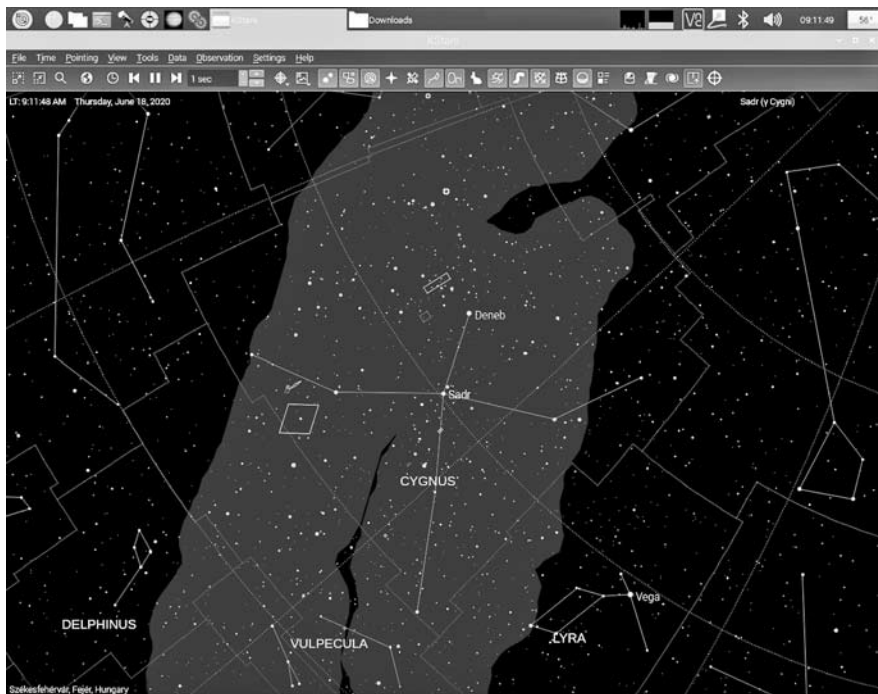
Négy USB port áll rendelkezésünkre, a két foglalt mellett beköthetünk még vezetőkamerát, GPS-t vagy akár egy időjárásállomást



A Pi-hez közvetlenül bármilyen HDMI-vel rendelkező kijelzőt csatlakoztathatunk

### Astroberry Server

A Raspberry Pi-n egy Linux alapú, ingyenesen letölthető operációs rendszer fut, az Astroberry Server. Az akár a zsebünkben is elférő mikropc minden távcsővezérléssel és asztrometriával kapcsolatos feladatot képes ellátni: irányítja a mechanikát és vezérli a képrögzítést az előre definiált expozíciós szekvencia alapján. Ezentúl képes vezetni a felvételeket a csatlakoztatott vezetőkamerán keresztül, parkoltatni és aktiválni a rendszert a napszakok váltakozásának függvényében. Ha elláttuk a távcsövünket motoros fókuszírozóval és bekötjük a Pi-be,



A KStars főablaka

akkor lehetőség van elvégezni az automatikus élesgállítást, továbbá a kupolát is automatizálhatjuk. A megfigyelt objektum függvényében mozgathatjuk, illetve az időjárásnak megfelelően nyithatjuk vagy csukhatjuk a dómunkat. Nekem egyelőre nem áll rendelkezésre saját kupola, ezért a feladatot manuális módon, egy jó nagy vízálló bevásárlószatyorral valósítottam meg. A jó pólusraállást meg kell becsülni, nincs szíve az embernek elbontani az állványt, ha már egyszer sikerült jól beállítani a pozícióját.

Az Astroberry Server rengeteg beépített funkcióval érkezik. Több planetáriumprogram közül választhatunk (KStars, SkyChart, Cartes du Ciel), előtelepítve található az INDI keretrendszer, több képrögzítő alkalmazás (oaCapture, FireCapture, CCDciel), képfeldolgozó programok (ASTAP) és természetesen az autoguidert kezelő vezető applikáció (PHD2). Ezentúl kimérhetjük

az elkészült képek pontos látómezejét az ASTAP vagy az Astrometry.net programcsomag segítségével. Nagy segítség, ha tudjuk, hogy távcsövünk pontosan oda néz, ahova szeretnénk.

