

# 人眼分辨率和卫星数据分辨率与 成图比例尺的适用性分析

刘 洋, 辛 蕊, 孙晓明

(黑龙江省农业科学院 遥感技术中心, 黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**从人眼对于计算机屏幕的最佳分辨率和人眼分辨率与卫星数据分辨率结合影响成图比例尺两个层面入手,从理论角度探讨人眼最佳分辨率、卫星数据分辨率及成图比例尺之间的关系。结果表明:在中高分辨率卫星中,250 m 分辨率的 MODIS 卫星最佳成图比例尺为 1:100 万,30 m 分辨率的 TM 卫星最佳成图比例尺为 1:12 万,15 m 分辨率的 ETM 卫星最佳成图比例尺为 1:6 万,20 m 分辨率的 SPOT 卫星最佳成图比例尺为 1:8 万,10 m 分辨率的 SPOT 卫星最佳成图比例尺为 1:4 万,0.5 m 分辨率的 WordView-2 卫星的最佳成图比例尺为 1:2 000。

**关键词:**人眼分辨率;卫星数据分辨率;最佳成图比例尺

**中图分类号:**TP79

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2012)09-0126-04

随着 IT 技术的发展,计算机已经成为遥感和 GIS 专业的必备工具,卫星图像处理、矢量数据生成以及空间分析等诸多工作都需要在计算机中完成。因此,操作人员通过屏幕与计算机进行信息交换时,人眼对屏幕的分别和辨识能力就显得尤为重要。

该文从人眼对于计算机屏幕的最佳分辨率和人眼分辨率与卫星数据分辨率结合影响成图比例尺两个层面入手,初步探讨人眼最佳分辨率、卫星数据分辨率与成图比例尺之间的关系。

## 1 人眼最佳分辨率

### 1.1 人眼分辨率

一般意义上说,正常视力的人眼在明视距离(250 mm)处的分辨率为 0.1 mm<sup>[1-3]</sup>,即人眼在 1 mm 单位内可以分辨出 10 个像元。通常情况下,人眼分辨率一般在 0.25~0.30 mm,即 1 mm 单位距离内人眼能分辨 3~4 个像元<sup>[4-5]</sup>。

### 1.2 人眼最佳分辨率的确定

选取 10 位具有正常视力的观察人员,分成 5 组,分别对不同类型、不同型号、不同屏幕尺

寸的 10 台计算机进行屏幕测试,计算分辨率并对不同分辨率下的显示结果做出评价(见表 1)。

### 1.3 人眼最佳分辨率

对表 1 进行统计,其结果为:图像显示清晰时,分辨率均值为 0.255 mm,此时人眼从计算机屏幕中获取的信息准确、细节丰富;当分辨率小于该值时,图形缩小、信息冗余、细节分辨困难;当分辨率大于该值时,图形放大、影像虚化。

当分辨率达到 0.5 mm 时,影像已放大、虚化到人眼识别图像信息的极限程度,尽管会有少量细节信息丢失,但人眼对图像的整体认知还是正确的。

当分辨率超过 0.5 mm 时,图像过度虚化,信息过度丢失,已不能正确反映其所代表的客观实体。

故,人眼对于计算机屏幕的最佳分辨率为 0.25 mm,即在 1 mm 单位内可以分辨出 4 个像素;最大分辨率为 0.5 mm,即在 1 mm 单位内可以分辨出 2 个像素。

