

自动驾驶软件系统应用 职业技能等级标准

(2021年1.0版)

北京百度网讯科技有限公司 制定
2021年3月 发布

目 次

前言.....	1
1 范围	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	2
4 适用院校专业.....	3
5 面向职业岗位（群）	3
6 职业技能要求.....	3
参考文献	12

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准起草单位：北京百度网讯科技有限公司、上海景格科技股份有限公司、深圳职业技术学院、湖南汽车工程职业学院、上海交通职业技术学院、贵州交通职业技术学院、上海工商职业技术学院、上海科技职业技术学院、九江职业技术学院、无锡商业职业技术学院、广西水利电力职业技术学院、南昌汽车机电学校、辽宁省交通高等专科学校、成都汽车职业技术学校等单位共同制订。

本标准主要起草人：刘钊、王冬、郑玉宇、王德成、董铸荣、侯志华、赵文、孙瑶瑶、李丕毅、王毅、黄虎、陈飞、黄经元、张睿、梁小刘、扈佩令、黄艳玲、马泽、郑丽雄、陈瑞霞、吕灶树。

声明：本标准的知识产权归属于北京百度网讯科技有限公司和上海景格科技股份有限公司，未经北京百度网讯科技有限公司和上海景格科技股份有限公司同意，不得印刷、销售。

1 范围

本标准规定了自动驾驶软件系统应用职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本标准适用于自动驾驶软件系统应用职业技能培训、考核与评价，相关用人单位的人员聘用、培训与考核可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 37730-2019 中文Linux服务器操作系统技术要求

GB/T 5271.7-2008 信息技术 词汇 第7部分：计算机编程

GB/T 5271.15-2008 信息技术 词汇 第15部分：编程语言

GB/T 5271.20-1994 信息技术 词汇 第20部分 系统开发

GB/Z 33013-2016 道路车辆 车用嵌入式软件开发指南

T/CMAA 121—2019 自动驾驶车辆模拟仿真测试平台技术要求

3 术语和定义

GB/T 37730-2019、GB/T 5271.7-2008、GB/T 5271.15-2008、GB/T 5271.20-1994、GB/Z 33013-2016界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

自动驾驶系统 Autonomous Driving System

能够持续地执行部分或全部动态驾驶任务和/或执行动态驾驶任务接管的硬件和软件所共同组成的系统。

编程语言 Programming Language

用来定义计算机程序的形式语言。

测试场景 Test Scenario

车辆测试过程中所处的地理环境、天气、道路、交通状态及车辆状态和时间等要素的集合

计算机仿真 Computer Simulation

应用计算机对系统的结构、功能和行为以及参与系统控制的人的思维过程和行为进行动态性比较逼真的模仿。

4 适用院校专业

中等职业学校：软件与信息服务、电子与信息技术、通信技术、通信系统工程安装与维护、物联网技术应用等专业。

高等职业学校：智能控制及技术、汽车电子技术、电子信息工程技术、应用电子技术、智能终端技术与应用、汽车智能技术、物联网应用技术、计算机应用技术、计算机信息管理、软件技术、软件与信息服务、云计算技术与应用、人工智能技术服务等专业。

应用型本科学校：车辆工程、汽车服务工程、智能车辆工程、电子信息工程、电子科学与技术、通信工程、信息工程、电子信息科学与技术、人工智能、计算机科学与技术、软件工程、网络工程、物联网工程、智能科学与技术、虚拟现实技术等专业。

5 面向职业岗位（群）

主要针对自动驾驶汽车生产、测试、运营等企业或机构，面向自动驾驶系统工程师、无人驾驶仿真工程师、Python开发工程师、Linux应用软件开发工程师、软件测试工程师、功能测试工程师等岗位，从事自动驾驶软件系统操作、维护、应用开发相关的工作。

6 职业技能要求

6.1 职业技能等级划分

自动驾驶软件系统应用职业技能等级分为三个等级：初级、中级、高级，三个级别依次递进，高级别涵盖低级别职业技能要求。

【自动驾驶软件系统应用】（初级）：根据自动驾驶软件系统的操作规程和测试方案，完成自动驾驶系统的初始化、预检、功能使用及软件系统测试等工作。

【自动驾驶软件系统应用】（中级）：根据自动驾驶软件系统版本控制要求和接口规范，完成自动驾驶软件系统的安装、更新维护、硬件驱动安装、系统编译和调试等工作。

【自动驾驶软件系统应用】（高级）：根据自动驾驶软件系统的操作规范，编制仿真测试方案、设计试验车模型的传感器配置和布局、设计仿真测试场景、完成自动驾驶仿真测试等工作。

