

# 2022年全国职业院校技能大赛（高职组）

## GZ-2022031 嵌入式技术应用开发赛项正式赛卷

表 1 第一模块比赛任务表

序号	任务描述	任务要求
1	任务 1: GPIO 基础驱动开发 要求基于现场功能电路套件通过编程实现龙芯 1B 的 GPIO 控制。	<ol style="list-style-type: none"><li>通过编程实现对板载 RGB LED 灯的亮灭控制，按照红灯、绿灯、蓝灯顺序实现红灯亮起 1S 后关闭、绿灯亮起 1S 后关闭、蓝灯亮起 1S 后关闭。</li><li>通过编程实现对板载蜂鸣器的开启与关闭控制，要求能单独控制蜂鸣器开启与关闭。</li></ol>
2	任务 2: 数码管显示驱动开发 要求基于现场功能电路套件通过编程实现数码管计时显示、RGB LED 灯闪烁和蜂鸣器报警功能。	<ol style="list-style-type: none"><li>通过编程实现对数码管 5S 倒计时显示，显示格式：“-XX-”，XX 为倒计时时间，单位为秒。</li><li>要求 5S 倒计时结束后，数码管以 500ms 频率闪烁“-FF-”3 次，同时蜂鸣器同步响 3 声，RGB LED 灯同步闪烁红色指示，之后数码管显示关闭，蜂鸣器关闭，RGB LED 灯关闭。</li></ol>
3	任务 3: LCD 显示屏显示应用开发 要求基于现场功能电路套件通过编程实现 LCD 显示屏指定信息显示。	<ol style="list-style-type: none"><li>通过编程实现 LCD 显示屏启动后，依次全屏显示红色、绿色、蓝色，间隔时间可自行设定，裁判评判时应能清楚看到屏幕颜色变换。</li><li>通过编程实现在 LCD 显示屏上显示文本信息：喜迎二十大、永远跟党走、奋进新征程。文本信息显示位置、字体大小、字体颜色及屏幕背景颜色选手可自行决定，裁判评判时应能清晰看到该文本信息。</li><li>通过编程实现 LCD 显示屏上显示指定完整图片（图片内容详见比赛现场下发 U 盘附件）。</li></ol>
4	任务 4: 语音交互应用开发 要求语音交互系统实现指定文本信息播报及语音识别交互显示。	<ol style="list-style-type: none"><li>通过编程实现语音交互系统播报指定文本信息，信息内容为“喜迎二十大、永远跟党走、奋进新征程”。</li><li>通过编程实现语音交互系统进入识别模式，识别现场指定的词条信息，并将识别到的正确词条信息显示在 LCD 显示屏上，词条信息显示位置、字体大小、字体颜色及屏幕背景颜色选手可自行决定，裁判评判时应能清晰看到该文本信息。</li></ol> <p>词条信息仅限于：实践锻炼能力、比赛彰显才智、技能成就人生、人才改变世界。</p>
5	任务 5: 传感器数据采集与显示应用开发 要求 LCD 显示屏实时正确显示温度传感器、光照强度传感器和电子罗盘传感器数据。	<ol style="list-style-type: none"><li>通过编程实现 LCD 显示屏实时正确显示温度传感器数据信息，显示格式：“当前温度：XX.X℃”，显示位置、字体大小、颜色、屏幕背景颜色选手可自行决定，裁判评判时应能清晰看到该文本信息。</li><li>通过编程实现恒温控制，温度值以温度传感器测得的数据为准。要求温度阈值可调（阈值范围为 33℃~37℃，调节</li></ol>

		<p>精度为 1℃，阈值由现场裁判指定），要求通过嵌入式功能板上的加热电阻和散热风扇来实现恒温控制（误差±2℃）。</p> <p>3. 通过编程实现启动 LCD 显示屏实时正确显示光照度传感器数据信息，显示格式：“当前环境光强度：XXXXX lx（若首位为 0，则可以不显示）”。</p> <p>4. 通过编程实现 LCD 显示屏实时正确显示电子罗盘传感器数据信息，显示格式：“角度：XXX° 方向：Y”。（XXX 为角度值，Y 为方向，方向仅包含：东、南、西、北、东南、西南、东北及西北，共计 8 个方位信息）。</p>
6	<p>任务 6：执行装置应用开发</p> <p>要求基于现场功能电路套件与编码直流电机模块实现电机控制与电机转速采集，LCD 显示屏实时显示电机转速。</p>	<p>1. 通过编程控制电机转动与停止。要求能单独控制电机转动与停止。</p> <p>2. 通过编程启动电机测速，要求 LCD 显示屏实时正确显示当前电机的转速，显示格式：“当前电机转速：XXX rpm”（rpm 表示电机每分钟旋转的次数），要求电机转速可调，LCD 显示屏实时更新电机转速信息，转速信息显示位置、字体大小、字体颜色、屏幕背景颜色选手可自行决定，裁判评判时应能清晰看到该文本信息。</p>
7	<p>任务 7：嵌入式智能产品应用开发</p> <p>要求基于现场功能电路套件与超声波传感器模块、编码直流电机模块和 LCD 显示屏编程实现模拟汽车巡航系统功能。</p>	<p>1. 通过编程实现 LCD 显示屏实时正确显示超声波传感器数据信息，显示格式：“距离：XX.X cm”（误差：±2cm）；</p> <p>2. 当被测距离超过 20cm 时，电机转速应达到最大转速；当被测距离不超过 20cm 且不小于 10cm 时，电机转速随被测距离较小而减小；当被测距离小于 10cm 时电机应停止转动。要求 LCD 显示屏实时正确显示当前距离信息与电机转速。</p> <p>3. 通过编程实现启动 LCD 显示屏显示模拟仪表盘界面，要求电机转速数据、超声波测距数据、电子罗盘测量的方向信息显示在仪表盘指定位置。（模拟仪表盘样式详见比赛现场下发 U 盘附件）</p>

