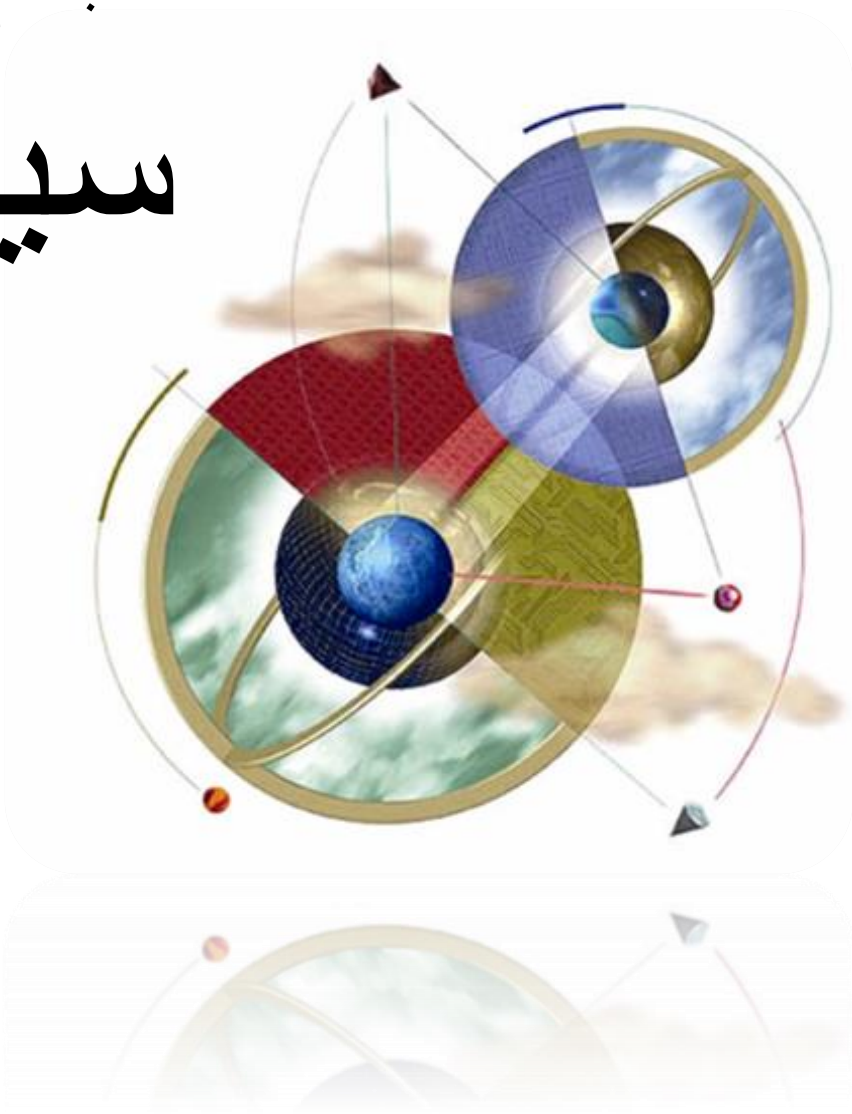
بسم الله الرحمن الرحيم

به نام پروردگار

سیستمهای خبره

Expert System



M.Rastgarpour
Ph.D in AI

فصل چهارم

تکنیک های استنتاج
(Inference Techniques)

مقدمه

در فصل قبل نشان داده شد که چگونه می توان دانش را به یک سیستم خبره ارائه کرد. در این فصل نشان داده میشود که چگونه سیستم می تواند با این دانش استدلال کرده و یک مساله را حل کند.

سوال اساسی این است که سیستم خبره چگونه از روی دانشی که در اختیار دارد استنتاج می کند؟

استدلال(Reasoning)

استدلال فرآیند کار کردن با دانش، حقایق و استراتژی حل مسائل تا رسیدن به نتایج مطلوب است.

انواع مختلف استدلال عبارتند از:

1- استدلال استنباطی (از کل به جزء)

2- استدلال استقرايي (از جزء به کل)

3- استدلال انتزاعی

4- استدلال قیاسی

5- استدلال عقل سلیم

6- استدلال غیر یکنواخت

استدلال استنباطی(Deductive Reasoning)

انسان از استنتاج برای استنباط اطلاعات جدید از اطلاعات منطقًامرتبط قبلی، بهره می گیرد.

روش استنتاج استنباطی روشی از کل به جز می باشد.

Implication: Every body will get wet if he is standing in the rain
Axiom: I am standing in the rain
Conclusion: I will get wet

هرکسی خیس خواهد شد اگر زیر باران بایستد.
من زیر باران ایستاده ام، پس خیس خواهم شد.

استدلال استقرایی(Inductive Reasoning)

روش استنتاج استقرایی روش جز به کل می باشد.انسانها استدلال استقرایی را برای رسیدن به نتایج کلی، با استفاده از مجموعه ای محدود از حقایق و با کمک فرآیند تعمیم به کار می برند.

Premise: Monkeys in the pittsburgh zoo eat bananas
Premise: Monkeys in the cleveland zoo eat banana
Conclusion: In general , all monkeys eat banana

میمون ها در باغ وحش Aموز میخورند.
میمون ها در باغ وحش Bموز میخورند.
در نتیجه تمام میمون ها موز می خورند.

نکته: روش استقرایی برای ایجاد قوانین مورد استفاده قرار میگیرد .درحالیکه روش استنباطی از قوانین برای رسیدن به نتایج استفاده میکند.