A rendszerhez wifin keresztül is csatlakozhatunk, a Pi létrehoz és fenntart egy saját wifi hálózatot. Csatlakozás után a virtuális munkaterületünket gyakorlatilag bármilyen böngészővel elérhetjük a számítógépünkről, vagy használhatunk VNC klienst a távoli asztali kapcsolathoz. Én személy szerint nem használok VNC-t. A konyhaasztalnál ülve a Chrome-ba írom be az astroberry IP címét, majd a Pi által kért jelszót és már rajta is vagyok az ebédlőablak túoldalán, a kertben felállított Raspberry Pi-n, mintha csak direktben rákötöttem volna egy monitort, billentyűzetet és egeret. Megjegyzendő, hogy a számítógépünk és a Pi távolsága az adatátvitelt nagyban befolyásolja. Ha

The screenshot displays the EKOS software interface. At the top, there's a system tray with icons for network, volume, and power, along with the date and time (09:17:57). Below that, the 'Object & Sequence Selection' panel shows a target 'HD 131156' and a sequence of jobs. The main window is a table with columns: Name, Status, Captures, Altitude (Boon), Start Time, End Time, Est. Duration, and Lead Time. The table lists 10 jobs, including 'HD 131156', 'Pukcherima', 'HD 135502', 'HD 138722', 'Alaknops', 'HD 124675', 'HD 125161', 'M 51', 'Cor Caroli', and 'M 3'. Below the table, there are several configuration panels: 'Job Startup Conditions' (ASAP, Duration Offset: -60 min, On: 18/06 08:56), 'Job Constraints' (Alt >, Moon >, Weather, Twilight: 22:45 - 01:51), 'Job Completion Conditions' (Sequence completion, Repeat for: 1 run, Repeat until terminated, Repeat until: 18/06/20 08:56), 'Observatory Startup Procedures' (UnPark Dome, UnPark Mount, UnCap), 'Aborted Job Management' (Queue, Re-schedule jobs, 0 s wait), and 'Observatory Shutdown Procedures' (Warm DCC, Cap, Park Mount, Park Dome). A 'No job running' status is shown at the bottom right.

Az EKOS ütemezésre szolgáló felülete

akad köztünk és a távcső között fal, akkor lassabban ér oda a jel, amit mi a képernyő frissítésének lassulásában fogunk észrevenni. Vagyis kattintás után lesz egy lélegzetvételnyi szünet, mire történik valami.

Ettől a ponttól a Pi helyi számítógépként működik. Belevághatunk asztrofotók készítésébe, nézegethetünk korábban készült fotókat és videókat, futtathatunk asztrometriát, fotometriát a képeken, de össze is összefűzhetjük (stack) vagy épp szerkeszthetjük őket. Először tekintsük át, mely programok teszik a távcsövünket valóban robotizálttá!

## INDI Library

Az INDI egy kifejezetten csillagászati eszközök vezérlésére és különböző feladatok automatizálására kifejlesztett, ingyenes keretrendszer. A segítségével lehetőségünk van mechanikák, kamerák, fókuszírózók,

