

УДК 527:528

Н.Н. Жолонко

Черкасский национальный университет им. Богдана Хмельницкого, Черкассы

СМАРТФОН КАК СРЕДСТВО ОПЕРАТИВНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КООРДИНАТ БЕЗ GPS-НАВИГАТОРА

Представлены примеры простых программ для смартфона (язык Python под Symbian) и результаты их работы для независимого и оперативного определения географических координат астрономическим методом без использования ручных расчётов и дополнительных таблиц. Программы прошли тестирование и показали высокую эффективность. Точность определяется, главным образом, чувствительностью угломерного инструмента при условии согласования компьютерного времени с астрономическим по сигналам точного времени. В основу работы положен метод одновременного определения широты и долготы наблюдателя по линиям положения двух известных светил, а также специально разработанный приближённый безинструментальный метод определения координат из длительности заката или восхода Солнца.

Ключевые слова: астрономическая навигация, компьютерная автоматизация определения координат.

Введение

Многочисленные публикации и отклики в сети Интернет и других изданиях свидетельствуют, что и сегодня астрономические способы определения географических координат остаются востребованными среди военных, астрономов-любителей, яхтсменов, туристов и других лиц, несмотря на стремительный прогресс GPS-навигаторов. Так, например, в сети Интернет часто можно найти дискуссии о том, как рассчитать широту и долготу, как научиться пользоваться секстантом, как сделать угломерный инструмент и какова его точность. Обсуждаются возможности применения в расчётах портативного компьютера и существующего программного обеспечения.

Основной материал

Навигатору важно знать, когда взойдёт то или иное светило и на каком азимуте, когда будет его кульминация в известном месте или, наоборот, – в какой географической точке производятся наблюдения [1]. Важно также предвидеть моменты времени различных событий [2]. Этому способствуют астрономические ежегодники и весьма удобны программы-планетарии. Однако, в походных условиях не всегда есть под рукой ноутбук, с которым, к тому же, нужно бережно обращаться. Да и квалифицированно пользоваться такой сложной и дорогостоящей техникой надо ещё научиться.

Более предпочтительной альтернативой компьютеру в полевых условиях при обработке или планировании наблюдений для астронома-наблюдателя, военного группы спецназа, яхтсмена, лётчика самолёта с достаточно удалённым маршрутом или просто любознательного туриста представляет смартфон (либо карманный компьютер). Так, например, смартфоны фирмы Nokia могут работать

на базе операционной системы Symbian. Для их программирования, в том числе и для целей навигации, можно пользоваться возможностями языка Питон [3].

В качестве иллюстрации приведём несколько полезных и простых программ-сценариев (так называемые скрипты). Они выводят на дисплей смартфона на нужную информацию без особого её оформления в виде продвинутого интерфейса. Можно отметить, что язык программирования Питон является современным объектно-ориентированным языком высокого уровня и предоставляет широкие творческие возможности для более сложных дизайнерских решений. Однако в данной работе такая цель не ставилась. К тому же, простую программу легче доработать «под себя», даже не имея квалификации программиста, а лишь владея знаниями своей предметной области.

1. Программа Anis. Позволяет после её запуска получить отсчёт момента среднего солнечного времени по Гринвичу (с точностью до 0.1 с). Последняя зависит от реакции пользователя при настройке по радиосигналу точного времени или интернет-данным, например, www.skolko.in.ua). Программа выводит дату месяца и день недели. На дисплей выводится также звёздное время на начало текущей даты в 0 часов по Гринвичу и на момент запуска. Результат вывода на дисплей смартфона можно «сфотографировать», создав так называемый скриншот (screenshot). Это – файл, которым можно пользоваться как обычной электронной фотографией (рис. 1). Таким образом, измеряя угломерным инструментом высоту светила, наблюдатель может одновременно определить момент измерения простым нажатием на кнопку ввода. Уверенное определение времени до десятых секунды в сочетании с хорошим угломерным инструментом позволяет достичь высокой точности однократного определения географических координат (до 200). При этом, конечно, требуется постоянная практика.



