

بهبود فیلترینگ تصاویر دیجیتال با استفاده از سیستم اعداد ماندی

داور خیراندیش طالشمکائیل^۱، علیرضا موسوی^۲

^۱ کارشناس ارشد مهندسی کامپیوتر، عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد پارس آباد مغان، پارس آباد مغان،

Kheyrandish@iaupmogan.ac.ir

^۲ کارشناس ارشد مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پارس آباد مغان، پارس آباد مغان،

Al.mousavi@iaupmogan.ac.ir

چکیده

چکیده - در این مقاله ما مطالعه ای را بر کاربرد سیستم اعداد ماندی فیلترینگ تصاویر دیجیتال در حیطه مکان مبنی بر سیستم اعداد ماندی ارائه می دهیم که به پیاده سازی مدارهای مجتمع با سرعت و امنیت بالا و کم مصرف برای پردازش تصاویر دیجیتال منجر می شود. در این روش، ماسک انتخابی در سیستم ماندی بر روی تصویر مورد نظر حرکت داده شده و درجات خاکستری پیکسل های تصویر جدید، براساس مقادیر ماسک محاسبه می شود، تمام عملیات در این روش در سیستم اعداد ماندی انجام می گیرد. سپس به طراحی مدارات مولدهای باینری به ماندی و برعکس می پردازیم که در آن از نرم افزار Matlab و همچنین از ابزارهای VLSI برای شبیه سازی استفاده شده است. نتایج مقدماتی شبیه سازی توانایی طرح پیشنهادی را در فیلترینگ تصاویر دیجیتال نشان می دهد.

کلمات کلیدی

پردازش تصاویر دیجیتال، ماسک، جدول جستجو، سیستم اعداد ماندی، فیلترینگ، حوزه مکان.

این ویژگی به طور قابل ملاحظه ای سرعت محاسبات را افزایش و توان مصرفی را کاهش می دهد. از سیستم اعداد ماندی، بیشتر در کاربردهایی استفاده می شود که در آن عملگرهای جمع، تفریق و ضرب بیشتر تکرار شده باشند که عملیات پردازش تصاویر دیجیتال از جمله- ی این کاربردهاست که در مجموع باعث افزایش سرعت محاسبات آنها خواهد شد [1][3].

سازماندهی مقاله به این صورت است که در بخش دوم به معرفی عملیات فیلترینگ و سیستم اعداد ماندی می پردازیم و در بخش سوم طرح پیشنهادی ارائه و به طراحی مولدهای سیستم دودویی به سیستم ماندی (B/R) و برعکس (R/B) و جدول جستجوی پرداخته شده است. در بخش چهارم مقایسه و شبیه سازی روشهای پیشین با روش مطرح شده پرداخته می شود و در بخش پنجم نتیجه گیری می گردد.

۲- پس زمینه

برای نمایش یک تصویر از یک آرایه ی دوبعدی (ماتریس) $M \times N$ ، استفاده می کنیم. مقدار هر عنصر از آرایه نشان دهنده ی شدت روشنایی تصویر در آن نقطه است و برای تصاویر نوع خاکستری هر عنصر آرایه یک مقدار هشت بیتی است که می تواند مقادیری بین صفر تا ۲۵۵

