

Университет по библиотекознание и информа-
ционни технологии

Курсов проект

на Иван Казмин,

ИТ 1.курс, фак. № 2043,

на тема

**Многоядрени процесори - предимства и
недостатъци**



СЪДЪРЖАНИЕ

- » Увод
- » Технология и принцип на работа
- » Предимства
- » Недостатъци
- » Примери за съвременни многоядрени процесори
- » Перспектива и бъдеще
- » Заключение
- » Използвана литература

Увод

Нека започнем нашето пътешествие в измерението на многоядрените процесори с кратко описание що е това процесор и каква роля извършва той в работата на нашия компютър. Това, което наричаме процесор, е всъщност *централен процесор (CPU - central processing unit)*, основната част на електронноизчислителна машина, която декодира и изпълнява инструкциите от програмното осигуряване (т.е. софтуера).

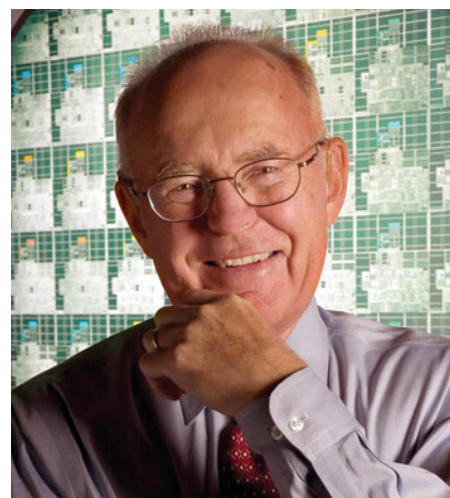
Централният процесор е най-големият чип на дънната платка. Той е сърцето на компютърната система, изпълнява инструкциите и борави с данните. Представява малка капсулирана силициева пластина с вградени *микроелектронни елементи (транзистори)*.

Микропроцесорът си има часовник, който синхронизира и задава скоростта на всички операции в един машинен цикъл. Скоростта на системния часовник в една компютърна система се измерва като честота, изразена в цикли и секунди. **Бързодействието на процесор (тактовата честота) се измерва в мегахерци - 1MHz означава един милион такта в секунда.** Тактовата честота определя до голяма степен производителността на процесора. Съвременните процесори имат тактова честота от 2 и повече GHz. Честотата на процесора зависи от транзисторите в него. Интегралната схема позволява множество транзистори да се включат в един общ полупроводников цокъл, наричан чип. През 60-те години на XX век Гор-

дън Мур (съосновател на Intel) стига до един простичък извод, който по-късно става известен като закон на Мур, а той гласи: **Броят на транзисторите на единица повърхност ще се удвоява приблизително на всеки 18 месеца.** Но това увеличаване на транзисторите за единица повърхност не може да бъде безкрайно - технологиите ограничават честотата на работа на един процесор на около 4GHz. А и едноядрените процесори могат да обработват само една задача наведнъж. Тези две причини налагат производителите на процесори да потърсят алтернативни начини за увеличаване на производителността на сърцето на компютъра.

Ражда се идеята за могоядрени процесори - процесори, съставени от 2 или повече ядра, които увеличават производителността, намаляват консумацията на електричество и работят по-ефективно с множество задачи (*multiple processing*). Двухудрен процесор може да се сравни с два разделени процесора, инсталирани на един компютър, но понеже ядрата на двухудрения процесор са инсталирани на едно гнездо (*socket*), връзката между тях е значително по-бърза. На теория, един двухудрен процесор е 2 пъти по-бърз от едноядрен, но на практика се оказва, че увеличението на мощността е 50% повече от това на едноядрените процесори.

Многоядрените процесори се разработват и от двата най-големи производителя



Гордън Мур, съосновател на Интел на процесори - Intel и AMD.

Сред основните предимства на тази технология е възможността процесорът да работи успоредно с много задачи (*multitasking*), като например да се играе съвременна компютърна игра и в същото време да се конвертира или кодира видео файл. По-новите софтуери са разработени да се възползват от това, служейки си с технология, наречена *многопотоково програмиране (multithreading)*. Някои многоядрени процесори могат да изключват ядрата си, когато нуждата за обработване на данни изисква малко ресурс от процесора. Това се прави с цел по-малка консумация на електроенергия.

