هوش مصنوعی

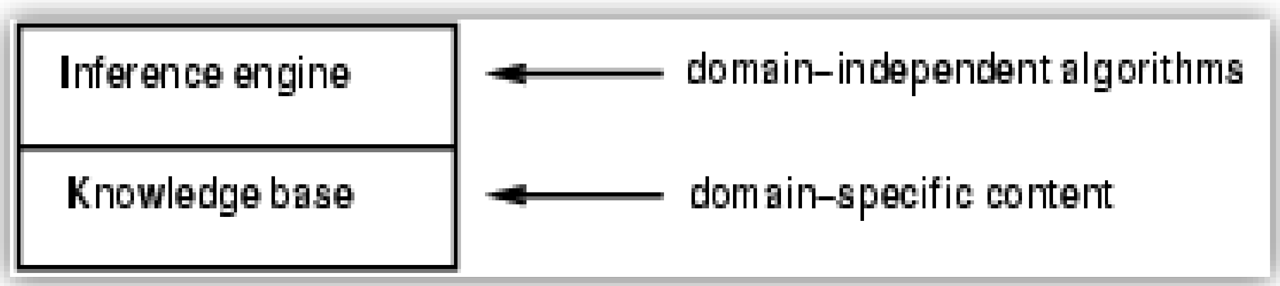
عامل های منطقی

http://www.students.madadyar.com

دانش؟

Knowledge

- یک سیستم مبتنی بر دانش از دو جزء اصلی تشکیل می شود.
  - پایگاه دانش که محل ذخیره سازی دانش مسئله است.
    - که به صورت مجموعه ای از جملات در یک **زبان رسمی** می باشند.
  - موتور **استنتاج** که قادر است از دانش موجود برای حل یک مسئله استفاده کند.



عاملهای مبتنی بر دانش

- مؤلفه اصلی عامل مبتنی بر دانش، **پایگاه دانش (KB)** آن است.
  - **پایگاه دانش:** مجموعه ای از جملات.
  - **جمله:** زبان نمایش دانش و بیان ادعاهایی در مورد جهان.
- **TELL** برای اضافه کردن جملات به پایگاه دانش.
- **ASK** درخواست دانسته ها.
  - هر دو ممکن است شامل استنتاج باشند.

عاملهای مبتنی بر دانش

- TELL: آنچه را عامل نیاز دارد به آن بگو.
- ASK : عامل از خود می پرسد که با توجه به استنتاج از دانش موجود چه عملی را باید انجام دهم؟

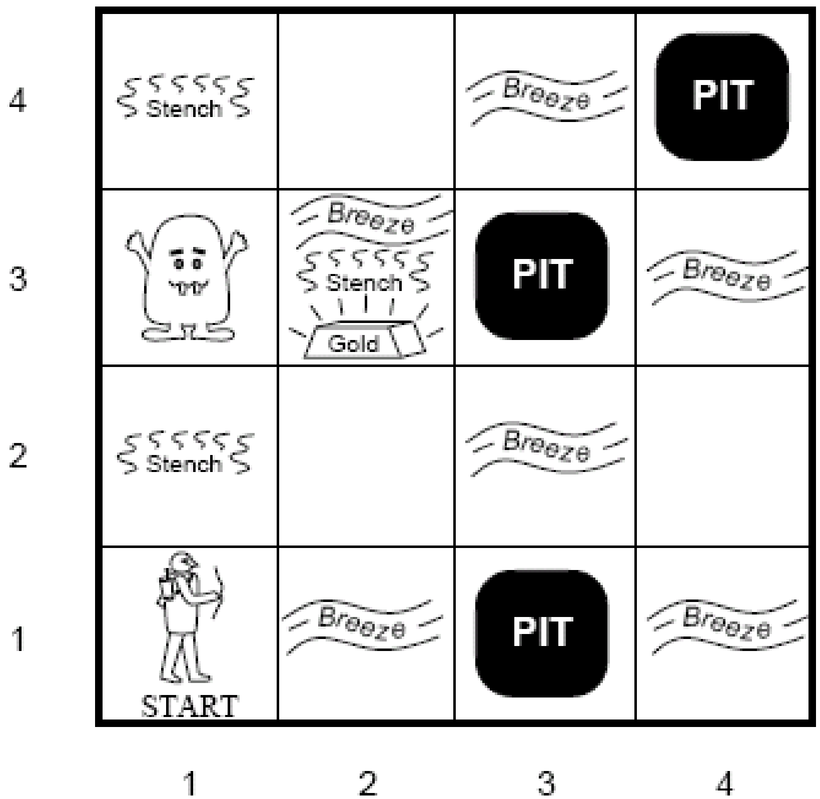
```
function KB-AGENT(percept) returns an action
    static: KB, a knowledge base
            t, a counter, initially 0, indicating time

    TELL(KB, MAKE-PERCEPT-SENTENCE(percept,t))
    action ← ASK(KB, MAKE-ACTION-QUERY(t))
    TELL(KB, MAKE-ACTION-SENTENCE(action, t))
    t ← t + 1
    return action
```

عاملهای مبتنی بر دانش

- عامل مبتنی بر دانش باید بتواند:
  - نمایش حالات و فعالیتها.
  - ترکیب ادراکات جدید.
  - بروز کردن تصور داخلی خود از جهان.
  - استنتاج فعالیتهای مناسب.
- عامل پایگاه دانش خیلی شبیه به عاملهایی با حالت درونی است.

- عامل‌ها در دو سطح متفاوت تعریف می‌شوند:
  - **سطح دانش**: عامل چه چیزی می‌داند و اهداف آن کدامند؟
  - **سطح پیاده سازی**: ساختمان داده اطلاعات پایگاه دانش و چگونگی بروزرسانی آنها.

جهان WUMPUS



- معیار کارایی:
  - ۱۰۰۰+ انتخاب طلا، ۱۰۰۰- افتادن در گودال یا خورده شدن، ۱- هر مرحله، ۱۰- برای استفاده از تیر
- محیط:
  - بوی بد در مربعهای همجوار WUMPUS
  - نسیم در مربعهای همجوار گودال
  - درخشش در مربع حاوی طلا
  - کشته شدن WUMPUS با شلیک در صورت مقابله
  - تیر فقط مستقیم عمل می کند
  - برداشتن و انداختن طلا
- حسگرها:
  - بوی بد، نسیم، تابش، ضربه، جیغ زدن
- محرکها:
  - گردش به چپ، گردش به راست، جلو رفتن، برداشتن، انداختن، شلیک کردن

توصیف جهان WUMPUS

قابل مشاهده: خیر، فقط ادراک محلی.

قطعی: بله، نتیجه دقیقا مشخص است.

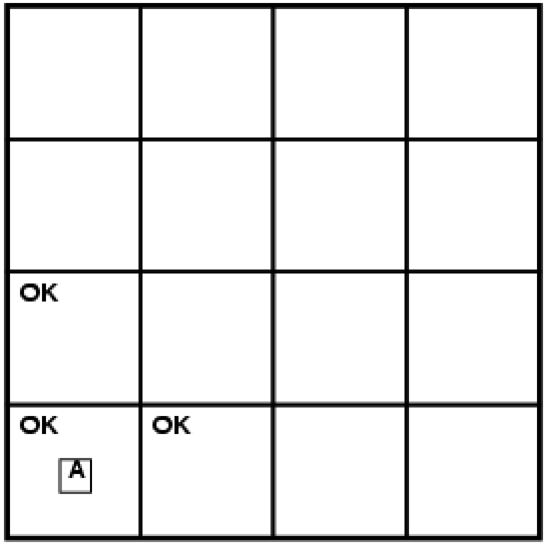
اپیزودیک: خیر، ترتیبی از فعالیتهاست.

ایستا: بله، WUMPUS و گودالها حرکت ندارند.