۱- مقدمه

بی شک پردازش تصاویر دیجیتال دارای طیف وسیعی از کاربردها است و معمولاً در هر شاخه ای از علم از این تکنیک بهره می برند. بینایی ماشین، کاربردهای پزشکی، تصویر نگاریهای ماهواره ای، علوم نظامی و امنیتی، کنترل ماشینی تولیدات، کشاورزی، شهرسازی و هنرهای گرافیکی و چند رسانه ای از جمله ی این شاخه های بکار رفته هستند. با توجه به اینکه تعداد مقادیر پیکسل های موجود در یک تصویر دیجیتال زیاد است و عملیات پردازش تصاویر دیجیتال، نیاز به عملیات زیادی از عملگرهای محاسباتی بر روی مقادیر پیکسل های موجود دارند، بنابراین برای پیاده سازی مدارات مجتمعی که بتوانند عملیات پردازش تصاویر دیجیتال را انجام دهند، نیاز به تکنیک هایی داریم که توان مصرفی را کاهش و سرعت پردازش را افزایش دهد [10]. یکی از روشهای طراحی سیستم های مدارات مجتمع با سرعت بالا و مصرف توان کم، استفاده از سیستم اعداد ماندی ای است. یکی از خواص سیستم اعداد ماندی، انتشار محدود رقم نقلی بین پیمانیه ای در محاسبات است و به جای انجام محاسبات روی یک عدد بزرگ، محاسبات را روی باقیمانده های آن به صورت همزمان انجام می دهد که

داشته باشد.

این تصویر در محیط Matlab به عنوان یک ماتریس تعریف می‌شود.

$$F(x, y) = \begin{Bmatrix} F(1,1) & F(1,2) & \dots & F(1,N) \\ F(2,1) & F(2,2) & \dots & F(2,N) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ F(M,1) & F(M,2) & \dots & F(M,N) \end{Bmatrix}$$

ترکیب تابع و ماسک مورد استفاده برای تغییر درجه‌ی خاکستری را فیلتر می‌نامند. یک فیلتر خطی، با ضرب تمام مولفه‌های آن در مولفه‌های ماسک معرفی شده، به عنوان همسایه و سپس جمع مقادیر بدست آمده روی تصویر انجام می‌گیرد [4]. ما می‌خواهیم این عملیات را با سیستم اعداد مانده‌ای انجام دهیم.

سیستم اعداد مانده‌ای برحسب مجموعه‌ی پیمانانه‌هایی به صورت (m_i) $i=1, \dots, n$ تعریف می‌شوند که دوبره‌دو نسبت به هم اول هستند. به عبارتی

$$\text{GCD}(m_i, m_j) = 1, \quad i \neq j$$

که مقدار دهنده X در سیستم غیر وزنی اعداد مانده‌ای به صورت زیر نمایش داده می‌شود.

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$x_i = X \bmod m_i$$

$$\exists q \Rightarrow X = q_i \cdot m_i + x_i \quad \text{where } i = 1, 2, \dots, N$$

که x_i از باقیمانده‌ی تقسیم X بر m_i بدست می‌آید.

$$M = \prod_{i=1}^n m_i$$

است و عدد X در این سیستم می‌تواند به صورت $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ نمایش داده شود که $0 \leq x_i < m_i$ بوده و این مقدار برای هر عدد صحیح در این سیستم و $X \in [\alpha, M + \alpha)$ که α یک عدد صحیح است، منحصر به فرد است.

عملیات حسابی در سیستم اعداد مانده‌ای می‌تواند توسط دو گروه رده-بندی شوند یعنی عملیات مشکل و ساده. عملیات جمع و تفریق و ضرب در گروه عملیات ساده و تقسیم، تشخیص علامت و مقایسه مقادیر در گروه عملیات مشکل هستند [2]. عملیات جمع و تفریق در سیستم اعداد مانده‌ای عبارت است:

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$$

$$|X \pm Y|_M = \left(|x_1 \pm y_1|_{m_1}, |x_2 \pm y_2|_{m_2}, \dots, |x_n \pm y_n|_{m_n} \right)$$

و عملیات ضرب نیز در سیستم اعداد مانده‌ای عبارت است از:

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$$

$$|XY|_M = \left(|x_1 \cdot y_1|_{m_1}, |x_2 \cdot y_2|_{m_2}, \dots, |x_n \cdot y_n|_{m_n} \right)$$

در تبدیل سیستم اعداد مانده‌ای به سیستم وزنی نیز از قضیه‌ی باقیمانده‌چینی استفاده می‌کنیم.

