ДРУШТВО МАТЕМАТИЧАРА СРБИЈЕ

АКРЕДИТОВАНИ СЕМИНАР

345
ДРЖАВНИ СЕМИНАР О НАСТАВИ МАТЕМАТИКЕ И РАЧУНАРСТВА ДРУШТВА МАТЕМАТИЧАРА СРБИЈЕ

Компетенција: К1
Приоритети: 8

ТЕМА

РАЗВИЈАЊЕ РАЧУНАРСКОГ МИШЉЕЊА

РЕАЛИЗАТОР ТЕМЕ

др Ђорђе М. Кадијевић, научни саветник
Институт за педагошка истраживања, Београд
Лична веб страница: http://www.mi.sanu.ac.rs/~djkadij/

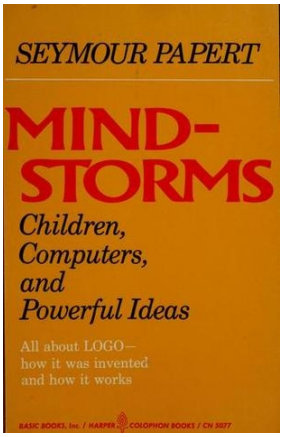
БЕОГРАД
09. – 10. 02. 2019.

Материјал припремљен као оријентација за учеснике “Републичког семинара 2019” у организацији Друштва математичара Србије

Пожељно је користити личне рачунаре!

Развијање рачунарског мишљења[1]

Шта је рачунарско мишљење?



Термин рачунарско мишљење (енгл. computational thinking) уводи Паперт (Papert, Seymour) 1980. године у својој књизи “Mindstorms: children, computers, and powerful ideas”, која у основи разматра како коришћење рачунара може допринети мишљењу и учењу. У свом раду “An exploration in the space of mathematics educations”, објављеном 1996. године, Паперт детаљније разматра такво мишљење и ставља га у служби обликовања идеја (енгл. “The goal is to use computational thinking to forge ideas.”).

Популаризацији рачунарског мишљења допринео је чланак “Computational thinking” који је Винг (Wing, Jeannette) објавила 2006. године у реномираном часопису “Communications of the ACM” (вол. 49, св. 3, стр. 33–35). Винг сматра да би то мишљење требало да буде основна вештина сваког од нас, како бисмо успешно решавали проблеме применом упоришних појмова из рачунарства попут апстракције, декомпозиције и рекурзије. Међутим, рачунарско мишљење не треба изјадначавати са мишљењем које примењује научници који се баве рачунарством, јер се, рецимо, апстракција и декомпозиција користе и у другим областима науке попут математике.

Ако у Гугл претраживач унесемо термин “computational thinking”, бићемо изненађени налазом (више од 1,500,000 резултата крајем 2018. године). Очигледно је да се тај термин веома учестало користи. Међутим, за сада не постоји шире прихваћена дефиниција тог термина. У циљу илустровања разноликости приступа, у даљем тексту наводимо неке од коришћених дефиниција (објашњења) које се могу срести у литератури. Док се прва три одређења појма тичу општих оквира, преостала два односе се на специфичне, предметно оријентисане оквире.

1 Петочасовна радионица заснована на раду
Kadijevich, Dj. M. (2018). A cycle of computational thinking. In B. Trebinjac & S. Jovanović (Eds.), *Proceedings of the 9th international conference on e-learning, 27 and 28 September 2018, Belgrade, Serbia* (pp. 75–77). Belgrade: Metropolitan University. ISBN 978-86-89755-16-9

- Главне компоненте рачунарског мишљења су алгоритамско мишљење, критичко мишљење, решавање проблема и кооперативан рад.

- Основни аспекти рачунарског мишљења су апстракција (прикупљање података, анализа података, уочавање правилности, моделирање), декомпозиција, алгоритми (дизајн, паралелизам, ефикасност, аутоматизација), итерација, дибаговање и генерализација.

