



Софийски университет „Св. Климент Охридски“  
Факултет по математика и информатика

# Теми за проекти

курсове *Обектно-ориентирано програмиране и*  
*Обектно-ориентирано програмиране-практикум*

специалности *Информатика и Компютърни науки (1-ви поток)*

*летен семестър 2020/21 г.*

## Обща информация за проектите

ВАЖНО: Моля, преди да преминете към реализацията на проектите, да прочетете документите “Схема за оценяване” и “План за дисциплината”. В тях са описани критериите за оценка на работите, а също и крайните срокове.

В допълнение, специално искаме да обърнем внимание, че оценката на проектите зависи от тяхната защита. Проект, който не е бил успешно защитен се оценява с нула точки.

По време на защитата се очаква да можете да отговорите на различни въпроси. Например: (1) каква архитектура сте избрали, (2) защо сте избрали именно нея, (3) дали сте помислили и за други варианти и ако да — кои, (4) как точно работят различните части от вашия код и какво се случва на по-ниско ниво и др.

Оценката на всеки от проектите се формира от онази негова част, която е била самостоятелно разработена от вас. Допустимо е да използвате код написан от някой друг (напр. готова библиотека или помощ от ваш приятел/колега), но (1) той не носи точки към проекта и (2) това трябва да бъде ясно обявено както при предаването, така и при защитата на проекта, като ясно обозначите коя част от проекта сте разработили самостоятелно. Това означава, че:

1. Използваният наготово код трябва да се маркира ясно, като поставите коментари на подходящи места в кода си.
2. По време на защитата трябва да посочите кои части сте разработили самостоятелно и кои са взети от други източници.

Както е написано по-горе, когато в проекта си използвате чужд код, сам по себе си той не ви носи точки. Въпреки това, допълнителни точки могат да се дадат или отнемат, според това:

1. Доколко добре работите с външния код и доколко добре сте го интегрирали във вашето решение. Например, ако сте използвали външна библиотека, дали тя се използва коректно, дали сте я включили по подходящ начин и т.н.
2. Дали добре разбирате какво прави външният код. Например, дали разбирате как работи библиотеката, какъв е ефектът върху вашето решение и т.н.

При реализация на програмата си, обърнете специално внимание на обектния модел. Съветваме ви да проектирате и реализирате класове в няколко полиморфни йерархии, както и да предефинирате различни оператори, където това има смисъл. Помислете за подходящи шаблони за дизайн, които уместно бихте използвали.

## Общо за проектите в диалогов режим

Това са проектите с номера 1, 2 и 3.

В тези проекти потребителят работи с програмата, като въвежда различни команди. Те могат да имат нула, един или повече параметри. Параметрите се разделят помежду си с интервали.

Една команда, която всички такива проекти трябва да поддържат е `exit`, за излизане от програмата:

```
> exit
Exiting the program...
```

Имената на командите трябва да са case-insensitive. Например `open`, `OPEN`, `Open` и `OpEn` са валидни изписвания на командата за отваряне на файл. Потребителят може да използва която предпочете форма.

Аргументи обаче може да са case-sensitive. Добър пример е командата `open`, която получава път до файл, който да се отвори. Този път може да бъде case-sensitive.

Понякога в самите аргументите може да има интервал. В такъв случай те се ограждат с кавички. Например ако искате да отворите файл с име `New File.txt`, това може да стане по следния начин:

```
> open "C:\Temp\New File.txt"
Successfully opened New File.txt
```

Освен ако не е казано друго, всяка от командите трябва да извежда съобщение, от което да е ясно дали е успяла и какво е било направено.

Понякога, дадена команда може да разчита на това преди нея да е била изпълнена друга. Например, преди да можете да обработите дадено изображение, трябва да сте го заредили в паметта. За такива команди трябва да правите проверка дали те могат да бъдат изпълнени. Ако това не е възможно, изведете съобщение за грешка и подскажете на потребителя какво да направи. Например:

```
> saveas "C:\Temp\New File.txt"
Error: no document is currently opened
Hint: open an existing file, or create a new document first.
```

Когато планирате архитектурата на решението си, планирайте как да отделите слоя обработващ командите от останалата логика на програмата.