**注意事项：**

- （1）参赛选手应该在第一模块竞赛阶段结束前，将最终版嵌入式系统应用程序固化至向现场下发的核心控制器，第一模块竞赛阶段结束后禁止更新嵌入式系统应用程序。
- （2）第一模块竞赛测评过程中，禁止更新核心控制器程序，应在现场评分裁判口令下，通过板载功能按键或其他方式逐个实现上述任务的结果展示。如因字符刷新速度过快，导致裁判无法确认显示字符是否正确，后果由选手自行承担。
- （3）第一模块竞赛测评结束后，参赛选手将功能电路板上交至裁判指定位置。

表 2 第二模块比赛任务表

序号	任务要求	说明
1	<p>任务 1: 主车启动任务</p> <p>主车放置在 B1 处,在裁判示意比赛开始时,选手点击启动按钮,并启动 LED 显示标志物进入计时状态,主车顺利出库。</p>	<p>LED 显示标志物在主车开始移动之后开启、在入库之前停止、中途暂停或未启动,均按 5 分钟计时。</p> <p>主车按照以下路径行驶: B1 → B2 → B4 → D4 → F4 → F6 → D6 → B6 → B7</p>
2	<p>任务 2: 主车调光任务</p> <p>主车在 B1→B2 路线上行驶,到达 B2 处,获取位于 A2 处智能路灯标志物初始档位,并将智能路灯标志物档位调至目标档位。</p>	<p>智能路灯标志物初始档位记为 <math>n</math>。</p> <p>智能路灯标志物目标档位记为 <math>r</math>, <math>r</math> 通过查询获取的智能停车库 (A) 初始层数 (记为 <math>RA</math>) 和智能停车库 (B) 初始层数 (记为 <math>RB</math>) 计算后得到,其计算方式为:将 <math>RA</math> 和 <math>RB</math> 分别转为十六进制数据,设中间量 (记为 <math>R</math>),取 <math>RA</math> 的低四位为 <math>R</math> 的高四位,取 <math>RB</math> 的低四位作为 <math>R</math> 的低四位,将 <math>R</math> 转为十进制数据后对 4 取余加 1 后得到 <math>r</math>。</p> <p>示例:智能停车库 (A) 初始层数为 2 层,智能停车库 (B) 初始层数为 2 层,则 <math>R=00100010</math>,转为十进制数据为 34,则智能路灯目标档位值为: <math>r=(34 \% 4)+1=3</math>。</p>
3	<p>任务 3: 主车顺利通过 ETC 系统任务</p> <p>主车 B2→B4 路线上行驶,在 B2 处,使 ETC 系统感应到主车上携带的电子标签,ETC 系统闸门开启后主车顺利通过。</p>	<p>主车需在不接触 ETC 抬杆 (抬杆时间保持时间约为 10 秒) 的情况下通过 ETC 系统。选手应合理设置通过时间,避免抬杆下落触碰主车,若因此导致主车失控,则视为选手控制不当。</p>
4	<p>任务 4: 从车启动与交通灯识别</p> <p>主车在 B4 处,启动从车,主车开启任务板左右双闪灯等待从车执行任务完成。</p> <p>从车启动行进至 D6 处,启动智能交通灯标志物 (A) 进入识别模式,并在规定的时间内识别出当前停留信号灯的颜色,按照指定格式将正确信息发给智能交通灯标志物 (A) 进行比对确认。</p>	<p>从车应在规定的时间内识别出智能交通灯信号颜色,并将识别结果发送至智能交通灯标志物 (A),超时结果无效。从车识别后只需将结果返回至智能交通灯标志物 (A) 即可,无需执行其他操作。</p> <p>从车按照以下路径行驶: D7 → D6 → F6 → F4 → F2 → D2 → D1</p> <p>从车需采用视频循迹方式完成所有路径任务,使用其他方式完成则路径任务不得分。</p>
5	<p>任务 5: 从车测距任务</p> <p>从车在 D6→F6 路线上行驶,到达 F6 处,获取位于 G6 处静态标志物 (A) 垂直平面到 F6 处中心点的距离。</p>	<p>静态标志物 (A) 与 F6 中心点距离范围 <math>100\text{mm} \sim 400\text{mm}</math>,记为 <math>h</math>。</p> <p>从车须将正确距离信息发送至 LED 显示标志物第二行显示。测量误差: <math>\pm 20\text{mm}</math>。</p> <p>示例:测距信息为 123mm,则 LED 显示标志物第二行显示信息为: JL-123 (<math>\pm 20</math>)。</p>
6	<p>任务 6: 从车识别二维码</p> <p>从车在 F6 处,识别位于 G6 处静态标志物 (A) 上的二维码信息。</p>	<p>静态标志物 (A) 中有两个二维码信息,均需识别,选手可根据二维码信息中固定字节长度进行区分。</p> <p>二维码 (1) 中信息为固定 8 个字节长度的字符串,有效数据仅包含数字 (<math>0 \sim 9</math>),其余均为干扰字符,将有效数据中数字求和记为 <math>y</math>。</p>

