

NovAtel OEM4 主板的 GPS 原始数据解码

贾蓉¹ 王解先^{1,2}

(¹ 同济大学测量与国土信息工程系 上海 200092;² 现代工程测量国家测绘局重点实验室 上海 200092)

摘要 GPS 快速定位需要对实时的卫星导航数据和接收机观测数据进行处理,解码 GPS 接收机原始数据是实时获得以上数据的主要方法。文章介绍了 GPS 接收机原始数据转换为标准化数据格式(Rinex)的解码方法以及具体操作中的注意事项。叙述了 GPS 原始数据的获得途径、分析了 Rinex2.10 导航文件和观测文件的格式。通过对 NovAtel OEM4 主板 GPS 接收机获得的原始数据进行解码,证明解码方法的正确性与有效性。

关键词 GPS 原始数据;解码方法;Rinex;NovAtel OEM4

中图分类号 TH761

Decoding Method of Raw Data for GPS Based on NovAtel OEM4 Main Board

Jia Rong¹ Wang Jiexian^{1,2}

(¹Department of Survey and Geo-Informatics, Tongji University, Shanghai, 200092, China; ²Key Laboratory of Advanced Engineering Surveying of SBSM, Shanghai, 200092, China)

Abstract GPS rapid positioning requires processing Satellite Navigation Data and Receiver Observation Data on the real time, and the principal method for obtaining those data is decoding raw data of GPS receiver. This paper presents the decoding method of converting raw data of GPS receiver to GPS standard Rinex format, as well as the matters needing attention in the decoding manipulations. Also, the approach to obtain raw data of GPS receiver is described, and the navigation message file and observation data file in Rinex 2.10 are analyzed. Through the decoding process of the raw data received from the GPS receiver based on NovAtel OEM4 main board, this decoding method is proved to be correct and effective.

Key words GPS raw data;Decoding method; Rinex; NovAtel OEM4

GPS 接收机所接收到的原始观测数据和 ASCII 数据记录格式,根据接收机主板的不同而异, GPS 定位技术的广泛应用使通用的 GPS 标准化数据格式成为必要。1989 年瑞士伯尔尼大学天文研究所首次建议并开发了“独立于接收机的数据交换格式”Rinex (Receiver Independent Exchange Format) 1.0 版本,并于 2007 年底发布了最新的 Rinex3.00 版本,如今 Rinex 数据格式广泛应用于 GPS 数据的交换使用中。

几乎所有接收机的随机处理软件都可将自定义的原始数据格式转换成 Rinex 格式,提供给用户。而当需要对基准站进行快速定位时,要求获得实时的卫星导航数据和接收机观测数据,多数接收机并不提供此项功能。用户可以实时接收的只有接收机原始观测数据,在此基础上对其进行解码,即可获得标准 Rinex 数据。因此,对如何将 GPS 接收机的原始数据转换为 Rinex 格式数据的研究,具有必要性和现实意义。

以 Rinex2.10 版本为例,该格式共包括 6 类 ASCII 文件:观测数据文件、导航信息文件、气象数据文件、GLONASS 导航信息文件、GEO 导航信息文件和卫星与接收机钟数据文件等^[1]。在 GPS 定位解算中应用最多的是前两个文件。

1 原始数据介绍

GPS 原始数据格式随接收机主板不同而异,本文主要以 NovAtel OEM4 主板为例分析解码得到 Rinex 观测数据文件和导航信息文件的方法。

1.1 数据的接收

一般地,原始数据并不是接收机默认的输出数据,需要通过向接收机发送交互式命令请求数据。与 Rinex 观测数据文件和导航信息文件相应的原始数据,为伪距和载波相位信息与原始星历信息。交互式命令可从仪器商提供的兼容命令说明书中查找。命令的发送可以使用工业手簿、串口交互软件,

收稿日期:2009-12-20

作者简介:贾蓉(1985-),女,同济大学测量与国土信息工程系,大地测量学与测量工程方向;

