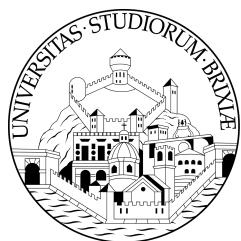


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

Relazione progetto Algoritmi e Strutture Dati
2019/2020

Espressioni regolari e automi



Studenti

Lorenzo Papa MAT 715472
Lorenzo Serina MAT 715995

A.A. 2020/2021

Indice

1	Introduzione	1
2	Librerie e moduli	2
2.1	Librerie per la gestione del formato dei file in input/output	2
2.1.1	Pickle	2
2.2	Librerie per la gestione dell'input dell'utente	3
2.2.1	Tkinter	3
2.3	Librerie per l'analisi delle prestazioni	4
2.3.1	Analisi tempo richiesto dall'algoritmo: Time	4
2.3.2	Analisi occupazione memoria: Tremalloc	5
2.4	Librerie di utilità	6
2.4.1	Copia di un oggetto: Copy	6
3	Strutture dati	7
3.1	Rete	7
3.2	Link	7
3.3	Automa a stati finiti (FA)	8
3.4	Stato dell'automa	8
3.5	Transizione	9
3.6	Evento	9
3.7	FunzioneEvento	10
3.8	Nodo	10
3.9	Cammino	10
3.10	SpazioComportamentale e SpazioComportamentaleOss	11
3.11	ChiusuraSilenziosa	12
3.12	Spazio delle chiusure	13
3.13	Diagnosticatore	13
3.14	StatoDiagnosi	13
4	Algoritmi e relativi pseudocodici	15
4.1	Compito 1	16
4.1.1	Spazio_comportamentale	16
4.2	Compito 2	18
4.2.1	Spazio_comportamentale_Oss	18
4.3	Compito 3	20

4.3.1	Calcolo della diagnosi relativa a una osservazione lineare	20
4.4	Compito 4	21
4.4.1	Ricava chiusura silenziosa	21
4.4.2	Generazione dello spazio delle chiusure silenziose (e decorate)	21
4.4.3	Generazione del diagnosticatore	22
4.5	Compito 5	24
4.5.1	Calcolo della diagnosi lineare relativa a una osservazione lineare . .	24
5	Come avviare il programma	26
5.1	Windows 10	26
5.2	Mac OS Catalina	28
6	Esempi e analisi delle prestazioni	29
6.1	Rete 1	29
6.1.1	Compito 1	31
6.1.2	Compito 2	32
6.1.3	Compito 3	34
6.1.4	Compito 4	35
6.1.5	Compito 5	36
6.2	Rete 2 - Benchmark	37
6.2.1	Compito 1	39
6.2.2	Compito 2	42
6.2.3	Compito 3	47
6.2.4	Compito 4	48
6.2.5	Compito 5	51
6.3	Rete 3	52
6.3.1	Compito 1	54
6.3.2	Compito 2	55
6.3.3	Compito 3	56
6.3.4	Compito 4	57
6.3.5	Compito 5	58
6.4	Rete 4 - Caso di studio - Autolavaggio	59
6.4.1	Compito 1	62
6.4.2	Compito 2	64
6.4.3	Compito 3	67
6.4.4	Compito 4	68
6.4.5	Compito 5	69
6.5	Analisi comparativa delle prestazioni	70
6.5.1	Compito 1	70
6.5.2	Compito 2	73
6.5.3	Compito 3	75
6.5.4	Compito 4	77
6.5.5	Compito 5	81
Riferimenti bibliografici		83

Capitolo 1

Introduzione

Il progetto realizzato consiste nella realizzazione di un'insieme di algoritmi che permetta di svolgere specifiche operazioni su una rete di automi a stati finiti.

Nel capitolo 2 vengono introdotte le librerie di maggior interesse per la realizzazione di alcune funzionalità del programma.

Nel capitolo 3 vengono descritte le strutture dati alla base del codice e in particolare rappresentanti le componenti degli automi a stati finiti.

Nel capitolo 4 vengono illustrati gli pseudo-codici relativi agli algoritmi realizzati.

Infine, nei capitoli 5 e 6 vengono chiarite le procedure necessarie all'esecuzione del programma e vengono mostrati i risultati e le analisi dei vari output prodotti da quest'ultimo.

Il codice è interamente disponibile alla [repository GitHub\[6\]](#).

Capitolo 2

Librerie e moduli

In questa sezione vengono presentate le librerie necessarie per la corretta esecuzione del programma in oggetto. In particolare, ognuna di queste è stata implementata rispetto alla versione 3.9 di *Python*.

2.1 Librerie per la gestione del formato dei file in input/output

2.1.1 Pickle

Per poter gestire il formato dei file in input ed output al programma, quali le reti, gli spazi comportamentali, gli spazi di osservazione, etc è stata utilizzata la libreria *Jsonpickle*[7]. *Jsonpickle* è una libreria Python per la serializzazione e deserializzazione di oggetti Python complessi da e verso JSON.

Per poter sfruttare tale libreria è necessario eseguire il comando: *import jsonpickle*

Per poter trasformare l'oggetto python in una stringa JSON, occorre utilizzare il seguente comando *json_conv = jsonpickle.encode(py_obj)*.

Per poter ricreare l'oggetto python a partire dalla stringa JSON, occorre utilizzare il seguente comando *py_obj = jsonpickle.decode(json_conv)*

In particolare, per poter convertire l'oggetto *Rete* Python in formato JSON nel programma è stato definito il modulo *CreaJSONDaRete*, mostrato in figura 2.1

```
def CreaJSONDaRete(path, rete):
    f = open(path, 'w')
    json_obj = jsonpickle.encode(rete)
    f.write(json_obj)
```

Figura 2.1: Modulo conversione da Python a JSON.

Di seguito, in figura 2.2, viene presentato "l'aspetto" del risultato della conversione della rete in formato JSON.

```
{
  "py/object": "strutture_dati.Rete",
  "lista_FA": [
    {
      "py/object": "strutture_dati.FA",
      "nome": "C3",
      "stati": [
        {
          "py/object": "strutture_dati.Stato"
        }
      ],
      "transizioni": [
        {
          "py/object": "strutture_dati.Transizione"
        }
      ],
      "stato_iniziale": {
        "py/object": "strutture_dati.Stato"
      },
      "stato_corrente": {
        "py/object": "strutture_dati.Stato"
      }
    }
  ],
  "lista_link": [
    {
      "py/id": 9
    }
  ]
}
```

Figura 2.2: File JSON in input al programma.

Infine, in figura 2.3, viene presentato il dettaglio della struttura dati transizione componente della rete.

2.2 Librerie per la gestione dell'input dell'utente

askstring

2.2.1 Tkinter

Per poter gestire la richiesta dei file richiesti in input al programma, quali le reti, gli spazi comportamentali, gli spazi di osservazione, etc è stata utilizzata la libreria *tkinter*[2].

Il pacchetto *tkinter* ("interfaccia Tk") è l'interfaccia standard Python del toolkit Tcl/Tk GUI.

Tk è un pacchetto Tcl implementato in C che aggiunge comandi personalizzati per creare e manipolare i widget dell'interfaccia grafica.

Inoltre, viene utilizzato il modulo *tkinter.filedialog* che fornisce classi e funzioni per creare finestre di selezione di file/directory.

In particolare, vengono sfruttate la funzioni *withdraw()* e *askopenfilename()*. Le due funzioni di cui sopra creano una finestra di dialogo Open e restituiscono il nome del file selezionato dall'utente. Per poterle utilizzare è necessario eseguire i comandi *from tkinter import Tk* e *from tkinter.filedialog import askopenfilename*.

In figura 2.4, viene mostrato come all'interno del programma si richiede all'utente di fornire in input lo specifico file JSON rappresentante la rete di automi e la seguente ricodifica in formato python.

```

"transizioni": [ +
  { +
    "py/object": "strutture_dati.Transizione",
    "nome": "t2a",
    "stato_i": { + },
    "stato_f": { + },
    "evento_in": { +
      "py/object": "strutture_dati.FunzioneEvento",
      "link": { +
        "py/object": "strutture_dati.Link",
        "nome": "L2",
        "FA_i": "C3",
        "FA_f": "C2",
        "buffer": ""
      },
      "evento": { +
        "py/object": "strutture_dati.Evento",
        "nome": "e2"
      }
    },
    "eventi_out": [ + ],
    "oss": "o2",
    "ril": "\u003b5"
  },
  { + }
]

```

Figura 2.3: Dettaglio transizione del file JSON in input al programma.

```

Tk().withdraw()
filename = askopenfilename()
f = open(filename)
json_str = f.read()
obj = jsonpickle.decode(json_str)

```

Figura 2.4: Richiesta e decodifica della rete in formato JSON.

2.3 Librerie per l'analisi delle prestazioni

2.3.1 Analisi tempo richiesto dall'algoritmo: Time

Per poter effettuare un'analisi temporale relativa al tempo impiegato dai vari algoritmi per svolgere le operazioni richieste dall'utente è stata utilizzata la libreria *time*[4].

Tale libreria permette di registrare due tipi distinti di "tempo", ovvero tempo assoluto e tempo relativo.

Il tempo assoluto è il "tempo del mondo reale", che viene restituito dalla funzione *time.time()* e di solito è misurato rispetto ad un punto fisso nel tempo passato (ad esempio l'epoca UNIX di 00:00:00 UTC del 01/01/1970) con una risoluzione di almeno 1 secondo. Tale misura risulta essere quindi meno precisa e non specificatamente legata alle sole

operazioni svolte dall'algoritmo.

Per tale motivo abbiamo scelto di sfruttare metodi come *time.perf_counter* e *time.process_time* che permettessero di misurare il tempo relativo. Questo tipo di tempo non ha una relazione definita con il tempo del mondo reale, nel senso che la relazione è specifica del sistema e dell'implementazione. Esso può essere usato solo per misurare intervalli di tempo, cioè un valore senza unità che è proporzionale al tempo trascorso tra due istanti. In particolare, viene usato principalmente per valutare le prestazioni relative tra versioni di codice. Sui sistemi moderni, esso viene misurato utilizzando un contatore della CPU che viene incrementato monotonicamente ad una frequenza legata al clock hardware della CPU. Inoltre, il valore del contatore viene resettato ogni volta che la CPU viene accesa o resettata.

Nel dettaglio *time.perf_counter* restituisce il valore assoluto del contatore (che è anche influenzato da altri programmi in esecuzione in background sulla macchina), mentre *time.process_time* è un valore che deriva dal contatore della CPU ma viene aggiornato solo quando un dato processo è in esecuzione sulla CPU e può essere suddiviso in 'tempo utente', che è il tempo in cui il processo stesso è in esecuzione sulla CPU, e 'tempo di sistema', che è il tempo in cui il kernel del sistema operativo è in esecuzione sulla CPU per conto del processo. **Abbiamo quindi scelto di usare entrambe le misure per vedere l'eventuale effetto dell'influenza dei programmi in esecuzione in background sulla macchina/ solo la seconda perché ci desse una misura più precisa del vero tempo di esecuzione del codice (dire o qua o dopo che abbiamo fatto tanti run per le stime)** In figura 2.5, è presentato un esempio del codice utile per effettuare tali misurazioni.

```

start2 = time.time()
start3 = time.perf_counter()
start = time.process_time()
sc.spazio_comportamentale(rete)
end = time.process_time()
end3 = time.perf_counter()
end2 = time.time()
diff= start-end
diff3= start3-end3
diff2= start2-end2

```

Figura 2.5: Tracciamento del tempo di esecuzione degli algoritmi tramite *time.process_time*.

2.3.2 Analisi occupazione memoria: Tremalloc

Per analizzare l'occupazione di memoria dei vari metodi implementati all'interno del programma è stato utilizzato il modulo *tracemalloc*^[5]. Esso è un modulo di debug che traccia i blocchi di memoria allocati da Python durante l'esecuzione di codice. In particolare, è stata utilizzata la funzione *tracemalloc.get_traced_memory()* per poter effettuare un'analisi legata alla dimensione correntemente occupata dei blocchi di memoria e il picco raggiunto durante l'esecuzione del programma.

Nel dettaglio, per avviare il tracciamento di tali informazioni è necessario eseguire il comando `tracemalloc.start()`. Successivamente, per poter recuperare le misure raccolte dal modulo occorre eseguire il comando `get_traced_memory()`. Infine, per terminare il tracciamento è necessario eseguire il comando `tracemalloc.stop()`; il quale ha il compito di smontare gli agganci e tutte le tracce precedentemente raccolte dei blocchi di memoria allocati da Python. Per poter utilizzare tali funzioni è necessario importare il modulo eseguendo il comando `import tracemalloc`.

In figura 2.6, viene mostrato un esempio di come all'interno del programma avvengono tali misurazioni.

```
tracemalloc.start()
spazio=sc.spazio_comportamentale(rete)
print(tracemalloc.get_traced_memory())
do.diagnosiOsservazione(spazio)
print(tracemalloc.get_traced_memory())
tracemalloc.stop()
```

Figura 2.6: Tracciamento dei blocchi di memoria allocati e picchi tramite tracemalloc.

2.4 Librerie di utilità

2.4.1 Copia di un oggetto: Copy

Dato che le istruzioni di assegnazione in Python non copiano gli oggetti ma creano collegamenti tra l'elemento di destinazione e l'oggetto di partenza, per quelle liste all'interno del codice che sono mutabili o contengono elementi mutabili, è stato necessario realizzare una copia in modo che fosse possibile modificarla senza modificare l'elemento di partenza. Questo scopo è stato raggiunto grazie al modulo `deepcopy()`[3], il quale costruisce un nuovo oggetto composto e poi, ricorsivamente, vi inserisce le copie degli oggetti trovati nell'originale.

Capitolo 3

Strutture dati

In questa sezione vengono presentate le strutture dati realizzate a supporto degli algoritmi (sezione 5.2) sviluppati all'interno del progetto. Ciò è necessario al fine di chiarire quali siano le componenti e le relazioni degli oggetti alla base delle operazioni realizzate.

3.1 Rete

Il primo elemento presentato è la *rete* di automi a stati finiti (FA), ovvero l'oggetto che viene fornito in ingresso al programma e rispetto a cui vengono eseguiti gli algoritmi della sezione 5.2. Tale oggetto si compone di un insieme finito di automi a stati finiti collegati fra loro tramite un certo insieme di *link* su cui transitano degli *eventi*. Ogni automa è composto da uno o più *stati*, i quali vengono aggiornati allo scattare di particolari *transizioni*. Tali transizioni vengono abilitate in base allo stato corrente e in base ai possibili eventi contenuti nei link (in ingresso e/o in uscita). Esse possono inoltre generare nuovi eventi in uscita sui relativi link di destinazione (qualora essi siano vuoti).

Struttura dati	Rete
Parametri: Lista_FA: Lista_link: Nome:	insieme degli automi componenti la rete (oggetti FA). insieme dei canali su cui transitano gli eventi (oggetti Link). stringa identificante l'oggetto Rete.

Tabella 3.1: Struttura dati: Rete

3.2 Link

La classe *Link* riferisce l'elemento rappresentante il collegamento tra gli automi a stati finiti (FA). Su di esso transitano gli *eventi* in ingresso e/o uscita.

Struttura dati	Link
Parametri:	
Nome:	stringa univoca identificante il link.
FA_i:	componente sorgente del link (oggetto FA).
FA_f:	componente destinazione del link (oggetto FA).
Buffer:	stringa rappresentante un singolo evento/valore presente sul link.

Tabella 3.2: Struttura dati: Link

3.3 Automa a stati finiti (FA)

La classe *FA* rappresenta un automa a stati finiti, ovvero un elemento dotato di un insieme finito (non nullo) di stati e di un insieme finito (eventualmente nullo) di transizioni. Esso viene identificato mediante un nome univoco.

Struttura dati	FA
Parametri:	
Nome:	stringa univoca identificante l'automa.
Stati:	insieme dei possibili valori di stato attribuibili all'automa (oggetti Stato).
Transizioni:	insieme delle possibili transizioni associate all'automa (oggetti Transizione).
Stato_iniziale:	valore dello stato dell'automa all'inizializzazione della rete (oggetto Stato).
Stato_corrente:	valore dello stato dell'automa durante le varie fasi di esecuzione dell'algoritmo (oggetto Stato).

Tabella 3.3: Struttura dati: FA

3.4 Stato dell'automa

La classe *Stato* permette di descrivere l'attuale valore dei componenti e dei link dell'automa. Il valore di stato di un automa può variare allo scattare delle cosiddette *transizioni*. Generalmente uno stato viene definito di accettazione quando è uno stato finale (lo stato iniziale può potenzialmente essere di accettazione), ovvero quando tutti i suoi link sono vuoti.

Struttura dati	Stato
Parametri: Nome:	stringa univoca identificante lo stato.

Tabella 3.4: Struttura dati: Stato

3.5 Transizione

La classe *Transizione* descrive quell'elemento che permette di effettuare il passaggio di stato degli automi a stati finiti. Essa è dotata di un evento in ingresso (che può essere nullo) e di un insieme di eventi in uscita (che può essere vuoto). Perchè una transizione possa scattare occorre che lo stato corrente dell'automa sia quello richiesto dalla transizione stessa e che il contenuto del buffer del link sia compatibile con gli eventuali eventi in ingresso e/o uscita interessati da quest'ultima. Inoltre, ad essa possono essere associate etichette di rilevanza e/o di osservazione. Qualora l'etichetta di osservazione dovesse essere nulla, si dice che la transizione non è osservabile. In generale, sono sempre presenti uno stato iniziale e uno stato finale relativi alla transizione, mentre uno tra gli eventi in ingresso e gli eventi in uscita può essere nullo.

Struttura dati	Transizione
Parametri: Nome: Stato_i: Stato_f: Evento_in: Eventi_out: Oss: Ril:	stringa univoca identificante la transizione. valore di stato richiesto perché la transizione possa scattare (oggetto Stato). nuovo valore di stato a seguito dell'esecuzione della transizione (oggetto Stato). evento richiesto sul link di input perché la transizione possa scattare (oggetto Evento). nuovi eventi sul link di output a seguito dell'esecuzione della transizione (oggetti Evento). stringa rappresentante l'etichetta di osservabilità associata alla transizione. stringa rappresentante l'etichetta di rilevanza associata alla transizione.

Tabella 3.5: Struttura dati: Transizione

3.6 Evento

La classe *Evento* è utile per rappresentare quegli oggetti che possono presentarsi in ingresso ad una transizione per permettere che quest'ultima scatti, e/o essere prodotti in uscita da quest'ultima. Tali eventi vengono ospitati nel buffer della struttura dati *link*.

Struttura dati	Evento
Parametri: Nome:	stringa univoca identificante l'evento.

Tabella 3.6: Struttura dati: Evento

3.7 FunzioneEvento

La classe *FunzioneEvento* permette di associare ogni oggetto *evento* allo specifico *link* di transizione.

Struttura dati	FunzioneEvento
Parametri: Link: Evento:	la struttura dati su cui transita l'evento (oggetto Link). la struttura dati rappresentante l'evento stesso (oggetto Evento).

Tabella 3.7: Struttura dati: FunzioneEvento

3.8 Nodo

La classe *Nodo* permette di descrivere un possibile stato dell'intera rete di automi a stati finiti (FA), ovvero essa indica il valore degli stati degli automi e il contenuto dei link.

Struttura dati	Nodo
Parametri: Stati_FA: Lista_link: Nome: Id: Final: Indice_oss:	insieme degli automi componenti la rete (oggetti FA). insieme delle strutture dati su cui transita l'evento (oggetti Link). stringa identificante il nodo. intero (non negativo) identificante univocamente il nodo. attributo booleano indicante se il nodo è di tipo finale. intero (non negativo) identificante l'indice di osservazione del nodo (momento in cui esso viene).

Tabella 3.8: Struttura dati: Nodo

3.9 Cammino

La classe *Cammino* permette di indicare il collegamento, o percorso, congiungente due oggetti *nodo*. Inoltre, nell'algoritmo *Diagnosticatore*, vengono assegnate anche le chiusure

in cui i nodi iniziali e finali sono compresi, facendo sì che il cammino, di fatto, congiunga le chiusure.

Struttura dati	Cammino
Parametri:	
Nome:	stringa identificante la transizione associata.
Nodo_iniziale:	componente sorgente del cammino (oggetto Nodo).
Nodo_finale:	componente destinazione del cammino (oggetto Nodo).
Oss:	stringa rappresentante l'etichetta di osservabilità associata alla transizione che genera il cammino.
Ril:	stringa rappresentante l'etichetta di rilevanza associata alla transizione che genera il cammino.
Chiusura_iniziale:	chiusura silenziosa sorgente del cammino, assegnata dall'algoritmo "SpazioChiusure" (Oggetto Chiusura_Silenzionsa).
Chiusura_finale:	chiusura silenziosa destinazione del cammino, assegnata dall'algoritmo "SpazioChiusure" (Oggetto Chiusura_Silenzionsa).
Nodo_accettaz_rag:	intero indicante l'id del nodo di accettazione raggiunto dall'algoritmo "EspressioniRegolari".
Etichetta_diagnosi:	stringa indicante l'output calcolato dall'algoritmo "Diagnosticatore", contenente la diagnosi del cammino.

Tabella 3.9: Struttura dati: Cammino

3.10 SpazioComportamentale e SpazioComportamentaleOss

La classe *SpazioComportamentale* consiste in un FA deterministico, ottenuto applicando tutti i possibili passaggi di stato a partire dallo stato iniziale della rete. Tale passaggio di stato avviene tramite una sequenza di transizioni, detta anche cammino. La classe *SpazioComportamentaleOss* non è altro che la porzione di *SpazioComportamentale* contenente tutte e sole le traiettorie (sequenza di transizioni che porta dallo stato iniziale a uno stato finale) che producono la specifica osservazione lineare data (sequenza ordinata di eventi osservabili lungo una traiettoria).

Struttura dati	SpazioComportamentale/SpazioComportamentaleOss
Parametri:	
Nodo_iniziale:	elemento rappresentante il nodo iniziale dello spazio comportamentale (oggetto Nodo).
Lista_nodi:	insieme di oggetti rappresentanti i nodi componenti lo spazio comportamentale (oggetti Nodo).
Lista_cammini:	insieme di oggetti rappresentanti i collegamenti tra i nodi componenti lo spazio comportamentale (oggetti Cammino).

Tabella 3.10: Struttura dati: SpazioComportamentale/SpazioComportamentaleOss

3.11 ChiusuraSilenziosa

La classe *ChiusuraSilenziosa* è in relazione ad un particolare oggetto *Stato* e consiste nel sottospazio dello spazio comportamentale che contiene tutti e i soli stati raggiungibili a partire da quest'ultimo tramite cammini contenenti solamente transizioni non osservabili. Ogni chiusura silenziosa è univocamente identificata dal suo stato d'ingresso (quindi una per ogni stato dotato di transizioni osservabili entranti).

Struttura dati	ChiusuraSilenziosa
Parametri:	
Nodo_iniziale:	elemento rappresentante il nodo iniziale della chiusura silenziosa (oggetto Nodo).
Lista_nodi:	sotto-insieme di oggetti rappresentanti i nodi componenti la chiusura silenziosa (oggetti Nodo).
Lista_nodi_uscenti:	insieme di oggetti rappresentanti i nodi compresi nella chiusura silenziosa con dei cammini uscenti generati da transizioni osservabili dalla chiusura silenziosa (oggetti Nodo).
Lista_cammini:	insieme di oggetti rappresentanti i collegamenti tra i nodi componenti la chiusura silenziosa (oggetti Cammino).
Id:	intero non negativo rappresentante la chiusura silenziosa.
Final:	valore booleano indicante se la chiusura silenziosa contiene nodi di accettazione.
Diagnosi_relativa:	stringa rappresentante il <i>delta</i> della chiusura silenziosa, generata dall'esecuzione di "EspressioneRegolare" sui nodi della chiusura silenziosa.

Tabella 3.11: Struttura dati: ChiusuraSilenziosa

3.12 Spazio delle chiusure

La classe *Spazio delle chiusure*

Struttura dati	Spazio delle chiusure
Parametri:	
Lista_chiusure:	Insieme di chiusure generate dallo spazio comportamentale della rete in ingresso.
Lista_cammini:	cammini generati da transizioni osservabili, collegano le chiusure tra di loro.
Nodi_finali:	parametro generato dall'algoritmo "Spazio_chiusure" e utilizzato all'interno dell'algoritmo "Diagnosticatore", contiene i nodi di accettazione della rete iniziale.

Tabella 3.12: Struttura dati: Spazio delle chiusure

3.13 Diagnosticatore

La classe *Diagnosticatore* viene vista come un FA in cui a ogni stato viene fatta corrispondere una chiusura silenziosa. Agli stati di accettazione (contenenti stati finali) viene fatta corrispondere la propria diagnosi Δ . Per quanto riguarda le transizioni (fra gli stati), ognuna è associata ad un'etichetta di osservabilità e ad un'espressione regolare.

