

# 基于 WebGIS 的特殊气象特征安全监测预警系统设计

雒福佐

(青海省气象信息中心, 青海 西宁 810001)

**摘要:** 为了更好地融合分析地理信息数据与气象信息数据, 预测出准确的气象特征, 完成气象的安全监测预警工作, 设计一种基于 WebGIS 的特殊气象特征安全监测预警系统, 在系统硬件区域内更新设计系统运行的基本架构, 为系统软件区域提供运行基础; 在系统的软件区域融入最新系列的网络地理信息系统, 排除环境因素对于气象特征预测的干扰, 完成特殊气象特征的预测; 最后通过对比实验测试, 证明设计的特殊气象特征安全监测预警具有综合分析能力, 对于特殊气象特征的预测不具有延时性, 从而提高系统对气象事件预测的准确效果, 最快速度做出防范措施, 降低气象带来的危害。

**关键词:** WebGIS 系统; 气象特征; 安全预测计算; 预警流程; 监测预警

## Design of Safety Monitoring and Early Warning System for Special Meteorological Features Based on WebGIS

LUO Fuzuo

(Meteorological Information Center of Qinghai Province, Xining 810001, China)

**Abstract:** In order to do better fusion analysis of geographic information data and meteorological information data, estimates the meteorological features of accurate, safety monitoring and early warning of meteorological work, designs a kind of special meteorological characteristics of safety monitoring and early warning system based on WebGIS, updates in the area of the system hardware design basic architecture of the system operation, to provide with running basic in the system software area. In the software area, the latest series of network geographic information system is integrated to eliminate the interference of environmental factors for the prediction of meteorological features and the prediction of special meteorological features is completed. Finally, by comparative experimental tests, it is proved that the designed safety monitoring and early warning of special meteorological features has comprehensive analysis ability, and the prediction of special meteorological features does not have delay, so as to improve the accuracy of meteorological event prediction effect of the system, and takes preventive measures fastly, reduces the harm brought by meteorological.

**Keywords:** WebGIS system; meteorological characteristics; safety prediction calculation; early warning process; monitoring and early warning

## 0 引言

气象预报的作用不仅仅局限于便利大众的出行, 且与我国国民经济的发展存在密切的关系, 各个领域开始注重气象因素对其各自行业发展的影响, 从而对气象工作的精度和要求越来越严格<sup>[1-2]</sup>。因为气象预测是一个变化量, 具有较高的不确定性, 传统的特殊

气象特征安全监测与预警系统的预测结果具有延时性和预测误差, 对于个人、各个行业都存在一定的影响<sup>[3-4]</sup>。为了解决以上问题, 本文提出基于 WebGIS 的特殊气象特征安全监测预警系统的设计, 突破传统预警系统的设计理念和系统结构框架, 使特殊气象预测的准确度得到提高, 促进我国经济的发展。

收稿日期:2021-05-20; 修回日期:2021-07-12。

基金项目:实况分析产品在青海地区的评估方法研究(QXZD2021-05)。

作者简介:雒福佐(1969-),男,山东胶州人,大学本科,副研级高工,主要从事气象信息化方向的研究。

引用格式:雒福佐. 基于 WebGIS 的特殊气象特征安全监测预警系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2022, 30(1): 41-46.

# 1 基于 WebGIS 的特殊气象特征安全监测预警系统硬件设计

本文研究的特殊气象特征安全监测预警系统主要由监控器、处理器、单元接口和数据采集器组成<sup>[5]</sup>。监控器起到直接监控的目的，能够很好地分析实时数据，实现数据显示，处理器通过微型端口处理监控到的数据<sup>[6]</sup>，由多个单元接口来提高信息交互的能力，数据采集器具有信息采集能力，通过分析数据接口的数据，实现信息显示，同时在数据采集器内部引入了筛选功能，可以很好地筛选异常数据，将异常数据存入到数据库中，方便后期直接筛选。其中，特殊气象特征安全监测预警系统硬件结构框图如图 1 所示。

