Generația următoare de arhitectura CPU “AMD Zen 3“

“Zen 3“ este o arhitectură a procesoarelor creată special pentru a livra un nivel mai înalt de performanță al unității centrale de procesare (CPU), suportând în același timp software îmbunătățit și noi caracteristici de securitate. Nucleul se regăsește în multiple produse disponibile pe piață, precum dispozitive mobile, computere, sau servere.

AMD a început seria arhitecturii “Zen“ în prima parte a anului 2017, inovând printr-o reproiectare totală. Cu o mărire substanțială a instrucțiunilor pe ciclu (IPC) față de generația anterioară și cu o arhitectură inovativă System-on-Chip (SoC), această arhitectură a marcat începutul unei noi ere pentru compania AMD. Proiectarea “Zen 2“ a îmbunătățit aceste performanțe prin frecvențe mai înalte, mai multe instrucțiuni pe ciclu, toate acestea încapsulate prin noul proces pe 7nm. În urma acestor succese, AMD a lansat produse bazate pe tehnologia “Zen 3“ pe 7nm începând cu sfârșitul anului 2020, continuând în 2021.

La începuturile proiectării noi tehnologii “Zen 3“, AMD era pregătită să inoveze agresiv arhitectura, astfel încât să livreze un nou reper în performanțe prin IPC-uri și frecvențe, în același timp introducând noi caracteristici de securitate. Ca parte a acestui lucru, a fost reproiectată ierarhia cache-urilor, pentru a uni cache-urile și nucleele, într-un singur corp cu 8 nuclee pentru a îmbunătății latența. Iar ca un alt aspect important al proiectării, AMD a decis să mențină compatibilitatea socket-urilor cu produsele anterioare, pentru a simplifica modernizarea (uprgrade-ul), pentru parteneri și clienți.

Nucleul “Zen 3“

“Zen 3“ a fost încă o reproiectare de la bază, ce a inclus o reimaginare temeinică a multora dintre conducte si unități funcționale. Această arhitectură are multe inovații care duc la îmbunătățirea performanțelor pe un singur fir și suportă “multithreading“ pentru a obține performanță în plus, printr-o manieră eficientă din punct de vedere energetic atunci când există fire disponibile pentru a fi exploatate.

Schimbările microarhitecturii “Zen 3“ oferă o îmbunătățire cu 19% față de un sistem bazat pe microarhitectura “Zen 2“, configurat asemănător, reprezentând astfel a treia generație consecutivă cu un câștig de IPC de două cifre, fiind de asemenea cel mai mare câștig de la originalul “Zen” încoace. Pe lângă toate acestea se adaugă și creșterea frecvenței maxime. Pentru a obține aceste îmbunătățiri, echipa a s-a văzut nevoită să reproiecteze logica întregului nucleu, reușind sa obțină contribuții la performanță din aproape fiecare colț al procesorului.

Aducerea instrucțiunii și decodarea

Îmbunătățirile aduse în aducerea instrucțiunilor și a decodării au contribuit semnificativ la acest câștig de performanță. Problemele latenței au fost îmbunătățite prin două moduri. Pentru început, latența predicției greșite a ramurilor a fost redusă pentru a reveni pe drumul cel bun mai rapid. Apoi, latența predicției pentru ramuri luate a fost redusă, astfel nu există pierderi de bule în cele mai multe cazuri.

Mărirea numărului de operații cu întregi pe ciclu de la șapte la zece a fost o adiție importantă la ceea ce AMD dorea să reușească prin “Zen 3”. Facând direct acest lucru, adăugând mai multe unități ALU, ar fi crescut costul de producție semnificativ. Pentru a realiza acest progres cât mai eficient, echipa a menținut patru unități ALU și trei AGU, dar a adăugat noi ramuri și unități de stocare a datelor la un cost mai mic, unitățile ALU fiind mult mai scumpe. reușind astfel să se concentreze pe operațiile care necesitau capabilitățile lor maxime.

