



# هوش مصنوعی

# *Artificial Intelligence*

# فصل هفتم: عامل‌های منطقی

## Knowledge Representation and Logic

# روشهای جست و جو

روشهای جست و جو در جهان به آسانی توسط حالتها و فعالیتها نشان داده می شدند:

- اشیاء محدود ، قوانین ، حالتهای ساده مرتبط

- اکتشاف های مشخص مساله برای راهنمایی جست و جو

- دانش کامل در مورد تمام نیازها

- دانش جدیدی اضافه یا نتیجه گیری نمی شود

- حالت های شروع و هدف به خوبی تعریف شده اند

مناسب برای مساله های قابل دسترس ، ایستا و گستته می باشند

# عامل های منطقی

برای سایر مساله ها چه باید کرد؟

- اشیای بیشتر و روابط پیچیده تر
- تمام دانش مساله به طور صریح مشخص نیست
- محیطهای پویا که قوانین تغییر می کنند
- عاملها دانشمندان را تغییر می دهند
- چگونه نتایج جدیدی به دست می آید؟

# معرفی طراحی پایه‌ای برای یک عامل مبتنی بر دانش:

رهیافت مبتنی بر دانش روش قدرتمندی از ساخت برنامه عامل است. هدف آن پیاده‌سازی نمایشی از عامل است که بتواند به عنوان دانش در مورد دنیای آنها و استدلال در مورد گونه‌هایی ممکن از رفتار آنها به کار می‌رود.

عامل‌های مبتنی بر دانش قادرند که:

1. وظایف جدید را به صورت اهداف تعریف شده صریح قبول کنند.
2. آنها می‌توانند به سرعت توسط گفتن یا یادگیری دانش جدید درمورد حیطه ، به رقابت برسند.
3. آنها می‌توانند خود را با تغییرات محیط ، توسط به روز در آوردن دانش مربوطه ، تطبیق دهند.

# عامل مبتنی بر دانش به موارد زیر نیاز دارد:

1- چه چیزهایی را بداند؟

2- وضعیت جاری دنیا؟

3- چطور توسط ادراک به خواص نادیده دنیا رجوع کند؟

4- چطور دنیا زمان را می‌گشاید؟

5- عامل به چه چیزی می‌خواهد برسد؟

6- فعالیت‌هایی که در شرایط مختلف انجام می‌دهد چیست؟

# دانش و نحوه ذخیره سازی آن در کامپیوتر

- دانش در کلیه سیستم‌های هوش مصنوعی، الزامی و حذف ناشدنی است.
- دانش به روش‌های مختلف ممکن است در کامپیوتر کد شود.
- انسان به صورت طبیعی میلیون‌ها قطعه از دانش را در ذهن خود نگهداری می‌کند.
  - مثل سفید بودن برف یا سرد بودن آن.
- اصولاً دانش دو نوع دارد که می‌توان با نامهای اعلانی (توصیفی) و روالی آنها را تحقیک کرد. متناظر با داده و کد هستند و چگونگی تشخیص آنها این است که اولی ترتیب ندارد و دومی دارد. مثل محل منزل و روش رسیدن به منزل.

# پایگاه داده اعلانی و رویه ای

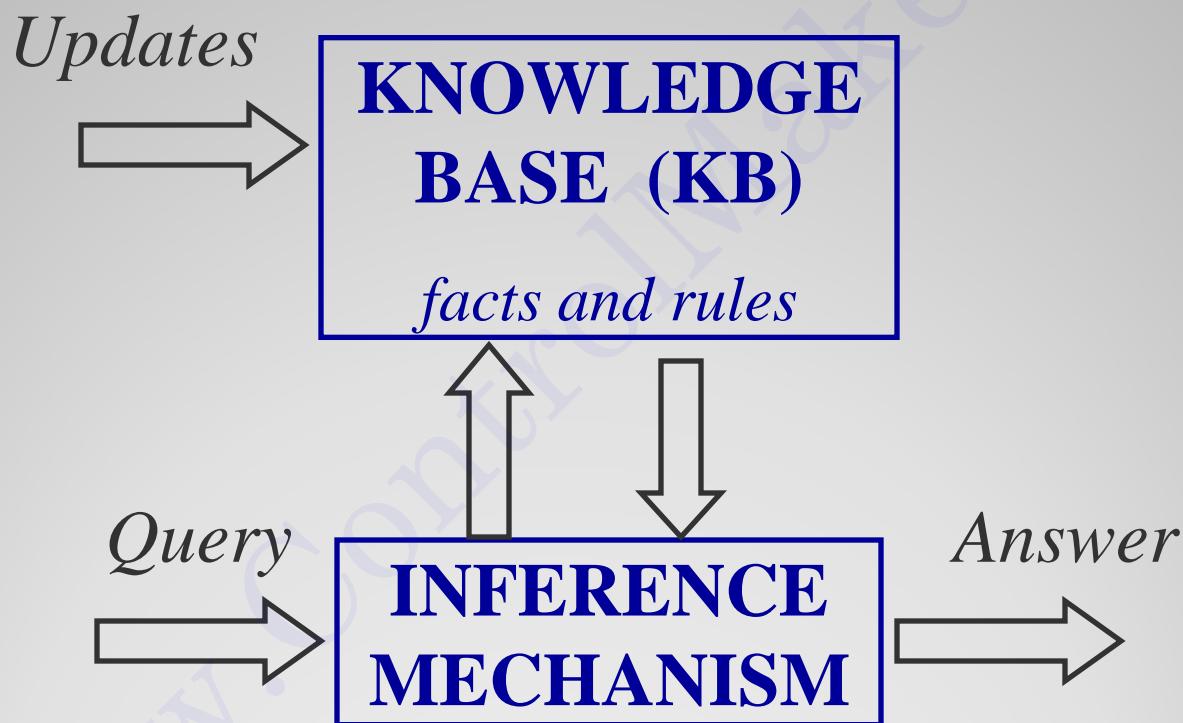
• پایگاه داده اعلانی (Declarative knowledge)

- رابطه بین موجودیتها + روش استنتاج

• پایگاه داده رویه ای (Procedural knowledge)

- رفتارهای مطلوب به صورت کد برنامه

# معماری پایگاه دانش



# دانش و نحوه ذخیره سازی آن در کامپیوتر

- دانش را از نظر وابستگی به دامنه خاص یا عام بودن آن نیز تدقیک می کنند در مورد رفتن به خانه ، دانستن ایستگاه اتوبوس مورد نظر یک دانش دامنه محدود و اطلاع از نحوه سوار شدن اتوبوس در هر جای دنیا یک دانش عام است.

