

Други домаћи задатак из Генетских алгоритама

Задатак: Распоред часова

Приказати резултате примене једног алгорита еволуционог рачунарства за решење проблема распореда часова. Решење треба да садржи предлог алгорита, образложење, имплементацију и добијене резултате на датим тест примерима.

Садржај

Други домаћи задатак из Генетских алгоритама	1
Задатак: Распоред часова	1
Садржај	1
Увод у проблем	2
Опис проблема	2
Ограничења	3
Предлог решења	4
Имплементација	4
Формат документа	5
Презентација	5
Упутство за предају	5
Тестне датотеке	5

Увод у проблем

На почетку сваког семестра на нашем факултету се прави нови распоред часова. Проблем распоређивања је из године у годину све компликованији са растом броја студената, наставника и учионица. Ваш задатак је да предложите генеричко решење које ће олакшати прављење распореда часова на факултету.

Проблем који имате пред собом је \mathcal{NP} -тежак и постоје разне апроксимативне методе за његово решавање. Углавном се представља као проблем задовољавања ограничења и користи се машина закључивања са разним проверама конзистентности. Као и обично, решење грубом силом је врло скупо, али комбиновање стандардне машине закључивања са неком апроксимативном провером конзистентности може да дâ релативно добре резултате.

С друге стране, иако су методе еволуционог рачунарства (еволуциони алгоритми, интелигенција ројева, симулирано каљење итд.) корисне за решавање овакве врсте проблема, показало се да је тешко направити добар еволуциони алгоритам који би по перформансама парирао (апроксимативним) традиционалним методама вештачке интелигенције. Од вас се тражи да истражите могућности и предложите једно своје решење базирано на методама еволуционог рачунарства.

Опис проблема

Поставка проблема коју имате је благо олакшана у односу на реалан проблем. Нека је, због једноставније терминологије, оно што зовемо један час заправо блок наставе (произвољан број сати, нпр. од 1 до 4). Већина часова који се одвијају на факултету траје два сата (тј. одвијају се у блоковима од по два сата, занемарићемо петнаестоминутне паузе јер оне нису релевантне за распоред). За одвијање сваког часа неопходни су: наставник, учионица, време почетка, трајање и група која слуша наставу. Нека је у нашој верзији проблема унапред познато да група слуша неки час или самостално или истовремено са још неким тачно утврђеним групама (тј. унапред је познато које групе слушају неки час истовремено и који је то час). Такође, нека су све учионице исте величине, тј. свака група може да стане у целости у сваку учионицу (нема поделе група на подгрупе). Наставни дан факултета траје од 9 до 21, тј. 12 сати у оквиру којих се одвија настава предвиђена за тај дан. Потребно је распоредити наставу у оквиру пет наставних дана факултета тако да се она несметано обавља. Полазна претпоставка је да је распоређивање часова на такав начин изводљиво (ако није, треба дати предлог најбољег изводљивог решење).

Фиксирани улазни подаци за сваки час су: име наставника, име предмета, облик рада, трајање часа и списак дозвољених учионица. Облик рада могу бити предавања, вежбе или лабораторијске вежбе. Дозвољене учионице су учионице у којима постоје техничке предиспозиције за одвијање наставе (нпр. постојање рачунара, пројектора, студијске опреме и томе слично).

Излазни подаци за сваки час јесу учионица и термин. Термин је одређен даном (понедељак-петак) и почетним пуним сатом (који може бити најмање 9 а највише 21 – t , где је t трајање часа).

Ограничења

1. Ресурси се не смеју преклапати у времену:
 - Ниједан наставник не може држати два часа у исто време
 - Ниједна група не може слушати два часа у исто време
 - Ниједна учионица не може примити два часа у исто време
 - Напомена: под изразом „исто време” не мисли се само на почетак термина, већ треба узети у обзир и трајање часа. Ако је ресурс заузет у тренутку T_1 а час траје t_1 , онда се он може поново заузети тек у тренутку $T_2 = T_1 + t_1$.
2. Час треба да се одвија у једној од дозвољених учионица
3. Ако предмет има више облика наставе, преферирани редослед за сваку групу је предавања, вежбе, па лабораторијске вежбе

Ограничења 1 и 2 морају да буду испуњена, док је треће ограничење „меко” и дозвољено је да се прекрши.

Могући критеријуми процењивања решења (погодно за уграђивање у функцију трошка):

- Испунити тврда ограничења (1 и 2)
- Испунити мека ограничења (3)
- Минимизовати укупан „празан ход” за сваку групу (елиминација пауза између часова)
- Минимизовати укупан „празан ход” за сваког наставника (елиминација пауза између часова)
- Обезбедити један сат у наставној недељи у коме нико нема часове
- Други критеријуми за које процените да су пожељни

Питања за размишљање: како би се ваше решење променило ако би се:

- У чврста ограничења убројали преферирани термини наставника (нпр. „доступан петком само после 16 часова”)
- У чврста ограничења убројало постојање студената сарадника из неких група, који не могу држати наставу ако у исто време имају час
- У мека ограничења убројало ограничење дневног оптерећења за наставника и за групу (нпр. највише 6 сати)
- У мека ограничења убројало ограничење да исти предмет код истог наставника за различите групе буде увек у истој учионици
- У елементе поставке увело да учионице имају капацитет, а групе број студената, при чему би алгоритам самостално распоређивао више група за исти час у исту учионицу (тј. груписање група за исти час није унапред познато)

Можете пробати да експериментишете са додатним ограничењима (није обавезно). Ова додатна ограничења избачена су из реалног проблема да би се добила наша олакшана верзија.