Struttura dati	Diagnosticatore
Parametri:	
Lista_chiusure:	elementi rappresentanti tutte le chiusure silenziose arricchite con la loro diagnosi (oggetti Chiusura).
Lista_cammini:	elementi rappresentanti tutti i cammini fra le chiusure silenziose arricchiti con la loro diagnosi (oggetti Cammino).

Tabella 3.13: Struttura dati: Diagnosticatore

3.14 StatoDiagnosi

La classe *StatoDiagnosi*, dati un'osservazione lineare e il diagnosticatore della rete, permette di ottenere la particolare diagnosi corrispondente. Tale diagnosi viene ricavata a partire dallo stato iniziale del diagnosticatore seguendo tutte le possibili traiettorie di quest'ultimo che producono l'osservazione lineare data in ingresso. Nello specifico, per ciascuna traiettoria, si costruisce un'espressione regolare che è la concatenazione delle espressioni regolari trovate lungo le transizioni (osservabili) a cui si fa seguire la diagnosi relativa allo stato di

accettazione. Infine, per ottenere la diagnosi relativa all’osservazione lineare, si pongono in alternative tutte le espressioni regolari calcolate.

Struttura dati	StatoDiagnosi
Parametri: Chiusura:	elemento rappresentante la chiusura silenziosa (oggetto Chiusura).
Label:	stringa rappresentante l’espressione regolare ottenuta elaborando i cammini.

Tabella 3.14: Struttura dati: StatoDiagnosi

Capitolo 4

Algoritmi e relativi pseudocodici

Il programma permette di realizzare i seguenti compiti:

- Generazione dello spazio comportamentale
- Generazione dello spazio comportamentale relativo ad una particolare osservazione lineare (detto quindi spazio osservabile)
- Calcolo della diagnosi relativa a una osservazione lineare
- Generazione dello spazio delle chiusure silenziose (e decorate)
- Generazione del diagnosticatore
- Calcolo della diagnosi lineare relativa a una osservazione lineare

4.1 Compito 1

4.1.1 Spazio_comportamentale

Questo algoritmo permette di calcolare lo spazio comportamentale di una rete. Per far questo esamina tutte le possibili transizioni degli automi a stati finiti e crea dei nodi per ogni possibile combinazione di stati e contenuto dei link. Alla fine dell'algoritmo verranno potati i nodi che non conducono a un nodo di accettazione.

Algorithm 1 Spazio_comportamentale

```
1: Input : Rete(lista_FA, lista_link)
2:
3: Dati: lista_nodi  $\leftarrow \{\}$ ; stati_iniziali  $\leftarrow \{\}$ ; lista_link  $\leftarrow \{\}$ ; global stampa; coda_nodi  $\leftarrow \{\}$ ; lista_cammini  $\leftarrow \{\}$ ;
4:
5: stati_iniziali  $\leftarrow \text{all}\{\text{FA.stato_iniziale}\}$ ; lista_link  $\leftarrow \text{all}\{\text{link}\}$ ;
6: nodo_iniziale=Nodo(stati_FA=stati_iniziali, lista_link=lista_link, final=True);
7: lista_nodi.append(nodo_iniziale); coda_nodi.append(nodo_iniziale);
8:
9: while coda_nodi non è vuota do
10:    nodo_attuale=coda_nodi[0]; id_FA=0;
11:    for ogni stato FA nel nodo attualmente considerato do
12:       if esiste una transizione che può scattare (in questo stato) then
13:          nuovo_nodo=CreaNodo(nodo_attuale, transizione, id_FA, rete.lista_link);
14:          if il nuovo nodo non è nullo e non è già in lista_nodi then
15:             lista_nodi.append(nuovo_nodo);
16:             coda_nodi.append(nuovo_nodo);
17:             nuovo_cammino=Cammino(nodo_attuale,
18:                                      nuovo_nodo, nome=transizione.nome, oss=transizione.oss, ril=transizione.ril);
19:             lista_cammini.append(nuovo_cammino);
20:          end if
21:       end if
22:    end for
23:    coda_nodi.remove(nodo_attuale)
24: end while
25:
26: Output: Nodo(lista_nuovi_stati, lista_nuovi_link)
```

Algoritmo per la creazione di un nuovo nodo dello spazio.

Algorithm 2 CreaNodo

```
1: Input : nodo_attuale, transizione, id_FA, rete.lista_link
2: Dati: lista_nuovi_stati=nodo.stati_FA; lista_nuovi_link=nodo.lista_link;
3:
4: if evento in ingresso alla transizione non è nullo e coincide con il contenuto del buffer
   then
5:   buffer  $\leftarrow \{\}$ 
6: end if
7: for ogni evento in uscita dalla transizione do
8:   buffer  $\leftarrow \{\text{evento in uscita della transizione}\}$ 
9: end for
10: aggiorna i valori della lista link
11: aggiorno il valore dello stato corrente sulla base della transizione scattata
12:
13: Output: Nodo(lista_nuovi_stati, lista_nuovi_link)
```

Algoritmo per potare i nodi dello spazio che non portano a un nodo di accettazione.

Algorithm 3 Potatura

```
1: Input : lista_nodi,lista_cammini
2: Dati: lista_nodi_potata  $\leftarrow \{\}$ 
3:
4: while ci sono nodi da potare do
5:   for ogni nodo e ogni cammino do
6:     if il nodo è iniziale per almeno un cammino o il nodo è finale then
7:       lista_nodi_potata.append(nodo)
8:     end if
9:   end for
10:  for ogni cammino collegato ai nodi rimossi do
11:    lista_cammini.remove(cammino)
12:  end for
13: end while
14:
15: Output: lista_nodi_potata
```

4.2 Compito 2

4.2.1 Spazio_comportamentale_Oss

Questo algoritmo permette di calcolare lo spazio comportamentale di una rete relativo a un'osservazione lineare. Sia la rete che l'osservazione lineare vengono passati in input e l'algoritmo crea lo spazio tenendo in considerazione l'ordine delle etichette nell'osservazione per elaborare le transizioni e creare nuovi nodi. Come nel compito precedente, anche qui avviene una potatura di quei nodi che non conducono a un nodo di accettazione.

Algorithm 4 Spazio_comportamentale_Oss - Parte 1

```
1: Input : Rete(lista_FA, lista_link), osservazione, stampare={0;1}
2:
3: if qualche etichetta dell'osservazione fornita in input non è presente tra le etichette di
   osservabilità della rete then
4:     interrompi l'algoritmo e mostra un messaggio di errore
5: end if
6: Dati: lista_nodi  $\leftarrow \{\}$ ; stati_iniziali  $\leftarrow \{\}$ ; lista_link  $\leftarrow \{\}$ ; global stampa; coda_nodi
    $\leftarrow \{\}$ ; lista_cammini  $\leftarrow \{\}$ ;
7:
8: stati_iniziali  $\leftarrow \text{all}\{\text{FA.stato_iniziale}\}$ ; lista_link  $\leftarrow \text{all}\{\text{link}\}$ ;
9: nodo_iniziale=Nodo(stati_FA=stati_iniziali, lista_link=lista_link, final=True);
10: lista_nodi.append(nodo_iniziale); coda_nodi.append(nodo_iniziale);
11:
```

Algorithm 5 Spazio_comportamentale_Oss - Parte 2

```

1: while coda_nodi non è vuota do
2:   nodo_attuale=coda_nodi[0]; id_FA=0;
3:   for ogni stato FA nel nodo attualmente considerato do
4:     if esiste una transizione che può scattare (in questo stato) then
5:       if l'indice di osservabilità del nodo è minore della lunghezza del vettore in
      ingresso e l'etichetta di osservabilità della transizione coincide l'etichetta contenuta
      nell'osservazione then
6:         nuovo_nodo=CreaNodo(nodo_attuale,      transizione,      id_FA,
      rete.lista_link);
7:         else if l'etichetta di osservabilità della transizione è nulla then
      nuovo_nodo=CreaNodo(nodo_attuale, transizione, id_FA, rete.lista_link);
8:         end if
9:         if il nuovo nodo non è nullo e non è già in lista_nodi (verificando anche
      l'indice di osservabilità then
10:          lista_nodi.append(nuovo_nodo);
11:          coda_nodi.append(nuovo_nodo);
12:          nuovo_cammino = Cammino(nodo_attuale, nuovo_nodo,
      nome=transizione.nome, oss=transizione.oss, ril=transizione.ril);
13:          lista_cammini.append(nuovo_cammino);
14:        end if
15:      end if
16:    end for
17:    coda_nodi.remove(nodo_attuale)
18: end while
19: lista_nodi=potatura(lista_nodi, lista_cammini)
20:
21: Output: SpazioComportamentaleOss(nodo_iniziale, lista_nodi, lista_cammini)

```

Algorithm 6 CreaNodo

```

1: Input : nodo_attuale, transizione, id_FA, rete.lista_link
2: Dati: lista_nuovi_stati=nodo.stati_FA; lista_nuovi_link=nodo.lista_link;
3:
4: if evento in ingresso alla transizione non è nullo e coincide con il contenuto del buffer
then
5:   buffer ← {}
6: end if
7: for ogni evento in uscita dalla transizione do
8:   buffer ← {evento in uscita della transizione}
9: end for
10: aggiorna i valori della lista link
11: aggiorna il valore dello stato corrente sulla base della transizione scattata
12: aggiorna l'indice di osservabilità del nodo creato
13:
14: Output: Nodo(lista_nuovi_stati, lista_nuovi_link)

```

4.3 Compito 3

4.3.1 Calcolo della diagnosi relativa a una osservazione lineare

Per effettuare il calcolo della diagnosi relativa a una osservazione lineare viene invocato l'algoritmo *EspressioneRegolare*, il quale è fedele allo pseudocodice descritto nella consegna dell'elaborato.

Algorithm 7 EspressioneRegolare

```
1: Input : SpazioComportamentaleOss
2:
3: ... creazione dell'automa  $N$  ...
4:
5: while len(lista_nodi)>2 do
6:   estrarre in modo pseudo-casuale un nodo  $N$  (non finale) dalla lista nodi
7:   calcolare rispetto a  $N$  tutte le transizioni uscenti-parallele-autotransizioni
8:   while  $N$  possiede più di una transizione do
9:     if esiste una sequenza di transizioni, dove ogni stato non ha altre transizioni
   entranti o uscenti then
10:    sostituire la sequenza con la transizione  $(n, (r_1|r_2\dots|r_k), n')$ 
11:    else if esiste un insieme di transizioni parallele uscenti dallo stesso stato  $n$  e
   dirette allo stesso stato  $n'$  then
12:      sostituire l'insieme di transizioni con la transizione  $(n, (r_1|r_2|\dots|r_k), n')$ 
13:    else
14:      sia  $n$  uno stato nè iniziale nè finale di  $N$ 
15:      for all transizione  $(n', r', n)$  entrante in  $n$ , dove  $n' \neq n$  do
16:        for all transizione  $(n, r'', n'')$  uscente da  $n$ , dove  $n'' \neq n$  do
17:          if esiste una auto-transizione  $(n, r, n)$  then
18:            inserire una nuova transizione  $(n', (r'(r) * r''), n'')$ 
19:          else
20:            inserire una nuova transizione  $(n', (r'p''), n'')$ 
21:          end if
22:        end for
23:      end for
24:      rimuovere  $n$  unitamente a tutte le sue transizioni entranti e uscenti
25:    end if
26:  end while
27: end while
28:
29: Output: R, ovvero la stringa rappresentante l'espressione regolare calcolata
```

4.4 Compito 4

4.4.1 Ricava chiusura silenziosa

Questo algoritmo serve per ricavare una chiusura silenziosa da uno spazio comportamentale dato un nodo di ingresso. Una chiusura silenziosa è un insieme di nodi connessi da cammini, tali che i cammini non siano generati da transizioni osservabili.

Algorithm 8 Ricava_chiusura

```
1: Input : nodo_iniziale, spazio_comportamentale, id, nodi_finali
2: Dati: lista_cammimi ← {} spazio_comportamentale.lista_cammimi, lista_nodi_chiusura ← {}, coda_nodi ← {}, lista_cammimi_chiusura ← {}, lista_nodi_uscenti ← {}, lista_nodi_chiusura.append(nodo_iniziale), coda_nodi.append(nodo_iniziale), cammini_esaminati ← {};
3:
4: while coda_nodi non è vuota do
5:   for cammino in lista_cammimi do
6:     if il cammino è entrante nel primo nodo della coda then
7:       if l'etichetta di osservabilità del cammino è nulla then
8:         lista_cammimi_chiusura.append(cammino)
9:       if il nodo finale del cammino non è già in lista_nodi_chiusura then
10:        lista_nodi_chiusura.append(cammino.nodo_finale)
11:      end if
12:      if il nodo finale del cammino non è già in lista_nodi then
13:        coda_nodi.append(cammino.nodo_finale)
14:      end if
15:    else
16:      if il nodo iniziale del cammino non è già in lista_nodi_uscenti then
17:        lista_nodi_uscenti.append(cammino.nodo_iniziale)
18:      end if
19:    end if
20:  end if
21:  end forcoda_nodi.remove(il primo nodo della coda)
22: end while
23: attribuire il valore final alla chiusura se contiene un nodo facente parte di nodi_finali
24:
25: Output:ChiusuraSilenziosa(nodo_iniziale,lista_nodi_chiusura,
  lista_cammimi_chiusura,id=id,lista_nodi_uscenti=lista_nodi_uscenti,final=final)
```

4.4.2 Generazione dello spazio delle chiusure silenziose (e decomposte)

Una volta definito l'algoritmo per la creazione di una chiusura silenziosa, si può utilizzare per generare lo spazio delle chiusure silenziose corrispondenti a uno spazio comportamentale. Questo algoritmo genera una chiusura per ogni cammino con etichetta di osservabilità

non nulla presente nello spazio comportamentale e, se non è già presente una chiusura uguale, la aggiunge allo spazio. In seguito assegna ad ogni cammino le sue chiusure di partenza e arrivo e aggiunge i cammini allo spazio.

Algorithm 9 Spazio_chiusure

```
1: Input : spazio_comportamentale
2: Dati: lista_nodi ← spazio_comportamentale.lista_nodi, nodi_finali ← lista_nodi(final=True), nodo_iniziale = spazio_comportamentale.nodo_iniziale, lista_cammimi ← spazio_comportamentale.lista_cammimi, lista_cammimi_diagnosi ← {}, lista_chiusure ← {}, lista_cammimi_diagnosi_finale ← {}
3:
4: chiusura = ricava_chiusura(nodo_iniziale, lista_cammimi, 0)
5: lista_chiusure.append(chiusura)
6: for cammino in lista_cammimi do
7:   if l'etichetta di osservabilità del cammino non è nulla then
8:     chiusura=ricava_chiusura(cammino.nodo_finale,lista_cammimi,id,nodi_finali)
9:     lista_cammimi_diagnosi.append(cammino)
10:    if non esista già una chiusura identica then
11:      lista_chiusure.append(chiusura)
12:      assegnare ad ogni cammino la propria chiusura finale
13:    end if
14:  end if
15: end for
16: assegnare ad ogni cammino la propria chiusura iniziale
17:
18: Output: SpazioChiusure(lista_chiusure, lista_cammimi_diagnosi_finale, nodi_finali)
```

4.4.3 Generazione del diagnosticatore

Questo algoritmo prende in ingresso lo spazio delle chiusure generato e assegna ad ogni chiusura la sua diagnosi tramite l'esecuzione di "EspressioneRegolare" e ad ogni cammino la sua decorazione tramite l'esecuzione di "EspressioniRegolari".

Algorithm 10 Diagnosticatore

- 1: *Input* : spazio delle chiusure
- 2: *Dati*: lista_chiusure = spazio_chiusure.lista_chiusure, li-
sta_cammini_diagnosi=spazio_chiusure.lista_cammini), nodi_finali =
spazio_chiusure.nodi_finali)
- 3:
- 4: **for** ogni chiusura in lista_chiusure **do**
- 5: calcolare tramite *EspressioneRegolare(chiusura)* la diagnosi della chiusura
- 6: assegnare tale diagnosi alla chiusura stessa
- 7: **end for**
- 8: attribuire il valore final solo a quei nodi della chiusura per i quali esiste un cammino
uscente
- 9: **for** ogni cammino in lista_cammini_diagnosi **do**
- 10: calcolare tramite *EspressioniRegolari(cammino.chiusura_iniziale)* la decorazio-
ne di ciascuno stato d'uscita
- 11: assegnare tale decorazione alla transizione osservabile uscente dallo stato
- 12: **end for**
- 13: ri-attribuire il valore final iniziale ai nodi
- 14:
- 15: *Output*: Diagnosticatore(lista_chiusure, lista_cammini_diagnosi)

4.5 Compito 5

4.5.1 Calcolo della diagnosi lineare relativa a una osservazione lineare

Questo algoritmo permette di ricavare la diagnosi lineare partendo dal diagnosticatore e da un'osservazione lineare data. Per ogni label appartenente all'osservazione genero uno stato della diagnosi, composto dalla chiusura corrispondente allo stato e un'etichetta, comprendente la diagnosi relativa alla chiusura precedente e la decorazione del cammino entrante nella chiusura attuale. Infine rimuovo gli stati corrispondenti a chiusure che non comprendono nodi di accettazione e calcolo la diagnosi lineare relativa all'osservazione in ingresso.

Algorithm 11 DiagnosiLineare - Parte 1

```
1: Input : diagnosticatore, osservazione lineare
2: Dati : lista_chiusure = diagnosticatore.lista_chiusure), lista_cammini = diagnosticatore.lista_cammini, coda_stati ← {}
3:
4: stato_iniziale = StatoDiagnosi(lista_chiusure[0], etichetta_nulla)
5: coda_stati ← stato_iniziale
6: for ogni label in osservazione lineare do
7:     coda_stati_nuovo ← {}
8:     for stato_corrente in coda_stati do
9:         for cammino in lista_cammini do
10:            if cammino.oss==label then
11:                if cammino.chiusura_iniziale==stato_corrente.chiusura then
12:                    nuova_label ← label stato corrente + diagnosi del cammino
13:                    for stato in coda_stati_nuovo do
14:                        if stato.chiusura.id==cammino.chiusura_finale.id then
15:                            nuova_label = stato.label + "|" + nuova_label
16:                            nuovo_stato←StatoDiagnosi(cammino.chiusura_finale,nuova_label)
17:                            aggiungere nuovo_stato in coda_stati
18:                            rimuovere lo stato appena elaborato da coda_stati
19:                        end if
20:                    end for
21:                end if
22:            end if
23:        end for
24:    end for
25:    coda_stati ← coda_stati_nuovo
26: end for
```

Algorithm 12 DiagnosiLineare - Parte 2

```
1: for stato in coda_stati do
2:   if stato.chiusura.final==False then
3:     coda_stati.remove(stato)
4:   end if
5: end for
6: if len(coda_stati)==1 then
7:   R=(coda_stati[0].label)+(coda_stati[0].chiusura.diagnosi_relativa)
8: else if len(coda_stati)==0 then
9:   R="Errore, coda stati vuota, non son presenti stati di accettazione "
10: else
11:   R=""
12:   for stato in coda_stati do
13:     R+=(stato.label)+(stato.chiusura.diagnosi_relativa)+"|"
14:   end for
15:   R[:-1]
16: end if
17:
18: Output: la stringa R rappresentante la diagnosi lineare (o messaggio d'errore)
```

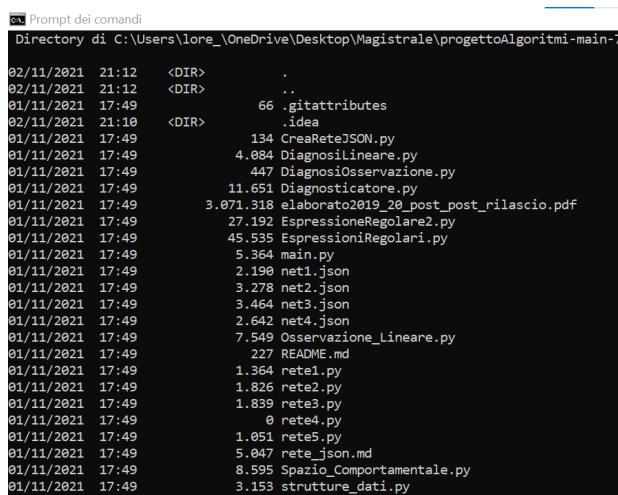
Capitolo 5

Come avviare il programma

In tale sezione vengono mostrate le procedure che rendono possibile l'esecuzione del programma, da terminale, sui sistemi operativi Windos 10 e MacOs Catalina. Inoltre, occorre specificare che il codice può essere eseguito tramite console Python e tramite un qualunque editor che sia stato progettato per poter lavorare con quest'ultimo.

5.1 Windows 10

Innanzitutto, come mostrato in figura 5.1, la prima operazione che deve essere svolta è quella di collocarsi all'interno della directory di riferimento del programma da cui verranno poi svolte tutte le successive procedure.



The screenshot shows a Windows Command Prompt window titled "Prompt dei comandi". The current directory is "C:\Users\lore_\OneDrive\Desktop\Magistrale\progettoAlgoritmi-main-7". The output lists numerous files and subdirectories with their creation dates and sizes. Key files include "main.py", "rete1.py", "rete2.py", "rete3.py", "rete4.py", "rete5.py", and several JSON files like "net1.json", "net2.json", "net3.json", and "net4.json". There are also Python scripts for creating and diagnosing networks, such as "CreaReteJSON.py", "DiagnosiLineare.py", and "DiagnosiOsservazione.py". A PDF file named "elaborato2019_20_post_post_rilascio.pdf" is also present.

Figura 5.1: Ricerca directory del programma - WIN 10.

Una volta collocatosi all'interno della cartella di riferimento è necessario eseguire il comando *main.py*, questo permetterà di innescare l'avvio del codice. Di seguito, in figura 5.2, viene mostrato l'output presentato su console alla prima esecuzione (a sx) e la finestra di windows che richiede all'utente di scegliere il file di input (dx).

5 – Come avviare il programma

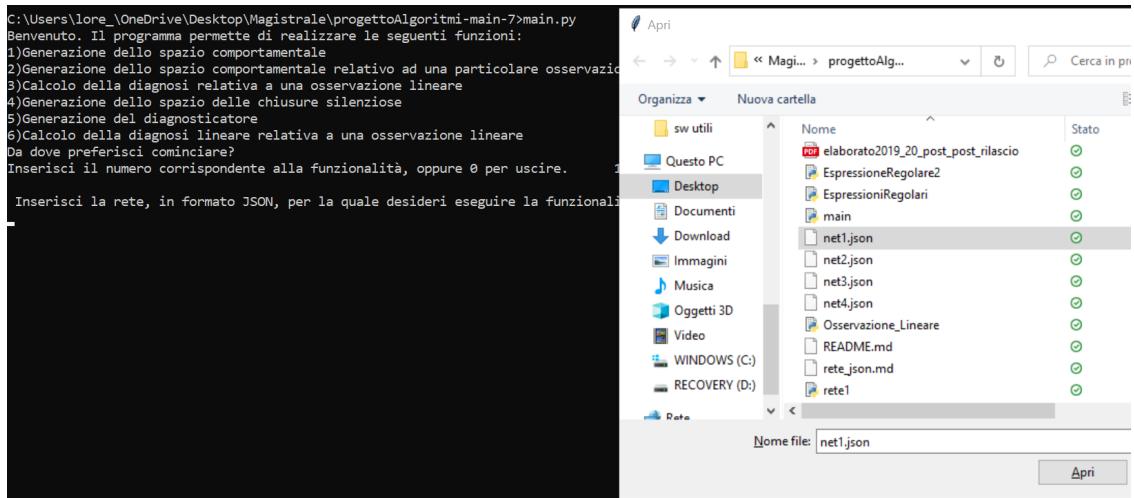


Figura 5.2: Esempio esecuzione del programma - WIN 10.

