

Pla Docent ALGORISMES EVOLUTIUS

Nom de l'assignatura: Algorismes Evolutius

Curs Acadèmic: 2012-2013

Trimestre: 2on

Codi assignatura: 22123

Estudis: Grau en Enginyeria Biomèdica

Nombre de crèdits ECTS: 4

Nombre total d'hores de dedicació: 100 hores

Temporalització:

Curs: 2on curs

Tipus: trimestral

Període: 2on trimestre

Coordinació: Sergi Valverde

Professorat: Sergi Valverde, Javier Macia, Salva Duran

Departament: Ciències Experimentals i de la Salut (CEXS).

Llengua de docència: català, castellà i anglès.

1. Presentació de l'assignatura

Els algorismes evolutius són algorismes de cerca i d'optimització derivats del model d'evolució biològica. Els seus components principals són una població d'individus que experimenten un procés iteratiu d'avaluació de *fitness*, variació i selecció. Les aproximacions existents a la computació evolutiva, p.ex., algorismes genètics, estratègies evolutives, programació genètica, optimització basada en eixams, comparteixen el mateix model bàsic i tanmateix, totes tenen aspectes particulars que cal considerar quan s'apliquen en un context pràctic. En aquest curs, presentarem una introducció als principals representants d'algorismes evolutius i estudiarem els seus algorismes en detall. Discutirem els principals resultats teòrics d'aquests algorismes i donarem exemples pràctics. La teoria biològica de les dinàmiques evolutives, els fonaments bàsics de la teoria d'optimització i les relacions entre algorismes evolutius i altres camps del coneixement completaran aquest curs.

L'assignatura consta dels blocs següents:

Bloc 1: Biologia matemàtica i dinàmica de sistemes.

Bloc 2: Algorismes de cerca i optimització discreta.

Bloc 3: Estratègies evolutives.

Bloc 4: Algorismes genètics.

Bloc 5: Optimització basada en agents.

Els dos primers blocs proporcionen els fonaments de teoria matemàtica i algorítmica necessàries per entendre els algorismes evolutius. Els tres darrers blocs formen el nucli de l'assignatura i representen els tres paradigmes principals d'algorismes evolutius.

2. Continguts

Bloc de contingut 1: Biologia matemàtica i dinàmica de sistemes.

Introducció a les dinàmiques evolutives. Estudi matemàtic de la reproducció, variació i selecció. Models continus de creixement de poblacions. Equació logística. Selecció: supervivència del més eficaç, del més apte, del primer i de tots. Matriu de mutacions. Llei de Hardy-Weinberg. Paisatges adaptatius. Concepte de Quasi-espècies i llindar d'error.

Bloc de contingut 2: Algorismes de cerca i optimització discreta.

Espais de cerca i paisatges adaptatius. Matemàtica discreta i optimització combinatòria. Autòmats finits. Algorismes de cerca. Arbres de decisió. Algorisme minimax. Problema del viatjant de comerç.

Bloc de contingut 3: Estratègies evolutives.

Optimització numèrica i representació de vectors de nombres reals. Distribucions de probabilitat. Estratègia simple i poblacional. Regla 1/5. Esquema auto-adaptatiu. Anàlisi de la velocitat de convergència. Problema de l'assignació lineal i quadràtica.

Bloc de contingut 4: Algorismes genètics.

Evolució amb representació de cadenes de bits. Operadors de recombinació sexual i mutació. Teorema de l'esquema. Dinàmica d'algorismes genètics en paisatges adaptatius simples. Programació genètica.

Bloc de contingut 5: Optimització basada en agents.

Optimització amb colònia de formigues. Equacions de diferències i equacions de recurrències. Optimització basada en eixams. Sistemes immunes artificials.

3. Competències a assolir a l'assignatura

Un estudiant que assoleixi els objectius d'aquest curs serà capaç de:

- resoldre problemes complexos d'optimització fent servir algorismes evolutius.
- identificar quin paradigma d'algorisme evolutiu és el més indicat per resoldre un problema d'optimització específic.
- representar un problema específic per tal que pugui ser resolt amb algorismes evolutius.
- especialitzar un algorisme evolutiu per tal que es pugui aplicar a un problema específic.
- implementar un algorisme evolutiu en matlab/octave.
- ajustar els paràmetres d'un algorisme evolutiu per obtenir un bon rendiment.

4. Metodologia

El curs està organitzat en tres parts: sessions teòriques, pràctiques i seminaris. Les sessions de teoria (20 hores) estan destinades a l'exposició dels conceptes dels diferents blocs per part del professor. En aquestes sessions discutirem exemples específics per tal d'aprofundir en els conceptes teòrics.

En les sessions de seminaris (8 h) presentarem els fonaments de la teoria clàssica d'optimització matemàtica i que complementen la visió dels algorismes evolutius aplicats a problemes d'optimització.

En les sessions pràctiques es realitzaran implementacions de simulacions (Netlogo) i algorismes evolutius i d'optimització (Octave/Matlab).

Les sessions pràctiques són:

1. Evolució dels *biomorphs* (Netlogo).
2. Principi de Hardy-Weinberg (Netlogo).
3. Algorismes de cerca (Netlogo).
4. Cerca aleatòria (Matlab/Octave).
5. Estratègies evolutives (Matlab/Octave).
6. Algorismes genètics (Matlab/Octave).
7. Optimització amb colònia de formigues (Netlogo).

5. Avaluació.

L'avaluació consisteix en: (1) un examen final (escrit) que avalua els continguts teòrics presentats en els diferents blocs de l'assignatura, (2) la presentació (aprox. setmanal) d'informes de pràctiques i (3) presentació d'un projecte de curs.

La nota final es computa amb la següent formula:

$$\text{nota} = 0.6 * \text{examen} + 0.3 * \text{pràctiques} + 0.1 \text{ projecte.}$$

Els alumnes que no es presentin a l'examen final hauran de recuperar l'assignatura sencera el següent any.

Al finalitzar cadascuna de les pràctiques, es lliurarà als alumnes un petit qüestionari que han d'entregar el dia que comenci la primera sessió de la següent pràctica. Normalment, això vol dir entrega setmanal d'informes tot i que algunes pràctiques necessitaran més d'una sessió. Es valorarà la validesa de les respostes i la claredat i la concreció en l'exposició del informe.

Es obligatori presentar els informes de pràctiques, en cas contrari la nota d'aquella pràctica serà 0. Les pràctiques es poden fer en grups de dos persones i/o individuals. La composició dels equips de pràctiques no es pot canviar durant el curs. Cal aprovar les pràctiques per tal d'aprovar el curs.

El projecte de curs s'entrega abans del dia de l'examen final i consisteix en la implementació en Octave d'un algorisme evolutiu que resol un problema específic. L'enunciat del problema no es lliurarà fins a la meitat del curs.

6. Bibliografia

Martin A. Nowak, Evolutionary Dynamics, Belknap/Harvard.

Melanie Mitchell, An introduction to Genetic Algorithms, MIT Press.

David Goldberg, Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning, Addison-Wesley.

Dana H. Ballard, An Introduction to Natural Computation, MIT Press.

Richard Dawkins, Climbing Mount Improbable, Norton.

Banzhaf, Nordin, Keller, Francone, "Genetic Programming: An Introduction", Morgan Kaufmann Publishers.

J.H. Holland. Adaptation in Natural and Artificial Systems. MIT Press.

Z. Michalewicz. Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs. Springer-Verlag.

J.Koza. Genetic programming. MIT Press.