



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

Dipartimento di Informatica

Corso di Laurea Magistrale in Informatica

PROGETTO DI RETI GEOGRAFICHE

RADAR-AS: Verso un Modello Unificato di Propagazione delle Fake News e delle Emozioni nei Social Network

DOCENTE

Prof.ssa **Delfina Malandrino**

GRUPPO

Lorenzo Sorrentino
Matricola: 0522501849

Abstract

La rapida diffusione delle fake news rappresenta una problematica sempre più centrale nella società odierna. È importante sviluppare delle strategie di contenimento delle fake news sempre più efficaci. RADAR-AS è un tool creato per simulare le dinamiche di diffusione delle fake news nei social network attraverso un modello agent-based; per contrastarle si serve di un'autorità addestrata con l'utilizzo del Deep Reinforcement Learning, detta super agent. Il progetto si pone l'obiettivo di introdurre una componente emotiva, basata sui parametri di valenza ed eccitazione, all'interno di tale strumento. Ogni agente è caratterizzato da queste due dimensioni emotive, dove la valenza rappresenta la positività o negatività di uno stato emotivo e l'eccitazione ne descrive l'intensità. Questi parametri influenzano il comportamento degli agenti, determinando l'emozione espressa all'interno della rete sociale simulata e la conseguente influenza che ogni agente ha sulle emozioni dei propri vicini. L'obiettivo è integrare questo modello di diffusione delle emozioni con il preesistente modello di diffusione delle fake news, offrendo nuove prospettive di analisi sulla possibile correlazione fra la componente emotiva e la propagazione delle fake news. Questo permetterà di poter sviluppare strategie di contrasto più efficaci da parte del super agent, il quale potrà tenere conto anche di questo ulteriore e importante parametro.

Sommario

1	Introduzione	4
1.1	Motivazioni	4
1.2	Obiettivi	4
2	Metodologia	5
2.1	Modello di Diffusione delle Fake News	5
2.1.1	Intervento del Super Agent	6
2.2	Modello di Diffusione delle Emozioni.....	7
2.2.1	Dinamica Interna dell'Agente	8
2.2.2	Interazione tra Agenti e Campo Informativo	8
2.2.3	Modalità di Diffusione delle Emozioni.....	9
2.3	Integrazione dei Due Modelli	9
2.3.1	Struttura del Modello Integrato.....	9
2.3.2	Meccanismo di Interazione	9
2.3.3	Vantaggi dell'Integrazione	10
2.4	Strumenti e Tecnologie Utilizzate	10
2.4.1	NetLogo per la Simulazione Multi-Agente.....	10
2.4.2	Python per il Controllo del Super Agent	10
3	Risultati	11
3.1	Rappresentazione degli Agenti e delle loro Emozioni	11
3.1.1	Aggiornamento dello Stato Emotivo.....	12
3.1.2	Ruolo delle Echo Chambers.....	12
3.2	Simulazione del Modello Integrato.....	13
4	Conclusioni	14
4.1	Sviluppi Futuri	14
5	Bibliografia	15

1 Introduzione

Negli ultimi anni, la crescente diffusione delle fake news sui social network ha sollevato preoccupazioni riguardo all'impatto che queste informazioni false possono avere sull'opinione pubblica. Diversi studi hanno evidenziato il ruolo cruciale delle emozioni nel processo di condivisione delle notizie, suggerendo che contenuti emotivamente coinvolgenti tendano a propagarsi più rapidamente. Tuttavia, la relazione tra diffusione delle fake news ed emozioni non è ancora completamente compresa e rappresenta un ambito di ricerca in evoluzione.

Per studiare la propagazione delle fake news vengono spesso utilizzati **modelli agent-based** che simulano il comportamento di individui (agenti) all'interno di una rete sociale. Parallelamente, esistono modelli specifici per la diffusione delle emozioni, che descrivono come gli stati emotivi degli agenti possano evolversi e influenzarsi reciprocamente.

Questo lavoro si concentra sull'integrazione di un **modello di diffusione delle emozioni** all'interno di un sistema già esistente per la simulazione della propagazione delle fake news, mantenendo però i due modelli **indipendenti dal punto di vista comportamentale**. Sebbene le emozioni non influenzino direttamente la diffusione delle fake news nell'implementazione attuale, la loro presenza nel modello consente di esplorare scenari futuri in cui il super agent – l'autorità responsabile del contenimento delle fake news – potrebbe sfruttare informazioni emotive per ottimizzare le proprie strategie di contrasto.

1.1 Motivazioni

La crescente diffusione delle fake news rappresenta una sfida sempre più rilevante nel panorama digitale, con conseguenze potenzialmente gravi sulla percezione della realtà da parte degli utenti. Gli strumenti per il contrasto delle fake news si basano spesso su tecniche di moderazione dei contenuti, fact-checking o filtri algoritmici, ma tali approcci presentano limiti significativi in termini di scalabilità ed efficacia.