За съжаление, технологията на многоядрените процесори има и недостатъци. По-стари програми не поддържат *multithreading* и е възможно да работят по-бавно. За да се оползотворят предимствата на многоядрените процесори, се налага операционните системи и софтуерите да бъдат оптимизирани.

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИНЦИП НА РАБОТА

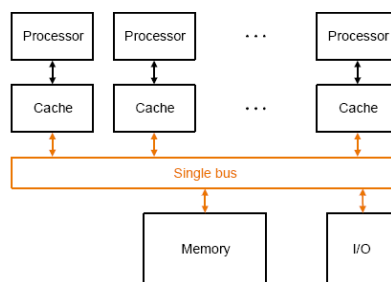
Увеличаването на честотата на работа на процесора е технология, която се изчерпа в началото на XXI век. Компютърните архитекти се нуждаят от нов подход за увеличаване на работата на процесорите. На теория, добавянето на допълнително изчислително ядро на същия чип трябва да доведе до двойна производителност и да отдава по-малко топлина, но на практика реалната скорост на всяко ядро е по-малка от най-бързия едноядрен процесор. През септември 2005, в ревью на института на електроинженерите (*Institution of Electrical Engineers*) се казва, че *“консумацията на електроенергия се увеличава с 60% за всеки 400MHz увеличаване на clock скоростта... Но при двоядрените процесори може да се получи значително увеличение на производителността, без да е нужно да се работи на разрушителни clock скорости.”*

Многоядрените процесори са насоката, в която работят двата най-големи производителя на процесори - Intel и AMD. На пазара са достъпни вече и 6 ядрени процесори, като експерти твърдят, че *“до 2017 сървърни процесори се очаква да имат по 512 ядра, а настолните компютри е възможно да използват 128 ядра.”* Това темпо на развитие е поразително, имайки предвид, че в момента стандарт са четири-ядрените процесори, а едноядрените са били топ на технологиите за 30 години.

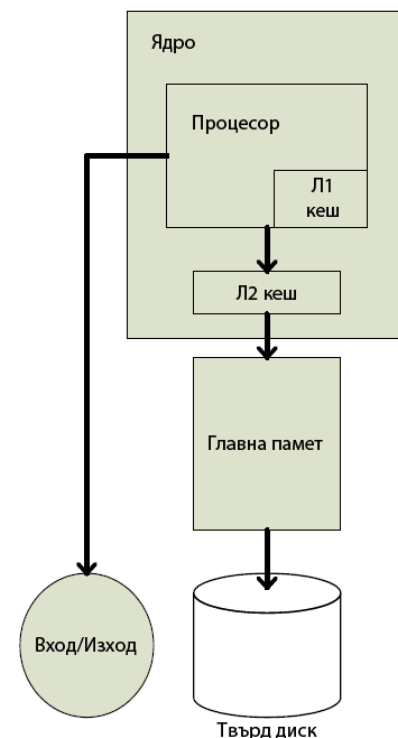
Но как всъщност работят многоядрените процесори? Основната

конфигурация на един микропроцесор може да се опише по следния начин: Най-близо до процесора намира място Левел 1 кеш (*Level 1 cache - L1*) - това е много бърза памет, която се използва често от процесора. Левел 2 кеш (*Level 2 cache - L2*) е извън чипа. Тя е по-бавна от L1, но е много по-бърза от главната памет на компютъра; L2 кеш е по-голяма от L1 и се използва със същата цел. Главната памет е по-голяма от кеша и се използва примерно за съхранение на Microsoft Word файл, върху който работим в момента. Повечето съвременни системи имат между 2 и 4gb памет, 2mb L2 кеш и 32kb L1 кеш. И най-накрая - ако определени данни не се намират нито в кеша, нито в паметта, трябва да ги изтеглим от твърдия диск, което отнема значително време.

