

# Ontirandoc: Integrated Collaborative System for Developing Persian Ontology

## Omid Milanifard

PhD Candidate in Information Technology Management; Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc);

Corresponding Author milanifard@students.irandoc.ac.ir

## Mohsen Kahani

Professor of Computer Engineering; Ferdowsi University of Mashhad; Visiting Professor; Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc) kahani@um.ac.ir

Received: 11. Dec. 2016 Accepted: 23, Feb. 2017

**Abstract:** While ontology development is beneficial, it is very costly and time consuming. In order to reduce this cost as well as to increase the accuracy and quality of ontology development, researchers have proposed different methodologies. The goal of these methodologies is to present a systematic manual or semi-automated development of ontologies, while each differs and has its strengths and weaknesses. In this paper, after reviewing current methodologies, we present a new integrated collaborative methodology for ontology development, and compare it with the existing ones. This new system, called Ontirandoc, has been used in two ontology development projects and its accuracy has been evaluated.

**Keywords:** Ontology, Ontology Development Methodology, Ontology Development System

**Iranian Journal of  
Information  
Processing and  
Management**

**Iranian Research Institute  
for Science and Technology**

ISSN 2251-8223

eISSN 2251-8231

Indexed by SCOPUS, ISC, & LISTA

Vol. 33 | No. 3 | pp. 453-486

Spring 2018



# انتیرانداک: سامانه یکپارچه توسعه مشارکتی

## هستان نگار فارسی

امید میلانی فرد

دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات؛  
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)؛  
پدیدآور رابط milanifard@students.irandoc.ir

محسن کاهانی

دکتری مهندسی کامپیوتر؛ استاد؛  
گروه کامپیوتر دانشگاه فردوسی مشهد؛  
استاد مدعو پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران؛  
kahani@irandoc.ac.ir



مقاله برای اصلاح به مدت ۲ روز نزد پدیدآوران بوده است.

پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۳

دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۱

چکیده: ساخت هستان نگار با وجود داشتن مزایای بسیار، مستلزم صرف زمان و هزینه زیادی است. محققان در راستای کاهش این هزینه‌ها و همچنین افزایش دقت و کیفیت در فرایند ساخت هستان نگار، روش‌های گوناگونی معرفی کرده‌اند. هدف اصلی این روش‌ها، ارائه یک الگوی نظام‌مند دستی یا نیمه خودکار برای ساخت هستان نگار است. روش‌های موجود با وجود داشتن هدف مشترک، تفاوت‌های زیادی دارند و در هر یک از آن‌ها نقاط قوت و ضعفی وجود دارد. در این مقاله، پس از مروری بر هستان نگار و روش‌های ساخت آن، یک سامانه یکپارچه توسعه مشارکتی هستان نگار معرفی و ابعاد مختلف آن با سایر روش‌ها مقایسه خواهد شد. از این سامانه جدید با عنوان «انتیرانداک» در دو پروژه جداگانه توسعه هستان نگار استفاده و صحت عملکرد آن آزمون شده است.

**کلیدواژه‌ها:** هستان نگار، روش توسعه هستان نگار، سامانه توسعه هستان نگار

فصلنامه | علمی پژوهشی  
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران  
شاپا (چاپی) ۲۲۵۱-۸۲۲۳  
شاپا (الکترونیکی) ۲۲۵۱-۸۲۳۱  
نمایه در SCOPUS، LISTA، ISC و  
jjpm.irandoc.ac.ir  
دوره ۳۳ | شماره ۳ | صص ۱۱۲۳-۱۱۵۲  
بهار ۱۳۹۷



## ۱. مقدمه

انسان از دیرباز به دنبال شناخت ماهیت و ساختار جهان پیرامون خود بوده است. واژه «آنتولوژی»<sup>۱</sup> را نخستین بار «ارسطو» برای تعریف علم «بودن چون بودن»<sup>۲</sup> در متافیزیک خود به کار برده است. علم آنتولوژی یا هستان‌شناسی زیرشاخه‌ای از فلسفه به حساب می‌آید. با وجود آن که هستان‌شناسی یک علم کاملاً نظری است، کاربردهایی از آن وارد علم اطلاعات شده است. مقصود از آنتولوژی در علم اطلاعات، یک قلم اطلاعاتی است که دانش یک حوزه خاص را مدل‌سازی می‌کند (Guarino, Oberle and Staab 2009). در این تعریف از آنتولوژی، وجود<sup>۳</sup> چیزها و ارتباطات آن‌ها مورد مطالعه قرار می‌گیرد. اما در اینجا «وجود»، یک معنای عملی (و نه فلسفی) دارد: چیزی «وجود» دارد که بتوان آن را بازنمایی کرد (Gruber 1995). از آنجا که در عمل نمی‌توان یک حوزه را به صورت کامل شناخت و مدل اطلاعاتی تنها می‌تواند نگاهی از برخی مفاهیم مهم یک حوزه و روابط بین آن‌ها را بازنمایی کند، استفاده از «نگاشتن» به جای «شناختن» مناسب‌تر به نظر می‌رسد. به همین دلیل، در این نوشتار از اصطلاح «هستان‌نگار» به عنوان معادل فارسی «آنتولوژی» در حوزه علم اطلاعات استفاده شده است.

مشهورترین و پُرارجاع‌ترین تعریف از هستان‌نگار را «گروبر» توصیفی صریح از یک مفهوم‌سازی<sup>۴</sup> معرفی می‌کند (Gruber 1993). «برست» بخش‌های جدیدی به این تعریف اضافه کرد و هستان‌نگار را «توصیفی رسمی از یک مفهوم مشترک» خواند (Brost 1997). اشتراکی بودن مفهوم به این نکته اشاره دارد که در ساخت مفهوم باید اجماع نظر خبرگان حوزه وجود داشته باشد. همچنین، مفهوم باید به صورت رسمی بازنمایی شود؛ یعنی توسط ماشین قابل خواندن باشد. «ستودر، بنجامینز و فنسل» با ادغام دو تعریف فوق، هستان‌نگار را «توصیفی صریح و رسمی از یک مفهوم‌سازی مشترک»<sup>۵</sup> تعریف کردند (Studer, Benjamins and Fensel 1998).