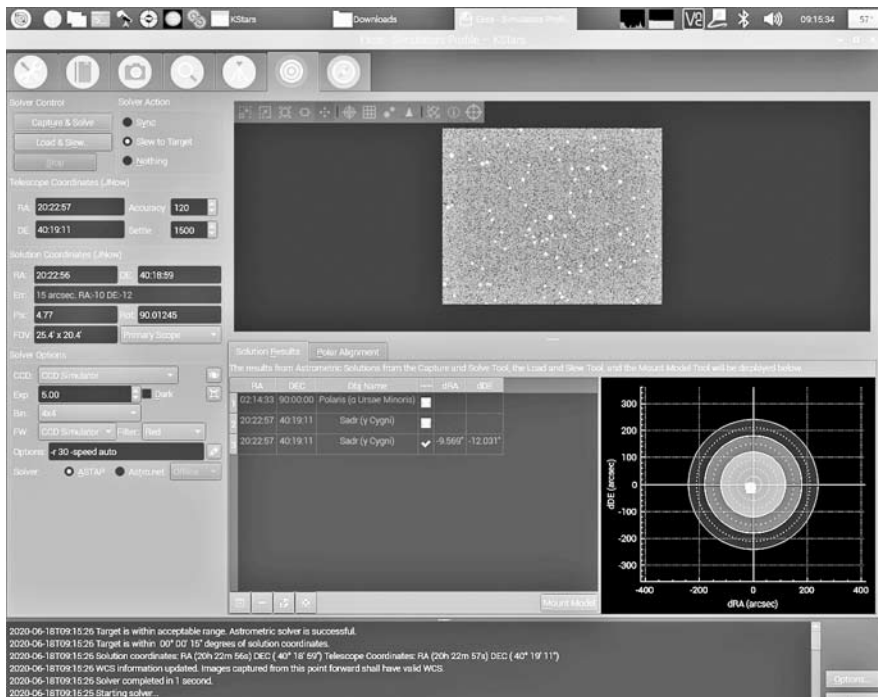
szűrőváltók és kupolák irányítására, valamint csatlakoztathatunk időjárásellenőrző állomást, GPS érzékelőt, de akár automatikusan nyíló-záródó távcsövedőt kupakot is.

## KStars

A robottávcsövünk lehetőségeit sokféle módon kihasználhatjuk, melyben legnagyobb segítségül a KStars nevű planetárium program szolgál. A csillagos égbolton, konstellációkat, mélyég-objektumokat böngészhetjük vele vagy üstökösök aktuális pozícióját kereshetjük fel. A KStars rendelkezik beépített adatbázissal a Messier- és NGC-objektumokról, csillagokról és csillagképekről, melyet tetszésünk szerint tovább bővíthetünk.

## EKOS

Miután csatlakoztattuk a mechanikánkat és a képrögzítőnket, az alkalmazásba integ-



A távcső és a mechanika igazítása asztrometria segítségével

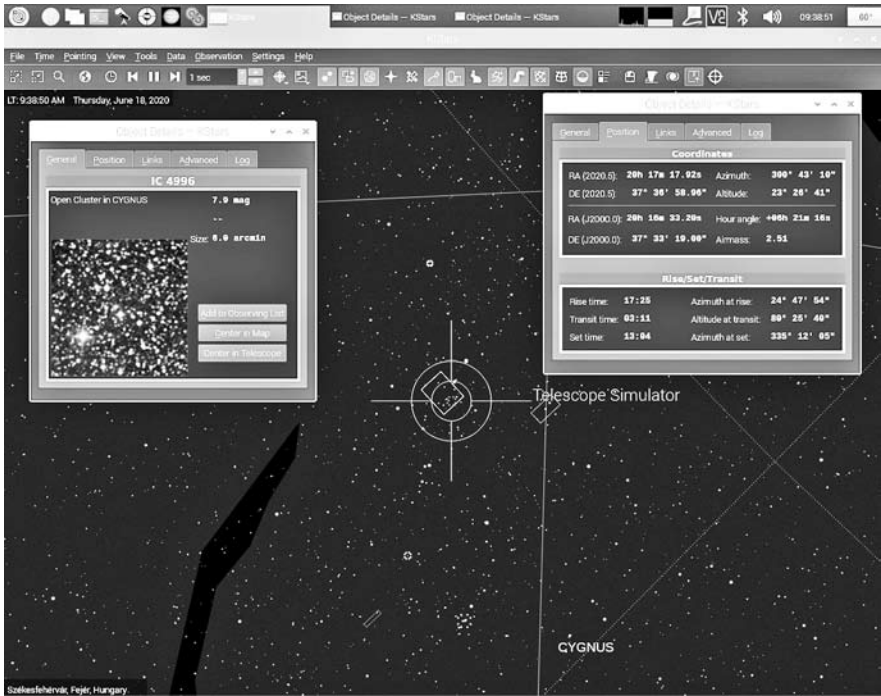
rált funkciókkal irányíthatjuk a távcsövet a kívánt pozícióra. A távcső ezután követni fogja a célpontot, illetve vezeti a felvételeinket is. Ezt a feladatot az EKOS végzi, amely egy kifejezetten asztrofotózásra kifejlesztett automatizációs eszköz. A program teljes ismertetése meghaladja e cikk kereteit, ezért hadd szorítkozzam a fő funkciókra. Az EKOS-t a KStars-on belül érhetjük el.

