

تکنیک های استنتاج

فرآیند کار با دانش، حقایق و استراتژی های حل مساله برای رسیدن به نتیجه را استدلال یا استنتاج می گویند.

پرسش: مفهوم استنتاج و استدلال چه شباهت ها و تفاوت هایی 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 standing in the rain

Conclusion: I will get wet

من خیس خواهم شد، اگر زیر باران بایستم.

من زیر باران ایستاده ام، پس خیس خواهم شد.

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

A

B

نکته: در استنتاج استنباطی از Modus Ponens استفاده می شود.

استدلال استقرایی (Inductive Reasoning)

روش استنتاج استقرایی، جزء به کل است. انسان ها 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

میمونها در باغ وحش A موز می خورند.

میمونها در باغ وحش B موز می خورند.

.....

در نتیجه تمام میمون ها موز می خورند.

در این مثال مشاهده می شود که با دیدن نمونه هایی محدود، با استفاده از تعمیم، این قانون را به کل مجموعه نسبت داده شده است، ولی این نتیجه گیری، همیشه درست نیست.

نکته: روش استقرایی برای ایجاد قوانین استفاده می شود، در حالی که روش استنباطی از قوانین برای رسیدن به نتایج، استفاده می کند.

استدلال معکوس یا انتزاعی¹ (Abductive Reasoning)

در استدلال استنباطی از علت به معلول می‌رسیم در حالی که در استدلال معکوس از معلول به علت می‌رسیم. 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 ؟

$$\begin{array}{c} B \text{ IF } A \quad \equiv \quad A \rightarrow B \\ B \\ \hline A \end{array}$$

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 ویژگی‌های 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 تشکیل دهد. در این نوع استدلال افراد یک مدل ذهنی از مفاهیم را از طریق تجربیات پیشین در ذهن خود تشکیل می‌دهند.

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.

فرض کنید 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 اندازه‌ای دشوار است. به عبارت دیگر از پیچیدگی زیادی برخوردار است. استدلال عقل سلیم معمولاً ترکیبی از چندین استدلال است.

¹ - برگردان واژه Abduction در برخی از نوشته‌ها "فرضیه‌سازی" است.

استدلال غیر یکنواخت (Non-Monotonic Reasoning)

در این استدلال با افزوده شدن 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 می شود. استدلال های احتمالی از نوع استدلال های غیر یکنواخت محسوب می شوند.



پرسش: استدلال های یکنواخت ساده ترند یا استدلال های غیر یکنواخت؟ چرا؟

استدلال های 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 می تواند برای انسان نیز به کار رود، ولی استنتاج یا Inference مفهوم فنی تر است و معمولاً در رابطه با طراحی و پیاده سازی سیستم های خبره به کار می رود. شاید بتوان گفت که Inference بخش های قابل پیاده سازی Reasoning است.

کاربرد قانون Modus Ponens در زنجیره استنتاج

State-0 $E^1 \rightarrow E^2$ $E^2 \rightarrow E^3$	State-1 $E^1 \rightarrow E^2$ $E^2 \rightarrow E^3$ $E^1 \rightarrow \text{temperature} > 37^\circ$
State-2 $E^1 \rightarrow E^2$ $E^2 \rightarrow E^3$ $E^1 \rightarrow \text{temperature} > 37^\circ$ $E^2 \rightarrow \text{patient has high temperature}$	State-3 $E^1 \rightarrow E^2$ $E^2 \rightarrow E^3$ $E^1 \rightarrow \text{temperature} > 37^\circ$ $E^2 \rightarrow \text{patient has high temperature}$ $E^3 \rightarrow \text{Advice two Aspirins}$

در state0، نتیجه می دهد E^2 و E^2 نتیجه می دهد 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 مجموعه ای از حقایق شناخته شده، آغاز می شود و با استفاده از آنها، نتایج جدیدی گرفته می شود و این روند تا زمانی که دیگر نتوان از قانونی در روند استنتاج استفاده کرد، ادامه می یابد.

