تکنیک‌های استنتاج

فرآیند کار با دانش، حقایق و استراتژی‌های حل مساله برای رسیدن به نتیجه را استدلال یا استنتاج می‌گویند.

پرسش: مفهوم استنتاج و استدلال چه شباهت‌ها وتفاوت‌هایی با یکدیگر دارند؟

استدلال استنباطی (Deductive Reasoning)

روش استنتاج استنباطی، روشی از کل به جزء است.

Implication: I will get wet if I am standing in the rain
Axiom: I am stunding in the rain
Conclusion: I will get wet

من خیس خواهم شد، اگر زیر باران بایستم.
من زیر باران ایستاده‌ام، پس خیس خواهم‌شد.

$$\text{B IF A} \equiv \frac{A \rightarrow B \quad A}{B}$$

نکته: در استنتاج استنباطی از Modus Ponens استفاده‌می‌شود.

استدلال استقرایی (Inductive Reasoning)

روش استنتاج استقرایی، جزء به کل است. انسان‌ها استدلال استقرایی را برای رسیدن به نتایج کلی، با استفاده از مجموعه‌ای محدود از حقایق و با کمک فرآیند تعمیم به کار می‌برند.

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

میمونها در باغ وحش A موز می‌خورند.
میمونها در باغ وحش B موز می‌خورند.
.....
در نتیجه تمام میمونها موز می‌خورند.

در این مثال مشاهده‌می‌شود که با دیدن نمونه‌هایی محدود، با استفاده از تعمیم، این قانون را به کل مجموعه نسبت‌داده شده‌است، ولی این نتیجه‌گیری، همیشه درست نیست.

نکته: روش استقرایی برای ایجاد قوانین استفاده‌می‌شود، در حالی که روش استنباطی از قوانین برای رسیدن به نتایج، استفاده‌می‌کند.

استدلال معکوس یا انتزاعی[1] (Abductive Reasoning)

در استدلال استنباطی از علت به معلول می‌رسیم در حالی که در استدلال معکوس از معلول به علت می رسیم.
این استدلال را استنتاج توجیه‌کننده(Plausible Inference) می‌نامند.

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 ؟

$$B \text{ IF } A \equiv \frac{A \rightarrow B \quad B}{A}$$

استدلال قیاسی (Analogical Reasoning)

استدلال قیاسی، از مقایسه‌ی مفهومی با مفهوم دیگر به دست می‌آید.

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

در این مثال ویژ گی‌های ظاهری و بعضی از صفات ببرها آمده‌است. حال اگر شخصی باشد که تا به حال ببر، ندیده باشد ولی شیر دیده باشد برای این که به این شخص حیوان ببر را بشناساند، می‌گویند تفاوت‌ها و شباهت‌های شیرها با ببرها چیست تا شخص با استفاده از تجربیات قبلی یک تصویر ذهنی از ببر تشکیل‌دهد. در این نوع استدلال افراد یک مدل ذهنی از مفاهیم را از طریق تجربیات پیشین در ذهن خود تشکیل‌می‌دهند.

استدلال عقل سلیم یا حکمت عامیانه (Common Sense Reasoning)

این استدلال، از منطق خاصی پیروی نمی‌کند. در این روش به گونه‌ای استدلال می‌شود که انتظار می‌رود، بهترین استدلال ممکن باشد، در صورتی که ممکن است همیشه بهترین استدلال نباشد. با این حال، در اکثر موارد درست است.
فرض‌کنید شما می‌خواهید به مهمانی بروید بدون این که بدانید میزبان از گل خوشش می‌آید یا نه ؟ برای او دسته گلی می‌خرید. شما این نتیجه را به این دلیل گرفته‌اید که تصور می‌کنید، اکثر افراد از گل خوششان می‌آید.

نکته: یکی از وجوه تمایز هوش مصنوعی و هوش طبیعی در عقل سلیم است که مدل‌سازی آن تا اندازه ای دشوار است. به عبارت دیگر از پیچیدگی زیادی برخوردار است. استدلال عقل سلیم معمولا ترکیبی از چندین استدلال است.

[1] - برگردان واژه Abduction در برخی از نوشتارها "فرضیه‌سازی" است.

استدلال غیر یکنواخت (Non-Monotonic Reasoning)

در این استدلال با افزوده‌شدن حقایق جدید ممکن است حقایق و قواعد قدیم باطل و نادرست شوند. به طور مثال، اگر در 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 محسوب‌می‌شوند.

پرسش: استدلال‌های یکنواخت ساده‌ترند یا استدلالهای غیر یکنواخت؟ چرا؟

استدلال‌های یکنواخت ، به علت این که بحث کنترل ناسازگاری در آنها وجود نداشته و در طول زمان طراحی سیستم خبره حقایق و قوانین، ثابتند.

