

Technická univerzita v Košiciach  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra kybernetiky a umelej inteligencie

## **Užívateľská príručka**

Diplomová práca

**VoLo**

Používateľská príručka

Vedúci diplomovej práce:

doc. Ing. Július Csontó, CSc.

Diplomant:

Radovan Ondáš

Konzultant diplomovej práce:

doc. Ing. Július Csontó, CSc.

Košice 2004

# Obsah

<b>1</b>	<b>Funkcia softvérového balíka</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Súpis obsahu dodávky</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Inštalácia programu</b>	<b>2</b>
3.1	Požiadavky na technické prostriedky . . . . .	2
3.2	Požiadavky na programové prostriedky . . . . .	3
3.3	Vlastná inštalácia . . . . .	3
3.4	Popis štruktúry softvérového balíka . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Popis práce s programom VoLo.exe</b>	<b>4</b>
4.1	Hlavné dialógové okno . . . . .	4
4.1.1	Generator . . . . .	11
4.2	Okno Lotka-Volterra . . . . .	13
4.3	Okno Search orbits . . . . .	17
<b>5</b>	<b>Popis práce s programom VLviewer.exe</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Príklad použitia</b>	<b>25</b>
6.1	Príklad 1 . . . . .	25
6.2	Príklad 2 . . . . .	30
	<b>Zoznam obrázkov</b>	<b>32</b>
	<b>Zoznam tabuliek</b>	<b>33</b>
	<b>Zoznam použitej literatúry</b>	<b>33</b>

## 1 Funkcia softvérového balíka

Softvérový balík *Lotka-Volterra* slúži na študovanie dynamiky diskretizovaného modelu *Lotka-Volterra*. Umožňuje jednorázové generovanie obrázku podľa zvolených parametrov, zisťovanie dynamiky vybraného bodu iterovaním, automatické generovanie obrázkov a prehliadač takto vytvorených obrázkov uložených v špeciálnom formáte.

## 2 Súpis obsahu dodávky

Program sa dodáva ako jeden inštalačný súbor, ktorý obsahuje všetko potrebné na beh a ovládanie programu.

## 3 Inštalácia programu

Softvérový balík *Lotka-Volterra* sa inštaluje spustením inštalačného súboru *Setup.exe*, ktorý prevedie užívateľa celou inštaláciou.

### 3.1 Požiadavky na technické prostriedky

Diskretizovaný model *Lotka-Volterra* je náročný na výpočtový čas. Z toho plynú aj požiadavky na hardvér počítača. Odporúčaná konfigurácia by mala obsahovať:

- procesor s frekvenciou aspoň 1Ghz
- 256MB RAM
- monitor s rozlíšením 1024 x 768

Tieto základné požiadavky sú minimálne na bezproblémový chod programu. Program bude fungovať aj na procesore s nižšou taktovacou frekvenciou, ale doba výpočtu sa značne predĺži.

V tab. 3 – 1 sú uvedené časy generovania obrázka modelu *Lotka-Volterra*. Parametre testovacieho počítača:

- notebook Compaq Presario
- procesor Intel Pentium 4 - 2.4Ghz
- 512MB DDRAM
- LCD s rozlíšením 1024 x 768
- operačný systém *Windows XP Professional*

400x300	18s
640x480	30.5s
800x600	48s
1024x768	78s

**Tabuľka 3–1** Časy generovania obrázka modelu *Lotka-Volterra*.

## 3.2 Požiadavky na programové prostredky

Odporúčaným operačným systémom je *Windows XP*. Program bol testovaný aj na operačnom systéme *Windows 98*. Ďalším odporúčaným programom je ľubovoľný prehliadač formátu *pdf*, pretože k programu je vytvorená užívateľská príručka v tomto formáte *pdf*.

## 3.3 Vlastná inštalácia

Inštalovanie programu spočíva v spustení inštalačného súboru a riadení sa pokynmi pri inštalácii. Vlastná inštalácia spočíva iba v nakopírovaní potrebných súborov na vybrané miesto na disku. Inštalačný program užívateľa týmto procesom prevedie krok-za-krokom.

## 3.4 Popis štruktúry softvérového balíka

Softvérový balík *Lotka-Volterra* sa skladá z dvoch programov, ktoré sú obsahom inštalácie. Hlavný program **VoLo.exe** a prehliadač vygenerovaných obrázkov **VLviewer.exe**. Užívateľ dostane spolu s programami i *Užívateľskú príručku*, v ktorej okrem popisu použitia všetkých funkcií programu, nájde i 2 elementárne príklady použitia. **VoLo.exe** umožňuje generovanie jedného obrázka, jeho výrezov, štúdium dynamiky vybraného bodu a generovanie obrázkov vybranej obdĺžnikovej oblasti roviny  $p-h$ .

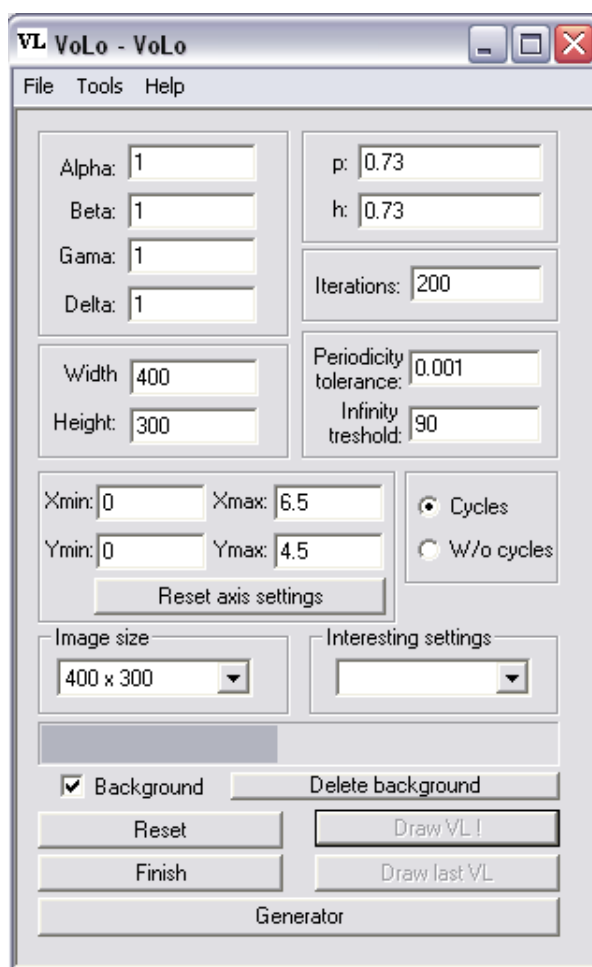
Prehliadač obrázkov **VLviewer.exe** je doplnkom, ktorý slúži na prehliadanie obrázkov, ktoré boli vygenerované pomocou **VoLo.exe**. Na ukladanie dát o obrázku bol vytvorený špeciálny formát a preto bol naprogramovaný prehliadač, ktorý dokáže tieto informácie spracovať. Okrem obrazovej informácie o obrázku sú ukladané i jeho parametre.

## 4 Popis práce s programom VoLo.exe

**VoLo.exe** je hlavná časť balíka na štúdium dynamiky diskretizovaného modelu *Lotka-Volterra*.

### 4.1 Hlavné dialógové okno

Po spustení programu sa užívateľovi objaví na obrazovke hlavné dialógové okno, v ktorom môže nastaviť všetky základné parametre pre diskretizované rovnice modelu *Lotka-Volterra*. Na obr. 4–1 je znázornené hlavné okno programu so štandardnými nastaveniami.

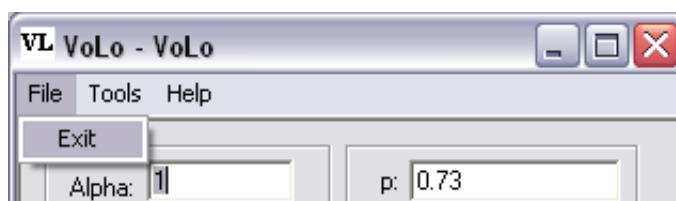


Obrázok 4–1 Hlavné okno programu.

## Menu

### *File–Exit*

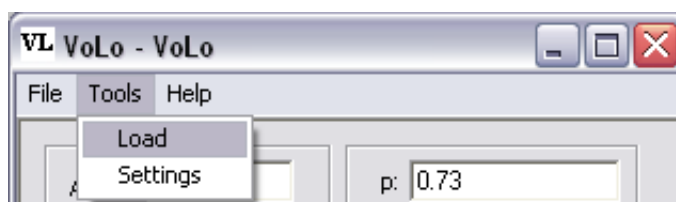
Výber položky v menu ukončí program (obr. 4–2).



Obrázok 4–2 Menu: File/Exit

### *Tools–Load*

Výber položky v menu (obr. 4–3) načíta hodnoty uložené v súbore `temp_data.s.dat` v adresári `work`. Tento adresár sa automaticky vytvorí ako podadresár cesty podľa nastavenia – *Tools-Settings*.

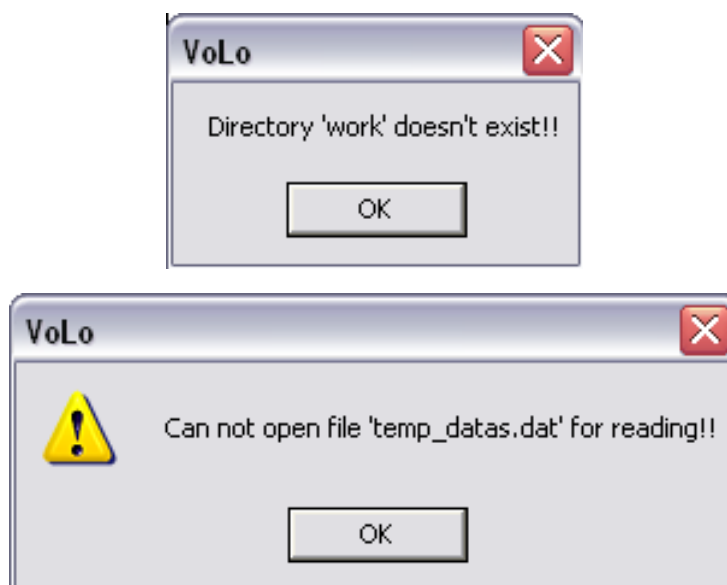


Obrázok 4–3 Menu: Tools/Load

Súbor `temp_data.s.dat` je textový súbor a slúži na jednoduchý prenos dát medzi hlavným programom a prehliadačom. Obsahuje parametre obrázka vybraného pri prehliadaní. Hodnoty tohoto obrázka užívateľ môže uložiť, v hlavnom programe ich načítať a študovať bližšie dynamiku vybraného bodu.

Obsah súbora tvoria hodnoty nasledovných parametrov uložených v presnom poradí, kde každý parameter je na jednom riadku:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $p$ ,  $h$ , *width*, *height*, *iterations*, *infinity threshold* a *periodicity tolerance*.

Ak adresár, ktorý obsahuje potrebný súbor nie je vytvorený v aktuálnej ceste, program na to užívateľa upozorní (obr. 4–4 hore) a ak sa v adresári `work` nenachádza súbor na načítanie parametrov, zobrazí sa okno ako na obr. 4–4 dole.



