

مقدمه‌ای بر سیستم‌های توزیع شده
و پردازش موازی
(جلد دوم)

مؤلفان:

مهندس ابوالفضل اسفندی

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

مهندس سارا صادقی

استاد حق‌التدریس دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد



۱۳۹۵

سرشناسه	: اسفندی، ابوالفضل، ۱۳۵۵.
عنوان و نام پدیدآور	: مقدمه‌ای بر سیستم‌های توزیع شده و پردازش موازی / مولفان ابوالفضل اسفندی، سارا صادقی.
مشخصات نشر	: بروجرد: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ج. ۲.
شابک	: ۱۰۰۰۰۰ ریال: ج. ۵۱-۵۰-۱۰۴۴-۹۶۴-۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۴۴۵۱-۲۲: ج. ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۴۴۵۱-۲۲: ج. ۱۲۰۰۰۰ ریال: ج. ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۴۴۵۱-۲۲:
فهرست‌نویسی	: فیپا
یادداشت	: واژه‌نامه.
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۳۴۵.
موضوع	: داده‌پردازي -- پردازش توزیع شده
موضوع	: Electronic data processing -- Distributed processing
موضوع	: سیستم‌های عامل توزیع شده (کامپیوتر)
موضوع	: Distributed operating systems (Computers)
موضوع	: پردازش موازی
موضوع	: Parallel processing (Electronic computers)
شناسه افزود	: صادقی، سارا.
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد
رده‌بندی کنگره	: QA ۹۷۸ الف ۵/پ ۳۶۵/۱۳۹۵
رده‌بندی دیویی	: ۰۰۴۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۳۵۰۸۱



دانشگاه آزاد اسلامی بروجرد

مقدمه‌ای بر سیستم‌های توزیع شده و پردازش موازی (دوم)

مولفان: مهندس ابوالفضل اسفندی، مهندس سارا صادقی

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

مدیر مسئول: دکتر علی آریابور

ناظر چاپ: حسام یاریار

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: نویسنده

نوبت چاپ: اول/ ۱۳۹۵

شمارگان: ۲۰۰۰

بها: ۱۲۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰۴۴-۵۱-۲

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

بروجرد - میدان نواب - خیابان یادگار امام - مجتمع دانشگاهی امام خمینی (ره)

تلفکس ۰۶۶-۴۲۵۱۸۰۱۳

Email: Publisher@iaub.ac.ir

سخن ناشر

به نام خداوند لوح و قلم
حقیقت نگار وجود و عدم

خدایی که داند رازهاست
نخستین سرآغاز آغازه‌است

دانشگاه آزاد اسلامی، به عنوان یکی از ارکان نظام آموزش عالی کشور در چشم‌انداز بیست ساله خود، توسعه کیفی را به طور جدی مدنظر قرار داده است. دانشگاه آزاد اسلامی بر بردن جوان یکی از با سابقه‌ترین واحدهای دانشگاهی سطح کشور با عنایت به پتانسیل‌های موجود و در راستای این حرکت عظیم علمی و فرهنگی و به منظور ایجاد سرعت، دقت و هماهنگی بیشتر در اجرای کلیه امور مربوط به تأمین منابع آموزشی مورد نیاز و همچنین تهیج و ترغیب محققان، مؤلفان و مترجمان دانشگاهی به نگارش و ترجمه کتب معتبر علمی، شورای انتشارات علمی خود را تشکیل داد. بدیهی است که ورود به این عرصه و تطبیق آن با استمداد از خداوند متعال و چشم‌پاری داشتن از محققان و پژوهشگران و استناد آن ارجمند امکان‌پذیر نیست. لذا از همه صاحب‌نظران ارجمند دعوت می‌شود ما را از بی‌توجهی‌ها و راهنمایی‌های ارزشمند خود بهره‌مند سازند. در پایان بر خود لازم می‌دانم در ریاست دانشگاه آزاد اسلامی و معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی به سبب برقراری شرایط و بستر مناسب انجام فعالیت‌های حوزه پژوهش واحد در بخش توسعه فعالیت‌های چاپ و نشر، تشکر و قدردانی نمایم. ضمناً شایسته است از فعالیت‌ها و تلاش‌های علمی آقای آقای مهندس ابوالفضل اسفندی و خانم مهندس سارا صادقی در تألیف کتاب مقدمه‌ای بر سیستم‌های توزیع شده و پردازش موازی (جلد دوم) مراتب سپاسگزاری خود را ابراز نمایم.

