



sud innovation summit

terza **edizione**

16 e 17 ottobre 2025

Polo Papardo

Università degli studi di Messina



16 ottobre 2025

Vincenzo Maritati

Self-Discover: strutture di ragionamento autonome per l'IA Generativa

SELF DISCOVER, una metodologia che consente ai Large Language Models di comporre in autonomia strutture di ragionamento ottimali. A differenza degli approcci tradizionali, che vincolano i modelli a schemi predefiniti come Chain-of-Thought o Tree-of-Thought, SELF DISCOVER sfrutta la capacità intrinseca dei LLM di esplorare, valutare e selezionare dinamicamente le strategie più efficaci per affrontare problemi complessi.

Vincenzo Maritati



Education Manager - AI Researcher

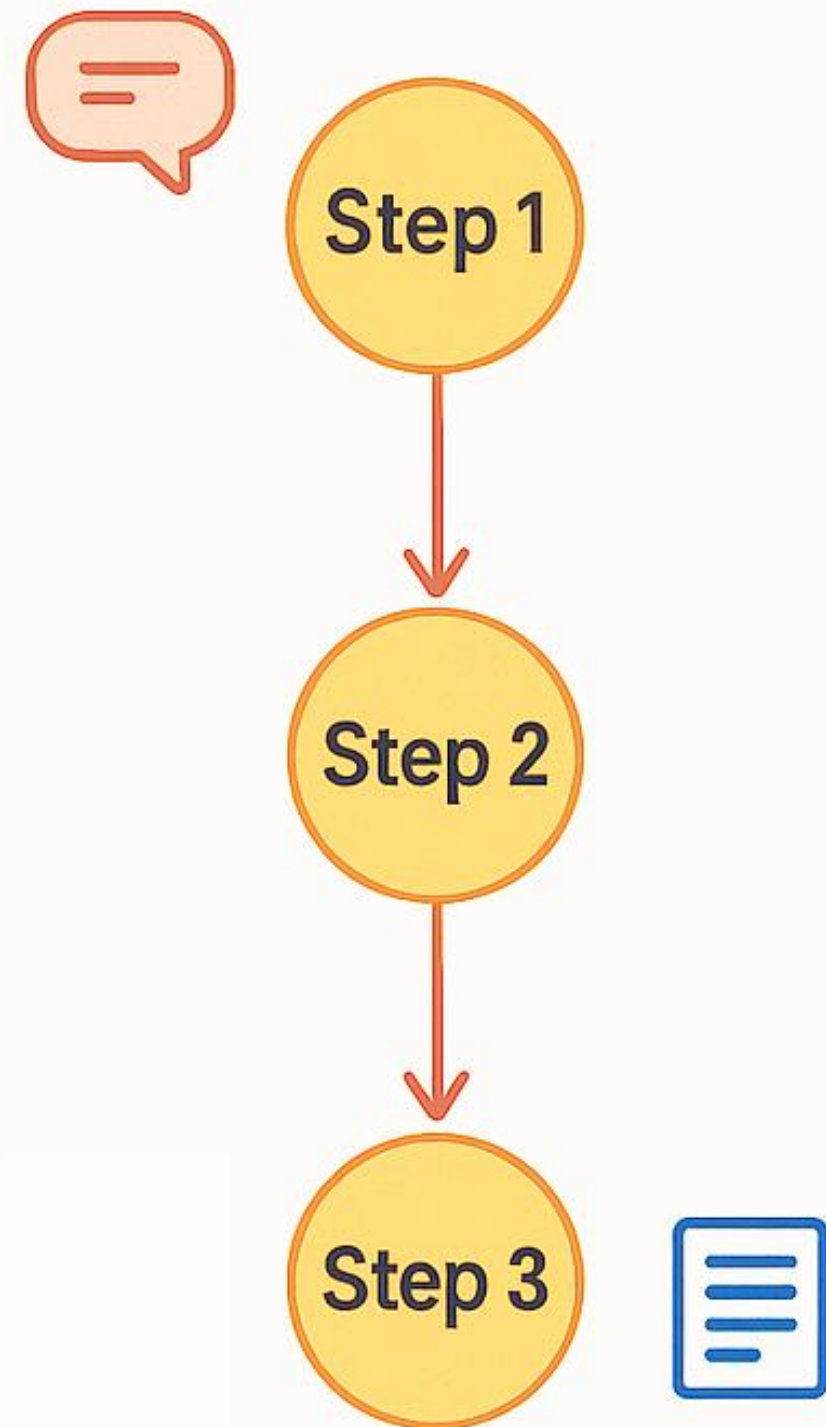
v.maritati@datamasters.it

01

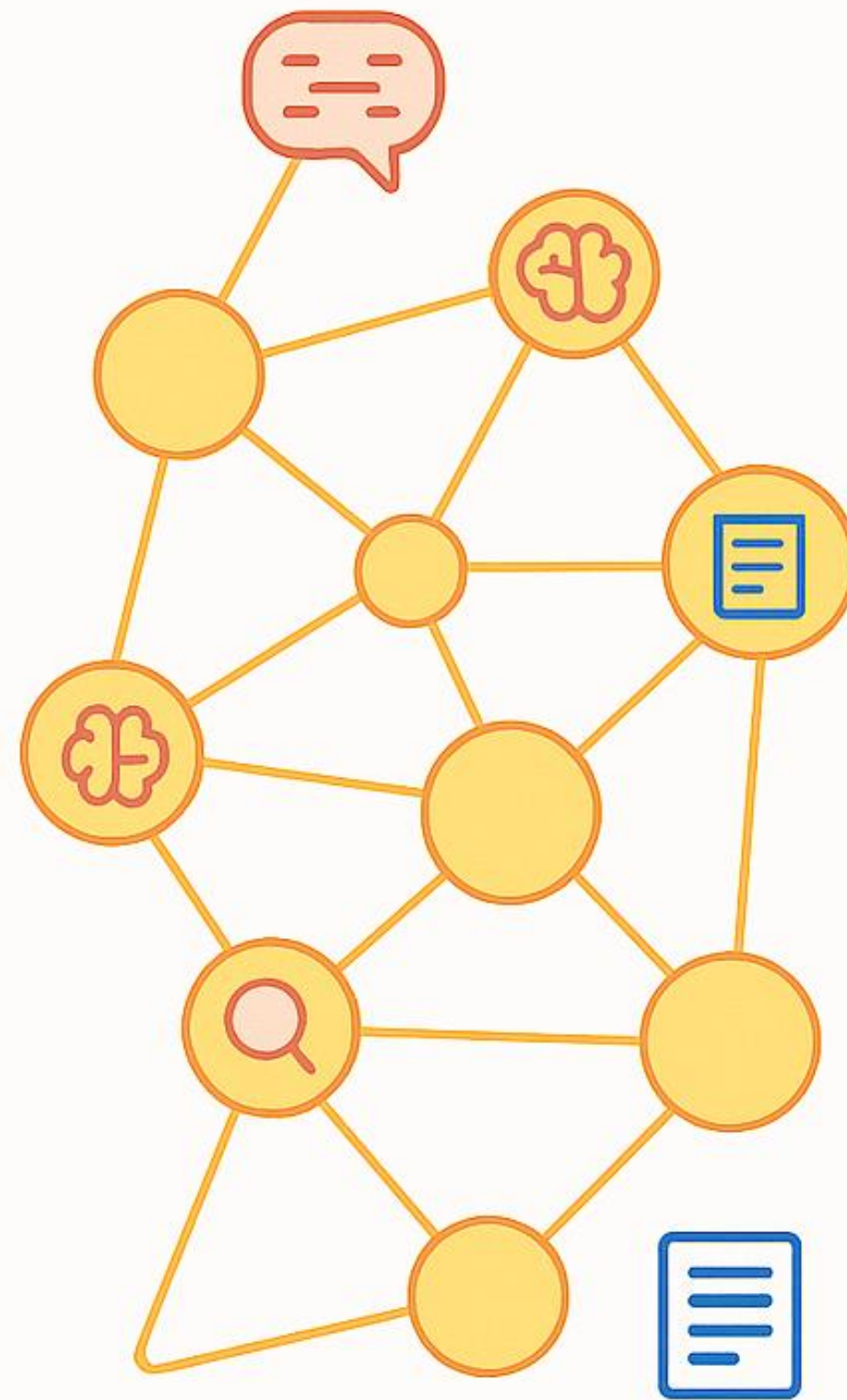
OLTRE I LIMITI:
RIPENSARE IL
RAGIONAMENTO

“DA STRUTTURE PREIMPOSTATE AL RAGIONAMENTO AUTONOMO”

Tradizionale (Chain-of-Thought)



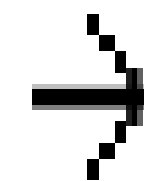
Autonomo



RIPENSARE IL RAGIONAMENTO

Sfide nel ragionamento autonomo

- Limitazioni delle tecniche di prompt predefinite
- Inefficienza computazionale
- Mancanza di modularità e componibilità
- Strutture di ragionamento non trasparenti

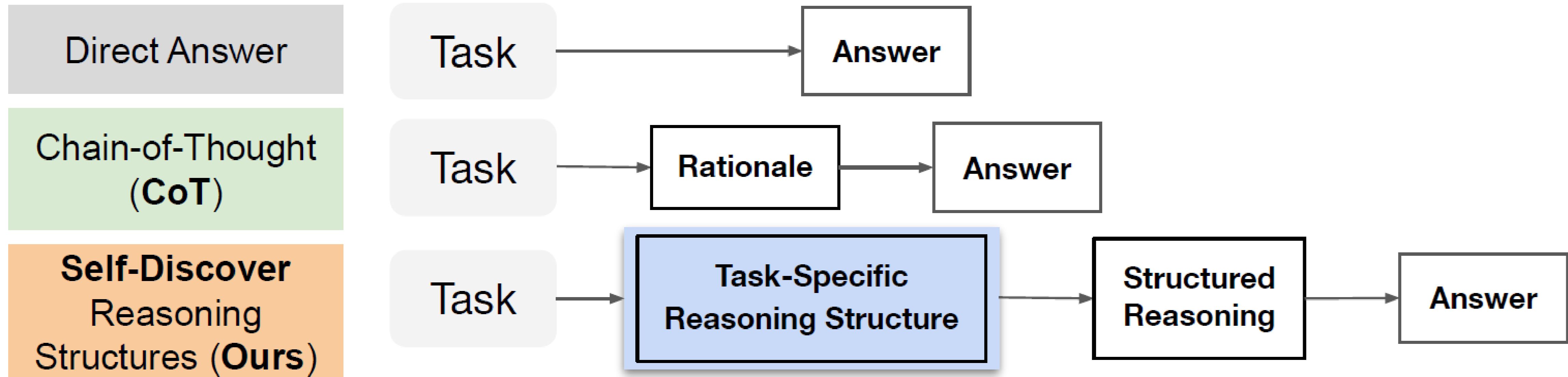


...e se i modelli potessero scoprire
autonomamente la struttura di
ragionamento più efficace?



sud
innovation
summit

Self Discover



<https://arxiv.org/abs/2402.03620>

ISPIRAZIONE COGNITIVA E MODULI DI RAGIONAMENTO

- Noi esseri umani selezioniamo flessibilmente strategie diverse per problemi diversi
- Sfruttiamo un repertorio di tecniche cognitive (scomposizione, pensiero critico, ecc.)
- Adattiamo e combiniamo queste tecniche in base alle specificità del problema

Self Discover

ISPIRAZIONE COGNITIVA E MODULI DI RAGIONAMENTO

39 moduli di ragionamento proposti

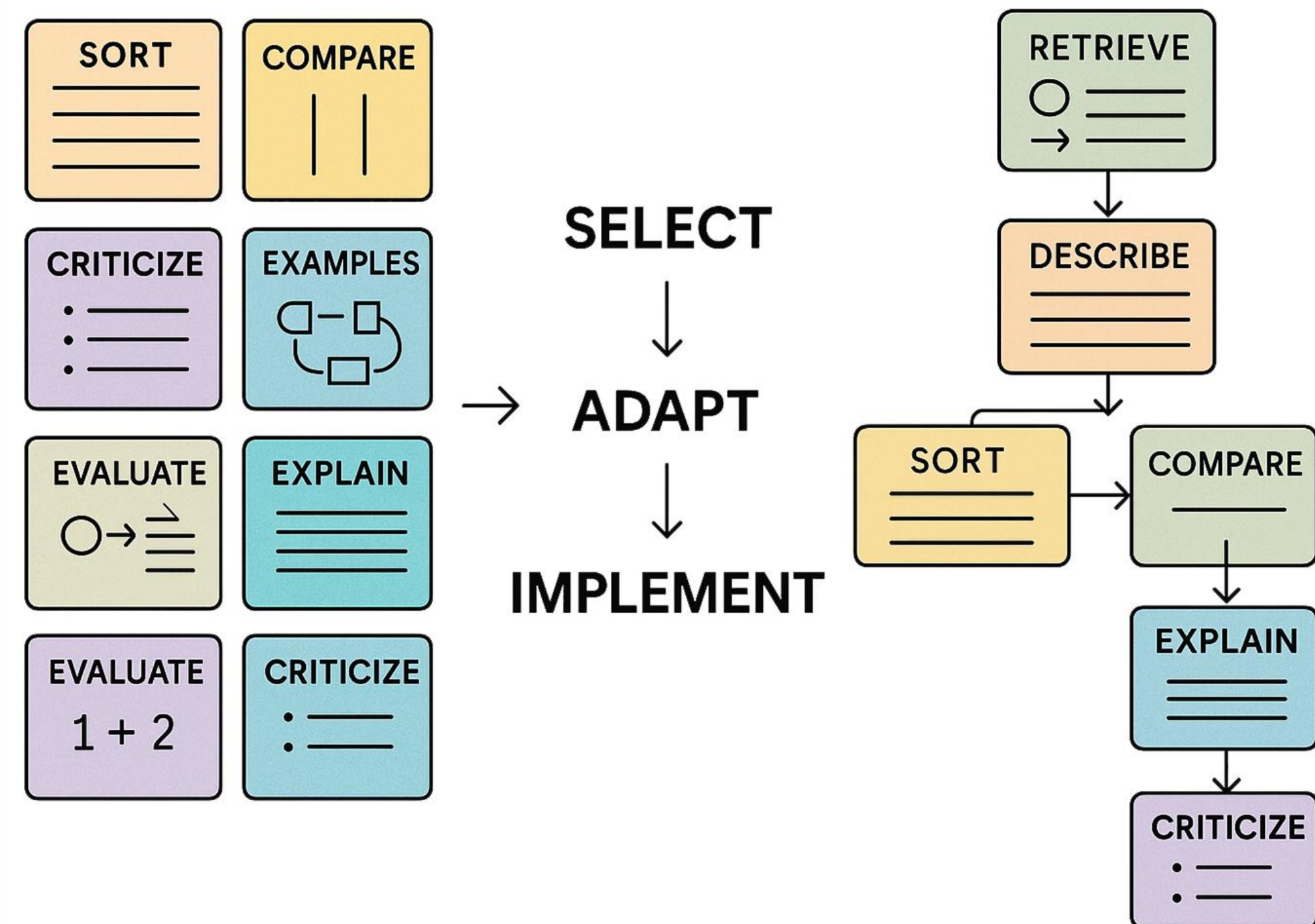
Esempi:

Pensiero critico: "Analizza il problema da diverse prospettive"

Pensiero creativo: "Genera soluzioni innovative fuori dagli schemi"

Scomposizione: "Suddividi il problema in parti più gestibili"

Pensiero riflessivo: "Fai un passo indietro e considera principi generali"



Moduli di Ragionamento

1 How could I devise an experiment to help solve that problem? 2 Make a list of ideas for solving this problem, and apply them one by one to the problem to see if any progress can be made. 3 How could I measure progress on this problem? 4 How can I simplify the problem so that it is easier to solve? 5 What are the key assumptions underlying this problem? 6 What are the potential risks and drawbacks of each solution? 7 What are the alternative perspectives or viewpoints on this problem? 8 What are the long-term implications of this problem and its solutions? 9 How can I break down this problem into smaller, more manageable parts? 10 Critical Thinking: This style involves analyzing the problem from different perspectives, questioning assumptions, and evaluating the evidence or information available. It focuses on logical reasoning, evidence-based decision-making, and identifying potential biases or flaws in thinking. 11 Try creative thinking, generate innovative and out-of-the-box ideas to solve the problem. Explore unconventional solutions, thinking beyond traditional boundaries, and encouraging imagination and originality. 12 Seek input and collaboration from others to solve the problem. Emphasize teamwork, open communication, and leveraging the diverse perspectives and expertise of a group to come up with effective solutions. 13 Use systems thinking: Consider the problem as part of a larger system and understanding the interconnectedness of various elements. Focuses on identifying the underlying causes, feedback loops, and interdependencies that influence the problem, and developing holistic solutions that address the system as a whole.

14 Use Risk Analysis: Evaluate potential risks, uncertainties, and tradeoffs associated with different solutions or approaches to a problem. Emphasize assessing the potential consequences and likelihood of success or failure, and making informed decisions based on a balanced analysis of risks and benefits. 15 Use Reflective Thinking: Step back from the problem, take the time for introspection and self-reflection. Examine personal biases, assumptions, and mental models that may influence problem-solving, and being open to learning from past experiences to improve future approaches. 16 What is the core issue or problem that needs to be addressed? 17 What are the underlying causes or factors contributing to the problem? 18 Are there any potential solutions or strategies that have been tried before? If yes, what were the outcomes and lessons learned? 19 What are the potential obstacles or challenges that might arise in solving this problem? 20 Are there any relevant data or information that can provide insights into the problem? If yes, what data sources are available, and how can they be analyzed? 21 Are there any stakeholders or individuals who are directly affected by the problem? What are their perspectives and needs? 22 What resources (financial, human, technological, etc.) are needed to tackle the problem effectively? 23 How can progress or success in solving the problem be measured or evaluated? 24 What indicators or metrics can be used? 25 Is the problem a technical or practical one that requires a specific expertise or skill set? Or is it more of a conceptual or theoretical problem? 26 Does the problem involve a physical constraint, such as limited resources, infrastructure, or space?

27 Is the problem related to human behavior, such as a social, cultural, or psychological issue? 28 Does the problem involve decision-making or planning, where choices need to be made under uncertainty or with competing objectives? 29 Is the problem an analytical one that requires data analysis, modeling, or optimization techniques? 30 Is the problem a design challenge that requires creative solutions and innovation? 31 Does the problem require addressing systemic or structural issues rather than just individual instances? 32 Is the problem time-sensitive or urgent, requiring immediate attention and action? 33 What kinds of solution typically are produced for this kind of problem specification? 34 Given the problem specification and the current best solution, have a guess about other possible solutions. 35 Let's imagine the current best solution is totally wrong, what other ways are there to think about the problem specification? 36 What is the best way to modify this current best solution, given what you know about these kinds of problem specification? 37 Ignoring the current best solution, create an entirely new solution to the problem. 38 Let's think step by step. 39 Let's make a step by step plan and implement it with good notion and explanation.

Moduli di Ragionamento Modificati

Fundamental: Create a data structure capable of representing all the information provided.

Actor Perspectives: identify all parties involved in the problem and their relationships with each other. Consider the perspectives of each actor in the task, evaluating how the problem affects each.

Relationship Mapping: identify all relationships between actors, taking account of relationships and memberships within, such as family members, and factor them into calculation.

Metaphor: rewrite the task using a metaphor, to disambiguate the concepts and have a more in-depth understanding of the task

Critical Thinking: analyze the problem from different perspectives or questioning assumptions, and evaluate the evidence or information available.

Creative Thinking: generate innovative and out-of-the-box ideas to solve the problem. Explore unconventional solutions, thinking beyond traditional boundaries, and encouraging imagination and originality.

Experience: are there any potential solutions or strategies that have been tried before? If yes, what were the outcomes and lessons learned?

Metrics and Benchmarks: how can progress or success in solving the problem be measured or evaluated?

Solution Improvement: what is the best way to modify this current best solution, given what you know about these kinds of problem specification

Constraint Mapping: identify and map all constraints provided by the problem.

Building a Possibility Matrix: create a matrix or grid that includes all information and possible characteristics.

Search for Patterns and Correlations: analyze the distribution of data looking for patterns or correlations that may suggest a direct or indirect relationship between characteristics.

Concept Map: create a conceptual map of the task and update it step by step until each element has been defined.

Backtracking and Review: when a path of reasoning leads to a dead end or contradiction, use backtracking to go back and try different choices.

Validation of the Final Solution: check the consistency of the solution with all the constraints and make sure there are no inconsistencies

Hypothesis Testing: develop hypotheses based on the available data and systematically test each one to see if it leads to a valid solution.

Reverse Engineering: start from the known outcomes and work backwards to determine the possible causes. This helps in understanding which conditions must be met for the final outcomes to occur, and can uncover hidden assumptions or missing information.

Iterative Refinement: use an iterative process to refine assumptions and solutions. Start with a broad assumption, test it, and based on the results, refine the assumption to be more specific or alter it until the correct solution is reached.

Dependency Mapping: map out dependencies between variables to see how changes in one affect the others. This helps in understanding the complex interrelationships and can guide decision-making by showing where changes will have the most impact.

Scenario Simulation: simulate different scenarios based on possible combinations of houses, colors, nationalities, and other characteristics. This can reveal new insights by showing how different configurations meet or fail to meet the problem's conditions.

Counterfactual Thinking: consider how the problem would change if certain key facts were different. This helps in understanding the importance of each piece of information and can highlight critical points that are essential for solving the problem.

Logical Deduction Framework: construct a framework that applies formal logical methods such as propositional logic or predicate logic to deduce relationships or rule out impossibilities in a structured manner.

Pattern Recognition: recognize patterns and commonalities in similar problems or datasets.

Optimization Techniques: apply mathematical optimization techniques to find the best solution that satisfies all conditions, especially when dealing with multiple conflicting constraints or objectives.

Validation and Verification of Assumptions: review and confirm the correctness of assumptions made during the analysis process to ensure that the reasoning is based on accurate and logically consistent premises.

Dividi et Impera: simplifies complex tasks by listing simpler and more easily performed subtasks, then implement it with good notation and explanation.

Mathematical Hallucinations: checks the mathematical calculations performed to limit errors due to incorrect mathematical calculations.

Alternative Routes: try to generate different solutions, validating them individually, in search of the only valid one.

Simplification: try to rewrite the task in such a way that a child can understand it.

Conceptual Clarity: make sure you clearly understand the terms and categories used in the problem. Distinguish between individuals and groups or categories.

Internal Consistency: check that all parts of the reasoning are coherent with each other and that there are no internal contradictions.

Search for Contrary Evidence: look for evidence that contradicts the solution to test its robustness.

Systems Thinking: consider the problem in the context of a larger system to better understand the interrelationships and dynamics involved.

Distinguish between Correlation and Causation: make sure you do not confuse correlation with causation by carefully examining cause-and-effect relationships.

Organizes the Task: generate an information grid that represents all the elements of the task and updates the values step by step.

Scegliere i Moduli di Ragionamento Rilevanti

La selezione avviene tramite meta-prompt che guidano il modello a identificare quali strategie cognitive sono più utili per il tipo di problema presentato

Task: *"Descrivi quanti oggetti rossi, blu e verdi ci sono nella scena" - Moduli selezionati:*

- . "Let's think step by step" (modulo 38)
- . "How can I break down this problem into smaller, more manageable parts?" (modulo 9)
- . "What is the core issue or problem that needs to be addressed?" (modulo 16)

Task: *"L'azione X ha causato l'evento Y?"*
Moduli selezionati:

- . "Critical Thinking" (modulo 10)
- . "What are the alternative perspectives or viewpoints on this problem?" (modulo 7)
- . "What are the key assumptions underlying this problem?" (modulo 5)

Task: *"Un satellite in orbita geostazionaria ha un malfunzionamento nei pannelli solari dopo una tempesta solare. Determina la probabile causa, valuta l'impatto sulla missione e proponi strategie di mitigazione considerando vincoli di budget e tempo" - Moduli selezionati:*

- . "Use Risk Analysis" (modulo 14)
- . "Use systems thinking" (modulo 13)
- . "Use Reflective Thinking" (modulo 15)
- . "What resources are needed to tackle the problem effectively?" (modulo 22)
- . "Does the problem involve decision-making under uncertainty?" (modulo 28)

Adattare i Moduli di Ragionamento al Task Specifico

L'adattamento contestualizza i moduli generali tramite meta-prompt, rendendoli più precisi e operativi per l'esecuzione del task specifico

Modulo originale: "Let's think step by step" (modulo 38)

Adattamento: "Identifica un oggetto alla volta, determinando prima il tipo di oggetto (tavolo, sedia, palla, ecc.), poi il suo colore (rosso, blu, verde), infine creando un conteggio sistematico per categoria e colore"

Modulo originale: "Critical Thinking" (modulo 10)

Adattamento: "Analizza criticamente la sequenza temporale degli eventi descritti, identifica i collegamenti causali diretti tra gli eventi, distingui tra correlazione e causazione per determinare se l'azione X ha effettivamente causato l'evento Y"

Modulo originale: "Use Risk Analysis" (modulo 14)

Adattamento: "Sviluppa una matrice di rischio specifica per anomalie dei pannelli solari, classifica i potenziali guasti in base alla probabilità che siano stati causati dalla tempesta solare e alla gravità dell'impatto sulla missione, quindi quantifica l'urgenza di ogni strategia di mitigazione in relazione ai vincoli di budget e tempo"

Strutturare il Piano di Ragionamento Eseguibile

La struttura implementata funge da “programma di ragionamento” che il modello seguirà per risolvere il task, compilando i valori per ciascuna chiave

```
{
  "Type and color of each item": "",
  "Number of items of each color": "",
  "Number of items of each type": "",
  "Number of items of each color and type": "",
  "Final answer": ""
}
```

```
{
  "Identify the chain of events in the story": "",
  "Identify the consequences of each event": "",
  "Identify the cause-and-effect relationships between events": "",
  "Choose a Final answer based on the reasoning": ""
}
```

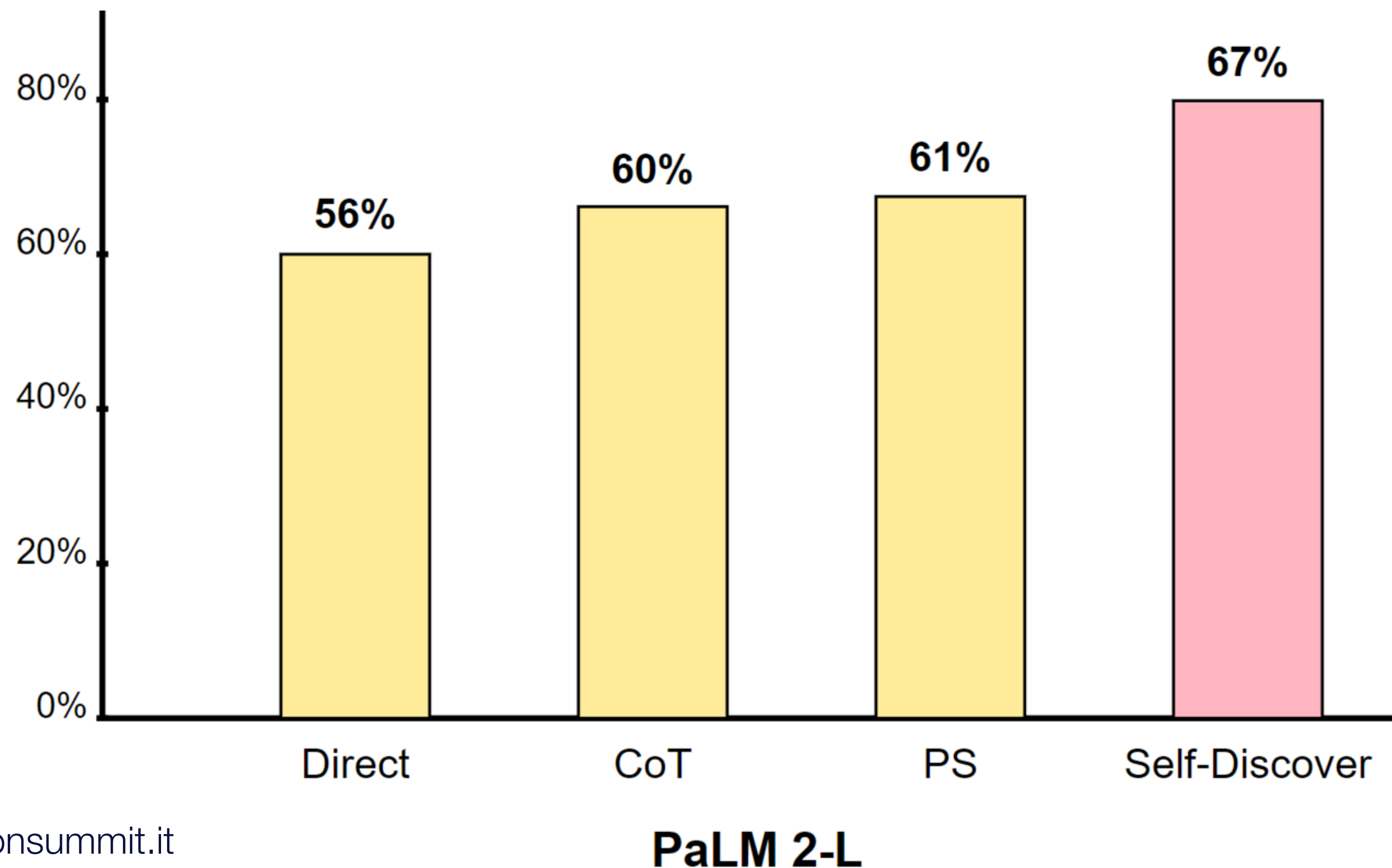
```
{
  "Analysis of system dependencies": {
    "Power subsystem components": "",
    "Thermal control subsystem": "",
    "Communication subsystem": ""
  },
  "Risk assessment matrix": {
    "Potential failure causes": "",
    "Impact severity (1-5)": "",
    "Probability of occurrence (1-5)": ""
  }, ...
  ...
  "Mitigation strategies": {
    "Immediate actions": "",
    "Medium-term solutions": "",
    "Resource requirements": ""
  },
  "Final answer and recommendation": ""
}
```

02

RISULTATI
SPERIMENTALI

Risultati Sperimentali

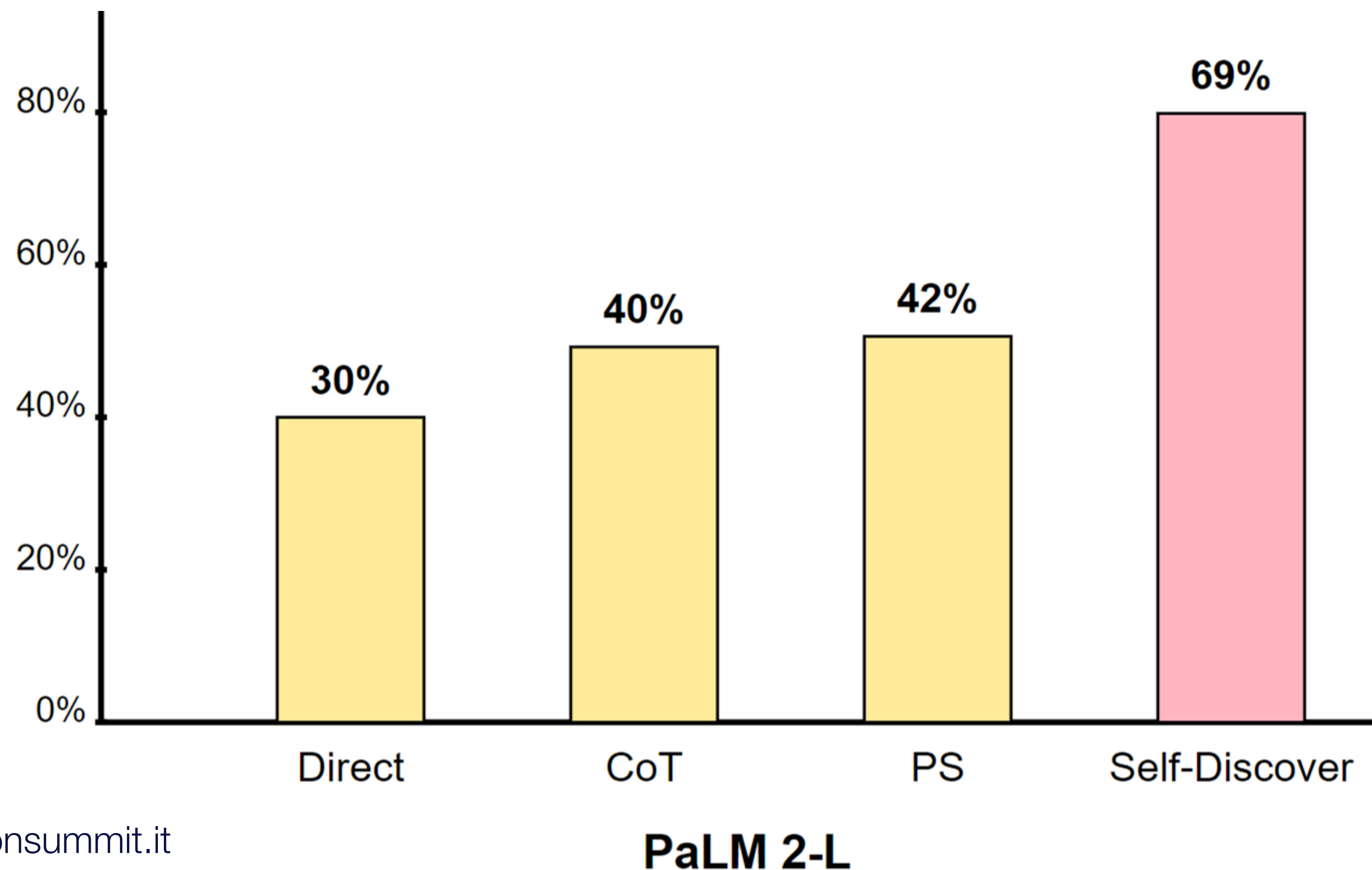
Su **BBH*** (**Big-Bench Hard**) Self-Discover migliora l'accuratezza di PaLM 2-L del 7% rispetto a Chain-of-Thought e del 6% rispetto a Plan-and-Solve, con incrementi simili osservati anche con GPT-4



(*) Il BBH (Big-Bench Hard) è un benchmark di valutazione per modelli linguistici di grandi dimensioni (LLM), sviluppato come parte del più ampio progetto BIG-Bench (Beyond the Imitation Game Benchmark), ma con una selezione dei task più difficili. È una sottoselezione di 23 task tratti da BIG-Bench, scelti perché i modelli più vecchi come GPT-3 non riuscivano a superarli, mentre umani esperti ottenevano risultati significativamente migliori. Questo rende BBH uno strumento utile per valutare i progressi dei LLM di nuova generazione, come GPT-X, Claude, PaLM, ecc., rispetto a capacità umane su compiti complessi

Risultati Sperimentali

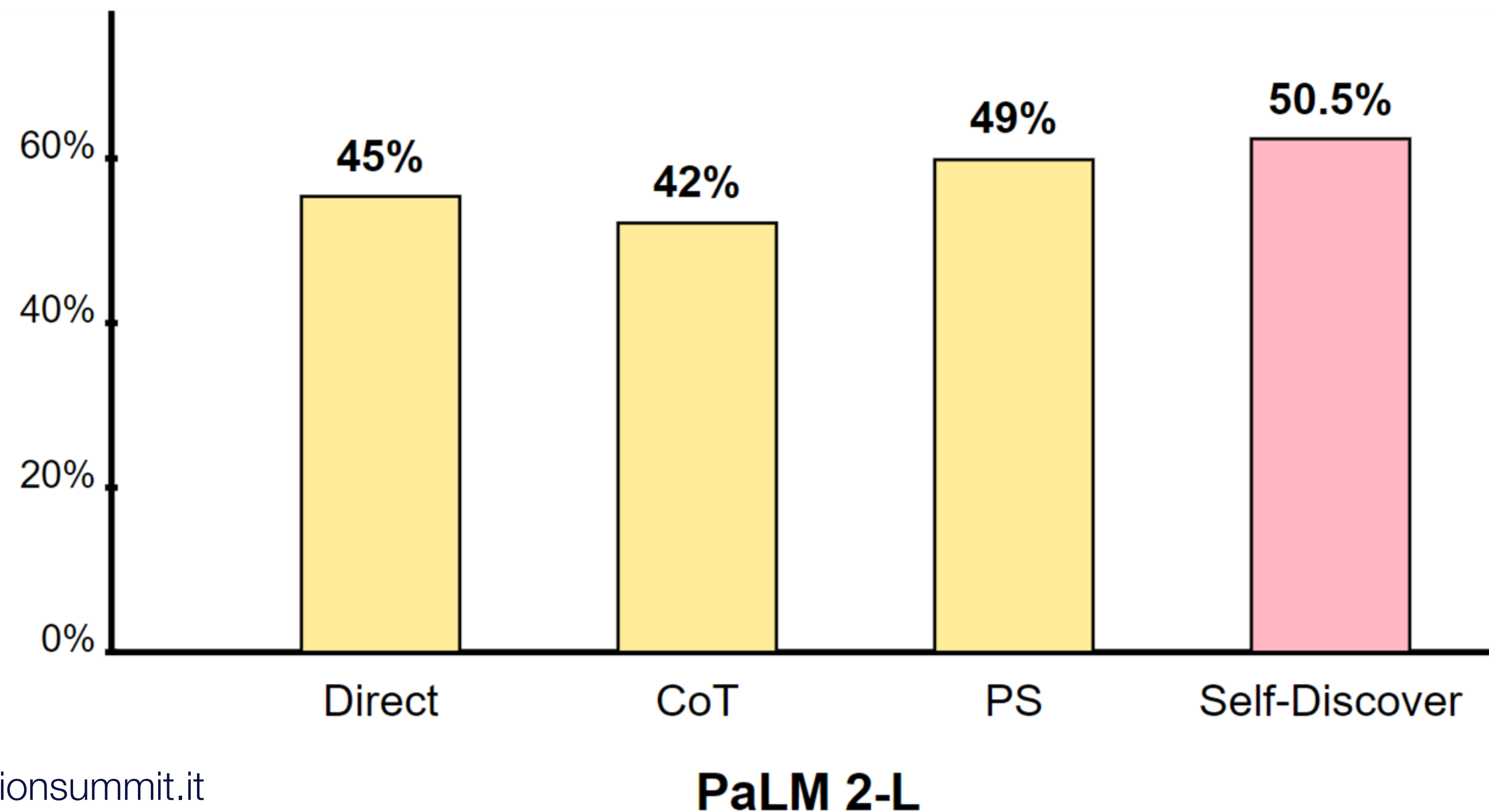
Sul benchmark **T4D*** (**Thinking for Doing**) è impressionante il miglioramento del 29-32% rispetto ai metodi baselines, raggiungendo il 69% di accuratezza con PaLM 2-L e l'85% con GPT-4



(*) Il benchmark T4D (Thinking for Doing) è un benchmark progettato per valutare la capacità dei modelli linguistici di ragionare in modo orientato all'azione. L'obiettivo è andare oltre la semplice produzione di testo corretto, misurando se il modello comprende e pianifica azioni efficaci in contesti pratici e realistici

Risultati Sperimentali

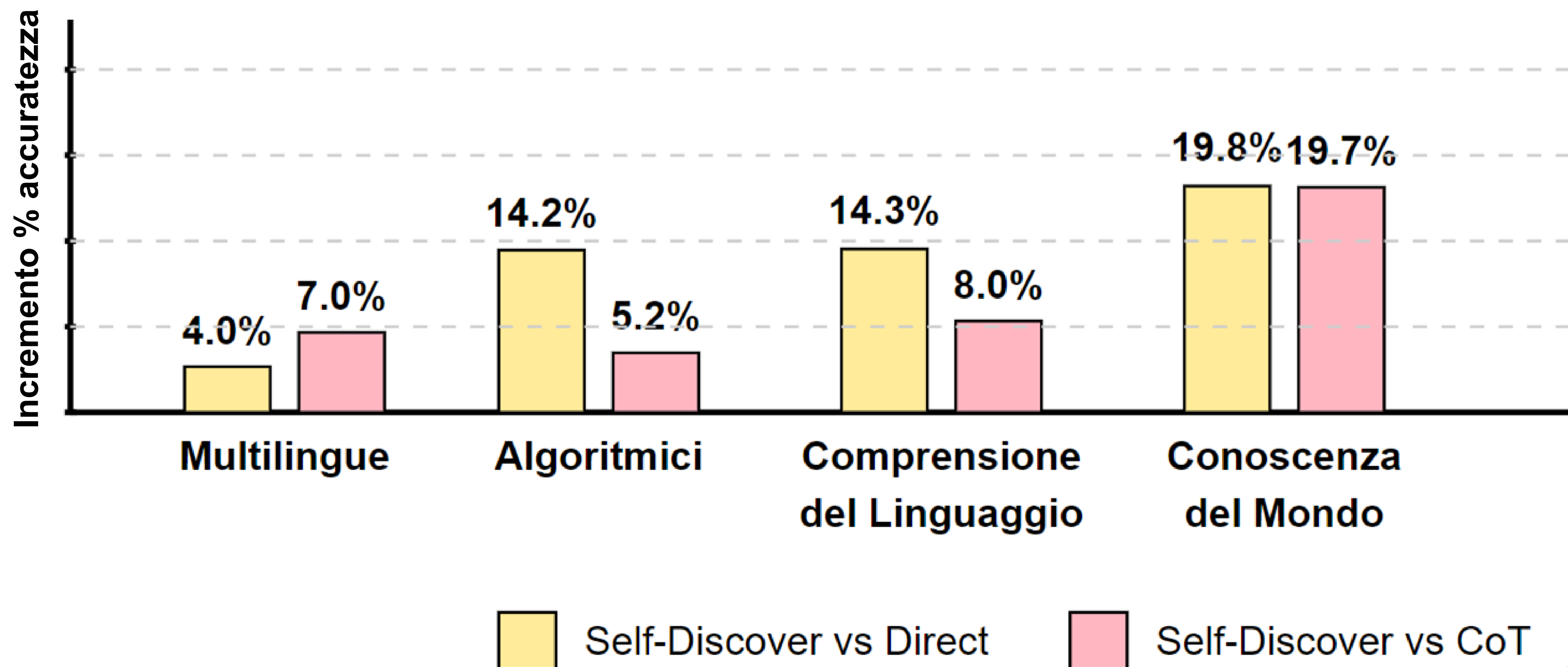
Su **MATH*** (**M**athematics **A**ptitude **T**est of **H**euristics) evidenzia miglioramenti più modesti (1-7% con PaLM 2-L, 2-3% con GPT-4); le difficoltà qui risiedono principalmente in errori di calcolo piuttosto che nella struttura di ragionamento



(*) Il benchmark MATH (Mathematics Aptitude Test of Heuristics) è un dataset pensato per valutare le capacità matematiche avanzate dei modelli linguistici, in particolare nel ragionamento simbolico, algebrico e procedurale. È composto da circa 12.500 problemi di matematica da scuola media a olimpiadi matematiche

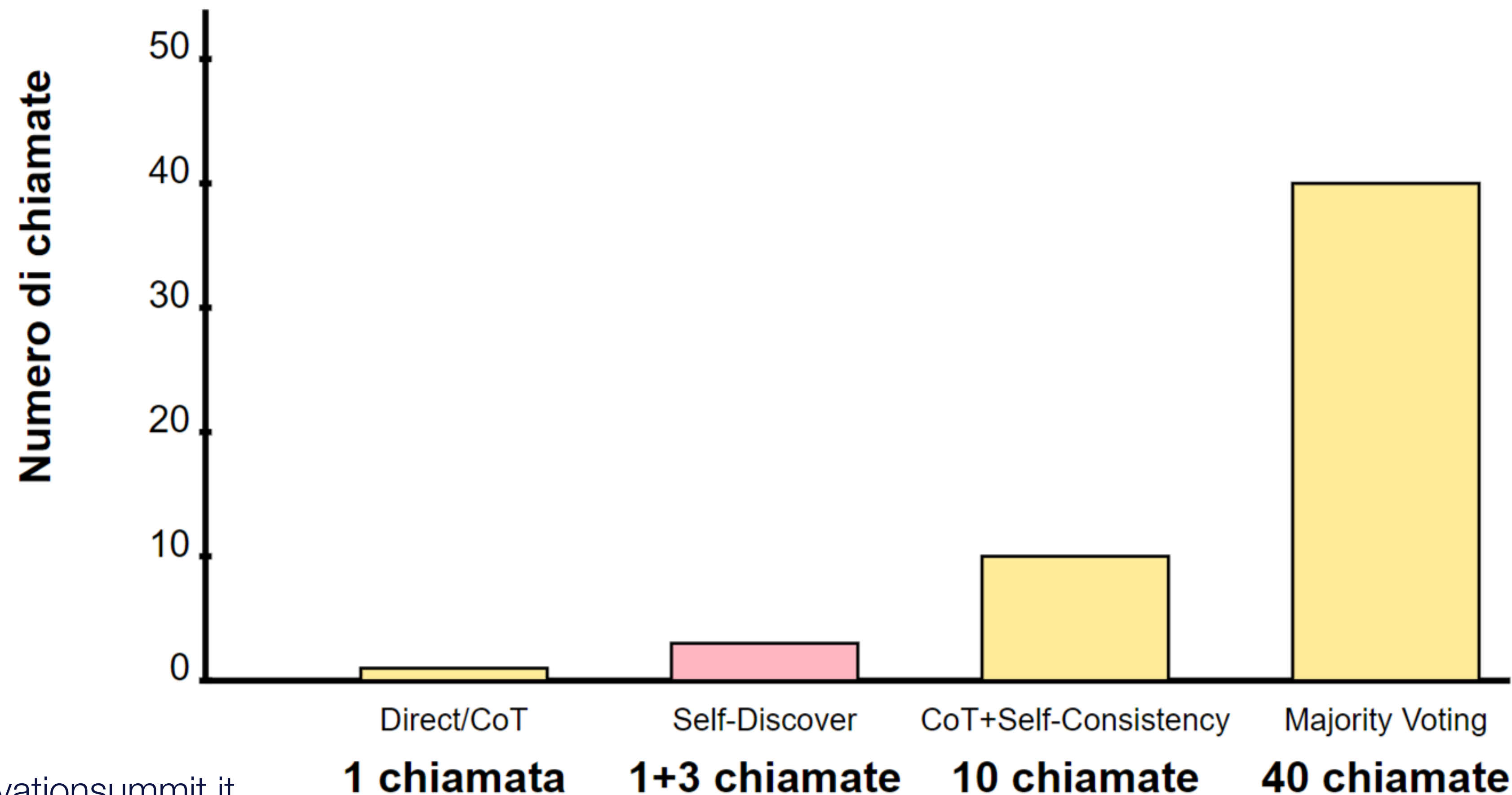
Risultati Sperimentali

Incremento percentuale dell'accuratezza su **BBH**, dove Self-Discover eccelle particolarmente nei task che richiedono conoscenza del mondo (+19,8% rispetto a risposte dirette, +19,7% rispetto a CoT)



Analisi computazionale

Da notare l'efficienza computazionale di Self-Discover: richiede solo 3 chiamate di inferenza aggiuntive a livello di task, mentre raggiunge prestazioni superiori rispetto a metodi che richiedono 10-40 volte più inferenze (come Self-Consistency o majority voting)



03 | Casi di Studio

Casi di Studio

Si osservano pattern emergenti, che non sono esplicitamente programmati e risultano funzionali alla natura del problema

VALUTAZIONE CAUSALE

Struttura di ragionamento scoperta:

- (1) Identifica evento iniziale →
- (2) Elenca eventi consequenziali diretti →
- (3) Traccia catena causale →
- (4) Verifica controfattuali ("Cosa sarebbe successo se...?") →
- (5) Isola causa primaria vs. concausa →
- (6) Concludi sul nesso causale

Perché funziona?

Cattura la temporalità e la direzionalità della causalità. L'inserimento spontaneo del passo (4) sui controfattuali è particolarmente interessante: i modelli imparano che il ragionamento causale non è solo una cronologia, la sequenza temporale può suggerire una correlazione, ma non è sufficiente per stabilire una relazione di causa-effetto.

Casi di Studio

Si osservano pattern emergenti, che non sono esplicitamente programmati e risultano funzionali alla natura del problema

SOTTOINSIEMI E CATEGORIE

Struttura di ragionamento scoperta:

- (1) Identifica gli insiemi coinvolti →
- (2) Costruisci un grafo di inclusione (is-a, part-of) →
- (3) Naviga da concetto a concetto →
- (4) Verifica consistenza logica tra i livelli →
- (5) Rispondi in base alla posizione nella gerarchia

Perché funziona?

I modelli si costruiscono spontaneamente un'ontologia semantica — una mini-knowledge graph — per navigare la relazione tra entità, che è particolarmente utile in task di classificazione, analogie e ragionamento induttivo.

Casi di Studio



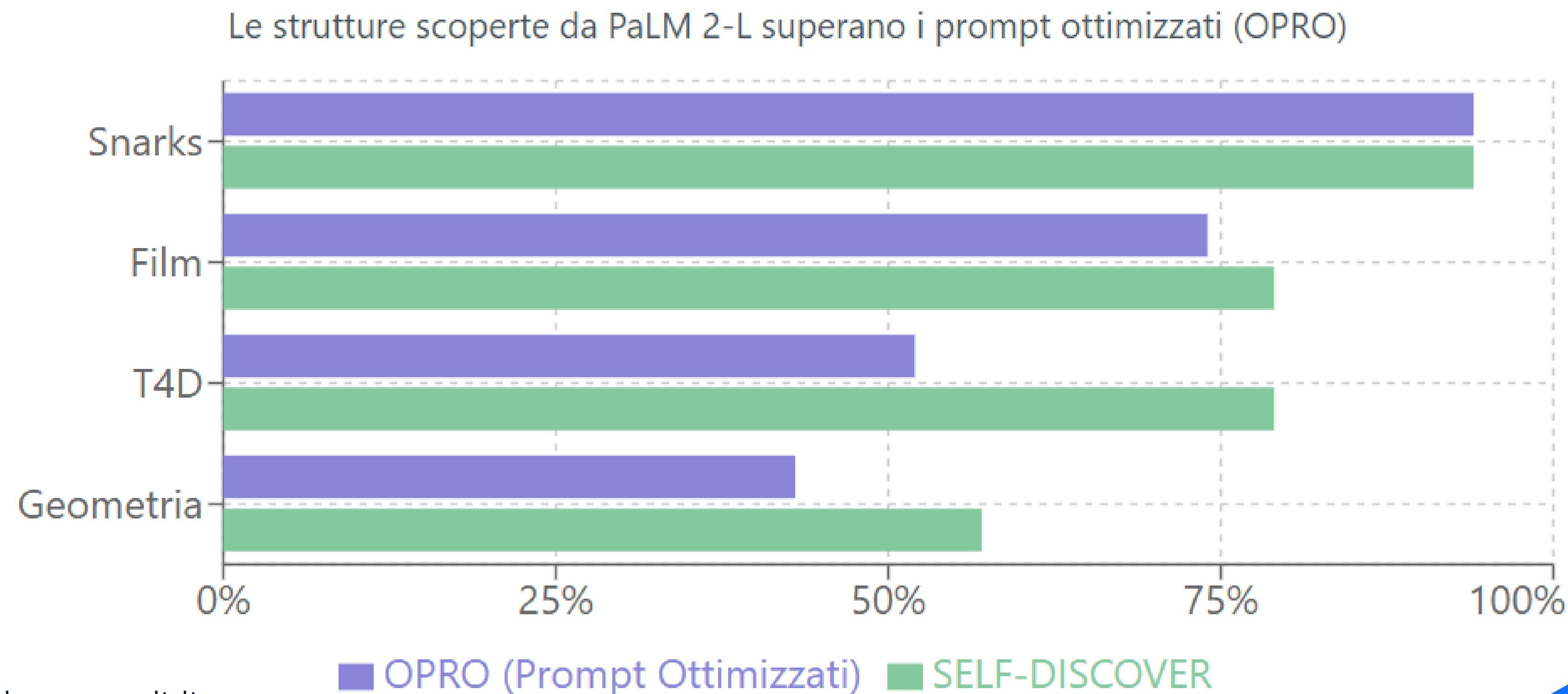
Senza architetture cognitive esplicite, i LLM creano spontaneamente comportamenti simili a quelli documentati in psicologia cognitiva, quando messi di fronte a problemi di pianificazione, navigazione, o ragionamento astratto.

| Aspetto | LLM (auto-scoperto) | Cognizione Umana (teoria o osservazione) |
|--------------------------------------|---|---|
| Segmentazione del problema | Suddivisione automatica in sub-task | Chunking cognitivo, breaking down problemi complessi |
| Note mentali (mental notes) | Annotazioni step-by-step generate in autonomia | Annotazioni mentali e verbalizzazione interna |
| Controllo del contesto | Aggiornamento dinamico delle informazioni rilevanti | Memoria aggiornata durante il task |
| Monitoraggio del processo | Meta-commenti del tipo "se questo non funziona..." | Metacognizione: monitoraggio e controllo del ragionamento |
| Uso di euristiche | Strategie utilizzate in task simili, anche non supervisionate | Analogie, esperienze passate |
| Rappresentazione dello stato interno | Rappresentazione testuale dello stato corrente nel prompt | Simbolizzazione interna dello stato mentale |
| Apprendimento strutturale implicito | Costruzione di pattern ricorrenti senza supervisione | Apprendimento implicito di schemi e pattern |

Trasferibilità / Universalità

Le strutture di ragionamento scoperte sembrano catturare qualcosa di intrinseco ai task stessi, piuttosto che essere specifiche per un particolare modello.

Trasferimento da PaLM 2-L a GPT-4



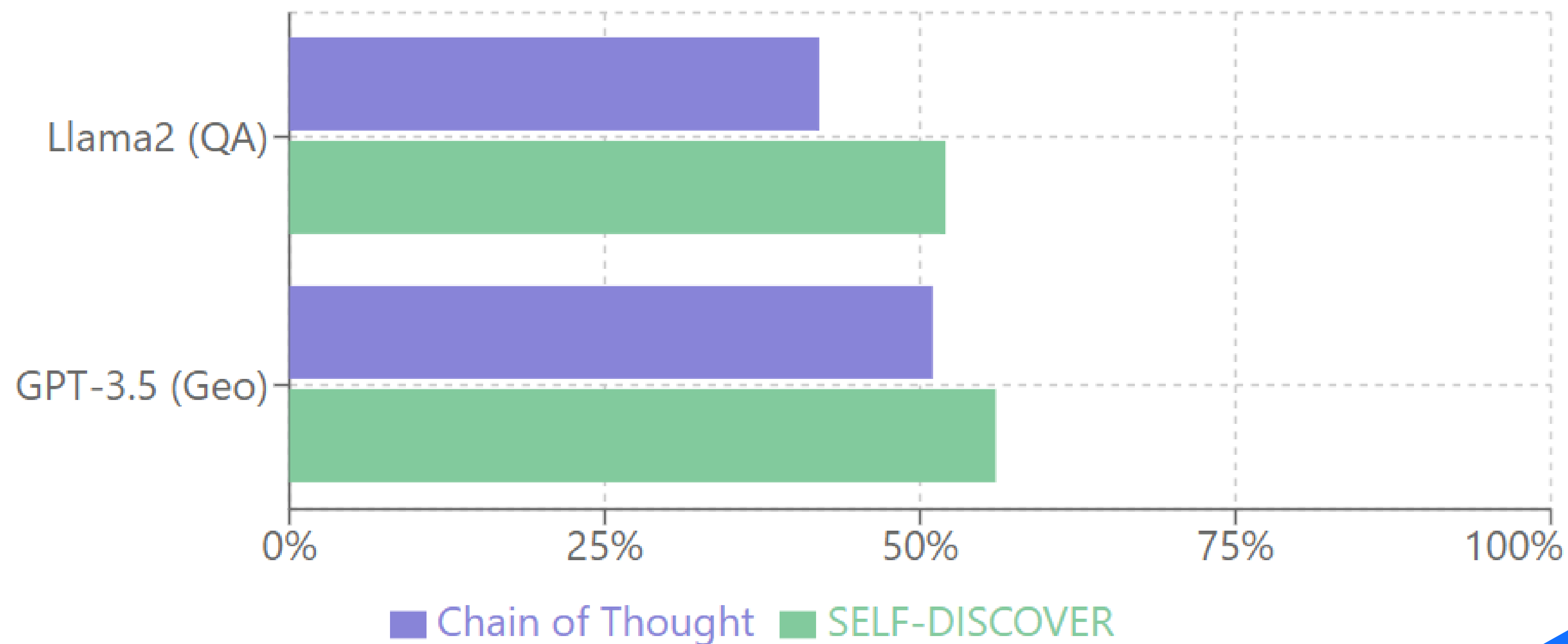
OPRO (Optimization by PROMPTing) è una tecnica introdotta da OpenAI per ottimizzare automaticamente i prompt dei modelli linguistici attraverso l'uso diretto del modello stesso come ottimizzatore

Trasferibilità / Universalità

I modelli più piccoli possono beneficiare delle strutture scoperte dai modelli più grandi

Da GPT-4 ad Altri Modelli

Le strutture di GPT-4 migliorano Llama2 e GPT-3.5



Stato attuale della Ricerca

La direzione generale è verso sistemi più autonomi che non solo eseguano ragionamenti, ma comprendano quale tipo di ragionamento è più adatto a ciascun compito, potendo costruire dinamicamente la propria strategia cognitiva.

- Influenza nella collaborazione uomo-AI nel problem-solving complesso, permettendo ai modelli di AI di fornire insight strutturati sulla natura dei problemi
- Possibilità di incorporare tool esterni per migliorare la precisione dei calcoli intermedi (identificata come principale fonte di errore nell'analisi su MATH) o per poter orchestrare sistemi informativi esterni
- Evoluzione verso sistemi di meta-ragionamento con una integrazione di più meccanismi di apprendimento continuo
- Creazione di librerie di strutture di ragionamento per domini specifici con specializzazione per aree come la medicina, la giurisprudenza, o la ricerca scientifica
- Sviluppo di strutture di ragionamento che attraversano diverse modalità di input e output



04 | Implementazione

Link alla repo Data Masters



<https://tinyurl.com/SIS25-DM>

Grazie

Ci sono domande?

COME APPLICARE IL COUPON **SIS_PROMPT** PER ACCEDERE **GRATIS**



**sud
innovation
summit**

1. Vai al link del corso: <https://corsi.datamasters.it/offers/s4MCFZFq/checkout>

2. Applica il coupon code **SIS_PROMPT**

AI Prompt Engineering

- ✓ 4 ore di formazione avanzata
- ✓ 23 Video-lezioni online sempre disponibili

~~€ 49,00~~ **GRATIS**

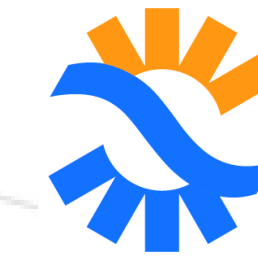
SIS_PROMPT

Usa

Accesso

Indirizzo Email

COME APPLICARE IL COUPON **SIS_PYTHON** PER ACCEDERE **GRATIS**



**sud
innovation
summit**

1. Vai al link del corso: <https://corsi.datamasters.it/offers/wy9pe2iA/checkout>

2. Applica il coupon code SIS_PYTHON

Python from Zero to Hero

- ✓ 15 ore di formazione avanzata
- ✓ 28 Video lezioni online sempre disponibili

~~97€~~ **GRATIS**

SIS_PYTHON

Usa

Indirizzo Email