Obrázok 4–4 Dialógové okná upozorňujúce na neexistenciu adresára-súbora.

#### *Tools–Settings*

Položka v menu (obr. 4–5) umožňuje užívateľovi nastaviť cestu k pracovnému adresáru. Program ponúkne ako implicitné nastavenie cestu, kde sú nainštalované oba programy. Pomocou tejto voľby je však umožnené umiestnenie pracovného adresára kdekoľvek, podľa želania užívateľa. Podľa nastavenia tejto cesty bude ukladať svoje experimenty aj ďalšia funkcia programu *Generator*. Program **VoLo.exe** a aj jeho prehliadač **VLviewer.exe** musia mať nastavené rovnaké cesty k pracovným adresárom.

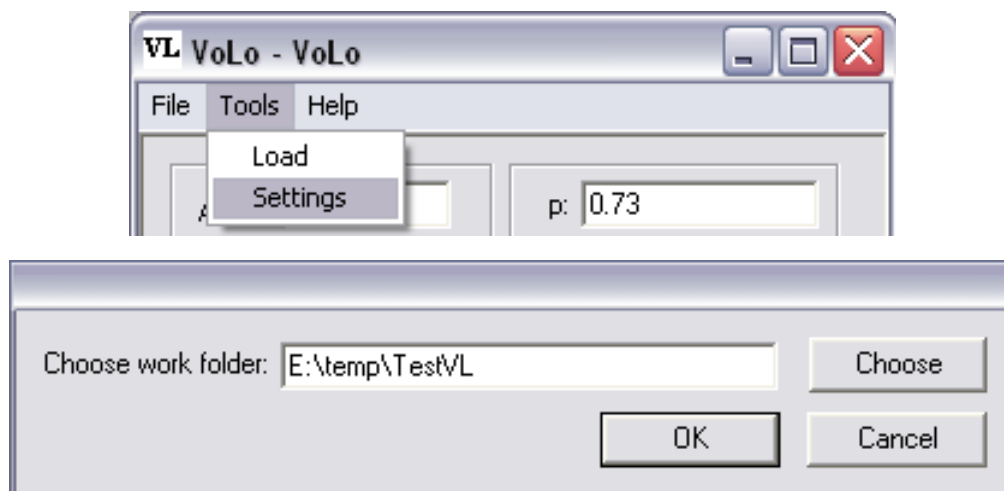
#### *Help–Help*

Výber položky z menu *Help*, obr. 4–6, zobrazí informačné okno, ktoré užívateľa upozorní na existenciu *Užívateľskej príručky* vo formáte *pdf*. Príručka je obsahom každej inštalácie balíka *Lotka-Volterra*. Ak používateľ túto príručku nemá, môže o ňu požiadať na uvedenej emailovej adrese autora programu.

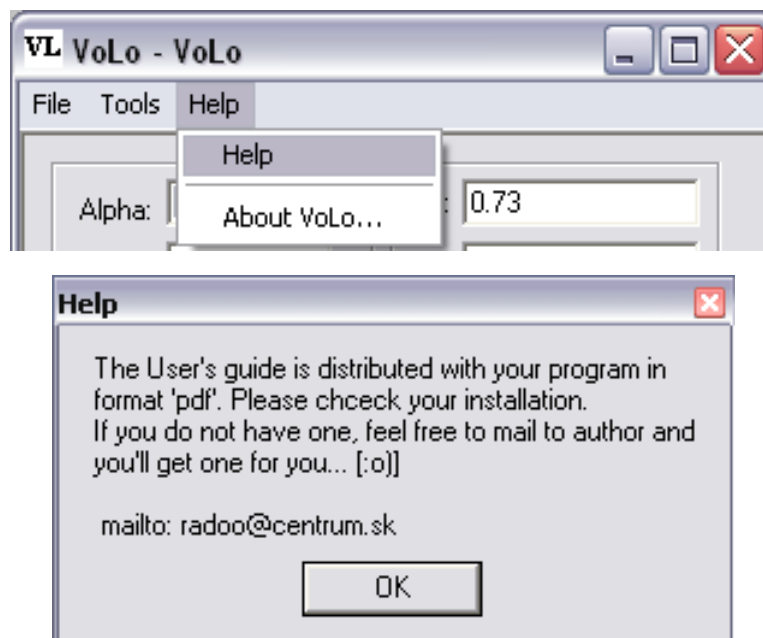
#### *Help–About*

Výber z menu zobrazí informačné okno o programe, autorovi a kontakt na neho (obr. 4–7).

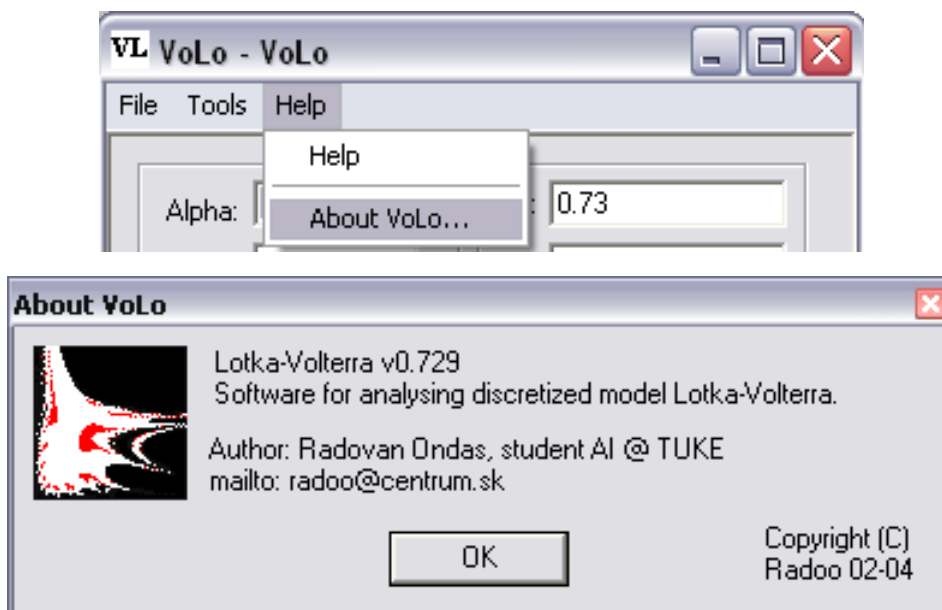




Obrázok 4–5 Menu: Tools/Settings



Obrázok 4–6 Menu: Help/Help



Obrázok 4–7 Menu: Help/About VoLo...

### Nastavenia parametrov diskretizovaného modelu

Nasledujúce parametre je možné nastaviť v hlavnom dialógovom okne zobrazenom na obr. 4 – 1.

Parametre  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  a  $\delta$  sú implicitne nastavené na hodnotu 1. Toto nastavenie vychádza z úvah v (Peitegen & Richter, 1986) pri diskretizácii diferenciálnych rovníc. Hodnotu týchto parametrov môže užívateľ zmeniť na akúkoľvek hodnotu väčšiu ako 0. Horné ohraničenie parametrov je stanovené na 1000.

Parametre  $p$  a  $h$  určujú súradnice bodu, ktorý chceme v rovine študovať. Implicitná hodnota je nastavená na 0.73 a pomocou nej program vygeneruje jednu z najznámejších podôb *Lotka-Volterra*. Pre každý bod z roviny  $p - h$  generuje program rovinu  $x - y$ . Hodnoty parametrov môže užívateľ zadávať v intervale (0 – 20).

Parameter *Iterations* udáva počet krokov iterácií pre každý bod v rovine  $x - y$ . Voľba tohoto parametra výrazne ovplyvňuje hľadanie cyklov. Čím je hodnota vyššia, tým väčšia je pravdepodobnosť ustálenia na nejakej perióde, no na druhej strane vyšší počet krokov výrazne predlžuje výpočet obrázka *Lotka-Volterra*.

*Periodicity tolerance* nastavuje s akou presnosťou prebehnú testy pri vyhľadávaní

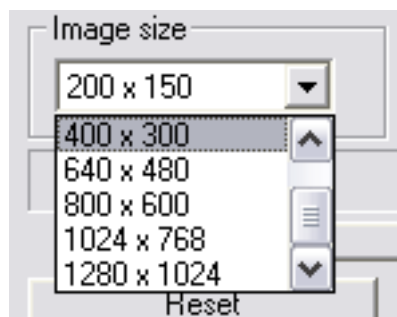
periodických cyklov. Hodnota 0 neumožňuje žiadnu odchýlku pre hľadané cykly. Vysoké hodnoty tohoto parametra skreslia výsledok hľadania. Pre základný obrázok 640 x 480 a implicitné nastavenie hraníc  $x(0 - 6.5)$ ,  $y(0 - 4.5)$  odpovedá jednému pixelu presnosť približne 0.01.

Predošlé dva parametre je vhodné spolu kombinovať. Pri vyššom počte iterácií užívateľ môže nastaviť väčšiu citlivosť, kým pre menší počet krokov nastaví citlivosť testu hľadania cyklov na nižšiu hodnotu.

*Infinity threshold* určuje imaginárnu hranicu nekonečna. Hodnota parametra určuje hranicu, ktorú ak test aktuálnych iterácií prekročí, bod označí za nekonečno a iteračný proces sa ukončí. Tento test sa vykonáva v každom kroku iteračného procesu. Matematický zápis testu:

$$x_{new}^2 + y_{new}^2 > infinity\ threshold$$

*Width a height* nastavujú rozmer počítaného obrázka. Rozmer je udávaný v pixeloch. Výpočet iterácií sa robí pre každý pixel a platí, že čím je rozmer výsledného obrázka väčší, tým dlhšie trvá výpočet. Tabuľka 3–1 ukazuje rozdiel v dĺžke trvania výpočtu pre jednotlivé rozmery obrázka. V tab. 4–2 sú uvedené parametre generovaného obrázka. Menilo sa iba rozlíšenie. Na strane 2 sú uvedené parametre použitého počítača. Užívateľ nemusí tieto hodnoty pracne vypisovať, ale má k dispozícii niekoľko najbežnejších prednastavených hodnôt, ktoré si môže vybrať zo zoznamu označeného *Image size* (obr. 4–8). Výber nejakej prednastavenej hodnoty sa prejaví aj v nastavení *Width a Height*.



**Obrázok 4–8** Zoznam prednastavených veľkostí obrázka.

*X-Ymin* a *X-Ymax* nastavujú rozmer roviny  $x - y$ . Implicitné hodnoty postačujú pre

$p$	0.73
$h$	0.73
<i>Iterations</i>	500
<i>Periodicitytolerance</i>	0.001
<i>Infinityreshold</i>	90
$X$	(0 – 6.5)
$Y$	(0 – 4.5)

**Tabuľka 4–2** Parametre generovaného obrázka.

väčšinu študovaných prípadov. Nastavenie týchto parametrov nie je ohraničené. Spolu s predošlým parametrom nastavujú krok, s akým sa budú inkrementovať hodnoty  $x$  a  $y$  v iteračnom procese pri prechode rovinou  $x - y$ :

$$\frac{X_{max} - X_{min}}{Width} \quad a \quad \frac{Y_{max} - Y_{min}}{Height} \quad (4.1)$$

Tlačidlom *Reset axis settings* užívateľ nastaví hodnoty intervalu  $x$  a  $y$  na implicitné hodnoty ako na obr. 4–1.