## Общо за проектите работещи с документи

Това са проектите с номера 1, 2 и 3.

Тези проекти зареждат информация от някакъв вид файлов формат, обработват я и след това дават възможност за обновяване на информацията на диска. Те трябва да включват функционалността описана в настоящия раздел.

За тези проекти, повечето команди могат да се изпълняват само ако в момента има отворен документ. Това става ако успешно бъдат изпълнени командите `open` или `new`. Респективно, ако изпълните `close`, това затваря текущия документ и повечето команди отново няма да работят.

Ако сметете за нужно, можете да добавите допълнителни аргументи към командите описани в този раздел. Например може да добавите аргумент на `saveas`, който да презаписва даден файл без да иска потвърждение.

## Отваряне на файл (Open)

С командата `open` може да се зареди съществуващ файл. Тя получава като аргумент пътя на файла, който трябва да се отвори. Например:

```
> open C:\Temp\file.xml
Successfully opened file.xml
```

Ако файлът с указания път не съществува (или нямате достъп до него и т.н.), трябва да се изведе подходящо съобщение за грешка.

Когато отворите даден файл, неговото съдържание трябва да се зареди в паметта, след което файлът се затваря. Всички промени, които потребителят направи след това, се отразяват само в паметта. Ако потребителят иска да ги запише обратно на диска, той трябва да го направи изрично, чрез някоя от командите за запис.

Във всеки от проектите има посочен конкретен файлов формат, с който приложението ви трябва да работи. Това означава, че:

1. то трябва да може да чете произволен валиден файл от въпросния формат;
2. когато записва данните, то трябва да създава валидни файлове във въпросния формат.

Ако при прочитането на информацията от файла установите някакъв проблем, програмата трябва да изведе подходящо съобщение за грешка. Например, възможно е файл съдържащ изображение да е бил повреден и да е била загубена информацията за част от пикселите в него.

Ако при извикването на `open` в програмата вече има зареден друг документ, тя първо трябва да го затвори и чак след това да отвори файла.

Документите имат свойство “текущо файл”, което сочи към файла, с който те са свързани. Ако отворите документ с командата `open`, той автоматично се свързва с файла, от който е бил прочетен.

## Затваряне на документ (Close)

Това може да стане ръчно с командата `close`. Ако изпълните командите `open/new`, когато в програмата има зареден документ, те автоматично го затварят и чак след това се отваря посоченият файл/създава празен документ.

Когато затваряте даден документ, проверете дали промените в него са били записани на диска. Ако това не е така, попитайте потребителя дали иска да ги запише, да ги отхвърли или да се откаже от затварянето.

При затваряне на документ трябва да се почистят всички данни свързани с него. Уверете се, че не допускате memory leaks.

```
> close
Successfully closed file.xml
> save
Cannot save - no document loaded
```

## Създаване на празен документ (New)

Създава нов, празен документ. Той няма текущ файл. Ако искате да го запишете на диска, трябва да използвате `saveas`.

## Записване в същия файл (Save)

Записва направените промени обратно в текущия файл на документа. Ако документът няма текущ файл, командата дава грешка.

```
> save  
Successfully saved file.xml
```

## Записване под ново име (SaveAs)

Позволява на потребителя да укаже файл, в който да се запишат данните за документа. След успешно изпълнение на тази команда, текущият файл на документа се променя. Текущ става файлът, чийто път е бил подаден на `saveas`.

```
> saveas "C:\Temp\another file.xml"  
Successfully saved another file.xml
```

# 1: Електронни таблици

## Представяне на данните

Данните на една таблица ще записваме в текстов файл (в CSV формат) по следния начин:

1. Всеки ред във файла представя отделен ред в таблицата.
2. Всеки ред във файла съдържа данни разделени със запетаи. Тези данни се интерпретират като стойностите в клетките на реда.
3. Всеки ред в таблицата може да съдържа различен брой клетки. Затова и всеки ред във файла може да съдържа различен брой елементи разделени със запетаи.
4. Празен ред във файла представя празен ред в таблицата. (т.е. ред, в който всички клетки са празни).
5. Между две запетаи във файла може да няма никакви данни. По този начин се представя празна клетка.
6. Между данните и запетаите може да има произволен брой празни символи (whitespace).

