

**მრავალბირთვიანი პროცესორ Nehalem-ის არქიტექტურის
შედარებითი ანალიზი**

გულნარა კოტრიკაძე, ეკა როჭიკაშვილი, გიორგი შაშიაშვილი,
ანა გივილაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ნაშრომში აღწერილია და ყურადღება გამახვილებულია კომპიუტერის მთავარ აპარატურულ კვანძზე, როგორცაა პროცესორი. მოყვანილია სხვადასხვა სერიის პროცესორების არქიტექტურა თავისი მახასიათებლებით, შედარებითი ანალიზისთვის. ძირითად ნაწილში აღწერილია ახალი Nehalem-ის ტიპის პროცესორი, დახასიათებულია მისი მუშაობის პროცესი დეტალურად მახასიათებლების მიხედვით და შედარება ხდება არსებულთან, რათა მკვეთრად დავინახოთ მისი შესაძლებლობები.

საკვანძო სიტყვები: არქიტექტურა. პროცესორი. მახასიათებლები.

1. შესავალი

არც ისე დიდი ხნის წინ, Pentium 4-ების ერაში ინტელს საკმაოდ ცუდად ჰქონდა საქმე. ოღონდ არა ფინანსურად, არამედ ტექნოლოგიურად. NetBurst არქიტექტურის (ამ არქიტექტურაზე მუშაობდა Pentium 4) გაუმჯობესება შეუძლებელი გახდა. პირველად ისტორიაში, გორდონ მურის ცნობილ კანონს სერიოზული საფრთხე დაემუქრა [1,2].

თუმცა, ამ დროს ინტელის ისრაელის ჯგუფმა ახალი მობილური არქიტექტურა შექმნა, რომელმაც ყველაფერი უკეთესობისკენ შეცვალა და კომპანიასაც ლიდერის სტატუსი დაუბრუნა. ალბათ უკვე მიხვდით, ახალი არქიტექტურის სახელი იყო Core. Core პროცესორებმა სწრაფად ჩაანაცვლეს წინამორბედი NetBurst არქიტექტური პროცესორები, იხ. ცხრ.1. ახალმა ტექნოლოგიამ მოიცვა როგორც მობილური, ასევე დესკტოპ და სერვერული სეგმენტები. Core-თან ერთად, ინტელმა პროცესორების განვითარების ახალი ციკლი, ეწ. “Tick-Tock” წარმოადგინა. კომპანია პროცესორის არქიტექტურას ყოველ ორ წელიწადში ერთხელ ცვლის, ხოლო ყოველ არქიტექტურულ ცვლილებას ერთი წლის შემდეგ მოყვება ახალი [1,3].

ცხრ.1. Core სერიის პროცესორები

კოდური სახელი	ბრენდის სახელი	L2 კეშის ზომა	სოკეტი	ნერგო მოხმარება (ვატი)
Merom	Mobile Core 2 Extreme X7xxx	4 MB	Socket P	44 W
Conroe	Core 2 Extreme X6xxx	4 MB	LGA 775	75 W
Kentsfield	Core 2 Extreme QX6xxx	2×4 MB	LGA 775	130 W
Penryn	Mobile Core 2 Extreme X9xxx	6 MB	Socket P	44 W
Penryn-QC	Mobile Core 2 Extreme QX9xxx	2×6 MB	Socket P	45 W
Yorkfield	Core 2 Extreme QX9xxx	2×6 MB	LGA 775 / LGA 771	130 – 150 W

