

# سیستم‌های خبره قانون‌پایه

## تولید (Production)

تولید یا Production واژه‌ای است که در روانشناسی شناختی، برای تشریح روابط بین وضعیت‌ها و عمل‌ها استفاده می‌شود و معمولاً متناظر با مفهوم قانون (قاعده) در سیستم‌های خبره قانون پایه است.

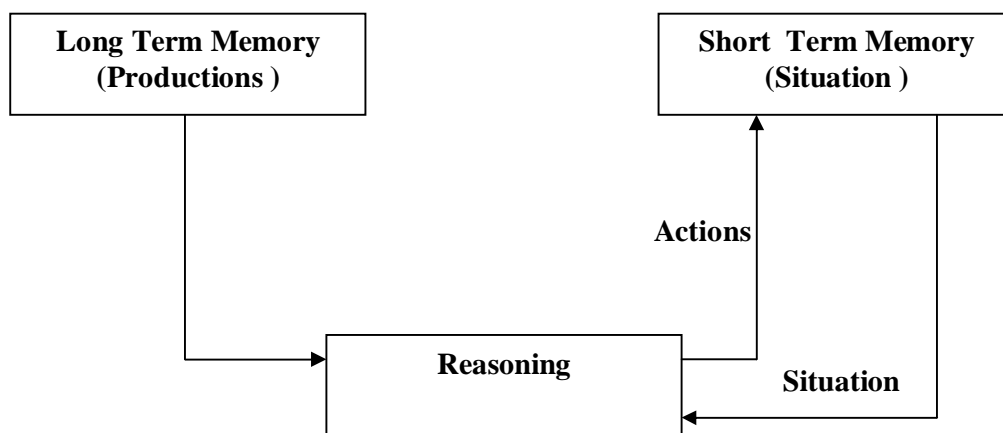
### شکل کلی تولید:

نتایج (Consequent) → ANTECEDENT (شرایط)

Situation → Action  
If Situation Then Action

در مدل شکل 1-7، سه مولفه مشاهده می‌شود.

- Long Term Memory (LTM)
- Short Term Memory (STM)
- Reasoning



شکل 1-7: معماری یک سیستم تولید

STM حاوی وضعیت‌ها یا توصیف محیط حل مساله است.

LTM حاوی تولیدهاست؛ یعنی هر وضعیتی منجر به چه عملی خواهد شد.

پس از استدلال، حاصل استدلال Action ای است که به STM (حافظه کوتاه مدت) می‌رود. به طور مثال فکری که برای انجام کاری در سر می‌پرورانید، در حافظه کوتاه مدت است.

نکته: Action در اینجا بیشتر به طرح عمل اشاره دارد تا خود عمل.

## معماری سیستم‌های قانون پایه

متناظر با مفهوم سیستم‌های تولید در روانشناسی، سیستم‌های قانون پایه یا مبتنی بر قاعده در حوزه سیستم‌های خبره است. این معماری شامل مولفه‌ای زیر است (شکل 2-7):