(C)1994-王解先(1963-),男,同济大学测量与国土信息工程系教授,博士生导师,主要从事卫星大地测量学的教学和科学研究。www.cnki.net

或者自行编制串口交互软件实现。接收机接收命令后,用户可通过计算机串口接收相应数据。在数据交互过程中,需要注意的是接收机与计算机串口设置的一致性,其中包括接收串口号、波特率、起始位、终止位和校验位等。

1.2 原始数据结构

每条消息数据包括3部分:数据头、数据体和32位CRC,具体信息可从仪器使用手册^[2]中查找。

数据头定长28字节,以3个十六进制标识符0xAA 0x44 0x12提示一条消息的起始。数据头中主要信息有数据头长度、消息类型、数据体长度、GPS周、当前GPS周内经过的毫秒数等。其中,消息类型随请求数据类型的不同而异,也决定了解码结果的类型。数据体的具体结构见2.3和2.4。32位CRC为4字节验证码,用于检验数据传输过程中的正确性,具体算法见文献[2]中1.6节。

1.3 原始星历信息数据体结构

向接收机请求“RAWEPHEM”数据,获得原始星历信息。其数据体主要包括卫星PRN号、星历参考周数、星历参考秒数、子帧1数据、子帧2数据和子帧3数据等,涵盖了Rinex导航信息文件主体中所需所有信息。其中,前三者各为一个长整型变量,后三者各为一个30字节的数据结构,对应于卫星导航电文的前3个子帧^[3]。根据文献[4],每一子帧包含30字节,共10个字(每3字节定义为1个字),其中前两个为遥测字(TLW)和转换字(HOW),其余8个字用于描述卫星星历信息。

1.4 伪距和载波相位信息数据体结构

向接收机请求“RANGECMP”数据,获得伪距和载波相位信息。其数据体主要包括观测记录数、通道跟踪状态、多普勒频率、伪距观测值、载波相位观测值、伪距标准差、载波相位标准差、PRN号、连续跟踪时间等。对应于Rinex观测数据文件的主体信息,数据结构具体说明见文献[2]中3.4.44节。

2 数据解码

GPS原始数据解码为Rinex格式,总的来说要经过以下三步:在ICD-GPS-200中查找变量的定义;求出变量值后还要根据尺度因子进行换算;根据变量的单位进行转换[5]。在数据的解码过程中,存在以下几个问题。

2.1 数据存储顺序

Format)机制,即低位优先顺序。故在将接收到的二进制数存储到变量的过程中需要将各字节倒序存储。以伪距和载波相位信息数据体中观测记录数为例,在接收到的原始数据中,该值表示为4个十六进制数0x09 0x00 0x00 0x00,设表示观测值数的长整型变量为MsgNum,则应对其赋值为十六进制0x00 0x00 0x00 0x09,即为十进制数9。

2.2 位操作

从原始二进制数据中提取所需变量对应值时,原始数据在计算机中按照字节存取,而变量数值是以二进制位表示的,所以可能存在一种情况:某变量存储于一个字节的某几个连续二进制位中,这就需对该字节数据进行位操作。提取变量数值所用到的位操作主要有移位和模版异或两种。

2.2.1 移位操作

以原始星历信息数据体中WN变量为例。根据文献[4],该变量存储于子帧1的第3个字的第1位到第10位中,从中提取该段数据需要将其向右移14位。如:某星历信息数据中,该字的十六进制数为0x7D 0x10 0x00,用其二进制形式来说明(高位优先排列)。

a 位操作前:01111101 00010000 00000000
b 右移后: 01 11110100
即: $b = a \gg 14$ 。

2.2.2 模版异或操作

以原始星历信息数据体中IDOT变量为例。根据文献[4],该变量存储于子帧3的第10个字的第9位到第22位中,从中提取该段数据需要定义十六进制模版0x00 0xFF 0xFC,将原始数据与模版异或,然后右移2位则可得到需要的变量值。如:某星历信息数据中,该字的十六进制数为0x3F 0xE7 0xB9,用其二进制形式来说明(高位优先排列)。

a 位操作前:00111111 11100111 10111001
b 模版: 00000000 11111111 11111100
异或后: 00000000 11100111 10111000
c 右移后: 111001 11101110
即: $c = (a \& b) \gg 2$ 。