Ако поставим две ядра едно до друго, трябва по някакъв начин да ги накараме да комуникират помежду си и с главната памет. Това се достига използвайки **единична шина за комуникация (*single communication bus*)** или **взаимносвързана мрежа (*interconnection network*)**. Единичната шина за комуникация е ограничена от броя на ядра, които може да свързва. При около 32 ядра тя се претоварва от

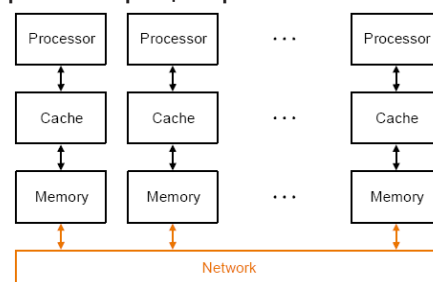


единична шина за комуникация (*single communication bus*) и взаимносвързана мрежа (*interconnection network*)



обща конфигурация на микропроцесор

прекалено много обработване на данни и производителността пада драстично. В случая на единичната шина за комуникация, паметта е споделена, докато при взаимносвързаната мрежа, тя е разпределена по процесорите. Многоядрените процесори са отговор на недостатъците на едноядрените им предшественици - увеличават трафика на данни, като в същото време намалят консумацията на електричество. Но това си има цена. Предстои ни да разгледаме предимствата и недостатъците на многоядрените процесори.



ПРЕДИМСТВА

За да разберем основните предимства и недостатъци на многоядрените процесори, се налага да въведем няколко понятия:

- **многонишкови компютри (Multithreading computers)**

- това са компютри, които притежават хардуер, който поддържа ефективно изпълнение на множество нишки; такива компютри са компютри с многоядрени процесори;

- **нишка (thread, thread of execution)** - най-малката изпълнителна единица (unit of processing), която може да бъде записана за изпълнение от операционната система (scheduled by an operating system);

- **многонишково програмиране (multithreading)** - технология на програмиране, която се възползва от способността на многоядрените процесори да работят с повече от една задача наведнъж;

- **многозадачност (multitasking)** - метод, по който множество задачи (или процеси) си споделят общи ресурси на компютъра, като например процесора;

- **свързаност на кеша (cache coherence)** - последователността на данни, съхранени в локален кеш или кешове на споделен ресурс; свързаност на кеша е частен случай на свързаност на паметта;

Едно от най-значителните предимства на технологията на многоядрените процесори е възможността да се извършват множество задачи успоредно (multitasking). Технологията на многоядрените про-

цесори е реализирала идеята за паралелни изчисления на две или повече ядра (parallel computing). Паралелизмът значително увеличават скоростта, ефективността и производителността просто чрез инсталиране на 2 или повече процесора в един чип. Това намалява консумацията на електричество и отделянето на топлина на системата, като в същото време повишава работата, която компютърът извършва.

Съвременните процесори разкриват своя пълен потенциал, когато работят с многонишков софтуер. Той може да включва програми и операционни системи, които имат способността да разделят своите задачи и команди в серия от разделени работни натоварвания, които след това могат да бъдат обработени едновременно на всяко от наличните ядра. Накратко това означава, че се извършва повече работа за по-малко време.

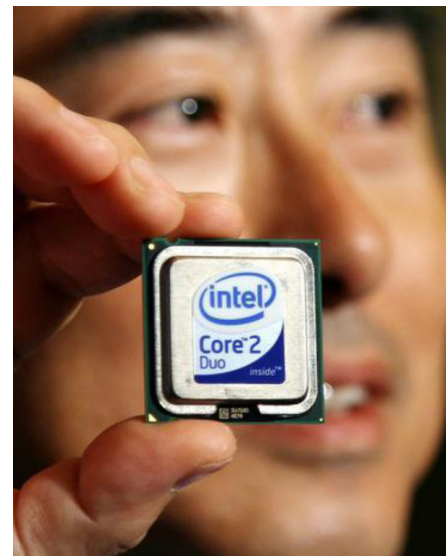
Някои от предимствата на многонишковия хардуер са:

- *ако една нишка получи недостиг на кеш, другите нишки могат да продължат, като се възползват от неизползвания компютърен ресурс; това води до по-бързо цялостно изпълнение;*

- *ако една нишка не използва цялостния ресурс на процесора, изпълнението на друга нишка може да се възползва от незаетата част на процесора;*

- *ако няколко нишки работят върху една и съща серия от данни, те могат да споделят своя кеш, което води до по-добра използваемост на кеша и по-добра синхронизация;*

Близостта на множество про-



Intel ниска на пазара Core 2 Duo

цесорни ядра позволява цикличността на свързване на кеша да протича много по-бързо, отколкото ако сигналите трябва да се движат извън чипа. Обяснено по-просто, това означава, че сигналите между различните процесори изминават по-малки разстояния, което води до по-малка загуба на сигнала. Тези висококачествени сигнали позволяват повече данни да се изпратят за определен период от време.