Infine, in figura 5.3, viene presentato un esempio di output fornito dal programma in risposta alle funzionalità richieste dall’utente.

```
Spazio comportamentale relativo a Rete1

Nodi e cammini potati: Numero nodi potati: 2
Nome: 20:30|e2:e3
Nome: 21:30|e2:

Numero cammini potati: 2
Nodo iniziale: 21:30|e2:           Nome: t2b      Nodo finale: 20:30|e2:e3
Nodo iniziale: 21:31|e2:e3       Nome: t3b      Nodo finale: 21:30|e2:

Numero nodi trovati: 13
ID :0  Nome: 20:30:
ID :1  Nome: 20:31|e2:
ID :2  Nome: 21:31|e3
ID :3  Nome: 21:30|:
ID :4  Nome: 21:31|:
ID :5  Nome: 20:30|:e3
ID :6  Nome: 21:31|e2:
ID :7  Nome: 20:31|:e3
ID :8  Nome: 20:31|e2:e3
ID :9  Nome: 20:31|:
ID :10 Nome: 20:30|e2:
ID :11 Nome: 21:30|:e3
ID :12 Nome: 21:31|e2:e3

Numero cammini trovati: 16
Nodo iniziale: 0      Nome: t3a      Nodo finale: 1  Oss: o3 Ril: ε
Nodo iniziale: 1      Nome: t2a      Nodo finale: 2  Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 2      Nome: t3b      Nodo finale: 3  Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 3      Nome: t3c      Nodo finale: 4  Oss: ε   Ril: f
Nodo iniziale: 4      Nome: t2b      Nodo finale: 5  Oss: ε   Ril: r
Nodo iniziale: 5      Nome: t3a      Nodo finale: 6  Oss: o3 Ril: ε
Nodo iniziale: 6      Nome: t2b      Nodo finale: 7  Oss: ε   Ril: r
Nodo iniziale: 7      Nome: t3b      Nodo finale: 8  Oss: ε   Ril: r
Nodo iniziale: 7      Nome: t3c      Nodo finale: 9  Oss: ε   Ril: f
Nodo iniziale: 8      Nome: t3b      Nodo finale: 10 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 8      Nome: t3c      Nodo finale: 1  Oss: ε   Ril: f
Nodo iniziale: 10     Nome: t2a      Nodo finale: 11 Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 11     Nome: t3a      Nodo finale: 12 Oss: o3 Ril: ε
Nodo iniziale: 12     Nome: t3c      Nodo finale: 6  Oss: ε   Ril: f
```

Figura 5.3: Esempio output del programma - WIN 10.

5.2 Mac OS Catalina

Per quanto riguarda l'esecuzione del programma su Mac OS Catalina, è necessario collocarsi nella directory del progetto (come nel caso di Windows 10) e successivamente invocare il comando `python3 main.py`. In figura 5.4 viene mostrato un esempio di tale procedura con a fianco la finestra che permette la scelta delle reti richiesta in input.

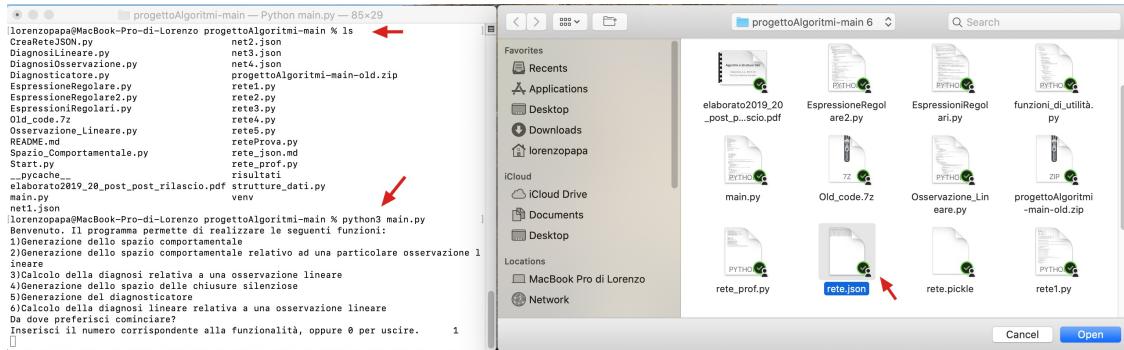


Figura 5.4: Ricerca directory ed esecuzione del programma - Mac OS.

Capitolo 6

Esempi e analisi delle prestazioni

In tale sezione vengono presentate le reti su cui il codice è stato testato, i relativi output, i tempi impiegati per l'esecuzione e la quantità di memoria allocata da ciascun compito. Infine, viene condotta un'analisi per confrontare le differenti prestazioni degli algoritmi realizzati.

6.1 Rete 1

Di seguito, nelle figure 6.1-6.2-6.3-6.4, vengono presentati gli elementi alla base di *Rete 1*, ovvero gli FA, i link, le transizioni e le relative etichette di rilevanza ed osservabilità.

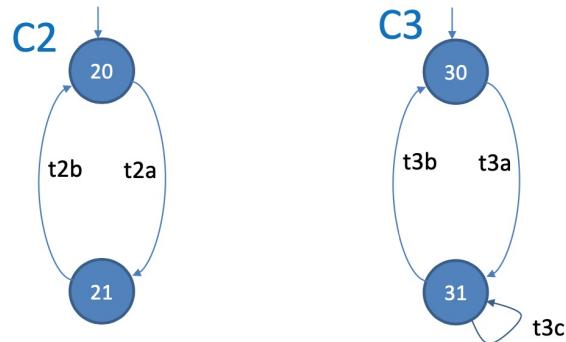


Figura 6.1: Rete 1 - FA.

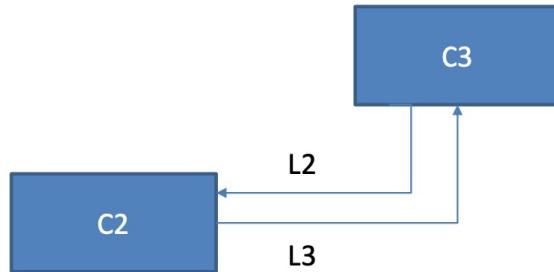


Figura 6.2: Rete 1 - Link.



Figura 6.3: Rete 1 - Transizioni.

Osservabilità	
C2	C3
<ul style="list-style-type: none"> • $t_{2a}: o_2$ • $t_{2b}: \epsilon$ 	<ul style="list-style-type: none"> • $t_{3a}: o_3$ • $t_{3b}: \epsilon$ • $t_{3c}: \epsilon$
Rilevanza	
C2	C3
<ul style="list-style-type: none"> • $t_{2a}: \epsilon$ • $t_{2b}: r$ 	<ul style="list-style-type: none"> • $t_{3a}: \epsilon$ • $t_{3b}: \epsilon$ • $t_{3c}: f$

Figura 6.4: Rete 1 - Etichette ril e oss.

6.1.1 Compito 1

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo dello *spazio comportamentale* applicato alla Rete 1.



```

Spazio comportamentale relativo a Rete1

Nodi e cammini potati: Numero nodi potati: 2
Nome: 20:30|e2:e3
Nome: 21:30|e2:

Numero cammini potati: 2
Nodo iniziale: 21:30|e2:
Nome: t2b      Nodo finale: 20:30|e2:e3
Nodo iniziale: 21:31|e2:e3    Nome: t3b      Nodo finale: 21:30|e2:

Numero nodi trovati: 13
ID :0  Nome: 20:30|:
ID :1  Nome: 20:31|e2:
ID :2  Nome: 21:31|:e3
ID :3  Nome: 21:30|:
ID :4  Nome: 21:31|:
ID :5  Nome: 20:30|:e3
ID :6  Nome: 21:31|e2:
ID :7  Nome: 20:31|:e3
ID :8  Nome: 20:31|e2:e3
ID :9  Nome: 20:31|:
ID :10 Nome: 20:30|e2:
ID :11 Nome: 21:30|:e3
ID :12 Nome: 21:31|e2:e3

Numero cammini trovati: 16
Nodo iniziale: 0      Nome: t3a      Nodo finale: 1  Oss: o3 Ril: ε
Nodo iniziale: 1      Nome: t2a      Nodo finale: 2  Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 2      Nome: t3b      Nodo finale: 3  Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 2      Nome: t3c      Nodo finale: 4  Oss: ε Ril: f
Nodo iniziale: 3      Nome: t2b      Nodo finale: 5  Oss: ε Ril: r
Nodo iniziale: 3      Nome: t3a      Nodo finale: 6  Oss: o3 Ril: ε
Nodo iniziale: 4      Nome: t2b      Nodo finale: 7  Oss: ε Ril: r
Nodo iniziale: 5      Nome: t3a      Nodo finale: 8  Oss: o3 Ril: ε
Nodo iniziale: 6      Nome: t2b      Nodo finale: 8  Oss: ε Ril: r
Nodo iniziale: 7      Nome: t3b      Nodo finale: 0  Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 7      Nome: t3c      Nodo finale: 9  Oss: ε Ril: f
Nodo iniziale: 8      Nome: t3b      Nodo finale: 10 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 8      Nome: t3c      Nodo finale: 1  Oss: ε Ril: f
Nodo iniziale: 10     Nome: t2a      Nodo finale: 11 Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 11     Nome: t3a      Nodo finale: 12 Oss: o3 Ril: ε
Nodo iniziale: 12     Nome: t3c      Nodo finale: 6  Oss: ε Ril: f

Tempo impiegato per l'esecuzione (s):  0.009879
Totale memoria allocata (Byte): 122856 dimensione corrente tracciata  262850 picco

```

Figura 6.5: Rete 1 - Spazio Comportamentale

6.1.2 Compito 2

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo dello *spazio comportamentale relativo ad un'osservazione lineare* applicato alla Rete 1. In particolare, per tale rete sono state scelte le osservazioni o_3, o_2 e o_3, o_2, o_3, o_2 .

```
OL-Rete1-o3o2.txt
Spazio comportamentale relativo all'osservazione [o3, o2] e alla rete Rete1

Nodi e cammini potati:
Numero nodi potati: 1
Nome: 20:30|:e3 indice osservabilità 2

Numero cammini potati: 1
Nodo iniziale: 21:30|: indice oss:2      Nome transizione: t2b  Nodo finale: 20:30|:e3 indice oss:2

Numero nodi generati: 8
ID :1  Nome: 20:30|: indice osservabilità 0 finale False
ID :2  Nome: 20:31|:e2: indice osservabilità 1 finale False
ID :3  Nome: 21:31|:e3 indice osservabilità 2 finale False
ID :4  Nome: 21:30|: indice osservabilità 2 finale True
ID :5  Nome: 21:31|: indice osservabilità 2 finale True
ID :6  Nome: 20:31|:e3 indice osservabilità 2 finale False
ID :7  Nome: 20:30|: indice osservabilità 2 finale True
ID :8  Nome: 20:31|: indice osservabilità 2 finale True
Numero cammini generati: 7
Nodo iniziale: 1      Nome: t3a      Nodo finale: 2  Oss: o3 Ril: ε
Nodo iniziale: 2      Nome: t2a      Nodo finale: 3  Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 3      Nome: t3b      Nodo finale: 4  Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 3      Nome: t3c      Nodo finale: 5  Oss: ε Ril: f
Nodo iniziale: 5      Nome: t2b      Nodo finale: 6  Oss: ε Ril: r
Nodo iniziale: 6      Nome: t3b      Nodo finale: 7  Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 6      Nome: t3c      Nodo finale: 8  Oss: ε Ril: f

Spazio comportamentale relativo all'osservazione [o3, o2] e alla rete Rete1
Tempo impiegato per l'esecuzione (s):  0.004852
Totale memoria allocata (Byte): 113613 dimensione corrente tracciata  288926 picco
```

Figura 6.6: Rete 1 - Spazio Osservazione 1

```

OL-Rete1-o3o2o3o2.txt — Edited
Spazio comportamentale relativo all'osservazione [o3, o2, o3, o2] e alla rete Rete1

Nodi e cammini potati:
Numero nodi potati: 4
Nome: 20:31|: indice osservabilità 2
Nome: 21:30|:e3 indice osservabilità 4
Nome: 20:30|:e3 indice osservabilità 4
Nome: 20:30|e2: indice osservabilità 3
Numero cammini potati: 4
Nodo iniziale: 20:31|:e3 indice oss:2    Nome transizione: t3c Nodo finale: 20:31|: indice oss:2
Nodo iniziale: 20:30|e2: indice oss:3    Nome transizione: t2a Nodo finale: 21:30|:e3 indice oss:4
Nodo iniziale: 21:30|: indice oss:4    Nome transizione: t2b Nodo finale: 20:30|:e3 indice oss:4
Nodo iniziale: 20:31|e2:e3 indice oss:3    Nome transizione: t3b Nodo finale: 20:30|e2: indice oss:3

Numero nodi generati: 17
ID :1   Nome: 20:30|: indice osservabilità 0 finale False
ID :2   Nome: 20:31|e2: indice osservabilità 1 finale False
ID :3   Nome: 21:31|:e3 indice osservabilità 2 finale False
ID :4   Nome: 21:30|: indice osservabilità 2 finale False
ID :5   Nome: 21:31|: indice osservabilità 2 finale False
ID :6   Nome: 20:30|:e3 indice osservabilità 2 finale False
ID :7   Nome: 21:31|e2: indice osservabilità 3 finale False
ID :8   Nome: 20:31|:e3 indice osservabilità 2 finale False
ID :9   Nome: 20:31|e2:e3 indice osservabilità 3 finale False
ID :10  Nome: 20:30|: indice osservabilità 2 finale False
ID :11  Nome: 20:31|e2: indice osservabilità 3 finale False
ID :12  Nome: 21:31|:e3 indice osservabilità 4 finale False
ID :13  Nome: 21:30|: indice osservabilità 4 finale True
ID :14  Nome: 21:31|: indice osservabilità 4 finale True
ID :15  Nome: 20:31|:e3 indice osservabilità 4 finale False
ID :16  Nome: 20:30|: indice osservabilità 4 finale True
ID :17  Nome: 20:31|: indice osservabilità 4 finale True

Numero cammini generati: 18
Nodo iniziale: 1      Nome: t3a      Nodo finale: 2  Oss: o3 Ril: ε
Nodo iniziale: 2      Nome: t2a      Nodo finale: 3  Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 3      Nome: t3b      Nodo finale: 4  Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 3      Nome: t3c      Nodo finale: 5  Oss: ε Ril: f
Nodo iniziale: 4      Nome: t2b      Nodo finale: 6  Oss: ε Ril: r
Nodo iniziale: 4      Nome: t3a      Nodo finale: 7  Oss: o3 Ril: ε
Nodo iniziale: 5      Nome: t2b      Nodo finale: 8  Oss: ε Ril: r
Nodo iniziale: 6      Nome: t3a      Nodo finale: 9  Oss: o3 Ril: ε
Nodo iniziale: 7      Nome: t2b      Nodo finale: 9  Oss: ε Ril: r
Nodo iniziale: 8      Nome: t3b      Nodo finale: 10 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 9      Nome: t3c      Nodo finale: 11 Oss: ε Ril: f
Nodo iniziale: 10     Nome: t3a      Nodo finale: 11 Oss: o3 Ril: ε
Nodo iniziale: 11     Nome: t2a      Nodo finale: 12 Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 12     Nome: t3b      Nodo finale: 13 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 12     Nome: t3c      Nodo finale: 14 Oss: ε Ril: f
Nodo iniziale: 14     Nome: t2b      Nodo finale: 15 Oss: ε Ril: r
Nodo iniziale: 15     Nome: t3b      Nodo finale: 16 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 15     Nome: t3c      Nodo finale: 17 Oss: ε Ril: f

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.009904
Totale memoria allocata (Byte): 218525 dimensione corrente tracciata    494586 picco durante l'esecuzione

```

Figura 6.7: Rete 1 - Spazio Osservazione 2

6.1.3 Compito 3

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo della *diagnosi relativa ad un'osservazione lineare* applicato alla Rete 1. In particolare, per tale rete sono state scelte le osservazioni o_3, o_2 e o_3, o_2, o_3, o_2 .

```
DiagnosiOL-Rete1-o3o2.txt
Diagnosi di spazio comportamentale relativo all'osservazione [o3o2] e alla rete Rete1
ε|f|fr|frf.

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.001275
Totale memoria allocata (Byte): 3316 dimensione tracciata      18134 picco esecuzione|
```

Figura 6.8: Rete 1 - Diagnosi 1

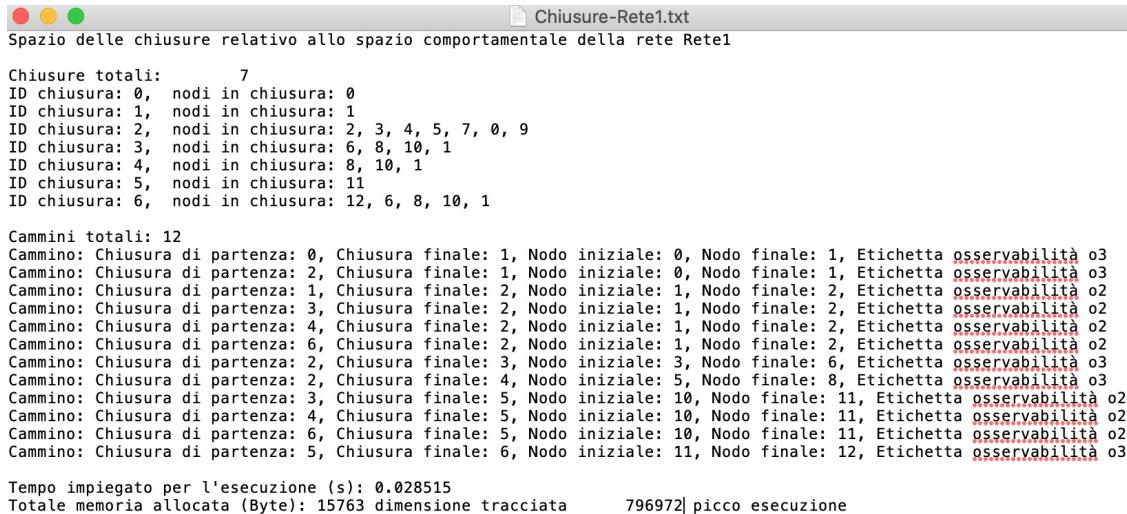
```
DiagnosiOL-Rete1-o3o2o3o2.txt
Diagnosi di spazio comportamentale relativo all'osservazione [o3o2o3o2] e alla rete Rete1
fr|rf|frfrf|rffrf|rfrfr|frfrf|rfffr|rff.

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.002532
Totale memoria allocata (Byte): 3768 dimensione tracciata      52966 picco esecuzione|
```

Figura 6.9: Rete 1 - Diagnosi 2

6.1.4 Compito 4

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo dello *spazio delle chiusure e del diagnosticatore* applicato alla Rete 1.



```

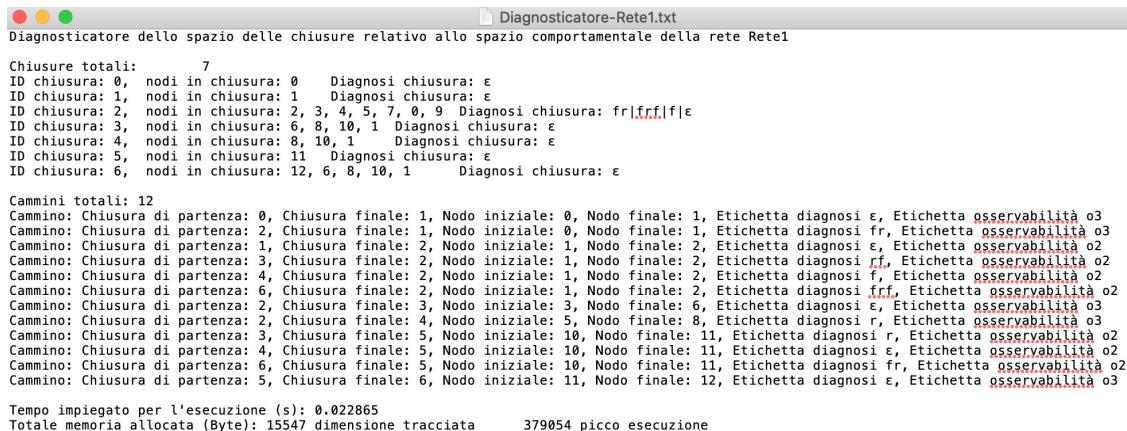
Chiusure totali: 7
ID chiusura: 0, nodi in chiusura: 0
ID chiusura: 1, nodi in chiusura: 1
ID chiusura: 2, nodi in chiusura: 2, 3, 4, 5, 7, 0, 9
ID chiusura: 3, nodi in chiusura: 6, 8, 10, 1
ID chiusura: 4, nodi in chiusura: 8, 10, 1
ID chiusura: 5, nodi in chiusura: 11
ID chiusura: 6, nodi in chiusura: 12, 6, 8, 10, 1

Cammini totali: 12
Cammino: Chiusura di partenza: 0, Chiusura finale: 1, Nodo iniziale: 0, Nodo finale: 1, Etichetta osservabilità 03
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 1, Nodo iniziale: 0, Nodo finale: 1, Etichetta osservabilità 03
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 2, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 2, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 2, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 2, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 3, Nodo iniziale: 3, Nodo finale: 6, Etichetta osservabilità 03
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 4, Nodo iniziale: 4, Nodo finale: 5, Etichetta osservabilità 03
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 10, Nodo finale: 8, Etichetta osservabilità 03
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 10, Nodo finale: 11, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 10, Nodo finale: 11, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 5, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 11, Nodo finale: 12, Etichetta osservabilità 03

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.028515
Totale memoria allocata (Byte): 15763 dimensione tracciata 796972| picco esecuzione

```

Figura 6.10: Rete 1 - Spazio delle Chiusure



```

Diagnosticatore dello spazio delle chiusure relativo allo spazio comportamentale della rete Rete1

Chiusure totali: 7
ID chiusura: 0, nodi in chiusura: 0 Diagnosi chiusura: ε
ID chiusura: 1, nodi in chiusura: 1 Diagnosi chiusura: ε
ID chiusura: 2, nodi in chiusura: 2, 3, 4, 5, 7, 0, 9 Diagnosi chiusura: fr|fr|f|ε
ID chiusura: 3, nodi in chiusura: 6, 8, 10, 1 Diagnosi chiusura: ε
ID chiusura: 4, nodi in chiusura: 8, 10, 1 Diagnosi chiusura: ε
ID chiusura: 5, nodi in chiusura: 11 Diagnosi chiusura: ε
ID chiusura: 6, nodi in chiusura: 12, 6, 8, 10, 1 Diagnosi chiusura: ε

Cammini totali: 12
Cammino: Chiusura di partenza: 0, Chiusura finale: 1, Nodo iniziale: 0, Nodo finale: 1, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità 03
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 1, Nodo iniziale: 0, Nodo finale: 1, Etichetta diagnosi fr, Etichetta osservabilità 03
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 2, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 2, Etichetta diagnosi rf, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 2, Etichetta diagnosi f, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 2, Etichetta diagnosi fr, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 3, Nodo iniziale: 3, Nodo finale: 6, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità 03
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 4, Nodo iniziale: 5, Nodo finale: 8, Etichetta diagnosi r, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 10, Nodo finale: 11, Etichetta diagnosi r, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 10, Nodo finale: 11, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 10, Nodo finale: 11, Etichetta diagnosi fr, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 5, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 11, Nodo finale: 12, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità 03

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.022865
Totale memoria allocata (Byte): 15547 dimensione tracciata 379054 picco esecuzione

```

Figura 6.11: Rete 1 - Diagnosticatore

6.1.5 Compito 5

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo della *diagnosi relativa ad un'osservazione lineare basata sul diagnosticatore* applicato alla Rete 1. In particolare, per tale rete sono state scelte le osservazioni o_3, o_2 e o_3, o_2, o_3, o_2 .

```
Diagnosi di spazio comportamentale attraverso spazio delle chiusure relativo all'osservazione [o3, o2] e alla rete Rete1

Risultato originale del metodo:
(e)(e|f|fr|ff)
Risultato elaborato del metodo:
e|f|fr|frf
Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.0202640000000006
Totale memoria allocata (Byte): 35451 dimensione corrente tracciata      190687 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.12: Rete 1 - Diagnosi Lineare 1

```
Diagnosi di spazio comportamentale attraverso spazio delle chiusure relativo all'osservazione [o3, o2, o3, o2] e alla rete Rete1

Risultato originale del metodo:
(fr|rf)(e|f|fr|frf)
Risultato elaborato del metodo:
fr|frf|frfr|frfrf|rf|rff|rffr|rffrf
Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.02077300000000152
Totale memoria allocata (Byte): 26516 dimensione corrente tracciata      181836 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.13: Rete 1 - Diagnosi Lineare 2

6.2 Rete 2 - Benchmark

Di seguito, nelle figure 6.14-6.15-6.16-6.17, vengono presentati gli elementi alla base di *Rete 2*, ovvero gli FA, i link, le transizioni e le relative etichette di rilevanza ed osservabilità.

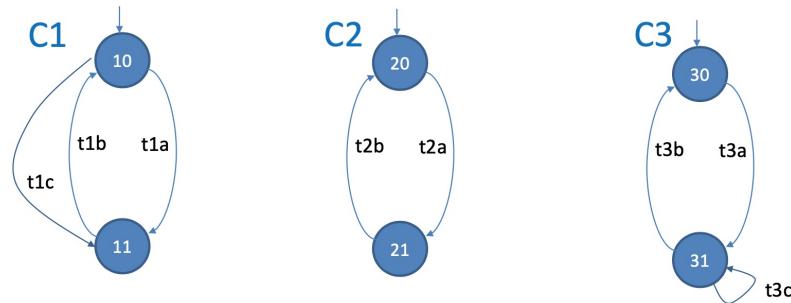


Figura 6.14: Rete 2 - FA.