Cycle 1

Rule1,Premise1
Sore Throat

True

Temp =37
Sick for 2 months
Sore Throat

Rule1,Premise2
Bactrial Infection

Unknow

Temp = 37
Sick for 2 months
Sore throat

Rule2,Premise1
Temperature>100

True

Temp =37
Sick for 2 months
Sore throat
patient has fever

Fire Rule 2
Patient has fever

Conclude

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

Rule3,Premise1
Sick over a Month

True

Temp =37
Sick for 2 months
Sore throat
patient has fever

Rule3,Premise2
patient has fever

True

Temp =37
Sick for 2 months
Sore throat
patient has fever
Bactrial Infection

Fire Rule 3
Bactrial Infection

Conclude

Cycle 3

Rule 1,premise1
Sore Throat

True

Temp =37
Sick for 2 months
Sore throat
patient has fever
Bactrial Infection

Rule 1,premise2
Bactrial Infection

True

Temp =37
Sick for 2 months
Sore throat
patient has fever
Bactrial Infection
Strep throat

Fire Rule 1
Sore Throat

Conclude

Stop

Rule 1:

If the patient has a sore throat
AND we suspect a bacterial Infection
THEN we believe the patient has strep throat

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

Rule 2:

IF the patient's temperature is > 37
THEN the patient has a fever

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

Rule 3:

IF the patient has been sick over a month
AND the patient has a fever
THEN we suspect a bacterial 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 patient can't go out on a date

اگر بیمار تب دارد، بیمار برای مدتی نمی‌تواند از خانه خارج شود.

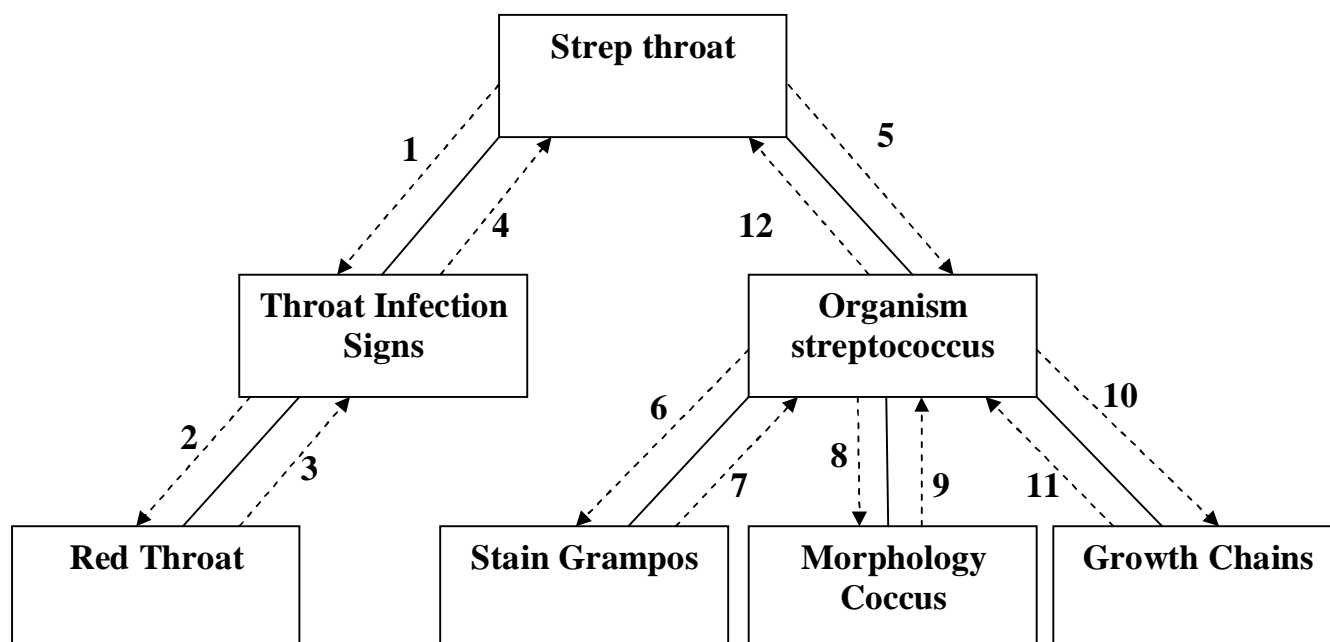
Rule 5:

IF the patient can't go out on a date
THEN the patient 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 استفاده می‌کنند. زنجیره پسرو استراتژی است که تلاش می‌کند تا فرضیه‌ای را با جمع‌آوری اطلاعات مرتبط اثبات نماید. 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. در شکل 1-6، زنجیره پسرو برای بیماری Strep Throat بررسی می‌شود:



شکل 6-1: زنجیره پسر برای بیماری Strep Throat

در شکل 6-1 با دنبال کردن اعداد throat Infection signs (علائم 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 نمی‌شود. در این مثال پزشک فرض می‌کند که بیمار به بیماری Strep throat مبتلاست. سپس به دنبال علائم عفونت می‌گردد و با دیدن تورم و قرمزی گلو، علائم بیماری را مشاهده کرده و فرض اثبات شده است.

در روش Backward حدسی زده می‌شود و با توجه به قانون‌ها موجود به دنبال داده‌هایی 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 می‌باشد 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 منشأ باکتریایی یا عفونی داشته باشد. اگر منشأ عفونی داشته باشد گلو متورم می‌شود و اگر باکتریایی باشد می‌بایست سه علامت Stain Grampos و Morphology Coccus و Growth Chains را داشته باشد.

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 مجموعه‌ای 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 ماژول بندی باعث می‌شود تا سیستم سوال و جواب‌های مرتبط‌تری را بپرسد.

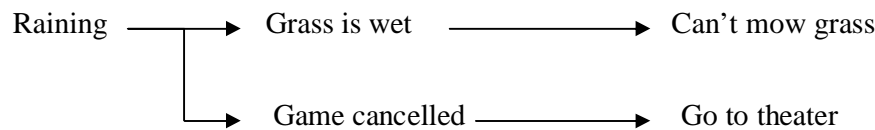
کاربر هوشمند (Intelligent User)

بعد از این که اهداف، Module بندی شد حال چند سیستم خبره کوچکتر خواهید داشت و قتی سیستم Run می شود چند هدف برای اثبات دارید و از شما پرسیده خواهد شد 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 خواهیم تا با انتخاب اهداف مورد نظر محدوده جستجو را مشخص کند.

معایب و مزایای تکنیک های زنجیره ای (روش های پیشرو و پسرو)

مزایای زنجیره ای پیشرو

1. روش های پیشرو، برای حل مسائل با جمع آوری اطلاعات شروع می کند بنابراین چنین روش هایی برای مسائلی که در آغاز نیاز به جمع آوری اطلاعات دارند، مناسب است. زبان CLIPS نمونه ای از زبان هایی که موتور استنتاج آن پیشرو است.



2. روش های 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 می توان نتایج زیادی یافت. مانند مثال بالا که با آمدن باران، چندین نتیجه گرفته شده است. (تفسیرهای متنوع)

معایب زنجیره ای پیشرو

1. روش های پیشرو فاقد اولویت دهی یا تعیین اهمیت سوال ها 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؟ جی!!!!!!

2. در سیستم های پیشرو؛ ممکن است سوالات نامربوطی پرسیده شود. چون هدف در این روش مشخص نیست و سیستم می بایست در پی جمع آوری 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 رفته ای؟

مزایای زنجیره‌ی پرسو

روش‌های پرسو، 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 مطرح می‌شود.
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 پرسو

روش‌های پرسو به دلیل خط و سیر استدلال خاصی که دارند، ممکن است به بن بست منتهی شوند. فراخوانی Meta-Rule ها می‌تواند کمک موثری برای جلوگیری از این مشکل باشند. زبان Prolog نمونه‌ی از روش Backward است.