Un aspetto ancora poco esplorato è il possibile ruolo delle emozioni nel processo di propagazione delle informazioni false. Alcuni studi suggeriscono che il coinvolgimento emotivo possa avere un impatto sulla condivisione delle notizie, ma questa relazione non è stata ancora modellata in modo approfondito all'interno delle simulazioni agent-based. Per questo motivo, integrare un modello di diffusione delle emozioni in un sistema di simulazione delle fake news rappresenta un passo importante per migliorare la comprensione del fenomeno e, in futuro, per sviluppare strategie di contenimento più efficaci.

1.2 Obiettivi

L'obiettivo principale di questo lavoro è l'**integrazione di un modello di diffusione delle emozioni all'interno di un sistema di simulazione della propagazione delle fake news**, mantenendo i due modelli indipendenti nel loro comportamento. Questo significa che, nell'implementazione attuale:

- Il modello emotivo si evolve parallelamente al modello di diffusione delle fake news, senza influenzarlo direttamente;
- La simulazione consente di analizzare le emozioni degli agenti durante la diffusione delle fake news, ma senza che queste ne modifichino il comportamento;
- Il super agent, che interviene per contenere le fake news, non utilizza ancora dati emotivi per ottimizzare le sue strategie.

Tuttavia, l'integrazione dei due modelli apre nuove prospettive di ricerca e possibili sviluppi futuri, tra cui:

- **Studio dell'influenza delle emozioni sulla propagazione delle fake news**, per verificare se stati emotivi specifici possano accelerare o rallentare la diffusione di informazioni false;
- **Miglioramento delle strategie del super agent**, che in futuro potrebbe tenere conto della componente emotiva degli agenti per rendere più efficaci le contromisure adottate.

In sintesi, questo lavoro si concentra sulla realizzazione tecnica dell'integrazione tra i due modelli, lasciando lo studio delle loro interazioni e delle implicazioni pratiche come sviluppo futuro.

2 Metodologia

Lo scopo di questo lavoro è integrare un modello di diffusione delle emozioni all'interno di un sistema di simulazione della propagazione delle fake news, mantenendo i due modelli indipendenti nel loro comportamento. Per raggiungere questo obiettivo, è stato adottato un approccio basato su **modelli agent-based (ABM)**, che permettono di simulare le interazioni tra agenti in una rete sociale e di studiare le dinamiche emergenti su larga scala.

Il modello di diffusione delle fake news utilizzato si basa su quello descritto in **Turning AI into a regulatory sandbox** [1], in cui la propagazione delle informazioni è regolata da meccanismi di rete complessi e un super agent, addestrato con il Deep Reinforcement Learning (DRL), interviene per contrastare la disinformazione. Parallelamente, il modello di diffusione delle emozioni adottato si ispira ai lavori di **Schweitzer e Garcia** [2] [3], in cui gli agenti sono caratterizzati da due parametri emotivi principali: **valenza** (positività o negatività dello stato emotivo) ed **eccitazione** (intensità dell'emozione provata).

L'integrazione tra questi due modelli è stata implementata attraverso un'architettura che permette agli agenti di avere sia una dinamica di diffusione delle fake news sia una dinamica emotiva, senza che una influenzi direttamente l'altra. Questo consente di esplorare il comportamento congiunto delle due componenti e di gettare le basi per futuri sviluppi, in cui il super agent potrà eventualmente sfruttare informazioni emotive per ottimizzare le strategie di contrasto.

Le sezioni seguenti descriveranno nel dettaglio i due modelli utilizzati, il processo di integrazione e gli strumenti tecnologici impiegati per l'implementazione.

2.1 Modello di Diffusione delle Fake News

La diffusione delle fake news nei social network è un fenomeno complesso, influenzato da molteplici fattori, tra cui l'architettura delle reti sociali, i bias cognitivi degli utenti e gli algoritmi che favoriscono la formazione di **echo chambers**. Per simulare e analizzare questo processo, il presente lavoro si basa sul **modello agent-based** descritto in *Turning AI into a regulatory sandbox* [1], implementato nel framework **RADAR-AS**.

Il modello rappresenta una rete sociale in cui gli utenti sono modellati come **agenti** che possono ricevere, elaborare e diffondere informazioni. Ogni agente può assumere diversi stati in relazione a una notizia:

- **Inconsapevole**: l'agente non è ancora stato esposto alla notizia;
- **Esposto**: l'agente ha ricevuto la notizia e può decidere se condividerla o meno;

- **Convinto:** l'agente ha adottato la notizia come vera e la diffonde attivamente;
- **Scettico:** l'agente ha ricevuto la notizia ma ha deciso di non condividerla.