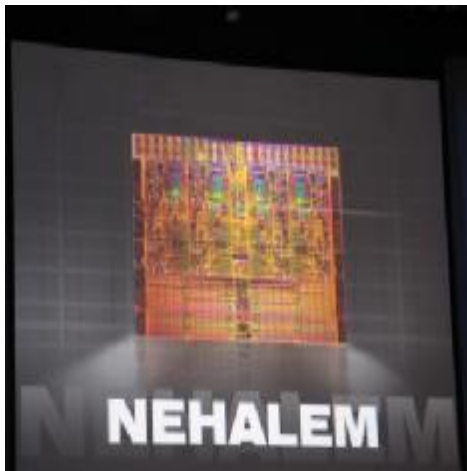
2. ძირითადი ნაწილი

სან-ფრანცისკოში მიმდინარე IDF (Intel Developer Forum) 2007-ზე, ინტელმა საზოგადოებას წარუდგინა რეალურად მუშა მომავალი პროცესორის არქიტექტურა - Nehalem. კომპანიამ საზოგადოებას უჩვენა Nehalem-ის ბირთვის სურათი და გაამჟღავნა რამდენიმე ტექნიკური დეტალი. მაგრამ, რაც ყველაზე მთავარია, დარბაზში იდგა მუშა სისტემა, Windows XP ოპერაციული სისტემით (ინტელის განცხადებით, პროცესორს Mac OS X-ის ჩატვირთვაც შეეძლო), რომელიც ორ Nehalem პროცესორზე მუშაობდა [3].

ინტელის აღმასრულებელმა დირექტორმა პოლ ოტელინიმ განაცხადა, რომ Nehalem-ის ოთხბირთვიან ვარიანტს აქვს 731 მილიონი ტრანზისტორი, ინტეგრირებული მესხიერების

კონტროლერი, ახალი სერიული (მიმდევრობითი) ინტერკონექტი QPI (QuickPath Interconnect), Hyper-Threading ტექნოლოგიის ახალი ვერსიის მხარდაჭერა, ანუ ოთხბირთვიანი პროცესორი სისტემაში გამოჩნდება, როგორც 8 ლოგიკური ბირთვი, ხოლო რვაბირთვიანი პროცესორი გამოჩნდება, როგორც 16 ლოგიკური ბირთვი. ახალი პროცესორი დამზადებულია 45 ნანომეტრული ტექნოლოგიით. Nehalem-ს აქვს Native-Dual (ორბირთვიანი), Native-Quad (ოთხბირთვიანი) და Native-Octal (რვაბირთვიანი) პროცესორი (რას ნიშნავს Native, ამას შემდგომ განვმარტავთ). ასევე, მისი განცხადებით, ახალი არქიტექტურა მოიცავს როგორც მობილურ, ასევე დესკტოპ და სერვერულ სეგმენტს. Nehalem-ში გაუმჯობესებულია თითოეული ნაკადის წარმადობა. ასევე, ზოგიერთ პროცესორში ინტეგრირებულია GPU (გრაფიკული პროცესორი). Nehalem-ი საშუალებას იძლევა ოპერაციულ სისტემას დინამიურად გაუთიშოს ლოგიკური ბირთვები. ასევე პროცესორი საშუალებას აძლევს სისტემას, დინამიურად გათიშოს, როგორც ინდივიდუალური ბირთვები, ასევე კემის კომპონენტები. ახალ პროცესორს აქვს გაზიარებული (გაშარინებული) L3 დონის კემი, რომელიც დინამიურად ნაწილდება ბირთვებს შორის. Nehalem-ი დამზადებულია 45 ნანომეტრული ტექნოლოგიით, რაც საშუალებას იძლევა უმტკივნეულოდ განხორციელდეს Native-Quad და Native-Octo ბირთვიანი დიზაინი და ინტეგრირებული იქნეს მენსიერების კონტროლერი, დიდი მოცულობის კემ-მენსიერება და გრაფიკული პროცესორი.

Native-Dual Core, Native-Quad-Core და Native-Octal-Core პროცესორები: ალბათ



დაგაინტერესათ, რას ნიშნავს ეს ტერმინები. კერძოდ, Native-Dual-Core, Native-Quad-Core და Native-Octal-Core პროცესორი ნიშნავს, რომ პროცესორის კრისტალი მონოლითურია, ანუ ერთ კრისტალზეა განლაგებული ორივე/ოთხივე/რვავე ბირთვი. სწორედ Native-Quad-Core დიზაინით ამყობს დღეს AMD. ანალოგიურად Core 2 Duo არის Native-Dual-Core პროცესორი, ანუ ორივე ბირთვი განთავსებულია ერთ კრისტალზე, ხოლო Core 2 Quad უკვე აღარაა Native-Quad-Core პროცესორი, რადგან ოთხი ბირთვი ერთ კრისტალზე არაა განთავსებული. დეალურად ესაა ორი შეწყობილი Core 2 Duo-ს კრისტალი. ცხადია, მონოლითური დიზაინი უკეთესია, როგორც წარმადობისთვის, ასევე პროცესორის კომპონენტების მართვის თვალსაზრისითაც [4,5].