انتخاب بین روش‌های پیشرو و پرسو

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

پاسخ: ابتدا باید مساله را خوب بشناسیم اگر مساله به گونه‌ای است که در ابتدا نیاز به جمع‌آوری اطلاعات و سپس نتیجه‌گیری دارد، روش پیشرو مناسب‌تر است. اما اگر ابتدا حدسی زده می‌شود و سپس با جمع‌آوری اطلاعات، در تلاش برای اثبات حدس خود هستید، روش پرسو، مناسب‌تر است. در مسائلی ممکن است بخشی از مساله با روش Forward و بخش دیگر با روش Backward حل شود. به طور مثال در سیستم پزشکی، پزشک ابتدا حدسی در مورد بیماری می‌زند (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 ترکیب شوند.

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 طراحی می‌شود. هر یک از این سیستم‌ها، بخشی از مساله اصلی را حل خواهند کرد و در حل مساله کنترل می‌تواند بین زیر سیستم‌ها، جابه‌جا شود.

Forward

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

اگر بیمار سر درد و سر گیجه دارد. احتمالاً مننژیت دارد.

Backward

IF there is evidence of meningitis
THEN Load meningitis Expert

اگر علائم مشاهده شده مربوط به مننژیت است، سیستم خبره مننژیت را بارگذاری کن.

2- استفاده از قوانین نگهبان یا Demon Rules: قوانینی هستند که وقتی شرایط آنها با محتوای حافظه کاری تطبیق یافت فعال می‌شوند.

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 می‌باشد.

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

اگر مشکل فشار منبع است، موقعیت اضطراری است.

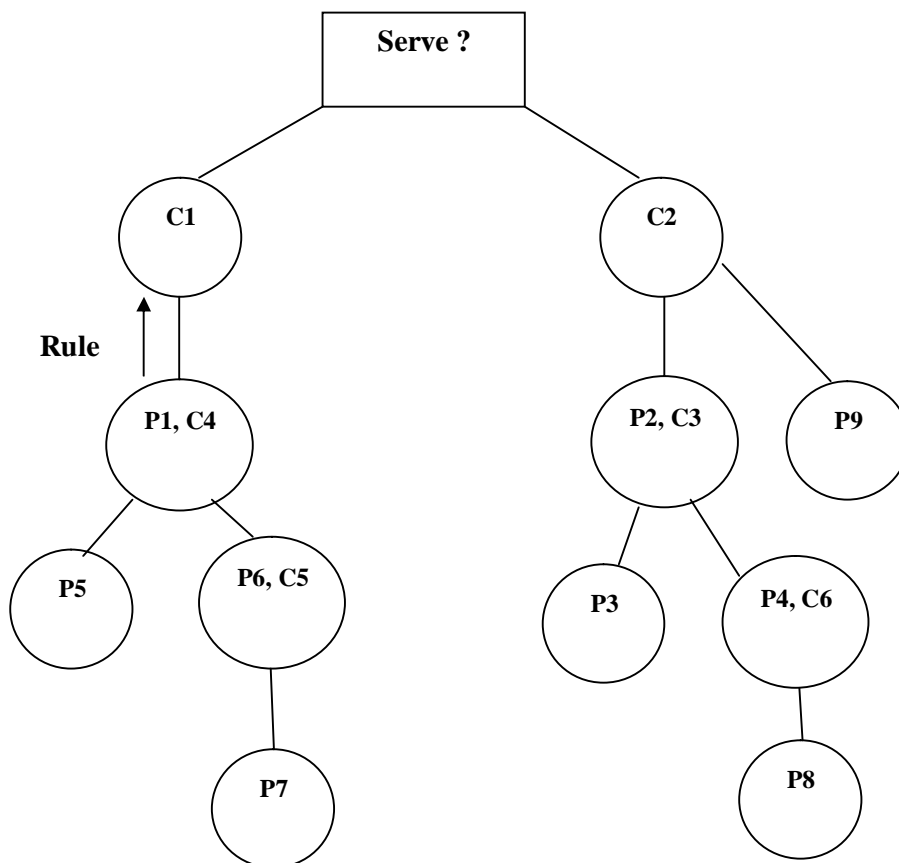
Demon Rule 3 : Evacuate
 IF situation = Emergency
 THEN Response = Evacuate personnel

اگر موقعیت اضطراری است پرسنل را مطلع ساز.