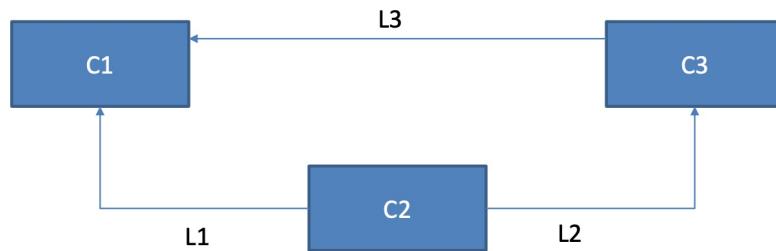


Figura 6.15: Rete 2 - Link.

Transizioni

C1	C2	C3
• t1a: e1(L1)	• t2a: /{e1(L1),e3(L2)}	• t3a: /{e2(L3)}
• t1b: e2(L3)	• t2b: /{e1(L1)}	• t3b: e3(L2)
• t1c:		• t3c: e3(L2)

Figura 6.16: Rete 2 - Transizioni.

Osservabilità

C1	C2	C3
• t1a: ε	• t2a: o1	• t3a: ε
• t1b: ε	• t2b: o2	• t3b: ε
• t1c: ε		• t3c: ε

Rilevanza

C1	C2	C3
• t1a: ε	• t2a: ε	• t3a: ε
• t1b: ε	• t2b: ε	• t3b: ε
• t1c: f1		• t3c: f3

Figura 6.17: Rete 2 - Etichette ril e oss.

6.2.1 Compito 1

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo dello *spazio comportamentale* applicato alla Rete 2.

```
Spazio comportamentale relativo a Rete 2

Nodi e cammini potati: Numero nodi potati: 2
Nome: 11:21:31|e1:::
Nome: 11:20:31|e1:::

Numero cammini potati: 5
Nodo iniziale: 11:21:31|e1:e3:    Nome: t3c      Nodo finale: 11:21:31|e1:::
Nodo iniziale: 10:21:31|e1:::    Nome: t1c      Nodo finale: 11:21:31|e1:::
Nodo iniziale: 11:20:31|e1:e3:    Nome: t3c      Nodo finale: 11:20:31|e1:::
Nodo iniziale: 11:21:31|:::    Nome: t2b      Nodo finale: 11:20:31|e1:::
Nodo iniziale: 10:20:31|e1:::    Nome: t1c      Nodo finale: 11:20:31|e1:::

Numero nodi trovati: 41
ID :0    Nome: 10:20:30|:::
ID :1    Nome: 11:20:30|:::
ID :2    Nome: 10:21:30|e1:e3:
ID :3    Nome: 10:20:31|:::e2
ID :4    Nome: 11:21:30|e1:e3:
ID :5    Nome: 11:20:31|:::e2
ID :6    Nome: 11:21:30|:::e3:
ID :7    Nome: 10:21:31|e1:e3:e2
ID :8    Nome: 11:21:31|e1:e3:e2
ID :9    Nome: 10:20:31|:::
ID :10   Nome: 11:20:30|e1:e3:
ID :11   Nome: 11:21:31|:::e2
ID :12   Nome: 10:21:30|e1:::e2
ID :13   Nome: 10:21:31|e1:::e2
ID :14   Nome: 10:21:31|e1:e3:
ID :15   Nome: 11:21:30|e1:::e2
ID :16   Nome: 11:21:31|e1:::e2
ID :17   Nome: 11:20:31|:::
ID :18   Nome: 11:20:31|e1:e3:e2
ID :19   Nome: 10:21:31|:::e3:
ID :20   Nome: 11:21:30|:::e2
ID :21   Nome: 11:21:31|:::e2
ID :22   Nome: 11:21:31|:::e3:
ID :23   Nome: 11:21:31|e1:e3:
ID :24   Nome: 10:21:30|e1:::
ID :25   Nome: 10:21:31|e1:::
ID :26   Nome: 10:20:31|e1:e3:
```

Figura 6.18: Rete 2 - Spazio Comportamentale - 1

```

ID :27  Nome: 11:20:30|e1::e2
ID :28  Nome: 11:20:31|e1::e2
ID :29  Nome: 10:21:30|::
ID :30  Nome: 10:21:31|::
ID :31  Nome: 11:20:31|e1:e3:
ID :32  Nome: 11:21:30|::
ID :33  Nome: 11:21:31|::
ID :34  Nome: 11:21:30|e1::
ID :35  Nome: 11:20:31|:e3:
ID :36  Nome: 10:20:30|e1::
ID :37  Nome: 10:20:31|e1::
ID :38  Nome: 10:21:31|::e2
ID :39  Nome: 11:20:30|e1::
ID :40  Nome: 10:20:31|e1::e2

```

Numero cammini trovati: 85

Nodo iniziale: 0	Nome: t1c	Nodo finale: 1 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 0	Nome: t2a	Nodo finale: 2 Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 0	Nome: t3a	Nodo finale: 3 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 1	Nome: t2a	Nodo finale: 4 Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 1	Nome: t3a	Nodo finale: 5 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 2	Nome: t1a	Nodo finale: 6 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 2	Nome: t1c	Nodo finale: 4 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 2	Nome: t3a	Nodo finale: 7 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 3	Nome: t1c	Nodo finale: 5 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 3	Nome: t2a	Nodo finale: 7 Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 4	Nome: t3a	Nodo finale: 8 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 5	Nome: t1b	Nodo finale: 9 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 5	Nome: t2a	Nodo finale: 8 Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 6	Nome: t2b	Nodo finale: 10 Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 6	Nome: t3a	Nodo finale: 11 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 7	Nome: t1a	Nodo finale: 11 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 7	Nome: t1c	Nodo finale: 8 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 7	Nome: t3b	Nodo finale: 12 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 7	Nome: t3c	Nodo finale: 13 Oss: ε Ril: f3
Nodo iniziale: 8	Nome: t1b	Nodo finale: 14 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 8	Nome: t3b	Nodo finale: 15 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 8	Nome: t3c	Nodo finale: 16 Oss: ε Ril: f3
Nodo iniziale: 9	Nome: t1c	Nodo finale: 17 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 9	Nome: t2a	Nodo finale: 14 Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 10	Nome: t3a	Nodo finale: 18 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 11	Nome: t1b	Nodo finale: 19 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 11	Nome: t2b	Nodo finale: 18 Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 11	Nome: t3b	Nodo finale: 20 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 11	Nome: t3c	Nodo finale: 21 Oss: ε Ril: f3
Nodo iniziale: 12	Nome: t1a	Nodo finale: 20 Oss: ε Ril: ε

Figura 6.19: Rete 2 - Spazio Comportamentale - 2

Nodo iniziale: 13	Nome: t1a	Nodo finale: 21 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 13	Nome: t1c	Nodo finale: 16 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 14	Nome: t1a	Nodo finale: 22 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 14	Nome: t1c	Nodo finale: 23 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 14	Nome: t3b	Nodo finale: 24 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 14	Nome: t3c	Nodo finale: 25 Oss: ε Ril: f3
Nodo iniziale: 15	Nome: t1b	Nodo finale: 24 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 16	Nome: t1b	Nodo finale: 25 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 17	Nome: t2a	Nodo finale: 23 Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 18	Nome: t1b	Nodo finale: 26 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 18	Nome: t3b	Nodo finale: 27 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 18	Nome: t3c	Nodo finale: 28 Oss: ε Ril: f3
Nodo iniziale: 19	Nome: t1c	Nodo finale: 22 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 19	Nome: t2b	Nodo finale: 26 Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 19	Nome: t3b	Nodo finale: 29 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 19	Nome: t3c	Nodo finale: 30 Oss: ε Ril: f3
Nodo iniziale: 20	Nome: t1b	Nodo finale: 29 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 20	Nome: t2b	Nodo finale: 27 Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 21	Nome: t1b	Nodo finale: 30 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 21	Nome: t2b	Nodo finale: 28 Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 22	Nome: t2b	Nodo finale: 31 Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 22	Nome: t3b	Nodo finale: 32 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 22	Nome: t3c	Nodo finale: 33 Oss: ε Ril: f3
Nodo iniziale: 23	Nome: t3b	Nodo finale: 34 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 24	Nome: t1a	Nodo finale: 32 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 24	Nome: t1c	Nodo finale: 34 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 24	Nome: t3a	Nodo finale: 13 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 25	Nome: t1a	Nodo finale: 33 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 26	Nome: t1a	Nodo finale: 35 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 26	Nome: t1c	Nodo finale: 31 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 26	Nome: t3b	Nodo finale: 36 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 26	Nome: t3c	Nodo finale: 37 Oss: ε Ril: f3
Nodo iniziale: 27	Nome: t1b	Nodo finale: 36 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 28	Nome: t1b	Nodo finale: 37 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 29	Nome: t1c	Nodo finale: 32 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 29	Nome: t2b	Nodo finale: 36 Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 29	Nome: t3a	Nodo finale: 38 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 30	Nome: t1c	Nodo finale: 33 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 30	Nome: t2b	Nodo finale: 37 Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 31	Nome: t3b	Nodo finale: 39 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 32	Nome: t2b	Nodo finale: 39 Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 32	Nome: t3a	Nodo finale: 21 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 34	Nome: t3a	Nodo finale: 16 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 35	Nome: t3b	Nodo finale: 1 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 35	Nome: t3c	Nodo finale: 17 Oss: ε Ril: f3
Nodo iniziale: 36	Nome: t1a	Nodo finale: 1 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 36	Nome: t1c	Nodo finale: 39 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 36	Nome: t3a	Nodo finale: 40 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 37	Nome: t1a	Nodo finale: 17 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 38	Nome: t1c	Nodo finale: 21 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 38	Nome: t2b	Nodo finale: 40 Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 39	Nome: t3a	Nodo finale: 28 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 40	Nome: t1a	Nodo finale: 5 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 40	Nome: t1c	Nodo finale: 28 Oss: ε Ril: f1

```
Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.1266160000000028
Totale memoria allocata (Byte): 64124 dimensione corrente tracciata 1027805 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.20: Rete 2 - Spazio Comportamentale - 3

6.2.2 Compito 2

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo dello *spazio comportamentale relativo ad un'osservazione lineare* applicato alla Rete 2. In particolare, per tale rete sono state scelte le osservazioni *o1* e *o1,o2*.

```
Spazio comportamentale relativo all'osservazione [o1] e alla rete Rete 2

Nodi e cammini potati:
Numero nodi potati: 1
Nome: 11:21:31|e1:: indice osservabilità 1

Numero cammini potati: 2
Nodo iniziale: 11:21:31|e1:e3: indice oss:1      Nome transizione: t3c  Nodo finale: 11:21:31|e1:: indice oss:1
Nodo iniziale: 10:21:31|e1:: indice oss:1      Nome transizione: t1c  Nodo finale: 11:21:31|e1:: indice oss:1

Numero nodi generati: 30
ID :1  Nome: 10:20:30|:: indice osservabilità 0 finale False
ID :2  Nome: 11:20:30|:: indice osservabilità 0 finale False
ID :3  Nome: 10:21:30|e1:e3: indice osservabilità 1 finale False
ID :4  Nome: 10:20:31|::e2 indice osservabilità 0 finale False
ID :5  Nome: 11:21:30|e1:e3: indice osservabilità 1 finale False
ID :6  Nome: 11:20:31|::e2 indice osservabilità 0 finale False
ID :7  Nome: 11:21:30|:e3: indice osservabilità 1 finale False
ID :8  Nome: 10:21:31|e1:e3:e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :9  Nome: 11:21:31|e1:e3:e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :10  Nome: 10:20:31|:: indice osservabilità 0 finale False
ID :11  Nome: 11:21:31|:e3:e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :12  Nome: 10:21:30|e1::e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :13  Nome: 10:21:31|e1::e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :14  Nome: 10:21:31|e1:e3: indice osservabilità 1 finale False
ID :15  Nome: 11:21:30|e1::e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :16  Nome: 11:21:31|e1::e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :17  Nome: 11:20:31|:: indice osservabilità 0 finale False
ID :18  Nome: 10:21:31|:e3: indice osservabilità 1 finale False
ID :19  Nome: 11:21:30|::e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :20  Nome: 11:21:31|::e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :21  Nome: 11:21:31|:e3: indice osservabilità 1 finale False
ID :22  Nome: 11:21:31|e1:e3: indice osservabilità 1 finale False
ID :23  Nome: 10:21:30|e1:: indice osservabilità 1 finale False
ID :24  Nome: 10:21:31|e1:: indice osservabilità 1 finale False
ID :25  Nome: 10:21:30|:: indice osservabilità 1 finale True
ID :26  Nome: 10:21:31|:: indice osservabilità 1 finale True
ID :27  Nome: 11:21:30|:: indice osservabilità 1 finale True
ID :28  Nome: 11:21:31|:: indice osservabilità 1 finale True
ID :29  Nome: 11:21:30|e1:: indice osservabilità 1 finale False
ID :30  Nome: 10:21:31|::e2 indice osservabilità 1 finale False

Numero cammini generati: 55
Nodo iniziale: 1      Nome: t1c      Nodo finale: 2  Oss: ε  Ril: f1
Nodo iniziale: 1      Nome: t2a      Nodo finale: 3  Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 1      Nome: t3a      Nodo finale: 4  Oss: ε  Ril: ε
Nodo iniziale: 2      Nome: t2a      Nodo finale: 5  Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 2      Nome: t3a      Nodo finale: 6  Oss: ε  Ril: ε
Nodo iniziale: 3      Nome: t1a      Nodo finale: 7  Oss: ε  Ril: ε
Nodo iniziale: 3      Nome: t1c      Nodo finale: 5  Oss: ε  Ril: f1
```

Figura 6.21: Rete 2 - Spazio Osservazione 1 - 1

Nodo iniziale: 4	Nome: t2a	Nodo finale: 8 Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 5	Nome: t3a	Nodo finale: 9 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 6	Nome: t1b	Nodo finale: 10 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 6	Nome: t2a	Nodo finale: 9 Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 7	Nome: t3a	Nodo finale: 11 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 8	Nome: t1a	Nodo finale: 11 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 8	Nome: t1c	Nodo finale: 9 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 8	Nome: t3b	Nodo finale: 12 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 8	Nome: t3c	Nodo finale: 13 Oss: ε Ril: f3
Nodo iniziale: 9	Nome: t1b	Nodo finale: 14 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 9	Nome: t3b	Nodo finale: 15 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 9	Nome: t3c	Nodo finale: 16 Oss: ε Ril: f3
Nodo iniziale: 10	Nome: t1c	Nodo finale: 17 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 10	Nome: t2a	Nodo finale: 14 Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 11	Nome: t1b	Nodo finale: 18 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 11	Nome: t3b	Nodo finale: 19 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 11	Nome: t3c	Nodo finale: 20 Oss: ε Ril: f3
Nodo iniziale: 12	Nome: t1a	Nodo finale: 19 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 12	Nome: t1c	Nodo finale: 15 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 13	Nome: t1a	Nodo finale: 20 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 13	Nome: t1c	Nodo finale: 16 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 14	Nome: t1a	Nodo finale: 21 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 14	Nome: t1c	Nodo finale: 22 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 14	Nome: t3b	Nodo finale: 23 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 14	Nome: t3c	Nodo finale: 24 Oss: ε Ril: f3
Nodo iniziale: 15	Nome: t1b	Nodo finale: 23 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 16	Nome: t1b	Nodo finale: 24 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 17	Nome: t2a	Nodo finale: 22 Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 18	Nome: t1c	Nodo finale: 21 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 18	Nome: t3b	Nodo finale: 25 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 18	Nome: t3c	Nodo finale: 26 Oss: ε Ril: f3
Nodo iniziale: 19	Nome: t1b	Nodo finale: 25 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 20	Nome: t1b	Nodo finale: 26 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 21	Nome: t3b	Nodo finale: 27 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 21	Nome: t3c	Nodo finale: 28 Oss: ε Ril: f3
Nodo iniziale: 22	Nome: t3b	Nodo finale: 29 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 23	Nome: t1a	Nodo finale: 27 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 23	Nome: t1c	Nodo finale: 29 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 23	Nome: t3a	Nodo finale: 13 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 24	Nome: t1a	Nodo finale: 28 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 25	Nome: t1c	Nodo finale: 27 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 25	Nome: t3a	Nodo finale: 30 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 26	Nome: t1c	Nodo finale: 28 Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 27	Nome: t3a	Nodo finale: 20 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 29	Nome: t3a	Nodo finale: 16 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 30	Nome: t1c	Nodo finale: 20 Oss: ε Ril: f1

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.077062999999999
 Totale memoria allocata (Byte): 39482 dimensione corrente tracciata 686142 picco durante l'esecuzione

Figura 6.22: Rete 2 - Spazio Osservazione 1 - 2

```

Spazio comportamentale relativo all'osservazione [o1, o2] e alla rete Rete 2

Nodi e cammini potati:
Numero nodi potati: 8
Nome: 11:21:31|e1:: indice osservabilità 1
Nome: 11:20:31|e1:: indice osservabilità 2
Nome: 11:21:31|:: indice osservabilità 1
Nome: 10:21:31|e1:: indice osservabilità 1
Nome: 11:21:31|e1::e2 indice osservabilità 1
Nome: 11:21:30|e1:: indice osservabilità 1
Nome: 11:21:31|e1:e3: indice osservabilità 1
Nome: 11:20:31|:: indice osservabilità 0

Numero cammini potati: 18
Nome iniziale: 11:21:31|e1:e3: indice oss:1      Nome transizione: t3c Nodo finale: 11:21:31|e1:: indice oss:1
Nome iniziale: 10:21:31|e1:: indice oss:1      Nome transizione: t1c Nodo finale: 11:21:31|e1:: indice oss:1
Nome iniziale: 11:20:31|e1:e3: indice oss:2      Nome transizione: t3c Nodo finale: 11:20:31|e1:: indice oss:2
Nome iniziale: 11:21:31|:: indice oss:1 Nome transizione: t2b Nodo finale: 11:20:31|e1:: indice oss:2
Nome iniziale: 10:20:31|e1:: indice oss:2      Nome transizione: t1c Nodo finale: 11:20:31|e1:: indice oss:2
Nome iniziale: 11:21:31|:e3: indice oss:1      Nome transizione: t3c Nodo finale: 11:21:31|:: indice oss:1
Nome iniziale: 10:21:31|e1:: indice oss:1      Nome transizione: t1a Nodo finale: 11:21:31|:: indice oss:1
Nome iniziale: 10:21:31|:: indice oss:1 Nome transizione: t1c Nodo finale: 11:21:31|:: indice oss:1
Nome iniziale: 10:21:31|e1:e3: indice oss:1      Nome transizione: t3c Nodo finale: 10:21:31|e1:: indice oss:1
Nome iniziale: 11:21:31|e1::e2 indice oss:1      Nome transizione: t1b Nodo finale: 10:21:31|e1:: indice oss:1
Nome iniziale: 11:21:31|e1:e3:e2 indice oss:1      Nome transizione: t3c Nodo finale: 11:21:31|e1::e2 indice oss:1
Nome iniziale: 10:21:31|e1::e2 indice oss:1      Nome transizione: t1c Nodo finale: 11:21:31|e1::e2 indice oss:1
Nome iniziale: 11:21:30|e1:: indice oss:1      Nome transizione: t3a Nodo finale: 11:21:31|e1::e2 indice oss:1
Nome iniziale: 11:21:31|e1:e3: indice oss:1      Nome transizione: t3b Nodo finale: 11:21:30|e1:: indice oss:1
Nome iniziale: 10:21:30|e1:: indice oss:1      Nome transizione: t1c Nodo finale: 11:21:30|e1:: indice oss:1
Nome iniziale: 10:21:31|e1:e3: indice oss:1      Nome transizione: t1c Nodo finale: 11:21:31|e1:e3: indice oss:1
Nome iniziale: 11:20:31|:: indice oss:0 Nome transizione: t2a Nodo finale: 11:21:31|e1:e3: indice oss:1
Nome iniziale: 10:20:31|:: indice oss:0 Nome transizione: t1c Nodo finale: 11:20:31|:: indice oss:0

Numero nodi generati: 39
ID :1  Nome: 10:20:30|:: indice osservabilità 0 finale False
ID :2  Nome: 11:20:30|:: indice osservabilità 0 finale False
ID :3  Nome: 10:21:30|e1:e3: indice osservabilità 1 finale False
ID :4  Nome: 10:20:31|::e2 indice osservabilità 0 finale False
ID :5  Nome: 11:21:30|e1:e3: indice osservabilità 1 finale False
ID :6  Nome: 11:20:31|::e2 indice osservabilità 0 finale False
ID :7  Nome: 11:21:30|:e3: indice osservabilità 1 finale False
ID :8  Nome: 10:21:31|e1:e3:e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :9  Nome: 11:21:31|e1:e3:e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :10  Nome: 10:20:31|:: indice osservabilità 0 finale False
ID :11  Nome: 11:20:30|e1:e3: indice osservabilità 2 finale False
ID :12  Nome: 11:21:31|:e3:e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :13  Nome: 10:21:30|e1::e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :14  Nome: 10:21:31|e1::e2 indice osservabilità 1 finale False

```

Figura 6.23: Rete 2 - Spazio Osservazione 2 - 1

```

ID :15  Nome: 10:21:31|e1:e3: indice osservabilità 1 finale False
ID :16  Nome: 11:21:30|e1::e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :17  Nome: 11:20:31|e1:e3:e2 indice osservabilità 2 finale False
ID :18  Nome: 10:21:31|:e3: indice osservabilità 1 finale False
ID :19  Nome: 11:21:30|::e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :20  Nome: 11:21:31|::e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :21  Nome: 11:21:31|:e3: indice osservabilità 1 finale False
ID :22  Nome: 10:21:30|e1:: indice osservabilità 1 finale False
ID :23  Nome: 10:20:31|e1:e3: indice osservabilità 2 finale False
ID :24  Nome: 11:20:30|e1::e2 indice osservabilità 2 finale False
ID :25  Nome: 11:20:31|e1::e2 indice osservabilità 2 finale False
ID :26  Nome: 10:21:30|:: indice osservabilità 1 finale False
ID :27  Nome: 10:21:31|:: indice osservabilità 1 finale False
ID :28  Nome: 11:20:31|e1:e3: indice osservabilità 2 finale False
ID :29  Nome: 11:21:30|:: indice osservabilità 1 finale False
ID :30  Nome: 11:20:31|:e3: indice osservabilità 2 finale False
ID :31  Nome: 10:20:30|e1:: indice osservabilità 2 finale False
ID :32  Nome: 10:20:31|e1:: indice osservabilità 2 finale False
ID :33  Nome: 10:21:31|::e2 indice osservabilità 1 finale False
ID :34  Nome: 11:20:30|e1:: indice osservabilità 2 finale False
ID :35  Nome: 11:20:30|:: indice osservabilità 2 finale True
ID :36  Nome: 11:20:31|:: indice osservabilità 2 finale True
ID :37  Nome: 10:20:31|e1::e2 indice osservabilità 2 finale False
ID :38  Nome: 11:20:31|::e2 indice osservabilità 2 finale False
ID :39  Nome: 10:20:31|:: indice osservabilità 2 finale True
Numero cammini generati: 75
Nodo iniziale: 1      Nome: t1c      Nodo finale: 2  Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 1      Nome: t2a      Nodo finale: 3  Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 1      Nome: t3a      Nodo finale: 4  Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 2      Nome: t2a      Nodo finale: 5  Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 2      Nome: t3a      Nodo finale: 6  Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 3      Nome: t1a      Nodo finale: 7  Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 3      Nome: t1c      Nodo finale: 5  Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 3      Nome: t3a      Nodo finale: 8  Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 4      Nome: t1c      Nodo finale: 6  Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 4      Nome: t2a      Nodo finale: 8  Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 5      Nome: t3a      Nodo finale: 9  Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 6      Nome: t1b      Nodo finale: 10 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 6      Nome: t2a      Nodo finale: 9  Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 7      Nome: t2b      Nodo finale: 11 Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 7      Nome: t3a      Nodo finale: 12 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 8      Nome: t1a      Nodo finale: 12 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 8      Nome: t1c      Nodo finale: 9  Oss: ε Ril: f1
Nodo iniziale: 8      Nome: t3b      Nodo finale: 13 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 8      Nome: t3c      Nodo finale: 14 Oss: ε Ril: f3
Nodo iniziale: 9      Nome: t1b      Nodo finale: 15 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 9      Nome: t3b      Nodo finale: 16 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 10     Nome: t2a      Nodo finale: 15 Oss: o1 Ril: ε
Nodo iniziale: 11     Nome: t3a      Nodo finale: 17 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 12     Nome: t1b      Nodo finale: 18 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 12     Nome: t2b      Nodo finale: 17 Oss: o2 Ril: ε
Nodo iniziale: 12     Nome: t3b      Nodo finale: 19 Oss: ε Ril: ε

```

Figura 6.24: Rete 2 - Spazio Osservazione 2 - 2