Рис. 1 (слева направо): 1 – вид рабочего стола смартфона в приложениях: Питон (Python) и др.;
 2 – вызов результатов работы программы в интерактивном режиме (консоль);
 3 – результат работы программы Star (данные для Полярной звезды в реальном времени);
 4 – результат работы программы Sunline сразу после заката (50°сев.шир., 32°в.долг.);
 5 – результаты работы программ Sunline и Sunset в момент заката Солнца (имитация вблизи момента заката):
 выведены примерные координаты наблюдателя (Черкассы);
 6 – программа Moonline произвела расчёт данных для Луны 13 февраля 2011 года.

```
#anis.py
#Copyright (c) 2010 Nick for Nokia Corporation
#This program is for determination of star's time in
2011
import math
import time
s1=0
nn=((time.clock()-4-(153278.25))/3600+14)/24
n=int(nn) #дата
ddd=n*0.14285714
dd=int(ddd) #день недели (номер дня)
d=int((ddd-dd)*7-2)
t=(time.clock()-4-(153278.25+(n-
1)*3600*24))/3600+14 #время, Гринвич
so=(6.6208)+n*0.065712 #звёздное на нача-
ло суток 0 часов, Гринвич
s=so+1.002738*t #текущее звёздное время
th=int(t) #перевод в часы-мин-секунды
tmm=(t-th)*60
tm=int(tmm)
tss=(tmm-tm)*60
ts=round(tss,1)
print 'February ',n,' 2011 ','week day=',d
#печатать даты, времени и So
print 'T=',th,' h ',tm,' min ',ts,' sec Grinwich'
print 'So=',so,' hours in 0 h this date'
sh=int(s) #расчёт и печать текущего звёзд-
ного времени
```

```
smm=(s-sh)*60
sm=int(smm)
sss=(smm-sm)*60
ss=round(sss,1)
if s>24:
    s1=s-24
    sh1=int(s1)
    print 'S=',sh1,' h ',sm,' min ',ss,' sec Grinwich'
else:
    print 'S=',sh,' h ',sm,' min ',ss,' sec Grinwich'
```

Оператор time.clock() вызывает процессорное время (в секундах) от момента включения смартфона, из которого затем вычитается время от начала текущих суток до момента приёма радиосигнала точного времени. Таким образом, время приводится на начало суток (по Гринвичу). Это и позволяет затем установить дату (n), день недели (d) и текущее время (среднесолнечное t и звёздное: на начало суток So и текущее S) с выводом на дисплей.

1. Программа Astar для примерно известных географических координат производит расчёт высоты ho и азимута A для одной звезды из таблицы основных навигационных звёзд. Выбор последней производится снятием знака комментария (#) в начале строки для данных прямого восхождения и склонения, которые можно взять либо из атласа [2, 4, 9, 10], либо из программы-планетария [5, 6, 8, 11].