		<p>二维码（2）中信息为固定 6 个字节长度的字符串，数据格式为“XXXXXX”字符，X 代表大写 A~Z 中任意一个字母或 0~9 中任意一个数字。将二维码（2）信息中每一位大写字母按照二十六位字母顺序向后移 y 位得到二维码最终有效数据，若移位数据超过“Z”，则从“A”继续移位。</p> <p>示例：二维码（1）中信息为“###1&amp;2**”，则有效数据为“12”，则 y=3。</p> <p>二维码（2）中信息为“A123B4”，其中大写字母“A”按照二十六位字母顺序向后移 3 位得到大写字母“D”，大写字母“B”按照二十六位字母顺序向后移 3 位得到大写字母“E”，则最终有效数据为“D123E4”。</p>
7	<p>任务 7：从车识别二维码</p> <p>从车在 F6→F4→F2 路线上行驶，到达 F2 处，识别位于 F1 处静态标志物（B）上的二维码信息。</p>	<p>静态标志物（B）中有两个二维码信息，均需识别，选手可根据二维码信息中固定字节长度进行区分。</p> <p>二维码（1）中信息为固定 6 个字节长度的字符串，仅包含数字（0~9）。</p> <p>二维码（2）中信息为固定 10 个字节长度的字符串，仅包含数字（0~9）和大写字母（A~Z）。</p> <p>二维码最终有效数据为根据二维码（1）中得到的数字信息依次对二维码（2）数据中指定位进行提取得到的数据。</p> <p>示例：二维码（1）信息为“014684”，二维码（2）中信息为“AE1D6Y8FDS”，将二维码（2）中第 0 位、第 1 位、第 4 位、第 6 位、第 8 位和第 4 位提取出来后得到“AE68D6”。最终通过将“AE68D6”转化为 ASCII 码得到“0x41, 0x45, 0x36, 0x38, 0x44, 0x36”作为烽火台报警标志物开启码。</p>
8	<p>任务 8：从车顺利通过道闸</p> <p>从车在 F2 处，控制位于 E3 处的道闸标志物开启，并顺利通过道闸标志物。</p>	<p>道闸开启车牌存放于静态标志物（A）的二维码有效数据中。</p> <p>在练习赛道发任意车牌均可开启道闸标志物，在比赛赛道只有发送正确车牌信息才能开启道闸标志物，一段时间之后道闸标志物将自动关闭。选手需要控制好时间，应当在道闸标志物开启之后快速通过，避免撞上抬杆。</p>
9	<p>任务 9：从车倒车入库</p> <p>从车在 F2→D2 路线上行驶，到达 D2 处，采用倒车入库的方式进入智能停车库（A），并控制其上升至指定层数。</p>	<p>选手应在倒车驶入智能停车库（A）前确认其是否已经被控制下降到一层，并确认在倒车入库过程中停在合适位置，在智能停车库（A）上升过程中，从车如果从智能停车库（A）跌落，则视为选手控制不当，其责任由选手自行承担。</p> <p>智能停车库（A）上升层数计算公式为：<math>(y^{(n-1)})\%4+1</math>。</p>
10	<p>任务 10：主车获取 RFID 数据与通过特殊地形</p> <p>主车继续在 B4→D4→F4 路线上行驶，在 B4→F4 路段存在 RFID 卡片与特殊地形标志物，主车应获取 RFID 卡片内有效数据并顺利通过特殊地形标志物到达 F4 处。</p>	<p>RFID 卡数量共 3 张，读取数据块内容仅需验证 A 密钥即可，第 1 张 RFID 卡 A 密钥为（0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF），其余两张 RFID 卡密钥为第 1 张 RFID 卡第 3 扇区第 2 数据块中有效数据。</p> <p>3 张 RFID 卡片放置在 B4→F4 路段上，存放密钥的 RFID 卡在前，其余卡片随机放置，且不与特殊地形重叠。</p>

