



ارائه چارچوبی برای  
استخراج هستان شناسی وابسته به زمان  
از داده های چند رسانه ای (ویدئو) حاشیه نویسی شده

مؤلف: بهرنگ قاسمی زاده

استاد راهنما: دکتر محمدرضا کنگاوری

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد  
در رشته مهندسی کامپیوتر، گرایش هوش مصنوعی و رباتیک  
دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی کامپیوتر

فروردین ۱۳۸۵



## چکیده

درک تصاویر ویدئویی یکی از مسائل حل نشده در بینایی ماشین و هوش مصنوعی است. بزرگترین چالش در این زمینه شکاف معنایی است. تا به حال تلاشهای فراوانی جهت حل مسئله درک داده های ویدئویی و شکاف مفهومی صورت گرفته است.

روشهای پیشنهاد شده برای حل این مسئله از حاشیه نویسی های متنی برای تشریح مفاهیم و ارائه مدل انتزاعی از داده های ویدئویی بهره می گیرند. یکی از بزرگترین نقاط ضعف این مدلها عدم توانایی ارائه مفاهیم زمانی و روابط وابسته به زمان میان دیگر مفاهیم است. روشهای پیشنهاد شده تا به حال روشی جامع را جهت استنتاج از مفاهیم وابسته به زمان از داده های ویدئویی ارائه ننموده اند، به عبارت دیگر در اکثر کارهای صورت گرفته ماهیت داده های ویدئویی به عنوان مستندات وابسته به زمان فراموش شده است.

در پژوهش صورت گرفته روشی جامع برای ارائه یک مدل انتزاعی از مفاهیم متضمن داده های ویدئویی که اطلاعات زمانی را در خود مجتمع نموده اند پیشنهاد شده است. روش پیشنهادی در این پژوهش چارچوبی را برای استنتاج وابسته به زمان از داده های ویدئویی فراهم آورده است. برای رسیدن به این هدف ساختار هستان شناسانه جدیدی به نام هستان شناسی وابسته به زمان جهت ارائه یک مدل معنایی وابسته از زمان از داده های ویدئویی معرفی شده است که چارچوبی را جهت استنتاج وابسته به زمان از مفاهیم استخراج شده فراهم می آورد.



سادگی، پیوستگی و تکرار  
کلید موفقیت است.



## فهرست مطالب

|    |       |                                                |
|----|-------|------------------------------------------------|
| ۱۳ | ۱     | مقدمه و آشنایی                                 |
| ۱۴ | ۱.۱   | مقدمه                                          |
| ۱۸ | ۲.۱   | مروری بر کارهای انجام شده                      |
| ۱۹ | ۳.۱   | راهنمای پایان نامه                             |
| ۲۳ | ۲     | هستان شناسی                                    |
| ۲۴ | ۱.۲   | مقدمه                                          |
| ۲۷ | ۲.۲   | اجزا تشکیل دهنده هستان شناسی                   |
| ۲۸ | ۳.۲   | هستان شناسی ها، از تئوری تا کاربرد             |
| ۳۱ | ۴.۲   | طرح کلی برای ساخت هستان شناسی ها : متدولوژی ها |
| ۳۴ | ۵.۲   | خلاصه و نتیجه گیری                             |
| ۳۷ | ۳     | هستان شناسی زمان و هستان شناسی وابسته به زمان  |
| ۳۸ | ۱.۳   | مقدمه                                          |
| ۴۰ | ۲.۳   | استنتاج وابسته به زمان چیست؟                   |
| ۴۰ | ۳.۳   | ارائه زمان در سیستم های اطلاعاتی               |
| ۴۱ | ۱.۳.۳ | واحدهای پایه زمان                              |
| ۴۲ | ۲.۳.۳ | توپولوژی زمان                                  |
| ۴۳ | ۳.۳.۳ | ارتباطات وابسته به زمان                        |
| ۴۳ | ۴.۳.۳ | کرانداری                                       |
| ۴۴ | ۵.۳.۳ | ساختار زمان                                    |
| ۴۴ | ۶.۳.۳ | اندازه های وابسته به زمان                      |
| ۴۵ | ۴.۳   | چارچوبهای زمانی پایه و استنتاج وابسته به آنها  |
| ۴۵ | ۱.۴.۳ | چارچوب مبتنی بر نقاط                           |
| ۴۶ | ۲.۴.۳ | چارچوب مبتنی بر بازه ها                        |
| ۴۸ | ۵.۳   | هستان شناسی زمان                               |
| ۵۲ | ۶.۳   | هستان شناسی وابسته به زمان                     |

|       |                                                          |    |
|-------|----------------------------------------------------------|----|
| ۷.۳   | خلاصه و نتیجه گیری                                       | ۵۴ |
| ۴     | استفاده از هستان شناسی ها برای مدل کردن داده های ویدئویی | ۵۷ |
| ۱.۴   | مقدمه                                                    | ۵۸ |
| ۲.۴   | سازماندهی داده های ویدئویی                               | ۶۰ |
| ۳.۴   | معنای ویدئو                                              | ۶۱ |
| ۴.۴   | حاشیه نویسی                                              | ۶۲ |
| ۵.۴   | استفاده از هستان شناسی برای مدل کردن داده های ویدئویی    | ۶۳ |
| ۶.۴   | استفاده از هستان شناسی در سیستم پیشنهادی                 | ۶۵ |
| ۷.۴   | خلاصه و نتیجه گیری                                       | ۶۶ |
| ۵     | چارچوب پیشنهادی، معماری سیستم                            | ۶۷ |
| ۱.۵   | مقدمه                                                    | ۶۸ |
| ۲.۵   | هستان شناسی وابسته به زمان برای داده های ویدئویی         | ۶۸ |
| ۳.۵   | نگاه کلی بر سیستم پیشنهادی                               | ۷۱ |
| ۱.۳.۵ | پیمانه دانش زمینه ای                                     | ۷۲ |
| ۲.۳.۵ | پیمانه پیش پردازنده                                      | ۷۷ |
| ۳.۳.۵ | پیمانه ساخت هستان شناسی وابسته به زمان                   | ۸۰ |
| ۴.۳.۵ | پیمانه های واسط کاربری و پرسش و پاسخ                     | ۸۱ |
| ۴.۵   | پیاده سازی                                               | ۸۴ |
| ۵.۵   | ویژگیها و نقاط قوت سیستم پیشنهاد شده                     | ۸۴ |
| ۱.۵.۵ | ساخت خودکار حاشیه نویسی ها به کمک دانش زمینه ای          | ۸۴ |
| ۲.۵.۵ | مستقل بودن چارچوب پیشنهادی از داده های ورودی             | ۸۵ |
| ۳.۵.۵ | توانایی در پاسخ به پرس و جوهای وابسته به زمان            | ۸۶ |
| ۴.۵.۵ | مزیت های ناشی از استفاده از ساختار هستان شناسانه         | ۸۶ |
| ۶.۵   | خلاصه و نتیجه گیری                                       | ۸۶ |
| ۶     | نتایج عملی، جمع بندی                                     | ۸۹ |
| ۱.۶   | مقدمه                                                    | ۹۰ |
| ۲.۶   | راه اندازی سیستم و استفاده از آن                         | ۹۰ |
| ۱.۲.۶ | تعریف هستان شناسی زمان، متناسب با نوع کاربرد             | ۹۱ |
| ۲.۲.۶ | تعریف دانش زمینه ای                                      | ۹۱ |
| ۳.۶   | تست سیستم بر روی داده واقعی: ویدئوی مسابقات فوتبال       | ۹۳ |
| ۴.۶   | خلاصه و جمع بندی                                         | ۹۶ |
| ۵.۶   | نتیجه گیری و سمت و سوی تحقیقات آینده                     | ۹۷ |
| ۹۹    | فهرست منابع                                              |    |

## فهرست تصاویر

|    |                                                                             |      |
|----|-----------------------------------------------------------------------------|------|
| ۱۷ | زمینه های تحقیقاتی مرتبط با هستان شناسی                                     | ۱.۱  |
| ۲۶ | قسمتی از یک هستان شناسی با زبان SHOE                                        | ۱.۲  |
| ۳۳ | مهمترین وظایف در ساخت هستان شناسی ها مطابق با پیشنهاد گومز                  | ۲.۲  |
| ۴۱ | زمان به عنوان یک بعد اطلاعاتی بیشتر برای درستی فرمول ها                     | ۱.۳  |
| ۴۷ | نمونه ای از ارائه خط-زمان                                                   | ۲.۳  |
| ۴۸ | مثالی از تعریف یک رابطه مرکب به کمک روابط پایه ای                           | ۳.۳  |
| ۵۰ | قسمتی از ساختار هستان شناسی Simple-Time                                     | ۴.۳  |
| ۵۱ | قسمتی از تعاریف ارائه شده در هستان شناسی Simple-Time                        | ۵.۳  |
| ۵۲ | سلسله مراتب زیر کلاسه های مربوط به مفاهیم زمانی در OWL-S                    | ۶.۳  |
| ۵۳ | یک هستان شناسی برای دسته بندی دانشجویان در دانشکده کامپیوتر                 | ۷.۳  |
| ۵۴ | یک هستان شناسی وابسته به زمان                                               | ۸.۳  |
| ۷۱ | بلاک دیاگرام سیستم پیشنهادی و رابطه میان پیمانه های مختلف                   | ۱.۵  |
| ۷۳ | واسط کاربری برای تعریف دانش زمینه ای                                        | ۲.۵  |
| ۷۴ | واسط کاربری گرافیکی برای تعریف هستان شناسی زمان                             | ۳.۵  |
|    | نمونه ای از هستان شناسی زمان. ساختار سلسله مراتبی و ترجمه معادل آن در فایل  | ۴.۵  |
| ۷۵ | با فرمت XML متناظر                                                          | ۵.۵  |
| ۷۶ | نمونه ای از دانش زمینه ای تعریف شده برای مسابقه فوتبال                      | ۶.۵  |
| ۷۶ | واسط کاربری که چگونگی اعطای خصیصه زمانی را نمایش می دهد                     | ۷.۵  |
| ۷۸ | قسمتی از دانش زمینه ای تعریف شده و خروجی فایل XML متناسب آن                 | ۸.۵  |
| ۷۹ | نمونه ای از حاشیه نویسی انجام شده توسط پیش پردازنده برای بازی فوتبال        | ۹.۵  |
| ۸۲ | نمونه ای از هستان شناسی وابسته به زمان ساخته شده برای یک بازی فوتبال        | ۱۰.۵ |
| ۸۳ | واسط کاربری به شکل خط - زمان                                                |      |
|    | چگونگی گردش داده ها و مراحل انجام کار برای ارائه معنایی وابسته به زمان برای | ۱.۶  |
| ۹۲ | یک داده ویدئویی                                                             |      |

|     |                                             |    |
|-----|---------------------------------------------|----|
| ۲.۶ | حاشیه نویسی های انجام شده برای ویدئوی ورودی | ۹۵ |
|-----|---------------------------------------------|----|

## تشکر و قدردانی

از زحمات استاد عزیز، جناب آقای دکتر محمدرضا کنگاوری کمال تشکر و قدردانی را دارم. مسلماً بدون راهنمایی‌ها و کمک‌های ارزشمند ایشان انجام این پروژه مقدور نبود. ایشان در این مدت، برای من هم معلم علم و هم معلم اخلاق و انسانیت بوده‌اند. همچنین از دوستان گرامی‌ام آقایان مهندس سید هادی راستگوی حقی و مهندس علی بهاری سلیم که در انجام این پروژه مرا یاری دادند، صمیمانه تشکر می‌کنم. بر خود واجب می‌دانم از آقایان دکتر پارسا و دکتر بدیع که زحمت داوری این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند، تشکر و قدردانی نمایم. مطمئناً راهنمایی‌هایی و نظریات ایشان راهگشایی جهت انجام کارهای آتی خواهد بود.

در نهایت، از پشتیبانی و حمایت مالی مرکز تحقیقات مخابرات ایران جهت انجام پروژه، کمال تشکر و قدردانی را دارم.



## فصل ۱

### مقدمه و آشنایی

## ۱.۱ مقدمه

با گسترش تکنولوژی ابزارهای ذخیره سازی با ظرفیت بالا و حضور گسترده مدیا های دیجیتال در محیط شبکه جهانی<sup>۱</sup>. و همزمان با آن تلاش برای گسترش وب معنایی<sup>۲</sup>، بازیابی معنایی تصویر و ویدئو در دهه اخیر به عنوان یکی از ویژگیهای مهم در چشم انداز سیستم های چند رسانه ای قرار گرفته است. با وجود تحقیقات فراوان در این زمینه، خروجی چنین تحقیقاتی تنها محدود به تعدادی سیستم با پرس و جو های مبتنی بر مثال<sup>۳</sup> بوده است که عمدتاً مبتنی بر ویژگیهای سطح پایین تصویر و میزان شباهت است که در همگی آنها به خوبی کمبود ادراک و معنی دیده می شود. تنها اخیراً جوامع تحقیقاتی بر روی مشکلات بوجود آمده به علت شکاف میان اطلاعاتی که می توانند به صورت خودکار از داده های تصویری استخراج شوند و تفاسیری که داده های یکسان برای کاربر در یک موقعیت داده شده داشته باشند، تمرکز یافته اند یعنی همان شکاف معنایی<sup>۴</sup> [۱، ۲].

در این میان تلاشهای تحقیقاتی برای تولید خودکار روابط میان ویژگیهای سطح پایین و مفاهیم سطح بالا صورت گرفته است. بر اساس تلاشهای صورت گرفته تا به حال، خروجی سیستمهای گسترش یافته به شکل حاشیه نویسی هایی برای تصاویر ویدئویی در آمده است. این حاشیه نویسی ها غالباً به شکل یک یا چند کلمه کلیدی برای هر تصویر یا فریم و یا مجموعه ای از فریمها می باشد [۱].

داده های ویدئویی با ویژگیهای منحصر به فرد آن شامل سائز بزرگ، طبیعت وابسته به زمان و مکان مشکلات بسیاری را پیش روی محققین در زمینه پایگاه های داده ویدئویی قرار داده است. یکی از مهمترین این مسائل مدل کردن داده های ویدئویی به منظور بازیابی و ایندکس گذاری کارا و دسترسی به داده های ویدئویی همچون بازیابی، Browsing و پرس و جو است. داده های ویدئویی می توانند بر اساس ویژگیهای تصویر، صدا و یا محتویات معنایی به شکل حاشیه نویسیهای متنی مدل شوند [۳]. از آنجا که درک تصاویر ویدئویی توسط ماشین یکی از مسائل حل نشده است، معمولاً حاشیه نویسی های متنی به منظور تشریح مفاهیم داده های ویدئویی با توجه به فهم حاشیه نویس و هدف آن داده های ویدئویی صورت می گیرد. به طور عمومی تکنیکهای بینایی ماشین توانایی پاسخ به سوالاتی نظیر اینکه

---

<sup>۱</sup>.World Wide Web

<sup>۲</sup>.Semantic Web

<sup>۳</sup>.Example Based Query

<sup>۴</sup>.Semantic Gap

چه چیزهایی در ویدئو وجود دارد را دارند ولیکن از پاسخگویی به سوالاتی همانند اینکه چه اتفاقی در ویدئو افتاد و با اینکه ویدئو سعی در دادن چه پیامی داشته است را ندارند [۴].

مدلهای داده های ویدئویی که پیش از این پیاده سازی شده اند همانند Informedia [۵]، VideoText [۶] و VideoSTAR [۷] با اینکه از حاشیه نویسی برای ارائه معانی ویدئویی استفاده می کنند با این حال از مدل کردن روابط معنایی که در خلال مفاهیم بیان می شوند، عاجزند. اهمیت بدست آوردن پیوستگی و تجمع معنایی در این حقیقت نهفته است که به مقدار زیادی کارائی پردازش پرس و جوهای ویدئویی را که توسط بانک دانش فراهم آمده است، افزایش میدهد [۴].

در [۸] یک روش برای حاشیه نویسی<sup>۵</sup> و پردازش معنایی<sup>۶</sup> کمک شده توسط دانش<sup>۷</sup> مبتنی بر فراساختار هستان شناسی<sup>۸</sup> ارائه شده است اما در آن به ویژگی مهم داده های ویدئویی به عنوان داده های وابسته به زمان یک دنباله زمانی توجه نشده است. علاوه بر این در اکثر کارهای صورت گرفته، سیستم ارائه شده تنها به یک کاربرد خاص محدود شده است و در آن روشی برای گسترش سیستم پیشنهادی برای دیگر انواع داده های ویدئویی پیشنهاد نشده است. به عنوان مثال در [۹] یک سیستم برای مدل کردن مفاهیم در یک بازی ورزشی ارائه شده است اما اینکه حتی سیستم پیشنهادی چگونه می تواند برای دیگر بازیهای ورزشی مورد استفاده قرار گیرد، توضیحی داده نشده است.

زمان یکی از ابعاد مهم در فضای اطلاعاتی ماست. برنامه های کاربردی همانند استخراج اطلاعات<sup>۹</sup>، سیستم های پردازش داده های چند رسانه ای، گسترش وب معنایی همگی می توانند از منافع حاصله از ابعاد زمانی سود ببرند. برای مثال با خلاصه سازی یک داستان به شکل یک خط-زمان<sup>۱۰</sup>، سیستم می تواند ترتیب وقایعی که شخص خاصی در آن حضور داشته است، استخراج نماید. طیف وسیعی از تحقیقات منطق گرا وجود دارد که عمدتاً بر روی تشریح سیستم های متضمن استنتاج از عبارات وابسته به زمان تمرکز یافته اند همانند [۱۰]. این حساب های قراردادی برای عبارات وابسته به زمان، همانند سیستم های تقویمی به اندازه کافی مشکلاتی که هنگام کار در دنیای واقعی با داده های وابسته

---

<sup>۵</sup>.Annotation

<sup>۶</sup>.Semantic Analysis

<sup>۷</sup>.Knowledge

<sup>۸</sup>.An ontology

<sup>۹</sup>.Information extraction

<sup>۱۰</sup>.Time line

به زمان بوجد می آیند ، آدرس دهی نمی نمایند. تنها تلاشهای محدودی که مشخصاً بر روی مسئله استنتاج و نتیجه گیری با توجه به دانه دانگی زمانی<sup>۱۱</sup> و تاکید بر وابستگی زمانی متمرکز شده باشد وجود دارد. هستان شناسی های زمان<sup>۱۲</sup>، عناصر پایه ای ارائه برای استنتاج وابسته به زمان را شکل می دهند. برای این منظور هم از ارائه های مبتنی بر لحظه<sup>۱۳</sup> و هم از ارائه های بازه های<sup>۱۴</sup> زمانی استفاده شده است [۱۱] [۱۲].

پرس و جو های وابسته به زمان در پایگاه داده های ویدئویی برای مشخص نمودن ترتیب وقوع شرایط در زمان استفاده می شوند. این شرایط می توانند از هر نوعی باشند اما اپراتور های زمانی آرگومانهایشان را تنها در صورت شامل بودن یک بازه پردازش می نمایند. معمولاً از زبانهای جبری برای مدل کردن زمان استفاده می شود نمونه ای از آن جبر وابسته به زمان آلن<sup>۱۵</sup> [۱۰] می باشد.

روشهای دستیابی به داده های معنایی ذخیره شده با روشهای دستیابی به داده های ذخیره شده در یک پایگاه داده معمولی متفاوت است و در اکثر کارهای جدید هدف پوشش دادن همین مسئله است. طراحی زبان پرس و جوی ساده و سهولت و کارایی پرس و جو ها مستقیماً در رابطه با چگونگی ارائه دانش در این سیستمها می باشد. بنابراین می توان به طور خلاصه چالشهای موجود در این زمینه را نبود یک چارچوب یکپارچه برای بازنمایی معنا، عدم ارائه روشی مناسب برای استخراج داده های وابسته به زمان و در نهایت بازنمایی آن به شکلی کارا معرفی نمود.

همزمان با این مسائل، هستان شناسی ها در هوش مصنوعی به عنوان یک راه حل برای بازنمایی دانش در حال گسترش هستند. در حال حاضر هستان شناسی ها<sup>۱۶</sup> یکی از موضوعات مورد علاقه در زمینه های تحقیقاتی مختلف می باشد و می توان شاهد کارایی آن در تعداد زیادی از زمینه های کاربردی بود [۱۳].

همچنانکه در فصل بعد توضیح داده خواهد شد، تحقیق در زمینه هستان شناسی ها بسیار وسیع می باشد. شکل زیر زمینه های اصلی تحقیقاتی و همچنین چگونگی ارتباط میان این زمینه ها را نشان

---

<sup>۱۱</sup>.Temporal Granularity

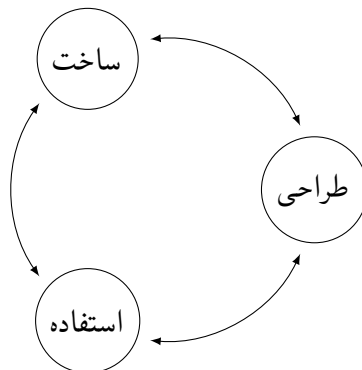
<sup>۱۲</sup>.An ontology of time

<sup>۱۳</sup>.Point-based

<sup>۱۴</sup>.Intervals

<sup>۱۵</sup>.Allen's temporal algebra

<sup>۱۶</sup>.Knowledge representation



شکل ۱.۱: زمینه های تحقیقاتی مرتبط با هستان شناسی

می دهد. طراحی شامل چگونگی و نظریاتی است درباره آنچه که باید ارائه شود به عبارت دیگر چگونه دانش زمینه ای<sup>۱۷</sup> می بایستی سازماندهی شود. طراحی همچنین شامل توسعه و استفاده از راهنماهای طراحی<sup>۱۸</sup> برای هستان شناسی است. ساخت و گسترش در رابطه با سوالاتی درباره گرفتن، فرموله کردن و پیاده سازی دانش زمینه ای است. استفاده به عملکردهایی توجه می کند که هستان شناسی می تواند پشتیبانی نماید و به نقش هستان شناسی در کاربرد توجه می نماید.

در پژوهش پیش رو قصد بر آن است تا با استفاده از هستان شناسی، یک چارچوب کلی برای ارائه یک مدل معنایی وابسته به زمان برای داده های خام ویدئویی ارائه شود. در اینجا فرض شده است که ابزارهای لازم جهت پردازش اولیه داده های ویدئویی و استخراج حاشیه نویسی های مناسب وجود دارد. مرجعی که بدین منظور مورد استفاده قرار گرفته است پژوهشی [۱۴] است که همزمان با پژوهش حاضر در حال انجام بوده است. هر چند که این فرض برای سیستم پیشنهادی موجود است، اما به دلیل اهمیت موضوع، چارچوب ارائه شده برای سیستم پیشنهادی به گونه ای است که چگونگی استفاده از این ابزارها و اطمینان از جامعیت سیستم را تشریح نموده است.

<sup>۱۷</sup>.Domain knowledge

<sup>۱۸</sup>.Guidelines

## ۲.۱. مروری بر کارهای انجام شده

ارائه سیستم‌هایی برای بازیابی مبتنی بر مفهوم از داده‌ها یکی از چالش‌های قدیمی در زمینه هوش مصنوعی و به شکل دقیق‌تر در مباحث بازیابی اطلاعات<sup>۱۹</sup> است. هر چند چنین سیستم‌هایی برای بازیابی اطلاعات مبتنی بر مفهوم برای داده‌های ساخت یافته به موفقیت‌هایی دست یافته‌اند اما در عین حال نتوانسته‌اند چارچوبی مناسب برای داده‌های نیمه ساخت یافته و یا غیر ساخت یافته ارائه نمایند. این مسئله به طبیعت چنین داده‌هایی باز می‌گردد.

شاید مهمترین دست‌آورد چنین سیستم‌هایی به بازیابی مفهومی از داده‌های متنی باز می‌گردد اما با این حال تحقیق در مورد آن ادامه دارد. همزمان با آن جوامع تحقیقاتی در تلاش برای ارائه چنین سیستم‌هایی هستند اما هریک از آن‌ها دارای نقاط ضعف مهمی هستند که استفاده از آن‌ها را محدود به زمینه‌های خاصی نموده است. به عنوان مثال در [۸] یک چارچوب برای تحلیل معنایی ویدئو و حاشیه‌نویسی آن به کمک دانش زمینه‌ای معرفی شده است. مفاهیم معنایی در زمینه مورد استفاده در یک هستان‌شناسی تعریف شده‌اند. ولی متأسفانه سیستم فوق از روابط زمانی میان اشیاء مفهومی پشتیبانی نمی‌نماید. علاوه بر آن سیستم ارائه شده توانایی تغییر کاربری و تعریف دانش زمینه برای کاربردهای دیگر را پشتیبانی نمی‌نماید.

در [۴] یک مدل بر پایه گرافهای مفهومی برای داده‌های ویدئویی معرفی شده است. این سیستم از حاشیه‌نویسی‌های متنی به همراه ارائه دانش به شکل گرافهای مفهومی<sup>۲۰</sup> برای پیدا کردن روابط مفهومی بیان شده در حاشیه‌نویسی‌ها متنی استفاده می‌نماید. ولی با این حال خصوصیت مهم داده‌های ویدئویی به عنوان مستند وابسته به زمان کمتر مورد توجه قرار گرفته است. علاوه بر آنکه سیستم چارچوبی را برای استنتاج وابسته به زمان از داده ویدئویی را معرفی نمی‌نماید.

در [۱۵] تلاشی جهت پوشش شکاف معنایی با اجتماع آنالیزهای تصویر/ویدئو با یک شبکه معنی برای تفسیر ویدئوی بازی بیس بال صورت گرفته است. مهمترین دست‌آورد این پژوهش فراهم آوردن یک روش استنتاج برای ساخت روابط میان مفاهیم قابل مشاهده و غیر قابل مشاهده است. هر چند که استفاده از روش ارائه شده برای ارائه یک مدل از داده‌های ویدئویی تشریح نشده است. علاوه بر آن

<sup>۱۹</sup>.Information retrieval

<sup>۲۰</sup>.Conceptual graph

روش پیشنهادی مختص به یک نوع داده خاص خواهد بود.

همزمان با آن، سیستم هایی برای حاشیه نویسی خودکار داده های ویدئویی برای ارائه معنایی از داده های ویدئویی معرفی شده است. هر چند که در همگی آنها کم و بیش وجود دانش زمینه با ناظر و یا بودن ناظر دیده می شود [۱] [۸] [۱۶]. به عنوان مثال در [۱]، سیستم ارائه شده، رشته ویدئویی را بصورت اتوماتیک با استفاده از دانش مجموعه داده های از قبل حاشیه نویسی شده، حاشیه نویسی می نماید. این کار توسط روش های مبتنی بر قانون که از تئوری مجموعه های فازی و تکنیکهای داده کاوی بهره می گیرد، صورت می گیرد. رویه کار در سیستم پیشنهادی به شکل زیر است. ابتدا دانش از مجموعه داده های از قبل حاشیه نویسی شده استخراج می شود. قوانینی که مفاهیم سطح بالای تعریف شده توسط کاربر در واژگان را به ویژگی های سطح پایین مرتبط می سازد، استخراج می نماید. به کمک قوانین بدست آمده و استخراج فازی، ویدئوهای جدید را بصورت خودکار حاشیه نویسی می کند. به عبارت دیگر سیستم پیشنهادی به کمک یک مجموعه آزمایشی برای استخراج مفاهیم و حاشیه نویسی ویدئوهای جدید آموزش داده می شود.

