

短期連載 ▶ より速く、より少ないメモリで動く効率的なプログラムを書くための

CPU最適化プログラミング

最終回

第5回

インテルCore iシリーズのPコアとEコアの演算性能や消費電力の違い

本橋 弘臣

表1 Core i5-13400の概要

コア	個数	HT	動作周波数	L1 キャッシュ	L2 キャッシュ	L3 キャッシュ	メモリ・バンド幅
Pコア	6	○	2.5G/4.6GHz	32K/48Kバイト	1.25Mバイト	20Mバイト	76.8Gバイト/s
Eコア	4	—	1.8G/3.3GHz	64K/32Kバイト	512Kバイト	—	

HT：ハイパースレディング。動作周波数は、ベース・クロック周波数/ターボ・ブースト時のクロック周波数。メモリ・バンド幅は、DDR5-4800のメモリを搭載した場合

本連載では、CPUを意識してプログラムを最適化することにより、効率的なプログラムを書くことを目指します。効率的なプログラムは、より速く、より少ないメモリで動作します。これは製品の完成度を高め、ユーザの体験を向上させることに直結します。

今回は、インテルCPUのPコアとEコアの性能の違いを実験を通じて見ていきます。(編集部)

● 対象とするCPU

近年のインテルCore iシリーズには性能の高いPコア(Performance Core)と、低消費電力のEコア(Efficiency Core)が搭載され、高性能が要求されるとき、低消費電力が要求されるときとでプロセッサ・コアを使い分けています。

今回は、インテルCore i5-13400に搭載されている各プロセッサ・コアの演算性能および消費電力について調査した結果を紹介します。

測定対象のCPUの概要を表1に示します。Core i5-13400 CPUには、性能の高いPコアが6個、低消費電

力のEコアが4個搭載されていて、Pコアのみがハイパースレディング(Hyper-Threading)に対応しています。

● 測定環境

今回の演算性能/消費電力の調査時に使用した、ハードウェア/ソフトウェア環境を表2に示します。なお今回使用したPCにはDDR4-3200のDIMMを2枚搭載しているので、メモリ・バンド幅は次の値となります。

$$BW = 8[\text{バイト/チャンネル}] \times 3200[\text{MT/s}] \times 2[\text{チャンネル}] = 51200\text{Mバイト/s} = 51.2\text{Gバイト/s}$$

演算性能測定のために使用したベンチマーク・テスト・ツールは、mat-mul-benchプログラム(リスト1)です。連載で使ってきたmat-mulプログラムを元に、行列乗算関数をマルチスレッドで同時実行できるように改造しています。よって、演算性能は、単精度浮動小数演算のみとなります。

科学技術計算ソフトウェア以外の一般的なアプリケーション・プログラムでは、浮動小数演算よりも整数演算が占める割合が多いので、今回の性能測定結果と体感性能が一致しない可能性があります。

測定に使用するベンチマーク・プログラムの処理内容

● 処理1：1スレッド

mat-mul-benchプログラムを1スレッドで実行したときの様子を図1に示します。mat_mul_xxx()関数を1回実行すると、①4×4の行列Aと行列Bの乗算を行い、乗算結果の4×4行列を行列C用のメモリに書き込みます。次にmat_mul_xxx()関数を実行するときは、②行列A、B、Cそれぞれにつ

表2 測定環境

項目	仕様	
ハードウェア	CPU	インテルCore i5-13400
	RAM	DDR4-3200 16Gバイト×2 (メモリ・バンド幅：51.2Gバイト/s)
	ワット・メータ	簡易型AC電力測定器
ソフトウェア	OS	Ubuntu-24.04.02
	カーネル	6.14.0-27-generic
	ベンチマーク・テスト・プログラム	mat-mul/mat-mul-bench
テスト・ツールの処理内容	4×4行列乗算処理をマルチスレッドで実行する	

