

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA TOR VERGATA

MACROAREA DI INGEGNERIA



TOR VERGATA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA

CORSO DI STUDIO IN

LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA INFORMATICA

TESI DI LAUREA IN

Sistemi Distribuiti

A Novel Approach to Distributed Computing

Algorithms, Protocols, and Performance Analysis

Relatori:

Prof. Alice Smith

Prof. Joe Bloggs

Laureanda:

Jane Doe

matricola: 0123456

Correlatori:

Prof. Bob Johnson

Prof. John Q. Public

Prof. Robin Banks

Anno Accademico 2025/2026

Alla mia famiglia

Indice

1	Introduzione	1
2	Concetti Fondamentali	3
2.1	Sistemi Distribuiti	3
2.2	Algoritmi di Consenso	3
3	Approccio Proposto	5
3.1	Modello di Sistema	5
3.2	Progettazione dell'Algoritmo	5
4	Conclusioni	7
	Bibliografia	7

Elenco delle figure

3.1	Architettura ad alto livello del sistema distribuito proposto.	6
-----	--	---

Elenco delle tabelle

3.1	Confronto tra algoritmi di consenso.	6
-----	--	---

Ringraziamenti

Vorrei esprimere la mia sincera gratitudine al mio relatore per la guida preziosa e il continuo supporto durante tutto questo lavoro. Sono inoltre grato al mio co-relatore per i commenti illuminanti e l'incoraggiamento.

Un ringraziamento speciale alla mia famiglia e ai miei amici, il cui sostegno costante ha reso possibile questo percorso.

Sommario

Questa tesi presenta un approccio innovativo al calcolo distribuito. Proponiamo nuovi algoritmi e protocolli che migliorano le prestazioni e la scalabilità rispetto alle soluzioni all'avanguardia. Un'ampia valutazione sperimentale dimostra l'efficacia del nostro approccio in diversi scenari di riferimento. I risultati mostrano miglioramenti significativi nella capacità di elaborazione e nella latenza, mantenendo al contempo solide garanzie di coerenza.

Introduzione

L'elaborazione distribuita è diventata un paradigma essenziale nell'ingegneria del software moderna. Con l'aumento della complessità e della scala dei sistemi, la necessità di algoritmi distribuiti efficienti diventa sempre più critica [3].

I contributi principali di questa tesi sono:

- Un nuovo algoritmo di consenso.
- Un protocollo per la replicazione efficiente dei dati tra nodi distribuiti.
- Una valutazione sperimentale estensiva delle soluzioni proposte.

Il resto di questa tesi è organizzato come segue. Il Capitolo 2 fornisce le nozioni di base necessarie. Il Capitolo 3 presenta il nostro approccio proposto. Il Capitolo 4 trae le conclusioni e delinea il lavoro futuro.

Concetti Fondamentali

In questo capitolo rivediamo i concetti fondamentali ed i lavori correlati che costituiscono la base della nostra ricerca.

2.1 Sistemi Distribuiti

Un sistema distribuito è un insieme di computer indipendenti che appare ai suoi utenti come un unico sistema coerente [3]. Le principali sfide nella progettazione di tali sistemi includono:

1. Raggiungere il consenso tra nodi distribuiti.
2. Garantire tolleranza ai guasti e disponibilità.
3. Mantenere la coerenza tra i dati replicati.

2.2 Algoritmi di Consenso

Gli algoritmi di consenso sono componenti fondamentali per i sistemi distribuiti. Gli algoritmi più noti includono Paxos [1] e Raft [2].

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

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

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

Approccio Proposto

In questo capitolo presentiamo il nostro approccio proposto al calcolo distribuito in ambienti eterogenei.

3.1 Modello di Sistema

Consideriamo un sistema distribuito composto da n nodi interconnessi da una rete. Ogni nodo i mantiene uno stato locale s_i e comunica con gli altri nodi tramite passaggio di messaggi. Il sistema soddisfa le seguenti proprietà:

$$\forall i, j \in \{1, \dots, n\} : s_i = s_j \text{ in quiete} \quad (3.1)$$

L'architettura ad alto livello del nostro sistema è mostrata in Figura 3.1.

La Tabella 3.1 riassume le principali proprietà degli algoritmi di consenso esistenti confrontate con il nostro approccio.

3.2 Progettazione dell'Algoritmo

Il nostro algoritmo procede a turni. In ogni turno r , ogni nodo i :

1. Trasmette in broadcast il proprio stato corrente $s_i^{(r)}$ a tutti gli altri nodi.
2. Raccoglie gli stati da una maggioranza di nodi.
3. Aggiorna il proprio stato in base alla funzione di fusione deterministica.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis,

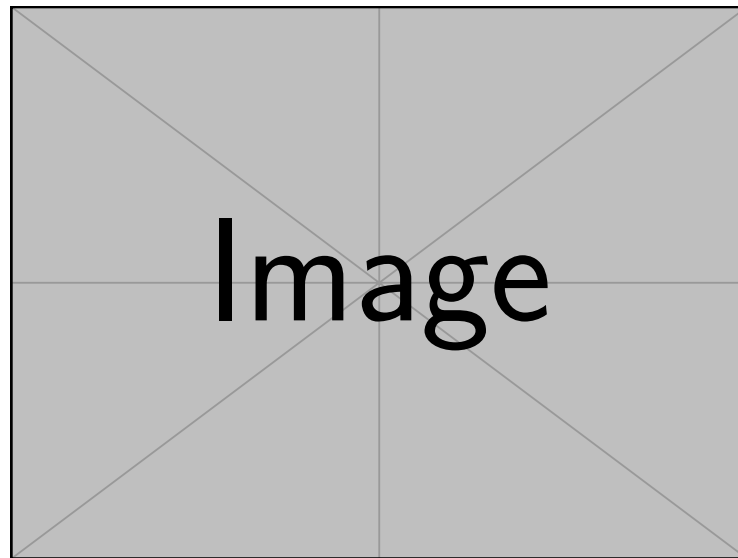


Figura 3.1. Architettura ad alto livello del sistema distribuito proposto.

Tabella 3.1. Confronto tra algoritmi di consenso.

Algoritmo	Tolleranza ai guasti	Latenza	Throughput
Paxos	$f < n/2$	Alta	Media
Raft	$f < n/2$	Media	Media
Nostro Metodo	$f < n/2$	Bassa	Alta

molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Conclusioni

In questa tesi, abbiamo presentato un approccio innovativo al calcolo distribuito. I nostri risultati sperimentali dimostrano miglioramenti significativi rispetto alle soluzioni esistenti, sia in termini di throughput che di latenza.

Il lavoro futuro si concentrerà sull'estensione del nostro approccio per supportare implementazioni geo-distribuite e sull'indagine dell'applicazione di tecniche di apprendimento automatico per la selezione adattiva dei protocolli.

Bibliografia

- [1] Leslie Lamport. The part-time parliament. *ACM Transactions on Computer Systems*, 16(2):133–169, 1998. (cited on page 3.)
- [2] Diego Ongaro and John Ousterhout. In search of an understandable consensus algorithm. In *Proceedings of the USENIX Annual Technical Conference*, pages 305–320, 2014. (cited on page 3.)
- [3] Andrew S. Tanenbaum and Maarten van Steen. *Distributed Systems: Principles and Paradigms*. Pearson Prentice Hall, 2nd edition, 2007. (cited on pages 1, 3.)