Îmbunătățiri aduse lui “Zen 3” față de “Zen 2”

Motivele pentru toate schimbările microarhitecturale descrise in secțiunile anterioare, au fost pentru a livra mai multă performanță. Figura 1 ne mărirea IPC-urilor față de generația anterioară, la o frecvență setată de 25 de sarcini de lucru. Îmbunătățirile aduse sunt de 19%. Unele jocuri de top au înregistrat îmbunătățiri cu pana la 30%, după cum putem vedea in figură.

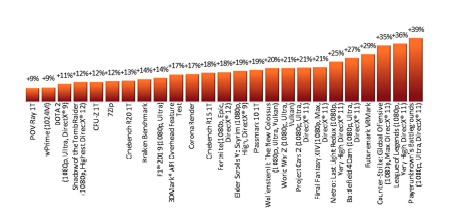


Fig 1. Îmbunătățirile aduse în Zen 3

Noi caracteristici ale setului de instrucțiuni

La AMD, securitatea rămâne fundamentală in proiectarea arhitecturala. “Zen 3” introduce “Infinity Guard”, o caracteristică de securitate care adaugă straturi adiționale de protecție. În prima generație de procesoare, virtualizarea criptării securizate permitea memorie criptată pentru fiecare mașină virtuală pentru a proteja informații confidențiale. În cea de a doua generație, AMD a adăugat stare criptată (SEV-ES) pentru a proteja regiștrii de control ai mașinilor virtuale de pe CPU, de la a fi compromise. “Zen 3” imbunătățește toate aceste caracteristici.

Producțiile “Zen 3” primesc suport pentru noile extensii de criptare și decriptare pe 256-bit, dublând astfel mărimea datelor pentru aceste operații, chei de protecție ale memoriei pentru a oferi control adițional al utilizatorului la accesul protecțiilor, precum și o stivă “shadow” care ajută la protecția împotriva atacurilor.

Cache-ul L3

Complexul de nuclee al „Zen 3” a fost reproiectat pentru a se baza pe opt nuclee care împart un L3, în loc de patru. Această caracteristică dublează cantitatea de cache L3 direct accesibilă dintr-un anumit nucleu, și accelerează comunicarea nucleu-cache pentru jocuri și alte sarcini de lucru. Această organizare are ca rezultat o reducere a latenței, prin reducerea cantității de “miss-uri” L3, în special pentru sarcinile de lucru cu un singur fir. Dimensiunea cache-ului L3 diferă de la produs la produs și poate fi de până la 32 MB.

Ca parte a tranziției la un complex cu opt nuclee, AMD a încorporat o nouă magistrală bidirecțională. Acesta este un design mai scalabil, iar natura bidirecțională ajută la menținerea latențelor scăzute, oferind mai multă

flexibilitate în modul de direcționare a comenzilor și a datelor între nuclee și L3. Prin cele două canale de date de 32-bit ce merg în direcții opuse, se livrează un acces cu o lățime de bandă ridicată la L3, într-un mod eficient din punct de vedere energetic, în timp ce și nivelul latențelor este scăzut.

O caracteristică importantă a cache-ului L3 este că de această dată este completat de la “victimele” din L2, față de generațiile precedente unde acesta era completat cu toate umplerile de la L1 și L2. Acest fapt ajută la crearea unei proiectări inclusive. Etichetele L2 sunt duplicate în memoria cache L3 pentru a facilita transferurile mai rapide.

Un aspect nou al cache-ului L3 este dat de suportul încorporat pentru AMD 3-D V-cache, un cache L3 stivuit. AMD a demonstrat AMD 3-D V-cache pe un prototip de 12 nuclee bazat pe tehnologia “Zen 3”. Pe lângă cei 32-MB L3 pe matrița de bază, un L3 suplimentar de 64 MB aduce totalul la 96 MB per CCD. Acest lucru este permis prin intermediul canalelor de siliciu care sunt prezente în CCD-ul „Zen 3”, și o legătură directă cupru-cupru cu memoria. Acest fapt oferă performanțe serios îmbunătățite sarcinile de lucru. După cum se arată în Figura 2, „Zen 3” a demonstrat o îmbunătățire cu 15% a mediei cadrelor pe secundă în mai multe jocuri pentru PC, testate pe prototip.