گسسته: بله

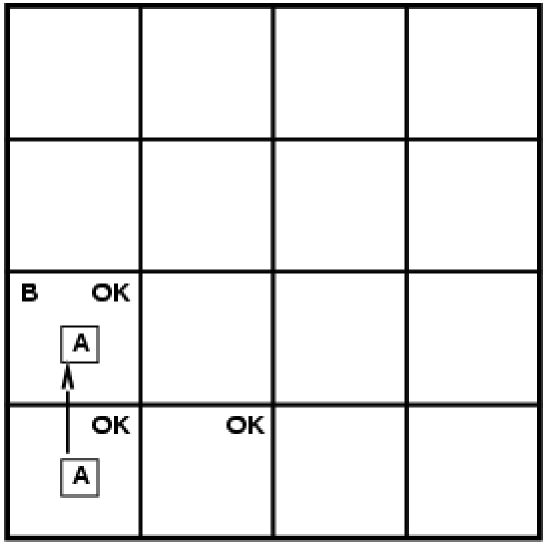
تک عامله: بله، WUMPUS در اصل یک خصوصیت طبیعی است.

کاوش در جهان WUMPUS



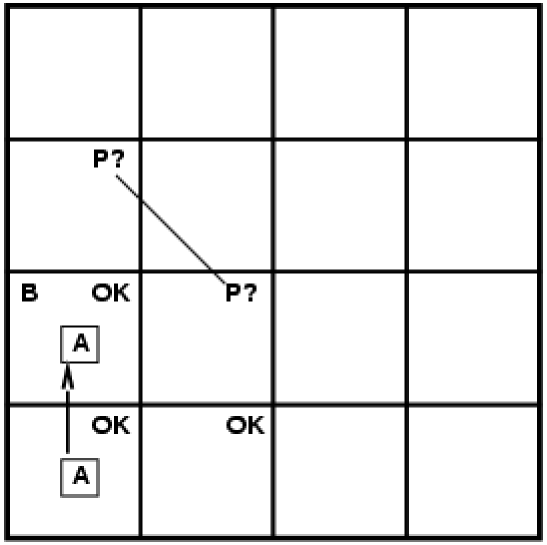
A = عامل
B = نسیم
G = درخشش،طلا
OK = مربع امن
P = گودال
S = تعفن
V = ملاقات شده
W = Wumpus

کاوش در جهان WUMPUS



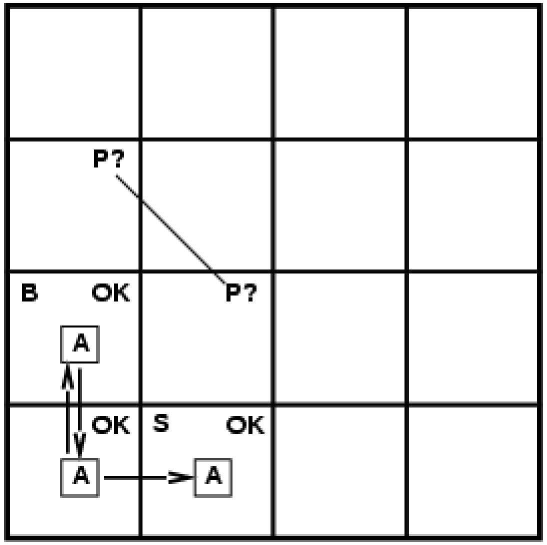
A = عامل
B = نسیم
G = درخشش،طلا
OK = مربع امن
P = گودال
S = تعفن
V = ملاقات شده
W = Wumpus

کاوش در جهان WUMPUS



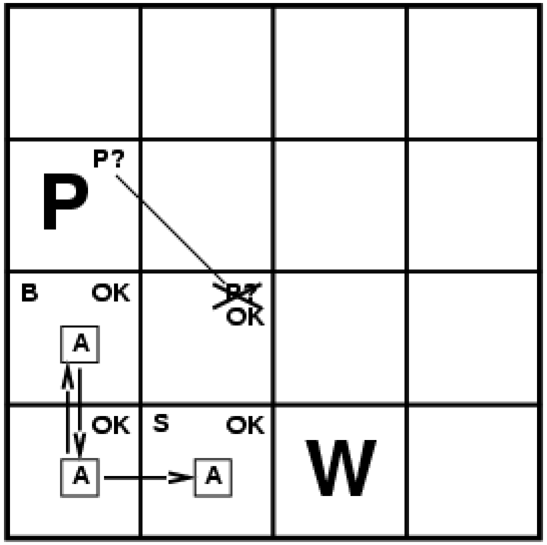
A = عامل
B = نسیم
G = درخشش،طلا
OK = مربع امن
P = گودال
S = تعفن
V = ملاقات شده
W = **Wumpus**

کاوش در جهان WUMPUS



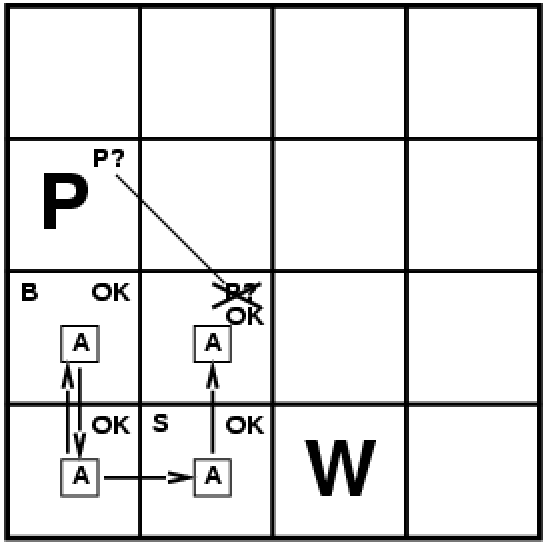
A = عامل
B = نسیم
G = درخشش،طلا
OK = مربع امن
P = گودال
S = تعفن
V = ملاقات شده
W = **Wumpus**

کاوش در جهان WUMPUS



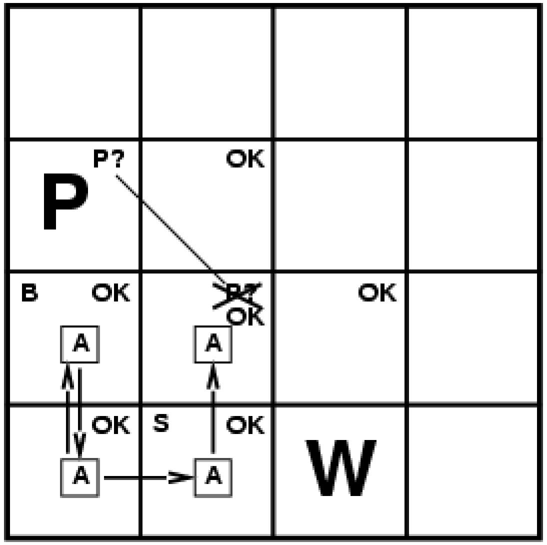
A = عامل
B = نسیم
G = درخشش،طلا
OK = مربع امن
P = گودال
S = تعفن
V = ملاقات شده
W = Wumpus

کاوش در جهان WUMPUS



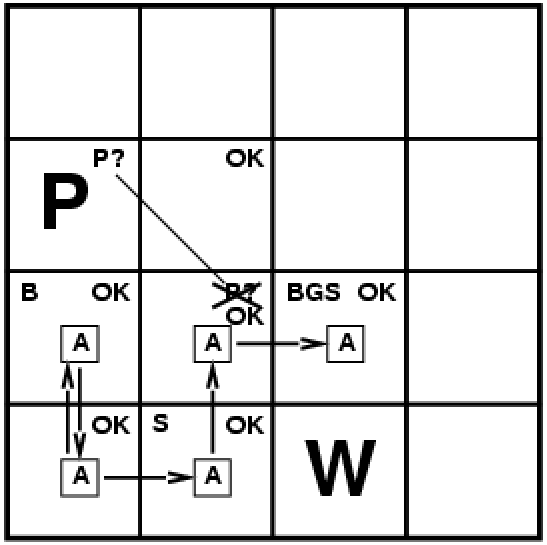
A = عامل
B = نسیم
G = درخشش،طلا
OK = مربع امن
P = گودال
S = تعفن
V = ملاقات شده
W = **Wumpus**

کاوش در جهان WUMPUS



A = عامل
B = نسیم
G = درخشش،طلا
OK = مربع امن
P = گودال
S = تعفن
V = ملاقات شده
W = **Wumpus**

کاوش در جهان WUMPUS



A = عامل
B = نسیم
G = درخشش،طلا
OK = مربع امن
P = گودال
S = تعفن
V = ملاقات شده
W = **Wumpus**

منطق Logic

- یک زبان رسمی
  - **ترکیب**: چه کلمه بندی صحیح است.(خوش فرم)
  - **معناشناسی**: یک کلمه بندی صحیح چه معنایی دارد.