3 实例

使用NovAtel OEM4 主板GPS接收机,通过计算机串口发送数据请求命令:

LOG RAWEPHEM

LOG RANGECMPB ON TIME 15

收到接收机接受信息后,对原始数据进行接收和计算,解码为Rinex2.10导航信息文件(TJRV2940.09N)和观测数据文件(TJRV2940.09O),部分文件如表1和表2。

根据文献[1],在观测数据文件中,每个历元观测数据由三部分组成:观测值以14位浮点数表示,保留3位有效数字;LLI (Loss of Lock Indicator)和信号强度分别以1位数表示,依次列于观测值后。实验所用接收机主板并未发送相应信息时,均用“0”代替。

从IGS(International GNSS Service)网站下载数据接收地附近IGS站点(上海佘山天文台站)导航信息文件“shao2940.09n”与TJRV2940.09N比较,可见卫星星历数据完全一致。TJRV2940.09O文件与GPS接收机直接导出的观测数据文件比较,也完全一致。从而说明,文中所述原始数据解码方法正确、有效。

值得注意的是,观测数据文件的头文件中,部分参数信息不包含在本文第二部分所述原始数据中(如:测站近似坐标值),这需要向接收机发送相应请求命令获得,不在本文讨论范围内。

表1. 解码后导航信息文件实例(TJRV2940.09N)

2.1 NAVIGATION DATA		RINEX VERSION TYPE	
tjrv	tju	20091021 14:19:26UTCPCGM / RUN BY / DATE	
END OF HEADER			
2 09 10 21 12 00	0.0	1.831669360399D-04	3.751665644813D-12
4.000000000000D+01	3.575000000000D+01	4.746269129732D-09	8.666837903672D-01
1.858919858932D-06	9.120862581767D-03	1.027435064316D-05	5.153724903107D+03
3.024000000000D+05	3.539025783539D-08	3.043204737464D+00	2.458691596985D-07
9.411553380290D-01	1.762500000000D+02	2.906927092404D+00	7.970331996320D-09
-3.800158291846D-10	1.000000000000D+00	1.554000000000D+03	0.000000000000D+00
2.000000000000D+00	0.000000000000D+00	1.722946763039D-08	4.000000000000D+01
2.952000000000D+05	4.000000000000D+00		
4 09 10 21 11 59	44.0	-3.212545998394D-04	-1.784883352229D-11
3.400000000000D+01	3.240625000000D+01	4.718053668730D-09	1.976217700440D+00
1.631677150726D-06	8.954709861428D-03	1.085363328457D-05	5.153563976288D+03
3.023840000000D+05	-1.322478055954D-07	3.025032960102D+00	-1.676380634308D-08
9.403395739463D-01	1.654687500000D+02	5.407461353099D-01	7.964974630307D-09
-4.925205154564D-10	1.000000000000D+00	1.554000000000D+03	0.000000000000D+00
2.000000000000D+00	0.000000000000D+00	-6.053596735001D-09	3.400000000000D+01
2.953800000000D+05	4.000000000000D+00		

表2. 解码后观测数据文件实例(TJRV2940.09O)