Программа содержит данные на 2011 год для 20 навигационных звёзд северного полушария.

```
#astar.py
#Copyright (c) 2010 Nick Zholonko for Nokia
Corporation
#This program is for h,A determination of stars for
known place
# no limitations due permission of Nick Zholonko
import math
import time
fi=50*0.0174533 #gradus-rad
lam=32*0.0666666 #gradys-hours
nn=((time.clock()-15-(18398.0))/3600)/24
n=int(nn)-3
ddd=(n-5)*0.14285714
dd=int(ddd)
d=int((ddd-dd)*7)
t=(time.clock()-15-
(18398.0+(n+3)*3600*24))/3600
ss=(8.6577778)+n*0.065712
s=ss+1.002738*t
print 'February ',n,' 2011!', week day=',d
th=int(t)
tmm=(t-th)*60
tm=int(tmm)
tss=(tmm-tm)*60
ts=round(tss,1)
print 'T=',th,' h ',tm,' m ',ts,' s Grinvich'
s1=0
sh=int(s)
smm=(s-sh)*60
sm=int(smm)
sss=(smm-sm)*60
ss=round(sss,1)
if s>24:
    s1=s-24
    sh1=int(s1)
    print 'S=',sh1,' h ',sm,' m ',ss,' s Grinvich'
else:
    print 'S=',sh,' h ',sm,' m ',ss,' s Grinvich'
#table of stars: alfa in hours, delta in gradus
#print 'Adara (CanisMajor) m=1.5 m=1.5 white
T=15000 r=431 light years'
#alfa=6.9817
#delta=-28.9817
.....
print 'Polaris (UrcaMinor) m=2.0 yellow T=6200
r=431 light years'
alfa=2.52975
delta=89.26417
.....
#print 'Fomalgaut (PiscisAustr) m=1.16 white
T=9800 r=25 light years'
#alfa=22.9617
#delta=-29.6167
```

```
t=(s+lam-alfa)
if t<0:
    ttt=ttt+24
else:
    ttt=ttt+0.0
t1=ttt*15*3.14159/180
h1=math.asin(math.sin(fi)*math.sin(delta*3.14159
/180)+
math.cos(fi)*math.cos(d el-
ta*3.14159/180)*math.cos(t1))
AA=math.asin(math.sin(t1)*math.cos(delta*3.141
59/180)/math.cos(h1))
h=h1*180/3.14159
hh=int(h)
hmm=(h-hh)*60
hm=int(hmm)
hss=(hmm-hm)*60
hs=round(hss,1)
print 'ho=',hh,' gr ',hm,' m ',hs,' s'
indik=math.cos(t1)*math.sin(fi)-
math.tan(delta*3.14159/180)*math.cos(fi)
if ttt<12:
    print 'less180gr'
else:
    print 'more180gr'
#print 'chas ygol=',ttt,' hours'
#print 'flag=',indik,' znak'
if indik<0:
    bbb=3.14159-AA
else:
    bbb=AA
A=bbb*180/3.14159
ah=int(A)
amm=(A-ah)*60
am=round(amm,2)
print 'Azim1 of star=',ah,' gr ',am,' m'
if indik>0:
    aaa=AA
else:
    aaa=-3.14159-AA
A=aaa*180/3.14159
ah=int(A)
amm=(A-ah)*60
am=round(amm,2)
print 'Azim2 of star=',ah,' gr ',am,' m'
```

2. Программа Sunline для примерно известных географических координат производит расчёт и вывод на дисплей высоту и азимут Солнца. При этом, помимо текущего времени, используется список прямых восхождений и склонений (alt,delt) на начало дат месяца, взятых из астрономического ежегодника или надёжной программы-планетария. Такие же программы есть для Луны, а также для навигационных планет (Венера, Марс, Юпитер, Сатурн).

Вычитая с помощью калькулятора из измеренной высоты h (с учётом рефракции и других поправок) рассчитанную h_0 , после перевода разности в минуты (*60) и километры (*1,852) получаем на данном азимуте истинную линию положения наблюдателя [2, 7].

3. Программа Sunset производит расчёт широты и долготы из данных времени прохождения солнечного диска линии горизонта и момента заката. Сначала измеряется момент касания линии горизонта (t_0) и вносится в программу sunset. Затем её запускаем в момент окончания заката и сразу получаем широту и долготу точки наблюдений с точностью 10 – 20 км. Метод не требует наличия угломерного инструмента, однако для хорошего определения моментов касания линии горизонта нужен бинокль или подзорная труба с возможно большим увеличением, поскольку ошибка в секунду времени даёт погрешность в несколько километров.

Выводы

В заключение можно отметить, что указанные программы постоянно совершенствуются, поэтому их следует рассматривать лишь как начальные (но вполне рабочие). В частности, возможна разработка соответствующего интерфейса (карта). На Рис.1 показаны скриншоты результатов работы описанных выше программ. Таким образом, для проверки данных GPS-навигатора или их недоступности по различным причинам имеется возможность использования смартфона или карманного компьютера для автоматизированного определения своих географических координат астрономическими методами.