مشکل سیستم فوق در آن است که پیش از استفاده از آن می بایستی سیستم را توسط ویدئوهای از پیش حاشیه نویسی شده آموزش داد. این سبب می شود که سیستم حتی پس از آماده سازی یک مجموعه آموزشی تنها برای یک زمینه خاص قابل کاربرد باشد. به عبارت دیگر سیستم پیشنهادی به شکل غیر مستقیم از وجود ناظر و همچنین دانش زمینه ای از پیش تعریف شده استفاده می نماید. علاوه بر این سیستم پیشنهادی مشخص نمی کند که چگونه می توان از حاشیه نویسی های بدست آمده برای کاربردهای متفاوت استفاده کرد. علاوه بر این در اینجا نیز استخراج داده های وابسته به زمان مورد نظر قرار نگرفته است.

### ۳.۱ راهنمای پایان نامه

فصل ۲ در این پژوهش به معرفی هستان شناسی ها، تعاریف و ویژگیهای آن می پردازد. این فصل ابتدا تعریف کلی از هستان شناسی را ارائه می نماید. سپس درباره متدلوژی های ساخت هستان شناسی ها مختصراً توضیحی داده شده است. ساختارهای مورد استفاده در هستان شناسی ها و المان های آن نیز

در این فصل تشریح شده اند. در حقیقت تعاریف و مطالب گرد آمده در فصل دوم، هستان شناسی را به عنوان ابزاری مناسب برای ارائه دانش معرفی می نماید. ویژگیهای معرفی شده از هستان شناسی ها در فصل اول سبب خواهد شد تا به بسیاری از سوالات که ممکن است در پروسه طراحی سیستم باید به آن پاسخ داده شود، دارای پاسخی مناسب باشند. خواننده می تواند از تعاریف و ویژگیهای مطرح شده از هستان شناسی برای درک بهتر مطالب فصل بعدی استفاده نماید. در صورتی که خواننده با مفاهیم هستان شناسی آشنایی داشته باشد نیازی به مطالعه این فصل نخواهد بود.

استنتاج وابسته به زمان و هستان شناسی زمان موضوع فصل ۳ این پژوهش است. در فصل ۳ خواننده با چارچوب های کلی معرفی شده برای استنتاج وابسته به زمان در هوش مصنوعی آشنا می شود. نقاط قوت و ضعف هر یک از این چارچوب ها توضیح داده می شود. سپس در ادامه هستان شناسی زمان و مفهوم آن معرفی شده است. در این فصل نشان داده می شود که یک هستان شناسی زمان می تواند به عنوان ابزاری برای ارائه قاعده های اصولی برای استنتاج وابسته به زمان مورد استفاده قرار گیرد. هستان شناسی وابسته به زمان نیز مفهوم جدید دیگری است که در این پژوهش معرفی خواهد شد. از هستان شناسی وابسته به زمان برای ارائه معانی داده های ویدئویی در سیستم پیشنهادی استفاده شده است.

فصل ۴ به ارائه مفهوم حاشیه نویسی، دلایل استفاده از آن و نقاط قوت و ضعف روش های موجود برای هستان شناسی پرداخته است. پس از آن در این فصل توضیح داده می شود که یک هستان شناسی چگونه می تواند سبب قدرت و سهولت حاشیه نویسی شود.

معماری سیستم پیشنهادی در فصل ۵ تشریح شده است. در این فصل از پژوهش با استفاده از مفاهیم ارائه شده قبلی یک چارچوب برای ارائه معانی از داده های خام ویدئویی ارائه شده است. در این فصل توضیح داده می شود که چگونه استفاده از هستان شناسی سبب ارائه یک چارچوب کلی برای حاشیه نویسی، استخراج معانی و در نهایت ارائه معنایی وابسته به زمان از داده های خام ویدئویی خواهد بود. در این فصل خواننده متوجه می شود که چگونه چارچوب ارائه شده می تواند مستقل از نوع داده ورودی (نوع ویدئوی ورودی اعم از ورزشی، خبری و ...) برای ارائه معنایی از آن استفاده شود. در این فصل مختصراً روش استفاده از سیستم تشریح می شود.

در فصل ۶ چگونگی کار با سیستم و کاربرد آن بر روی داده های تست انتخابی ارائه شده است.

جمع بندی و خلاصه مطالب ارائه شده در مستند نیز در این فصل آمده است. در ادامه آن پیشنهاداتی برای تکمیل کار به همراه سمت و سوی تحقیقات آینده ارائه می شود. ضمیمه شماره یک ۱ هستان شناسی زمان نمونه را که برای آزمایش سیستم مورد استفاده قرار گرفته است نمایش می دهد.



## فصل ۲

### هستان شناسی

## ۱.۲ مقدمه

هستان شناسی ها در هوش مصنوعی به عنوان یک راه حل برای بازنمایی دانش در حال گسترش هستند. در حال حاضر هستان شناسی ها یکی از موضوعات مورد علاقه در زمینه های تحقیقاتی مختلف می باشند و می توان شاهد کارائی آن در تعداد زیادی از زمینه های کاربردی بود. در این فصل هدف، آشنائی با کلیات هستان شناسی است. برای رسیدن به این هدف، چندین تعریف مختلف از هستان شناسی ها جهت مشخص نمودن خصوصیات مهم آنها ارائه شده است. جنبه های مهم در ساخت هستان شناسی ها بطور خلاصه یادآوری شده است و درباره زبانهای هستان شناسی و کاربردهای آنها شرح مختصری داده شده است. شبکه جهانی وب و کتابخانه های دیجیتالی منابع بزرگی هستند که مقادیر زیادی از داده های توزیع شده ناهمگون را در خود در تمرکز داده اند. قابلیت دسترسی، نگهداری، سازماندهی و محافظت از داده های ذخیره شده به همراه دیگر وظایف مورد نیاز، نیاز به وجود ابزارهایی برای پردازش خودکار را آشکار می سازد. برای رسیدن به این هدف، نیاز به یک راه مناسب برای تشریح و توصیف این منابع و داده های آنها به شکل قابل فهم برای ماشین است. روشهای زیادی بدین منظور معرفی و پیاده سازی شده است اما هنوز یک اجماع کلی به منظور استفاده از یکی یا تعداد محدودی از این مجموعه روشها وجود ندارد.

هستان شناسی به عنوان یک راه حل جهت بازنمایی دانش مورد توجه قرار گرفته است. تاکنون هستان شناسی ها به منظور پشتیبانی کارهای متفاوتی استفاده شده اند. در حال حاضر، برنامه های کاربردی در زمینه های متفاوت همانند صنعت، تجارت و تحقیقات دانشگاهی وجود دارد که از هستان شناسی ها در طراحی و معماری خود استفاده می کنند. افراد، سازمانها و برنامه های نرم افزاری می بایستی قادر باشند تا با یکدیگر گفتگو و مراوده کنند، هر چند نیازهای متفاوت با زمینه های مختلف منجر به نقطه نظرات متفاوت می شود. هر چند این تباین طبیعی و با ارزش است، اما منجر به مشکلاتی در ارتباط، اثر متقابل و فهم می شود. هستان شناسی ها یک راه حل برای آدرس دهی این چنین مشکلات هستند. به عبارت دیگر هستان شناسی ها علاوه بر ارائه دانش، به عنوان ابزاری برای اشتراک دانش نیز مورد توجه اند.

تئوریه ها در هوش مصنوعی به دو گروه کلی دسته بندی می شوند: تئوریهای مربوط به مکانیزم و تئوریهای مربوط به محتوی. هستان شناسی ها تئوریهای مربوط به محتوی هستند درباره انواع

اشیاء، ویژگیهای اشیاء، و روابط میان اشیائی که ممکن است در یک دامنه مشخص از دانش باشند. هستان شناسی ها ترم های بالقوه ای را جهت تشریح دانش ما درباره یک دامنه فراهم می آورند. گاهی اوقات جوامع هوش مصنوعی بوسیله بعضی مکانیزم ها همانند سیستم های مبتنی بر قانون و شبکه های عصبی، منطق فازی و ... به وجد می آیند. مکانیزم ها به عنوان رازی جهت ساختن ماشین های هوشمند مطرح می شوند. در زمان دیگر، ما به آن پی می بریم که با اینکه این مکانیزم ها جالب هستند اما نمی توانند کار زیادی بدون داشتن یک تئوری مناسب مربوط به محتوی از دامنه ای که در آن کار می کنند، انجام دهند. علاوه بر این مشاهده می کنیم که هنگامی که یک تئوری مربوط به محتوی مناسب فراهم باشد مکانیزمهای مختلفی می توانند برای پیاده سازی یک سیستم استفاده شوند که ممکن است همه آنها بطور یکسان برای پیاده سازی سیستم به شکلی کارا مناسب باشند [۱۷]. این مسئله اهمیت فراهم آوردن یک تئوری محتوی مناسب را هرچه بیشتر آشکار می سازد.

در کتابها و مقالات می توان تعاریف متعددی را برای هستان شناسی ها پیدا کرد. در [۱۸] یک مطالعه بر روی تعاریف ارائه شده برای هستان شناسی ها به همراه تحلیل این تعاریف آمده است. یکی از این تعاریف، تعریف گروبر است: ”هستان شناسی خصوصیات قراردادی و صریح از یک ادراک مشترک است.“ این تعریف با در نظر گرفتن چهار مفهوم کلی متضمن آن یعنی قراردادی بودن، صراحت، ادراک و اشتراک تحلیل می شود. ساخت مدل تجریدی از پدیده مورد نظر با ادراک نامیده شده است، تشریح جامع و دقیق ریاضی اشاره به کلمه قراردادی دارد. صراحت مفاهیم و تعریف شفاف روابط میان مفاهیم به کمک ترم صراحت مشخص شده است و وجود توافق میان کاربران هستان شناسی تکیه بر واژه کلیدی اشتراک دارد. تعریف ارائه شده توسط گروبر کلی است اما علاوه بر آن هستان شناسی ها می توانند در یک زمینه خاص تعریف شوند. برای مثال، با در نظر گرفتن پارادیگم های مربوط به عامل ها هستان شناسی می توانند یک تشریح قراردادی از مفاهیم و روابطی باشند که می تواند در اجتماع عامل ها وجود داشته باشد. [۱۸]

تعریف ارائه شده دیگر برای هستان شناسی ها توسط سوارتاوت است. ”یک هستان شناسی یک مجموعه از اصطلاحات و ترم ها با ساختار سلسله مراتبی برای تشریح یک دامنه است که می تواند به عنوان شالوده اسکلتی برای پایگاه های دانش استفاده شود.“ [۱۹]. با توجه به کاربرد مورد نظر ما برای هستان شناسی ها، شاید تعریف ارائه شده یکی از تعاریف برای بیان ایده کلی در مورد استفاده از

|                                                                                                                                                                                            |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <ONTOLOGY ID="Department" VERSION="1.1">                                                                                                                                                   |               |
|                                                                                                                                                                                            | ONTOLOGY NAME |
| <DEF-CATEGORY NAME="Person" ISA="base.SHOEntity"><br><DEF-CATEGORY NAME="Worker" ISA="Person"><br><DEF-CATEGORY NAME="Teacher" ISA="Worker"><br><DEF-CATEGORY NAME="Student" ISA="Person"> |               |
|                                                                                                                                                                                            | CATEGORIES    |
| <DEF-RELATION NAME="Tutor of"><br><DEF-ARG POS="1" TYPE="Teacher"><br><DEF-ARG POS="2" TYPE="Student"><br></DEF-RELATION>                                                                  |               |
|                                                                                                                                                                                            | RELATIONSHIPS |

شکل ۱.۲: قسمتی از یک هستان شناسی با زبان SHOE

هستان شناسی ها باشد.

آقای فارکوهار [۲۰] و همکارانش یک هستان شناسی را به عنوان یک مصنوع که می بایستی ساخته، سازماندهی و اداره شود معرفی می کنند. چندین مصنوع متداول وجود دارد که خصوصياتی هستان شناسانه دارند همانند فهرست لغات، تزاروس ها، لغتنامه ها، دایرة المعارف ها و یا پایگاه های دانش. شکل شماره ۲-۱ قسمتی از یک هستان شناسی را که به زبان SHOE نوشته است نمایش می دهد.

تعریف کاربردی تر از هستان شناسی در [۲۱] ارائه شده است. نویسندگان مقاله هستان شناسی را خصوصیات یک انتزاع تعریف می کنند. یک نگاه ساده شده از دنیا که ما می خواهیم آن را برای بعضی مقاصد بازنمائی کنیم. بنابراین یک هستان شناسی یک مجموعه از ترمهای نمایشگر را تعریف می کند که ما آنها را مفاهیم می نامیم. ارتباطات درونی میان این مفاهیم دنیای هدف را تشریح می نماید. تعاریف بسیار دیگری برای هستان شناسی ها وجود دارد اما در همگی این تعاریف جنبه های زیر مورد توجه قرار گرفته است:

- هستان شناسی ها به منظور تشریح دانش در یک دامنه خاص استفاده می شوند.
- اصطلاحات و روابط موجود در دامنه به شکل شفاف تعریف شده اند.
- مکانیزمی جهت سازماندهی اصطلاحات وجود دارد. این سازماندهی غالباً به شکل سلسله مراتبی استفاده می شود همانند روابط 'IS-A' و 'HAS-A'.

- یک توافق میان کاربران یک هستان شناسی به گونه ای وجود دارد که معنی اصطلاحات استفاده شده سازگار باشد.

توجه به این نکته خالی از لطف نیست که روابط معنایی در هستان شناسی ها با وابستگی های آماری محض متفاوت است. هستان شناسی ها روابط معنایی را میان ترمهایشان رمز می کنند. هستان شناسی های امروزی می توانند به دو دسته کلی تقسیم شوند: آنهایی که دیکشنریهای فرا زبانی را شکل می دهند و آنهایی که از پایگاههای دانش و ساخته شده برای موتورهای استنتاج و سیستمهای خبره منتج و مشتق می شوند. در گروه اول، هستان شناسی حول کلمات در یک زبان طبیعی بوسیله خصیصه های لغویشان ( برای مثال نوع کلمه اعم از صفت، اسم و.... ) و روابط معنایی سازماندهی می شوند. در گروه دوم، هستان شناسی از گزاره هایی تشکیل شده است که در ظاهر کلمات و عبارات کلمه ای از زبانهای طبیعی هستند (مثلاً FruitOrVegetable) یا مفاهیمی هستند از چندین رابطه معنایی (مثلاً AboveGroundLevelInAConstruction) [۲۲].

## ۲.۲ اجزا تشکیل دهنده هستان شناسی

اجزا اصلی تشکیل دهنده یک هستان شناسی مفاهیم، ارتباطات، نمونه ها و یکسری بدیهیات است. یک مفهوم، ارائه دهنده یک مجموعه از المانهای متعلق به یک دامنه است برای مثال، یک پروتئین یک مفهوم در دامنه بیولوژی ملکولی است. می توان دو نوع متفاوت از مفاهیم را مشخص کرد:

- مفاهیم اولیه که تنها شرایط لازم را برای عضویت در کلاس در خصوصیات خود دارند.
- مفاهیم تعریف شده که هر دو شرط لازم و کافی را برای عضویت یک چیز در کلاس، در ترمهای تعاریفشان دارند.

ارتباطات روابط میان مفاهیم را شرح می دهند. دو نوع ارتباط وجود دارد:

• رده آرای که مفاهیم را به ارتباطات زیرمفاهیم- ابرمفاهیم سازماندهی می نماید. دو شکل اصلی از رده آرای عبارتند از روابط تخصیص<sup>۱</sup> و تفکیک<sup>۲</sup>.

• روابط انجمنی<sup>۳</sup> که مفاهیم را از میان ساختار درختی به یکدیگر وابسته می کند. چندین ارتباط از این نوع روابط وجود دارد. روابط کنایی<sup>۴</sup>، روابط مکانی<sup>۵</sup>، روابط سببی<sup>۶</sup> و وابسته به تمثیل<sup>۷</sup>.

المانهای مختلفی که بوسیله یک مفهوم ارائه می شوند نمونه ها نامیده می شوند. برای مثال C می تواند یک نمونه از مفهوم ویتامین باشد. در نهایت، بدیهیات برای محدود کردن مقادیر کلاسها یا نمونه ها استفاده می شود.

## ۳.۲ هستان شناسی ها، از تئوری تا کاربرد

هستان شناسی ها می توانند به منظور پشتیبانی از کارهای زیادی در زمینه های تحقیقاتی متفاوت همانند بازنمایی دانش، پردازش زبان طبیعی، بازیابی اطلاعات، پایگاه داده ها، مدیریت دانش، کتابخانه های دیجیتال، بازیابی اطلاعات بصری، سیستمهای اطلاعات جغرافیایی، به کار روند. در این قسمت برخی از کاربری ها و وظایف مربوطه و عمومی هستان شناسی ها توضیح داده می شود. امروزه استفاده از هستان شناسی ها در طیف وسیعی از کاربردهای هوش مصنوعی، از سیستمهای پردازش تصویر تا سیستمهای بازیابی اطلاعات، متداول شده است.

در فلسفه، هستان شناسی مطالعه انواع اشیائی است که وجود دارند. در هوش مصنوعی، ترم هستان شناسی برای دو منظور مرتبط به هم به کار می رود [۱۷][۲۲]. اول از همه هستان شناسی یک واژگان ارائه<sup>۸</sup> است، که غالباً برای بعضی دامنه ها و یا موضوعات مورد نظر، اختصاص یافته است.

<sup>۱</sup>.is a kind of

<sup>۲</sup>.part of

<sup>۳</sup>.Associative

<sup>۴</sup>.Nominal

<sup>۵</sup>.Locative

<sup>۶</sup>.Causative

<sup>۷</sup>.Instantiation

<sup>۸</sup>.Representation Vocabulary

بطور دقیق تر این واژگان نیست که چگونگی یک هستان شناسی را مشخص می نماید بلکه ادراکی که ترمها در مجموعه واژگان در پی بدست آوردن و شناساندن آن هستند آن را مشخص می نمایند.

بنابراین ترجمه ترمها در یک هستان شناسی از یک زبان به زبان دیگر، برای مثال از انگلیسی به فرانسوی، هستان شناسی را به شکل ادراکی تغییر نمی دهد. به عنوان یک مثال در طراحی مهندسی، ممکن است یک هستان شناسی در دامنه ای از قطعات الکترونیکی مطرح شود. هستان شناسی ممکن است شامل واژگانی باشد که المانهای ادراکی - ترانزیستور، ولتاژ، مقاومت، آمپلی فایر - و روابط میان این المانها - مقاومت از نوع قطعه الکتریکی است، ترانزیستور قطعه ای از آمپلی فایر است - و ادراک متضمن آن- که عموماً نیاز به تحلیل دقیق و با احتیاط از انواع اشیاء و روابط میان آنها که می تواند در یک دامنه وجود داشته باشد - را تشریح می نماید [۱۷].

از دید دوم، ترم هستان شناسی گاهی اوقات به منظور ارجاع به بدنه دانشی که دامنه ای را تشریح می کند، استفاده می شود، غالباً دانش عمومی دامنه، با استفاده از واژگان ارائه بازنمایی می شود. برای مثال در Cyc غالباً ارائه دانش از محدوده ای از دانش، به شکل هستان شناسی است. به عبارت دیگر، "واژگان ارائه" یک مجموعه از ترمها را فراهم می آورد که حقایق<sup>۹</sup> را در چند دامنه تشریح می کند، در صورتی که بدنه دانش که از این واژگان استفاده می کند، یک مجموعه از حقایق، درباره یک دامنه است. [۱۷]

دسته بندی دیگر از هستان شناسی ها به شکل هستان شناسی های وابسته به دامنه و عمومی است. این مسئله به دیدگاه طراح در طراحی هستان شناسی و دامنه پوشش مورد نظر اوست. هستان شناسی های Cyc، Sensus و WordNet نمونه هایی از هستان شناسی های عمومی هستند. یک هستان شناسی وابسته به دامنه، مفاهیم را در سطح مناسبی از دانه دانگی فراهم می آورد در صورتی که هستان شناسی های عمومی، مفاهیم را به شکل کلی تری نشان می دهند. مفاهیم با میزان دانه دانگی زیاد به ما اجازه می دهد تا روابط خاص میان ویژگیها را در کاربردهای خاص تشخیص دهیم [۲۱].

هستان شناسی فرا اطلاعاتی<sup>۱۰</sup> را فراهم می آورد که معنی داده ها را تشریح می نماید [۲۳].

---

<sup>۹</sup>Facts.

<sup>۱۰</sup>Meta information.

هستان شناسی ها امکان اشتراک دانش و استفاده مجدد از آن را در جائیکه منابع می توانند میان انسان و عوامل نرم افزاری گفتگو کنند فراهم می آورد. روابط معنایی در هستان شناسی ها توسط ماشین قابل خواندن هستند. بدین ترتیب ماشین ها به دلیل استفاده از ادراکی که موجودیت ها و روابط میان آنها را تشریح می نماید، می توانند بیانی بسازند و درباره یک دامنه موضوع پرس و جو کنند.

از طرف دیگر هستان شناسی ها به منظور ساخت پایگاه های دانش استفاده می شوند. پایگاه های دانش از یک هستان شناسی و یک مجموعه از نمونه های منحصر بفرد از کلاسهای تشکیل شده است. پایگاه های دانش می توانند به عنوان مثال توسط عامل ها به منظور غنی سازی، استفاده دوباره و یا نگهداریشان مورد پرس و جو واقع شوند. هستان شناسی ها بر روی اطلاعات مستقل از حالت تمرکز یافته اند حال آنکه هسته پایگاه دانش توسط اطلاعات وابسته به حالت شکل یافته است. [۱۸] هستان شناسی ها قادرند همانند مخزن هایی برای سازماندهی اطلاعات برای اجتماعات عمل نمایند. همچنین می توانند به عنوان ابزاری برای کسب دانش مورد استفاده قرار گیرند. هستان شناسی ها به کاربران اجازه استفاده مجدد از دانش را در سیستمهای جدید می دهد. همچنین می توانند، یک پایه جهت ساخت زبانهای ارائه دانش شکل دهند.

یکپارچه سازی معنایی از منابع اطلاعاتی ناهمگون همانند کتابخانه های دیجیتالی می تواند یکی از مزایای استفاده از هستان شناسی ها باشد. بعضی از برنامه های کاربردی از هستان شناسی دامنه، برای یکپارچه سازی منابع داده ای استفاده می نمایند و در بعضی دیگر اجازه می دهند هر منبع اطلاعاتی هستان شناسی خاص خود را استفاده نماید. هر کاربر می تواند همچنین با توجه به علائق شخصی هستان شناسی خاص خود را داشته باشد. هستان شناسی ها یک منبع دقیق از اصطلاحات دقیقاً تعریف شده فراهم می آورند. در برنامه های کاربردی استخراج اطلاعات، هستان شناسی ها برای رفع ابهام پرس و جوهای کاربران، جهت تشریح دقیق سلسه مراتب در تزاروس ها به منظور افزایش کیفیت نتایج بدست آمده استفاده می شود. همچنین تکنیکهای یادگیری ماشین به منظور گسترش هستان شناسی ها مبتنی بر تقابل با کاربر استفاده می شود.

## ۴.۲ طرح کلی برای ساخت هستان شناسی ها : متدلوژی ها

هستان شناسی ها توسط یک تیم از محققین که نیاز دارند اطلاعاتی را در یک دامنه مشخص به اشتراک بگذارند پیشنهاد می شود. تعاریف از مفاهیم پایه و روابط میان آنها باید توسط ماشین قابل تفسیر باشد. پروسه ساخت یک هستان شناسی بسیار شبیه به ساخت یک برنامه شی گرا است، اما کلاسها و اشیاء در یک برنامه شی گرا درباره ساختمان داده ها هستند حال آنکه کلاسها و اشیاء در هستان شناسی ها درباره یک دامنه خاص هستند. در کنار کارائی های کلی که در بخش پیش درباره هستان شناسی ها ذکر شد، یک شخص می تواند در موارد زیر اقدام به ساخت یک هستان شناسی بنماید:

- برای به اشتراک گذاشتن یک فهم کلی از ساختار اطلاعات میان اشخاص و یا عامل های نرم افزاری.
- فراهم آوردن امکان استفاده دوباره از دانش زمینه ای.
- شفاف و صریح ساختن فرضیات دامنه کاری.
- جدا سازی دانش زمینه ای از دانش عملیاتی.
- تحلیل دانش زمینه ای.

پیاده سازی یک هستان شناسی شبیه به تعریف مجموعه ای از داده ها و ساختار آنها برای دیگر برنامه ها به منظور استفاده می باشد. چندین متدلوژی برای ساخت هستان شناسی ها معرفی شده است. در [۲۴] بر روی متدلوژی های گسترش و پیاده سازی هستان شناسی ها یک مطالعه صورت گرفته است. در گروهی از متدلوژی های معرفی شده، درباره چگونگی ساخت هستان شناسی ها از پایه بحث می شود همانند متدهای Kactus و Cyc.

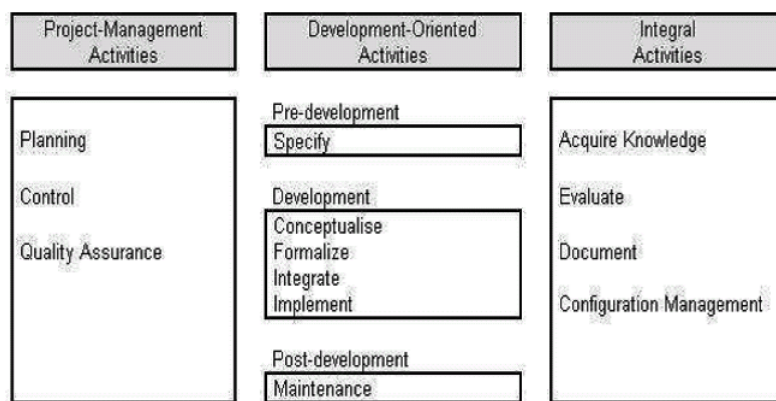
ماهیت و پروسه کاری در همه این متدلوژی ها یکسان است و همگی از جمع آوری دستی مفاهیم شروع می شود و در نهایت دانشی تدوین می شود که اکثر کارهای مربوط به آن توسط ابزارهای خودکار انجام می شود. تفاوت ها به دلیل کاربردهای متفاوت است. به عنوان مثال محققین یک متدلوژی را برای گسترش هستان شناسی ها برای سیستمهای اظهاری مبتنی بر فریم پیشنهاد کرده اند. این متدلوژی

شامل فازهای تعریف کلاسها، سازماندهی آنها در یک ساختار سلسله مراتبی، خصوصیات اسلات ها و تخصیص مقادیر معتبر و مشخص نمودن جزئیات کلاس ها است. نمونه ای از دیگر روشها ساخت هستان شناسی ها توسط گومز پیشنهاد شده است [۲۵]. اصول کلی این متدلوژی شامل موارد زیر است:

- وضوح و عینیت : یک هستان شناسی باید تعاریف دقیق و عینی در زبان طبیعی فراهم آورد.
- تمامیت و کمال : تعاریف می بایستی با شروط لازم و کافی تعریف شوند.
- وابستگی : هستان شناسی می بایستی اجازه ساخت استنتاج های سازگار با تعاریف را بدهد.
- حداکثر یکنواختی قابل گسترش : در برگرفتن ترم های خاص و یا عمومی جدید می بایستی در هستان شناسی لحاظ شود بدون تجدیدنظر در تعاریف موجود.
- حداقل بودن الزام هستان شناسانه: تا آنجا که ممکن است حقایق کلی درباره جهان مدل شده اندک باشند.
- اصل تمایز هستان شناسانه : کلاسها با ضوابط و معیارهای شناسائی متفاوت می بایستی جدا شوند.