هدف اصلی ساخت هستان‌نگار، نمایش مدلی انتزاعی از واقعیت است که مورد تأیید

- 
1. ontology
  2. being qua being
  3. existence
  4. explicit specification of a conceptualization
  5. formal, explicit specification of a shared conceptualization

افراد ذی‌نفع باشد. واقعیت مدل‌سازی شده می‌تواند تنوع زیادی داشته باشد. از حوزه‌های دانشی بشر گرفته تا سیستم‌های نرم‌افزاری و مخازن اطلاعاتی می‌تواند به‌عنوان دامنه یا به‌عبارت دیگر، فضای گفتمان یک هستان نگار باشند. این موضوع باعث پدیدار شدن فضایی وسیع برای کاربرد هستان نگارها شده است. از نظر «آچولد و گرونینگر» سه کاربرد اساسی هستان نگار در بهبود ارتباطات<sup>۱</sup>، افزایش قابلیت همکاری<sup>۲</sup> و مهندسی سیستم‌هاست (Uschold and Gruninger 1996). کاربرد هستان نگار در حوزه‌های مختلف علم، فناوری و تجارت همچنان در حال توسعه است. به‌عنوان مثال، می‌توان از هستان نگار برای مدل‌سازی مفهومی داده (Gailly and Poels 2010) و یا در موتورهای جست‌وجو برای غنی‌سازی متن پرس‌وجوهای کاربران (با اضافه کردن مترادف‌ها و واژگان مرتبط) و در نتیجه، بهبود نتایج جست‌وجو استفاده کرد (Paolucci et al. 2002).

ساخت هستان نگار در عمل، کاری پرهزینه و دشوار است. محققان در راستای کاهش هزینه‌های ساخت و همچنین، افزایش دقت و کیفیت محصول نهایی، روش‌های گوناگونی معرفی کرده‌اند. در هر یک از این روش‌ها سعی شده است از دیدگاهی به فرایند ساخت هستان نگار توجه شده و الگویی نظام‌مند به‌صورت دستی یا نیمه‌خودکار برای ساخت ارائه داده شود. در این روش‌ها با وجود داشتن هدف مشترک، تفاوت‌های زیادی هست و در آن‌ها به برخی جنبه‌های فرایند ساخت توجه کافی نشده است. همچنین، اغلب آن‌ها دچار کمبود جزئیات در توصیف روش‌ها و فعالیت‌های به‌کاررفته هستند.

در ادامه مقاله، ابتدا مختصری از پیشینه نظری موضوع بیان شده و در آن برخی از پُرآستادترین روش‌های ساخت هستان نگار بررسی و در یک چارچوب با یکدیگر مقایسه شده‌اند. در بخش سوم مقاله، «انتیرانداک» به‌عنوان یک سامانه یکپارچه ساخت هستان نگار معرفی و در خصوص معماری و پیمانه‌های نرم‌افزاری<sup>۳</sup> آن بحث شده است. در بخش چهارم، پیاده‌سازی و ارزیابی عملی این روش مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت، بخش پنجم و انتهایی مقاله نتایج حاصل از به‌کارگیری «انتیرانداک» را بیان می‌کند.

- 
1. communication
  2. inter-operability
  3. software modules

## پیشینه نظری

برای ساخت هستان‌نگارها روش‌های متعددی پیشنهاد شده است. از نظر درجه خودکار بودن می‌توان روش‌های ساخت را به دو دسته غیر خودکار (دستی)<sup>۱</sup> و (نیمه) خودکار<sup>۲</sup> تقسیم کرد. در روش‌های دستی، دانش مفهومی توسط افراد کدگذاری می‌شود و در رویکرد نیمه خودکار سعی می‌شود با به کارگیری روش‌ها و الگوریتم‌های مختلف، مداخله انسان در مراحل مختلف تا حد امکان کمتر شده و در نتیجه، سرعت و هزینه ساخت کاهش یابد.

در این بخش ابتدا پُر استنادترین روش‌های ساخت هستان‌نگار به صورت مختصر توضیح داده می‌شود و سپس، مقایسه‌ای بین آن‌ها انجام می‌گیرد.

## مروری بر روش‌شناسی‌های موجود برای توسعه هستان‌نگار

سایک<sup>۳</sup>: در اواسط دهه ۸۰ میلادی «شرکت MMC»<sup>۴</sup> شروع به ساخت «سایک» به عنوان یک پایگاه عظیم دانش عمومی بشر کرد. برای توسعه آن فرایند زیر دنبال شده است (Lenat et al. 1990):

- ◇ کدگذاری دستی مقالات و قطعات دانش: این مرحله به صورت دستی انجام شد. چون سامانه‌های موجود پردازش زبان طبیعی، دانش عمومی کافی برای انجام این کار را نداشتند.
- ◇ کدگذاری دانش با کمک ابزار و با استفاده از دانشی که در مرحله قبل در پایگاه «سایک» قرار گرفته بود.
- ◇ کدگذاری دانش بر اساس ابزار و با استفاده از دانش موجود در پایگاه «سایک»: در این مرحله، بیشتر کار بر عهده ابزار گذاشته شده است و کاربران تنها منابع را به «سایک» پیشنهاد می‌دهند.

تاکنون از این روش تنها برای توسعه پایگاه دانش «سایک» استفاده شده است.

---

1. manual

2. (semi) automatic

3. Cyc

4. Microelectronics and Computer Technology Corporation

انترپرایز آنتولوژی<sup>۱</sup>: این روش را «آچولد و کینگ» در سال ۱۹۹۵ ارائه دادند و در سال بعد بهینه‌سازی شد (Uschold and Gruninger 1996). بر اساس این روش برای ساخت هستان‌نگار باید فرایندهای زیر انجام شود:

۱. تعیین هدف: شامل تعریف هدف و قلمرو هستان‌نگار بوده و منظور از آن این است که چرا باید هستان‌نگار ساخته شود و کاربردهای مورد انتظار آن و واژگان مرتبط با آن در حوزه مورد نظر چیست.

۲. ساخت هستان‌نگار: این فرایند شامل سه مرحله دریافت<sup>۲</sup> هستان‌نگار (شناسایی مفاهیم کلیدی و ارتباط آن‌ها)، کدگذاری مفاهیم و روابط و یکپارچه‌سازی (استفاده مجدد از هستان‌نگارهای موجود) است.

۳. ارزیابی: بررسی میزان انطباق هستان‌نگار ساخته‌شده با مشخصات هدف‌گذاری‌شده آن و قابلیت پاسخگویی هستان‌نگار به سؤالات شایستگی در این مرحله انجام می‌شود.

۴. مستندسازی: برای انجام این فرایند راهنماهایی متناسب با هدف و انواع مختلف هستان‌نگار ارائه شده است.

