

Еволутивни алгоритми

Аутор:
Нина Марјановић

2016.



EA

- # Дефиниција
- # Алгоритми
- # GA (подсећање)
- # NEAT

ДЕФИНИЦИЈА

- Симулирање еволуције зарад оптимизације
- Базирани на популацији

АЛГОРИТМИ

- Инспирисани биолошком еволуцијом – мутација, селекција, укрштање
- Еволутивни алгоритми
 - Еволутивно програмирање
 - Фиксна структура програма
 - Нумерички параметри могу да еволуирају
 - Генетско програмирање
 - Решења у форми компјутерских програма
 - Фитнес се одређује на основу степена до ког је проблем решен
 - Фитнес (енг. Fitness) – искоришћеност хромозома
 - Генетски алгоритми
 - Представа решења проблема као низ цифара
 - Коришћење оператора рекомбинације, мутације
 - Често се користи за оптимизацију
 - Неуроеволуција
 - Слична генетском програмирању, с тим што геноми представљају вештачку неуронску мрежу описујући структуру и тежине.

- Популација
- Мутација
- Укрштање
- Селекција (генотип, фенотип, фитнес и вероватноћа)
- Колико мутација по хромозому?
- Колико хромозома остаје непромењено?
- Колико укрштања?
- Итерпретација фенотипа?
- Избор генерације?
- Како до вероватноће?
- Проблем локалних минимума/максимума (demo)
- Evolving creatures (demo)
- Где лежи интелигенција генетских алгоритама?

- НЕУРОЕВОЛУЦИЈА

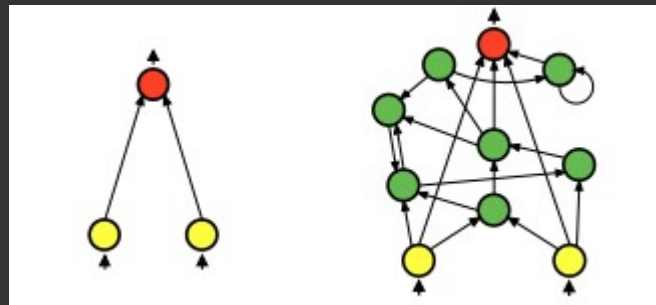
- Облик машинског учења који користи еволутивне алгоритме за обучавање вештачке неуронске мреже
- Имају ширу примену од алгоритама надгледаног учења
- Задатак је еволуирати неуронску мрежу
- Тежине и топологија се могу оптимизовати еволуцијом
- Примена: рачунарске игре, еволутивна роботика

- ЗАШТО ЕВОЛУИРАТИ ТОПОЛОГИЈЕ?

- Уштеда времена проналажењем тачног броја слојева/неурона
- Добро дизајниран алгоритам може пронаћи глобално оптималну топологију

NEAT

- NEAT – NeuroEvolution of Augmenting Topologies: Kenneth O. Stanley, 2001, The University of Texas at Austin
- Заснован на три основне идеје:
 - Праћење гена са историјским ознакама како би се омогућило укрштање само одговарајућих гена
 - Примена специјације (разврставања) ради очувања нових јединки. Омогућава преживљавање већих, структурно иновативних мрежа. Даје им времена да оптимизују своје тежине и покажу да је структурална иновација била ефективна
 - Инкрементални развој топологија од једноставних иницијалних структура ка сложенијим

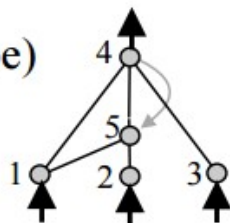


NEAT

- Генетско кодирање
 - Геном – линеарна репрезентација веза у мрежи. Сваки геном укључује листу гена, а сваки се референцира на по два чвора које повезује.
 - Ген чворова даје информацију о улазима, скривеним чворовима и излазима који могу бити повезани.