Prepínač *Cycles* a *W/o cycles* prepína charakter celého programu na hľadanie resp. nehľadanie periodických atraktorov. Ak užívateľ prepne hľadanie na *Cycles*, program bude nastavený na hľadanie periodických atraktorov, čo je jeho hlavnou funkciou. Program je obmedzený na hľadanie periodických atraktorov s maximálnou periódou 30. Zapnutá voľba *W/o cycles* periodické atraktory nehľadá, kreslí len farebné obrázky. Táto funkcia slúži iba ako doplnková možnosť programu.

Zoznam vo voľbe *Interesting settings* skrýva okrem základných nastavení programu i zaujímavé nastavenia, pre používateľov, ktorí sa s programom iba zoznamujú. V tab. 4–3 je úplný zoznam parametrov použitých v zozname.

*Progress bar* zobrazuje aktuálny stav výpočtu.

Ak je zaškrtnutá možnosť *Background* v hlavnom dialógovom okne, ukladajú sa dáta o obrázku do hlavnej údajovej štruktúry. Ak táto voľba nie je zaškrtnutá, údaje o aktuálnom obrázku sa ukladajú do pomocnej dátovej štruktúry. Do pomocnej štruktúry sa automaticky

Označenie	p	h	Iterations	Periodicity tol.
$p = h = 0.739$	0.739	0.739	500	0.1
$p = h = 0.73$	0.73	0.73	500	0.1
$p = h = 0.72$	0.72	0.72	500	0.1
$p = h = 0.73$	0.73	0.73	500	0.1
$p = 0.73, h = 0.6777$	0.73	0.6777	200	0.001
$p=0.709999, h=0.753333$	0.709999	0.753333	300	0.1
$p=0.716666, h=0.733333$	0.716666	0.733333	500	0.001
$p = 1, h = 0.9$	1	0.9	200	0.001
$p = 0.9, h = 0.85$	0.9	0.85	200	0.001

**Tabuľka 4 – 3** Zoznam všetkých parametrov v zozname *Interesting settings*.

ukladajú výrezy. Ukladanie hlavného obrázka a výrezu zvlášť, umožňuje v okne *Search orbits* ich prepínanie a tak zabezpečiť pohodlný výber bodu z oblasti výrezu bez návratu na predošlé dialógové okno. Tlačidlo *Delete background* vymaže hlavnú dátovú štruktúru a zaškrtnie voľbu *Background*.

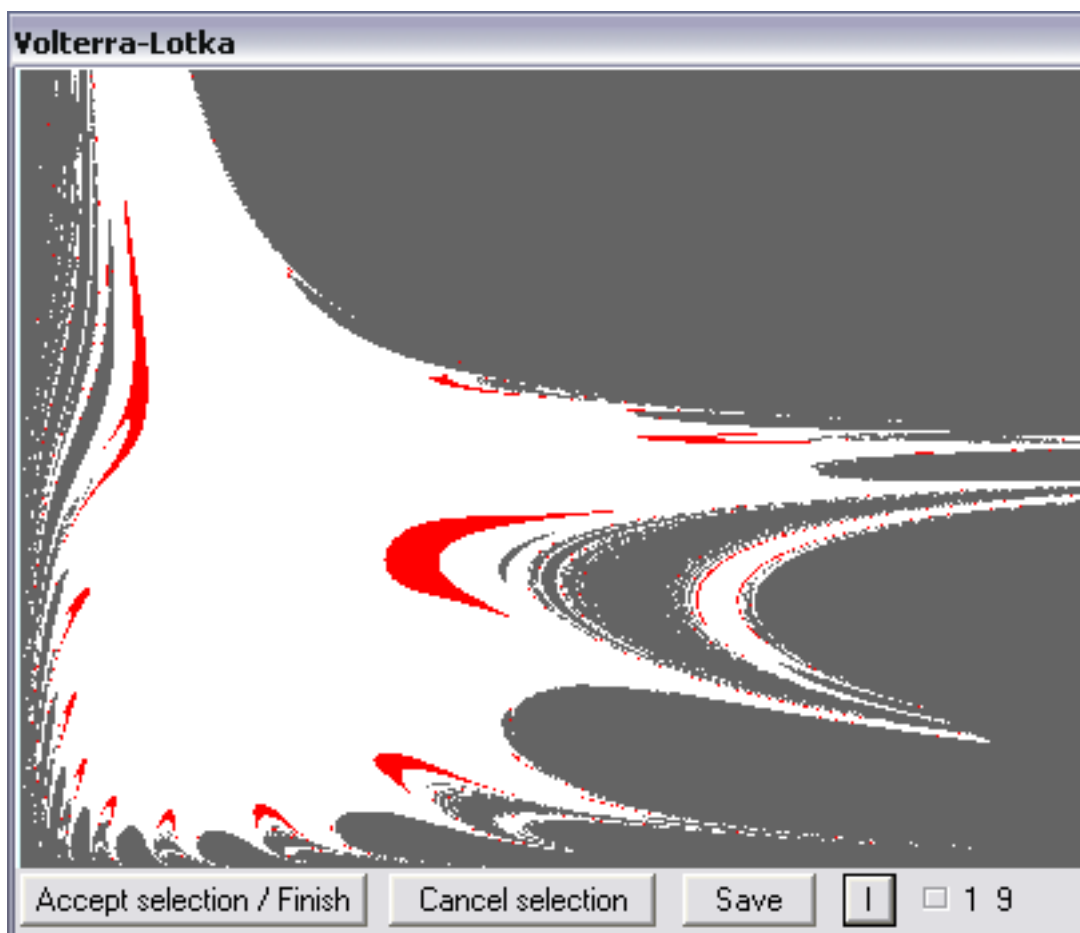
Funkciou tlačidla *Reset* je nastavenie všetkých hodnôt v hlavnom dialógovom okne na implicitné hodnoty tak, ako je to na obr. 4 – 1. *Finish* ukončí prácu s programom. Táto funkcia ma rovnaký charakter ako voľba *File/Exit* z menu.

*Draw VL!* podľa zadaných parametrov v hlavnom okne vypočíta a zobrazí aktuálny obrázok *Lotka-Volterra*. Príklad zobrazenia je na obr. 4 – 9. *Draw last* znovu zobrazí posledný vygenerovaný obrázok bez opätovného počítania.

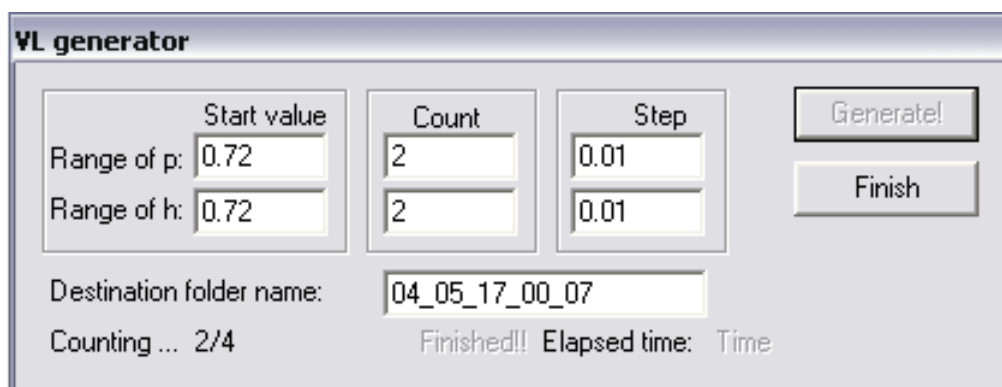
Posledné tlačidlo, *Generator*, slúži na automatický prieskum väčšej oblasti  $p - h$ . Viacej v nasledujúcej podkapitole.

#### 4.1.1 Generator

Tlačidlo *Generator* vyvolá dialógové okno na prieskum obdĺžnikovej oblasti (obr. 4 – 10).



Obrázok 4–9 Okno *Lotka-Volterra*. Obrázok vygenerovaný z implicitných parametrov.



Start value	Count	Step
Range of p: 0.72	2	0.01
Range of h: 0.72	2	0.01

Destination folder name: 04\_05\_17\_00\_07

Counting ... 2/4      Finished!! Elapsed time: Time

Obrázok 4–10 Dialógové okno generátora.

Prieskum roviny  $p - h$  je veľmi zdĺhavý proces. Generátor užívateľovi umožňuje vygenerovať naraz obrázky určitej oblasti, uložiť ich a neskôr si ich prezrieť v prehliadači.

V okne generátora užívateľ nastaví rozmer oblasti a krok s akým sa oblasť preskúma. Pre oba parametre,  $p$  a  $h$ , môže užívateľ nastaviť rôzne parametre. *Start value* označuje dolné ohraničenie. Horné ohraničenie je automaticky vyrátané z nasledujúcich dvoch parametrov *Count* a *Step* pomocou 4.2. Prvý parameter určuje počet krokov od dolného ohraničenia a druhý určuje ich krok. Týmito parametrami možno veľmi pohodlne a presne preskúmať zaujímavú oblasť.

$$\text{max\_value} = \text{start\_value} + (\text{step} * \text{count}) \quad (4.2)$$

*Destination folder name* automaticky vygeneruje názov pre adresár, do ktorého sa obrázky uložia. Meno pozostáva z dvojčíslí: rok\_mesiac\_deň\_hodina\_minúta. Užívateľ môže tento názov zmeniť podľa vlastných predstáv. Adresár je ukladaný ako podadresár nastavenej cesty pracovného adresára.

Spolu s obrázkami sa do adresára ukladajú i ďalšie dva dátové súbory, nazvy *.dat* a *param\_of\_experiment.dat*. V prvom súbore sú uložené názvy všetkých vygenerovaných obrázkov. Slúži ako zoznam obrázkov jedného experimentu pre prehliadač, ktorý podľa neho načíta všetky relevantné obrázky. Druhý súbor má iba informačný charakter. Uchováva parametre skúmanej oblasti a spoločné parametre pre všetky obrázky *Lotka-Volterra*.

V okne sú zobrazené aj ďalšie informácie, ktoré slúžia na orientáciu pri procese generovania. V ľavej dolnej časti okna sa nachádza aktuálny počet vygenerovaných obrázkov. Po skončení generovania sa zobrazí celkový čas trvania generovania.































Tlačidlo *Generate* spustí samotný proces generovania a *Finish* ukončí prácu s generátorom.

## 4.2 Okno Lotka-Volterra

Po skončení výpočtu v hlavnom dialógovom okne sa zobrazí užívateľovi výsledný obrázok *Lotka-Volterra* (obr. 4–9). Toto okno je automaticky prispôbené veľkosti generovaného

obrázka. Pod zobrazovacou plochou sa nachádzajú štyri tlačidlá a informácia o nájdených periódach zobrazených v pravej dolnej časti okna – čísla nasledujúce za malým štvorcikom.

