

معرفی مفاهیم و پیاده‌سازی پردازش موازی

در دینامیک سیالات محاسباتی با نرم افزار OpenFOAM

مهندس مهدی عین بیگی

دکتر علی سر رشته داری (عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شاهرود)

دانشگاه جامع امام حسین (ع)

موسسه چاپ و انتشارات

/*

سرشناسه	عین بیگی، مهدی، ۱۳۶۸ -
عنوان و نام پدیدآور	معرفی مفاهیم و پیاده سازی پردازش موازی در دینامیک سیالات محاسباتی با نرم افزار OpenFOAM/تألیف: مهدی عین بیگی، دکتر علی سر رشته داری
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه جامع امام حسین (ع)، مؤسسه چاپ و انتشارات، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	۲۳۶ ص.: مصور.
فروست	مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه جامع امام حسین (ع): ۶۲۶. سری مهندسی مکانیک: ۳۳.
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۴۵۲-۶۴۶-۶
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	نمایه.
موضوع	نرم افزار این فوم
موضوع	OpenFOAM (Computer software):
موضوع	سیالات--دینامیک--نرم افزار
موضوع	Fluid dynamics--Software
موضوع	سیالات--دینامیک--شبیه سازی کامپیوتری
موضوع	Fluid dynamics -- Computer simulation.
شناسه افزوده	۱۳۵۶، علی، سید
شناسه افزوده	دانشگاه جامع امام حسین (ع)، مؤسسه چاپ و انتشارات
رده بندی کنگره	۹۷/م ۹۳/۴۳۲۵ TA
رده بندی دیویی	۶۱۰/۲۸۵۵۳
شماره کتابشناسی ملی	۵۲۴۲۲۴۷

کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و انتشار برای دانشگاه جامع امام حسین (ع) محفوظ است.

• عنوان: معرفی مفاهیم و پیاده سازی پردازش موازی در دینامیک سیالات محاسباتی با نرم افزار OpenFOAM

• تألیف: مهندس مهدی عین بیگی، دکتر علی سر رشته داری (عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شاهرود)

• صفحه آرای: سید مسعود جعفری

• ناظرین فنی چاپ: سید محمدباقر موسوی - سعید محمودی

• نوبت چاپ: اول (مهرماه ۱۳۹۷)

• شمارگان: ۲۰۰ نسخه

• قیمت: ۲۰۰/۰۰۰ ریال

• نشانی: تهران، بزرگراه شهید بابایی، بعد از پل لشکرک، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، معاونت پژوهش و

فناوری، مؤسسه چاپ و انتشارات، تلفن: ۷۴۱۸۸۲۶۰ همراه: ۰۹۱۲۴۸۷۰۰۱۷ دورنگار: ۷۴۱۸۸۲۷۴

• مرکز پخش: تهران، میدان فردوسی، فروشگاه و نمایشگاه مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه جامع امام

حسین (ع)، تلفن: ۸۸۸۳۹۲۹۷

• پیشگفتار

توسعه توانمندی سخت افزارها و تجهیزات رایانه‌ای در دسترس دانشجویان و محققان، بستر تحقیقات مربوط به روشهای عددی را روز به روز سهل و گسترده تر می‌نماید. از سوی دیگر عدم استفاده مناسب از هزینه‌های اولیه تهیه و همچنین نگهداری این تجهیزات سخت‌افزاری، پدیده‌ای است که به وضوح در مراکز مختلف آموزشی و پژوهشی مشاهده می‌شود. این ویژگی چه منجر به عدم توجه شخص محقق نسبت به کارایی سخت‌افزار مورد استفاده باشد و چه به واسطه عدم آشنایی مناسب در مراکز آموزشی ایجاد شود؛ در هر حالت منجر به هدررفت سرمایه‌های انسانی و معنوی تحقیقاتی می‌شود که نیازمند تدبیری مناسب است.

تجربه کار با نرم‌افزار مدل‌سازی منبع باز OpenFOAM و انجام تحقیقات دانشگاهی و صنعتی مختلف که توانمندی این ابزار را برای طیف وسیعی از مخاطبان دانشگاهی و صنعتی، در رشته‌های مختلفی چون مهندسی مکانیک، عمران، شیمی، زمین‌شناسی، نفت و غیره برای مؤلفان این اثر به اثبات رساند، همچنین وجود امکانات پردازش موازی استاندارد و بسیار قدرتمند آن، در کنار مشکلات جدی بسیاری از دانشجویان و محققان در بحث زمان پردازش و هزینه‌های مربوط، ما را بر آن داشت تا قدمی هر چند کوچک در بکارگیری قابلیت‌های این نرم‌افزار برای استفاده بهینه از تجهیزات سخت‌افزاری برداریم. بر این اساس با رویکردی کاربردی و با معرفی مختصری از مفاهیم اولیه و مورد نیاز در مباحث پردازش موازی، پیاده‌سازی این روش در نرم‌افزار مذکور به صورت کاملاً عملیاتی و گام به گام آموزش داده شده است. الگوی مورد نظر در تهیه این کتاب به گونه‌ای بوده تا برای دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد و بالاتر، به صورت خودآموز و بدون نیاز به منابع دیگر قابل استفاده باشد.

