

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE  
DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E INFORMATICA  
CORSO DI LAUREA IN INFORMATICA

TESI DI LAUREA

# Simulazione di Sistemi Reattivi Bigrafici

CANDIDATO  
Elia Calligaris

RELATORE  
Prof. Marino Miculan

CO-RELATORE  
Dott. Marco Peressotti

Anno Accademico 2014-2015

Università degli Studi di Udine  
Via delle Scienze, 206  
33100 Udine — Italia



*A coloro che mi hanno donato la parola,  
ed a coloro che mi hanno insegnato ad usarla.*



---

# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Teoria dei bigrafi</b>	<b>3</b>
2.1	Segnatura . . . . .	3
2.2	Place graph . . . . .	3
2.3	Link graph . . . . .	3
2.4	Bigrafo . . . . .	3
2.5	Operazioni sui bigrafi . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Simulazione di BRS</b>	<b>5</b>
3.1	La libreria JLibBig . . . . .	5
3.2	Rappresentare i Bigrafi . . . . .	5
3.3	Rappresentare le Regole di Riscrittura . . . . .	5
3.4	Modellare il BRS . . . . .	5
3.5	Grafo degli stati . . . . .	6
3.6	Comporre il Simulatore . . . . .	6
3.7	Visualizzare i Bigrafi . . . . .	7
3.8	Esempi e applicazioni . . . . .	7
3.8.1	Il Gioco della Vita di Conway . . . . .	7
3.9	Conclusioni . . . . .	8



---

# 1

## Introduzione





---

# 2

## Teoria dei bigrafi

- 2.1 Segnatura
- 2.2 Place graph
- 2.3 Link graph
- 2.4 Bigrafo
- 2.5 Operazioni sui bigrafi



---

# 3

## Simulazione di BRS

Si immagini di avere un sistema che si vuole rappresentare usando il formalismo dei bigrafi. Si immagini di aver definito un'adeguata segnatura, un bigrafo rappresentante lo stato iniziale, e un insieme adeguato di regole di reazione. Si vuole ora costruire un programma che permetta di *simulare* l'evoluzione del sistema definito sopra. Innanzitutto bisogna implementare la segnatura, i bigrafi e le regole: per questo ci si appoggia alla libreria JLibBig. Poi si pone il problema di come far evolvere il sistema, dato che le regole di reazione vengono applicate in modo non-deterministico: non esiste un solo percorso lineare di evoluzione, bensì ve ne sono molteplici, alcuni dei quali magari non hanno senso concretamente; possono addirittura formarsi cicli nell'evoluzione degli stati, portando un eventuale processo di simulazione a non terminare. In buona sostanza, può risultare necessario tenere traccia di tutte le applicazioni delle regole di reazione e di tutti gli stati generati, in modo da poter decidere in seguito quali ci interessano e quali no.

È evidente che un simulatore è un costrutto complesso: al fine di semplificarne la comprensione, nonché l'implementazione, si propone di suddividerlo in moduli, che verranno discussi uno ad uno. Saranno altre-sì discusse le basi implementative necessarie.

### 3.1 La libreria JLibBig

### 3.2 Rappresentare i Bigrafi

### 3.3 Rappresentare le Regole di Riscrittura

### 3.4 Modellare il BRS

Il modulo BRS ha un semplice compito: dato un bigrafo ed un insieme di regole di riscrittura, esso applica queste ultime al bigrafo, producendo una lista di bigrafi

che rappresentano tutti i possibili stati successivi; Non viene fatto alcun controllo di sorta sul risultato.

**Implementazione** Nello specifico, BRS produce una lista di coppie (*bigrafo*, *regolaRiscrittura*), in modo che gli altri moduli del simulatore possano capire che regola ha prodotto una data evoluzione del sistema.

**Strategie** Il modulo BRS è stato implementato in modo da poter definire con che criterio vengono applicate le regole di reazione: per esempio, è possibile definire delle regole di riscrittura con priorità, e far sì che BRS le rispetti. Tuttavia, nella maggior parte dei casi pratici, questa versatilità ha un impatto trascurabile.

### 3.5 Grafo degli stati

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

### 3.6 Comporre il Simulatore

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar

at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

## 3.7 Visualizzare i Bigrafi

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

## 3.8 Esempi e applicazioni

### 3.8.1 Il Gioco della Vita di Conway

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut

massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

### 3.9 Conclusioni

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.