За една таблица може да има различни представяния. Например таблицата:

10	20	30	40
10		1000	
	10		

може да се представи по следните начини (възможни са и други представяния):

10, 20, 30, 40	10, 20, 30 , 40
10, ,1000,	10, , 1000,
,',',	, , ,
,10	, 10

## Типове данни в таблицата

Всяка клетка в таблицата има тип, като в една таблица може да има едновременно клетки от различни типове. Вашето приложение трябва да може да поддържа следните типове:

**Цяло число** – поредица от цифри, без никакви други символи между тях. В началото на числото може да има знак '+' или '-'. Например:

123  
-123  
+123

**Дробно число** – поредица от цифри, следвана от символ за точка и след нея друга поредица от цифри. В началото на числото може да има знак '+' или '-'. Например:

123.456  
-123.456  
+123.456

**Символен низ (стринг)** – поредица от произволни символи оградени в кавички. Подобно на низовете в C++, ако искате да включите символа за кавичка в даден низ, трябва да го представите като '\', а ако искате да включите наклонена черта, трябва да я представите като '\\. Например:

```
"Hello world!"  
"C:\\temp\\"  
"\\"This is a quotation\\""
```

ВАЖНО: Забележете, че кавичките около символния низ играят роля само при прочитането на низа (или когато го четем от файла или при въвеждане с командата `edit`). Те не са част от самия низ.

**Формула** – формулата винаги започва със символ за равенство. В нея могат да участват следните операции: събиране (+), изваждане (-), умножение (\*), деление (/) и степенуване (^). Във формулата могат да участват или числа или препратки към клетки в таблицата. Ако във формулата участва препратка към клетка, на това място в изчислението трябва да се използва стойността съхранена в дадената клетка. Повече информация за формулите е дадена по-долу.

## Нужна функционалност

Колоните, редовете и клетките в таблицата ще обозначаваме по стандартния за този тип приложения начин:

- Колоните в таблицата се обозначават с буквите A - Z. За улеснение приемаме, че в нея не може да има повече от 26 колони.
- Редовете се обозначават с цели числа. Първият ред е с номер 1. Можем да имаме неограничен брой редове.
- Клетките се обозначават като пресечна точка на колона и ред. Например A11, B1, Z12345 и т.н. Изписването е case-insensitive. Например A1 и a1 обозначават една и съща клетка.

Ако при зареждането на данните, приложението ви открие проблем, то трябва да изведе подходящо съобщение за грешка и да прекрати операцията. Съобщението трябва да подсказва на потребителя какво не е наред във входните данни. Например:

- Ако съдържанието на дадена клетка е от неизвестен тип, трябва да се изведе на кой ред и коя колона е клетката и какво точно е некоректното съдържание. Например нека предположим, че на ред 2, колона 3, потребителят е въвел 123.123.123. Приложението ви може да изведе например следното съобщение:  
*"Error: row 2, col 3, 123.123.123 is unknown data type"*.

След като вашето приложение отвори даден файл, то трябва да може да извършва посочените по-долу операции:

## Извеждане на таблицата на екрана (Print)

При извеждане, данните в колоните трябва да се подравнят. Между отделните колони трябва да се поставят символи за отвесна черта (|). Най-отгоре и най-вляво на таблицата

да се посочат индексите на съответните редове и колони. По-долу е даден пример за входен файл и възможно негово извеждане:

Входен файл	Работа на командата
10, "abc", 123.56 "\Quoted\"" 1, 2, 3, 400 ,,A3+B3+C3	> print   A   B   C   D   1   10   abc   123.56   2   "Quoted"       3   1   2   3   400   4       6

## Редактиране на клетки (Edit)

Командата позволява на потребителя да променя стойностите на отделните клетки. Аргументите са референция към клетка и нова стойност, която искаме да впишем в нея. Например:

```
> edit A2 123456
Successfully set A2 to 123456
```

Потребителят може да въведе произволен тип данни, който се поддържа от вашата програма (например цяло число, дробно число, низ, формула и т.н.). Забележете, че по този начин може да се промени типът на дадена клетка, например от число, тя може да стане формула или текст.