$$X = \left\langle \sum_{i=1}^n (x_i N_i)_{m_i} * M_i \right\rangle_M$$

$$M = \prod_{i=1}^n m_i, \quad M_i = \frac{M}{m_i}$$

$$N_i = \left\langle M_i^{-1} \right\rangle_{m_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

در صورتی که تصویر دیجیتال، تصویری با درجات خاکستری باشد و بخواهیم عمل فیلترینگ در حیطه‌ی مکان را بر روی تصویر دیجیتال انجام دهیم، بایستی ماسک پیشنهاد شده را بر روی تصویر حرکت داده و در همسایگی مقادیر پیکسل‌های تصویر اعمال کنیم، با انجام این کار تصویر جدیدی خواهیم داشت که درجات خاکستری پیکسل‌های آن بر اساس ماسک مورد نظر محاسبه شده‌اند. روش کار به این صورت است که مقادیر ماسک را در تمام مولفه‌های همسایگی پیکسل هدف ضرب کرده و جمع مقادیر بدست آمده، مقدار پیکسل را در تصویر جدید مشخص می‌کند.

$$g(x, y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t) f(x + s, y + t)$$

که a و b اعداد صحیح مثبت هستند و $f(x, y)$ تابعی برای تصویر ورودی و $w(s, t)$ تابعی برای فیلتر ارائه شده و $g(x, y)$ تابعی برای مقادیر تصویر خروجی است [5].

به عنوان نمونه می‌توان مولفه‌های ماسک را 3×3 و به صورت زیر در نظر بگیریم:

$w(-1,-1)$	$w(-1,0)$	$w(-1,1)$
$w(0,-1)$	$w(0,0)$	$w(0,1)$
$w(1,-1)$	$w(1,0)$	$w(1,1)$

و دیگر پیکسل‌های متناظر تصاویر دارای مقادیری به شکل زیر باشند.

$f(x-1,y-1)$	$f(x-1,y)$	$f(x-1,y+1)$
$f(x,y-1)$	$f(x,y)$	$f(x,y+1)$
$f(x+1,y-1)$	$f(x+1,y)$	$f(x+1,y+1)$

حال دو ماتریس را متناظرأ در هم ضرب کرده و مقادیر را با هم جمع می‌کنیم.

$$\sum_{s=-1}^1 \sum_{t=-1}^1 w(s, t) f(x + s, y + t)$$

پس به طور کلی سه مرحله برای عمل فیلترینگ انجام می‌شود که شامل مراحل زیر است:

- موقعیت ماسک روی پیکسل جاری.
- ضرب مولفه‌های فیلتر در مولفه‌های متناظر همسایگی.
- جمع مقادیر بدست آمده.

یکی از فیلترهایی که برای تشخیص لبه استفاده می‌شود، فیلتر سوبل است.

$$P_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad P_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

شکل ۱: فیلترهای Sobel برای تشخیص لبه.

۳- طرح پیشنهادی در حوزه مکان

با توجه به اینکه در فیلترکردن تصاویر دیجیتال، فقط به استفاده از عملگرهای جبری جمع و ضرب بر روی مقادیر تصاویر دیجیتال بسنده شده است، بنابراین می‌توان عملیات فیلترینگ مربوط به تصاویر دیجیتال در حوزه مکان را با استفاده از سیستم اعداد مانده‌ای انجام داد. با توجه به اینکه تعداد مقادیر پیکسل‌های موجود در یک تصویر دیجیتال زیاد است. بنابراین عمل فیلترینگ تصاویر دیجیتال، نیاز به عملیات زیادی از ضرب و جمع مقادیر پیکسل‌های موجود با مقادیر متناظر ماسک دارد.

