



فهرست

پیشگفتار ۱۵

بخش اول : مفاهیم موازی سازی، اصول و تکنیک ها

فصل اول : توسعه سیستم های کامپیوتری ۱۹

۱-۱ روند تکامل سخت افزار ۲۰

۱-۱-۱ پیدایش ماشین های محاسباتی ساده ۲۰

۲-۱-۱ طراحی ماشین های محاسباتی توسط دانشمندان ۲۰

۳-۱-۱ کارت های پانچ ۲۱

۴-۱-۱ دستگاه تفاضلی و تحلیلی اعداد ۲۱

۵-۱-۱ پیشرفت در استفاده از کارت های پانچ ۲۲

۶-۱-۱ پیدایش شرکت IBM ۲۲

۲-۱ نسل های کامپیوتر ۲۳

۳-۱ روند تکامل ریزپردازنده های Intel ۲۳

۴-۱ تشخیص تعداد هسته های پردازنده یک کامپیوتر ۲۵

۵-۱ روند تکامل نرم افزار ۲۷

۶-۱ نتیجه گیری ۲۸

۲۸ تمرین‌ها

۳۱ فصل دوم : پردازش موازی

۳۳ ۱-۲ انگیزه‌ی موازی‌سازی

۳۳ ۱-۱-۲ توان محاسباتی

۳۳ ۲-۱-۲ سرعت حافظه/دیسک

۳۴ ۳-۱-۲ ارتباطات داده‌ای

۳۴ ۲-۲ مدل‌های پردازش

۳۴ ۱-۲-۲ پردازش سریال

۳۵ ۲-۲-۲ پردازش موازی

۳۵ ۳-۲ طبقه‌بندی فلین

۳۶ ۱-۳-۲ معماری یک دستورالعمل، یک داده

۳۷ ۲-۳-۲ معماری یک دستورالعمل، چند داده

۳۸ ۳-۳-۲ معماری چند دستورالعمل، یک داده

۳۸ ۴-۳-۲ معماری چند دستورالعمل، چند داده

۳۹ ۴-۲ انواع مدل‌های پردازش موازی

۳۹ ۱-۴-۲ مدل ماشین

۳۹ ۲-۴-۲ مدل معماری

۴۰ ۳-۴-۲ مدل محاسباتی

۴۱ ۴-۴-۲ مدل برنامه‌نویسی

۴۱ ۵-۲ الگوریتم‌های موازی

۴۱ ۱-۵-۲ الگوریتم

۴۲ ۲-۵-۲ مدل‌های طراحی الگوریتم‌های موازی

۴۲ ۱-۲-۵-۲ مدل تولید فرایند یا نخ

۴۲ ۲-۲-۵-۲ مدل انشعاب - الحاق

۴۲ ۳-۲-۵-۲ مدل شروع پاراگراف - پایان پاراگراف

۴۳ ۴-۲-۵-۲ مدل یک برنامه، چند داده

۴۳ ۵-۲-۵-۲ مدل کارفرما - کارگر

۴۳ ۶-۲-۵-۲ مدل خدمتگزار - مشتری

۴۴ ۷-۲-۵-۲ مدل پردازش خط لوله

۴۵ ۸-۲-۵-۲ مدل مخزن وظیفه

۴۶ ۹-۲-۵-۲ مدل تولید کننده - مصرف کننده

۴۶ ۶-۲ دامنه‌ی محاسبات موازی

۴۶ ۱-۶-۲ برنامه‌های کاربردی در مهندسی و طراحی

۴۷	برنامه‌های کاربردی علمی..... ۲-۶-۲
۴۷	برنامه‌های کاربردی تجاری..... ۳-۶-۲
۴۷	برنامه‌های کاربردی در سیستم‌های کامپیوتری..... ۴-۶-۲
۴۸	نتیجه‌گیری..... ۷-۲
۴۸	تمرین‌ها..... ۴۸