Ако потребителят въведе неправилни данни, приложението ви не трябва да променя нищо в таблицата, а само да изведе на екрана съобщение, че са въведени неправилни данни. В този случай приложението ви НЕ трябва да прекратява своето изпълнение, а просто да не променя клетката. Например:

```
> edit A2 12.34.56
Error: incorrect value 12.34.56
```

Потребителят може да въведе произволен номер на клетка. Ако тя излиза извън размерите на текущо заредената таблица, тя трябва автоматично да се разшири. По този начин се създават голямо количество нови клетки. Освен ако за тях не се задава конкретна стойност, те трябва да бъдат празни. Например, да предположим, че текущо заредената таблица съдържа 2 реда и 5 колони. Потребителят може да въведе команда:

```
> edit Z2000 "Hello world!"
Successfully set Z2000 to Hello world
```



След нея, таблицата ще бъде с размери 2000 реда и 26 колони. Клетката Z2000 ще бъде със стойност символния низ `Hello world`, а всички новодобавени клетки ще бъдат празни.

## Формули

В дадена формула могат да участват единствено:

1. Литерали: цели или дробни числа.
2. Препратки към произволни типове клетки.

Формулите са символни низове, които започват със символа равно (=). В тях като минимум реализирайте операциите събиране, изваждане, умножение, деление и степенуване.

При сметките важат следните правила:

1. Ако в дадена формула участват само числа, то сметката се извършва по традиционните правила на аритметиката. Като специален случай можем да отделим делението на две цели числа. В такъв случай не бива да губите остатъка и резултатът трябва да бъде дробно число (например 1 делено на 2 дава резултат 0,5).
2. Ако в дадена формула участва низ, той трябва да се конвертира до число. Това става по следния начин: Ако низът съдържа само цифри или поредица от цифри, символ точка и друга поредица от цифри, той се конвертира до съответното число. Всички други низове се конвертират до нула. Например:

Низ	Конвертирана стойност
"123"	123
"123.456.789"	0
"123.456"	123.456
"Hello world"	0
"123abc"	0

3. Ако в дадена формула участва празна клетка, тя се конвертира до нула. Това важи и за клетки, чиито координати надхвърлят размерите на таблицата.

4. Ако в дадена формула има грешка (например деление на нула), приложението ви не трябва да прекъсва своето изпълнение. Вместо това, когато то извежда таблицата на екрана, в съответната клетка се извежда текст **#ERROR**.

По-долу е дадена примерна таблица. В нея клетките в жълт цвят са от тип число. Клетките в зелено са от тип символен низ:

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>1</b>	10	Hello world!	123.56
<b>2</b>	123		

По-долу са дадени формули, които се оценяват в примерната таблица по-горе. За всяка формула е дадена и нейната оценка:

Формула в клетката	Реално извършена сметка	Стойност на клетката	Коментар
= 10 + 10	10 + 10	20	
= A1 + C1	10 + 123.56	133.56	
= A1 * B1	10 * 0	0	Низът „Hello world!“ се конвертира до нула
= A1 * A2	10 * 123	1230	Низът „123“ се конвертира до 123.
= A1 * B2	10 * 0	0	Клетката B2 е празна
= A1 * Z1000	10 * 0	0	В таблицата няма ред 1000, нито колона Z. Считаме, че клетката Z1000 е празна.
= 10 / 0	10 / 0	ERROR	
= 10 / B2	10 / 0	ERROR	
= A1 / B2	10 / 0	ERROR	

## 2: JSON Parser

[JSON](#) е популярен текстов формат за описване на данни. Вашата задача е да направите програма, която работи с файлове в такъв формат.