- Основни концепти рачунарског мишљења су декомпозиција проблема, апстракција, алгоритм и процедуре, аутоматизација, прикупљање података, анализа података, репрезентација података, паралелизам и симулација.

- За програмирање у језику Scratch, оквир рачунарског мишљења може се заснивати на три димензије: појмови рачунарског мишљења (нпр. подаци, оператори, циклуси), пракса рачунарског мишљења (нпр. апстракција, модуларизација, дибаговање) и перспективе рачунарског мишљења (нпр. постављање питања, повезивање-умрежавање).

- У контексту средњошколског образовања које се тиче науке, технологије, инжињерства и математике (тзв. STEM – Science, Technology, Engineering, Mathematics – дисциплина), рачунарско мишљење може да укључује четири типа праксе: праксу у раду са подацима (нпр. прикупљање, визуализација), праксу везану за моделирање и симулације (нпр. развијање и коришћење рачунарских модела), праксу у рачунарски подржаном решавању проблема (нпр. програмирање, тражење грешака) и праксу везану за системско мишљење (нпр. дефинисање система, управљање сложеношћу).

Упркос непостојању шире прихваћене дефиниције рачунарског мишљења може се узети да се такво мишљење примењују приликом решавања проблема у разним областима посредством рачунара, при чему се решења разматраних проблема приказују у формама које рачунар може да ефикасно обради. У том циљу, потребна је способност препознавања рачунарских аспеката у различитим проблемским ситуацијама и рада са тим аспектима користећи појмове, алате и технике из рачунарства. Иако ће за разлику од научника, инжињера и истакнутих делатника у другим професијама, већина нас у свом школском, академском и професионалном раду користити рачунарско мишљење само на неком уводном нивоу, није претерано рећи да, у контексту савременог живота и рада видно заснованом на разновсном коришћењу технологије, рачунарско мишљење представља важну способност сваког појединца.

Задатак 1. Шта по вама карактерише рачунарско мишљење?

Задатак 2. Како рачунарском мишљењу приступа Гугл на свом сајту намењеном образовању?

Задатак 3. Размотрити следећу иницијативу (дату у оригиналу на енглеском језику): “Four Cs of 21st century skills, which include critical thinking, creativity, collaboration and communication, should be expanded to include a fifth 'C' in the form of computational thinking“ (Grover, Shuchi).

Задатак 4. Упознати се са међународном студијом под називом “International Computer and Information Literacy Study” (акроним ICILS). На који се начин та студија бави рачунарским мишљењем?

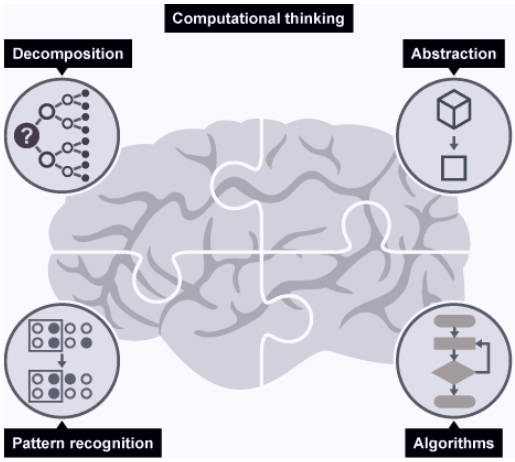
Задатак 5. Како задаци на међународном такмичењу из рачунарске и информатичке писмености под називом Дабар (енгл. Bebras) проверавају рачунарско мишљење?

Циклус рачунарског мишљења

Упркос различитих одређења рачунарског мишљења, ипак можемо идентификовати кључне активности у том мишљењу, које нам омогућују да дефинишемо и користимо прикладан оквир за развијање рачунарског мишљења. С обзиром на чињеницу на рачунарско мишљење није привилегија само рачунарства већ саставни део рачунарски подржаног решавања проблема у разним областима, такав оквир је релевантан не само за наставу рачунарства, већ и за наставу других предмета, попут математике и статистике (а то је до сада углавном било занемаривано на рачун разних области рачунарства).