استدلال انتزاعی (Abductive Reasoning)

در استدلال استنباطی از علت به معلول میرسیم در حالیکه در استدلال انتزاعی از معلول به علت میرسیم.

Implication: Ground is wet if it is raining
Axiom: Ground is wet
Conclusion: It is raining ?

اگر باران بیاید زمین خیس میشود.
زمین خیس است.
باران آمده؟

استدلال قیاسی (Analogical Reasoning)

استدلال قیاسی از مقایسه مفهومی با مفهوم دیگر به دست می آید.

Tiger Frame :
Specialization of : Animals
Number of legs : 4
Eats : meat
Lives : India and Southeast Asia
Color : tawny with stripes

در این مثال ویژگی ظاهری و بعضی صفات ببرها آمده است. حال اگر شخصی باشد که تا به حال ببر ندیده باشد ولی شیر دیده باشد برای اینکه به او ببر را بشناساند. میگوید تفاوت ها و شباهت های شیرها با ببرها چیست تا شخص با استفاده از تجربیات قبلی یک تصویر ذهنی از ببرها تشکیل دهد. در این نوع استدلال افراد یک مدل ذهنی از مفاهیم را از تجربیات پیشین در ذهن خود تشکیل میدهند.

استدلال عقل سلیم(Common-Sense Reasoning)

انسان از گونه ای استدلال برای افزایش سرعت استدلال بهره می گیرد، استدلال عقل سلیم بیشتر روی قضاوت صحیح استوار است تا منطق.

فرض کنید شما میخواهید به میهمانی بروید بدون اینکه بدانید میزبان از گل خوشش می آید یه نه؟ برای او دسته گلی میخرید. شما این نتیجه را به این دلیل گرفته اید که تصور میکنید اکثر افراد از گل خوششان می آید.

یکی از وجوه تمایز هوش مصنوعی و هوش طبیعی عقل سلیم است که مدلسازی آن بسیار سخت و دشوار است. به عبارت دیگر از پیچیدگی زیادی برخوردار است. استدلال عقل سلیم معمولا ترکیبی از چندین استدلال است.

استدلال غیر یکنواخت(Non-Monotonic Reasoning)

در این استدلال با اضافه شدن حقایق جدید ممکن است حقایق و قواعد قدیم باطل و نادرست شود.

به طور مثال اگردر یک سیستم خبره پزشکی به وجود نوعی بیماری پی ببریم ولی در طول مدتی که بیماری تشخیص داده شود، ممکن است بیماری از بین رفته باشد و یا بیماری های دیگری اضافه شود. به طور مثال اگر بیماری سرماخوردگی دیر تشخیص داده شود به بیماری ذات الریه تبدیل میشود.

استدلال های احتمالی از نوع استدلال های غیر یکنواخت محسوب میشود.

استنتاج(Inference)

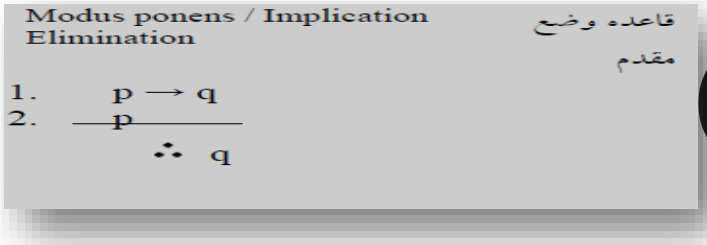
استدلال یا Reasoning یک مفهوم عام است ومیتوان برای انسان نیز به کار رود

ولی استنتاج یا Inference مفهوم فنی تری است و درمرحله پیاده سازی به کار میرود.

Inference بخش های قابل پیاده سازی Reasoning است.

قواعد پایه ای استنتاج

Conjunction / AND Introduction — عطف 1. p 2. q ∴ p ∧ q	Simplification / AND Elimination — تسهیل 1. p ∧ q ∴ p
Addition / OR Introduction — جمع 1. p ∴ p ∨ q	Disjunctive syllogism / Unit resolution — قیاس استثنایی منفصل 1. p ∨ q 2. ¬ p ∴ q
Modus ponens / Implication Elimination — قاعده وضع مقدم 1. p → q 2. p ∴ q	Modus Tollens — قاعده رفع مقدم 1. p → q 2. ¬ q ∴ ¬ p
Constructive Dilemma — قیاس ذوحدین سازنده 1. (p → q) ∧ (r → s) 2. p ∨ r ∴ q ∨ s	Destructive Dilemma — قیاس ذو حدین غیرسازنده 1. (p → q) ∧ (r → s) 2. ¬ q ∨ ¬ r ∴ ¬ p ∨ ¬ r
Hypothetical syllogism / Resolution — قیاس شرطی 1. p → q 2. q → r ∴ p → r یا 1. ¬ p ∨ q 2. ¬ q ∨ r ¬ p ∨ r	Absorption — انجذاب 1. p → q ∴ p → (p ∧ q)



حذف استنتاج(Modus Ponens)

حذف استنتاج، قانون منطقی است که ادعا می کند. اگر بدانیم A درست است و از A میتوان B را نتیجه گرفت، آنوقت Bنیز درست است. با حذف استنتاج از بدیهیات و حقایق ،حقایق جدید حاصل میشود.

