

温度、湿度自记纸数据自动读取系统的研究

李万春¹ 田 燕¹ 王鹏云¹ 王瑞晶²

(1. 昆明农业气象试验站, 650228; 2. 昆明市官渡区小板桥镇农科站)

提 要: 为了提高植物叶面积的测定精度, 基于计算机和常规扫描仪, 采用计算机图像处理技术, 开发了温度、湿度自记纸数据自动读取系统 (AutoGPR1.0)。系统能根据自记纸背景色与温度、湿度记录迹线颜色差异, 将记录迹线提取出来, 使计算机读出自记纸上实测的温度、湿度值, 获取连续数据。系统计算的相对湿度绝对误差 $\leq 2\%$, 温度的绝对误差 $\leq 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

关键词: 温度 湿度 自记纸数据 自动读取

An Auto-reading System of Data from Temperature and Humidity Auto-writing Paper

Li Wanchun¹ Tian Yan¹ Wang Pengyun¹ Wang Ruijing²

(1. Kunming Agrometeorological Station, 650228; 2. Xiaobanqiao Agrometeorological Station, Kunming City)

Abstract: Based on the computer and the general scanner, adopting the technology of picture dispose of computer, the Auto GPR1.0 system is developed to increase the measuring precision of the area of leaves. This system can pick up the noting curves according to the differences between the colore of auto-writing paper background and that of noting curves of temperature or humidity, then the computer can obtain continuous data from the values of temperature and humidity noted in auto-writing paper. In system calculation, the absolute error of temperature is less than 0.2°C , and that of humidity is less than 0.2% .

Key Words: temperature humidity data of Auto-writing paper Auto-reading

引言

温度、湿度是重要的环境指示参数,常规的温度、湿度观测一般采用两种方法,一是利用干湿球温度表进行定时温度、湿度测量,这种方法不能获得连续的温度、湿度数据;二是利用温度、湿度计自记纸进行连续观测,其精度不如干湿球温度表的高,但其所记录的数据是连续的,可以根据需要提取任意时间段的数据。

温度、湿度自记纸数据主要采用人工方法读取。一个熟练的观测员读取一张24h自记纸,并将数据输入计算机要5分钟,不仅耗时而且容易出错,如果换成是168h自记纸,所耗时间和出现的问题将会更多。目前,温度、湿度自记纸数据读取的研究主要为如何降低自记纸数据读取误差和提高读取效率的分析^[1]。在雨量自记纸处理方面,王伯民等^[2,3]采用图形扫描和数据处理技术,用PageManager for EPSON软件,实现对降水自记信息的完整、真实、安全的保存;提取降水曲线数据,形成全国地面基准、基本站降水强度数据标准文件。王乾一等^[4]利用扫描仪和Imagetol3.0、Photoshop 6.0图像软件,提出一种用数字图像处理技术和算法获取小气候自记图图纸上数据的方法,提高了数据的获取量。这些研究需要借助Photoshop等专用软件,进行图像处理。为了解决自记纸数据读取,根据实际试验、研究和业务的需要,不借助第三方软件,设计开发基于计算机和扫描仪技术的AutoGPR1.0自记纸数据读入系统。该系统于2003年1月投入试验应用,目前系统运行正常。AutoGPR1.0系统具有精度高、耗时短、业务化程度高、操作简单、应用前景广等特点。

1 设计思路

1.1 基本原理

扫描仪所获图像由许多像素点组成,单位长度内像素点的个数称为图像的分辨率。用扫描仪以一定的分辨率进行图像扫描时,每个像素点的位置是确定的。通过对自记纸记录迹线像素点位置的测定,实现自记纸数据的自动读取。计算机图像处理中,图像的色彩是通过红黄蓝(R、G、B)三原色合成,计算机中把每种原色分为0~255共256个等级。对红色而言,0表示不含红色,255表示含有100%的红色,绿色和蓝色也按上述方法进行颜色标定。由此就可以组合出 $256 \times 256 \times 256$ (约1600万)种颜色^[5]。基于扫描仪成像原理以及计算机图像处理技术,在图像扫描时,以彩色模式300dpi的分辨率截取图像,根据背景色与自记纸记录迹线的颜色差异,将记录迹线提取出来。