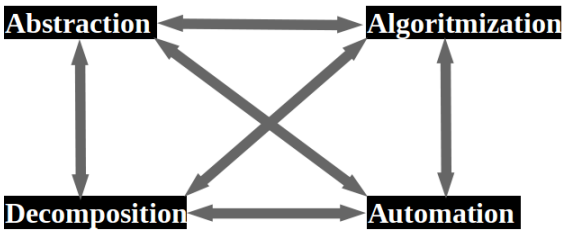
Математичко моделирање или статистичка анализа често се разматра и реализују у оквиру одређеног циклуса који повезује главне кораке (фазе) активности која се реализује. Иако је релативно широко прихваћено да рачунарско мишљење користи четири основна корака у решавању проблема (декомпозиција, уочавање правилности, апстракција, алгоритми; Слика 1), ти кораци се нису разматрали у оквиру циклуса рачунарског мишљења. Поред тога, упркос чињеници да се за решавање проблема користи рачунар, аутоматизација се ту не наводи као основни корак. Такође, како се уочавање правилности (енгл. patterns i.e. pattern recognition) може разматрати као апстракција или генерализација, очигледно је да се кораци уочавање правилности и апстракција преклапају. Најзад, уочавање правилности је некада

основни циљ рачунарског мишљења (при, рецимо, визуализацији података, тражењу грешака или управљању сложеношћу система), па стога уочавање правилности не мора бити основни корак у рачунарском мишљењу.



Слика 1. Темељи рачунарског мишљења
(извор: https://www.bbc.com/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1)

Имајући у виду претходну дискусију, рачунарско мишљење бисмо могли описати користећи циклус који се састоји од следећа четири корака: декомпозиција, апстракција, алгоритмизација и аутоматизација. При томе, рачунарско мишљење не мора да следи те кораке на линеаран начин, већ може захтевати кретање напред и назад између (не само суседних) корака. Релевантност тог циклуса подржава, рецимо, друго у претходном одељку поменуто одређење рачунарског мишљења, које подразумева да су основни аспекти рачунарског мишљења апстракција (прикупљање података, анализа података, уочавање правилности, моделирање), декомпозиција, алгоритми (дизајн, паралелизам, ефикасност, аутоматизација), итерација, дибаговање и генерализација. То је због тога што многи од тих аспеката (нпр. ефикасност, итерација, дибаговање) долазе до изражаја тек у завршном кораку аутоматизације, која је управо корак који омогућава решавање проблема коришћењем рачунара.



Слика 2. Циклус рачунарског мишљења (извор: Kadijevich, 2018)

У циљу илустрације примене предложеног циклуса рачунарског мишљења, размотримо очекиван/остварен профит у примеру који описује Слика 3. Да бисмо израчунали тај профит, потребно је да, применом декомпозиције, одредимо расходе и приходе, а затим да те финансијске показатеље повежемо. За сваки од тих показатеља, потребно је да, применом апстракције, разликујемо фиксне и варијабилне компоненте. Када смо изабрали прикладне улазне и излазне варијабле (полазећи од конкретних података до варијабли које могу имати те вредности), можемо сачинити алгоритам, који се, у разматраном случају, састоји од једноставних корака који се базирају на формулама попут **профит = приходи – расходи** и **трошкови = фиксни трошкови + варијабилни трошкови**. Да бисмо сачињени алгоритам извршили на рачунару, потребно је да реализујемо корак аутоматизације, а то се, као и у другим пословним анализама, обично чини посредством програма за табеларна израчунавања. Наравно, разматрање прихода и расхода може се реализовати у више итерација, а то ће захтевати понављање или профињавање неких корака циклуса рачунарског мишљења. Иако се разматрани пример тиче релативно једноставног табеларног моделирања (тј. моделирања посредством табеларног израчунавања), ученици углавном немају довољно развијене вештине декомпозиције и апстракције, што ће ограничити њихова постигнућа у примени рачунарског мишљења.