اگر دمای بدن> ۳۵ باشد آنگاه تب دارد. $E1 \rightarrow E2$

اگر بیمار تب داشته باشد آنگاه پیشنهاد می شود ۲ آسپرین بخورد . $E2 \rightarrow E3$

اگر در یکی از بیماران شرایط طوری باشد که: دما بیشتر از ۳۵ باشد =E1

آنگاه می توان استدلال کرد که : بیمار تب دارد =E2

آنگاه می توان استدلال کرد که : پیشنهاد می شود ۲ عدد آسپرین بخورد=E3

حل یا رفع استنتاج(Resolution) و مقایسه آن با حذف استنتاج

Modus ponens / Implication Elimination — قاعده وضع مقدم

1. $p \rightarrow q$
2. p

$\therefore q$

Hypothetical syllogism / Resolution — قیاس شرطی

1. $p \rightarrow q$
2. $q \rightarrow r$

$\therefore p \rightarrow r$

یا

1. $\neg p \vee q$
2. $\neg q \vee r$

$\neg p \vee r$

با کمک حذف استنتاج میتوان از حقایق قبلی به حقایق جدید رسید و این عمل آنقدر ادامه پیدا میکند تا تمام اطلاعات ممکن جدید را بتوان بدست آورد.

تژی استنتاجی

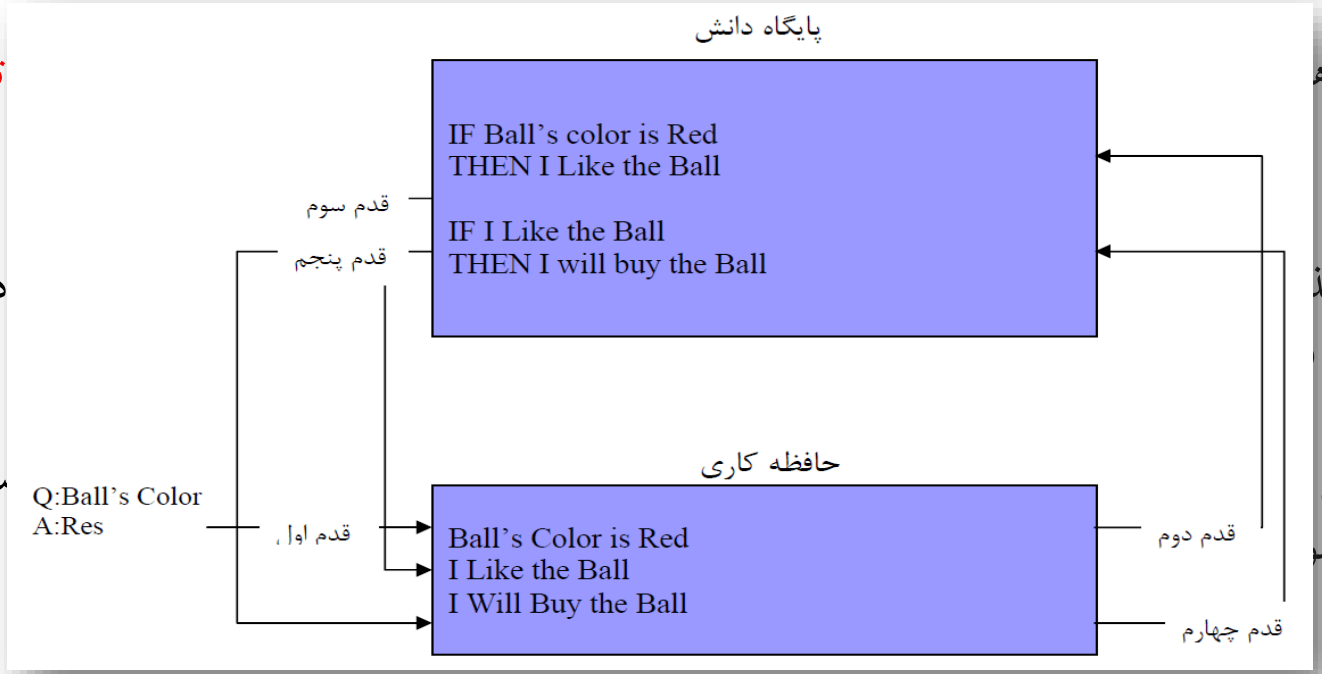
دانسته های

ست در نظر

اما در برنامه ه
است که

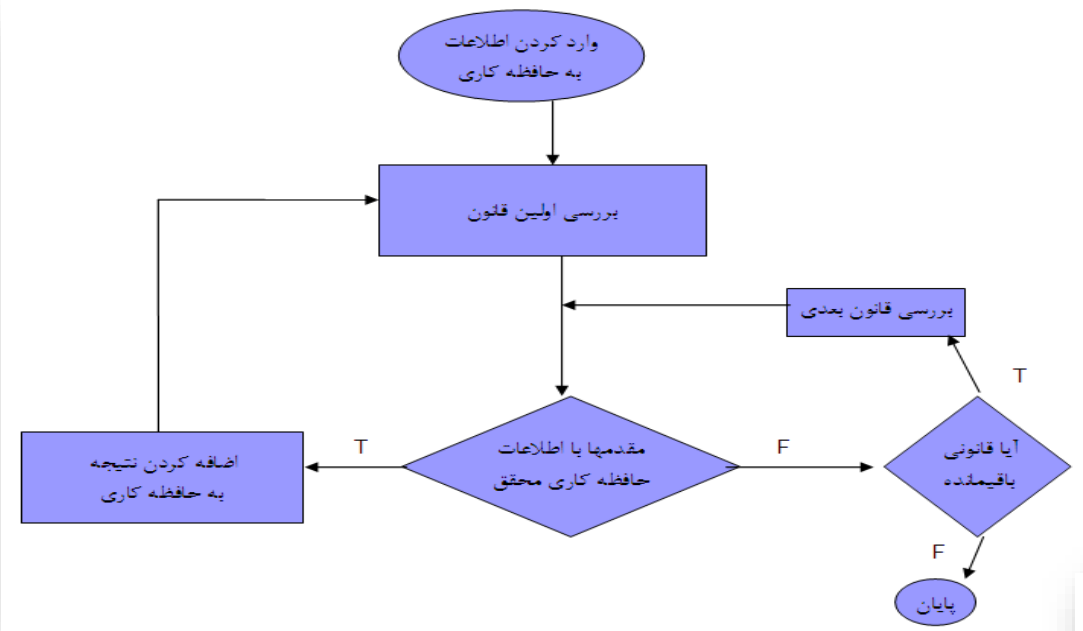
در روش حذ
جدید دامنه

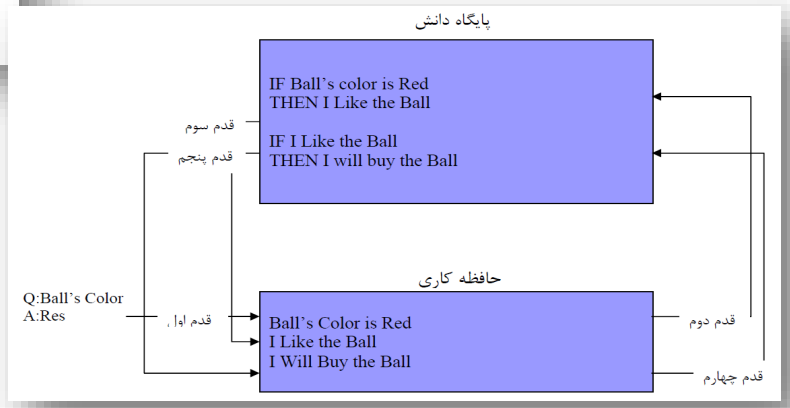
اما در روش
گرفته می ش



زنجیره پیش رو(Forward-Chaining)

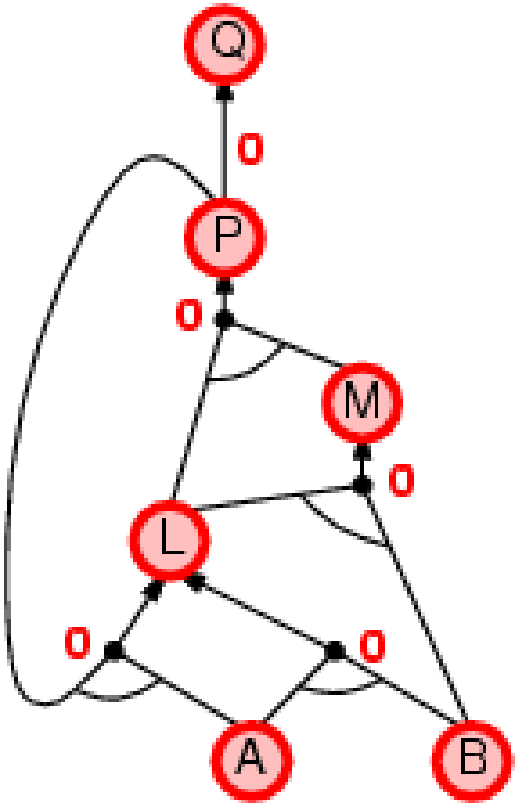