**تاو<sup>۳</sup>:** این روش که بر اساس تجارب «گرونینگر و فاکس»<sup>۴</sup> در اجرای پروژه «تاو» در سال ۱۹۹۵ پیشنهاد شده است، بیشتر روی فرموله کردن و ارزیابی هستان‌نگار تمرکز دارد. مراحل پیشنهادی آن عبارت‌اند از:

۱. مشخص کردن مسئله و محدوده هستان‌نگار: برای این کار مجموعه سناریوهایی که انگیزه ساخت هستان‌نگار بوده و کاربردهای آن در آینده را مشخص می‌کنند، نوشته شده و مجموعه راه‌حل‌های ممکن برای هر سناریو مشخص می‌شود. این پاسخ‌ها ایده اولیه معانی غیررسمی اشیاء و روابط آن‌هاست؛

۲. ایجاد سؤالات شایستگی غیررسمی بر اساس مرحله اول: سؤالات شایستگی که به زبان طبیعی نوشته می‌شوند، مشخص می‌کند که هستان‌نگار باید به چه سؤالاتی در خصوص سناریوهای نگارش‌شده مرحله قبل پاسخ دهد. در واقع،

1. Enterprise Ontology

2. capture

3. TOVE (Toronto Virtual Enterprise)

4. Gruninger and Fox

- نقش این سؤالات، مشخص کردن نیازمندی‌های هستان‌نگار است؛
۳. مشخص کردن مجموعه اصطلاحات هستان‌نگار در زبان منطق مرتبه اول؛
  ۴. رسمی‌سازی سؤالات شایستگی (با منطق مرتبه اول)؛
  ۵. تعریف قواعد و تعاریف برای اصطلاحات (با منطق مرتبه اول)؛
  ۶. آزمون راه‌حل‌ها از نظر کامل بودن در پاسخگویی به سؤالات شایستگی.

مت‌آنولوژی<sup>۱</sup>: این روش که در سال ۱۹۹۷ توسط «فرناندز، گومز-پرز و جوریستو» پیشنهاد شده، ریشه در فعالیت‌های اصلی چرخه توسعه نرم‌افزار دارد و از این نظر بالغ‌ترین روش موجود است (Fernández-López And Gómez-Pérez & Juristo 2002). این روش شامل فرایند توسعه هستان‌نگار، یک چرخه عمر مبتنی بر الگوهای تکاملی و تکنیک‌هایی برای انجام هر یک از فعالیت‌های مدیریتی، توسعه و پشتیبانی است. ابزارهای مختلفی چون ODE (Blázquez et al. 1998)، «پروتزه»<sup>۲</sup> (Corcho et al. 2005)، «پروتزه»<sup>۲</sup> (Noy, Ferguson and Musen 2000) و «آن‌تو ادیت»<sup>۳</sup> (Sure et al. 2002) از این روش پشتیبانی می‌کنند.

فرایند توسعه هستان‌نگار به فعالیت‌هایی اشاره دارد که باید برای ساخت هستان‌نگار انجام شود. توصیه شده است که برای جلوگیری از هرج‌ومرج در ساخت هستان‌نگار سه دسته از فعالیت‌ها انجام گیرد:

- ◇ فعالیت‌های مدیریتی: این فعالیت‌ها شامل برنامه‌ریزی<sup>۴</sup>، کنترل، و تضمین کیفیت است. در فعالیت برنامه‌ریزی، کارهایی که باید انجام شود شناسایی شده، سپس، ترتیب انجام و زمان و منابع مورد نیاز برای هر کدام تعیین می‌شود. فعالیت کنترل، اجرای صحیح برنامه‌ریزی را تضمین می‌کند و فعالیت تضمین کیفیت نیز جهت کسب اطمینان از رضایت‌بخش بودن محصول نهایی انجام می‌شود.
- ◇ فعالیت‌های توسعه: این فعالیت‌ها به سه دسته قبل از توسعه، توسعه و پس از توسعه تقسیم می‌شوند. در فعالیت‌های پیش از توسعه، مطالعه محیطی برای شناخت بستر کاربردی هستان‌نگار صورت می‌گیرد. دسته فعالیت‌های زمان توسعه، فعالیت تعریف مشخصات، دلیل ساخت، کاربردها و کاربران هستان‌نگار را مشخص می‌کند. فعالیت

---

1. METHONTOLOGY  
2. Protégé  
3. OntoEdit  
4. scheduling

مفهوم‌سازی، دانش حوزه را مدل‌سازی می‌کند. فعالیت رسمی‌سازی، مدل مفهومی ساخته‌شده را به مدلی رسمی یا نیمه‌رسمی تبدیل، و در نهایت، فعالیت پیاده‌سازی، مدل را به یک زبان هستان‌نگار پیاده‌سازی می‌کند. مرحله پس از توسعه، شامل فعالیت نگهداری برای به‌روزآوری و تصحیح‌های مورد نیاز بر روی هستان‌نگار است.   
 ◇ فعالیت‌های پشتیبانی: شامل کسب دانش (استخراج دانش از خبرگان حوزه یا مستندات موجود توسط فرایندهای نیمه‌خودکار یادگیری هستان‌نگار)، ارزیابی (قضاوت فنی در مورد هستان‌نگار)، یکپارچه‌سازی (استفاده مجدد از سایر هستان‌نگارهای موجود)، مستندسازی (ثبت دقیق جزئیات انجام هر مرحله و محصول آن) و مدیریت پیکره‌بندی (ثبت و ضبط تمام نسخه‌های مستندات و کد هستان‌نگار) است.

در فرایند توسعه هستان‌نگار، مجموعه فعالیت‌های مورد نیاز جهت ساخت هستان‌نگار مشخص می‌شود، ولی در خصوص ترتیب انجام کارها صحبتی نمی‌شود. تعیین ترتیب انجام کارها بر عهده چرخه زندگی هستان‌نگار است. این روش یک چرخه عمر هستان‌نگار مبتنی بر الگوسازی تکاملی ارائه می‌دهد. به این معنا که در هر بار الگوسازی، نسخه جدیدی از هستان‌نگار با حذف، اضافه و تغییر واژگان الگوی قبلی ایجاد می‌شود. ساخت هر الگو با برنامه‌ریزی شروع می‌شود. در برنامه‌ریزی باید مشخص شود چه کارهایی و طبق چه زمان‌بندی باید انجام شوند و چه منابعی برای انجام هر کار باید تخصیص داده شوند. پس از برنامه‌ریزی، فعالیت توصیف مشخصات شروع شده و به‌طور همزمان کارهای مختلف مدیریتی (کنترل و تضمین کیفیت) و پشتیبانی (کسب دانش، یکپارچه‌سازی، مستندسازی و مدیریت پیکره‌بندی) آغاز می‌شوند. با ساخته شدن اولین الگو، مدل مفهومی درون فعالیت مفهوم‌سازی ساخته شده است. پس از آن پیاده‌سازی و رسمیت‌بخشی شروع می‌شود. اگر بعد از انجام این فعالیت‌ها نقصانی پیدا شد، می‌توان به عقب برگشت و اصلاحات لازم را انجام داد.