	A	B	C
1	**Taxi service** (first model, daily basis)		
2	without tax reduction, fixed revenue?, minibus loan		
3	payment, minibus maintenance and insurance costs, …		
4			
5	**Input data**		
6	Tours per day	4	
7	Number of passengers per tour	5	
8	Cost of ticket	€ 10.00	
9	Gasoline cost per tour	€ 15.00	
10	Driver wage	€ 20.00	
11			
12	**Costs**		
13	Variable part – gasoline cost	€ 60.00	
14	Fixed part – wage	€ 20.00	
15	**Total**	**€ 80.00**	
16			
17	**Revenue**	**€ 200.00**	
18			
19	**Profit**	**€ 120.00**	

Слика 3. Израчунавање профита (извор: Kadijevich, 2018)

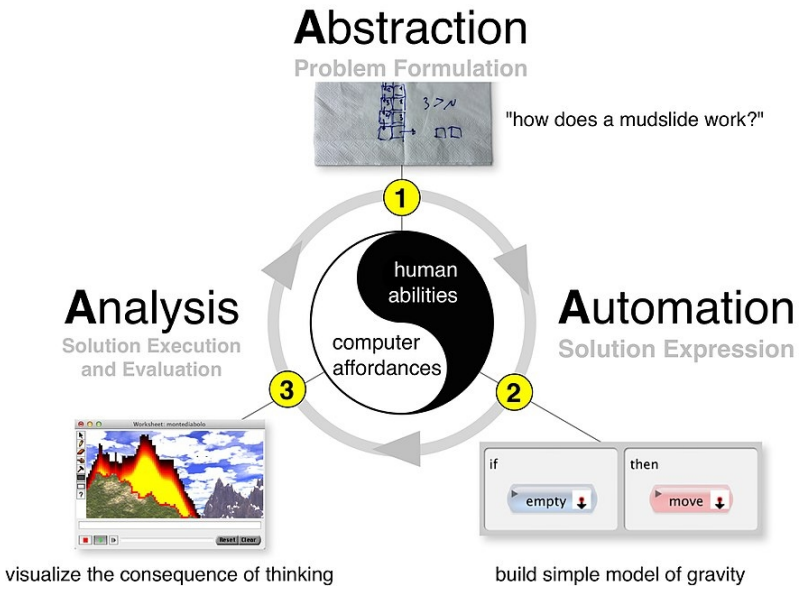
Задатак 6. Наведите два задатка у настави математике или рачунарства до чијих решења можемо доћи применог приказаног циклуса рачунарског мишљења? За један од њих прикажите како бисмо то учинили.