بدینوسیله می‌توان نتیجه گرفت که پیاده‌سازی عمل فیلترینگ، یا به طور کلی عملیات مربوط به پردازش تصاویر دیجیتال، نیاز به سربار زیادی در سرعت پردازش و توان مصرفی خواهد داشت [8]. بنابراین بایستی به دنبال راه‌حلی باشیم تا این عملیات پردازش که بیشتر عملیات ضرب و جمع مقادیر پیکسل‌های تصاویر است، با سرعت بالا انجام گیرد. توجه به این نکته هم که مقادیر مولفه‌های تصاویر (پیکسل‌ها) در بازه‌ی محدودی، به عنوان مثال، در تصاویر با درجات خاکستری بین صفر تا ۲۵۵ هستند، ما را برآن می‌دارد که از سیستم اعداد مانده‌ای که یکی از ویژگی‌های آن، سرعت بالای انجام اعمال پردازش در محدوده‌ای از اعداد است، استفاده نماییم. سیستم اعداد مانده‌ای بیشتر در کاربردهایی که در یک محدوده از اعداد، اعمال جمع و تفریق و ضرب در آن، بیشتر تکرار شده‌اند، بسیار کاربرد دارد که بسیاری از آنها به داشتن سرعت بالای پردازش، کم بودن توان مصرفی و بالا بردن امنیت در آنها بستگی دارد. به این منظور استفاده از آن در تکنولوژی مدارات مجتمع با مقیاس خیلی بالا (VLSI) از اهمیت بالایی برای پردازش تصاویر دیجیتال برخوردار است [9]. معماری‌های سیستم اعداد مانده‌ای را می‌توان توسط مدارات ترکیبی، درون حافظه‌های LUT یا ترکیبی از آنها بکار ببریم. بدلیل اینکه سیستم اعداد مانده‌ای هیچ کرای پیوسته ندارد به همین خاطر عملیات را بنا به داشتن محدوده‌ی نمایش و جدول جستجو با سرعت بالا انجام می‌دهد که بهره‌ی سرعت بالا توسط سیستم اعداد مانده‌ای به صورت موازی برای مصرف توان کم برای عملیات فیلترینگ تصاویر دیجیتال می‌تواند مفید باشد.

پس می‌توان گفت که با استفاده از قضیه باقیمانده‌ی چینی و جدول جستجو و بعضی از محدودیت، بر روی اعداد (پیمانه نسبی دویه‌دو و محدوده‌ی پویا) می‌توان عملیات را بر روی اعداد با راه‌های مختلف بدون از دست دادن اطلاعات آنها انجام داد، که مقادیر پیکسل‌ها در تصاویر دیجیتال دارای محدودیت بین صفر تا ۲۵۵ بوده که انجام این عملیات را با این سیستم به راحتی میسر می‌نماید.

در تبدیل مقادیر از سیستم مانده‌ای به سیستم اعداد وزنی می‌توان از قضیه‌ی باقیمانده‌ی چینی اصلاح شده استفاده کرد، که در CRT معمولی، محدوده‌ی پویای M برای مقادیر بزرگ، کارایی کمتری را برای پیاده‌سازی دارد. بنابراین می‌توان از CRT اصلاح شده با

مجموعه‌ی پیمانه‌های کاهش یافته استفاده کنیم که محدوده‌ی پویای

$M = \prod_{i=1}^n m_i$ در CRT معمولی را به محدوده‌ی پویای $M = \prod_{i=2}^n m_i$ کاهش می‌دهد، که باعث افزایش سرعت، کارایی و کاهش توان مصرفی می‌شود [6][7].

$$X = x_1 + p_1 \left| \sum_{i=1}^m w_i x_i' \right|_{p_2 \dots p_m}$$

$$w_i = \frac{N_1 \left| N_1^{-1} \right|_{p_1} - 1}{p_1}, \quad w_i = \frac{N_i}{p_1}, \quad \text{for } i = 2, 3, \dots, m,$$

$$x_i' = x_i, \quad \text{and} \quad x_i' = \left| N_i^{-1} x_i \right|_{p_i}, \quad \text{for } i = 2, 3, \dots, m.$$

