بسم الله الرحمن الرحیم

عنوان :

بهینه سازی شبیه سازی تعقیب بلادرنگ دست مبتنی بر شبکه عصبی بر روی FPGA

استاد راهنما :

استاد مشاور:

پژوهشگر :

تقدیم به :

تشکر و قدردانی :

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول : کلیات طرح

۱-۱ چکیده

۱-۲ بیان مسئله..... ۵

۱-۲-۱ سوالات و فرضیه تحقیق

۱-۲-۲ اهداف، اهمیت و ضرورت تحقیق

۱-۲ تحقیقات مرتبط انجام شده..... ۹

فصل دوم: مطالعات نظری

مقدمه

۲-۱ انواع روش‌های ردیابی در تصویر..... ۱۹

۲-۱-۱ ردیابی دست دو بعدی مبتنی بر تصویر..... ۱۹

۲-۱-۲ جریان نوری..... ۲۲

۲-۱-۳ میانگین شیفت..... ۲٤

۲-۲ مروری بر شبکه‌های عصبی..... ۲٦

۲-۲-۱ شبکه عصبی MLP..... ۲٦

۲-۲-۲ کاربرد شبکه‌های عصبی..... ۳۰

۲-۳ بررسی FPGA به عنوان بستری مناسب برای پیاده‌سازی شبکه عصبی به همراه نرم‌افزارها و زبان‌های سخت‌افزاری موجود..... ۳۳

۲-۳-۱ ساختار FPGAها..... ۳٤

۲-۳-۲ سلول‌های منطقی FPGA..... ۳۵

۲-۳-۳ مزایای FPGA..... ۳۷

۲-۳-٤ Verilog/VHDL..... ۳۸

۲-۳-۵ نرم‌افزار Xilinx ISE ٤۱

۲-۳-۵-۱ ابزارهای سنتز.....۴۳
فصل سوم :روش شناسایی تحقیق (متدولوژی)
مقدمه
۳-۱ ردیابی دست ۴۴
۳-۱-۱ آشکار سازی پوست (شبکه اول) ۴۴
۳-۱-۲ آشکارسازی حالات مختلف دست (شبکه دوم).....۵۰
۳ -۱-۲-۱ انتخاب ویژگی (DCT,DFT,Hu invariant moment).....۵۰
۳-۲ پیاده‌سازی انجام شده.....۵۳
۳-۲-۱ واحد محاسباتی با موازی‌سازی چندگانه.....۵۴
۳-۲-۱-۱ ساختار واحد محاسباتی.....۵۴
۳-۲-۱-۲ مدل محاسباتی بین لایه ورودی و لایه میانی.....۵۵
۳-۲-۱-۳ مدل محاسباتی برای نرون خارجی.....۵۶
۳-۲-۲ پیاده‌سازی سخت‌افزاری تابع تحریک سیگموئید.....۵۹
۳-۲-۳ پیاده‌سازی لینک.....۶۰
۳-۳ سنتز شبکه‌های ۲-۸-۷ و ۲-۸-۴۲.....۶۲
۳-۴ شبیه‌سازی.....۷۱
۳-۵ پیاده‌سازی شبکه‌های ۲-۸-۷ و ۲-۸-۴۲.....۷۶
فصل چهارم :تجزیه و تحلیل یافته های تحقیق
مقدمه
۴-۱ نتایج شبکه اول (آشکارسازی پوست) و شبکه دوم (آشکارسازی دست) در مطلب.....۸۶
۴-۲ نتایج شبکه اول (آشکارسازی پوست ۲-۸-۷) و دوم(آشکارسازی دست ۲-۸-۴۲) در FPGA...۹۰
فصل پنجم: نتیجه گیری
نتیجه‌گیری و پیشنهادات.....۱۰۶