فصل سوم : نحوه موازی‌سازی الگوریتم‌ها ۴۹

۵۰	۱-۳ سطوح موازی‌سازی..... ۱-۱-۳
۵۰	موازی‌سازی در سطح دستورالعمل..... ۱-۱-۳
۵۲	موازی‌سازی در سطح داده..... ۲-۱-۳
۵۲	موازی‌سازی در سطح حلقه..... ۳-۱-۳
۵۳	موازی‌سازی در سطح تابع..... ۴-۱-۳
۵۳	موازی‌سازی الگوریتم‌های سریال..... ۲-۳
۵۷	تکنیک‌های تجزیه..... ۳-۳
۵۷	تجزیه بازگشتی..... ۱-۳-۳
۵۹	تجزیه داده‌ای..... ۲-۳-۳
۶۶	انتخاب وظایف و نگاشت آنها به پردازنده‌ها..... ۴-۳
۶۹	تکنیک‌های بهینه‌سازی کامپایلر..... ۵-۳
۶۹	ترکیب حلقه..... ۱-۵-۳
۷۰	تعویض حلقه..... ۲-۵-۳
۷۰	مورب‌سازی حلقه..... ۳-۵-۳
۷۱	کاشی کاری فضای تکرار..... ۴-۵-۳
۷۲	گشودن حلقه..... ۵-۵-۳
۷۳	آزادسازی حلقه..... ۶-۵-۳
۷۳	نرمال‌سازی حلقه..... ۷-۵-۳
۷۳	معکوس‌سازی حلقه..... ۸-۵-۳
۷۴	نتیجه‌گیری..... ۶-۳
۷۴	تمرین‌ها..... ۷۴

فصل چهارم : مدل‌های برنامه‌نویسی موازی ۷۷

۷۸	مدل یک دستورالعمل چند داده..... ۱-۴
۷۹	مدل برنامه‌نویسی OpenMP..... ۲-۴
۸۲	مدل برنامه‌نویسی MPI..... ۳-۴
۸۲	رابطه ارسال پیام (MPI)..... ۱-۳-۴

۸۴	..... مفاهیم اصلی MPI	۲-۳-۴
۸۴	..... حافظه توزیع شده	۱-۲-۳-۴
۸۵	..... تبادل پیام	۲-۲-۳-۴
۸۵	..... فرایندها	۳-۲-۳-۴
۸۵	..... کتابخانه تبادل پیام	۴-۲-۳-۴
۸۵	..... ارسال/دریافت	۵-۲-۳-۴
۸۶	..... هم زمانی/ناهم زمانی	۶-۲-۲-۴
۸۶	..... بافر برنامه کاربردی	۷-۲-۳-۴
۸۶	..... بافر سیستم	۸-۲-۳-۴
۸۶	..... ارتباط مسدودکننده	۹-۲-۳-۴
۸۶	..... ارتباطات غیر مسدودکننده	۱۰-۲-۳-۴
۸۶	..... پیام‌دهنده‌ها و گروه‌ها	۱۱-۲-۳-۴
۸۶	..... رتبه	۱۲-۲-۳-۴
۸۷	..... مدل برنامه‌نویسی Open MPI	۴-۴
۸۸	..... مدل برنامه‌نویسی POSIX Threads	۵-۴
۸۹	..... مدل‌های برنامه‌نویسی موازی ناهمگن	۶-۴
۹۰	..... محاسبات همه منظوره بر روی GPU	۱-۶-۴
۹۰	..... مدل برنامه‌نویسی GPU	۲-۶-۴
۹۲	..... مدل برنامه‌نویسی OpenCL	۷-۴
۹۳	..... مدل زیرساخت OpenCL	۱-۷-۴
۹۳	..... مدل اجرای OpenCL	۲-۷-۴
۹۶	..... مدل حافظه OpenCL	۳-۷-۴
۹۷	..... مدل برنامه‌نویسی OpenCL	۴-۷-۴
۹۷	..... مدل برنامه‌نویسی موازی داده‌ای	۱-۴-۷-۴
۹۸	..... مدل برنامه‌نویسی موازی وظیفه‌ای	۲-۴-۷-۴
۹۸	..... شباهت‌های OpenCL و CUDA	۵-۷-۴
۹۹	..... مدل برنامه‌نویسی مبتنی بر دستور سطح بالا بر روی GPU	۶-۷-۴
۱۰۰	..... موازی‌سازی الگوریتم ضرب ماتریس در هر یک از مدل‌های برنامه‌نویسی موازی	۸-۴
۱۰۰	..... الگوریتم سریال ضرب ماتریس	۱-۸-۴
۱۰۲	..... الگوریتم‌های موازی ضرب ماتریس	۲-۸-۴
۱۰۲	..... الگوریتم موازی مربوط به مدل برنامه‌نویسی SIMD	۱-۲-۸-۴
۱۰۴	..... الگوریتم موازی مربوط به مدل برنامه‌نویسی SIMD+OpenMP	۲-۲-۸-۴
۱۰۵	..... الگوریتم موازی مربوط به مدل برنامه‌نویسی MPI	۳-۲-۸-۴

۱۱۱.....	۴-۲-۸-۴ الگوریتم موازی مربوط به مدل ناهمگن برنامه‌نویسی OpenCL.....
۱۱۳.....	۹-۴ نتیجه‌گیری.....
۱۱۴.....	تمرین‌ها.....