6.2 职业技能等级要求描述

表 1 自动驾驶软件系统应用职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.操作系统应用	1.1 系统操作与管理	1.1.1 能使用命令行正常关机，设定时间关机、注销、重启。 1.1.2 能使用命令行对系统及组件进行更新。 1.1.3 能使用命令行查询系统信息。 1.1.4 能使用命令行查看系统目录、创建文件目录。
	1.2 软件管理	1.2.1 能使用系统软件中心下载软件并安装。 1.2.2 能使用命令行下载常用软件。 1.2.3 能使用命令行升级常用软件版本。 1.2.4 能使用命令行打开软件、卸载软件。
	1.3 文件管理	1.3.1 能使用命令行打包、压缩、解压缩文件和目录。 1.3.2 能使用命令行查找文件。

		<p>1.3.3 能使用命令行对文件排序。</p> <p>1.3.4 能使用命令行删除文件。</p>
	1.4 应用操作	<p>1.4.1 能通过命令行查看系统附件与配置。</p> <p>1.4.2 能通过命令行打开摄像头并拍照。</p> <p>1.4.3 能打开记事本并编辑、保存。</p> <p>1.4.4 能通过命令行打开 python 编辑器并验证。</p>
2.程序编译与应用	2.1 程序编辑	<p>2.1.1 启动 Python, 能在交互模式下进行数理解运算。</p> <p>2.1.2 能运用 Python 程序语句输出变量、公式结果。</p> <p>2.1.3 能运用 Python 程序语句实现输入变量及赋值。</p> <p>2.1.4 能使用文本编辑器编辑程序段并运行程序。</p>
	2.2 数据类型运用	<p>2.2.1 能运用整数型数据类型, 对变量进行整数赋值。</p> <p>2.2.2 能运用浮点型数据类型, 对变量进行浮点数赋值。</p> <p>2.2.3 能运用字符串型数据类型, 对变量进行字符串赋值。</p> <p>2.2.4 能运用布尔型数据类型, 对变量进行布尔数赋值。</p>
	2.3 逻辑循环运用	<p>2.3.1 能运用 if 语句、else 语句, 编写逻辑判断语句。</p> <p>2.3.2 能运用 for 语句循环。</p> <p>2.3.3 能运用 while 语句循环。</p> <p>2.3.4 能运用 break 语句退出循环。</p> <p>2.3.5 能运用 continue 语句继续下一循环。</p> <p>2.3.6 能使用 range 函数快速创建数组。</p>
	2.4 函数运用	<p>2.4.1 能运用 Python 程序语句调用函数。</p> <p>2.4.2 能运用 Python 程序语句定义函数。</p> <p>2.4.3 能正确定义函数参数及返回值。</p> <p>2.4.4 能运用 Python 程序语句定义递归函数。</p>
3.ROS 系统应用	3.1 turtlesim 测试	<p>3.1.1 能正确启动 ROS 系统, 完成初始化。</p> <p>3.1.2 能调取 turtle 测试界面, 通过键盘控制 turtle 运动。</p> <p>3.1.3 能调取 turtle 测试界面, 通过键入数据控制 turtle 运动。</p> <p>3.1.4 能使用命令行创建 turtle 工作空间。</p>