**توسعه هستان‌نگار ۱۰۱:** «نوی و مک‌گینس» این روش را بر اساس این ایده که هیچ راه یگانه‌ای برای مدل‌سازی کردن یک حوزه وجود ندارد، ارائه دادند (Noy and McGuinness, 2001). انتخاب بهترین الگو از بین گزینه‌های موجود، به کاربرد مورد انتظار بستگی دارد. برای توسعه هستان‌نگاری که جهان واقع را به بهترین نحو ممکن منعکس کند، باید هستان‌نگار را در کاربرد مورد نظر ارزیابی کرد. این ارزیابی‌ها اغلب منجر به اعمال



اصلاحات می‌شود. در نتیجه، می‌توان توسعه هستان‌نگار را فرایندی بازگشت‌شونده<sup>۱</sup> دانست. این روش ۷ مرحله را پیشنهاد می‌کند: تعیین حوزه و محدوده، بررسی هستان‌نگارهای موجود جهت استفاده مجدد، شمارش اصطلاحات مهم در هستان‌نگار (برای این کار تجویز خاصی ندارد)، تعریف کلاس‌ها و سلسله‌مراتب در یک ابزار مدل‌سازی، تعریف خصوصیت‌های هر کلاس، تعریف ویژگی<sup>۲</sup> هر خصوصیت<sup>۳</sup>، و ساخت نمونه.

آن-تو-نالج<sup>۴</sup>: این روش پیشنهاد می‌کند که برای ساخت هستان‌نگارها به کاربرد آن‌ها در آینده توجه شود (Sure and Studer 2002)، به همین دلیل هستان‌نگارهای توسعه‌یافته با این روش وابسته به کاربرد هستند. ویژگی دیگر این روش، تکیه آن بر یادگیری هستان‌نگار برای کاهش زمان و انرژی لازم برای ساخت هستان‌نگار است. فرایندهای پیشنهادی این روش عبارت‌اند از:

۱. مطالعه امکان‌سنجی: لازم است قبل از شروع و به‌عنوان اساس مرحله آغازین<sup>۵</sup> انجام گیرد.

۲. مرحله آغازین: نتیجه این فرایند سند شرح نیازها<sup>۶</sup> است که حوزه، هدف، راهنمای طراحی (به‌عنوان مثال، قواعد نامگذاری)، منابع دانشی موجود (کتاب، مجله، مصاحبه و مانند آن)، کاربران بالقوه و موارد کاربرد هستان‌نگار را مشخص می‌کند. از سؤالات شایستگی می‌توان در این سند استفاده کرد. این سند به سازندگان هستان‌نگار کمک می‌کند در مورد شامل شدن یا نشدن مفاهیم در هستان‌نگار و سلسله‌مراتب مفاهیم تصمیم‌گیری کنند.

۳. پالایش: در این فرایند، پیش‌نویس هستان‌نگار تولیدشده در مرحله قبل در تعامل با خبرگان حوزه کامل می‌شود. پس از تکمیل، هستان‌نگار باید با یک زبان هستان‌نگار پیاده‌سازی شود. ویرایشگر<sup>۷</sup> «آن‌تو‌ادیت» برای این کار پیشنهاد شده است.

1. iterative
2. facet
3. slots
4. On-To-Knowledge
5. kickoff
6. Requirement Specification
7. OntoEdit

۴. ارزیابی: در این فرایند با بررسی نیازمندی‌ها و سؤالات شایستگی مشخص می‌شود آیا هستان‌نگار می‌تواند نیازمندی‌های توصیف‌شده را برآورده سازد و به سؤالات شایستگی پاسخ گوید یا خیر. همچنین، هستان‌نگار در محیط کاربرد آن آزمون می‌شود. فرایند پالایش و ارزیابی به صورت یک چرخه تا زمان رسیدن به حد مطلوب اجرا خواهند شد.

۵. نگهداری: باید مشخص شود چه کسی مسئول به‌روزآوری و نگهداری است و چگونه این کار انجام می‌شود.

**دیلیگنت:** «پینتو، تمپیچ و استاب» این روش را با رویکردی کاملاً متفاوت از سایر روش‌های توسعه هستان‌نگار ارائه دادند (Pinto, Tempich and Staab 2009). قابلیت همکاری بین تمام ذی‌نفعان، نقشی اساسی در این روش دارد و ایده اصلی، شروع از یک هستان‌نگار کوچک و قابل استفاده به اشتراک گذاشته شده است. ذی‌نفعان بر اساس اهداف خود، نسخه‌ای را اقتباس کرده و به صورت محلی استفاده می‌کنند. یک شورای کنترلی از ذی‌نفعان تمام هستان‌نگارهای محلی را بررسی و نسخه جدیدی از هستان‌نگار اشتراکی توسعه خواهد داد. این روش ۵ گام دارد: ۱. ساخت یک هستان‌نگار ساده از ابتدا؛ ۲. تطابق محلی؛ ۳. هستان‌نگار توسط هر یک از ذی‌نفعان به صورت جداگانه استفاده و اختصاصی‌سازی می‌شود؛ ۴. تحلیل: شورای ذی‌نفعان بر اساس درخواست‌های رسیده و مشاهده تغییرات محلی تصمیم می‌گیرد چه تغییراتی بیشترین مزایا را برای کاربران دارد و باید در هستان‌نگار اشتراکی اضافه شود؛ ۵. بازبینی: شورا نسخه بازبینی‌شده از هستان‌نگار را می‌سازد؛ ۶. به‌روزرسانی محلی: کاربران نسخه جدید را در سیستم خود قرار می‌هند. بعد از این مرحله به مرحله ۲ برگشت می‌شود.

**اپان:** این روش را «نیکلا، میسیکف و نویگلی» با اقتباس از فرایند توسعه نرم‌افزار ارائه داده است (De Nicola, Missikoff and Navigli 2009). فرایند توسعه در یک چرخه جریان کاری<sup>۴</sup> (نیازمندی، تحلیل، طراحی، پیاده‌سازی و آزمون) سازماندهی می‌شود. هر یک از مراحل این چرخه دارای تعدادی گام و دور تکرار است (آغاز، بسط جزئیات، ساخت و گذار) و از

- 
1. DILIGENT (Distributed Loosely-controlled evolInG Engineering of ONtologies)
  2. local adaptation
  3. UPON (Unified Process for ONtology)
  4. work flow

مشارکت خبرگان، به‌ویژه در مراحل اولیه توسعه استفاده می‌شود.