La probabilità che un agente diffonda una notizia dipende da diversi fattori:

- **Connettività:** agenti con più connessioni hanno una maggiore capacità di propagare l'informazione;
- **Affinità ideologica:** un agente è più propenso a condividere una notizia se essa è coerente con le sue convinzioni preesistenti (effetto echo chamber);
- **Intervento del super agent:** un'entità intelligente, addestrata con **Deep Reinforcement Learning (DRL)**, che opera come autorità di contrasto, intervenendo per mitigare la diffusione della disinformazione.

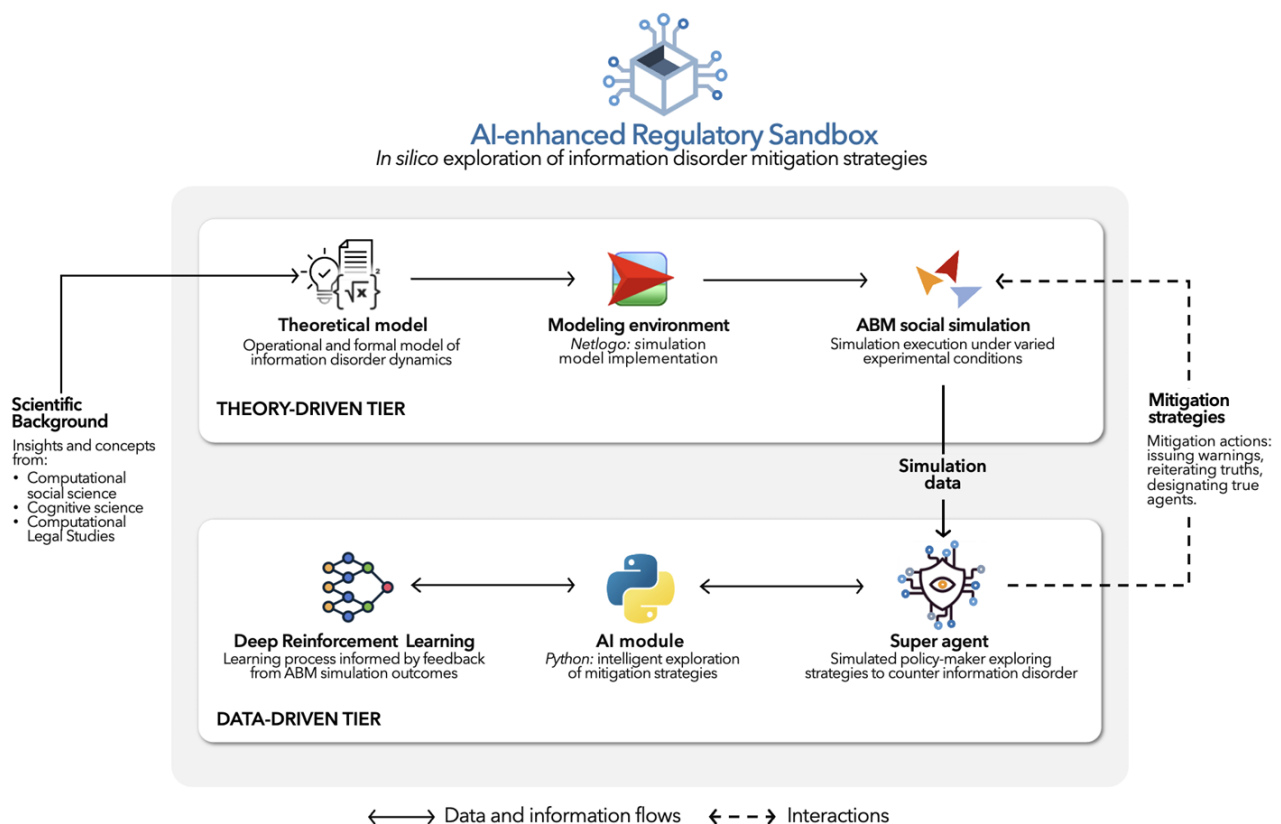


Figura 1. Schema dell'architettura di RADAR-AS.

2.1.1 Intervento del Super Agent

Il super agent è un'entità che agisce come regolatore della disinformazione. Utilizzando il **Deep Reinforcement Learning**, esso apprende progressivamente quali strategie adottare per contenere la propagazione delle fake news. Le sue azioni includono:

- **Smentita mirata:** diffusione di informazioni verificate per contrastare una fake news specifica;
- **Oscuramento di contenuti:** riduzione della visibilità di una notizia ritenuta falsa;

- **Modifica delle connessioni della rete:** alterazione della struttura della rete per ridurre la formazione di echo chambers.

L'efficacia del super agent dipende dalla sua capacità di identificare precocemente le fake news e di scegliere le contromisure più adatte in base al contesto della rete.

2.2 Modello di Diffusione delle Emozioni

Le emozioni giocano un ruolo fondamentale nelle interazioni sociali online, influenzando il modo in cui le informazioni vengono recepite, condivise e amplificate. Per modellare la diffusione delle emozioni in una rete sociale simulata adottiamo un approccio basato sul **modello agent-based** proposto da **Schweitzer e Garcia** [2] [3], in cui gli agenti sono caratterizzati da uno stato emotivo descritto da due parametri fondamentali:

- **Valenza (v):** indica la positività o negatività dell'emozione provata dall'agente. Un valore positivo di valenza rappresenta emozioni come gioia o entusiasmo, mentre un valore negativo corrisponde a emozioni come rabbia o tristezza;
- **Arousal (a):** rappresenta il livello di intensità dell'emozione. Un'emozione ad alto arousal è più attivante (es. eccitazione, paura), mentre una a basso arousal è più passiva (es. calma, tristezza).

Questi due parametri definiscono lo stato emotivo complessivo di un agente, che evolve nel tempo in base a tre dinamiche principali:

1. **Dinamica interna:** ogni agente tende a ritornare a uno stato neutro in assenza di stimoli esterni;
2. **Interazione sociale:** gli agenti influenzano reciprocamente il proprio stato emotivo attraverso interazioni nella rete;
3. **Influenza del contesto:** l'ambiente online (forum, social network, ecc.) funge da campo informativo che media la diffusione delle emozioni.

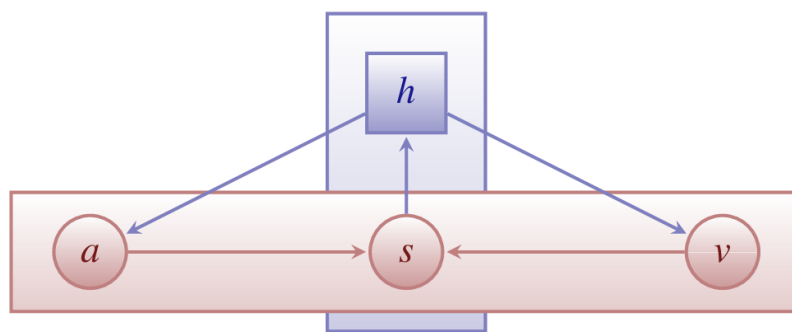


Figura 2. Schema del modello agent-based della dinamica delle emozioni. Lo stato interno di un agente è composto da **valenza v** e **arousal a** , mentre la comunicazione attraverso il mezzo online è quantificata dal **campo informativo h** . Valenza e arousal cambiano in base a una combinazione di **dinamiche interne** e **dinamiche percettive**, queste ultime dipendenti dal campo h . L'espressione emotiva viene attivata da regole di produzione basate sullo stato emotivo dell'agente. L'espressione modifica il campo informativo e genera un meccanismo di feedback che regola le emozioni dell'agente.

2.2.1 Dinamica Interna dell'Agente

L'evoluzione dello stato emotivo di un agente segue un processo **stocastico-deterministico**, basato sul concetto di **Brownian agents**. L'equazione che descrive il cambiamento della valenza e dell'arousal di un agente i è:

$$\begin{aligned}\frac{dv_i}{dt} &= -\gamma_v v_i + F_v(h, v_i) + A_v \xi_v(t) \\ \frac{da_i}{dt} &= -\gamma_a a_i + F_a(h, a_i) + A_a \xi_a(t)\end{aligned}$$

Dove:

- γ_v e γ_a rappresentano il tasso di decadimento della valenza e dell'arousal, ossia la tendenza naturale di un agente a tornare a uno stato neutro nel tempo.
- $F_v(h, v_i)$ e $F_a(h, a_i)$ descrivono l'influenza dell'ambiente (campo informativo h) sulle emozioni dell'agente.
- $A_v \xi_v(t)$ e $A_a \xi_a(t)$ sono componenti stocastiche che modellano variazioni casuali nello stato emotivo dell'agente.

2.2.2 Interazione tra Agenti e Campo Informativo

Gli agenti non interagiscono direttamente, ma comunicano le proprie emozioni attraverso il **campo informativo** h , che rappresenta il livello di emozione presente nella rete sociale. Il campo si aggiorna in base alle espressioni emotive degli agenti e segue la dinamica:

$$\frac{dh}{dt} = -\lambda h + \sum_{i=1}^N s_i$$

Dove:

- λ rappresenta il tasso di decadimento del campo informativo nel tempo (le emozioni nel sistema tendono a svanire se non vengono costantemente rinnovate).
- s_i è il segnale emotivo emesso dall'agente i , determinato dalla sua valenza e arousal:

$$s_i = f_s(v_i) \theta(a_i - \tau)$$

Dove:

- $f_s(v_i)$ è una funzione che trasforma la valenza in un'espressione emotiva positiva o negativa.
- $\theta(a_i - \tau)$ è una funzione che determina se l'agente esprime la propria emozione solo se l'arousal supera una soglia τ .

2.2.3 Modalità di Diffusione delle Emozioni

La diffusione delle emozioni avviene attraverso l'interazione tra agenti e il campo informativo. Esistono due modalità principali di propagazione:

1. **Contagio emotivo:** gli agenti tendono ad allineare la propria valenza a quella del campo informativo, creando effetti di amplificazione emotiva;
2. **Attivazione dell'arousal:** la presenza di un forte segnale emotivo nel campo (h elevato) aumenta l'arousal degli agenti, portandoli a esprimere più frequentemente emozioni intense.

A seconda delle condizioni iniziali e dei parametri del sistema, possono emergere **stati emotivi collettivi** stabili, come polarizzazione emotiva o alternanza di picchi di eccitazione e calma.

2.3 Integrazione dei Due Modelli

L'integrazione tra il modello di diffusione delle fake news e quello della diffusione delle emozioni è stata progettata in modo da permettere la coesistenza dei due fenomeni all'interno della stessa simulazione, senza che l'uno influenzi direttamente l'altro. Questa scelta è motivata dalla necessità di creare una base strutturata su cui sviluppare futuri studi sulle possibili interazioni tra la componente emotiva e la propagazione della disinformazione.

2.3.1 Struttura del Modello Integrato

Nel sistema implementato, ogni agente della rete sociale è caratterizzato da due componenti principali:

1. **Stato informativo:** descrive la posizione dell'agente rispetto alla diffusione delle fake news, secondo le dinamiche definite nella sezione [2.1](#);
2. **Stato emotivo:** definito dai parametri di **valenza** e **arousal**, che si evolvono secondo il modello descritto nella sezione [2.2](#).

Questi due stati evolvono in parallelo e sono regolati dalle loro rispettive dinamiche interne e dai meccanismi di interazione con la rete sociale. Gli agenti possono quindi diffondere sia informazioni (vere o false) sia segnali emotivi, contribuendo contemporaneamente alla propagazione della disinformazione e alla formazione di stati emotivi collettivi.

2.3.2 Meccanismo di Interazione

Sebbene i due modelli operino in modo indipendente, condividono la stessa struttura di rete, il che significa che:

- La **topologia della rete** influenza sia la diffusione delle fake news che quella delle emozioni. Un agente con molte connessioni può avere un impatto maggiore su entrambi i processi;
- Il **super agent**, che agisce per contrastare la disinformazione, è consapevole della struttura della rete e delle dinamiche informative, ma **non considera ancora le informazioni emotive** nel suo processo decisionale.

In altre parole, le fake news si diffondono secondo le loro regole e le emozioni si propagano secondo il proprio modello, ma entrambi i fenomeni avvengono all'interno della stessa rete sociale simulata.

2.3.3 Vantaggi dell'Integrazione

L'integrazione dei due modelli offre diversi vantaggi:

- **Fornisce un framework estendibile:** in futuro sarà possibile analizzare come le emozioni possano influenzare la diffusione delle fake news e viceversa;
- **Permette di studiare correlazioni indirette:** anche se i modelli non interagiscono direttamente, l'osservazione delle loro dinamiche parallele può suggerire relazioni emergenti tra disinformazione e stati emotivi;
- **Crea una base per migliorare il super agent:** nei futuri sviluppi, il super agent potrà essere esteso per analizzare la componente emotiva degli agenti e ottimizzare le strategie di contenimento delle fake news.

Questa integrazione rappresenta il primo passo verso un'analisi più completa del fenomeno, in cui gli aspetti informativi ed emotivi possano essere studiati congiuntamente per sviluppare strategie di mitigazione della disinformazione più sofisticate.

2.4 Strumenti e Tecnologie Utilizzate

L'implementazione del framework **RADAR-AS** si basa su un'architettura che combina **Python** e **NetLogo** per gestire rispettivamente la logica del **super agent** e la simulazione **agent-based** della diffusione delle fake news e delle emozioni. Questa suddivisione consente di sfruttare la flessibilità e la potenza computazionale di Python per l'addestramento e il controllo dell'agente intelligente, mentre NetLogo fornisce un ambiente ottimizzato per la simulazione su larga scala delle interazioni tra agenti.

2.4.1 NetLogo per la Simulazione Multi-Agente

Il modello agent-based di diffusione delle fake news è implementato in **NetLogo**, un ambiente di programmazione specificamente progettato per simulare sistemi complessi composti da molti agenti interagenti. Nel contesto di **RADAR-AS**, NetLogo è utilizzato per:

- Rappresentare una **rete sociale** in cui gli agenti comunicano e diffondono informazioni;
- Simulare la **propagazione delle fake news** secondo le dinamiche descritte nella sezione [2.1](#);
- Integrare la **diffusione delle emozioni**, ampliando il modello originale con le dinamiche di **valenza** e **arousal** descritte nella sezione [2.2](#).

L'integrazione tra i due modelli è avvenuta direttamente nell'ambiente NetLogo, estendendo la simulazione esistente per includere la componente emotiva di ciascun agente e la sua evoluzione nel tempo.

2.4.2 Python per il Controllo del Super Agent

Il super agent, responsabile della mitigazione delle fake news attraverso tecniche di **Deep Reinforcement Learning (DRL)**, è implementato in **Python**. In particolare, Python è utilizzato per:

- Gestire l'**interfaccia di controllo** e l'interazione con la simulazione NetLogo;
- Implementare il **modello di apprendimento** del super agent, che analizza lo stato della rete e adotta strategie di contrasto alla disinformazione;

- Comunicare con NetLogo attraverso un sistema di **scambio dati**, aggiornando lo stato del super agent in base all'evoluzione della simulazione.

L'integrazione tra NetLogo e Python avviene tramite il **NetLogo Python Link**, una libreria che permette di avviare e controllare simulazioni NetLogo direttamente da uno script Python.

3 Risultati

L'integrazione del modello di diffusione delle emozioni all'interno della simulazione di **RADAR-AS** ha portato allo sviluppo di una nuova versione del sistema multi-agente in **NetLogo**, in cui la propagazione delle fake news e la diffusione delle emozioni avvengono in parallelo all'interno della stessa rete sociale simulata. Questo capitolo descrive le caratteristiche principali del modello aggiornato, soffermandosi sulla sua struttura e sul comportamento della simulazione.

Verrà innanzitutto analizzata la rappresentazione degli agenti, illustrando le modifiche apportate per integrare la componente emotiva nel modello esistente. Successivamente, verrà mostrato il funzionamento della simulazione, evidenziando come il sistema si evolve nel tempo e come la dinamica emotiva si sviluppa all'interno della rete.

L'obiettivo di questa sezione è fornire una panoramica chiara e strutturata del lavoro svolto, concentrandosi sugli aspetti implementativi dell'integrazione senza entrare nell'analisi dell'impatto della componente emotiva sulla propagazione delle fake news, che sarà oggetto di studi futuri.

3.1 Rappresentazione degli Agenti e delle loro Emozioni

Nel modello integrato, ogni agente della simulazione NetLogo è stato arricchito con una componente emotiva, che si affianca alla precedente dinamica di diffusione delle fake news. Ogni agente possiede ora due parametri principali per descrivere il proprio stato emotivo:

- **Valenza (v)**: rappresenta il grado di positività o negatività dell'emozione provata dall'agente, con valori compresi tra -1 (emozione negativa) e $+1$ (emozione positiva);
- **Arousal (a)**: indica l'intensità dell'emozione, anch'essa in un intervallo tra -1 (bassa intensità) e $+1$ (alta intensità).

Oltre a questi parametri, ogni agente dispone di ulteriori variabili utili alla gestione del modello emotivo, tra cui:

- **Soglia di espressione (τ)**: determina se l'agente esprime la propria emozione nella rete;
- **Baseline emotiva**: ogni agente ha valori predefiniti di valenza e arousal, che possono variare in base all'ambiente (ad esempio, se si trova in un'**echo chamber**);
- **Campo informativo emotivo (h)**: rappresenta l'emozione aggregata della rete sociale, l'agente viene influenzato dallo stato emotivo degli agenti connessi.

3.1.1 Aggiornamento dello Stato Emotivo

Lo stato emotivo di un agente evolve nel tempo in base a tre dinamiche principali:

1. **Percezione:** l'agente aggiorna la propria valenza e arousal in base all'interazione con il **campo informativo emotivo**, secondo equazioni che modellano l'influenza del contesto sociale. Viene anche introdotta una variazione stocastica delle componenti di valenza e arousal;
2. **Espressione:** se l'arousal supera la soglia τ , l'agente esprime un'emozione, influenzando successivamente il campo informativo dei vicini. A questo comportamento seguono le regole di autoregolazione che riducono la valenza e l'arousal dopo l'espressione;
3. **Rilassamento:** nel tempo, la valenza e l'arousal tendono a ritornare ai valori basali attraverso un processo di decadimento controllato da parametri globali.

Ad ogni step della simulazione ogni agente aggiorna il proprio stato emotivo in base alle tre dinamiche principali descritte sopra. Successivamente, vi è un passaggio fondamentale, ovvero la comunicazione fra agenti e l'aggiornamento del **campo informativo emotivo** di ciascuno di essi.

```
;; Method changing the field state variable using positive and
;; negative emotional expressions as input, adding decay over time using
;; a global parameter.
to communication
  let positive-expressions get-positive-neighbors
  let negative-expressions get-negative-neighbors
  let absolute-expressions positive-expressions + negative-expressions
  let sign-expressions positive-expressions - negative-expressions

  set field-absolute field-absolute + ((-1 * DECAY_H * field-absolute) +
                                       (IMPACT_H * absolute-expressions))
  set field-sign field-sign + ((-1 * DECAY_H * field-sign) +
                              (IMPACT_H * sign-expressions))
end
```

Figura 3. Funzione di comunicazione

Gli agenti comunicano le proprie emozioni attraverso interazioni con i loro vicini nella rete. Se un agente esprime un'emozione (ossia il suo **arousal** supera la soglia τ), questa viene trasmessa agli agenti connessi, contribuendo ad aggiornare il loro campo informativo emotivo. L'intensità dell'influenza dipende dalla struttura della rete: più connessioni ha un agente, maggiore sarà l'impatto della sua espressione emotiva sugli altri, ma allo stesso tempo potrà essere maggiormente influenzato dai suoi vicini. Se un agente è circondato da altri con emozioni forti e coerenti, tenderà a adattare il proprio stato emotivo per allinearsi alla tendenza generale del suo vicinato.

3.1.2 Ruolo delle Echo Chambers

Un aspetto interessante dell'implementazione è la gestione delle **echo chambers**, ossia gruppi di agenti più esposti a un determinato tipo di informazione e influenzati da stati emotivi omogenei. Gli agenti situati in un'echo chamber presentano valori di **valenza e arousal modificati**, riflettendo una maggiore polarizzazione emotiva rispetto agli altri nodi della rete.

Questa scelta è dovuta alla natura stessa delle echo chambers, ovvero delle nicchie nelle quali è amplificata la diffusione delle fake news, nelle quali prevalgono emozioni negative e maggiormente amplificate rispetto al resto della rete.

3.2 Simulazione del Modello Integrato

L'esecuzione del modello integrato ha permesso di analizzare l'evoluzione delle emozioni all'interno della rete simulata, indipendentemente dalla diffusione delle fake news. Il grafico riportato illustra l'andamento delle emozioni nel tempo, evidenziando le dinamiche delle componenti **positive**, **negative** e **neutrali** durante i 100 step della simulazione.

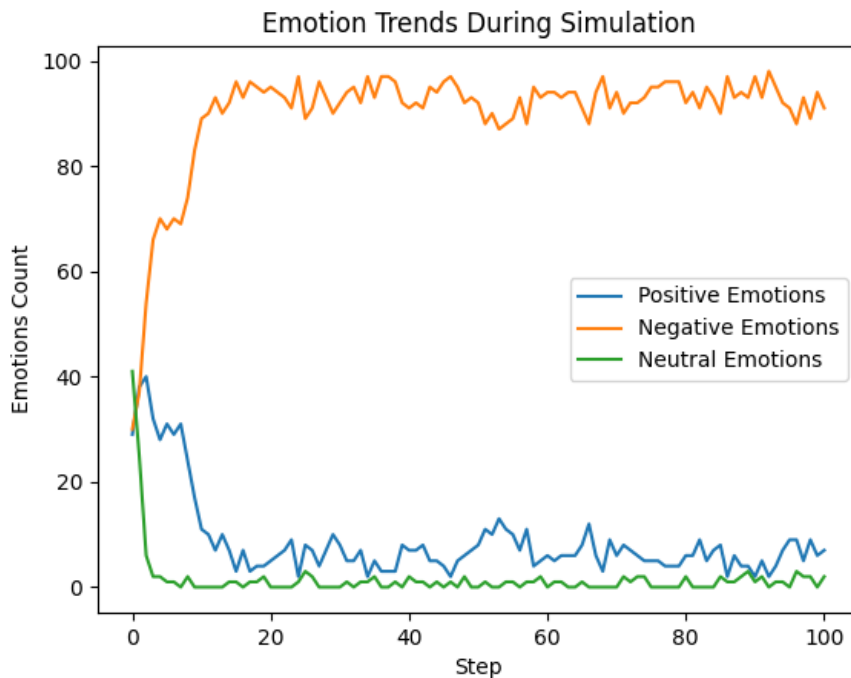


Figura 4. Andamento emotivo della simulazione

Dai risultati emerge chiaramente una rapida **crescita delle emozioni negative**, che nelle prime fasi della simulazione aumentano rapidamente fino a stabilizzarsi su valori elevati. Al contrario, le **emozioni positive** subiscono un rapido declino iniziale e rimangono su livelli bassi, con fluttuazioni limitate nel corso della simulazione. Le **emozioni neutrali**, invece, scompaiono quasi completamente dopo pochi step, indicando che gli agenti tendono a sviluppare rapidamente una risposta emotiva definita, piuttosto che mantenere un atteggiamento neutrale.

L'andamento osservato può essere attribuito alla **presenza di echo chambers**, che agiscono da amplificatori di emozioni negative. All'interno di queste strutture, i nodi tendono ad avere un **alto livello di arousal** e una **valenza negativa**, portando a una propagazione più intensa e persistente di stati emotivi negativi. Questo comportamento suggerisce che le echo chambers non solo favoriscono la polarizzazione dell'informazione, ma amplificano anche la diffusione di stati emotivi negativi all'interno della rete.

D'altra parte, l'assenza di un meccanismo attivo per la propagazione delle emozioni positive impedisce loro di diffondersi in modo significativo, rendendole meno presenti rispetto alle emozioni negative. Questo risultato indica che, nella configurazione attuale, le dinamiche emotive tendono naturalmente verso una predominanza della negatività, senza un bilanciamento efficace da parte delle emozioni positive o neutrali.

Nel complesso, la simulazione dimostra come il modello attuale sia in grado di riprodurre realisticamente la diffusione delle emozioni in un contesto sociale digitale, mettendo in evidenza il

ruolo delle strutture di rete nell'amplificare determinati stati emotivi. Tuttavia, poiché il modello **non prevede attualmente alcuna interazione tra la diffusione delle emozioni e delle fake news**, i risultati ottenuti riguardano esclusivamente l'evoluzione indipendente della componente emotiva. Un possibile sviluppo futuro potrebbe consistere nell'introduzione di meccanismi che correlino direttamente le emozioni con il processo di diffusione delle fake news, al fine di studiare più in dettaglio il legame tra coinvolgimento emotivo e propagazione dell'informazione.

4 Conclusioni

L'integrazione di un modello di diffusione delle emozioni all'interno della simulazione delle fake news in **RADAR-AS** ha permesso di ampliare il framework esistente, introducendo una componente aggiuntiva che descrive l'evoluzione emotiva degli agenti all'interno della rete sociale simulata. Questa estensione rappresenta un primo passo verso un'analisi più completa delle dinamiche sociali nei contesti digitali, fornendo uno strumento in grado di simulare contemporaneamente la propagazione dell'informazione e l'evoluzione degli stati emotivi della popolazione simulata.

L'implementazione ha mostrato come sia possibile far coesistere le due dinamiche in un unico modello multi-agente, mantenendole indipendenti nel loro comportamento. Questa scelta ha consentito di integrare il nuovo modello senza alterare la logica preesistente della diffusione delle fake news, garantendo la compatibilità con il framework originale. Tuttavia, nonostante l'integrazione sia stata completata con successo, il lavoro svolto lascia aperte diverse possibilità di miglioramento e ampliamento, che potrebbero rendere la simulazione ancora più realistica e utile per l'analisi delle dinamiche di disinformazione nei social network.

4.1 Sviluppi Futuri

L'implementazione attuale fornisce una solida base per future ricerche sulle interazioni tra emozioni e disinformazione, offrendo un framework flessibile e modulare che può essere ulteriormente arricchito con nuove funzionalità per migliorare la comprensione delle dinamiche di diffusione delle fake news nei social network. Di seguito vengono riportati i principali sviluppi futuri individuati.

Uno dei principali sviluppi futuri riguarda la possibilità di introdurre **un'interazione diretta tra la diffusione delle fake news e la componente emotiva** degli agenti. Attualmente, i due fenomeni evolvono in parallelo senza influenzarsi reciprocamente. Tuttavia, nella realtà, le emozioni giocano un ruolo cruciale nella trasmissione dell'informazione: uno stato emotivo particolarmente intenso può aumentare la propensione a condividere notizie, mentre una maggiore neutralità emotiva può favorire un atteggiamento più critico. Un'estensione del modello potrebbe quindi prevedere che lo stato emotivo degli agenti influenzi il loro comportamento nella diffusione delle notizie, creando una relazione bidirezionale tra le due dinamiche.

Un altro miglioramento significativo potrebbe riguardare **l'ottimizzazione delle strategie di intervento del super agent**. Attualmente, il super agent opera senza considerare la distribuzione delle emozioni nella rete sociale. In una versione avanzata del modello, potrebbe essere utile permettere al super agent di analizzare la componente emotiva degli agenti e adattare le proprie strategie di contrasto alle fake news di conseguenza. Ad esempio, potrebbe adottare interventi mirati in aree della rete particolarmente vulnerabili a causa di uno stato emotivo negativo diffuso, oppure modulare la propria azione in funzione del livello di arousal della popolazione simulata.

5 Bibliografia

- [1] «Turning AI into a regulatory sandbox. Exploring information disorder mitigation strategies with ABM and deep reinforcement learning».
- [2] F. Schweitzer e D. Garcia, «An agent-based model of collective emotions in online communities,» *The European Physical Journal B*, vol. 77, pp. 533-545, 2010.
- [3] D. Garcia, A. Kappas, D. Küster e F. Schweitzer, «The dynamics of emotions in online interaction,» *Royal Society open science*, vol. 3, n. 8, p. 160059, 2016.