شکل شماره ۲.۲ مهمترین وظایف در کار ساخت هستان شناسی ها را مطابق با پیشنهاد گومز نمایش می دهد. توضیحات بیشتر درباره ساختار هستان شناسی و چگونگی ارائه آن را می توان در [۲۶] [۲۷][۲۸] یافت.

اینکه دقیقاً روابط و دیگر ویژگی ها در زبان هستان شناسی ارائه شود بوسیله کاربرد مورد نظر زبان هستان شناسی مشخص می شود. برای مثال زبانهای هستان شناسی مبتنی بر زیر مجموعه ای از منطق ، توجه بیشتری بر روی عملگرهای منطقی و روابط تئوری مجموعه ها شامل اشتراک، تساوی کلاسها و تعدی می گذارند. به همین ترتیب، روابط جز از کل در زبانهای هستان شناسی های پزشکی بسیار متداول هستند جاییکه نیاز به تشریح ترکیب و ساختار سیستمهای بیولوژیکی یک الویت صریح است. ارزیابی یک زبان هستان شناسی بنابراین بر منطق مشخص نمودن چه روابطی توسط زبان هستان شناسی



شکل ۲.۲: مهمترین وظایف در ساخت هستان شناسی ها مطابق با پیشنهاد گومز

پشتیبانی می شوند و مورد نیاز هستان شناسی و دامنه کاربرد است، سنجیده می شود. آدایته نمودن یک هستان شناسی موجود به یک کاربرد جدید نیازمند توانایی تمیز دادن و جدا سازی ویژگی های مورد نظر و دلخواه از ویژگی های غیر دلخواه جهت گارانتی کردن هر دو کیفیت و سودمندی ماندگار از اطلاعات استخراج شده است [۲۲].

زبانهای هستان شناسی ممکن است بر اساس استاندارد یک انجمن باشد همانند Loom و یا ممکن است خاص یک پیاده سازی باشد همانند WordNet. به تازگی تلاشهای زیادی جهت پدید آوردن زبانهای هستان شناسی نشانه گذاری برای ایندکس کردن و جستجو کردن مستندات HTML<sup>۱۱</sup> شده است. زبان SHOE<sup>۱۲</sup> یک زبان هستان شناسی است که سعی در فراهم آوردن ظرفیت استنتاج برای دسته های منطقی، روابط و نوع های داده ای سفارشی است [۲۲]. زبان هستان شناسی OWL<sup>۱۳</sup> یک پروژه ادامه دار W<sup>۱۴</sup>C<sup>۱۴</sup> است که از تعدادی تلاشها شامل RDF/RDFS<sup>۱۵</sup>، وب معنایی، DAML<sup>۱۶</sup> و OIL<sup>۱۷</sup> مشتق شده است. زبان OWL همانند SHOE، زبانی را برای ساختن هستان شناسی ها فراهم

<sup>۱۱</sup>HyperText Markup Language

<sup>۱۲</sup>Simple HTML Ontology Extensions

<sup>۱۳</sup>Ontology Web Language

<sup>۱۴</sup>World Wide Web Consortium

<sup>۱۵</sup>Resource Description Framework / Resource Description Framework Schema

<sup>۱۶</sup>DARPA Agent Markup Language

<sup>۱۷</sup>Ontology Inference Layer

می کند که می تواند در محتویات HTML جاسازی شود. در حالیکه زبان SHOE پیاده سازی شبیه Logic Horn دارد، OWL سعی می کند Description Logic را به عنوان بسط RDF پیاده سازی کند [۲۹].

در هر دو تلاشها، فرمولاسیون زبان هستان شناسی بوسیله ظرفیتهای استنتاجی پیدا شده در منطق های متناظرشان، هدایت می شود. ظرفیت استنتاجی یک محتوی اضافه شده به مستند مبدا است و از محتویات مستندات قابل خواندن برای انسان استخراج نمی شود [۲۲].

## ۵.۲ خلاصه و نتیجه گیری

هستان شناسی ها در هوش مصنوعی به عنوان یک راه حل برای بازنمایی دانش و یا به عبارت دیگر یک تئوری درباره محتویات بسیار مورد توجه قرار گرفته اند. در این فصل مختصراً درباره هستان شناسی ها و تعاریف آنها بحث شد. ویژگیهای مشترک در تعاریف متعدد یادآوری شد علاوه بر آن ساختارهای مرتبط با هستان شناسی ها مختصراً معرفی شد. جنبه های مهم در ساخت هستان شناسی ها و متدلوژی های ساخت آنها شرح داده شد. زبانهای هستان شناسی به عنوان یک ساختار فرمال که ترمها را از طریق روابط معنایی به یکدیگر متصل می کنند به خواننده معرفی شده است.

توجه به این نکته ضروری به نظر می رسد که پاره ای از تعاریف و مسائل ذکر شده در این فصل مرتبط با نظریاتی است که برای ارائه چارچوب مورد نظر استفاده شده است. همانند تعریف هستان شناسی و یا زبانهای هستان شناسی، اما همزمان گروهی دیگر از مسائل مطرح شده در این فصل در هنگام کار با سیستم، اهمیت می یابند. به عنوان مثال در صورتی که کاربر به اصول هستان شناسانه ذکر شده در این فصل آشنایی نداشته باشد، متعاقباً توانایی تعریف ساختار هستان شناسانه صحیح را نخواهد داشت و در نتیجه آن سیستم از ارائه یک مدل معنایی مناسب با ورودی عاجز خواهد بود. در کار انجام شده فرض بر این است که کاربر با این اصول آشنایی لازم را دارد و طراحی سیستم به گونه ای صورت گرفته است که کاربر به راحتی و با حداقل دانش از هستان شناسی ها قادر به ارائه هستان شناسی برای کاربرد مورد نظر خود را داشته باشد.

در فصول بعدی مشخص شده است که چگونه هستان شناسی با ویژگیهای ذکر شده برای آن می تواند

به عنوان یک ابزار برای ارائه معنایی از داده های ویدئویی مورد استفاده قرار گیرد.



## فصل ۳

هستان شناسی زمان و  
هستان شناسی وابسته به زمان

## ۱.۳ مقدمه

از آنجا که یک سیستم چند رسانه ای با مدیاهای وابسته به زمان سر و کار دارد، ارائه اطلاعات وابسته به زمان از اهمیت خاصی برخوردار است. بر خلاف کارهای محاسباتی سنتی، کار با داده های چند رسانه ای نیازهای جدیدی را برای ارائه زمان تحمیل می نماید. به خصوص یک مدل وابسته به زمان با دانه دانگی مناسب و در عین حال انعطاف پذیر مورد نیاز است. علاوه بر آن زمان به عنوان یکی از ابعاد مهم در فضای اطلاعاتی در دامنه وسیعی از کاربردها همانند داده کاوی همواره مورد نظر پژوهشگران بوده است. تا به حال تعدادی مدل وابسته به زمان برای ارائه داده ها معرفی شده است. اما تا به حال بر سر هیچ یک از آنها به عنوان مدلی برای داده های چند رسانه ای اجماع صورت نگرفته است. بیشتر کارهای ارائه شده در این زمینه مبتنی بر استنتاج وابسته به زمان که در [۱۰] معرفی شده است، بوده است.

به تازگی هستان شناسی ها به عنوان ابزاری جهت ارائه دانش وابسته به زمان مورد توجه قرار گرفته اند. علاوه بر اینکه از هستان شناسی ها به عنوان ابزاری برای فراهم آوردن اصول پایه ای برای استنتاج های وابسته به زمان نیز استفاده شده است. به عنوان مثال در [۳۰] یک شما برای هستان شناسی وابسته به زمان معرفی شده است. نمونه ای از هستان شناسی زمان نیز [۳۱] و [۳۲] است که سعی در فراهم آوردن چارچوبی برای استنتاج وابسته به زمان است.

در این فصل ابتدا، مفاهیم پایه ای در رابطه با زمان مختصراً شرح داده شده است. سپس چارچوبهای پایه مبتنی بر زمان و استنتاج وابسته به زمان تشریح شده است. پس از آن مفهوم هستان شناسی وابسته به زمان و هستان شناسی زمان مورد توجه قرار می گیرد. در انتها توضیح داده می شود که چگونه هستان شناسی های وابسته به زمان می تواند به همراه استنتاج وابسته به زمان برای حل مشکل پاسخ به پرسش های مبتنی بر زمان برای بازیابی داده های ویدئویی مورد استفاده قرار گیرد.

رایانه ها، به عنوان یک کلاس از سیستم های پیچیده دیجیتالی، همواره عمیقاً با مسائل تنظیم وقت، مرتبط بوده اند. مسائلی که در رابطه با زمان و سیستم های رایانه ای مورد توجه محافل علمی است، همانند همزمان سازی پردازش های موازی و یا حتی بحث های مرتبط با داده های چند رسانه، در این رساله مورد توجه نمی باشد. باید توجه نمود که آنچه در اینجا مورد توجه است ارائه زمان در سیستم های اطلاعاتی و بازنمایی دانش است.

در علوم و مهندسی کامپیوتر، همواره توجه خاصی به زمان شده است. این امر به علت نیاز برای

خطی بودن در مقابل مدور بودن  
 متناهی بودن در مقابل نامتناهی بودن  
 باز بودن در مقابل بسته بودن  
 گسسته بودن در مقابل پیوسته بودن  
 مطلق بودن در مقابل ترتیب نسبی  
 درونی بودن در مقابل عینی بودن  
 تعریف کیفیت های زمانی<sup>۱</sup>

جدول ۱.۳: بحث های مهمی که در نتیجه مطالعات فلسفی درباره زمان مطرح و شکل گرفت.

همزمان سازی میان واحدهای تابعی متفاوت در رایانه بوده است. همچنین باید توجه نمود که ساعت (زمان سنج) همواره یکی از عناصر پایه ای در یک سیستم دیجیتال است. پس از آن در طی دهه هشتاد نه تنها شاهد اهمیت زمان در معماری سیستم های کامپیوتری هستیم بلکه شاهد آن هستیم که زمان به عنوان یک بحث مرتبط در بسیاری از زمینه های کاربردی همانند سیستم های کنترلی زمان واقعی، سیستم های اطلاعاتی، سیستم های استنتاج خودکار و ... مورد توجه قرار می گیرد. در نتیجه آن، انواع جدیدی از زمان همانند زمانهای تقویمی، زمان اجراء، زمان شبیه سازی و ... معرفی می شود. در این فصل از پژوهش انجام شده، سعی شده است که جنبه های مختلف از زمان در دنیای ناهمگن اطلاعاتی بحث شود و هستان شناسی ها برای زمان در کاربردهای متفاوت تعریف شوند. توجه به این نکته مهم است که در این پژوهش بحث زمان از دیدگاه فلسفی مورد توجه نیست و به آن پرداخته نشده است هر چند که داشتن زمینه های فلسفی و فیزیکی سبب درک بهتر خواننده خواهد بود.

به شکل خلاصه، مطالعات و بحث های فلسفی سبب شد تا نظریاتی درباره زمان رشد نماید که در آن به جنبه های مهم آن همانند آنچه در جدول ۱.۳ لیست شده است، پرداخته شود. این نظریات حتی پس از قرن هفده میلادی و با جدا شدن فلسفه و علوم طبیعی همچنان قابل مشاهده اند. پس از کانت، فیزیک و فلسفه بر روی اهداف متفاوتی تمرکز یافتند و در نتیجه زمان و فضا هر کدام مقوله های علمی تعریف شده جداگانه ای شدند. پس از آن، زمان به عنوان یکی از عناوین فلسفی در چارچوب منطق و زبانشناسی مورد توجه قرار می گیرد. متأسفانه بحث در این مقوله در حوصله این پژوهش نیست. در

[۳۳] مختصراً درباره اصول فلسفی و فیزیکی زمان بحث شده است و می تواند مورد توجه محققین علوم رایانه ای قرار گیرد.

## ۲.۳ استنتاج وابسته به زمان چیست؟

استنتاج وابسته به زمان مشتمل بر فرموله کردن مفهوم زمان و فراهم آوردن وسائلی برای ارائه و استنتاج درباره وجوه زمانی دانش است. [۳۴] بنابراین یک چارچوب برای استنتاج وابسته به زمان باید ویژگی های زیر را پشتیبانی نماید:

- یک بسط زمانی برای ارائه جنبه های وابسته به زمان از دانش به زبان مورد استفاده برای ارائه دانش. این به معنی اضافه نمودن بعد جدیدی به ابعاد اطلاعاتی است. (شکل ۱.۳) از یک طرف زبان ارائه شده می بایستی اجازه دهد تا آنچه در طول زمان درست یا غلط است تشریح شود. مثلاً "علی از زمان A تا زمان B دانشجو است." از طرف دیگر، این زبان می بایستی وسیله ای را برای بیان عبارات وابسته به زمان محض فراهم آورد مثلاً "زمان A قبل از زمان B است." علاوه بر این می بایستی میان انواع موجودیتهای زمانی همانند حقایق و یا وقایع تفاوت قائل شود.

- یک سیستم استنتاج گر زمانی. یک روش برای استنتاج از عبارت های شکل گرفته شده با استفاده از زبان توسعه یافته ذکر شده، که اجازه می دهد درستی هر عبارت منطقی وابسته به زمان تعیین شود.

## ۳.۳ ارائه زمان در سیستم های اطلاعاتی

از اواسط ده چهل فلاسفه به مطالعه زمان در چارچوب علوم شناختی و زبانشناسی پرداختند. در همین اثنا، منطق وابسته به زمان به عنوان یکی از زمینه های تحقیقاتی مورد علاقه در علوم کامپیوتری مورد توجه قرار می گیرد. این امر به دلیل توانایی منطق وابسته به زمان در بر آورده ساختن نیاز به تشریحات

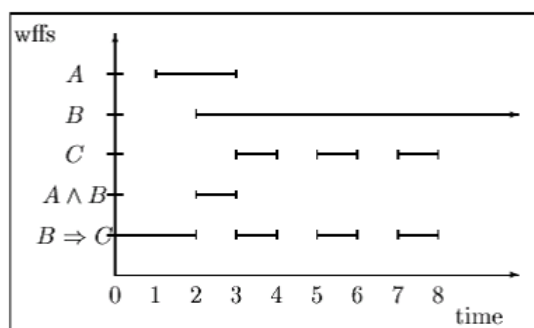


Figure 1: Time as a further dimension for the truth of formula.

شکل ۱.۳: زمان به عنوان یک بعد اطلاعاتی بیشتر برای درستی فرمول ها

وابسته به زمان در کاربردهای مهندسی دانش و برآوردن یک فرمالیزم قوی برای نرم افزارهای زمان واقعی و موازی است. همچنانکه در [۳۵] شرح داده شده است، در زمینه اول یعنی کاربردهای مهندسی دانش، منطق وابسته به زمان برای توانا ساختن برنامه های کامپیوتری برای استنتاج از جهان مورد استفاده قرار می گیرد حال آنکه در دومین زمینه منطق وابسته به زمان برای توانا ساختن جهان برای نتیجه گیری از برنامه های کامپیوتری مورد استفاده قرار می گیرد. در هر دو این زمینه ها بحث های وابسته به هستان شناسی مشترکی وجود دارد که در ادامه توضیح داده می شود.

### ۱.۳.۳ واحدهای پایه زمان

یکی از مهمترین و پایه ای ترین سوالات در کل بحث های وابسته به هستان شناسی، که سبب بوجود آمدن سوالی همانند مرغ و تخم مرغ می شود، انتخاب واحدهای پایه زمانی است. سه انتخاب برای این منظور در مقالات و کتاب ها وجود دارد [۳۳]:

- نقاطی از زمان (لحظه ها)<sup>۲</sup>؛

- قطعاتی از زمان (بازه ها)؛

<sup>۲</sup> Instants.

• وقوع در زمان (رویدادها).

واضح است که هر یک از این سه مفهوم می توانند از دیگری به دست آید [۳۵] اما باید توجه نمود که این انتخاب بدیهی و آسان نخواهد بود چراکه این انتخاب در رابطه با مدل کردن دنیای کاربرد است. لحظه ها می توانند به عنوان یک بازه که با مدتی که به زمان صفر سوق می یابد، در نظر گرفته شود در همان حال که بازه ها می توانند به بوسیله نقاط ابتدا و انتهای شان تعریف شوند.

رویداد ها در صورتی که دید مطلق گرا و یا نسبی گرا داشته باشیم تعاریف متفاوتی می توانند داشته باشند. در حالت اول زمان بر رویداد ها از نظر هستان شناسانه مقدم تر است. چراکه در این حالت زمان حاوی (آبستن) رویدادها است و از زمان برای تفاوت گذاشتن میان آنها استفاده می شود. در شکل دوم رویدادها به شکل هستان شناسانه بر زمان مقدم است چراکه از آن برای مشخص نمودن لحظه های زمان استفاده می شود. علاوه بر این باید توجه نمود که وقایع (رویدادها)، واحدهایی با ویژگی زمانی-مکانی هستند و به کار بردن آنها به عنوان واحدهای زمانی جای سوال دارد. در بیشتر کارهای صورت گرفته تا به حال، لحظه ها و یا بازه یا هر دو به عنوان عناصر پایه ای انتخاب شده اند [۳۱][۳۲][۳۶].

### ۲.۳.۳ توپولوژی زمان

از آنجا که زمان طبیعتی دینامیکی دارد، تعریف خط سیری که در آن دو موجودیت زمانی بتوانند بوسیله یک رابطه ترتیب وابسته شوند، ناخودآگاه بوجود می آید. سوال در این مورد آن است که رابطه ترتیب تعریف شده جزئی و یا کامل است. در صورتی که این رابطه یک رابطه ترتیب کامل در نظر گرفته شود، هر موجودیت زمانی حداقل یک سلف و یک خلف خواهد داشت. این خصوصیت می تواند بر یک خط نامتناهی نگاشت یابد مثلاً به شکل یک خط واقعی و یا بر روی یک خط بسته (مدور) که در این صورت زمان به شکل تناوبی ایجاد خواهد شد. در صورتی که تنها رابطه جزئی اجازه داده شود، می توان زمانی انشعاب شونده را در نظر گرفت، چراکه هر موجودیت می تواند تعداد زیادی سلف و تعدادی خلف داشته باشد [۳۳].

از آنجا که مدل های زمانی استاندارد در علوم طبیعی خطی هستند، در نتیجه مدل زمانی خطی در گذشته و انشعاب شونده در آینده، بیشترین محبوبیت را در علوم کامپیوتری جذب نموده اند چراکه چنین مدلی اجازه نمایش گذشته معین به همراه آیندهای باز و نامعین را می دهد. معانی مرتبط به توپولوژی

زمان عموماً بوسیله شرط (قید) های زمانی که برای تشریح وقایع مورد استفاده قرار می گیرند نمایانده می شوند. زمان انشعاب شونده این بحث را بوجود می آورد که می بایست این ویژگی انشعاب شوندگی از زمان و یا در زمان تعبیر شود به این معنی که اشعاب شوندگی یک خصوصیت ساختاری از زمان تعبیر شود و یا اینکه در جریان وقایع تعبیر شود که در یک زمان با ساختار خطی منشعب می شود. دیدگاه دوم عموماً مورد قبول قرار می گیرد چراکه آسان تر است و مفهوم سازی انجام شده در آن روشن تر است [۳۷].

### ۳.۳.۳ ارتباطات وابسته به زمان

یکی از تبعات اولیه تشریح زمان به کمک لحظه ها و یا بازه ها خود را در رابطه با تعاریف روابط میان دو موجودیت زمانی می نمایند. در صورت استفاده از تشریح وابسته به نقاط تنها یک رابطه الویت ساده همه آن چیزی است که برای بیان این روابط مورد نیاز است حال آنکه با در نظر گرفتن دیدگاه مبتنی بر بازه ها سیزده رابطه متفاوت برای تشریح روابط مورد نیاز است [۳۳]. به دلیل اهمیت این مطلب و رابطه آن با استنتاج وابسته به زمان، در قسمت بعد، هر یک از دیدگاههای مبتنی بر لحظه و بازه به تفصیل مورد بحث قرار گرفته است و روابط اساسی مورد نیاز برای هر یک شرح داده شده است.

### ۴.۳.۳ کراننداری

روابط میان موجودیت های زمانی هنگامیکه شرایط کراننداری<sup>۳</sup> مورد توجه قرار گیرند، مشکلاتی را ارائه می نمایند. می توان این سوال را مطرح نمود که آیا هر زمانی یک خلف(سلف) دارد یا اینکه یک لحظه پایان(شروع) در زمان وجود دارد. توجه شود که کراندار بودن به این اشاره ندارد که زمان متناهی است یا نامتناهی. در صورتی که این بحث در قالب بازه ها مطرح شود، این سوال مطرح می شود که آیا بازه ها باز یا بسته هستند. این مسئله به خصوص در رابطه با رابطه  $meets(x,y)$  که جلوتر تشریح می شود مطرح می شود.

---

<sup>۳</sup>.Boundedness

## ۵.۳.۳ ساختار زمان

مسئله ذکر شده در بالا شدیداً وابسته به نوع ساختاری است که برای ارائه زمان استفاده می شود. بسیاری از محققین زمان را به شکل پیوسته به گونه ای در نظر می گیرند که هر لحظه از زمان را می توان به یک عدد حقیقی در مجموعه اعداد حقیقی و هر بازه را به یک زیر بازه از مجموعه اعداد حقیقی نگاشت داد. گروهی دیگر ساختاری چگال را برای زمان در نظر می گیرند به این معنی که می توان موجودیت های زمانی را بر روی مجموعه اعداد گویا از رابطه ها نگاشت داد و این برای نشان دادن موقعیت های مختلف زندگی واقعی کافی است. مورد آخر که بیشتر در مهندسی نرم افزار مورد توجه قرار می گیرد ساختار زمانی گسسته است که در آن لحظه ها یا بازه ها به مجموعه اعداد صحیح نگاشت می یابد. توضیحات بیشتر در رابطه با ساختار جبری زمان را می توان در [۳۸] یافت.

## ۶.۳.۳ اندازه های وابسته به زمان

در مباحث کاربردی هوش مصنوعی و مهندسی نرم افزار، ویژگیهای کاملاً توپولوژیکال و منطقی از زمان برای مدل کردن خصیصه های یک سیستم واقعی کافی نیستند. مفاهیم کمی می بایستی به سیستم زمانی معرفی شوند و به کمک تعریف یک تابع فاصله میان هر دو موجودیت زمانی، به یک سیستم ترتیب وقوع زمانی تبدیل شوند که حداقل شرایط زیر را بر آورده سازند:

- فاصله هیچ میان دو موجودیت تعریف شود:

$$d(t, t') = 0 \iff t = t'.$$

- فاصله میان هر سه موجودیت از نامساوی مثلثی تبعیت نماید:

$$d(t, t') + d(t', t'') \geq d(t, t'').$$

در این صورت مجموعه مقادیر برای متغیرهای وابسته به زمان، یک فضای متریک<sup>۴</sup> را تشکیل می دهند که در آن ممکن است هر موجودیت زمانی را با یک عدد یکتا نمایش داد که این عدد فاصله خود موجودیت را از یک المان رفرنس نمایش می دهد. معرفی یک متریک مستلزم تعریف واحدهای متریک است که دانه دانگی ساختار زمان را تعریف می کند، به عنوان مثال سال، روز، دقیقه و ... . علاوه بر این یک گزاره وابسته به زمان می تواند به شکل خصوصیت زمانی پایدار که یک تاریخ است و یا به شکل غیر پایدار یعنی یک شبه تاریخ همانند پس فردا تعریف شود. در نهایت باید توجه نمود که معرفی زمان متریک است که به ما اجازه می دهد زمان پریودیک و ارائه آن به شکل یک توالی از بازه های با طول مساوی بر روی خط زمان تعریف شود [۳۳].

### ۴.۳ چارچوبهای زمانی پایه و استنتاج وابسته به آنها

همانطور که ذکر شد مدل های زمانی بر اساس واحدهای پایه آنها، می توانند در دسته کلی قرار گیرند [۳۹]. در کلاس نخست، زمان به کمک نقاطی در یک فضای زمانی تک بعدی بیان می شود. درحالی که در مدل دوم، بازه ها واحدهای تجزیه ناپذیر از فضای زمانی هستند. در این بخش مدل های پایه، واحدهای سازنده آنها و به خصوص روابط میان آنها که در استنتاج وابسته به زمان استفاده می شود به تفصیل بیشتر تشریح میشود.

#### ۱.۴.۳ چارچوب مبتنی بر نقاط

در مدل های زمانی مبتنی بر نقاط، واحدهای سازنده وقایع هستند که نقاطی در فضای زمان اند. در صورتی که یک اتفاق در تاریخچه وجود داشته باشد، تنها سه رابطه را می توان میان این اتفاق و بقیه اتفاقات داشته باشیم. یک اتفاق می تواند قبل-از ( $<$ )، همزمان ( $=$ ) و یا بعد از ( $>$ ) اتفاق دوم باشد. رابطه های  $<$ ،  $=$  و  $>$  به نام روابط نقطه ای پایه<sup>۵</sup> خوانده می شوند.

در استنتاج زمانی، بر خلاف روابط در زمان گذشته، روابط میان اتفاقات آینده ممکن است نامعین

<sup>۴</sup>Temporal metric

<sup>۵</sup>Basic Point Relationships (PR)

باشد. برای مثال می دانیم که اتفاق  $e_1$  نمی تواند بعد از اتفاق  $e_2$  پیش آید. این به این معنی است که  $e_1$  همزمان و یا قبل از  $e_2$  است. این حقیقت با  $e_1 < e_2 \vee e_1 = e_2$  و یا  $e_2 \in \{<, =\}$  نمایش داده می شود. توجه شود که نمی دانیم دقیقاً کدامیک از این دو رابطه درست خواهد بود. معمولاً روابط نامشخص با استفاده از فصل ۶<sup>۶</sup> های PR پایه ارائه می شود. از آنجا که سه رابطه پایه وجود دارد بنابراین  $2^3 = 8$  رابطه فصلی وجود دارد که هریک ارائه دهنده یک رابطه نامعین هستند. هر یک از این ۸ رابطه نامعین یک سمبل برای ارائه دارند. به عنوان مثال به جای  $e_2 \in \{<, =\}$  می توانیم از  $e_1 \leq e_2$  استفاده کنیم. این ۸ رابطه و علامتهای اختصاص داده شده به آنها عبارتند از:  $\phi$ ,  $\leq$ ,  $\geq$ ,  $<$ ,  $>$ ,  $=$ ,  $\neq$  و  $?$ .<sup>۷</sup> نشان مجموعه کامل از PR های پایه است،  $\phi$  مجموعه تهی است. در حقیقت های PR پایه یک زیر مجموعه از های PR نامعین هستند [۴۰].