استنتاج (Inference)

استدلال یا Reasoning یک مفهوم عام است و می‌تواند برای انسان نیز به کار رود، ولی استنتاج یا Inference مفهوم فنی‌تر است و معمولا در رابطه با طراحی و پیاده‌سازی سیستم های خبره به کار می‌رود. شاید بتوان گفت که Inference بخش‌های قابل پیاده‌سازی Reasoning است.

کاربرد قانون Modus Ponens در زنخیره استنتاج

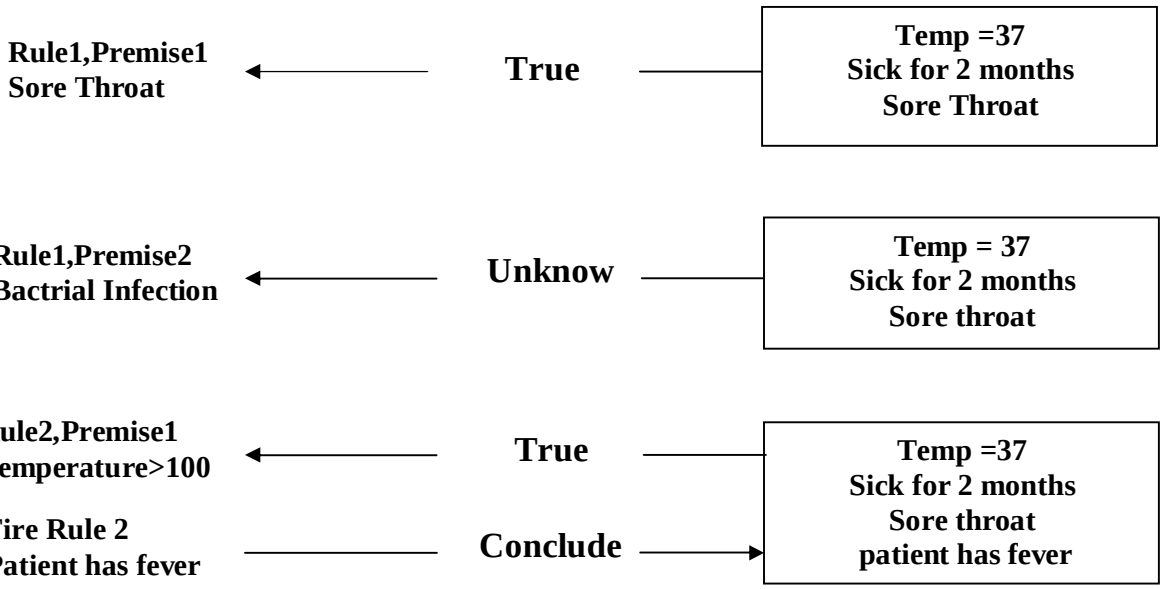
State-0 $E^1 \rightarrow E^2$ $E^2 \rightarrow E^3$	**State-1** $E^1 \rightarrow E^2$ $E^2 \rightarrow E^3$ $E^1 \rightarrow$ temperature >37º
State-2 $E^1 \rightarrow E^2$ $E^2 \rightarrow E^3$ $E^1 \rightarrow$ temperature > 37º $E^2 \rightarrow$ patient has high temperature	**State-3** $E^1 \rightarrow E^2$ $E^2 \rightarrow E^3$ $E^1 \rightarrow$ temperature >37º $E^2 \rightarrow$ patient has high temperature $E^3 \rightarrow$ Advice two Aspirins

در state0 ، E^1نتیجه‌می‌دهد E^2 و E^2 نتیجه‌می‌دهد E^3، حال مفهوم E^1 در state1 آمده است که دمای بالای 39 درجه است و E^2 دمای بالای بیمار است و E^3 توصیه 2 تا آسپرین است. این روند را روند استنتاج پیشرو می گویند.

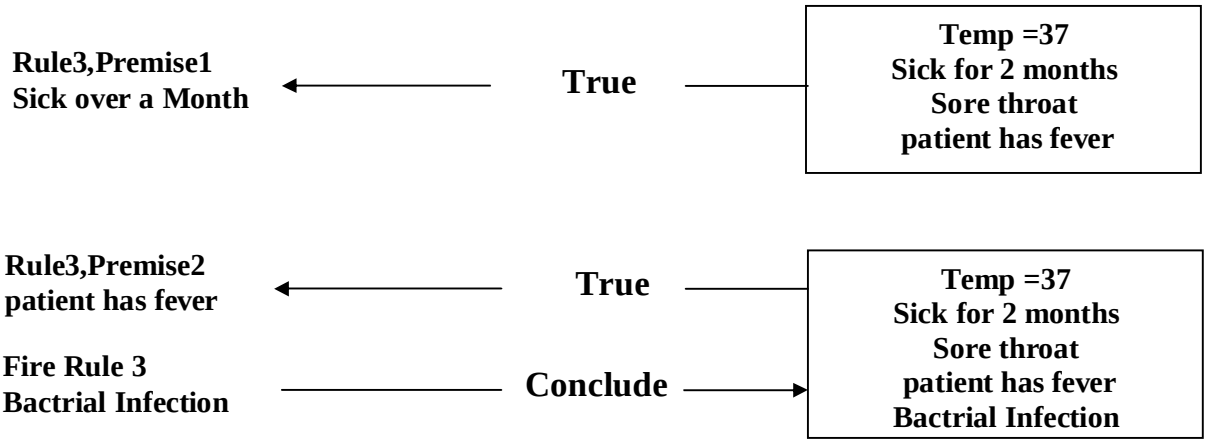
زنجیره پیشرو (Forward Chainig)

