

ایجاد ارتباط میان انواع دانش، نحوه استنتاج و مدل بازنمایی

مهرنوش شمس فرد
دانشجوی دکتری

احمد عبدا... زاده
استادیار

شهریار پورآذین
دانشجوی دکتری

دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده

در این مقاله راهی برای تعیین روش بازنمایی دانش پیشنهاد شده است. به این ترتیب که دانش سیستم هوشمند تحلیل می شود و با یافتن خصوصیات مشخصی در آن، یک روش بازنمایی تعیین می گردد. خصوصیات مورد نظر ممکن است ماهیت روانی یا توصیفی دانش و نحوه استنتاج آن باشد.

این مقاله کوششی است تا انجام مرحله به مرحله تعیین روش بازنمایی را به گونه ای مدون سازد که با کمترین تأثیر سلیقه افراد بتوان روش بازنمایی دانش را انتخاب نمود. روشی که ممکن است شبکه معنایی، منطق، قاب و یا شرط و نتیجه باشد. در مواردی که دانش مورد تحلیل تنها در صورت استفاده از بیش از یک روش بازنمایی قابل بیان باشد، می توان مشکلات بازنمایی آن توسط یک روش را پیش بینی نمود. الگوریتمی نیز برای افزایش دانش به دو بخش ارائه شده است. در صورتی که حذف یک زیرمجموعه از دانش آن را ناقص کند، باید از سیستمی با قابلیت نگهداری دانش به هر دو روش استفاده نمود. تشخیص به موقع این امر می تواند زمان مهندسی دانش را کوتاه کند و در ابزارهای اتوماتیک تعیین مدل بازنمایی، بکار آید.

The Relation of Knowledge, Inference and Representation Models

A. Abdollahzadeh
Assistant Professor

M. Shamsfard
Ph. D. Student

S. Pourazin
Ph.D. Student

Computer Engineering Department,
Amirkabir University of Technology

Abstract

In this paper, a method for analyzing the human knowledge is introduced. Using this method, the knowledge engineer can determine the appropriate basic knowledge representation model (the Semantic Net, the Logic, the Frame, and the If-Then rules) to be used in the intelligent system. The analysis begins with representing the domain knowledge with the Intermediate Knowledge Representation Model (IKRM) which is described here in detail. The result is a graph with different edges. It has been shown that there is an algorithm that could make man subgraphs from the original one. And each subgraph best fits to one of the basic knowledge representation models. The way each subgraph should be transformed to basic knowledge representation (KR) model is shown by definition of another algorithm and examples. This helps in determining the omitted knowledge elements when using one of the basic KR models. And defining the required KR models in the hybrid system.

مقدمه

مدل سازی دانش بشر در بسیاری موارد کار ساده ای نیست. ذات دانش مورد نظر و نوع پردازش های انجام شده بر روی آن، به ما امکان می دهد تا مدل های مبنائی را کافی بدانیم و از سرعت بالاتری در پاسخ ها بهره مند شویم. یک مدل مبنائی قابلیت نمایش تمامی جزئیات دانش بشری را ندارد و این موضوع باعث کنار گذاشتن مدل های بازنمایی مبنائی نخواهد بود، چرا که مسئله سرعت و آزمون درستی پاسخ ها با محدود کردن و ساده کردن مدل دانش ذخیره شده، ممکن خواهد بود. این موضوع هنگام طراحی زبان تبادل دانش (KIF) نیز مورد اشاره قرار گرفته است که کامل بودن روش بازنمایی می تواند باعث پایین آمدن کارایی شود [۱]. از طرف دیگر برنامه های کامپیوتری مختلفی با استفاده از روش های بازنمایی مبنائی نوشته شده اند و می توان از آنها استفاده کرد و زمان ساخت سیستم های هوشمند را کاهش داد. حتی در صورت تولید نرم افزارهای جدید، میزان فعالیت لازم، کمتر خواهد شد. هر یک از روش های بازنمایی مبنائی مثل شبکه های معنایی، منطق، قاب یا شرط و نتیجه امکانات ویژه ای دارند. گاهی برخی صاحب نظران سعی کرده اند یکی از روش های فوق را قادر به بیان مجموعه دانش نهفته در دیگری نشان دهند. مثلاً گفته شده است که تقریباً تمام روش های بازنمایی با منطق مرتبه اول معادل هستند [۲]. اگرچه برخی عقیده دارند که شبکه معنایی بیش از معادل آن در منطق در خود اطلاعات نگهداری می کند [۳] و برای نگهداری اطلاعات مزبور به وسیله منطق باید حجم زیادی از عبارات منطقی را افزود [۴]. کوشش برای کامل تر کردن یکی از چهار روش بازنمایی فوق نیز ادامه داشته است. کامل کردن شبکه معنایی در اواخر دهه ۷۰ مطرح شده است [۵] تا قابلیت های آن افزایش یابد و سورهای وجودی و عمومی توسط شبکه معنایی نمایش داده شوند. در بعضی موارد با طراحی یک روش بازنمایی، سعی در ایجاد یک قالب کارآمد برای تمامی انواع دانش بشر شده است. پروژه CYC از این نمونه است [۶].

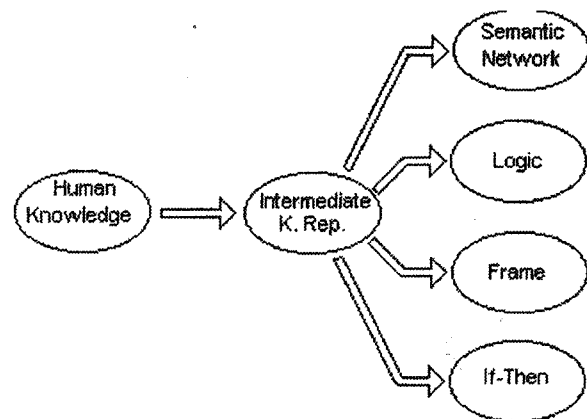
اگر در حال ساختن یک سیستم خبره باشیم، معمولاً سعی می کنیم یکی از روش های مبنائی بازنمایی دانش را انتخاب کنیم. برای این کار مطالعه قسمتی از اجزاء دانش

خبره واقعی کافی نیست، بلکه باید تمام دانش مورد نیاز سیستم بررسی شود. از عبارات زیر اولی برای نمایش به وسیله شبکه معنایی و دومی برای نمایش به وسیله شرط و نتیجه، مناسب به نظر می رسند. در حالی که سومی را می توان با منطق نمایش داد و چهارمی قابل تبدیل به یک قاب است:

- ۱ - بز، گوسفند و گاو پستاندار هستند.
 - ۲ - اگر گوسفندی نوزاد مرده به دنیا آورد، تب مالت دارد و باید کشته شود و جسد آن سوزانده شود.
 - ۳ - بعضی گوسفندها سفید هستند.
 - ۴ - یک گوسفند دارای مشخصات مهمی است که وزن، سن، نژاد و زمان واکسیناسیون از آن جمله اند.
- حال اگر پای صحبت یک دامپزشک بنشینیم خواهیم دید که میزان فراوانی هر یک از انواع مشابه عبارات فوق برابر نیست. مهندس دانش در صورتی موفق خواهد بود که فراوانی یکی از انواع چهارگانه فوق از اکثریت قاطع برخوردار باشد و باقیمانده دانش قابل تبدیل به نوع غالب باشد یا بتوان آن را حذف کرد.
- دانش دامپزشک در این صورت به راحتی توسط نوع غالب بازنمایی می شود و می توان از مدلسازی دانش مورد نظر تا حد زیادی راضی بود. این کار بر روی بسیاری از عرصه های فراخ دانش بشری ممکن نیست چرا که انواع ناهمگونی از دانش را می توان در آن یافت. دانش عمومی بشر (Common Sense) مجموعه بزرگی از دانش بسیار گسترده و متنوع است.
- در صورتی که دانش مورد نظر در سیستم هوشمند، عرصه ای محدود داشته باشد، می توان مراحل مشخصی را در نظر گرفت و با طی کردن آن روش بازنمایی بهینه را یافت. در این مقاله یک روش بازنمایی میانی مطرح شده است که می توان دانش سیستم را با آن نمایش داد. خصوصیات مهم روش بازنمایی میانی این است که می توان با بررسی نکات خاصی در آن به ازای دانش مورد تحلیل، نوع بازنمایی مناسب را تعیین نمود. (شکل یک این عمل را نمایش می دهد). توسط این روش معنایی می توان دانش حجیمی را از کاربر (یا خبره) دریافت نمود و با کمترین خطا و عدم اعمال سلیقه ها، روش بازنمایی مناسب را برای آن تعیین کرد. اگر نتوان خصایص غالب را در روش معنایی به راحتی تشخیص داد، ممکن است بتوان دانش را به دو تا چهار زیر مجموعه افراز نمود و هر یک را به روشی بازنمایی کرد و

با استفاده از سیستم‌های مرکب، دانش رابه کار گرفت. روش بازنمایی میانی به ما امکان می‌دهد که بدانیم چه مقدار از دانش مورد تحلیل قابل نمایش به وسیله یکی از روش‌های شبکه معنایی، منطق، قاب یا شرط و نتیجه است. به نظر می‌رسد که لازم باشد تا در مورد کامل و کافی بودن روش بازنمایی میانی و امکان نمایش انواع مختلف دانش بشری صحبت شود. در این باره باید متذکر شد که این روش قابلیت نمایش دانش ذخیره شده به وسیله هر چهار روش مبنائی (شبکه معنایی، منطق، قاب یا شرط و نتیجه) را دارد و ادعائی بیشتر در این مقاله مطرح نشده است. در واقع هر آنچه که نتوان توسط هیچیک از چهار روش فوق نمایش داد، توسط روش بازنمایی میانی نیز (فعالاً) قابل نمایش نیست. روش بازنمایی میانی بسیار گویاست و کاربرد خود می‌تواند آن را بررسی و اصلاح کند. لذا تهیه ابزارهای اتوماتیک مهندسی دانش را ممکن خواهد ساخت.

در ادامه مباحث نخست روش بازنمایی میانی معرفی خواهد شد. سپس خصوصیات یک مجموعه دانش ذخیره شده مورد بررسی قرار خواهد گرفت. به نحوی که تبدیل به شبکه معنایی، منطق، قاب یا شرط و نتیجه از روی مشاهده این خصوصیات روشن شود. افزاینده مجموعه دانش ذخیره شده به مجموعه‌های کوچک‌تر و مسائل آن بررسی خواهد شد و در نهایت نتیجه‌گیری و سمت و سوی کوشش‌های بعدی بیان خواهد گردید.



شکل (۱) تعیین شبکه معنایی به عنوان روش بازنمایی مناسب.

روش بازنمایی میانی

روش بازنمایی میانی را با اهداف زیر طراحی می‌کنیم:

۱ - خوانایی برای انسان فراهم باشد.

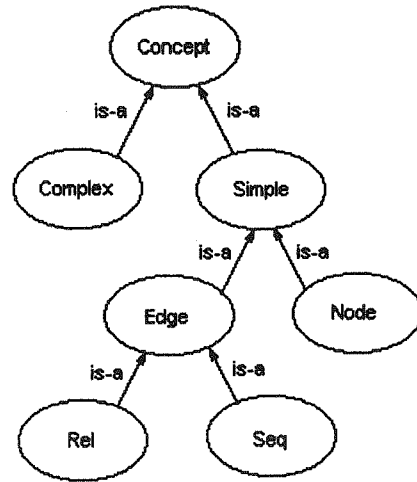
۲ - قابلیت نمایش دانش نهفته در حداقل شبکه معنایی، منطق، قاب یا شرط و نتیجه وجود داشته باشد.

از آنجا که شبکه معنایی، خوانایی بیشتری دارد، روش بازنمایی میانی را نوعی شبکه معنایی تعمیم یافته در نظر می‌گیریم. در این شبکه معنایی، مجموعه‌ای از مفاهیم گرد هم آمده‌اند. هر مفهوم (Concept) ممکن است ساده (Simple) یا مرکب (Complex) باشد. مفهوم مرکب مجموعه‌ای مرتب از مفاهیم ساده است و مفهوم ساده خود می‌تواند یک گره (node) یا یک لبه (edge) باشد. یک لبه ممکن است ارتباط همزیست یا به اختصار رابطه (Rel) را نشان دهد یا یک ارتباط با توالی زمانی که به اختصار آن را ترتیب (Seq) می‌نامیم. شکل (۲) به اختصار مطالب فوق را بازگو می‌کند. تفاوت میان یک مفهوم ساده و مرکب در این است که ما از مفهوم ساده چیزی جز یک نام و ارتباطاتش با مفاهیم دیگر نمی‌دانیم ولی در مورد یک مفهوم مرکب می‌دانیم که اجزاء آن چیستند. در واقع هر مفهوم ساده می‌تواند در آینده به یک مفهوم مرکب تبدیل شود و هر مفهوم مرکب به وسیله مجردسازی (Abstraction) به نحوی خلاصه شود. در مورد اول وقتی مفهوم ساده به مرکب تبدیل می‌شود دانش ما تعمیم یافته و در مورد اجزاء یک مفهوم ساده اطلاعاتی کسب کرده‌ایم و زمانی که مفهوم مرکب به یک مفهوم ساده تبدیل می‌شود. می‌خواهیم از جزئیات چشم‌پوشی کنیم. یک مفهوم مرکب نیز می‌تواند گره یا لبه باشد. اگر لبه باشد، در واقع جایگزین مجموعه‌ای از گره‌ها و لبه‌ها که دو انتهای آن را با هم وصل می‌کرده شده و اگر گره باشد یک منحنی بسته به دور یک زیرگراف است. همان‌طور که در شکل ۳ - ۱ دیده می‌شود لبه x به یک زیرگراف محدود به لبه‌ها تبدیل شده است. در شکل ۳ - ۲ یک گره مرکب و معادل آن (با جزئیات درون آن) مشخص هستند.