**ملاکهای ارزیابی روشهای دانش در کامپیوتر:**

- الف) رسا بودن (Clarity) شامل کامل بودن و واضح بودن (Expressiveness) دانش
- ب) موثر بودن (Effectiveness) قابلیت پردازش و استنتاج بر روی دانش
- ج) بازدهی بالا داشتن (Efficiency) پردازش ، جستجو و جمع آوری سریع و پر بازده دانش
- د) صریح بودن (Expressiteness) نمایش صریح مسیر استنتاج

# روش‌های بازنمائی

## الف) بازنمائی منطقی (Logic Rep.):

یک روش بازنمائی توصیفی در این گروه ، منطق مرتبه اول (منطق گزاره ها) است که در زبان پرولوگ پیاده سازی شده است. در این زبان فرضیه جهان بسته (Reiter 1978) بکار رفته است که می گوید آنچه درست است می دانم و در ابیار دانش من موجود است اگر نبود غلط است. همینطور پرولوگ اگر نتواند یک نتیجه را اثبات کند جواب منفی و غلط می دهد.

**منوتونیک**: هرچه در مجموعه هست درست است.

**جهان بسته**: هرچه در مجموعه نیست غلط است.

# روش‌های بازنمائی

## الف) بازنمائی منطقی (Logic Rep.)

اصولاً گزاره، عبارتی است که می‌تواند غلط یا درست باشد ولی برای نماش جهان هستی کافی نیست. چون گاهی لازم است از گزاره نما استفاده شود تا مفهومی عمومیت یابد. این کار باعث می‌شود منطق گزاره‌ها به منطق محمولات (منطق گزاره نماها) گسترش یابد. سورهای عمومی وجودی می‌توانند گزاره نماها را به گزاره تبدیل کنند.

parent (A, B)

parent (A, C)

$\forall x, \forall y, \forall z, \text{parent}(x, y) \text{parent}(x, z) \rightarrow \text{spouse}(y, z)$

# روش‌های بازنمائی

ب) بازنمائی روالی (Procedural Rep.)

در این روش علاوه بر دانش توصیفی، دانشی وجود دارد که می‌گوید با دانش توصیفی موجود چه باید کرد. به دانش توصیفی بانک اطلاعاتی (Production Rules) و به دانش روالی قوانین تولید ( DataBase ) می‌گویند.

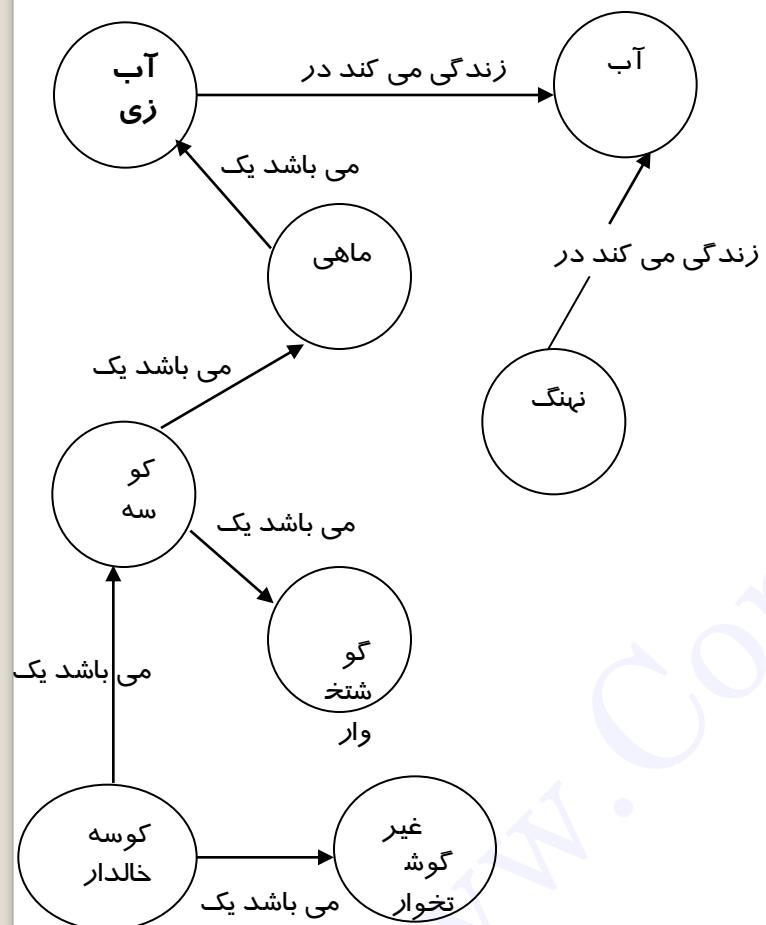
سیستم تولید (Production System) (Newell & Simon 1972) که توسط (Production System) ارائه شد علاوه بر این دو یک مفسر هم داشت که که قانون تولید مورد استفاده را در هر لحظه انتخاب می‌کرد.

**IF salary is high THEN . . .**

**IF salary is SALARY and SALARY >40000 THEN salary is high.**

**IF salary is unknown THEN ask " What is your salary?" read SALARY  
remove salary is unknown.**

# روش‌های بازنمائی



ج) بازنمائی شبکه ای:

این روش بازنمائی توارث در خصوصیات را ممکن می سازد در این روش بازنمائی کاملاً بدیهی است که کوسه خالدار در آب زندگی می کند و ماهی است چون این خاصیت به کوسه خالدار نیز می رسد ولی در مورد گوشتخواری این نوع کوسه خود خصوصیت منحصر به فردی دارد.