При подаване на даден файл вашата програма трябва да го прочете и да провери дали той е валиден спрямо синтаксиса на JSON. Ако има някакъв проблем тя трябва да съобщи максимално ясно какво и къде не е наред, така че потребителят да може да го поправи.

Ако всичко с файла е наред, вашата програма трябва да го прочете и съхрани в подходящо избран от вас клас.

Програмата ви трябва да поддържа следните команди:

1. **Извеждане на екрана (print).** При подаване на подходяща команда програмата трябва да изведе на екрана съдържанието на обекта. Постарайте се да е четивно.
2. **Търсене по ключ (search).** При подаване на подходяща команда, следвана от стрингов ключ вашата програма трябва да провери дали в обекта се съдържат данни, записани под този ключ и ако да – да създаде масив от всички такива данни. Всяка от тях да бъде представена като JSON обект. При по-късно поискване този масив трябва да позволява извеждане на екрана или запис във файл, както на целия масив, така и на отделен негов елемент по индекс. Реализирайте оператор за индексирание на вашия обект за тази цел.
3. **Промяна на обект (edit).** При подаване на пълен път към даден елемент и стрингова стойност, вашата програма трябва да замени стойността на посочения елемент с парснатата според синтаксиса на JSON стойност на низа, ако такъв елемент съществува и ако символният низ е коректен. В противен случай трябва да обяви каква е грешката.
4. **Създаване на обект (create).** При подаване на пълен път към даден елемент и стрингова стойност, вашата програма трябва да добави такъв елемент и да му присвои парснатата според синтаксиса на JSON стойност на низа. Ако такъв елемент съществува, това трябва да се обяви като проблем. Иначе да се добавя, евентуално с рекурсивно създаване на целия път. Ако символният низ или пътят не са коректни да се съобщи с подходящо описание на грешката.
5. **Изтриване на елемент (remove).** При подаване на пълен път до елемент, той да се изтрие. Ако такъв елемент не съществува, да се изведе грешка.
6. **Преместване (move).** При подаване на два пътя, всички елементи, намиращи се на първия път да бъдат преместени върху втория.

Когато записвате данните във файл, трябва да може да се укаже как да се подравни информацията. Трябва да се поддържат поне две опции:

- подравнено с отмествания и нови редове, с цел по-добра четивност;
- с минимален обем, без излишни празни позиции.

Освен това, програмата ви трябва да може да запише в него или целия документ, или отделна негова част така, че да се получи валиден JSON формат.

За целта или разширете командите `save`/`saveas` така, че те да приемат допълнителни аргументи, или добавете нови команди.

По-конкретно за записването на извадка: При подаден път или ключ, във файла се записва елементът намиращ се на дадения път (ако такъв съществува) или масив от всички елементи с даден ключ. Ако съответното съдържание не съществува да се съобщи на потребителя.

## 3: Обработка на изображения

В този проект потребителят трябва да може да зарежда различни изображения, да ги редактира и след това да ги записва обратно на диска.

Един вариант за зареждане на изображение е то да се прочете от файл на диска. Приложението ви трябва да поддържа работа с [графични файлове в PBM, PGM или PPM формат](#). При зареждане на информацията от такъв файл, направете проверки за коректност (например възможно е PBM файл да е записан с разширение `.ppm`).

Възможно е да се създаде и нов, празен документ. За целта командата `new` трябва да поддържа параметри за размери и за цвят на фон. Например:

```
> new 1000 1000 #ffffff
Created new document with size 1000x1000 and filled with #ffffff
```

Когато записвате изображението във файла на диска, направете проверка дали се използва съвместим формат. Например полутоново (grayscale) изображение не може да се запише във формат поддържащ само монохромни файлове (PBM)

Програмата да поддържа следните команди:

### Dither

Прилага някои от Dithering алгоритмите, които са описани в следната статия:

Tanner Helland (2012) Image Dithering: Eleven Algorithms and Source Code

<https://tannerhelland.com/2012/12/28/dithering-eleven-algorithms-source-code.html>

Потребителят трябва да може да укаже кой алгоритъм иска да се приложи. Програмата ви трябва да реализира всички 11 алгоритъма от статията.