۳-۱- طراحی مدارات تبدیل (B/R & R/B)

برای انجام عملیات پردازش تصاویر با استفاده از سیستم اعداد مانده‌ای، نیاز به مولدهای سیستم اعداد دودویی به سیستم اعداد مانده‌ای و برعکس الزامی است. بنابراین بایستی مداراتی طراحی نماییم که ابتدا مقادیر پیکسل‌های تصاویر را دریافت کرده و به سیستم اعداد مانده‌ای تبدیل نماید و سپس اعمال پردازش تصاویر دیجیتال را که عمل فیلترینگ می‌باشد را بر روی مقادیر مانده‌ای انجام دهد و سپس مقادیر پیکسل‌های تصویر جدید را که به صورت مانده‌ای است، بایستی به سیستم اعداد دودویی تبدیل نمایند.

بنابراین این بخش به سه قسمت اصلی تقسیم می‌شود:

الف- تبدیل مقادیر پیکسل‌های سیستم وزن‌دار به سیستم اعداد مانده‌ای (مولد B/R).

ب- انجام عملیات پردازش تصاویر با سرعت بالا در محدوده‌ی پویای سیستم اعداد مانده‌ای.

ج- تبدیل مقادیر پیکسل‌های سیستم اعداد مانده‌ای به سیستم وزن‌دار دودویی (مولد R/B).

قسمت الف یعنی تبدیل از سیستم اعداد وزن‌دار به سیستم اعداد مانده‌ای شامل مراحل زیر است:

۱- خواندن مقادیر پیکسل‌های تصاویر دیجیتال اصلی به صورت اعداد دودویی.

۲- انتخاب پیمانه‌ی مناسب برای سیستم اعداد مانده‌ای که محدوده‌ی مقادیر پیکسل‌های تصاویر دیجیتالی مورد نظر را پوشش دهد.

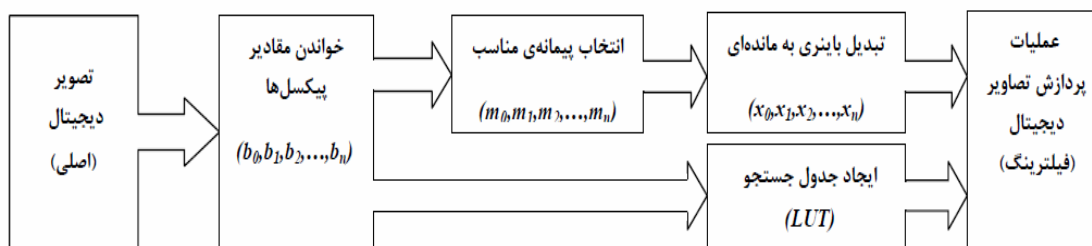
۳- ایجاد جدول جستجوی (LUT) برای پردازش سریعت.

۴- بردن مقادیر پیکسل‌های تصاویر دیجیتالی به مقادیر سیستم اعداد مانده‌ای با پیمانه‌ی انتخاب شده در مرحله دوم.

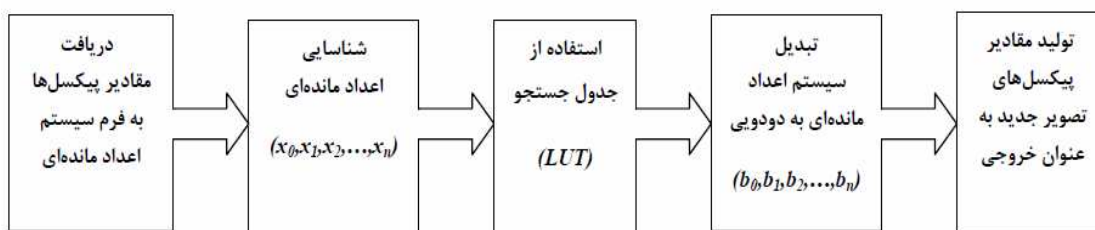
بلوک دیاگرام مولد B/R در شکل ۲ نشان داده شده است.