Először egy profilt kell létrehoznunk, melyben megadhatjuk az összes vezérelni kívánt eszközt (mechanikát, képrögzítő kamerát, vezetőkamerát, szűrőváltót és így tovább). Fontos, hogy az eszközöknek megfelelő drivert válasszunk ki, különben a Pi nem fogja azokat felismerni és rendesen kezelni. Az EQ3-mal – korából fakadóan – nekem sajnos semelyik SynScan driver sem működött, némi nyúglódás után az EQMod nevű driverrel sikerült a mechanikába életet lehelnem. A profilt egyszer kell létrehoz-

nunk. Ezután csak ki kell választanunk a listából és elindítanunk, az EKOS automatikusan fel fogja ismerni az eszközöket, ha azok csatlakoztatva vannak és megfelelően működnek.

EKOS Scheduler: lehetőségünk van észlelési lista készítésére. Az objektumok mellett a készítendő képek beállításait (pl. expozíciók számát és hosszát, az új kép-fájl nevét) és a feladat prioritását adhatjuk meg. Meghatározhatjuk a környezeti változókat, ami lehet például a minimális horizont feletti magasság vagy a szürkület. Ha készen vagyunk, elindíthatjuk a feladatokat, a rendszer pedig a prioritás, illetve az optimális szekvencia függvényében végig fotózza az eget. Nagyon hosszú feladatsorok esetén a fotózás több napig is eltarthat, ezért a meghatározott környezeti változók függvényében – mint a horizont feletti magasság, vagy láthatóság) az EKOS este elindít





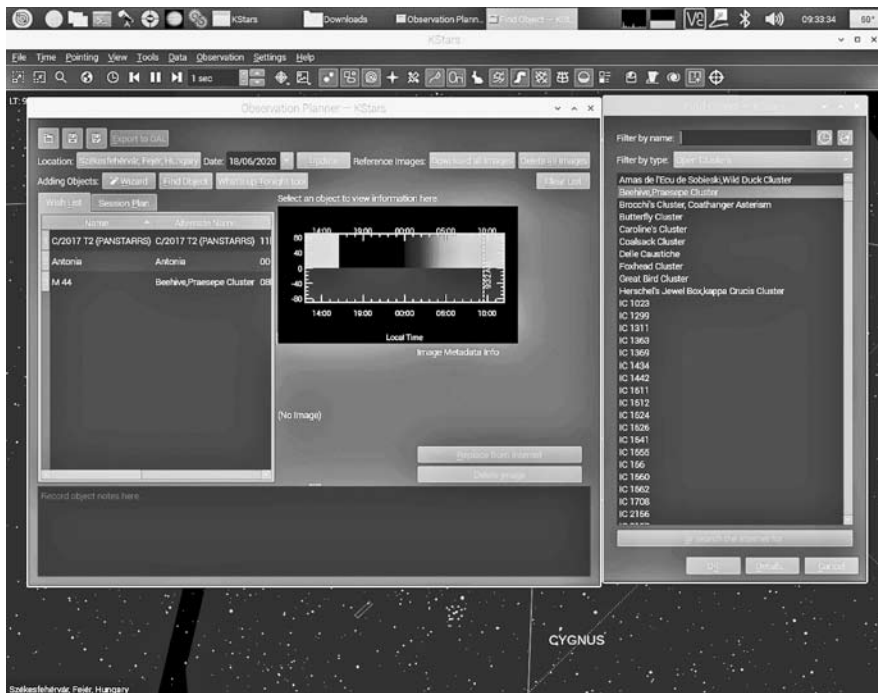
Megnézhetjük a kiválasztott objektumok részletes adatait, az NGC-objektumokról akár képeket is tölthetünk le