Увеличението на мощността на многоядрените процесори би се забелязало при интензивни процеси, като например сканиране на антивирусни програми, записване на медия на диск или търсене на файл в компютъра. Комбинация от тези действия няма да доведе до намаляне на бързината на изпълнението им, тъй като те ще бъдат зададени за изпълнение на различни процесори.

Следващата част ще ни запознае подробно с това какви проблеми съществуват при многоядрените процесори.

НЕДОСТАТЪЦИ

Оставяйки на страна предимствата, многоядрените процесори поднасят и доза предизвикателства и проблеми за компютърните архитекти и програмисти.

Мощност и температура

Ако 2 ядра се поставят на един чип без модификация, то на теория чипът трябва да консумира двойно повече енергия и да отдава двойно повече топлина. В краен случай, ако процесор прегрее, компютърът ви може дори да се запали. За да се намали консумацията на електричество и отделянето на топлина, многоядрените ядра работят на по-ниска честота. За да се намали отделянето на топлина на множество процесори на един чип, той е така конструиран, че броят на горещи точки не нараства прекалено много и топлината се разпределя равномерно по чипа. Някои процесори имат *контролиране на мощността (power control unit)*, който изключва ядра, които в определения момент не се използват.

Свързаност на кеша

Свързаността на кеша е проблем при многоядрените процесори. Имайки предвид, че всяко ядро си има собствен кеш, копието на данните в този кеш не винаги ще е последната версия на тези данни, а има вероятност те да са стари. Това може да доведе, в оп-

ределени случаи, до забиване на програма или операционната система.

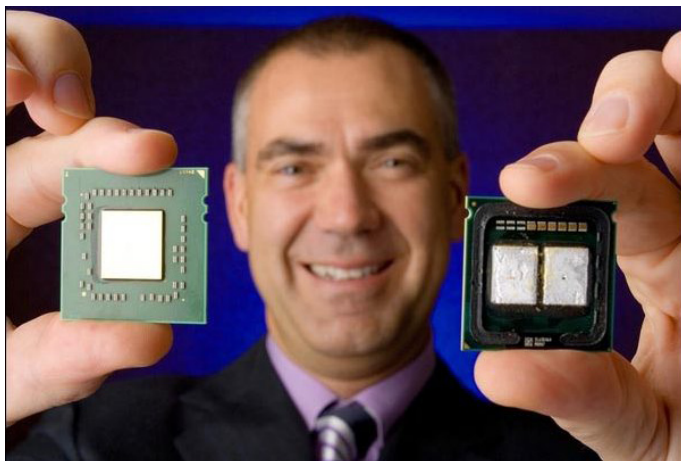
Многонишково програмиране - предизвикателство за програмистите

Единият от най-важните проблеми е многонишковото програмиране или използване на други техники за паралелизъм, имащи за цел да използват максимума от възможностите на многоядрените процесори. Доста малко софтуери са написани така, че да

многонишковото програмиране, са много по-трудно откриваеми."

Шекар Боркар (Shekhar Borkar, Intel fellow) твърди, че "Софтуерът трябва също да започне да следва законът на Мур. Използваният паралелизъм в софтуера трябва да се удвоява на всеки 2 години."

Разработването на софтуер за многоядрени процесори повдига много въпроси. Как един програмист ще направи така, че



задача с висок приоритет да придобие не само ядро, а приоритет в системата като цяло? Ако една програма не е разработена правилно за работа с многоядрен процесор, то едно или повече ядра могат да бездействат. Това може да се види, ако еднонишкова програма работи на компютър с многоядрен процесор.

работят на повече от едно ядро. Оптимизиране на софтуера да работи продуктивно на многоядрен процесор просто би значело пренаписването му.

