

# 23. Animované obrázky

## video prezentácia

... ešte pripravujem ...

V priečinku obrázkov [obrazky1.zip](#) máme pripravené obrázky pre dnešnú prednášku, napríklad aj týchto 8 fáz animácií vtáčika v súbore 'vtak.png':



Na 21. prednáške sme sa naučili takéto súbory rozstrihať do série obrázkov a potom sme to otestovali nejako takto:

```
import tkinter
from PIL import Image, ImageTk

def strihaj(meno_suboru, n):
    obr = Image.open(meno_suboru)
    zoz = []
    sir, vys = obr.width//n, obr.height
    for x in range(0, obr.width, sir):
        zoz.append(ImageTk.PhotoImage(obr.crop((x, 0, x+sir, vys))))
    return zoz

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

zoz = strihaj('vtak.png', 8)
tk_id = canvas.create_image(200, 150)
faza = 0
while True:
    canvas.itemconfig(tk_id, image=zoz[faza])
    faza = (faza + 1) % len(zoz)
    canvas.update()
    canvas.after(100)
```

Použili sme tu funkciu `strihaj()`, ktorá je podobná funkcii z cvičení. V tejto verzii funkcia dostáva meno súboru, ktorý treba rozstrihať a vytvorí zoznam obrázkov ale už prekonvertované do formátu `PhotoImage` pre `tkinter`.

## Animované objekty

Ak by sme chceli mať v ploche naraz tri animované obrázky, mohli by sme to zapísať takto:

```

import tkinter
from PIL import Image, ImageTk

def strihaj(meno_suboru, n):
    obr = Image.open(meno_suboru)
    sir, vys = obr.width//n, obr.height
    zoz = []
    for x in range(0, obr.width, sir):
        zoz.append(ImageTk.PhotoImage(obr.crop((x, 0, x+sir, vys))))
    return zoz

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

zoz = strihaj('vtak.png', 8)
tk_id1 = canvas.create_image(200, 120)
tk_id2 = canvas.create_image(100, 80)
tk_id3 = canvas.create_image(300, 100)
faza = 0
while True:
    canvas.itemconfig(tk_id1, image=zoz[faza])
    canvas.itemconfig(tk_id2, image=zoz[faza])
    canvas.itemconfig(tk_id3, image=zoz[faza])
    faza = (faza + 1) % len(zoz)
    canvas.update()
    canvas.after(100)

```

Každý z týchto animovaných obrázkov používa ten istý zoznam obrázkov fáz animácie. Animovaný obrázok teraz zapuzdrieme do triedy [Anim](#):

```

import tkinter
from PIL import Image, ImageTk

class Anim:
    def __init__(self, x, y, zoz):
        self.id = canvas.create_image(x, y)
        self.zoz = zoz
        self.faza = 0

    def dalsia_faza(self):
        self.faza = (self.faza + 1) % len(self.zoz)
        canvas.itemconfig(self.id, image=self.zoz[self.faza])

def strihaj(meno_suboru, n):
    obr = Image.open(meno_suboru)
    sir, vys = obr.width//n, obr.height
    zoz = []
    for x in range(0, obr.width, sir):
        zoz.append(ImageTk.PhotoImage(obr.crop((x, 0, x+sir, vys))))
    return zoz

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

zoz = strihaj('vtak.png', 8)
a1 = Anim(200, 120, zoz)
a2 = Anim(100, 80, zoz)
a3 = Anim(300, 100, zoz)

```

```
while True:
    a1.dalsia_faza()
    a2.dalsia_faza()
    a3.dalsia_faza()
    canvas.update()
    canvas.after(100)
```

Bude to fungovať aj vtedy, keď namiesto troch premenných `a1`, `a2`, `a3`, vyrobíme zoznam objektov, napríklad takto:

```
azoz = [Anim(200, 120, zoz),
        Anim(100, 80, zoz),
        Anim(300, 100, zoz),
        Anim(150, 200, zoz)]
while True:
    for a in azoz:
        a.dalsia_faza()
    canvas.update()
    canvas.after(100)
```

Zrejme v takomto zozname by teraz mohol byť ľubovoľný počet takýchto objektov.

## Udalosti

Namiesto while-cyklu, v ktorom sa hýbu všetky animované objekty, to môžeme prepísať pomocou časovača:

```
def timer():
    for a in azoz:
        a.dalsia_faza()
        canvas.after(100, timer)

timer()
```

Teraz by fungovalo aj pridávanie nových objektov počas animovania tých existujúcich. Môžeme v konzole zapísať aj počas behu animácie, napríklad:

```
>>> azoz.append(Anim(280, 200, zoz))
```

Vďaka tomuto mechanizmu môžeme postupne pridávať nové a nové objekty a tie sa okamžite začnú animovať.

Teraz zoznam vyprázdníme a nové animované objekty budeme pridávať pri každom kliknutí myšou:

```
def timer():
    for a in azoz:
        a.dalsia_faza()
        canvas.after(100, timer)

def klik(event):
    azoz.append(Anim(event.x, event.y, zoz))
```

```

canvas = tkinter.Canvas()
canvas.pack()

zoz = strihaj('vtak.png', 8)
azoz = []
timer()
canvas.bind('<ButtonPress>', klik)

```

Takto môžeme vytvoriť ľubovoľný počet animovaných objektov.