Každá farba na obrázku má svoj význam. Biela označuje body, ktoré majú vlastnosť invariantného cyklu a čierna (jej odtieň kvôli prehľadnosti) znamená body, ktorých iterácie divergovali. Všetky ostatné farby znamenajú nejaký periodický atraktor. Význam všetkých farieb je v tab. 4–4.

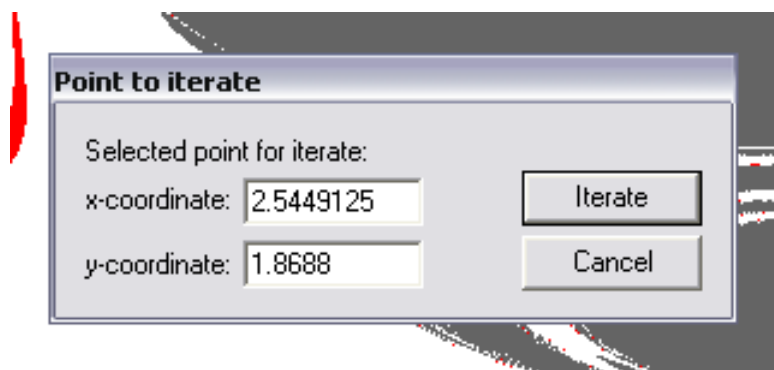
Periódá	RGB	Farba	Periódá	RGB	Farba
01	216 255 255		06	255 190 190	
02	0 255 255		07	255 128 128	
03	105 105 255		08	255 70 70	
04	50 50 255		09	255 0 0	
05	0 0 255		10	214 0 0	
11	255 255 200		16	137 255 137	
12	255 255 130		17	82 255 82	
13	255 255 80		18	0 200 0	
14	220 220 0		19	0 136 0	
15	255 255 0		20	0 255 0	
21	255 200 255		26	253 207 127	
22	255 100 255		27	253 183 61	
23	196 0 196		28	255 162 0	
24	141 0 141		29	204 130 2	
25	255 0 255		30	137 88 2	

**Tabuľka 4–4** Význam farieb na obrázku *Lotka-Volterra*.

V tomto okne možno myšou označiť bod, ktorého dynamiku chce užívateľ študovať. Na výber tohoto bodu slúži ľavé tlačidlo myši. Po kliknutí ľavým tlačidlom sa zobrazí okno ako na obr. 4–11. Po potvrdení tlačidlom *Iterate* sa zobrazí okno na hľadanie orbitov *Search Orbits* (kap. 4.3). Kliknutie myšou mimo kresliacu plochu a mimo tlačidiel zobrazí



užívateľovi informačné okno (4–12), ktoré ho upozorní, že nevybral bod na iterovanie z obrázka *Lotka-Volterra*. Upozornenie na obr. 4–13 oznamuje, že na štúdium dynamiky vybraného bodu je potrebné minimálne rozlíšenie vstupného obrázka 400x300 bodov.



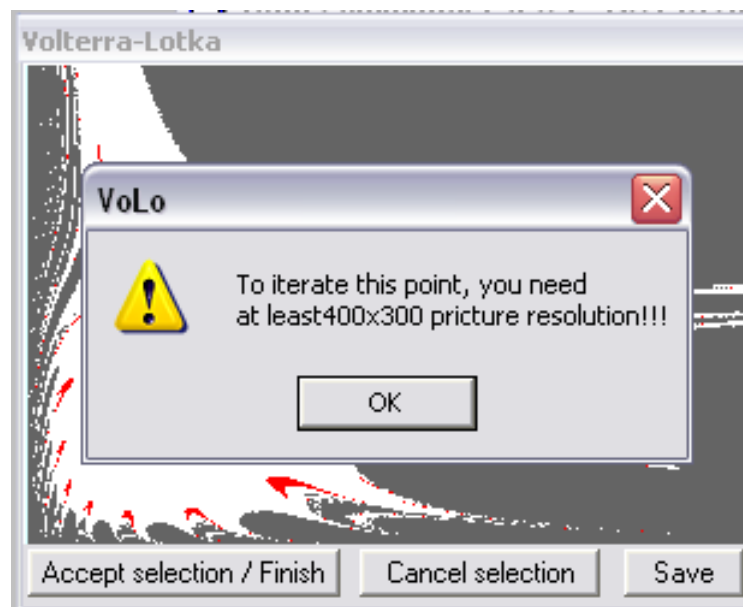
Obrázok 4–11 Dialógové okno generátora.



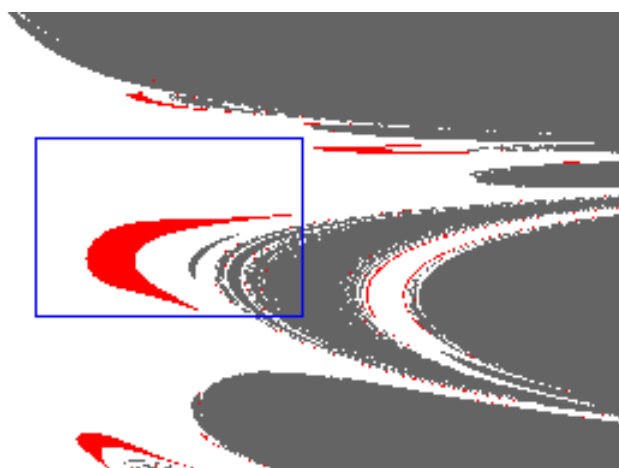
Obrázok 4–12 Upozornenie užívateľa pri výbere bodu mimo obrázka *Lotka-Volterra*.

V aktuálnom okne môže užívateľ označiť výrez pravým tlačidlom myši. Výber výrezu prevedie nasledujúcim spôsobom. Vyberie si ľavý horný bod výrezu, klikne a drží pravé tlačidlo myši, presunie sa na myslený pravý dolný roh výrezu a pustí pravé tlačidlo myši. Myslený výrez sa označí modrými čiarami ako na obr.4–14.

Tlačidlo *Accept/Finish* má dvojitú funkciu. Ukončí prácu s aktuálnym oknom a ak je označený nejaký výrez, akceptuje jeho ohraničenie a týmto nastavením aktualizuje aj



**Obrázok 4–13** Upozornenie užívateľa na nesprávne rozlíšenie obrázka.

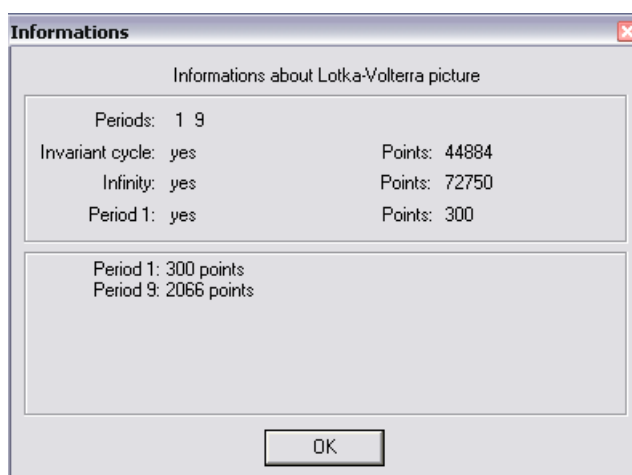


**Obrázok 4–14** Označenie výrezu.

hodnoty v hlavnom dialógovom okne pri parametroch  $X-Y_{min}$ ,  $X-Y_{max}$ . Tlačidlo *Cancel selection* zruší označenie výrezu a umožní tak vyznačiť iný výrez v obrázku.

*Save* uloží aktuálny obrázok do adresára *work*. Jeho názov sa automaticky vygeneruje zo štyroch parametrov: `p_h_width_height.vls`.

Malé tlačidlo *I* zobrazí v jednoduchom informačnom okne (4–15) informácie o obrázku. V tomto okne môže užívateľ nájsť informácie o výskyte periód a ich veľkosti, výskyte invariantného cyklu a nekonečna. Ku každej informácii je uvedený i počet bodov.

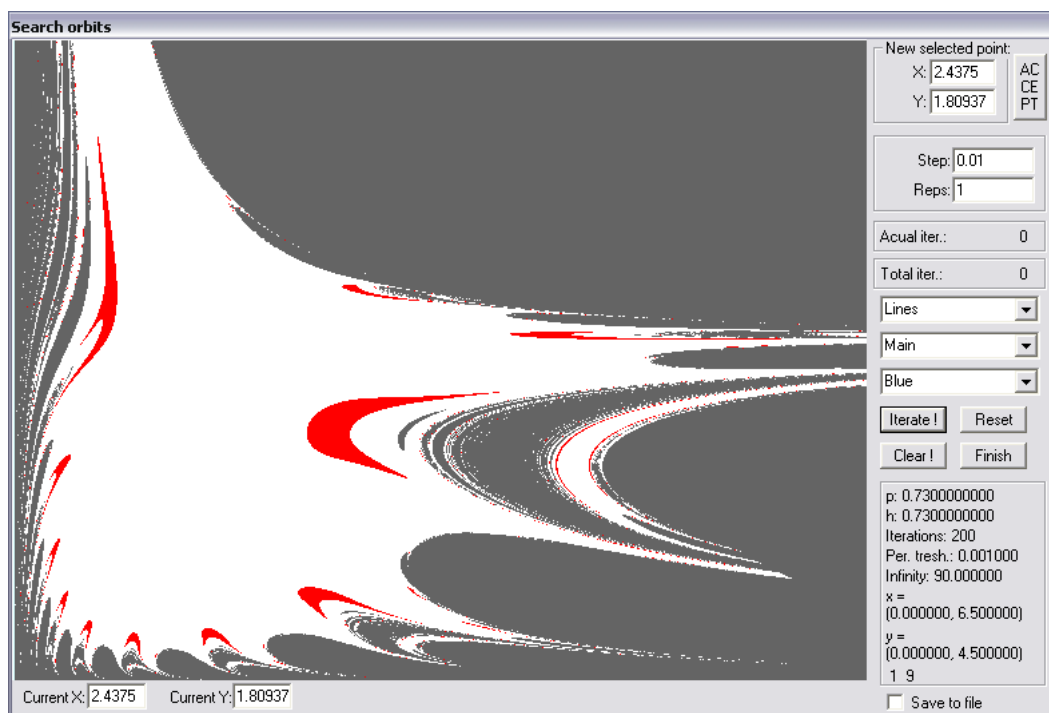


Obrázok 4–15 Informačné okno o obrázku *Lotka-Volterra*.

### 4.3 Okno Search orbits

Stlačením tlačidla *Iterate* v dialógovom okne 4–11 sa užívateľovi zobrazí okno *Search orbits* - obr. 4–16. V tomto dialógovom okne má užívateľ k dispozícii nástroje na efektívne sledovanie dynamiky vybraného bodu. Hlavnú časť okna tvorí kresliaca plocha, ktorá slúži na grafické zobrazenie iterácií.