دکتر مجید شمس

رئیس دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

پیش گفتار مؤلفان

در دنیای امروز نیاز مبرم به سیستم‌های کامپیوتری و فناوری‌های کامپیوتری، در زمینه‌های مختلف زندگی روزمره و علوم مختلف غیر قابل انکار است و این نیاز و استفاده روز به روز بیشتر نیز می‌شود. به همین دلیل گسترش زیاد این خدمات و افزایش بسیار زیاد استفاده کنندگان از آنها، دیگر کامپیوترهای عادی و شبکه‌های عادی کاملاً ریزه جوابگوی نیازهای امروزی نیست. بنابراین ساختارهای جدیدی برای انجام کارها و پردازش‌های مورد نیاز بوجود آمده‌اند که تحت عنوان سیستم‌های توزیع شده و پردازش‌های موازی از آنها یاد می‌شود که علاوه بر امکان پذیر کردن پردازش‌های مورد نیاز، مزایایی نظیر سرعت بخشیدن به این اعمال، بالا رفتن قابلیت اطمینان، دسترس پذیری و تحمل پذیری بالاتر خطاها را نیز موجب می‌شود.

در زمینه معرفی و تبیین سیستم‌های توزیع شده کتاب‌های مختلفی وجود دارد، که البته اکثر آنها به زبان فارسی ترجمه نشده‌اند، اما مشکل اصلی که ما را بر آن داشت که این کتاب را تألیف نماییم آن است که بیشتر این کتابها درباره اصول اولیه سیستم‌های توزیع شده صحبت کرده و تا حدودی از پیشرفت‌های امروزه جهان عقب مانده‌اند. بطور مثال در تعداد انگشت شماری از آنها درباره ابرها و محاسبات ابری سخنی گفته شده‌است، در حالی که این مفهوم در محاسبات دنیای فناوری امروز، بسیار مهم و حائز اهمیت است. البته این نکته را نیز نباید فراموش کرد که به دلیل آنکه اکثر کتابهای مناسب موجود در زمینه محاسبات موازی و توزیع شده به زبان فارسی ترجمه نشده، فقدان یک کتاب فارسی در این زمینه به شدت احساس می‌شود.

ما در کتاب "مقدمه‌ای بر سیستم‌های توزیع شده و پردازش موازی"، سعی کرده‌ایم علاوه بر بیان اصول سیستم‌های توزیع شده و مسائل مربوط به آن، اشاره‌ای به موضوعات جدید و مفاهیم امروزی مرتبط با آنها نیز کنیم و مثالهایی از سیستم‌های واقعی را نیز ذکر نماییم. شایان ذکر است که بخش اعظمی از مطالب این کتاب (فصل دوم به بعد)، برداشت و ترجمه‌ای آزاد از کتاب بسیار ارزشمند "Distributed and

CloudComputing, From Parallel Processing to theInternet of Things" است که متأسفانه تا زمان چاپ این کتاب، هنوز بطور کامل به فارسی ترجمه و چاپ نشده است. این کتاب برای دانشجویان رشته کامپیوتر و کلیه افراد علاقمند به مباحث سیستمهای توزیع شده و پردازشهای موازی، نوشته شده است. در این کتاب سعی شده در کمال سادگی و مختصر گویی، کلیه مطالب مورد نیاز دانش‌پژوهان به همراه مثال‌هایی از سیستمهای واقعی امروزی ارائه گردد. علاوه بر این ویژگی‌ها، کتاب حاضر اکثر بررخص مطالب درس سیستمهای توزیع و همچنین درس رایانش ابری، مطابق با سرفصل مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری را در بر می‌گیرد و حتی برای درس سیستمهای مبروند، قابل استفاده است.

ساختار کتاب

در مجموعه دو جلد این کتاب برای فضای یک روند منطقی همراه با پیوستگی مطالب و جلوگیری از سردرگمی دانشجو در این کتاب مطالب مختلف، سعی کرده‌ایم در پنج فصل به بررسی مفاهیم سیستمهای توزیع شده و پردازشهای موازی بپردازیم:

فصل اول. مفاهیم پردازشهای موازی: در این فصل ابتدا به برخی مفاهیم اولیه در زمینه پردازش موازی و کامپیوترهای موازی پرداخته شده و محاسبات موازی و برنامه نویسی موازی نیز بررسی خواهد شد.

فصل دوم. مدل‌های سیستمهای توزیع شده و فناوری‌های این: در فصل دوم، به بررسی ساختار و معماری‌های سیستمهای توزیع شده و فناوری‌های مبرند استفاده شده در آنها می‌پردازیم.

فصل اول از جلد دوم. خوشه‌های کامپیوتری و محاسبات موازی: در این فصل مفهوم خوشه‌های کامپیوتری و مباحث مرتبط با آنها را بیان کرده و به بررسی نحوه محاسبات موازی در آنها می‌پردازیم.

فصل دوم از جلد دوم. ماشین‌های مجازی و مجازی‌سازی خوشه‌ها: یکی از مباحث بسیار مهم در سیستمهای توزیع شده و بخصوص خوشه‌ها، بحث مجازی‌سازی و ایجاد خوشه‌های مجازی است که علاوه بر مزایای بسیار زیاد، بستری برای ایجاد ابرها و مفاهیم

مربوط به آن می‌باشد. در این فصل به بررسی به موضوع و ساختار و انواع آن خواهیم پرداخت.