## Trieda animovaná Plocha

Grafickú aplikáciu spolu s canvasom a udalosťami zapuzdrieme do triedy `Plocha`:

```

import tkinter
from PIL import Image, ImageTk

class Plocha:
    def __init__(self):
        self.canvas = Anim.canvas = tkinter.Canvas()
        self.canvas.pack()
        self.zoz = strihaj('vtak.png', 8)
        self.azoz = []
        self.timer()
        self.canvas.bind('<ButtonPress>', self.klik)

    def timer(self):
        for a in self.azoz:
            a.dalsia_faza()
        self.canvas.after(100, self.timer)

    def klik(self, event):
        self.azoz.append(Anim(event.x, event.y, self.zoz))

class Anim:
    canvas = None
    def __init__(self, x, y, zoz):
        self.id = self.canvas.create_image(x, y)
        self.zoz = zoz
        self.faza = 0

    def dalsia_faza(self):
        self.faza = (self.faza + 1) % len(self.zoz)
        self.canvas.itemconfig(self.id, image=self.zoz[self.faza])

def strihaj(meno_suboru, n):
    obr = Image.open(meno_suboru)
    sir, vys = obr.width//n, obr.height
    zoz = []
    for x in range(0, obr.width, sir):
        zoz.append(ImageTk.PhotoImage(obr.crop((x, 0, x+sir, vys))))
    return zoz

Plocha()

```

Keďže `canvas` už nebude globálna premenná, ale je to teraz atribút triedy `Plocha`, priradíme ho aj do **triedneho atribútu** `canvas` triedy `Anim`. Teraz sa takto k nemu dostanú aj inštancie triedy `Anim`.

## Obrázok v pozadí grafickej plochy

Našou najbližšou úlohou bude vložiť daný obrázok ako pozadie grafickej plochy. Zatiaľ sme to robili nejako takto:

- zistili sme si veľkosť obrázka (napríklad obrázok v súbore `'les.png'` je veľký `1280`x`817` pixelov)
- pri vytváraní `canvas` sme toto nastavili ako veľkosť a ako prvé sme potom do plochy vložili pomocou `create_image` tento obrázok

```
sir, vys = 1280, 817
canvas = tkinter.Canvas(width=sir, height=vys)
canvas.pack()
pozadie = tkinter.PhotoImage(file='les.png')
canvas.create_image(sir/2, vys/2, image=pozadie)
```

Keďže `create_image(x, y, image=obrázok)` umiestňuje obrázok tak, že `(x, y)` je stred obrázka, museli sme najprv prepočítať tieto súradnice na stred grafickej plochy. Pre nás by bolo pohodlnejšie, keby sme mohli určiť, ako sa takýto obrázok umiestni, t.j. ako sa **ukotví** (podobne ako sme ukotvovali texty v `create_text`) v grafickej ploche. Na to slúži pomenovaný parameter **anchor**, v ktorom zadáme ukotvenie `'nw'` (teda na severozápadný roh obrázka) a súradnice `(0, 0)`. Zapišeme to takto:

```
canvas.create_image(0, 0, image=pozadie, anchor='nw')
```

Radi by sme ale namiesto priradenia `sir, vys = 1280, 817` pre konkrétny obrázok pozadia, použili:

```
pozadie = tkinter.PhotoImage(file='les.png')
sir, vys = pozadie.width(), pozadie.height()
canvas = tkinter.Canvas(width=sir, height=vys)
canvas.pack()
canvas.create_image(0, 0, image=pozadie, anchor='nw')
```

Teda, že najprv prečítame obrázok, zistíme si jeho rozmery a až potom vytvárame grafickú plochu.

Toto nám spôsobí takúto chybovú správu:

```
RuntimeError: Too early to create image``.
```

Python nám tu vysvetľuje, že volanie `tkinter.PhotoImage(...)` prišlo skôr, ako sme vytvorili samotnú grafickú aplikáciu (zrejme pomocou `tkinter.Canvas(...)`).

Našťastie takto zacyklený problém vieme vyriešiť:

- volanie:

- `canvas = tkinter.Canvas()`

ktoré vytvára grafickú aplikáciu je len skratkou týchto dvoch príkazov:

```
win = tkinter.Tk()
canvas = tkinter.Canvas(win)
```

- kde inštancia `win` reprezentuje samotnú grafickú aplikáciu (okno, window) na začiatku ešte bez canvasu (často sa zvykne tejto inštancii dávať meno `root`)
- až druhý príkaz `tkinter.Canvas(win)` vytvorí `canvas` a umiestni ho do grafického okna `win` (parameter `win` zapisovať nemusíme, `tkinter` si ho domyslí)

A to je ten moment, keď môžeme ešte pred vytvorením canvasu prečítať nejaký obrázok zo súboru:

```
win = tkinter.Tk()
pozadie = tkinter.PhotoImage(file='les.png')
sir, vys = pozadie.width(), pozadie.height()
canvas = tkinter.Canvas(width=sir, height=vys)
canvas.pack()
canvas.create_image(0, 0, image=pozadie, anchor='nw')
```

Zapamätajte si, že `tkinter` nedovoľí čítať obrázky (pomocou `tkinter.PhotoImage`) skôr, ako sa vytvorí okno grafickej aplikácie `tkinter.Tk`.