این برنامه در هر لحظه در حال اجرا است؛ یعنی در هر لحظه فشار را چک می کند و وضعیت ها را بررسی می نماید و اگر موقعیت را اضطراری تشخیص داد، توصیه یا عملی را انجام دهد. مانند آنتی ویروس ها یا Fire Alarm

تکنیک های پایه جستجو

فضای مساله: فضای مساله می تواند گراف یا درخت باشد. به طوری که گره ها بیانگر حالت های مساله و شاخه ها بیانگر رابطه بین حالت ها هستند.



شکل 6-2: بازنمایی فضای مساله به صورت درخت یا گراف

برای حرموفیت یک ویژگی مهم است که فرایند داشته باشد و آن مشخص بودن هدف است. (لایون: ۱۹۸۱)

Rule1

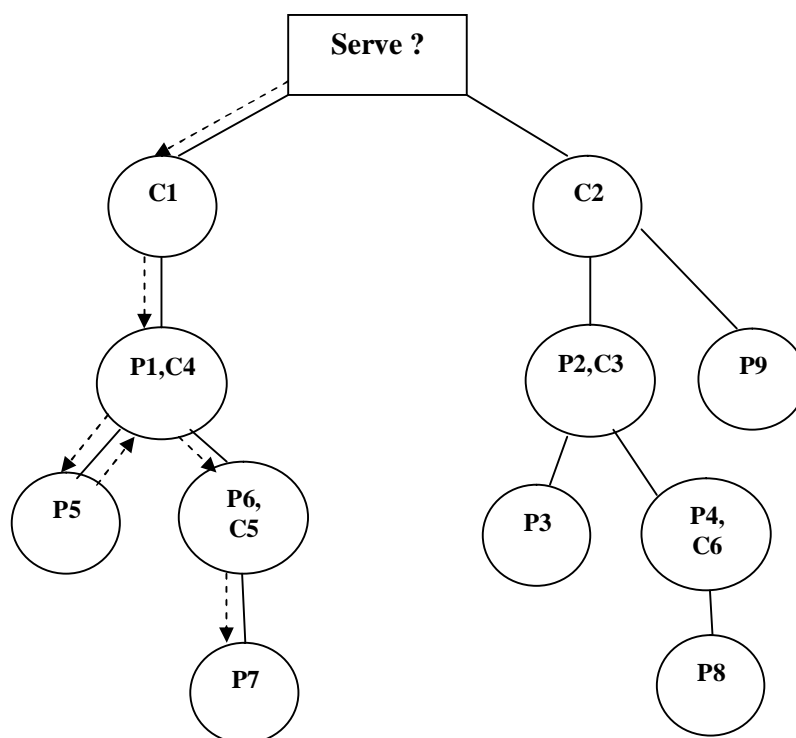
IF you purchase meat –P1

THEN you should serve red wine –C1

با مشاهده Rule1 و گراف بالا مشاهده می شود Rule ها به نوعی ارتباط بین گره ها در یک درخت را بیان می کنند. به این درخت ها، شبکه استنتاج یا Inference network می گویند. پس هر کدام از یالها بیانگر یک Rule است.

1- جستجوی عمقی (Depth First Search(DFS): می توان 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 می گیریم تا به جواب برسیم اگر نرسیدیم، پسگرد می کنیم. روش عمقی در شکل 3-6 نشان داده شده است.