```

Nodo iniziale: 13      Nome: t1a      Nodo finale: 19 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 13      Nome: t1c      Nodo finale: 16 Oss: ε   Ril: f1
Nodo iniziale: 14      Nome: t1a      Nodo finale: 20 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 15      Nome: t1a      Nodo finale: 21 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 15      Nome: t3b      Nodo finale: 22 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 16      Nome: t1b      Nodo finale: 22 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 17      Nome: t1b      Nodo finale: 23 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 17      Nome: t3b      Nodo finale: 24 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 17      Nome: t3c      Nodo finale: 25 Oss: ε   Ril: f3
Nodo iniziale: 18      Nome: t1c      Nodo finale: 21 Oss: ε   Ril: f1
Nodo iniziale: 18      Nome: t2b      Nodo finale: 23 Oss: o2   Ril: ε
Nodo iniziale: 18      Nome: t3b      Nodo finale: 26 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 18      Nome: t3c      Nodo finale: 27 Oss: ε   Ril: f3
Nodo iniziale: 19      Nome: t1b      Nodo finale: 26 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 19      Nome: t2b      Nodo finale: 24 Oss: o2   Ril: ε
Nodo iniziale: 20      Nome: t1b      Nodo finale: 27 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 20      Nome: t2b      Nodo finale: 25 Oss: o2   Ril: ε
Nodo iniziale: 21      Nome: t2b      Nodo finale: 28 Oss: o2   Ril: ε
Nodo iniziale: 21      Nome: t3b      Nodo finale: 29 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 22      Nome: t1a      Nodo finale: 29 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 22      Nome: t3a      Nodo finale: 14 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 23      Nome: t1a      Nodo finale: 30 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 23      Nome: t1c      Nodo finale: 28 Oss: ε   Ril: f1
Nodo iniziale: 23      Nome: t3b      Nodo finale: 31 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 23      Nome: t3c      Nodo finale: 32 Oss: ε   Ril: f3
Nodo iniziale: 24      Nome: t1b      Nodo finale: 31 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 25      Nome: t1b      Nodo finale: 32 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 26      Nome: t1c      Nodo finale: 29 Oss: ε   Ril: f1
Nodo iniziale: 26      Nome: t2b      Nodo finale: 31 Oss: o2   Ril: ε
Nodo iniziale: 26      Nome: t3a      Nodo finale: 33 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 27      Nome: t2b      Nodo finale: 32 Oss: o2   Ril: ε
Nodo iniziale: 28      Nome: t3b      Nodo finale: 34 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 29      Nome: t2b      Nodo finale: 34 Oss: o2   Ril: ε
Nodo iniziale: 29      Nome: t3a      Nodo finale: 20 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 30      Nome: t3b      Nodo finale: 35 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 30      Nome: t3c      Nodo finale: 36 Oss: ε   Ril: f3
Nodo iniziale: 31      Nome: t1a      Nodo finale: 35 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 31      Nome: t1c      Nodo finale: 34 Oss: ε   Ril: f1
Nodo iniziale: 31      Nome: t3a      Nodo finale: 37 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 32      Nome: t1a      Nodo finale: 36 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 33      Nome: t1c      Nodo finale: 20 Oss: ε   Ril: f1
Nodo iniziale: 33      Nome: t2b      Nodo finale: 37 Oss: o2   Ril: ε
Nodo iniziale: 34      Nome: t3a      Nodo finale: 25 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 35      Nome: t3a      Nodo finale: 38 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 37      Nome: t1a      Nodo finale: 38 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 37      Nome: t1c      Nodo finale: 25 Oss: ε   Ril: f1
Nodo iniziale: 38      Nome: t1b      Nodo finale: 39 Oss: ε   Ril: ε
Nodo iniziale: 39      Nome: t1c      Nodo finale: 36 Oss: ε   Ril: f1

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.1885819999999998
Totale memoria allocata (Byte): 185890 dimensione corrente tracciata    1052475 picco durante l'esecuzione

```

Figura 6.25: Rete 2 - Spazio Osservazione 2 - 3

6.2.3 Compito 3

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo della *diagnosi relativa ad un'osservazione lineare* applicato alla Rete 2. In particolare, per tale rete sono state scelte le osservazioni o_3, o_2 e o_3, o_2, o_3, o_2 .

```
Diagnosi di spazio comportamentale relativo all'osservazione [o1] e alla rete Rete 2

f1|f1f3|f1f1|f3f1|f3|e
Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.02961899999999984
Totale memoria allocata (Byte): 42884 dimensione corrente tracciata      215141 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.26: Rete 2 - Diagnosi 1

```
Diagnosi di spazio comportamentale relativo all'osservazione [o1o2] e alla rete Rete 2

e|f1|f3
Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.034099000000000323
Totale memoria allocata (Byte): 38689 dimensione corrente tracciata      300870 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.27: Rete 2 - Diagnosi 2

6.2.4 Compito 4

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo dello *spazio delle chiusure e del diagnosticatore* applicato alla Rete 2.

```
Spazio delle chiusure relativo allo spazio comportamentale della rete Rete 2

Chiusure totali: 17
ID chiusura: 0, nodi in chiusura: 0, 1, 3, 5, 9, 17
ID chiusura: 1, nodi in chiusura: 2, 6, 4, 7, 11, 8, 12, 13, 19, 20, 21, 14, 15, 16, 22, 29, 30, 23, 24, 25, 32, 33, 38, 34
ID chiusura: 2, nodi in chiusura: 4, 8, 14, 15, 16, 22, 23, 24, 25, 32, 33, 34, 13, 21, 30
ID chiusura: 3, nodi in chiusura: 7, 11, 8, 12, 13, 19, 20, 21, 14, 15, 16, 22, 29, 30, 23, 24, 25, 32, 33, 38, 34
ID chiusura: 4, nodi in chiusura: 8, 14, 15, 16, 22, 23, 24, 25, 32, 33, 34, 13, 21, 30
ID chiusura: 5, nodi in chiusura: 10, 18, 26, 27, 28, 35, 31, 36, 37, 1, 17, 39, 40, 5, 9
ID chiusura: 6, nodi in chiusura: 14, 22, 23, 24, 25, 32, 33, 34, 13, 21, 16, 30
ID chiusura: 7, nodi in chiusura: 18, 26, 27, 28, 35, 31, 36, 37, 1, 17, 39, 40, 5, 9
ID chiusura: 8, nodi in chiusura: 23, 34, 16, 25, 33
ID chiusura: 9, nodi in chiusura: 26, 35, 31, 36, 37, 1, 17, 39, 40, 5, 28, 9
ID chiusura: 10, nodi in chiusura: 27, 36, 1, 39, 40, 5, 28, 9, 37, 17
ID chiusura: 11, nodi in chiusura: 28, 37, 17
ID chiusura: 12, nodi in chiusura: 31, 39, 28, 37, 17
ID chiusura: 13, nodi in chiusura: 36, 1, 39, 40, 5, 28, 9, 37, 17
ID chiusura: 14, nodi in chiusura: 37, 17
ID chiusura: 15, nodi in chiusura: 39, 28, 37, 17
ID chiusura: 16, nodi in chiusura: 40, 5, 28, 9, 37, 17

Cammini totali: 64
Cammino: Chiusura di partenza: 0, Chiusura finale: 1, Nodo iniziale: 0, Nodo finale: 2, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 0, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 4, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 5, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 4, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 7, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 4, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 9, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 4, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 10, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 4, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 13, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 4, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 0, Chiusura finale: 3, Nodo iniziale: 3, Nodo finale: 7, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 0, Chiusura finale: 4, Nodo iniziale: 5, Nodo finale: 8, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 5, Chiusura finale: 4, Nodo iniziale: 5, Nodo finale: 8, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 7, Chiusura finale: 4, Nodo iniziale: 5, Nodo finale: 8, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 9, Chiusura finale: 4, Nodo iniziale: 5, Nodo finale: 8, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 10, Chiusura finale: 4, Nodo iniziale: 5, Nodo finale: 8, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 13, Chiusura finale: 4, Nodo iniziale: 5, Nodo finale: 8, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 16, Chiusura finale: 4, Nodo iniziale: 5, Nodo finale: 8, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 6, Nodo finale: 10, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 0, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 14, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 5, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 14, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 7, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 14, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 9, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 14, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 10, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 14, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 13, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 14, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 16, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 14, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 14, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 16, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 14, Etichetta osservabilità o1
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 7, Nodo iniziale: 11, Nodo finale: 18, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 7, Nodo iniziale: 11, Nodo finale: 18, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 0, Chiusura finale: 8, Nodo iniziale: 17, Nodo finale: 23, Etichetta osservabilità o1
```

Figura 6.28: Rete 2 - Spazio delle Chiusure 1

```

Cammino: Chiusura di partenza: 5, Chiusura finale: 8, Nodo iniziale: 17, Nodo finale: 23, Etichetta osservabilità 01
Cammino: Chiusura di partenza: 7, Chiusura finale: 8, Nodo iniziale: 17, Nodo finale: 23, Etichetta osservabilità 01
Cammino: Chiusura di partenza: 9, Chiusura finale: 8, Nodo iniziale: 17, Nodo finale: 23, Etichetta osservabilità 01
Cammino: Chiusura di partenza: 10, Chiusura finale: 8, Nodo iniziale: 17, Nodo finale: 23, Etichetta osservabilità 01
Cammino: Chiusura di partenza: 11, Chiusura finale: 8, Nodo iniziale: 17, Nodo finale: 23, Etichetta osservabilità 01
Cammino: Chiusura di partenza: 12, Chiusura finale: 8, Nodo iniziale: 17, Nodo finale: 23, Etichetta osservabilità 01
Cammino: Chiusura di partenza: 13, Chiusura finale: 8, Nodo iniziale: 17, Nodo finale: 23, Etichetta osservabilità 01
Cammino: Chiusura di partenza: 14, Chiusura finale: 8, Nodo iniziale: 17, Nodo finale: 23, Etichetta osservabilità 01
Cammino: Chiusura di partenza: 15, Chiusura finale: 8, Nodo iniziale: 17, Nodo finale: 23, Etichetta osservabilità 01
Cammino: Chiusura di partenza: 16, Chiusura finale: 8, Nodo iniziale: 17, Nodo finale: 23, Etichetta osservabilità 01
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 9, Nodo iniziale: 19, Nodo finale: 26, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 9, Nodo iniziale: 19, Nodo finale: 26, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 10, Nodo iniziale: 20, Nodo finale: 27, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 10, Nodo iniziale: 20, Nodo finale: 27, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 11, Nodo iniziale: 21, Nodo finale: 28, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 11, Nodo iniziale: 21, Nodo finale: 28, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 11, Nodo iniziale: 21, Nodo finale: 28, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 11, Nodo iniziale: 21, Nodo finale: 28, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 11, Nodo iniziale: 21, Nodo finale: 28, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 12, Nodo iniziale: 22, Nodo finale: 31, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 12, Nodo iniziale: 22, Nodo finale: 31, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 12, Nodo iniziale: 22, Nodo finale: 31, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 12, Nodo iniziale: 22, Nodo finale: 31, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 12, Nodo iniziale: 22, Nodo finale: 31, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 13, Nodo iniziale: 29, Nodo finale: 36, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 13, Nodo iniziale: 29, Nodo finale: 36, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 14, Nodo iniziale: 30, Nodo finale: 37, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 14, Nodo iniziale: 30, Nodo finale: 37, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 14, Nodo iniziale: 30, Nodo finale: 37, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 14, Nodo iniziale: 30, Nodo finale: 37, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 14, Nodo iniziale: 30, Nodo finale: 37, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 15, Nodo iniziale: 32, Nodo finale: 39, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 15, Nodo iniziale: 32, Nodo finale: 39, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 15, Nodo iniziale: 32, Nodo finale: 39, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 15, Nodo iniziale: 32, Nodo finale: 39, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 15, Nodo iniziale: 32, Nodo finale: 39, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 16, Nodo iniziale: 32, Nodo finale: 39, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 16, Nodo iniziale: 32, Nodo finale: 39, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 16, Nodo iniziale: 38, Nodo finale: 40, Etichetta osservabilità 02
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 16, Nodo iniziale: 38, Nodo finale: 40, Etichetta osservabilità 02

```

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 1.4455600000000004

Totale memoria allocata (Byte): 1515100 dimensione corrente tracciata 8902746 picco durante l'esecuzione

Figura 6.29: Rete 2 - Spazio delle Chiusure 2

Diagnosticatore dello spazio delle chiusure relativo allo spazio comportamentale della rete Rete 2	
Chiusure totali:	17
ID chiusura: 0,	nodi in chiusura: 0, 1, 3, 5, 9, 17 Diagnosi chiusura: $\epsilon f1 f1f1$
ID chiusura: 1,	nodi in chiusura: 2, 6, 4, 7, 11, 8, 12, 13, 19, 20, 21, 14, 15, 16, 22, 29, 30, 23, 24, 25, 32, 33, 38, 34 Diagnosi chiusura: f1f1 f3f1 f1 f1f3f3
ID chiusura: 2,	nodi in chiusura: 4, 8, 14, 15, 16, 22, 23, 24, 25, 32, 33, 34, 13, 21, 30 Diagnosi chiusura: f1 $\epsilon f3$
ID chiusura: 3,	nodi in chiusura: 7, 11, 8, 12, 13, 19, 20, 21, 14, 15, 16, 22, 29, 30, 23, 24, 25, 32, 33, 38, 34 Diagnosi chiusura: f1 f1f1 f3 $\epsilon f3f1 f1f3$
ID chiusura: 4,	nodi in chiusura: 8, 14, 15, 16, 22, 23, 24, 25, 32, 33, 34, 13, 21, 30 Diagnosi chiusura: f1 $\epsilon f3$
ID chiusura: 5,	nodi in chiusura: 10, 18, 26, 27, 28, 35, 31, 36, 37, 1, 17, 39, 40, 5, 9 Diagnosi chiusura: f1 f3 ϵ
ID chiusura: 6,	nodi in chiusura: 14, 22, 23, 24, 25, 32, 33, 34, 13, 21, 16, 30 Diagnosi chiusura: f3 $\epsilon f1$
ID chiusura: 7,	nodi in chiusura: 18, 26, 27, 28, 35, 31, 36, 37, 1, 17, 39, 40, 5, 9 Diagnosi chiusura: f3 $\epsilon f1$
ID chiusura: 8,	nodi in chiusura: 23, 34, 16, 25, 33 Diagnosi chiusura: ϵ
ID chiusura: 9,	nodi in chiusura: 26, 35, 31, 36, 37, 1, 17, 39, 40, 5, 28, 9 Diagnosi chiusura: f1 f3 ϵ
ID chiusura: 10,	nodi in chiusura: 27, 36, 1, 39, 40, 5, 28, 9, 37, 17 Diagnosi chiusura: $\epsilon f1$
ID chiusura: 11,	nodi in chiusura: 28, 37, 17 Diagnosi chiusura: ϵ
ID chiusura: 12,	nodi in chiusura: 31, 39, 28, 37, 17 Diagnosi chiusura: ϵ
ID chiusura: 13,	nodi in chiusura: 36, 1, 39, 40, 5, 28, 9, 37, 17 Diagnosi chiusura: $\epsilon f1$
ID chiusura: 14,	nodi in chiusura: 37, 17 Diagnosi chiusura: ϵ
ID chiusura: 15,	nodi in chiusura: 39, 28, 37, 17 Diagnosi chiusura: ϵ
ID chiusura: 16,	nodi in chiusura: 40, 5, 28, 9, 37, 17 Diagnosi chiusura: f1 ϵ

Figura 6.30: Rete 2 - Diagnosticatore - 1

Figura 6.31: Rete 2 - Diagnosticatore - 2

```

Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 12, Nodo iniziale: 22, Nodo finale: 31, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 12, Nodo iniziale: 22, Nodo finale: 31, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 13, Nodo iniziale: 29, Nodo finale: 36, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 13, Nodo iniziale: 29, Nodo finale: 36, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 14, Nodo iniziale: 30, Nodo finale: 37, Etichetta diagnosi f3|f1, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 14, Nodo iniziale: 30, Nodo finale: 37, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 14, Nodo iniziale: 30, Nodo finale: 37, Etichetta diagnosi f3|f1, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 14, Nodo iniziale: 30, Nodo finale: 37, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 14, Nodo iniziale: 30, Nodo finale: 37, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 15, Nodo iniziale: 32, Nodo finale: 39, Etichetta diagnosi f1, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 15, Nodo iniziale: 32, Nodo finale: 39, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 15, Nodo iniziale: 32, Nodo finale: 39, Etichetta diagnosi f1, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 15, Nodo iniziale: 32, Nodo finale: 39, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 15, Nodo iniziale: 32, Nodo finale: 39, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 16, Nodo iniziale: 38, Nodo finale: 40, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità o2
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 16, Nodo iniziale: 38, Nodo finale: 40, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità o2

```

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 1.5484259999999992
Totale memoria allocata (Byte): 574007 dimensione corrente tracciata 5065029 picco durante l'esecuzione

Figura 6.32: Rete 2 - Diagnosticatore - 3

6.2.5 Compito 5

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo della *diagnosi relativa ad un'osservazione lineare basata sul diagnosticatore* applicato alla Rete 2. In particolare, per tale rete sono state scelte le osservazioni *o1* e *o1,o2*.

```
Diagnosi di spazio comportamentale attraverso spazio delle chiusure relativo all'osservazione [o1] e alla rete Rete 2

Risultato originale del metodo:
(e)(f1|ε|f1f1|f3f1|f3|f1f3)|(f1)(f1|ε|f3)|(ε)(ε|f1|f3|f1f1|f3f1|f1f3)|(f1)(ε|f1|f3)|(f1)(ε|f1|f3)|(f1f1)(ε)
Risultato elaborato del metodo:
f1|ε|f1f1|f3f1|f3|f1f3
Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.19330500000000228
Totale memoria allocata (Byte): 8939 dimensione corrente tracciata      1740163 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.33: Rete 2 - Diagnosi Lineare 1

```
Diagnosi di spazio comportamentale attraverso spazio delle chiusure relativo all'osservazione [o1, o2] e alla rete Rete 2

Risultato originale del metodo:
(ε)(f1|f3|ε)|(ε)(f1|f3|ε)|(ε)(f1|f3|ε)|(ε)(ε|f1)|(ε)(ε|f1)|(ε)(f1|ε)|(f3|f1)(ε)|(f1)(ε)|(f3|f1)(ε)|(f1)(ε)
Risultato elaborato del metodo:
f1|f3|ε
Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.1927599999999982
Totale memoria allocata (Byte): 8939 dimensione corrente tracciata      1740224 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.34: Rete 2 - Diagnosi Lineare 2

6.3 Rete 3

Di seguito, nelle figure 6.35-6.36-6.37, vengono presentati gli elementi alla base di *Rete 3*, ovvero gli FA, i link, le transizioni e le relative etichette di rilevanza ed osservabilità.

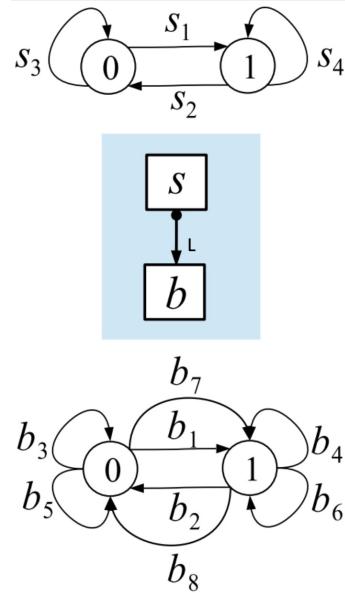


Figura 6.35: Rete 3 - FA e Link.

Transizioni

- | s | b |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • s1: /{op(L)} • s2: /{cl(L)} • s3: /{cl(L)} • s4: /{op(L)} | <ul style="list-style-type: none"> • b1: op(L) • b2: cl(L) • b3: op(L) • b4: cl(L) • b5: cl(L) • b6: op(L) • b7: cl(L) • b8: op(L) |

Figura 6.36: Rete 3 - Transizioni.

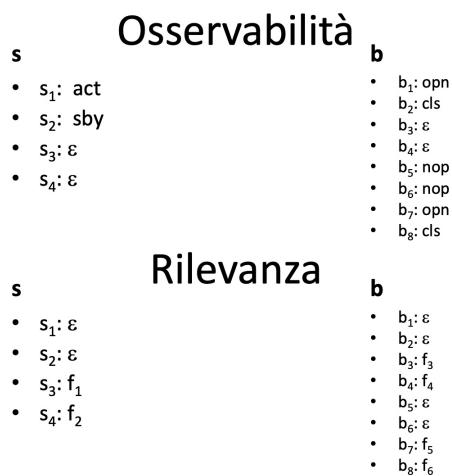


Figura 6.37: Rete 3 - Etichette ril e oss.

6.3.1 Compito 1

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo dello *spazio comportamentale* applicato alla Rete 3.

```
Spazio comportamentale relativo a Rete 3

Nodi e cammini potati: Numero nodi potati: 0

Numero cammini potati: 0

Numero nodi trovati: 8
ID :0    Nome: 0:0|
ID :1    Nome: 1:0|op
ID :2    Nome: 0:0|cl
ID :3    Nome: 1:1|
ID :4    Nome: 1:0|
ID :5    Nome: 0:1|
ID :6    Nome: 0:1|cl
ID :7    Nome: 1:1|op

Numero cammini trovati: 16
Nodo iniziale: 0      Nome: s1        Nodo finale: 1  Oss: act      Ril: ε
Nodo iniziale: 0      Nome: s3        Nodo finale: 2  Oss: ε       Ril: f1
Nodo iniziale: 1      Nome: b1        Nodo finale: 3  Oss: opn     Ril: ε
Nodo iniziale: 1      Nome: b3        Nodo finale: 4  Oss: ε       Ril: f3
Nodo iniziale: 2      Nome: b5        Nodo finale: 0  Oss: nop     Ril: ε
Nodo iniziale: 2      Nome: b7        Nodo finale: 5  Oss: opn     Ril: f5
Nodo iniziale: 3      Nome: s2        Nodo finale: 6  Oss: sby     Ril: ε
Nodo iniziale: 3      Nome: s4        Nodo finale: 7  Oss: ε       Ril: f2
Nodo iniziale: 4      Nome: s2        Nodo finale: 2  Oss: sby     Ril: ε
Nodo iniziale: 4      Nome: s4        Nodo finale: 1  Oss: ε       Ril: f2
Nodo iniziale: 5      Nome: s1        Nodo finale: 7  Oss: act      Ril: ε
Nodo iniziale: 5      Nome: s3        Nodo finale: 6  Oss: ε       Ril: f1
Nodo iniziale: 6      Nome: b2        Nodo finale: 0  Oss: cls     Ril: ε
Nodo iniziale: 6      Nome: b4        Nodo finale: 5  Oss: ε       Ril: f4
Nodo iniziale: 7      Nome: b6        Nodo finale: 3  Oss: nop     Ril: ε
Nodo iniziale: 7      Nome: b8        Nodo finale: 4  Oss: cls     Ril: f6

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.01879799999999987
Totale memoria allocata (Byte): 61827 dimensione corrente tracciata           175433 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.38: Rete 3 - Spazio Comportamentale

6.3.2 Compito 2

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo dello *spazio comportamentale relativo ad un'osservazione lineare* applicato alla Rete 3. In particolare, per tale rete sono state scelte le osservazioni *act,sby,nop*.

```
Spazio comportamentale relativo all'osservazione [act, sby, nop] e alla rete Rete 3

Nodi e cammini potati:
Numero nodi potati: 2
Nome: 0:0|cl indice osservabilità 0
Nome: 0:0|cl indice osservabilità 3

Numero cammini potati: 2
Nodo iniziale: 0:0| indice oss:0           Nome transizione: s3   Nodo finale: 0:0|cl indice
oss:0
Nodo iniziale: 0:0| indice oss:3           Nome transizione: s3   Nodo finale: 0:0|cl indice
oss:3

Numero nodi generati: 5
ID :1  Nome: 0:0| indice osservabilità 0 finale False
ID :2  Nome: 1:0|op indice osservabilità 1 finale False
ID :3  Nome: 1:0| indice osservabilità 1 finale False
ID :4  Nome: 0:0|cl indice osservabilità 2 finale False
ID :5  Nome: 0:0| indice osservabilità 3 finale True
Numero cammini generati: 5
Nodo iniziale: 1      Nome: s1      Nodo finale: 2 Oss: act      Ril: ε
Nodo iniziale: 2      Nome: b3      Nodo finale: 3 Oss: ε      Ril: f3
Nodo iniziale: 3      Nome: s2      Nodo finale: 4 Oss: sby      Ril: ε
Nodo iniziale: 3      Nome: s4      Nodo finale: 2 Oss: ε      Ril: f2
Nodo iniziale: 4      Nome: b5      Nodo finale: 5 Oss: nop      Ril: ε

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.00920399999999546
Totale memoria allocata (Byte): 32448 dimensione corrente tracciata     82877 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.39: Rete 3 - Spazio Osservazione

6.3.3 Compito 3

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo della *diagnosi relativa ad un'osservazione lineare* applicato alla Rete 3. In particolare, per tale rete sono state scelte le osservazioni *act,sby,nop*.