Pod kresliacou plochou sa užívateľovi zobrazujú aktuálne hodnoty iterácie. Užívateľ má možnosť v prípade potreby tieto hodnoty zmeniť. Zobrazované sú stále posledné hodnoty iterácie. Ak používateľ spustil iteračný proces s krokom väčším ako 1, je zobrazená posledná vypočítaná hodnota  $x$  a  $y$ .



Obrázok 4 – 16 Dialógové okno *Search orbits*.

Kliknutie ľavého tlačidla myši má aj v tomto okne funkciu výberu nového bodu, ktorého dynamiku chce užívateľ sledovať. Po kliknutí v priestore kresliacej plochy sa aktualizujú hodnoty v *New selected point*. Nový experiment však môže začať až potvrdením výberu bodu tlačidlom *Accept*, umiestneného hneď vedľa parametrov. Týmto tlačidlom potvrdíme výber nového počiatočného bodu, zmaže sa kresliaca plocha a vynulujú sa obe počítadla.

Parameter *Step* určuje krok, ktorým sa bude inkrementovať hodnota  $x$  a  $y$ . V hlavnom dialógovom okne tento parameter užívateľ nezadáva, pretože sa počíta automaticky podľa 4.1.

*Reps* udáva počet krokov, ktoré sa vypočítajú naraz. Užívateľ má možnosť týmto parametrom proces iterovania „krokovat“ alebo spustiť naraz väčší počet iterácií.

Tlačidlo *Iterate* spustí iteračný proces podľa nastavených parametrov a *Finish* ukončí prácu s oknom na hľadanie orbitov.

*Reset* nastaví implicitné hodnoty a štartovací bod, ktorý si užívateľ vybral v predchá-

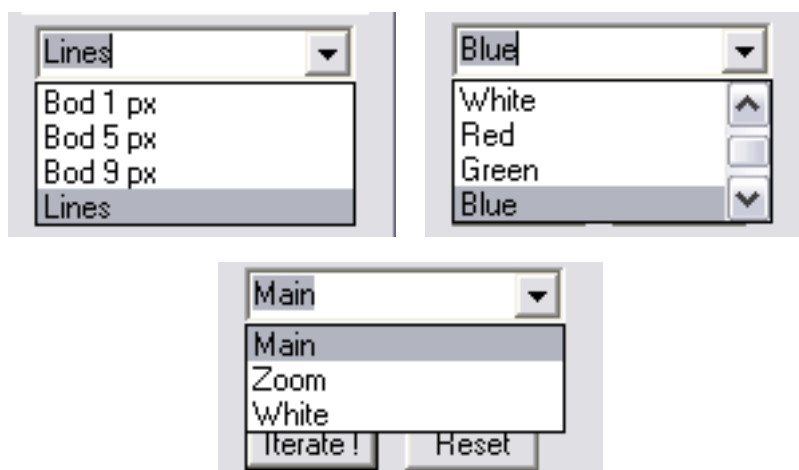
dzajúcom dialógovom okne. Zároveň zmaže aj obsah kresliacej plochy a vynuluje obe počítadlá.

Reakciou na tlačidlo *Clear* je vymazanie kresliacej plochy a vynulovanie počítadla *Actual iter*. Ostatné parametre ostávajú nezmenené. Takéto „vyčistenie“ pracovnej plochy je veľmi užitočné pri podrobnom prieskume. Umožní pokračovať v experimente, ale na „čistej“ pracovnej ploche.

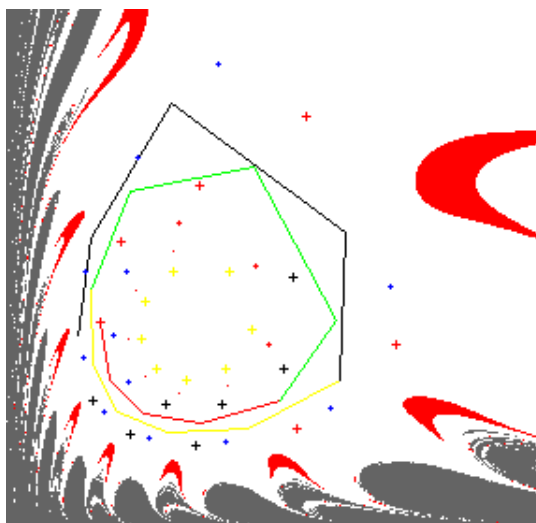
Používateľ programu má k dispozícii dve počítadlá. *Actual iter* počíta iterácie tak, ako *Total iter*. Rozdiel medzi nimi je v tom, kedy sa počítadlo nuluje. Obe sa vynulujú stlačením *Reset*, ale *Actual iter* je vynulované aj pri vyčistení pracovnej plochy pomocou *Clear*. Túto vlastnosť užívateľ využije ak potrebuje, napríklad, zistiť presnú veľkosť nejakej periódy.

Zoznam viditeľný na obr. 4–16 ako *Lines* poskytuje užívateľovi na výber niekoľko kresliacich bodov (obr. 4–17 - vľavo), ktoré označia aktuálny bod iterácie na obrázku *Lotka-Volterra*. Na výber sú tri veľkosti bodov a čiary.

Zoznam *Blue* z obr. 4–16 ponúka na výber niekoľko prednastavených farieb (obr. 4–17 - vpravo). V kombinácii s rôznym typom kresliaceho bodu je to výborný nástroj na prieskum správania sa bodu. Na obr. 4–18 je príklad niekoľkých kombinácií kresliacich bodov a farieb.



**Obrázok 4–17** Výber kresliaceho bodu - vľavo. Výber farby - vpravo. Výber pozadia - dole.



**Obrázok 4–18** Kombinácia kresliaceho bodu a farby pri štúdiu dynamiky.

Prostredný zoznam *Main* umožňuje prepínanie medzi hlavným obrázkom *Lotka-Volterra* a posledným počítaným výrezom – *Zoom* (obr. 4–17 - dole). Výber položky *Zoom* vykreslí na pracovnú plochu posledný výrez a umožní tak presný výber nového počiatočného bodu ľavým tlačidlom myši. Tento výber je nutné potvrdiť tlačidlom *Accept*, ktoré kresliacu plochu vyčistí a zobrazí obrázok *Main*. Treťou voľbou zoznamu je *White*, ktorej výber pracovnú plochu vyplní bielou farbou. Pri neprehľadných obrázkoch aj toto nastavenie nájde svoje uplatnenie.

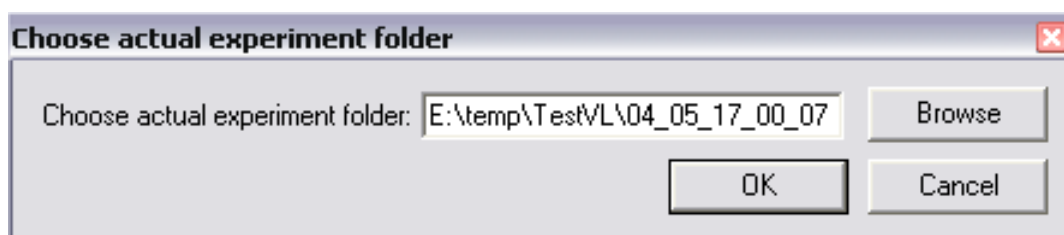
Informácie zobrazované v pravej dolnej časti okna majú informačný charakter o parametroch aktuálneho obrázka.

Pri zaškrtnutej voľbe *Save to file* sú navyše hodnoty iterácií  $x$  a  $y$  ukladané do súboru *iterations.dat* v podadresári *work*. V každom riadku súboru sa nachádza dvojica čísel  $x$ ,  $y$  oddelená tabulátorom. Obsah súboru užívateľ zmaže tlačidlom *Clear* alebo *Reset*. Poskočení práce s programom nie je obsah tohoto pracovného súboru zmazaný. Je na užívateľovi, ako bude jeho obsah kontrolovať. Využitie obsahu súboru je hlavne pri hľadaní periodických atraktorov s veľmi vysokou periódou, napríklad pomocou externého programu, ktoré program **VoLo.exe** nie je schopný odhaliť.

## 5 Popis práce s programom VLviewer.exe

Druhu časťou softvérového balíka na študovanie dynamiky diskretizovaného modelu *Lotka-Volterra* je doplnkový program **VLviewer.exe**. Jeho hlavnou funkciou je prehliadanie obrázkov vytvorených generátorom v programe **VoLo.exe**.

V úvodnom dialógovom okne (obr. 5–19), hneď po spustení, požiada prehliadač užívateľa, aby si vybral adresár, v ktorom sa nachádzajú obrázky experimentu. Je mu ponúknutá posledná cesta k prehliadanému adresáru alebo cesta k inštalácii oboch programov. Tlačidlo *Browse*, a následne dialógové okno, umožňuje prechádzať adresárovou štruktúrou. Výber adresára užívateľ potvrdí tlačidlom *OK*. Vybraný adresár musí obsahovať okrem obrázkov aj príslušný súbor nazvy *.dat*, ktorý obsahuje zoznam všetkých obrázkov experimentu.



Obrázok 5–19 Úvodné dialógové okno prehliadača obrázkov.

### Menu

#### *File–Exit*

Výber položky v menu ukončí program (obr. 4–2).

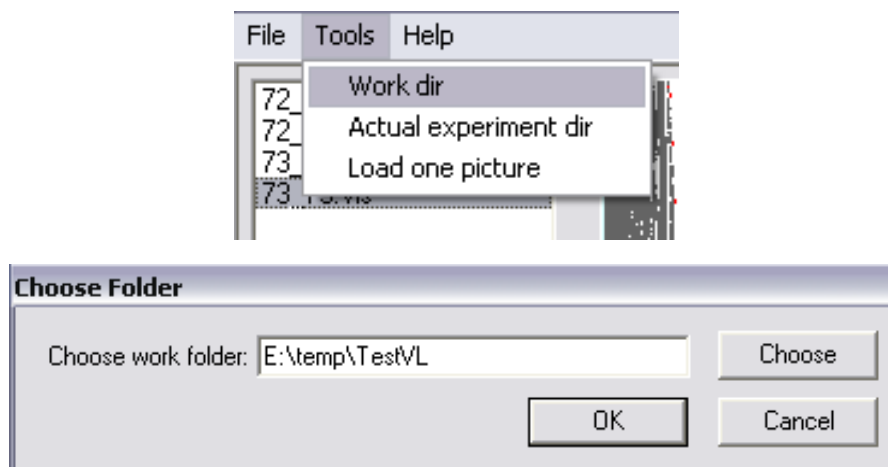
#### *Tools–Work dir*

Položka v menu umožní zmeniť nastavenie pracovnej cesty (obr. 5–20). Toto nastavenie sa musí zhodovať s nastavením v programe **VoLo.exe**, kvôli uchovaniu možnosti spolupráce oboch programov.

#### *Tools–Actual experimental dir*

Pomocou tejto voľby z menu, užívateľ zmení aktuálny adresár s prehliadanými obrázkami na iný. Pre výber adresára platia rovnaké pravidlá ako pri prvom spustení prehliadača.