1.2 计算方法

AutoGPR1.0系统中,默认温度为5℃或湿度为50%的刻度线为X轴;任意时间刻度线的切线为Y轴(图1)。其中时间刻度线是一系列沿着横坐标连续变化的弧,其曲率半径为 $R=140\text{mm}$, A_1, A_2, \dots, A_i ($i=1, 2, \dots, n$)为每一时刻弧与X轴的交点。时间刻度为等距离刻度,自记纸上起始点 A_1 和终止时刻点 A_n 在坐标系中已给出,任意一点 A_i 的横坐标值可用式(1)计算得出。

$$A_{i(x)} = A_{1(x)} + \frac{(i-1)(A_{i(x)} - A_{1(x)})}{(n-1)},$$

$$i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

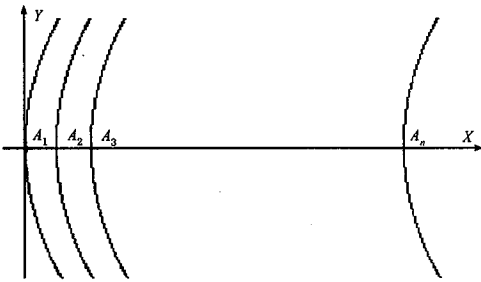


图 1 自记纸坐标

图 2 为将自记纸某一时刻图形进行放大的自记纸 A_i 时刻坐标示意图。图中 O_i 点为 A_i 时间刻度弧的曲率中心， C_{ij} 点为 i 时刻弧上的任意一点，线段 $C_{ij}B$ 垂直于 X 轴。

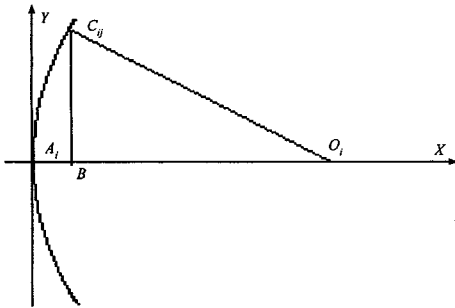


图 2 任意点的坐标

根据不同的自记纸高度和扫描分辨率，AutoGPR1.0 系统按照图像像素原理自动将 Y 轴分为 m 等份 ($m \in N$)，在读取 A_i 时刻数据时，系统采用自下至上读取方式，因此，任意时间弧度上点 C_{ij} 的纵坐标为：

$$C_{ij(y)} = j - \frac{m}{2} \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

C_{ij} 在 A_i 坐标系中的横坐标为：

$$C_{ij(x)} = R - \sqrt{(R^2 - C_{ij(y)}^2)} \quad i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

其中 $R = O_i A_i$ ，为时间弧度线曲率半径。

综合式 (1~3)，则可得出任意点 C_{ij} 在直角坐标系中的坐标值为：

$$C_{ij(x,y)} = ((A_{i(x)} + R - \sqrt{R^2 - C_{ij(y)}^2}),$$

$$j - \frac{m}{2}) \quad (4)$$

1.3 记录点的查找方法

自记纸上的记录迹线为蓝紫色，刻度线和背景色分别是橘红色和白色。根据色调的变化来标定记录迹线的位置，使计算机读出自记纸记录迹线上的实测数据。在系统运行时，会自动沿着时间刻度弧查找记录点，当 C_{ij} 点的颜色值符合条件，即 C_{ij} 点是 i 时刻自记纸迹线时，则根据下式可求得点 C_{ij} 与点 A_i 的垂直位置差，得出 i 时刻的记录值。

$$D = C_{ij(y)} - A_{i(y)} \quad (5)$$

其中 D 代表 C_{ij} 与点 A_i 的垂直位置差。

2 AutoGPR1.0 系统技术主体

2.1 系统设计

AutoGPR1.0 系统的核心部分是点 $C_{ij}(x,y)$ 值的计算和记录迹线的查找，在系统中，用 Visual Basic6.0 来实现相应的功能^[6]。