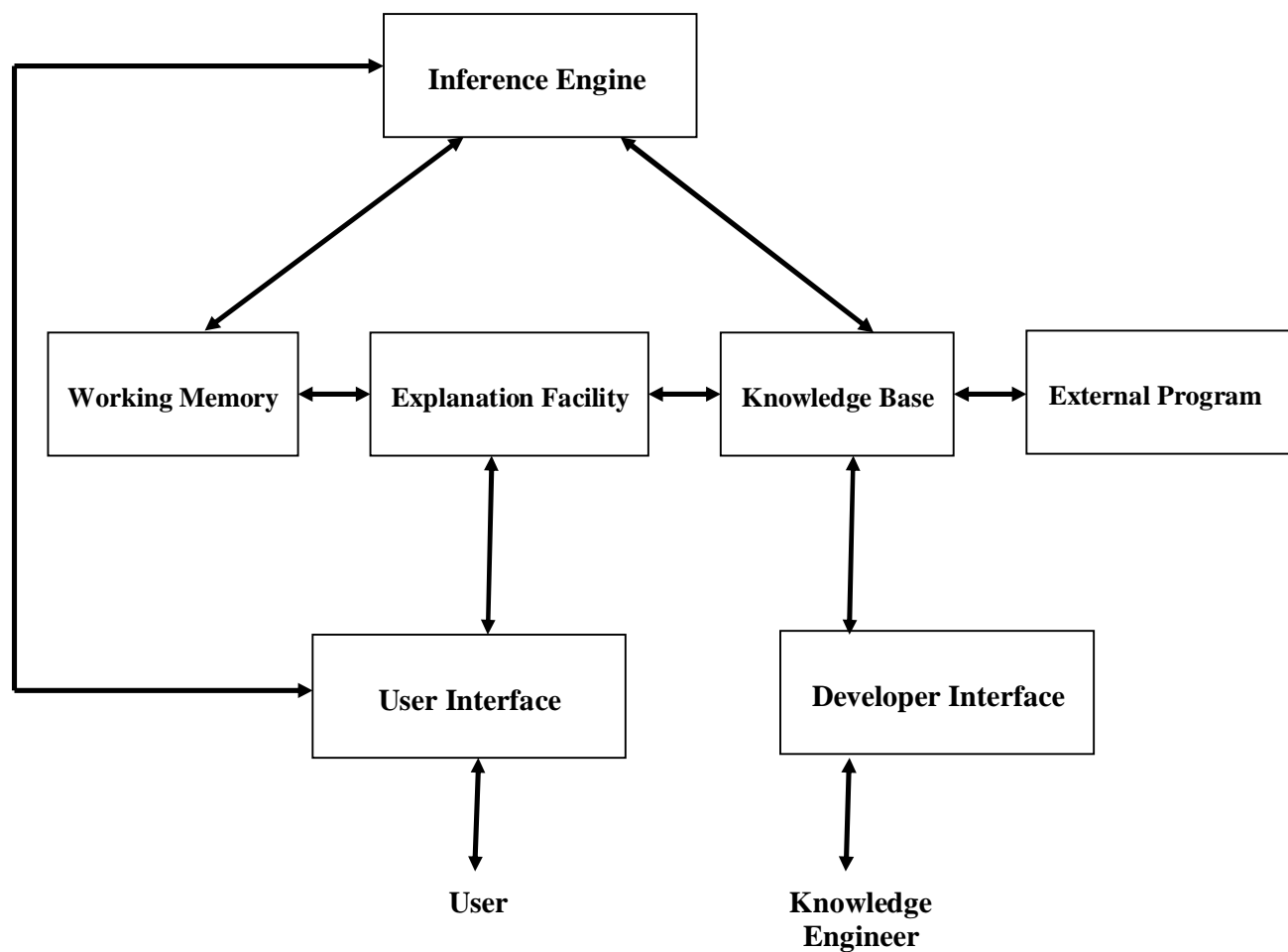
1. واسط کاربر (User Interface): بخش‌هایی که با کاربر در ارتباط است مانند فرم‌ها و جدول‌ها و ...

2. واسط توسعه‌دهنده (Developer Interface) برای برنامه‌نویس

3. تسهیلات توضیح (Explanation Facility): چرا و چگونه به این نتیجه رسیده‌است

4. برنامه‌های خارجی (External Programs) مانند پرونده‌های بیمارها و پایگاه داده‌ها و ...

5. موتور استنتاج (Inference Engine)



شکل 2-7: معماری سیستم‌های قانون پایه

## مزایای سیستم‌های قانون پایه

1. بیان طبیعی
2. جداسازی کنترل از دانش
3. پیمانه‌ای بودن دانش
4. سادگی در گسترش و توسعه
5. رشد نسبی هوشمندی
6. استفاده از دانش مرتبط برای حل مساله
7. به کارگیری از امکانات توضیح
8. بررسی سازگاری
9. امکان استفاده از دانش هیوریستیکی
10. استفاده از دانش غیر قطعی
11. استفاده از متغیرها

## معایب سیستم‌های قانون پایه

### 1. نیاز به تطبیق دقیق

به مثال زیر توجه کنید:

The motor is running hot  
The motor's temperature is hot

همانطور که مشاهده می‌شود دو جمله معانی و مفاهیم یکسانی دارد، ولی به علت این که از واژگان متفاوتی استفاده کرده‌اند برای سیستم خبره، ممکن است متفاوت یا ناشناخته باشد.

### 2. داشتن روابط مبهم

IF C THEN D , IF B THEN C , IF A THEN B

3. محاسبات ممکن است کند باشد .

4. برای هر مساله‌ای مناسب نیست و به کار نمی‌رود. (هم عیب است و هم ویژگی) امروزه طراحان برنامه نویسی یافته‌اند که سیستم‌های

تولید به سادگی می‌توانند مسائل حوزه خاصی را مدل‌سازی کنند اما برای همه حوزه‌ها مناسب نیستند.

5. قانون فقط یکی از روش‌های بازنمایی دانش است و هر دانشی را نمی‌توان با قانون (Rule) بازنمایی کرد.