استنتاجی که با مجموعه از حقایق شناخته شده آغاز میشود و با استفاده از آنها نتایج جدیدی گرفته میشود و این روند تا زمانی ادامه می یابد که دیگرنتوان از قانونی در روند استنتاج استفاده کرد.





زنجیره پیش رو(Forward-Chaining)

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



Rule 1

IF بیمار گلو درد دارد

AND مظنون به عفونت باکتریایی است

THEN مطمئنًا بیمار گلودرد میکروبی دارد

Rule 2

IF دمای بدن بیمار بیش از ۴۰ درجه باشد

THEN بیمار تب دارد

Rule 3

IF بیمار بیش از یک ماه مریض است

AND بیمار تب دارد

THEN بیمار مظنون به داشتن عفونت باکتریایی است

با کمک روش زنجیره پیش رو را نشان می داد ، سه حقیقت زیر قابل استنتاج است:

- بیمار تب دارد
- بیمار مظنون به بیماری باکتریایی است
- مطمئن هستیم که بیمار گلودرد میکروبی دارد

Rule 4
IF بیمار تب داشته باشد
THEN بیمار باید در خانه بماند

Rule 5
IF بیمار باید در خانه بماند
THEN بیمار می تواند کتاب بخواند

با اعمال قوانین فوق به این نتیجه میتوان رسید که بیمار می تواند کتاب بخواند.

حل تداخلها

زمانیکه بیش از یک قانون میتوانند fire شوند، استراتژی حل تداخلها برای انتخاب توالی قانون اجرا شده بکار گرفته می شود .

دراین گونه سیستم ها سه فرآیند تشخیص – حل-اقدام وجود دارد:

- تشخیص: مقدم تمام قوانین با حقایق درون حافظه کاری تطبیق داده شده و تمام قوانینی که می توانند محقق شوند مشخص می شوند.