### ۲.۴.۳ چارچوب مبتنی بر بازه ها

بازه ها واحدهای پایه از دسته مدلهای زمان هستند که توسط آلن [۴۱] و پیش تر از آن بروک [۴۲] پیشنهاد شده اند. ۱۳ رابطه بازه ای<sup>۷</sup> پایه وجود دارد. جدول ۲.۳ خلاصه ای از روابط بازه ای را به همراه نام، سمبل نمایانگر آن، رابطه معکوس و مثالی از رابطه را نمایش می دهد.  $B_x$  برای نمایش نقطه شروع بازه و  $E_x$  برای مشخص نمودن انتهای آن استفاده می شود.

همانند رابطه های مبتنی بر نقاط در اینجا نیز  $2^{13}$  رابطه نامعین بازه ای را می توان به کمک فصل رابطه های اصلی تعریف نمود. برای مثال اگر ما بدانیم که دو اتفاق  $a$  و  $b$  متوالیاً اتفاق افتاده اند آنگاه می دانیم که  $b$  meet  $a$  یا  $b$  before  $a$  و یا هر دو رابطه ها. علاوه بر این، امکان آن وجود دارد که یکی از دو رابطه معکوس آنها نیز اتفاق افتاده باشد. به کمک فصل های PR می توان ۲۹ رابطه برای بازه ها تعریف نمود.

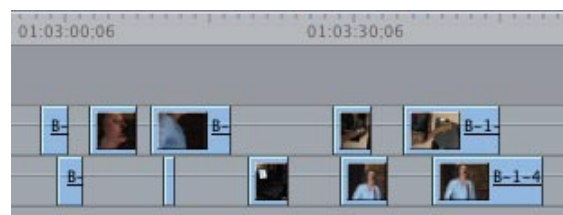
مدل زمانی که معمولاً استفاده می شود خط-زمان می باشد که به کمک آن فقط می توان ۱۳ IR اصلی را نمایش داد. معمولاً برای نشان دادن نقطه قوت یا ضعف مدل زمانی، سعی بر آن می شود که ثابت نمود مدل ارائه شده توانایی ارائه ۱۳ IR اصلی را دارد، در اینصورت اطمینان حاصل می شود که

<sup>۶</sup>.Disjunction

<sup>۷</sup>.Interval relationships (IR)

| رابطه        | نشانه | معکوس | تعریف بر اساس رابطه های فصلی ها PR | کلاس       |
|--------------|-------|-------|------------------------------------|------------|
| y before x   | <     | >     | $B_x < E_x < B_y < E_y$            | Sequential |
| y meets x    | m     | mi    | $B_x < E_x = B_y < E_y$            | Sequential |
| y overlaps x | o     | oi    | $B_x < B_y < E_x < E_y$            | Parallel   |
| x finishes y | f     | fi    | $B_x < B_y < E_x = E_y$            | Parallel   |
| x during y   | d     | di    | $B_x < B_y < E_y < E_x$            | Parallel   |
| y equals x   | =     | =     | $B_x = B_y < E_x = E_y$            | Parallel   |

جدول ۲.۳: رابطه های بازه ای پایه در استنتاج وابسته به زمان



شکل ۲.۳: نمونه ای از ارائه خط-زمان

مدل ارائه شده حداقل از قدرتی برابر مدل خط-زمان برخوردار است. در مدل خط-زمان همه وقایع بر روی یک محور زمان همانطوریکه در شکل ۲.۳ نشان داده شده است، قرار می گیرند.

مثالی از چارچوب مبتنی بر بازه ها، مدل ارائه شده توسط آلن است. آلن ارائه مبتنی بر بازه ها و رابط پایه بازه ای را که پیشتر توضیح داده شده است، برای ارائه روابط وابسته به زمان انتخاب کرده است. دلیل کار وی تطبیق بیشتر این ارائه با پردازش زبانهای طبیعی است [۴۳].

همانطور که پیشتر ذکر شده این روابط می توانند ترکیب شوند تا روابط مرکبی را تولید نمایند که امکانات مختلف را اجازه می دهند. این با ساخت گزاره های فصلی امکان پذیر می شود به عنوان مثال رابطه شامل بودن می تواند همانند رابطه تعریف شده در شکل ۳.۳ تعریف شود.

مشکل در استدلال وابسته به زمان با استفاده از بازه ها، تشخیص و تعیین مجموعه کامل از روابط وابسته به زمان برای یک گروه از بازه ها است. توضیح کامل تر در مورد استنتاج وابسته به زمان را می

$y$  includes  $x$ :  $x$  during  $y$  or  $x$  starts  $y$  or  $x$  finishes  $y$  or  $x$  equals  $y$   
 equivalently:  $x \{during, starts, finishes, equals\} y$   
 abbreviations:  $x \{d s f =\} y$   
 $x \subseteq y$

شکل ۳.۳: مثالی از تعریف یک رابطه مرکب به کمک روابط پایه ای

توان در [۴۳][۴۴] [۴۵] یافت.

## ۵.۳ هستان شناسی زمان

همانطور که در فصل ۲ و در آشنایی با هستان شناسی ها ذکر شد، هستان شناسی ها با توجه به نحوه مفهوم سازی در دو دسته جای می گیرند، دسته اول شامل هستان شناسی هایی هستند که برای ارئه دانش به شکل فرموله شده در یک سیستم به کار می روند. نمونه ای از این هستان شناسی همانند آن چیزی است که در سیستم پیشنهاد شده در این پژوهش جهت ارائه مفاهیم و دانش زمینه ای استفاده می شود. دسته دوم، هستان شناسی های عمومی یا سطح بالاتر که برای دسته بندی از موجودیت های موجود در جهان استفاده می شوند. این هستان شناسی ها بسیار عمومی هستند و مستقل از یک مسئله یا زمینه خاص مفاهیم سطح بالا و کلی را ارئه می نمایند. دانش تعریف شده در این نوع هستان شناسی ها قابل کاربرد در دامنه های کاری مختلف است و شامل واژگانی مرتبط با زمان، فضا، اشیاء و ... است. بنابر آنچه گفته شد، هستان شناسی زمان معمولاً در دسته دوم جای می گیرد.

علاوه بر این همچنانکه در فصل ۲ ذکر شد، هستان شناسی ها برای پشتیبانی از:

- مدل کردن مفاهیم
- به اشتراک گذاشتن دانش
- استنتاج از مفاهیم

مورد استفاده فرار می گیرند. در هستان شناسی زمان، هدف پیاده سازی یک هستان شناسی نمایانگر

زمان است که مفاهیم وابسته به زمان و خصوصیات مشترک برای هر فرمالیزم از زمان را بیان و نشان دهد.

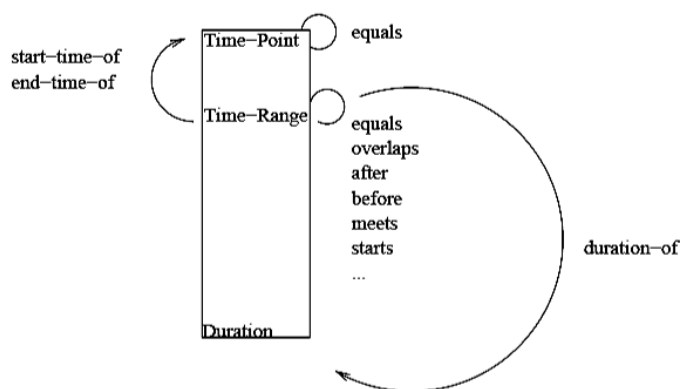
استفاده های معمول از این مفاهیم شامل تشریح زمان شروع و زمان پایان یک واقعه، استنتاج درباره ترتیب زمانی وقایع مختلف، الحاق و جا دادن داده های زمانی/تاریخی در ارائه ها که مناسب برای استنتاج وابسته به زمان هستند، می باشد. مثال معروف از چنین هستان شناسی هایی DAML Time [۳۲] و SOUPA<sup>۸</sup> [۴۶] برای وب معنایی هستند. در هر دو این هستان شناسی ها، هسته ساختار آنها را نقاط زمانی، بازه ها و انواع داده ای همانند تاریخ، مدت و ... شکل می دهد.

همانطور که در قسمت قبل توضیح داده شد، می توان مدل های متعدد و متفاوتی را با توجه به کاربرد مورد نظر، برای ارائه زمان در یک سیستم پیشنهاد و استفاده نمود. این مدل می بایستی به سوالاتی که در بخش پیش مطرح شد، پاسخ گوید. چگونگی انتخاب ویژگیهای در نظر گرفته شده برای مدل و نحوه تجرید صورت گرفته مستقیماً بر استنتاج هایی که سیستم قادر به انجام آن است، تأثیر می گذارد. به عنوان مثال اگر تنها، لحظه ها در مدل زمانی معرفی شوند آنگاه دیگر رابطه ای مانند در- طی یا دیگر رابطه های مدل های مبتنی بر بازه ها بی معنی خواهد بود. معرفی ویژگیهای مدل زمانی و نحوه انتزاع و نگرش به آن را می توان به کمک یک هستان شناسی به سیستم ارائه نمود.

معمولاً، بدیهی سازی زمان، نوع اشیائی که به عنوان اصول اولیه برای یک هستان شناسی زمان در نظر گرفته خواهند شد مشخص می نماید. این سبب بوجود آمدن محدودیتی بر روی روابط وابسته به زمان خواهد بود.

مثال دیگر از یک هستان شناسی زمان، هستان شناسی زمان Simple-Time است که در [۴۷] شرح مختصری از آن داده شده است. قسمتی از این هستان شناسی زمان و تعاریف مرتبط با مفاهیم مرتبط معرفی شده در آن در شکل های (۴.۳ و ۵.۳) بعد نشان داده شده است. در این هستان شناسی سه مفهوم اصلی تعریف شده است. نقطه زمان، محدوده زمان و مدت. یک نقطه زمان یک نقطه تکی در زمان را تعریف می کند که نمی تواند بیشتر از آن تجزیه شود. یک محدوده زمان بوسیله دو نقطه زمان، نقطه شروع و پایان آن و مدت آن مشخص می شود. مدت یک پریود از زمان را بوسیله مقدار و اندازه مشخص می کند. علاوه بر آن امکان دارد، روابط تساوی و یا هر نوع رابطه زمانی دیگر برای استفاده

<sup>۸</sup>Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications



شکل ۴.۳: قسمتی از ساختار هستان شناسی Simple-Time

سیستم تعریف شده باشد.

در [۴۹] یک هستان شناسی زمان برای استفاده در سیستم های دانش کاربردی در مقیاس بزرگ معرفی شده است. این هستان شناسی زمان هر دو واحد پایه لحظه و بازه را به عنوان عناصر پایه ای بر روی یک خط زمان پشتیبانی و تعریف می نماید. این هستان شناسی شامل نمونه ها، روابط و سلسله مراتبی از کلاس ها است که بر پایه این عناصر پایه ای تعریف شده اند. در این هستان شناسی نیز، سوالات اساسی که در مورد مدل کردن زمان مطرح می شود پاسخ داده است. به عنوان مثال کرانداری، متریک با دانه دانگی متفاوت همانند تاریخ، ساعت و ... در این هستان شناسی تعریف شده است. علاوه بر این هستان شناسی ارائه شده، امکان آن را می دهد تا روابط زمانی را میان زمانهایی با دانه دانگی متفاوت تعریف نمود.

در کار ارائه شده در [۳۱] عقیده بر این است که برای نمایش اکثر مفاهیم زمانی در دنیای واقعی، تنها روابط توپولوژیک پایه و اطلاعاتی درباره مدت، تاریخ و زمان کافی است.

```

" a time point ?t1 is equal to a time point ?t2.
  a time range ?t1 is identical to a time range ?t2."
:axiom-def
(=> (and (Time-Point ?t1) (Time-Point ?t2))
    (<=> (Equals ?t1 ?t2)
          (and (= (Year-of ?t1) (Year-of ?t2))
                (= (Month-of ?t1) (Month-of ?t2))
                (= (Day-of ?t1) (Day-of ?t2))
                (= (Hour-of ?t1) (Hour-of ?t2))
                (= (Minute-of ?t1) (Minute-of ?t2))
                (= (Second-of ?t1) (Second-of ?t2))))))
(=> (and (Time-Range ?t1) (Time-Range ?t2))
    (<=> (Equals ?t1 ?t2)
          (and (Equals (Start-Time-of ?t1)
                        (Start-Time-of ?t2))
                (Equals (End-Time-of ?t1)
                        (End-Time-of ?t2))))))

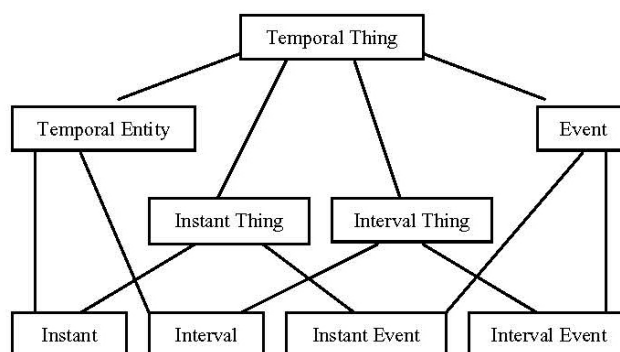
(Define-Relation After (?time-range-1 ?time-range-2)
  "a time range ?time-range-1 succeeds a time range ?time-range-2."
:iff-def (< (End-Time-of ?time-range-2)
            (Start-Time-of ?time-range-1))
:equivalent (Before ?time-range-2 ?time-range-1))

```

### شکل ۵.۳: قسمتی از تعاریف ارائه شده در هستان شناسی Simple-Time

نمونه کاملتری از هستان شناسی زمان را می توان در DAML-TIME مشاهده نمود. این هستان شناسی زمان برای استفاده در وب معنایی طراحی شده است [۳۴]. در این هستان شناسی مفاهیم وابسته به زمان برای تشریح محتویات وابسته به زمان از صفحات وب و خصوصیات زمانی وب سرویس ها پیاده سازی شده است. در اینجا نیز هم بازه ها و هم لحظه ها به عنوان عناصر پایه ای در نظر گرفته شده اند. علاوه بر این روابط اساسی برای استنتاج وابسته به زمان تعریف شده اند. نمونه ساده تر از این هستان شناسی زمان [۳۱] است. این هستان شناسی زمان، شکل ساده شده ای از DAML-TIME است که به منظور پشتیبانی از کاربردهای ساده تر ارائه شده است. شکل ۶.۳ سلسله مراتب زیر کلاسها از مفاهیم وابسته به زمان را در این هستان شناسی نمایش می دهد.

هستان شناسی زمان با هر ویژگی و خصوصیت در نظر گرفته شده، می بایستی با یک استنتاج گر وابسته به زمان برای استنتاج روابط زمانی مورد نظر در هر کاربرد دلخواه همانند پرسش های کاربر و ارائه نتایج به وی همراه شود. این مسئله دقیقا همان چیزی است که در فصل اول مطرح شد. در اینجا هستان شناسی زمان تئوری ها و بستر لازم از محتویات زمانی را فراهم آورده است و یک استنتاجگر وابسته به زمان، به عنوان یک تئوری مربوط به مکانیزم، جهت پردازش اطلاعات مورد استفاده قرار می گیرد.



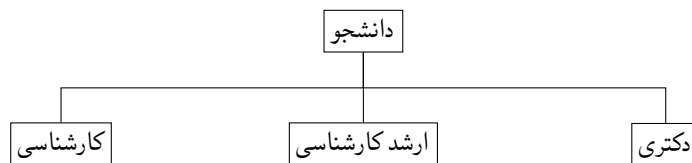
شکل ۶.۳: سلسله مراتب زیر کلاسه‌های مربوط به مفاهیم زمانی در OWL-S

### ۶.۳ هستان شناسی وابسته به زمان

معمولاً در مستندات میان ترم های هستان شناسی وابسته به زمان<sup>۹</sup> و هستان شناسی زمان<sup>۱۰</sup> تفاوتی پنداشته نمی شود. اما در پژوهش ارائه شده با توجه به کاربرد خاص مورد نظر، ما میان هستان شناسی وابسته به زمان و هستان شناسی زمان تفاوت قائل می شویم. در این قسمت این مسئله تشریح می شود. هستان شناسی وابسته به زمان در سیستم پیشنهادی چنین تعریف می شود: اضافه نمودن خصیصه یا مجموعه ای از خصیصه ها از یک هستان شناسی زمان به هستان شناسی ارائه دهنده یک دانش زمینه ای، برای پشتیبانی از مفاهیم مختلف زمانی در کاربرد خاصی که هستان شناسی دانش زمینه ای سعی در بیان مفاهیم آن دارد. به عبارت دیگر هستان شناسی وابسته به زمان، از مفاهیم زمانی تعریف شده در هستان شناسی زمان برای ارائه مفاهیم تعریف شده در یک زمینه خاص، برای ارائه توأم از آن مفاهیم و زمان با یکدیگر استفاده می نماید. درک این مطلب با مقایسه تعریف ارائه شده با مفاهیم زمان در بانک داده ای وابسته به زمان همانند زمان تراکنش و زمان موجود بودن داده در بانک داده بهتر روشن می شود. مثال پیش رو در روشن شدن این مطلب کمک می نماید. به عنوان یک مثال فرض کنید یک هستان شناسی برای ارائه دانش همانند شکل ۷.۳ ارائه شده است. فرض کنید این هستان شناسی برای دسته بندی دانشجویان دانشکده کامپیوتر ارائه شده است. به دلیل در نظر نگرفتن بعد زمان در مثال ارائه شده

<sup>۹</sup>A temporal ontology

<sup>۱۰</sup>A time ontology

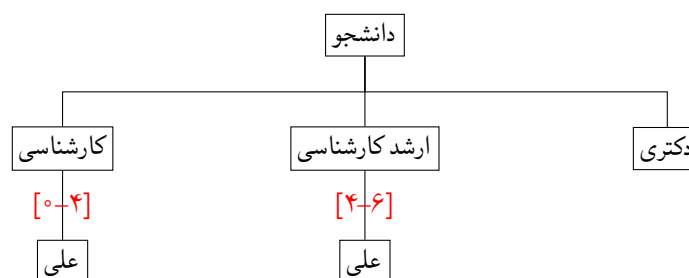


شکل ۷.۳: یک هستان شناسی برای دسته بندی دانشجویان در دانشکده کامپیوتر

دو مشکل بوجود می آید، از یک طرف هنگامی که تغییری اتفاق بیافتد، می بایستی دوباره از اطلاعات و اتفاقات جدید هستان شناسی متناظر با آن ساخته شود. علاوه بر این پرسش هایی که درباره اتفاقات گذشته مطرح شود، پشتیبانی نمی شود.

فرض کنید علی در طی ۶ سال تحصیل در این دانشکده ابتدا به عنوان دانشجوی دوره کارشناسی، ۴ سال در این دانشکده تحصیل کرده است. سپس در طی ۲ سال بعد از آن به عنوان دانشجوی کارشناسی ارشد، مشغول به تحصیل بوده است. با ظرفیت فعلی هستان شناسی ارائه شده، برای بیان این مطلب نیاز به ارائه دو هستان شناسی یکی برای چهار سال ابتدایی و دیگری برای ۲ سال انتهایی تحصیل وی نیاز است. علاوه بر اینکه مشکلات ذکر شده در اینجا به وضوح مشخص است مثلاً با داشتن هستان شناسی که علی در آن به عنوان یک دانشجوی کارشناسی ارشد، دسته بندی شده است هیچ اطلاعاتی درباره اینکه پیش از این علی دانشجوی کارشناسی بوده است وجود ندارد.

برای حل این مشکل هستان شناسی وابسته به زمان، می تواند به کمک طلبیده شود. هستان شناسی وابسته به زمان، همان هستان شناسی ارائه شده در شکل است که به آن بعد زمانی اضافه شده است. اما برای استنتاج از داده های وابسته به زمان و نمایش منسجم از آن نیاز به یک هستان شناسی زمان است که در آن مفاهیم، روابط و دیگر مسائل اساسی مرتبط با مدل کردن زمان پاسخ داده شده باشد. به عنوان مثال فرض کنید در هستان شناسی زمان ارائه شده در مثال، بازه ها به عنوان المانهای پایه انتخاب شده اند. علاوه بر این دانه دانگی داده های زمانی بر حسب سال است. با داشتن چنین هستان شناسی ای، می توان هستان شناسی وابسته به زمان برای مثال ذکر شده را همانند شکل ۸.۳، ارائه نمود. با ارائه چنین ساختاری، علاوه بر توانایی ارائه داده های دینامیک مرتبط با زمانهای متفاوت، امکان استنتاج و پرسش و پاسخ از روابط زمانی نیز فراهم می آید.



شکل ۸.۳: یک هستان شناسی وابسته به زمان: برای هستان شناسی ارائه شده در شکل ۷.۳. شکل نشان می دهد که علی از سال ۰ تا ۴ به عنوان دانشجوی کارشناسی و پس از آن از سال ۴ تا ۶ دانشجوی ارشد کارشناسی بوده است. داده های مرتبط به زمان در هستان شناسی زمان متناظر با آن تعریف شده است. به عنوان مثال با تغییر هستان شناسی زمان، این امکان وجود دارد که به جای ارائه داده های زمانی به شکل داده های مرتبط از داده های مطلق همانند تاریخ تقویمی برای ارائه داده های وابسته به زمان استفاده شود.

## ۷.۳ خلاصه و نتیجه گیری

این فصل، با تعریف استنتاج وابسته به زمان شروع شد. سپس مشخص شد که چگونه جنبه های مختلف ارائه زمان در سیستم اطلاعاتی بر روی استنتاج وابسته به زمان تاثیر می گذارد. برای استنتاج وابسته به زمان نیاز است تا چارچوب ارائه شده درباره مسائل اساسی که مطرح می شود همانند انتخاب واحدهای پایه زمان، توپولوژی زمان، ارتباطات و روابط، کرانداری و ... پاسخگو باشد. هستان شناسی زمان به عنوان یک چارچوب برای ارائه چنین فرضیات اولیه ای معرفی شده است. مثال های متفاوت از هستان شناسی های زمان که تا به حال معرفی شده اند در طی این فصل به خواننده معرفی شد.

با توجه به کاربرد خاصی که در این پژوهش مد نظر بوده است، ساختار هستان شناسانه جدیدی به نام هستان شناسی وابسته به زمان ارائه شد. هستان شناسی وابسته به زمان، از اضافه نمودن داده های زمانی که در یک هستان شناسی زمان تعریف شده اند، به هستان شناسی ارائه دهنده دانش زمینه ای خاص، برای کاربرد مورد نظر به دست می آید. چنین ساختاری توانایی آن را می دهد که زمان را به عنوان بعد اطلاعاتی جدید در فضای اطلاعاتی معرفی نماییم. علاوه بر این استفاده از ساختار هستان شناسانه،

هستان شناسی زمان، ما را از ارائه صحیح و فارغ از تناقض داده های زمانی مطمئن می سازد که در طی آن می توان با استفاده از اصول ارائه شده در آن، برای استنتاج وابسته به زمان از داده های دینامیکی وابسته به زمان استفاده نمود. درک بهتر از مفاهیم ارائه شده، در فصل ۵ و آشنایی با معماری چارچوب پیشنهادی میسر است.



## فصل ۴

استفاده از هستان شناسی ها برای مدل کردن  
داده های ویدئویی

## ۱.۴ مقدمه

با پیشرفت تکنولوژی و قدرتمند شدن ابزارهای پردازشی و سیستمهای ذخیره و بازیابی اطلاعات، و به موازات آن رشد کاربران کامپیوتری و استفاده روز افزون از دادههای چند رسانه ای در این مقوله، بحثهای فراوانی جهت افزایش کارایی سیستم های آرشیو و بازیابی داده های چند رسانه ای و متعاقب آن تصاویر ویدئویی و کاربردهای آن در محافل تحقیقاتی شکل گرفته است. سیستمهای مدیریت بانکهای اطلاعاتی متداول، در مدیریت دادههای ساخت یافته بسیار موفق عمل نمودهاند اما در ادامه از ارائه یک مدل موفق و کارا برای ارائه دادههای تصویری و سایر انواع دادههای غیر ساخت یافته، توفیق چندانی نداشته اند. شاید بزرگترین مشکل در این زمینه کارآمد نبودن مدلهای شاخص بندی، جستجو و بازیابی برای این نوع از داده ها باشد که از طبیعت خاص و حجم بالای آنها حاصل شده است.

با توجه به افزایش فزاینده استفاده از این نوع دادهها، نیاز به چهارچوبهای کاری جدید برای ارائه ساده و در عین حال با معنی از این نوع دادهها، که تضمین کننده کارایی در بازیابی و جستجوی آنها در این سیستم باشد، بیش از هر زمان دیگری احساس می شود. این سیستمها بایستی پرس و جو بوسیله دادههای وابسته به زمان ساده، تا پرس و جوهای مبتنی بر محتوی و معنا را پوشش دهند. یک نکته مهم در این زمینه آنست که پرس و جو بصورتی ساده و طبیعی بتواند برای کاربر فرموله شود که جستجوهای مبتنی بر متن نخستین گام در این راه است [۴] [۴۸] [۴۹].

بیشتر پایگاه های داده، دستیابی به داده ها را در یک سطح غیر مفهومی و یا سطح مفهومی پایین فراهم می آورند. کاربر با میزان قابل توجهی از بار داده های اضافی مواجه است که در نتیجه آن می بایستی مقدار زیادی وقت و انرژی خود را برای بدست آوردن اطلاعات مورد نیاز از میان داده های موجود، صرف نماید. یکی از روشها برای حل این مشکل فراهم نمودن یک جستجوی معنایی است. [۵۰] فراهم آوردن دسترسی به داده های ویدئویی در سطحی معنایی، نیازمند سیستمهای مدیریت داده های ویدئویی، متناسب و درخور این دامنه از داده ها است. شاخص گذاری کارا و بازیابی مناسب برای یک سطح دسترسی بالا نیاز به دانش زمینه ای را ملزوم می دارد. به نظر می آید که در این میان بزرگترین و مهمترین چالش، پر کردن شکاف مفهومی موجود در این زمینه باشد. شکاف مفهومی فاصله میان اطلاعات سطح پایینی است که می تواند مستقیماً از تصویر استخراج شود و معانی و مفاهیم متضمن این داده ها. به این معنی که بیشتر ویژگیهای سطح پایین بسادگی قابل محاسبه و اندازه گیری هستند

اما نقطه شروع در یک عملیات وابسته به یک پایگاه داده ویدئویی، عموماً یک پرس و جوی سطح بالا از یک انسان است. ترجمه و تبدیل پرسش های سطح بالای این انسان به ویژگیهای سطح پایین که کامپیوترها قادر به کار کردن با آنها هستند، مشکل پر کردن این شکاف مفهومی را می نمایاند [۵۱].

