



## طراحی واحدهای محاسباتی با رویکرد محاسبات تقریبی و توان مصرفی پایین

### چکیده

امروزه بازده انرژی در سامانه‌های پیشرفته یک چالش طراحی اجتناب ناپذیر بشمار می‌رود. در این پژوهش از روش‌های محاسبات تقریبی برای طراحی مدارهای محاسباتی انرژی کارآمد استفاده شده است. محاسبات تقریبی یک رویکرد طراحی است که از انعطاف پذیری و تاب‌آوری ذاتی کاربردهای مختلف در برابر خطا، در جهت کاهش توان و هزینه‌های سخت افزاری استفاده می‌کند. از آنجایی که واحد ضرب و انباشت در سامانه‌های پردازش سیگنال و یادگیری ماشین بیشترین استفاده را دارد، در این پژوهش چندین مدار ضرب‌کننده تقریبی ممیزثابت و ممیزشناور پیشنهاد شده است. ضرب‌کننده‌های ممیزثابت پیشنهادی در این پژوهش از نوع گستره پویا هستند. دقت ضرب‌کننده‌های گستره پویا مستقل از دامنه عملوند ورودی است و در کاربردهایی مانند فیلترهای FIR، خطینگی مدار را حفظ می‌کنند. فرمت ممیزشناور برای نمایش اعداد با گستره وسیع طراحی شده است به همین جهت برای طراحی عملگرهای تقریبی ممیزشناور گستره پویا نیازی به مدارهای جانبی نیست و هزینه سخت‌افزاری مدار کم‌تر است. در این پژوهش چندین مدار ضرب‌کننده تقریبی برای فرمت ممیزشناور پیشنهاد شده است. برای ارزیابی ضرب‌کننده‌های تقریبی از یک معیار شایستگی مبتنی بر روش مجموع وزنی ساده استفاده شده است. در این معیار می‌توان به هر شاخص متناسب با میزان اهمیت آن وزن اختصاص داد. جهت وزن دهی به شاخص‌های مداری دو رویکرد متفاوت در نظر گرفته شده است. در رویکرد اول تمامی شاخص‌ها وزن یکسان دارند و در رویکرد دوم برای توان مصرفی وزن بزرگتری در نظر گرفته شده است. از میان روش‌های پیشنهادی این پژوهش که شایستگی بالاتری دارند، ضرب‌کننده شبه بوث ممیزثابت تقریبی ۱۶ بیتی با کدکننده شبه بوث مبنای ۴ و ۱۲ بیت تقطیع نسبت به ضرب دقیق تا ۸۹ درصد توان مصرفی را بهبود می‌دهد و مقدار MRED آن برابر با ۴٫۲ درصد است. ضرب‌کننده شبه بوث ممیزشناور با کدکننده مبنای ۴ و عرض داده ۴ نسبت به ضرب ممیزشناور ۳۲ بیتی تا ۹۸٫۹ درصد توان مصرفی کم‌تری دارد و مقدار MRED آن برابر با ۳٫۲ درصد است. ساختار تکرارپذیر و دقیق‌تر این ضرب‌کننده نیز با مبنای ۱۶ و عرض داده ۱۹ تا ۶۷٫۵ درصد توان مصرفی را کاهش می‌دهد و مقدار MRED آن  $۸٫۵ \times 10^{-4}$  درصد است. در این پژوهش علاوه بر طراحی عملگرهای تقریبی و ارزیابی آن‌ها در کاربردهای مختلف یک یاخته عصبی تقریبی نیز پیشنهاد شده است. یاخته عصبی پیشنهادی در این پژوهش از تابع غیرخطی سیگموئید استفاده می‌کند و در مقایسه با یاخته عصبی دقیق ۱۶ بیتی معادل، تا ۴۴٫۶ درصد توان مصرفی را کاهش می‌دهد.

دانشجو: احمد توحیدی گل

استاد راهنما: دکتر کریم محمدی؛ استاد مشاور: دکتر رضا امیدی

اعضای هیات داور: دکتر سید محمد رضا موسوی؛ دکتر ستار میرزا کوچکی؛ دکتر امیر موسوی‌نیا؛ دکتر

علی افضلی کوشا

تاریخ دفاع: یکشنبه ۱۴۰۲/۰۷/۰۹ ساعت: ۱۷:۰۰ محل: سالن خیام دانشکده برق