ნახ.1 Nehalem –ის ტიპის პროცესორის დიზაინი.

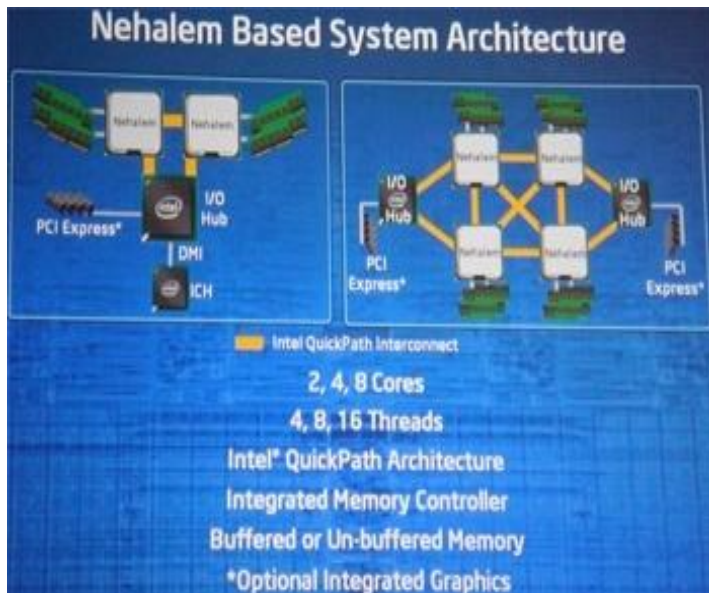
ბირთვების რაოდენობა: Nehalem-ი ორ, ოთხ და რვაბირთვიანი პროცესორია. შეიძლება ზოგს ორბირთვიანი პროცესორები არააქტუალურად გეჩვენოთ, მაგრამ ასე არაა. ორბირთვიანი პროცესორები მინიმუმ ორი მიზეზის გამო გამოვა: 1) მიუხედავად იმისა, რომ მრავალბირთვიანი პროცესორები საკმაოდ დიდი ხანია ბაზარზე არსებობს, მათთვის ოპტიმიზირებული პროგრამული უზრუნველყოფა ჯერ კიდევ არაა ბევრი. 2) ნებისმიერ შემთხვევაში საჭირო იქნება საშუალო და ეკონომ კლასის პროცესორების გამოშვება, იხ. ნახ1.

ამ სურათზე ნარინჯისფერი ხაზებით აღნიშნულია ახალი QPI. საკმაოდ კარგად ჩანს, როგორ აკავშირებს ახალი ინტერკონექტი ერთმანეთთან პროცესორებს და პროცესორებს სისტემურ კომპონენტებთან. Nehalem პროცესორების კოდური სახელები: Nehalem ოჯახის პროცესორები გამოყენებული იქნება ყველა სეგმენტში.

ოთხსოკეტიანი სერვერებისთვის განკუთვნილი პროცესორების კოდური სახელი იქნება Becton, ორსოკეტიანი სერვერებისთვის - Gainstown, მობილური პლატფორმისთვის - Gilo, დესკტოპ პროცესორების კოდური სახელი იქნება Bloomfield.

ინტეგრირებული მენსიერების კონტროლერი: Nehalem-ს ინტეგრირებული მენსიერების კონტროლერი აქვს. ცნობისათვის, AMD ამ ტექნოლოგიას 2003 წლიდან იყენებს, თუმცა ინტელმა ჩათვალა, რომ მისი Core/Core 2 პროცესორები ლიდერობას IMC-s (Integrated Memory Controller) გარეშე შეინარჩუნებდნენ და არც შემცდარა. Nehalem-ის მენსიერების კონტროლერი გამოირჩევა დიდი სიჩქარითა და დაბალი ლატენსიებით. ახალ კონტროლერს აქვს სამარხიანი DDR3