این کتاب در شش فصل تهیه شده است. در فصل یک با معرفی مفاهیم آغاز و با حل یک نمونه مسئله آموزشی با روش پردازش موازی در فصل دوم دنبال می شود. فصل سوم با بیان روش های تقسیم دامنه در نرم افزار OpenFOAM زمینه لازم برای بحث های پیشرفته مربوط به پردازش موازی در حافظه های توزیع شده (در ابررایانه ها) در فصل چهارم را فراهم می کند؛ در فصل پنجم چگونگی اجرای مسئله در این سیستم ها انجام شده، نتایج حاصل در فصل ششم تحلیل می گردد. در خاتمه هر یک از فصل ها نیز سؤالات و تمرین هایی به منظور درک بهتر مطالب، آورده شده است که توصیه می شود قبل از مطالعه فصل مورد نظر، خواننده را و تمرین ها ملاحظه شوند؛ زیرا بررسی این سؤال ها قبل از مطالعه فصل مورد نظر، خواننده را در یافتن هدف نهایی بخش مورد نظر راهنمایی خواهد نمود.

از آنجا که نگارش حاضر، نخستین ویرایش این کتاب می باشد، طبیعاً کمبودها و نقایصی دارد که امید است با ارایه نظر و پیشنهاد های خوانندگان محترم، در نگارش های بعدی مرتفع گردد.

در اینجا لازم است از حمایت آقای دکتر فرهاد قدک، که با وجود مشغله فراوان، پیگیر نشر این اثر بودند، قدردان نمایم. همچنین مؤلفان بر خود لازم می دانند از همکاری تمامی دوستانی که در تهیه این کتاب یاری رساندند، به ویژه اعضای گروه تحقیقاتی مکانیک سیالات کاربردی تشکر نمایند.

مهدی عین بیگی . علی سر رشته داری

اسفند ماه ۱۳۹۴

• فهرست مطالب

۱۵.....	• فصل اول: مقدمه و آشنایی با مفاهیم اولیه در پردازش موزی
۱۷.....	• مقدمه و مروری بر مفاهیم فصل
۱۷.....	• مروری بر تاریخچه و فلسفه آبرایانه ها
۲۲.....	• آشنایی با ساختار پردازنده ها و بررسی انواع آن ها
۲۳.....	• طبقه بندی فلائین
۲۵.....	• پردازنده های عددی و برداری
۲۷.....	• مقدمه ای بر موزی سازی روش های عددی
۲۸.....	• اهداف و دلایل موزی سازی کدهای عددی
۲۹.....	• بررسی قانون حاکم بر موزی سازی کدهای عددی (قانون گسترده)
۳۱.....	• ارائه معیارهای سنجش عملکرد کدهای موزی
۳۳.....	• مقدمه ای بر سامانه های حافظه مشترک و توزیع شده و استانداردهای آن - کم
۳۴.....	• سامانه های حافظه توزیع شده
۳۶.....	• سامانه های حافظه مشترک
۳۸.....	• بررسی های فصل
۴۱.....	• فصل دوم: اجرای موزی نرم افزار این فوم در سیستم حافظه مشترک
۴۳.....	• مقدمه و مروری بر مطالب فصل
۴۴.....	• تعریف مسئله نمونه اول
۴۵.....	• معرفی ساختار فایل های مسئله نمونه
۶۱.....	• روند حل مسئله ریزش ستون مایع در حالت سریال

