

Ανάπτυξη μικροεφαρμογών Φυσικής σε γλώσσα Java

Κούγγελης Βασίλειος

Επιβλέπων καθηγητής: Αναγνωστόπουλος Κωνσταντίνος

Η πληροφορική στη σύγχρονη Φυσική: Έρευνα

- Νέες προκλήσεις – Αναλυτικές μέθοδοι μη επαρκείς
- Πειράματα που δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθούν σε πραγματικές συνθήκες
- Μοντελοποίηση - Αλγόριθμοι
- Προσεγγιστικές λύσεις – Σφάλματα
- Διαδίκτυο

Η πληροφορική στη σύγχρονη Φυσική: Εκπαίδευση

- Εκμάθηση μέσα από το παράδειγμα
- Εικονικά πειράματα
- Μοντελοποίηση
- Διαδίκτυο

Η πληροφορική στη σύγχρονη Φυσική: Μειονεκτήματα

- Υποκατάστατο Ευφυΐας
- Χρονοβόρος
- Απαιτεί τεχνολογική υποδομή και επαρκές γνωστικό υπόβαθρο

Open Source Physics

- Βιβλιοθήκες εξειδικευμένου λογισμικού για ανάπτυξη εφαρμογών Φυσικής
- Open source = ανοιχτός κώδικας (GPL)
- JAVA based
- Προγραμματιστικά εργαλεία

Γιατί JAVA;

- Αντικειμενοστραφής Γλώσσα Προγραμματισμού (OOP)
- Αντικειμενοστρέφεια:
 - data abstraction
 - αντικείμενα (objects)
 - πολυμορφισμός
 - κληρονομικότητα
 - modularity
- Προηγμένος σχεδιασμός, code re-use, γραφικά, Διαδίκτυο

Εξομοίωση

- Φυσικό Σύστημα
- Μοντελοποίηση => Διαφορικές Εξισώσεις
- Αριθμητικές Μέθοδοι => Αλγόριθμοι
- Δομές Δεδομένων σε γλώσσα προγραμματισμού
- Αριθμητικοί υπολογισμοί
- Σφάλματα

Διαφορικές Εξισώσεις

- Πρόβλημα αρχικών τιμών

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y(x)), y(a) = y_0, x \in [a, b]$$

- Διαφορικό Σύστημα 1ης τάξης

$$\frac{d\vec{y}}{dx}(\vec{y}) = \vec{f}(x, \vec{y}(x)), \vec{y}(a) = \vec{q}, x \in [a, b]$$

$$\vec{y} = [y_1, y_2, \dots, y_n]^T, \vec{f} = [f_1, f_2, \dots, f_n]^T, \vec{q} = [q_1, q_2, \dots, q_n]^T$$

Διαφορικές Εξισώσεις

- Διαφορική Εξίσωση ανώτερης τάξης

$$y^{(n)} = f(x, y^{(0)}, y^{(1)}, \dots, y^{(n-1)}), y^{(i)}(a) = q_i, i = 0, 1, 2, \dots$$

- Αναγωγή σε διαφορικό σύστημα 1ης τάξης

$$\frac{d\vec{y}}{dx}(\vec{y}) = \vec{f}(x, \vec{y}(x)), \vec{y}(a) = \vec{q}, x \in [a, b]$$

Αριθμητικές μέθοδοι επίλυσης ΣΔΕ

- Διακριτοποίηση

$$\left\{ x_n \mid n=0,1,2, \dots, \frac{(b-a)}{h} \right\}$$

- Μέθοδοι απλού βήματος (Euler, Runge-Kutta)
- Μέθοδοι πολλαπλού βήματος (Adams)
- Άμεσες (explicit) – Έμμεσες (implicit)
- Σφάλματα: τοπικό (local) – ολικό (global)

Αριθμητικές Μέθοδοι

- Euler – Richardson

$$x_{ER}(t + \Delta t) = x(t) + u\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right) \cdot \Delta t + O(\Delta t^3)$$

$$u_{ER} = u(t) + \alpha\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right) \cdot \Delta t + O(\Delta t^3)$$

- Πλεονεκτήματα: απλός, σφάλμα

Αριθμητικές Μέθοδοι

- Runge-Kutta (4ης τάξης)

$$u_{n+1} = u_n + \frac{1}{6} (k_{1u} + 2k_{2u} + 2k_{3u} + k_{4u})$$

$$x_{n+1} = x_n + \frac{1}{6} (k_{1x} + 2k_{2x} + 2k_{3x} + k_{4x})$$

Βιβλιογραφία

- [1] Χ.Γ.Τσιτούρας Γ.Σ. Παπαγεωργίου. Αριθμητική Ανάλυση με Εφαρμογές σε Matlab και Mathematica. Εκδόσεις Συμείων, 2000.
- [2] Wolfgang Christian. Open Source Physics: A User's Guide with Examples. Pearson-Addison Wesley, 2007. URL <http://www.compadre.org/OSP>.
- [3] Harvey Gould and Jan Tobochnik and Wolfgang Christian. An Introduction to Computer Simulation Methods. Pearson - Addison Wesley, 3rd edition, 2007.
- [4] Βασικός ιστοτόπος της εφαρμογής EJS: <http://www.um.es/fem/EjsWiki/index.php>.
- [5] Βασικός ιστοτόπος της εφαρμογής Tracker: <http://www.cabrillo.edu/dbrown/tracker/>.
- [6] Jonathan Knudsen, Patrick Niemeyer. Learning Java 3rd Edition. O'Reilly, 2005.

Βιβλιογραφία

[7] Μερικές πηγές πληροφοριών σχετικά με τη Java στο Διαδίκτυο:

<http://java.sun.com/docs/books/tutorial/>

<https://java-net.dev.java.net/>

<http://www.netbeans.org/index.html>

<http://www.javaworld.com/>

<http://wiki.java.net/bin/view/Main/WebHome>.

[8] Προσωπικός ιστοτόπος του dr. Fransisco Esquembre: <http://fem.um.es/>.

[9] David J. Griffiths. Εισαγωγή στην Ηλεκτροδυναμική τομ.1. ΠΕΚ, Prentice Hall International, 1999