Naša aplikácia teraz vyzerá takto:

```
import tkinter
from PIL import Image, ImageTk

class Plocha:
    def __init__(self, meno_pozadia):
        self.pozadie = tkinter.PhotoImage(file=meno_pozadia)
        sir, vys = self.pozadie.width(), self.pozadie.height()
        self.canvas = tkinter.Canvas(width=sir, height=vys)
        self.canvas.pack()
        self.canvas.create_image(0, 0, image=self.pozadie, anchor='nw')
        self.zoz = strihaj('vtak.png', 8)
        self.azoz = []
        self.timer()
        self.canvas.bind('<ButtonPress>', self.klik)

    ...

...

win = tkinter.Tk()
Plocha('les.png')
```

Ďalšou našou úlohou bude pripraviť triedu `Plocha` tak, aby vedela pracovať aj s inými animovanými obrázkami ako `'vtak.png'`. Napríklad v súbore `'zajo.png'` máme týchto 8 fáz animácie:



Teda trieda `Plocha` nebude sama čítať a rozoberať súbor `'vtak.png'`, ale takéto zoznamy animácií pripravíme ešte pred inicializáciou `Plocha` a sem ich pošleme, napríklad v parametri `obrazky`. Vďaka tomuto budeme môcť do plochy poslať ľubovoľný počet zoznamov s animáciami. Upravíme aj výber animácie pri kliknutí:

```
import tkinter
import random
from PIL import Image, ImageTk

class Plocha:
    def __init__(self, meno_pozadia, *obrazky):
        self.pozadie = tkinter.PhotoImage(file=meno_pozadia)
        sir, vys = self.pozadie.width(), self.pozadie.height()
        self.canvas = Anim.canvas = tkinter.Canvas(width=sir, height=vys)
        self.canvas.pack()
        self.canvas.create_image(0, 0, image=self.pozadie, anchor='nw')
        self.zoz = obrazky
        self.azoz = []
        self.timer()
        self.canvas.bind('<ButtonPress>', self.klik)

    def timer(self):
        for a in self.azoz:
            a.dalsia_faza()
        self.canvas.after(100, self.timer)

    def klik(self, event):
        self.azoz.append(Anim(event.x, event.y, random.choice(self.zoz)))
```

a hlavný program:

```
win = tkinter.Tk()
Plocha('les.png', strihaj('vtak.png', 8), strihaj('zajo.png', 8))
```

Táto grafická aplikácia vykreslí do pozadia obrázok lesa a každé kliknutie pridá animovaného vtáčika alebo zajaca.

Pomocou `PIL` vytvoríme aj ďalšie animácie:

```
win = tkinter.Tk()
win.title('zvieratka v lese')
zoz1 = strihaj('vtak.png', 8)
zoz2 = strihaj('zajo.png', 8)
obr = Image.open('pyton.png')
zoz3 = [ImageTk.PhotoImage(obr.rotate(uhol, expand=True)) for uhol in range(0, 360, 10)]
obr = Image.open('kacicka.png')
zoz4 = [ImageTk.PhotoImage(obr.resize(int(v*r) for v in obr.size))
        for r in (.6, .55, .5, .45, .4, .35, .3, .35, .4, .45, .5, .55)]
Plocha('les.png', zoz1, zoz2, zoz3, zoz4)
```

Aby sme nemali v našej grafickej aplikácii zbytočne veľa globálnych premenných, zapuzdrame to do triedy `Program`:

```
import tkinter
import random
from PIL import Image, ImageTk

class Plocha:
    ...

class Anim:
    canvas = None
    ...

class Program:
    def __init__(self):

        def strihaj(meno_suboru, n):
            obr = Image.open(meno_suboru)
            sir, vys = obr.width//n, obr.height
            zoz = []
            for x in range(0, obr.width, sir):
                zoz.append(ImageTk.PhotoImage(obr.crop((x, 0, x+sir, vys))))
            return zoz

        win = tkinter.Tk()
        win.title('zvieratka v lese')
        zoz1 = strihaj('vtak.png', 8)
        zoz2 = strihaj('zajo.png', 8)
        obr = Image.open('pyton.png')
        zoz3 = [ImageTk.PhotoImage(obr.rotate(uhol, expand=True)) for uhol in range(0, 360, 10)]
        obr = Image.open('kacicka.png')
        zoz4 = [ImageTk.PhotoImage(obr.resize(int(v*r) for v in obr.size))
                for r in (.6, .55, .5, .45, .4, .35, .3, .35, .4, .45, .5, .55)]
        Plocha('les.png', zoz1, zoz2, zoz3, zoz4)

Program()
```

Teraz bude grafická aplikácia náhodne vyberať jeden z animovaných obrázkov vtáčika, zajaca, hada a kačičky. V celej aplikácii máme okrem troch tried `Plocha`, `Anim` a `Program` jednu globálnu inštanciu triedy `Program`.