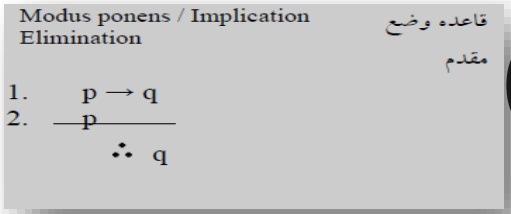
- حل: اگر بیش از یک قانون اجرا شود، یکی از قوانین بسته به استراتژی مشخص انتخاب میشود.

- اقدام: قانون اجرا شده و نتیجه آن به حقایق حافظه کاری افزوده میشود.

حل تداخلها

استراتژیهای حل تداخل

1. اولین قانونی که با پایگاه دانش منطبق شود.
2. به قوانین درجه اهمیت داده میشود (با عددی که به قانون نسبت داده شده، وزن دار میشود). لذا درمجموعه قوانینی که می توانند محقق شوند قانونی fire می شود که وزن قانونش بیشتر است.
   - قانون خیلی خاص: قانون خاص تر نسبت به قانون کلی تر ارجحیت دارد، قانونی خاص تر است که مقدم هایش بیشتر باشند. ایده اصلی آن است که هرچه قانون از اطلاعات بیشتری استفاده کند، پس دقیق تر است.
   - قوانینی که به اطلاعاتی اشاره دارد که جدیداً به حافظه کاری اضافه شده: این روش روی اطلاعات جدیدتر جهت گیری دارد.
3. قانونی که قبلا اجرا شده، اجرا نمی شود. که در تمام سیستم ها حتماً وجود دارد و از ایجاد Loopجلوگیری می کند.
4. تمام قوانین را اجرا میکند اما در خطوط مجزای استدلالی؛ به این مفهوم که تمام قوانین موازی را اجرا کرده و نتایج آنها را در حافظه های کاری موازی اضافه می کند تا به هدف های متفاوت برسد.



زنجیره پس رو(Backward-Chaining)

- زنجیره های پیشرو و پسرو هردو ازاستنتاج Modus Ponens استفاده میکنند.

- زنجیره پس رو(جستجوی هدف محور) استراتژی استنتاجی که سعی دارد با جمع آوری اطلاعات مرتبط، تئوری را اثبات کند.

- این سیستم از یک هدف شروع کرده و سعی دارد آن را ثابت کند. برای این منظور از حافظه کاری شروع می کند و نگاه می کند که آیا میتواند هدف را ثابت کند.

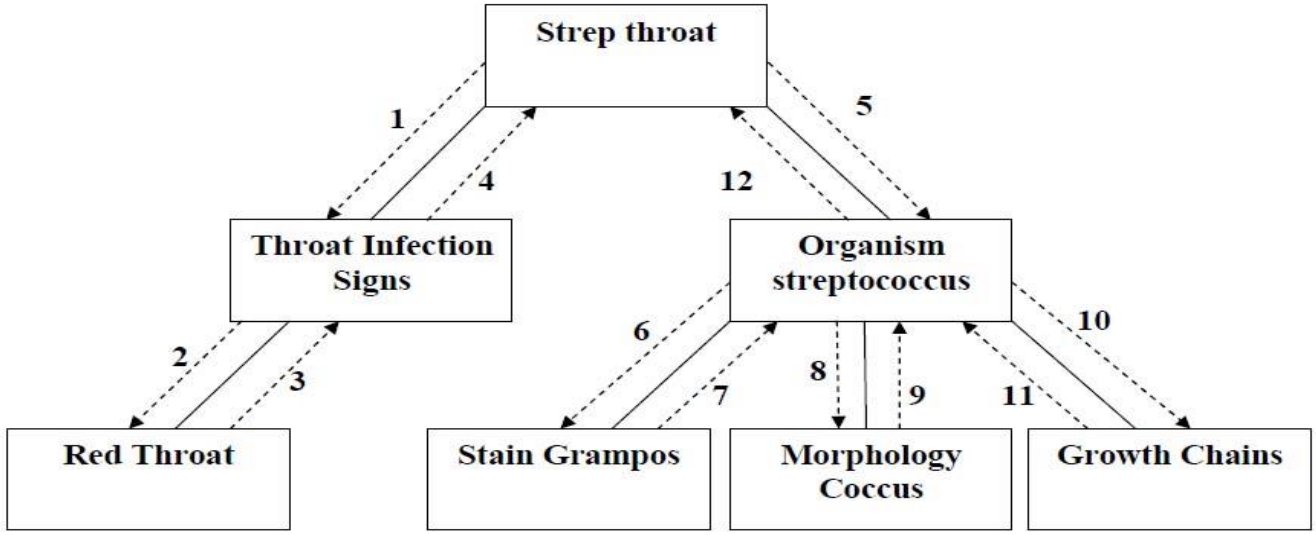
در پایگاه دانش قوانینی به نام قوانین اولیه وجود دارد، قوانین Primitive یا اولیه قانونی است که توسط هیچ قانون دیگری نتیجه نشده است و به عبارت دیگر در روند استنتاج هنگامی که به این قوانین رسیدیم استنتاج با مشاهده و بررسی حافظه کاری به پایان میرسد.