**نئون:** این روش را «سوآرز-فیگورا» در سال ۲۰۱۰ بر پایه روش‌های «دیلیگنت»، «مت‌آنتولوژی» و «آن-تو-نالچ» ارائه داده است (Suarez-Figueroa 2010). این روش چهار پایه اصلی دارد:

۱. واژه‌نامه فرایندها و فعالیت‌ها: به دلیل ماهیت روبه‌تکامل مهندسی هستان‌نگار برخی اصطلاحات در این حوزه ممکن است دارای ابهام باشند. به همین منظور، فهرست واژگانی شامل ۵۹ فعالیت و فرایند به زبان انگلیسی ارائه شده که افراد درگیر پروژه در ارتباط با هم دچار ابهام نشوند.
۲. سناریوهای ساخت هستان‌نگار: بر اساس تجربیات حاصل از انجام چندین پروژه، سه وضعیت متفاوت ساخت هستان‌نگار (هستان‌نگار منفرد، مجموعه هستان‌نگارهای منفرد در تعامل، شبکه‌های هستان‌نگار) تعریف می‌شود. بر همین اساس، ۹ سناریوی مختلف برای ساخت هستان‌نگار معرفی شده که تأکید ویژه آن بر روی استفاده مجدد از منابع دانش موجود و بازمهندسی است.
۳. دو مدل چرخه زندگی هستان‌نگار
۴. مجموعه راهنمایی برای انجام فرایندها و فعالیت‌ها

### مقایسه روش‌ها

چارچوب مقایسه مورد استفاده در این پژوهش شامل میزان پوشش سه دسته اصلی فعالیت مورد نیاز برای ساخت هستان‌نگار (چارچوب مقایسه پیشنهادی Gómez-Pérez, Fernández-López and Corcho 2004)، پشتیبانی از زبان غیرانگلیسی، ابزار پشتیبانی فنی و میزان بیان جزئیات انجام کار است. جدول شماره ۱، نتیجه این مقایسه را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود، تمام روش‌های مورد بررسی دارای خلأهایی در پشتیبانی از فرایندهای اصلی توسعه هستان‌نگار هستند و تنها روش ترکیبی «نئون» این پشتیبانی را بر اساس سناریوهای نه‌گانه خود انجام می‌دهد. با وجود این که در بسیاری از موارد، منابع دانشی قابل استفاده در فعالیت اکتساب دانش را متون غیرانگلیسی تشکیل می‌دهند، در این روش‌ها به چگونگی و روند به‌کارگیری و پشتیبانی از چنین

1. Neon

منابعی اشاره نشده است.

ابزارهای پشتیبانی فنی از این روش‌ها بیشتر روی فرایند توسعه (به‌خصوص بخش پیاده‌سازی) تمرکز کرده‌اند و برای پشتیبانی فنی از سایر فعالیت‌ها توسعه‌دهندگان باید از ابزارهای دیگر در کنار ابزار اصلی استفاده کنند. به‌عنوان نمونه، هیچ‌یک از این نرم‌افزارها بخشی برای مدیریت پروژه (تعریف و مدیریت اعضای تیم، تخصیص و پیگیری وظایف و منابع)، مدیریت جلسات (برنامه‌ریزی و ثبت جلسات کسب دانش از خبرگان)، پرسشنامه الکترونیکی و سامانه مکاتبات (ارسال و دریافت و مدیریت مستندات تبادلی بین اعضای تیم توسعه‌دهنده و خبرگان) ندارند.

جدول ۱. چارچوب مقایسه روش‌های توسعه هستان نگار

روشناسی	فعالیت‌های مدیریتی	فعالیت‌های پیش توسعه	فعالیت‌های توسعه	فعالیت‌های پس از توسعه	فعالیت‌های پشتیبانی	حمایت از زبان دیگر	ابزار	داشتن جزئیات
انترپرایز آنتولوژی	-	-	توصیف نیازمندی‌ها، پیاده‌سازی	-	کسب دانش، ارزیابی، یکپارچه‌سازی، مستندسازی	-	-	خیر
مت‌آنتولوژی برنامه‌ریزی، کنترل، تضمین کیفی	-	توصیف نیازمندی‌ها، مفهوم‌سازی، رسمیت‌بخشی، پیاده‌سازی	نگهداری	-	کسب دانش، ارزیابی، یکپارچه‌سازی، مدیریت پیکره‌بندی، مستندسازی	-	پروتزه، آن‌توادیت	بلی
سایک	-	-	پیاده‌سازی	-	کسب دانش، مستندسازی	-	ابزار خاص	خیر
تاو	-	-	توصیف نیازمندی‌ها، مفهوم‌سازی، رسمیت‌بخشی، پیاده‌سازی	-	کسب دانش، ارزیابی، یکپارچه‌سازی، مستندسازی	-	-	خیر
توسعه هستان نگار ۱۰۱	-	-	توصیف نیازمندی‌ها، مفهوم‌سازی، رسمیت‌بخشی، پیاده‌سازی	-	کسب دانش، یکپارچه‌سازی	-	-	خیر

روشناسی	فعالیت‌های مدیریتی	فعالیت‌های پیش‌توسعه	فعالیت‌های توسعه	فعالیت‌های پس از توسعه	فعالیت‌های پشتیبانی	حمایت از زبان دیگر	ابزار	داشتن جزئیات
دیلیگت	برنامه‌ریزی، کنترل، تضمین کیفی	-	-	نگهداری	کسب دانش، ارزیابی، مدیریت پیکره‌بندی	-	-	خیر
اپان	-	-	توصیف نیازمندی‌ها، مفهوم‌سازی، رسمیت‌بخشی، پیاده‌سازی	نگهداری ارزیابی	کسب دانش، ارزیابی	-	-	خیر
آن-تو-نالچ	برنامه‌ریزی، مطالعه، کنترل، تضمین کیفی	مطالعه محیطی، امکان‌سنجی	توصیف نیازمندی‌ها، مفهوم‌سازی، رسمیت‌بخشی، پیاده‌سازی	نگهداری، استفاده	کسب دانش، ارزیابی، یکپارچه‌سازی، پیکره‌بندی، مستندسازی	-	-	آن‌توآدیت خیر
نئون	برنامه‌ریزی، مطالعه، کنترل، تضمین کیفی	مطالعه محیطی، امکان‌سنجی	توصیف نیازمندی‌ها، مفهوم‌سازی، رسمیت‌بخشی، پیاده‌سازی	نگهداری، استفاده	کسب دانش، ارزیابی، مدیریت پیکره‌بندی، مستندسازی، ادغام	-	-	بومی‌سازی آن‌توآدیت، بلی پروتژه

با توجه به نقاط ضعف بیان‌شده در استفاده از روش‌های موجود، در ادامه، سامانه یکپارچه توسعه هستان‌نگار (انتیرانداک) به‌عنوان یک روش جدید توسعه هستان‌نگار معرفی و در خصوص آن بحث می‌شود.