زنجیره پیشرو استنتاجی است که با مجموعه‌ای از حقایق شناخته شده، آغازمی‌شود و با استفاده از آنها، نتایج جدیدی گرفته‌می‌شود و این روند تا زمانی که دیگر نتوان از قانونی در روند استنتاج استفاده‌کرد، ادامه‌می‌یابد.

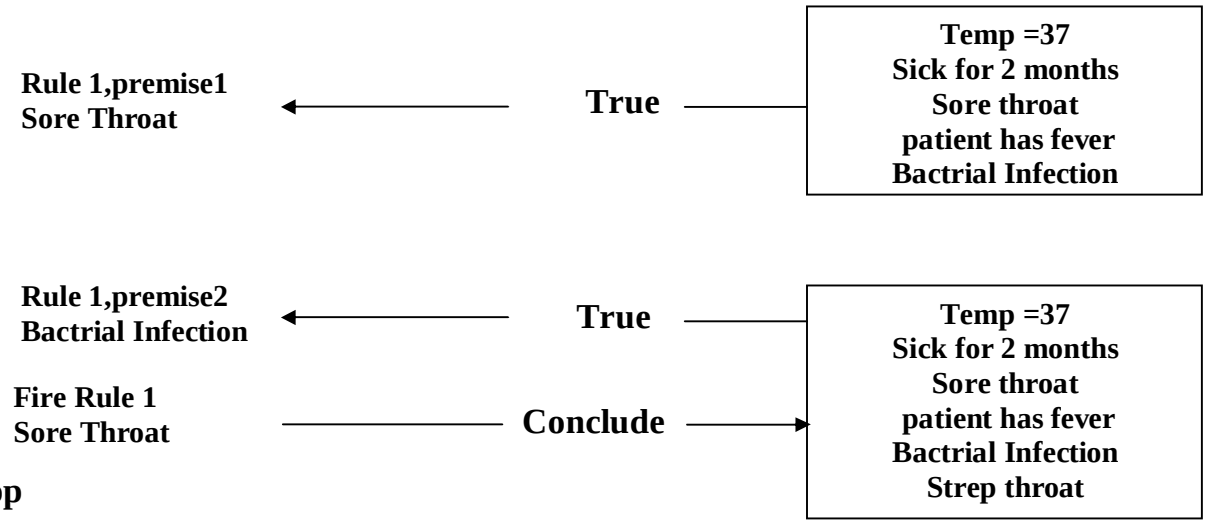
Cycle 1



Cycle 2 Note : Rule 1 again unknown and Rule 2 fired



Cycle 3



Stop

Rule 1:
If the paitent has a sore throat
AND we suspect a bacterical Infection
THEN we believe the paitent has strep throat

اگر بیمار گلو درد داشته باشد و ما به عفونت باکتریایی مظنون باشیم.
ما گمان به گلو درد میکروبی می بریم.

Rule 2:
IF the paitent's tempreture is > 37
THEN the patient has a fever

اگر دمای بدن بیمار بالای 37 درجه است ، بیمار تب دارد .

Rule 3:
IF the paitent has been sick over a month
AND the paitent has a fever
THEN we suspect a bactrial infection

اگر بیمار بیشتر از یک ماه بیمار باشد و بیمار تب نیز داشته باشد.
ما به گلو درد عفونی مظنون خواهیم شد.

