

به نام خدا

پروژه امتیازی درس برنامه نویسی C

Candy Crush on FPGA

تعریف مساله

یکی از بازی‌هایی که در چند وقت اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است (به‌خصوص در گوشی‌های موبایل)، بازی بسیار جالب Candy Crush است. در این بازی انواع میوه‌ها به صورت تصادفی (هم نوع میوه و هم شماره ستون ورودی تصادفی هستند) از بالای صفحه وارد می‌شوند. شما آنها را به صورت افقی جابجا می‌کنید تا به پایین صفحه برسند. اگر در انتهای صفحه چند میوه یکسان در کنار هم قرار گرفته باشد شما یک امتیاز می‌گیرید و این چند میوه از صفحه پاک می‌شوند و سایر میوه‌ها به سمت پایین صفحه حرکت می‌کنند. بازی زمانی خاتمه می‌یابد که صفحه تا جایی پر شود که وقتی میوه جدید وارد صفحه می‌شود جایی برای آن نباشد. هدف از این تمرین پیاده‌سازی این بازی با استفاده از اعداد (بجای میوه‌ها) تحت FPGA است:

۱. در ابتدا اجرای برنامه اندازه صفحه (که باید کمتر از ۲۰ سطر و ۵۰ ستون باشد) از کاربر روی پورت سریال RS232 گرفته می‌شود.
۲. در ادامه تعداد انواع میوه‌ها (تعداد عددها) از کاربر روی پورت سریال RS232 گرفته می‌شود که باید کمتر از ۹ باشد. برای مثال اگر کاربر عدد ۳ را وارد کند. در این بازی فقط اعداد ۰ و ۱ و ۲ و ۳ تولید می‌شوند.
۳. میوه‌ها (اعداد) بر روی صفحه به صورت خودکار پایین نمی‌آیند بلکه شما باید آنها را به سمت پایین جابجا کنید.
۴. برای جهت‌ها حرکت از حروف L و K و J (البته حروف کوچک) به ترتیب برای سمت راست و پایین و چپ استفاده می‌شود. هر بار وارد کردن این حروف عدد مورد نظر را به اندازه یک خانه جابجا می‌کند.
۵. وارد کردن حرف q برنامه را خاتمه می‌دهد.
۶. در صورتی میوه‌ها (اعداد) از صفحه پاک می‌شوند که سه عدد یکسان کنار هم باشد (به صورت افقی، عمودی یا ...).
۷. بعد از هر حرکت جدول بازی را روی پورت سریال RS232 برای کاربر باز می‌گردانید.

نکات پیاده‌سازی

(۱) نمونه‌ای از اجرای برنامه در شکل زیر نشان داده شده است. اگر عدد ۵ که از بالای صفحه وارد شده است با ۲ حرکت به چپ و ۵ حرکت به پایین در خانه‌ی خالی زرد رنگ قرار بگیرد با توجه به اینکه ۳ عدد ۵ در کنار هم قرار می‌گیرند، این ۳ عدد از بین می‌روند و صفحه به شکل بعدی تبدیل می‌شود.

				۵	
	۴				
	۱				
	۵		۴		
۲	۵		۴	۵	۴

	۴		۴		
۲	۱		۴	۵	۴

۲) در یک حرکت ممکن است بیشتر از یک حالت برای از بین رفتن اعداد وجود داشته باشد، در این حالت فقط یکی از آن‌ها اتفاق می‌افتد که به انتخاب برنامه است. برای مثال اگر عدد ۳ در خانه خالی زرد قرار گیرد هم خانه‌های آبی رنگ و هم خانه‌های نارنجی می‌توانند همراه با خانه زرد رنگ خالی شوند ولی هر دو آن‌ها خالی نمی‌شوند.

	۳		۲		
	۳		۳	۳	

۳) از بین رفتن اعداد می‌تواند باعث جابجایی اعداد موجود شود، بنابراین ممکن است مجدداً ۳ عدد یکسان در کنار هم قرار بگیرند و فرآیند از بین رفتن تکرار شود. برای مثال اگر در شکل زیر اگر عدد ۵ در جای زرد رنگ قرار بگیرد. اول ۳ تا ۵ از بین می‌روند و بعد از آن هم ۳ تا عدد ۴ که در کنار هم قرار گرفته‌اند از بین می‌روند که در شکل‌های بعدی نشان داده شده است.

				۵	
	۲				
	۲				
	۵		۴		
۲	۵		۴	۵	۴

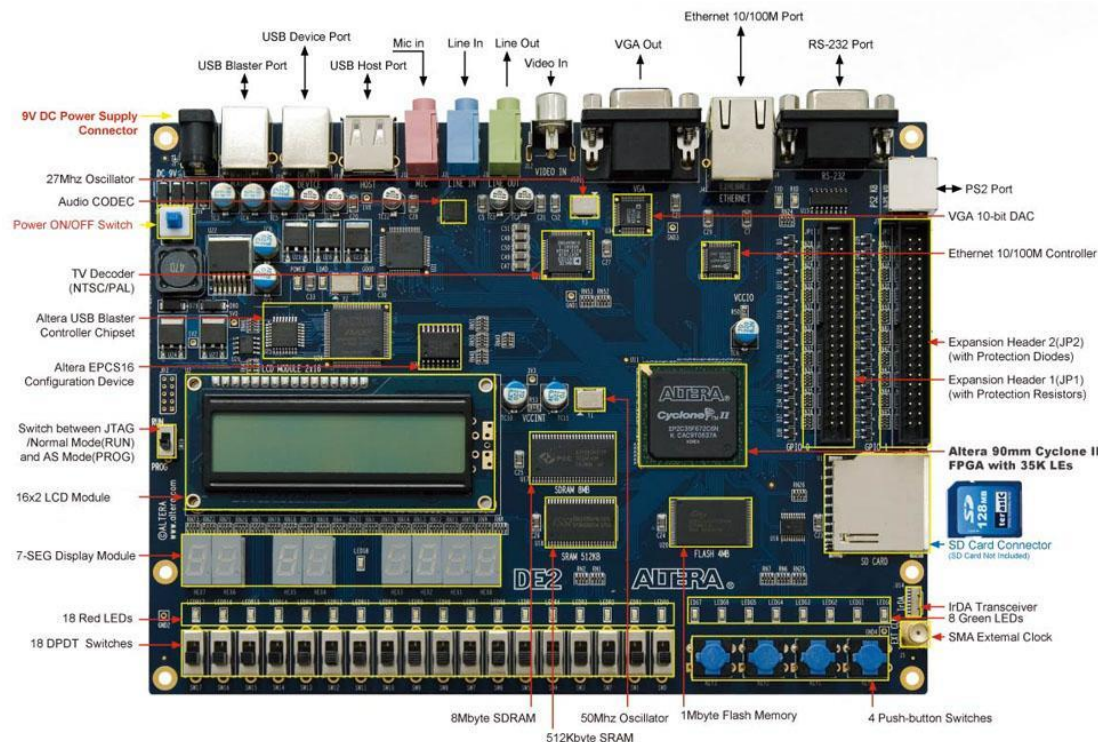
	۲		۴		
۲	۲		۴	۵	۴

			۴		
			۴	۵	۴

نکات پیاده‌سازی روی FPGA

تا به اینجا پروژه تقریباً همان تمرین سری ششم بود، اما بحث اصلی پیاده‌سازی این بازی روی FPGA است. FPGAها بردهایی هستند که شما روی آنها توانایی شبیه سازی مدارات منطقی خود را دارید، این بردها را عموماً با زبان‌هایی مانند Verilog یا VHDL برنامه نویسی می‌کنند و خود آنها از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده‌اند، این قسمت‌ها با توجه به نوع بردها بسیار متنوع هستند و می‌توانند شامل اجزایی مانند analog digital convertor, seven segment و ... باشند. (می‌توانید در رابطه با این بردها [اینجا](#) بیشتر بخوانید). این بردها عموماً یک پردازنده و مقدار محدودی رم نیز دارند و همین ۲ جز برای ما کافی هست تا بتوانیم روی آنها C بزنیم.

شکل زیر یک شمای کلی از برد DE2 محصول شرکت Altera می‌باشد که اجزای آن به صورت کلی معرفی شده‌اند، شما در این پروژه با این برد کار خواهید کرد.



یکی دیگر از اجزای لازم برای کار با یک کامپیوتر همانگونه که در فصل ۱ خواندید، IOها هستند این بردها با توجه به نوعشان میتوانند از انواع مختلفی از IOها پشتیبانی کنند. یکی از IOهایی که شاید تا به حال نام آن را شنیده باشید درگاه سریال می باشد، درگاه سریال خود انواع مختلفی دارد که از انواع آن می توان به USB نیز اشاره کرد ولی خب ما در این پروژه قرار است که با درگاه سریال RS232 کار می کنیم.

شرکت های سازنده این بردها عموماً برای سادگی کار کاربران با بردهایشان یک محیط توسعه مجتمع فراهم می کنند که برنامه نویسی با محصولاتشان را آسان می کند. شرکت Altera که قرار است در این پروژه با برد DE2شان کار کنیم IDE ای به نام [Quartus II](#) را برای این مهم عرضه کرده است.

این محیط برنامه نویسی برای شما قابلیت برنامه نویسی برد را فراهم کرده و از همه مهم تر زمانی که بخواهید C بنویسید، این IDE برای شما کتابخانه ای Cای مانند همانچه تا به حال دیده اید فراهم آورده است، با این تفصیل شما همان توابع printf و scanf و ... را که پیشتر در محیط سیستم عامل خود مثلاً ویندوز داشتید الان در FPGA دارید با این تفاوت که این توابع به جای ترمینال اینبار با پورت سریال RS232 کار می کنند. پس شما برای این پروژه کافی است که پروژه را ابتدا مانند همیشه روی کامپیوتر خود بنویسید و تست کنید در ادامه زمانی که از کارکرد صحیح آن مطلع شدید، به همراه برنامه خود به واحد FPGA دانشکده واقع در طبقه ۱- دانشکده در زمان هایی که متعاقباً اعلام خواهد شد مراجعه کرده و کد خود را روی برد تست کنید. برای تست شما نیاز به نرم افزار Quartus II دارید که در آنجا افراد آزمایشگاه آن را در اختیار شما قرار میدهند و شما تلاش میکنید که کد خود را روی برد ببرید، برای کمک به شما تدریسکاران نیز حضور خواهند داشت. داشتن یک virtual machine لینکوس برای تسهیل کار شما بسیار مفید خواهد بود. برای سادگی کار شما در امر برنامه ریزی کردن برد از یک VM روی vmware استفاده میکنیم که شما میتوانید آنرا از یکی از تدریسکاران خود بگیرید و یک فیلم آموزشی نیز برای کار با این VM در اختیار شما قرار می گیرد.

توضیحات بیشتری در جلسه تدریسیاری مورخ ۹۴/۹/۲۲ در رابطه با این پروژه داده خواهد شد.