მეხსიერების მხარდაჭერა. ახალ პროცესორთან ერთად, DDR2 სავარაუდოდ წარსულს ჩაბარდა, ანუ Nehalem-ის მეხსიერების კონტროლერს მხოლოდ DDR3-ის მხარდაჭერა აქვს (თუმცა, კომპანია არ გამოირიცხავს, რომ ზოგიერთ საშუალო და ეკონომ კლასის სისტემებს DDR2-ის მხარდაჭერაც ექნება). შეიძლება, ზოგს ასეთი გადაწყვეტილება არაადეკვატურად მოეჩვენოს, მაგრამ ამას თავისი გამართლება აქვს. ინტელი ყოველთვის გამოირჩეოდა ტექნოლოგიური ინოვაციებით, იგი პირველი გადავიდა DDR2 სტანდარტზე და იგივე გააკეთა DDR3-ის შემთხვევაშიც. ასევე, 2009 წელს DDR3 მეინსტრიმი გახდა, ანუ ძირითადი სამომხმარებლო ბაზრიდან განდევნა DDR2 შესაბამისად, ახალ მეხსიერების სტანდარტზე გადასვლა გამართლებულია. IMC-ით აღიჭურვა სერვერული Xeon DP და Xeon MP, ასევე მობილური პროცესორებიც, იხ. ნახ.2 [3,5].



ნახ.2 Nehalem-ის არქიტექტურა.

QuickPath და QuickPath Interconnect (QPI): Nehalem-ით ინტელი სისტემურ სალტეს, FSB-s (Front Side Bus), საბოლოოდ დაემშვიდობა. ახალ არქიტექტურაში გამოყენებული იქნა ახალი სერიული (მიმდევრობითი) ინტერკონექტი QuickPath Interconnect, რომელმაც მრავალპროცესორულ სისტემებში ერთმანეთთან დააკავშირა პროცესორები. ასევე, ინტერკონექტი უზრუნველყოფს პროცესორის კავშირს სხვა სისტემურ კომპონენტებთან. QPI მუშაობის მხრივ ძალიან გავს AMD-ს HyperTransport-ს. QuickPath თავის თავში აერთიანებს ინტეგრირებულ მეხსიერების კონტროლერს და ჩრდილოეთ ხიდს (NorthBridge), რომელიც ასევე პროცესორის კრისტალზეა ინტეგრირებული.

ახალი სოკეტი: ზემოაღნიშნული არქიტექტურული ცვლილებების გათვალისწინებით, გასაკვირი არაა, რომ Nehalem-ს ახალი სოკეტი დასჭირდა. ეს არის LGA1366, რომელმაც მთლიანად შეცვალა LGA775. ახალი Hyper-Threading: IDF 2007-ზე წარმოდგენილი სისტემა მუშაობდა ორ ოთხბირთვიან Nehalem პროცესორზე, რომლებიც ოპერაციულ სისტემაში ჩანდა, როგორც 16 ლოგიკური პროცესორი. ასევე, 16-ვე ლოგიკური პროცესორი მეტნაკლებად დატვირთული იყო, ანუ ტექნოლოგია რეალურად მუშაობდა. Nehalem-თან ერთად დაბრუნდა დიდი ხნის დავიწყებული Hyper-Threading ტექნოლოგია, ინტელის განცხადებით, Nehalem-ში გამოყენებული Hyper-Threading არის ძველის საკმაოდ გაუმჯობესებული ვარიანტი, რომელმაც ხელი შეუწყო პროცესორის რესურსების უკეთესად გამოყენებას. Hyper-Threading-ის საშუალებით, Nehalem-ის ოთხბირთვიანი პროცესორი სისტემაში გამოჩნდა, როგორც რვა ლოგიკური ბირთვი, ხოლო რვაბირთვიანი პროცესორი გამოჩნდა, როგორც თექვსმეტი ლოგიკური ბირთვი [3].

ტრანზისტორების რაოდენობა: Nehalem-ის ოთხბირთვიან ვერსიას 731 მილიონი ტრანზისტორი აქვს. შედარებისთვის, Penryn-ის ოთხბირთვიან დესკტოპ პროცესორს, Yorkfield-s 820 მილიონი ტრანზისტორი აქვს. ტრანზისტორების შემცირებული რაოდენობა გამოწვეულია

ინტეგრირებული გრაფიკული პროცესორი: Nehalem არქიტექტურის ზოგიერთ პროცესორს ინტეგრირებული აქვს გრაფიკული პროცესორი. ეს ძირითადად ეხება მეინსტრიმ პროცესორებს, რადგან მაღალი კლასის პროცესორებში მაღალი კლასის გრაფიკული პროცესორის ინტეგრირება საჭიროა, ეს კი ძალიან გაზრდიდა ენერგომოხმარებას, ამის გამო Nehalem-ში ინტეგრირებული იქნება საშუალო კლასის გრაფიკული პროცესორები. გრაფიკული პროცესორის ცენტრალურ პროცესორთან ინტეგრირებამ საშუალება მოგვცა, რომ საკმაოდ გაზრდილიყო წარმადობა.