Rule 4:
IF the patient has a fever
THEN the paitent can't go out on a date

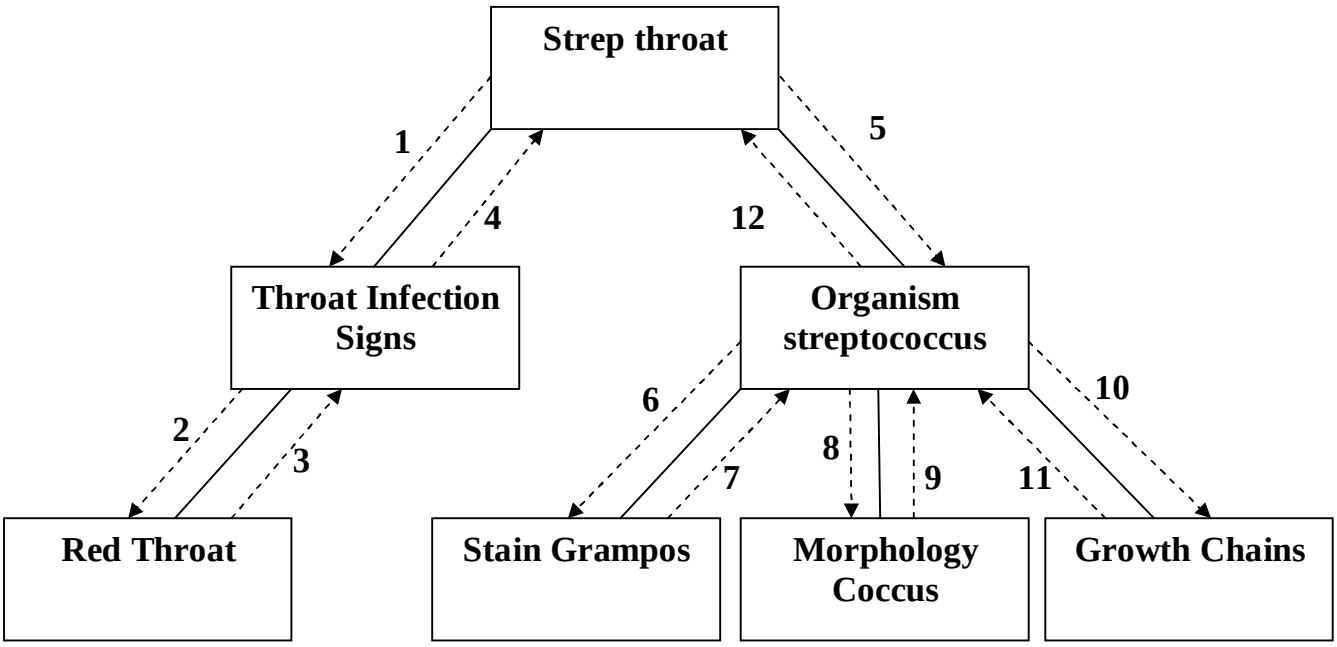
اگر بیمار تب دارد، بیمار برای مدتی نمی‌تواند از خانه خارج‌شود.

Rule 5:
IF the paitent can't go out on a date
THEN the paitent should stay home and read a book

اگر بیمار نتواند از خانه برای مدتی خارج شود پس باید در خانه بماند و کتاب بخواند.

زنجیره پسرو (Backward Chaining)

زنجیره‌های پیشرو و پسرو هر دو از استنتاج Modus Ponens استفاده‌می‌کنند. زنجیره پسرو استراتژی است که تلاش‌می‌کند تا فرضیه‌ای را با جمع‌آوری اطلاعات مرتبط اثبات نماید. در پایگاه دانش، قوانینی به نام قوانین اولیه وجود دارد؛ قوانینPrimitive یا اولیه، قانونی است که توسط هیچ قانون دیگری نتیجه نشده‌است و به عبارت دیگر در روند استنتاج، هنگامی که به این قوانین رسیدیم استنتاج با مشاهده و بررسی حافظه کاری، به پایان می‌رسد.
در شکل 6-1، زنجیره پسرو برای بیماری Strep Throat بررسی‌می‌شود:



شکل6-1: زنجیره پسرو برای بیماری Strep Throat

در شکل6-1 با دنبال کردن اعداد throat Infection signs (علایم عفونت گلو) به Red throat (تورم گلو) می‌رسیم. پس اگر گلو متورم و قرمز باشد به مرحله بالا بر می‌گردد و نتیجه را ok می‌کند. در این بخش Red throat یک قانون اولیه یا primitive است چون بعد از آن چیزی چک نمی شود.

در این مثال پزشک فرض می‌کند که بیمار به بیماری Strep throat مبتلاست. سپس به دنبال علایم عفونت می‌گردد و با دیدن تورم و قرمزی گلو، علایم بیماری را مشاهده کرده و فرض اثبات شده است.

در روش Backward حدسی زده می‌شود و با توجه به قانون‌ها موجود به دنبال داده هایی می‌گردد که سبب اثبات درستی حدس‌ها شود. با مطالعه نمودار از پایین به بالا هر کدام از موارد یک Rule است. به طور مثال قرمزی و تورم گلو یک علامت برای عفونت است و اگر علامت عفونت مشاهده شود، می‌تواند به دلیل بیماری strep throat باشد.

پس مطالعه از بالا به پایین (از ریشه به سمت برگها)روند استنتاج Backward می باشد و از پایین به بالا (از برگها به سمت ریشه) نمایانگر Rule است.