		3.1.5 能使用话题控制 turtle 运动。
	3.2 rviz 测试	3.2.1 能使用指令运行 rviz 可视化界面。 3.2.2 能通过选择并添加显示插件，完成数据的显示。 3.2.3 完成测试车的三维可视化示例演示。 3.2.4 演示过程中通过鼠标操作，缩放、旋转测试车，找到最佳视角。
	3.3 Gazebo 测试	3.3.1 能正确启动 Gazebo 仿真系统。 3.3.2 能运行 Gazebo 加载和使用地图。 3.3.3 能运行 Gazebo 调用试验场模型。 3.3.4 能运行仿真测试，使试验车在场景地图中正确行驶。
4.自动驾驶软件系统应用	4.1 系统启动与退出	4.1.1 会启动车辆供电、启动操作系统的操作。 4.1.2 能使用命令行启动自动驾驶软件。 4.1.3 完成系统初始化操作与预检，确认各组件完好。 4.1.4 会关闭自动驾驶软件的操作。 4.1.5 会关闭车辆供电的操作。
	4.2 软件系统操作	4.2.1 能使用自动驾驶软件（例如 Apollo ）录制路径。 4.2.2 能使用自动驾驶软件（例如 Apollo ）设置停靠站点。 4.2.3 能运用自动驾驶软件（例如 Apollo ）进行实车的运行。 4.2.4 能使用仿真系统对保存的数据进行仿真回放。
	4.3 测试任务实施与记录	4.3.1 能根据测试方案，检查试验车各组件接口是否正常。 4.3.2 根据测试方案，按步骤实施测试工作。 4.3.3 在测试过程中，发生异常及时记录异常现象和数据。 4.3.4 测试完成后及时保存各测试数据，准确填写测试记录并编制测试报告。

表 2 自动驾驶软件系统应用职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.操作系统应用	1.1 系统安装	1.1.1 能选择正确的系统版本并下载，使用下载的镜像文件制作系统安装盘。

		<p>1.1.2 能根据引导正确将硬盘分区并安装系统。</p> <p>1.1.3 能正确选择系统源并更新系统各组件。</p> <p>1.1.4 能安装常用的软件与依赖库，包括 vim 编辑器、numpy、Python 等。</p>
	1.2 OpenCV 库安装	<p>1.2.1 能升级系统软件并安装所需依赖库。</p> <p>1.2.2 根据系统版本，选择正确的 OpenCV 库版本并下载。</p> <p>1.2.3 能正确解压、安装并配置路径、更新环境变量。</p> <p>1.2.4 能运用 Python 程序语句进行测试验证的操作，能顺利通过识别示例图像中的人脸。</p>
	1.3 安装 CUDA 与 cuDNN 接口	<p>1.3.1 根据显卡型号安装正确的驱动。</p> <p>1.3.2 会操作下载并安装 CUDA，正确配置环境变量。</p> <p>1.3.3 会操作下载并安装 cuDNN，正确配置环境变量。</p> <p>1.3.4 能使用程序语句查看 CUDA、cuDNN 版本。</p> <p>1.3.5 能使用程序语句卸载 CUDA、cuDNN。</p>
	1.4 TensorFlow 库安装	<p>1.4.1 能使用程序语句进行安装 pip 的操作。</p> <p>1.4.2 能根据显卡型号、CUDA 与 python 版本选择正确的 TensorFlow 版本并下载。</p> <p>1.4.3 能通过 pip 安装 TensorFlow 安装包。</p> <p>1.4.4 能运用程序语句在 python 下测试验证的操作。</p>
2.程序编译与应用	2.1 数据结构运用	<p>2.1.1 能运用 Python 程序语句将列表作为栈使用，创建堆栈。</p> <p>2.1.2 能运用 Python 程序语句将列表作为队列使用，创建队列。</p> <p>2.1.3 能运用 Python 程序语句进行列表嵌套操作。</p> <p>2.1.4 能运用 Python 程序语句创建集合并对集合进行操作。</p> <p>2.1.5 能运用 Python 程序语句对字典进行添加、修改、查询、删除等操作。</p>
	2.2 面向对象编程应用	<p>2.2.1 能正确定义类。</p> <p>2.2.2 能通过定义私有变量设置访问限制。</p> <p>2.2.3 能通过继承快速创建子类对象。</p>