Список литературы

1. Титов Р.Ю. Мореходная астрономия / Р.Ю. Титов, Г.И. Файн. – М.: Транспорт, 1984. – 248 с.
2. Астрономический календарь. Постоянная часть / В.А. Бронштэн, Б.А. Воронцов-Вельяминов, П.Г. Куликовский, Р.В. Куницкий. – М.: Физматгиз, 1962. – 772 с.
3. Язык программирования Питон / Г. Россум, Ф.Л.Дж. Дрейк, Д.С. Откидач и др. – BeOpen.com, 2000. – 454 с.
4. Пономарёв Д.Н. Атлас и карты звёздного неба 2000 / Д.Н. Пономарёв, К.И. Чурюмов; под ред. Л.И. Беляева, М.А. Федосова. – М.: ВАГО, 1991. – 80 с. и 20 карт.
5. Jone Walker. Home Planet for Windows. Release 3.0 – February 1997 [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: www.fourmilab.ch/.
6. Asynx Planetarium V2.00L – чрезвычайно удобная программа для вывода расчётных величин Солнца, Луны, планет и звёзд [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: www.asynx-planetarium.com.
7. Михальчук В.В. Инструкция «Определение места судна в малом плавании». / В.В. Михальчук // Одесский астрономический календарь на 2005 год. – Одесса: Астропринт, 2004. – С. 234-238.
8. Stellarium – красивая панорама вдоль горизонта с подробным интерфейсом для любого небесного объекта [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: www.stellarium.org.
9. Крячко И.П. Кишеньковский атлас зоряного неба / И.П. Крячко. – К.: Сфера, 1999. – 18 с.
10. Михальчук В.В. Яркие звёзды и их видимые места / В.В. Михальчук // Одесский астрономический календарь на 2007 год. – Одесса: Астропринт, 2006. – С. 128-130.
11. Daniel van Os, Allstar v1.1.2, freeware planetarium for Windows 95/98/NT – содержит опцию для расчёта звёздного времени [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: www.crosswinds.net/~allstar2000/.

Поступила в редколлегию 9.03.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.В. Голуб, Черкасский национальный университет им. Б. Хмельницкого, Черкассы.

СМАРТФОН ЯК ЗАСІБ ОПЕРАТИВНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОГРАФІЧНИХ КООРДИНАТ БЕЗ GPS-НАВІГАТОРА

М.М. Жолонко

Представлені приклади простих програм для смартфона (мова Python під Symbian) та результати їх роботи для незалежного і оперативного визначення географічних координат астрономічним методом без використання ручних розрахунків і додаткових таблиць. Програми пройшли тестування і показали високу ефективність. Точність визначається, головним чином, чутливістю кутомірного інструменту при умові узгодження комп'ютерного часу з астрономічним за сигналами точного часу. В основу роботи покладено метод одночасного визначення широти і довготи спостерігача за лініями положення двох відомих світил, а також спеціально створений наближений безінструментальний метод визначення координат за тривалістю заходу або сходу Сонця.

Ключові слова: астрономічна навігація, комп'ютерна автоматизація визначення координат.

SMARTPHON AS MEANS OF THE RAPID GEOGRAPHICAL COORDINATES DETERMINATION WITHOUT GPS-NAVIGATOR

М.М. Zholonko

The examples of the simple programs are presented for smartfon (Python language under Symbian) and their job performances for independent and operative determination of geographical coordinates by an astronomic method without the use of hand calculations and additional tables. The programs were passed testing and demonstrated the high efficiency. Accuracy is determined, mainly, by the sensitiveness of goniometer instrument on condition of agreeing about a computer time with astronomic on time-signals. The basis of work is method of simultaneous determination of observer's latitude and longitude by fixed lines of position of two known stars, and also the specially developed noninstrumental method of coordinates determination from sunrise or sunset.

Keywords: astronomic navigation, computer automation of coordinates determination.