		<p>第 1 张 RFID 卡内有效信息为数据块中前 12 位有效数字(数字仅限于 0-9)。剩余 2 张 RFID 卡指定数据块地址为第 6 扇区第 2 个数据块,信息为固定 8 个字节长度的字符串(第 8 个字节后数据用字符 0 填充,为无效数据),有效数据为大写 A-F 中任意一个字母或 0-9 中任意一个数字,其他字节为干扰字符,干扰字符仅限于:“*”、“/”、“\”、“#”、“%”、“{”、“}”。</p> <p>示例:</p> <p>第 1 张 RFID 卡片:存放密钥,数据信息为:“010203345588”,则其余 2 张卡片对应 A 密钥为: 0x01, 0x02, 0x03, 0x34, 0x55, 0x88。</p> <p>第 2 张 RFID 卡片: 数据信息为: “// #A12&amp;&amp;”,有效数据为“A12”。</p> <p>第 3 张 RFID 卡片: 数据信息为: “// #B2&amp;3&amp;”,有效数据为“B23”。</p> <p>则最终有效数据为“A12B23”,经过由小到大排序后得到“1223AB”,则无线充电标志物开启码为: 0x55, 0x0A, 0x01, 0x12, 0x23, 0xAB, 0xE1, 0xBB,其中前三个字节及最后一个字节为固定字节,0xE1 为校验和,其计算方式与通信协议中其他校验和计算方式一致,</p> <p>比赛测评时裁判现场将特殊地形标志物摆放至指定位置,地形卡片任选一张,所有测评赛道中特殊地形标志物摆放位置与地形卡片完全一致。主车在通过地形标志物时,不能和地形标志物两侧护栏发生碰撞,否则认定任务失败。</p>
11	<p>任务 11: 主车语音播报当前时间</p> <p>主车到达 F4 处,获取位于 G4 处语音播报标志物当前显示的时间,并控制语音播报标志物播报标志物返回的时间。</p>	<p>语音播报标志物播报示例格式为:“当前时间为 20 时 20 分”。误差<math>\pm 1</math>分钟。</p>
12	<p>任务 12: 主车控制立体显示标志物显示指定数据</p> <p>主车在 F4-&gt;F6 路线上行驶,到达 F6 处,向位于 E5 处的立体显示标志物发送红外数据,控制立体显示标志物显示指定数据。</p>	<p>立体显示标志物使用自定义文本显示模式显示任务 11 中语音播报标志物显示时间。</p> <p>示例:语音播报标志物显示时间为“20 时 30 分”,则立体显示标志物应在自定义文本显示模式下显示“20 时 30 分,误差<math>\pm 1</math>分钟”。</p>
13	<p>任务 13: 主车开启烽火台报警标志物</p> <p>主车在 F6-&gt;D6 路线上行驶,到达 D6 处,发送指定格式指令控制位于 C5 处烽火台标志物进入报警状态。</p>	<p>烽火台开启码为从车识别静态标志物(B)中二维码后提取的有效数据。</p>
14	<p>任务 14: 主车入库任务</p> <p>主车在 D6-&gt;B6 路线上行驶,到达 B6 处,采用倒车入库的方式驶入智能停车库(B),并控制其上升到指定层数。主车入</p>	<p>选手应在倒车驶入车库前确认车库是否已经下降到一层,并确保在倒车入库后,停在车库合适位置。在车库上升过程中,主车如果发生跌落,则视为选手控制不当,其责任由选手自行承担。</p>

	库完成后,开启无线充电标志物,关闭 LED 显示标志物计时。	<p>智能停车库 ( B ) 上升到指定层数计算方法为:</p> $((y/n)^{(y/n)}) \% 4 + 1。$ <p>无线充电标志物开启码为主车 RFID 任务后提取的有效数据。</p>
--	--------------------------------	--

表 3 第二模块标志物摆放位置表

序号	设备名称	摆放位置	备注
01	智能-A 立体车库	D1	入口朝向 D2 处
02	智能-B 立体车库	B7	入口朝向 B6 处
03	静态-A	G6	静态数据源朝向 F6
04	静态-B	F1	静态数据源朝向 F2 标志物位置根据赛题需要允许微调
05	智能交通灯标志物（A）	E7	信号灯朝向 D6 处
06	烽火台救援报警标志物	C5	红外接收朝向 D6 处
07	语音播报标志物	G4	喇叭朝向 F4 处
08	LED 显示标志物	F7	显示屏朝向 F6 处
09	立体显示标志物	E5	标志物中心位于 E5 处
10	ETC 系统标志物	B3	天线朝向 B2 处
11	道闸标志物	E3	道闸杆落在 E2 处
12	智能路灯标志物	A2	光源朝向 B2 处
13	无线充电标志物	A5	标志物中心位于 A5 处
14	特殊地形标志物	D4	标志物中心位于 D4 处
15	竞赛平台（主）出发点	B1	-
16	竞赛平台（从）出发点	D7	-
17	RFID	3 张	在 B4-F4 循迹线上任意位置上