ja a szekvenciát, majd hajnalban leállítja, parkoltatja a távcsövet (például becsukja a távcsőfedelet). Letakarhatjuk valamivel a távcsövünket, ha nem szeretnénk szétszedni és este újra összerakni az egész rendszert. Este a Pi - a megfelelő körülmények között - folytatja a feladatsort a következő hajnalig. Az egész folyamat addig tart, amíg az összes kép el nem készül.

Alignment: a tökéletes fotók elkészítéséhez a pontos pólusra állás mellett feltétlenül szükséges, hogy a távcsövünk oda nézzen, ahova mi szeretnénk. Erre a célra hivatott az EKOS Alignment modulja. A Pi készít egy felvételt a beállított égtérületről, amit asztrometria segítségével kiértékel. Beépítve használható az ASTAP vagy az Astrometry.net programcsomag is. Az asztrometria elvégzése után a távcső pozíciója szinkronizálásra kerül, a Pi pontosan oda fordítja, ahova néznie kell. Ezt addig végzi,

amíg az általunk ívmásodpercben megadott hibahatáron belülre kerül a kép középpontja. Az asztrometria futása (a Raspberry telefonnal vetekedő kapacitású processzorának) a rendelkezésre álló csillagok függvényében néhány másodperctől fél-egy percig tarthat.

A Pi az elkészült képeket – az alapbeállításnak megfelelően – letölti egy, az objektumról elnevezett mappába. Készíthetünk még Dark, Flat és Bias képeket is. Érdemes odafigyelnünk a rendelkezésre álló tárhelyre. A Pi-ben alapvetően csak egy Micro-SD kártya van, amelyen a rendszer is fut. Az 1000D a – modern DSLR gépekhez képest – kis méretű, 10 Mpx-es felbontásával is fel tudja tölteni három-négy óra alatt a 16 GB-os memóriakártyát. Érdemes tehát vagy rendszeresen mentenünk és törölnünk a képeket a Pi-ről, vagy nagyobb SD kártyát beletennünk, esetleg külső adattárolót (pendrive, külső USB winchester) használunk.



Csillagokat, mélyég-objektumokat kereshetünk a KStars adatbázisban, melyekből saját észlelési programot állíthatunk össze