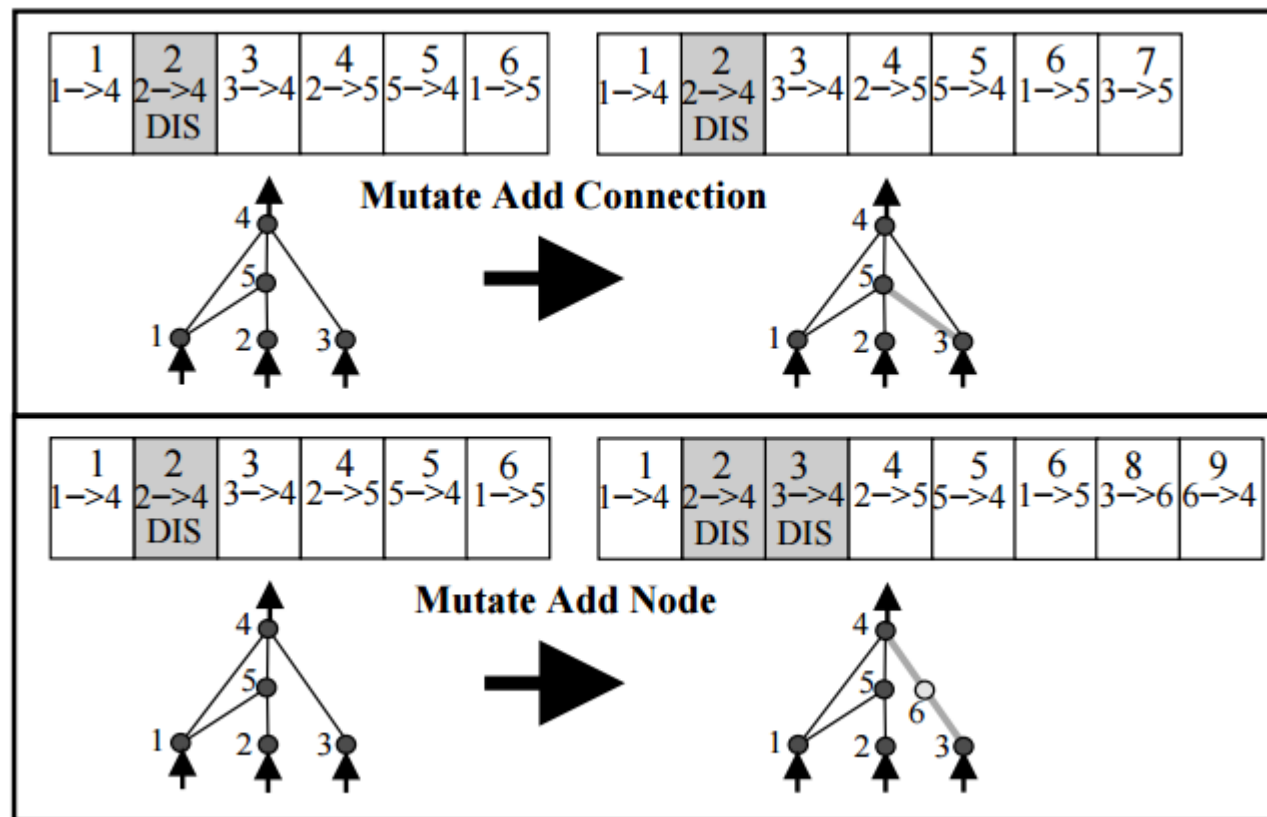
Genome (Genotype)							
Node	Node 1	Node 2	Node 3	Node 4	Node 5		
Genes	Sensor	Sensor	Sensor	Output	Hidden		
Connect.	In 1	In 2	In 3	In 2	In 5	In 1	In 4
Genes	Out 4	Out 4	Out 4	Out 5	Out 4	Out 5	Out 5
	Weight 0.7	Weight-0.5	Weight 0.5	Weight 0.2	Weight 0.4	Weight 0.6	Weight 0.6
	Enabled	DISABLED	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled
	Innov 1	Innov 2	Innov 3	Innov 4	Innov 5	Innov 6	Innov 11

Network (Phenotype)