شکل 3-6: روش عمقی روی یک مثال

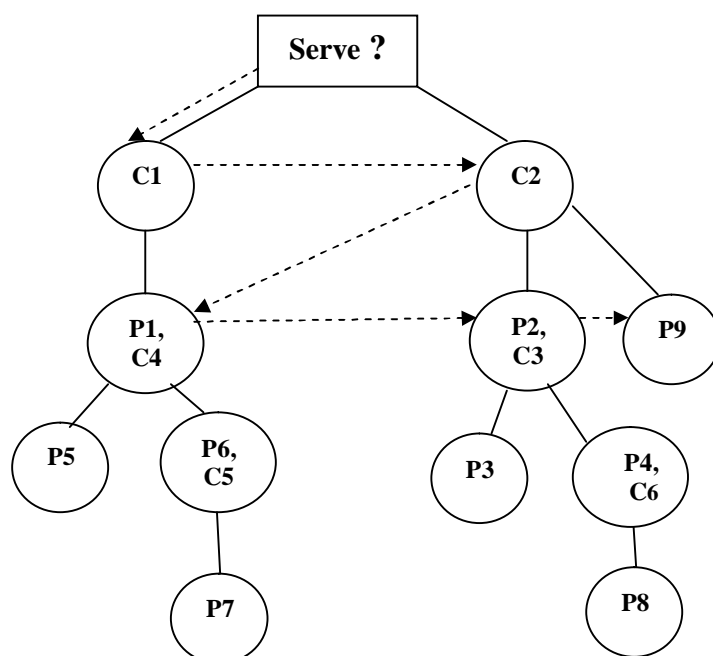
مزایای جستجوی عمقی

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

معایب جستجوی عمقی

1. به دلیل ناآگاهی و جستجوی کورکورانه، زمان بر است.
2. برای مسائل با فضاها بزرگ، نامناسب است.
3. برای مسائلی که راه حل های آنها سطحی است، کارایی ندارد.

2- جستجوی سطحی (BFS) Breadth First Search



شکل 6-4: 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 های ساده و مسیرهای با عمق کم را از دست نمی دهد.

معایب جستجوی سطحی

1. نا آگاهانه است، زیرا در آن از تابع تخمین H استفاده نمی شود.
2. زمان بر است.
3. برای مسائل با فضای بزرگ کاربرد ندارد.
4. رابطه آن با کاربرد ضعیف است. زیرا در روش سطحی، شاخه های متفاوتی بررسی می شود، 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 می نامند و در سیستم خبره به

عنوان قواعد Heuristic شناخته می شود.

موارد کاربرد قواعد Heuristic

1. مرتب کردن اهداف
2. مرتب سازی فرض ها
3. استفاده از قواعد یا Meta Rules
4. استفاده از قواعد با اولویت
5. استفاده از ضرایب اطمینان (CF)

تختین کلام به سوی دانایی این است که بایم نوانیم. (رددیوید سیل)

مزایای جستجوی اول بهترین

1. روشی آگاهانه است یعنی از دانش حل مساله برای هدایت جستجو استفاده می کند.

2. مدل سازی استنتاج انسان گونه البته تا اندازه ای

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 فرض های مساله تغییر نمی کند. مثلاً 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 نتیجه گرفته می شود جایگزین شود زیرا در طول استنتاج ترانزیستور سالم نخواهد شد.

استنتاج غیر یکنواخت: روشی برای استنتاج است که اجازه تغییر در استدلال به دلیل تغییرات در حقایق یا واقعیت ها را می دهد. بیشتر استدلال های 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 می آید بیرون، باران قطع شود.

تمرین ها

تمرین 6-1: آیا استدلال پیش فرض (Default Reasoning)، همان استدلال عقل سلیم است؟ چه تفاوت ها و شباهت هایی با یکدیگر دارند؟

تمرین 6-2: علاوه بر روش های استدلال نام برده شده، چه روش های استدلال دیگری وجود دارد؟

تمرین 6-3: در فلسفه، مفاهیمی نظیر تمثیل و استقرا و قیاس چگونه تعریف می شود؟ با کدام یک از روش های استدلال که توضیح داده شد، معادلند؟

تمرین 6-4: تفاوت کارکرد مفهوم استنتاج در حوزه روان شناسی با حوزه منطق در چیست؟ با مثال توضیح دهید.

تمرین 6-5: با پرس و جو 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

کای سکوت بیش از حد استدلالی با کمک می کند. (سکوی)