

9. Amorfnno procesiranje

Vsebina 9.poglavja predavanj (4.UNI/RS)

Avtor: Miha Mraz

Šol.letu: 2009/2010

9.1.Uvod

- Amorfnno procesiranje -AP (MIT, 1996):
procesiranje velikega števila identičnih entitet, ki temelji na lokalnih interakcijah [1] (podobnost s strukturami celularnih avtomatov)
- AP naj bi dalo odgovor na vprašanja:
 - Kako zagotoviti koherentno željeno dinamiko na osnovi velikega števila nezanesljivih entitet?
 - Kako sprogramirati posamezne procesne entitete, da bi skozi lokalne interakcije dosegli željno globalno dinamiko (globalne vzorce)?

- Osnovne lastnosti amorfnega procesiranja [1]:
 - število entitet v strukturi je izredno veliko (npr. 10^6 - 10^{12}), vse pa izvršujejo isti “program”,
 - entitete so cenene, procesno in pomnilniško omejene, zasedajo enega od končnih možnih stanj in so sposobne generiranja naključnih števil,
 - število entitet ni odvisno od programa,
 - entitete se ne zavedajo svoje absolutne lokacije v prostoru (zgolj relativne – sosedstva)
 - procesiranje – interakcija temelji na lokalnih povezavah, moč sporočilnosti pa pada s prepotovano razdaljo sporočila (slišnost sporočila - komunikacijski radij)

- končna dinamika (globalni vzorec) naj bi izkazoval željene zmožnosti strukture (samoorganizacija, samoreplikacija, itd.)
- delovanje posameznih entitet je nezanesljivo, zanesljivost globalne dinamike dosežena z redundanco entitet (angl. *fault tolerant computing*)
- postavitve entitet v prostoru je lahko poljubna (neregularnost strukture)
- entitete procesirajo svoja nova stanja na osnovi vplivov sosedstva
- začetna porazdelitev entitet v prostoru ne vpliva na program posamezne entitete

9.2. Izvajanje programa v amorfni procesni strukturi

- Začetna stanja vseh entitet so enaka
- Entitete v tem stanju pričakujejo vplive sosedstva, same pa vplivov ne oddajajo (stanje mirovanja, angl. *quiescent state*)
- Iz zunanjega sveta mora priti do inicializacije začetka oddajanja vpliva posameznih entitet – teh inicializacij naj bi bil čim manj
- Stanje amorfne strukture v času t si interpretiramo kot množico stanj vseh entitet v omenjeni časovni točki (časovni vzorec)
- Dinamika v posameznih entitetah je pogojena z identičnim “programom”

9.3. Amorfnno procesiranje : Celularni avtomati

Razlike med področjema:

- CA: postavitve modela (celičnega programa) – simulacije – klasifikacija rezultatov (analitični koncept) = usmerjanje na posamezne interakcije
- AP: program entitete temelji na zasnovi globalne dinamike (sintezni pristop)
- CA celice so idealno zanesljive, AP entitete ne
- AP entitete nehomogene v prostoru, CA celice homogene
- število AP entitet za nekaj velikostnih razredov višje od števila celic

