

به نام خدا



# طراحی سیستم‌های دیجیتال

گزارش پروژه

دانشکده مهندسی کامپیوتر

دانشگاه صنعتی شریف

---

استاد:

فرشاد بهاروند

اعضای گروه:

عماد زین‌اوقلی، مازیار شمسی‌پور، بردیا محمدی

جواد هزاره، پویا یوسفی

نیم سال دوم ۹۹-۰۰

# فهرست

## شرح وظایف

۲

مقدمه

۳

تعریف الگوریتم . . . . . ۳

قراردادهای ریاضی . . . . . ۴

نحوه‌ی عملکرد از نظر مساحت و تایمینگ . . . . . ۴

استاندارد IEEE 754 . . . . . ۴

مراجع مورد استفاده . . . . . ۵

## توصیف معماری سیستم

۶

اینترفیس‌های سیستم و قرارداد استفاده از آن . . . . . ۶

دیاگرام‌های بلوکی سخت‌افزار . . . . . ۶

توصیف ماجول‌ها . . . . . ۶

ساختار درختی سیستم . . . . . ۶

## روند شبیه‌سازی و نتایج حاصل

۷

توصیف TestBench‌ها . . . . . ۷

توصیف روند کلی شبیه‌سازی . . . . . ۷

توصیف Golden Model . . . . . ۷

مقایسه‌ی خروجی‌های نهایی با Golden Model . . . . . ۷



## شرح وظایف



## مقدمه

### تعریف الگوریتم

الگوریتم مورد استفاده الگوریتم ضرب ماتریسی Cannon می‌باشد در این الگوریتم با تقسیم کردن ماتریس‌های ورودی و خروجی به بلاک‌های  $k * k$  که در آن  $k$  عدد ثابتی می‌باشد می‌خواهیم با داشتن تعدادی پردازنده که به صورت موازی کار می‌کنند عملیات ضرب ماتریسی را بهبود ببخشیم. به طور مثال ماتریس‌ها زیر را در نظر بگیرید:

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1\mu} \\ \vdots & \ddots & & \vdots \\ A_{\lambda 1} & A_{\lambda 2} & \dots & A_{\lambda \mu} \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & \dots & B_{1\gamma} \\ \vdots & \ddots & & \vdots \\ B_{\mu 1} & B_{\mu 2} & \dots & B_{\mu \gamma} \end{bmatrix} \quad (1)$$

که در آن هر  $A_{ij} B_{ij}$  یک بلاک  $k * k$  می‌باشد. (توجه می‌کنیم که سائز ماتریس‌ها اگر بخش‌پذیر به  $k$  نباشد با اضافه کردن صفر آن را بخش‌پذیر می‌کنیم) با این اوصاف طبق قاعده‌ی ضرب بلوکی می‌دانیم که بلاک  $C_{ij}$  در ماتریس جواب از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$C_{ij} = \sum_{x=0}^{\mu} A_{ix} B_{xj} \quad (2)$$

با داشتن تعداد تعداد مشخصی ضرب کننده‌ی ماتریسی  $k * k$  می‌توانیم این به طور موازی با استفاده از آنها حاصل نهایی  $A \times B$  را محاسبه کنیم.



## قراردادهای ریاضی

توجه می‌کنیم که در ادامه‌ی این گزارش و توضیحات لازمه در نظر می‌گیریم که ماتریس‌های ورودی  $A_{mr}$  و  $B_{rn}$  خواهند بود و بنابراین ماتریس خروجی به صورت  $A_{mr} \times B_{rn} = C_{mn}$  خواهد بود. همچنین لازم است که توجه داشته باشید که وقتی ماتریس‌ها را به فرم بلوکی می‌نویسیم مقادیر زیر را تعریف می‌کنیم:

$$\mu = \left\lceil \frac{r}{k} \right\rceil \quad (آ۳)$$

$$\lambda = \left\lceil \frac{m}{k} \right\rceil \quad (ب۳)$$

$$\gamma = \left\lceil \frac{n}{k} \right\rceil \quad (ج۳)$$

از این نمادها به کرات در طول گزارش استفاده خواهد شد. توجه می‌کنیم که علت اینکه سقف این حاصل تقسیم‌ها را در نظر گرفتیم همان است که اگر اندازه‌ی ماتریس‌ها بر  $k$  بخش پذیر نباشد با اضافه کردن صفر به انتهای آن باعث بخش پذیری می‌شویم.

## نحوه‌ی عملکرد از نظر مساحت و تایمینگ

از آنجایی که هر ضرب کننده‌ی ماتریسی در حدود  $k^3$  کلاک سایکل زمان می‌برد و محاسبه‌ی هر بلوک  $C_{ij}$  با توجه به معادله ۲ به  $\mu$  بار به ضرب ماتریسی نیاز دارد. همچنین برای محاسبه‌ی تمام بلوک‌ها باید  $\lambda\gamma$  بار محاسبات بالا را انجام دهیم با این حال اگر فرض کنیم که تعداد پردازنده‌ها  $p$  باشد آنگاه می‌توانیم ببینیم که تعداد کلاک سایکل‌ها تقریباً برابر با عبارت زیر است:

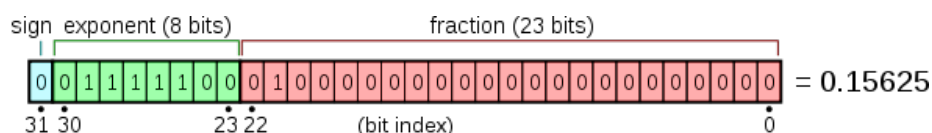
$$\frac{\lambda\gamma\mu k^2}{\text{\#number of PU}} = \frac{\lambda\gamma\mu k^2}{p} \quad (۴)$$

## استاندارد IEEE 754

محاسبات در این پروژه از استاندارد IEEE 754 - Single-precision floating-point پیروی می‌کند که به طور مختصر به شرح آن می‌پردازیم.



در این استاندارد اعداد اعشار با سه بخش sign ، fraction ، exponent مشخص می‌شوند که سهم هر یک از آنها مانند مثال زیر است:



و هر عدد طبق فرمول زیر به این نمایش در می‌آید:

$$\text{value} = (-1)^{\text{sign}} \times 2^{(E-127)} \times \left(1 + \sum_{i=1}^{23} b_{23-i} 2^{-i}\right) \quad (5)$$

مراجع مورد استفاده



## توصیف معماری سیستم

اینترفیس‌های سیستم و قرارداد استفاده از آن

دیاگرام‌های بلوکی سخت‌افزار

توصیف ماژول‌ها

ساختار درختی سیستم



## روند شبیه‌سازی و نتایج حاصل

توصیف TestBench ها

توصیف روند کلی شبیه‌سازی

توصیف Golden Model

مقایسه‌ی خروجی‌های نهایی با Golden Model