فصل سوم از جلد دوم، معماری سرویس‌گرا برای محاسبات توزیع‌شده؛ از جمله مهمترین معماری‌هایی که امروزه بصورت عملی در سیستم‌ها و پردازش‌های توزیع شده مورد استفاده قرار گرفته و پر کاربرد است، معماری سرویس‌گرا می‌باشد. در فصل پنجم به بررسی این معماری به عنوان یکی از نمونه معماری‌های مورد استفاده در سیستم‌های توزیع شده، می‌پردازیم.

در اینج لازم می‌دانم که از جناب آقای دکتر مجید شمس ریاست محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد وچرد، دکتر محمدرضا معظمی گودرزی معاونت پژوهش و فناوری واحد و همچنین مهناز حسام یاریار مدیر انتشارات علمی واحد به خاطر همکاری‌های بی‌دریغشان قدردان شده و همچنین از داوران محترم که با نظرات اصلاحی و سازنده خود موجب ارتقای علمی این کتاب شده‌اند، سپاسگزاری نمایم.

با آنکه زمان بسیاری برای این کتاب صرف شده، لیکن نمی‌تواند خالی از ایراد و اشکال علمی و چاپی باشد. بدیهی است که فرستادن راهنمایی‌ها و انتقادات سازنده اساتید، دانشجویان و سایر دانش‌پژوهان به آدرس ناشر یا ایمیل اینجانب (Esfandi@IAUB.AC.IR) می‌تواند موجب تصحیح کتاب و دلگرمی نویسنده گردد.

ابوالفضل اسفندی

سارا صادقی

فهرست مطالب

فصل اول: خوشه‌های کامپیوتری و محاسبات موازی

۱۸	۱-۱ مقدمه
۱۸	۲-۱ خوشه‌بندی برای موازی‌سازی عظیم
۱۹	۱-۲-۱ روند توسعه خوشه
۲۲	۲-۲-۱ اهداف طراحی خوشه‌های کامپیوتری
۲۶	۳-۲-۱ موضوعات اساسی طراحی خوشه
۲۹	۴-۲-۱ تحلیل ۵۰۰ ابرکامپیوتر بر
۳۶	۳-۱ خوشه‌های کامپیوتری و معماری‌های TPP
۳۶	۱-۳-۱ سازمان خوشه و اشتراک منبع
۴۰	۲-۳-۱ معماری گره و بسته‌بندی MPP
۴۲	۳-۳-۱ اتصالات سیستم خوشه
۴۷	۴-۳-۱ پشتیبانی سخت‌افزار، نرم‌افزار و میان‌افزار
۴۷	۵-۳-۱ خوشه‌های GPU برای موازی‌سازی عظیم
۵۳	۴-۱ اهداف طراحی خوشه‌های کامپیوتری
۵۳	۱-۴-۱ ویژگی‌های تصویر یگانه سیستم (SSI)
۶۷	۲-۴-۱ دسترس‌پذیری بالا از طریق افزونگی
۷۴	۳-۴-۱ پیکربندی خوشه تحمل‌پذیر خطا
۷۸	۴-۴-۱ روش‌های نقطه بازرسی و بازیابی

۸۴	۵-۱ کار خوشه و مدیریت منبع
۸۴	۱-۵-۱ روش های زمان بندی کار خوشه
۸۹	۲-۵-۱ سیستم های مدیریت کار خوشه
۹۴	۳-۵-۱ تسهیلات اشتراک بار (LSF) برای محاسبات خوشه
۹۶	۴-۵-۱ MOSIX، سیستم عاملی برای ابرها و خوشه های لینوکس
۱۰۰	۶-۱ مطالعات سیستم های ابر کامپیوترهای برتر
۱۰۰	۱-۶-۱ Tianhe-1A، سریع ترین ابر کامپیوتر سال ۲۰۱۰
۱۰۶	۲-۶-۱ CrayXT5Jaguar، برترین ابر کامپیوتر سال ۲۰۰۹
۱۱۰	۳-۶-۱ IBM Roadrunner، ابر کامپیوتر برتر سال ۲۰۰۸
۱۱۳	۷-۱ سوالات فصل ۱