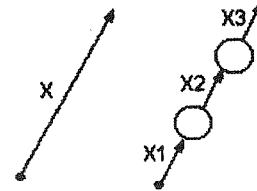
جمله «تخم مرغ به مرغ تبدیل می‌شود» را در نظر می‌گیریم. این جمله قسمتی از دانش بشر است و اگر چه کامل نیست در بسیاری موارد صحت دارد. در درون این قطعه از دانش سه مفهوم موجود است: تخم مرغ، «مرغ»، «تبدیل شدن». می‌توان این سه مفهوم را با گراف کوچک شکل ۴ - ۱ نمایش داد.

مفاهیم «مرغ»، «تبدیل شدن» و «تخم مرغ» هر سه ساده هستند و در میان آنها تنها «تبدیل شدن» یک لبه است (دو تای دیگر گره هستند) لبه مزبور از نوع ترتیب (Seq) است. چرا که زمان t_1 در سمت چپ گراف معادل

زمان t_2 در سمت راست گراف نیست. یعنی هیچ تخم مرغی نمی‌تواند در همان حال تخم مرغ بودن، مرغ باشد بلکه باید زمان بگذرد تا به مرغ تبدیل شود. از این رو لبه تبدیل شده را قدری ضخیم تر رسم می‌کنیم و چنین قرارداد می‌کنیم که لبه‌های از نوع ترتیب، ضخیم هستند.

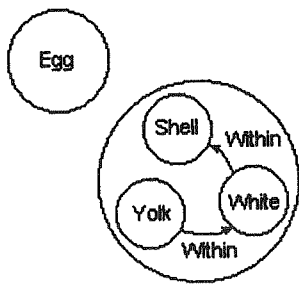


شکل (۲) المان‌های روش بازنمایی میانی.

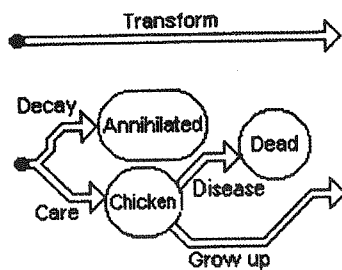


شکل (۱-۳) لبه مرکب X و جزئیات آن.

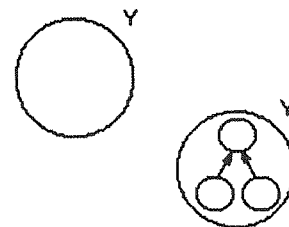
شکل ۴-۲ بازنمایی جمله «مرغ یک نوع پرنده است» می‌باشد. مشابه مثال قبل، باز سه مفهوم «پرنده» «مرغ» و «یک نوع» (یا «isa») دیده می‌شوند. دو تای اول (پرنده و مرغ) هر دو گره‌های ساده هستند و «یک نوع» نیز لبه ساده‌ای است که از نوع رابطه (Rel) می‌باشد و لذا با یک خط نازک نمایش داده شده است. در صورتی که یک دانش خاص در مورد «تخم مرغ» و «تبدیل شدن» دریافت کنیم، می‌توان این دو را به ترتیب یک گره مرکب و یک لبه مرکب در نظر گرفت. شکل ۵-۱ جزئیات بیشتر یک تخم مرغ و شکل ۵-۲ جزئیات بیشتر «تبدیل شدن» (تخم مرغ به مرغ) را نشان می‌دهند. همان طور که در شکل ۵-۲ دیده می‌شود، لبه تبدیل شدن ممکن است به لبه‌های موازی یا پشت سر هم شکسته شود.



شکل (۵-۲) (بالا) لبه تبدیل شدن (پایین) گراف معادل لبه تبدیل شدن



شکل (۵-۱) (بالا) گره تخم مرغ. (پایین) جزئیات درون تخم مرغ.

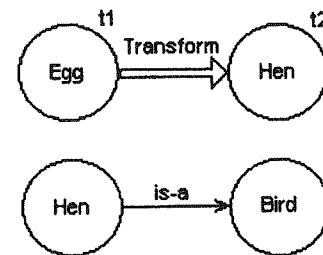


شکل (۲-۳) گره مرکب Y و جزئیات آن.

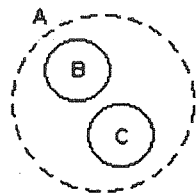
در دائره المعارف بریتانیکا (Britanica) آمده است که بشر به سه طریق مفاهیم را در اندیشه خویش سازمان می‌دهد و تفاوت‌های آنها را برای تفکیک به کار می‌برد: [Y]

نخست: تمایز میان اشیاء (Objects) و صفات خاصه آنها (Attributes)

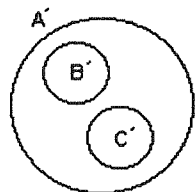
دوم: تمایز میان اشیاء و اجزاء (Parts) آنها
سوم: تمایز میان اشیاء و رده (Class) ای که به آن تعلق



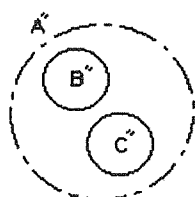
شکل (۱-۲) (بالا) تبدیل تخم مرغ به مرغ. (پایین) مرغ یک نوع پرنده



شکل (۷-۱) B و C صفات خاصه A.

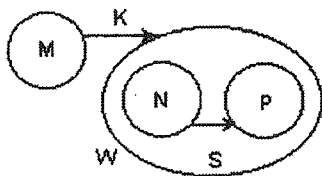
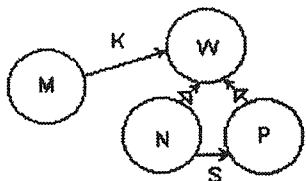


شکل (۷-۲) B, C, اجزاء A.