# روش‌های بازنمائی

د) بازنمائی ساخت یافته:

در این روش ساختمان‌های پیچیده تری از دانش وجود دارند که در آنها شکاف (SLOT)‌هایی برای مقادیر خصوصیات مختلف وجود دارند. برای حفظ دانش مربوط به محتویات اتاق یک هتل یا روش صرف یک غذا از بازنمائی ساخت یافته استفاده می‌شود که دو روش عمدۀ آن قاب (Script) و نبشه (Frame) ها هستند. اولی توسط Minsky (1975) و دومی توسط Schank & Abelson (1977) معرفی شدند.

قابل برای مفاهیم (Object) و نبشه برای وقایع (Events) مناسب هستند. اجزای قاب بسته به خود آن متفاوت است مثل یک دانشجو و فیلدهای توصیف کننده آن

# روش‌های بازنمائی

د) بازنمائی ساخت یافته:

در یک قاب می‌توان یک پردازه خاص به نام **demon** (slot یا شکاف) نسبت داد و در صورت تغییر مقدار به طور اتوماتیک این پردازه صدای زده خواهد شد.

حال آن که در نبشه اجزاء خاصی حتماً وجود دارند که عبارتند از: شرایط ورود، نتایج، مفاهیم مرتبط، نقش‌ها، صحنه‌های متوالی از وقایع و مسیرهای ممکن

# روش‌های بازنمائی

د) بازنمائی ساخت یافته:

مثال نمایش یک نبشه برای عمل خرید از سوپر مارکت

**شرایط ورود:** خریدار جنس می‌خواهد ، پول دارد ، سوپر مارکت باز است او به سوپر مارکت می‌رود.

**نتایج:** خریدار جنس دارد ، سوپر مارکت پول بیشتری دارد ، خریدار پول کمتری دارد ، سوپر مارکت جنس کمتری دارد.

**مفاهیم مرتبط:** اجناس ، صندوق‌ها ، سبدهای خرید

**نقش‌ها:** خریدار در هنگام برداشتن اجناس ، صندوق دار در هنگام گرفتن پول ، مدیر در هنگام سفارش جنس

**صحنه‌ها:** بسته بندی اجناس ، برداشتن اجناس ، پرداختن پول (گرفتن پول)

**مسیرها:** خریدار سبد خرید را برمی‌دارد و خود اجناس را انتخاب می‌کند.

**کسی دیگر سبد خرید را برمی‌دارد و خریدار اجناس را در سبد او می‌گذارد.**

# عامل های منطقی

بخش مرکزی عامل مبتنی بر دانش پایگاه دانش (knowledge base) آن ، یا KB است.

**پایگاه دانش:** مجموعه ای از نمایش حقایق در مورد نیاز است.

**جمله:** هر نمایش اختصاصی یک جمله (Sentence) نامیده می شود.

**جملات:** جملات در یک زبانی که زبان بازنمایی دانش (knowledge representation) نامیده می شود ، بیان می شوند.

# عامل های منطقی

: به منظور افزودن جملات جدید به پایگاه دانش به کار برد **ASK**.

: به منظور پرسش اینکه چه چیزهایی شناخته شده است. **TELL**

تشخیص اینکه چه چیزی باید پس از KB TELLed به دنبال شود ، مسئولیت مکانیزمی به نام استنتاج (inference) است ، که قسمت مهم دیگر عامل مبتنی بر دانش را تشکیل می دهد.

# عامل های منطقی

هر زمان که برنامه دانش صد ازده می شود ، دو عمل انجام می شود:

- 1- به پایگاه دانش گفته می شود (TELL) که چه دریافت کرده است.
- 2- از پایگاه دانش سؤال می شود (ASK) که چه عملی باید انجام شود.

در فرآیند پاسخ به این پرسش ، استدلال منطقی برای اثبات اینکه کدام عمل بهتر از بقیه است استفاده می شود و دانسته های عامل و اهداف آن مشخص می شوند.

# عامل های منطقی

می توانیم یک عامل مبتنی بر دانش را در سه سطح تعریف کنیم:

1. سطح دانش epistemological knowledge level یا سطح خلاصه ترین سطح است؛ می توانیم عامل را توسط گفتن اینکه عامل چه می داند، تعریف نماییم.

2. سطح منطقی logical level سطحی است که دانش به صورت جملات رمزگذاری می شود.

3. سطح پیاده سازی Implementation Level سطحی است که در معماری عامل اجرا می شود و بازنمایی های فیزیکی از جملات سطح منطقی، در این سطح وجود دارد.

انتخاب پیاده سازی در کارآئی بیتر عامل بسیار اهمیت دارد، اما به سطح منطقی و سطح دانش مربوط نمی شود.

# دنیای WUMPUS

غاری است که اتاقهای آن با راهروهایی به هم متصل اند در جایی از این غار **WUMPUS** کمین کرده است.

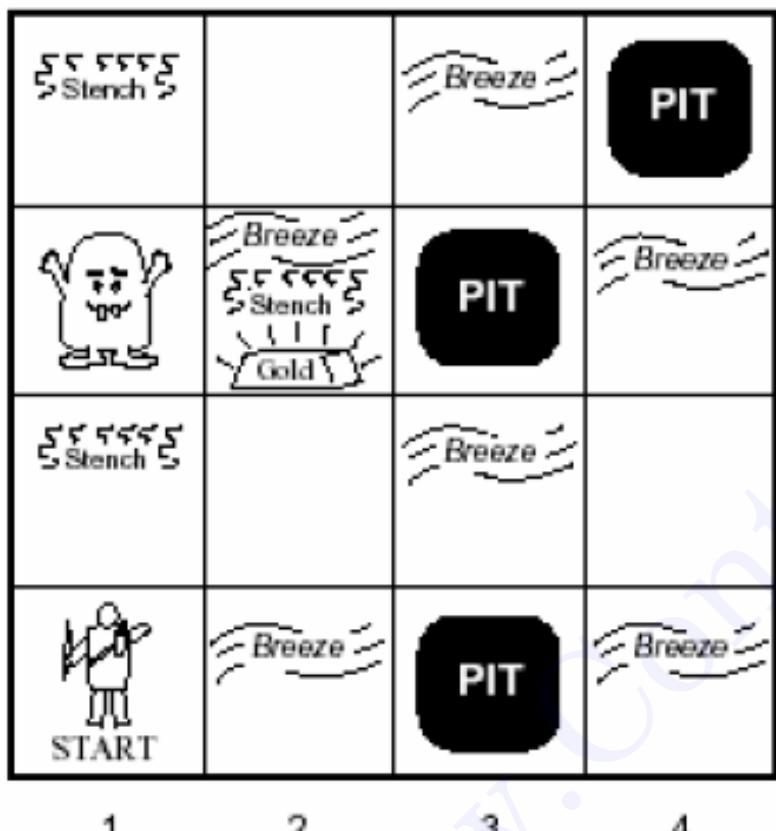
**WUMPUS** حیوانی است که هرگز وارد اتاقش شود او را می خورد.