系统在运行时，用扫描仪将自记纸进行像素化处理，自记纸以图像的方式存储到系统默认目录中，系统自动对图像进行像素识别，读取相应记录点的数据，并将数据输入到数据库中。在系统的数据输出中，根据用户需求设计了 Access 和文本两种输出格式。

2.2 系统界面

系统采用 Windows 可视化界面，操作简单快捷 (图 3)。

2.3 系统运行参数和配套设备

系统运行要求 586 以上机型，128M 以上内存，100M 以上硬盘空间，Windows95/98/2000/XP 操作系统，AutoG-

PR1.0 自记纸读入系统。

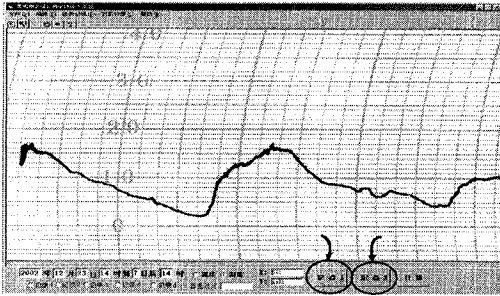


图 3 AutoGPR1.0 系统界面及相关功能

配套设备主要是台式扫描仪（光学分辨率在 1200dpi、彩色模式在 24bit 以上）及相关软件。

2.4 系统功能

AutoGPR1.0 系统可以根据不同的需要，自动读取温度、湿度自记纸上的数据，系统设计了 Access 和文本格式两种数据存储方式，用户可以根据需要选择其中的任意一种方式。

系统工作时，AutoGPR1.0 系统调用扫描仪驱动程序对自记纸进行扫描，扫描时要将自记纸的边缘与扫描仪玻璃面板的任意一个边缘对齐，以保证扫入的自记纸图像轴线处于水平位置。在进行自记纸计算之前，需要对自记纸记录迹线的起始时间位置进行基准点标定（图 3），基准点要定在时间刻度弧线的对称线上（在系统中已将湿度自记纸中对称线默认为 50% 的刻度线上，温度自记纸中对称线默认为 5℃ 的刻度线上）。然后输入相应的自记纸数据采集的时间参数和自记仪器的器差订正值。在进行计算时，AutoGPR1.0 系统根据两个基准点的坐标值、时间参数、器差订正值，计算出自记纸上记录的数据。最后将图像保存为 * .jpg 文件存档，作为历史原始资料保存。

3 应用效果及分析

3.1 误差理论分析

在实际应用中，不同的自记纸在扫描过程中会产生一定的颜色偏差，但系统是通过记录线与刻度线和背景的颜色差异对自记纸进行识别，所以，细微的色差不会造成系统识别失真。在扫描的时候，人为操作会使自记纸不完全水平，造成误差，误差大小视自记纸的倾斜程度而定。为了节省计算机存储空间，采用 jpg 有损压缩格式，图像会损失一些细节，但分辨率大小、记录线的位置及颜色不会随之改变，不影响识别的准确性。

系统采用 300dpi 分辨率的扫描仪，在图像处理中，像素点是最小的单位只能取整数，计算时会由于无法整除而产生极小的误差。

3.2 观测误差分析

在系统的误差分析中，用系统计算的 24h 温度、湿度数据与三次专业人员人工读入的数据进行了对比，系统的计算值与人工读数值的温度绝对误差 $\leq 0.2^{\circ}\text{C}$ （图 4），湿度的绝对误差小于 $\leq 2\%$ （表 1），但在自记纸换纸后的起始记录上或在温度、湿度值急剧变化时，产生墨迹污染时，会出现较大的误差。一般情况下，系统读出的温度、湿度