2.1 OBSERVATION DATA		RINEX VERSION TYPE	
tjrv	tju	20091021 14:19:26UTCPCGM / RUN BY / DATE	
TJRV		MARKER NAME	
		OBSERVER / AGENCY	
		REC # / TYPE / VERS	
		ANT # / TYPE	
		APPROX POSITION XYZ	
		ANTENNA: DELTA H/E/N	
		WAVELENGTH FACT L1/2	
1	1	S2# / TYPES OF OBSERV	
9	L1	INTERVAL	
15.0000		TIME OF FIRST OBS	
2009	10	END OF HEADER	
09 10 21 11 00	30.0000000	0	6G 2G 4G 5G10G12G17G30
107768264.00000	107870495.54700	0.00000	21001156.72700 21001168.19500
814.30900	634.52700	0.00000	0.00000
108343537.35200	108294779.50800	0.00000	21040120.85900 21040135.93000
736.92600	574.23000	0.00000	0.00000
115920504.64500	116085754.33200	0.00000	21993949.78900 21993968.00800
844.74200	658.23800	0.00000	0.00000
107611793.98400	107754530.80100	0.00000	21177633.20300 21177645.10900
833.91000	649.80100	0.00000	0.00000
125432218.09800	125064638.99200	0.00000	23422394.35200 23422406.71100
731.98800	570.38300	0.00000	0.00000
117411605.48000	117183621.70300	0.00000	22441023.13300 22441038.41400
645.30500	502.83600	0.00000	0.00000
125758907.39100	0.00000	0.00000	0.00000 24360209.80500
781.89100	0.00000	0.00000	0.00000

4 结论

本文分析了 NovAtel 主板 GPS 接收机收到的 GPS 原始星历信息数据与伪距和载波相位信息数据格式,总结了原始数据解码方法,实现了向 Rinex2.10 导航信息文件和观测数据文件的转换。并以解码实例证明该方法的正确性和有效性。文章未能解得 Rinex 观测数据文件的头文件中部分必要参数值,这虽然对于基准站快速定位的准确性并无影响,但对其进行分析仍是必要的。

参考文献

[1] Werner Gurtner. RINEX: The Receiver Independent Exchange Format Version 2.10[M]. Berne: Astronomical Institute University of Berne,2002

[2] NovAtel Incorporation. OEMV Family Firmware Reference Manual [S]

[3] 王广运,郭秉义,李洪涛. 差分 GPS 定位技术与应用 [M]. 北京:电子工业出版社,1996

[4] ARINC Research Corporation. Interface Control Document(ICD)-GPS-200[S],1993

[5] 张光炬,王解先.GPS 原始数据解码为 RINEX 的方法 [J]. 光学仪器,2007,(6):27-31

研究发现超声波处理能有效去除苹果中农药残留

一项研究发现,在对农药残留超标的苹果进行超声波处理后,可以有效去除苹果中有机氯农药残留,并且超声波处理后的苹果主要品质不会超过国家标准及主要出口国苹果标准的要求。

西北农林科技大学食品科学与工程学院教授岳田利等完成的这项研究成果刊登于近日出版的《农业工程学报》上。

据介绍,目前国际上对苹果中农药残留检测种类越来越多,检测限量越来越严,一定程度上制约了我国的苹果出口。为了确保苹果生产的质量安全,加强对苹果中农药残留检测分析、农药残留标准及控制技术的研究显得尤为重要。

目前国内外对农药残留的去除方法常用的有生物、物理和化学降解去除法,这些方法对农药残留都有不同程度的降解去除,且主要集中在对土壤和环境中农药残留的降解去除。而寻求一种能直接有效安全去除苹果中有机氯农药残留,又不会对苹果的安全性造成影响,且对苹果本身品质影响很小的去除方法是当前鲜果产业亟需。

岳田利等建立了一种安全有效的超声波去除苹果鲜果中有机氯农药残留的技术方法。经实验验证,在一定的功率、温度和时间下,超声波处理对苹果中有机氯农药残留的去除率达到了 59.24%,有效去除了苹果中有机氯农药残留,提高了苹果的安全性。在对超声波技术处理农药残留超标的苹果过程中,研究人员对超声波技术对苹果主要品质的影响也做了相关的评价研究。结果表明,超声波处理虽然对苹果的总糖、总酸有一定的影响,但没有超出国家标准及主要出口国苹果标准的要求。

专家表示,因为超声波处理技术简单快速,很容易和现有鲜果清洗、分级、打蜡生产线耦合链接,因此这种技术的产业化应用前景极为广阔。