## 2 卫星数据空间分辨率

目前,通过商业渠道可以获取的卫星数据种类较为丰富,从分辨率角度看高可至亚米级,低可达千米级。农业领域常用的卫星数据及其主要技术参数见表 2。

收稿日期:2012-06-11

第一作者简介:刘洋(1963-),男,黑龙江省哈尔滨市人,学士,研究员,从事农业信息及农业遥感研究。E-mail: mymail5273@163.com。

表 1 人眼最佳分辨率统计分析  
Table 1 The statistical analysis of human eye best resolution

序号 No.	机型 Type	型号 Model number	分辨率范围/ 象元 Resolution range	屏幕宽×高/ mm×mm Wide×high of screen	不同显示效果下的分辨率/mm Resolution of different display effect					
					图形小、看不清 Graphics is small, can't see	清楚 Clear	清晰 Distinct	清楚 Clear	较清楚 Clearer	图形大、影像虚 Graphics is big, image virtual
1	笔记本	X201T	1280×800 800×600	262×164			0.205	0.273	0.328	
2	笔记本	Dell d600	1024×768 800×600	287×215			0.280		0.359	
3	座机	惠普工作站	1280×1024 800×600	375×300			0.293	0.326	0.366	0.469
4	座机	组装机	1920×1440 800×600	316×230	0.165 0.176	0.198	0.247	0.274	0.309	0.395
5	座机	组装机	1280×1024 800×600	322×241			0.252	0.280	0.314	0.402
6	座机	DELL 工作站 T7500	1920×1080 800×600	508×286			0.265	0.303	0.318	0.497 0.636
7	座机	组装机	1920×1080 800×600	508×286			0.265	0.303	0.318	0.497 0.636
8	座机	组装机	1440×900 800×600	408×256			0.283	0.300	0.319	0.510
9	笔记本	X201I	1280×800 800×600	262×164			0.205	0.273	0.328	
10	座机	组装机	1600×1200 800×600	480×300				0.300	0.375	0.468 0.600

表 2 农业领域常用卫星数据及其主要技术参数  
Table 2 Commonly used satellite data of agriculture

名称 Name	波段号 Band No.	波段/μm Band	空间分辨率/m Spatial resolution	常用数据分辨率/m Resolution of commonly used data	主要用途 Main application	备注 Remark
MODIS	B1	0.62~0.67	250	250	农作物长势、旱情监测,灾害预警	
	B2	0.84~0.88	250			
	B3	0.46~0.48	500			
	B4	0.55~0.57	500			
	B5	1.23~1.25	500			
	B6	1.63~1.65	500			
	B7	2.11~2.16	500			

续表 2

名称 Name	波段号 Band No.	波段/ $\mu\text{m}$ Band	空间分辨率/m Spatial resolution	常用数据分辨率/m Resolution of commonly used data	主要用途 Main application	备注 Remark
	...	.....				
	B36	.....	1000			
TM	B1	蓝:0.45~0.52	30	30	农作物种植面积信息 提取	
	B2	绿:0.52~0.60	30			
	B3	红:0.63~0.69	30			
	B4	近红外:0.76~0.90	30			
	B5	短波红外:1.55~1.75	30			
IRS P6 (LISS-3)	B2	绿:0.52~0.59	23.5	20	农作物种植面积信息 提取	
	B3	红:0.62~0.68	23.5			
	B4	近红外:0.76~0.86	23.5			
	B5	短波红外:1.55~1.70	23.5			
Spot-4	M	单色 0.61~0.68	10	20	农作物种植面积信息 提取	一般不用单 色波段
	B1	绿:0.50~0.59	20			
	B2	红:0.61~0.68	20			
	B3	近红外:0.79~0.89	20			
	B4	短波红外:1.55~1.75	20			
ETM+	PAN	全色 0.52~0.90	15	15	农作物种植面积信息 提取	
	B1	蓝:0.45~0.51	30			
	B2	绿:0.52~0.60	30			
	B3	红:0.63~0.69	30			
	B4	近红外:0.76~0.90	30			
	B5	短波红外:1.55~1.75				
Spot-5	PAN	全色 0.49~0.69	2.5 或 5	10	农作物种植面积信息 提取	一般不用全 色波段
	B1	绿:0.49~0.61	10			
	B2	红:0.61~0.68	10			
	B3	近红外:0.78~0.89	10			
	B4	短波红外:1.58~1.75	20			
Quick Bird-2	PAN	全色 0.45~0.90	0.61	0.61	抽样	
	B1	蓝:0.45~0.52	2.44			
	B2	绿:0.52~0.60	2.44			
	B3	红:0.63~0.69	2.44			
	B4	近红外:0.76~0.90	2.44			
WorldView-2	PAN	全色 0.45~0.80	0.5	0.5	抽样	
	B1	蓝:0.45~0.51	1.8			
	B2	绿:0.51~0.58	1.8			
	B3	红:0.63~0.69	1.8			
	B4	近红外:0.77~0.89	1.8			

由表 2 可知,农业生产领域常用的卫星数据分辨率一般在 0.5~250.0 m,每种卫星数据均有自己的优势与不足,如何选择恰当的卫星数据应根据项目的具体要求和实际需要而定。