فهرست منابع و ماخذ..... ۱۰۷
پیوست ها و ضمایم.....۱۰۷
چکیده انگلیسی.....۱۰۹

فهرست جدول ها

عنوان صفحه

۱- ۱ جدول مقایسه انواع پیاده‌سازی تابع سیگموئید در تحقیق دوم.....۱۰۷
۲- ۱ جدول مقایسه زبان VHDL و Verilog.....۱۰۷
۳- ۱ جدول سطر اول RAM مربوط به وزن لینک‌های بین لایه ورودی و لایه میانی.....۱۰۷
۳- ۲ جدول سطر اول RAM مربوط به مقادیر بایاس لایه میانی.....۱۰۷
۳- ۳ جدول RAM مربوط به وزن‌های متناظر با لینک‌های بین نرون‌های لایه میانی و نرون‌های لایه خروجی.....۱۰۷
۳- ٤ جدول RAM مربوط به مقادیر بایاس نرون‌های خروجی.....۱۰۷
۳- ٥ جدول نتایج نگاشت و مسیریابی شبکه ۲-۸-٤۲ (شبکه آشکارساز دست).....۱۰۷
٤- ۱ جدول نتایج شبکه اول (آشکارسازی پوست) در مطلب.....۱۰۷
٤- ۲ جدول نتایج شبکه اول (آشکارسازی پوست) در مطلب.....۱۰۷
٤- ۳ جدول تعداد تصویرهایی که از هر حالت، به شبکه آشکارساز دست آموزش داده شده است.....۱۰۷
٤- ٤ جدول نتایج حاصل از شبکه دوم (آشکارسازی دست) در مطلب.....۱۰۷
٤- ٥ جدول مقایسه نتایج حاصل از شبکه اول (آشکارسازی پوست) در مطلب و FPGA برای ماتریس تست این شبکه در مطلب.....۱۰۷
٤- ٦ جدول مقایسه نتایج شبکه دوم (آشکارسازی دست) در مطلب و FPGA برای ۱۲ سطر اول ماتریس تست این شبکه.....۱۰۷

٤- ٧ جدول مقایسه نتایج شبکه دوم (آشکارسازی دست) در مطلب و FPGA برای سطر ۱۲ تا ۱۸ ماتریس تست این شبکه.....۱۰۷

فهرست شکل ها

عنوان صفحه

۱- ۱ شکل سیستم مجازی چند مدلی برای HCI.....۱۰۷
۱- ۲ شکل دستکش سایبر (Cyber-Glove) به همراه حسگرهای آن.....۱۰۷
۱- ۳ شکل مدل ریاضی شبکه عصبی MLP استفاده شده در تحقیق اول.....۱۰۷
۱- ٤ شکل بردارهای ورودی (پیکسل ها) در تحقیق اول.....۱۰۷
۱- ٥ شکل تقریب تابع tanh با LUT.....۱۰۷
۱- ٦ شکل a تصویر اصلی.b تصویر حاصل از شبیه‌سازی و سنتز با $\gamma_e = 199$ .c حاصل از شبیه‌سازی و سنتز با $\gamma_e = 221$.....۱۰۷
۱- ۷ شکل شبکه MLP در تحقیق دوم(پیاده‌سازی آشکارسازی صورت بر روی FPGA).....۱۰۷
۱- ۸ شکل معماری توزیع به‌کار رفته در تحقیق سوم.....۱۰۷
۲- ۱ شکل تجزیه و تحلیل حرکت دست با استفاده از الگوریتم جریان نوری.....۱۰۷
۲- ۲ شکل ردیابی دست با استفاده از اثر حرکت و رنگ دست.....۱۰۷
۲- ۳ شکل الگوریتم شیفت میانگین.....۱۰۷
۲- ٤ شکل ردیابی دست با استفاده از الگوریتم CamShift.....۱۰۷
۲- ٥ شکل شبکهٔ پرسپترون چند لایه.....۱۰۷
۲- ٦ شکل مدل نرون McCulloch-Pitts.....۱۰۷
۲- ۷ شکل مدل گراف الگوریم پس انتشار.....۱۰۷
۲- ۸ شکل موازنه بین بسترهای مختلف سخت‌افزاری.....۱۰۷
۲- ۹ شکل ساختار کلی یک FPGA به همراه آرایه‌ای از سلول‌های منطقی و کانال‌های مسیریابی افقی و عمودی.....۱۰۷