```
Diagnosi di spazio comportamentale relativo all'osservazione [actsbynop] e alla rete Rete 3

f3(f2f3)*
Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.002564999999988182
Totale memoria allocata (Byte): 2083 dimensione corrente tracciata      14050 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.40: Rete 3 - Diagnosi

6.3.4 Compito 4

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo dello *spazio delle chiusure e al diagnosticatore* applicato alla Rete 3.

```
Spazio delle chiusure relativo allo spazio comportamentale della rete Rete 3

Chiusure totali: 8
ID chiusura: 0, nodi in chiusura: 0, 2
ID chiusura: 1, nodi in chiusura: 1, 4
ID chiusura: 2, nodi in chiusura: 3, 7
ID chiusura: 3, nodi in chiusura: 5, 6
ID chiusura: 4, nodi in chiusura: 6, 5
ID chiusura: 5, nodi in chiusura: 2
ID chiusura: 6, nodi in chiusura: 7
ID chiusura: 7, nodi in chiusura: 4, 1

Cammini totali: 18
Cammino: Chiusura di partenza: 0, Chiusura finale: 1, Nodo iniziale: 0, Nodo finale: 1, Etichetta osservabilità act
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 3, Etichetta osservabilità opn
Cammino: Chiusura di partenza: 7, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 3, Etichetta osservabilità opn
Cammino: Chiusura di partenza: 0, Chiusura finale: 0, Nodo iniziale: 2, Nodo finale: 0, Etichetta osservabilità nop
Cammino: Chiusura di partenza: 5, Chiusura finale: 0, Nodo iniziale: 2, Nodo finale: 0, Etichetta osservabilità opn
Cammino: Chiusura di partenza: 0, Chiusura finale: 3, Nodo iniziale: 2, Nodo finale: 5, Etichetta osservabilità opn
Cammino: Chiusura di partenza: 5, Chiusura finale: 3, Nodo iniziale: 2, Nodo finale: 5, Etichetta osservabilità opn
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 4, Nodo iniziale: 3, Nodo finale: 6, Etichetta osservabilità sby
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 4, Nodo finale: 2, Etichetta osservabilità sby
Cammino: Chiusura di partenza: 7, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 4, Nodo finale: 2, Etichetta osservabilità sby
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 5, Nodo finale: 7, Etichetta osservabilità act
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 5, Nodo finale: 7, Etichetta osservabilità act
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 0, Nodo iniziale: 6, Nodo finale: 0, Etichetta osservabilità cls
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 0, Nodo iniziale: 6, Nodo finale: 0, Etichetta osservabilità cls
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 7, Nodo finale: 3, Etichetta osservabilità nop
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 7, Nodo finale: 3, Etichetta osservabilità nop
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 7, Nodo iniziale: 7, Nodo finale: 4, Etichetta osservabilità cls
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 7, Nodo iniziale: 7, Nodo finale: 4, Etichetta osservabilità cls

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.09360900000000072
Totale memoria allocata (Byte): 170849 dimensione corrente tracciata 690568 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.41: Rete 3 - Spazio delle Chiusure

```
Diagnosticatore dello spazio delle chiusure relativo allo spazio comportamentale della rete Rete 3

Chiusure totali: 8
ID chiusura: 0, nodi in chiusura: 0, 2 Diagnosi chiusura: ε
ID chiusura: 1, nodi in chiusura: 1, 4 Diagnosi chiusura: f3(f2f3)*
ID chiusura: 2, nodi in chiusura: 3, 7 Diagnosi chiusura: ε
ID chiusura: 3, nodi in chiusura: 5, 6 Diagnosi chiusura: (f1f4)*
ID chiusura: 4, nodi in chiusura: 6, 5 Diagnosi chiusura: f4(f1f4)*
ID chiusura: 5, nodi in chiusura: 2 Diagnosi chiusura: ε
ID chiusura: 6, nodi in chiusura: 7 Diagnosi chiusura: ε
ID chiusura: 7, nodi in chiusura: 4, 1 Diagnosi chiusura: (f2f3)*

Cammini totali: 18
Cammino: Chiusura di partenza: 0, Chiusura finale: 1, Nodo iniziale: 0, Nodo finale: 1, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità act
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 3, Etichetta diagnosi (f3f2)*, Etichetta osservabilità opn
Cammino: Chiusura di partenza: 7, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 3, Etichetta diagnosi f2(f3f2)*, Etichetta osservabilità opn
Cammino: Chiusura di partenza: 0, Chiusura finale: 0, Nodo iniziale: 2, Nodo finale: 0, Etichetta diagnosi f1, Etichetta osservabilità nop
Cammino: Chiusura di partenza: 5, Chiusura finale: 0, Nodo iniziale: 2, Nodo finale: 0, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità nop
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 3, Nodo iniziale: 2, Nodo finale: 5, Etichetta diagnosi f1, Etichetta osservabilità opn
Cammino: Chiusura di partenza: 5, Chiusura finale: 3, Nodo iniziale: 2, Nodo finale: 5, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità opn
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 4, Nodo iniziale: 3, Nodo finale: 6, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità sby
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 4, Nodo finale: 2, Etichetta diagnosi f3(f2f3)*, Etichetta osservabilità sby
Cammino: Chiusura di partenza: 7, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 4, Nodo finale: 2, Etichetta diagnosi (f2f3)*, Etichetta osservabilità sby
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 5, Nodo finale: 7, Etichetta diagnosi (f1f4)*, Etichetta osservabilità act
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 5, Nodo finale: 7, Etichetta diagnosi f4(f1f4)*, Etichetta osservabilità act
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 0, Nodo iniziale: 6, Nodo finale: 0, Etichetta diagnosi f1(f4f1)*, Etichetta osservabilità cls
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 0, Nodo iniziale: 6, Nodo finale: 0, Etichetta diagnosi (f4f1)*, Etichetta osservabilità cls
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 7, Nodo finale: 3, Etichetta diagnosi f2, Etichetta osservabilità nop
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 7, Nodo finale: 3, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità nop
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 7, Nodo iniziale: 7, Nodo finale: 4, Etichetta diagnosi f2, Etichetta osservabilità cls
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 7, Nodo iniziale: 7, Nodo finale: 4, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità cls

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.0620799999999991
Totale memoria allocata (Byte): 90434 dimensione corrente tracciata 361907 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.42: Rete 3 - Diagnosticatore

6.3.5 Compito 5

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo della *diagnosi relativa ad un'osservazione lineare basata sul diagnosticatore* applicato alla Rete 3. In particolare, per tale rete sono state scelte le osservazioni *act,sby,nop*.

```
Diagnosi di spazio comportamentale attraverso spazio delle chiusure relativo all'osservazione [act, sby, nop] e alla rete Rete 3

Risultato originale del metodo:
(f3(f2f3)*)(e)
Risultato elaborato del metodo:
f3(f2f3)*
Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.0142389999999989
Totale memoria allocata (Byte): 17443 dimensione corrente tracciata      144891 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.43: Rete 3 - Diagnosi Lineare

6.4 Rete 4 - Caso di studio - Autolavaggio

Come caso di studio abbiamo deciso di portare un autolavaggio automatico. Questo permette di avere 3 possibili stati dell'automobile, sporca, pulita e con cera, e l'auto può passare da uno stato all'altro in funzione delle azioni dell'automa. Per ogni azione è necessario che l'utente inserisca dei gettoni, fino a un massimo di 2, e al termine di ogni azione il saldo scende di 1 gettone. Inoltre, è possibile chiedere il resto in caso siano stati inseriti troppi gettoni o qualora non si volessero svolgere ulteriori attività. L'utente può scegliere di lasciare l'autolavaggio senza eseguire operazioni, dopo la pulizia o dopo l'aggiunta di cera e in ogni caso il suo saldo in gettoni deve essere 0.

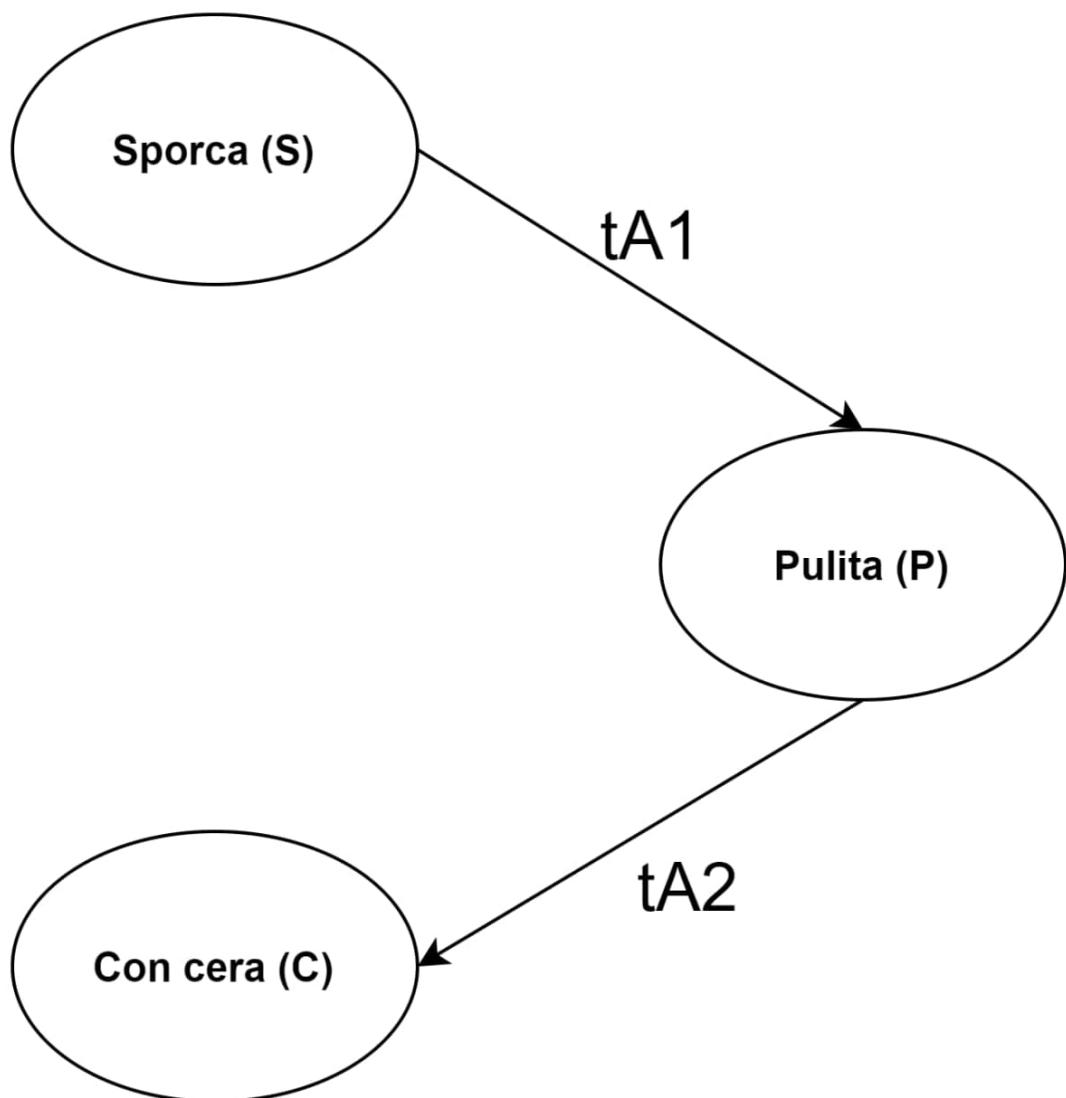


Figura 6.44: Rete 4 - Automa a stati finiti "Stato automobile"

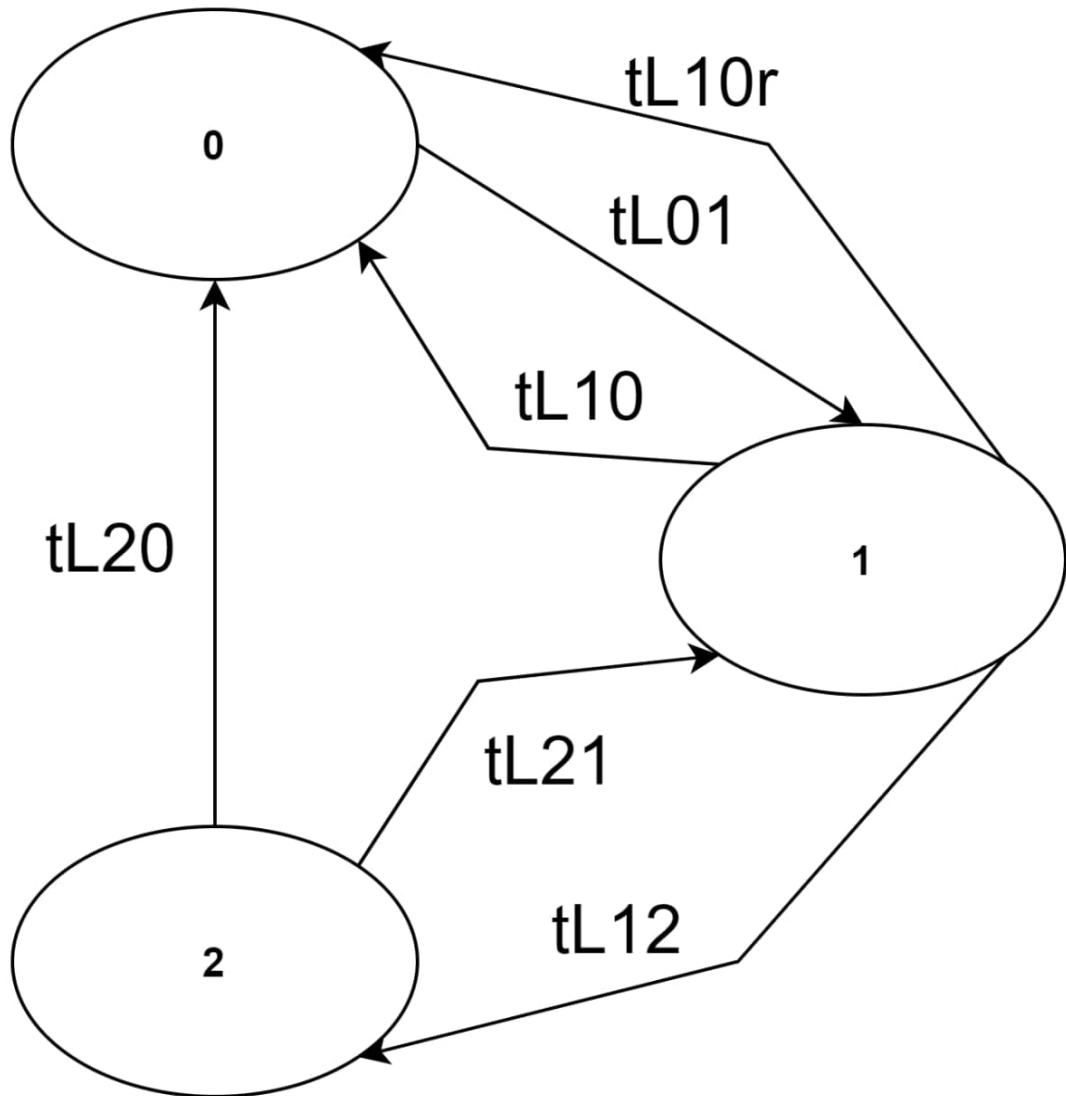


Figura 6.45: Rete 4 - Automa a stati finiti "Stato saldo"

Nella realizzazione della rete abbiamo deciso di non assegnare nessuna etichetta alle transizioni dell'automa relativo allo stato dell'automobile. Le transizioni relative all'automa dello stato dell'automobile son le seguenti:

- $tA1:a(L2)/s(L1) - oss : \epsilon - ril : \epsilon$
- $tA2:a(L2)/s(L1) - oss : \epsilon - ril : \epsilon$

Le etichette son state quindi assegnate alle transizioni riguardanti il cambio del saldo all'interno dell'automa. Alle transizioni riguardanti l'inserimento di un gettone son state assegnate le etichette di osservabilità "g1" e "g2". Invece alle transizioni che sottraggono

gettoni dal saldo, sono state assegnate le etichette di rilevanza. In caso di sottrazione in seguito ad un'operazione le etichette sono "o1", "o2", mentre quando l'utente chiede il resto le etichette sono "r1", "r2". Le transizioni relative all'automa dello stato del saldo sono le seguenti:

- tL01:/a(L2) - oss : g1 - ril : ϵ
- tL12:a(L2)/a(L2) - oss : g2
- tL10r:a(L2) - oss : ϵ - ril : r1
- tL20:a(L2) - oss : ϵ - ril : r2
- tL10:s(L1) - oss : ϵ - ril : o2
- tL21:s(L1)/a(L2) - oss : ϵ - ril : o1

6.4.1 Compito 1

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo dello *spazio comportamentale* applicato alla Rete 4. Inoltre, viene rappresentato tale spazio tramite grafo in figura 6.47.

```
Spazio comportamentale relativo a Caso di studio - Autolavaggio

Nodi e cammini potati: Numero nodi potati: 0

Numero cammini potati: 0

Numero nodi trovati: 13
ID :0    Nome: S:0|:
ID :1    Nome: S:1|:azione
ID :2    Nome: I:1|sottraigettone:
ID :3    Nome: S:2|:azione
ID :4    Nome: I:0|:
ID :5    Nome: I:2|sottraigettone:
ID :6    Nome: I:1|:azione
ID :7    Nome: R:1|sottraigettone:
ID :8    Nome: I:2|:azione
ID :9    Nome: R:0|:
ID :10   Nome: R:2|sottraigettone:
ID :11   Nome: R:1|:azione
ID :12   Nome: R:2|:azione

Numero cammini trovati: 20
Nodo iniziale: 0      Nome: tl01      Nodo finale: 1  Oss: g1 Ril: ε
Nodo iniziale: 1      Nome: tASI       Nodo finale: 2  Oss: ε  Ril: ε
Nodo iniziale: 1      Nome: tl12       Nodo finale: 3  Oss: g2 Ril: ε
Nodo iniziale: 1      Nome: tl10r      Nodo finale: 0  Oss: ε  Ril: r1
Nodo iniziale: 2      Nome: tl10       Nodo finale: 4  Oss: ε  Ril: o2
Nodo iniziale: 3      Nome: tASI       Nodo finale: 5  Oss: ε  Ril: ε
Nodo iniziale: 3      Nome: tl20       Nodo finale: 0  Oss: ε  Ril: r2
Nodo iniziale: 4      Nome: tl01       Nodo finale: 6  Oss: g1 Ril: ε
Nodo iniziale: 5      Nome: tl21       Nodo finale: 6  Oss: ε  Ril: o1
Nodo iniziale: 6      Nome: tAIR       Nodo finale: 7  Oss: ε  Ril: ε
Nodo iniziale: 6      Nome: tl12       Nodo finale: 8  Oss: g2 Ril: ε
Nodo iniziale: 6      Nome: tl10r      Nodo finale: 4  Oss: ε  Ril: r1
Nodo iniziale: 7      Nome: tl10       Nodo finale: 9  Oss: ε  Ril: o2
Nodo iniziale: 8      Nome: tAIR       Nodo finale: 10 Oss: ε  Ril: ε
Nodo iniziale: 8      Nome: tl20       Nodo finale: 4  Oss: ε  Ril: r2
Nodo iniziale: 9      Nome: tl01       Nodo finale: 11 Oss: g1 Ril: ε
Nodo iniziale: 10     Nome: tl21       Nodo finale: 11 Oss: ε  Ril: o1
Nodo iniziale: 11     Nome: tl12       Nodo finale: 12 Oss: g2 Ril: ε
Nodo iniziale: 11     Nome: tl10r      Nodo finale: 9  Oss: ε  Ril: r1
Nodo iniziale: 12     Nome: tl20       Nodo finale: 9  Oss: ε  Ril: r2

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.015625
Totale memoria allocata (Byte): 73150 dimensione corrente tracciata      268492 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.46: Rete 4 - Spazio Comportamentale