		2.2.4 能通过 <code>type</code> 、 <code>isinstance</code> 、 <code>dir</code> 代码获得对象信息。
	2.3 图形界面使用	2.3.1 能使用 <code>Tkinter</code> 设计文字输出与按钮图形界面。 2.3.2 能使用 <code>Tkinter</code> 设计文本框图形界面。 2.3.3 能使用 <code>turtle</code> 绘制线条。 2.3.4 能使用 <code>turtle</code> 绘制图形。
	2.4 程序输入输出	2.4.1 能使用程序语言，读取文件、写入并保存文件。 2.4.2 能使用程序语言，读取字符串和二进制数据。 2.4.3 能使用程序语言，定义环境变量、创建和删除目录。 2.4.4 能使用程序语言，进行目录和文件合并。
3.ROS 系统应用	3.1 依赖库的安装及更新	3.1.1 能正确配置系统软件源。 3.1.2 能进行添加 <code>ROS</code> 软件源的操作。 3.1.3 能进行添加密钥的操作。 3.1.4 能进行更新操作系统软件包索引的操作。
	3.2 <code>ROS</code> 系统安装	3.2.1 能根据系统版本安装对应的 <code>ROS</code> 系统包。 3.2.2 能进行初始化 <code>rosdep</code> 的操作。 3.2.3 能进行设置环境变量的操作。 3.2.4 完成 <code>ROS</code> 系统安装并进行系统测试。
	3.3 <code>ROS</code> 常用组件操作	3.3.1 能进行创建和编译 <code>ros</code> 程序包的操作。 3.3.2 能使用 <code>rosmmsg</code> 、 <code>rossrv</code> 和 <code>roscp</code> 创建消息和服务。 3.3.3 能使用 <code>Launch</code> 启动文件操作。 3.3.4 能使用 <code>rqt_plot</code> 绘制节点互联图。 3.3.5 能进行录制和回放系统数据的操作。
4.自动驾驶软件系统应用	4.1 软件系统维护	4.1.1 能定期对操作系统组件、软件进行更新。 4.1.2 根据自动驾驶软件更新，选择正确的操作系统版本并更新系统。 4.1.3 根据操作系统选择正确的 <code>ROS</code> 系统版本并更新。 4.1.4 根据自动驾驶软件选择正确的应用库并更新。
	4.2 硬件驱动安装适配	4.2.1 能基于自动驾驶软件（例如 <code>Apollo</code> ）进行激光雷达的配置和启动，并检查各模块 <code>channel</code> 是否正确。

		<p>4.2.2 能基于自动驾驶软件（例如 Apollo）进行毫米波雷达的配置和启动，并检查各模块 channel 是否正确。</p> <p>4.2.3 能基于自动驾驶软件（例如 Apollo）进行摄像头的配置和启动，并检查各模块 channel 是否正确。</p> <p>4.2.4 能基于自动驾驶软件（例如 Apollo）进行导航定位的配置和启动，并检查各模块 channel 是否正确。</p>
	4.3 系统编译和调试	<p>4.3.1 能使用程序语句安装 docker。</p> <p>4.3.2 能进行创建 launch 文件的操作。</p> <p>4.3.3 能在试验车上启动自动驾驶软件（例如 Apollo）。</p> <p>4.3.4 能运用自动驾驶软件（例如 Apollo）对自动驾驶系统进行功能测试。</p> <p>4.3.5 能进行下载测试数据包的操作，并使用仿真系统测试。</p>

表 3 自动驾驶软件系统应用职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.程序编译与应用	1.1 进程与线程运用	<p>1.1.1 能通过编程创建子进程，实现多进程运行。</p> <p>1.1.2 能通过编程实现进程间通信。</p> <p>1.1.3 能通过编程创建子线程，实现多线程运行。</p> <p>1.1.4 使用 Threadlocal 在线程内函数传递变量。</p>
	1.2 程序错误和异常处理	<p>1.2.1 能进行语法错误检查和处理。</p> <p>1.2.2 能使用 try...except 调试代码处理异常。</p> <p>1.2.3 能使用 try...finally 调试代码处理异常。</p> <p>1.2.4 能进行 raise 强制触发异常处理的操作。</p> <p>1.2.5 能进行用户自定义异常处理的操作。</p>
	1.3 标准库引用	<p>1.3.1 能引用 os 操作系统接口。</p> <p>1.3.2 能引用 sys 系统标准库。</p> <p>1.3.3 能引用 math 数学标准库。</p> <p>1.3.4 能引用时间日期标准库。</p>
	1.4 程序编译	<p>1.4.1 能进行数学运算程序设计。</p> <p>1.4.2 能进行逻辑判断程序设计。</p> <p>1.4.3 能进行字符串查找程序设计。</p>