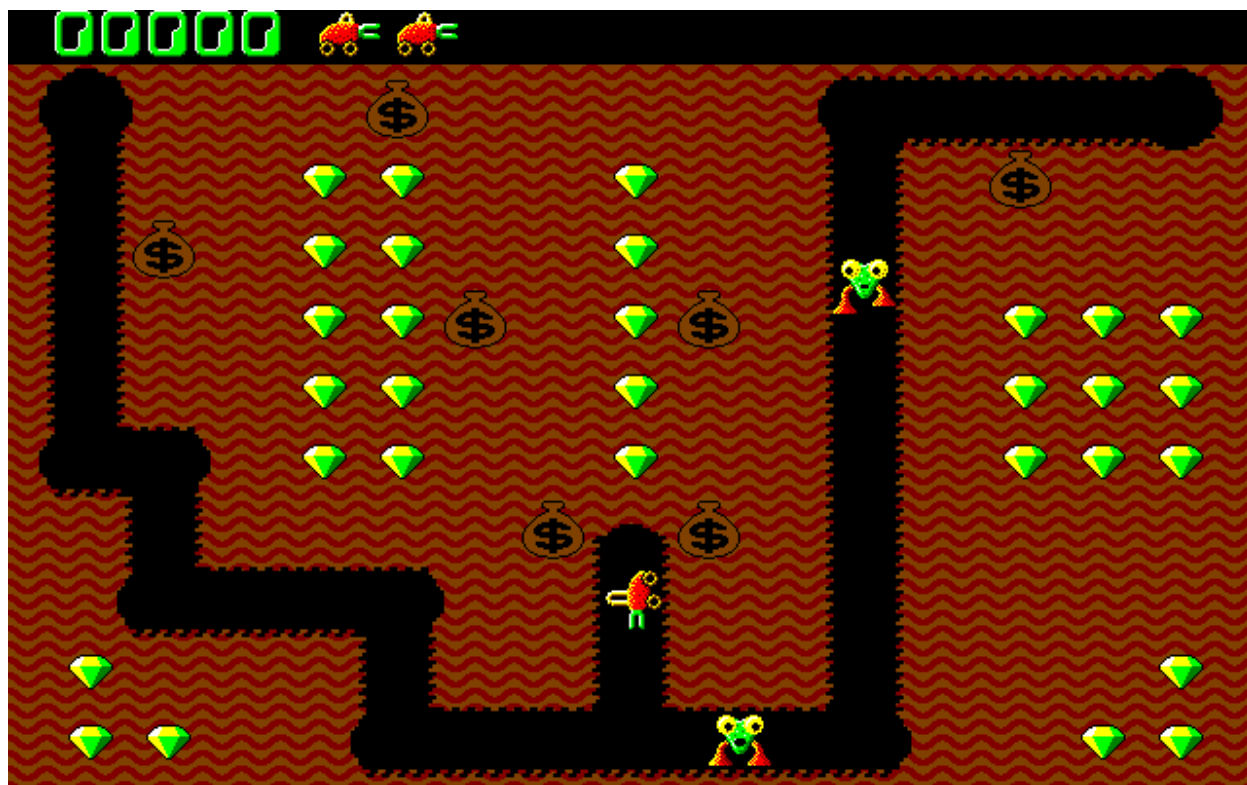
## Изрязване (crop)

Командата получава координатите на правоъгълник и изрязва всички части от изображението, които не влизат в него. Ако правоъгълникът излиза извън рамките на изображението, той автоматично да се смалжава до неговите рамки. Например ако изображението е с размери 100x100 и искаме да изрежем правоъгълника с горен-ляв ъгъл в точката (50,50) и долен-десен ъгъл в (1000,1000), ще остане само частта от изображението заключена между (50,50) и (99,99).