پنج چیزی برای یاد گرفتن کوچک و پنج چیزی برای انجام دادن بزرگ نیست. (ویلیام دان بورن)

## سیستم‌های قانون پایه با زنجیره پرو

### قوانین هدف یا Goal Rules

قوانین هدف، قوانینی هستند که هدف آنها می‌تواند اثبات شود. اگر یکی از اهداف قانون فعال شود، یک قانون هدف مشابه هر قانون دیگر هنگامی فعال می‌شود که شرایط آن درست باشد، شرایط این قانون ممکن است خود هدف قانون دیگری باشد، این روند ادامه پیدا می‌کند تا به شرایطی برسیم که توسط هیچ قانون دیگری پشتیبانی نمی‌شود، به این شرایط، شرایط اولیه یا Primitive گفته می‌شود. Primitive فرضی است که نتیجه هیچ قانونی نیست و اگر به این قسمت رسیدیم باید یا محیط مساله یا حافظه کاری را بررسی کنیم. اما اگر Primitive نباشد باید پایگاه دانش بررسی شود زیرا خود آن قانون، هدف یا نتیجه یک قانون بوده است.

**مثال:** بهتر است در این گونه مسائل موضوع را به سیستم‌های کوچکتری تقسیم نموده و برای هر کدام سیستم خبره ای طراحی نماییم:

- Determine if the patient has meningitis
- Determine a prescription that should be given to a patient with meningitis
- Formulate a different prescription if the recommended one is not acceptable to the user

- معین کند آیا بیمار مننژیت دارد

- معین کند که چه توصیه ها و تجویزی را به آن بیماری داشته باشد.

- اگر بیمار نپذیرفت جایگزینی برای توصیه خود داشته باشد.

این قسمت‌ها، هدف‌های نهایی هستند که باید در نهایت طراحی شود. به مثال شکل 3-7 توجه کنید:

Goal 1 : Infection is meningitis

Rule 1 : meningitis Infection

IF the physician know th patient has meningities  
OR We suspect meningitis  
THEN Infection is meningitis  
AND Display Infection

Note : information to be displayed must be designed and acceaaed by this statement  
ELSE Display No infection found

Rule2 : Suspect Meningitis from tests or symptoms

IF We suspect meningitis from test results  
OR We suspect meningitis from patient symptoms  
THEN We suspect meningitis

Rule3 : We suspect meningitis from tests

IF tests were run  
AND cultures were seen  
AND cultures look like meningitis  
THEN We suspect meningitis from test results

Rule 4 : Cultures look like meningitis

IF The appearance of the culture is coccus  
AND The stain of the culture is grampos  
THEN cultures look like meningitis

Rule5 ; We suspect meningitis from symptoms

IF the patient is suffering persistent headaches  
AND the patient is suffering dizziness  
AND the patient has been lethargic  
THEN we suspect meningitis from patient symptoms

شکل 3-7: پایگاه دانش مثال

پایگاه دانش مثال شکل 3-7، از 5 قانون تشکیل شده است. قانون اول برای تشخیص عفونت است، قانون دوم مربوط به آزمایشات و نشانه‌هایی که می‌تواند به مننژیت ختم شود، قانون سوم با آزمایشات حدس به وجود مننژیت زده شود. قانون چهارم مربوط به علائم مشابه مننژیت و قانون پنجم مربوط به نشانه‌های بیماری است.

در آغاز برنامه حافظه کاری یا Working Memory خالی است (شکل 4-7).

### Working Memory

شکل 4-7: حافظه کاری

به علت اینکه قرار است Backward کار کند، باید دنبال قانونی بگردد که قسمت THEN آن با هدفی که ما به دنبال آن هستیم مطابقت داشته باشد، ابتدا قسمت THEN قانون اول فعال می‌شود. قسمت THEN قانون اول می‌گوید عفونت مننژیت است اگر... و هدف این قانون تشخیص عفونت مننژیت است. در گام دوم بررسی می‌شود آیا شرایط قانون یک در حافظه کاری هست یا نه که چون حافظه کاری خالی است جواب منفی است. در گام سوم به دنبال این می‌گردد که آیا این فرض در قسمت THEN هیچ قانونی هست؟ پاسخ منفی است. گام چهارم: این فرض آیا یک قانون اولیه است؟ بله، چون THEN هیچ قانونی نیست. حال سیستم می‌پرسد: آیا شما می‌دانید بیمار مننژیت دارد؟ این سوال برای این است که سیستم متوجه شود آیا پزشک از وجود مننژیت مطلع است؟ چون اگر مطلع باشد ادامه این کار مناسب نیست. کاربر پاسخ منفی می‌دهد، یعنی هیچ اطلاعی وجود ندارد (شکل 5-7). پس قانون اول غلط بود.