## Pohybujúce sa obrázky

Obrázkom v nejakej väčšej scéne, ktoré sa animujú, hýbu, spolupracujú navzájom, resp. sa dajú modifikovať prostredníctvom myši alebo klávesnice, sa zvykne hovoriť sprite. V predchádzajúcej časti prednášky sme do grafickej plochy umiestňovali nejaké animované objekty a už toto boli najjednoduchšie verzie sprite (škriatkov).



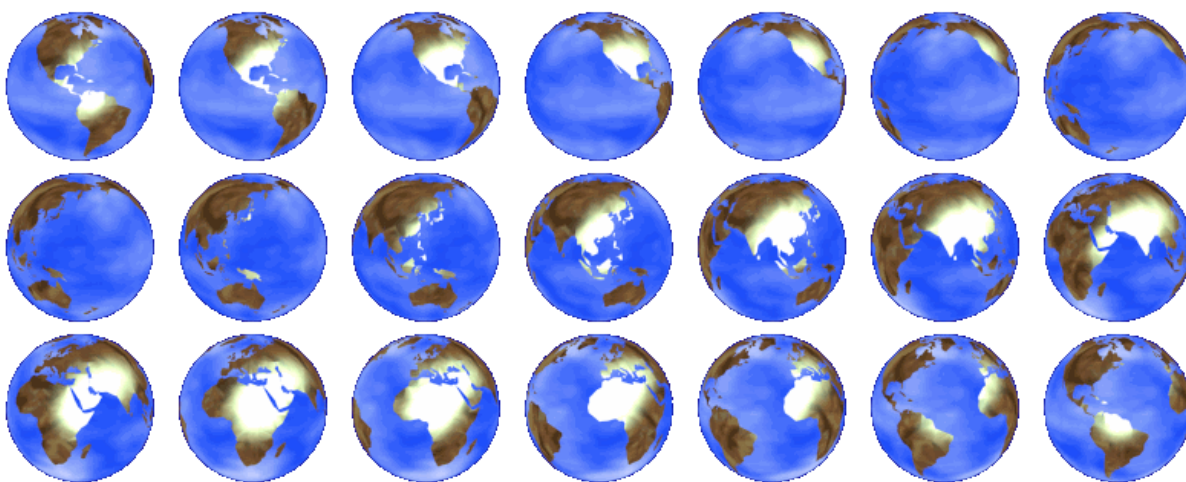
V tejto aplikácii sa po každom kliknutí objavil ďalší animovaný obrázok, pričom sa náhodne vyberal z

- `zoz1` - vtáčik mávajúci krídlami
- `zoz2` - skákajúci zajac
- `zoz3` - otáčajúci sa pytón
- `zoz4` - kačička s pulzujúcou veľkosťou

Postupne budeme túto aplikáciu ďalej modifikovať a dopĺňať o ďalšie správanie.

## Ďalší animovaný objekt

Aplikáciu upravíme tak, aby sa namiesto otáčajúceho sa pytóna a pulzujúcej kačičky objavila krútiaca sa zemeguľa. Využijeme týchto [21 obrázkov zemegule](#):



Túto zemeguľu musíme rozstrihať trochu inak ako vtáka a zajaca. Upravíme funkciu `strihaj` a aj inicializáciu triedy `Program`:

```
class Program:
    def __init__(self):

        def strihaj(meno_suboru, ps, pr=1):
            obr = Image.open(meno_suboru)
            sir, vys = obr.width//ps, obr.height//pr
            zoz = []
            for y in range(0, obr.height, vys):
                for x in range(0, obr.width, sir):
                    zoz.append(ImageTk.PhotoImage(obr.crop((x, y, x+sir, y+vys))))
            return zoz

        win = tkinter.Tk()
        win.title('zvieratka v lese')
        zoz1 = strihaj('vtak.png', 8)
        zoz2 = strihaj('zajo.png', 8)
        zoz3 = strihaj('zemegula.png', 7, 3)
        Plocha('les.png', zoz1, zoz2, zoz3)
```

Funkcia `strihaj` teraz zvláda rozstrihať prečítaný obrázkový súbor nielen na rovnaké obrázky v jednom rade, ale aj ak je takýchto radov niekoľko pod sebou: parameter `ps` označuje počet stĺpcov a `pr` počet riadkov s obrázkami.

## Posúvanie objektov myšou

Do triedy `Plocha` pridáme 3 nové udalosti a tiež upravíme klikanie, pomocou ktorého pridávame nové objekty:

- `'<ButtonPress-3>'` - metóda `klik` pridáva nový objekt (kliknutie pravým tlačidlom myši)
- `'<ButtonPress-1>'` - metóda `mouse_down` zistí, či sa kliklo do objektu a umožní ďalšie ťahanie
- `'<B1-Motion>'` - metóda `mouse_move` robí samotné ťahanie
- `'<ButtonRelease-1>'` - metóda `mouse_up` zruší ťahanie

Všetky tri ťahacie metódy využívajú premennú (atribút) `tahany`, ktorá ma buď hodnotu `None` (nič sa neťahá), alebo referenciu na jeden z objektov (inštancie triedy `Anim`).