## Преоразмеряване (resize)

Командата получава един аргумент – стойност в проценти или размери в брой пиксели. След това тя преоразмерява изображението до подадения размер. Потребителят може да подаде както по-малък, така и по-голям размер. Преди да реализирате тази точка потърсете повече информация по темата. Например възможно е новите размери да не са кратни на оригиналните, тогава ще имате нужда от подходящ алгоритъм. Например: <https://courses.cs.vt.edu/~masc1044/L17-Rotation/ScalingNN.html>

## 4: Digger



В рамките на този проект трябва да реализирате играта [Digger](#). Можете да играете нейна онлайн версия [тук](#).

### Правила на играта

В играта потребителят контролира копача, който може да копае вертикални или хоризонтални тунели.

На всяко ниво има поне един вече прокопан тунел и копачът се намира на него в началото на играта.

Играчът има фиксиран брой стартови животи.

Периодично, в горната-дясна страна на нивото, върху прокопана част от тунел се генерират врагове.

За всяко ниво има фиксиран брой врагове.

Враговете постоянно вървят към копача и ако го докопат, той губи живот и нивото стартира наново, като целият прогрес до сега бива запазен.

Също така, на картата са разпръснати смарагди и торби със злато.

Смарагдите могат да бъдат изкопани, когато играча мине през тях, като това му носи фиксиран брой точки.

Торбите със злато от своя страна могат да бъдат местени наляво и надясно. Ако под тях бъде прокопан тунел, торбата се активира и след няколко секунди пада. Ако докато бива бутана, дадена торба се намери над празно пространство, то тя пада веднага, без пауза. Когато златна торба започне да пада, тя смазва всичко живо под нея, като това включва както чудовищата, така и играча, който губи живот ако бъде сполетян от тази зловещна съдба. Ако една торба пропадне повече от един ред надолу, при удрянето ѝ в земята, тя се разбива и генерира злато, което играчът може да събере. В противен случай, торбата остава цяла.

Когато играчът събере златото от една торба, той получава възможност да стреля. В такъв случай, в посоката, в която гледа копачът, се изстрелва снаряд, който лети по права линия. Ако снарядът уцели чудовище, то умира. В противен случай, ако уцели земя или излезе от картата, снарядът се губи.

За пълните правила може да прочетете [wikipedia](#) страницата на играта или да я [поиграете](#) сами.

## Имплементация

Вашето приложение може или да рисува върху конзолата, като за целта може да използвате [Windows API](#), или да използвате някоя библиотека за rendering като [SDL2](#).

Вашата цел е да направите така, че в играта могат да се случват всички действия. Това включва няколко неща, които се случват едновременно. Например, на един кадър може да се генерира чудовище, всички други врагове да се придвижат на съседна позиция, торба със злато да пада, друга торба да се активира, смарагд да бъде изкопан и естествено копача да се придвижи. За тази цел най-вероятно ще трябва да имплементирате някакъв вид [game loop](#). Ще трябва да имплементирате и начин потребителят да контролира копача, като това не блокира играта (например дори и да не предприемате никакви действия, чудовищата трябва да се придвижват, когато копачът се движи, това не влияе на тяхното придвижване и т.н.).

## Спецификации на решението

1. Направете проучване в Интернет за това как може да реализирате подобно приложение. Ако използвате WinAPI може би [това](#) ще ви бъде от полза. Този [блог](#) също би ви бил полезен.

2. Изберете подходящ модел, с който да представите игралното поле и елементите върху него.

3. Изберете подходящи алгоритми, които променят състоянията на игралните елементи.

- Движението на враговете например може да бъде по най-късия път между тях и играча.
- Позициите на играча, враговете и падащите торби непрекъснато се променят. Така намереният на дадена стъпка път може да не бъде актуален на по-късен етап.

4. Имплементирайте решението си и подгответе кратко демо на играта за защитата.

Опитайте се да имплементирате максимално на брой feature-и от играта.