NEAT

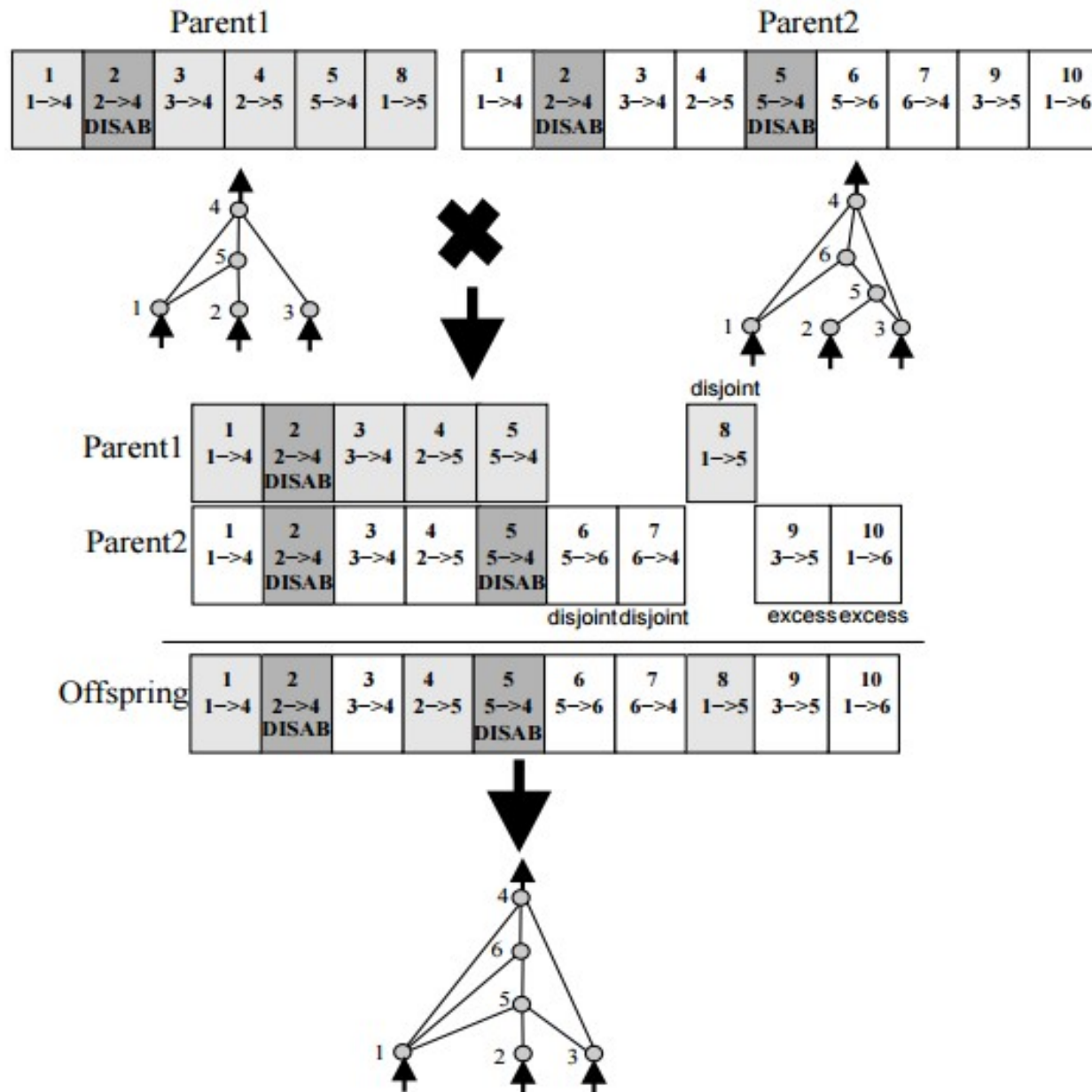
- Генетско кодирање
 - Мутација може да измени како структуру мреже (топологију) тако и тежине веза.



NEAT

- Подсећање – шта је A^* алгоритам увео?
- Праћење гена преко историјских ознака
 - Захтева мало рачуна
 - Глобални иновациони број се инкрементира са додавањем новог гена
- Начин на који систем зна који гени се поклапају с којим
- Приликом укрштања, гени у геномима са истим иновационим бројевима се упоређују
- Ген се наслеђује случајно од неког родитеља
- Спаривањем генома који представљају различите структуре, систем може да формира популацију различитих топологија
- Нове топологије се штите специјацијом

NEAT



NEAT

- Заштита иновације кроз специјацију
 - Специјација популација омогућава организмима да се такмиче пре свега у својој околини, а не у оквиру целе популације
 - У околини, топологија има времена да оптимизује своју структуру
 - Број excess и disjoint гена између парова генома је мера њихове компатибилности. Већи број = већа некомпатибилност

$$\delta = \frac{c_1 E}{N} + \frac{c_2 D}{N} + c_3 \cdot \overline{W}$$

Делта – компатибилност

E – број excess гена

D – број disjoint гена

W – просечна разлика у тежинама између гена

N – број гена у геному (може бити сетован на 1 за мање геноме)

NEAT

- Заштита иновације кроз специјацију
 - Разврставање на основу делта
 - Геноми се у свакој генерацији разврставају
 - Свака врста је репрезентована случајним геномом из претходне генерације
 - Геном у текућој генерацији се смешта у ону врсту где је компатибилност са репрезентативним геномом задовољена
 - Спречава се преклапање врсте
 - Уколико није компатибилан ни са једним, креира се нова врста, а тај геном постаје репрезент

- Заштита иновације кроз специјацију

$$f'_i = \frac{f_i}{\sum_{j=1}^n \text{sh}(\delta(i, j))}$$

- Fitness за организам i се рачуна на основу делта растојања од сваког организма j у популацији.
- Sh – sharing
 - Поставља се на 0 када је растојање изнад неког threshold-a,
 - у супротном на 1
- Свакој врсти се додељује различит број потомака, пропорцијално суми f_i организма који припадају тој врсти.
- Елиминишу се најлошији чланови популације
- Врши се укрштање

NEAT

- Кораци алгоритма:
 - Иницијализација популације
 - Израчунавање fitness за све јединке
 - Разврставање јединки
 - Подешавање fitness $f' = f / \text{species_size}$
 - Одређивање броја потомака за све врсте, пропорционално f'
 - Елиминисање најлошијих јединки тренутне генерације
 - Укрштање – замена тренутне генерације потомцима
 - Понављање од корака 2 док критеријум заустављања није задовољен