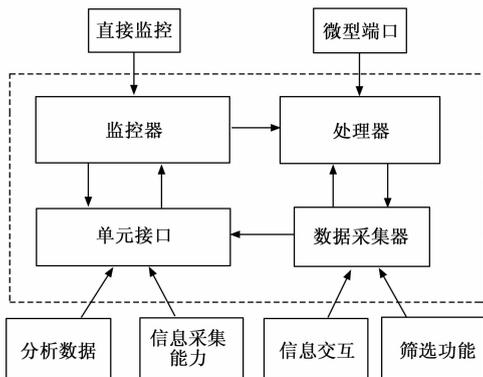


图 1 特殊气象特征安全监测预警系统硬件结构图

## 1.1 监控器设计

基于 WebGIS 的特殊气象特征安全监测预警系统硬件区域的监控器的工作是对采集的气象数据进行初步复盘，监控器的功能分为视频监控和属性监控，视频监控是监控气象环境的图像，属性监测是通过传感器监测特殊气象天气的温差、雨量、风向等基本属性<sup>[7]</sup>。监控器支持 IR-CUT 双滤光片，监控成像像素达到 1 920 × 1 080P，3MP 高清模式。为了提高监控器的稳定性，监控器内部采用三天线架构而成。监控器可以 360° 全方位旋转监测，监测的数据设置了高级密码和密钥，提高监测数据的保密性。

监控器架构示意图如图 2 所示。

## 1.2 处理器设计

考虑到本文设计系统的应用需求，选择 16 单核的麒麟 990 处理器，可以安装在 64 位任意操作系统中，处理器的 CPU 的主频可以达到 4.2 GHz，为了提高系统的运行速度，配置两个 CPU。此处理器的内存为 32 G，系统运行过程中，可以根据需求对存

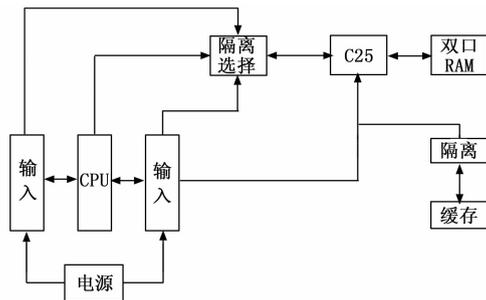


图 2 监控器示意图

储空间自动扩展，存储采用驱动模式，总容量为 5 T，采用 SFF 驱动器，处理器与系统进行数据通信采用千兆的以太网卡。

## 1.3 单元接口设计

系统单元接口的工作是保证系统硬件和软件之间数据的传输效率，本文选择单元接口为 RS232 接口，通信过程中遵循主从式原则进行通信，单元接口数据传输的数据帧功能图如图 3 所示。

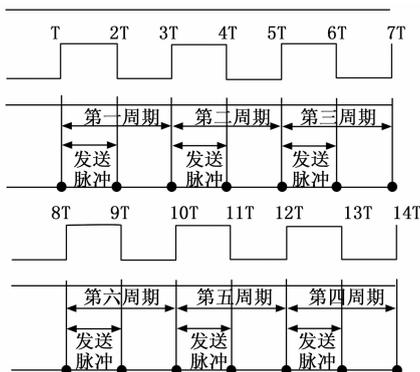


图 3 单元接口数据帧组成图

## 1.4 数据采集器

基于 WebGIS 的特殊气象特征安全监测预警系统硬件区域的数据采集器的工作是采集气象数据信息，本文选择 UD-8 数据采集器<sup>[8]</sup>。对比传统的数据采集器，本文设计的器件可以对采集到的数据进行有效验证，降低气象数据预测的计算量<sup>[9]</sup>。数据采集器与硬件区域的各个器件都存在数据交互，因此，为了保证数据传输的稳定性，选择数据采集器的通信网络为局域网和广域网组合的双网模式。