عامل می تواند به **WUMPUS** شلیک کند ولی فقط یک تیر در اختیار دارد بعضی از اتاقها گودالهای بی انتهایی دارند و هرگز به داخل آن اتاقها وارد شود (به جز **WUMPUS** که بزرگ است و در آن جانمی شود) در دام می اندازند.

تنها خاصیت تسکین برای زندگی کردن در این محیط یافتن کوهی از طلاست.

# WUMPUS دنیای

## محیط



- شبکه‌ای  $4^*$  از مربع هاست.

- شروع از خانه  $[1,1]$

- مکانهای طلا و  $W$  با یک توزیع یکنواخت و بدون مکان

- شروع به طور تصادفی انتخاب می‌شوند هر مربع غیر از مربع

- شروع می‌تواند گودال باشد (با احتمال 20%)

# دنیای WUMPUS - معیار کارایی

- ✓ 1000+ برای انتخاب طلا
- ✓ 1000- برای افتادن در گودال یا خورده شدن توسط WUMPUS
- ✓ 1- برای هر فعالیتی که اجرا می شود
- ✓ 10- برای استفاده از تیر

# دنیای WUMPUS – حرکت ها

- حرکت به جلو ، چرخیدن  $90^{\circ}$  به سمت چپ ، چرخیدن  $90^{\circ}$  به سمت راست
- عامل می میرد زمانی که وارد یک مربع شامل سیاه چاله و یا Wumpus زنده شود.
- اگر عامل در حرکت به دیوار بخورد حرکت بی اثر است
- فعالیت Grab برای برداشتن شیء داخل مربع حاوی عامل است
- فعالیت shoot پرتاب تیر در خط مستقیم تا به دیوار یا Wumpus بخورد.

# دنیای WUMPUS – حسگرهای

- از مربعهای مجاور (نه قطری) Wumpus عامل بوی تعفن را احساس می‌کند.
- در مربعهایی که مستقیماً مجاور با چاله‌ها هستند، عامل نسیمی را احساس می‌کند.
- در مربعی که طلا وجود دارد، عامل یک درخششی را درک می‌کند.
- وقتی عامل به دیوار برخورد می‌کند، ضربه‌ای را دریافت می‌کند.
- Wumpus که کشته می‌شود، فریادی سر می‌دهد که هر جایی از غار شنیده می‌شود.
- ادراکات به عامل به صورت لیستی از پنج نماد داده می‌شود:

تعفن ، نسیم ، درخشش ، ضربه ، جیغ

[Stench, Breeze, Glitter, Bump, Scream ]

# WUMPUS دنیای

1,4	2,4	3,4	4,4
1,3	2,3	3,3	4,3
1,2 ok	2,2	3,2	4,2
1,1 A ok	2,1 ok	3,1	4,1

P?

P?

[None, None, None, None, None]

[None, Breeze, None, None, None]

A=عامل

B=نسیم

G=درخشش، طلا

OK=مربع امن

P=گودال

S=تعفن

V=ملاقات شده

W=Wumpus

1,4	2,4	3,4	4,4
1,3 <b>W!</b>	2,3	3,3	4,3
1,2 A S ok	2,2 ok	3,2	4,2
1,1 v ok	2,1 B v ok	3,1 <b>P!</b>	4,1

[Stench, None, None, None, None]

# بازنمایی، استدلال و منطق:

بازنمایی و استدلال با همیگر، عملکرد یک عامل مبتنی بر دانش را حمایت خواهند کرد.

بازنمایی دانش (knowledge representation) دانش را در فرم حل شدنی کامپیوتر مطرح می سازد ، که به عامل ها کمک می کند تا ارائه بهتری داشته باشند.

# بازنمایی، استدلال و منطق:

زبان بازنمایی دانش متوسط دو خاصیت تعریف می‌شود:

نحو (Syntax): یک زبان ، ساختاری ممکن برای تشکیل جملات را ایجاد می‌کند.

بازنمایی واقعی در داخل کامپیوتر: هر جمله توسط یک ساختار فیزیکی یا خاصیت فیزیکی قسمتی از عامل پیاده‌سازی می‌شود.

معنی (Semantic): تعیین می‌کند که حقایق موجود در دنیا به چه جملاتی نسبت داده شوند.

# بازنمایی، استدلال و منطق:

معنای زبان ، درستی هر جمله را در برابر هر جهان ممکن تعریف می کند.

تفاوت بین حقایق و بازنمایی های آنها:

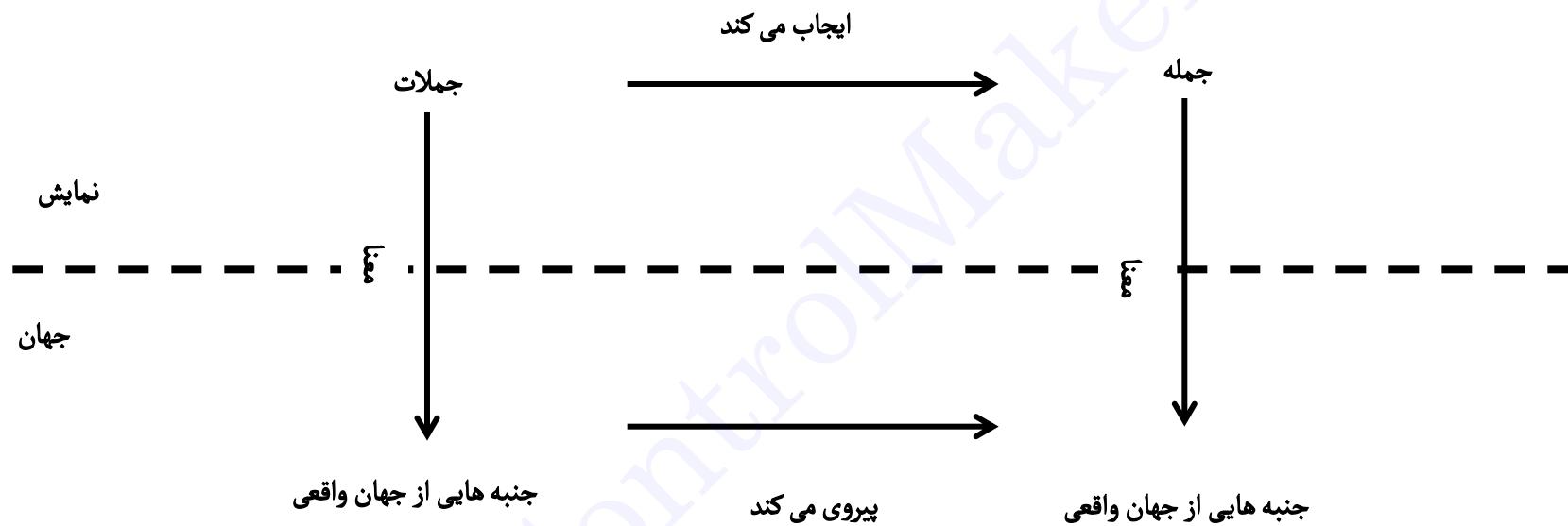
حقایق قسمتی از دنیای واقعی را تشکیل می دهند ، اما بازنمایی های آنها باید به صورتی که بتواند به طور فیزیکی در یک عامل ذخیره شود.

# بازنمایی، استدلال و منطق:

جملات قسمتی از ساختار فیزیکی عامل هستند و استدلال باید پردازشی از ایجاد ساختار جدید فیزیکی از نمونه‌های قدیمی‌تر باشد.

استدلال مطلوب باید این اطمینان را حاصل کند که ساختار جدید حقایقی را بازنمایی می‌کند که از حقایقی که ساختار قدیمی ایجاد کرده بود، پیروی کند.

# بازنمایی، استدلال و منطق:



ارتباط بین جملات و حقایق توسط معنای زبان تولید می شوند.

## بازنمایی ، استدلال و منطق:

### استلزم:

ارتباط بین حقایقی که دنباله رو یکدیگر هستند را نشان می‌دهد.

در علائم ریاضی ، ارتباط استلزم بین یک پایگاه دانش  $KB$  و یک جمله  $a$  به صورت «KB  $\rightarrow$  a» نوشته می‌شود.

## بازنمایی ، استدلال و منطق:

رویه استنتاج می تواند یکی از دو عامل ذیل را انجام دهد:

1. با داشتن پایگاه دانش  $KB$  می تواند جملات تازه ای از  $a$  تولید کند که مفهوم آن استلزم توسط  $KB$  باشد.
2. یا با داشتن یک پایگاه دانش  $KB$  و جمله  $a$  دیگری ، این رویه می تواند گزارش دهد که  $a$  توسط  $KB$  مستلزم شده است یا خیر.

# منطق گزاره‌ای: یک منطق بسیار ساده

حق تقدم

(Not) نقیض

(And) ترکیب عطفی

(Or) ترکیب فصلی

⇒ (استلزم) مقدم و تالی

↔ (اگر و فقط اگر) دوشرطی



علائم منطق گزاره‌ای:

ثابت‌های منطقی (True, False)

علام گزاره‌ای: Q, P

رابط‌های  $\neg$  و  $\vee$  و  $\wedge$  و  $\Rightarrow$  و  $\Leftrightarrow$

پرانتز ()

یا انحصاری (XOR) یا  $\oplus$

# منطق گزارهای

تمام حملات توسط قرار دادن این علائم با هم و با استفاده از قوانین زیر، ساخته می شوند:

- ثابت‌های منطقی (true, False) خودشان جمله محسوب می‌شوند.
- علامات گزاره‌ای نظیر  $P$ ,  $Q$  هر کدام به تنها یک جمله هستند.
- پرانتزهای اطراف یک عبارت، آن عبارت را تبدیل به یک جمله واحد می‌سازند مثل  $(P \vee Q)$ .
- یک جمله می‌تواند توسط ترکیب جملات ساده‌تر با یکی از پنج رابط منطقی ایجاد شود.

Sentence → Atomic\_Sentence |  
Complex\_Sentence

Atomic\_Sentence → True | False | P | Q | R ...

Complex\_Sentence → (Sentence) | ~Sentence |  
Sentence Connective Sentence

Connective →  $\wedge$  |  $\vee$  |  $\Rightarrow$  |  $\Leftrightarrow$  | ....

# منطق گزاره‌ای

معانی:

یک نماد گزاره‌ای می‌تواند آنچه که خواست شما است، معنی بدهد. یعنی اینکه، تفسیر آن هر حقیقت اختیاری می‌تواند باشد.

یک جمله پیچیده، معنایی مرکب از معناهای هر قسمت از جمله را دارد، هر رابط می‌تواند به عنوان یک تابع تصور شود.

$P$	$Q$	$P \wedge Q$	$P \vee Q$
<i>False</i>	<i>False</i>	<i>False</i>	<i>False</i>
<i>False</i>	<i>True</i>	<i>False</i>	<i>True</i>
<i>True</i>	<i>False</i>	<i>False</i>	<i>True</i>
<i>True</i>	<i>True</i>	<i>True</i>	<i>True</i>

## اعتبار و استنتاج:

جدول درستی برای تعریف رابطهای و برای کنترل جملات معتبر به کار می‌رود.

ماشین هیچ ایده‌ای از معنای نتایج ندارد، کاربر می‌تواند نتایج را بخواند و از تفسیر خود برای نمادهای گزاره‌ای به معنای نتیجه پی ببرد.