Trieda `Plocha` teraz vyzerá takto:

```
class Plocha:
    def __init__(self, meno_pozadia, *obrazky):
        ...
        self.tahany = None
        self.canvas.bind('<ButtonPress-3>', self.klik)
        self.canvas.bind('<ButtonPress-1>', self.mouse_down)
        self.canvas.bind('<B1-Motion>', self.mouse_move)
        self.canvas.bind('<ButtonRelease-1>', self.mouse_up)
        ...

    def mouse_down(self, event):
        for a in reversed(self.azoz):
            if a.vnutri(event.x, event.y):
                self.tahany = a
                self.dx, self.dy = event.x - a.x, event.y - a.y
                return
        self.tahany = None

    def mouse_move(self, event):
        if self.tahany is not None:
            self.tahany.presun(event.x-self.dx, event.y-self.dy)

    def mouse_up(self, event):
        self.tahany = None
```

Metóda `mouse_down` využíva to, že objektu typu `Anim` sa vieme opýtať, či sme klikli do jeho vnútra `vnutri(x, y)` a tiež potom pri hýbaní myšou vieme posúvať aj samotný objekt metódou `presun(x, y)`. Všimnite si pomocné premenné `self.dx` a `self.dy`, v ktorých sa ukladá posun kliknutia od stredu objektu (jeho `(x, y)`). Tiež si všimnite, že v metóde `mouse_down` postupne prechádzame všetky animované objekty v `azoz` v opačnom poradí, ako sa vytvorili (použili sme `reversed`), teda skôr sa testujú objekty, ktoré su navrchu (ak sa prekrývajú).

Do triedy `Anim` pridáme dve nové metódy `vnutri` a `presun` a tiež nové premenné `x`, `y` a `vel`, ktorá označuje približnú veľkosť objektu:

```
class Anim:
```

```

canvas = None
def __init__(self, x, y, zoz):
    self.x, self.y = x, y
    self.id = self.canvas.create_image(x, y)
    self.zoz = zoz
    self.faza = 0
    self.vel = min(zoz[0].width(), zoz[0].height()) / 2

def dalsia_faza(self):
    self.faza = (self.faza + 1) % len(self.zoz)
    self.canvas.itemconfig(self.id, image=self.zoz[self.faza])

def presun(self, x, y):
    self.canvas.move(self.id, x-self.x, y-self.y)
    self.x, self.y = x, y

def vnutri(self, x, y):
    return (self.x-x)**2 + (self.y-y)**2 <= self.vel**2

```

## Rôzna rýchlosť animácií

V momentálnej verzii aplikácie sa všetky objekty animujú rovnakou rýchlosťou: pri každom tiknutí časovača (po 100 milisekundách) si každý objekt nastaví ďalšiu fázu animácie. Lenže teraz by sme chceli každému animovanému objektu nastaviť jeho individuálnu rýchlosť animácie, teda hodnotu jeho premennej `tik`, ktorá bude označovať jeho rýchlosť v milisekundách. Do inicializácie `Anim` pridáme nový parameter:

```

class Anim:
    canvas = None
    def __init__(self, x, y, zoz, tik=100):
        self.tik = tik
        ...

```

Hodnotou atribútu `tik` by sme radi nastavili jeho individuálny čas zmeny fázy animácie. Toto ale musí zabezpečiť časovač `timer` v triede `Plocha`. Zatiaľ vyzerá takto:

```

def timer(self):
    for a in self.azoz:
        a.dalsia_faza()
    self.canvas.after(100, self.timer)

```

V časovači sa pravidelne pri každom tiknutí časovača postupne prechádzajú všetky objekty a každému sa nastaví ďalšia fáza. Jedna z možností, ako to vyriešiť, by bola taká, že by sme pre každý objekt pripravili jeho súkromný časovač s jeho vlastnou frekvenciou tikania. Toto by asi fungovalo, len by to priveľmi (a zbytočne) zaťažilo nielen Python ale aj operačný systém. Budeme to riešiť inak: časovač bude hýbať len s tými objektami, ktorým už uplynul ich čas (od poslednej zmeny fázy).

Preto prerobíme zoznam `azoz` všetkých animovaných zoznamov: okrem referencie na objekt bude obsahovať aj `čas`, kedy chceme, aby `timer` zmenil ďalšiu fázu. Spomeňme si, že funkcia `time.time()` (z modulu `time`) nám nejako vráti momentálny čas v sekundách. Preto `time.time() + tik/1000` označuje čas, ktorý bude o `tik` milisekúnd. Do `azoz` budeme

vkładať (tuple) dvojice: (čas, referencia). Tieto dvojice v azoz budeme udržiavať **usporiadané podľa časov**, teda na začiatku zoznamu budú tie dvojice, ktoré majú najmenší čas a bude ich treba čo najskôr animovať.