بخش دوم: اصول GPU و برنامه‌نویسی بر روی آن

فصل پنجم: معماری GPU..... ۱۱۷

۱۱۸.....	۱-۵ معماری برخی از کامپیوترهای کنونی.....
۱۲۴.....	۲-۵ معماری کلی واحد پردازشگر گرافیکی.....
۱۲۸.....	۳-۵ تاریخچه GPU.....
۱۳۰.....	۴-۵ تفاوت CPU و GPU.....
۱۳۴.....	۵-۵ نسل‌های مختلف GPU.....
۱۳۵.....	۱-۵-۵ قابلیت محاسباتی ۱.x.....
۱۳۶.....	۲-۵-۵ قابلیت محاسباتی ۲.x.....
۱۴۰.....	۳-۵-۵ قابلیت محاسباتی ۳.x.....
۱۴۱.....	۴-۵-۵ قابلیت محاسباتی ۵.x.....
۱۴۳.....	۵-۵-۵ قابلیت محاسباتی ۶.x.....
۱۴۷.....	۶-۵ کاربردهای GPU.....
۱۴۷.....	۱-۶-۵ جلوه‌های ویژه یا افکت‌های فیلم‌های سینمایی و انیمیشن.....
۱۴۸.....	۲-۶-۵ اقتصادی و مالی.....
۱۴۸.....	۳-۶-۵ پزشکی.....
۱۴۹.....	۴-۶-۵ صنایع دفاعی و دولتی.....
۱۴۹.....	۵-۶-۵ امنیت.....
۱۵۰.....	۶-۶-۵ سیستم‌های جغرافیایی.....
۱۵۰.....	۷-۶-۵ نفت و گاز.....
۱۵۱.....	۸-۶-۵ الکترومغناطیس.....
۱۵۱.....	۷-۵ نتیجه‌گیری.....
۱۵۱.....	تمرین‌ها.....

فصل ششم: مفهوم موازی سازی از منظر GPU..... ۱۵۳

۱۵۵.....	۱-۶ مسائل سریال/موازی.....
۱۵۶.....	۲-۶ همروندی و ویژگی محلی بودن.....
۱۵۶.....	۱-۲-۶ همروندی عملیات.....
۱۵۸.....	۲-۲-۶ ویژگی محلی بودن.....

۱۶۱	..... CUDA و NVIDIA	۳-۶
۱۶۲	..... سخت افزار GPU	۴-۶
۱۶۴	..... انواع موازی سازی در GPU	۵-۶
۱۶۴	..... موازی سازی مبتنی بر وظیفه. ۱-۵-۶	
۱۶۶	..... موازی سازی مبتنی بر داده. ۲-۵-۶	
۱۶۸	..... نتیجه گیری	۶-۶

فصل هفتم : راه اندازی CUDA ۱۷۱

۱۷۲	..... Visual Studio	۱-۷
۱۷۵	..... نصب اشکال زدا	۲-۷
۱۷۹	..... مدل کامپایل	۳-۷
۱۸۰	..... نتیجه گیری	۴-۷

فصل هشتم : آشنایی با مفاهیم شبکه ها، بلاک ها و نخ ها ۱۸۱

۱۸۲	..... CUDA	۱-۸
۱۸۲	..... تجزیه مسئله	۲-۸
۱۸۴	..... نخ بندی در GPU	۳-۸
۱۸۶	..... نگاهی به سخت افزار	۴-۸
۱۸۹	..... کرنل های CUDA	۵-۸
۱۹۰	..... بلاک ها	۶-۸
۱۹۲	..... آرایش بلاک ها. ۱-۶-۸	
۱۹۷	..... شبکه ها	۷-۸
۱۹۸	..... گام و آفست. ۱-۷-۸	
۲۰۰	..... اندیس های نخ X و Y. ۲-۷-۸	
۲۰۷	..... تار	۸-۸
۲۰۸	..... انشعاب (شرط). ۱-۸-۸	
۲۰۹	..... بهره برداری از GPU. ۲-۸-۸	
۲۱۰	..... زمان بندی بلاک	
۲۱۲	..... نتیجه گیری	
۲۱۳	..... تمرین ها	