- در منطق، معنای زبان، درستی هر جمله را در برابر هر جهان ممکن (**مدل**) تعریف می‌کند.

- **مدل** یعنی دنیای ممکن.
  - m مدلی از α است یعنی جمله α در مدل m درست است.

منطق Logic

- مثال، در زبان ریاضیات

- $X+2 >= y$ یک جمله اما $x+y$ جمله نیست!

- $X+2 >= y$ در جهان درست است اگر $x=7$ و $y=1$.
- $X+2 >= y$ در جهان غلط است اگر $x=0$ و $y=6$.

استلزام

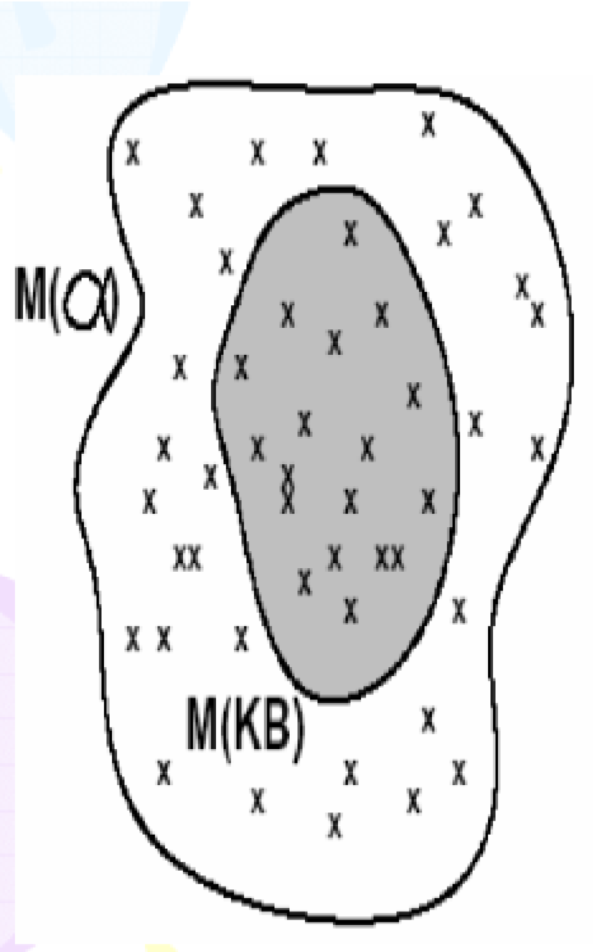
- استلزام منطقی بین جملات این است که جمله ای بطور منطقی از جمله دیگر پیروی می‌کند.
- $a \models b$
  - جمله a استلزام جمله b است.
  - جمله a جمله b را ایجاد می‌کند.

اگر و فقط اگر، در هر مدلی که a درست است، b نیز درست است.

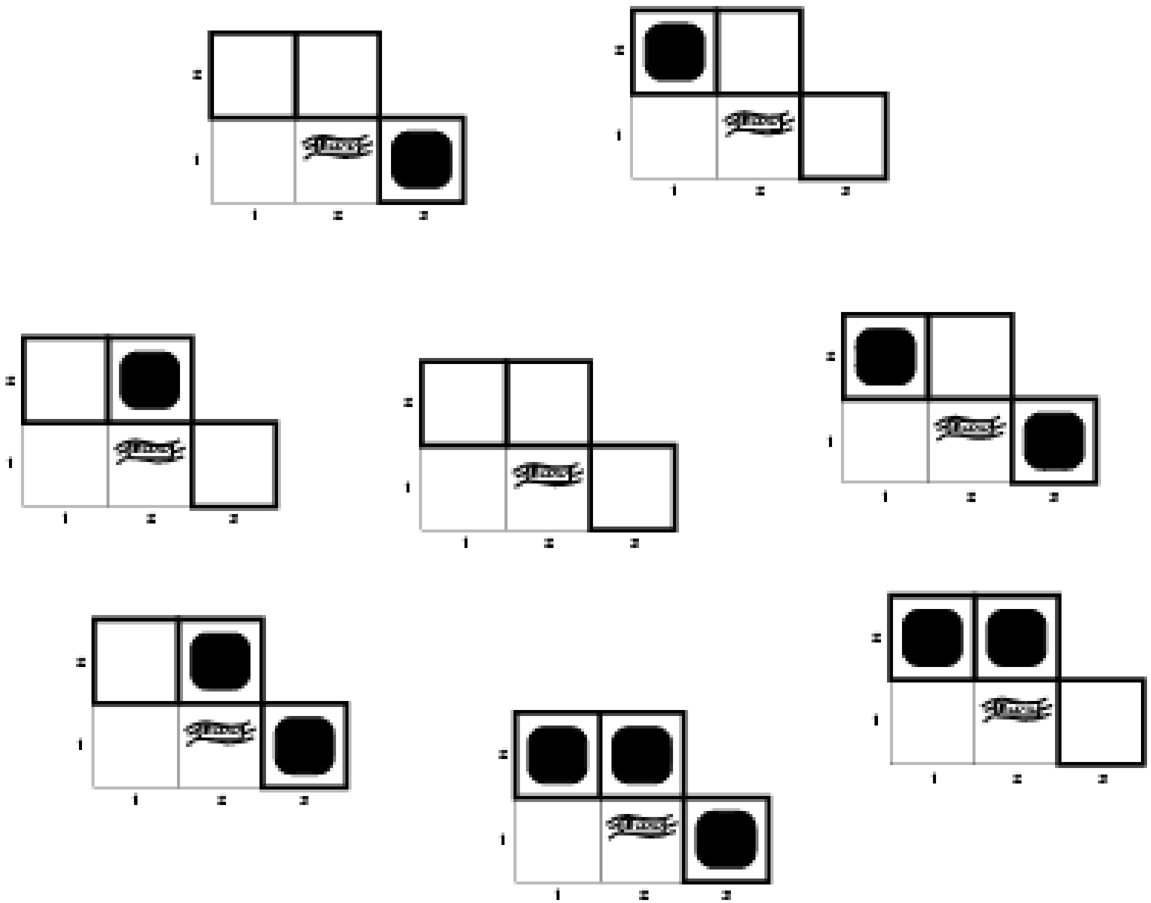
  - اگر a درست باشد، b نیز درست است.
  - درستی b در درستی a نهفته است .

- مثال: جمله x+y=4 مستلزم جمله 4=x+y است.