قسمت ب یعنی عملیات پردازش تصاویر دیجیتال که در این مقاله به عملیات فیلترینگ اختصاص داده شده است در فرم سیستم اعداد مانده‌ای انجام می‌گیرد.

قسمت ج یعنی تبدیل مقادیر پیکسل‌های تصاویر دیجیتال از سیستم



شکل ۲: طرح پیشنهادی برای مولد B/R (تبدیل از سیستم اعداد دودویی به سیستم اعداد مانده‌ای).



شکل ۳: طرح پیشنهادی برای مولد R/B (تبدیل از سیستم اعداد مانده‌ای به سیستم اعداد دودویی).

خاکستری در بازه‌ی محدودی، بین صفر تا ۲۵۵ هستند، بنابراین برای استفاده از سیستم اعداد مانده‌ای بایستی مجموعه‌ی پیمانه‌ای را انتخاب نماییم که این مقادیر پیکسل‌های تصاویر دیجیتالی را بتواند پوشش داده و در ضمن دارای امنیت نسبی بالایی برای انتقال مقادیر پیکسل‌ها در پیمانه‌ی انتخاب شده باشند.

بنابراین مناسبترین مجموعه‌ی پیمانه‌ی انتخابی در مورد عملیات پردازش تصاویر دیجیتال می‌تواند مجموعه پیمانه‌ی $\{2^{n-1}+1, 2^n\}$ باشد، که با قرار دادن $n=3$ مجموعه‌ی پیمانه‌ی $\{5, 7, 8\}$ را خواهیم داشت. این مجموعه‌ی پیمانه دارای محدوده‌ی پیمانه‌ی پویای $M=5*7*8=280$ یعنی $[0, M)$ می‌باشد که قابلیت پوشش محدوده‌ی نمایشی مقادیر پیکسل‌های تصاویر دیجیتال را دارد.

۴- مقایسه و شبیه‌سازی

با توجه به اینکه تعداد جمع و ضرب در پیاده‌سازی عملیات فیلترینگ تصاویر دیجیتال بسیار زیاد است، بنابراین بیشتر مقایسات انجام گرفته شده براساس زمان اجرای انجام این محاسبات است. اگر هر تأخیر کری را برابر δ در نظر بگیریم، انجام محاسبات جمع برای سیستم اعداد دودویی که نیاز به هشت بیت برای نمایش پیکسل‌های تصاویر خاکستری دارند تأخیری برابر 8δ خواهد داشت. اما تأخیر محاسبات جمع برای مجموعه پیمانه‌ی انتخابی برای تصاویر دیجیتال یعنی $\{5, 7, 8\}$ برابر ماکزیمم پیمانه یعنی 3δ می‌باشد. در جدول (۱) مقایسه‌ای بر معیارهای کارایی سیستم اعداد مانده‌ای با سیستم‌های اعداد دودویی که برای پردازش تصاویر دیجیتال استفاده شده‌اند، نشان داده شده است.

نرم افزاری که برای شبیه‌سازی در نظر گرفته شده است نرم‌افزار Matlab می‌باشد. ما عملیات فیلترینگ را با دریافت مقادیر ماسک که برای بارزسازی تصاویر دیجیتال بکار می‌رود، ابتدا به مانده‌ای تبدیل

اعداد مانده‌ای به سیستم اعداد وزنی نیز دارای مراحل زیر است:

- ۱- دریافت مقادیر پیکسل‌ها به فرم سیستم اعداد مانده‌ای.
 - ۲- شناسایی اعداد مانده‌ای.
 - ۳- تبدیل هر عدد مانده‌ای به فرم اصلی خود با استفاده از جدول جستجوی (LUT).
- بلوک دیاگرام مولد R/B در شکل ۳ نشان داده شده است.