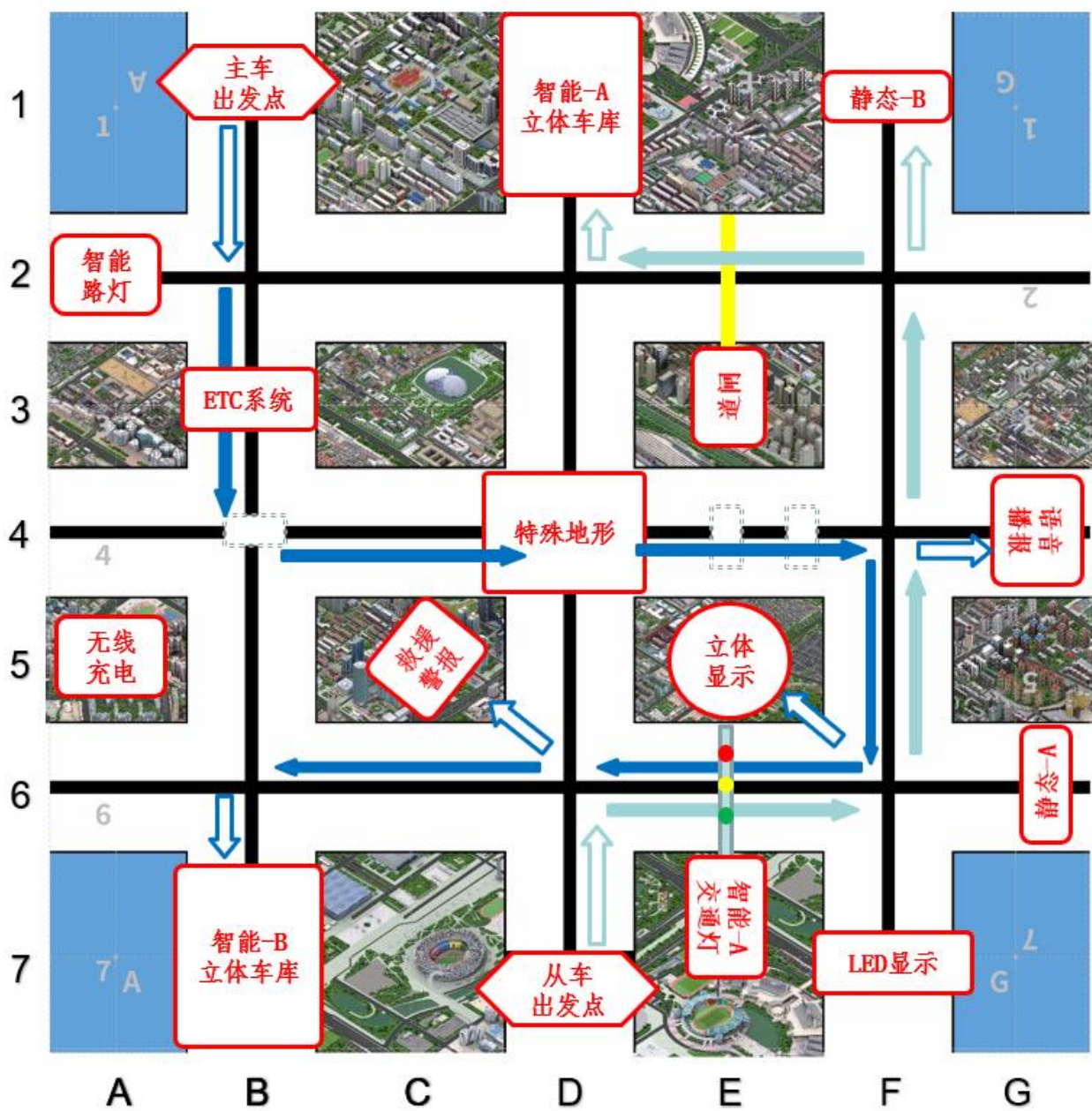


图1 第二模块竞赛设备路径示意图



表 4 第三模块比赛任务流程表

序号	任务要求	说明
1	<p>任务 1: 主车启动任务</p> <p>主车放置 F7 处, 在裁判示意比赛开始时, 选手点击启动按钮, 启动 LED 显示标志物的计时功能, 主车顺利出库。</p>	<p>LED 显示标志物在主车开始移动之后启动、在入库之前停止、中途暂停或未启动, 均视为该任务失败, 时间均按 5 分钟计时。</p> <p>主车按照以下路径行驶: F7 → F6 → F4 → F2 → D2 → B2 → B4 → D4 → D6 → D7</p>
2	<p>任务 2: 主车智能文本识别任务</p> <p>主车在 F7→F6→F4 路线上行驶, 到达 F4 处, 获取位于 G3 处静态标志物 (B) 上文本信息, 并将有效文本信息发送至语音播报标志物及立体显示标志物, 分别进行播报及显示。</p>	<p>静态标志物 (B) 上信息为汉字、字母和数字及其组合, 其他均为干扰字符, 字体采用宋体, 字体大小不定。</p>
3	<p>任务 3: 主车二维码识别任务</p> <p>主车在 F4→F2 路线上行驶, 到达 F2 处, 识别位于 F1 处的静态标志物 (A) 上的二维码, 获取有效信息。</p>	<p>静态标志物 (A) 上有 2 个二维码, 其中二维码信息中包括大写英文字母 “A” 的为二维码 (1), 含有大写字母 “B” 的为二维码 (2)。</p> <p>静态标志物 (A) 中二维码有效信息存放于 “{ }” 内, 其数据长度不定。</p> <p>二维码 (1) 信息示例: A{1, 1, 1, 1}</p> <p>二维码 (2) 信息示例: B{1, 0, 0, 1}</p> <p>二维码中的有效信息用于后续任务中算法源码信息。</p>
4	<p>任务 4: 主车救援报警任务</p> <p>主车在 F2 处, 向位于 E1 处的救援报警标志物发送指定红外数据, 控制其开启报警。</p>	<p>救援报警标志物开启报警的指令由静态标志物 (A) 二维码中有效数据经过数据处理算法计算后获得。</p> <p>救援报警标志物开启报警的指令计算方式详见数据处理算法文件。</p>
5	<p>任务 5: 交通信号灯识别任务</p> <p>主车在 F2→D2 路线上行驶, 到达 D2 处, 控制位于 C1 处智能交通灯标志物 (A) 进入识别模式, 并在规定的时间内识别出当前停留交通灯的颜色, 按照指定格式发送给智能交通灯标志物 (A) 进行比对确认。</p>	<p>主车应在规定的时间内识别出交通灯信号颜色, 并将识别结果按照指定格式发送至智能交通灯标志物 (A), 超时结果无效。</p> <p>主车识别后只需将结果返回至智能交通灯标志物 (A) 即可通行, 无需执行其他操作。</p>
6	<p>任务 6: 主车智能图像识别任务</p> <p>主车在 D2→B2 路线上行驶, 到达 B2 处, 通过翻页获取位于 A2 处智能信息显示标志物 (A) 中显示的交通标志信息、图形信息。主车识别交通标志图片, 获取交通标志编号。主车识别图形颜色图片, 获取图形颜色信息, 并按照指定格式将图形信息发</p>	<p>智能信息显示标志物 (A) 上电默认显示 1 张固定图片, 选手需通过翻页指令找到需要识别的图片。</p> <p>要求选手识别仅包含交通标志的图片, 图片中仅含有 1 个交通标志, 并记录交通标志信息。</p> <p>要求选手识别图形信息, 需识别的图形图片中存在已识别到的交通标志, 其余图片均为干扰图片, 其中交通标志不计入图形识别统计信息内。</p>

