

به نام خدا



دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکده برق و کامپیوتر



FPGA

# پیاده‌سازی فیلتر تشخیص لبه با استفاده از رابط Avalon Streaming

علی شایان پور

۸۱۰۱۹۸۵۳۲

پاییز ۱۴۰۱

## گام اول: استفاده از IP Core

برای این گام ابتدا ماژول تبدیل عکس رنگی به سیاه و سفید را می‌نویسیم زیرا ip core مربوط به تشخیص لبه تنها با عکس سیاه و سفید کار می‌کند.

سپس داخل قسمت Qsys ماژول مربوط را اضافه می‌کنیم. همچنین ماژول‌های زیر باید اضافه شوند:

- ❖ video\_test\_pattern
- ❖ video\_edge\_detection

نحوه اتصال ماژول‌ها به یکدیگر از طریق رابط avalon streaming به صورت زیر است:

video\_test\_pattern → Rgb2Gray\_AvalonStreaming → video\_edge\_detection →

VGA\_Pixel\_RGB\_Resampler → VGA\_Dual\_Clock\_FIFO → VGA\_Controller

برای نشان دادن خروجی ماژول video\_test\_pattern می‌توانیم صرفاً ماژول video\_test\_pattern را به VGA\_Pixel\_RGB\_Resampler متصل کنیم:

Use	Connect...	Name	Description	Export	Clock	Base	End	IRQ	Opcode Name
		External_Clocks	Clock Signals for DE-series Board Peri...		multiple				
		AV_Config	Audio and Video Config		sys_clk	0x1000_3000	0x1000_300f		
		VGA_Pixel_Buffer	Pixel Buffer DMA Controller		sys_clk	0x1000_3020	0x1000_302f		
		VGA_Pixel_RGB_Resa...	RGB Resampler		sys_clk				
		clock_reset	Clock Input	Double-click to export	sys_clk				
		clock_reset_reset	Reset Input	Double-click to export	[clock_reset]				
		avalon_rgb_sink	Avalon Streaming Sink	Double-click to export	[clock_reset]				
		avalon_rgb_source	Avalon Streaming Source	Double-click to export	[clock_reset]				
		VGA_Pixel_Scaler	Scaler		unconnected				
		clock_reset	Clock Input	Double-click to export	[clock_reset]				
		clock_reset_reset	Reset Input	Double-click to export	[clock_reset]				
		avalon_scaler_sink	Avalon Streaming Sink	Double-click to export	[clock_reset]				
		avalon_scaler_source	Avalon Streaming Source	Double-click to export	[clock_reset]				
		VGA_Char_Buffer	Character Buffer for VGA Display		unconnected				
		clock_reset	Clock Input	Double-click to export	[clock_reset]				
		clock_reset_reset	Reset Input	Double-click to export	[clock_reset]				
		avalon_char_control...	Avalon Memory Mapped Slave	Double-click to export	[clock_reset]	0x1000_3030	0x0000_0007		
		avalon_char_buffer_s...	Avalon Memory Mapped Slave	Double-click to export	[clock_reset]	0x0900_0000	0x0000_ffff		
		avalon_char_source	Avalon Streaming Source	Double-click to export	[clock_reset]				
		Alpha_Blending	Alpha Blender		unconnected				
		clock_reset	Clock Input	Double-click to export	[clock_reset]				
		clock_reset_reset	Reset Input	Double-click to export	[clock_reset]				
		avalon_foreground_si...	Avalon Streaming Sink	Double-click to export	[clock_reset]				
		avalon_background_si...	Avalon Streaming Sink	Double-click to export	[clock_reset]				
		avalon_blended_source	Avalon Streaming Source	Double-click to export	[clock_reset]				
		VGA_Dual_Clock_FIFO	Dual-Clock FIFO		sys_clk				
		clock_stream_in	Clock Input	Double-click to export	[clock_strea...				
		clock_stream_in_reset	Reset Input	Double-click to export	[clock_strea...				
		clock_stream_out	Clock Input	Double-click to export	[clock_strea...				
		clock_stream_out_reset	Reset Input	Double-click to export	[clock_strea...				
		avalon_dc_buffer_sink	Avalon Streaming Sink	Double-click to export	[clock_strea...				
		avalon_dc_buffer_so...	Avalon Streaming Source	Double-click to export	[clock_strea...				
		VGA_Controller	VGA Controller		vga_clk				
		clock_reset	Clock Input	Double-click to export	[clock_reset]				
		clock_reset_reset	Reset Input	Double-click to export	[clock_reset]				
		avalon_vga_sink	Avalon Streaming Sink	Double-click to export	[clock_reset]				
		external_interface	Conduit	VGA_Controller_external...					
		Audio	Audio		sys_clk	0x1000_3040	0x1000_304f		
		Char_LCD_16x2	16x2 Character Display		sys_clk	0x1000_3050	0x1000_305f		
		Video_In	Video-In Decoder		sys_clk				
		Video_In_Chroma_R...	Chroma Resampler		sys_clk				
		Video_In_CSC	Colour-Space Converter		sys_clk				
		Video_In_RGB_Resa...	RGB Resampler		sys_clk				
		Video_In_Clipper	Clipper		sys_clk				
		Video_In_Scaler	Scaler		sys_clk				
		Video_In_DMA_Contr...	DMA Controller		sys_clk	0x1000_3060	0x1000_306f		
		CPU_fpoint	Floating Point Hardware		Opcode 252				
		clk_27	Clock Source		Opcode 255				
		video_test_pattern_0	Test-Pattern Generator		sys_clk				
		clock_reset	Clock Input	Double-click to export	[clock_reset]				
		clock_reset_reset	Reset Input	Double-click to export	[clock_reset]				
		avalon_generator_sou...	Avalon Streaming Source	Double-click to export	[clock_reset]				