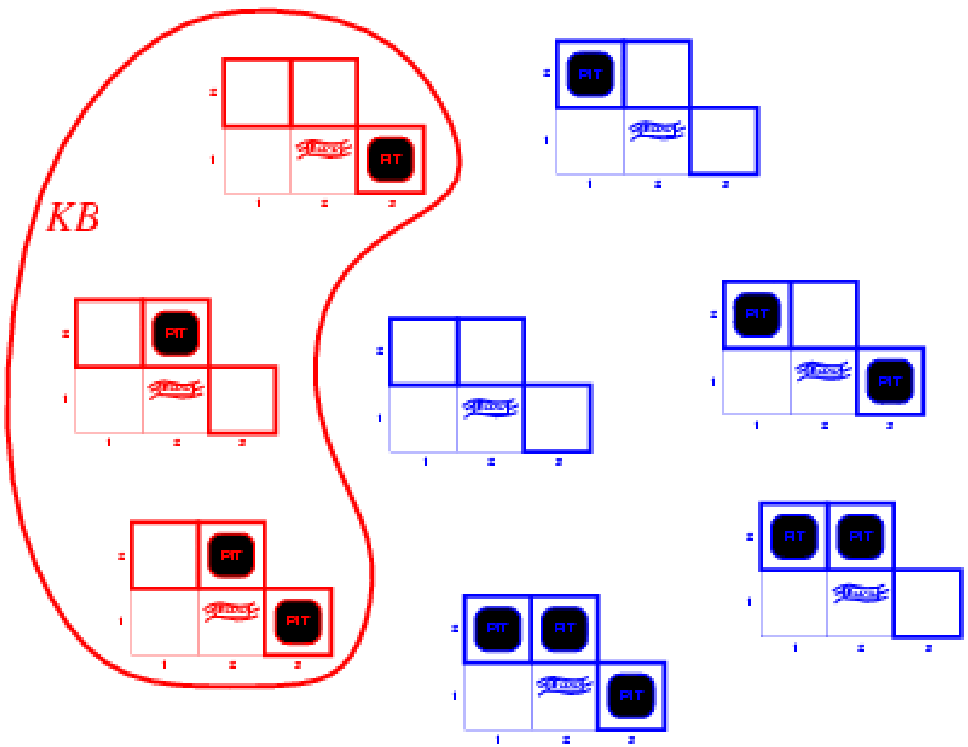
بنابراین $\alpha \models KB$ اگر وفقط اگر $M(KB) \subseteq M(\alpha)$



مدلهای Wumpus



تعداد حالت ها = $۲^{۳}$



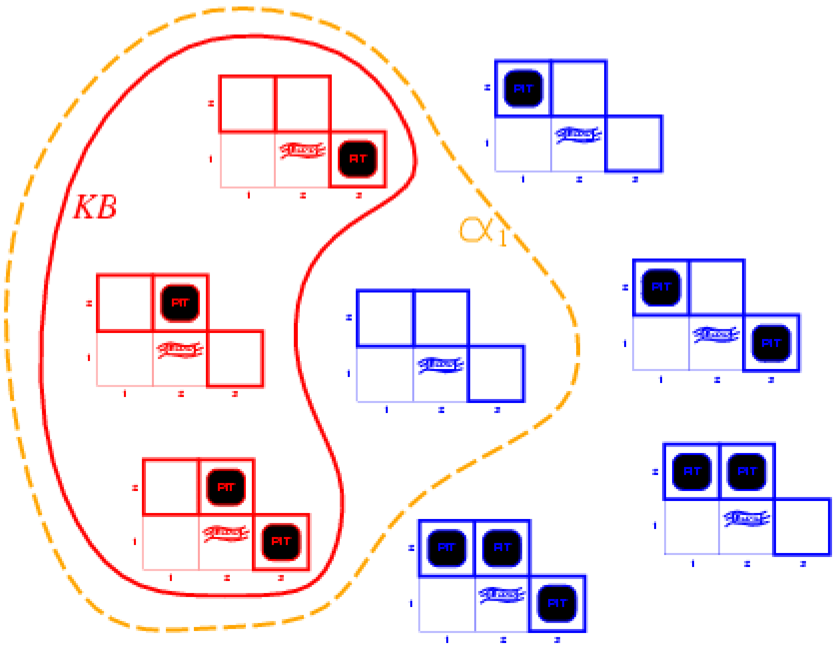
KB

=

قوانین دنیای Wumpus

+

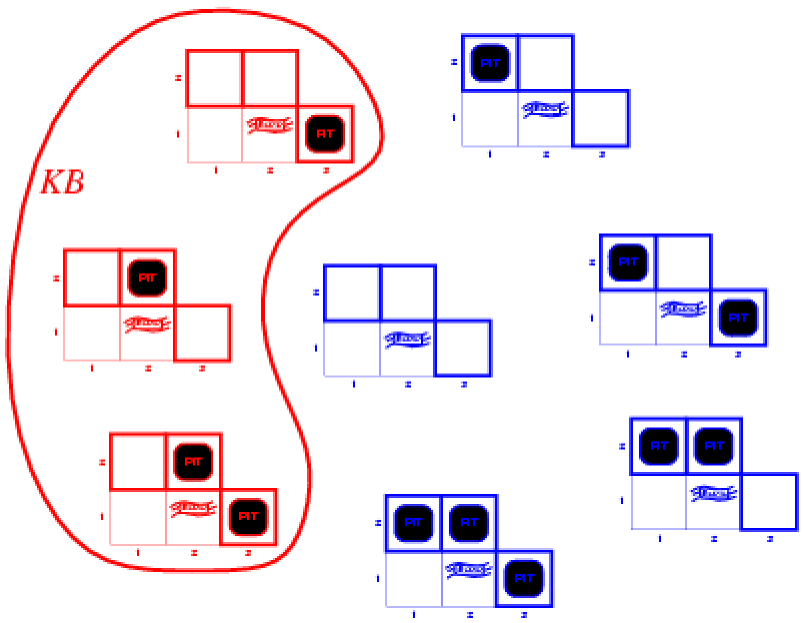
مشاهدات



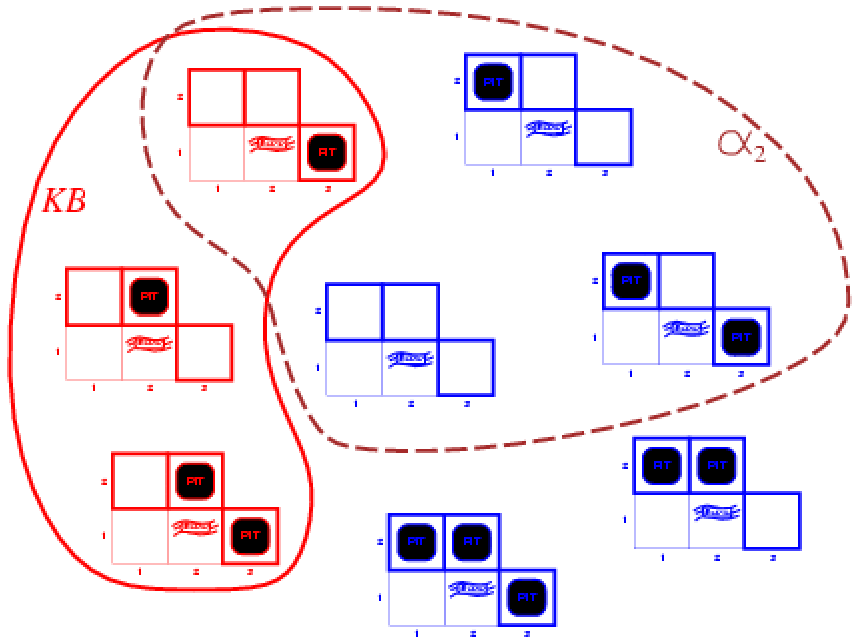
KB = wumpus دنیای + مشاهدات

$\alpha 1$ = "[1,2] امن است",

$KB \models \alpha 1$



KB = wumpus دنیای + مشاهدات



KB = wumpus دنیای + مشاهدات

α_2 = "[2,2] امن است",

$KB \nvDash \alpha_2$

وارسی مدل (Model Checking)

- یکی از روش ها برای استنتاج منطقی (بدست آوردن نتایج)
  - با بررسی تمام مدلهای ممکن.

- وارسی تمام مدل ها برای تعیین درستی α در تمام مدل هایی که KB درست است.

- اگر الگوریتم استنتاج i بتواند α را از KB نتیجه بگیرد:

- **$KB \vdash_i \alpha$**

Entailment and derivation

- **Entailment: KB |= Q**
  - Q is entailed by KB (a set of premises or assumptions) if and only if there is no logically possible world in which Q is false while all the premises in KB are true.