	<p>送给智能 TFT 显示标志物(A)上显示(HEX 显示模式)。</p>	<p>涉及的形状仅限于：三角形、圆形、矩形（含正方形）、菱形、五角星，其他不规则图形均为干扰图形。</p> <p>涉及的颜色仅限于红色(255,0,0)、绿色(0,255,0)、蓝色(0,0,255)、黄色(255,255,0)、品色(255,0,255)、青色(0,255,255)、黑色(0,0,0)、白色(255,255,255)。</p> <p>涉及的交通标志仅限于：直行、左转、右转、掉头、禁止通行。</p> <p>交通标志对应的编号说明：</p> <p>直行 编号 0x01；左转 编号 0x02；右转 编号 0x03；掉头 编号 0x04；禁止通行 编号 0x05</p> <p>图形类别统计格式：ABCD，A 代表红色矩形数量，B 代表蓝色圆形数量，C 代表黄色三角形数量，D 代表在图片中所有图形出现最多的颜色的数量(只有交通标志颜色不计入数量信息内)。智能信息显示标志物（A）显示信息格式（HEX 显示模式）为“ABCDXX”，其中 XX 代表交通标志编号。</p> <p>示例：</p> <p>识别到图片中交通标志为直行，红色矩形数量 1 个，蓝色圆形数量 2 个，黄色三角形数量 4 个，图片中红色图形出现最多，数量为 5，则智能信息显示标志物（A）应在 HEX 显示模式下显示“124501”。</p>
7	<p>任务 7：立体控制立体显示标志物</p> <p>主车在 B2 处，向位于 C3 处立体显示标志物发送红外数据，控制立体显示标志物显示文本信息。</p>	<p>立体显示标志物应在文本显示模式下显示静态标志物（B）中有效文本信息（文本显示顺序不作要求）。</p>
8	<p>任务 8: 主车车牌与车型识别任务</p> <p>主车在 B2-&gt;B4-&gt;D4 路线上行驶，到达 D4 处，通过翻页获取位于 E4 处智能信息显示标志物（B）中显示的车牌信息、车型信息，并将有效车牌信息发送至智能信息显示标志物（B）显示（车牌显示模式）。</p>	<p>智能信息显示标志物（B）复位后显示一张默认图片，选手需要执行翻页操作找到需要识别的车牌图片，需识别图片中包含自行车 1 辆及其他机动车车型 1 辆，其他图片为干扰图片（有效车牌图片在不同位置有 2 张以上车牌，有效车牌为放置于机动车图形上的渐变绿色车牌，其他为干扰车牌，数据无效，汉字不需要识别）。</p> <p>智能信息显示标志物（B）显示车牌格式为：“国 XYYYYY”。其中“国”固定不变，后面 6 位号码，X 代表 A~Z 中任意一个字母，Y 代表 0~9 中任意一个数字，字母中不包含 I 和 O。主车将有效车牌及挂载有效车牌的机动车车型记录，其中车牌信息用于后续任务中道闸标志物开启，机动车车型对应主车入库编号。</p> <p>涉及机动车车型及车库对应编号：摩托车-&gt;车库 A、小轿车-&gt;车库 B、货车-&gt;车库 C。</p>
9	<p>任务 9：道闸控制任务</p> <p>主车在 D4 处，将智能信息显示标志物（B）有效车牌按照指定格式发送到位于 C5 处的道闸标志物上并控制其开启。</p>	<p>在练习赛道发送任意车牌均可开启道闸标志物，在竞赛赛道只有发送智能信息显示标志物（B）识别到的有效车牌才能开启，一段时间之后，道闸标志物将自动关闭。</p>

		选手需要合理控制时间，应当在道闸标志物开启之后快速通过，避免撞上闸杆。
10	<p>任务 10：主车入库任务</p> <p>主车在 D4-&gt;D6 路线上行驶，到达 D6 处，根据智能信息显示标志物（B）中识别到的有效车型，采用倒车入库的方式驶入对应车库，入库后关闭 LED 显示标志物计时器。</p>	<p>要求选手根据智能信息显示标志物（B）中识别到的有效车型驶入对应车库。</p> <p>示例：</p> <p>若智能信息显示标志物（B）有效车型为摩托车，则主车应驶入车库 A。</p> <p>摩托车进入车库 A（坐标点：B7）</p> <p>小轿车进入车库 B（坐标点：D7）</p> <p>货车进入车库 C（坐标点：A6）</p>

表 5 第三模块标志物摆放位置表

序号	设备名称	摆放位置	备注
01	道闸标志物	C5	抬杆朝向 D5 处
02	语音播报标志物	A4	喇叭朝向 B4 处
03	智能信息显示（A）	A2	显示屏朝向 B2 处
04	智能信息显示（B）	E4	显示屏朝向 D4 处
05	救援报警标志物	E1	红外朝向 F2 处
06	智能交通灯标志物（A）	C1	信号灯朝向 D2 处
07	LED 显示标志物	C7	显示屏朝向 C6 处
08	立体显示标志物	C3	位于 C3 坐标点
09	静态显示标志物（A）	F1	静态数据源朝向 F2
10	静态显示标志物（B）	G3	静态数据源朝向 F4
11	竞赛平台（主）出发点	F7	主车放置在 F7 处 车头方向由选手自行决定

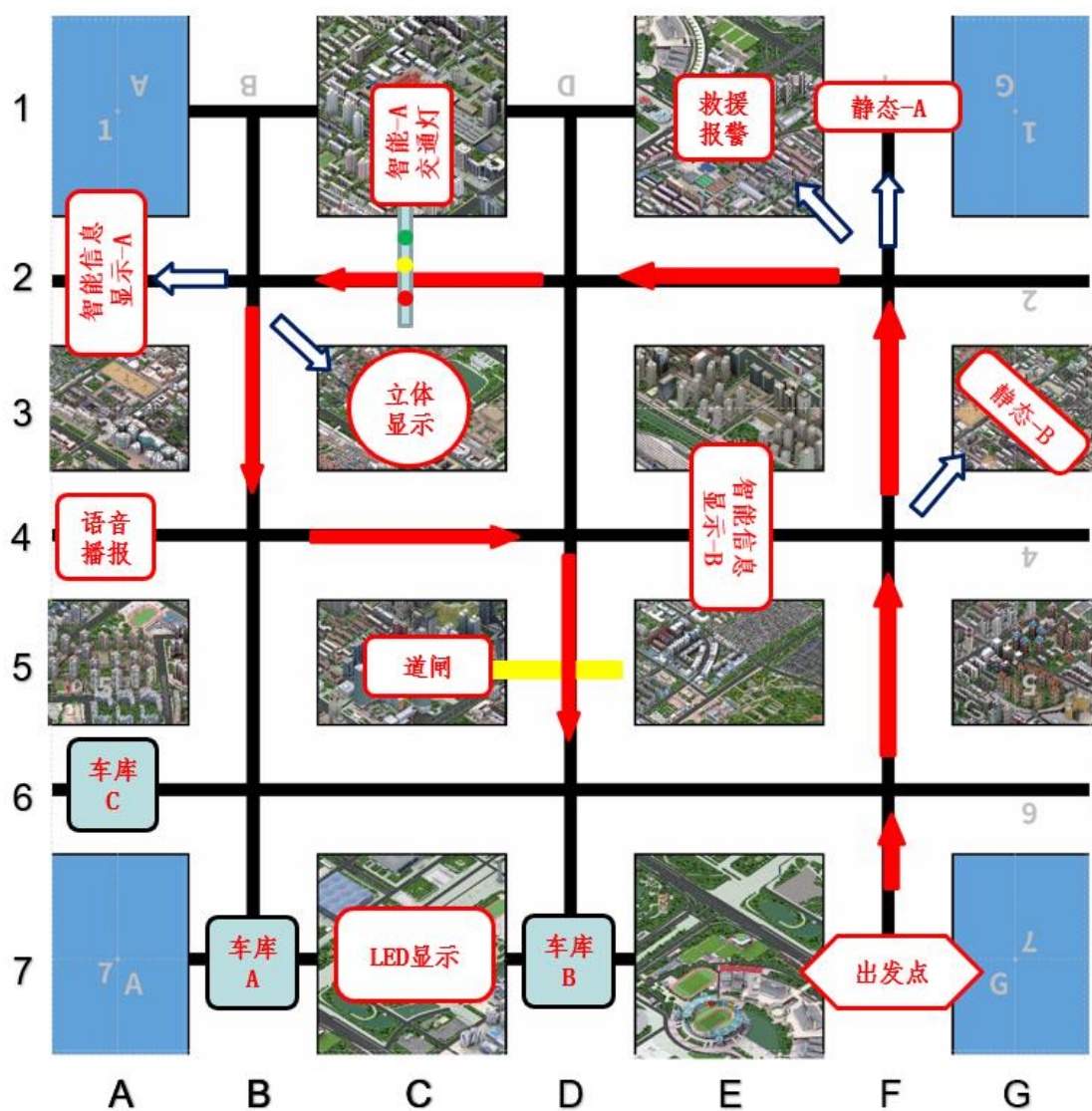


图 2 第三模块竞赛设备路径示意图

## 数据处理方法（LFSR）

### 一、线性反馈移位寄存器（LFSR）编码概述

线性反馈移位寄存器（LFSR）：通常由移位寄存器和异或门逻辑组成。其主要应用在：伪随机数，伪噪声序列，计数器，BIST，数据的加密和 CRC 校验等。

一个反馈移位寄存器（feedback shift register）由两部分组成：移位寄存器和反馈函数（feedback function）。移位寄存器是位序列，具有  $n$  位长的移位寄存器称为  $n$  位移位寄存器。每次输出一位，移位寄存器中所有位右移一个位。新的最左端的位根据寄存器中其他位计算得到。移位寄存器输出的一个位常常是最低有效的位。移位寄存器的周期是指输出序列从开始到重复时的长度。

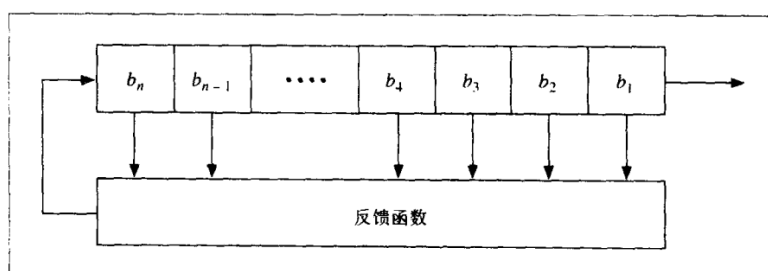


图1 反馈移位寄存器

密码设计者喜欢用移位寄存器构造序列密码，因为这容易通过数字硬件实现。最简单的反馈移位寄存器是线性反馈移位寄存器（Linear Feedback Shift Register, LFSR）。反馈函数跟寄存器中某些位简单异或，这些位叫做抽头序列（tap sequence），有时也叫Fibonacci配置（Fibonacci configuration）。因为这是一个简单的反馈序列，因此大量的数学理论都能用于分析 LFSR。密码设计者喜欢分析序列确保它们是随机并充分安全的。