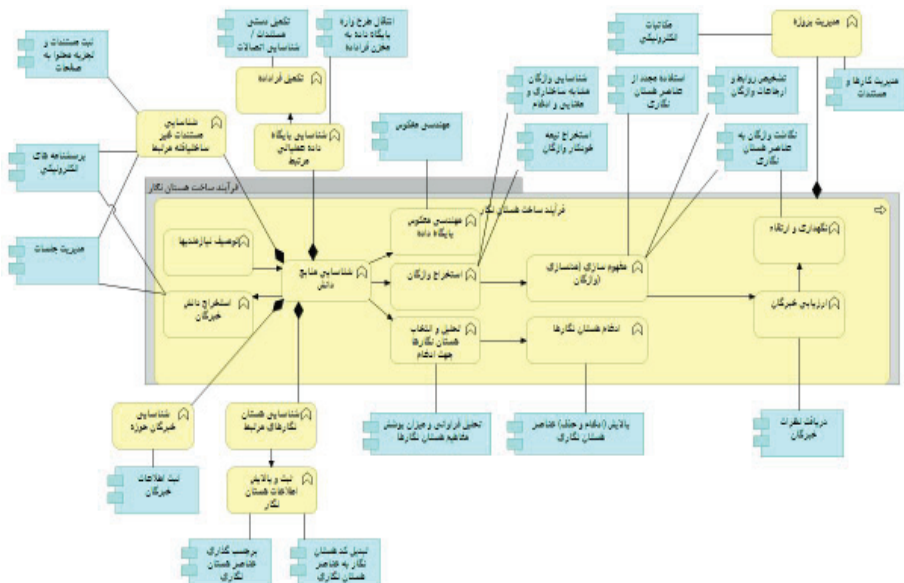
### معرفی انتیرانداک

سامانه یکپارچه توسعه هستان‌نگار (انتیرانداک) با الهام از روش‌های موجود، به‌خصوص «آن-تو-نالچ»، «مت‌آنتولوژی» و «نئون» و افزودن ویژگی‌های جدید به‌منظور پوشش نقاط ضعف سایر روش‌ها ایجاد شده است. «انتیرانداک» تنها یک ابزار توسعه نیست، بلکه یک روش کامل شامل توصیف فرایند، فعالیت‌ها و روش‌هایی است که به‌منظور توسعه یکپارچه هستان‌نگار استفاده می‌شوند.

## معماری انتیرانداک

معماری «انتیرانداک» در شکل شماره ۱، نشان داده شده است<sup>۱</sup>. این معماری با توجه خاص بر پوشش فعالیت‌های مهم در فرایند ساخت هستان نگار و همچنین، امکان انجام مشارکتی این فرایند طراحی شده است.

فعالیت‌های مورد نیاز جهت انجام فرایند با آنچه که در سه روش «مت‌آنتولوژی، «نئون» و «آن-تو-نالچ» معرفی شده، از نظر کلی مشابه هستند، ولی در جزئیات تفاوت‌هایی دارند که در ادامه، به تفصیل در خصوص آن‌ها بحث می‌شود. برای اجرای هر یک از فعالیت‌ها، پیمانانه (ماژول) یا پیمانانه‌های نرم‌افزاری در نظر گرفته شده است. طراحی پیمانانه‌بندی ابزار در «انتیرانداک» این امکان را فراهم می‌آورد که هر یک از پیمانانه‌ها با وجود یکپارچگی و هماهنگی با سایر پیمانانه‌ها در سطح داده (شکل ۲)، به صورت مستقل قابلیت ارتقاء داشته و بتوان ویژگی‌های جدیدی به آن‌ها اضافه کرد.



شکل ۱. معماری «انتیرانداک»

فعالیت‌های شناسایی شده در این معماری به شرح زیر هستند:

۱. این شکل با زبان توصیف معماری «آرچیمیت» از زبان‌های توصیف معماری ذکر شده در استاندارد ISO/IEC/IEEE 42010 ترسیم شده است.

۱. توصیف نیازمندی‌ها: تقریباً تمامی روش‌ها نیاز به وجود این فعالیت را برای انجام فرایند ساخت مورد تأیید قرار داده‌اند. در این فعالیت اهداف و نیازمندی‌های ساخت هستان‌نگار در قالب یک سند با عنوان مستند نیازها مشخص می‌شود. در «انتیرانداک» پیشنهاد می‌شود تیم توسعه‌دهنده این سند را به‌عنوان یکی از منابع دانشی به سامانه معرفی کند. مستند نیازها، راهنمای تیم توسعه برای جست‌وجوی منابع دانشی مرتبط و همچنین، مبنایی برای ارزیابی صحت و کامل بودن محصول نهایی خواهد بود. به دلیل تعبیه زیرساخت ممیزی عملیات و مدیریت نسخه‌بندی، ارتباط بین مفاهیم ایجادشده در هستان‌نگار و مستند نیازها در مرحله ارزیابی هستان‌نگار کاملاً واضح خواهد بود و این موضوع کمک زیادی به انجام دقیق و سریع ارزیابی توسط خبرگان خواهد کرد.

۲. شناسایی منابع دانش: فعالیت‌های مطالعه محیطی و امکان‌سنجی به‌عنوان فعالیت‌های پیش از توسعه، در دو روش «آن-تو-نالچ» و «نتون» مورد اشاره قرار گرفته‌اند. در «انتیرانداک» این فعالیت‌ها در قالب فعالیت کلی شناسایی منابع دانشی مورد نیاز برای توسعه هستان‌نگار مورد توجه هستند، با انجام این فعالیت مشخص می‌شود چه میزان دانش در قالب‌های مختلف برای ساخت هستان‌نگار در دسترس است و اصولاً نیازی به ساخت هستان‌نگار جدید وجود دارد یا خیر. برای انجام این فعالیت، اجرای موازی چند فعالیت پیشنهاد می‌شود:

۱-۲. شناسایی هستان‌نگارهای مرتبط موجود: استفاده مجدد از هستان‌نگارهایی که توسط توسعه‌دهندگان دیگر برای حوزه موضوعی تولید شده‌اند، می‌تواند به میزان قابل توجهی در سرعت ایجاد هستان‌نگار و دقت آن مؤثر باشد. این امکان نیز وجود دارد که هستان‌نگاری یافت شود که تا حد قابل قبولی هدف ایجاد هستان‌نگار را پوشش دهد و در نتیجه، نیاز به ادامه کار وجود نداشته باشد. پس از انجام این فعالیت، انجام فعالیت ثبت و پالایش اطلاعات هستان‌نگارها پیشنهاد شده است که با استفاده از دو پیمانانه نرم‌افزاری تبدیل کد هستان‌نگار به عناصر هستان‌نگاری و برچسب‌گذاری عناصر هستان‌نگاری انجام می‌شود. پیمانانه تبدیل کد، فایل

هستان نگار پیداشده را به زبان 'OWL در یافت و پس از جداسازی عناصر اصلی هستان نگاری (کلاس‌ها و خصوصیات) آن‌ها را در مخزن عناصر هستان نگاری ذخیره می‌کند. توسعه‌دهندگان هستان نگار می‌توانند با استفاده از پیمانۀ برجسب گذاری، به هر یک از عناصر هستان نگار یک برجسب معنایی به زبان فارسی نسبت دهند. این پیمانۀ که قابلیت شناسایی و پیشنهاد برجسب بر اساس مشابَهت ساختاری و معنایی را دارد، معادلی برای فعالیت بومی‌سازی است که تنها در روش «نئون» به آن اشاره شده است. برجسب گذاری عناصر به زبان فارسی که لایۀ معنایی جدیدی برای عناصر هستان نگاری فراهم می‌کند، یکی از مزایای قابل توجه «انتیرانداک» نسبت به سایر روش‌ها برای استفاده در ساخت هستان نگارهای بومی است.