9.4. Programski jeziki za definiranje zorcev – dinamike prostora entitet

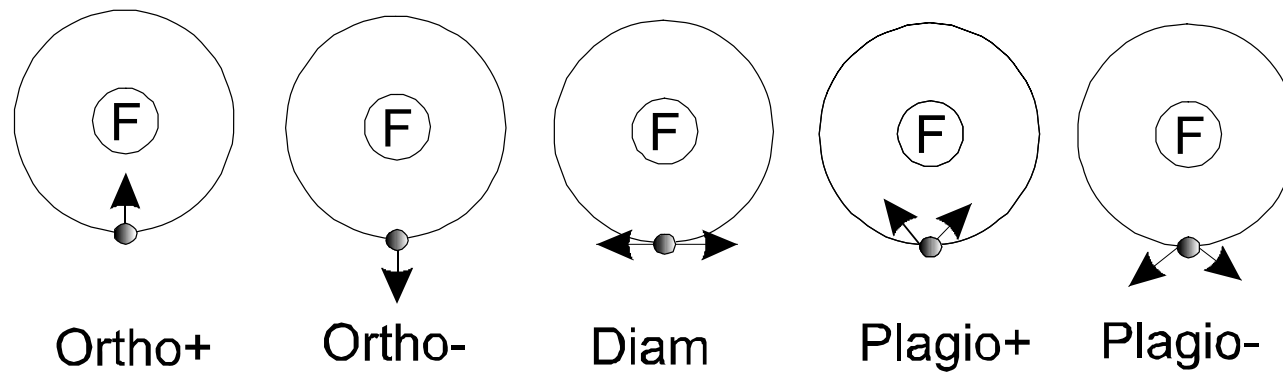
- Jeziki fokusirani na globalno dinamiko, ne na dinamiko posameznih entitet
- Zgodovinski predhodnik: jezik Logo
- Za kompleksno preslikavo željene globalne dinamike v lokalne interakcije (program) naj bi bili zadolženi prevajalniki tovrstnih jezikov
- Primeri jezikov:
 - Growing Point Language (GPL) - 1999
 - Origami Shape Language (OSL)
 - Ecoli (angl. *Extensible calculus of local interactions*)
 - ProtoLanguage (2006)
 - Paintable computing language (2002)

9.5. Growing Point Language - GPL

- Avtor: D.Coore – MIT – 1999 [2]
- Osnovni pojmi jezika:
 - Tropizem (angl. *tropism*): biološki fenomen, ki indicira rast (helio, chemo, gravi, hidrotropizem, itd.)
 - Primitivni podatkovni tip feromon (angl. *pheromone*): služi kot implementacija tropizma; radialno simetričen in monotonno padajoč
 - Rastoče točke (angl. *growing points*): prostorsko omejene množice entitet (v času), ki tvorijo vzorce; po definiciji je rastoča točka v času t prisotna glede na tropizem le v eni aktivni entiteti

- primitivni podatkovni tip material (angl. *marker*): marker beleži prepotovano pot rastoče točke v času (barvanje entitet); rastoče točke ga občutijo kot “material” in se glede na njegovo naravo odočajo o nadaljnji dinamiki (lahko material tudi preoblikujejo)
- pot rastoče točke je vidna le, če pri tem prihaja do odlaganja materialov v aktivnih točkah (barvanja)
- Koncept rastoče točke: skupek aktivnosti, ki prenaša pulz preko sosedov na ciljne pozicije, ki jih predstavljajo feromoni; pri tem rastoča točka skozi čas v aktivnih entitetah odlaga material ali feromone

- Vrste feromonov, glede na njihov vplivnost:



- Struktura GPL programa:
 - Definicije množice rastočih točk (tendenca: ne preveliko število)
 - Režija za zagon dinamike
- Definicija posamezne rastoče točke:
 - Atributi rastoče točke (deklaracijski del)
 - Instrukcije rastoče točke (programski del):
instrukcije se izvajajo sekvenčno po vrstnem redu navedbe v kodi;

- A1: (define-growing-point(A-to-B)
- // "A-to-B" ime rastoče točke
- A1: (material A-material)
- A1: (size 0)
- A1: (tropism(ortho+ B-pheromone))
- //tropizme lahko spajamo preko AND, NOT-AND,OR in NOT-OR operatorjev
- I1: (for each step
- I1: (when ((sensing? B-material)
- I1: (terminate))
- I1: (default(propagate))))))
- A2: (define-growing-point(B-point)
- A2: (material B-material)
- A2: (size 0)
- I2: (for-each-step
- I2: (secret+ 10 B-pheromone)))
- // "secret" ukaz formira tvorbo feromona
- Ini: (color
- Ini: ((B-material) "red")
- Ini: ((A-material) "yellow")
- Ini: (with-locations
- Ini: (a b)
- Ini: (at a (start-growing-point A-to-B) Ini: (at b (start-growing-point B-point))))