۲-۳- جدول جستجو

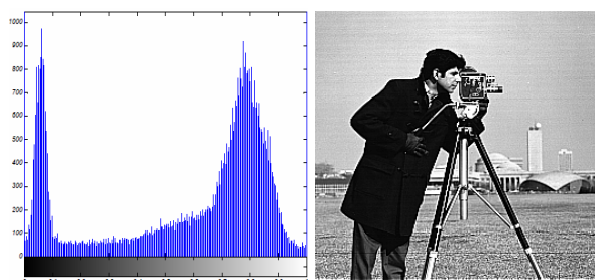
جدول جستجو در واقع در تبدیل از سیستم اعداد مانده‌ای به سیستم اعداد وزنی نقش مهمی را برای پیاده‌سازی عملیات پردازشی با سرعت بالا ایفا می‌کند. این تبدیل می‌تواند توسط دو روش انجام گیرد، یکی توسط توابع بولی و دیگری با استفاده از جدول جستجوی. روش استفاده از جدول جستجوی خیلی سریعتر از توابع بولی است و برای کاربرد آن در فیلترینگ تصاویر دیجیتال بسیار مناسب است، جدول جستجوی در قسمت الف در زمان تبدیل از سیستم اعداد وزنی به سیستم مانده‌ای فقط برای مقادیر پیکسل‌های موجود در تصویر دیجیتال ایجاد شده و در قسمت ج در زمان تبدیل از سیستم اعداد مانده‌ای از مقادیر پیکسل‌های تصویر جدید به سیستم اعداد وزنی استفاده می‌شود که به بالطبع باعث تبدیل سریعتر مقادیر می‌گردد.

۳-۳- انتخاب مجموعه پیمانه

از بحث‌های دیگر در طراحی و پیاده‌سازی مدارات مولدهای R/B و B/R می‌تواند انتخاب پیمانه‌ی مناسب در آن باشد، که تعداد زیادی انتخاب، برای مجموعه‌ی پیمانه‌های RNS وجود دارد [11]. اهمیت انتخاب پیمانه به علت پویایی محدوده و بالا بردن سرعت پردازش و پیاده‌سازی خوب مدارات VLSI آن می‌تواند بسیار مهم باشد. با توجه به اینکه مقادیر مولفه‌های تصاویر (پیکسل‌ها) در تصاویر با درجات

جدول ۱: مقایسه معیارهای کارایی برای سیستم‌های نمایشی قابل پیاده‌سازی برای تصاویر دیجیتال.

توان مصرفی	سرعت محاسبات	تاخیر	باینری
بیشتر	ماکزیمم (ماکزیمم تعداد بیت‌ها) 8δ	بیشتر	
معمولی	مینیمم (ماکزیمم تعداد بیت‌ها در مجموعه پیمانه‌ای انتخابی) 3δ	کمتر	سیستم/اعداد مانده‌ای



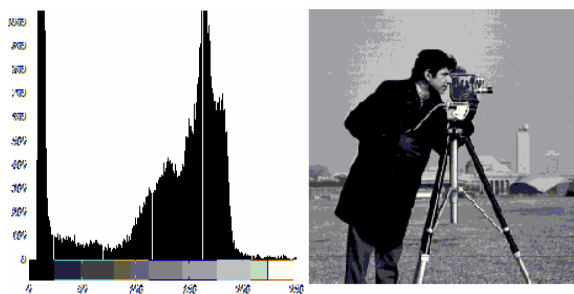
شکل ۵: خروجی مولد R/B و هیستوگرام آن بعد از عملیات فیلترینگ (بارسازی تصویر)

کرده و بر روی مقادیر پیکسل‌های تصویر دیجیتال در سیستم مانده‌ای اعمال نموده و حاصل عملیات به شکل خروجی، همراه با هیستوگرام هایش برای دو تصویر ورودی و خروجی از مولد، نشان داده شده است. ورودی تصویر دیجیتالی برای پردازش تصویر و هیستوگرام این تصویر در شکل ۴ نشان داده شده است. بعد از اجرا و اعمال عملیات پردازش، خروجی برنامه برای تصویر مورد نظر و مقادیر ماسک ارائه شده، و هیستوگرام آن در شکل ۵ نشان داده شده است.