۶۸.....	روند حل مسئله ریزش ستون مایع در حالت موازی
۷۱.....	• تعریف مسئله نمونه دوم
۷۴.....	دستورات اجرای سریال مسئله نمونه دوم
۷۸.....	دستورات اجرای موازی مسئله نمونه دوم
۸۰.....	• بررسی وضعیت پردازنده ها در حالت اجرای سریال و موازی شبیه سازی
۸۲.....	• پرسش های فصل
۸۳.....	فصل سوم: آشنایی با اصول تقسیم دامنه در نرم افزار این فوم
۸۵.....	• مقدمه و مروری بر مطالب فصل
۸۶.....	• آشنایی با مفاهیم پایه در روش تقسیم دامنه و موازی سازی آن
۸۸.....	• تفکیک دامنه شوارتز
۹۰.....	روش تفکک دامنه در روش شوارتز
۹۱.....	• تشریح نمودار سائل به یکد تقسیم دامنه
۹۱.....	بررسی الگوی حل مسئله با استفاده از روش تکرار ژاکوبی
۹۵.....	بررسی الگوی حل مسئله از روش حل با روش رانسی پایا درون صفحه
۹۵.....	• تقسیم دامنه و موازی سازی در نرم افزار این فوم
۱۰۰.....	الگوریتم های تقسیم دامنه در نرم افزار این فوم
۱۰۱.....	توزیع داده میان دیسک های مختلف
۱۰۲.....	اجرای تقسیم دامنه در نرم افزار این فوم
۱۰۵.....	• اجرای موازی برنامه و مشاهده نتایج
۱۰۷.....	• پرسش های فصل
۱۰۹.....	فصل چهارم: معرفی و پیاده سازی سیستم هایی با حافظه توزیع شده
۱۱۱.....	• مقدمه و مروری بر مطالب فصل
۱۱۲.....	• مقدمه ای بر رایانه های گروهی (کلاستر)
۱۱۳.....	مزایای استفاده از سیستم های کلاستری
۱۱۴.....	• معرفی کلاسترهای بیوولف
۱۱۵.....	• ساخت نمونه ای ساده از کلاستر بیوولف
۱۱۸.....	تجهیزات سخت افزاری و نرم افزاری مورد نیاز برای ساخت کلاستر بیوولف

ایجاد ارتباط شبکه‌ای در کلاستر.....	۱۲۰
ایجاد ارتباط بین نام ه‌رایانه و IP اختصاصی آن.....	۱۲۲
ایجاد یک محیط کاربری برای اجرای مسائل موازی.....	۱۲۷
راه‌اندازی پروتکل NFS در رایانه‌های شبکه کلاستری.....	۱۲۸
افزودن اطلاعات به پوشه به اشتراک گذاشته شده.....	۱۳۴
راه‌اندازی پوسته امن در رایانه‌های شبکه کلاستری.....	۱۳۶
نصب و راه‌اندازی کتابخانه MPI و نرم‌افزار مدیریت پروسس‌ها.....	۱۴۱
• پرسش‌های فصل.....	۱۴۴
فصل پنجم: اجرای آرای نرم‌افزار این فوم در سیستم حافظه توزیع شده.....	۱۴۵
• مقدمه و مروری بر مطالب فصل.....	۱۴۷
• نصب و راه‌اندازی نرم‌افزار این فوم در کلاستریوولف.....	۱۴۸
• تنظیمات مورد نیاز برای اجرای مسائل موازی این فوم بر روی کلاستریوولف.....	۱۴۸
• انتخاب کتابخانه MPI مناسب برای اجرای مسائل موازی نرم‌افزار این فوم روی کلاستر.....	۱۵۱
• اجرای مسئله ریزش ستون مایع بر روی کلاستر یوولف.....	۱۵۲
• اجرای مسئله موتورسیکلت بر روی کلاستر یوولف.....	۱۵۸
• پرسش‌های فصل.....	۱۶۲
فصل ششم: بررسی و تفسیر نتایج اجرای موازی در نرم‌افزار این فوم.....	۱۶۳
• مقدمه و مروری بر مطالب فصل.....	۱۶۵
• بررسی و تفسیر نتایج موازی سازی در نرم‌افزار این فوم.....	۱۶۶
• بررسی اثر میزان حجم محاسباتی در نتایج موازی سازی.....	۱۶۶
• بررسی اثر الگوریتم تقسیم شبکه در نتایج موازی سازی.....	۱۶۸
• بررسی اثر نحوه تقسیم بندی دامنه در نتایج موازی سازی.....	۱۷۰
• جمع‌بندی و ارائه راهکارهای پیشنهادی در بهبود شرایط موازی سازی.....	۱۷۲
• معرفی چالش‌های مطرح در بحث پردازش موازی.....	۱۷۲
• نمونه راهکارهایی در مقابل چالش‌های مرتبط با پردازش موازی در مسائل فیزیکی.....	۱۷۳
• پرسش‌های فصل.....	۱۷۷

فهرست منابع و مراجع..... ۱۷۹

پیوست ها..... ۱۸۱

• پیوست (الف): ارائه برخی از دستورات برای کار با خط فرمان لینوکس..... ۱۷۱

• پیوست (ب): نمونه ای از کدهای موازی در سیستم های حافظه مشترک..... ۱۹۵

• پیوست (ج): معرفی اجمالی استاندارد MPI..... ۲۰۱

• پیوست (د): نگاهی اجمالی بر موازی سازی روش حذفی گوس در حل دستگاه معادلات خطی..... ۲۱۹

نمایه..... ۲۲۳

www.ketab.ir