۲- ۱۰ شکل چگونگی پیاده‌سازی مدار توسط LUT.....۱۰۷
۲- ۱۱ شکل تحقق یک LUT به‌صورت فیزیکی سلول منطقی مبتنی بر مالتی پلکسر.....۱۰۷
۲- ۱۲ شکل نحوه پیاده‌سازی یک مدار کوچک در سلول منطقی مبتنی بر مالتی پلکسر.....۱۰۷
۳- ۱ شکل نمونه‌های پوست به‌کار رفته در شبکه اول (آشکارسازی پوست).....۱۰۷
۳- ۲ شکل فلوچارت آموزش شبکه اول (آشکارسازی پوست).....۱۰۷
۳- ۳ شکل فلوچارت تست شبکه اول(آشکارسازی پوست).....۱۰۷
۳- ٤ شکل ساختار شبکه اول (آشکارسازی پوست) به همراه تعداد نرون‌ها و بردار ورودی.....۱۰۷
۳- ٥ شکل واحد محاسباتی با موازی‌سازی چندگانه.....۱۰۷
۳- ٦ شکل مدل محاسباتی بین لایه ورودی و لایه میانی.....۱۰۷
۳- ۷ شکل دیاگرام برای چهار نرون خروجی موازی.....۱۰۷
۳- ۸ شکل جزئیات مربوط به هر نرون خروجی.....۱۰۷
۳- ۹ شکل بررسی لینک‌های شبکه با افزایش آدرس حافظه‌ها.....۱۰۷
الف- ۱ شکل ماژول نرون لایه میانی.....۱۰۷
الف- ۲ شکل ماژول مربوط به نرون خروجی.....۱۰۷
الف- ۳ شکل RAM مربوط به وزن‌های متناظر با لینک‌های بین لایه ورودی و لایه میانی.....۱۰۷
الف- ٤ شکل RAM مربوط به وزن‌های متناظر با لینک‌های بین لایه میانی و لایه خروجی.....۱۰۷
الف- ٥ شکل RAM مربوط به بایاس متناظر با نرون‌های لایه میانی.....۱۰۷
الف- ٦ شکل RAM مربوط به بایاس متناظر با نرون‌های لایه خروجی.....۱۰۷
الف- ۷ شکل ماژول مربوط به واحد کنترل در سه نمای مختلف.....۱۰۷
الف- ۸ شکل شماتیک شبکه ۲-۸-۷ به همراه ارتباط بین اجزای آن.....۱۰۷
الف- ۹ شکل الف و ب شماتیک شبکه ۲-۸-٤۲.ج.ارتباط بین اجزای آن.....۱۰۷
۳- ۱۰ شکل یک مدار نمونه جهت شبیه‌سازی.....۱۰۷
۳- ۱۱ شکل نتایج یک شبیه‌سازی رویدادگرا.....۱۰۷
۳- ۱۲ شکل نتایج شبیه‌سازی مدار نمونه در Isim.....۱۰۷
۳- ۱۳ شکل نتایج شبیه‌سازی شبکه ۲-۸-۷ .....۱۰۷

۳- ١٤ شکل نتایج شبیه‌سازی شبکه ۲-۸-٤۲ (شبکه تشخیص دست).....۱۰۷
۳- ١٥ شکل نمایش ویرایشگر PlanAhead جهت تعیین پورت های I/O در قطعه هدف (XCS1000 4fg456) برای شبکه ۲-۸-۷.....۱۰۷
۳- ١٦ شکل جانمایی و مسیر یابی حافظه (RAM) در بردارنده وزن‌های بین لایه ورودی و میانی در قطعه هدف(XCS1000 4fg456) برای شبکه ۲-۸-۷.....۱۰۷
۳- ١٧ شکل ایجاد یک فایل PROM جهت برنامه‌ریزی قطعه هدف توسط IMPACT.....۱۰۷
٤- ١ شکل اعمال شبکه MLP بر روی تصویر ویدئویی.....۱۰۷
٤- ٢ شکل تشخیص صورت و ردگیری حالت‌های مختلف دست در مطلب.....۱۰۷
٤- ٣ شکل تصاویر خروجی FPGA در شبکه آشکارسازی پوست (۲-۸-۷).....۱۰۷
٤- ٤ شکل خروجی شبکه دوم،آشکارساز دست (۲-۸-٤۲) در FPGA.....۱۰۷
٤- ٥ شکل تصاویر خروجی شبکه دوم(۲-۸-٤۲ ، آشکارساز دست) در FPGA به صورت باینری.....۱۰۷

فصل اول : کلیات طرح

۱-۱ چکیده

در این پایان‌نامه از دو شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)[1] که به صورت با سرپرست آموزش می‌بینند جهت تشخیص و ردیابی دست استفاده شده است. شبکه نخست جهت تشخیص پوست آموزش می‌بیند و شبکه دوم علاوه بر تشخیص دست، حالات مختلف دست[2] را نیز تشخیص می‌دهد. از شبکه اول یک تصویر باینری که ناحیه پوست را نشان می‌دهد، به‌دست می‌آید و این تصویر به شبکه دوم داده می‌شود، هر دو شبکه دارای دو کلاس است. در شبکه اول، کلاس اول پوست و کلاس دوم غیرپوست. در شبکه دوم برای تشخیص دست از صورت نیز از دو کلاس استفاده شده؛ که کلاس اول دست و کلاس دوم صورت است. در پایان این دو شبکه بر روی FPGA[3] پیاده‌سازی می‌شوند. ویژگی‌ها در شبکه دوم به صورتی انتخاب شده است که برای ردگیری، وابستگی به نزدیک کردن دست به دوربین نداشته باشد، تا بتوان از هر فاصله و با هر ابعادی دست و حالات آن را ردگیری کرد. همچنین این ویژگی‌ها در عین حال که از نظر تعداد (جهت بالا بردن سرعت پردازش) مناسب است، از دقت قابل قبولی نیز برخوردار است. در واقع در این پایان‌نامه سعی شده است، علاوه بر سرعت، دقت نیز مورد توجه قرار گیرد که بتوان یک سیستم کاربردی برای HCI[4] به‌وجود آورد

[1] Multilayer perceptron
[2] Hand Gestures
[3] Field Programmable Gate Array
[4] Human Computer Intraction