از آنجا که مسئله بینایی ماشین و درک تصویر از مسائل حل نشده در زمینه هوش ماشین است، استفاده از حاشیه نویسی های متنی به عنوان آخرین دستاورد جهت بازنمایی معنایی داده های ویدئویی مورد توجه قرار گرفته است. [۴] داده های خام ویدئویی به تنهایی استفاده و کارایی محدودی دارند که در نتیجه آن نیاز به حاشیه نویسی احساس می شود. حاشیه نویسی به صورت دستی کاری سخت، زمان بر، نادقیق، ناتمام و .. و از همه مهمتر هزینه بر است. در نتیجه نیاز به پیداکردن الگوریتمها و سیستمهایی خلاق که اجازه تشریح، سازماندهی و مدیریت داده های ویدئویی را با درکی از مفاهیم معنایی آن به صورت اتوماتیک یا نیمه اتوماتیک داشته باشند نیاز می شود. نمونه ای از این کار را می توان در [۱] دید. سازماندهی حاشیه نویسی ها انجام شده خود یکی از چالش های موجود در این زمینه است.

در این فصل درباره مدل کردن داده های ویدئویی، ویژگیهای مهمی که این مدل باید توانایی پشتیبانی از آن را داشته باشد، بحث می شود. در ادامه توضیح داده می شود که چگونه یک هستان شناسی می تواند یک ابزار مناسب جهت ارائه این مدل باشد.

در این فصل هستان شناسی ها به عنوان ابزاری جهت ارائه یک مدل از داده های ویدئویی معرفی می شوند. توانایی هستان شناسی ها به عنوان چهارچوبی برای ارائه مفاهیم در سطوح سلسه مراتبی مختلف، مستقل بودن آن از داده هایی که هستان شناسی برای آن ساخته می شود، توانایی آن در ارائه روابط زمانی و مدل کردن مفاهیم مربوط به زمان و مکان، هستان شناسی ها را به عنوان ابزاری بی رقیب و در عین حال با کارایی بالا جهت مدل نمودن داده های ویدئویی مطرح می نماید. علاوه بر این در ادامه توضیح داده می شود که چگونه از هستان شناسی برای ارائه یک مدل انتزاعی از داده های ویدئویی مورد استفاده قرار می گیرد. در حقیقت مطالب این فصل به عنوان شاهدهی جهت متقاعد کردن و نشان دادن دلایل استفاده از هستان شناسی در سیستم پیشنهادی می باشد.

## ۲.۴ سازماندهی داده های ویدئویی

از آن جا که ویدئو یک رسانه ساختمند است که در آن اتفاقات در زمان و محل، داستان را بیان می کند، یک برنامه ویدئویی می بایست به صورت یک مستند در نظر گرفته شود نه به صورت یک رشته متوالی غیر ساختمند از فریمها [۴۹].

پردازش تبدیل داده های خام ویدئویی به واحدهای ساخته یافته که می توانند برای ساختن یک نمایه از آنچه در یک برنامه ویدئویی دیده می شود استفاده گردد به عنوان تجرید ویدئو<sup>۱</sup> نیز ارجاع داده می شود. به عبارت دیگر تجرید ویدئو فرایند تبدیل داده های خام ویدئویی به واحدهای ساخت یافته جهت ساختن یک نمایه از آنچه که در یک برنامه ویدئویی دیده می شود، می باشد [۴۹].

محتویات یک داده ویدئویی شامل محتویات مفهومی، محتویات تصویر و صدا و محتویات متنی است. محتوی مفهومی، ایده یا دانشی است که ویدئو به طور ضمنی به کاربر القاء می نماید. این دانش غالباً مبهم است، به صورت ذهنی بوده و به زمینه کاربرد آن بستگی دارد. محتویات تصویر صدا شامل رنگ، زمینه، شکل، حرکت شیءها، روابط میان اشیاء، حرکت های دوربین، صداها و ... می شود. محتویات متنی شامل عنوان ها. زیر عنوان ها و ... می باشد که نیاز به Optical Character Recognition (OCR) را مطرح می نماید.

پروژه طراحی برای انتخاب شیوه ارائه داده های ویدئویی مبتنی بر خصوصیات ویدئو، اطلاعات محتوی ویدئو و کاربردی است که برای آن منظور به کار می رود. مدل نمودن ویدئو نقش کلیدی در سیستم های مدیریت بانک داده ویدئویی بازی می کند چرا که بقیه کارها حتماً کم و بیش به آن وابسته است. داده های ویدئویی حاوی اطلاعات بیشتری نسبت به مستندات متنی هستند. تعبیرها و تفسیرها عموماً همراه با ابهام هستند و بستگی به بیننده و زمینه کاربردی آن دارد. این مدلها غالباً ساختار روشن و محکمی در زیربنای خود ندارند. روابط میان قطعات ویدئو پیچیده و غالباً تعریف نشده اند به عنوان مثال هنوز یک اپراتور نشان دهنده میزان شباهت که عموماً مورد قبول قرار گیرد وجود ندارد. [۵۲] به طور کلی مدل ویدئویی که ارائه می شود باید دارای ویژگی های زیر باشد [۵۲]:

- مشخصات محتویات داده های ویدئو را در ساختار مفهومی خود مجتمع نماید.

<sup>۱</sup>Video data abstraction

- بتواند به همراه یک سیستم مدیریت پایگاه داده توانایی پشتیبانی از داده های مورد نظر را داشت باشد.
- توانایی بیان روابط زمانی و ساختاری میان قطعات را داشته باشد.

همچنین یک مدل ویدئویی می بایستی که اشیاء فیزیکی و روابط زمانی و فضایی میان آنها را تشخیص دهد. روابط زمانی می توانند ( باید ) بصورت عبارتی همچون قبل از، در طی، شروع شد، همپوشانی... غیره بیان شود. روابط فضایی می تواند مبتنی بر یک سیستم مختصات دو بعدی یا سه بعدی باشد.

### ۳.۴ معنای ویدئو

منظور از معنای ویدئو<sup>۲</sup> مفاهیم سطح بالا همچون اشیاء و اتفاقات در یک داده ویدئویی است. توجه به این نکته مهم است که محتویات معنایی یکسان می توانند توسط ارائه های متفاوت تصویری نمایش داده شوند که از مجموعه داده های خام ویدئویی مختلف تشکیل شده اند. معنا شرح اطلاعاتی است که ویدئو دربر دارد و از این طریق به کاربر اجازه می دهد تا داده های ویدئویی را بر حسب محتوای مفهومی آن بازیابی نماید [۵۳].

همانطور که پیشتر در همین فصل ذکر شد، مشکل اصلی در این حوزه، شکاف معنایی است. شکاف معنایی، فاصله یا شکاف میان اطلاعاتی است که می تواند بصورت اتوماتیک از داده های تصویری استخراج شود و، تفسیر هایی که همان داده ها می توانند برای یک کاربر در یک موقعیت مشخص داشته باشند. توجه به این نکته لازم است که منظور و مفهوم، یک داده نیست که در تصاویر یا ویدئو ارائه شده باشد و بشود از همان ابتدا آن را محاسبه و رمزگشایی نمود. در سالهای اخیر تلاشهای زیادی جهت برقراری ارتباط میان ویژگی های سطح پایین و مفاهیم سطح بالا و یا به عبارتی پر کردن شکاف مفهومی صورت گرفته است. به تازگی سعی شده است جهت غلبه بر مشکل شکاف مفهومی تعریف جدیدی از مفهوم و نقش معنی در یک سیستم اطلاعات تصویری ارائه شود. نظریه Semantic Emergent می گوید که اجازه دهید تا معنی ها بوسیله تقابل میان کاربر و ماشین گسترش یابد [۵۴].

<sup>۲</sup> Video semantics.

همانطور که در مقدمه گفته شد، از آنجا که مسئله بینایی ماشین و درک تصویر از مسائل حل نشده در زمینه هوش ماشین است، استفاده از حاشیه نویسی های متنی به عنوان آخرین دستاورد جهت بازنمایی معنایی مورد توجه قرار گرفته است [۴]. حاشیه نویسی ها ارائه دهنده هرگونه توصیف سمبلیک از یک ویدئو یا قسمتی از آن است. این حاشیه نویسی ممکن است بصورت دستی فراهم شود. در حال حاضر حاشیه نویسی تنها در صورت فراهم آوردن دانش زمینه ای کافی در یک محدوده خاص می تواند بصورت خودکار فراهم شود. نحوه ارائه معنای ویدئو نقش کلیدی در آنالیز و بازیابی داده های ویدئویی دارد.

## ۴.۴ حاشیه نویسی

ساده ترین روش جهت مدل نمودن مفاهیم موجود در محتویات ویدئو استفاده از متن های آزاد<sup>۳</sup> جهت حاشیه نویسی دستی است. این همان چیزی است که از آن با نام حاشیه نویسی دستی متون آزاد یاد می شود. در این روش ایده اصلی فراهم آوردن یک لایه بندی مفهومی در بالای جریان داده ویدئویی است. این کار به دو روش کلی صورت می گیرد. چینه بندی<sup>۴</sup> و حاشیه نویسی کلمات کلیدی/خصیصه ها از قطعات ثابت<sup>۵</sup>.

روش کار در حاشیه نویسی کلمات کلیدی/خصیصه ها از قطعات ثابت به این شکل است که ویدئو به قسمت هایی ثابت (معمولاً منظره ها<sup>۶</sup>) قطعه بندی می شود. مفاهیم این قطعات بصورت مستقل از هم، توسط متون آزاد و حاشیه نویسی خصیصه/واژه کلیدی تشریح می شود. ایرادات این روش عدم وجود انعطاف پذیری و قطعه بندی ثابت است که یک و تنها یک قطعه بندی از داده اصلی ارائه می نماید. همچنین قسمت قطعه بندی شده از زمینه کاربرد خود جدا می شود و در نتیجه اطلاعات زمینه ای مهمی در رابطه با آن از دست می رود [۵۵].

در مقابل روش گفته شده روش انعطاف پذیرتری قرار دارد که ویدئو را برحسب ضوابط مفهومی آن به قطعاتی منطقی تقسیم بندی می نمایند. این همان روش چینه بندی است. در این روش تشریحگرهای

<sup>۳</sup>.Manual free text annotation

<sup>۴</sup>.Stratification

<sup>۵</sup>.The keyword/attribute annotation of fixed segments

<sup>۶</sup>.Shots

متنی چینه<sup>۷</sup> نامیده می شوند که ممکن است در هر بخش از ویدئو دارای همپوشانی باشند. در سیستم های جدیدتر چینه می تواند یک لیست از تصاویر ثابت باشد. می توان یکسری از عملگرهای جبری برای کار بر روی چینه فراهم نمود. اما باید توجه نمود که فراهم آوردن چینه ها به صورت خودکار، مشکل و در بعضی موارد ناممکن است، در نتیجه عموماً از حاشیه نویسی های دستی برای فراهم آوردن اطلاعات ورودی استفاده می شود [۵۵].

روش حاشیه نویسی مبتنی بر کلمات کلیدی کلاسیک ضعیف است. علت امر در این است که کلمات کلیدی نمی توانند روابط زمانی و فضایی موجود را نمایش دهند. علاوه بر این کلمات کلیدی نمی توانند به طور کامل ارائه دهنده اطلاعات معنایی باشند و علاوه بر این توارث، همانندی و شباهت و یا استنتاج میان توصیف گر ها را پشتیبانی نمی نمایند. کلمات کلیدی نمی توانند روابط میان توضیحات را شرح دهند و بدتر از همه اینکه کلمات کلیدی مقیاس نمی گذارند. علاوه بر این عموماً سیستم ها محدودیتی بر روی تعداد کلمات کلیدی تعریف شده برای سیستم قائل می شوند [۵۵].

هماهنگی میان حاشیه نویسی های فراهم آمده بر روی داده های ویدئویی ورودی و دانش زمینه ای و ارائه مفاهیم از آنها توسط سیستمی که بر روی این حاشیه نویسی ها عمل می کند، یکی دیگر از مسائلی است که باید در استفاده از حاشیه نویسی ها مورد توجه قرار گیرد.

## ۵.۴ استفاده از هستان شناسی برای مدل کردن داده های ویدئویی

همانطور که در بخش اول همین فصل ذکر شد، ارائه یک مدل از داده های ویدئویی، نیازمند است تا یکسری از خصوصیات و ویژگیها را به همراه خود داشته باشد. با مقایسه تعاریف ارائه شده از هستان شناسی در فصل ۲ و خصوصیات هستان شناسی بر پایه تعاریف مربوط به خود ارائه می نماید، آن را ابزاری قدرتمند جهت ارائه یک مدل از داده های ورودی ویدئویی معرفی نموده است.

تعریف ارائه شده توسط سوارتات<sup>۸</sup> در [۱۹]، یک هستان شناسی را به عنوان یک مجموعه از اصطلاحات و ترم ها با ساختار مشخص برای تشریح یک دامنه که به عنوان شالوده اسکلتی برای پایگاه های دانش مورد استفاده قرار می گیرند تعریف می نماید. همانطور که در فصل ۲ نیز ذکر شده است

<sup>۷</sup>Strata

<sup>۸</sup>William Swartout

خصوصیات زیر در همگی تعاریف ارائه شده برای هستان شناسی مورد تاکید قرار گرفته است:

- استفاده از هستان شناسی ها به منظور تشریح یک دامنه خاص.
- تعریف شفاف اصطلاحات و روابط موجود در دامنه.
- وجود مکانیزمی جهت سازماندهی ترم ها.
- توافق میان کاربران یک هستان شناسی برای سازگاری اصطلاحات استفاده شده.

استفاده از هستان شناسی ها به عنوان یک تئوری مربوط به محتوی [۱۷] برای استفاده در مدل کردن داده های ویدئویی رسیدن به خصوصیات مهم و مورد نظر در مدل های ویدئویی را تضمین می کند. در سیستم های موجود، حاشیه نویسی ها به عنوان یک مجموعه لغت برای سیستم تعریف می شوند. استفاده از هستان شناسی ها علاوه بر معرفی یک مجموعه واژگان ارائه برای حاشیه نویسی، به دلیل ماهیت کلی هستان شناسی سبب تعریف یک ادراک ضمنی<sup>۹</sup> بر روی مجموعه واژگان ارائه است که از آن می توان برای استنتاج بر روی مفاهیم تعریف شده استفاده نمود.

وجود مکانیزمهایی جهت سازماندهی ترم ها، توانایی هستان شناسی را برای اجتماع محتویات و معانی در یک ساختار مفهومی تضمین می نماید. علاوه بر این به کمک آن امکان فراهم آوردن چهارچوبی برای انواع استنتاج از جمله استنتاج وابسته به زمان امکان پذیر می گردد. استفاده از هستان شناسی به عنوان ابزاری جهت پشتیبانی از داده در یک سیستم پایگاه داده با فراهم آوردن فرا داده هایی با ساختار مشخص تضمین می شود.

با تعریف هستان شناسی وابسته به زمان مشکل مدیریت بر روابط زمانی و قطعات ساختاری مرتفع خواهد شد. علاوه بر آنکه امکان استفاده از هستان شناسی ها برای ارائه روابط فضایی نیز وجود دارد همچنانکه کاربرد آن در سیستم های اطلاعاتی جغرافیایی [۵۶] آن را نشان داده است.

در سیستم پیشنهادی فرض شده است که امکان استخراج خودکار حاشیه نویسی ها بر روی محتویات ویدئو با توجه به کار انجام شده در [۱۴] امکان پذیر است. استفاده از هستان شناسی در سیستم پیشنهادی سبب بهبود حاشیه نویسی و نحوه ارائه دانش حتی در زمان استخراج آن از داده های ویدئویی می شود. به

<sup>۹</sup> A conceptualization.

عنوان مثال برای حل مشکل تعداد کلمات کلیدی محدود و یا خصیصه های از پیش تعریف شده استفاده، کاربر خصیصه های مورد نظر خود را بر حسب نیاز تعریف می کند. علاوه بر این در سیستم پیشنهادی مکانیزم توارث متداخل برای مفاهیم تعریف شده در هستان شناسی در نظر گرفته شده است که سیستم را جهت ارائه اطلاعات بیشتر و استنتاج دقیقتر کمک خواهد نمود.

دیگر مزیت استفاده از هستان شناسی مستقل بودن آن از داده ای است که قرار است برای آن استفاده شود می باشد. این امر سبب می شود تا چارچوب ارائه شده قابل استفاده برای طیف وسیعی از انواع داده ها شود. علاوه بر این، مزیت فوق سبب می شود تا اصلاح ساختار هستان شناسی بر روی دیگر اجزای سیستم تأثیر بسزائی نداشته باشد. علاوه بر آن امکان ترجمه هستان شناسی به انواع زبانهای منطقی ممکن است. هستان شناسی با توجه به روابط تعریف شده در آن می تواند به راحتی به گزاره های منطقی، شبکه معانی و یا گرافهای مفهومی ترجمه می شود. این مزیت سبب سهولت کار، در هنگام طراحی زبانهای پرسش و پاسخ در بانک داده خواهد شد.

## ۶.۴ استفاده از هستان شناسی در سیستم پیشنهادی

هستان شناسی در سیستم پیشنهادی برای ارائه دانش زمینه ای و همچنین ساخت مدل تجریدی از داده ویدئویی ورودی مورد استفاده قرار گرفته است. در حقیقت چارچوب ارائه شده هماهنگی میان دانش زمینه ای و مدل ساخته شده برای یک داده خاص را فراهم می آورد.

در سیستم پیشنهادی کاربر مجموعه موجودیت های مورد نظر خود را در غالب ترم های تعریف شده در هستان شناسی به سیستم معرفی می نماید. با توجه به نگرش کاربر به مفاهیم، سیستم این امکان را برای او فراهم می آورد تا بتواند مفاهیم را در یک ساختار سلسله مراتبی مرتب نماید. برای ارائه اطلاعات بیشتر درباره هر یک از این موجودیت ها، کاربر می تواند مجموعه خصیصه هایی را برای آن موجودیت تعریف نماید. این خصیصه ها خود می توانند یکی از موجودیت های تعریف شده دیگر باشند. به عبارت دیگر با آنکه کاربر دانش زمینه ای را به شکل ساختاری سلسله مراتبی می بیند ولی در واقع ساختار ارائه شده یک هستان شناسی با ساختاری تو در تو را برای استفاده سیستم در کاربردهای متفاوت ارائه می نماید.

علاوه بر این، برای کمک به استخراج حاشیه نویسی از داده ها، این امکان فراهم می شود که کاربر از ترم های تعریف شده در این هستان شناسی برای معرفی یکسری قوانین استفاده نماید. همچنانکه نمونه آن را در [۱۴] می توان دید.

دانش زمینه ای فراهم آمده، یک چارچوب را برای سیستم جهت ساخت هستان شناسی از داده های ورودی محیا می سازد. همچنانکه در فصل بعد توضیح داده خواهد شد، این هستان شناسی یک هستان شناسی وابسته به زمان است که در نتیجه آن امکان استنتاج وابسته به زمان را برای سیستم جهت کاربردهای متفاوت فراهم می آورد.

## ۷.۴ خلاصه و نتیجه گیری

استفاده از حاشیه نویسی ها برای ارائه مفاهیم و معانی برای داده های ویدئویی با توجه به مسئله بینایی ماشین به عنوان یک راه حل مورد استقبال جوامع تحقیقاتی قرار گرفته است. در حال حاضر استفاده از حاشیه نویسی ها به کمک دو روش چینه بندی و کلمات کلیدی محدود شده است. در هر دو این روشها تنها یک واژگان ارائه برای حاشیه نویسی فراهم می شود که با مشکلاتی مانند محدود بودن کلمات کلیدی، وابستگی به داده های ورودی را مطرح می نماید.

در این فصل استفاده از هستان شناسی ها به عنوان یک تئوری مربوط به محتوی، جهت حل این مشکلات معرفی شده است. علاوه بر آن هستان شناسی ها به واسطه منطق موجود در آن، ابزارهای مناسبی را جهت ارائه یک مدل مناسب از داده های ویدئویی فراهم می آورد. مزیت مهم ساختار ارائه شده مستقل بودن آن از داده ورودی و ارائه چارچوبی برای استنتاج های پیچیده همانند استنتاج های وابسته به زمان است.

## فصل ۵

چارچوب پیشنهادی، معماری سیستم

## ۱.۵ مقدمه

در این فصل معماری سیستم پیشنهادی تشریح شده است. برای این منظور هر یک از پیمانه های تشکیل دهنده سیستم به تفصیل تشریح شده است. سپس چگونگی عملکرد سیستم و نحوه تعامل میان این پیمانه ها با هم مشخص شده است. در ادامه و در این فصل ابتدا توضیح داده می شود که ساختار هستان شناسی وابسته به زمان که در فصل ۳ معرفی شده است چگونه برای معرفی یک مدل معنایی وابسته به زمان از داده های ویدئویی ورودی مورد استفاده قرار می گیرد. علاوه بر این نظریات مهمی که در طراحی سیستم و ارائه چارچوب پیشنهادی نقش داشته اند شرح داده می شود.

سیستم پیشنهادی، یک چارچوب کلی برای ساخت هستان شناسی وابسته به زمان برای داده های ویدئویی و ارائه ساختمان از آنها را ارائه نموده است. به عبارت دیگر ساختار جدید هستان شناسی وابسته به زمان برای ارائه یک مدل معنایی وابسته به زمان از داده های ویدئویی معرفی شده است. برای این منظور مفاهیم تشریح شده در فصل ۲ درباره هستان شناسی ها، مطالب شرح داده شده در فصل ۳ درباره زمان، استنتاج وابسته به زمان و هستان شناسی وابسته به زمان مورد استفاده قرار می گیرد. در انتها نقاط قوت و ضعف سیستم پیشنهادی بررسی می شود و توضیح داده می شود که چگونه می توان آن را کامل تر نمود. مسائل مرتبط با پیاده سازی نیز مختصراً در این فصل شرح داده می شود. در طی این فصل برای فهم بهتر خواننده، مسائل تشریح شده همواره با یک مثال همراه خواهد بود.

## ۲.۵ هستان شناسی وابسته به زمان برای داده های ویدئویی

همانطوریکه پیشتر در فصل ۴ ذکر شد، از آن جا که ویدئو یک رسانه ساختمان است که در آن اتفاقات در زمان و محل، داستان را بیان می کند، یک برنامه ویدئویی می بایست به صورت یک مستند در نظر گرفته شود نه به صورت یک رشته متوالی غیر ساختمان از فریمها. تبدیل داده های خام ویدئویی به واحدهای ساخته یافته که می توانند برای ساخت یک نمایه از آنچه که در یک برنامه ویدئویی دیده می شود به عنوان تجرید ویدئو نیز، ارجاع داده می شود. به عبارت دیگر تجرید ویدئو فرایند تبدیل داده های خام ویدئویی به واحدهای ساخته یافته ای است که این واحدها مفاهیمی را که ویدئو متضمن آنها است به شکل ساختمان ارائه می دهند [۴۹].

همانطور که پیشتر ذکر شد، مسئله بینایی ماشین یکی از مسائل حل نشده در هوش مصنوعی است. علاوه بر این برای درک معنای ویدئو، نیاز است تا سیستم بتواند ارتباطی میان ویژگیهای سطح پایین تصویر و مفاهیمی که آن ویدئو برای بیننده القا می نماید، ایجاد نماید. فاصله میان این ویژگیها و مفاهیم با نام شکاف معنایی شناخته می شود. در حال حاضر سیستم های پردازش ویدئویی با کمک حاشیه نویسی های متنی سعی می کنند این شکاف مفهومی ایجاد شده را پر نمایند. بنابر آنچه که در فصل اول و چهارم گفته شد، اکثر مدل های ویدئویی معنایی با کمک حاشیه نویسی های به دست آمده از ویدئو، یک مدل برای آن ارائه می نمایند. مدل های ارائه شده تا به حال زمان را به عنوان یکی از مضامین مفهومی پشتیبانی ننموده اند.

در فصل ۴ ساختار هستان شناسانه جدیدی به نام هستان شناسی وابسته به زمان معرفی شد. در تعریف ارائه شده هستان شناسی وابسته به زمان با اضافه نمودن خصیصه یا مجموعه ای از خصیصه های زمانی از یک هستان شناسی زمان به هستان شناسی ارائه دهنده یک دانش زمینه ای به دست می آید و از آن برای پشتیبانی از مفاهیم مختلف زمانی در کاربرد خاصی که هستان شناسی دانش زمینه ای سعی در بیان مفاهیم آن دارد، استفاده می شود.

در چارچوب پیشنهادی هستان شناسی وابسته به زمان به عنوان ابزاری جهت ارائه یک مدل تجریدی از یک داده ویدئویی مورد استفاده قرار می گیرد. هستان شناسی ارائه شده با توجه به تعریف ارائه شده، یک تجرید مناسب از داده های خام ویدئویی به همراه اطلاعات زمانی فراهم می آورد. برای این منظور چارچوب پیشنهادی از حاشیه نویسی های همراه شده با اطلاعات زمانی استفاده می نماید. علاوه بر این به دلیل همراهی این ساختار با یک هستان شناسی هستان شناسی وابسته به زمان، به عنوان چارچوبی برای ارائه مفاهیم زمانی، امکان تعریف روابط مورد نظر در کاربرد امکان پذیر شده است.

از آنجا که هستان شناسی وابسته به زمان یک ساختار هستان شناسانه را معرفی می نماید در نتیجه، پشتیبانی از ویژگیهای مهم هستان شناسی ها در ساختار معرفی شده تضمین شده است. ویژگیهای مهم هستان شناسی ها همانند تعریف صریح و روشن از روابط موجود در دامنه، امکان سازماندهی اصطلاحات و از آن مهم تر توافق کاربران از معنی اصطلاحات استفاده شده، تضمین می شود.

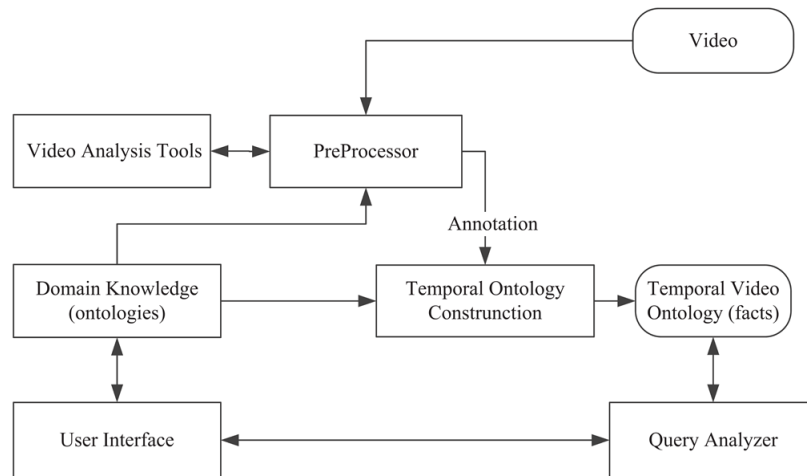
یک مدل ویدئویی می بایستی از ویژگیهای مهم این مدل همانند اجتماع مفاهیم معنایی در ساختار مدل ارائه شده، توانایی همراهی با سیستم مدیریت بانک داده ای و توانایی بیان روابط زمانی و ساختاری

پشتبانی نماید. هستان شناسی وابسته به زمان به دلیل وجود ساختار هستان شناسانه در بطن خود، دو ویژگی اول ذکر شده را تضمین می نماید. علاوه بر این به دلیل همراهی خصیصه های زمانی مرتبط با یک ساختار هستان شناسی زمان، امکان بیان روابط زمانی نیز تضمین شده خواهد بود. علاوه بر اینکه استفاده از ساختار مورد نظر، وجود هماهنگی و الزام هستان شناسانه را به همراه خود دارد.

ویژگی مهم دیگر هستان شناسی ها، یعنی مستقل بودن هستان شناسی از داده هایی که هستان شناسی برای آنها ساخته می شود، سبب می شود تا ساختار هستان شناسی وابسته به زمان معرفی شده در این چارچوب، از نوع داده ویدئویی ورودی مستقل باشد و بتوان آن را برای کاربردهای متنوع به کار گرفت. علاوه بر این استفاده از ساختار معرفی شده به عنوان ساختاری هستان شناسانه، سبب شده است تا ویژگیهای مهم هستان شناسی ها در ارائه دانش و به عنوان یک تئوری مرتبط با محتوی همانطوریکه در [۱۷] شرح داده شده است، برای ارائه یک مدل تجریدی از داده های ویدئویی در سطوح سلسله مراتبی مختلف و ارائه سطح بالا از این مفاهیم برای رفع نیاز کاربر مورد استفاده قرار گیرد.

در چارچوب پیشنهادی، هستان شناسی وابسته به زمان از دانش زمینه ای معرفی شده توسط کاربر به همراه حاشیه نویسی های فراهم آمده از داده های ویدئویی ساخته می شود. دانش زمینه ای در چارچوب معرفی شده شامل یک هستان شناسی زمان که چگونگی تجرید از زمان در کاربرد مورد نظر را مشخص می نماید و دانش مرتبط با مفاهیم، وقایع و اشیاء مورد توجه در کاربرد خاص را تعیین می نماید، تشکیل شده است.

استفاده از دانش زمینه ای به شکل هستان شناسانه و الزام در استفاده از آن برای کلیه پیمانه ها سبب شده است تا هماهنگی میان پیمانه های مختلف و دانش تولید شده در هر یک از آنها تضمین شده باشد. باید توجه نمود که معماری چارچوب پیشنهادی به گونه ای است که هستان شناسی مورد نظر مستقل از مفاهیمی که به سیستم معرفی می شوند، ساخته می شود. استفاده از زبانهای هستان شناسی متداول در ارائه هستان شناسی وابسته به زمان، سبب خواهد شد تا در آینده بتوان از آن در وب معنایی استفاده نمود. در ادامه چگونگی ساخت این هستان شناسی و روابط منطقی موجود در چارچوب پیشنهادی تشریح شده است.



شکل ۱.۵: بلاک دیاگرام سیستم پیشنهادی و رابطه میان پیمانه های مختلف

### ۳.۵ نگاه کلی بر سیستم پیشنهادی

شکل ۱.۵ معماری کلی چارچوب پیشنهادی را نمایش می دهد. هدف در اینجا ساخت یک نمایه وابسته به زمان برای داده های ویدئویی، در قالب هستان شناسی وابسته به زمان است. اما جهت لمس خروجی سیستم و مثالی از کاربرد آن بعضی از پیمانه ها بدین منظور اضافه شده اند.

هسته چارچوب پیشنهادی را پیمانه دانش زمینه ای، پیمانه ساخت هستان شناسی وابسته به زمان و پیمانه پیش پردازنده، تشکیل می دهد. ورودی به سیستم داده خام ویدئویی است. کاربر سطح پایین (مدیر سیستم) می بایستی دانش زمینه ای را به سیستم معرفی نماید. این کار به کمک تعریف هستان شناسی های مناسب و یا استفاده از هستان شناسی ها موجود و وارد کردن آنها در سیستم صورت می گیرد. بدین منظور یک واسط کاربر گرافیکی طراحی شده است. کاربر در یک ساختار ساده مفاهیم، وقایع و اشیاء مورد توجه خود را به سیستم معرفی می نماید. دانش فراهم آمده به شکل مجموعه ترم های مجاز در اختیار پیمانه پیش پردازنده قرار می گیرد. به عبارت دیگر مجموعه ترمهای مجاز برای حاشیه نویسی از این طریق به سیستم معرفی می شود.

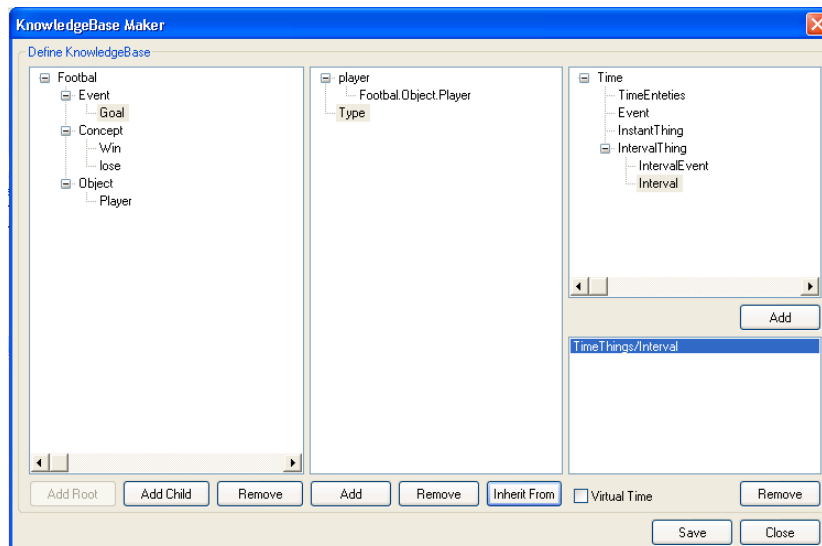
پیمانه پیش پردازنده به کمک دانش زمینه ای معرفی شده و ابزارهای آنالیز داده های ویدئویی، و قوانینی که توسط کاربر به سیستم معرفی می شود، حاشیه نویسی خودکار را بر روی داده های ورودی را انجام می دهد. پیمانه ساخت هستان شناسی وابسته به زمان، از حاشیه نویسی های فراهم شده به همراه اطلاعات زمانی، هستان شناسی وابسته به زمان متناظر با این حاشیه نویسی ها را برای یک شی داده ویدئویی ورودی می سازد. به عبارت دیگر فرا داده های فراهم آمده برای داده های ویدئویی ورودی به شکل یک هستان شناسی وابسته به زمان نمود پیدا می کند.

حال کاربر می تواند به کمک یک واسط گرافیکی ساده، پرس و جوهای وابسته به زمان از مفاهیم تعریف شده در دانش زمینه ای را بازیابی و مشاهده نماید. توجه به این نکته ضروری است که کاربرد چارچوب فراهم آمده محدود به پرسش و پاسخ از سیستم نیست بلکه سیستم پیشنهادی چارچوبی را برای هر یک از برنامه های کاربردی مورد علاقه فراهم می آورد که در طی آن، امکان کار با مفاهیم سطح بالا و معنایی وابسته به زمان وجود دارد. مثلاً سیستم پیشنهادی می تواند به عنوان ابزاری جهت فراهم آوردن مفاهیم سطح بالا از داده های ورودی برای یک سیستم خلاصه کننده ویدئویی مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این ارائه مفاهیم زمانی، امکان استنتاج وابسته به زمان بر روی مفاهیم را فراهم می آورد. در ادامه هر یک از پیمانه های سیستم تشریح شده است.

### ۱.۳.۵ پیمانه دانش زمینه ای

پیمانه دانش زمینه ای، وظیفه نگهداری و پشتیبانی از دانش مورد استفاده در چارچوب پیشنهادی را دارد. این دانش عموماً توسط کاربر سیستم (مدیر سیستم) به سیستم معرفی می شود. در چارچوب پیشنهادی از هستان شناسی ها برای معرفی دانش زمینه ای استفاده می شود. دانش زمینه شامل دو هستان شناسی است. هستان شناسی زمان که چگونگی نگرش به مفهوم زمان و تجرید آن را مشخص می نماید و هستان شناسی ارائه دهنده بدنه دانش مورد استفاده در سیستم که مفاهیم، روابط، وقایع، اشیا و ... که در کاربرد مورد نظر مورد نظر است، معرفی می نماید.

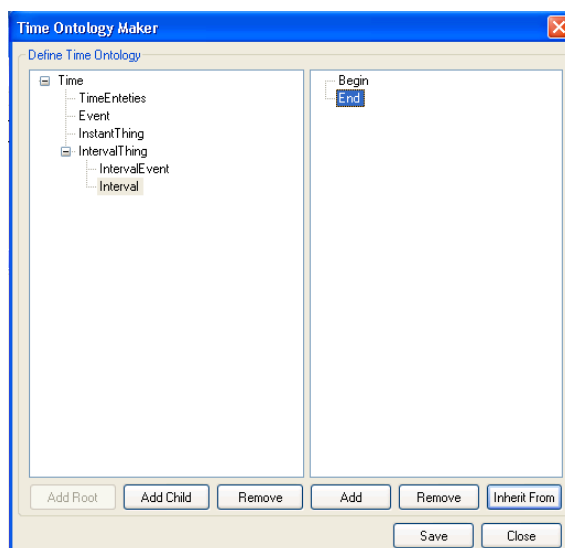
در سیستم پیاده سازی شده یک واسط کاربری گرافیکی (شکل ۲.۵) جهت تعریف هر یک از این هستان شناسی ها تعبیه شده است. شکل های بعدی این واسط های گرافیکی کاربری را نمایش می دهد. در واسط کاربری طراحی شده در اینجا، امکان تعریف مفاهیم به شکل سلسله مراتبی و همچنین



شکل ۲.۵: واسط کاربری برای تعریف دانش زمینه ای

نسبت دادن خصوصیات و ویژگیهای مورد علاقه به هر یک از این مفاهیم گنجانده شده است. اما باید توجه نمود که الزاماً نیاز به کار کردن با این واسط های کاربری نیست. امکان تعریف دانش توسط هر ویرایشگر دیگر و ورود آن به سیستم مجاز است. از آنجا که امکان صدور و ورود دانش در سیستم تعبیه شده است، می توان دانش مورد نظر برای استفاده در سیستم را از هستان شناسی ها موجود دیگر به سیستم وارد نمود و یا مدیر سیستم می تواند دانش زمینه ای را به شکل هستان شناسی برای استفاده در کاربردهای دیگر صادر نماید.

همانطور که گفته شد، کاربر برای تعریف مفاهیم مورد نظر در یک ویدئو، مفاهیم، اشیاء، اتفاقات و دیگر موارد مورد علاقه خود را به کمک واسط کاربری به سیستم معرفی می نماید. در نسخه ارائه شده از چارچوب پیشنهادی برای سهولت در کد کردن دانش زمینه ای، کاربر این دانش را به شکل سلسله مراتبی مشاهده می کند که در هر سطح از آن برای هر یک از موجودیت های تعریف شده می تواند لیستی از خصایص با مقادیر پیش فرض و یا بدون آن تعریف نماید. علاوه بر این هر یک از این خصیصه ها خود می تواند یک موجودیت از موجودیتهای تعریف شده در هستان شناسی که کاربر تعریف کرده است و یا از هستان شناسی های از قبل تعریف شده باشد. به عبارت دیگر با اینکه از دید کاربر دانش زمینه ای



شکل ۳.۵: واسط کاربری گرافیکی برای تعریف هستان شناسی زمان

به شکل یک ساختار سلسله مراتبی تعریف می شود ولی در عین حال در نهایت دانش زمینه ای تعریف شده برای سیستم الزاماً لازم نیست که به شکل سلسله مراتبی باشد بلکه می تواند یک ساختار تو در تو از مفاهیم، وقایع و یا هر موجودیت دیگر باشد. بدین ترتیب سیستم می تواند حاشیه نویسی هایی با اطلاعات افزوده تر فراهم آورد.

زمان نیز به عنوان بخش دیگری از دانش زمینه ای به سیستم معرفی می شود. کاربر می تواند یک هستان شناسی زمان، برای معرفی یک مدل تجریدی از زمان به سیستم معرفی نماید. به عنوان مثال کاربر می تواند مشخص نماید که آیا عناصر پایه ای زمانی، بازه ها هستند یا لحظه ها. علاوه بر اینکه مانند هر هستان شناسی زمان دیگر می تواند میزان دانه دانگی و یا رابطه آنها را مشخص نماید. همانطور که گفته شد، کاربر می تواند به جای تعریف هستان شناسی زمان، از نمونه های موجود همانند آنچه در [۳۲] معرفی شده است، برای ارائه مدل تجریدی از زمان استفاده نماید. در واسط کاربری گرافیکی معرفی شده در این نسخه از پیاده سازی صورت گرفته (شکل ۳.۵)، امکان تعریف روابط زمانی وجود ندارد و کاربر الزام دارد آنرا به شکل دستی برای سیستم معرفی نماید. نمونه ای از یک هستان شناسی زمان تعریف شده برای سیستم در شکل ۴.۵ دیده می شود.



شکل ۴.۵: نمونه ای از هستان شناسی زمان. ساختار سلسله مراتبی و ترجمه معادل آن در فایل با فرمت XML متناظر

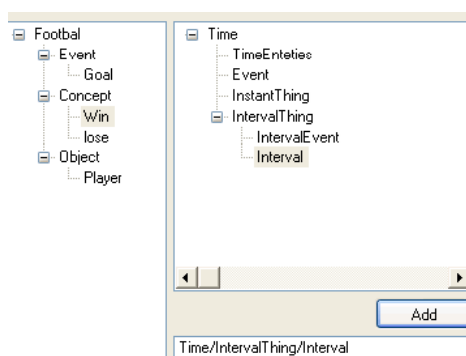
به عنوان مثال، فرض کنید که علاقمند هستیم دانش زمینه ای برای پردازش داده های ویدیویی برای بازی فوتبال را به سیستم معرفی نماییم. برای این منظور در بالاترین سطح از این هستان شناسی بازی فوتبال قرار می گیرد. سپس کاربر وقایع موردعلاقه خود همانند تعویض، گل زدن و ... را تعریف می نماید. علاوه بر این اشیاء مهم در بازی فوتبال در زیر ساختار اشیاء به سیستم معرفی می شود. مثلاً داور، استادیوم محل برگزاری، تیم های شرکت کننده. تیم شرکت کننده هم خود از بازیکنان تشکیل شده است. بازیکن به عنوان یک شی، به شکل یک خصیصه در واقعه گل زدن مورد اهمیت است بنابراین کاربر آن را به عنوان یکی از خصیصه های واقعه گل زدن معرفی می نماید. علاوه بر اینکه شی بازیکن خود خصایص دیگری را همانند نام و سن، یدک می کشد.

علاوه بر اشیاء و وقایع برخی از مفاهیم نیز در یک بازی فوتبال مورد اهمیت است مثلاً برد، باخت، تیم برتر و ... . این مفاهیم نیز می توانند به شکل موجودیت هایی در دانش زمینه ای تعریف شوند. شکل ۵.۵ مثال تشریح شده در بالا را نمایش می دهد.

هستان شناسی زمان نیز متعاقب آن برای سیستم تعریف می شود. حال پس از تعریف هر یک از این هستان شناسی ها، کاربر در صورت تمایل و اهمیت داشتن زمان برای هریک از مفاهیم، اشیاء و ... که در دانش زمینه ای تعریف شده است، می تواند طبیعت زمانی هر یک از آنها را با نسبت دادن عناصر پایه ای زمانی تعریف شده به هریک از مفاهیم، اشیاء و ... مشخص نماید. این کار به سادگی و از طریق قراردادن عنصر زمانی پایه در لیست خصیصه های المان تعریف شده در دانش زمینه ای صورت می گیرد. شکل ۶.۵ واسط کاربری و چگونگی این کار را نمایش می دهد.



شکل ۵.۵: نمونه ای از دانش زمینه ای تعریف شده برای مسابقه فوتبال



شکل ۶.۵: واسط کاربری که چگونگی اعطای خصیصه زمانی را نمایش می دهد. به عنوان مثال در شکل ارائه شده مفهوم برد به عنوان یک شی زمانی بازه ای تعریف شده است و خصوصیت زمانی به آن اضافه شده است.

توجه شود که یکی از نقاط قوت سیستم پیشنهادی در آن است، که کاربر را مجبور به استفاده از مفاهیم و یا ساختار و داده های از پیش تعریف شده نمی کند بلکه تنها چارچوبی را معرفی می نماید که کاربر خود به دلخواه می تواند هر آنچه را که مورد علاقه اوست به سیستم معرفی نماید.

همانطور که گفته شد یکی دیگر از امکانات تعبیه شده برای سیستم امکان وارد کردن و صدور و ذخیره نمودن دانش زمینه ای است. بدین ترتیب به کمک مکانیزمهای ارث بری تو در تو که در طبیعت ساختار سلسله مراتبی تعریف شده وجود دارد، کاربر می تواند از چارچوبهای فراهم آمده از دانش زمینه ای توسط دیگران استفاده نموده و یا آنها را اصلاح و برای استفاده بقیه صادر نماید. علاوه بر اینکه با استفاده از استانداردهای در حال گسترش برای ساخت هستان شناسی ها برای داده های ویدئویی و خصوصیت ذاتی هستان شناسی ها برای به اشتراک گذاشتن دانش، امکان استفاده مجدد و کارا از دانش زمینه ای فراهم می آید. اصلاح آسان دانش زمینه ای با حفظ جامعیت از دیگر نقاط قوت چارچوب پیشنهادی برای تعریف دانش زمینه ای است.

پیمانه دانش زمینه ای با پیمانه پیش پردازنده و پیمانه ساخت هستان شناسی وابسته به زمان، رابطه ای یک طرفه دارد و دانش زمینه ای مورد نیاز برای این دو پیمانه را فراهم می آورد. همچنین هستان شناسی های معرفی شده، به عنوان یک ورودی برای طراحی قوانین و ارائه برجسب های زمانی در بخش پیش پردازنده مورد استفاده قرار می گیرد، این مطلب در بخش بعد توضیح داده شده است. نمونه کار انجام شده در [۱۴] به تفصیل توضیح داده شده است. همانطور که گفته شد دانش زمینه ای تعریف شده توسط کاربر به شکل یک فایل با فرمت بسط یافته از XML<sup>۱</sup> برای استفاده های بعدی ذخیره می شود. نمونه ای از این فایل در شکل ۷.۵ آمده است.

### ۲.۳.۵ پیمانه پیش پردازنده

با اینکه طراحی این پیمانه در مجال این مقال نمی گنجد اما برای حفظ جامعیت و اشراف خواننده بر کارکرد سیستم شرح مختصری از آن ارائه شده است. علاقمندان برای اطلاعات بیشتر می توانند به [۱۴] مراجعه نمایند.

وظیفه واحد پیش پردازنده فراهم آوردن حاشیه نویسی های مناسب از داده های ورودی است. منظور

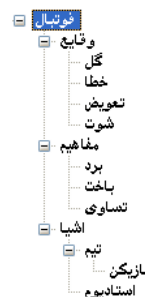
<sup>۱</sup> (Extensible Markup Language (XML)

## فصل ۵. چارچوب پیشنهادی، معماری سیستم

```

- <TimeOntology="Time/IntervalThing/Interval" فوئبال>
- <Attribute4="">
  <TimeOntology="TimeThings/Interval" VirtualTime="False" گل بازیکن=فوتبال، اشیا، نیم، بازیکن />
  <TimeOntology="Time/IntervalThing/IntervalEvent" خطا />
  <TimeOntology="Time/IntervalThing/IntervalEvent" توریزش بازیکن=فوتبال، اشیا، نیم، بازیکن />
  <TimeOntology="Time/IntervalThing/IntervalEvent" شوت />
</فولج>
- <مفاهیم>
  <TimeOntology="Time/IntervalThing/Interval" نیم=فوتبال، اشیا، نیم />
  <TimeOntology="Time/IntervalThing/Interval" باخت />
  <TimeOntology="Time/IntervalThing/Interval" تساو />
</مفاهیم>
- <اشیا>
  <نیم="">
    <بازیکن>
    </نیم>
    <استادیوم>
    </اشیا>
    <فوئبال>
  </نیم>
  </اشیا>
  </فوئبال>

```



شکل ۷.۵: قسمتی از دانش زمینه ای تعریف شده و خروجی فایل XML متناسب آن

از حاشیه نویسی مناسب، حاشیه نویسی متناسب با دانش زمینه ای تعریف شده برای سیستم است. علاوه بر این اطلاعات زمانی به هریک از حاشیه نویسی های تولید شده نسبت داده می شود. این اطلاعات زمانی در ساده ترین شکل می تواند شماره فریم شروع و پایان برای یک حاشیه نویسی باشد. اما باید توجه نمود که در سیستم پیشنهادی در [۱۴] ممکن است اطلاعات زمانی به کمک یک سری از فراقوانین، به شکل سطح بالاتر همانند زمان واقعی و یا زمان نسبی مورد نظر در حوزه کار باشد. مثلاً در بازی فوتبال می تواند عددی بین ۰ تا ۹۰ باشد. همانطور که گفته شد مدل تجریدی از زمان در هستان شناسی زمان به سیستم ارائه می شود. بنابراین نمود زمان در حاشیه نویسی ها بسته به نوع تجرید و تعاریف ارائه شده در هستان شناسی زمان است.

پیمانه پیش پردازنده مجموعه دانش زمینه ای و داده خام ویدئویی را به عنوان دریافت می کند. علاوه بر این پیمانه پیش پردازنده واسط کاربری مناسب برای تعریف یک مجموعه از فراقوانین را فراهم می آورد. المانهای مفهومی در فراقوانین تعریف شده الزاماً از مجموعه مفاهیم تعریف شده در دانش زمینه ای تشکیل شده اند. فراقوانین به عنوان دانش کمکی جهت استخراج دانش از داده خام ویدئویی متناسب با دانش زمینه ای استفاده می شوند.

این پیمانه با پیمانه مجموعه ابزارهای پردازش ویدئویی در ارتباط است. پیمانه مجموعه ابزارهای

```

- <AnnotationInfo>
- < PathInKB=" / "فوتبال / و قایع / گل" HasVBound="True">
- < PVA>
  <Bound1 StartFrame="69" EndFrame="180" VStartFrame="" VEndFrame="" />
</PVA>
< بازیکن > دایی < / بازیکن >
< / گل >
- < PathInKB=" / "فوتبال / مهاجم / تساوی / " HasVBound="True">
- < PVA>
  <Bound1 StartFrame="0" EndFrame="223" VStartFrame="" VEndFrame="" />
</PVA>
< تساوی / >
+ < PathInKB=" / "فوتبال / مهاجم / برد / " HasVBound="True">
+ < PathInKB=" / "فوتبال / مهاجم / برد / " HasVBound="True">
+ < PathInKB=" / "فوتبال / مهاجم / تساوی / " HasVBound="True">
- < PathInKB=" / "فوتبال / و قایع / گل" HasVBound="True">
- < PVA>
  <Bound1 StartFrame="998" EndFrame="773" VStartFrame="" VEndFrame="" />
</PVA>
< بازیکن > خداداد < / بازیکن >
< / گل >
</AnnotationInfo>

```

شکل ۸.۵: نمونه ای از حاشیه نویسی انجام شده توسط پیش پردازنده برای بازی فوتبال

پردازش ویدئویی یک مجموعه از ابزارها را برای پردازش داده های ویدئویی در اختیار بخش پیش پردازنده قرار می دهد. این پیمانه مستقل از پیش پردازنده است و تنها سرویس های مورد نیاز را برای پیمانه پیش پردازنده فراهم می آورد. در کار انجام شده بیشتر استفاده از داده های متنی ظاهر شده در داده های ورودی مدنظر بوده است اما باید توجه نمود که محدودیتی جهت استفاده از دیگر ابزارها وجود ندارد. به منظور استفاده از داده های متنی یکسری از ابزارها همانند ابزاری جهت استخراج متن از تصویر و امکان OCR آن، توسط پیمانه مجموعه ابزارهای ویدئویی تعبیه شده است.

پیمانه پیش پردازنده با کمک ابزارهای تحلیل ویدئویی، دانش زمینه ای و فراقوانین حاشیه نویسی های متناسب با داده خام ویدئویی را فراهم می آورد. خروجی بخش پیش پردازنده به شکل یکسری حاشیه نویسی ها به همراه برچسب های زمانی برای داده های ویدئویی است که در آن برچسب ها از دانش زمینه ای گرفته شده است. این اطلاعات به عنوان ورودی برای پیمانه ساخت هستان شناسی وابسته به زمان مورد استفاده قرار می گیرد. شکل ۸.۵ نمونه ای از خروجی پیمانه پیش پردازنده را برای قسمتی از یک بازی ویدئویی نمایش می دهد.

### ۳.۳.۵ پیمانه ساخت هستان شناسی وابسته به زمان

وظیفه پیمانه ساخت هستان شناسی وابسته به زمان، ساخت یک هستان شناسی وابسته به زمان از اطلاعات خروجی فراهم آمده از پیمانه پیش پردازش است. از آنجا که برای حاشیه نویسی از مجموعه ترم های تعریف شده در هستان شناسی دانش زمینه ای استفاده شده است، نگرانی از جهت جامعیت داده خروجی بخش پیش پردازنده وجود ندارد. پیمانه ساخت هستان شناسی وابسته به زمان، به ازاء هر نمونه از داده های ویدئویی ورودی یک هستان شناسی وابسته به زمان، از داده های ویدئویی متناظر می سازد. در حقیقت وظیفه این پیمانه ساخت هستان شناسی وابسته به زمان از ساختار ارائه شده در دانش زمینه و هستان شناسی زمان ارائه شده می باشد. این مطلب و چگونگی انجام این فرایند در بخش ۳-۶ توضیح داده شده است. همانطور که توضیح داده شد خروجی پیش پردازنده یک فایل با قالب XML است. این مجموعه حاشیه نویسی در اختیار هستان شناسی وابسته به زمان قرار می گیرد. پیمانه ساخت هستان شناسی وابسته به زمان، از ساختار تعریف شده در دانش زمینه ای و حاشیه نویسی های فراهم آمده توسط پیمانه پیش پردازنده ساختار هستان شناسی وابسته به زمان را ارائه می نماید. برای این منظور از یک تجزیه کننده به شکل بازگشتی استفاده می شود که هر حاشیه نویسی را در محل مناسب خود در ساختار جای می دهد. استفاده از تکنولوژی XSL<sup>۲</sup> می تواند به عنوان یک ابزار برای ساخت هستان شناسی وابسته به زمان از حاشیه نویسی های انجام شده مورد توجه قرار گیرد.

برای درک بهتر مسئله، دوباره مثال بازی فوتبال را در نظر می گیریم. پس از انجام پردازش های مورد نظر در پیمانه پیش پردازنده، سیستم از حاشیه نویسی های انجام شده بر روی داده ویدئویی جهت ساخت هستان شناسی وابسته به زمان برای آن داده ویدئویی اقدام می نماید. مثلاً برای قسمت وقایع در صورتی که دو واقعه گل داشته باشیم آنگاه هر واقعه گل به عنوان یک نمونه از موجودیت واقعه گل که در هستان شناسی دانش زمینه ای ارائه شده است، ساخته می شود و در محل مناسب در ساختار ارائه شده قرار می گیرد. علاوه بر این واقعه گل زدن با برچسب زمانی به عنوان مثال زمان شروع و پایان فرایند بر حسب زمان مسابقه مثلاً دقیقه ۲۱ تا ۲۲ برچسب می خورد. توجه به این نکته ضروری است که علاوه بر داده های تعریف شده توسط کاربر، سیستم به شکل خودکار آدرس فیزیکی ویدئو ورودی را جهت دسترسی به آن، ذخیره می نماید. فرایند ساخت هستان شناسی وابسته به زمان تا زمانی که همگی حاشیه نویسی

<sup>۲</sup>EXtensible Stylesheet Language (XSL).

ها در محل مناسب خود قرارگیرند ادامه پیدا می کند. پس از پایان فرایند، برای داده ویدئویی ورودی یک هستان شناسی وابسته به زمان جهت انجام کارهای بعدی همانند پرسش و پاسخ از آن وجود دارد. علاوه بر آنکه امکان نمایش این مفاهیم در واسط های کاربری وجود دارد. چنین ساختاری امکان ارائه با معنی از داده های خام ورودی را برای کاربران فراهم می آورد.

توجه به این نکته ضروری است که هرچند دانش زمینه ای برای هر نوع داده ویدئویی تنها یک بار ساخته می شود و یک نمونه در سیستم دارد، اما ممکن است نمونه های متعددی از هستان شناسی های وابسته به زمان موجود باشد علت این است که به ازاء هر داده ورودی همواره یک هستان شناسی وابسته به زمان مستقل ساخته می شود و به داده خام ویدئویی نسبت داده می شود. با تغییر در هستان شناسی دانش زمینه ای می توان همگی هستان شناسی های وابسته به زمان ساخته شده را در یک هستان شناسی مجتمع نمود. این کار به کاربرد مورد نظر وابسته است ولی نکته مهم آنست که سیستم محدودیتی برای این منظور در نظر نمی گیرد.

علاوه بر آن، از آنجا که همگی هستان شناسی های وابسته به زمان از یک رفرنس ساخته شده اند، امکان اجتماع، اشتراک و یا مقایسه آنها به سادگی امکان پذیر است. این توانایی سبب می شود تا سیستم بتواند ابزاری قوی جهت انجام کارهای داده کاوی و یا دیگر کاربردهایی باشد که در آن هدف استخراج دانش است. شکل زیر نمونه ای از هستان شناسی ساخته شده برای یک نمونه از ورودی را نمایش می دهد.

همانطور که گفته شد، خروجی این پیمانه، یک هستان شناسی وابسته به زمان برای داده های ویدئویی است (شکل ۹.۵). از هستان شناسی وابسته به زمان ساخته شده توسط این پیمانه، به عنوان یک مدل تجریدی از داده ویدئویی ورودی استفاده می شود.

### ۴.۳.۵ پیمانه های واسط کاربری و پرسش و پاسخ

به منظور پیشنهاد یک ارائه مناسب از خروجی سیستم، یک واسط کاربری ساده به همراه پیمانه ای جهت پرسش و پاسخ تعبیه شده است. در کار ارائه شده هدف ساخت چنین پیمانه هایی نبوده است اما به عنوان کار تکمیلی و جهت نمایش و لمس خروجی های فراهم آمده، چنین پیمانه هایی به سیستم افزوده شده است.

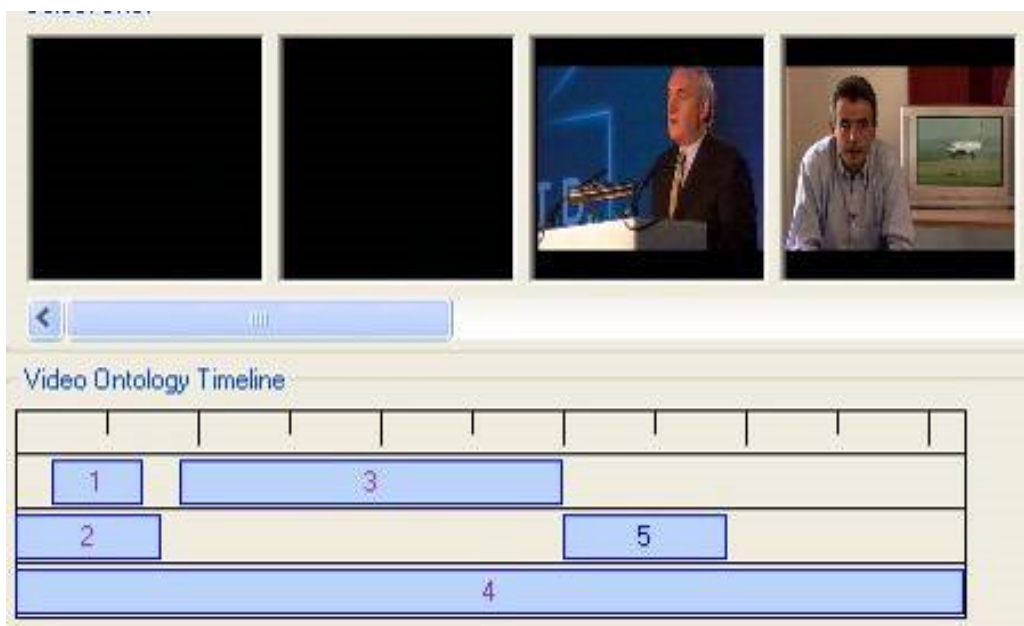
```

- < TimeOntology="Time/IntervalThing/Interval" VirtualTime="True" >
- < Attribute4="" VirtualTime="True" >
- < TimeOntology="TimeThings/Interval" VirtualTime="True" بازیکن "فوتبال، انشیا، نیم، بازیکن" >
+ < PathInKB="1" /> < HasVBound="True" >
- < PathInKB="2" /> < HasVBound="True" >
- < PVA >
  < Bound1 StartFrame="998" EndFrame="773" VStartFrame="" VEndFrame="" />
</PVA>
< بازیکن > < خداداد > < بازیکن >
</>
</>
< TimeOntology="Time/IntervalThing/IntervalEvent" VirtualTime="True" />
< TimeOntology="Time/IntervalThing/IntervalEvent" VirtualTime="True" >
< TimeOntology="Time/IntervalThing/IntervalEvent" VirtualTime="True" />
</>
- < >
- < TimeOntology="Time/IntervalThing/Interval" VirtualTime="True" تیم "فوتبال، انشیا، نیم" >
- < PathInKB="1" /> < HasVBound="True" >
- < PVA >
  < Bound1 StartFrame="236" EndFrame="763" VStartFrame="" VEndFrame="" />
</PVA>
- < تیم >
  < نام > < ایران > < نام >
</>
</>
</>
+ < PathInKB="2" /> < HasVBound="True" >
</>
< TimeOntology="Time/IntervalThing/Interval" VirtualTime="True" />
- < TimeOntology="Time/IntervalThing/Interval" VirtualTime="True" >
+ < PathInKB="1" /> < HasVBound="True" >
+ < PathInKB="2" /> < HasVBound="True" >

```



شکل ۹.۵: نمونه ای از هستان شناسی وابسته به زمان ساخته شده برای یک بازی فوتبال



شکل ۱۰.۵: واسط کاربری به شکل خط - زمان

واسط کاربری طراحی شده، یک ارائه خط-زمان را از هستان شناسی وابسته به زمان ساخته شده از داده های ویدئویی ورودی نمایش می دهد. یک نمونه از خروجی سیستم در شکل ۱۰.۵ مشاهده می شود. توجه به این نکته مهم است که علاوه بر نمایش خط-زمان از داده های ویدئویی امکان ارائه خروجی به شکلهای دیگر مثلاً همانند آنچه در [۵۷] ارائه شده است، وجود دارد. چگونگی ارائه داده ها به کاربردی که مدنظر می باشد وابسته می باشد و می توان بر حسب کاربرد یک صورت نمایشی مناسب را انتخاب نمود.

بخش پرسش و پاسخ به شکلی ساده ارائه شده است و در طی آن کاربر می تواند درباره هر یک از موجودیت های تعریف شده و اطلاعات وابسته به زمان درباره آنها از سیستم درخواست پاسخ داشته باشد. در اینجا از یک استنتاج وابسته به زمان ساده همانند آنچه در بخش ۲ معرفی شده است، استفاده شده است. اما می بایستی توجه نمود که امکان استفاده از هر نوع استنتاج زمانی بلا مانع است چراکه امکان تعریف آن از طریق هستان شناسی زمان، امکان پذیر است.

به عنوان یک مثال کاربر می تواند پرسشی همانند همه گل های زده شده در نیمه اول و یا همه گلها

بعد از تعویض یک بازیکن خاص را از سیستم داشته باشد و سیستم به راحتی و با استفاده از ساده ترین موتورهای استنتاج وابسته به زمان می تواند چنین پاسخی را برای کاربر فراهم آورده و نمایش دهد.

## ۴.۵ پیاده سازی

سیستم پیشنهادی، در محیط Microsoft's Visual C++ پیاده سازی شده است. کدهای منبع و دیگر ضامم آن به همراه مستندات ارائه شده است. در پیاده سازی سیستم سعی شده است که در ساخت هستان شناسی ها از استانداردهای در حال گسترش استفاده شود به گونه ای که با رشد آنها امکان توسعه سیستم وجود داشته باشد.

## ۵.۵ ویژگیها و نقاط قوت سیستم پیشنهاد شده

به طور خلاصه چارچوب پیشنهادی، امکان ارائه یک مدل تجریدی وابسته به زمان را برای داده های ویدئویی فراهم می آورد. چارچوب ارائه شده، توانایی ساخت هستان شناسی وابسته به زمان از داده ویدئویی را مستقل از نوع آن فراهم آورده است. در ادامه ویژگیهای مهم چارچوب پیشنهادی شرح داده شده است.

### ۱.۵.۵ ساخت خودکار حاشیه نویسی ها به کمک دانش زمینه ای

سیستم پیشنهادی چارچوبی مطمئن و کارا را برای حاشیه نویسی داده های ویدئویی به صورت خودکار فراهم می آورد. این فرایند به کمک دانش زمینه ای تعریف شده برای سیستم، فراقوانین و ابزارهای پردازش ویدئو صورت می گیرد.

سیستم معرفی شده یک چارچوب برای تعریف ترم های مورد استفاده در حاشیه نویسی ها، مستقل از نوع داده های ویدئویی معرفی می نماید. همانطوریکه پیشتر ذکر شده، از برجسب های متنی برای حاشیه نویسی داده های ویدئویی استفاده می شود. به منظور حل مشکلات موجود از جمله محدودبودن ترمهای قابل استفاده در حاشیه نویسی، سیستم پیشنهادی به کاربر اجازه می دهد تا خود مفاهیم، وقایع

و ... را در قالب یک هستان شناسی به سیستم معرفی نماید. علاوه بر این ساختار دانش زمینه ای ارائه شده به شکل هستان شناسی، دانشی ضمنی از داده های حاشیه نویسی شده فراهم می آورد که می تواند برای استنتاج و استخراج دانش بیشتر مورد استفاده قرار گیرد.

همانطور که گفته شد، حاشیه نویسی خودکار در این سیستم برچسب های وابسته به زمان را برای سیستم فراهم می آورد. برای ساخت اطلاعات وابسته به زمان، نحوه ارائه آنها و یا درک روابط در طی فرایند حاشیه نویسی، از هستان شناسی زمان که همانند دانش زمینه ای برای سیستم تعریف می شود، استفاده شده است. این هستان شناسی مجموعه ترمهای مجاز به همراه روابط میان آنها را فراهم می آورد. در نهایت این حاشیه نویسی بدست آمده از دانش زمینه ای و هستان شناسی زمان، در هستان شناسی وابسته به زمان نمود پیدا می کنند. به دلیل استفاده از هستان شناسی زمان و نمود حاشیه نویسی ها به شکل یک هستان شناسی وابسته زمان، امکان استنتاج وابسته به زمان فراهم می شود.

معماری پیشنهادی تنها ترم های مجاز برای حاشیه نویسی را برای پیمانه پیش پردازنده فراهم می آورد بنابراین هیچگونه محدودیتی را برای تغییر در روشهای استخراج حاشیه نویسی موجب نمی شود. به عنوان مثال می توان به جای استفاده از روشهای استخراج حاشیه نویسی مبتنی بر قوانین از تکنیک های یادگیری ماشین بدین منظور استفاده نمود.

## ۲.۵.۵ مستقل بودن چارچوب پیشنهادی از داده های ورودی

معماری در نظر گرفته شده برای سیستم به گونه ای است که در آن ساخت هستان شناسی از داده های ویدئویی مستقل از نوع آن انجام می شود. به عبارت دیگر چارچوب ارائه شده مستقل از نوع داده ویدئویی است و می توان از آن برای هر کاربردی استفاده نمود.

چارچوب ارائه شده به کاربر اجازه آن را می دهد که دانش زمینه ای مرتبط با هر زمینه کاری را تنها یک بار به دلخواه برای سیستم تعریف نماید. سپس سیستم با استفاده از این دانش زمینه ای، فراداده هایی وابسته به زمان را بصورت خودکار تولید خواهد نمود. از فراداده های به دست آمده، به همراه استنتاج وابسته به زمان، می توان جهت پاسخ به پرسش هایی از قبیل بازیابی کلیه اتفاقات a که قبل از b اتفاق افتاده است، استفاده نمود.

### ۳.۵.۵ توانایی در پاسخ به پرس و جوهای وابسته به زمان

همانطوری که پیشتر ذکر شده است، مهمترین مزیت سیستم، فراهم آوردن چارچوبی مستقل از زمینه کاربرد و نوع داده (ویدئو) ورودی برای ساخت فرا داده های وابسته به زمان است. پس از تعریف دانش زمینه ای مناسب، سیستم پیشنهادی، هستان شناسی وابسته به زمان را بر روی داده ویدئویی ورودی می سازد که از آن می توان برای پاسخ به پرسش های وابسته به زمان استفاده نمود. بدین ترتیب کاربر می تواند از یکی از مهمترین خصیصه های داده های ویدئویی یعنی مستند وابسته به زمان، جهت بازیابی و شاخص گذاری با توجه به ویژگیهای زمانی استفاده نماید.

### ۴.۵.۵ مزیت های ناشی از استفاده از ساختار هستان شناسانه

یکی دیگر از ویژگیهای مهم چارچوب پیشنهادی استفاده از ساختار هستان شناسانه برای ارائه یک مدل تجریدی از داده های ویدئویی است. همانطوریکه در بخش قبل توضیح داده شد، استفاده از هستان شناسی به عنوان یک مدل برای تجرید مفاهیم در یک حوزه کاری، مزیت های مهمی همچون تضمین اجتماع مفاهیم در ساختار، تعریف واضح و روشن از مفاهیم و اجماع بر معانی متناظر با ترم های ارائه شده توسط هستان شناسی است. علاوه بر این با ارائه هستان شناسی های ساخته شده از داده های خام ویدئویی به کمک زبانهای وب معنایی، امکان استفاده از مدلهای ساخته شده در وب معنایی خواهد بود. علاوه بر اینکه با انجام این کار، مفاهیمی همچون اشتراک دانش و استفاده دوباره از آن تضمین می شود. علاوه بر این استفاده از هستان شناسی زمان برای بیان اصول موضوعه زمان، سبب فراهم آمدن چارچوبی قوی جهت استنتاج وابسته به زمان و اطمینان از جامعیت اطلاعات زمانی خواهد بود.

## ۶.۵ خلاصه و نتیجه گیری

در این فصل معماری کلی سیستم به همراه شرح هر یک از پیمانه های به همراه رابطه آنها با یکدیگر تشریح شده است. سیستم پیشنهادی چارچوبی را جهت ساخت هستان شناسی ها وابسته به زمان از داده های ویدئویی معرفی نموده است. در اینجا سیستم با استفاده از یک دانش زمینه و حاشیه نویسی های فراهم

آمده از این دانش زمینه ای یک هستان شناسی وابسته به زمان را برای داده ویدئویی ورودی، ساخته و آن را در لایه ای بالاتر و بر روی داده های فیزیکی ارائه می نماید. به عبارت دیگر سیستم پیشنهادی یک لایه از فرا داده ها را بر روی داده فیزیکی ورودی فراهم می آورد که در آن مفاهیم سطح بالا به همراه اطلاعات زمانی مرتبط با آنها کد شده است. بسته به کاربرد مورد نظر و با استفاده از استنتاج های وابسته به زمان امکان استفاده از این فرا داده ها برای کاربردهای متفاوت همانند شاخص بندی از داده های ویدئویی، تلخیص ویدئو و یا پرسش و پاسخ از داده های ویدئویی فراهم می آید.

یکی از نقاط قوت سیستم، مستقل بودن چارچوب ارائه شده از نوع کاربرد و یا داده ورودی است. با تعریف دانش زمینه ای مناسب برای هر کاربرد می توان از سیستم برای ساخت هستان شناسی وابسته به زمان مناسب با داده های ورودی استفاده نمود. در فصل بعد، نمونه نتایج بدست آمده توسط سیستم بر روی داده های ویدئویی متنوع، نشان داده شده است.

برای هر کاربرد تنها یک بار دانش زمینه ای تعریف می شود. علاوه بر این امکان استفاده از دانش از پیش تعریف شده توسط بقیه کاربران و یا صدور دانش زمینه ای تعریف شده برای استفاده دیگران وجود دارد.

برای هر داده ویدئویی ورودی یک هستان شناسی وابسته به زمان ساخته می شود که به عنوان یک مدل تجربیدی بر روی داده های ویدئویی مورد استفاده قرار می گیرد. مادامیکه این هستان شناسی از داده ورودی ساخته شود، می توان از آن برای کاربردهای متفاوت استفاده نمود. چارچوب فراهم آمده قادر است هستان شناسی وابسته به زمان ساخته شده را با یکی از زبان های هستان شناسی مورد نظر، صادر نماید و از این طریق امکان به اشتراک گذاشتن دانش با دیگر سیستم های موجود فراهم آید.



## فصل ۶

نتایج عملی، جمع بندی

## ۱.۶ مقدمه

در این فصل نمونه ای از نتایج بدست آمده و خروجی سیستم بر روی داده های ویدئویی واقعی نشان داده شده است. برای این منظور سیستم بر روی ویدئو یک مسابقه فوتبال آزمایش شده است. در آزمایش انجام شده، اطلاعات مرتبط با ویدئو از طریق استخراج متون ظاهر شده در ویدئو صورت گرفته است و فرض بر این بوده است که با توجه به کار انجام شده در [۱۴] اطلاعات حاشیه نویسی از پیش وجود داشته اند. برای استفاده عملی از چارچوب پیشنهادی نیاز است تا تنظیمات اولیه بر روی چارچوب پیشنهادی متناسب با کاربرد آن، صورت گیرد.

در این فصل ابتدا مختصراً چگونگی راه اندازی سیستم و استفاده از آن برای هر نوع از کاربرد توضیح داده شده است. سپس این مراحل برای یک کاربرد واقعی شرح داده می شود و نتایج به دست آمده نمایش داده می شوند. پس از آن، در انتهای این فصل به جمع بندی و ارائه یک خلاصه از کار انجام شده در این پژوهش پرداخته می شود. مشخص نمودن سمت و سوی تحقیقات آینده نیز در این فصل تشریح می شود.

## ۲.۶ راه اندازی سیستم و استفاده از آن

همانطور که پیشتر ذکر شد، در این پژوهش یک چارچوب برای ارائه یک نمایه معنایی وابسته به زمان از داده های ویدئویی ارائه شده است. در این پژوهش، از ساختار جدید معرفی شده در ففصل ۳ یعنی هستان شناسی وابسته به زمان، برای ارائه یک نمایه معنایی وابسته به زمان استفاده شده است. همانطور که در فصل ۵ اشاره شد، سیستم از پیمانه های متعددی تشکیل شده است که هریک وظیفه خاصی را بر عهده دارند.

به طور کلی پیش از استفاده از چارچوب پیشنهادی، برای یک کاربرد خاص نیاز است تا مراحل مختلف به ترتیب ذکر شده برای آماده سازی سیستم انجام شوند. این مراحل عبارتند از: تعریف هستان شناسی زمان، تعریف دانش زمینه ای و در صورت نیاز تعریف فراقوانین. بحث مرتبط با فراقوانین در [۱۴] به تفصیل شرح داده شده است بنابراین از توضیح آن در اینجا صرف نظر می شود. توضیح مختصری درباره تعریف هستان شناسی زمان و دانش زمینه ای در ادامه آمده است.

شکل ۱.۶ مراحل راه اندازی و استفاده از سیستم را نمایش می دهد. توجه به این نکته ضروری است که هستان شناسی زمان و دانش زمینه ای برای هر نوع داده ویدئویی تنها یکبار تعریف می شود و از آن چندین بار استفاده می شود. بنابراین مراحل ذکر شده برای راه اندازی سیستم تنها برای اولین باری که سیستم برای آن نوع داده ویدئو استفاده می شود، انجام می شود.

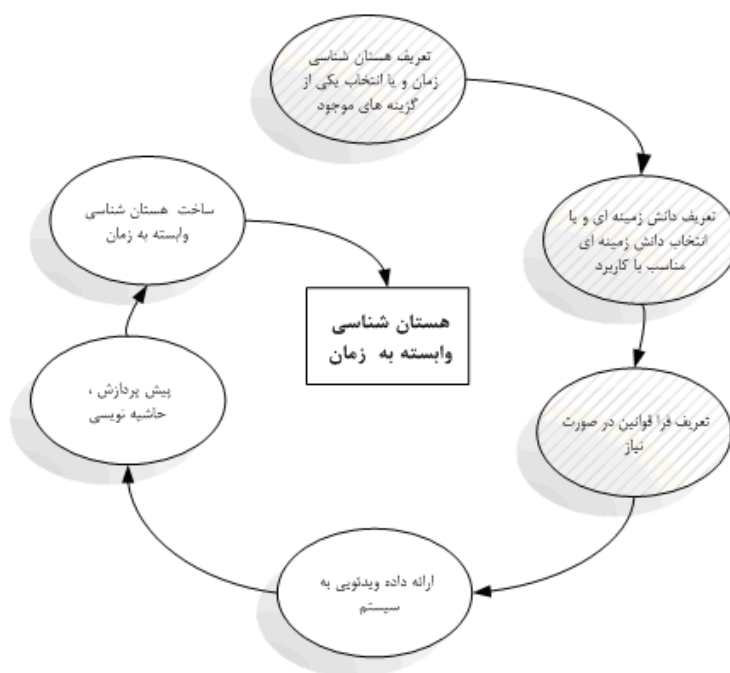
### ۱.۲.۶ تعریف هستان شناسی زمان، متناسب با نوع کاربرد

تعریف هستان شناسی زمان با توجه به کاربرد و نوع تجرید مورد نظر از آن صورت می گیرد. در حقیقت همانطور که در فصل ۳ اشاره شد به کمک هستان شناسی زمان، کاربر نوع انتزاع خود از زمان را مشخص می نماید. به عنوان مثال کاربر می بایستی مشخص نماید که چه سطحی از دانه دانگی در انتزاع از زمان برای وی مناسب است. به عنوان مثال تاریخ یک واقعه برای وی بیشتر مورد اهمیت است یا ساعت آن و یا هر دو. همچنین دیگر مباحث مرتبط با تجرید زمان نیز در اینجا مطرح می شود. به عنوان یک پیشنهاد برای هستان شناسی زمان، می تواند از هستان شناسی ارائه شده در [۳۲] استفاده نمود.

### ۲.۲.۶ تعریف دانش زمینه ای

پس از تعریف هستان شناسی زمان و ارائه یک تجرید از آن نیاز است تا مفاهیم، روابط و کلیه المانهای معنایی مورد علاقه برای یک دسته از ویدئوها که آن مفاهیم در حوزه ها آنها وجود دارد تعریف شود. به عنوان مثال برای کلیه ویدئوهای مرتبط با مسابقات فوتبال، قوانین، مفاهیم و اشیاء مشترکی وجود دارد. کاربر این مفاهیم را تنها یک بار برای سیستم معرفی می نماید. این مفاهیم با توجه به نوع کاربرد تعریف می شود. با توجه به مستقل بودن ساختار هستان شناسی دانش زمینه ای امکان تغییر در مفاهیم و یا اشیاء مورد علاقه به راحتی امکان پذیر است. علاوه بر این همانطور که در فصل قبل توضیح داده شد، این امکان برای کاربر وجود دارد که از هستان شناسی ها موجود دیگر که سعی بر ارائه مفاهیم در یک حوزه خاص دارند، استفاده نماید.

پس از تعریف مفاهیم و تخصیص خصیصه های مناسب به آنها، کاربر می تواند هر یک از آنها را با خصوصیت و ویژگیهای زمانی همراه نماید. همانطور که پیشتر ذکر شد این کار به کمک نسبت دادن



شکل ۱۰۶: چگونگی گردش داده ها و مراحل انجام کار برای ارائه معنایی وابسته به زمان برای یک داده ویدئویی. مرحله‌ای که در شکل به شکل هاشور خورده نمایش داده شده اند تنها برای اولین بار که سیستم برای آن نوع داده ویدئویی استفاده می شود وجود دارند. در نهایت هستان شناسی وابسته به زمان به عنوان نتیجه پردازش ایجاد خواهد شد.

المانهای پایه ای در ارائه زمان به هر یک از مفاهیم تعریف شده در دانش زمینه ای صورت می گیرد.

## ۳.۶ تست سیستم بر روی داده واقعی: ویدئوی مسابقات فوتبال

یک نمونه از داده های ویدئویی مورد آزمایش مرتبط با ویدئوهای مربوط به مسابقات فوتبال است. همانطور که در شکل ۱.۶ نمایش داده شده است، نیاز است مراحل مختلفی برای راه اندازی سیستم صورت گیرد. فرض شده است که برای اولین بار از سیستم برای ارائه مدل معنایی وابسته به زمان استفاده شده است. با توجه به این فرض نیاز است تا ابتدا یک هستان شناسی زمان برای سیستم تعریف شود. سپس دانش زمینه ای و فراقوانین.

در کاربرد سیستم برای مسابقات فوتبال فرض بر آن است که از زمان وابسته و نه مطلق برای نمایش اطلاعات زمانی استفاده می شود. فرض شده است که در اینجا تنها از عناصر پایه ای بازه استفاده می شود. نیمه اول، نیمه دوم، وقت اضافه در نیمه اول و وقت اضافه در نیمه دوم به عنوان اشیاء زمانی بازه ای تعریف شده اند. زمان به شکل پیوسته در نظر گرفته می شود و سیزده رابطه اصلی در جبر وابسته به زمان مرتبط با بازه ها به عنوان روابط زمانی تعریف شده اند. قسمتی از هستان شناسی زمان در ذیل نشان داده شده است. در ضمیمه شماره ۱، شرح کامل از هستان شناسی زمان به کار گرفته شده در سیستم پیاده سازی شده آورده شده است. در این ضمیمه نگرش به زمان، تعریف عناصر پایه ای و چگونگی تعریف روابط زمانی مشابه به آنچه که در [۳۲] معرفی شده است آورده، شده است. سعی شده است در تعاریف از فرمالیزم های گزاره های منطقی استفاده شود.