زنجیره پس رو(Backward-Chaining)

- از حافظه کاری شروع می کند و نگاه می کند که آیا میتواند هدف را ثابت کند.
- اگر ثابت نشده بود، جستجو را آغاز میکند.
- تمام قوانینی که هدف در قسمت آنگاه آنها قرار دارد را در نظر گرفته، بررسی می کند که آیا مقدم آن قوانین در حافظه کاری وجود دارد یا خیر.
  - اگر مقدمی باشد که در حافظه کاری نباشد، آنوقت خود به عنوان یک هدف جدید یا به تعبیر دیگر زیر هدف در نظر گرفته می شود. که خود ممکن است توسط قوانین دیگر اثبات شود.
- این فرآیند آنقدر ادامه پیدا می کند تا مقدمی پیدا شود که توسط قانونی اثبات نمیشود که به آن اطلاعات ابتدایی گفته میشود. اطلاعات ابتدایی، مقدم قانونی است که در قسمت آنگاه هیچ قانون دیگری نباشد.
- زمانیکه اطلاعات ابتدایی بدست آمد، سیستم از کاربر برای گرفتن مقدار آن سوال میکند، از اطلاعات گرفته شده و عکس رویه که تاکنون طی شده برای اثبات زیر هدف ها و هدف اصلی بهره گرفته می شود.

زنجیره پس رو(Backward-Chaining)

بطور مثال پزشک به بیماری مشکوک می شود و سعی میکند علائم آن بیماری را در بیمار جستجو کند. در شکل زیر زنجیره پسرو برای بیماری strep throat با دنبال کردن اعداد به دست می آید.



با دنبال کردن اعداد از throat Infection signs(علائم عفونت گلو) به Red throat(تورم گلو) میرسیم.پس اگر گلو متورم و قرمز باشد به مرحله بالا برمیگردد و نتیجه را ok میکند.در این بخش Red throat یک قانون اولیه است ،چون بعد از آن چیزی چک نمیشود.در این مثال پزشک فرض میکند که بیمار به بیماری strep throat مبتلاست. پس به دنبال علائم عفونت میگردد و با دیدن تورم و قرمزی گلو علائم را مشاهده کرده و فرض اثبات میشود.

زنجیره پس رو(Backward-Chaining)

$P \Rightarrow Q$

$L \wedge M \Rightarrow P$

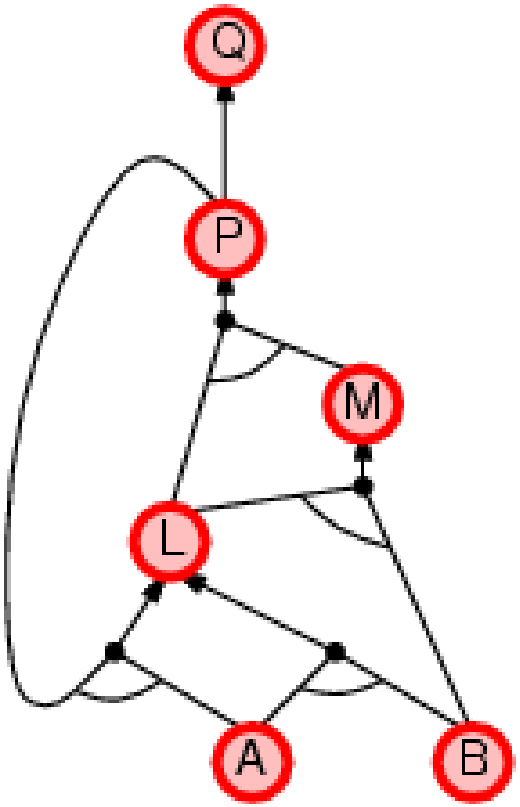
$B \wedge L \Rightarrow M$

$A \wedge P \Rightarrow L$

$A \wedge B \Rightarrow L$

A

B



زنجیره پس رو(Backward-Chaining)

مثال

فرض کنید بیماری به پزشکی مراجعه می‌کند، پس از توضیحات بیمار پزشک به گلو درد میکروبی مشکوک می‌شود، برای اثبات آن فرض کنید مجموعه قوانین پزشک شامل موارد زیر باشد:

Rule 1

IF در ناحیه گلو نشانه‌هایی از streptococcus AND نشانه‌هایی از عفونت گلو دارد

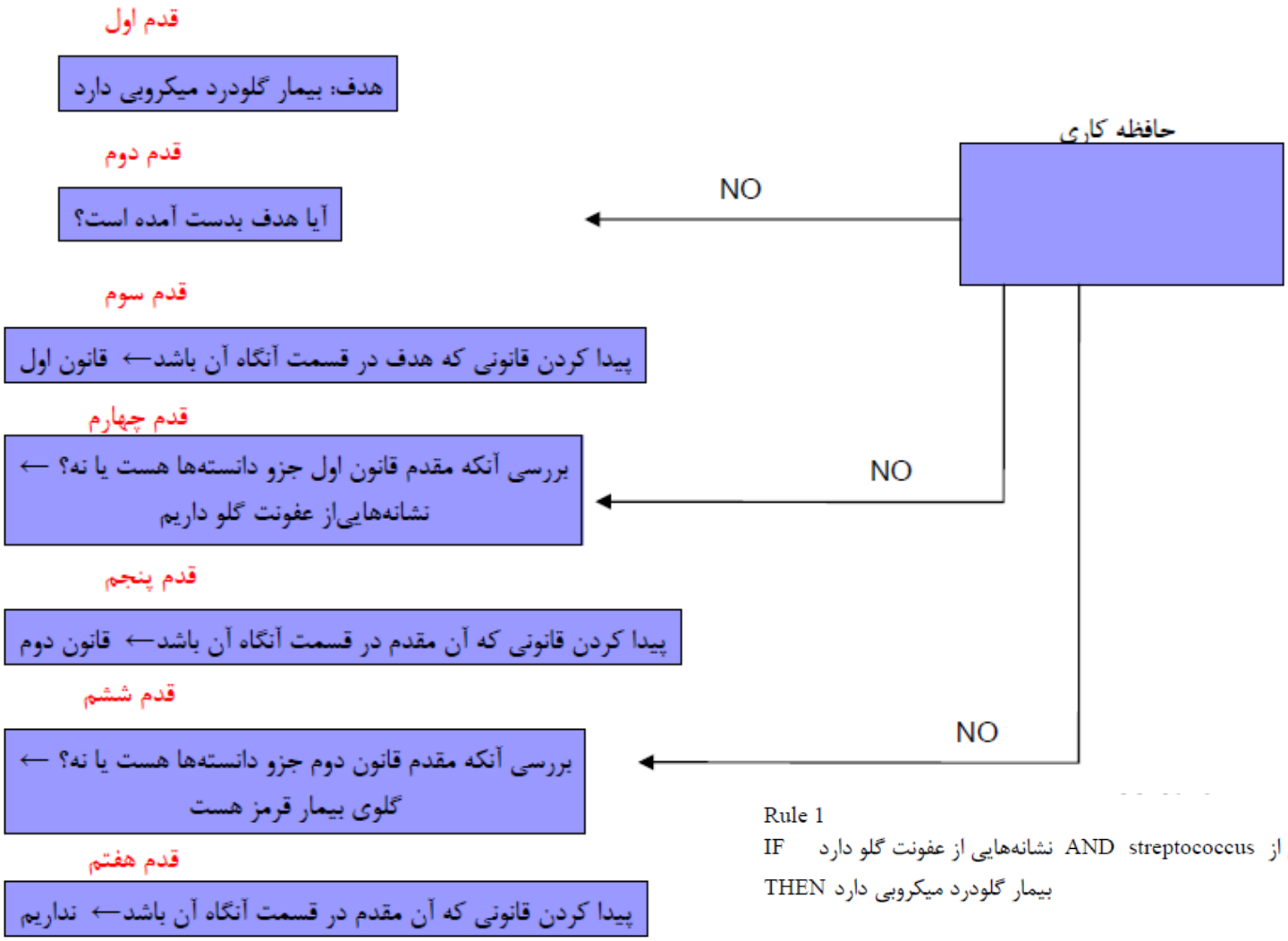
THEN بیمار گلودرد میکروبی دارد

Rule 2

IF اگر گلوی بیمار قرمز است THEN نشانه‌هایی از عفونت گلو دارد

زنجیره پس رو(Backward-Chaining)