Ako bude teraz fungovať časovač. Zapišme si to pseudokódom:

```
def timer(self):
    while 'na začiatku azoz je čas, ktorý treba už vykonať':
        a = 'vyber z azoz prvý objekt'
        a.dalsia_faza()
        'vlož objekt a do azoz s novým časom na správne miesto'
        self.canvas.after(10, self.timer)      # pre istotu tikaj častejšie ako 100
```

Uvedomte si, že ak azoz obsahuje dvojice (čas, objekt), tak azoz[0][0] znamená čas prvého prvku azoz, azoz.pop(0) vráti tento prvý prvok (a zo zoznamu ho odstráni). Potom azoz.pop(0)[1] odstráni z azoz prvý prvok a vráti jeho druhú časť, teda referenciu na objekt. Teraz vieme zapísať časovač:

```
def timer(self):
    while self.azoz != [] and self.azoz[0][0] <= time.time():
        a = self.azoz.pop(0)[1]
        a.dalsia_faza()
        self.vloz_do_azoz(a)
        self.canvas.after(10, self.timer)
```

kde metóda vloz\_do\_azoz(a) zrejme vloží objekt a do zoznamu dvojíc azoz na správne miesto, teda zistí jeho nasledovný čas time.time() + a.tik/1000 a takúto dvojicu vloží (zrejme pomocou metódy insert) do zoznamu (list) azoz:

```
def vloz_do_azoz(self, a):                                # nová metóda v triede Plocha
    cas = time.time() + a.tik/1000
    for i in range(len(self.azoz)):
        if self.azoz[i][0] > cas:
            self.azoz.insert(i, (cas, a))
            return
    self.azoz.append((cas, a))
```

Teraz ešte treba upraviť všetky metódy v Plocha, ktoré pracovali so zoznamom azoz tak, aby korektne pracovali so zoznamom dvojíc:

```
def klik(self, event):
    a = Anim(event.x, event.y, random.choice(self.zoz), random.randint(20, 200))
    self.azoz.insert(0, (time.time(), a))

def mouse_down(self, event):
    for t, a in self.azoz:
        if a.vnutri(event.x, event.y):
            self.tahany = a
            self.dx, self.dy = event.x - a.x, event.y - a.y
            return
    self.tahany = None
```

Všimnite si, že metóda klik, ktorá do plochy pridáva nový náhodný objekt s náhodnou rýchlosťou animácie (posledný parameter tik bude náhodné číslo od 20 do 200) a zároveň do

časovača **naplánuje** čo najskoršie vykreslenie tohto objektu a tým aj naštartovanie jeho budúcej animácie.

Metóda `mouse_down` musí vo for-cykle prechádzať zoznam dvojíc a preto ani nevyužijeme `reversed`.

Ešte nezabudnite na začiatok aplikácie pridať `import time`. Teraz by mohla fungovať aplikácia takto:

- po kliknutí (pravým tlačidlom myši) pridá nový náhodný objekt s náhodnou rýchlosťou animácie
- ťahaním (ľavým tlačidlom myši) môžeme ľubovoľný animovaný objekt presúvať na nové miesto
- počas presúvania stále beží jeho animácia
- ak sa viac animovaných objektov navzájom prekrýva, tak kliknutie a ťahanie nemusí vybrať vrchný objekt, ale náhodný podľa momentálneho stavu `azoz`

## Automatický pohyb objektov

Ďalším krokom pri vylepšovaní aplikácie bude automatický pohyb všetkých animovaných objektov. Pri pohybe objektu v grafickej ploche sa často využíva idea vektora: objekt má určený svoj smer pohybu ako dvojicu čísel `(dx, dy)`, pričom v každom kroku (časovača) sa zmení poloha objektu v ploche:  $x = x + dx$  a  $y = y + dy$ . Asi by sa zišlo strážiť, aby nám objekt neodišiel z plochy preč a už sa nikdy nevrátil späť. Ak si niekde zapamätáme veľkosť grafickej plochy (šírku a výšku), jednoducho sa dá robiť takúto kontrolu:

```
x = x + dx
if x < 0:
    x = x + sirka
if x >= sirka:
    x = x - sirka
```

podobne by to bolo aj so súradnicou `y`. V skutočnosti sa to dá skrátiť takto:

```
x = (x + dx) % sirka
y = (y + dy) % vyska
```

Vďaka tejto úprave, animovaný objekt pri pohybe z plochy nevypadne, ale objaví sa na opačnom konci a pokračuje v pohybe stále svojim smerom.

Upravovať budeme najprv metódy triedy `Anim`:

```
class Anim:
    canvas = None
    def __init__(self, x, y, zoz, tik=100, dx=0, dy=0):
        self.tik = tik
        self.x, self.y = x, y
        self.dx, self.dy = dx, dy
        ...
```

Metódu `dalsia_faza` premenujeme na `pohyb`:

```

class Anim:
    ...

    def pohyb(self):
        self.faza = (self.faza + 1) % len(self.zoz)
        self.canvas.itemconfig(self.id, image=self.zoz[self.faza])
        if self.dx or self.dy:
            self.presun((self.x + self.dx) % self.sirka,
                        (self.y + self.dy) % self.vyska)