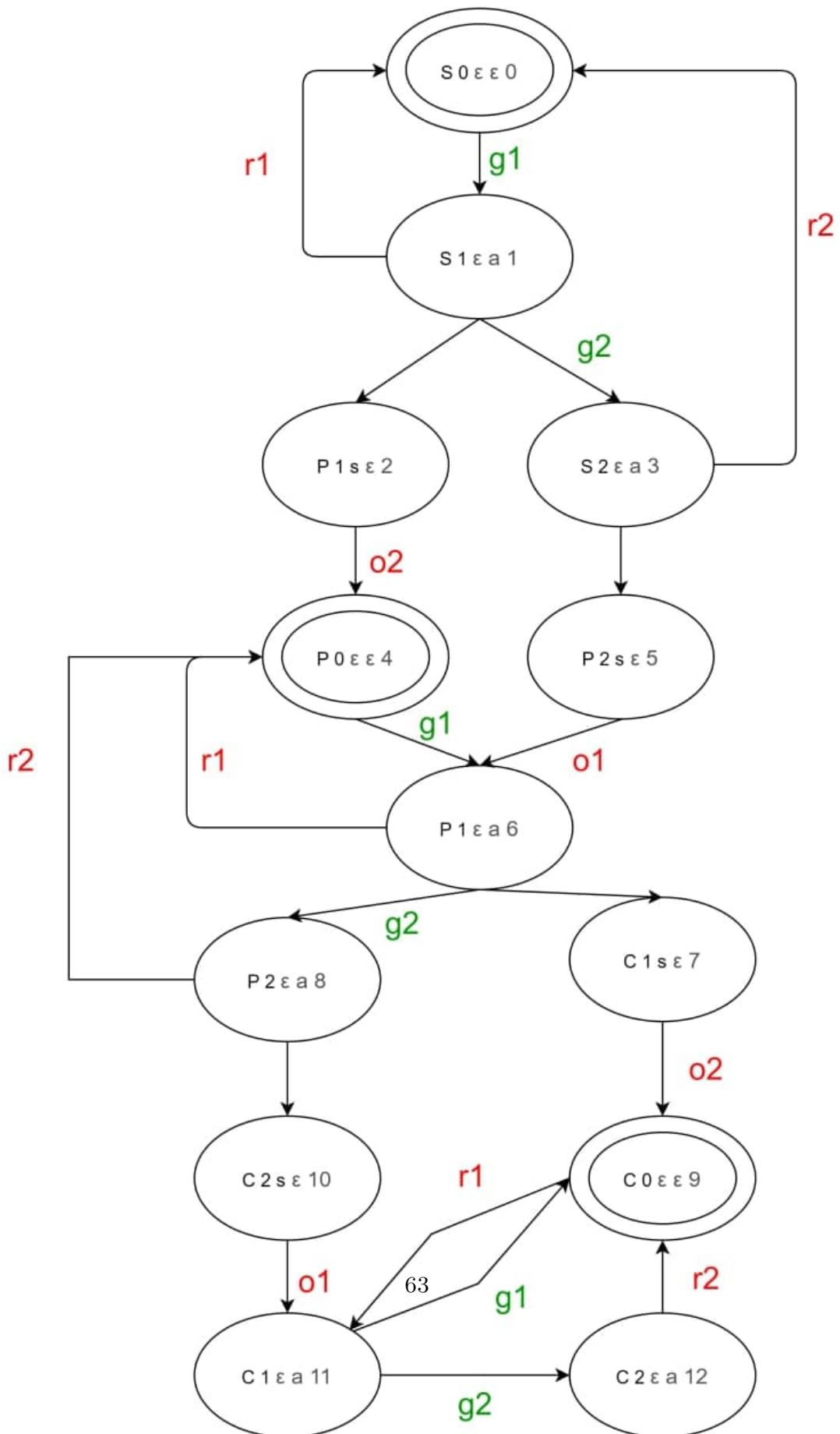


Figura 6.47: Rete 4 - Spazio Comportamentale

6.4.2 Compito 2

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo dello *spazio comportamentale relativo ad un'osservazione lineare* applicato alla Rete 4. In particolare, per tale rete sono state scelte le osservazioni $g1, g2$ e $g1, g2, g1$. Inoltre, per il caso relativo alle osservazioni $g1, g2$ viene rappresentato tale spazio mediante grafo in figura 6.49.

```
Spazio comportamentale relativo all'osservazione [g1, g2] e alla rete Caso di studio - Autolavaggio

Nodi e cammini potati:
Numero nodi potati: 3
Nome: S:0|: indice osservabilità 1
Nome: I:0|: indice osservabilità 1
Nome: I:1|sottragettone: indice osservabilità 1

Numero cammini potati: 3
Nodo iniziale: S:1|:azione indice oss:1 Nome transizione: tL10r      Nodo finale: S:0|: indice oss:1
Nodo iniziale: I:1|sottragettone: indice oss:1 Nome transizione: tL10 Nodo finale: I:0|: indice oss:1
Nodo iniziale: S:1|:azione indice oss:1 Nome transizione: tASI Nodo finale: I:1|sottragettone: indice oss:1

Numero nodi generati: 9
ID :1  Nome: S:0|: indice osservabilità 0 finale False
ID :2  Nome: S:1|:azione indice osservabilità 1 finale False
ID :3  Nome: S:2|:azione indice osservabilità 2 finale False
ID :4  Nome: I:2|sottragettone: indice osservabilità 2 finale False
ID :5  Nome: S:0|: indice osservabilità 2 finale True
ID :6  Nome: I:1|:azione indice osservabilità 2 finale False
ID :7  Nome: R:1|sottragettone: indice osservabilità 2 finale False
ID :8  Nome: I:0|: indice osservabilità 2 finale True
ID :9  Nome: R:0|: indice osservabilità 2 finale True
Numero cammini generati: 8
Nodo iniziale: 1      Nome: tL01    Nodo finale: 2  Oss: g1 Ril: ε
Nodo iniziale: 2      Nome: tL12    Nodo finale: 3  Oss: g2 Ril: ε
Nodo iniziale: 3      Nome: tASI   Nodo finale: 4  Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 3      Nome: tL20   Nodo finale: 5  Oss: ε Ril: r2
Nodo iniziale: 4      Nome: tL21   Nodo finale: 6  Oss: ε Ril: o1
Nodo iniziale: 6      Nome: tAIR   Nodo finale: 7  Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 6      Nome: tL10r  Nodo finale: 8  Oss: ε Ril: r1
Nodo iniziale: 7      Nome: tL10   Nodo finale: 9  Oss: ε Ril: o2

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.015625
Totale memoria allocata (Byte): 8803 dimensione corrente tracciata      110854 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.48: Rete 4 - Spazio Osservazione etichette [g1, g2]

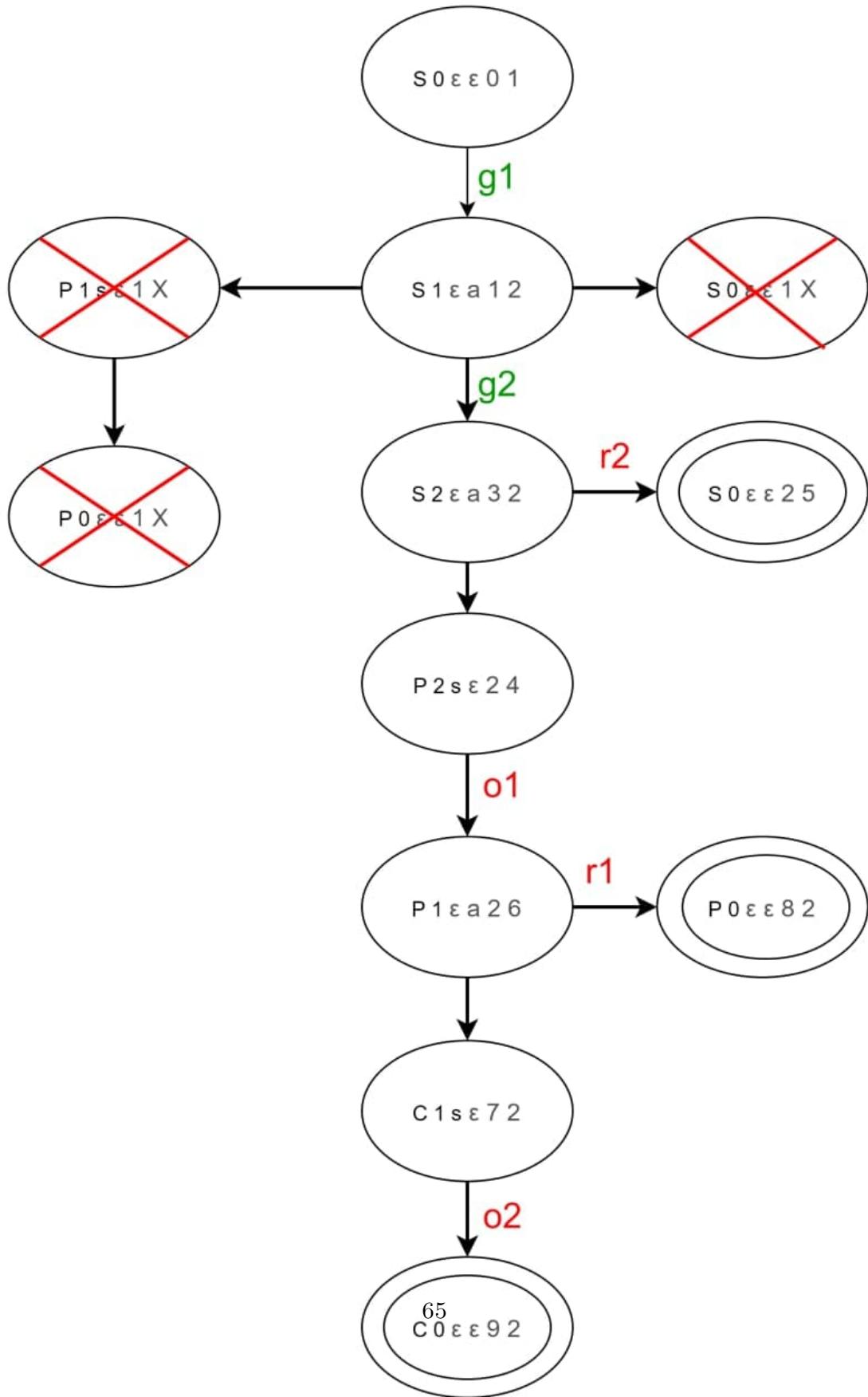


Figura 6.49: Rete 4 - Spazio Osservazione etichette [g1, g2]

```
Spazio comportamentale relativo all'osservazione [g1, g2, g1] e alla rete Caso di studio - Autolavaggio

Nodi e cammini potati:
Numero nodi potati: 3
Nome: S:0|: indice osservabilità 1
Nome: I:0|: indice osservabilità 1
Nome: I:1|sottraigettone: indice osservabilità 1

Numero cammini potati: 3
Nodo iniziale: S:1|:azione indice oss:1 Nome transizione: tl10r      Nodo finale: S:0|: indice oss:1
Nodo iniziale: I:1|sottraigettone: indice oss:1 Nome transizione: tl10 Nodo finale: I:0|: indice oss:1
Nodo iniziale: S:1|:azione indice oss:1 Nome transizione: tASI Nodo finale: I:1|sottraigettone: indice oss:1
```

Figura 6.50: Rete 4 - Spazio Osservazione etichette [g1, g2, g1] parte 1

```
Numero cammini potati: 3
Nodo iniziale: S:1|:azione indice oss:1 Nome transizione: tl10r      Nodo finale: S:0|: indice oss:1
Nodo iniziale: I:1|sottraigettone: indice oss:1 Nome transizione: tl10 Nodo finale: I:0|: indice oss:1
Nodo iniziale: S:1|:azione indice oss:1 Nome transizione: tASI Nodo finale: I:1|sottraigettone: indice oss:1

Numero nodi generati: 17
ID :1    Nome: S:0|: indice osservabilità 0 finale False
ID :2    Nome: S:1|:azione indice osservabilità 1 finale False
ID :3    Nome: S:2|:azione indice osservabilità 2 finale False
ID :4    Nome: I:2|sottraigettone: indice osservabilità 2 finale False
ID :5    Nome: S:0|: indice osservabilità 2 finale False
ID :6    Nome: I:1|:azione indice osservabilità 2 finale False
ID :7    Nome: S:1|:azione indice osservabilità 3 finale False
ID :8    Nome: R:1|sottraigettone: indice osservabilità 2 finale False
ID :9    Nome: I:0|: indice osservabilità 2 finale False
ID :10   Nome: I:1|sottraigettone: indice osservabilità 3 finale False
ID :11   Nome: S:0|: indice osservabilità 3 finale True
ID :12   Nome: R:0|: indice osservabilità 2 finale False
ID :13   Nome: I:1|:azione indice osservabilità 3 finale False
ID :14   Nome: I:0|: indice osservabilità 3 finale True
ID :15   Nome: R:1|:azione indice osservabilità 3 finale False
ID :16   Nome: R:1|sottraigettone: indice osservabilità 3 finale False
ID :17   Nome: R:0|: indice osservabilità 3 finale True

Numero cammini generati: 18
Nodo iniziale: 1      Nome: tl01    Nodo finale: 2 Oss: g1 Ril: ε
Nodo iniziale: 2      Nome: tl12    Nodo finale: 3 Oss: g2 Ril: ε
Nodo iniziale: 3      Nome: tASI   Nodo finale: 4 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 3      Nome: tl20   Nodo finale: 5 Oss: ε Ril: r2
Nodo iniziale: 4      Nome: tl21   Nodo finale: 6 Oss: ε Ril: o1
Nodo iniziale: 5      Nome: tl01   Nodo finale: 7 Oss: g1 Ril: ε
Nodo iniziale: 6      Nome: tAIR   Nodo finale: 8 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 6      Nome: tl10r  Nodo finale: 9 Oss: ε Ril: r1
Nodo iniziale: 7      Nome: tASI   Nodo finale: 10 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 7      Nome: tl10r  Nodo finale: 11 Oss: ε Ril: r1
Nodo iniziale: 8      Nome: tl10   Nodo finale: 12 Oss: ε Ril: o2
Nodo iniziale: 9      Nome: tl01   Nodo finale: 13 Oss: g1 Ril: ε
Nodo iniziale: 10     Nome: tl10   Nodo finale: 14 Oss: ε Ril: o2
Nodo iniziale: 12     Nome: tl01   Nodo finale: 15 Oss: g1 Ril: ε
Nodo iniziale: 13     Nome: tAIR   Nodo finale: 16 Oss: ε Ril: ε
Nodo iniziale: 13     Nome: tl10r  Nodo finale: 14 Oss: ε Ril: r1
Nodo iniziale: 15     Nome: tl10r  Nodo finale: 17 Oss: ε Ril: r1
Nodo iniziale: 16     Nome: tl10   Nodo finale: 17 Oss: ε Ril: o2

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.03125
Totale memoria allocata (Byte): 59110 dimensione corrente tracciata      260255 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.51: Rete 4 - Spazio Osservazione etichette [g1, g2, g1] parte 2

6.4.3 Compito 3

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo della *diagnosi relativa ad un'osservazione lineare* applicato alla Rete 4. In particolare, per tale rete sono state scelte le osservazioni $g1, g2$ e $g1, g2, g1$.

```
Diagnosi di spazio comportamentale relativo all'osservazione [g1g2] e alla rete Caso di studio - Autolavaggio

r2|o1r1|o1o2
Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.0
Totale memoria allocata (Byte): 1307 dimensione corrente tracciata      24390 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.52: Rete 4 - Diagnosi spazio osservazione etichette $[g1, g2]$

```
Diagnosi di spazio comportamentale relativo all'osservazione [g1g2g1] e alla rete Caso di studio - Autolavaggio

o1r1o2|r2o2|r2r1|o1o2r1|o1r1r1
Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.015625
Totale memoria allocata (Byte): 11193 dimensione corrente tracciata      59480 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.53: Rete 4 - Diagnosi spazio osservazione etichette $[g1, g2, g1]$

6.4.4 Compito 4

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo dello *spazio delle chiusure e del diagnosticatore* applicato alla Rete 4.

```
Spazio delle chiusure relativo allo spazio comportamentale della rete Caso di studio - Autolavaggio

Chiusure totali: 7
ID chiusura: 0, nodi in chiusura: 0
ID chiusura: 1, nodi in chiusura: 1, 2, 0, 4
ID chiusura: 2, nodi in chiusura: 3, 5, 0, 6, 7, 4, 9
ID chiusura: 3, nodi in chiusura: 6, 7, 4, 9
ID chiusura: 4, nodi in chiusura: 8, 10, 4, 11, 9
ID chiusura: 5, nodi in chiusura: 11, 9
ID chiusura: 6, nodi in chiusura: 12, 9

Cammini totali: 17
Cammino: Chiusura di partenza: 0, Chiusura finale: 1, Nodo iniziale: 0, Nodo finale: 1, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 1, Nodo iniziale: 0, Nodo finale: 1, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 1, Nodo iniziale: 0, Nodo finale: 1, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 3, Etichetta osservabilità g2
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 3, Nodo iniziale: 4, Nodo finale: 6, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 3, Nodo iniziale: 4, Nodo finale: 6, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 3, Nodo iniziale: 4, Nodo finale: 6, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 3, Nodo iniziale: 4, Nodo finale: 6, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 4, Nodo iniziale: 6, Nodo finale: 8, Etichetta osservabilità g2
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 4, Nodo iniziale: 6, Nodo finale: 8, Etichetta osservabilità g2
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 11, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 11, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 11, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 5, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 11, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 11, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 11, Nodo finale: 12, Etichetta osservabilità g2
Cammino: Chiusura di partenza: 5, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 11, Nodo finale: 12, Etichetta osservabilità g2

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.078125
Totale memoria allocata (Byte): 34004 dimensione corrente tracciata 1095382 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.54: Rete 4 - Spazio delle Chiusure

```
Diagnosticatore dello spazio delle chiusure relativo allo spazio comportamentale della rete Caso di studio - Autolavaggio

Chiusure totali: 7
ID chiusura: 0, nodi in chiusura: 0 Diagnosi chiusura: ε
ID chiusura: 1, nodi in chiusura: 1, 2, 0, 4 Diagnosi chiusura: r1|o2
ID chiusura: 2, nodi in chiusura: 3, 5, 0, 6, 7, 4, 9 Diagnosi chiusura: r2|o1o2|o1r1
ID chiusura: 3, nodi in chiusura: 6, 7, 4, 9 Diagnosi chiusura: r1|o2
ID chiusura: 4, nodi in chiusura: 8, 10, 4, 11, 9 Diagnosi chiusura: o1r1|r2
ID chiusura: 5, nodi in chiusura: 11, 9 Diagnosi chiusura: r1
ID chiusura: 6, nodi in chiusura: 12, 9 Diagnosi chiusura: r2

Cammini totali: 17
Cammino: Chiusura di partenza: 0, Chiusura finale: 1, Nodo iniziale: 0, Nodo finale: 1, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 1, Nodo iniziale: 0, Nodo finale: 1, Etichetta diagnosi r1, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 1, Nodo iniziale: 0, Nodo finale: 1, Etichetta diagnosi r2, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 2, Nodo iniziale: 1, Nodo finale: 3, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità g2
Cammino: Chiusura di partenza: 1, Chiusura finale: 3, Nodo iniziale: 3, Nodo finale: 6, Etichetta diagnosi o2, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 3, Nodo iniziale: 4, Nodo finale: 6, Etichetta diagnosi o1r1, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 3, Nodo iniziale: 4, Nodo finale: 6, Etichetta diagnosi r1, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 3, Nodo iniziale: 4, Nodo finale: 6, Etichetta diagnosi r2, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 4, Nodo iniziale: 6, Nodo finale: 8, Etichetta diagnosi o1, Etichetta osservabilità g2
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 4, Nodo iniziale: 6, Nodo finale: 8, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità g2
Cammino: Chiusura di partenza: 2, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 11, Etichetta diagnosi o1o2, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 3, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 11, Etichetta diagnosi o2, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 11, Etichetta diagnosi o1r1, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 5, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 11, Etichetta diagnosi r1, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 6, Chiusura finale: 5, Nodo iniziale: 9, Nodo finale: 11, Etichetta diagnosi r2, Etichetta osservabilità g1
Cammino: Chiusura di partenza: 4, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 11, Nodo finale: 12, Etichetta diagnosi o1, Etichetta osservabilità g2
Cammino: Chiusura di partenza: 5, Chiusura finale: 6, Nodo iniziale: 11, Nodo finale: 12, Etichetta diagnosi ε, Etichetta osservabilità g2

Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.078125
Totale memoria allocata (Byte): 81896 dimensione corrente tracciata 549028 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.55: Rete 4 - Diagnosticatore

6.4.5 Compito 5

Di seguito viene mostrato l'output prodotto dal programma a seguito dell'esecuzione dell'algoritmo necessario per il calcolo della *diagnosi relativa ad un'osservazione lineare basata sul diagnosticatore* applicato alla Rete 4. In particolare, per tale rete sono state scelte le osservazioni $g1, g2$ e $g1, g2, g1$.

```
Diagnosi di spazio comportamentale attraverso spazio delle chiusure relativo all'osservazione [g1, g2] e alla rete Caso di studio - Autolavaggio

Risultato originale del metodo:
(ε)(r2|o1r1|o1o2)
Risultato elaborato del metodo:
r2|o1r1|o1o2
Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.015625
Totale memoria allocata (Byte): 6315 dimensione corrente tracciata      229879 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.56: Rete 4 - Diagnosi Lineare etichette $[g1, g2]$

```
L'osservazione richiesta è stata accettata - Osservazione: g1,g2,g1
L'input è corretto, si procede al calcolo richiesto

Diagnosi di spazio comportamentale attraverso spazio delle chiusure relativo all'osservazione [g1, g2, g1] e alla rete Caso di studio - Autolavaggio