მესსიერების კონტროლერისა და ჩრდილოეთ ხიდის პროცესორის ბირთვზე ინტეგრირებით. უბრალოდ, ბირთვზე მეტი ადგილი არაა და არც ბირთვის ზომის გაზრდა იყო მომგებიანი.

კემ-მესსიერება: ოთხბირთვიან Nehalem პროცესორს აქვს 8 მეგაბაიტი L3 დონის კემი, რომელიც განაწილებულია ბირთვებს შორის. რაც შეეხება L1 და L2 დონის კემებს, ისინი პროცესორის თითოეული ბირთვისთვის ინდივიდუალურია. Nehalem-ის თითოეულ ბირთვს 512 კილობაიტი L2 კემ-მესსიერება აქვს. L2 და L3 კემის საერთო მოცულობა 10 მეგაბაიტი გამოდის. ეს მოცულობა ისევ ნაკლებია Yorkfield-ის 12 მეგაბაიტთან L2 დონის კემზე. კემების შემცირებული მოცულობა ისევ და ისევ პროცესორის ახალი დიზაინითაა გამოწვეული, იხ. ნახ.1 და ნახ.2.

დღესდღეისობით Nehalem არქიტექტურით წარმოებული პროცესორების ღირებულება მერყეობს 180-ლარიდან 350 ლარამდე, რაც ბევრად ნაკლებია ინტელის Quad Core- სერიის პროცესორების ფასთან [5].

3. დასკვნა

ნაშრომში შევაჯამეთ ამ დროისათვის ცნობილი ყველა ინფორმაცია Intell-ისა და ახალი Nehalem-ის არქიტექტურის შესახებ. ახალ არქიტექტურას აქვს ძალიან კარგი დიზაინი, პროცესორის პრაქტიკულად ნებისმიერი კომპონენტი ექვემდებარება კონტროლს. ახალი დიზაინი საშუალებას იძლევა ადვილად დამზადდეს მრავალბირთვიანი პროცესორები და ინტეგრირებული იყოს გრაფიკული პროცესორი ცენტალურ პროცესორთან. გვაქვს გაზრდილი ბირთვების რაოდენობა და გაზრდილი სიჩქარეები.

აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ Nehalem არქიტექტურით დამზადებული პროცესორები წარმადობით ჯობს Quad Core სერიების პროცესორებს.

მოგახდინეთ Nehalem-ისა და Quad Core სერიების პროცესორების დეტალური ანალიზი, მათი მახასიათებლების მიხედვით.

ლიტერატურა:

1. ა. ბენაშვილი, კომპიუტერული სისტემების აწყობა, მოდერნიზება და სერვისი, სტუ 2009 წ.
2. ა.ბენაშვილი, პერიფერიული მოწყობილობების ინტერფეისი, სტუ, 2006წ. ნაწ. I და ნაწ. II.
3. <http://blogs.intel.com/technology/>
4. <http://www.youtube.com/watch?v=w6HMM-cBxp0&feature=relmfu>
5. <http://www.wikipedia.org>

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ARCHITECTURE IN MANY CORE PROCESSORS OF NEHALEM

Gulnara Kotrikadze , Eka Rotchikashvili, George Shashiashvili, Anna Gigilashvili
Georgian Technical University

Summary

The paper discusses and focuses on the computer's main hardware node, such as the processor. Series processors, the architecture of its characteristics are different, for comparative analysis. The main part of the type described in the new Nehalem processor, characterized in detail the characteristics and compare its performance with the current, in order to clearly see its possibilities.

МНОГОЯДЕРНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ НЕHALEM АРХИТЕКТУРЫ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Котрикадзе Г., Рочикашвили Е., Шашиашвили Г., Гигилашвили А.
Грузинский Технический Университет

Резюме

Рассматривается основной аппаратный узел компьютера - процессор. Приведена архитектура процессоров различных серий и их характеристики для сравнительного анализа. Описан новый тип процессора - Nehalem, детально охарактеризован процесс его работы и приводится анализ, позволяющий показать его возможности.