```

Zrejme ešte vygenerujeme nejaké `dx` a `dy` pri vytváraní animovaného objektu (pri pravom kliknutí myši do plochy). Asi bude najlepšie, keď vtáčiky budú lietať len smerom zľava doprava, zajačiky budú skákať len sprava doľava a zemegule sa budú hýbať ľubovoľným smerom. Opravíme metódy `klik` a `timer` v triede `Plocha`, v inicializácii pridáme šírku a výšku ako triedne atribúty v `Anim`:

```

class Plocha:
    def __init__(self, meno_pozadia, *obrazky):
        self.pozadie = tkinter.PhotoImage(file=meno_pozadia)
        sir, vys = self.pozadie.width(), self.pozadie.height()
        Anim.sirka, Anim.vyska = sir, vys
        ...

    def timer(self):
        while self.azoz != [] and self.azoz[0][0] <= time.time():
            a = self.azoz.pop(0)[1]
            a.pohyb()
            self.vloz_do_azoz(a)
            self.canvas.after(10, self.timer)
        ...

    def klik(self, event):
        ix = random.randrange(len(self.zoz))
        if ix == 0:
            dx, dy = random.randint(1, 5), random.randint(-2, 2)
        elif ix == 1:
            dx, dy = random.randint(-7, -4), random.randint(-2, 2)
        elif ix == 2:
            dx, dy = random.randint(-5, 5), random.randint(-5, 5)
        a = Anim(event.x, event.y, self.zoz[ix], random.randint(20, 200), dx, dy)
        self.azoz.insert(0, (time.time(), a))
        ...

```

Teraz otestujte, ako sa animované objekty hneď po vytvorení rozpŕchnu všetkými smermi.

## Iný pohyb pre niektorý objekt

V momentálnej verzii sa všetky tri typy animovaných objektov správajú na okraji úplne rovnako: keď objekt na nejakej hrane vypadne, objaví sa na opačnom konci plochy.

Teraz by sme chceli zmeniť správanie animovanej zemegule: keď sa priblíži k okraju plochy, odrazí sa presne tak, ako sa odrážajú gulečnickové gule na biliardovom stole. Teraz sa bude počítať `(x, y)` a meniť `(dx, dy)` takto:

```
if x + dx < vel:
    dx = abs(dx)
if x + dx > sirka - vel:
    dx = -abs(dx)
if y + dy < vel:
    dy = abs(dy)
if y + dy > vyska - vel:
    dy = -abs(dy)
x, y = x + dx, y + dy
```

Ďalej si ukážeme dva postupy, ako to môžeme zakomponovať do našej aplikácie. Prvá verzia pridá do triedy `Anim` atribút `odraz`, ktorý, ak bude mať hodnotu `True`, bude sa odrážať od okrajov, hodnota `False` ponechá pôvodné správanie.

Opravme triedu `Anim`:

```
class Anim:
    canvas = None
    odraz = False
    def __init__(self, x, y, zoz, tik=100, dx=0, dy=0):
        ...

    def pohyb(self):
        self.faza = (self.faza + 1) % len(self.zoz)
        self.canvas.itemconfig(self.id, image=self.zoz[self.faza])
        if self.dx or self.dy:
            if self.odraz:
                if self.x+self.dx < self.vel: self.dx = abs(self.dx)
                if self.y+self.dy < self.vel: self.dy = abs(self.dy)
                if self.x+self.dx > self.sirka - self.vel: self.dx = -abs(self.dx)
                if self.y+self.dy > self.vyska - self.vel: self.dy = -abs(self.dy)
                self.presun(self.x + self.dx, self.y + self.dy)
            else:
                self.presun((self.x + self.dx) % self.sirka,
                           (self.y + self.dy) % self.vyska)

        ...
```

Ešte musíme opraviť vytvorenie takéhoto animovaného objektu v metóde `klik` v triede `Plocha`:

```
class Plocha:
    ...

    def klik(self, event):
        ix = random.randrange(len(self.zoz))
        if ix == 0:
            dx, dy = random.randint(1, 5), random.randint(-2, 2)
        elif ix == 1:
            dx, dy = random.randint(-7, -4), random.randint(-2, 2)
        elif ix == 2:
            dx, dy = random.randint(-5, 5), random.randint(-5, 5)
```

```

        a = Anim(event.x, event.y, self.zoz[ix], random.randint(20, 200), dx, dy)
        if ix == 2:
            a.odraz = True
        self.azoz.insert(0, (time.time(), a))

    ...

```

Teraz by aplikácia mohla fungovať s novým správaním animovanej zemegule.

To isté môžeme dosiahnuť aj inak: namiesto nového atribútu `odraz` v triede `Anim`, vytvoríme novú odvodenú triedu, v ktorej pozmeníme len metódu `pohyb`. Trieda `Anim` je teraz pôvodná verzia a odvodená trieda bude `AnimSOdrazom`:

```

class Anim:
    canvas = None
    def __init__(self, x, y, zoz, tik=100, dx=0, dy=0):
        ...

    def pohyb(self):
        self.faza = (self.faza + 1) % len(self.zoz)
        self.canvas.itemconfig(self.id, image=self.zoz[self.faza])
        if self.dx or self.dy:
            self.presun((self.x + self.dx) % self.sirka,
                        (self.y + self.dy) % self.vyska)

        ...

class AnimSOdrazom(Anim):
    def pohyb(self):
        self.faza = (self.faza + 1) % len(self.zoz)
        self.canvas.itemconfig(self.id, image=self.zoz[self.faza])
        if self.dx or self.dy:
            if self.x+self.dx < self.vel: self.dx = abs(self.dx)
            if self.y+self.dy < self.vel: self.dy = abs(self.dy)
            if self.x+self.dx > self.sirka - self.vel: self.dx = -abs(self.dx)
            if self.y+self.dy > self.vyska - self.vel: self.dy = -abs(self.dy)
            self.presun(self.x + self.dx, self.y + self.dy)

```

Malá oprava ešte aj v metóde `klik`:

```

class Plocha:
    ...

    def klik(self, event):
        ix = random.randrange(len(self.zoz))
        if ix == 0:
            dx, dy = random.randint(1, 5), random.randint(-2, 2)
        elif ix == 1:
            dx, dy = random.randint(-7, -4), random.randint(-2, 2)
        elif ix == 2:
            dx, dy = random.randint(-5, 5), random.randint(-5, 5)
        if ix == 2:
            a = AnimSOdrazom(event.x, event.y, self.zoz[ix], random.randint(20, 200), dx, dy)

```



```

else:
    a = Anim(event.x, event.y, self.zoz[ix], random.randint(20, 200), dx,
dy)
    self.azoz.insert(0, (time.time(), a))

...