#### *Tools–Load one picture*



**Obrázok 5 – 20** Menu: Tools/Work Dir a prislúchajúce dialógové okno.

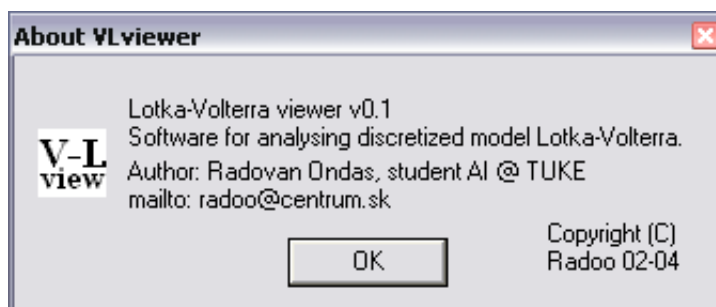
Táto voľba umožňuje používateľovi zobrazit' jeden obrázok, ktorý uložil v okne *Lotka-Volterra* v programe **VoLo.exe** tlačidlom *Save*. Je možné zobrazit' vždy iba jeden takýto obrázok.

#### *Help–Help*

Výber položky z menu *Help*, obr. 4–6, zobrazí informačné okno, ktoré užívateľa upozorní na existenciu *Užívateľskej príručky* vo formáte *pdf*. Príručka je obsahom každej inštalácie balíka *Lotka-Volterra*. Ak používateľ túto príručku nemá, môže o ňu požiadať na uvedenej emailovej adrese autora programu.

#### *Help–About VLviewer. . .*

Výber z menu zobrazí informačné okno o programe, autorovi a kontakt na autora (obr. 5–21).

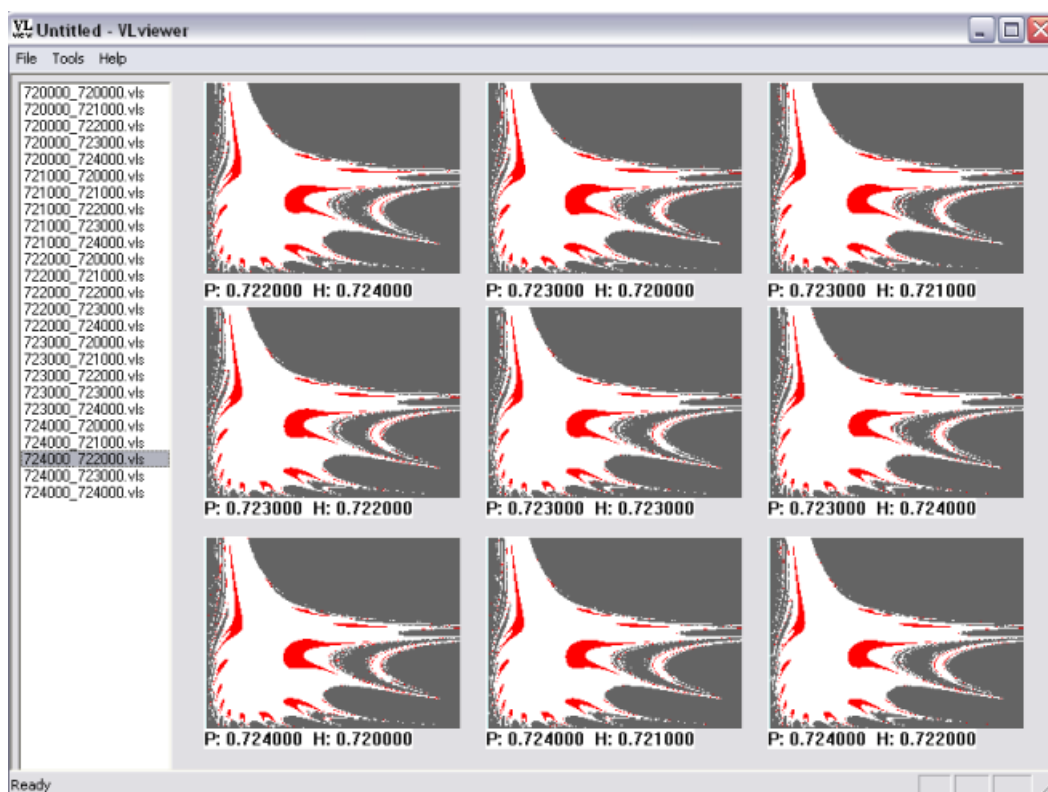


**Obrázok 5 – 21** Menu: Help/About VLviewer. . .



## Pracovná plocha

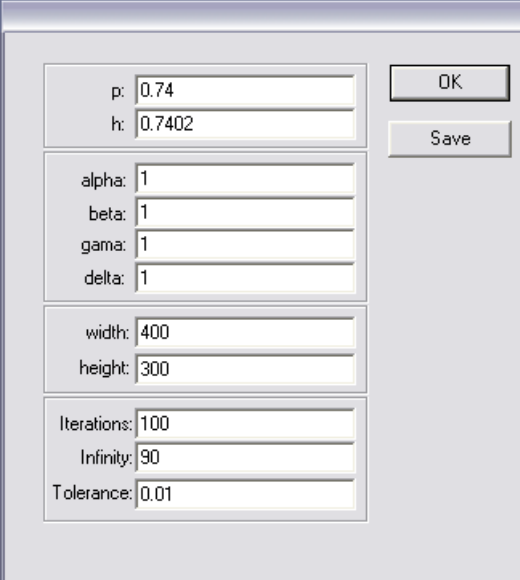
Pracovnú plochu okna (obr. 5 – 22) tvorí zoznam súborov umiestnený na ľavej strane a zvyšná časť predstavuje zobrazovaciu plochu pre obrázky. Rozmiestnenie obrázkov sa deje automaticky podľa ich veľkosti. V zozname obrázkov je možné pohybovať sa šípkou alebo kliknutím ľavým tlačidlom myši. Aktuálna pozícia kurzora v zozname obrázkov sa vždy posunie na posledy nakreslený obrázok, aby ďalší pohyb šípkou zobrazil nasledujúce obrázky a pozícia kurzora v zozname sa opäť presunie na posledný obrázok v aktuálnom pohľade.



Obrázok 5 – 22 Hlavné okno prehliadača obrázkov.

Spolu s obrázkom sú uložené informácie o parametroch s akými bol vypočítaný. Tieto je možné zobrazit' (obr. 5 – 23) dvojklikom ľavým tlačidlom myši na vybraný obrázok v zozname súborov. V zobrazenom okne sa zobrazia všetky parametre obrázka, ktoré má užívateľ možnosť uložit' tlačidlom *Save* do súboru *work/temp\_datas.dat* a v hlavnom programe **VoLo.exe** voľbou z *Menu/Load* ich načítať. *OK* ukončí dialógové

okno s informáciami o obrázku.



A screenshot of a software dialog box with a light gray background. The dialog box contains several input fields and two buttons. The fields are organized into four groups:

- Group 1: 'p:' with value '0.74' and 'h:' with value '0.7402'.
- Group 2: 'alpha:' with value '1', 'beta:' with value '1', 'gama:' with value '1', and 'delta:' with value '1'.
- Group 3: 'width:' with value '400' and 'height:' with value '300'.
- Group 4: 'Iterations:' with value '100', 'Infinity:' with value '90', and 'Tolerance:' with value '0.01'.

On the right side of the dialog box, there are two buttons: 'OK' (top) and 'Save' (bottom).

**Obrázok 5 – 23** Informácie o vybranom obrázku.

## 6 Príklad použitia

V nasledujúcej kapitole sú uvedené dva typické príklady použitia softvérového balíka *Lotka-Volterra*. Uvedené príklady prevedú užívateľa oboma programami krok-za-krokom tak, aby pochopil ich základné funkcie a ovládanie.

### 6.1 Príklad 1

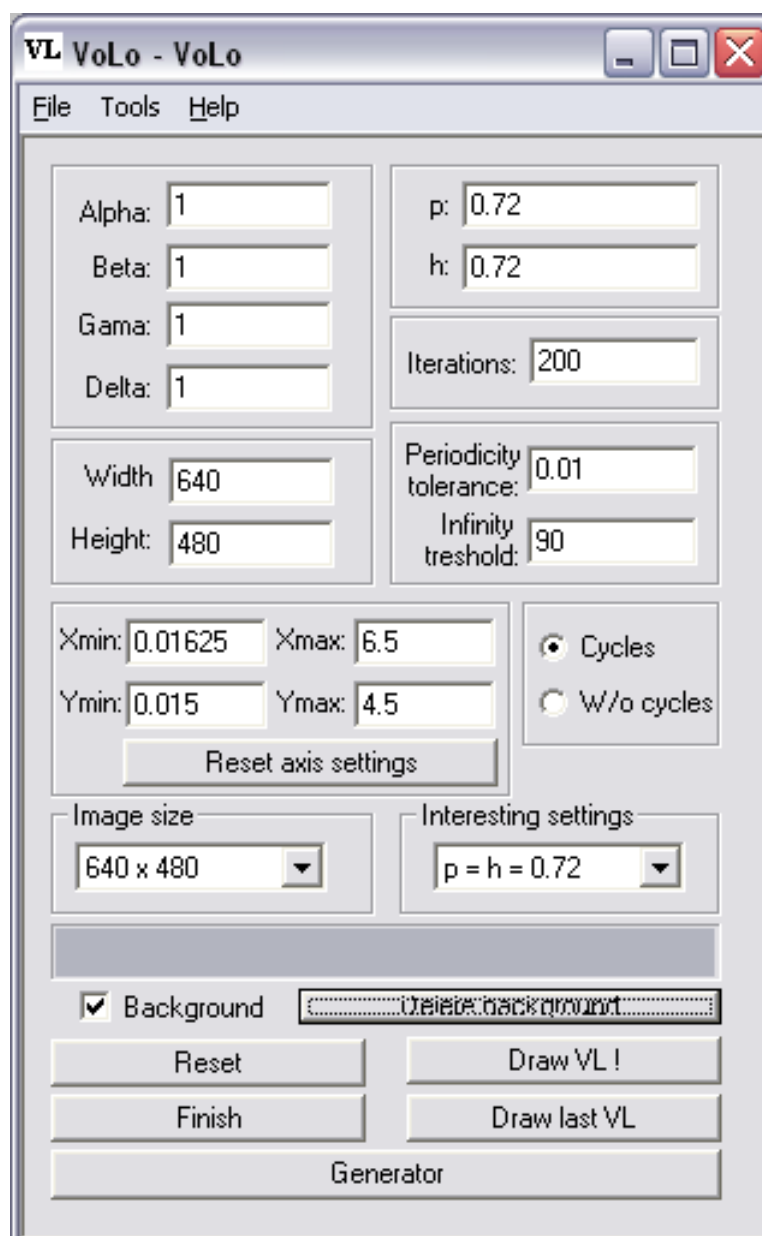
Príklad je zameraný na hlavné dialógové okno, zobrazenie obrázka *Lotka-Volterra*, vytvorenie výrezu a štúdium dynamiky v okne *Search orbits*.

Spustíte program **VoLo.exe**. Zobrazí sa vám okno ako na obr. 4–1. V nastavení **Interesting settings** vyberte nastavenie  $p=h=0.72$  a z *Image size* zvolte rozlíšenie 640 x 480 pixelov. Upravte hodnoty parametrov hlavného okna nasledovne: *Iterations* = 200, *Periodicity tolerance* = 0.01. Ostatné hodnoty ponechajte nastavené na implicitných hodnotách. Výsledok nastavenia je na obr. 6–24.