### Working Memory

Patient known to have meningitis \_false

شکل 5-7: حافظه کاری

در گام پنجم به فرض اول نگاه می‌کند: این فرض می‌گوید: پزشک می‌داند بیمار مننژیت دارد که این قسمت غلط بود حالا به بخش OR می‌رویم، این قسمت می‌گوید حدس به مننژیت زده شود و چون حدس به مننژیت اثبات نشده، شرط آن در حافظه کاری نیامده است. در گام ششم می‌گوید آیا قسمت OR قانون اول، THEN هیچ قانونی هست؟ پاسخ مثبت است، THEN قانون دوم شرط قانون اول است. در گام هفتم: به اولین شرط قانون شماره 2 نگاه می‌کند و می‌بیند آیا شرایط قانون 2 در حافظه کاری قرار دارد یا نه؟ جواب منفی است، چون در حافظه کاری اطلاعاتی مرتبط با موضوع جستجو نداریم. در گام هشتم: بررسی می‌کنیم آیا شرایط قانون شماره 2 در قسمت THEN هیچ قانون دیگری هست؟ پاسخ مثبت است، قانون شماره 3. در قانون شماره 3 شرایط بدین صورت است که آزمایش انجام شود، به همین دلیل سیستم می‌پرسد که آیا آزمایش انجام داده‌اید؟ و کاربر پاسخ مثبت می‌دهد. در گام دهم سیستم می‌پرسد آیا علائم بیماری دیده شده است؟ کاربر پاسخ می‌دهد: بله. در گام یازدهم دوباره سیستم می‌پرسد آیا این علائم مشابه ویروس Coccus هست؟ کاربر از سیستم می‌پرسد که چرا این سوال را پرسیده است؟

سیستم پاسخ می دهد این سوال ها به تعیین این که آیا این علایم مشابه مننژیت هست یا خیر؟ و با دانستن این اطلاعات سیستم می تواند قانون شماره 4 را بررسی کند. به قانون شماره 4 می رود، که اگر علایم با آن ویروس خاص مشابه باشد، علایم به مننژیت نزدیک است.

در گام دوازدهم: دوباره دلیل پرسیده می شود؟ و در پاسخ سیستم می گوید با دانستن این اطلاعات می تواند قانون شماره 3 را بررسی کند.

در گام سیزدهم: سیستم سوال می پرسد که آیا علایم همان علایم Coccus است؟

و کاربر پاسخ منفی می دهد. چون جواب منفی است سیستم به بررسی شرط دوم قانون 2 می پردازد.

Working Memory
Patient known to have meningitis _False
Tests run – True
Cultures seen – True
Appearance of culture is coccus -- False

شکل 6-7: حافظه کاری

در گام چهاردهم می پرسد آیا شرط دوم قانون دوم در حافظه کاری هست؟ پاسخ منفی است.

در گام پانزدهم بررسی می کند که شرط دوم قانون دوم Then کدام قانون است؟ قانون پنجم.

در گام شانزدهم: شرایط قانون 5 را بررسی می کنیم، هیچکدام از شرایط قانون 5 شناخته شده نیست، پس سوال می پرسد:

آیا بیمار سر درد دارد؟ بله

آیا سرگیجه دارد؟ بله

آیا بیمار سست و بیحال است؟ بله

در گام هفدهم: وقتی همه این قسمت ها مثبت بود قانون شماره 5 به نتیجه رسیده است. و نتیجه می گیرد که ما می توانیم از روی علایم به مننژیت پی ببریم. و چون شرایط قانون پنجم، THEN هیچ قانونی نیست پس Primitive است (شکل 7-7).

Working Memory
Patient known to have meningitis _False
Tests run – True
Cultures seen – True
Appearance of culture is coccus – False
Patient has heaadaches—True
Patient has dizziness—True
Patient has been lethargic – True
Suspect meningitis from symmtoms—True
We suspec meningitis—True
Infection is meningitis-- True

شکل 7-7: حافظه کاری

## تمرین ها

**تمرین 1-7:** آیا سیستم های شناختی (Cognitive Systems) به عنوان یک نوع ویژه از سیستم های دانشی با روش بازنمایی قانون قابل پیاده سازی هستند؟ چرا؟ با مثال توضیح دهید.

**تمرین 2-7\*:** مفهوم تولید در نرم افزار Soar چیست؟ استنتاج در این نرم افزار دانشی، چگونه انجام می شود؟

هرساله ای که مل کردم، تبدیل به قانونی شد که بعد برای مل مسائل دیگر به کار رفت. (نکات)