Предлог решења

Предложите решење које је засновано на методама еволуционог рачунарства. Можете користити једну или комбинацију више метода. Такође, дозвољено је да комбинујете одабрану методу са неким традиционалним методама из области комбинаторне оптимизације и вештачке интелигенције, у складу са природом проблема. У решавању проблема може вам помоћи све што сте до овог тренутка научили из области алгоритама, структура података, оптимизације, вештачке интелигенције и еволуционог рачунарства.

Ваше решење треба да буде структурно и функционално описано и образложено. Структурни опис представља крупну слику, односно начин рада комплетног решења и из којих компонената се он састоји. Функционални опис представља опис појединачних компонената, тј. чему оне служе и како раде. У образложењу решења је потребно да објасните зашто сте изабрали баш тај приступ. Ако сте експериментисали са више различитих приступа, наведите и предности онога што сте на крају искористили у односу на оно што нисте. Све то може бити смештено на две до три стране куцаног текста.

Имплементација

Предлог решења је потребно имплементирати у програмском језику по избору. Дозвољено је користити библиотеке за неопходне структуре података, парсирање, приказивање решења и томе слично. Подразумева се да код који сте откуцали савршено разумете. Дозвољени језици за имплементацију су: C, C++, Java, Python, JavaScript, Octave.

За тестирање су вам обезбеђене три улазне датотеке, које можете искористити за генерисање улазних података за ваш проблем. У свакој улазној датотеци наведена је структура часова (наставник, предмет, група, облик рада и дозвољене учионице). Можете генерисати и своје улазне податке.

Након тестирања, добијене резултате на датим датотекама потребно је навести у виду списка часова са терминима и учионицама, као и статистиком: испуњеност тврдих ограничења, испуњеност меких ограничења (у процентима), максималан празан ход за једну групу (у једном дану), укупан празан ход за све групе (у свим данима заједно), максималан празан ход за једног наставника (у једном дану), укупан празан ход за све наставнике (у свим данима заједно) и постојање једног сата у коме нико нема наставу (ако постоји, навести термин).

Све наведене резултате за сваки тест пример треба навести у документу после предлога решења. Пре резултата написати и генерални начин тестирања (колико пута је покретано, који је критеријум заустављања, како је изабран резултат који је приказан и томе слично, све што може утицати на добијене резултате а није наведено).

Формат документа

Документ писати у форми семинарског рада, формат папира А4, фонт стандардне величине (11-12), нормалан проред. Документ пре слања треба конвертовати у .pdf формат. На насловној страни документа написати име и презиме студента, број индекса и студијску групу. Испод тога у кратком апстракт (пар реченица) написати које су примењене методе. Следи детаљан предлог решења (структурни опис, функционални опис, образложење) и приказ резултата (за сваку од три тестне датотеке). На крају дати кратак закључак (неколико реченица), са освртом на питања за размишљање дата раније у тексту задатка. Све заједно би требало да стане на 5 – 7 страна куцаног текста.

Презентација

На основу предлога решења направити кратку .ppt(x), .odp, Google Slides или какву год презентацију (до седам слајдова) у којима је укратко презентовано решење. Презентација решења треба да садржи све оно што је у документу, само по ставкама (без удубљивања у текст). Резултат треба да буде приказан у презентацији само статистички (без комплетног добијеног распореда). Презентација је саставни део решења и служиће вам да на одбрани укратко објасните колегама шта сте радили.

Упутство за предају

Комплетно решење треба да садржи документ, имплементацију решења и презентацију у једној архиви. Архиву послати на mtomic@raf.rs (са пригодним насловом поруке). Дозвољени језици за имплементацију су: C, C++, Java, Python, PHP, JavaScript, Octave.

Меки рок за предају задатка је 6. јун 2019. у 12.00 (подне) – четвртак пред почетак четврте колоквијумске недеље (100% поена, односно 20 поена). Сваки минут закашњења умањује максимални број поена за 0,0125 (задаци предати после 7. јуна у 10.40 вреде 0 поена). Предлог решења носи 35% поена, исправна имплементација (у складу са предлогом) 55%, док квалитет одбране носи 10% поена. У случају да одбрана не буде довољно успешна, поени са свега осталог се не рачунају (тј. решење носи 0 поена).

Оцена предлога решења се формира на основу очекиване успешности (очекује се 100% успеха у испуњавању тврдих ограничења, док се на основу меких ограничења формира додатни утисак), субјективне процене труда и времена уложеног у истраживање и имплементацију, смислености образложења и постигнутих резултата свих студената. Имајте у виду да је процењено време потребно за израду комплетног решења (истраживање, имплементација, документација и презентација) 36 сати.

Тестне датотеке

Дате су датотеке у JSON формату, које садрже следеће објекте:

- Објекат „Учионице” садржи по ознакама група дозвољених учионица листе учионица које тој групи припадају
- Листа „Часови” садржи објекте часова који у себи имају дефинисан предмет, наставника, тип (П – предавања, В – вежбе, Л – лабораторијске вежбе), групу учионица у коју треба да се распореди (ознака групе учионица), трајање часа и листу студентских група које тај час слушају заједно у једном термину

Потребно је одредити термине за све часове из датотеке тако да су испоштована сва ограничења.