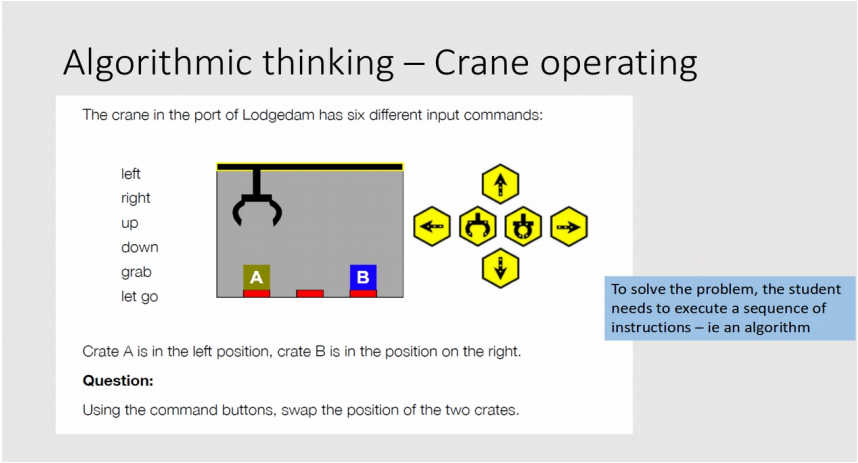
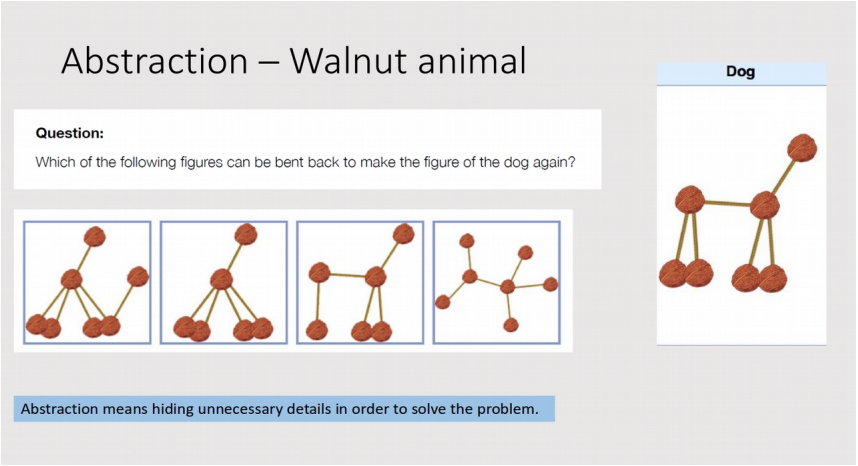
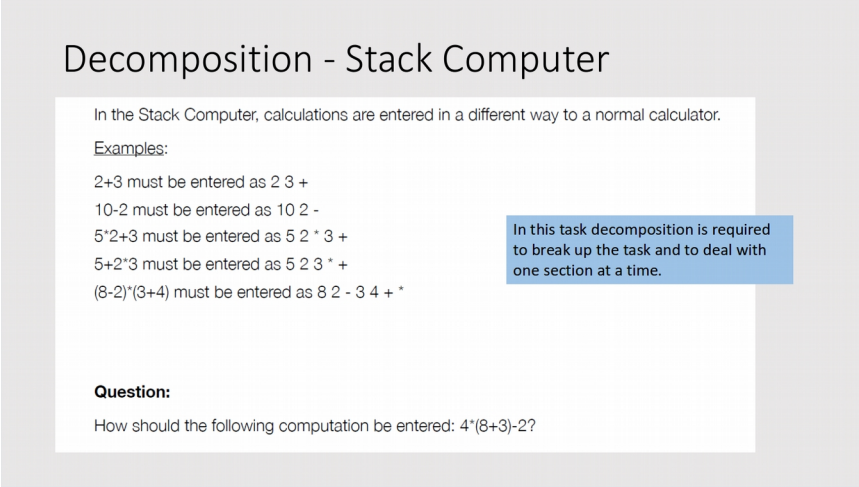
Задатак 7. Наведите два задатка у настави математике или рачунарства до чијих би решења дошли применог другачијег циклуса рачунарског мишљења? Који би то циклус био? За један од тих задатака прикажите како бисмо дошли до његовог решења користећи тај другачији циклус.

Задатак 8. За разлику од рачунарства, рачунарско мишљење ређе се развија у настави математике, при чему се то најмање чини у областима мерење и функције и вероватноћа и статистика. Који задаци би били прикладни за развијање рачунарског мишљења у тим областима? Који циклус рачунарског мишљења би требало користити у њиховом решавању и како би то требало чинити?

Додатак 1 – 3 As итеративни модел рачунарског мишљења

Извор: https://en.wikipedia.org/wiki/Computational_thinking



Додатак 2 – Задаци за проверу рачунарског мишљења

Извор: http://issep2016.ens-cachan.fr/talks/ISSEP2016_Sentance_Dagiene_presentation.pdf