- **Derivation: KB |- Q**
  - We can derive Q from KB if there is a proof consisting of a sequence of valid inference steps starting from the premises in KB and resulting in Q

Two important properties for inference

Soundness: If KB |- Q then KB |= Q

- If Q is derived from a set of sentences KB using a given set of rules of inference, then Q is entailed by KB.
- Hence, inference produces only real entailments, or any sentence that follows deductively from the premises is valid.

Completeness: If KB |= Q then KB |- Q

- If Q is entailed by a set of sentences KB, then Q can be derived from KB using the rules of inference.
- Hence, inference produces all entailments, or all valid sentences can be proved from the premises.

منطق گزاره ای

- منطق گزاره ای ساده ترین نوع منطق است.
- سمبل های گزاره ای P1, P2 و ... هر کدام یک جمله می باشد.
- True و False ثابت های گزاره ای می باشند و هرکدام به تنهایی یک جمله می باشند.

اگر S جمله باشد، آنگاه $\neg S$ نیز یک جمله است (نقیض)

اگر S_1 و S_2 جمله باشند، $S_1 \wedge S_2$ نیز یک جمله است (ترکیب عطفی)

اگر S_1 و S_2 جمله باشند، $S_1 \vee S_2$ نیز یک جمله است (ترکیب فصلی)

اگر S_1 و S_2 جمله باشند، $S_1 \Rightarrow S_2$ نیز یک جمله است (ترکیب شرطی)

اگر S_1 و S_2 جمله باشند، $S_1 \Leftrightarrow S_2$ نیز یک جمله است (ترکیب دوشرطی)

منطق گزاره ای

- نحو(syntax) منطق گزاره ای، جملات مجاز را تعریف می‌کند.

- جملات اتمیک(عناصر غیر قابل تعمیم) تشکیل شده از یک نماد گزاره.

- هر یک از این نمادها به گزاره ای درست یا نادرست اختصاص دارد.
  - نمادها از حروف بزرگ مثل R,Q,P استفاده می‌کنند.

- جملات پیچیده با استفاده از رابطهای منطقی، از جملات ساده تر ساخته می‌شوند.

- تقدم در منطق گزاره ای. ¬ ، ∧ ، ∨ ، => و <=>

- ¬ (**not**) جمله ای مثل $W_{1,3}$ ¬ نقیض $W_{1,3}$ است.
- لیترال یک جمله اتمیک (لیترال مثبت)، یا یک جمله اتمیک منفی (لیترال منفی) است.
- ^ (**and**) مثل $W_{1,3} \wedge P_{1,3}$ ترکیب عطفی نام دارد.هر بخش آن یک عطف نامیده می‌شود.
- v (**or**) مثل $W_{2,2} \vee (W_{1,3} \wedge P_{3,1})$ ترکیب فصلی مربوط به فصل های $W_{2,2}$ و $W_{1,3} \wedge P_{3,1}$
- => (**استلزام**): $(W_{1,3} \wedge P_{3,1}) \Rightarrow \neg W_{2,2}$ استلزام یا شرطی نامیده می‌شود.
  - مقدمه یا مقدم آن $W_{1,3} \wedge P_{3,1}$ و نتیجه یا تالی آن $\neg W_{2,2}$ است.
- ⇔ جمله $A \Leftrightarrow B$ دو شرطی نام دارد.

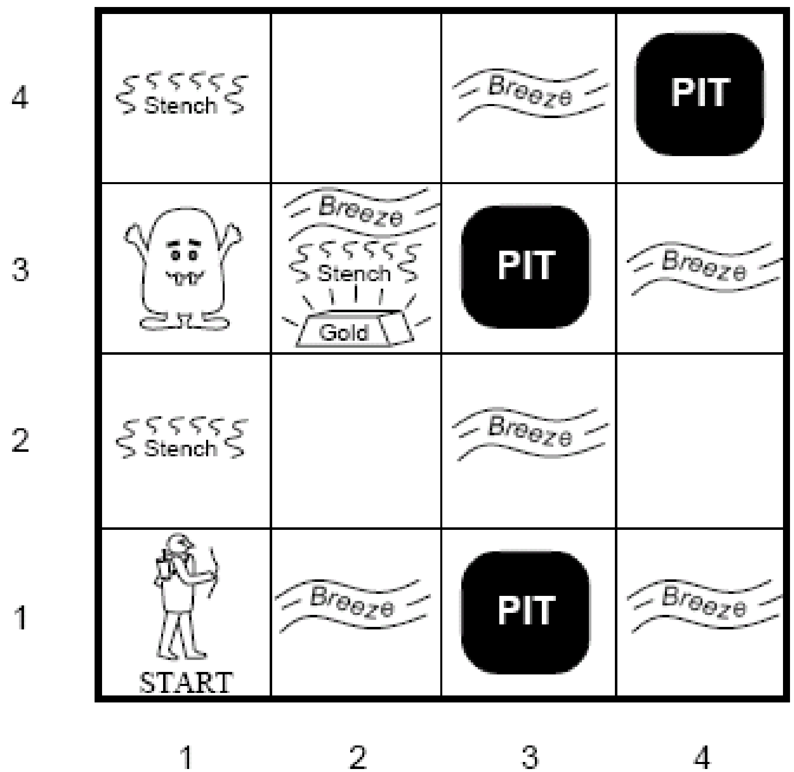
هم ارزی

$$
\begin{aligned}
(\alpha \wedge \beta) &\equiv (\beta \wedge \alpha) && \text{commutativity of } \wedge\\
(\alpha \vee \beta) &\equiv (\beta \vee \alpha) && \text{commutativity of } \vee\\
((\alpha \wedge \beta) \wedge \gamma) &\equiv (\alpha \wedge (\beta \wedge \gamma)) && \text{associativity of } \wedge\\
((\alpha \vee \beta) \vee \gamma) &\equiv (\alpha \vee (\beta \vee \gamma)) && \text{associativity of } \vee\\
\neg(\neg\alpha) &\equiv \alpha && \text{double-negation elimination}\\
(\alpha \Rightarrow \beta) &\equiv (\neg\beta \Rightarrow \neg\alpha) && \text{contraposition}\\
(\alpha \Rightarrow \beta) &\equiv (\neg\alpha \vee \beta) && \text{implication elimination}\\
(\alpha \Leftrightarrow \beta) &\equiv ((\alpha \Rightarrow \beta) \wedge (\beta \Rightarrow \alpha)) && \text{biconditional elimination}\\
\neg(\alpha \wedge \beta) &\equiv (\neg\alpha \vee \neg\beta) && \text{de Morgan}\\
\neg(\alpha \vee \beta) &\equiv (\neg\alpha \wedge \neg\beta) && \text{de Morgan}\\
(\alpha \wedge (\beta \vee \gamma)) &\equiv ((\alpha \wedge \beta) \vee (\alpha \wedge \gamma)) && \text{distributivity of } \wedge \text{ over } \vee\\
(\alpha \vee (\beta \wedge \gamma)) &\equiv ((\alpha \vee \beta) \wedge (\alpha \vee \gamma)) && \text{distributivity of } \vee \text{ over } \wedge
\end{aligned}
$$

جدول درستی پنج رابط منطقی

P	Q	¬ P	P ∧ Q	P ∨ Q	P=>Q	P⇔Q
F	F	T	F	F	T	T
F	T	T	F	T	T	F
T	F	F	F	T	F	F
T	T	F	T	T	T	T

منطق گزاره ای در دنیای Wumpus



اگر در $B_{1,1}$ نسیمی وجود دارد.

$$B_{1,1} \Leftrightarrow (P_{1,2} \lor P_{2,1})$$

در [1,1] گودالی وجود ندارد.

$$R_1: \neg P_{1,1}$$

اجازه دهید $P_{i,j}$ درست باشد، اگر و فقط اگر در خانه $[i, j]$ چاله باشد.
اجازه دهید $B_{i,j}$ درست باشد، اگر و فقط اگر در خانه $[i, j]$ نسیم باشد.