شکل ۱-۱: نحوه اتصال ماژول‌ها به یکدیگر برای نشان دادن تصویر ماژول video\_test\_pattern

اگر این کار را انجام دهیم تصویر زیر روی مانیتور نمایش داده می‌شود:

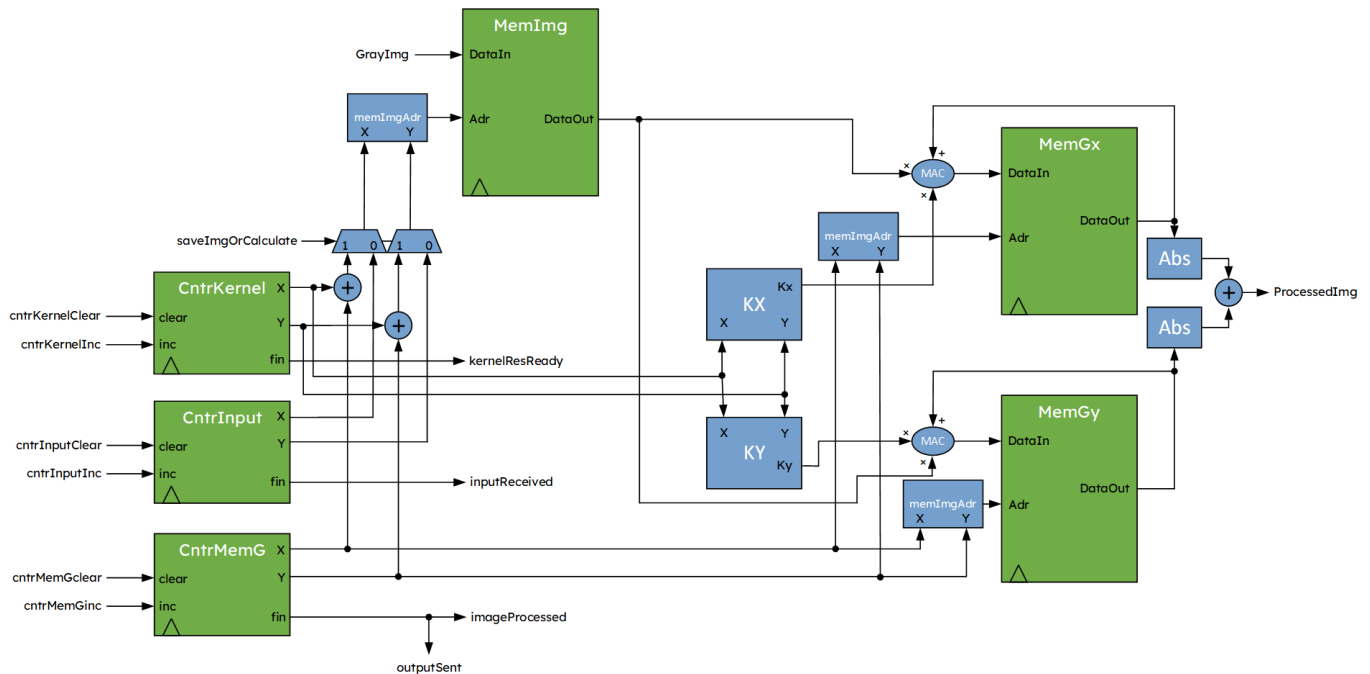


شکل ۱-۲: تصویر تولید شده توسط ماژول video\_test\_pattern  
حال برای تست ماژول video\_edge\_detection را به صورت زیر انجام می‌دهیم:

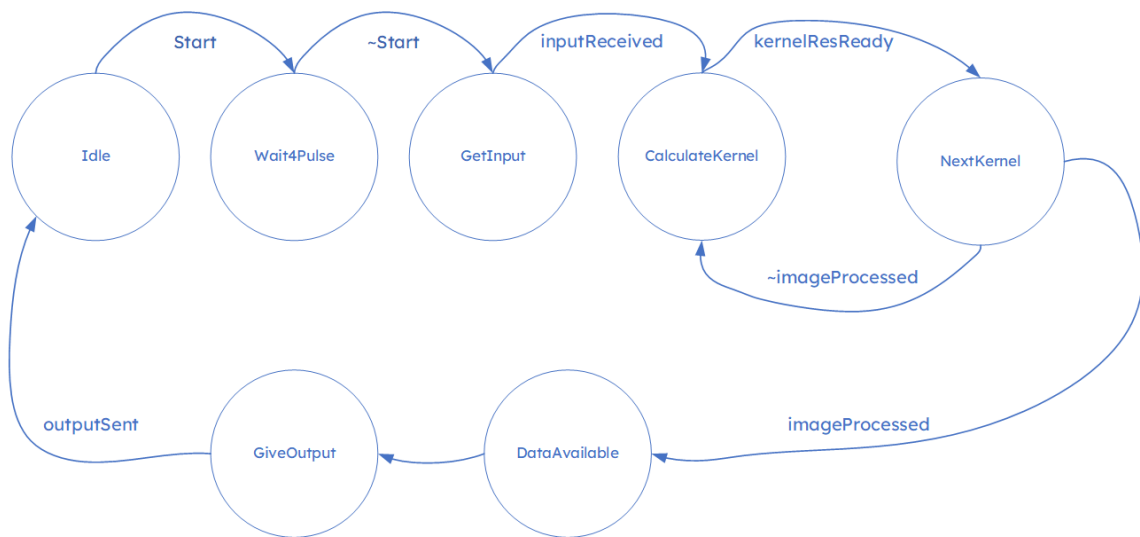


## گام دوم: بدون استفاده از IP Core

در این گام باید ماژول edge detection را طراحی کنیم. برای این موضوع از فیلتر sobel استفاده می‌کنیم. در ابتدا هسته این فیلتر را طراحی می‌کنیم و در نهایت یک wrapper برای ایجاد رابط avalon streaming ایجاد می‌کنیم.