### 二、线性反馈移位寄存器（LFSR）编码过程

LFSR 的反馈函数就是简单地对移位寄存器中的某些位进行异或，并将异或的结果填充到 LFSR 的最左端。对于 LFSR 中每一位的数据，可以参与异或，也可以不参与异或。其中，我们把参与异或的位称为抽头。

如下图所示，如果移位寄存器中的值为  $\{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ ，则第  $n+1$  位的值可以表示为  $b_{n+1} = c_1 b_1 \oplus c_2 b_2 \dots \oplus c_n b_n$ ，其中  $b_i, i \in [1, n]$  表示移位寄存器的数据（0 或 1）； $c_i, i \in [1, n]$  表示第  $i$  位是否是抽头，如果是，则  $c_i = 1$ ，表示该位将参与运算；如果不是，则  $c_i = 0$ ，表示该位将不参与运算。上式表示了 LFSR 的一种递推关系，在这个式子中，可以明显看出， $c_i$  将抽头位选出并留下来参与运算，并且将不是抽头的位剔除掉。

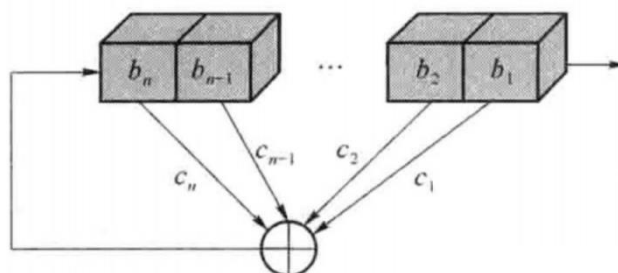


图2 线性反馈移位寄存器

LFSR 也具有周期。由于一个  $n$  级 LFSR 最多只能遍历一种状态，因此，当 LFSR 移位到一定程度时，一定会出现重复的状态。而相同状态生成的反馈函数结果总是相同的，因此，LFSR 会陷入一种循环，即 LFSR 存在周期。为了能够产生足够安全的密钥，我们通常要求 LFSR 的周期能够足够大。一个  $n$  级 LFSR 最多只能遍历  $2^n-1$  个状态，也就是说，一个  $n$  级 LFSR 的最大周期就是  $2^n-1$ ，我们把周期为  $2^n-1$  的 LFSR 所生成的序列称为  $m$  序列。 $m$  序列 LFSR 反馈函数对应的特征多项式被称为本原多项式。

产生一个给定阶数的本原多项式最简单的方法是选择一个随机的多项式，然后测试它是否本原。下表列举了一些不同阶数的本原多项式，例如  $(32, 7, 5, 3, 2, 1, 0)$  是指  $x^{32}+x^7+x^5+x^3+x^2+x+1$ ，这样很容易把它转变成最大周期 LFSR。第一个数是 LFSR 的长度，最后一个数为常数 0，可以忽略，除 0 以外的所有数字指明了抽头序列，这些抽头从移位寄存器的左边开始计数。当移位寄存器比计算机的字还要长时，这个程序的计算时间会无限延长。因此，本题所列举的本原多项式只包含 32 位寄存器及以内，公式如下表所示：

(1,0)	(9,4,0)	(17,6,0)	(25,3,0)
(2,1,0)	(10,3,0)	(18,7,0)	(26,6,2,1,0)
(3,1,0)	(11,2,0)	(19,5,2,1,0)	(27,5,2,1,0)
(4,1,0)	(12,6,4,1,0)	(20,3,0)	(28,3,0)
(5,2,0)	(13,4,3,1,0)	(21,2,0)	(29,2,0)
(6,1,0)	(14,5,3,1,0)	(22,1,0)	(30,6,4,1,0)
(7,1,0)	(15,1,0)	(23,5,0)	(31,3,0)
(8,4,3,2,0)	(16,5,3,2,0)	(24,4,3,1,0)	(32,7,5,3,2,1,0)

表 1 本原多项式 ( $\leq 32$  位寄存器)

根据值  $\{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ ，循环  $n$  位 LFSR，然后从前往后取前 48 位，得到的六个字节就是烽火台开启码。

### 三、线性反馈移位寄存器 (LFSR) 编码示例

1. 从二维码 (1) 中提取的原始数据位  $\{1, 1, 1, 1\}$ ，可得到寄存器的初始值为 1111。
2. 从二维码 (2) 提取本原多项式  $\{1, 0, 0, 1\}$ ，查表可知本原多项式的 (反馈函数) 抽头位置在第 1 位和第 4 位。
3. 因寄存器  $n$  的位数为 4，可得不重复消息为 15，直至消息重复之前能够产生下列内部状态序列表：

b4	b3	b2	b1	输出
1	1	1	1	1
0	1	1	1	1
1	0	1	1	1
0	1	0	1	1
1	0	1	0	0
1	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	0	1	1	1

1	0	0	1	1
0	1	0	0	0
0	0	1	0	0
0	0	0	1	1
1	0	0	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	0	0

表 2 实验结果

4. 将输出数据重复生成至满足 6 字节报警码，输出序列最低有效位串为：

11110101 10010001 11101011 00100011 11010110 01000111

5. 最后得到红外报警器的 6 字节开启码为：0xF5、0x91、0xEB、0x23、0xD6、0x47