فصل نهم : مدیریت حافظه توسط CUDA ۲۱۵

۲۱۷	..... حافظه نهان	۱-۹
۲۱۹	..... کاربرد رجیسترها	۲-۹

۲۲۹.....	حافظه‌ی اشتراکی	۳-۹
۲۳۰.....	مرتب‌سازی با استفاده از حافظه‌ی اشتراکی	۱-۳-۹
۲۳۴.....	مرتب‌سازی مبنایی	۲-۳-۹
۲۴۰.....	ادغام لیست‌ها	۳-۳-۹
۲۴۵.....	ادغام چندین بردار به روش موازی	۴-۳-۹
۲۴۷.....	کاهش موازی	۵-۳-۹
۲۵۰.....	حافظه‌ی اشتراکی در انواع GPU	۶-۳-۹
۲۵۱.....	خلاصه حافظه اشتراکی	۷-۳-۹
۲۵۱.....	حافظه ثابت	۴-۹
۲۵۲.....	ویژگی ذخیره محتوا در حافظه نهان توسط حافظه ثابت	۱-۴-۹
۲۵۲.....	دستگاه‌های با قابلیت محاسباتی ۱.x	۱-۱-۴-۹
۲۵۳.....	دستگاه‌های با قابلیت محاسباتی ۲.x و بالاتر	۲-۱-۴-۹
۲۵۴.....	ویژگی انتشار حافظه ثابت	۲-۴-۹
۲۵۴.....	حافظه سراسری	۵-۹
۲۶۳.....	رتبه‌بندی	۱-۵-۹
۲۶۳.....	مرتب‌سازی حافظه سراسری	۲-۵-۹
۲۶۶.....	مرتب‌سازی نمونه	۳-۵-۹
۲۶۸.....	انتخاب نمونه‌ها	۴-۵-۹
۲۷۰.....	مرتب‌سازی نمونه‌ها	۵-۵-۹
۲۷۱.....	شمارش بخش‌های نمونه	۶-۵-۹
۲۷۴.....	جمع پیشوندی	۷-۵-۹
۲۷۹.....	دسته‌بندی به بخش‌ها	۸-۵-۹
۲۸۱.....	مرتب‌سازی بخش‌ها	۹-۵-۹
۲۸۴.....	تجزیه و تحلیل نتایج	۱۰-۵-۹
۲۸۷.....	حافظه بافت	۶-۹
۲۸۷.....	ذخیره‌سازی در حافظه نهان حافظه بافت	۱-۶-۹
۲۸۸.....	دست‌کاری سخت‌افزار در فراخوانی‌های حافظه	۲-۶-۹
۲۸۹.....	محدودیت‌های استفاده از حافظه بافت	۳-۶-۹
۲۸۹.....	نتیجه‌گیری	۷-۹
۲۹۰.....	تمرین‌ها	