شکل (۷-۳) B و C از نوع A.

به منظور نامگذاری، گراف شکل ۸-۱ را یک گراف مسطح و گراف شکل ۸-۲ را یک گراف تو در تو می‌نامیم. همانطور که دیده می‌شود دو گراف ۸-۱ و ۸-۲ معادلند.

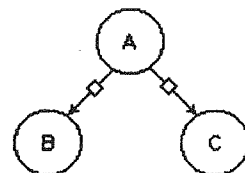


شکل (۸-۱) (بالا) يك گراف مسطح. (پایین) يك گراف تو در تو.

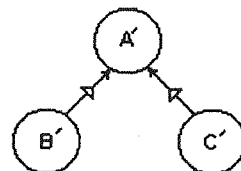
حال به مثال دیگری می‌پردازیم که در آن سعی شده است ارتباط میان تخم مرغ خام و تخم مرغ پخته را به

دارند.

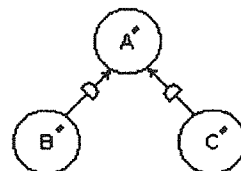
می‌توان برای نمایش اشیاء از یک گره استفاده کرد. صفات خاصه اشیاء نیز هر یک گره‌ی خواهد بود که با لبه has-attr (صفت خاصه) به گره اول متصل هستند. اگر لبه Part-of (جزء) را به کار ببریم نوع دوم را خواهیم ساخت و با استفاده از لبه is-a (یک نوع) می‌توان رابطه شیئی و رده را ایجاد کرد. شکل ۶-۱ حالت نخست، ۶-۲، حالت دو و ۶-۳ حالت سوم از حالات ارتباط میان مفاهیم را نشان می‌دهند.



شکل (۶-۱) B و C صفت خاصه A.



شکل (۶-۲) B و C اجزاء A.



شکل (۶-۳) B و C از نوع A.

همانطور که در شکل شش دیده می‌شود، برای هر یک از ارتباطات شیء - صفت خاصه، شیء - جزء و کلاس - زیرکلاس به ترتیب یک مربع کوچک، یک مثلث کوچک و یک نیم دایره کوچک استفاده شده که دو تایی آخر در تحلیل شیء گرا [۷] و اولی در S-Net [۸] قبلاً به کار رفته‌اند.

از آنجا که یک شبکه معنایی گاهی بسیار پیچیده و شلوغ می‌شود می‌توان هر یک از سه طریق ارتباط مفاهیم را به روش نمایش داده شده در شکل هفت خلاصه نمود و جزئیات درون A، A' و A'' را مخفی نمود.

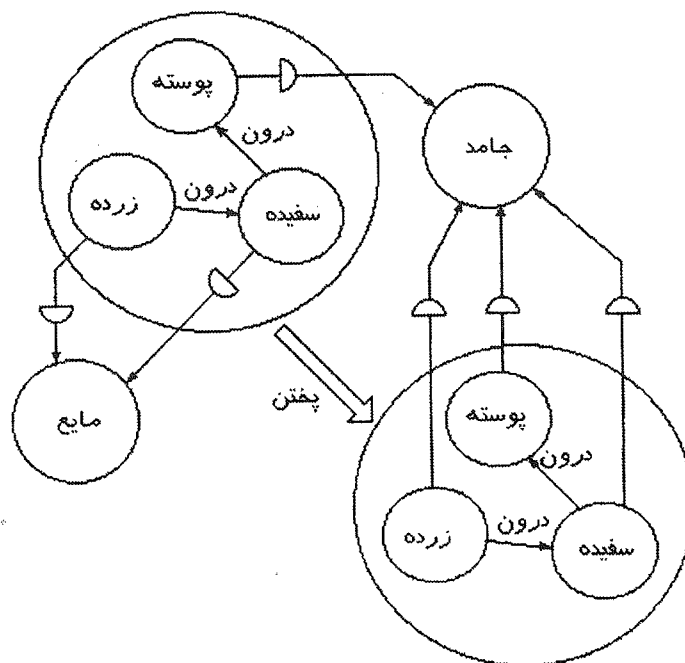
صورت یک لبه از نوع ترتیب (Seq) به نام پختن نمایش داده شود (شکل نه). همانطور که در شکل نه دیده می شود تخم مرغ خام (سمت چپ) و تخم مرغ آب پز (سمت راست) به وسیله لبه پختن به یکدیگر متصل شده اند. لبه پختن از نوع ترتیب است و معنای آن این است که یک تخم مرغ نمی تواند در یک زمان هم خام و هم آب پز باشد و برای نشان دادن حالات میانی باید لبه ترتیب (پختن) را باز کرد و مانند یک مفهوم مرکب به آن نگریست (شکل ۵ - ۲). از سوی دیگر در تخم مرغ اجزاء زرده، سفیده و پوسته وجود دارند که فقط سومین آنها جامد و دوتای اول در حالت خام، مایع و در حالت پخته جامد هستند. میان گره های سفیده و زرده (همچنین سفیده و پوسته) یک لبه از نوع رابطه (Rel) وجود دارد که با عبارت «درون» مشخص شده است. این لبه با لبه $Part - of$ تفاوت دارد، چرا که منظور آن احاطه شدن زرده توسط سفیده و سفیده توسط پوسته است. به عبارت دیگر زرده جزئی از سفیده و سفیده جزئی از پوسته نیستند.

بدیهی است که با استفاده از گره ها و لبه ها، مفاهیم شکل نهم را می توان به صورت های دیگر نیز نمایش داد. منظور از مدل بازنمایی میانی، یافتن یک قالب محدود شده در بیان دانش نیست. چند گراف متفاوت می تواند یک مطلب را بیان کنند و این باعث می شود که با

استفاده از عملگرهای تبدیل کننده به طور اتوماتیک صورت های نمایش را تغییر داد.

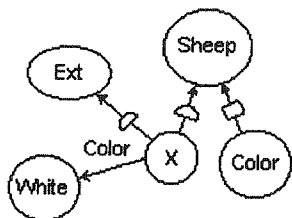
برای نمایش سورهای وجودی و عمومی (به ترتیب \exists و \forall) لازم است مفهومی به نام متغیر تعریف شود. در مدل بازنمایی میانی، هر مفهوم خود یک عبارت (یا لغت) مخصوص به خود دارد. مثلاً کلمه «مرغ» تنها یک علامت بر روی کاغذ می تواند باشد، ولی ما به آن مفهومی را نسبت داده ایم. پس میان متغیر "x" و کلمه «مرغ» تنها یک تفاوت وجود دارد و آن این که "x" هنوز به هیچ مفهوم خاصی وابسته نشده است. ولی کلمه «مرغ» به مفهوم خاصی وابسته شده است. در بیان طبقه بندی مفاهیم می توان هر مفهوم را یک عبارت وابسته شده (bound) در نظر گرفت و در همین حال بهتر است که عبارت، کلمه و متغیر، همگی را نماد یا symbol در نظر بگیریم. با این اوصاف شکل ده می تواند ارتباط نمادها را نشان دهد. متغیر "x" یک نماد غیروابسته است که ممکن است از نوع none, ext یا unv باشد. به ترتیب عبارتند از متغیر نماینده مفهومی که وجود ندارد، مفهومی که حداقل یک نمود دارد و مفهومی که برای تمام نمودها معتبر است. این علامات در منطق به صورت ($\forall, \exists, \exists$) نمایش داده می شوند.

حوزه (scope) یک نماد (symbol) در بازنمایی میانی، به صورت جهانی (global) است. یعنی هر جا نماد "x"

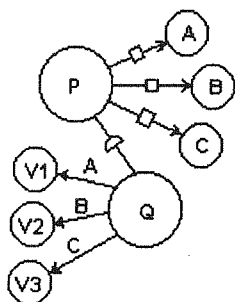


شکل (۹) نمایش استحاله تخم مرغ خام به آب پز بر اثر ریختن.

داشته باشد که مقادیر آنها به ترتیب V1, V2, و V3 می باشند. داشتن لبه های has-attr ابزار خوبی برای حفظ دانش از نوع قابل نگهداری در قاب (frame) است.



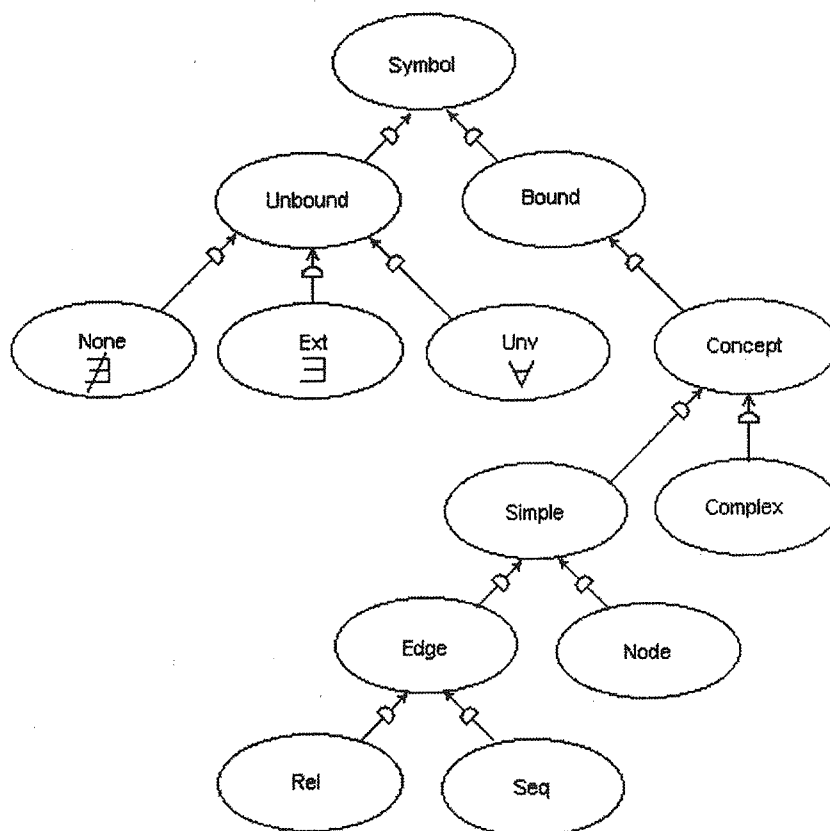
شکل (۱۱) بعضی گوسفندها سفید هستند.



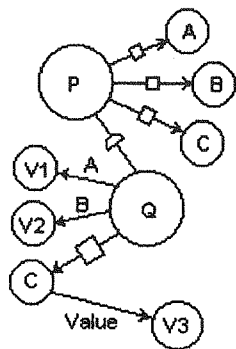
شکل (۱۲) صفات خاصه p می تواند لبه های خروجی q باشند.

در یک گراف روش بازنمایی میانی دیده شود با سایر "x" هائی که در همان گراف وجود دارند یکی است. به این ترتیب می توان مشابه روش به کار برده شده در SNePs سورهای وجودی و عمومی را نیز به شبکه معنایی افزود [۵].

جمله «بعضی گوسفندها سفید هستند» در منطق قابل نمایش است و در سایر روش های بازنمایی به راحتی نمی توان آن را نمایش داد. عبارت منطقی "x" سفید است و x گوسفند است: "x" در روش بازنمایی میانی با گراف شکل یازده نمایش داده می شود. در گراف شکل یازده نکته ای وجود دارد که یک نماد (symbol) با نام «رنگ» هم گره و هم لبه است. در روش بازنمایی میانی این کار مجاز است، ولی همان طور که در شکل دیده می شود، گره «رنگ» یکی از صفات خاصه کلاس گوسفند است. پس می تواند برای یک نمونه (instance) مانند x یک لبه باشد. این موضوع در شکل دوازده به صورت کلی نمایش داده شده است. یعنی میان دو گره p و q، رابطه کلاس و زیر کلاس برقرار است. چون A و B و C سه صفت خاصه p هستند، q می تواند سه لبه A, B, و C



شکل (۱۰) طبقه بندی نمادها در بازنمایی میانی.



شکل (۱۴) تعریف مجدد صفت خاصه (C) در يك زیر کلاس.

تبدیل دانش به مدل بازنمایی میانی

اگر فرض کنیم تمامی دانش بشری قابل بیان باشد، می توان روشی نشان داد که دانش به گراف تعریف شده در فصل قبل تبدیل شود. گراف مزبور ابزار بازنمایی دانش بود که می توانست میان دانش بشری و روش های مبنایی بازنمایی دانش ارتباط برقرار کند. به همین جهت به آن مدل بازنمایی میانی نام می دهیم. در این بخش نحوه تبدیل دانش به مدل بازنمایی میانی را شرح می دهیم و در فصل بعد به تبدیل شدن بازنمایی به روش های مبنایی بازنمایی دانش خواهیم پرداخت.

اگر نتوان ثابت کرد که هرچه در قلمروی دانش بشر وجود دارد، در قالب کلمات و عبارات تشریح می شود، ما تنها آن بخش از دانش بشر را به مدل بازنمایی میانی تبدیل می کنیم که قابل تشریح به وسیله کلمات و عبارات است. در واقع ارتباط میان اندیشه و بیان یک ارتباط پیچیده است و پرداختن به آن در حیطه فلسفه، به تصور ما توانایی بازنمایی دانش بیان شده توسط انسان خود قدم بزرگی است و اگر در این راه تمامی دانش بشر (بخش غیرقابل بیان آن) تحت پوشش قرار نگیرد، ارزش این توانایی را کم نخواهد کرد.

با فرض فوق می توان چنین انگاشت که دانش مورد بحث به عنوان دانش بشری، توسط جملات زبان طبیعی بیان شده است. جملات دارای فعل هستند و نخستین عمل بر روی همین افعال انجام خواهد شد. هر فعل ممکن است یکی از انواع زیر را داشته باشد:

(الف) بیان وجود يك حالت یا خصیصه مثل: سیب میوه است

(ب) بیان تغییر يك حالت یا خصیصه مثل: سیب سرخ شد

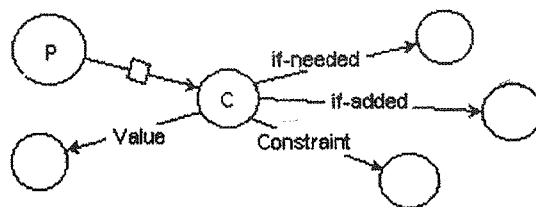
(ج) بیان يك کنش مثل علی سیب را خورد.

در شکل ۱۵ بازنمایی مثال های الف، ب و ج به روش بازنمایی میانی آمده است. جملاتی که در دسته الف قرار

اما هر صفت خاصه یک قاب می تواند خود چهار مشخصه داشته باشد که عبارتند از:

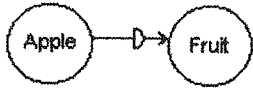
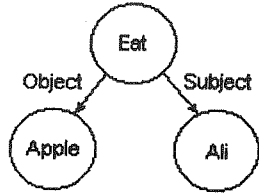
- ۱ - نحوه محاسبه مقدار صفت خاصه (if-needed)
- ۲ - نحوه اثر مقدار صفت خاصه بر محیط (if-added)
- ۳ - محدودیت های مقدار صفت خاصه مانند (constraint) range
- ۴ - مقدار فعلی یا اولیه (value)

این چهار مشخصه در شکل ۱۳ نشان داده شده است. گره p در شکل ۱۲ یک صفت خاصه به نام C دارد. در شکل ۱۳ لبه های متصل به همین صفت خاصه را رسم کرده ایم. وقتی در شکل ۱۲ لبه ای با نام C ایجاد شده بود، گره انتهایی آن لبه (جهت دار) مقدار این صفت خاصه (چهارمین مشخصه) را نشان می داد و مسئله ای که ایجاد می شود این است که اگر بخواهیم در یک زیر کلاس مشخصه دیگری از صفت خاصه (مثل محدودیت) را تغییر دهیم، چه باید کرد؟ طبیعی است در چنین شرایطی دوباره باید با لبه has-attr، صفت خاصه C را تعریف نمود. (شکل چهارده) در شکل ۱۴ دیده می شود که تغییری در تعریف q (در مقایسه با شکل ۱۲) ایجاد شده است.



شکل (۱۴) چهار لبه اصلی برای هر صفت خاصه (C).

این تغییر در پایین ترین لبه خروجی از گره q پیش آمده است. این لبه قبلاً (در شکل ۱۲) نام داشته ولی در این شکل به یک لبه has-attr تبدیل شده است که گره انتهایی آن دوباره مانند آنچه در مورد p داشتیم نام صفت خاصه را بیان می کند (C) و از آن گره یک لبه مقدار (value) خارج شده و مقدار V₃ در انتهای لبه اخیر قرار دارد. این کار باعث می شود که ارتباط میان q و V₃ با واسطه گره C برقرار شد و به این ترتیب می توان بقیه مشخصات صفت خاصه C را نیز از نو تعریف کرد و یک C جدید ایجاد نمود.



شکل (۱۵ - ۱) (چپ) سیب میوه است.

شکل (۱۵ - ۲) (وسط) سیب سرخ شد.

شکل (۱۵ - ۳) (راست) علی سیب را خورد.

تبدیل مدل بازنمایی میانی به مدل های بازنمایی مبنایی

برای تبدیل مدل بازنمایی میانی به مدل های بازنمایی مبنایی از الگوریتم زیر استفاده می کنیم:

نخست تمام گره ها را با همان فواصل و موقعیت در محلی دیگر دوباره رسم می کنیم. درست مانند اینکه تمام لبه ها حذف شده باشند. سپس لبه های نوع الف را رسم می کنیم و تمام گره های بی اتصال را حذف می کنیم. در گراف باقیمانده روش بازنمایی مبنایی ب خواهد بود به ترتیب زیر:

- اگر الف، is-a باشد، آنگاه ب شبکه معنایی است.
- اگر لف، has - attr باشد، آنگاه ب قاب است. (ابتدای لبه (مبدأ) نام قاب و انتهای آن نام slot است)
- اگر الف، part-of باشد، آنگاه ب قاب است. (مبدأ لبه نام slot و انتهای آن نام قاب است)
- اگر الف، ترتیب باشد، آنگاه ب شرط و نتیجه است. (مبدأ آن قسمت شرط و انتهای آن نتیجه است.)
- اگر الف، رابطه ای غیر ترتیبی باشد، آنگاه ب قاب است (مبدأ رابطه نام قاب، روی لبه نام slot و مقصد لبه مقدار ارزش slot قرار دارد)
- در حالت چهارم (الف ترتیبی و ب شرط و نتیجه) باید لبه های دیگر قسمت شرط را باز رسم کرد و آنها را به عنوان شروط الزام منطقی قید نمود. شکل ۱۷ - ۱
- گراف مدل بازنمایی میانی را نشان می دهد. شکل ۱۷ - ۲
- حالت اول، شکل ۱۷ - ۳ حالت دوم و سوم، شکل ۱۷ - ۴
- حالت چهارم و شکل ۱۷ - ۵ حالت پنجم را نشان می دهد.

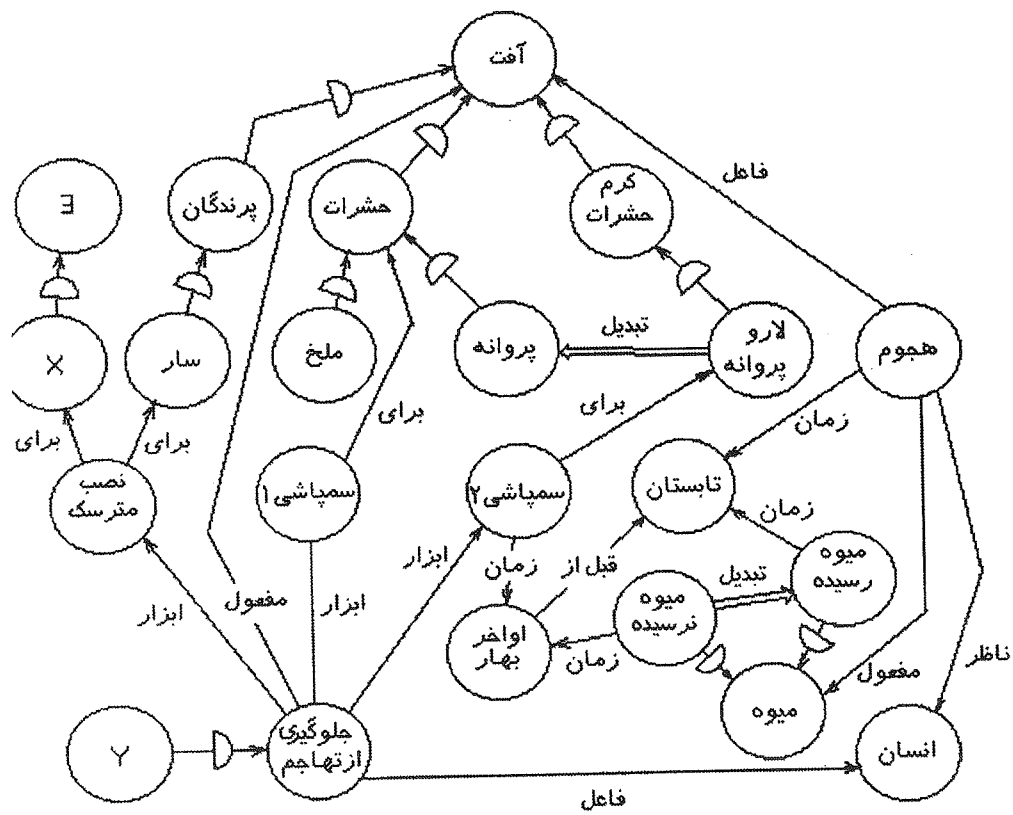
می گیرند خود بر سه نوعند: (اول) وجود رابطه is-a که با وجود یک کلاس و زیر کلاس و یا یک کلاس و یک نمود آن در جمله ظاهر می شوند. مثل حالتی که مسند و مستندالیه هر دو اسم هستند (شکل ۱۵-۱) (دوم) وجود رابطه has-attr که با یک مفهوم و یک صفت خاصه از آن مفهوم در جمله ظاهر می شود. مثل حالتی که مسند صفت باشد (مثلاً: سیب سرخ است)، (سوم) وجود رابطه Part-of که با بیان مفهوم شمول یا عکس آن (مشمول بودن) در جمله استنباط می شود (مثل جمله: درخت شاخه دارد) جملات دسته (ب) به صورت دو گره و یک لبه از نوع ترتیب (Seq) بازنمایی می شوند، گره ابتدایی مفهوم مورد بحث در جمله را در حالت اولیه و گره انتهایی حالت تبدیل یافته آن را نشان می دهد. بر روی لبه نوع تغییر را خواهیم نوشت (شکل ۱۵ - ۲).

جملات دسته (ج) به صورت یک گره مرکزی با لبه های خارج شونده از آن بازنمایی می شوند. گره مرکزی مفهوم فعل (کنش - معمولاً به صورت مصدر فعل) و لبه های خارج شونده، اجزاء آن مانند فاعل، مفعول، زمان، مکان، ابزار را نشان می دهند، (شکل ۱۵-۳). اگر در جمله ای فعل منفی وجود داشته باشد، با استفاده از نماد $\bar{\exists}$ در صورت وجود کلماتی مانند بعضی یا همه به ترتیب از نمادهای \exists و \forall در مدل بازنمایی میانی آن را تشریح می کنیم (مانند شکل ۱۱). به عنوان نمونه به متن زیر توجه می کنیم:

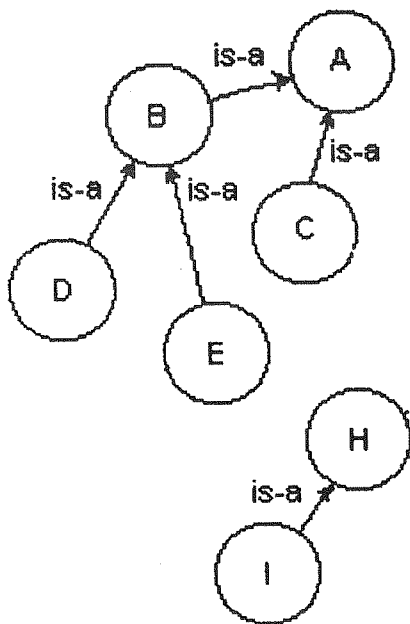
در فصل تابستان، میوه ها مورد هجوم آفات قرار می گیرند. آفت ها از نوع کرم حشرات یا پرندگان یا خود حشرات هستند. لاروپروانه ها، پرندگانی مثل سار و حشره ملخ به ترتیب از این نوع هستند. برای جلوگیری از تهاجم این آفات می توان از سمپاشی و مترسک استفاده کرد. سمپاشی برای نابود کردن لاروپروانه ها در اواخر فصل بهار و سمپاشی برای از بین بردن حشرات در هنگام رسیدن میوه ها باید انجام شود. مترسک می تواند از تهاجم پرندگان جلوگیری کند. میوه ها در فصل تابستان می رسند».

شکل ۱۶ تبدیل یافته این جملات را به مدل بازنمایی میانی نشان می دهد. با کمی دقت می توان دید که حشره بودن پروانه در متن بیان نشده است و در هنگام تبدیل توسط فرد تبدیل کننده اضافه شده است.