$\sim P_{1,1}$
$\sim B_{1,1}$
$B_{2,1}$

" چاله ها باعث وزش نسیم در خانه های مجاور می شوند".

$B_{1,1} \Leftrightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})$
$B_{2,1} \Leftrightarrow (P_{1,1} \vee P_{2,2} \vee P_{3,1})$

" در یک خانه نسیم می وزد **اگر و فقط اگر** چاله ای مجاور آن باشد"

اعتبار و صدق پذیری

- یک جمله معتبر (valid) است اگر در تمام مدلها درست باشد.
  - True، $A \vee \neg A$ و...
  - ارتباط معتبر بودن با استلزام:
  - **KB ⊨ a iff (KB=> a) is valid**
- یک جمله صدق پذیر (satisfiable) است اگر در بعضی از مدلها درست باشد.
  - یک جمله صدق ناپذیر است اگر در هیچ مدلی درست نباشد.
  - $A \wedge \neg A$ و ....
  - ارتباط صدق پذیری با استلزام:
  - **KB ⊨ a iff (KB ^ ~a) is unsatisfiable**

الگوهای استنتاج در منطق گزاره ای

قوانین استنتاج: الگوهایی استانداردی که زنجیره ای از نتایج را برای رسیدن به هدف ایجاد می‌کند.

- **قیاس استثنایی:** با استفاده از ترکیب عطفی، می‌توان هر عطف را استنتاج کرد. (یعنی هر وقت جمله ای به شکل a=>b داده شود، جمله b را می‌توان استنتاج کرد.)

$$\frac{\alpha \Rightarrow \beta, \alpha}{\beta}$$

- می‌توان از

(WumpusAhead ^ WumpusAlive)

و

(WumpusAhead ^ WumpusAlive) => Shoot

Shoot را استنتاج کرد.

- حذف and : هر عطف را می‌توان از ترکیب عطفی استنتاج کرد.

مثال: WumpusAlive را می‌توان از جمله زیر استنتاج کرد.
(WumpusAhead ^ WumpusAlive)

$$\frac{\alpha \wedge \beta}{\alpha}$$

مجموعه ای از جملات استلزامی که فقط می‌تواند در صورت اضافه شدن اطلاعات به پایگاه دانش رشد کند.

برای جملات a و b داریم:

$$KB \models \alpha \Rightarrow KB \wedge \beta \models \alpha$$

قانون Resolution

- قانون resolution واحد، یک عبارت و یک لیترال را گرفته، عبارت دیگری تولید می‌کند.(li و m لیترالهای مکمل)

$$\frac{l_1 \vee \ldots \vee l_k, m}{l_1 \vee \ldots \vee l_{i-1} \vee l_{i+1} \vee \ldots \vee l_k}$$

قانون resolution واحد را می‌توان به قانون resolution کامل تعمیم داد:

$$\frac{l_1 \vee \ldots \vee l_k, m_1 \vee \ldots \vee m_n}{l_1 \vee \ldots \vee l_{i-1} \vee l_{i+1} \vee \ldots \vee l_k \vee m_1 \vee \ldots \vee m_{j-1} \vee m_{j+1} \vee \ldots \vee m_n}$$

◇ **Modus Ponens or Implication-Elimination:** (From an implication and the premise of the implication, you can infer the conclusion.)

$$\frac{a \Rightarrow \beta, \qquad a}{\beta}$$

◇ **And-Elimination:** (From a conjunction, you can infer any of the conjuncts.)

$$\frac{\alpha_1 \mathrm{A}\, \alpha_2 \mathrm{A} \ldots \mathrm{A}\, \alpha_n}{\alpha_i}$$

◇ **And-Introduction:** (From a list of sentences, you can infer their conjunction.)

$$\frac{\alpha_1, \alpha_2, \quad \bullet \bullet \bullet, \quad \alpha_n}{\alpha_1 \mathrm{A}\, \alpha_2 \mathrm{A} \ldots \mathrm{A}\, \alpha_n}$$

0 **Or-Introduction:** (From a sentence, you can infer its disjunction with anything else at all.)

$$\frac{\alpha_i}{\alpha_1 \mathrm{V}\, \alpha_2 \mathrm{V} \ldots \mathrm{V}\, \alpha_n}$$

◇ **Double-Negation Elimination:** (From a doubly negated sentence, you can infer a positive sentence.)

$$\frac{\neg\neg a}{\alpha}$$

◇ **Unit Resolution:** (From a disjunction, if one of the disjuncts is false, then you can infer the other one is true.)

$$\frac{a \mathrm{V} \beta, \qquad \neg\beta}{a}$$

◇ **Resolution:** (This is the most difficult. Because *0* cannot be both true and false, one of the other disjuncts must be true in one of the premises. Or equivalently, implication is transitive.)

$$\frac{a \vee \beta, \qquad \neg\beta \mathrm{V}\, 7}{a \vee \gamma} \qquad \text{or equivalently} \qquad \frac{\neg\alpha \Rightarrow \beta, \qquad \beta \Rightarrow \gamma}{\neg\alpha \Rightarrow \gamma}$$

- ## شکل نرمال عطفی(CNF)

- جمله ای که بصورت ترکیب **عطفی** از ترکیبات **فصلی** لیترالها بیان می‌شود.
- در هر عبارت موجود در جمله k-CNF دقیقا k لیترال وجود دارد.

$$\boxed{(l_{1,1} \vee \ldots \vee l_{1,k}) \wedge \ldots \wedge (l_{n,1} \vee \ldots \vee l_{n,k})}$$

- تبدیل به CNF

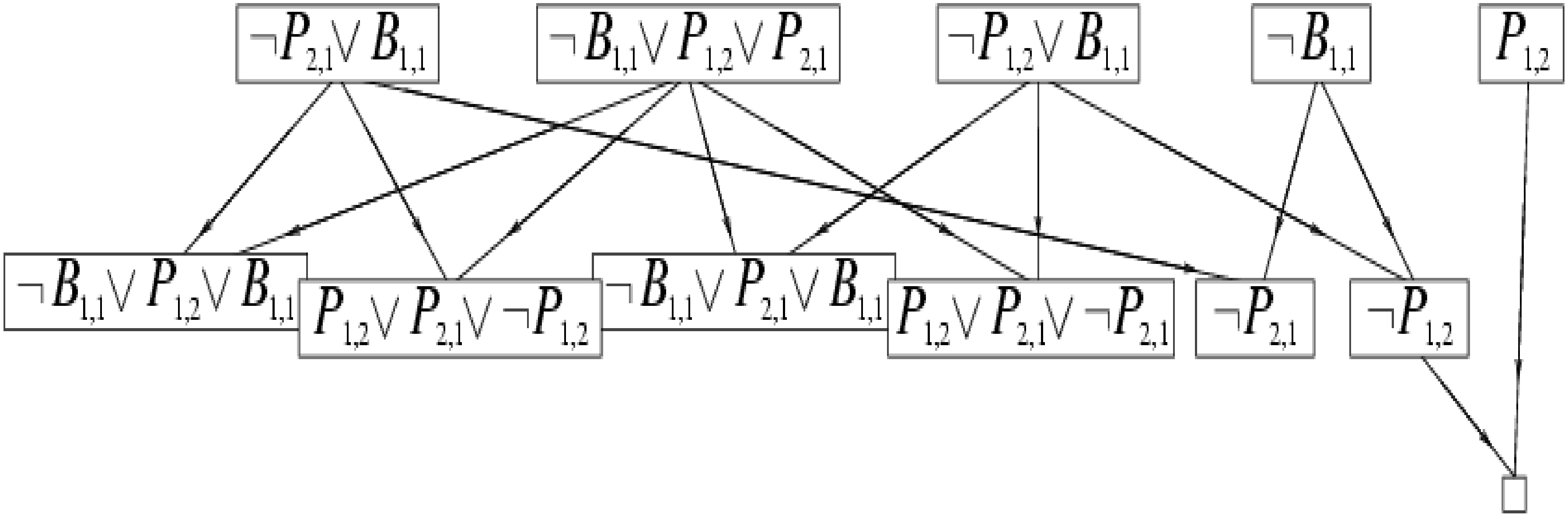
- **B1,1<=>(P1,2 v P2,1)**

الگوریتم Resolution

- برای اینکه نشان دهیم KB|=a, مشخص می‌کنیم (KB ^ ¬ a) **ارضا کننده نیست.**
  - ابتدا (KB ^ ¬ a) را به CNF تبدیل می‌کنیم.
  - سپس قانون resolution به عبارات کوچک حاصل اعمال می‌شود.
  - هر جفتی که شامل لیترالهای مکمل باشد، resolution می‌شود تا عبارت جدیدی ایجاد گردد.
  - اگر این عبارت قبلا در مجموعه نباشد، به آن اضافه می‌شود.
  - فرایند تا محقق شدن یکی از شروط زیر ادامه می یابد:
    - هیچ عبارت دیگری وجود نداشته باشد که بتواند اضافه شود. در این مورد، kb استلزام a نیست.
    - کاربرد قانون resolution، عبارت تهی را بدست می‌دهد که در این مورد، kb استلزام a است.