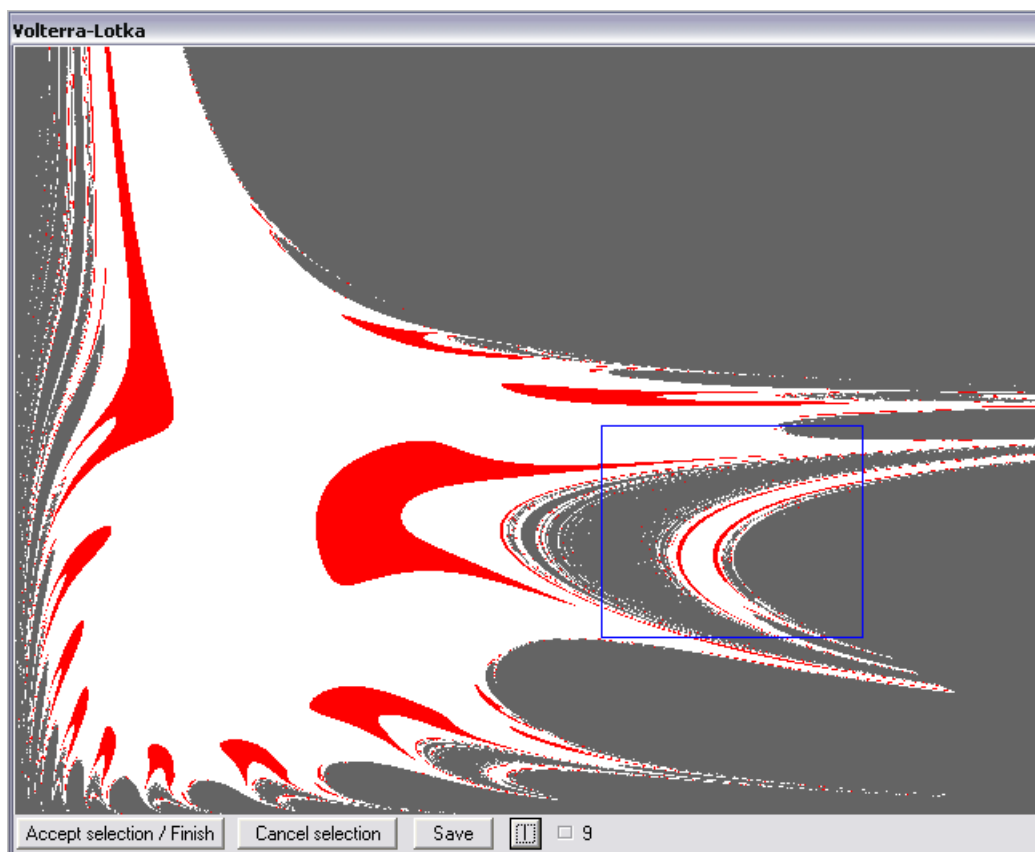
Tlačidlom *Draw VL!* spustíte výpočet. **Progress bar** ukazuje aktuálny stav výpočtu. Po skončení výpočtu sa vám zobrazí okno, ako na obr. 6–25. V pravej dolnej časti je informácia o veľkosti nájdenej periódy. V tomto prípade bol nájdenej atraktor s periódou 9. Tlačidlo *I* zobrazí dodatočné informácie. V hlavnom okne si zvolte výrez pravým tlačidlom myši, tak ako je opísané v príručke. Príklad vyznačeného výrezu je na obr. 6–25 ohraničený modrou farbou. Označený výrez akceptujte tlačidlom *Accept/Finish* a vráťte sa do hlavného dialógového okna. Zmena nastala iba v rozsahu súradníc  $x, y$  (obr. 6–26). Voľba *Background* nie je zvolená, pretože budete počítat' výrez z predošlého obrázka.

Opäť stlačte *Draw VL!*. V nasledujúcom okne ľavým tlačidlom označte ktorýkoľvek bod v červenej oblasti. Výsledok môže vyzerat' ako na obr. 6–27. Modrý bod na obrázku slúži iba na označenie miesta kliknutia myšou.

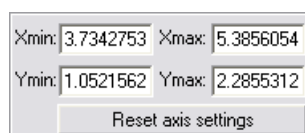
Výber potvrdíte, zobrazí sa vám dialógové okno *Search orbits*. V tomto okne budete bližšie skúmat' správanie sa zvoleného bodu. Nič nenastavujte a stlačte niekoľkokrát tlačidlo *Iterate*. Nakreslili ste niekoľko čiar. Nastavte krok *Reps* na 10 a proces iterovania



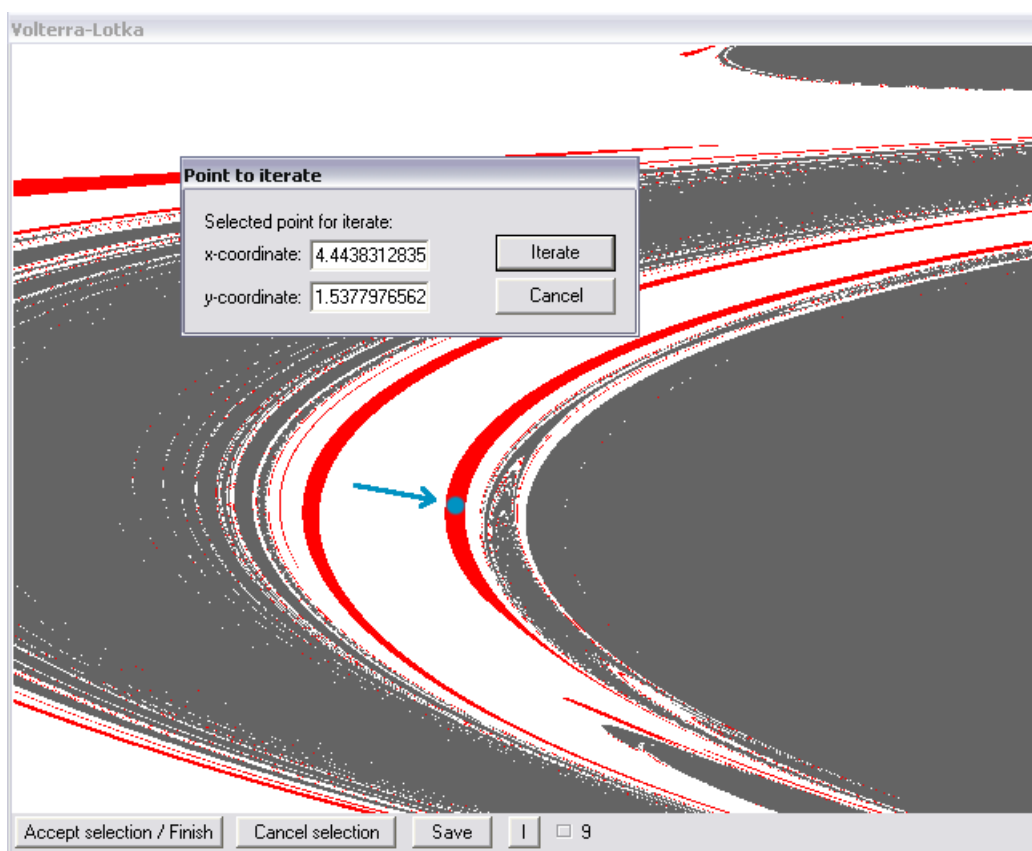
Obrázok 6 – 24 Výsledné nastavenie hlavného dialógového okna.



Obrázok 6 – 25 Výsledok výpočtu obrázka *Lotka-Volterra*.

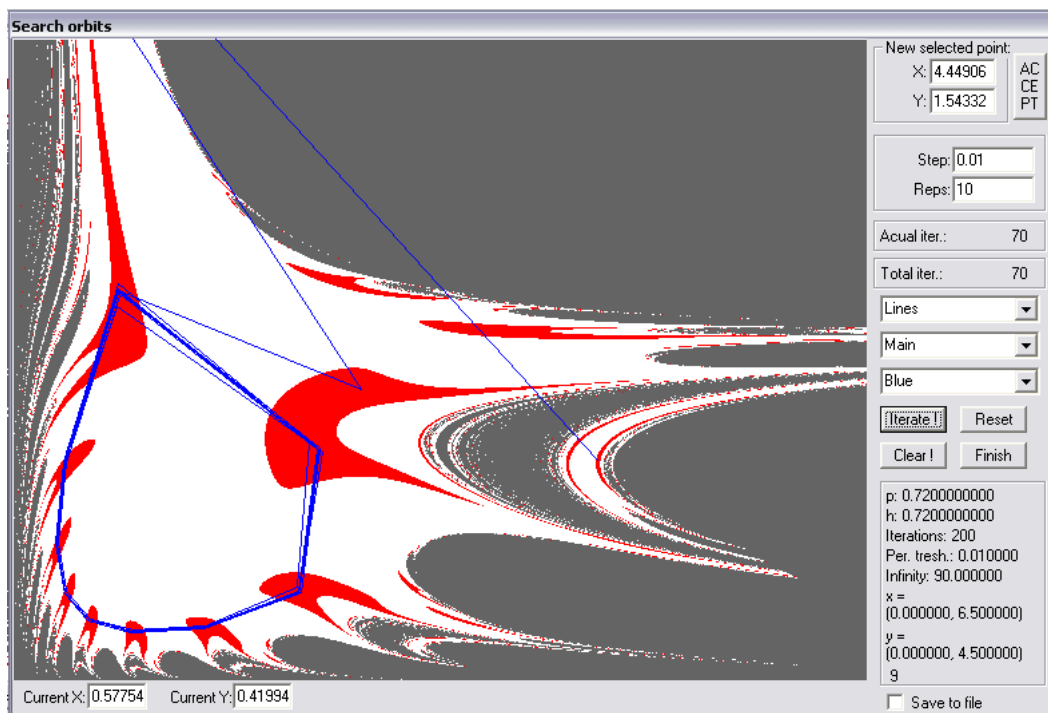


Obrázok 6 – 26 Zmenené súradnice  $x, y$  pre výrez.