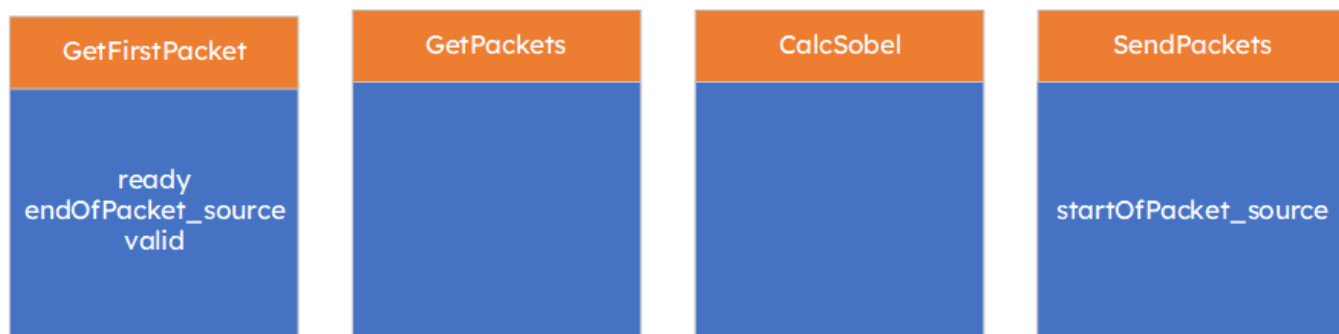
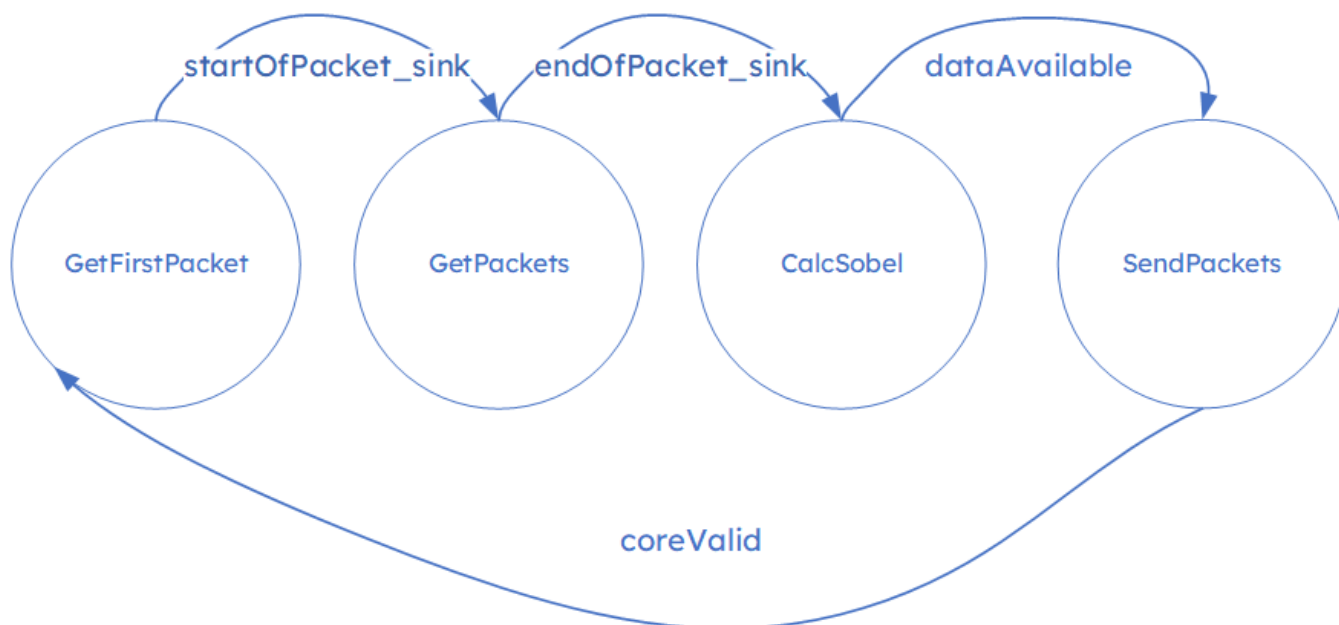
شکل ۲-۱: Sobel Core Datapath



Idle	Wait4Pulse	GetInput	CalculateKernel	NextKernel	DataAvailable	GiveOutput
valid	cntrInputClear cntrKernelClear cntrMemGclear memGclear	memImgWr cntrInputInc	saveImgOrCalculate cntrKernelInc memGwr	cntrMemGinc	dataAvailable	cntrMemGinc dataAvailable

شکل ۲-۲: Sobel Core Controller

این طراحی به این صورت کار می‌کند که در ابتدا تصاویر ورودی را به صورت دوبعدی گرفته و آن را به صورت یک بعدی داخل MemImg ذخیره می‌کند. سپس محاسبات شروع شده و مقادیر محاسبه داخل MemGx و MemGy ریخته شده و هر بار استفاده می‌شود. پس از تمام شدن انجام محاسبات این ماژول داده‌ها را خروجی می‌دهد. حال باید برای این ماژول یک رابط avalon streaming ایجاد کنیم:



شکل ۲-۳: Sobel Avalon Streaming Controller

در نهایت برای این ماژول نیز یک component درست می‌کنیم و داخل Qsys اضافه می‌کنیم بدین ترتیب ماژول‌ها را به یک‌دیگر متصل می‌کنیم:

video\_test\_pattern → Rgb2Gray\_AvalonStreaming → Sobel\_AvalonStreaming →  
VGA\_Pixel\_RGB\_Resampler → VGA\_Dual\_Clock\_FIFO → VGA\_Controller

که اگر این کارها را انجام دهیم شکل اتصالات به صورت زیر خواهد شد:



