

سیستم پرسش و پاسخ مبتنی بر هستان شناسی برای حوزه‌ی مخابرات با قابلیت استخراج و دسته‌بندی خودکار مستندات

محمودرضا حجازی مریم سادات میریان حسین‌آبادی کوروش نشاطیان بهادررضا افقی
احسان درودی

گروه کاربردهای فناوری اطلاعات، پژوهشکده فناوری اطلاعات، مرکز تحقیقات مخابرات ایران، تهران، ایران

چکیده

در این مقاله، یک سیستم پرسش و پاسخ^۱ مبتنی بر هستان شناسی^۲ که برای حوزه مخابرات طراحی و نمونه‌سازی شده‌است، مورد بررسی قرار می‌گیرد. این سیستم نمونه TeLQAS^۳ نام داشته و از دو فرآیند نسبتاً مستقل برخط و برون‌خط تشکیل شده است. در بخش برخط، سیستم پرسشهای کاربران را به زبان انگلیسی دریافت کرده و به کمک استدلال روی گراف هستان شناسی پاسخ دقیق استخراج و به همراه پاراگرافهای خلاصه‌سازی شده مرتبط در اختیار کاربران قرار می‌دهد. در بخش برون‌خط، سیستم با استفاده از یک مکانیسم رسته‌سازی متن، مستندات مرتبط به مفاهیم حوزه را از مجموعه‌های موجود، نظیر وب و انبارهای متن داخلی، بصورت اتوماتیک استخراج کرده و طبقه‌بندی می‌کند. نتایج بدست آمده از به‌کارگیری این سیستم برای پاسخ به سوالات آزمایشی در حوزه تخصصی مخابرات فیبر نوری گواه عملکرد چشمگیر آن است، ضمن اینکه دقت سیستم با طرح پرسشهای بیشتر افزایش می‌یابد. گسترش این سیستم به سایر حوزه‌های تخصصی با ایجاد هستان شناسی مربوطه به سادگی امکان‌پذیر است.

کلمات کلیدی: سیستم پرسش و پاسخ، بازیابی اطلاعات، هستان شناسی، خلاصه‌سازی متن، کلاسه‌بندی

۱- مقدمه

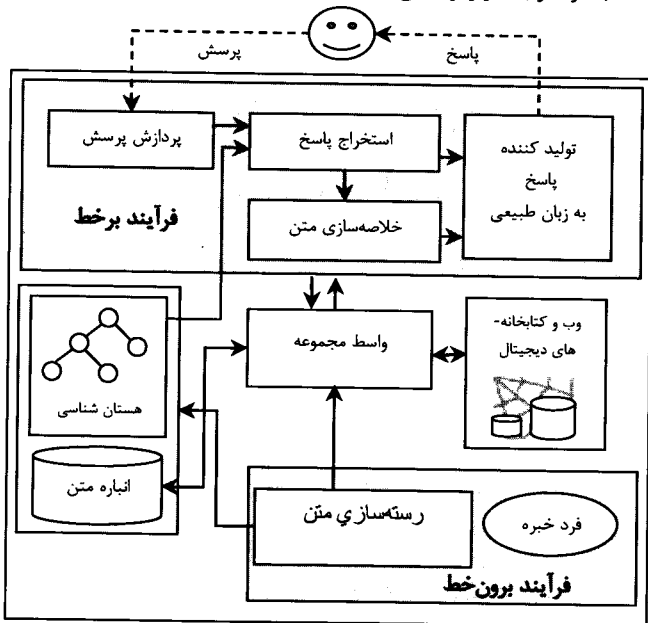
پرسش است و نه کلمات کلیدی، لازم است تا کاربران تجربه و مهارت کافی در تبدیل یک سؤال به چند کلمه کلیدی را داشته باشند. در مقابل این فن‌آوری، یک سیستم پرسش و پاسخ باید قادر باشد تا سوالات کاربران را بصورت یک پرسش در زبان طبیعی دریافت کرده و با حداقل افزونگی و حداکثر دقت، پاسخ را تولید نماید.

تا بحال تلاش زیادی در جهت ساخت سیستم‌های پرسش و پاسخ به عمل آمده و نمونه‌های زیادی نیز تولید شده است. هرچند تا بحال اکثر آنها در یک مقیاس عمده بکار نرفته‌اند ولی به پیشرفتهای خوبی در این زمینه نائل آمده‌اند. از یک دیدگاه می‌توان سیستم‌های پرسش و پاسخ را از نظر حوزه فعالیتشان به دو دسته عمومی و تخصصی تقسیم کرد. سیستم‌های حوزه عمومی^۴ که هر ساله تحولات آنها در همایش TREC^۵ منعکس می‌شود، طبق تعریف باید قادر باشند تا با رجوع به یک مجموعه متنی بزرگ از پیش تعیین شده، سوالات عمومی مربوط به آن را پاسخ گویند. در مقابل، سیستم‌های پرسش و پاسخ حوزه‌های خاص^۶، همانطور که

گرچه سیر پیشرفت فن‌آوریهای بازیابی اطلاعات از رشد نسبتاً خوبی در حوزه علوم کامپیوتر برخوردار بوده‌است ولی هنوز فاصله زیادی با توقعات کاربران اطلاعات دارد. هم‌اکنون بیشتر سیستم‌های بازیابی اطلاعات که قابلیت استفاده عملی در مقیاس کلان را دارند، به صورت موتورهای جستجو و در قالب ترکیبی از عامل‌های نمایه‌سازی^۷ هستند. این دسته از سیستم‌ها (به عنوان مثال Google) عمل استخراج مستندات را بر اساس کلمات کلیدی مورد نظر کاربر انجام داده و مجموعه بزرگی از مستندات را که از لحاظ کلیدواژه‌ای شانس بیشتری را برای مرتبط بودن با نیاز کاربر دارند، به او ارائه می‌کنند. در نهایت این کاربر است که باید با مرور این مجموعه مستندات، جواب اصلی خود را (در صورت وجود) استخراج نماید. خیلی از اوقات مستندات بازیابی شده تفاوت اساسی با منظور اصلی کاربر دارند و با توجه به این موضوع که در اصل، نیاز اطلاعاتی کاربران بصورت یک

اطلاعات خاص یک حوزه تخصصی مانند اطلاعات موجود در یک کتابخانه دیجیتال محلی، کاربرگهای فنی^۸ و امثال آن نیز استفاده کنند. کارگزار MELISA^۹ یک نمونه خوب برای سیستم‌هایی است که در حوزه تخصصی کار می‌کنند [۱]. این سیستم برای حوزه پزشکی پیشنهاد شده است. MELISA مبتنی بر هستان شناسی است و به گونه‌ای طراحی شده که قابلیت تطبیق با منابع پزشکی را داشته باشد. مهمترین ویژگی‌های طراحی این سیستم، استفاده از یک معماری سه لایه بصورت انتزاعی^{۱۰}، یکارگیری هستان شناسی، تعریف چند مدل پرس و جوی جداگانه و نیز تعریف چند اپراتور تجمع^{۱۱} است. این روش، مبتنی بر توسعه یک سیستم با قابلیت آموزش برای استخراج اطلاعات است. سیستم ارائه شده، برای انجام عملیات نیاز به دو ورودی دارد: اولین ورودی، یک هستان شناسی از مفاهیم و ارتباطات بین آنهاست و دومی، مجموعه‌ای است از داده‌های آموزشی شامل ناحیه‌های مشخص شده توسط متون Hyper Text که نمونه‌هایی^{۱۲} از مفاهیم هستان شناسی را مشخص می‌کنند.

در این مقاله، سیستم پرسش و پاسخ پیشنهادی TeLQAS مورد بررسی قرار می‌گیرد. این سیستم می‌تواند به پرسشهای مطرح شده در حوزه تخصصی مخابرات پاسخ دهد. پایگاه اطلاعات سیستم^{۱۳}، مفاهیم و واقعیات اطلاعات مربوط به حوزه تخصصی مورد نظر است که در این سیستم، در قالب گراف هستان شناسی ذخیره شده و شامل مفاهیم، ارتباطات بین آنها و همچنین مستندات مرتبط است. مزیت برجسته سیستم پیشنهادی ما در مقایسه با سیستم‌های پرسش و پاسخی که در حوزه‌های عمومی فعالیت می‌کنند (سیستم‌هایی که فاقد یک پایگاه دانش تخصصی در یک حوزه خاص هستند [۲،۳،۴])، استفاده از یک هستان شناسی بعنوان محور اصلی کلیه فعالیت‌های آن است. به این ترتیب سیستم می‌تواند بصورت معنایی^{۱۴} و با دقتی بالاتر به سوالات کاربران در حوزه‌ای که هستان شناسی برای آن طراحی شده است، پاسخ دهد. علاوه بر آن، در صورت موجود نبودن مستندات مناسب (یا کافی) در مورد سؤال کاربر در پایگاه داده، سیستم می‌تواند مستنداتی را با استفاده از تعدادی جویسگر استخراج کرده و پس از رسته‌سازی، در صورتی که این مستندات مناسب باشند، آنها را برای استفاده‌های بعدی، به پایگاه اطلاعات اضافه کند. شایان ذکر است در صورت موجود بودن هستان شناسی‌های مناسب، می‌توان آنها را جایگزین هستان شناسی فعلی کرده، زمینه تخصصی سیستم را عوض کرد یا بسادگی با اضافه کردن آن به هستان شناسی فعلی قدرت و زمینه کاربردی آن را افزایش داد.



شکل ۱- نمای کلی سیستم TeLQAS

خدمات برخی از مولفه‌های TeLQAS مانند واسط مجموعه، هستان شناسی و انبار متون در هر دو بخش برخط و برون خط استفاده می‌شود. به همین دلیل در شکل ۱ آنها را بصورت مستقل از فرآیندها آورده‌ایم. وظیفه مولفه «واسط مجموعه» اتصال به اینترنت و سایر منابع محلی جهت استخراج مستندات مربوط به حوزه تخصصی است. این واکنشی مستندات ممکن است بنابر درخواست فرآیند برخط، برون خط و یا جزئی از روال عادی کار این مولفه باشد. مستندات بدست آمده توسط این مولفه، در انبار مستندات^{۱۵} سیستم ذخیره می‌شود. مولفه هستان شناسی زیرساخت لازم برای ذخیره‌سازی و نمایش مفاهیم یک حوزه تخصصی و روابط بین آنها را ارائه می‌کند. دسترسی سایر مولفه‌های سیستم به هستان شناسی و انبار مستندات از طریق این مولفه صورت می‌گیرد.

مهمترین مولفه زیرسیستم برون خط، مولفه رسته‌سازی خودکار متون است، این زیرسیستم دارای قابلیت انتخاب خودکار ویژگی و نیز قابلیت یادگیری با استفاده از مجموعه‌ای از مستندات آموزشی دارد. وظیفه اصلی این زیرسیستم طبقه‌بندی خودکار متون استخراج شده توسط واسط مجموعه است. در ادامه به شرح این دو زیرسیستم و مولفه‌های مربوط به آنها پرداخته، وظایف و نحوه عملکرد هر یک از آنها را توضیح می‌دهیم. ولی در ابتدا مولفه‌های هستان شناسی را که نقش محوری بین این دو زیرسیستم دارد بررسی می‌کنیم.

۳- بخش هستان شناسی در TeLQAS

بخش زیادی از فعالیتهای کنونی در حوزه بازیابی اطلاعات در خصوص استفاده از ساختارهای مفهومی در سیستم‌های پرسش/پاسخ است [۵]. از جمله

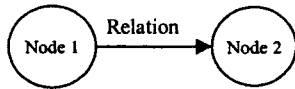
۲- معماری سیستم TeLQAS

با توجه به طراحی که در نظر داریم، می‌توان بخشهایی چون هستان شناسی، مولفه بازیابی اطلاعات و مولفه‌های اتصال به اینترنت را از اجزای حتمی معماری TeLQAS دانست. هرچند تکمیل معماری کنونی TeLQAS یک روند تکاملی داشته و آنچه در اینجا ارائه می‌شود حاصل چندین بار نمونه‌سازی، آزمایش و پالایش طرح بوده است، اما آنچه چهارچوب و اسکلت اصلی آنرا تعیین می‌کند، تعریف وظایف این سیستم است. به عنوان یک سیستم پرسش و پاسخ، انتظار داریم این سیستم خدمات زیر را ارائه دهد:

- ۱) پرسش کاربران را به زبان طبیعی دریافت کرده و پس از پردازش و رجوع به پایگاه دانش سیستم بتواند پاسخ متناظر با آن را تولید کند.
- ۲) در صورت فراهم نبودن اطلاعات لازم در هستان شناسی بتواند با رجوع به اینترنت، مجموعه مستندات محلی و سایر منابع، مناسبترین بند حاوی پاسخ را در اختیار کاربر قرار دهد.
- ۳) قابلیت رسته‌بندی خودکار مستندات را داشته باشد یعنی بتواند با گذشت زمان و جمع آوری اطلاعات بیشتر عملکرد خود را بهبود بخشد.

در شکل ۱، نمای کلی TeLQAS آورده شده است. یکی از نوآوریهای مهم در طراحی TeLQAS استفاده توأمان از بسیاری از روش‌ها و تکنیکهای بازیابی

زیرساخت هستان شناسی در TeLQAS بیشتر به یک وب معانی^{۲۱} نزدیک است و همین امر باعث سادگی و تفسیرپذیری کم هزینه آن می‌شود. هستان شناسی TeLQAS یک گراف است که در آن مفاهیم نقش رئوس^{۲۲} را بازی می‌کنند و روابط بین مفاهیم بصورت لبه‌ها ظاهر می‌شوند. همانطور که نشان خواهیم داد، این مدل می‌تواند هر گونه اطلاعاتی را که ممکن است یک هستان شناسی یا پایگاه دانش در بر داشته باشد، ذخیره کند. در شکل ۲ دو گره همراه با رابطه بین آنها دیده می‌شود.



شکل ۲- نمونه‌ای از ارتباط بین دو گره؛ ساختار فوق اساس هر نوع اطلاعاتی است که در هستان شناسی TeLQAS ذخیره می‌شود

گره -یکی از دو عنصر کلیدی است که در هستان شناسی TeLQAS- خود دارای چهار نوع مختلف می‌باشد:

❖ **حوزه^{۲۳}**: این گره نمایانگر یک حوزه می‌باشد. به عنوان مثال مقوله مخابرات^{۲۴} یک حوزه است. یک حوزه مفهومی بسیار کلی و عام است که در بالاترین نقطه یک هستان شناسی قرار می‌گیرد. یک حوزه معمولاً خود دارای چند زیر-هستان شناسی است. به همین ترتیب "هنر" نیز یک حوزه محسوب می‌شود.

❖ **زیرحوزه^{۲۵}**: این گره مبین یک زیرهستان شناسی^{۲۶} (یا دقیقتر یک زیر-حوزه) است. این گره، نقطه شروع یک زیرحوزه را در حوزه مورد نظر تعیین می‌کند. زیرحوزه‌های یک حوزه می‌توانند بطور موازی و همزمان توسط گروه‌های تخصصی مربوطه تولید شوند.

❖ **مفهوم^{۲۷}**: نمایانگر یک مفهوم در حوزه مربوطه است. مفاهیم در مدل‌های دیگر هستان شناسی به صورت کلاس یا نمونه^{۲۸} نمایش داده می‌شوند. نام مفاهیم در یک حوزه یکتا هستند. بنابراین ممکن است که یک مفهوم در چندین زیرحوزه ظاهر شود.

❖ **صفت خاصه^{۲۹}**: این گره به صورت یک زوج 'name=value' می‌باشد. از این نوع گره برای تعیین مشخصات یک مفهوم استفاده می‌شود. به عنوان مثال اگر لازم است تا برای یک مفهوم که یک وسیله ارتباطی است میزان پهنای باند را تعیین کنیم، از گره نوع صفت خاصه استفاده می‌کنیم و آنرا به این شکل نمایش می‌دهیم: 'Bandwidth=8MHz'. به این ترتیب این نوع گره، نقش اسلات^{۳۰} و مقدار متناسب به آن را برای نمونه‌ها خواهد داشت. نکته دیگری که شایان ذکر است این است که صفتهای خاصه مانند برگهای گراف هستان شناسی هستند و فاقد هرگونه انشعاب خروجی می‌باشند و تنها یک رابطه ورودی از طرف یک مفهوم دیگر دارد. مقادیر صفات خاصه می‌توانند بصورت درونی^{۳۱} (یک مقداری واقعی) و یا بصورت خارجی^{۳۲} یعنی اشاره‌کننده به یک مستند خارجی (مثلاً از نوع hyper text) باشند.

عنصر کلیدی بعدی رابطه^{۳۳} است که ارتباط بین دو گره از هستان شناسی را مشخص می‌کند. این رابطه مبین ارتباط معنایی بین این دو گره است. در هستان شناسی TeLQAS، روابط دارای انواع مختلفی هستند. بعضی از این انواع در سایر هستان شناسی‌ها نیز وجود دارد مانند رابطه نوع (is-a) و رابطه شمولیت (has-a). بعضی دیگر از روابطی که در هستان شناسی TeLQAS وجود دارند، به جهت سهولت در روند استنتاج و آماده‌سازی پاسخ کاربران پدید آمده‌اند. از جمله روابط causes affects uses که به عنوان مثال برای بیان روابطی چون استفاده کردن یک مفهوم (شیء) از مفهومی دیگر، علت پدیدار شدن رخدادی یا تاثیرگذاری بر آن می‌باشند. ضمناً یک نوع رابطه تحت عنوان specification پیش‌بینی شده است

شناخته‌شده‌ترین ساختارهای مفهومی می‌توان از هستان شناسی و گراف مفاهیم یادکرد. اینگونه ساختارها می‌توانند به عنوان یک پایگاه دانش درونی برای یک سیستم پرسش/پاسخ، نگاشتی از واقعیات دنیای بیرون به اطلاعات بازیابی شده باشند.

در علوم کامپیوتر، تعاریف مختلفی برای هستان شناسی ارائه شده است. در حوزه هوش مصنوعی، هستان شناسی مجموعه‌ای از تعاریف رسمی برای مفاهیم یک حوزه مورد نظر و روابط بین آنها می‌باشد [۷]. استفاده از هستان شناسی و شبکه‌های معنایی یکی از مهمترین راه‌های غنی‌سازی سیستم‌های بازیابی اطلاعات به ویژه سیستم‌های پرسش/پاسخ است. در سالهای اخیر، گراف هستان شناسی بعنوان یکی از راهکارهای مناسب در بازنمایی حوزه های کاربری مورد استفاده قرار گرفته است. یک هستان شناسی به همراه نمونه‌هایی که برای کلاسهایش تعریف شده، تشکیل یک پایگاه دانش را برای حوزه مربوطه می‌دهد. در بعضی از دیدگاه‌ها، جایی که هستان شناسی خاتمه می‌یابد، پایگاه دانش شروع می‌شود. علت این امر محدود کردن هستان شناسی به تعریف کلاسها و خصوصیات آنهاست. در بسیاری از مدل‌های امروزی، محدودیتی برای هستان شناسی متصور نیستیم و همواره سعی بر آن است که هستان شناسی در یک روند تکاملی و به مرور زمان به سوی یک پایگاه دانش سوق پیدا کند. برای استفاده از هستان شناسی در سیستم‌های بازیابی اطلاعات لازم است تا سه نیاز اصلی در این خصوص برآورده شود:

۱) ایجاد هستان شناسی از طریق استخراج مفاهیم حوزه مورد نظر و

تشخیص روابط حاکم بر آنها در قالب یک گراف. برای انجام این کار، نیاز به کارشناسانی است که علاوه بر آشنایی با حوزه مورد نظر، با اصول ایجاد هستان شناسی نیز آشنا باشند. در TeLQAS این کار توسط متخصصین حوزه‌های مخابرات سیار و مخابرات نوری جهت ایجاد دو هستان شناسی در زمینه‌های مذکور انجام شده است.

۲) طراحی و ایجاد محیطی جهت بیان و ارتباط با هستان شناسی به نحوی که سایر زیرسیستم‌ها بتوانند بدون در نظر داشتن جزئیات ذخیره سازی، در بالاترین سطح انتزاع به عناصر هستان شناسی دسترسی داشته باشند. جهت تحقق بخشیدن به این نیاز، یک معماری سه لایه با ویژگیهایی منحصراً بفرود تولید شده که در ادامه به شرح آن می‌پردازیم.

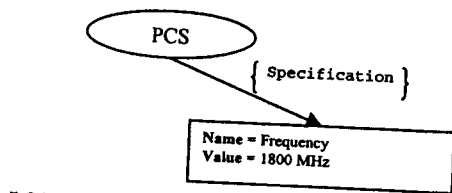
۳) ایجاد واسط (واسطه‌های) مناسب جهت ورود و نمایش هستان شناسی. در TeLQAS علاوه بر ایجاد واسطه‌های گرافیکی کاربر، با طراحی مبدل‌های لازم این امکان فراهم شده است که بتوان از ابزارهای استاندارد که در این زمینه وجود دارد نیز استفاده کرد. در حال حاضر کلیه هستان شناسی‌های مورد نیاز TeLQAS می‌توانند در محیط Protégé [۸] ایجاد و ویرایش شوند.

۳-۱-۳ زیرساخت هستان شناسی

آنچه باعث شده تا TeLQAS دارای زیرساختی منحصراً بفرود برای ایجاد هستان شناسی باشد این است که هستان شناسی TeLQAS باید همزمان چندین منظور مختلف را برآورده سازد. اول اینکه باید بتواند هر نوع اطلاعاتی را که یک هستان شناسی در حالت عادی ممکن است دارا باشد شامل شود و نقش یک پایگاه دانش را در سیستم اجرا کند. دوم آنکه اطلاعات این هستان شناسی باید به گونه‌ای عرضه شود که شکلی بهینه برای پردازش یک سیستم پرسش/پاسخ مانند TeLQAS داشته باشد و بالاخره آنکه در سیستم‌های پرسش و پاسخ و بازیابی اطلاعات^{۳۴} دسترسی به مستندات بر اساس ارتباطشان با مفاهیم هستان شناسی از اهمیت به سزایی برخوردار است [۹]. هستان شناسی TeLQAS این خدمت را به صورتی کاملاً یکپارچه^{۳۵} با هستان شناسی ارائه می‌کند به صورتی که مرز بین هستان شناسی و انباره مستندات^{۳۶} نامحسوس است.

مفاهیمی که در بر می‌گیرد، داشته باشد. رابطه Definition به همین منظور تعبیه شده است. هر چند که گره مقصد این رابطه می‌تواند یک مفهوم نیز باشد، اما معمولاً مقصد این رابطه یک گره از نوع صفت خاصه است که نام آن تهی و مقدار آن رشته‌ای (یا آدرس مستندی) است که مفهوم مذکور را تشریح می‌کند.

ایجاد مشخصه برای مفاهیم هستان شناسی: خیلی از اوقات می‌خواهیم مشخصه‌های یک مفهوم را در هستان شناسی ثبت کنیم. همانطور که اشاره شد برای ثبت مشخصه‌های یک مفهوم لازم است تا به ازای هر مشخصه یک گره از نوع صفت مشخصه ایجاد کنیم و سپس این گره‌ها را با رابطه 'specification' به مفهوم مورد نظر متصل سازیم (یعنی مفهوم مذکور باید در مبدأ رابطه قرار گیرد و گره‌های از نوع صفت مشخصه در مقصد رابطه قرار گیرند). هنگام ایجاد گره صفت مشخصه نام مشخصه را در فیلد 'name' و ارزش آن را در فیلد 'value' ذخیره می‌کنیم. به عنوان مثال اگر مفهومی با نام PCS داریم که بسامد کاری آن ۱۸۰۰ مگاهرتز است، این اطلاعات را مانند شکل ۴ ثبت می‌کنیم.



شکل ۴- نحوه نمایش و ثبت خصوصیات یک مفهوم فرضی به نام PCS

۳-۱-۲ قواعد حفظ سازگاری در گراف هستان شناسی

برای آنکه ساختار مفهومی گراف هستان شناسی همواره در وضعیتی قابل قبول و منطقی باشد، قواعدی وضع شده که به اهم آنها در این قسمت اشاره خواهد کرد:

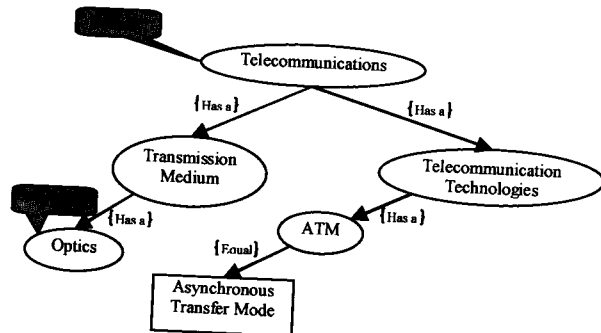
❖ **پیوستگی و اتصال گراف هستان شناسی:** تمامی قسمت‌های یک هستان شناسی باید با یکدیگر در ارتباط باشند. این امر نه تنها از نظر مفهومی و منطقی لازم نظر می‌رسد، بلکه بعضی از محاسبات و تفسیرهایی که بر روی گراف هستان شناسی صورت می‌گیرد نیز بر اساس این پیش فرض طراحی شده‌اند. بنابراین حذف یک رابطه یا افزودن بعضی از گره‌ها و روابط باعث یک عدم پیوستگی گراف شوند، باید از ادامه عملیات جلوگیری به عمل آید (این کنترل بگونه‌ای پایگاه داده هستان شناسی تعبیه شده است که بصورت خودکار انجام می‌شود البته یک استثنا در این مورد وجود دارد و آن مربوط است به گره‌های ذاتاً آزاد هستان شناسی که در ادامه آنرا شرح می‌دهیم.

❖ **یکتایی نام مفاهیم در یک حوزه:** هیچگاه در یک حوزه نمی‌تواند دو مفهوم یک نام وجود داشته باشد. از آنجا که معمولاً حوزه‌ها تخصصی هستند (مانند - مخابرات)، همواره تعریف مشخص و متمایزی برای هر مفهوم حوزه وجود دارد. این ترتیب ابهامی در این خصوص که دو مفهوم با یک نام ولی با معانی متفاوت ممکن است وجود داشته باشد، پدید نمی‌آید. اگر در دو زیرحوزه مختلف از حوزه، به دو مفهوم با نامهای یکسان اشاره شده، این دو مفهوم در واقع یکی هستند و باید در هم ادغام شوند. به این ترتیب اتصالات بین زیرحوزه‌های پدید می‌آید. کاملاً معتبر و مفید هستند. بدیهی است که در حوزه‌های مختلف ممکن واژه‌هایی وجود داشته باشند که به مفاهیمی مختلف در هر حوزه اشاره باشند. مانند واژه مدولاسیون در حوزه موسیقی و همین واژه در حوزه مخابرات. ❖ **صفات خاصه به عنوان گره‌های انتهایی گراف:** همانطور که قبلاً نیز به شد، صفات خاصه به عنوان گره‌های انتهایی گراف هستان شناسی ه

که به کمک آن بتوان خصوصیات و مشخصات مفاهیم را تعیین نمود. این نوع رابطه اخیر بیشتر با گره نوع صفت خاصه در ارتباط است.

۳-۱-۱ گراف هستان شناسی

❖ گراف هستان شناسی در TeLQAS مجموعه‌ای از مفاهیم و روابط بین آنها می‌باشد که دانش یک حوزه را بازنمایی می‌کند. همانطور که اشاره شد، به ازای هر حوزه یک گره از نوع حوزه در هستان شناسی وجود دارد. این گره فاقد رابطه ورودی است. معمولاً از این گره چند انشعاب خروجی به سایر مفاهیم و هستان شناسی‌ها وجود دارد. در شکل ۳، قسمتی از دیاگرام هستان شناسی حوزه مخابرات نمایش داده شده است. در ریشه‌ی این گراف یک گره به نام 'Telecommunications' وجود دارد که از نوع حوزه بوده و مبین حوزه مخابرات است. در این شکل، گره 'Optics' یک گره از نوع هستان شناسی است که هستان شناسی فیبر نوری را دربر می‌گیرد. سایر گره‌هایی که در داخل دایره (با بیضی) نشان داده شده‌اند، مفهوم هستند. مفهوم ATM یک معادل دارد (که در واقع شکل غیر مخفف آن است). این معادل با رابطه Equal به یک گره صفت خاصه منتهی می‌شود. در شکل مذکور صفات خاصه با مستطیل نشان داده شده‌اند.



شکل ۳- قسمتی از گراف هستان شناسی شامل حوزه مخابرات و مدیریت شبکه

همانطور که قبلاً نیز اشاره شد، هستان شناسی TeLQAS می‌تواند علاوه بر آنچه سایر هستان شناسی‌ها ذخیره می‌کنند، هرگونه دانشی را که یک حوزه ممکن است دربر گیرد، ذخیره کند. برای تکمیل اثبات این امر، در ادامه حالاتی از ارتباطات گرافانی را که نیاز به توجه خاص دارند و نیز قواعدی کلی که باید در گراف رعایت گردد را، مورد بررسی قرار می‌دهیم:

❖ **ایجاد مفاهیم معادل^{۳۳} با مفهوم اصلی:** هر مفهوم هستان شناسی ممکن است با چند مفهوم دیگر هم ارز باشد. در طراحی هستان شناسی‌های غیر از TeLQAS توصیه می‌شود که به ازای مفاهیم هم‌ارز، کلاس‌ها با نمونه‌های جداگانه ایجاد نکنیم. در اینجا نیز این موضوع معتبر است. ولی از آنجا که در TeLQAS ما با مفاهیم سروکار داریم و نه کلاسها یا نمونه‌ها، مفاهیم معادل نیز به صورت یک مفهوم در هستان شناسی ظاهر می‌شوند اما تنها یک رابطه ورودی از نوع 'Equal' دارند. از این روابط نمی‌توان روابط یا گره‌هایی دیگر منشعب کرد. وجود این دسته از مفاهیم صرفاً به دلیل آگاهی سیستم از نامهای مختلف یک مفهوم است و گرنه برای ثبت هر نوع اطلاعات دیگر باید از مفهوم اصلی که مقصد این نوع رابطه است، استفاده شود. بدیهی است اگر یک مفهوم دارای چندین مفهوم معادل باشد، برای هر یک از این مفاهیم معادل یک انشعاب از مفهوم اصلی با نوع رابطه 'Equal' ایجاد می‌گردد. اینکه از چندین نام برای یک مفهوم، کدامیک را به عنوان مفهوم اصلی انتخاب کنیم، اهمیت چندانی ندارد و می‌تواند به صورت قراردادی توسط خود طراح تعیین شود.

❖ **ایجاد تعاریف برای مفاهیم:** به عنوان یک پایگاه دانش که قرار است در یک سیستم پرسش و پاسخ بکار رود، لازم است تا هستان شناسی تعریفی نیز از