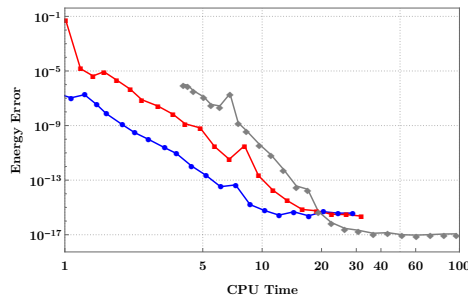
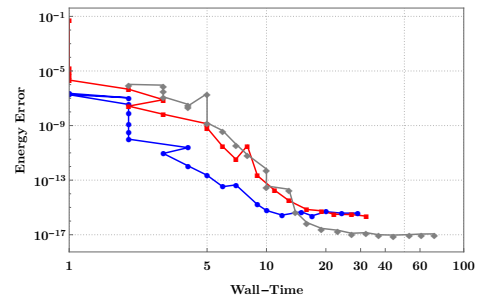


7.12. irudian,  $s = 8$  ataletako Gauss metodoa, modu sekuentzialean eta modu paraleloan exekutatu dugu. Eguzki-sistemaren eredu sinplearen integraziorako, splitting metodoak oso eraginkorrak azaldu zaizkigu. Gauss metodoaren exekuzioa paralelizatzeak abantaila erakusten du baina hala ere, splitting metodoak eraginkorragoak dira.

Dena den, eredu errealistagoak (gorputz kopurua handitzen delako edota erlatibitate efektua kontutan hartzen delako) integratzeko, Gauss metodoak eraginkorragoak bilakatzea espero da. Splitting metodoen konputazioak, modu trinkoan kalkulatu behar dira, hau da, atalen konputazioak sekuentzialki exekutatzen dira eta ez ditu konputazio aldaerarik onartzen. Gauss metodoaren ekuazio inplizituak ebazteko, ordea, teknika ezberdinak konbina daitezke eta eraginkortasuna hobetzeko aukera asko eskaintzen dizkigu. Adibidez, iterazio gehienak problemaren eredu sinple batekin, doitasun baxuan kalkula daitezke [13] eta bukaerako iterazio pare bat eredu osoarekin, doitasun altuan. Gauss metodoaren  $s$ -ataletako funtzioen ebaluazioak modu paraleloan exekutatu daitezke eta eguzki-sistemaren eredu konplexuagoa aplikatzen den neurrian, paralelizazioak abantaila handiagoa suposatuko du.



(a) Exekuzio sekuentziala.



(b) Exekuzio paraleloa.

**7.12. Irudia:** Eraginkortasun grafikoak eskala logaritmiko bikoitzean irudikatu ditugu. Ardatz bertikalean, energiaren errore erlatibo maximoa eman dugu eta ardatz horizontalean, CPU denbora (exekuzio paralelotan Wall-Time) erakutsi dugu. (a) konputazioa modu sekuentzialean egin dugu eta (b) modu paraleloan, hari kopurua 2 izanik. Iru-di bakoitzean, hiru integrazio metodo konparatu ditugu:  $s = 6$  Gauss metodoa grisez, *ABAH1064* urdinez eta *CO1035* gorritz

## 7.6. Laburpena.

Kapitulu honetan, eguzki-sistemaren integraziorako inplementazio berri bat aurkeztu dugu. Inplementazio berria, egungo metodo sinplektiko eraginkorrenekin

alderatu dugu eta emaitzak, baikorrak izateko modukoak iruditu zaizkigu. Oinarrizko azterketa egin badugu ere, agerian geratu da, metodoak etorkizunean izan ditzakeen potentziala. Dударik gabe, etorkizun hurbilean azterketa sakonagoa egin beharko litzateke, metodoaren propietate onak baieztatzeko. Horien artean, honako ideia aipatuko ditugu:

1. 80-biteko doitasuneko (*long double*) integrazioaren konputazioa: kasu honetan, proiektzioa 128-biteko doitasunean egitea komeniko litzateke.
2. Kepler fluxuaren inplementazioaren hobekuntzak: oraingo inplementazioaren iterazio guztietan, ez dugu aurreko iterazioen informazio erabiltzen. Iterazio berri baten kalkuluan, aurreko iterazioen egoeretatik abiatuta, nahikoa izango litzateke fluxuaren iterazio bakarra egitea.
3. Eguzki sistemaren eredu konplexuago batekin (Ilargia eta zenbait asteroide, erlatibitate efektua, eguzkiaren atxatamendua, . . .), Gauss metodoa eraginkorragoa bilakatzea espero da. Eguzki-sistemaren eredu konplexuago, aplikatzen den neurrian paralelizazioak abantaila handiagoa suposatuko du. Era berean, iterazio gehienak problemaren eredu sinple batekin, doitasun baxuan kalkula daitezke eta bukaerako iterazio pare bat eredu osoarekin, doitasun altuan.
4. Eraginkortasuna hobetzeko, Jacobiarraren hurbilpen sinple baten erabilera (puntu finkoaren eta Newton-en arteko algoritmo eraginkorra).

Eguzki-sistema eredu konplexuetan, Kleperiarrak ez diren indarrak aplikatu daitezke. Aldagai hauen konbergentzia azkartzeko, Newton sinplifikatuaren iterazioan oinarritutako inplementazioa aplikatzea komeniko da.

Azkenik, aipatu nahi dugu, inplementazioaren kodea, helbide honetan <https://github.com/mikelehu/IRK-SolarSystem> eskuragarri jarri dugula.