از بالا به پایین نمودار گویای این موضوع است که اگر کسی بیماری گلو درد داشته باشد که می‌تواند منشاء باکتریایی یا عفونی داشته باشد. اگر منشاء عفونی داشته باشد گلو متورم می‌شود و اگر باکتریایی باشد می‌بایست سه علامت Stain Grampos و Morphology Coccus و Growth Chains را داشته‌باشد.

ممکن است این روش چندین هدف فرضی را اثبات نماید. در اینگونه سیستم‌ها مجموعه اهدافی موجود است که باید تک تک به اثبات برسند.

پرسش: اگر مجموعه ای از اهداف داشته باشیم، روش Forward مناسب‌تر است یا Backward ؟

پاسخ: روش Backward مناسب‌تر است به علت اینکه روند از هدف به فرض مطمئن‌تر و مقرون به صرفه‌تر است 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 ماژول‌بندی باعث‌می‌شود تا سیستم سوال و جواب های مرتبط‌تری را بپرسد.

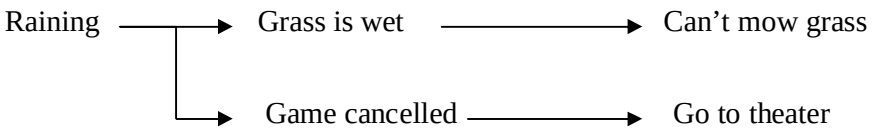
کاربر هوشمند (Intelligent User)

بعد از این که اهداف، Module بندی شد حال چند سیستم خبره کوچکتر خواهید داشت و قتی سیستم Run می‌شود چند هدف برای اثبات دارید و از شما پرسیده خواهدشد شما در پی اثبات کدام هدف 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.

معایب و مزایای تکنیک‌های زنجیره‌ای(روش‌های پیشرو و پسرو)

مزایای زنجیره‌ی پیشرو

1. روش‌های پیشرو، برای حل مسائل با جمع آوری اطلاعات شروع می‌کند بنابراین چنین روش‌هایی برای مسائلی که در آغاز نیاز به جمع‌آوری اطلاعات دارند، مناسب است. زبان CLIPS نمونه‌ای از زبان‌هایی که موتور استنتاج آن پیشرو است.



2. روش‌های پیشرو برای مسائلی نظیر طراحی، برنامه ریزی، پایش، کنترل و تفسیر مناسب است زیرا این نوع مسائل مبتنی بر جمع آوری اطلاعات است.
3. در اینگونه مسائل با داده کم می‌توان نتایج زیادی یافت. مانند مثال بالا که با آمدن باران، چندین نتیجه گرفته شده است. (تفسیرهای متنوع)

معایب زنجیره‌ی پیشرو

1. روش‌های پیشرو فاقد اولویت‌دهی یا تعیین اهمیت سوال‌ها است.

Q. Do you believe you are suffering a heart attack?
A. YES…YES…YES
Q. Is your nose running?
A. WHAT!!!!!

آیا تصور می کنید که دچار حمله قلبی شده اید؟ بله

آیا آبریزش بینی دارید؟ چی!!!!!!!!!!

2. در سیستم‌های پیشرو؛ ممکن است سوالات نامربوطی پرسیده شود. چون هدف در این روش مشخص نیست و سیستم می بایست در پی جمع‌آوری اطلاعات باشد.

Q. Do you have a high temperature?
Q. Have you visited England lately?

آیا دمای بدن شما بالاست؟

آیا به تازگی به انگلستان رفته‌ای؟

مزایای زنجیره‌ی پسرو

روش‌های پسرو، برای مسائلی که در آغاز فرضی بنا شده و سپس در جهت اثبات آن هستیم، مناسب است.

1. به دلیل بنا نمودن یک فرض سوالات مربوط به هم مطرح‌می‌شود.
2. جستجو تنها بخشی از پایگاه دانش مرتبط با مساله را پیدا می‌کند.
3. برای کاربردهایی نظیر عیب‌یابی ، تشخیص و توصیه مناسب است.

معایب زنجیره پسرو

روش‌های پسرو به دلیل خط و سیر استدلال خاصی که دارند، ممکن است به بن بست منتهی‌شوند. فراخوانیMeta-Ruleها می‌توانند کمک موثری برای جلوگیری از این مشکل باشند. زبان Prolog نمونه‌ی از روش Backward است.

انتخاب بین روش‌های پیشرو و پسرو

پرسش: برای حل مسائل روش پیشرو را انتخاب کنیم یا روش پسرو؟

پاسخ: ابتدا باید مساله را خوب بشناسیم اگر مساله به گونه‌ای است که در ابتدا نیاز به جمع آوری اطلاعات وسپس نتیجه گیری دارد، روش پیشرو مناسب‌تر است. اما اگر ابتدا حدسی زده‌می‌شود و سپس با جمع آوری اطلاعات، در تلاش برای اثبات حدس خود هستید، روش پسرو، مناسب‌تر است. در مسائلی ممکن است بخشی از مساله با روش Forward و بخش دیگر با روش Backward حل‌شود. به طور مثال در سیستم پزشکی ، پزشک ابتدا حدسی در مورد بیماری می زند(Backward) و با انجام آزمایشات و مشاهده نتایج ممکن است حدس پزشک تغییر نماید(Forward).