Resolution example

- $KB = (B_{1,1} \Leftrightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})) \wedge \neg B_{1,1}$ $\alpha = \neg P_{1,2}$



زنجیر پیشرو و عقبگرد

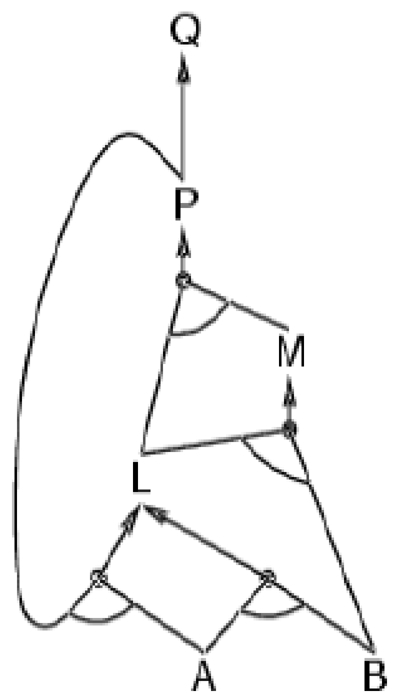
- **عبارات هورن**
  - ترکیب فصلی لیترال هایی است که حداکثر یکی از آنها مثبت است.
    - (¬L1,1 ∨ ¬Breeze ∨ B1,1)
  - هر عبارت **هورن** را می‌توان به صورت یک استلزام نوشت که **مقدمه** آن ترکیب عطفی لیترالهای مثبت و **تالی** آن یک لیترال مثبت است.
  - این نوع عبارات هورن که فقط یک لیترال مثبت دارند، **عبارات معین** نامیده می‌شوند.
    - لیترال مثبت را **رأس** و لیترالهای منفی را **بدنه عبارت** گویند.

استنتاج با عبارات هورن، از طریق الگوریتم های **زنجیر پیشرو** و **زنجیر عقبگرد** انجام می گیرد.

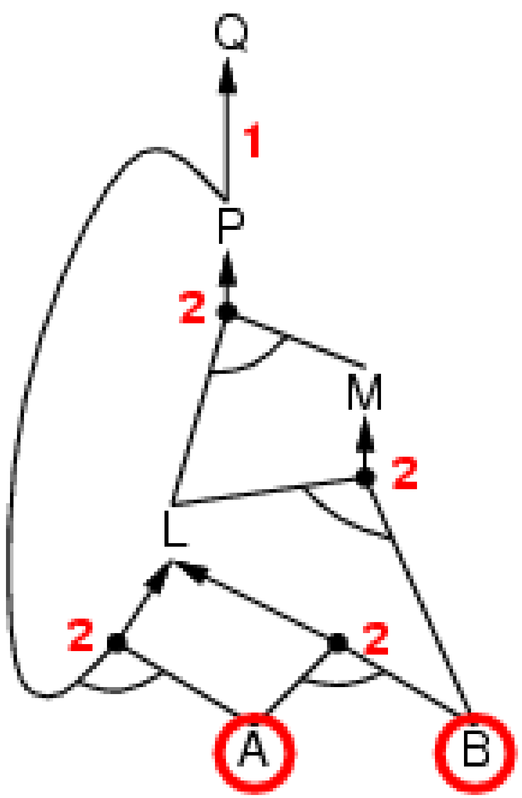
زنجیر پیشرو

- الگوریتم زنجیر پیشرو تعیین می‌کند آیا نماد گزاره ای q(تقاضا)، توسط پایگاه دانش عبارات هورن ایجاب می‌شود یا خیر.

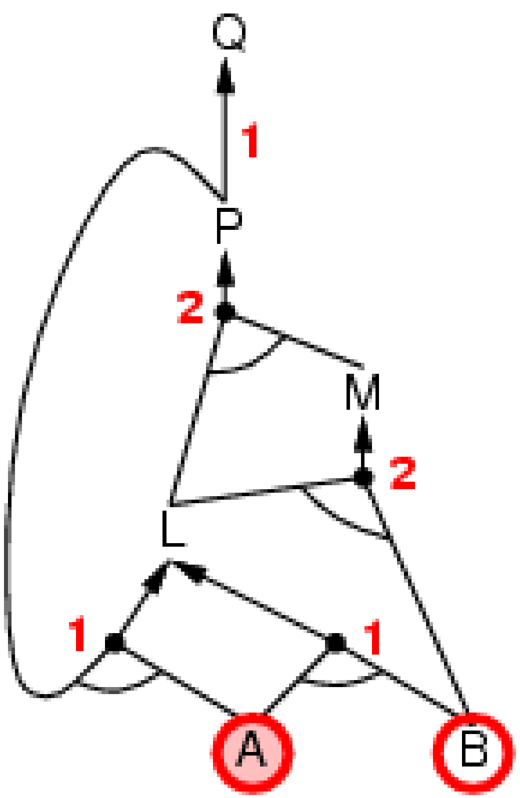
$$P \Rightarrow Q$$
$$L \wedge M \Rightarrow P$$
$$B \wedge L \Rightarrow M$$
$$A \wedge P \Rightarrow L$$
$$A \wedge B \Rightarrow L$$
$$A$$
$$B$$