3 人眼分辨率、卫星数据分辨率与成图比例尺的关系

资源卫星数据的成图比例尺与卫星数据的空间分辨率或像元大小及人眼分辨率的关系可用经

验公式表达:

$$\frac{1}{M}=\frac{1}{1\,000\times R\times P}$$

式中, $M$  为成图比例尺分母; $R$  为人眼分辨率,此处采用人眼对屏幕的分辨率,单位为 1 mm

内人眼能够分辨出的像元数。当  $R$  为人眼最佳分辨率时,所成的图为最佳比例尺;当  $R$  为人眼最大分辨率时,所成的图为最大比例尺。 $P$  则为卫星数据的分辨率,其单位为 m。不同类型卫星数据的成图比例尺见表 3<sup>[6-7]</sup>。

表 3 不同分辨率卫星数据的最佳和最大成图比例尺

Table 3 The optimum and maximum mapping scale of different resolution satellite data					
序号 No.	卫星数据分辨率/m Resolution of satellite data	人眼最佳分辨率/ 像元·mm <sup>-1</sup> Optimum resolution of human eye	人眼最大分辨率/ 像元·mm <sup>-1</sup> Maximum resolution of human eye	最佳成图比例尺 Optimum mapping scale	最大成图比例尺 Maximum mapping scale
1	250	0.25/4	0.5/2	1:1000000	1:500000
2	30	0.25/4	0.5/2	1:120000	1:60000
3	20	0.25/4	0.5/2	1:80000	1:40000
4	15	0.25/4	0.5/2	1:60000	1:30000
5	10	0.25/4	0.5/2	1:40000	1:20000
6	0.5	0.25/4	0.5/2	1:2000	1:1000

4 结论

通过研究人眼分辨率、卫星数据分辨率与成图比例尺的关系,可得出结论:

在中高分辨率卫星中,250 m 分辨率的 MODIS 卫星最佳成图比例尺为 1:100 万,30 m 分辨率的 TM 卫星最佳成图比例尺为 1:12 万,15 m 分辨率的 ETM 卫星最佳成图比例尺为 1:6 万,20 m 分辨率的 SPOT 卫星最佳成图比例尺为 1:8 万,10 m 分辨率的 SPOT 卫星最佳成图比例尺为 1:4 万,0.5 m 分辨率的 WordView-2 卫星的最佳成图比例尺为 1:2 000。

参考文献:

[1] 张廷斌,唐菊兴,刘登忠. 卫星遥感图像空间分辨率适用性分析[J]. 地球科学与环境学报,2006,28(1):79-82.

[2] 潘家文,朱德海,严泰来,等. 遥感影像空间分辨率与成图比例尺的关系应用研究[J]. 农业工程学报,2005,21(9):124-128.

[3] 龚明劫,张鹰,张芸. 卫星遥感制图最佳影像空间分辨率与地图比例尺关系探讨[J]. 安徽农业科学,2009,34(7):232-233.

[4] 刘顺喜,尤淑撑,张定祥. 土地资源管理对我国后续资源卫星数据空间分辨率的需求分析[J]. 国土资源遥感,2003,58(4):6-8.

[5] 李莉,强跃,何泽平. 卫星遥感制图最佳空间分辨率与地图比例尺的适配关系研究[J]. 安徽农业科学,2011,39(30):18996-18998.

[6] 初艳锋,李二森,卢俊,等. 卫星影像空间分辨率与成图比例尺的适应性分析[J]. 海洋测绘,2007,27(7):47-50.

[7] 高兴华. 遥感影像分辨率与地图比例尺的关系及应用浅析[J]. 杨凌职业技术学院学报,2011,10(4):58-60.

Applicability Analysis of Eye Resolution, Satellite Resolution and Mapping Scale

LIU Yang, XIN Rui, SUN Xiao-ming

(Remote Sensing Technique Center of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** This relationship of the best resolution of eye, satellite resolution and mapping scale was studied from theoretical viewpoints started with two levels that the best resolution of eye to computer screen and eye resolution combined with satellite resolution to impact the mapping scale. The results showed that in the medium and high resolution satellite, the MODIS data of 250 m resolution's best mapping scale was 1:1 000 000, the TM data of 30 m resolution's best mapping scale was 1:120 000, the ETM data of 15 m resolution's best mapping scale was 1:60 000, the SPOT data of 20 m resolution's best mapping scale was 1:80 000, the SPOT data of 10 m resolution's best mapping scale was 1:40 000, the WordView-2 data of 0.5 m resolution's best mapping scale was 1:2 000.

**Key words:** eye resolution; satellite resolution; the best mapping scale