		1.4.4 能进行排序、归类程序设计。
2.ROS 系统应用	2.1 感知节点的调用	2.1.1 能调用毫米波雷达检测与障碍物之间的距离。 2.1.2 能调用激光雷达点云数据检测周边环境。 2.1.3 能调用摄像头进行图像识别（行人、车辆、车道线）。 2.1.4 通过组合导航数据进行车辆定位。
	2.2 内置 Gazebo 仿真系统操作	2.2.1 能运行 Gazebo 创建仿真环境场景。 2.2.2 能运行 Gazebo 创建试验车零件模型。 2.2.3 能运行 Gazebo 创建试验车整车。 2.2.4 能使用 Gazebo 添加控制插件，控制试验车移动。
	2.3 控制节点的调用	2.3.1 通过 CAN 网络通信控制试验车的刹车。 2.3.2 通过 CAN 网络通信控制试验车的油门。 2.3.3 通过 CAN 网络通信控制试验车的转向。 2.3.4 通过 CAN 网络通信控制试验车按程序指令完成启动、转向、停止一个循环。
3.自动驾驶软件系统应用	3.1 实验车仿真设计	3.1.1 能设计车辆传感器配置和传感器布局方案。 3.1.2 根据设计的车辆传感器配置方案在仿真试验车上配置毫米波雷达。 3.1.3 根据设计的车辆传感器配置方案在仿真试验车上配置激光雷达。 3.1.4 根据设计的车辆传感器配置方案在仿真试验车上配置摄像头。 3.1.5 根据设计的车辆传感器配置方案在仿真试验车上配置组合导航。
	3.2 测试场景仿真设计	3.2.1 能在自动驾驶软件（例如 Apollo）中设计直行道路场景，包含交通标识和行人、车辆等测试参与对象。 3.2.2 能在自动驾驶软件（例如 Apollo）中设计不同曲率的弯道场景，包含交通标识和车辆等测试参与对象。 3.2.3 能在自动驾驶软件（例如 Apollo）中设计丁字路口场景，包含交通标识和行人、车辆等测试参与对象。 3.2.4 能在自动驾驶软件（例如 Apollo）中设计十字路口场景，包含红路灯、交通标识和行人、车辆等测试参与对象。

	3.3 自动驾驶仿真测试	3.3.1 能设计仿真测试方案。 3.3.2 能实施仿真测试进行数据的收集。 3.3.3 能对测试数据进行处理、分析。 3.3.4 能针对车辆的配置方案编制仿真测试评估报告。
--	--------------	--

参考文献

- [1] GB/T 1.1-2009 标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写
- [2] GB/T 37730-2019 中文Linux服务器操作系统技术要求
- [3] GB/T 5271.7-2008 信息技术 词汇 第7部分：计算机编程
- [4] GB/T 5271.15-2008 信息技术 词汇 第15部分：编程语言
- [5] GB/T 5271.20-1994 信息技术 词汇 第20部分 系统开发
- [6] GB/Z 33013-2016 道路车辆 车用嵌入式软件开发指南
- [7] T/CMAX 121-2019 自动驾驶车辆模拟仿真测试平台技术要求
- [8] 教育部关于印发《中等职业学校专业目录（2010年修订）》的通知.[EB/OL].2010-04-01
- [9] 教育部关于印发《普通高等学校高等职业教育（专科）专业设置管理办法》和《普通高等学校高等职业教育（专科）专业目录（2015年）》的通知.[EB/OL].2015-10-28
- [10] 《普通高等学校高等职业教育（专科）专业目录》2016年增补专业.[EB/OL].2016-09-06
- [11] 教育部办公厅关于公布首批《中等职业学校专业教学标准（试行）》目录的通知.[EB/OL].2014-05-06
- [12] 教育部办公厅关于公布第二批《中等职业学校专业教学标准（试行）》目录的通知.[EB/OL].2014-12-30
- [13] 普通高等学校高等职业教育（专科）专业目录及专业简介（截至2019年）

[14] 教育部关于公布2019年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知.[EB/OL].2020-02-25

[15] 两部门关于印发《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）》的通知.[EB/OL].2017-12-29

[16] 全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分技术委员会.《智能网联汽车自动驾驶功能测试规程》，2018.

[17] 中国电子信息产业发展研究院.智能网联汽车测试与评价技术[M].北京：人民邮电出版社，2019.