<-- لحظه ها یک موجودیت زمانی هستند--!>

<axiomid="2.1-1">

instant(t) --> temporal-entity(t)

</axiom>

<-- بازه ها موجودیت های زمانی اند --!>

<axiom id="2.1-2">

interval(T) --> temporal-entity(T)

</axiom>

<-- موجودیت های زمانی یا بازه و یا لحظه اند--!>

```

<axiom id="2.1-3">
    (A T)[temporal-entity(T) --> [instant(T) v interval(T)]]
</axiom>
--> شروع و پایان بازه ها در صورت وجود یکتا هستند-->
<axiom id="2.1-8">
    temporal-entity(T) & begins(t1,T) & begins(t2,T) --> t1=t2
</axiom>

<axiom id="2.1-9">
    temporal-entity(T) & ends(t1,T) & ends(t2,T) --> t1=t2
</axiom>
رابطه: Before Before برای هر موجودیت زمانی تعریف می شود این رابطه به زمان جهت می دهد یا به عنوان دیگر-->
جهت زمان را مشخص می کند -->
<axiom id="2.2-1">
    (A T1,T2)[before(T1,T2)
    <--> (E t1,t2)[ends(t1,T1) & begins(t2,T2) & before(t1,t2)]]
</axiom>
<axiom id="2.2-2">
    before(T1,T2) --> T1 /= T2
</axiom>
<axiom id="2.2-3">
    before(T1,T2) --> ~before(T2,T1)
</axiom>
<axiom id="2.2-4">
    before(T1,T2) & before(T2,T3) --> before(T1,T3)
</axiom>

```

دانش زمینه ای تعریف شده برای ویدئوهای فوتبال شامل وقایع، اشیاء و مفاهیم است. وقایع شامل گل، خطا، کرنر، تعویض و شوت به سمت گل است. مفاهیم تعریف شده شامل برد، باخت، تساوی، نتیجه بازی است. اشیاء تعریف شده شامل تیم، داور، استادیوم محل برگزاری و بازیکن است. هریک از

```

- <AnnotationInfo>
- <PathInKB="فوتبال/وقایع/گل" HasVBound="True">
- <PVA>
  <Bound1 StartFrame="69" EndFrame="180" VStartFrame="" VEndFrame="" />
</PVA>
- <time>
  <interval Begin="24" End="25" />
</time>
  <بازیکن>دابی</بازیکن>
</گل>
- <PathInKB="فوتبال/مفاهیم/تساوی" HasVBound="True">
- <PVA>
  <Bound1 StartFrame="0" EndFrame="223" VStartFrame="" VEndFrame="" />
  - <time>
    <interval2 Begin="0" End="25" />
  </time>
</PVA>
</تساوی>
+ <PathInKB="فوتبال/مفاهیم/برد" HasVBound="True">
+ <PathInKB="فوتبال/مفاهیم/برد" HasVBound="True">
+ <PathInKB="فوتبال/مفاهیم/تساوی" HasVBound="True">

```

شکل ۲.۶: حاشیه نویسی های انجام شده برای ویدئوی ورودی

المان های ارائه شده در هستان شناسی دانش زمینه ای دارای خصیصه های خاص خود همانند خصیصه های زمانی است. قسمتی از هستان شناسی تعریف شده در شکل بعد نمایش داده شده است. پس از تعریف دانش زمینه ای، ویدئوی مسابقه فوتبال مورد نظر به عنوان ورودی به سیستم داده می شود. حاصل انجام عملیات حاشیه نویسی در قالب فایل annotation.xml ارائه شده است. قسمتی از این فایل در شکل ۲.۶ نمایش داده شده است.

قسمتی از هستان شناسی وابسته به زمان ساخته شده در فصل قبل نمایش داده شده است. نتایج بدست آمده، خروجی ها با غالب XML و داده های مرتبط با این آزمایش به عنوان ضمیمه در بسته نرم افزاری ضمیمه شده ارائه شده است.

## ۴.۶ خلاصه و جمع بندی

در این پژوهش یک ساختار هستان شناسانه جدید به نام هستان شناسی وابسته به زمان به عنوان یک نمایه برای ارائه معانی وابسته به زمان برای داده های ویدئویی معرفی شده است. حاصل کار از پژوهش انجام شده، معرفی یک چارچوب برای استخراج معانی و ارائه آن به شکل هستان شناسی وابسته به زمان است. مهم ترین مزیت چارچوب پیشنهادی نسبت به کارهای صورت گرفته تا به حال، اجتماع اطلاعات زمانی با مفاهیم و معانی استخراج شده از ویدئو است.

چارچوب پیشنهادی با ارائه دانش زمینه ای به شکل هستان شناسی و معماری ارائه شده در آن، هماهنگی میان حاشیه نویسی و ساخت مدل معنایی از داده ویدئویی را تضمین می نماید. علاوه بر این استفاده از هستان شناسی زمان برای ارائه یک مدل تجریدی از زمان سبب شده است تا معماری پیشنهادی توانایی استنتاج وابسته به زمان از مفاهیم فراهم آمده را به همراه خود فراهم آورد.

در فصل ۲ از پژوهش ارائه شده، نظریات مرتبط با هستان شناسی ها ارائه شد. در این فصل هستان شناسی ها به عنوان ابزاری جهت ارائه بدنه دانش در سیستم های کامپیوتری معرفی شدند. علاوه بر این منظور از هستان شناسی به عنوان یک تئوری مرتبط با محتویات مورد بحث قرار گرفت و درباره اهمیت آن بحث شد. قسمتی از مطالب ذکر شده در این فصل مرتبط با مباحث مطرح در طراحی بوده است و قسمتی دیگر از آنها هنگام استفاده از سیستم مورد استفاده قرار می گیرد.

فصل ۳ مباحث مرتبط با زمان شرح داده شد. در این فصل درباره طبیعت زمان و ریشه نظریات مرتبط با آن بحث شد. علاوه بر این اصول موضوعه مهم در تجرید از زمان همانند مطلق بودن یا وابسته بودن و یا عناصر پایه ای در ارائه های وابسته به زمان توضیح داده شد. در ادامه این فصل هستان شناسی ها به عنوان ابزاری جهت تجرید از مسائل مرتبط در حوزه کامپیوتر و پردازش اطلاعات مورد توجه قرار گرفتند و نشان داده شد که چگونه از آنها در برخی از کاربردها همانند وب معنایی استفاده می شود. هستان شناسی وابسته به زمان به عنوان یک ساختار هستان شناسانه که دانش وابسته به زمان را در حوزه ای خاص و بر پایه دانش زمینه ای و هستان شناسی زمان ارائه می نماید، در این فصل تعریف شد و توضیح داده شد. مباحث مرتبط با استنتاج وابسته به زمان نیز یکی از مسائل مطرح شده در این فصل بود که می تواند خواننده را در هنگام کار با سیستم معرفی شده راهنمایی نماید.

در فصل ۴ مباحث مرتبط با معنای ویدئو و ارائه آن مورد توجه قرار گرفت. در این فصل منظور

از معنای ویدئو تشریح شد و توضیح داد شد که چگونه حاشیه نویسی ها به عنوان ابزاری برای بازنمایی معنایی از داده های ویدئویی مورد توجه قرار گرفته اند. در ادامه این فصل مدل های داده های ویدئویی مورد مطالعه قرار گرفت و ویژگی هایی که یک مدل از داده ویدئویی ملزم به ارائه آن است مشخص شد. در ادامه بحث انجام شده در این فصل مشخص شد که چگونه هستان شناسی ها با ویژگی های منحصر به فرد خود می توانند برای ارائه یک مدل معنایی از داده های ویدئویی مورد استفاده قرار گیرند و چگونه این ساختار می تواند تضمین کننده کارایی مدل های ویدئویی مبتنی بر آنها باشند.

بر پایه نظریات تئوریک ارائه شده در فصل های قبل، در فصل ۵ یک چارچوب برای ساخت یک نمایه معنایی وابسته به زمان از داده های ویدئویی معرفی شد که بر پایه هستان شناسی وابسته به زمان شکل گرفته است. اجزای مختلف این چارچوب شرح داده شد و روابط میان آنها مشخص شد. ویژگیها و مزیت های چارچوب پیشنهادی در ادامه این فصل تشریح شد.

در ادامه و در این فصل، فصل ۶، توضیح داده شد که چگونه می بایستی چارچوب پیشنهادی را برای کاربردهای متفاوت راه اندازی نمود. علاوه بر آن نمونه ای از کاربرد عملی از چارچوب پیشنهادی بر روی داده های ویدئویی توضیح داده شد و نتایج به دست آمده شرح داده شد.

## ۵.۶ نتیجه گیری و سمت و سوی تحقیقات آینده

نتایج به دست آمده نشان دهنده توانایی سیستم در ارائه معنایی وابسته به زمان از داده های ویدئویی است. همانطور که پیشتر ذکر شد مهمترین ویژگی چارچوب پیشنهادی ارائه اطلاعات زمانی مجتمع شده با معانی متضمن ویدئو در یک چارچوب هستان شناسانه است. دیگر مزیت های چارچوب پیشنهادی عبارتند از ارائه چارچوبی برای ساخت خودکار حاشیه نویسی ها به کمک دانش زمینه ای، مستقل بودن چارچوب پیشنهادی از نوع داده های ورودی، توانایی در پاسخ به پرس و جوهای وابسته به زمان و مهمتر از آن ارائه چارچوب یکپارچه برای استنتاج وابسته به زمان.

در حال حاضر سیستم پیاده سازی شده، از زبانهای وب معنایی متداول همانند RDF و OWL پشتیبانی نمی نماید. با فراهم آوردن امکان لازم جهت ارائه و بازیابی دانش به کمک این زبان ها، امکان استفاده از هستان شناسی ها موجود برای زمینه های مختلف فراهم می آید. علاوه بر آنکه امکان استفاده

از هستان شناسی های زمان معرفی شده برای وب معنایی نیز یکی دیگر از مزیت های استفاده از این زبان ها خواهد بود. صدور نمایه به دست آمده به عنوان مدل معنایی وابسته به زمان از داده های ویدئویی به یکی از زبانهای وب معنایی سبب فراهم آمدن امکان استفاده از آنها را در وب معنایی آینده بوجود می آورد. برای این منظور نیاز است تا تغییراتی در این زبانها داده شود.

در چارچوب پیشنهادی، ابزارهای پردازش داده های ویدئویی تنها به ابزارهای استخراج متن و تبدیل آنها به متون الکتریکی بوده است. برای گسترش کاربرد سیستم استفاده از ابزارهای دیگر همانند تشخیص اشیاء و یا تشخیص صورت می تواند مدنظر قرار گیرد.

در حال حاضر ساخت هستان شناسی به کمک دانش زمینه ای انجام می شود. به عنوان یکی از زمینه های تحقیقاتی مرتبط با پژوهش صورت گرفته ساخت خودکار این هستان شناسی مستقل از دانش زمینه ای می تواند مورد توجه قرار گیرد.

سیستم ارائه شده در صورت بسط مناسب می تواند به عنوان ابزار مهندسی هستان شناسی جهت ساخت هستان شناسی ها از داده های ویدئویی استفاده شود. در این زمینه کار انجام شده را می توان با نمونه انجام شده برای متون الکتریکی مقایسه نمود. در [۵۵] یک ابزار برای ساخت هستان شناسی ها برای مستندات متنی ارائه شده است. هر چند سیستم ارائه شده در این پژوهش، دارای تفاوت های فاحشی با نمونه معرفی شده در [۵۵] است همانند معرفی هستان شناسی وابسته به زمان که در [۵۵] پشتیبانی نمی شود و استنتاج وابسته به زمان.

در نهایت یادآوری می شود که یافته های ارائه شده در این پژوهش در مقالات علمی ذیل [۵۸]، [۵۹] و [۶۰] منتشر شده است.

## کتابنامه

- [1] A. Dorado, J. Calic, and E. Izquierdo, "A rule-based video annotation system," *Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions on*, vol. 14, no. 5, pp. 622–633, May 2004. 14, 19, 59
- [۲] بهرنگ قاسمی زاده، "مطالعه انواع ساختارهای معنایی و روشهای متفاوت استخراج مفاهیم از داده های تصویری- صوتی،" دانشگاه علم و صنعت، دانشکده کامپیوتر، سمینار کارشناسی ارشد، ۱۳۸۵. ۱۴
- [3] H. Jiang, D. Montesi, and A. Elmagarmid, "Integrated video and text for content-based access to video databases," *Multimedia Tools and Applications*, vol. 9, no. 3, pp. 227–249, 1999. 14
- [4] F. Kokkoras, H. Jiang, I. Vlahavas, A. Elmagarmid, E. Houstis, and W. Aref, "Smart videotext: a video data model based on conceptual graphs," *Multimedia Systems*, vol. 8, no. 4, pp. 328–338, 2002. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1007/s005300200054> 15, 18, 58, 59, 62
- [5] Informedia Project, [Online]. Available: <http://www.informedia.cs.cmu.edu/> 15
- [6] H. Jiang, D. Montesi, and A. Elmagarmid, "Videotext database systems," in *IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems '97: Proceedings*, Jun 1997, pp. 344–351. 15
- [7] R. Hjelsvold and R. Midtstraum, "Databases for video information sharing," in *Storage and Retrieval for Image and Video Databases (SPIE)*, 1995, pp. 268–279. 15
- [8] S. Dasiopoulou, V. K. Papastathis, V. Mezaris, I. Kompatsiaris, and M. G. Strintzis, "An ontology framework for knowledge-assisted semantic video analysis and annotation," in *SemAnnot 2004: 4th International Workshop on Knowledge Markup and Semantic Annotation*, ser. CEUR Workshop Proceedings, vol. 184, 2004. 15, 18, 19

- [9] H.-C. Shih and C.-L. Huang, "A semantic network modeling for understanding baseball video," in *IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2003: Proceedings: (ICASSP '03)*, vol. 5, Hong-Kong, April 2003, pp. 820–823. 15
- [10] J. F. Allen, "Towards a general theory of action and time," *Artificial Intelligence*, vol. 23, no. 2, pp. 123–154, 1984. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0004370284900080> 15, 16, 38
- [11] J. R. Hobbs and F. Pan, "An ontology of time for the semantic web," *ACM Transactions on Asian Language Information Processing (TALIP) - Special Issue on Temporal Information Processing*, vol. 3, no. 1, pp. 66–85, Mar. 2004. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1017068.1017073> 16
- [12] I. Mani, J. Pustejovsky, and B. Sundheim, "Introduction to the special issue on temporal information processing," *ACM Transactions on Asian Language Information Processing (TALIP) - Special Issue on Temporal Information Processing*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, Mar. 2004. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1017068.1017069> 16
- [13] M. Uschold and M. Gruninger, "Ontologies: Principles, methods and applications." *Knowledge Engineering Review*, vol. 11, pp. 93–136, 1996. [Online]. Available: <http://www.aiai.ed.ac.uk/project/pub/documents/1996/96-ker-intro-ontologies.ps> 16
- [۱۴] هادی راستگوی حقی، "روشی برای استخراج حاشیه نویسی خودکار از داده های ویدئویی،" رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت، دانشکده کامپیوتر، ۱۳۸۵، پایان نامه کارشناسی ارشد. ۷۷، ۶۶، ۶۴، ۱۷، ۹۰، ۷۸
- [15] H.-C. Shih and C.-L. Huang, "Msn: statistical understanding of broadcasted baseball video using multi-level semantic network," *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 51, no. 4, pp. 449–459, Dec 2005. 18
- [16] N. Nitta, "Semantic content analysis of broadcasted sports videos with inter-modal collaboration," Ph.D. dissertation, Osaka University, 2003. 19
- [17] B. Chandrasekaran, J. Josephson, and V. Benjamins, "What are ontologies, and why do we need them?" *Intelligent Systems and their Applications, IEEE*, vol. 14, no. 1, pp. 20–26, Jan 1999. 25, 28, 29, 64, 70
- [18] M. Auxilio and M. Nieto, "An overview of ontologies," Centre of Research in Information Automation Technologies, Tech. Rep., 2003. 25, 30

- [19] B. Swartout, R. Patil, K. Knight, and T. Russ, "Toward distributed use of large-scale ontologies," in *Ontological Engineering, AAAI-97 Spring Symposium Series*, 1997, pp. 138–148. 25, 63
- [20] A. Farquhar, R. Fikes, and J. Rice, "The ontolingua server: a tool for collaborative ontology construction," *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 46, no. 6, pp. 707–727, 1997. 26
- [21] L. Khan and L. Wang, "Automatic ontology derivation using clustering for image classification," in *Multimedia Information Systems*. Arizona State University, 2002, pp. 56–65. 26, 29
- [22] T. Breaux and J. Reed, "Using ontology in hierarchical information clustering," in *Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, Jan 2005, p. 111b. 27, 28, 33, 34
- [23] D. Fensel, *Ontologies: A Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2004. 29
- [24] M. Fernandez-Lopez, A. Gomez-Perez, J. Euzenat, A. Gangemi, Y. Kalfoglou, D. Pisanelli, M. Schorlemmer, G. Steve, L. Stojanovic, G. Stumme, and Y. Sure, "A survey on methodologies for developing, maintaining, evaluating and reengineering ontologies," Universidad Politecnica de Madrid, OntoWeb deliverable IST-2000-29243, 2002. 31
- [25] A. Gomez-Perez and V. R. Benjamins, "Overview of knowledge, sharing and reuse components ontologies and problem-solving methods," in *Proceedings of the IJCAI-99 Workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods*, Stockholm, Sweden, August 1999, pp. 1.1–1.15. [Online]. Available: <http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-18> 32
- [26] M. Bunge, *Treatise on Basic Philosophy: Ontology I: The Furniture of the World*. Springer Netherlands, 1977. 32
- [27] M. Bunge, *Treatise on Basic Philosophy: Ontology II: The Furniture of the World*. Springer Netherlands, 1979. 32
- [28] Y. Wand, V. C. Storey, and R. Weber, "An ontological analysis of the relationship construct in conceptual modeling," *ACM Trans. Database Syst.*, vol. 24, no. 4, pp. 494–528, Dec. 1999. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/331983.331989> 32

- [29] I. Horrocks, P. F. Patel-Schneider, and F. van Harmelen, “From SHIQ and RDF to OWL: the making of a web ontology language,” *Journal of Web Semantics*, vol. 1, no. 1, pp. 7–26, 2003. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.websem.2003.07.001> 34
- [30] C. Gutierrez, C. Hurtado, and A. Vaisman, “Temporal rdf,” in *The Semantic Web: Research and Applications*, ser. Lecture Notes in Computer Science, A. Gomez-Perez and J. Euzenat, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2005, vol. 3532, pp. 93–107. [Online]. Available: [http://dx.doi.org/10.1007/11431053\\_7](http://dx.doi.org/10.1007/11431053_7) 38
- [31] F. Pan and J. R. Hobbs, “Time in owl-s,” in *Proceedings of the AAAI Spring Symposium on Semantic Web Services*. Stanford University, CA: AAAI Press, 2004, pp. 29–36. 38, 42, 50, 51
- [32] “DAML-Time Homepage.” [Online]. Available: <https://www.cs.rochester.edu/~ferguson/daml/> 38, 42, 49, 74, 91, 93
- [33] F. Schreiber, “Is time a real time? an overview of time ontology in informatics,” in *Real Time Computing*, ser. NATO ASI Series, W. Halang and A. Stoyenko, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 1994, vol. 127, pp. 283–307. [Online]. Available: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-88049-0\\_14](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-88049-0_14) 40, 41, 42, 43, 45
- [34] L. Vila, “A survey on temporal reasoning in artificial intelligence,” *AI Commun.*, vol. 7, no. 1, pp. 4–28, Mar. 1994. [Online]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=196108.196111> 40
- [35] A. Galton, Ed., *Temporal Logics and Their Applications*. San Diego, CA, USA: Academic Press Professional, Inc., 1987. 41, 42
- [36] [Online]. Available: <http://ontology.teknowledge.com/> 42
- [37] D. McDermott, “A temporal logic for reasoning about processes and plans,” *Cognitive Science*, vol. 6, no. 2, pp. 101–155, April-June 1982. 43
- [38] J. van Benthem, “Time, logic and computation,” in *Linear Time, Branching Time and Partial Order in Logics and Models for Concurrency*, ser. Lecture Notes in Computer Science, J. de Bakker, W.-P. de Roever, and G. Rozenberg, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 1989, vol. 354, pp. 1–49. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1007/BFb0013020> 44

- [39] P. van Beek, "Reasoning about qualitative temporal information," *Artificial Intelligence*, vol. 58, no. 1-3, pp. 297 – 326, 1992. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/000437029290011L> 45
- [40] T. Wahl and K. Rothermel, "Representing time in multimedia systems," in *Proceedings of the International Conference on Multimedia Computing and Systems*, May 1994, pp. 538-543. 46
- [41] J. F. Allen, "Maintaining knowledge about temporal intervals," *Commun. ACM*, vol. 26, no. 11, pp. 832-843, Nov. 1983. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/182.358434> 46
- [42] B. Bruce, "A model for temporal reference and its applicants in a question answering program," *Artificial Intelligence*, vol. 3, pp. 1-25, 1972. 46
- [43] T. O'Hara, "Tempus: A task-oriented system for temporal analysis and reasoning," Master's thesis, East Stroudsburg University, 1992. 47, 48
- [44] B. Nebel and H.-J. Bürckert, "Reasoning about temporal relations: A maximal tractable subclass of allen's interval algebra," *J. ACM*, vol. 42, no. 1, pp. 43-66, Jan. 1995. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/200836.200848> 48
- [45] L. Vila and H. Yoshino, "Chapter 17 - time in automated legal reasoning," ser. Foundations of Artificial Intelligence, D. G. M. Fisher and L. Vila, Eds. Elsevier, 2005, vol. 1, pp. 537 – 557. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574652605800197> 48
- [46] H. Chen, F. Perich, T. Finin, and A. Joshi, "Soupa: standard ontology for ubiquitous and pervasive applications," in *The First Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services*, Aug 2004, pp. 258-267. 49
- [47] H. Beck and H. S. Pinto, "Overview of approach, methodologies, standards, and tools for ontologies," The Agricultural Ontology Service, UN FAO, Tech. Rep., 2002. [Online]. Available: [ftp://ftp.fao.org/gi/gil/gilws/aims/publications/workshops/AOS\\_3/ppt/BackgroundPaper.pdf](ftp://ftp.fao.org/gi/gil/gilws/aims/publications/workshops/AOS_3/ppt/BackgroundPaper.pdf) 49
- [48] [تهذيبی ب.، "روشهای شاخص‌گذاری در بانک‌های تصویری"، دانشگاه علم و صنعت ، دانشکده کامپیوتر، سیمینار کارشناسی ارشد، ۱۳۷۹. ۵۸]
- [49] H. Sundaram and S.-F. Chang, "Video analysis and summarization at structural and semantic levels," in *Multimedia Information Retrieval and*

- Management*, ser. Signals and Communication Technology, D. Feng, W.-C. Siu, and H.-J. Zhang, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2003, pp. 75–94. [Online]. Available: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-05300-3\\_4](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-05300-3_4) 58, 60, 68
- [50] A. Hampapur, “Semantic video indexing: Approach and issues,” *SIGMOD Rec.*, vol. 28, no. 1, pp. 32–39, Mar. 1999. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/309844.309883> 58
- [51] M. Lew, N. Sebe, and J. Eakins, “Challenges of image and video retrieval,” in *Image and Video Retrieval*, ser. Lecture Notes in Computer Science, M. Lew, N. Sebe, and J. Eakins, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2002, vol. 2383, pp. 1–6. [Online]. Available: [http://dx.doi.org/10.1007/3-540-45479-9\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/3-540-45479-9_1) 59
- [52] S. Hassas and M. S. Hacid, Eds., *Video Data*, ser. Innovative Technology. ISTE Publishing Company, 2003. 60
- [53] L. Wang and B. Manjunath, “A semantic representation for image retrieval,” in *Proceedings. 2003 International Conference on Image Processing*, vol. 2, Sept 2003, pp. II–523–6 vol.3. 61
- [54] S. Staab, S. Santini, F. Nack, L. Steels, and A. Maedche, “Emergent semantics,” *IEEE Intelligent Systems*, vol. 17, no. 1, pp. 78–86, Jan 2002. 61
- [55] B. Motik, A. Maedche, and R. Volz, “A conceptual modeling approach for semantics-driven enterprise applications,” in *On the Move to Meaningful Internet Systems 2002: CoopIS, DOA, and ODBASE*, ser. Lecture Notes in Computer Science, R. Meersman and Z. Tari, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2002, vol. 2519, pp. 1082–1099. [Online]. Available: [http://dx.doi.org/10.1007/3-540-36124-3\\_69](http://dx.doi.org/10.1007/3-540-36124-3_69) 62, 63, 98
- [56] P. Muller, “Space-time as a primitive for space and motion,” in *Formal Ontology in Information Systems*, ser. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, N. Guarino, Ed. IOS Press, 1998, vol. 46, pp. 63–76. 64
- [57] T. Wahl and K. Rothermel, “Representing time in multimedia systems,” in *Proceedings of the International Conference on Multimedia Computing and Systems*, May 1994, pp. 538–543. 83
- [58] B. QasemiZadeh, M. Kangavari, and H. R. Haghi, “Temporal ontology for video data modelling,” in *InSciT2006, International Conference on Multidisciplinary Information Sciences and Technologies*, vol. 2. Open Institute of Knowledge, 2006, pp. 294–297. 98

- [59] H. R. Haghi, M. Kangavari, and B. QasemiZadeh, “A novel approach for video temporal annotation,” in *InSciT2006, International Conference on Multidisciplinary Information Sciences and Technologies*, vol. 1. Open Institute of Knowledge, 2006, pp. 279–282. 98
- [60] B. Qasemizadeh, H. Haghi, and M. Kangavari, “A framework for temporal content modeling of video data using an ontological infrastructure,” in *Second International Conference on Semantics, Knowledge and Grid (SKG '06)*, Nov 2006, pp. 38–38. 98



# Abstract

Getting machines to understand video data is still an unsolved research problem. The most Important challenge in this field is the semantic gap. That is to say the gap between the information that can be extracted automatically from visual data and the interpretation that the same data has for a user in a given situation. Since now, there have been many efforts to solve this semantic gap problem and to suggest an abstraction of video data. So far, the proposed methods use text annotations for video data modeling and abstraction. One of the most important limitation of these methods is their inability to model temporal attribute of video data.

These methods have not proposed a general framework for temporal inference as well as the representation of temporal relationships between concepts in video data. In other words, in most of the previous works, the characteristic of video data as a temporal document is forgotten.

This thesis introduces a framework to represent an abstract model of video data that integrates temporal information in its structure and embodies a mechanism for temporal inference. A novel ontological structure namely temporal ontology is introduced. The proposed structure is used to model video data, to perform temporal inference for extracting concepts, and consequently to retrieve information from video data.





Iran University of Science and Technology  
Computer Engineering Department

# A Framework for Extracting Temporal Ontology from Annotated Multimedia/Video Data

by

Behrang QasemiZadeh (B. Comp. Eng.)

Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree in  
Computer Engineering, Artificial Intelligence and Robotics

Advisor: Dr. MohammadReza Kangavari

Internal Examiner: Dr. Saeed Parsa

External Examiner: Dr. Kambiz Badie

April 2006