数据采集器电路图如图 4 所示。

# 2 基于 WebGIS 的特殊气象特征安全监测预警系统软件设计

WebGIS 也被称为网络地理信息系统，融合了 Web 技术 GIS 的衍生技术，系统利用 HTTP 协议完成

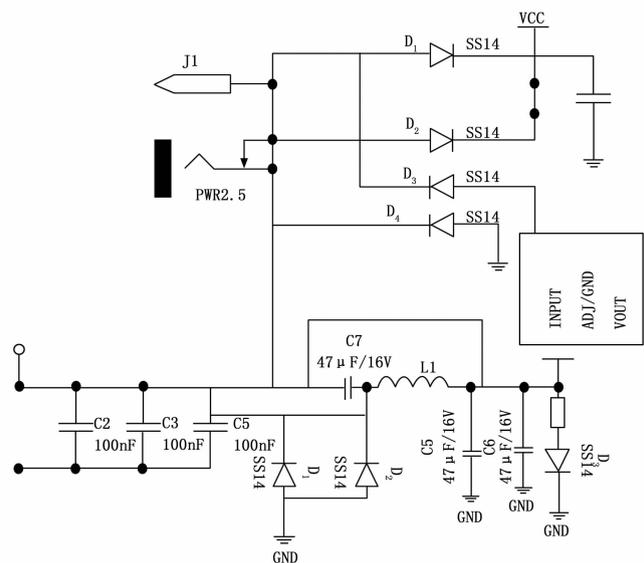


图 4 数据采集器电路图

地理信息请求与应答功能，比传统的地理定位系统具有较高的交互能力。WebGIS 的通信采用 XML 语言编写，首先将 ArcObject 组件内的数据信息进行封装，封装过程对信息进行标记，然后利用 HTTP 协议的三次握手准则，完成数据包的成功转发与应答。

网络地理信息系统是目前全球范围内，性能最佳、时效性最好的地理定位系统<sup>[10]</sup>，此系统反馈的信息可以通过编码，发送到任意合法的浏览器内。网络地理信息系统主要的应用模式是地图显示应用、数据查询、地理位置仿真应用三种类型。特殊气象特征安全监测预警系统软件结构框示意图如图 5 所示。

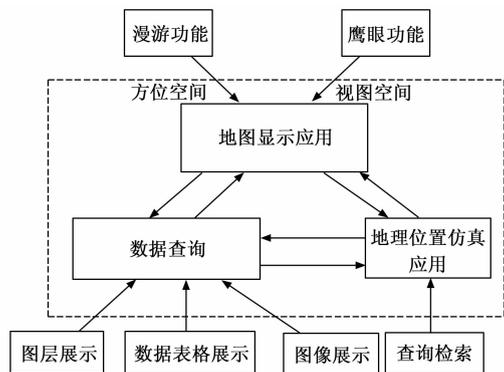


图 5 特殊气象特征安全监测预警系统软件示意图

地图显示应用是网络地理信息系统内必不可少的信息应用模板，为了提高系统的功能性，地图显示应用会定期进行更新，系统的地图将有效区域内的建筑物进行标记绘画，地图的比例可以根据需求随时调整<sup>[11]</sup>。另外地图还有漫游功能和鹰眼功能，分别以

方位空间和视图空间两种模式进行绘制，使得地理位置的模拟更加真实具体<sup>[12-13]</sup>。系统地图的空间数据查询包括用户信息查询和空间信息查询两种模式，用户数据查询应用主要面向用户的查询检索，按照地理信息查询符合要求的地理位置<sup>[14]</sup>。空间信息查询是确定待查询地点的唯一性，在此基础上以定位点为圆心，检索地理信息。无论哪种查询，查询结果都会按照用户需要的格式输出，主要的表现形式为图层展示、数据表格展示、图像展示<sup>[15]</sup>。

集成基于 WebGIS 的特殊气象特征安全监测预警系统硬件区域和软件区域的设计，总结特殊气象特征安全监测预警系统的工作流程如图 6 所示。

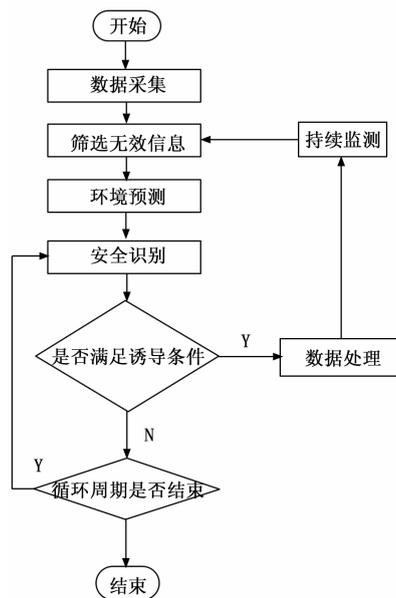


图 6 基于 WebGIS 的特殊气象特征安全监测预警系统软件流程

首先采集特殊气象的特征信息，面对不同经纬度地理位置，系统硬件区域数据采集器所启用的配置不同，需要在采集信息前对数据采集进行功能配置。采集成功后将待监测地理位置前 2 小时的气象信息进行数据预处理，筛选出无效数据，为特殊气象预测奠定数据基础。将有效数据利用最小二乘支持向量回归算法完成特殊气象特征的提取，公式如下：