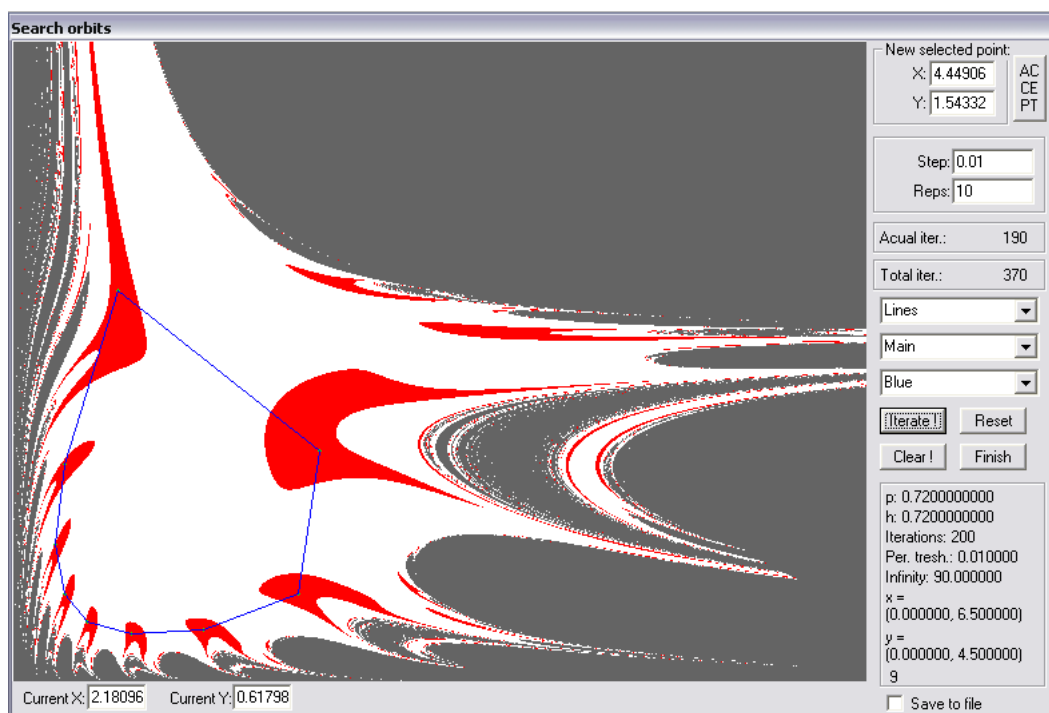
**Obrázok 6–27** Výrez s vybraným bodom (modrý bod) na bližšie štúdium.

opakujte, až kým sa na obrázku nebude nič viditeľne meniť. Výsledok bude podobný tomu na obr. 6 – 28.



**Obrázok 6–28** Okno *Search orbits* s procesom ustálenia.

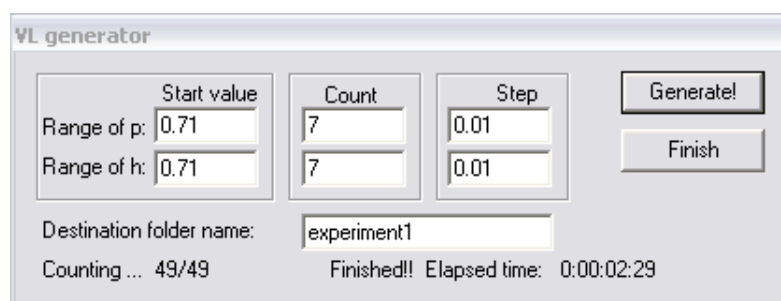
Stlačte tlačidlo *Clear*. Zmazali ste obsah kresliacej plochy a vynulovali počítadlo *Actual iter*. Nastavte hodnotu *Reps* na 1, v prvom zozname vyberte voľbu s označením *Bod 5 px* a farbu kresliaceho bodu zmeňte na zelenú (*Green*) v poslednom rozbaľovacom zozname. Tlačidlom *Iterate* iterujte hodnoty bodu. Po deviatich stlačeniach sa začnú hodnoty iterácií pohybovať po periodickom atraktore s hodnotou 9. Prepnite režim kreslenia na čiary (*Lines*), zmeňte farbu naspäť na modrú (*Blue*) a vykonajte niekoľko iterácií. Výsledok bude podobný obr. 6–29. Na obrázku je zobrazený periodický atraktor 9. V okne *Search orbits* môžete vybrať iný počiatočný bod a proces opakovať. Ak chcete vybrať bod z výrezu, z prostredného rozbaľovacieho zoznamu vyberte položku *Zoom*. Na kresliacej ploche vyberte ľavým tlačidlom myši nový počiatočný bod a pomocou *Accept* začnete nový experiment. Prácu s programom ukončíte tlačidlami *Finish*, *Accept selection/Finish* a znovu *Finish* v hlavnom dialógovom okne.



Obrázok 6–29 Grafické znázornenie periódy 9.

## 6.2 Príklad 2

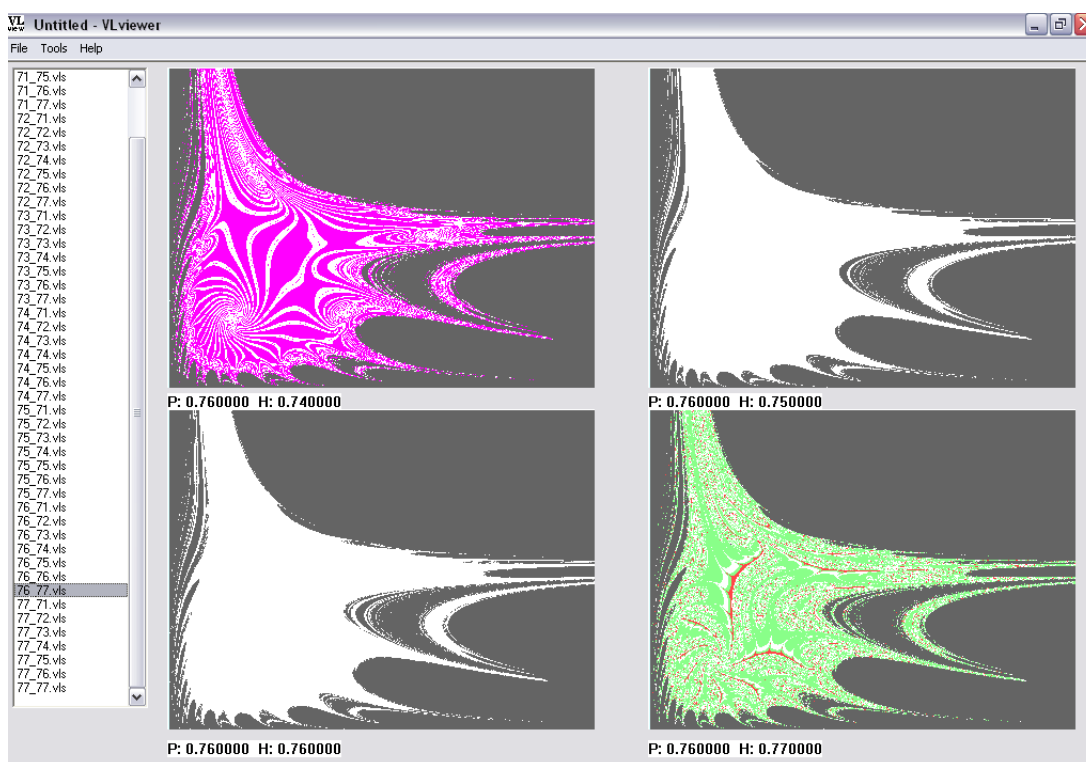
Spustíte program **VoLo.exe** a nastavenia ponechajte implicitné. Tlačidlom *Generator* sa presuniete do dialógového okna generátora a nastavíte v ňom hodnoty podľa obr. 6–30. Tlačidlom *Generate* spustíte automatický výpočet obrázkov podľa nastavených parametrov. Podobne môžete vykonať aj experimenty s inými parametrami. Prácu s generátorom ukončíte tlačidlom *Finish*.



Obrázok 6–30 Dialógové okno generátora.



Spustíte prehliadač obrázkov (**VLviewer.exe**). V prvom dialógu zvolíte tlačidlo *Choose* a vyberte adresár *experiment1*, do ktorého ste uložili obrázky experimentu. Svoj výber potvrdíte tlačidlom *OK*. Zobrazí sa vám okno podobné tomu na obr. 6–31. Dvojklik na ľubovoľný súbor v zozname otvorí informačné okno, v ktorom sú zobrazené všetky informácie o obrázku. *Save* tieto hodnoty uloží, *OK* zatvorí informačné okno. Uložte hodnoty ľubovoľného obrázka. Prehliadač zatvorte. V programe **VoLo.exe** vojdite do menu *Tools* a zvolíte *Load*. Týmto spôsobom ste načítali uložené hodnoty obrázka, ktoré ste uložili v prehliadači. Ďalší postup v hlavnom okne je analogický ako v príklade 1.



Obrázok 6–31 Hlavné okno prehliadača obrázkov.

## Zoznam obrázkov

4–1	Hlavné okno programu. . . . .	4
4–2	Menu: File/Exit . . . . .	5
4–3	Menu: Tools/Load . . . . .	5
4–4	Dialógové okná upozorňujúce na neexistenciu adresára-súbora. . . . .	6
4–5	Menu: Tools/Settings . . . . .	7
4–6	Menu: Help/Help . . . . .	7
4–7	Menu: Help/About Volo. . . . .	8
4–8	Zoznam prednastavených veľkostí obrázka. . . . .	9
4–9	Okno <i>Lotka-Volterra</i> . Obrázok vygenerovaný z implicitných parametrov. . . . .	12
4–10	Dialógové okno generátora. . . . .	12
4–11	Dialógové okno generátora. . . . .	15
4–12	Upozornenie užívateľa pri výbere bodu mimo obrázka <i>Lotka-Volterra</i> . . . . .	15
4–13	Upozornenie užívateľa na nesprávne rozlíšenie obrázka. . . . .	16
4–14	Označenie výrezu. . . . .	16
4–15	Informačné okno o obrázku <i>Lotka-Volterra</i> . . . . .	17
4–16	Dialógové okno <i>Search orbits</i> . . . . .	18
4–17	Výber kresliaceho bodu - vľavo. Výber farby - vpravo. Výber pozadia - dole. . . . .	19
4–18	Kombinácia kresliaceho bodu a farby pri štúdiu dynamiky. . . . .	20
5–19	Úvodné dialógové okno prehliadača obrázkov. . . . .	21
5–20	Menu: Tools/Work Dir a prislúchajúce dialógové okno. . . . .	22
5–21	Menu: Help/About VLviewer. . . . .	22
5–22	Hlavné okno prehliadača obrázkov. . . . .	23
5–23	Informácie o vybranom obrázku. . . . .	24
6–24	Výsledné nastavenie hlavného dialógového okna. . . . .	26
6–25	Výsledok výpočtu obrázka <i>Lotka-Volterra</i> . . . . .	27
6–26	Zmenené súradnice $x, y$ pre výrez. . . . .	27

---

6–27 Výrez s vybraným bodom (modrý bod) na bližšie štúdium. . . . .	28
6–28 Okno <i>Search orbits</i> s procesom ustálenia. . . . .	29
6–29 Grafické znázornenie periódy 9. . . . .	30
6–30 Dialógové okno generátora. . . . .	30
6–31 Hlavné okno prehliadača obrázkov. . . . .	31

## Zoznam tabuliek

3–1 Časy generovania obrázka modelu <i>Lotka-Volterra</i> . . . . .	3
4–2 Parametre generovaného obrázka. . . . .	10
4–3 Zoznam všetkých parametrov v zozname <i>Interesting settings</i> . . . . .	11
4–4 Význam farieb na obrázku <i>Lotka-Volterra</i> . . . . .	14

## Zoznam použitej literatúry

Peitegen H. O., Richter P. H. 1986, *The Beauty of Fractals*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg