

Sztuczna Inteligencja: Sztuka Szukania

Kiedy proste działanie nie wystarczy, agent musi wyruszyć w podróż.



Kluczowa Metoda

Szukanie to jedna z najważniejszych metod informatyki.

Źródło

Donald Knuth: The Art of Computer Programming. Vol. III. Sorting & Search

Motto

Szukajcie, a (być może) znajdziecie!

Automatyzacja (Refleks)



- Zrobotyzowana Automatyzacja Procesów (RPA).
- Programowalne działania schematyczne.
- Działa szybko, ale sztywno.

Inteligencja (Szukanie)



- Adaptacja do nieprzewidzianych warunków.
- Wymaga kreatywności i zrozumienia sytuacji.
- Agent szuka rozwiązania, gdy proste działanie zawodzi.

Definicja: Agent szuka rozwiązania w sytuacji, w której żadne proste działanie nie wystarczy.

Anatomia Problemu: Hipoteza Przestrzeni



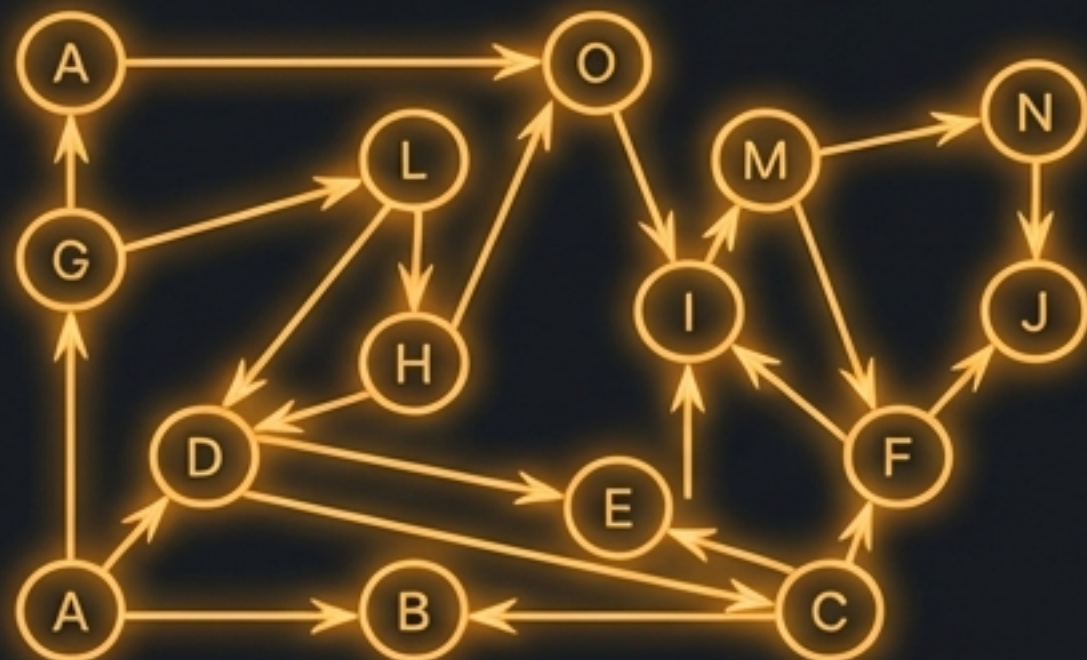
Według Allena Newella, inteligentne działanie to poruszanie się w Przestrzeni Problemów.

Rozwiązanie to sekwencja kroków:

$S \rightarrow O \rightarrow G.$

Krajobraz: Grafy i Drzewa

Grafy (Teren)



- **Węzły:** Stany bazy danych.
- **Łuki:** Operacje prowadzące do nowych stanów.
- Grafy mogą mieć cykle i wiele dróg.

Drzewa (Mapa)



- **Drzewo:** Graf, gdzie każdy węzeł ma jednego poprzednika.
- Drzewo wszystkich możliwości wyznacza **Przestrzeń Szukania**.

Strategie przeszukiwań to różne sposoby wędrowania po tym grafie: od danych do celu (Bottom-up) lub od celu do danych (Top-down).

Antagonista: Eksplozja Kombinatoryczna

Skala Trudności (NP-Hard)



1. Warcaby

10^{40} gier. 5×10^{20} pozycji.



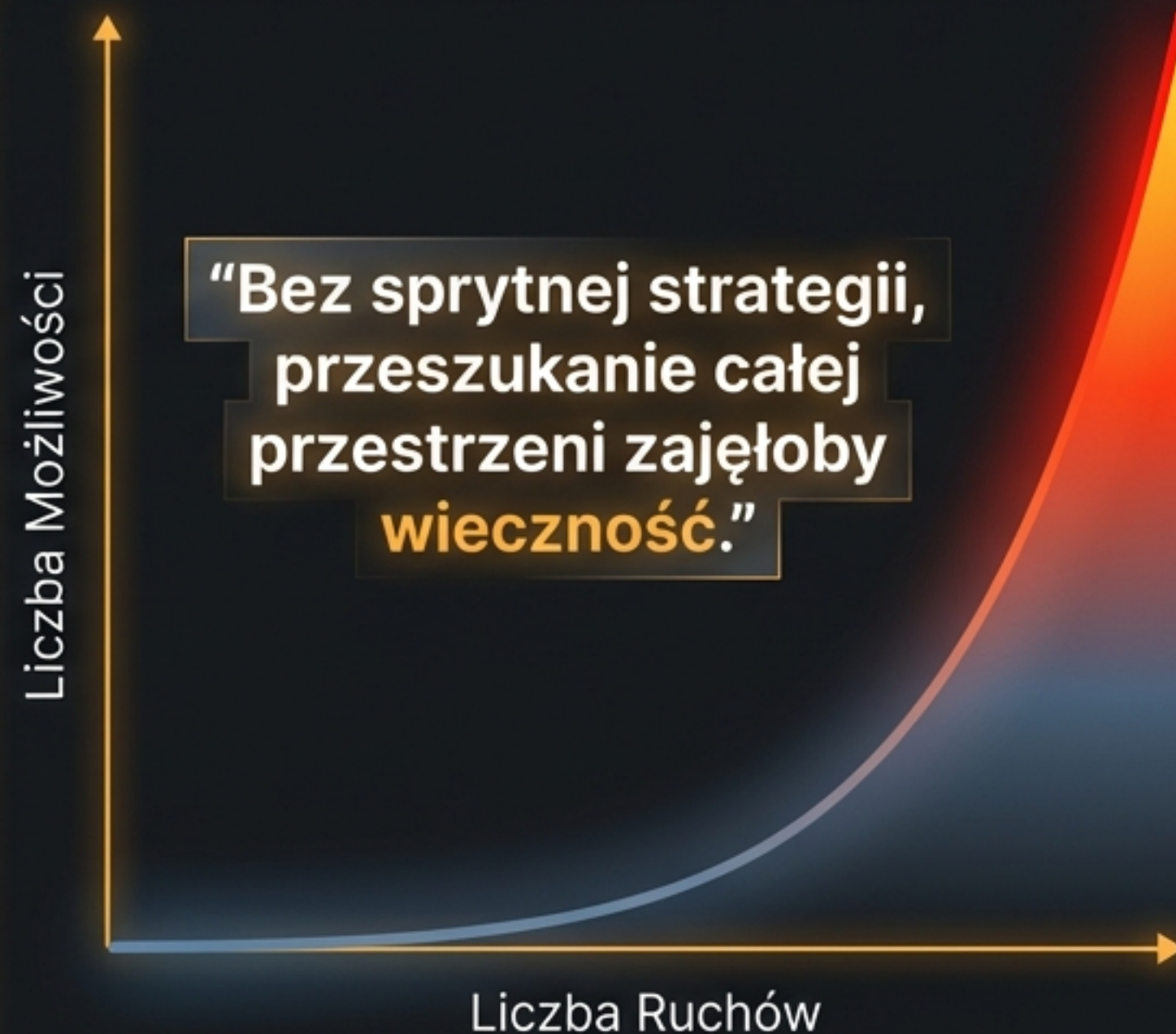
2. Szachy

Liczba liści drzewa: $\sim 10^{120}$. Średnie rozgałęzienie: 35 opcji na ruch.



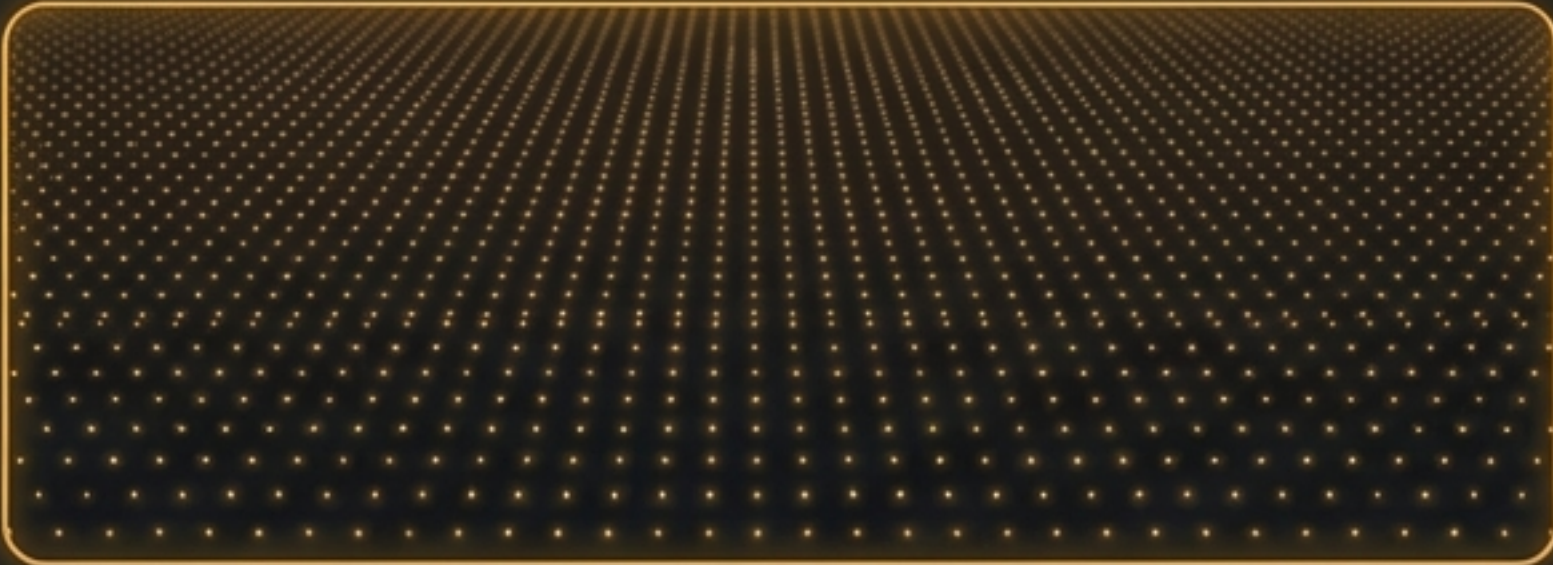
3. Kostka Rubika

Zaledwie 15 ruchów generuje 10^{17} możliwości.



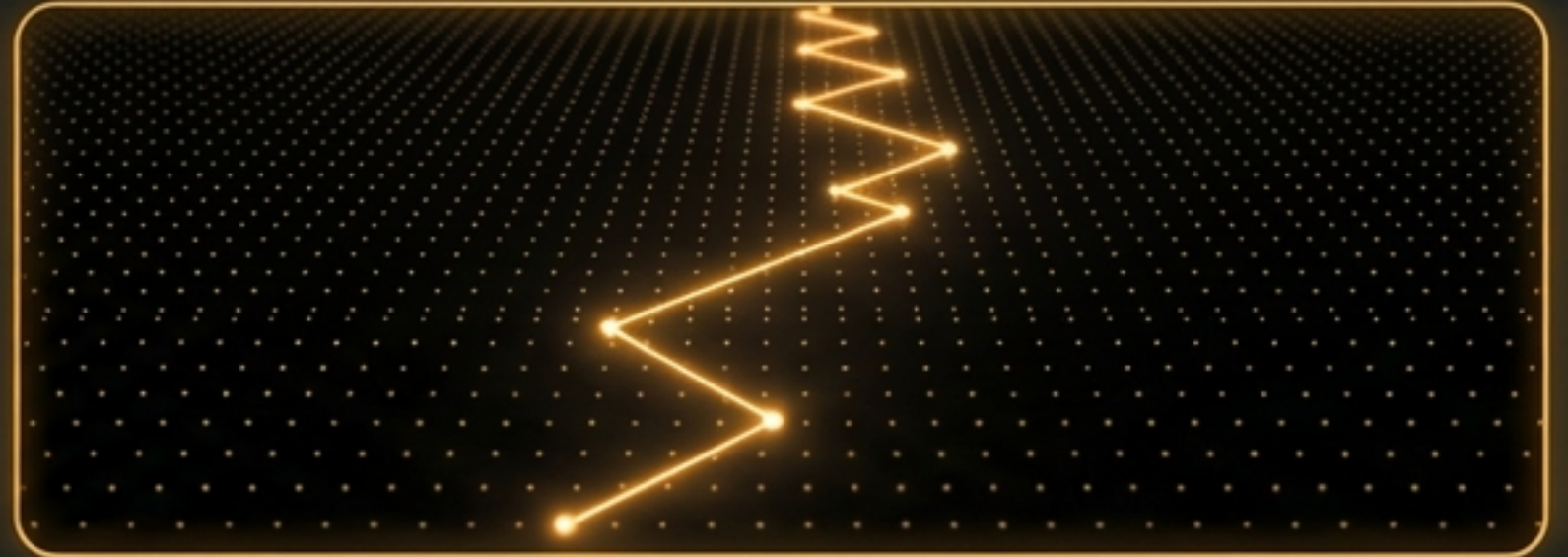
Narzędzia: Szukanie na ślepo vs. Heurystyka

Szukanie na ślepo (Blind Search)



- **Stosowane** przy braku informacji.
- **Metody:** Breadth-First (Wszierz), Depth-First (W głąb), Monte Carlo.
- **Zasada:** "Procedura Brytyjskiego Muzeum" - sprawdzaj wszystko.
- **Efekt:** Nieefektywne w dużej skali.

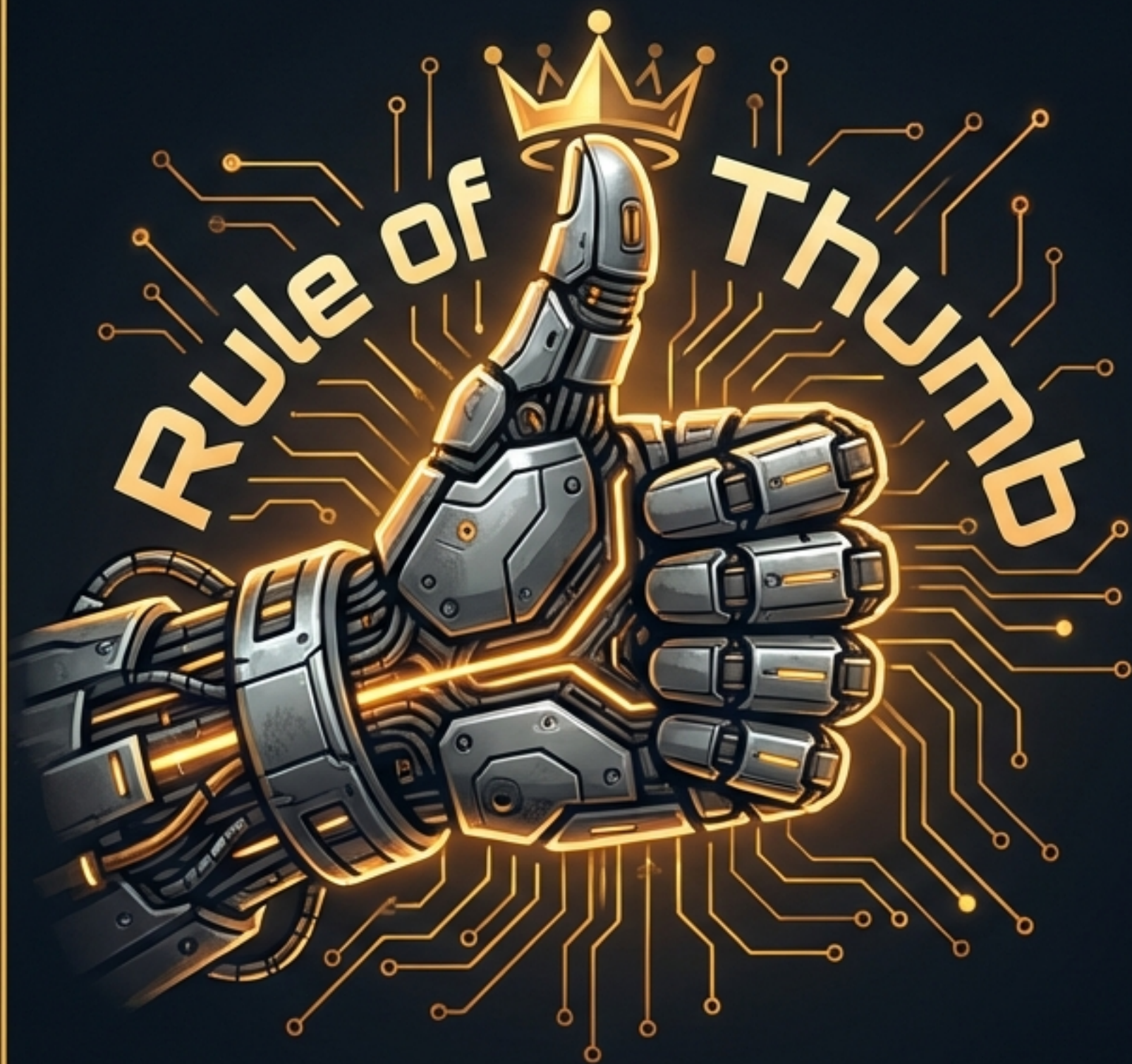
Szukanie heurystyczne (Informed Search)



- **Stosowane**, gdy potrafimy ocenić postępy.
- **Metody:** Best-First, A*, Hill Climbing.
- **Zasada:** Użyj wiedzy, by ograniczyć liczbę hipotez.
- **Efekt:** Znajduje rozwiązanie szybciej (choć nie zawsze gwarantowane).

Różne strategie przeszukiwania pozwalają na optymalizację procesu w zależności od dostępnej wiedzy i charakteru problemu.

Heurystyka: Reguła Kciuka



Definicja:

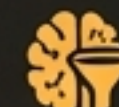
Heurystyka (gr. heurisko - odkrywam). To strategia, trik, lub "reguła kciuka", która pomaga dokonać wyboru.

The Trade-off:

Wiedza heurystyczna pomaga znaleźć rozwiązanie, ale go **nie gwarantuje**.

Algorytm "Generuj i Testuj":

1. **Generuj** możliwe stany (zupełność).
2. **Filtruj** powtórzenia (unikalność).
3. **Ogranicz** hipotezy (heurystyka).
4. **Testuj** wynik.



Poligon Doświadczalny: Przesuwanka (Sliding Puzzle)



Definicja Problemu (S, O, G)

Operatory: Góra, Dół, Lewo, Prawo (przesunięcie na puste pole). ← ↑ ↓ →

🚩 **Cel:** Uporządkować liczby sekwencyjnie.

Przestrzeń Stanów

- Przestrzeń Stanów (8-ka): 181,440 $(9!/2)$ 🗄️
- Przestrzeń Stanów (15-ka): ~10.4 biliona (10^{13}) 📊
- Nawet prosta zabawka generuje ogromny graf do przeszukania.

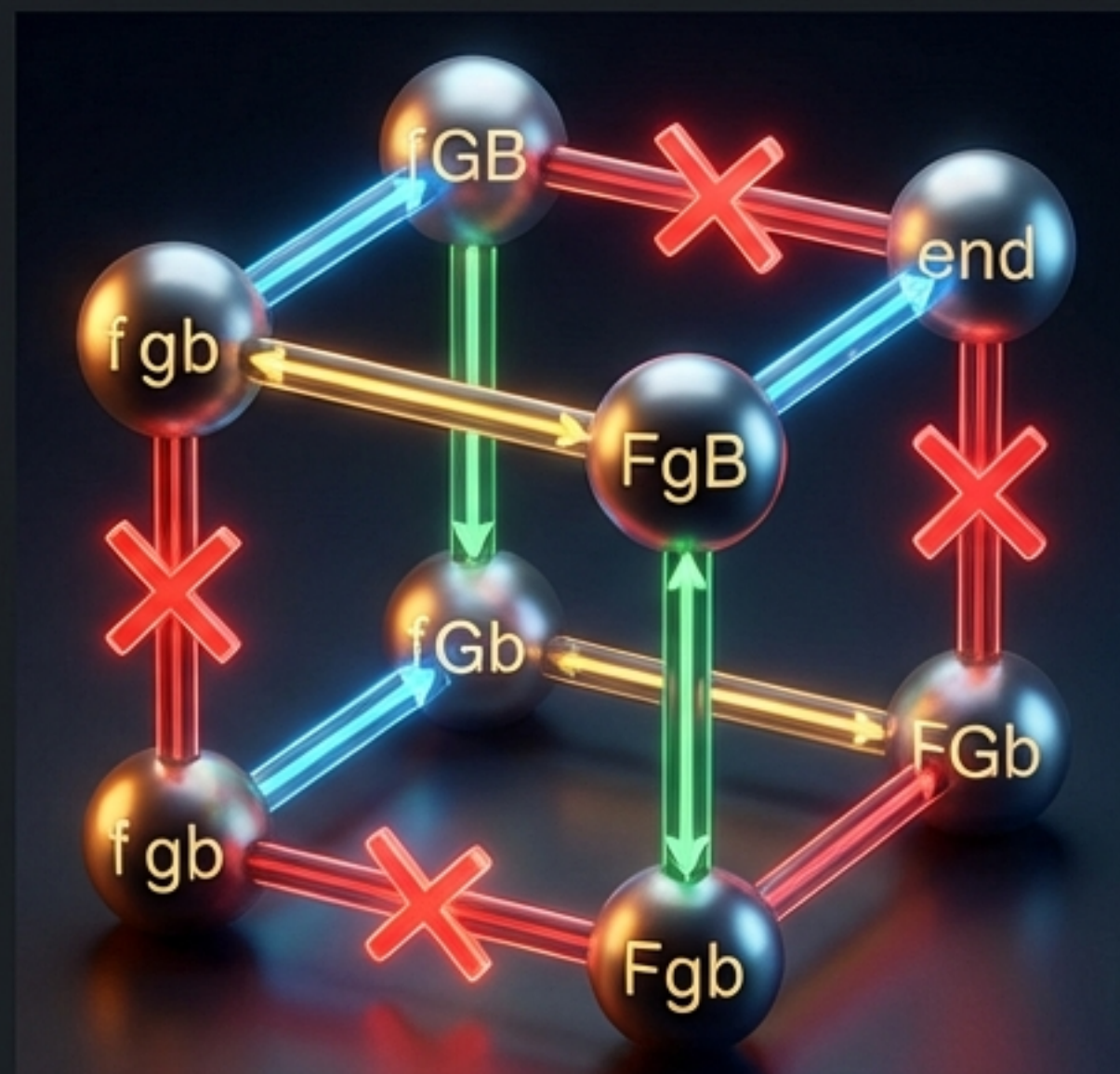
Logika i Ograniczenia: Przeprawa przez Rzekę

Problem: Farmer, Lis, Gęś i Ziarno.

Łódka: Mieści tylko Farmera + 1 pasażera.

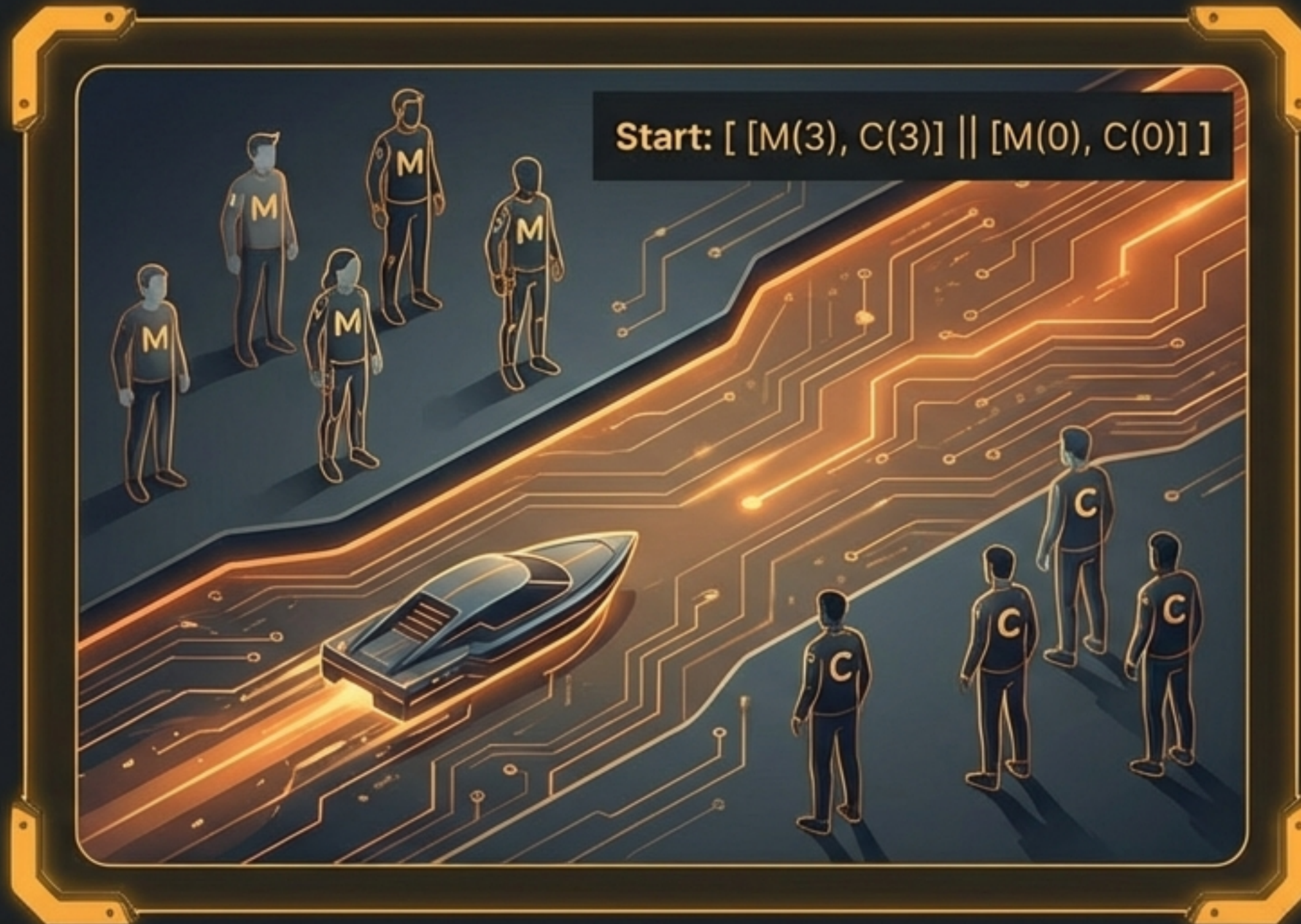
Ograniczenia (Zasady Śmierci):

- Lis + Gęś (bez Farmera) = ☠
- Gęś + Ziarno (bez Farmera) = ☠



Szukanie tutaj polega na znalezieniu ścieżki w grafie, która omija stany zabronione.

Zarządzanie Kryzysowe: Misjonarze i Kanibale



Zasada:

Jeśli na brzegu liczba Kanibali $>$ liczba Misjonarzy $\rightarrow$ Misjonarze zostają zjedzeni.

Wyzwanie:

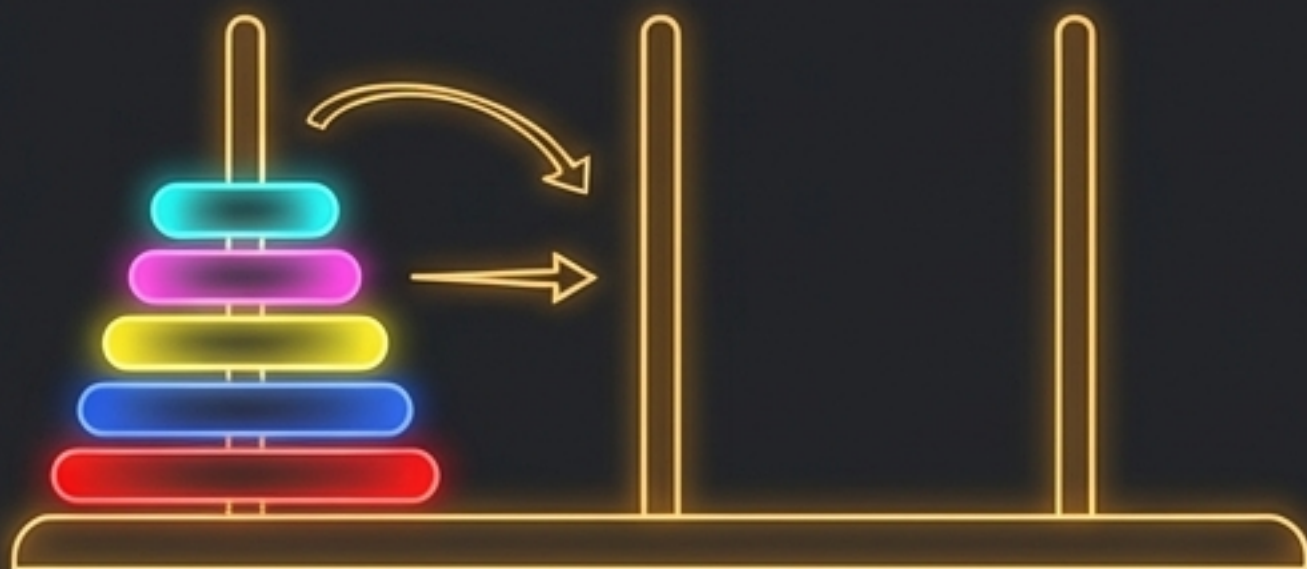
Łódka mieści tylko 2 osoby.

Heurystyka:

Szukamy funkcji, która maleje w miarę zbliżania się do celu (np. liczba osób na lewym brzegu), ale musimy unikać stanów 'śmiertelnych'.

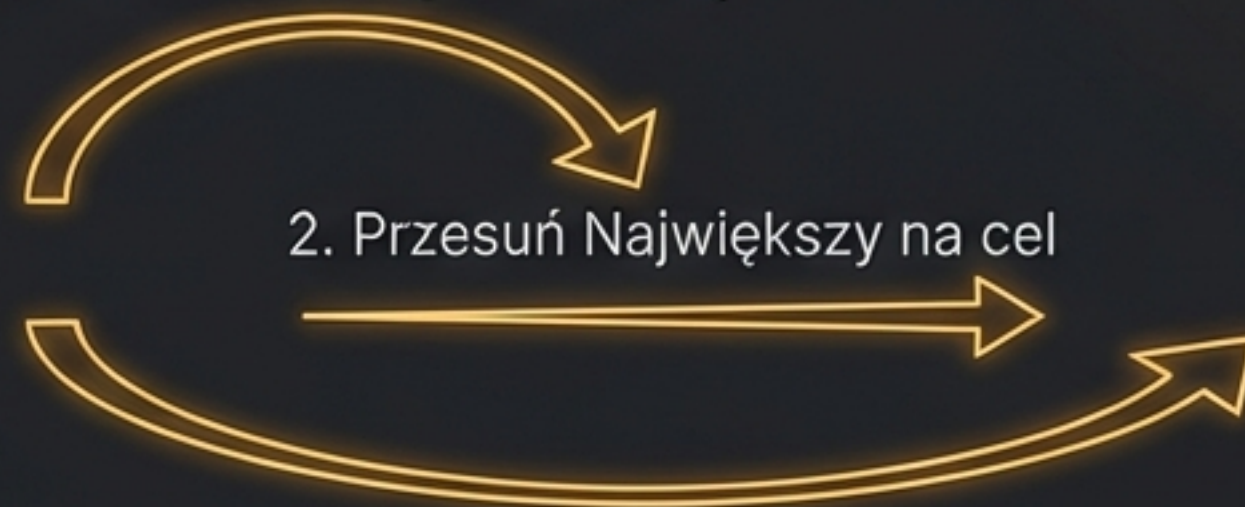
Wariant: Zazdrośni mężowie (strukturalnie identyczny problem).

Reprezentacja Redukcyjna: Wieże Hanoi



Strategia Rekursywna

1. Przesuń N-1 na pomocniczy



2. Przesuń Największy na cel

3. Przesuń N-1 na cel

Kluczowa Koncepcja:

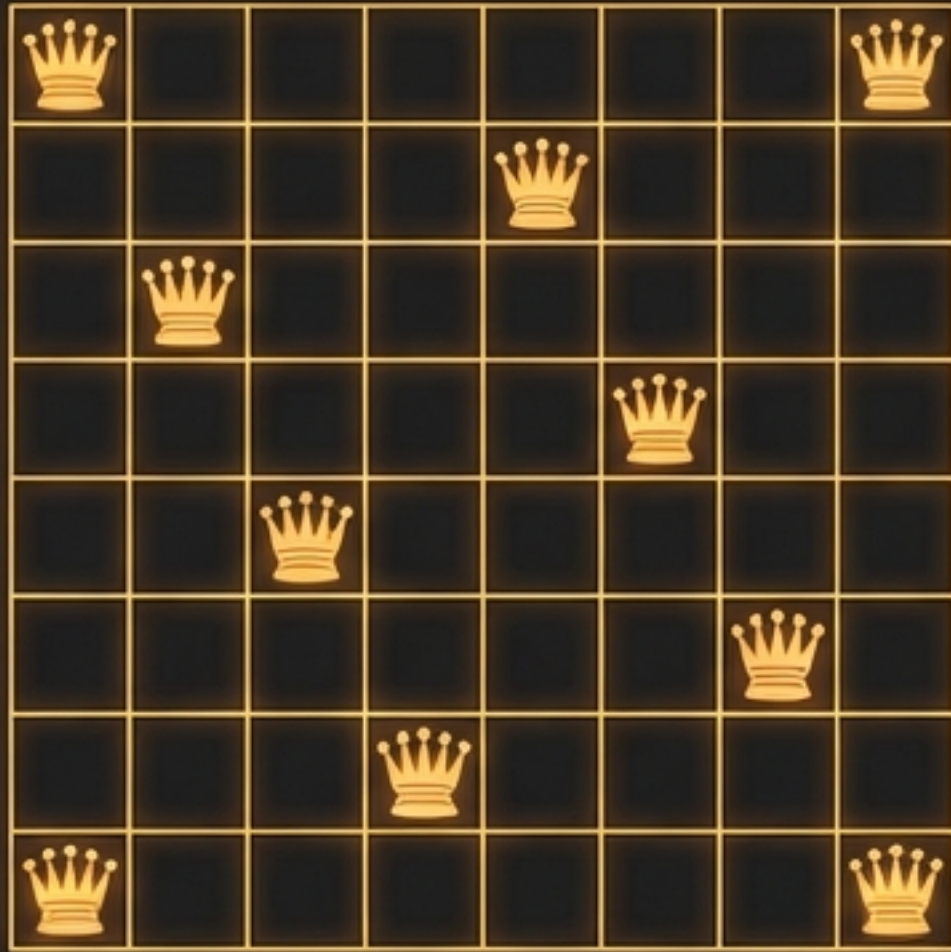
Rozwiązywanie problemu przez redukcję do mniejszych kopii tego samego problemu.

Algorytm:

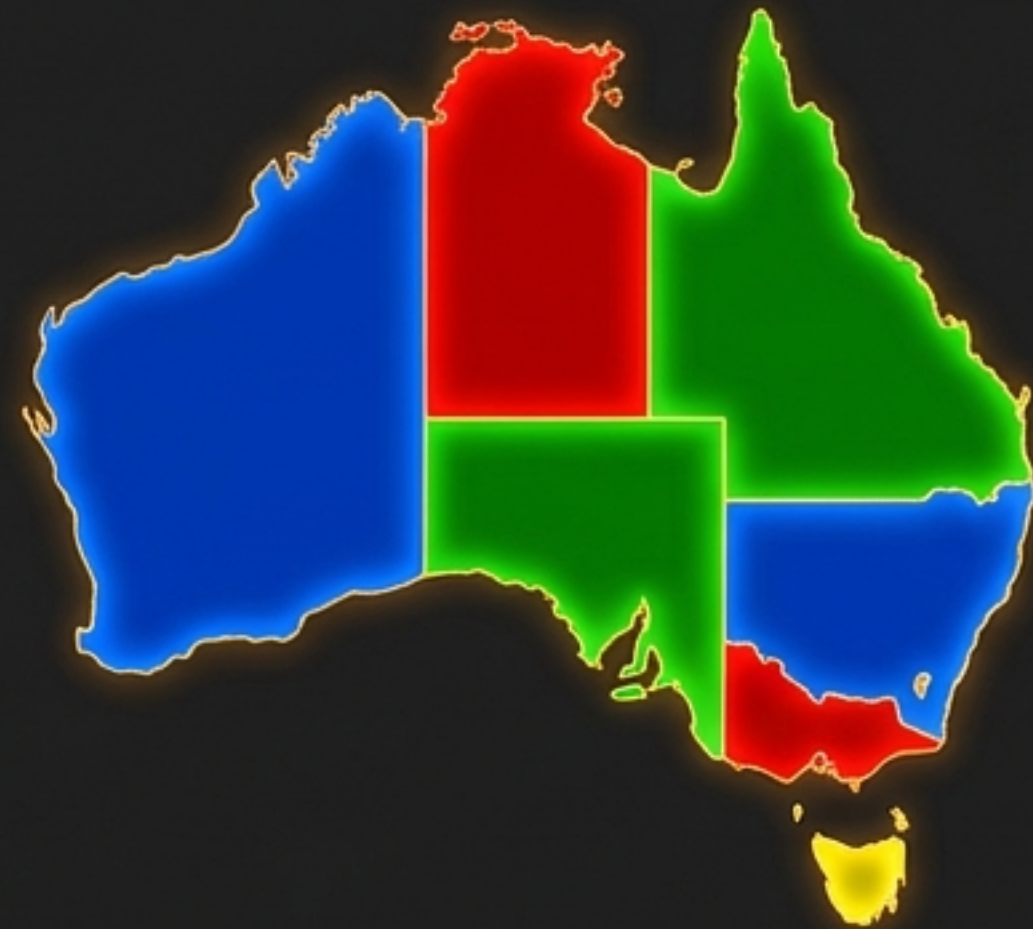
$$\text{Move}(N, i, j) = \text{Move}(N-1, i, k) + \text{Move}(1, i, j) + \text{Move}(N-1, k, j)$$

Koszt: $2^n - 1$ ruchów. Złożoność wykładnicza.

Satysfakcja Ograniczeń (CSP)



Problem N-Królowych: Ustaw N figur tak, by się nie atakowały.



Kolorowanie Mapy: Czy 4 kolory wystarczą? (Twierdzenie o 4 barwach).

W tych problemach nie szukamy drogi, ale **stanu**, który spełnia wszystkie warunki.

Zastosowania: Problemy za Miliard Dolarów



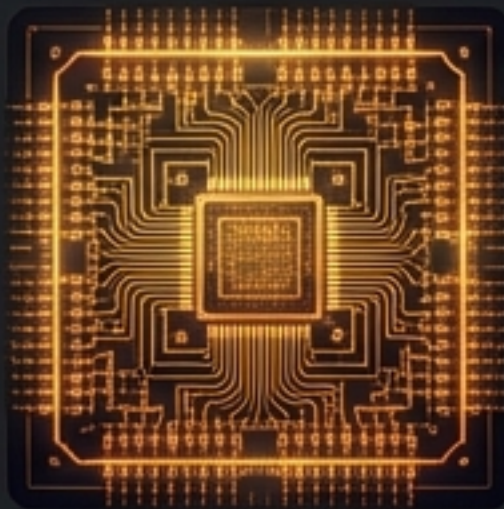
Logistyka i GPS

Rutowanie pakietów, nawigacja, planowanie tras kurierskich.



Biologia (Protein Folding)

Przewidywanie struktury białek. Pytanie za miliard dolarów.



Projektowanie VLSI

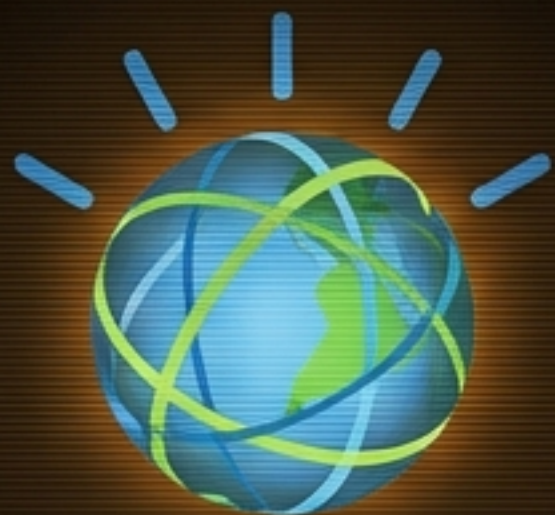
Optymalne rozmieszczenie milionów tranzystorów na procesorze.



Harmonogramy

Plany lekcji, produkcja przemysłowa, koordynacja lotów.

Nowa Era: LLM i Agenci



IBM Watson



Ewolucja Szukania



Od Systemów Ekspertowych do LLM

- **Dawniej:** Sztywne reguły (IBM Watson).
- **Dziś:** Modele generatywne (Gemini, ChatGPT, Grok).

Szukanie w Języku

Generowanie tekstu to w istocie **przeszukiwanie rozkładu prawdopodobieństwa** kolejnego słowa.

Zadanie dla Ciebie

Sprawdź, jak ChatGPT radzi sobie z zagadkami logicznymi (np. rzeka). Czy "rozumie", czy tylko "zgaduje"?

Poza Schematem: Zagadka Blendera



Zostałeś zmniejszony do 5 cm i wrzucony do blendera. Masz 60 sekund, zanim ostrza ruszą. Co robisz?

Podsumowanie: Sztuka Szukania

- Zdefiniuj Przestrzeń Stanów (S, O, G).
- Wybierz Reprezentację (Graf, Drzewo, Redukcja).
- Użyj Heurystyk, by pokonać Eksplozję Kombinatoryczną.

Dobra reprezentacja problemu to już połowa rozwiązania.