$$p = w' \times \varphi(x) + b \tag{1}$$

式中， $w'$  气象数据的权值向量； $\varphi(x)$  表示非线性映射函数； $x$  输入气象数据信息； $b$  表示计算偏差。

其次对其气象环境进行预测。为了提高气象数据的预测准确度，本文利用支持向量分类回归算法对气象数据完成预测计算，预测公式如下所示：

表 1 相关特征气象特征安全阈值

气象特征	安全	一级预警	二级预警	三级预警	四级预警	五级预警
风(强度/米/秒)	>37.0	37.0-41.4	41.5-46.1	46.2-50.9	51.0-56.0	>56.0
雨(降雨量/cm)	1-10	≥20	≥30	≥40	≥50	>50
雪(降雪量 cm)	1-4	4-7	7~10	10~13	13~17	>17

$$F(x) = \frac{p}{2} \times \sum_{j=1}^t \delta - a_i + \int k \times f(x_1, y_1, z_1) \tag{2}$$

式中,  $p$  表示输出的气象数据特征,  $\delta$  表示气象预测的有效误差;  $k$  表示惩罚系数;  $f(x_1, y_1, z_1)$  表示气象变化的核函数;  $a_i$  表示预测向量系数; 其他未知数的意义同上。

然后对特殊气象预测结果进行分析。常见的气象特征为大风、大雪、暴雨三种类型, 根据公式 (1) 计算气象的特征, 预测结果正常时, 系统持续监测, 一旦处于危险气象数据范围内, 立即对数据进行复检计算, 两次计算结果相同时, 触发气象安全预警功能。对于不同特殊气象特征, 一旦气象数据超过设定的安全阈值, 并且持续 10 秒钟以上, 系统就会生成一个预警提示。根据气象特征的数据, 对气象的危险等级进行评估。系统会持续监测预警区域的气象数据, 如果数据持续 10 分钟, 数据波动在正常范围内, 系统会解除气象危险预警。相关特征气象特征安全阈值设置表如表 1 所示。

最后发布相关预测报告, 并进行信息日志存储, 系统持续对需要预测地区的气象进行持续安全监测, 当有新的特殊气象特征和信息出现时, 及时对系统的数据库进行更新, 添加相应气象特征站点和预警参数即可。

### 3 实验分析

通过以上的论述, 完成了基于 WebGIS 的特殊气象特征安全监测预警系统的设计, 为了检验系统的性能, 本文设计对比实验进行测试, 实验采用基于多普勒天气雷达技术的特殊气象特征安全监测预警系统 (以下统称为传统方法 1) 和基于 GIS 的特殊气象特征安全监测预警系统 (以下统称为传统方法 2) 作为实验的对照组。因为特殊气象发生的频率有限, 是不可预估的, 为了达到实验测试的效果, 本文设计两组测试, 一组是对甘肃省北纬 40 度零 2 分的地理位置的气象进行持续实时的监测, 另一组是对已经发生的特殊气象进行分析。实验开始前会将特殊气象发生前两

小时的气象数据存储到系统测试应用的计算机内, 专业安全监测预警系统数据库内可能会存储第二组测试的样本数据, 因此第二组测试由传统方法 1 和本文设计的系统共同完成测试, 第一组测试三个系统共同完成。实验线完成第二组测试, 然后再完成一组测试, 一切准备操作完成后, 选择同一时间触发计算, 开始实验测试, 当实验系统全部向计算机终端提交监控预警报告后, 停止实验, 整理实验器件, 分析实验数据。

通过以上实验测试, 分析实验数据, 通过不同系统得到监测气象综合分析能力结果如表 2 所示。

表 2 不同系统监测气象综合分析能力结果

系统名称属性	气象事件个数	气象类型	持续时间	气象等级	能见度	回波强度
传统方法 1	2	可预测	可预测	可预测	无	无
传统方法 2	4	可预测	可预测	可预测	无	无
本文设计的系统	10	可预测	可预测	可预测	可预测	可预测