روشهای ترکیب دو روش Forward و Backward

این دو روش می‌تواند 1- سیستم‌های جدا از هم طراحی نماییم. 2- استفاده از Demon Rules با هم ترکیب‌شوند.

1- طراحی سیستم‌های جدا از هم: برای مسائل پیچیده، طراحان سیستم خبره اغلب ابتدا مساله را به چندین زیر وظیفه تقسیم می‌کنند، سپس برای هر مساله، سیستم خبره جداگانه‌ای طراحی‌می‌شود. هر یک از این سیستم‌ها، بخشی از مساله اصلی را حل خواهندکرد و در حل مساله کنترل می‌تواند بین زیر سیستم‌ها، جابه‌جا شود.

Forward
IF patient is suffering persistent headahes
AND patient is suffering dizziness
THEN there is evidence of meningitis

اگر بیمار سر درد و سر گیجه دارد. احتمالا منتژیت دارد.

Backward
IF there is evidence of meningitis
THEN Load meningitis Expert

اگر علایم مشاهده شده مربوط به منتژیت است، سیستم خبره منتژیت را بارگذاری کن.

2- استفاده ازقوانین نگهبان یا Demon Rules : قوانینی هستند که وقتی شرایط آنها با محتوای حافظه کاری تبطیق یافت فعال می شوند.

Demon Rule 1: Tank pressure problem
IF power is off
AND tank pressure > 1000
THEN problem = tank pressure problem

اگر منبع خاموش است و فشار منبع بالاتر از 1000 است، مشکل فشار منبع می باشد.

Demon Rule 2 : Emergency situation
IF problem = tank pressure problem
Then situation = Emergency

اگر مشکل فشار منبع است، موقعیت اضطراری است.

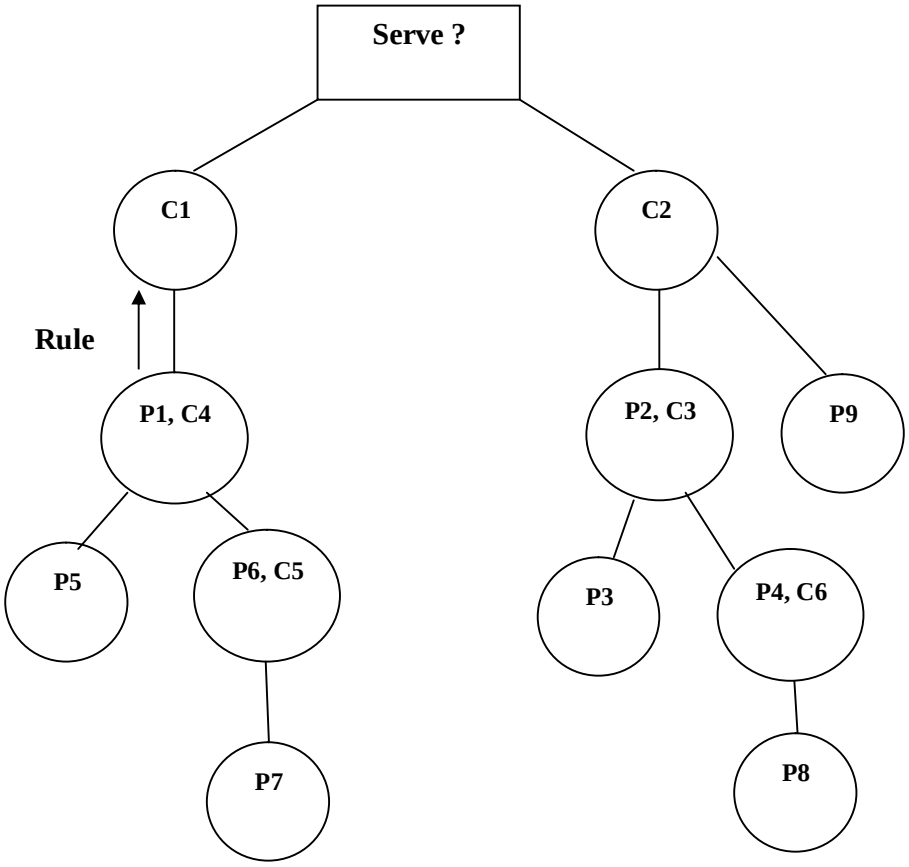
Demon Rule 3 : Evacuate
IF situation = Emergency
THEN Response = Evacuate personnel

اگر موقعیت اضطراری است پرسنل را مطلع ساز.