# منطق گزاره‌ای

$P$	$Q$	$P \vee Q$	$(P \vee Q) \wedge \sim Q$	$(P \vee Q) \wedge \sim Q \Rightarrow P$
false	false	false	false	true
false	true	true	false	true
true	false	true	true	true
true	true	true	false	true

# استدلال

استدلال یعنی قدرت استفاده از دانش برای به دست آوردن نتیجه گیری های تازه در مورد جهان.

آنچه بین یک سیستم پایگاه دانش و پایگاه داده تقاووت ایجاد می کند توانایی پایگاه دانش در استدلال و استنتاج است.

## روش های استدلال از ضعیف به قوی:

(الف) :Abduction

$$((A \rightarrow B) \wedge B) \rightarrow A$$

مثال: اگر پرنده ای کلاع باشد ، رنگ آن سیاه است و در ضمن یک پرنده سیاه ببینیم و نتیجه بگیریم شرط برقرار بوده

است یعنی پرنده کلاع بوده است.

# استدلال

## ب) Induction

$$((A_1 \rightarrow B) \wedge (A_2 \rightarrow B) \wedge \dots) \rightarrow \forall A_i: A_i \rightarrow B$$

مثال: کلاع اول سیاه است ، کلاع دوم سیاه است ، ... کلاع  $n$  ام سیاه است و نتیجه بگیریم که هر چه کلاع قبلابوده یا حالا هست یا بعدا خواهد بود سیاه است.

# استدلال

ب) deduction

$$((A \rightarrow B) \wedge A) \rightarrow B$$

مثال: ماشین بدون باطری استارت نمی‌زند، اگر این را نیز بدانیم که ماشین خاصی باطری ندارد نتیجه بگیریم، آن ماشین هم استارت نخواهد زد.

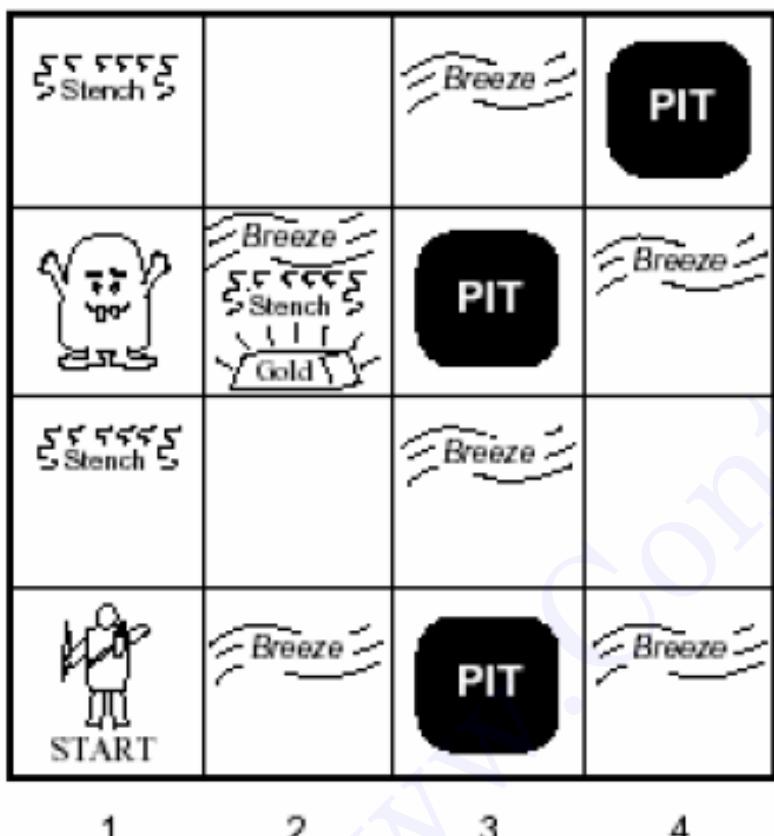
# Wumpus جهان

گودال P درست است اگر گودالی در [i, j] باشد.

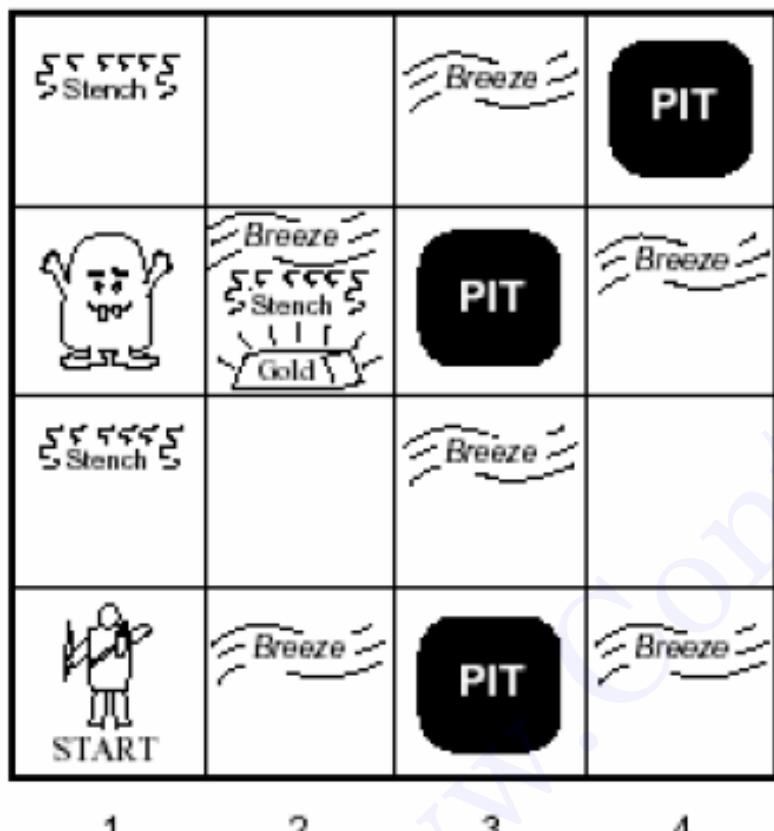
نسیم B درست است اگر نسیمی در [i, j] باشد.

$$\begin{aligned} &\sim B_{1,1} \\ &B_{1,2} \\ &P_{1,3} \\ &P_{3,3}, \dots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_{1,1} &\Leftrightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1}) \\ B_{2,1} &\Leftrightarrow (P_{1,1} \vee P_{2,2} \vee P_{3,1}) \end{aligned}$$



# Wumpus جهان



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

$$R_2: B_{1,1} \Leftrightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})$$

$$R_3: B_{2,1} \Leftrightarrow P_{1,1} \vee P_{2,2} \vee P_{3,1}$$

$$R_4: \neg B_{1,1}$$

$$R_5: B_{2,1}$$

$$KB : R_1 \wedge R_2 \wedge R_3 \wedge R_4 \wedge R_5$$

# استنتاج

- هم ارزی منطقی ( $\alpha \leftrightarrow \beta$ ): دو جمله  $\alpha$  و  $\beta$  از نظر منطقی هم ارز هستند اگر در مجموعه یکسانی از مدل‌ها درست باشند.