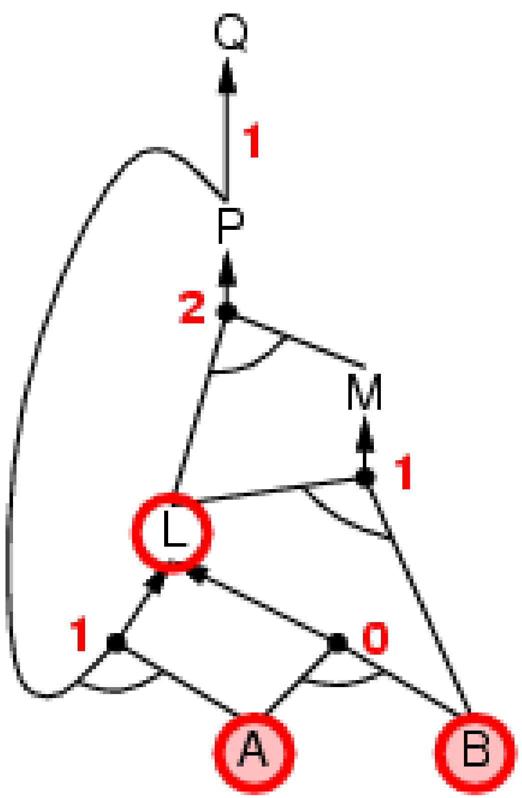
زنجیر پیشرو



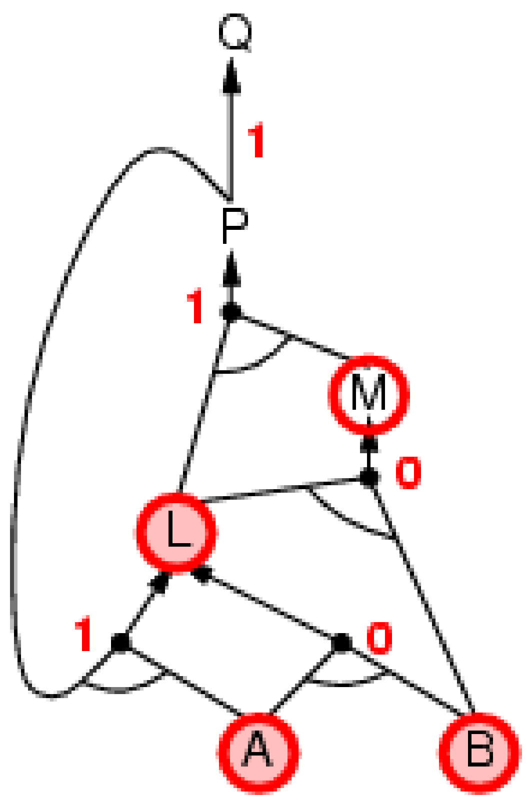
زنجیر پیشرو



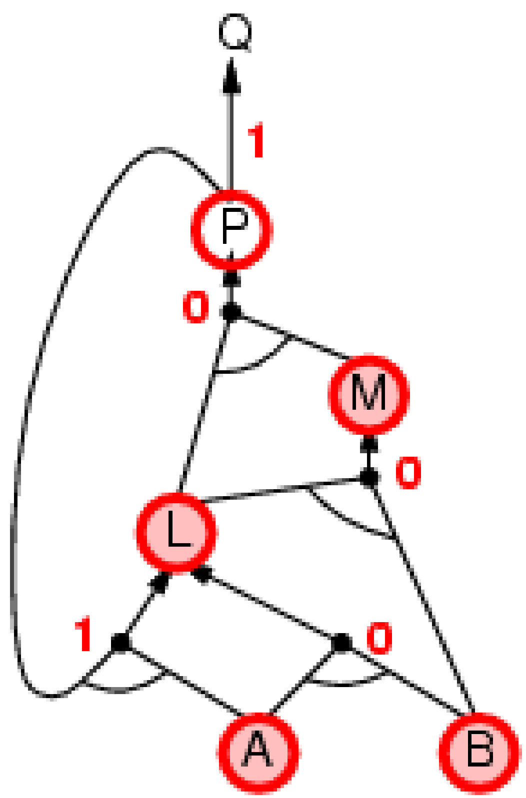
زنجیر پیشرو



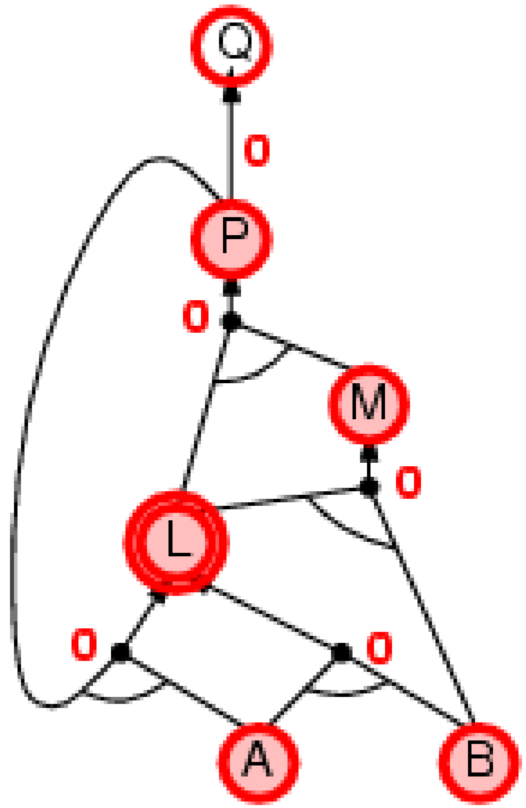
زنجیر پیشرو



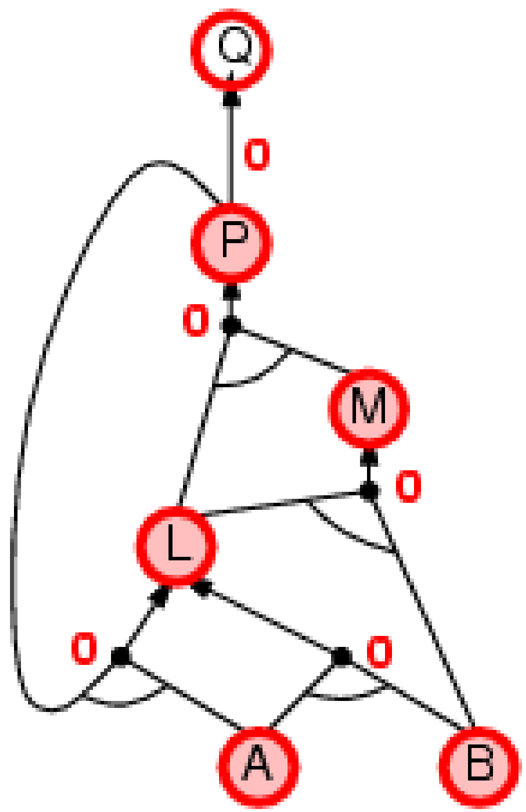
زنجیر پیشرو



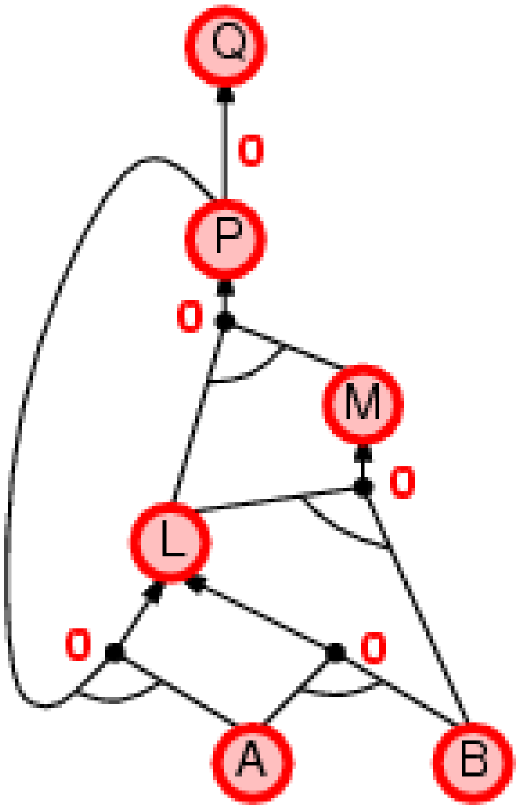
زنجیر پیشرو



زنجیر پیشرو



زنجیر پیشرو



الگوریتم های جستجوی محلی

- **کاربرد در مسائل ارضا پذیری**
  - **تابع ارزیاب**: تعداد بندهای ارضا نشده.
  - **فضای حالت**: انتسابهای کامل همراه با معکوس کردن مقدار درستی هر نماد.

  - **WALKSAT**
    - در هر تکرار یک بند ارضا نشده را انتخاب و یک نماد را انتخاب می کند تا برعکس کند.
    - اگر مدلی باشد یعنی جمله ارضا پذیر است. و گرنه نامعلوم است.

    - (البته با قرار دادن **بی نهایت تعداد معکوس** کردنها تا حدودی ارضاناپذیری را بررسی کرد ولی اگر جمله ارضاناپذیر باشد الگوریتم خاتمه نمی‌یابد)!!

مسائل سخت ارضاپذیر

- فرض کنیم m تعداد بند و n تعداد نمادها باشد.

- در واقع اگر نسبت m/n را به عنوان تابعی از نسبت بند به نماد بنامیم برای m/n های کوچک احتمال ارضا پذیری بیشتر و برای مقادیر بزرگتر این احتمال کمتر می‌شود.