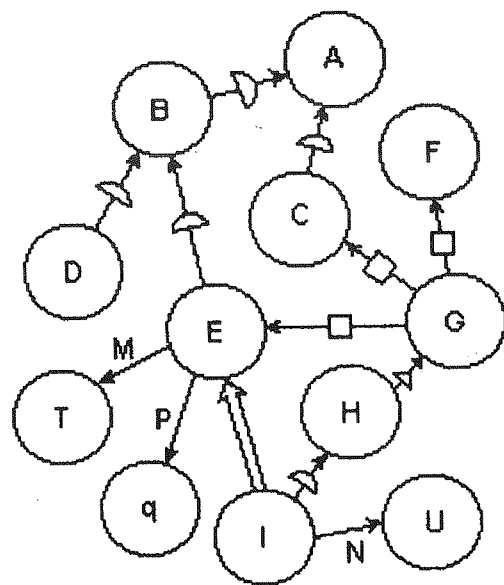




شکل (۱۶) یازنمایی دانش در مورد آفات و نحوه مبارزه با آنها x معرف پرنندگان دیگری است که آفت هستند، y معرف روش های دیگر مبارزه با آفات هستند.



شکل (۱۷ - ۲) شبکه معنایی.



شکل (۱۷ - ۱) گراف اولیه.

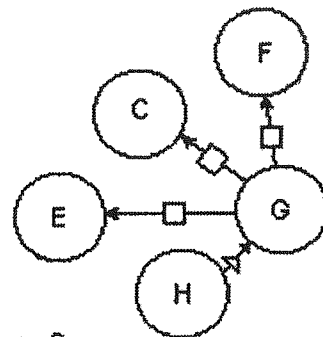
الگوریتم ها و برنامه های پردازش دانش نهفته است و جزء بسیار کوچکی از روش استنتاج را می توان با دانش مورد پردازش ادغام نمود.

روش استنتاج با روش بازنمایی ارتباط نزدیکی دارد. روش های استنتاج محدود به قابلیت های روش بازنمایی هستند. می توان روش های استنتاج و استدلال را براساس روش های بازنمایی مورد پردازش طبقه بندی نمود و در این صورت می توان دانش مورد پردازش را دوباره به مدل میانی تبدیل کرد و پس از آن علاوه بر توجه به ساختار زیرگراف ها، به روش استنتاج نیز پرداخت و روش بازنمایی را دریافت.

نتیجه گیری

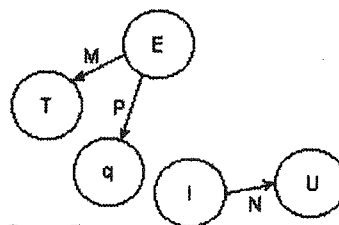
در واقع مدل بازنمایی میانی را حاصل ترکیب چهار روش بازنمایی مبنایی یعنی شبکه معنایی، منطق، قاب و شرط - نتیجه می توان ارزیابی نمود. استفاده از نمادهای ساده گرافیکی باعث می شود تا مدل بازنمایی میانی کمتر از مجموع چهار روش فوق الذکر پیچیده باشد و ذات یکپارچه و قواعد گرامری کم استثناء، سرعت یادگیری آن را بالا می برد. با آموزش دادن این روش بازنمایی به مهندسين دانش، خواهیم توانست توان آنان را افزایش دهیم و با آموزش دادن این روش به کاربران بهتر می توان از صحت دانش اطمینان حاصل نمود.

بدیهی است افزودن قابلیت های دیگری چون استدلال غیریکتواخت (non-monotonic)، محاسبات جبری (abstract algebra) و دانش نحوه پردازش دانش (Meta Knowledge) و بیان استعاره باعث بالا رفتن کارایی خواهد شد. در چنین شرایطی می توان پیش بینی نمود که آموختن این روش بازنمایی قدری مشکل تر شود و نیاز به ابزارهای اتوماتیک مهندسی دانش (CAKE: Computer Aided Knowledge Engineering) مطرح خواهد شد تا عملیات تحلیل دانش ساده تر شود. در آن هنگام تمامی الگوریتم های تبدیل روش بازنمایی میانی به مدل های مبنایی بازنمایی دانش و (بالعکس) تدوین خواهند شد تا عملیات استنتاج به وسیله روش های کلاسیک (مانند Deduction, Abduction, Induction) همواره در دسترس باشد و در انتها باید انتظار پردازش مستقیم دانش بازنمایی شده به روش میانی، توسط کامپیوتر را داشته باشیم. مرحله ای که پس از آن شاید دیگر کسی شبکه معنایی، قاب، منطق و شرط نتیجه را جز در کتب تاریخ هوش مصنوعی نیابد.



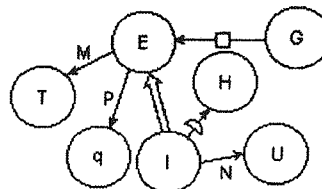
Frame G,
Slot1 : F
Slot2 : C
Slot3 : E
Slot4 : H;

شکل (۱۷ - ۳) قاب.



Frame E,
Slot1 : M = T (Value)
Slot2 : P = q (Value)
Frame I,
Slot1 : N = U (Value)

شکل (۱۷ - ۲) قاب.



if (I is-a H) and (N of I is U) then
(I will not be H) and (N of I will not be U) and (I will be E) and
(M of E will be T) and (P of E will be q) and (E will be Attr of G)

شکل (۱۷ - ۵) شرط و نتیجه از روی زیرگراف.

نحوه استنتاج و اثر آن بر روش بازنمایی

روش استنتاج در سیستم های خبره متکی بر قاعده (rule) ها در درون مفسر (interpreter) جایگزین می شود و در صورتی که بخواهیم جزئی از روش استنتاج را در درون دانش جایگزین کنیم، به آن جزء فوق قاعده (Meta-rule) گفته می شود. مشابه سیستم های خبره، در سایر سیستم های هوشمند نیز روش استنتاج در

- [1] Geneserth M. R, Fikes R. E. "Knowledge Interchange Format Ver 3.0 Reference Manual", Computer Science Dept. Stanford Univ. Stanford, California, 94305, June 1992.
- [2] Hayes P., "The Second Naive Physics Manifesto", in Brachman Kaufmann Pub. Inc., California, 1985.
- [3] Reiter R., "On Reasoning by Default" in Brachman R. J. and Levesque H. J. Readings in Knowledge Representation, Morgan Kaufmann Pub., California, 1985.
- [4] Corneliway E., "Knowledge Representation and Metaphor", Kluwer Pub., 1990.
- [5] Shapiro S. "The SNePS Semantic Network Processing Systems" Associative Networks: The Representation and Use of Knowledge by Machine, New York, Academic Press, 1979.
- [6] Lenat D. B. et.al. "CYC: Toward Programs with Common Sense" communications of the ACM, Vol 33., No. 8., August 1990.
- [7] Coad P., Yourdon E., "Object Oriented Analysis", 2nd Ed. Prentice Hall International , Inc., 1991.
- [8] Xu, et. al, "Knowledge Base Assisted DataBase Retrieval Systems", World Scientific Pub. Co., 1996.