Legile de performanta in era multicore

Legea lui Amdahl reprezinta o formula care este utilizata pentru calculul aceeleratiei (speedup) executiei unei probleme, atunci cand dimensiunea acesteia ramane constanta. Cu toate acestea, pentru rezolvarea unor probleme complexe, de dimensiuni mai mari, se folosesc mai multe core-uri. Legea lui Gustafson, o alternativa a legii lui Amdahl, afirma in schimb ca timpul de rulare este constant, nu dimensiunea problemei. Astfel, Amdahl presupune ca dimensiunile fractiunii paralelizabile vor ramane constante si independente de numarul de core-uri folosite, aceasta fiind o abordare extrem de pesimista. In schimb, Gustafson afirma faptul ca fractiunea paralelizabila creste liniar o data cu cresterea numarului de core-uri folosite, aceasta fiind o abordare extrem de pesimista.

Autorii articolului[1] propun o noua ecuatie, ecuatie ce presupune ca fractiunea paralelizabila nu este atat de constanta precum cea descrisa in legea lui Amdahl, dar nici nu va creste liniar o data cu crestrea numarului de core-uri ca si in legea lui Gustafson. Cresterea va fi direct proportionala cu o functie scale(p), sub-liniara in p. Daca functia scale(p) este egala cu unu, ecuatia va fi identica, cu cea propusa de legea lui Amdahl iar daca scale(p) este egala cu p, ecuatia devine identica, cu cea propusa de Gustafson.

Intr-un sistem simetric multicore, toate core-urile au aceeasi dimensiune si performanta. Ecuatia lui Amdahl pentru sisteme simetrice multicore defineste acceleratia ca o functie trei parametrii: fractiunea paralelizabila, suprafata cipului (n) si dimensiunea fiecarui core(r). Fractiunea seriala este executata de catre un singure core in timp ce fractiunea paralelizabila este executata de toate n/r core-uri. Aceeasi logica se aplica si cand vine vorba despre legea lui Gustafson, cu mentiunea ca fractiunea paralelizabila este de dimensiuni mai mari. In mod similar se deduce si ecuatia propusa de autori [1]. Astfel, s-a observat faptul ca rezultatele obtinute prin aplicarea celor trei legi pe acelasi set de parametrii sunt fundamental diferite, atunci cand se ia in considerare scalarea aplicatiei. Legea lui Amdahl pentru sisteme simetrice multicore va evidentia faptul ca nu se poate ajunge la cea mai inalta performanta folosing core-uri singulare, in timp ce legea lui Gustafson evidentiaza contrariul.

In sistemele asimetrice multicore, unul sau mai multe core-uri sunt de dimensiuni mai mari si semnificativ mai puternice decat celelalte. Pentru legea lui Amdahl, core-ul mai puternic va executa fractiunea seriala in timp ce fractiunea paralela va fi executata de celelalte core-uri, mai mici, dar si de cel mai mare. Rezultatele au indicat faptul ca sistemele asimetrice obtin o performanta mai buna decat a sistemelor simetrice, performanta care va scadea insa o data cu cresterea dimensiunii problemei.

Sistemele dinamice multicore presupun faptul ca pana la r core-uri pot fi agregate temporar pentru a accelera portiunile secventiale ale aplicatiei. In timpul executiei portiunilor paralele, resursele sunt divizate in n core-uri pentru a obtine o acceleratie maxima. Legea lui Amdahl sugereaza folosirea unui core dinamic de dimeniuni ridicate pentru fractiunea seriala si n core-uri singulare pentru portiunile paralele. In mod similar se obtin si ecuatiile pentru legea lui Gustafson si pentru cea propusa de autori [1]. Avantajul sistemelor dinamice este puternic evidentiat de legea lui Amdahl. Dar la fel ca si in cazul sistemelor asimetrice, cand scalarea este perfecta, aceast avantaj este vizibil doar cand vine vorba de sisteme cu fractiuni paralelizabile mici. Cu toate acestea, daca scalarea este imperfecta, se observa imbunatatiri ale performantei pentru fractiuni paralelizabile de dimensiuni cresute. Pentru legea lui Gustafson, sistemele dinamice duc la cresterea performaneti doar pentru portiunile paralele de dimensiuni mici.

In concluzie, legea lui Amdahl este potrivita atunci cand vine vorba de sisteme multicore asimetrice si dinamice, in timp ce legea lui Gustafson indica faptul ca aceste sisteme pot avea o performanta mai ridicata decat sistemele simetrice, dar nu intr-un mod atat de evident precum legea lui Amdahl. Cu toate acestea, aceste legi nu pot fi folosite pentru a determina viitoarele moduri de organizare ale sistemelor multicore, nefiind posibil ca acestea sa fie proiectate pentru a creste performanta aplicatilor in care fractiunea paralelizabila este relativ mica.

Bibliografie

[1] B. Juurlink and C. Meenderinck, "Amdahl's law for predicting the future of multicores considered harmful", *ACM SIGARCH Computer Architecture News*, vol. 40, no. 2, pp. 1-9, 2012. Available: 10.1145/2234336.2234338.