表 2 的实验测试结果表明, 三个系统完成特殊气象特征安全监测预警的测试数据, 传统方法 1 在实验过程中最终只输出了特殊气象天气事件的类型、持续时间以及气象危害等级三个气象特征, 并输出 2 条气象记录; 传统方法 2 的预警系统输出了特殊气象天气事件的类型、持续时间以及气象危害等级、能见度值、预测持续时间、回波强度 4 个气象特征值, 并输出 4 条气象记录。本文设计的系统不仅输出了 5 个气象特征值, 并且对特殊天气事件进行仔细分析, 将特殊天气输出 10 条记录。此数据表明, 传统的预警系统具有孤立性, 对于一个完整的特殊气象事件的综合分析能力较差, 只能统一地对气象事件进行分析, 会受到气象关系的影响, 降低气象安全监测的精度。相比本文设计的预警系统具有综合性, 可以降低气象数据的关系度对气象预测的干扰, 达到提高安全监测预警精度的目的。

本文设计的安全监测预警系统的信息如表 3 所示。传统方法 1 的信息如表 4 所示。

表 3 本文系统监测信息结果

开始扫描时间	预测时间	有无预测信息
12:00	12:00	无
12:10	12:40	有
12:20	12:50	有
.....	...	...
15:00	15:30	有

表 4 传统方法 1 监测信息结果

开始扫描时间	预测时间	有无预测信息
12:00	—	无
12:10	—	无
12:20	—	无
12:30	12:40	有
12:40	12:50	有
.....	...	...
15:00	15:10	有

传统方法 2 的信息如表 5 所示。

表 5 传统方法 2 监测信息结果

开始扫描时间	预测时间	有无预测信息
12:00	—	无
12:10	—	无
12:20	12:20	无
12:30	12:40	有
12:40	13:00	有
.....	...	...
15:00	15:20	有

观察表 3~5 可知，第一组实验测试的数据结果，在实验测试的 3 小时内，本文设计的预警系统在开始预警的前 10 分钟系统输出甘肃省北纬 40 度零 2 分地理位置实时的气象信息，第 10 分钟起，系统会提前预测并输出与实际时间相差 30 分钟的气象信息。传统方法 1 在实验开始前 30 分钟不输出任何信息，具有预测时延性，第 31 分钟开始，系统会输出实时气象信息的同时，协同输出预测 10 分钟的气象信息。传统方法 2 存在预测时延，实验开始 20 分钟内，系统没有输出实时的气象信息，第 21 分钟开始，系统会输出实时气象信息的同时，协同输出预测 20 分钟的气象信息。相比基于 WebGIS 的特殊气象特征安全监测预警系统的时间延时较短，对于预警效果的影响处于可以接受的状态，可以保证对特殊气象特征安全监测预警的准确性。

分析应用本文系统后在不同环境下出现特殊气象特征的预警发出时间，分析结果如图 7 所示。

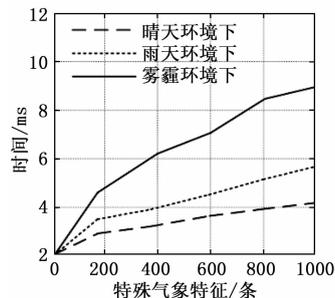


图 7 不同环境下预警发出时间

从图 7 可以看出，在不同天气条件下，随着特殊气象特征的增多，预警发出的时间也随之增加，不同环境会导致预警时间不同，其中雾霾天气下发出预警的时间最长，最高可达 9 ms，在该环境下，摄像机很难监测；在晴天环境下，摄像机和雷达都不受干扰，系统发出预警最高仅需要 4.1 ms，雾霾天气下的预警时间比晴天环境高出许多。在三种环境下，通过本文系统发出预警的时间不超过 10 ms，说明本文系统可以较为及时地发出预警信号。

综上所述，可以直观地对比出本文设计的基于 WebGIS 的特殊气象特征安全监测预警系统具有综合性和对强微波的预警性，并且系统不存在预测延时，从而使系统的预警精度达到气象预警的标准。

#### 4 结束语

硬件区域采用 UD-8 数据采集器、监控器、处理器集成的高运行基础的架构，高传输效率的单元接口将系统硬件区域内各个硬件设备进行互联，使器件的性能最大化。本文设计的基于 WebGIS 的特殊气象特征安全监测预警系统利用最小二乘支持向量算法，协作系统硬件区域的数据采集系统，共同完成实时特殊气象特征安全的预警，提高系统的预测精度。本系统可以为气象服务系统提供特殊气象的变化数据以及一段时间内气象变化的预测数据，实现气象信息远程可视化服务。

#### 参考文献：

[1] 况 源, 李秀娟, 周小明, 等. 基于 SharpMap 的气象监测与预警系统 [J]. 计算机技术与发展, 2019, 29 (9): 175-178.