$\beta \models \alpha, \alpha \models \beta \text{ اگر و فقط اگر } \alpha \equiv \beta$       یا

- اعتبار: دنباله‌ای معتبر (valid) است اگر در تمام مدل‌ها درست باشد مثل  $P \vee \neg P$
- ارضا شدن (satisfiable): جمله‌ای ارضا شدنی است که در مدلی درست باشد.
- ارضا نشدن (unsatisfiable): جمله‌ای ارضا نشدنی است اگر در تمام مدل‌ها نادرست باشد مثل  $P \wedge \neg P$

# استنتاج (جدول هم ارزی)

$$(\alpha \wedge \beta) \equiv (\beta \wedge \alpha) \text{ commutativity of } \wedge$$

$$(\alpha \vee \beta) \equiv (\beta \vee \alpha) \text{ commutativity of } \vee$$

$$((\alpha \wedge \beta) \wedge \gamma) \equiv (\alpha \wedge (\beta \wedge \gamma)) \text{ associativity of } \wedge$$

$$((\alpha \vee \beta) \vee \gamma) \equiv (\alpha \vee (\beta \vee \gamma)) \text{ associativity of } \vee$$

$$\neg(\neg \alpha) \equiv \alpha \text{ double-negation elimination}$$

$$(\alpha \Rightarrow \beta) \equiv (\neg \beta \Rightarrow \neg \alpha) \text{ contraposition}$$

$$(\alpha \Rightarrow \beta) \equiv (\neg \alpha \vee \beta) \text{ implication elimination}$$

$$(\alpha \Leftrightarrow \beta) \equiv ((\alpha \Rightarrow \beta) \wedge (\beta \Rightarrow \alpha)) \text{ biconditional elimination}$$

$$\neg(\alpha \wedge \beta) \equiv (\neg \alpha \vee \neg \beta) \text{ de Morgan}$$

$$\neg(\alpha \vee \beta) \equiv (\neg \alpha \wedge \neg \beta) \text{ de Morgan}$$

$$(\alpha \wedge (\beta \vee \gamma)) \equiv ((\alpha \wedge \beta) \vee (\alpha \wedge \gamma)) \text{ distributivity of } \wedge \text{ over } \vee$$

$$(\alpha \vee (\beta \wedge \gamma)) \equiv ((\alpha \vee \beta) \wedge (\alpha \vee \gamma)) \text{ distributivity of } \vee \text{ over } \wedge$$

# الگوهای استدلال در منطق گزاره‌ای

## قوانین استنتاج

$$\frac{a \Rightarrow b, a}{b}$$

- قانون قیاس استثنایی (Modus Ponens)

$$\frac{a_1 \wedge a_2 \wedge \dots \wedge a_n}{a_i}$$

- حذف (And-Elimination) And

$$\frac{\alpha \Leftrightarrow \beta}{(\alpha \Leftrightarrow \beta) \wedge (\beta \Leftrightarrow \alpha)} \quad \frac{(\alpha \Leftrightarrow \beta) \wedge (\beta \Leftrightarrow \alpha)}{\alpha \Leftrightarrow \beta}$$

- حذف دو شرطی

			PIT
			PIT
			Breeze
			Breeze
4			
3			
2			
1			
START		PIT	Breeze
1	2	3	4

# Wumpus جهان

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

$$R_2: B_{1,1} \Leftrightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})$$

$$R_3: B_{2,1} \Leftrightarrow P_{1,1} \vee P_{2,2} \vee P_{3,1}$$

$$R_4: \neg B_{1,1}$$

$$R_5: B_{2,1}$$

حذف دو. شرطی در  $R_2$

$$R_6: (B_{1,1} \Rightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})) \wedge ((P_{1,2} \vee P_{2,1}) \Rightarrow B_{1,1})$$

حذف  $R_6$  and

$$R_7: (P_{1,2} \vee P_{2,1}) \Rightarrow B_{1,1}$$

هم ارزی عکس نقیض

$$R_8: (\neg B_{1,1} \Rightarrow \neg(P_{1,2} \vee P_{2,1}))$$

		Breeze	PIT
		Breeze	PIT
		Breeze	
		Breeze	PIT
4	Stench		
3			Breeze
2			
1			Breeze
START		PIT	Breeze
1	2	3	4

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

$$R_2: B_{1,1} \Leftrightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})$$

$$R_3: B_{2,1} \Leftrightarrow P_{1,1} \vee P_{2,2} \vee P_{3,1}$$

$$R_4: \neg B_{1,1}$$

$$R_5: B_{2,1}$$

$$R_6: (B_{1,1} \Rightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})) \wedge ((P_{1,2} \vee P_{2,1}) \Rightarrow B_{1,1})$$

$$R_7: (P_{1,2} \vee P_{2,1}) \Rightarrow B_{1,1}$$

$$R_8: (\neg B_{1,1} \Rightarrow \neg (P_{1,2} \vee P_{2,1}))$$

$$R_9: \neg (P_{1,2} \vee P_{2,1})$$

اعمال قیاس استثنایی به  $R_4$  و  $R_8$

$$R_{10}: \neg P_{1,2} \wedge \neg P_{2,1}$$

قانون دمورگان

		Breeze	PIT
		Breeze	PIT
		Breeze	
		Breeze	PIT
4	Stench		
3			Breeze
2			
1			Breeze
1	START	Breeze	PIT
2		Breeze	
3			Breeze
4			