این برنامه در هر لحظه در حال اجرا است؛ یعنی در هر لحظه فشار را چک می‌کند و وضعیت‌ها را بررسی‌می‌نماید و اگر موقعیت را اضطراری تشخیص داد، توصیه یا عملی را انجام دهد. مانند آنتی ویروس‌ها یا Fire Alarm

تکنیک‌های پایه جستجو

فضای مساله: فضای مساله می‌تواند گراف یا درخت باشد. به طوری که گره‌ها بیانگر حالت‌های مساله و شاخه‌ها بیانگر رابطه بین حالت‌ها هستند.



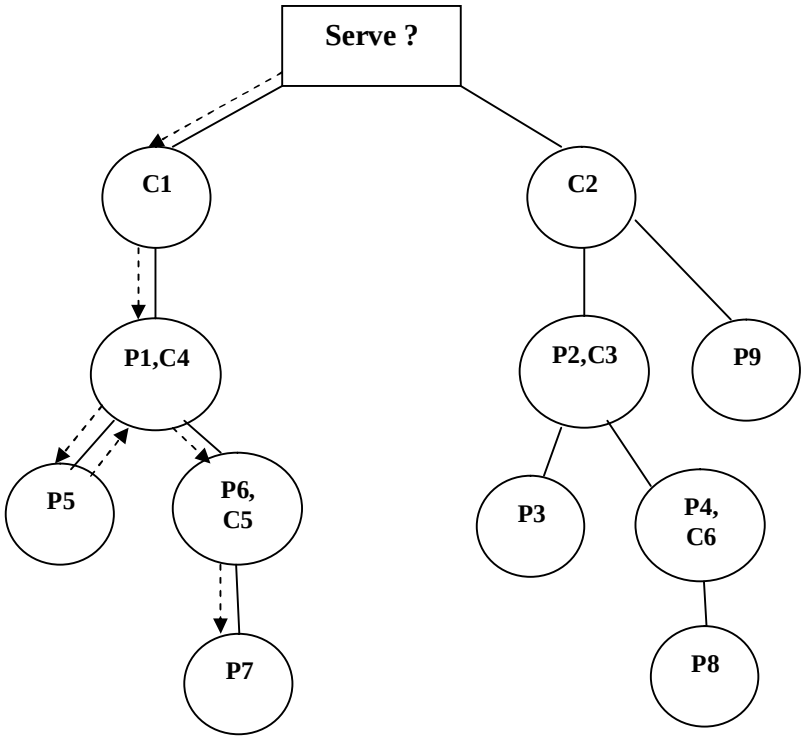
شکل6-2: بازنمایی فضای مساله به صورت درخت یا گراف

Rule1
IF you purchase meat –P1
THEN you should serve red wine –C1

با مشاهده Rule1 و گراف بالا مشاهده‌می‌شود Rule ها به نوعی ارتباط بین گره‌ها در یک درخت را بیان می‌کنند. به این درخت‌ها، شبکه استنتاج یا Inference network می‌گویند. پس هر کدام از یالها بیانگر یک Rule است.

1- جستجوی عمقی Depth First Search(DFS)

می‌توان بر روی فضای مساله که یک گراف است جستجو انجام داد که اولین روش مورد بحث جستجوی عمقی است. در این جستجو، یک شاخه را می‌گیریم تا به جواب برسیم اگر نرسیدیم، پسگرد می‌کنیم. روش عمقی در شکل6-3 نشان داده شده است.



شکل6-3: روش عمقی روی یک مثال

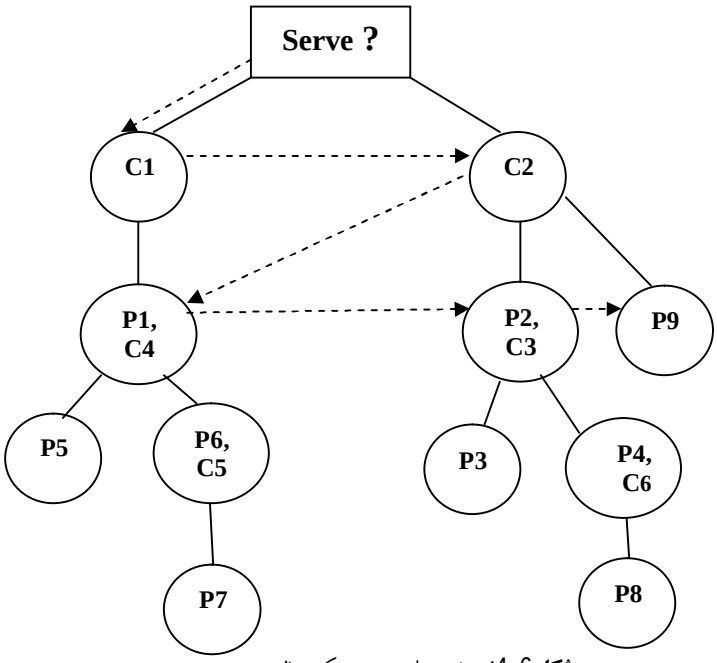
مزایای جستجوی عمقی

1. اگر راه حلی موجود باشد، یافتن آن را تضمین می‌نماید.
2. سریع در مساله عمیق و وارد جزئیات می‌شود.
3. بر روی یک راه حل خاص تمرکز می‌کند، از این رو، سوالات مرتبطی پرسیده می‌شود.