۲-۲. شناسایی مستندات غیر ساخت یافته مرتبط با حوزه: مستندات غیر ساخت یافته (متنی) معمولاً به عنوان منبع اصلی دانش حوزه شناخته می‌شود. تنوع اسناد قابل استفاده ممکن است بسیار گسترده باشد. در این فعالیت لازم است اسناد از نظر میزان دانش و اعتبار آن‌ها اولویت بندی شوند (به عنوان مثال، اصطلاح نامه‌های حوزه و همچنین، اسناد بالادستی سازمانی مانند سند برنامه راهبردی و شاخص‌های ارزیابی حوزه کسب و کار از معتبرترین و مهم‌ترین اسناد دانشی هستند). برای انجام این فعالیت استفاده از سه پیمانۀ نرم‌افزاری پیشنهاد می‌شود. توسعه‌دهندگان پس از یافتن هر مستند با استفاده از پیمانۀ ثبت مستندات آن را در یک مخزن ذخیره‌سازی می‌کنند. این پیمانۀ علاوه بر ثبت فایل، امکان ثبت محتوای هر صفحه را به صورت مجزا فراهم می‌کند. استخراج محتوای مستند و ذخیره‌سازی آن در صفحات مجزا امکان اعمال روش‌های استخراج نیمه خودکار واژگان از متن با روش‌های آماری و زبان‌شناختی (در پیمانۀ استخراج نیمه خودکار واژگان) و انجام تحلیل هم‌رخدادی برای تشخیص روابط معنایی بین واژگان استخراج شده (در پیمانۀ نرم‌افزاری تشخیص روابط و ارجاعات واژگان) و همچنین، نمایش منبع هر عنصر مدل‌سازی شده در هستان نگار نهایی را (در پیمانۀ دریافت

1. Web Ontology Language (WOL)



نظرات خبرگان) برای افزایش دقت و صحت عمل ارزیابی هستان‌نگار فراهم می‌آورد.

۳-۲. شناسایی پایگاه داده‌های عملیاتی حوزه: ساختار و محتوای پایگاه داده‌های عملیاتی موجود می‌تواند منبع خوبی برای استخراج مفاهیم و روابط میان آن‌ها در حوزه مورد نظر باشد. در این فعالیت باید تلاش شود سامانه‌های عملیاتی که حداکثر پوشش خودکارسازی عملیات را در حوزه مورد نظر دارند (به‌عنوان مثال، سامانه‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان<sup>۱</sup> در حوزه مورد نظر) شناسایی، و دسترس‌پذیری به پایگاه داده‌های آن‌ها برای انجام مهندسی معکوس مشخص شود. طرحواره<sup>۲</sup> پایگاه داده‌های مورد نظر با استفاده از پیمانه انتقال طرحواره پایگاه داده به مخزن فراداده به‌عنوان نسخه اولیه از ساختار پایگاه داده ذخیره‌سازی می‌شود. از آنجا که معمولاً طرحواره پایگاه داده شامل فراداده کامل برای مهندسی معکوس نیست، فعالیت بعدی با عنوان تکمیل دستی مستندات بخشی از روابط بین عناصر داده در طرحواره به شکل کلیدهای خارجی و اصلی وجود نداشته و پس از این کار لازم است فعالیت تکمیل فراداده اجرا شود. در این فعالیت اطلاعات تکمیلی در مورد ساختار پایگاه داده توسط پیمانه نرم‌افزاری تکمیل دستی مستندات (شرح فیلدها و جداول اطلاعاتی)/ شناسایی اتصالات (شناسایی ارتباطات بین جداول که در طرحواره به شکل کلید خارجی وجود ندارند) ثبت می‌شود.

۴-۲. شناسایی خبرگان حوزه: خبرگان، یک منبع دانشی ارزشمند برای شناخت حوزه هستند و استفاده از نظرات آن‌ها جهت ارزیابی و اصلاح هستان‌نگار باعث اعتباربخشی به محصول نهایی خواهد شد. در این فعالیت باید فهرستی از خبرگان به همراه اولویت‌بندی آن‌ها از نظر میزان دانش و اعتبار و همچنین، میزان دسترس‌پذیری به آن‌ها مشخص شود. چنانچه این فهرست اعضای کمی داشته باشد، توسعه و ارزیابی هستان‌نگار دشواری

---

1. ERP (Enterprise Resource Planning)

2. schema

بیشتری خواهد داشت و حتی ممکن است مقرون به صرفه تشخیص داده نشود. اطلاعات خبرگان با کمک پیمانۀ نرم‌افزاری ثبت اطلاعات خبرگان ثبت و ضبط می‌شود. خبرگان ثبت شده در سامانه می‌توانند از طریق پیمانۀ نرم‌افزاری دریافت نظرات خبرگان محصول نهایی را مشاهده و نظرات اصلاحی خود را ثبت کنند.

۳. مهندسی معکوس پایگاه داده: این فعالیت به همراه فعالیت‌های استخراج واژگان از متن و ادغام هستان نگارهای موجود، سه فعالیتی هستند که در راستای استخراج دانش از منابع شناسایی شده در فعالیت قبلی انجام می‌شوند. فعالیت مهندسی معکوس پایگاه داده، زمانی قابل انجام است که پایگاه داده مناسبی در حوزه موضوعی پیدا شده و فراداده آن تکمیل شده باشد. خروجی این فعالیت که به کمک پیمانۀ نرم‌افزاری مهندسی معکوس انجام می‌شود، هستان نگاری است که عناصر آن به مخزن عناصر هستان نگاری موجود در حوزه موضوعی اضافه می‌شود. از این عناصر در فعالیت مفهوم‌سازی استفاده خواهد شد. روش پیشنهادی برای انجام مهندسی معکوس بر پایه وجود یک فراداده تکمیل شده است که شامل شرح جداول و فیلدها و مشخص کردن ارتباطات ساختاری (کلیدهای خارجی در سطح پایگاه داده) و معنایی (ارتباط جداول در سطح برنامه کاربردی) میان جداول است.

۴. استخراج واژگان: همان‌طور که اشاره شد، منابع غیرساخت یافته مهم‌ترین منابع دانشی حوزه هستند. در این فعالیت، واژگان مورد استفاده در مستندات غیرساخت یافته، که به صورت صفحه‌های مجزا جداسازی شده‌اند، توسط اعضای تیم توسعه و با کمک پیمانۀ نرم‌افزاری استخراج نیمه خودکار واژگان به دست آمده و پس از پالایش و ادغام (با کمک پیمانۀ نرم‌افزاری شناسایی واژگان ساختاری و معنایی) در مخزن واژگان ثبت و ضبط می‌شوند.