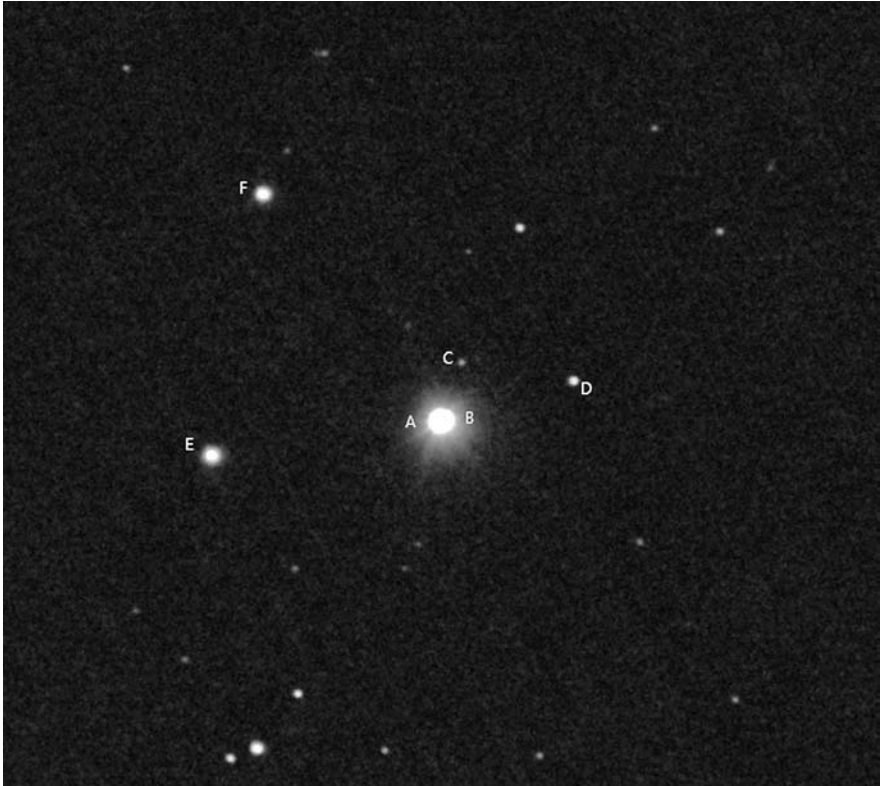
## Saját tapasztalataim

A mechanika a különös hangok generálásától eltekintve megfelelően végezte a feladatát, ami a korát és a beletuszolt zsírmennyiséget tekintve véve kisebb csodával ér fel. A 10–15 másodperces expozíciók rendre jól sikerülnek, bár a fogaskereken megjelenő kopások és lötyögések itt-ott meglátszanak a felvételeken. A 30 másodperces képeken már látszik a vezetés hiánya, a csillagok alakja elkezd ovális krumpli alakúvá válni.

A távcső messze jobban teljesít az elvártánál. A tesztek alatt elsősorban kettőscsillagokat fényképeztem. 10–15 másodperces expozícióval 12,5 magnitúdó körül adódott a határfényesség, ami a távcső vizuális határmagnitúdója is egyben. 10 darab 30 másodperces kép összefűzésével sikerült a határfényességet 13,7 magnitúdóig letornáznom, a legkisebb – még jól látható – sze-



A fényesebb mélyég-objektumok, mint amilyen a Herkules csillagképben található M13, szépen mutatnak a rövid záridővel készült felvételeken is



Érdekes többes rendszer a  $\zeta$  Bootis (STF 1888AB), a kép segítségével meg lehetett határozni a tagok szögtávolságát és pozíciójogét

paráció megközelítőleg 10 ívmásodperc. Ez annak is köszönhető, hogy a fényesebb főcsillagok sajnos beégték, eltakarva a jóval halványabb, közeli kísérőjüket. Rövidebb záridővel valószínűleg megjelentek volna a társak is a képen. Tanulság a jövőre nézve, hogy az expozíció hosszát a fotózott csillagokhoz érdemes igazítani.

Egészen biztos vagyok benne, hogy a Raspberry Pi robotávcso vezérlése új távlatokat nyithat az asztrofotózás szerelme-

seinek. Ez az egyszerű és olcsó eszköz azok számára is megoldást nyújthat, akik elsősorban tudományos mérések érdekében szeretnének egy-egy észlelőprogramot rendszeresen végigfotózva adatokat gyűjteni gyakorlatilag bármilyen égi objektumról, legyenek azok kettős- vagy változócsillagok, mélyégobjektumok, nóvák, kisbolygók vagy éppen üstökösök.

*Talabér Gergely*



**Tisztelt Tagtársunk!** Az MCSE Iovasberényi Csillagtanóját önkéntes munkával és adományokkal egyaránt támogathatja. A Csillagtanójáról legutóbb a Meteor 2020/4. számában írtunk – l. még a [www.mcse.hu](http://www.mcse.hu) híradásait. Pénzadományok a Magyar Csillagászati Egyesület bankszámlájára utalhatók, MCSE Csillagtanója megjelöléssel (62900177-16700448).

**Köszönjük!**