فصل دهم: برنامه‌نویسی CUDA C/C++ ۲۹۱

۲۹۲.....	برنامه سریال و موازی	۱-۱۰
۲۹۲.....	اهداف طراحی CPU و GPU	۱-۱-۱۰

- ۲-۱-۱۰ الگوریتم‌هایی با عملکرد بهتر بر روی CPU ۲۹۵
- ۲-۱۰ **مونه‌هایی از برنامه‌های مبتدی تا پیشرفته CUDA** ۲۹۸
- ۱-۲-۱۰ چاپ جمله "Hello World!" به زبان CUDA ۲۹۸
- ۲-۲-۱۰ محاسبه‌ی حاصل جمع دو عدد ۲۹۹
- ۳-۱۰ **برنامه‌نویسی موازی با CUDA** ۳۰۱
- ۱-۳-۱۰ جمع ماتریس‌ها ۳۰۶
- ۱-۱-۳-۱۰ بررسی کلاس کار با ماتریس‌ها به صورت موازی ۳۰۶
- ۲-۱-۳-۱۰ بررسی کلاس کار با ماتریس‌ها به صورت سریال ۳۰۹
- ۳-۱-۳-۱۰ بررسی کلاس اصلی ۳۱۱
- ۲-۳-۱۰ تحلیل رفتارهای نرم‌افزار در زمان اجرا به صورت سریال و ۳۱۲
- ۱-۲-۳-۱۰ تحلیل رفتار نرم‌افزار در پیشروی در سطر با پیشروی در ستون با رویکرد سریال ۳۱۳
- ۲-۲-۳-۱۰ تحلیل رفتار نرم‌افزار در پیشروی در سطر با پیشروی در ستون با رویکرد موازی ۳۱۳
- ۳-۲-۳-۱۰ تحلیل رفتار نرم‌افزار در پیشروی در سطر در دو حالت سریال و موازی ۳۱۳
- ۴-۲-۳-۱۰ تحلیل رفتار نرم‌افزار در پیشروی در ستون در دو حالت سریال و موازی ۳۱۴
- ۳-۳-۱۰ بررسی منطق حل مسئله جمع ماتریس‌ها در دو حالت ۳۱۴
- ۱-۳-۳-۱۰ بررسی توابع مربوط به جمع سریال ماتریس‌ها به زبان C سنتی و CUDA ۳۱۴
- ۴-۳-۱۰ تحلیل رفتارهای نرم‌افزار در زمان اجرا در محیط ویژوال استودیو و زبان C ۳۱۹
- ۱-۴-۳-۱۰ تحلیل رفتار نرم‌افزار در جمع دو ماتریس به صورت ۳۱۹
- ۲-۴-۳-۱۰ تحلیل رفتار نرم‌افزار در زمان جمع دو ماتریس به صورت سریال و جمع به کمک CUDA ۳۱۹
- ۴-۱۰ **محاسبه مدت زمان اجرای برنامه** ۳۲۰
- ۱-۴-۱۰ محاسبه مدت زمان اجرای برنامه‌های سریال در زبان C/C++ ۳۲۰
- ۲-۴-۱۰ محاسبه مدت زمان اجرای برنامه‌های موازی در زبان CUDA ۳۲۱
- ۵-۱۰ **تعیین مشخصات دستگاه** ۳۲۵
- ۶-۱۰ **پردازش مجموعه داده‌ها** ۳۲۹
- ۱-۶-۱۰ استفاده از ballot و سایر عملیات ذاتی ۳۳۱
- ۷-۱۰ **نمونه‌ای با استفاده از AES** ۳۴۰
- ۱-۷-۱۰ الگوریتم AES ۳۴۱
- ۱-۱-۷-۱۰ جایگزینی ۳۴۲
- ۲-۱-۷-۱۰ چرخاندن سطر به چپ ۳۴۴
- ۳-۱-۷-۱۰ ترکیب ستون‌ها ۳۴۴
- ۴-۱-۷-۱۰ افزودن کلید دور ۳۴۵
- ۵-۱-۷-۱۰ استخراج کلیدهای دور ۳۴۵
- ۲-۷-۱۰ پیاده سازی سریال AES ۳۴۸

۳۴۸.....	اندازه دسترسی ۱-۲-۷-۱۰
۳۴۸.....	معاوضه بین حافظه و عملیات ۲-۲-۷-۱۰
۳۴۸.....	کرنل اولیه ۳-۲-۷-۱۰
۳۵۵.....	کارایی کرنل ۳-۷-۱۰
۳۶۰.....	کارایی انتقال ۴-۷-۱۰
۳۶۱.....	نسخه‌ی جریان‌ی ۵-۷-۱۰
۳۶۳.....	مقایسه با CPU ۶-۷-۱۰
۳۷۴.....	ملاحظات‌ی برای اجرا روی GPUهای دیگر ۷-۷-۱۰
۳۷۷.....	خلاصه AES ۸-۷-۱۰
۳۷۸.....	۸-۱۰ نمونه‌ای با استفاده از ALC-PSO
۳۷۸.....	روند اجرا ۱-۸-۱۰
۳۸۰.....	تعریف متغیرها ۲-۸-۱۰
۳۸۱.....	مقداردهی اولیه ۳-۸-۱۰
۳۸۱.....	به‌روزرسانی سرعت، موقعیت و بهترین موقعیت ذرات ۴-۸-۱۰
۳۸۳.....	به‌روزرسانی رهبر اجتماع ۵-۸-۱۰
۳۸۳.....	پیاده‌سازی الگوریتم بهینه‌سازی اجتماع ذرات با رهبر سالخورده و رقبا بر روی GPU ... ۶-۸-۱۰
۳۸۳.....	محیط پیاده‌سازی و توابع آزمون ۱-۶-۸-۱۰
۳۸۴.....	نتایج اجرا بر روی CPUهای مختلف ۲-۶-۸-۱۰
۳۸۵.....	نتایج اجرا بر روی GPUهای مختلف ۳-۶-۸-۱۰
۳۹۳.....	مقایسه کارایی اجرای ALC-PSO بر روی CPU و GPU ۴-۶-۸-۱۰
۳۹۳.....	مقایسه‌ی کارایی GPU نسبت به CPU با تعداد تکرارهای متغیر ۵-۶-۸-۱۰
۳۹۴.....	مقایسه‌ی کارایی GPU نسبت به CPU با تعداد تکرارهای ثابت ۶-۶-۸-۱۰
۳۹۸.....	نتیجه‌گیری ۹-۱۰
۳۹۹.....	تمرین‌ها

۴۰۱..... پیوست بسط زبان C

۴۱۱..... واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی

۴۱۵..... واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

۴۲۰..... منابع