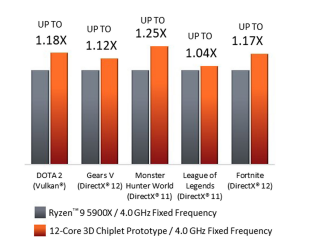
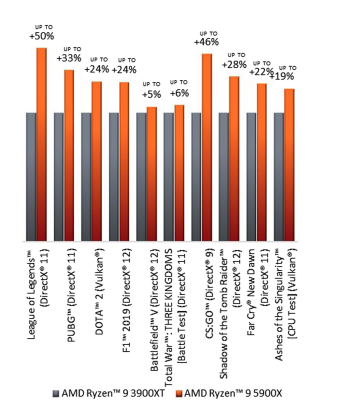


Figura 2. Testare efectuată de către laboratoarele de performanță AMD, pe baza mediei cadrelor pe secundă a 32 de jocuri pe computer, la rezoluția de 1.920x1.080 cu o calitate înaltă a imaginii presetată, folosind un AMD Ryzen Procesor 9 5900X versus un prototip de chiplet 3D cu 12 nuclee

Îmbunătățiri ale performanței și recorduri mondiale

Produsele „Zen 3” oferă îmbunătățiri de performanță într-o gamă largă de sarcini de lucru. Pentru servere, privind înapoi la lansarea procesoarelor EPYC de a doua generație, AMD a realizat peste 80 de recorduri mondiale într-o gamă largă de aplicații și sarcini de lucru. Asta a venit ca o validare a performanței pe care procesoarele EPYC o pot livra. Cu toate acestea, după lansarea celei de-a treia generație de procesoare EPYC, cu „Zen 3” lista a crescut considerabil. Procesoare EPYC au acum peste 200 de recorduri mondiale, într-o gamă largă de aplicații, sarcini de lucru și clienți. Printre acestea regăsim baze de date, cloud, întreprinderi și computing de înaltă performanță. Aceasta este o dovadă clară a performanței pe care familia de procesoare EPYC din a treia generație o pot oferi. Îmbunătățirile de performanță nu s-au limitat însă la sarcinile de lucru ale serverelor. Performanța în jocuri a fost una dintre țintele principale în cadrul proiectării „Zen 3”. Totul este despre furnizarea de performanțe care contează pentru utilizator, iar acesta este rezultatul îmbunătățirilor aduse lui „Zen 3”. Provocarea a fost și mai mare deoarece a fost păstrată tehnologia 7nm prezentă și pe „Zen 2”, toate aceste îmbunătățiri datorându-se noii arhitecturi și a optimizărilor proiectării fizice. Creșterea IPC de 19%, accesul la o porțiune mai mare din memoria cache L3 per nucleu, frecvențele mai înalte, precum și un complex unificat de 8 nuclee, duc la o performanță excelentă în jocuri. După cum putem observa in figura 3, sunt aduse îmbunătățiri de până la aproximativ 26% în domeniul jocurilor, în unele jocuri procentajul ajungând chiar la 50%.



Concluzie

Odată cu lansarea „Zen 3”, AMD a obținut o creștere a IPC-ului de 19% în sarcinile de lucru, frecvențe mai mari în cadrul familiei desktop-urilor, o latență redusă prin complexul de 8 nuclee, eficiență din punct de vedere energetic mai bună, a devenit lider pe piața jocurilor pe calculator prin performanțele sale și a stabilit un număr impresionant de recorduri mondiale împreună cu îmbunătățiri substanțiale aduse securității.