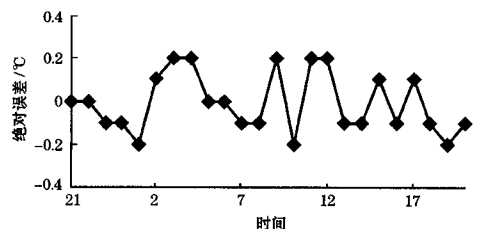


图 4 AutoGPR1.0 系统计算的温度值与人工读入值的绝对误差分析

值的精度达到《地面气象测报质量考核办法》中所规定的湿度自记误差为 $\pm 2\%$ 、温度自记误差为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的要求。

表1 AutoGPR1.0系统计算湿度值与人工读入值绝对误差分析

时间	人工读入				系统读入	绝对误差
	人工1	人工2	人工3	平均		
21:00	66	65	66	65.7	67	1.3
22:00	71	71	71	71	70	-1.0
23:00	74	74	74	74	74	0.0
24:00	74	74	74	74	74	0.0
1:00	76	76	76	76	76	0.0
2:00	80	80	80	80	80	0.0
3:00	82	82	82	82	82	0.0
4:00	81	82	83	82	82	0.0
5:00	85	85	86	85.3	85	-0.3
6:00	89	89	89	89	88	-1.0
7:00	90	90	90	90	90	0.0
8:00	92	92	92	92	92	0.0
9:00	92	92	92	92	92	0.0
10:00	91	89	90	90	90	0.0
11:00	65	66	65	65.3	66	0.7
12:00	60	59	59	59.3	59	-0.3
13:00	53	54	53	53.3	55	1.7
14:00	46	46	46	46	46	0.0
15:00	40	39	37	38.7	39	0.3
16:00	32	32	32	32	32	0.0
17:00	33	32	33	32.7	33	0.3
18:00	37	37	37	37	37	0.0
19:00	42	42	42	42	41	-1.0
20:00	46	46	47	46.3	45	-1.3

4 讨论

(1) AutoGPR1.0系统主要采用数字图像处理技术,依托常规扫描仪,实现了温度、湿度自记纸数据的自动读取。与现有的研究相比,AutoGPR1.0系统不需要借助专业的图形处理软件,系统在运行时,用扫描仪将自记纸进行像素处理,自记纸以图像的

方式存储到系统默认目录中,系统自动对图像进行像素识别。因此,系统运行速度快、运行稳定、维护方便、操作简单,适宜不同层次的技术人员使用。

(2) AutoGPR1.0系统的核心技术是在温度、湿度自记纸上,查找和计算任意记录迹线点的数据。在系统的设计中,根据自记纸上时间和温度、湿度的坐标特征,将时间弧度线设定为标准识别体,这样的设计方法,能够使系统在自记纸上精确地判读任意记录迹线的数据,并可以获取连续的数据。

(3) AutoGPR1.0系统具有精度高、耗时短、业务化程度高、操作简单等特点,具有广泛的应用价值,适合在气象常规业务、试验研究、环境监测等方面使用,在实际应用中,湿度的绝对误差 $\leq 2\%$,温度的绝对误差 $\leq 0.2^{\circ}\text{C}$,符合观测规范的要求。同时系统具有进一步开发的价值。

参考文献

- 1 彭惠英,陈海燕.地面观测中自记纸订正的几个问题的技术处理[J].广东气象,1994(3):41-42.
- 2 王伯民,吕勇平,张强.降水自记纸彩色扫描数字化处理系统[J].应用气象学报,2004,15(6):737-744.
- 3 王伯民.彩色扫描图形数字化处理技术的研究[J].应用气象学报,2003,14(6):764-168.
- 4 王乾一,王开运,包维楷.小气候自记图图像数据采集的数字化处理方法[J].应用与环境生物学报,2003,9(5):558-560.
- 5 何斌,马天子,王运坚等. Visual C++数字图像处理[M].北京:人民邮电出版社,2001:4-92.
- 6 David Jung, Pierre Boutquin, John D. Conley III等. Visual Basic6开发人员参考手册[M].前导工作室译.北京:机械工业出版社,2001:221-314.