فصل دوم: ماشین های مجازی و مجازی سازی خوشه ها

۱۱۶	۱-۲ مقدمه
۱۱۶	۲-۲ پیاده سازی سطوح مجازی سازی
۱۱۷	۱-۲-۲ سطوح پیاده سازی مجازی سازی
۱۲۲	۲-۲-۲ تهیه کنندگان و نیازمندی های طراحی VM
۱۲۵	۳-۲-۲ پشتیبانی مجازی سازی در سطح سیستم عامل
۱۳۱	۴-۲-۲ پشتیبانی میان افزار برای مجازی سازی
۱۳۴	۳-۲ مکانیزم ها و ساختارها/ابزارهای مجازی سازی
۱۳۵	۱-۳-۲ فوق ناظر و معماری Xen
۱۳۷	۲-۳-۲ ترجمه دودویی با مجازی سازی کامل
۱۴۰	۳-۳-۲ نیمه مجازی سازی با پشتیبانی کامپایلری
۱۴۴	۴-۲ مجازی سازی CPU، حافظه و دستگاه های ورودی/خروجی
۱۴۵	۱-۴-۲ پشتیبانی سخت افزاری برای مجازی سازی
۱۴۶	۲-۴-۲ مجازی سازی CPU
۱۴۹	۳-۴-۲ مجازی سازی حافظه

۱۵۳	۴-۴-۲ مجازی سازی ورودی/خروجی
۱۵۷	۵-۴-۲ مجازی سازی در پردازنده های چند هسته ای
۱۶۱	۵-۲ مدیریت منابع و خوشه های مجازی
۱۶۲	۱-۵-۲ خوشه های فیزیکی در مقابل مجازی
۱۶۷	۲-۵-۲ مراحل مهاجرت زنده VM و اثرات کارایی
۱۷۳	۳-۵-۲ مهاجرت حافظه، فایل ها و منابع شبکه
۱۷۹	۴-۵-۲ استقرار پویای خوشه های مجازی
۱۸۴	۶-۲ مجازی سازی برای اتوماسیون مراکز داده
۱۸۵	۱-۶-۲ یکپارچگی سرویس دهنده در مراکز داده
۱۸۷	۲-۶-۲ مدیریت بار مجازی
۱۹۱	۳-۶-۲ سیستم عامل باری و مراکز داده مجازی
۱۹۶	۴-۶-۲ مدیریت قابای اعتماد در مراکز داده مجازی
۲۰۱	۷-۲ سوالات فصل دوم

فصل سوم: معماری سرویس گرا برای حالت توزیع شده

۲۰۲	۱-۳ مقدمه
۲۰۵	۲-۳ سرویس ها و معماری سرویس گرا
۲۰۷	۱-۲-۳ REST و سیستم هایی از سیستم ها
۲۱۴	۲-۲-۳ سرویس ها و سرویس های وب
۲۲۳	۳-۲-۳ معماری چند لایه ای سازمانی
۲۲۶	۴-۲-۳ سرویس های شبکه و OGSA
۲۳۲	۵-۲-۳ دیگر سیستم ها و معماری های سرویس گرا
۲۳۴	۳-۳ میان افزار پیام گرا
۲۳۵	۱-۳-۳ گذرگاه سازمانی
۲۳۷	۲-۳-۳ مدل انتشار-تقبل و هشدار
۲۳۸	۳-۳-۳ سیستم های پیام رسانی و صف بندی
۲۳۹	۴-۳-۳ برنامه های کاربردی میان افزار توری یا ابر

- ۴-۳ پورتال‌ها و دروازه‌های علمی..... ۲۴۲
- ۱-۴-۳ مثال‌هایی از دروازه علمی..... ۲۴۴
- ۲-۴-۳ بستر نرم‌افزاری HUBzero برای همکاری علمی..... ۲۴۷
- ۳-۴-۳ محیط‌های محاسباتی دروازه باز..... ۲۵۵
- ۵-۳ کشف، رجیستری، فراداده‌ها و پایگاه‌های داده..... ۲۶۱
- ۱-۵-۳ UDDI و رجیسترهای سرویس..... ۲۶۲
- ۱-۶-۱ پایگاه‌های داده و انتشار-تقبُّل..... ۲۶۷
- ۳-۵-۱ کا:۱۱-گ‌های فراداده..... ۲۷۰
- ۴-۵-۳ توری وب‌معنایی..... ۲۷۲
- ۵-۵-۳ محیط اجرای کار و نظارت..... ۲۷۶
- ۶-۳ جریان کار در سرویس-گرا..... ۲۸۰
- ۱-۶-۳ مفاهیم جریان کار پراکنده..... ۲۸۱
- ۲-۶-۳ استانداردهای جریان کار..... ۲۸۳
- ۳-۶-۳ معماری و مشخصات جریان کار..... ۲۸۵
- ۴-۶-۳ موتور اجرای جریان کار..... ۲۸۸
- ۵-۶-۳ اسکریپت‌نویسی سیستم Swift..... ۲۹۱
- ۷-۳ سوالات فصل سوم..... ۲۹۴
- واژه نامه انگلیسی به فارسی و فارسی به انگلیسی..... ۲۹۵
- منابع و مراجع..... ۳۳۵