معایب جستجوی عمقی

1. به دلیل ناآگاهی و جستجوی کورکورانه ، زمان‌بر است.
2. برای مسائل با فضاهای بزرگ، نامناسب است.
3. برای مسائلی که راه حل‌های آنها سطحی است، کارآیی ندارد.

2- جستجوی سطحی Breadth First Search(BFS)



شکل6-4: روش سطحی روی یک مثال

مزایای جستجوی سطحی

1. اگر راه حلی موجود باشد یافتن آن را تضمین می نماید. به علت این که گراف ها دور ندارند.
2. راه حل های‌ساده و مسیرهای با عمق کم را از دست نمی‌دهد.

معایب جستجوی سطحی

1. نا آگاهانه است، زیرا در آن از تابع تخمین H استفاده نمی‌شود.
2. زمان‌بر است.
3. برای مسائل با فضای بزرگ کاربرد ندارد.
4. رابطه آن با کاربر ضعیف است . زیرا در روش سطحی، شاخه‌های متفاوتی بررسی‌می‌شود، پس سوالات پرسیده شده سوالات مرتبط به هم نیست.

3- جستجوی اول بهترین: این روش، بخشی از دانش مساله، جهت استدلال استفاده می کند که در AI تابع ارزیابی می‌نامند و در سیستم‌خبره به عنوان قواعدHeuristic شناخته‌می‌شود.

موارد کاربرد قواعدHeuristic

1. مرتب‌کردن اهداف
2. مرتب‌سازی فرض‌ها
3. استفاده از فرا قاعده‌ها یا Meta Rules
4. استفاده از قواعد با اولویت
5. استفاده از ضرایب اطمینان (CF)

مزایای جستجوی اول بهترین

1. روشی آگاهانه است یعنی از دانش حل مساله برای هدایت جستجو استفاده می‌کند.
2. مدل‌سازی استنتاج انسان‌گونه البته تا اندازه‌ای

معایب جستجوی اول بهترین

در این روش تضمینی برای یافتن راه حل وجود ندارد. چون ممکن است Heuristic درست نباشد.

استنتاج یکنواخت: بدین معناست که در روند استنتاج فرض‌های مساله تغییر نمی‌کند. مثلا برای تشخیص عیب ترانزیستور.

Assertion: Transistor Q1 is bad
Rule: IF Transistor Q1 is bad
THEN Replace Transistor Q1
Conclusion: Replace Transistor Q1

اگر ترانزیستور خراب است،با یک ترانزیستور سالم جایگزین شود. پس نتیجه‌گرفته‌می‌شود جایگزین شود زیرا در طول استنتاج ترانزیستور سالم نخواهدشد.

استنتاج غیریکنواخت: روشی برای استنتاج است که اجازه تغییر در استدلال به دلیل تغییرات در حقایق یا واقعیت‌ها را می‌دهد. بیشتر استدلال‌های انسانها غیر یکنواخت است.

Assertion: It is raining –FACT1
Rule: IF It is raining
THEN carry an umbrella
Conclusion: Carry an umbrella—FACT2

اگر باران می بارد چتر بردار. حال ممکن است تا می‌آید بیرون، باران قطع شود.

تمرین‌ها

تمرین6-1: آیا استدلال پیش‌فرض(Default Reasoning)، همان استدلال عقل سلیم است؟ چه تفاوت‌ها وشباهت‌هایی با یکدیگر دارند؟

تمرین6-2*: علاوه بر روش‌های استدلال نام‌برده‌شده، چه روش‌های استدلال دیگری وجود دارد؟

تمرین6-3*: در فلسفه، مفاهیمی نظیر تمثیل و استقرا و قیاس چگونه تعریف‌می‌شود؟ با کدام یک از روش‌های استدلال که توضیح داده‌شد، معادلند؟

تمرین6-4*: تفاوت کارکرد مفهوم استنتاج در حوزه روان‌شناسی با حوزه منطق در چیست؟ با مثال توضیح دهید.

تمرین6-5: با پرس‌وجو از مثال زیر تفاوت استنتاج پیشرو و استنتاج پسرو را شرح دهید.

Q: if the weather is awful, do uou get a good garde?

1. study → good_grade
2. not_study → bad_grade
3. sun_shines → go_out
4. go_out → not_study
5. stay_home → study
6. awful_weather → stay_home

گاهی سکوت بیش از هر استدلالی به ما کمک می‌کند. (سنکو)