[2] 刘 磊. 河南省省市县一体化短临预警业务系统设计与实现 [J]. 自动化技术与应用, 2019, 38 (9): 139-143.

- [3] 邱忠洋, 吴晶璐, 刘文伟, 等. 基于 C/B/S 的气象辅助决策系统设计与实现 [J]. 湖北农业科学, 2020, 59 (5): 131 - 139.
- [4] 庞华基, 张源源, 宋琳. 融合多种实时监测数据的雷电预警模型 [J]. 中国安全科学学报, 2019, 29 (6): 169 - 174.
- [5] 张东明, 郭然, 王志诚. 无人机下投探空指挥系统软件设计 [J]. 电子设计工程, 2020, 28 (20): 81 - 85.
- [6] 刘勇洪, 轩春怡, 李梓铭, 等. 城市生态气象监测评估初步研究与实践——以北京为例 [J]. 生态环境学报, 2020, 29 (3): 550 - 561.
- [7] 张惠荣. 基于图像处理的输电线路运行状态智能监控与故障预警平台研究 [J]. 自动化技术与应用, 2020, 39 (4): 163 - 165.
- [8] 戢晓峰, 张琪, 覃文文, 等. 恶劣天气对高原山区高速公路交通流特征的影响分析 [J]. 交通信息与安全, 2020, 38 (4): 16 - 22.
- [9] 张淑静, 苗开超, 张亚力, 等. 基于 Bi-LSTM-CRF 算法的气象预警信息质控系统的实现 [J]. 计算机与网络 (上接第 40 页)
- [10] 亓信同, 范伟军, 赵静. 橡胶密封圈几何尺寸图像检测技术研究 [J]. 计算机测量与控制, 2015, 23 (12): 3950 - 3952.
- [11] 姜鑫, 陈武雄, 等. 航空遥感影像的实时舰船目标检测 [J]. 光学精密仪器, 2020, 28 (10): 2360 - 2369.
- [12] 李彤月, 孟月波, 等. 基于人群密度估计的空调末端及新风量分级调控方法 [J]. 2021, 44 (1): 57 - 66.
- [13] FARROKH J, JUNG W. Personalized thermal comfort inference using RGB video images for distributed HVAC control [J]. Applied Energy, 2018, 220 (6): 829 - 841.
- [14] LUO M, WANG Z, KE K, et al. Human metabolic rate and thermal comfort in buildings: The problem and challenge [J]. Building & Environment, 2018, 131 (3): 44 - 52.
- [15] LIN T Y, DOLLAR P, GIRSHICK R. Feature Pyramid Networks for Object Detection [C] // 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). IEEE Computer Society, 2017: 2117 - 2125.
- [16] 张焯林, 赵建伟, 曹飞龙. 构建带空洞卷积的深度神经网络重建高分辨率图像 [J]. 模式识别与人工智能, 2019, 32 (3): 259 - 267.
- [17] HE K, ZHANG X, REN S, et al. Spatial pyramid pooling in deep convolutional networks for visual recognition [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2015, 37 (9): 1904 - 1916.
- [18] KAIMING H, GEORGIA G, PIOTR D, et al. Mask R-CNN [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 2017: 2961 - 2969.
- [19] Thermal environmental conditions for human occupancy: ASHRAE55-2017 [S/OL]. [2017-05-01] <https://www.doc88.com/p-7408656270723.html>.
- [20] Ergonomics of the thermal environment—Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble; BS EN ISO 9920: 2009 [S/OL]. [2008-11-01] <https://www.doc88.com/p-7476313327048.html>.
- [21] LU Y H, WANG F M, WAN X F, et al. Clothing resultant thermal insulation determined on a movable thermal manikin: part I: effects of wind and body-movement on total insulation [J]. International Journal of Biometeorol, 2015, 59 (10): 1475 - 1486.
- [22] JUN L, AMIR S, GANG W, et al. NTU RGB+D 120: A large-scale benchmark for 3d human activity understanding [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (TPAMI), 2019: 2684 - 2701.