# جهان Wumpus

$$R_{11}: \neg B_{1,2}$$

$$R_{12}: B_{1,2} \Leftrightarrow (P_{1,1} \vee P_{2,2} \vee P_{1,3})$$

$$R_{13}: \neg P_{2,2}$$

$$R_{14}: \neg P_{1,3}$$

اعمال حذف دو شرطی به  $R_3$  و سپس قیاس استثنایی به  $R_5$

$$R_{15}: P_{1,1} \vee P_{2,2} \vee P_{3,1}$$

اعمال قانون resolution با استفاده از  $R_{15}$  و  $R_{13}$

$$R_{16}: P_{1,1} \vee P_{3,1}$$

اعمال قانون resolution با استفاده از  $R_{16}$  و  $R_1$

$$R_{17}: P_{3,1}$$

# Resolution

واحد Resolution

$$\ell_1 \vee \dots \vee \ell_k, \quad m$$

$$\ell_1 \vee \dots \vee \ell_{i-1} \vee \ell_{i+1} \vee \dots \vee \ell_k$$

$m$  و  $\ell_i$  دو لیترال مکمل می باشند

کامل Resolution

$$\ell_1 \vee \dots \vee \ell_k, \quad m_1 \vee \dots \vee m_n$$

$$\ell_1 \vee \dots \vee \ell_{i-1} \vee \ell_{i+1} \vee \dots \vee \ell_k \vee m_1 \vee \dots \vee \ell_{j-1} \vee \ell_{j+1} \vee \dots \vee m_n$$

$m_j$  و  $\ell_i$  دو لیترال مکمل می باشند

# یکنواایی

استفاده قوانین استنتاج به منظور یافتن نتیجه از یک پایگاه دانش ، به طور صریح مبتنی بر خواص عمومی منطق های قطعی (شامل گزاره‌ای و منطق مرتبه اول) است که یکنواایی (monotonicity) نامیده می‌شود.  
می‌توانیم خواص یکنواایی منطق را به طور زیر شرح دهیم:

$$\text{if } KB_1 \models \alpha \text{ then } (KB_1 \cup KB_2) \models \alpha$$

# شکل نرمال عطفی

شکل نرمال عطفی (CNF) : ترکیب عطفی از ترکیبات فصلی لیترال ها

$$(P \vee Q) \wedge (R \vee Z)$$

عبارت هورن: ترکیب فصلی لیترالهایی که فقط یکی از آنها مثبت است.

$$\neg P \vee \neg Q \vee R$$

# عبارت هورن چرا؟

1- هر عبارت هورن را می توان به صورت یک استلزم نوشت که مقدمه آن ترکیب عطفی لیترال های مثبت و تالی آن یک لیترال مثبت است.

لیترال مثبت را رأس و لیترال های منفس را بدن عبارت می گویند.

$$\neg(P \wedge Q) \vee R$$

$$(P \wedge Q) \Rightarrow R$$

2- استنتاج با عبارات هورن از طریق الگوریتم های زنجیر پیش رو (Forward) و زنجیر عقبگرد یا پسرو (Backward) انجام می گیرد.

3- تصمیم گیری استلزم با عبارات هورن ، در یک زمان خطی بر حسب پایگاه دانش انجام می گیرد.

# الگوریتم زنجیر پیش رو

الگوریتم زنجیر پیش رو ( $KB, Q$ ) تعیین می کند که آیا نماد گزاره ای  $Q$  (تقاضا) توسط پایگاه دانش عبارات هورن ایجاد می شود یا خیر.

از حقایق (لیترال های مثبت) موجود در پایگاه دانش شروع می کند.

اگر تمام مقدمات استلزم مشخص باشد، نتیجه آن به مجموعه حقایق اضافه می شود.

$$P \Rightarrow Q$$

$$L \wedge M \Rightarrow P$$

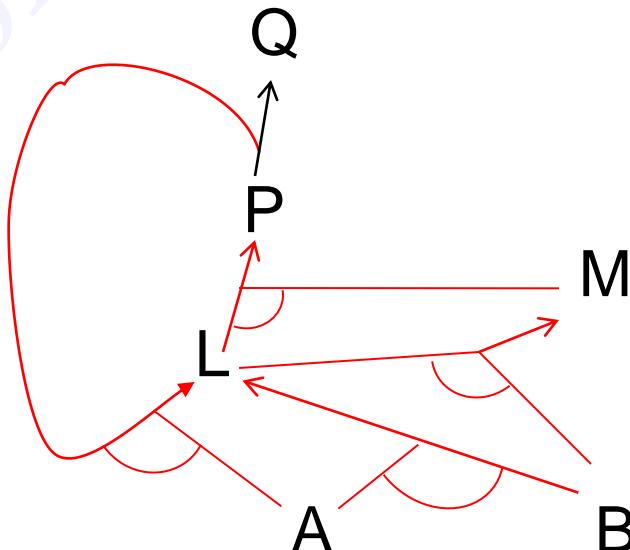
$$B \wedge L \Rightarrow M$$

$$A \wedge P \Rightarrow L$$

$$A \wedge B \Rightarrow L$$

$$A$$

$$B$$



# الگوریتم زنجیر پیش رو

- الگوریتم زنجیر پیش رو، نمونه ای از مفهوم کلی استدلال مبتنی بر داده هاست یعنی استدلالی که در آن به داده های شناخته شده توجه می شود.
- می توان از آن برای کسب نتایجی از ادراکات ورودی در داخل عامل استفاده کرد (بدون نیاز به تقاضا).

# الگوریتم زنجیر عقبگرد

- الگوریتم زنجیر عقبگرد ، از تقاضا به طرف عقب بر می گردد.
- اگر معلوم باشد که تقاضای  $Q$  درست است ، نیاز به کار بیشتری نیست و گرنه استلزمامهایی در پایگاه دانش می یابد که  $Q$  را نتیجه می دهد.
- اگر بتوان ثابت کرد تمام مقدمات یکی از آن استلزمام ها درست است ، آنگاه  $Q$  درست است.  
الگوریتم زنجیر عقبگرد ، نوعی استدلال مبتنی بر هدف است.