

实验十二 自选大实验

2018 年秋季学期

“Do you mean to tell me that you’re thinking seriously of building that way, when and if you are an architect?”

“Yes.”

“My dear fellow, who will let you?”

“That’s not the point. The point is, who will stop me?”

– “The Fountainhead”, Ayn Rand

本实验为同学自选实验，可以自行选择题目，也可以在下列课题中选择一个。大实验为 2-3 人一组，学期最后一周之前验收并提交实验报告。

12.1 音乐播放器

难度系数 ★
工作量 ★★
趣味性 ★★

利用 DE10-Standard 实现一个简单的音乐播放器，可以播放 3 首以上乐曲。乐曲可以用乐谱输入调整输出频率的方式来实现。

基本功能：

- 3 首以上的乐曲播放
- 循环播放、随机选曲播放
- 暂停与继续功能

可选扩展功能：

- 利用波形存储的方法实现钢琴、长笛的乐器的音色（参考 MIDI sound-font），用不同乐器演奏同一乐谱。
- 能够记录键盘电子琴演奏的音乐，并重放该演奏片段。

12.2 模拟时钟

难度系数 ★★

工作量 ★★

趣味性 ★

在显示器上绘制一个时钟表盘，包含时分秒信息。同时要求在 FPGA 开发板上的七段显示中显示时间。

基本功能：

- 通过键盘设置时间
- 闹钟功能
- 整点报时，音频实现

可选其他功能

- 显示器上的时钟表盘以模拟时钟形式呈现，自行绘制时分秒指针及钟面。
建议自行查找计算机图形学相关教材（如电子工业出版社，计算机图形学，Hearn & Baker，提供电子书），了解坐标计算、画线算法的基本原理（相关内容较多，只需了解必要关键算法即可）。
- 万年历、星期的设置。

12.3 复刻打字小游戏

难度系数 ★★

工作量 ★★

趣味性 ★★

请用 FPGA 实现 PA4 中的打字小游戏，即屏幕上随机产生一些字母，并以不同随机速度掉落。玩家需要按对应的键在字符掉落到屏幕底部之前消除字符，如图 12-1 所示。

基本功能：

- 只需实现界面中的字符部分。VGA 采用 60Hz 刷新率，分辨率和字符大小可与 PA4 不同
- 实现随机字符产生，字符掉落，按键消除字符功能和游戏逻辑

- 游戏信息提示，如“FPS”等字符，色彩与 PA4 一致。

✎ 思考：

- 如何实现字符的“平滑”下落？
- 用 FPGA 实现与用 NEMU 实现有什么相同的地方，有什么地方不同？

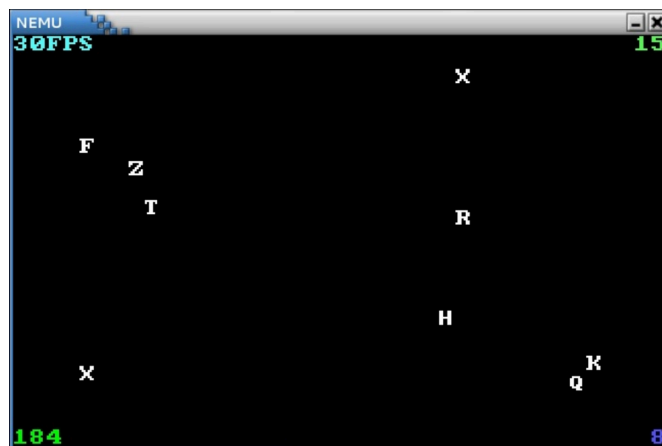


图 12-1: 打字小游戏界面

12.4 实时变声器

难度系数 ★★★
工作量 ★★
趣味性 ★★★

FPGA 可以实现一些有趣的信号处理功能。在本可选项目中，我们用 DE10-Standard 板上的音频输入输出功能，在 FPGA 上实时对人说话的音频信号进行变调后输出，这样别人就无法辨别说话人是谁了。同时，语调也会变得有“机器味”，非常有意思。事实上，部分机器人的语音输出也是用人声变调产生的。

基本功能：

- 通过麦克风插座实现录音功能，将输入信号数字化
- 在 FPGA 内部对录音结果进行信号处理，实现变调
 - 对信号进行分帧，每帧乘上海宁窗

- 进行快速傅里叶变换，将信号变换到频域
 - 将信号的低频部分在频域上搬移至高频
 - 对搬移后的信号进行逆傅里叶变换，得到变调的声音
 - 通过耳机输出变调后的语音
 - 处理时延需要在 50 毫秒内，使得人耳察觉不出声音是有延迟的
- 🔗 具体实现思路参阅附加文档。

12.5 简单计算机系统

难度系数 ★★★★
工作量 ★★★★
趣味性 ★★

还记得本学期的 PA 实验么？在 FPGA 上也可以实现一个简单的计算机系统，完成起来并不像你想像的那么困难。本实验的目标是实现拥有基本指令和输入输出功能的计算机，基本实现思路如下：

- **处理器部分：**使用 FPGA 实现取指令，指令分析，指令执行以及数据写回功能。可以自行设计指令格式，建议指令长度统一为 32 位，数据也为 32 位，实现 4-8 个寄存器。实现基本的 RAM 读取/存储、立即数赋值、ALU（加减法，移位等等）、比较、跳转指令等。可以参考计算机组成原理中的单周期 CPU 实现，并进行适当简化。
- **RAM 部分：**利用 FPGA 实现简单的数据和指令 RAM，容量在 1KByte 以上。
- **输入输出部分：**支持键盘输入。输出可以通过 VGA 显示实现，也可以通过七段显示输出结果（处理器直接写某个寄存器输出到七段显示器）。代码可以通过自己编写的简单汇编代码转换为机器码写入 RAM。
- **基本功能：**能接收键盘输入命令并执行，能执行简单的算术、循环、分支判断代码。例如，计算斐波那契数列的第 N 位，并输出。
- **扩展功能：**支持更多指令，支持 bootloader 功能，支持单步调试等等。

🔗 具体实现思路参阅附加文档。

12.6 自定选题

允许自己提出新的大作业的课题，但必须提前与任课教师说明课题内容，确定后方可自选。