۵- نتیجه‌گیری

عملیات پردازش تصویر با توجه به اینکه بر روی مقادیر پیکسل‌های تصاویر انجام می‌گیرد و تعداد پیکسل‌ها در تصویر مورد پردازش برای تصاویر با کیفیت بالا خیلی بیشتر است بنابراین هر عمل پردازشی نیاز به انجام محاسبات جبری زیادی خواهند داشت.

در این مقاله، ما روی کاربرد RNS در پردازش تصویر دیجیتال مطالعه کردیم و یک طرح مولدهای B/R و R/B را پیشنهاد کردیم که به پیاده‌سازی VLSI پرسرعت و کم‌مصرف برای پردازش تصاویر دیجیتال منجر می‌شود. انجام عملیات فیلترینگ تصاویر دیجیتال در سیستم اعداد مانده‌ای و انتخاب پیمانه‌ای مناسب و تبدیل از سیستم اعداد مانده‌ای با قضیه باقیمانده‌ی چینی اصلاح شده و جدول جستجوی باعث تسریع سرعت انجام عملیات می‌شود. نتایج شبیه‌سازی Matlab، توانایی طرح پیشنهادی را برای عمل فیلترینگ تصاویر ارائه شده نشان می‌دهد.



شکل ۴: تصویر اصلی "Cameraman.tif" و هیستوگرام آن (ورودی مولد B/R)

مراجع

- [1] Parhami, B. 2000, *Computer Architecture: Algorithms and Hardware Designs: Complete Edition*, Oxford: University Press, New York, USA, PP: 5-40. ISBN: 0-19-512583-5.
- [2] MI LU, "Arithmetic and Logic in Computer Systems", Texas A&M University, 2004.
- [3] Omondi, A. and Benjamin Premkumar, *Residue Number System, Theory and Implementation*, 2007.
- [4] Gonzalez, R. C. and R. E. Woods. "Digital Image Processing". 2nd ed. Prentice Hall, 2002.
- [5] Mc Andrew, Alasdair, "An Introduction to Digital Image Processing With Matlab"
- [6] Wei Wang, M.N.S. Swamy, "RNS Application for Digital Image Processing" Department of Electrical & Computer Engineering, the University of Western Ontario, London, Ontario, Canada N6G 1H1.
- [7] A. Ammar, A. Al Kabbany, M. Youssef and A. Emam, "A secure image coding scheme using residue number system," in *Proceedings of the 18th National Radio Science Conference, Egypt*, pp. 339-405, March 27-29, 2001.
- [8] K. Konstantinides and V. Bhaskaran, "Monolithic architectures for image processing and compression," *IEEE Computer Graphics & Applications*, pp. 75-86, Nov. 1992.
- [9] Pirsch, P. and H-J. Stolberg, "VLSI implementations of image and video multimedia processing systems," *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 8, no. 7, pp. 878-891, Nov. 1998.
- [10] M. Hosseinzadeh, K. Navi and S. Gorgin, A New Moduli Set for Residue Number System {rn-2, rn-1, rn}, *International Conference on Electrical Engineering 11 – 12 April 2007 University of Engineering and Technology Lahore (Pakistan)*, (2007).
- [11] Freking, W. L. and K. K. Parhi, "Low-power FIR digital filters using residue arithmetic", in *Proceedings IEEE International Symposium on Circuits and Systems*, pp. 739-743, 1998.