"За да използваш многоядрени процесори, ти трябва наистина да използваш множество нишки," казва Томас Евенсен, главен директор по технологиите в Wind River Systems. "Ако знаеш как да го правиш, не е зле. Но като го правиш за първи път, съществуват много начини да се застреляш в стъпалото. Бъговете, които ще срещнеш при

Подобрение на паметта

При свързване на множество ядра на един чип съществува нужда за увеличаване на паметта. Подобрение на системата е необходимост. Повече памет и кеш са нужни за многонишкови процесори. Повече памет обаче е безполезна, ако времето, нужно за заявки до паметта, също не се подобри. Производителите на чипове фокусират своето внимание върху оптимизацията на взаимносвързаната мрежа между ядрата.

ПРИМЕРИ ЗА СЪВРЕМЕННИ МНОГОЯДРЕНИ ПРОЦЕСОРИ

Intel Core i7-980X



Честота на работа: 3.33GHz

Брой ядра: 6

L2 cache: 6 × 256 KB

L3 cache: 12 MB

i7 процесорите са с 4 или 6 ядра. Използват специална технология (Turbo Boost Technology), засилваща честотата от 3,3 GHz до 3,6 GHz или 3,46 GHz, в зависимост от модела на процесора. Turbo Boost Technology автоматично засилва възможностите на част от ядрата на процесора, като изключва други. Така той се фокусира върху една задача с най-голям приоритет.

Заради големия брой ядра тук могат да се обработват до 12 софтуерни нишки едновременно.

AMD Phenom II X6 1090T/1055T Black Edition



Честота на работа: 3.2 / 2.8GHz

Брой ядра: 6

Ядро: Thuban

L1 cache: 64KB L1 data, 64KB L1 instruction per core

L2 cache: 512KB per core

L3 cache: 6MB достъпна от всички ядра

Phenom II X6 1090T е произведен по същия 45nm процес, както и Phenom II X4 965. За разлика от него, 1090T е с намалена честота (от 3,4GHz за 965 до 3,2GHz за 1090T) за да се запази максималното TDP от 125W. Това не е голяма разлика в честотите, а нека не забравяме технологията Turbo Core, която овъркловква някое ядро, когато процесорът не е напълно натоварен и не достига 125W TDP, например

когато въпросното ядро е натоварено, а другите ядра не са. Броят на транзисторите в кристала са увеличени от 758млн. при X4 до 904млн. при X6 процесорите.

ПЕРСПЕКТИВА И БЪДЕЩЕ

Очевидно е, че бъдещето в развитието на микропроцесорите е в интегрирането на все повече ядра върху една подложка. Към този момент потребителите могат да се сдобият с шестиядрен процесор. Макар и на доста солена цена, той е върхът на технологичната еволюция засега. Друг е въпросът за какво точно може да се използва, предвид факта, че по-голямата част от софтуера е еднонишков.

Разработките на Intel в областта на многоядрените процесори далеч не се изчерпват със споменатия шестиядрен вариант. Преди известно време Intel анонсира разработката си на 80-ядрен процесор, носещ името Intel Tera-Scale. Засега проблемите пред пълноценното използване на многоядрени процесори, в основни линии, са два. Първият е вече споменатата неспособност на софтуера да се възползва от повече от един процесор. И докато това е поправимо чрез пренаписването на програмите, другият е доста по-сериозен. С добавянето на още и още ядра в процесора се стига до момент, в който те не успяват да комуникират с паметта или кеша. При използването на 2 или 4 ядра това не е проблем, но според

Intel интегрирането на 8, 16, 32 и т.н. ядра ще доведе до нуждата от изцяло нови сокети. Едно от възможните решения на това затруднение е разширяването на шината за комуникация между процесора и контролера на паметта. Това, разбира се, води до следващо затруднение – използването на 6-канална връзка ще изисква 1800 пина на процесора. Изработването на процесор с подобен брой пинове е не само непосилна, но и доста рискована задача. Сред възможните решения е добавянето на още едно ниво от кеш памет към всяко ядро или дори интегрирането на собствена памет към него.

Има ли алтернатива?