Risultato originale del metodo:
(r2)(r1)o2|(o1r1)(r1)o2|(o1o2)(r1)
Risultato elaborato del metodo:
r2r1|r2o2|o1r1r1|o1r1o2|o1o2r1
Tempo impiegato per l'esecuzione (s): 0.015625
Totale memoria allocata (Byte): 14619 dimensione corrente tracciata      238105 picco durante l'esecuzione
```

Figura 6.57: Rete 4 - Diagnosi Lineare etichette $[g1, g2, g1]$

6.5 Analisi comparativa delle prestazioni

In questa sezione analizzeremo le complessità spaziali e temporali dei nostri algoritmi, confrontando l'esecuzione su diverse reti e con diverse osservazioni lineari. I dati sono stati raccolti facendo una media di 100 esecuzioni per i dati relativi al tempo e una singola esecuzione per i dati spaziali, in quanto abbiamo notato che le prestazioni spaziali non variano tra un'esecuzione e un'altra.

Come visto nei capitoli precedenti, *rete 2*, la rete di benchmark, è quella che genera spazi più grandi e popolati, fatto che si può riscontrare nelle prestazioni dei compiti studiati, mentre *rete 4*, il nostro caso di studio, è la rete con il maggior numero di transizione, e questo si può verificare nella complessità spaziale dei primi compiti.

6.5.1 Compito 1

Il compito 1 è quello relativo alla creazione dello spazio comportamentale di una rete. Dai dati si può vedere come l'esecuzione su reti che generano spazi più grandi, come *rete 2*, abbiano un tempo di esecuzione molto maggiore rispetto alle esecuzioni su reti che generano spazi più contenuti. Si può notare invece come l'esecuzione dell'algoritmo su reti più grandi, come *rete 4*, abbia un'occupazione spaziale maggiore. Ovviamente in questo caso la scelta delle etichette non influisce, in quanto non vengono prese in considerazione dall'algoritmo.

Compito 1	Tempo esecuzione (s)	Memoria allocata (B)
Rete_1 (o3,o2)	0,0106	75893 - 245549
Rete_1 (o3,o2,o3,o2)	0,0106	75893 - 245549
Rete_2 (o1)	0,0533	127474 - 1093507
Rete_2 (o1,o2)	0,0533	127474 - 1093507
Rete_3 (act,sby,nop)	0,00758561	59027 - 172633
Rete_4 (g1,g2)	0,0065	695849 - 2466362
Rete_4 (g1,g2,g1)	0,00655	695849 - 2466362

Tabella 6.1: Comparazione prestazioni medie - Compito 1 - Spazio Comportamentale

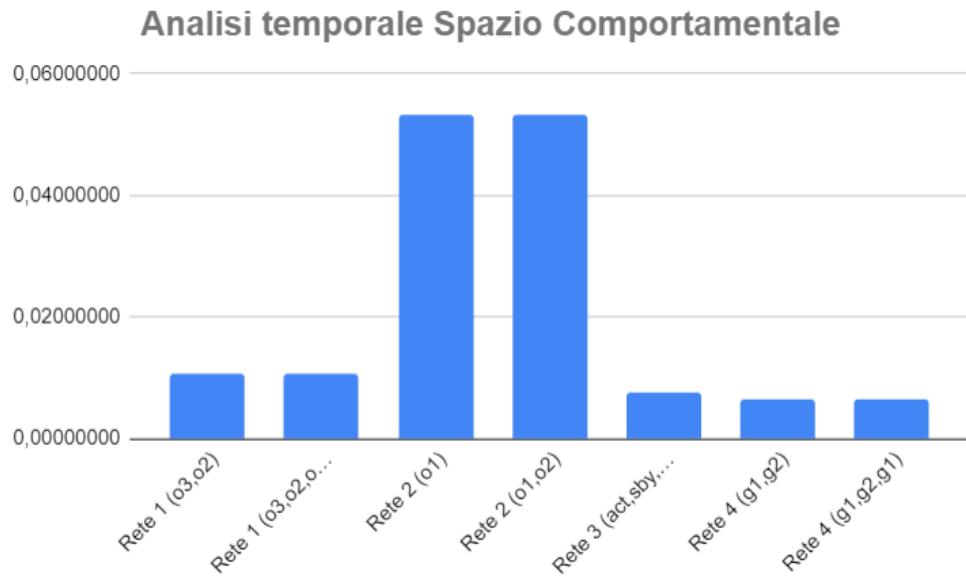


Figura 6.58: Confronti temi di esecuzione medi Compito 1

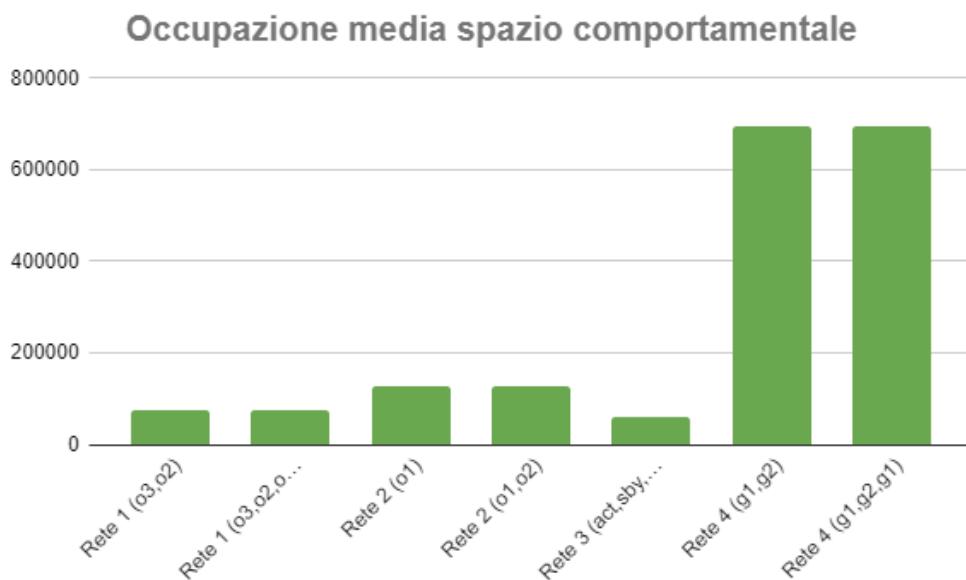


Figura 6.59: Confronti allocazione media Compito 1

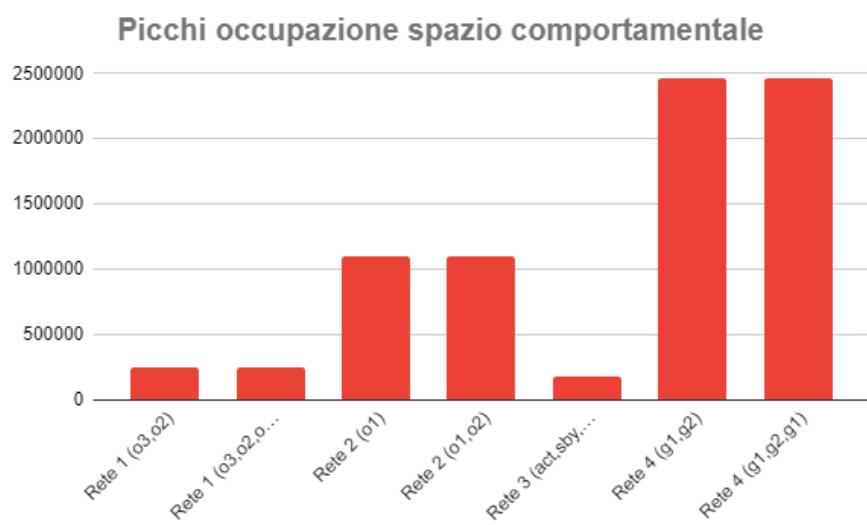


Figura 6.60: Confronti picchi medi allocazione Compito 1

6.5.2 Compito 2

Il compito 2 è quello relativo alla creazione dello spazio comportamentale di una rete relativo ad un'osservazione. Dai dati si può vedere come l'esecuzione su reti che generano spazi più grandi, come *rete 2*, abbiano un tempo di esecuzione molto maggiore rispetto alle esecuzioni su reti che generano spazi più contenuti. Si può notare invece come l'esecuzione dell'algoritmo su reti più grandi, come *rete 4*, abbia un'occupazione spaziale maggiore. In questo caso il numero di etichette influisce sulle prestazioni dell'algoritmo, in quanto diverse etichette possono generare spazi più o meno grandi. Questo si può notare in particolar modo sulle prestazioni temporali di *rete 2* e su quelle spaziali di *rete 4*.

Compito 2	Tempo esecuzione (s)	Memoria allocata (B)
Rete_1 (o3,o2)	0,0052	57957 - 1441318
Rete_1 (o3,o2,o3,o2)	0,0142	81410 - 282920
Rete_2 (o1)	0,0342	104306 - 753318
Rete_2 (o1,o2)	0,0784	180394 - 1047427
Rete_3 (act,sby,nop)	0,0057	50221 - 100650
Rete_4 (g1,g2)	0,00484375	666637 - 2371152
Rete_4 (g1,g2,g1)	0,00921875	1115223 - 3947713

Tabella 6.2: Comparazione prestazioni medie - Compito 2 - Spazio Comportamentale Oss



Figura 6.61: Confronti temi di esecuzione medi Compito 2



Figura 6.62: Confronti allocazione media Compito 2



Figura 6.63: Confronti picchi medi allocazione Compito 2

6.5.3 Compito 3

Il compito 3 è quello relativo alla diagnosi relativa allo spazio comportamentale relativo ad un'osservazione data. Dai dati si può vedere come l'esecuzione su spazi più grandi, come lo spazio relativo a *rete 2*, abbiano un tempo di esecuzione molto maggiore rispetto alle esecuzioni su reti che generano spazi più contenuti. La stessa cosa si nota nei confronti delle prestazioni spaziali. In questo caso il numero di etichette influenza in modo sensibile sulle prestazioni, in quanto nei nostri esempi avere più etichette corrisponde a generare reti più grandi, che sfruttano più risorse.

Compito 3	Tempo esecuzione (s)	Memoria allocata (B)
Rete_1 (o3,o2)	0,0013	1836 - 19045,36
Rete_1 (o3,o2,o3,o2)	0,0026	5085,83 - 53519,76
Rete_2 (o1)	0,009	9043,54 - 185321,38
Rete_2 (o1,o2)	0,0126	9795,06 - 269530,54
Rete_3 (act,sby,nop)	0,001	1457,77 - 13297,86
Rete_4 (g1,g2)	0,0014	1168,49 - 24148,02
Rete_4 (g1,g2,g1)	0,002	3941,93 - 52481,82

Tabella 6.3: Comparazione prestazioni medie - Compito 3 - Diagnosi Oss

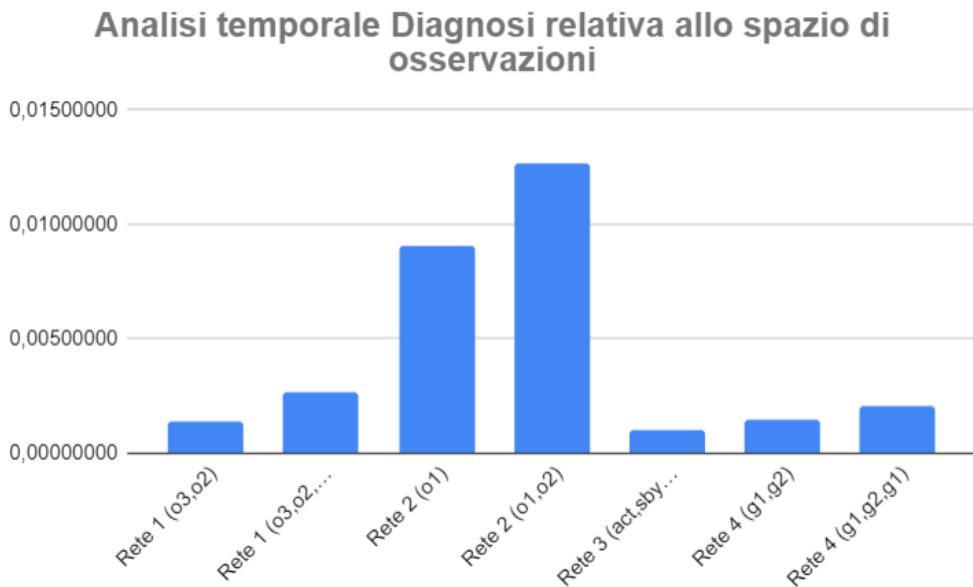


Figura 6.64: Confronti temi di esecuzione medi Compito 3

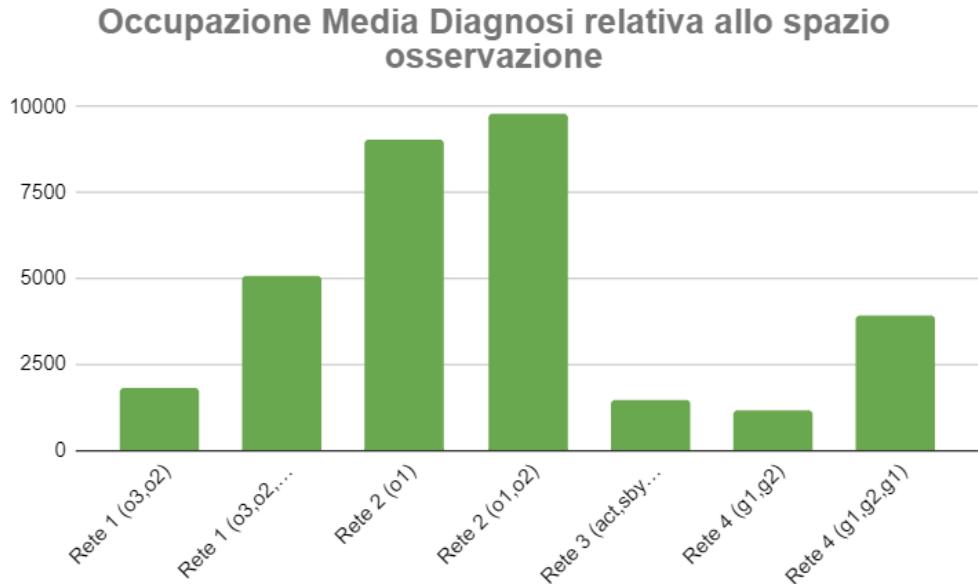


Figura 6.65: Confronti allocazione media Compito 3

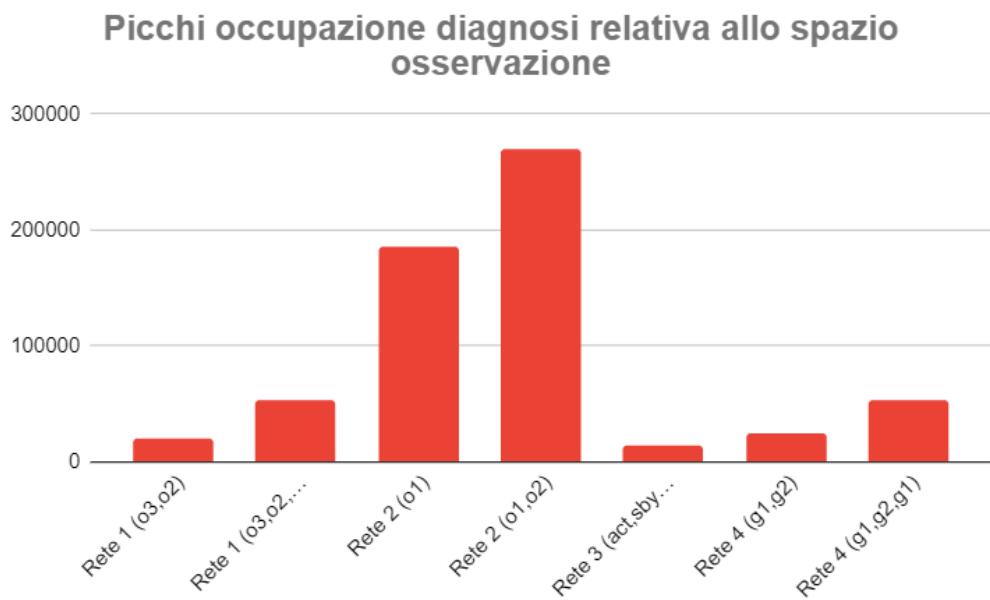


Figura 6.66: Confronti picchi medi allocazione Compito 3

6.5.4 Compito 4

Il compito 4 è quello relativo alla creazione dello spazio delle chiusure relativo ad uno spazio comportamentale e della creazione del diagnosticatore di esso. Dai dati si può vedere come l'esecuzione su spazi più grandi, come lo spazio relativo a *rete 2*, abbiano un tempo di esecuzione molto maggiore rispetto alle esecuzioni su reti che generano spazi più contenuti. La stessa cosa si nota nei confronti delle prestazioni spaziali. In questo caso il numero di etichette non influisce sulle prestazioni.

Compito 4	Tempo esecuzione (s)	Memoria allocata (B)
Rete_1 (o3,o2)	0,0287	18163,45 - 791597,56
Rete_1 (o3,o2,o3,o2)	0,0287	18163,45 - 791597,56
Rete_2 (o1)	0,4357	74808,17 - 8832768,91
Rete_2 (o1,o2)	0,4357	74808,17 - 8832768,91
Rete_3 (act,sby,nop)	0,0252	16124,73 - 605196,14
Rete_4 (g1,g2)	0,0309	22598,01 - 1073441,43
Rete_4 (g1,g2,g1)	0,0309	22598,01 - 1073441,43

Tabella 6.4: Comparazione prestazioni medie - Compito 4 - Spazio delle Chiusure



Figura 6.67: Confronti temi di esecuzione medi Compito 4



Figura 6.68: Confronti allocazione media Compito 4



Figura 6.69: Confronti picchi medi allocazione Compito 4

Compito 4	Tempo esecuzione (s)	Memoria allocata (B)
Rete_1 (o3,o2)	0,0229	17785,93 - 377577,38
Rete_1 (o3,o2,o3,o2)	0,0229	17785,93 - 377577,38
Rete_2 (o1)	0,0229	84192,09 - 4943503,11
Rete_2 (o1,o2)	0,0229	84192,09 - 4943503,11
Rete_3 (act,sby,nop)	0,0162	13551,95 - 320287,94
Rete_4 (g1,g2)	0,0264	21360,91 - 483876,71
Rete_4 (g1,g2,g1)	0,0264	21360,91 - 483876,71

Tabella 6.5: Comparazione prestazioni medie - Compito 4 - Diagnosticatore

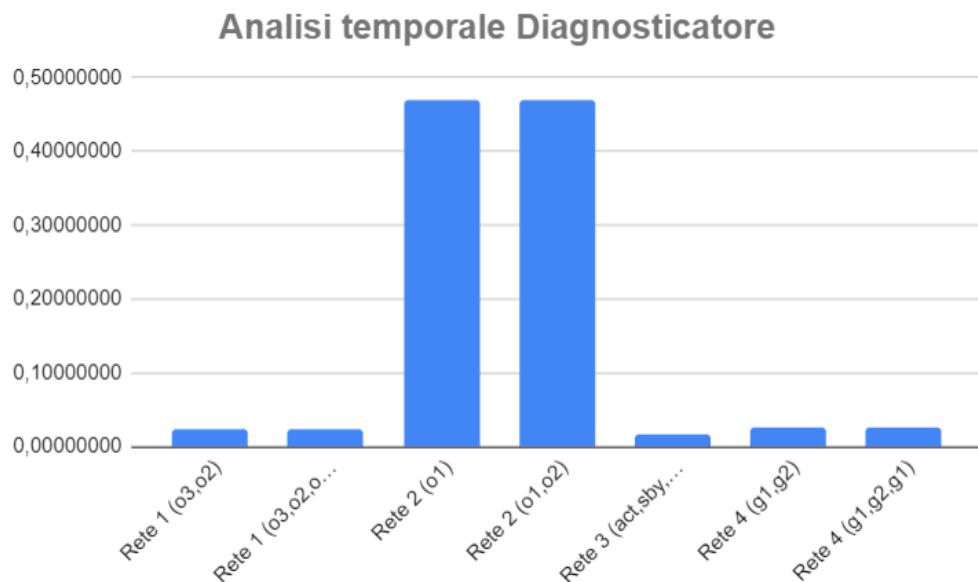


Figura 6.70: Confronti temi di esecuzione medi Compito 4

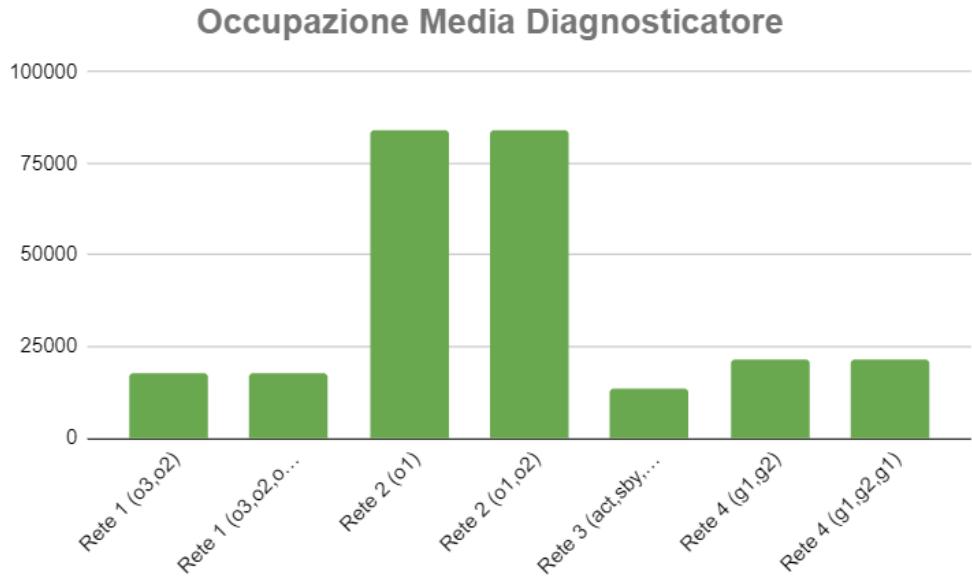


Figura 6.71: Confronti allocazione media Compito 4

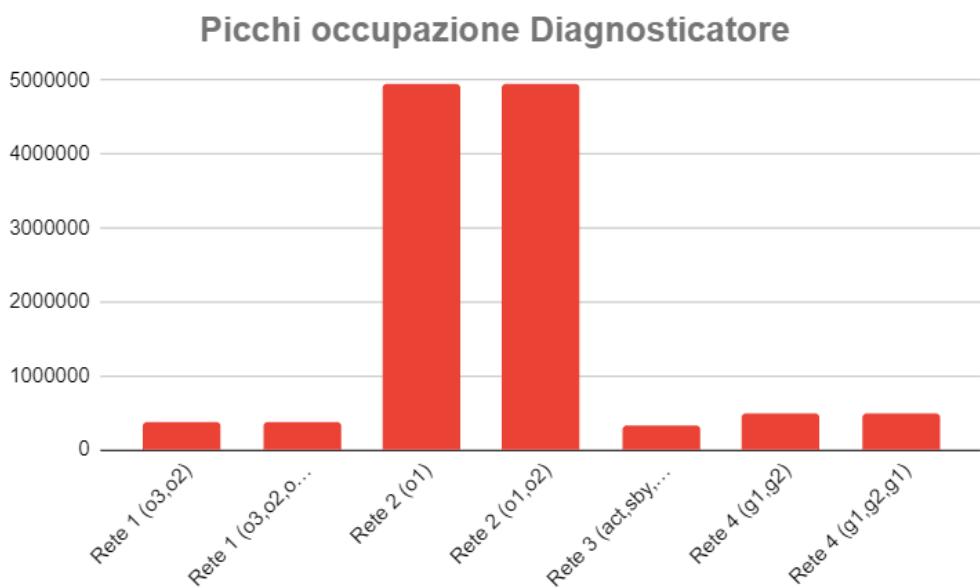


Figura 6.72: Confronti picchi medi allocazione Compito 4

6.5.5 Compito 5

Il compito 5 è quello relativo alla creazione della diagnosi lineare relativa al diagnosticatore. Dai dati si può vedere come l'esecuzione su spazi più grandi, come lo spazio relativo a *rete 2*, abbiano un tempo di esecuzione molto maggiore rispetto alle esecuzioni su reti che generano spazi più contenuti. La stessa cosa si nota nei confronti delle prestazioni spaziali. In questo caso il numero di etichette influisce sulle prestazioni ma in modo quasi impercettibile, la dimensione del diagnosticatore in ingresso è molto più influente.

Compito 5	Tempo esecuzione (s)	Memoria allocata (B)
Rete_1 (o3,o2)	0,008	6219,45 - 160108,53
Rete_1 (o3,o2,o3,o2)	0,0055	6220,83 - 160128,33
Rete_2 (o1)	0,056	21944,89 - 1735756,65
Rete_2 (o1,o2)	0,0541	21944,89 - 1735817,04
Rete_3 (act,sby,nop)	0,004	5538,77 - 131907,45
Rete_4 (g1,g2)	0,005	6196,41 - 227528,37
Rete_4 (g1,g2,g1)	0,0057	6196,41 - 227538,27

Tabella 6.6: Comparazione prestazioni medie - Compito 5 - Diagnosi Lineare D.

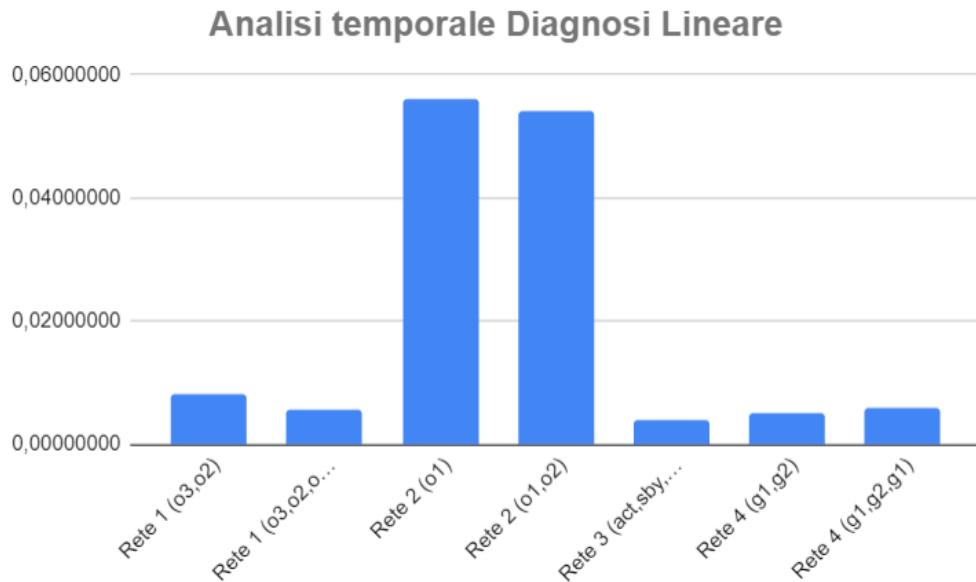


Figura 6.73: Confronti temi di esecuzione medi Compito 5

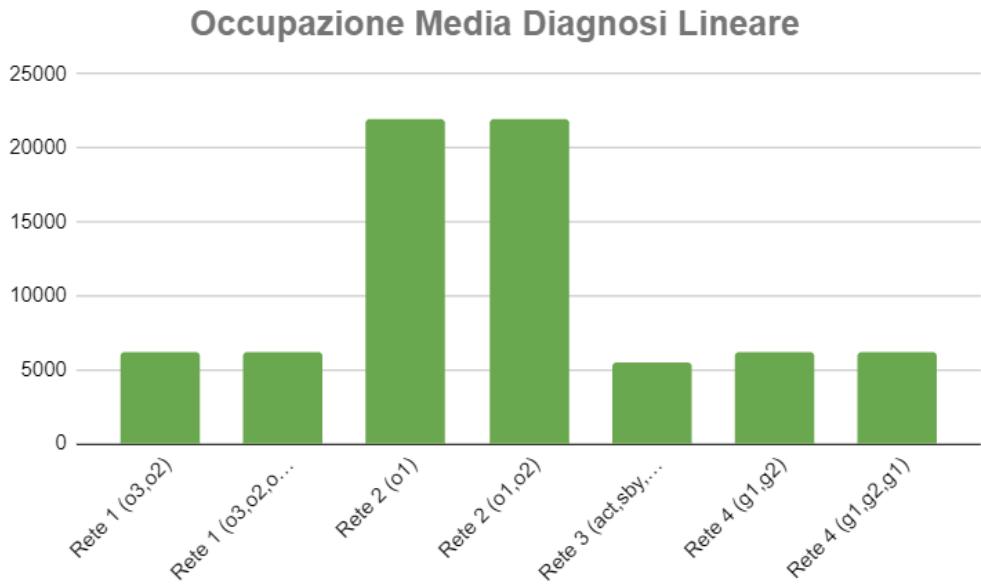


Figura 6.74: Confronti allocazione media Compito 5

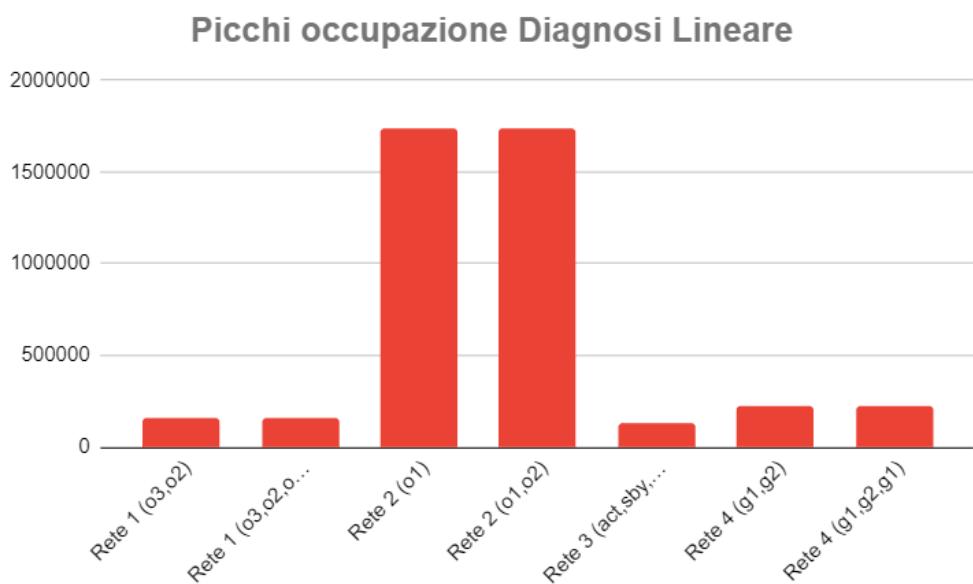


Figura 6.75: Confronti picchi medi allocazione Compito 5

Bibliografia

- [1] Python Software Foundation. *Generate pseudo-random numbers*. URL: <https://docs.python.org/3/library/random.html>.
- [2] Python Software Foundation. *Python interface to Tcl/Tk*. URL: <https://docs.python.org/3/library/tkinter.html>.
- [3] Python Software Foundation. *Shallow and deep copy operations*. URL: <https://docs.python.org/3/library/copy.html>.
- [4] Python Software Foundation. *Time access and conversions*. URL: <https://docs.python.org/3/library/time.html>.
- [5] Python Software Foundation. *Trace memory allocations*. URL: <https://docs.python.org/3/library/tracemalloc.html>.
- [6] Lorenzo Serina Lorenzo Papa. *Progetto algoritmi e strutture dati anno 2019-2020*. URL: <https://github.com/lorenzo-papa/algoritmi-strutture-dati-Papa-Serina>.
- [7] John Paulett. *jsonpickle Documentation*. URL: <https://jsonpickle.github.io/>.