- Nekaj zanimivih ukazov:
 - `avoids`: ukaz omogoča, da dobi feromon inhibirni (odbojni) vpliv;
 - `start-growing-point`: invokacija rastoče točke,
 - `propagate`: iskanje nove lokacije rastoče točke (nove lokacije aktivne točke),
 - `terminate`: zaključek dinamike rastoče točke,
 - `secrete`: definicija koncentracije (obsega vplivnosti) feromona,
 - `when`: pogojni stavek za vejanje izvajanja akcij,
 - `sensing?`: pogojni stavek za detekcijo materiala v aktivni točki,
 - `color`: omogoča barvanje materialov

- Zgledi rezultatov AP na osnovi GPL zapisa:
 - <http://isandtcolloq.gsfc.nasa.gov/fall2002/presentations/abelson.ppt>
<http://isandtcolloq.gsfc.nasa.gov/fall2002/presentations/abelson.ppt>
 - <http://www.cs.virginia.edu/~evans/cs655/projects/zhong.ppt>
 - <http://necsi.org/events/iccs6/viewpaper.php?id=218>

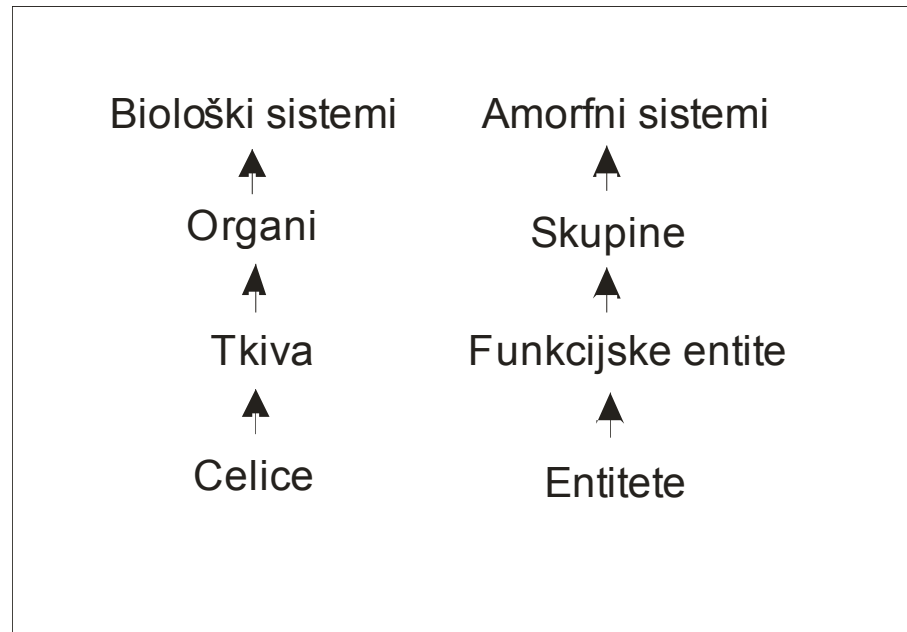
9.6. Preostali jeziki

- Origami Shape Language:
 - Temelji na principu Origami zgibank (avtor Nagpal, 2001)
 - Program za formacijo vzorca – sekvenca pregibov prvotnega materiala
- Jezik Ecoli:
 - GPL sekvence ukazov se prevedejo v Ecoli notacijo – program posameznih entitet

9.7. Ostale značilnosti AP

- Nezanesljivost entitet rešena z redundanco
- Vztrajnostna jedra (množica entitet z ustreznimi materiali, angl. *persistent nodes*): prostorko strnjene množice entitet, ki so z globalnega vidika urejene; lastnost vztrajnostnega jedra ima takšna množica takrat, ko se ob odvzemu dela entitet vzorec skozi čas obnovi; ni nujno, da se obnovi na istem mestu v prostoru; to se lahko izvede kje drugje v amorfne substratu;

- Primerjava hierarhije gradnikov v bioloških in amorfnih sistemih:



9.8.Literatura

- [1] H.Abelson et.al.: Amorphous computing, Communications of the ACM, May 2000, Vol.43, No.5.
- [2] D.N.Coore: Botanical Computing: A developmental approach to generating Interconnect topologies on an Amorphous Computer (PhD thesis)