مثال



Rule 1

IF در ناحیه گلو نشانه‌هایی از streptococcus AND نشانه‌هایی از عفونت گلو دارد

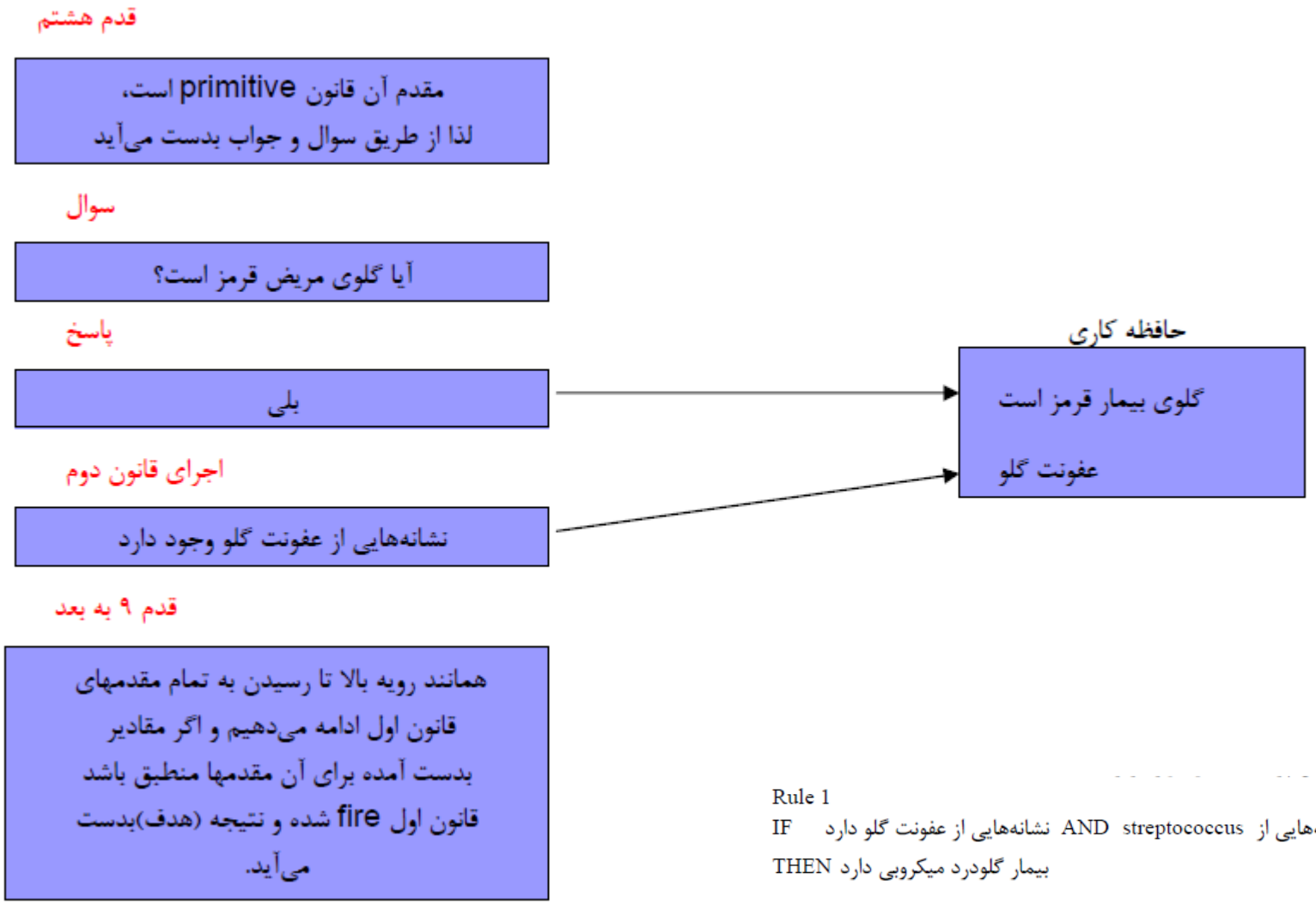
THEN بیمار گلودرد میکروبی دارد

Rule 2

IF اگر گلوی بیمار قرمز است THEN نشانه‌هایی از عفونت گلو دارد

زنجیره پس رو(Backward-Chaining)

مثال



Rule 1
IF در ناحیه گلو نشانه‌هایی از streptococcus AND نشانه‌هایی از عفونت گلو دارد
THEN بیمار گلودرد میکروبی دارد

Rule 2
IF اگر گلوی بیمار قرمز است THEN نشانه‌هایی از عفونت گلو دارد

زنجیره پس رو(Backward-Chaining)

اگر مجموعه ای از اهداف داشته باشیم روش Forward مناسب تر است یا Backward؟

روش Backward مناسبتر است به علت اینکه روند از هدف به فرض مطمئن تر و مقرون به صرفه تر میباشد و نیازی به پیمودن مسیرهای اضافی برای رسیدن به هدف نیست.

حال اگر سیستم دارای چند هدف باشد بهتر است این اهداف متناسب با قوانین، Module بندی شود تا روند استنتاج با کارایی و سرعت بیشتری انجام شود . این ماژول بندی باعث میشود تا سیستم سوال و جواب های مرتبط تری را بپرسد.

کاربر هوشمند (Intelligent User)

بعد از اینکه اهداف Module شد، چند سیستم خبره کوچکتر خواهید داشت و وقتی سیستم Runمیشود چند هدف برای اثبات دارید و از شما پرسیده خواهد شد در پی اثبات کدام هستید.

با دانستن هدف شما، سیستم سوالات مرتبط با هدف شما را خواهد پرسید پس کاربر باید هوشمند فرض شود. یعنی با قرار دادن لیستی از اهداف از کاربر کمک بخواهیم تا با انتخاب اهداف مورد نظر محدوده جستجو را مشخص کند.

مزیت زنجیره پیشرو

۱- روش های پیشرو برای حل مسائل با جمع آوری اطلاعات شروع میکند. بنابراین این روش برای مسائلی که در ابتدا نیاز به جمع آوری اطلاعات دارند مناسب هستند. زبان CLIPS نمونه ای از روش پیشرو میباشد.

۲- برای مسائلی نظیر planning، پالایش Monitoring،کنترلControl، تفسیر Interpretationمناسب است. زیرا این مسائل مبتنی بر جمع آوری اطلاعات است.

۳- از مجموعه ای کوچک از حقایق مجموعه ای زیاد اطلاعات ایجاد می کند.

معایب زنجیره پیشرو

۱- نمی تواند تشخیص دهد که برخی اطلاعات مهمتر از برخی دیگر هستند.

۲- سیستم سوالات بسیاری می کند در حالیکه تعداد کمی از آن سوالات میتواند به راه حل منجر شود.

مزیت زنجیره پسرو

۱- در این روش تنها بخشی از پایگاه دانش جستجو می شود که مرتبط با هدف و اثبات آن باشد.

۲- در مسائلی که از یک فرضیه آغاز می شوند، بسیار خوب عمل می کند.

۳- در این روش براساس هدف داده شده کار شروع می شود. سوالات مرتبط با هدف و اثبات آن است.

۴- برای گونه ای مسائل مانند: تشخیص پزشکی، تجویز پزشکی و رفع نقص بسیار مناسب است.

معایب زنجیره پسرو

۱- پایه ای ترین عیب این تکنیک آن است که سیستم تنها یک مسیر استنتاجی داده شده را پی می گیرد حتی اگر باید به مسیری دیگر سویچ کند، این کار را تا رسیدن به انتهای آن خط نمیتواند تغییر دهد.

۲- نیاز به استفاده از ضریب اطمینان و فراقوانین برای کمک به حل مساله.

مقایسه زنجیر پیشرو و زنجیر عقبگرد

- زنجیر پیشرو(FC)، اصطلاحا data-driven است.
  - بصورت اتوماتیک و یک فرایند کاملاً ناآگاهانه است.
  - ممکن است خیلی از استنتاج های اضافی که در راستای رسیدن به هدف نیست را انجام دهد.

- زنجیر عقب گرد (BC)، اصطلاحاً goal-driven است.
  - مناسب برای حل مسائل
  - پیچیدگی BC خیلی کمتر از پیچیدگی خطی است (متناسب با سایز پایگاه دانش)