

معرفی درس معماری سیستم‌های موازی

نیاز به پردازش سریع موجب شده است که معماری‌های پردازشی به سوی استفاده از توازی سوق داده شوند. از سوی دیگر، تنها وقتی می‌توان به بهترین شکل از چنین معماری‌های موازی بهره برد که در طراحی آنها دید نرم‌افزار هم لحاظ شده باشد. بنابراین، برای درک معماری و طراحی کامپیوترهای موازی لازم است هم دید نرم‌افزاری و هم دید سخت‌افزاری در نظر گرفته شود. هدف درس معماری سیستم‌های موازی، آشنایی با معماری کامپیوترهای موازی با در نظر گرفتن این دو جنبه است. در این درس برخی از رایج‌ترین شیوه‌های دستیابی به توازی در سخت‌افزارهای امروزی مطالعه می‌شوند و اصول اولیه و تصمیم‌های لازم در طراحی آنها مطرح می‌شوند. از سوی دیگر دید برنامه‌نویس و چگونگی استفاده‌ی از این معماری‌ها در برنامه‌های موازی مورد بررسی قرار می‌گیرد. بنابراین، مخاطبان اصلی این درس، طراح سیستم‌های موازی و طراح برنامه‌های موازی هستند.

موضوعات درس

موضوعات زیر در این درس مطرح می‌شوند:

مقدمه‌ای بر معماری‌های موازی: آشنایی با سخت‌افزارهای رایج موازی، مثل پردازنده‌ها و کارت‌های گرافیکی، امکانات چند پردازنده‌ها برای توازی و چگونگی استفاده از آنها توسط برنامه‌ی موازی یا کامپایلر: خط لوله، اجرای Superscaler، وابستگی دستورات، اجرای بدون ترتیب دستورات، پیش‌بینی پرش، گسترش‌های SIMD، استفاده‌ی خودکار از آنها توسط کامپایلر، تأخیر و پهنای باند حافظه، نقش حافظه‌ی نهان، استفاده از Threading سخت‌افزاری، پیش‌واکشی، پردازنده‌های چند هسته‌ای، محاسبات عام-منظوره در کارت‌های گرافیکی (GPGPU).

دسته‌بندی معماری‌های موازی و مدل‌های برنامه‌نویسی: دسته‌بندی معماری‌های موازی از دید ساختار کنترلی، معرفی معماری‌های کامپیوترهای برداری و آرایه‌ای، آرایه‌ی تپنده و Wave-front، معماری جریان داده، سیستم‌های چندپردازنده‌ای و چندکامپیوتری. دسته‌بندی مدل‌های برنامه‌نویسی، ارتباط مدل‌های برنامه‌نویسی با معماری‌های موازی.

طراحی برنامه‌های موازی: گام‌های طراحی برنامه‌های موازی، بهبود کارایی برنامه‌های موازی، در نظر گرفتن معماری موازی برای بهبود کارایی برنامه‌های موازی.

ارزیابی کارایی معماری‌های موازی با توجه به بار کاری: روش‌ها و چالش‌های ارزیابی، مدل‌های ارزیابی، شبیه‌سازی، ارزیابی عملی.

شبکه‌های میان‌ارتباطی معماری‌های موازی: دسته‌بندی شبکه‌ها و توپولوژی‌ها، ارزیابی کارایی شبکه‌های میان‌ارتباطی.

چندپردازنده‌ها و مدیریت حافظه‌ی نهان: مدل‌های همگرایی و سازگاری حافظه، سازماندهی حافظه‌ی نهان برای همگرایی حافظه، روش‌های مبتنی بر Snooping و Directory، سازگاری ترتیبی، مدل حافظه‌ی Relaxed، همگام‌سازی و پیاده‌سازی قفل‌ها، ساختمان‌های داده‌ی بدون قفل.

با توجه به کتاب اصلی درس، زمینه‌های تحقیقاتی موجود در گروه و گرایش ارائه دهنده، در ارائه‌ی این درس بر جنبه‌ی طراحی برنامه‌های موازی تمرکز بیشتری می‌شود و معماری‌هایی مورد توجه قرار می‌گیرند که بیشتر برای پردازش موازی در تحقیقات و عمل مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

منابع درس

منبع اصلی این درس، کتاب زیر است و در این درس سعی می‌شود با توجه به محدودیت‌های زمانی، فصل‌هایی از این کتاب پوشانده شوند.

D. Culler, J. P. Singh, A. Gupta, Parallel Computer Architecture: A Hardware/Software Approach, Morgan Kaufmann, 1998.

در کنار این کتاب، فصل‌هایی از کتاب زیر نیز مطرح می‌شوند.

J. L. Hennessy, D. A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach, 5th Edition, Morgan Kaufmann, 2012.

در کنار این منابع، سازماندهی مطالب درس «معماری کامپیوترهای موازی و برنامه‌نویسی آنها» در دانشگاه Carnegie Mellon که اهدافی مشابه این درس را دنبال می‌کند، نیز مورد توجه قرار می‌گیرد.
(<http://15418.courses.cs.cmu.edu/>)

ارزشیابی

ارزشیابی در این درس با توجه به دو آزمون اصلی، یک تکلیف پژوهشی، تمرین کاغذی، تمرین برنامه‌نویسی و فعالیت کلاسی انجام می‌شود.

همایش‌ها و مجله‌های مرتبط

کنفرانس‌های مهم:

IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS, Proceedings)

ACM Symposium on Parallelism in Algorithms and Architectures (SPAA, Proceedings)

ACM Symposium on Principles and Practices of Parallel Programming (PPoPP, Proceedings)

International Conference on Parallel Architectures and Compilation Techniques (PACT, Proceedings)

مجله‌های مهم:

Parallel Computing (Elsevier)

International Journal of Parallel Programming (Springer)

Journal of Parallel and Distributed Computing (Elsevier)