

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ - OpenMP**ΣΕΤ ΑΣΚΗΣΕΩΝ****Υποβολή: 15/2/2022**

ΑΣΚΗΣΗ 1: α) Να λυθεί η παραβολική εξίσωση $u_t = \kappa(u_{xx} + u_{yy})$ με $\kappa = 4/5$ στο διάστημα $0 \leq x \leq 2\pi, 0 \leq y \leq 2\pi$ και με αρχικές συνθήκες $u(x, y, 0) = \sin x \sin \frac{y}{2}$ και συνοριακές συνθήκες $u(0, y, t) = u(2\pi, y, t) = u(x, 0, t) = u(x, 2\pi, t) = 0$. Χρησιμοποιείτε τη μέθοδο Forward-Time Centered-Space (FTCS)

$$u_{i,j}^{n+1} = u_{i,j}^n + \kappa \Delta t \left(\frac{u_{i+1,j}^n - 2u_{i,j}^n + u_{i-1,j}^n}{\Delta x^2} + \frac{u_{i,j+1}^n - 2u_{i,j}^n + u_{i,j-1}^n}{\Delta y^2} \right).$$

με κατάλληλο χρονικό βήμα. Για $N \times M = 50 \times 50$ πλεγματικά σημεία, σχεδιάστε τη λύση $u(x, t)$ για $t = 0, \pi/2, \pi, 2\pi$ (σε διαφορετικά σχήματα). Σχεδιάστε τη λύση $u(x, y, t)$ ως τέσσερα διαφορετικά σημεία της επιλογής σας (σε ένα σχήμα) ως συνάρτηση του χρόνου. Χρησιμοποιώντας διάφορες κατάλληλες τιμές $N \times M$ δείξτε ότι ο ρυθμός σύγκλισης συμφωνεί με τον αναμενόμενο.

β) Στη συνέχεια, παραλληλοποιείτε το πρόγραμμα με χρήση της OpenMP. Χρησιμοποιείτε όσο μεγαλύτερο αριθμό σημείων $N = M$ μπορείτε και συγκρίνετε τους χρόνους εκτέλεσης για 1, 2, 4, 8 threads (για τη σύγκριση των χρόνων εκτελέστε το πρόγραμμα χωρίς κανένα printf ή fprintf). Υπολογίστε την επιτάχυνση λόγω παράλληλης επεξεργασίας ως συνάρτηση του αριθμού των threads και δείξτε το αποτέλεσμα σε ένα σχεδιάγραμμα.

ΑΣΚΗΣΗ 2: Μετατρέψτε το πρόγραμμα πολλαπλασιασμού πίνακα επί πίνακα matmul.c σε OpenMP. Παρουσιάστε συνοπτικά τη λύση κάποιου παραδείγματος μικρού μεγέθους και δείξτε ότι τα αποτελέσματα συμφωνούν με αυτά του σειριακού προγράμματος. Στη συνέχεια, επιλέξτε αρκετά μεγάλο μέγεθος πινάκων και (αν χρειάζεται) αριθμό επαναλήψεων, ώστε να έχει νόημα μια σύγκριση του χρόνου εκτέλεσης σε 1, 2, 4, ... (όσους διαθέτετε) πυρήνες και παρουσιάστε με γραφικές παραστάσεις τη σύγκριση των χρόνων εκτέλεσης και το βαθμό παράλληλης απόδοσης.

ΑΣΚΗΣΗ 3: Μετατρέψτε εάν από τα προγράμματα, της επιλογής σας, που έχετε γράψει στα πλαίσια των ασκήσεων στο μάθημα Υπολογιστικά Μαθηματικά σε OpenMP και εκτελέστε το για ένα κατάλληλο παράδειγμα, ώστε να φανεί η μείωση του χρόνου εκτέλεσης με χρήση περισσότερων πυρήνων. Παρουσιάστε σύντομα τις βασικές εξισώσεις της θεωρίας, τα αποτελέσματα του προγράμματος και κατάλληλα διαγράμματα που δείχνουν την επιτάχυνση ως προς τον αριθμό των threads.