```

## Cvičenia

### L.I.S.T.

- riešenia úloh odovzdaj na úlohový server <https://list.fmph.uniba.sk/>

## 13. Týždenný projekt

### L.I.S.T.

- riešenie odovzdaj na úlohový server <https://list.fmph.uniba.sk/>
- príklad zo skúšky z minulých rokov

## Robot Mravec

Máme cvičeného malého robota mravca, ktorý sa pohybuje po štvorcovej sieti a pritom vie pred sebou tlačíť malé kocky. Mravec poslúcha na povely 'l' (vľavo), 'p' (vpravo), 'h' (hore), 'd' (dole), pričom sa v danom smere posunie na susedné políčko štvorcovej siete. Ak sa v danom smere v ploche nachádza kocka, tak ju pred sebou v tomto smere potlačí. Ak je v danom smere tesne za sebou viac kociek, tak ich tlačí všetky. Mravec z plochy nikdy nevyjde, hoci kocky, ktoré pred sebou tlačí, z plochy vypadnúť môžu.

Na každej kocke je zapísané jedno písmeno. Samotná štvorcová sieť vie indikovať, či sa na niektorých špeciálnych políčkach nachádzajú kocky s písmenami a vie zistiť množinu písmen na týchto kockách.

Zadanie štvorcovej siete s počiatočným rozložením kociek je v textovom súbore. V prvých riadkoch tohto súboru sa nachádzajú riadky štvorcovej siete (všetky sú rovnako dlhé), pričom špeciálne políčka sú označené znakom '+' a zvyšné sú označené znakom '.'. Za štvorcovou sieťou je v súbore jeden riadok prázdny a za tým nasleduje postupnosť súradníc kociek s písmenami - v každom ďalšom riadku je trojica: písmeno a dve celé čísla. Táto trojica označuje písmeno na kocke a jej pozíciu v ploche: riadok a stĺpec (číslujeme od 0).

Naprogramuj triedu `Mravec`:

```

class Mravec:
    def __init__(self, meno_saboru):
        ...

```

```

def __str__(self):
    return ''

def start(self, riadok, stlpec):
    ...

def rob(self, prikazy):
    ...

def zisti(self):
    return set()

```

kde

- `init` prečíta súbor - mravec tam zatiaľ nie je
- `start` položí mravca na zadaný riadok a stĺpec
- `__str__` vráti znakovú reprezentáciu plochy: pozíciu mravca zapíše znakom '@' a špeciálne políčka, na ktorých sa nenachádza ani mravec ani kocka, zapíše znakom '+', ostatné políčka zapíše znakmi písmen, resp. znakom '.'
- `rob` dostáva jeden povel, alebo postupnosť za sebou nasledujúcich povelov, pričom povel je jedno z písmen 'l', 'p', 'h' alebo 'd'; mravec sa postupne pohybuje v daných smeroch, pričom pred sebou môže tlačiť kocky; povely, ktoré sa nedajú vykonať, ignoruje
- metóda `zisti` vráti množinu písmen na špeciálnych políčkach hracej plochy

Napríklad, pre súbor:

```

.....
..+..+
.++..
.....

D 2 2
C 2 1
A 1 1
B 1 3

```

takýto test:

```

if __name__ == '__main__':
    m = Mravec('subor1.txt')
    print(m)
    print('zisti =', m.zisti())
    m.start(1, 0)
    m.rob('pp')
    print(m)
    print('zisti =', m.zisti())
    m.rob('dl')
    print(m)
    print('zisti =', m.zisti())

```

vypíše:

```

.....
.A+B+
.CD..

```

```
.....
zisti = {'D', 'C'}
.....
..@AB
.CD..
.....
zisti = {'B', 'D', 'C'}
.....
..+AB
C@+..
..D..
zisti = {'B'}
```

Z úlohového servera L.I.S.T. si stiahni kostru programu `riesenie.py`. Pozri si testovacie dáta v súboroch `'subor1.txt'`, `'subor2.txt'`, `'subor3.txt'`, ..., ktoré bude používať testovač.

Tvoj odovzdaný program s menom `riesenie.py` musí začínať tromi riadkami komentárov:

```
# 13. zadanie: mravec
# autor: Janko Hraško
# datum: 20.12.2021
```

Projekt `riesenie.py` (bez dátových súborov) odovzdaj na úlohový server <https://list.fmph.uniba.sk/> najneskôr **7. januára 2022** do 23:00. Môžeš zaň získať **5 bodov**.