Съществува концепция за компютър, който работи по съвсем различен начин, в сравнение със съществуващите компютри. Така наречените квантови компютри потенциално са способни мигновено да правят изчисления, с които обикновените компютри се справят за години, твърдят учени. Експерти на квантовата технология предсказват появата на първите квантови компютри в близките години. Мощта на квантовите компютри се заключава в необичайното поведение на

материята на субатомно ниво. В квантовата реалност частиците могат да се намират едновременно в няколко места и да обединяват свойствата на частицата и вълната.

Обикновените компютри обработват данните на базата на двоичната система (1 – има сигнал, 0 – няма). Теоретично, квантовите компютри използват елементарни частици за обработка на данните. Единицата информация, квантовият бит, благодарение на нееднозначната природа на материята, може да бъде въввлечена в няколко процеса едновременно.

Учените считат, че най-простият квантов компютър ще работи 1000 пъти по-бързо от съвременните компютри. Още едно преимущество на компютрите на бъдещето се заключава в липсата от необходимост на структуриране на базите данни. Потенциалната способност на квантовите компютри да изпълняват комплексни алгоритми позволява да намират нужната информация в неорганизиран вид. Изследователите твърдят също така, че квантовите компютри могат да осъществяват мигновено предаване на данни с помощта на телепортация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предимногоядрените процесори производителността на процесорите се е увеличавала от поколение на поколение, чрез увеличаване на работната честота. Този модел обаче се пречупва, когато процесорите започват да работят на толкова висока честота, че консумацията на енергия и отделянето на топлина стават недопустимо големи. Решението се оказва добавяне на множество ядра в един процесор, които работят на по-ниски честоти. Но това е нож с две остриета.

Многоядрените процесори са разработени да се придържат към нормални разходи на електроенергия, отделяне на топлина и протоколи за свързаност на кеша. Но много проблеми

остават неразрешени. За да се използва пълния капацитет на многоядрените процесори, програмите, които работят на компютъра, трябва да са многонишкови. Има сравнително малко програми (и по-важно - малко програмисти, които знаят как се програмира многонишково) написани на някакво ниво на паралелизъм. Системите за памет и взаимносвързаните мрежи също имат нужда от подобрене. А и все още не се е изяснило какъв тип ядра трябва да се ползват - хомогенни или хетерогенни.

Имайки предвид колко различни дизайна съществуват, е невъзможно да се зададе стандарт за свързаност на кеша и взаимносвързаните мрежи.

Най-голямата трудност остава в методите за преподаване на техники за паралелно програмиране и пренаписването на съществуващи програми да работят продуктивно на многоядрен процесор.

Многоядрените процесори са важна иновация в света на микропроцесорите. С квалифицирани програмисти, способни да пишат паралелизирани програми, ефективността на многоядрените процесори ще се повиши драстично. В следващите години ще станем свидетели на подобренията на тези технологии. Тези подобрения ще доведат до по-бързи и програми и несъмнено по-приятни преживявания в нашето виртуално измерение.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

[http://en.wikipedia.org/wiki/Multi-core_\(computing\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Multi-core_(computing))
http://bg.wikipedia.org/wiki/Централен_процесор
<http://searchdatacenter.techtarget.com/definition/multi-core-processor>
<http://www.networkdictionary.com/howto/Advantages-and-Disadvantages-Multi-core.php>
<http://www.tech-faq.com/multi-core-technology.html>
<http://www.csa.com/discoveryguides/multicore/review.pdf>
http://www.ehow.com/about_6131169_disadvantage-multi_core-processor.html
http://www.computers.bg/mnogoprocesornoto_bydeshte.html
<http://www.eetimes.com/electronics-news/4059429/Panel-confronts-multicore-pros-and-cons>
http://en.wikipedia.org/wiki/Multithreading_%28computer_architecture%29
http://en.wikipedia.org/wiki/Thread_%28computer_science%29
http://en.wikipedia.org/wiki/Scheduling_%28computing%29
http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_multitasking
http://en.wikipedia.org/wiki/Cache_coherency
<http://www.computers-bg.net/>
http://pcworld.bg/6851_kvantovite_kompyutri_v_skoro_vreme_shte_stanat_realnost

Многоядрени процесори - предимства и недостатъци
07.12.2010г.

Проект на Иван Казмин
1.курс Информационни технологии в
Университет по библиотекознание
и информационни технологии - София
Фак. №2043
ivan.kazmin@gmail.com