۵. تحلیل و انتخاب هستان نگارهای موجود برای ادغام: در این فعالیت، هستان نگارهای یافت شده در مرحله قبل با کمک پیمانۀ نرم‌افزاری تحلیل فراوانی و میزان همپوشانی مفاهیم هستان نگارها بررسی شده و بر اساس اطلاعات آماری حاصل و همچنین میزان تناسب مفاهیم آن‌ها با حوزه مورد نظر، در خصوص انتخاب هستان نگارهای مناسب برای ادغام، تصمیم‌گیری می‌شود.

۶. ادغام هستان‌نگارها: این فعالیت پس از انجام تحلیل و انتخاب هستان‌نگارهای موجود برای ادغام قابل انجام است. در این فعالیت مجموعه هستان‌نگارهای منتخب با استفاده از پیمانۀ نرم‌افزاری پالایش عناصر هستان‌نگاری با هم ادغام می‌شوند و عناصر هستان‌نگاری حاصل در قالب یک هستان‌نگار جدید به مخزن افزوده می‌شود.
۷. مفهوم‌سازی واژگان: در این فعالیت توسعه‌دهندگان با بررسی فهرست واژگان مستخرج با کمک پیمانۀ نرم‌افزاری استفاده مجدد از عناصر هستان‌نگاری و تشخیص روابط و ارجاعات واژگان در خصوص مدل‌سازی کردن هر واژه به یک عنصر هستان‌نگار، تصمیم‌گیری کرده و عنصر مدل‌سازی شده را با استفاده از پیمانۀ نرم‌افزاری نگاشت واژگان به عناصر هستان‌نگاری در مخزن ثبت می‌کنند.
۸. ارزیابی خبرگان: پس از انجام فعالیت‌های توسعه، هستان‌نگار هدف شکل گرفته است و باید صحت و دقت آن مورد بررسی قرار گیرد. در این فعالیت، خبرگان با استفاده از پیمانۀ نرم‌افزاری دریافت نظرات خبرگان، در خصوص تمامی اجزای هستان‌نگار تولیدشده اظهار نظر می‌کنند. این نظرات در اختیار تیم توسعه قرار می‌گیرد تا طی فعالیت بعدی برای تصحیح و بهبود هستان‌نگار مورد استفاده قرار گیرد.
۹. نگهداری و ارتقاء: پس از ساخت نسخه اولیه هستان‌نگار لازم است بر اساس اطلاعات حاصل از ارزیابی خبرگان، تیم توسعه‌دهنده تغییرات لازم را در هستان‌نگار اعمال کند. این کار ممکن است چندین بار و به صورت متناوب تا رسیدن به نتیجه دلخواه تکرار شود. در نهایت، با توجه به پویایی محیط، هستان‌نگار نیز باید به صورت مداوم تحت بازبینی و ارتقاء باشد تا مدل قابل قبولی از واقعیت باقی بماند.
۱۰. مدیریت پروژه: توسعه یک هستان‌نگار با توجه به میزان زمان و انرژی لازم، اغلب نیازمند مشارکت چندین نفر در قالب یک تیم توسعه‌دهنده است. «انتیرانداک» پیشنهاد می‌کند که فعالیت مدیریت پروژه به عنوان یک فعالیت موازی و جانبی در کنار سایر فعالیت‌های ذکر شده انجام شود. پیمانۀ نرم‌افزاری مکاتبات الکترونیکی و مدیریت کارها و مستندات، به تیم مشارکت‌کننده در انجام کار کمک خواهد کرد.



مهم<sup>۱</sup> است. هر یک از اعضای تیم، نام کاربری و کلمه عبوری دریافت خواهند کرد که از طریق آن می‌توانند با ورود به سایت سامانه کار تابل کار خود را مشاهده کرده و شرح دقیق کاری را که باید انجام دهند، مشاهده کنند. همچنین، می‌توانند نتایج کاری خود را تحت عنوان اقدامات به هر کار پیوست کنند. زمان‌های انجام کار به صورت تجمیع شده در گزارشات مدیریتی به مدیر پروژه نمایش داده خواهد شد و با توجه به ثبت قراردادهای کاری افراد در سامانه، امکان ثبت و ضبط امور مالی و پرداختی به اعضای تیم را فراهم می‌آورد. همچنین، کلیه فعالیت‌هایی که افراد در سامانه انجام می‌دهند، در مخزن ممیزی عملیات ذخیره شده و در نتیجه، مستندسازی فعالیت‌ها در سطح ریزترین جزء به صورت خودکار انجام خواهد شد.

۲. مکاتبات الکترونیکی: این پیمانانه امکان تبادل الکترونیکی متون و مستندات را بین اعضای پروژه فراهم می‌آورد. از سوابق پیام‌ها و فایل‌های رد و بدل شده در این پیمانانه می‌توان در مستندسازی کار استفاده کرد.

۳. مدیریت جلسات: این پیمانانه امکان تعریف و درخواست حضور در جلسات، تعیین دستور کار، ثبت و ضبط صورت جلسه‌ها و اقدامات و یادداشت‌های مرتبط با هر جلسه را فراهم می‌آورد. جلسات برگزار شده می‌تواند مربوط به برگزاری مصاحبه با خبرگان برای استخراج دانش باشد که در این صورت، از نتایج جلسه (فایل مستندات متنی) به عنوان منبع دانشی غیرساخت یافته استفاده خواهد شد و ممکن است جلسه مربوط به هماهنگی و امور اجرایی تیم توسعه دهنده باشد که در این صورت، نتیجه جلسه به مستندسازی پروژه کمک خواهد کرد.

۴. پرسشنامه الکترونیکی: با استفاده از این پیمانانه اعضای تیم می‌توانند پرسشنامه طراحی کرده و سپس، برای جامعه آماری مورد نظر خود حساب‌های کاربری موقت برای پر کردن پرسشنامه ایجاد کنند. پرسش‌شوندگان می‌توانند از طریق وب، اطلاعات پرسشنامه را تکمیل کنند. از این پیمانانه می‌توان برای استخراج دانش از خبرگانی که دسترسی حضوری به آن‌ها مقدور نیست، استفاده کرد.

۵. ثبت اطلاعات خبرگان: این پیمانانه امکان مدیریت فهرست خبرگان در دسترس را

1. Milestone (تاریخ‌هایی که باید خروجی مشخصی از پروژه گرفته شود)

فراهم می آورد.

۶. مدیریت هستان نگارها: هستان نگارهایی که در طی فعالیت جست و جوی منابع دانشی پیدا شده اند و یا توسط فعالیت های ادغام هستان نگار، مفهوم سازی واژگان و یا مهندسی معکوس ایجاد می شوند، توسط این زیرسامانه ثبت و مدیریت می شوند. پیمانه های مختلفی که در این زیرسامانه استفاده می شوند، عبارت اند از:

- ◇ تبدیل کد هستان نگار به عناصر هستان نگاری: این پیمانه با دریافت کد هستان نگارهای موجود به زبان OWL آن ها را به عناصر هستان نگاری، تجزیه و در مخزنی ثبت می کند. مدیریت فراداده مربوط به هستان نگارها (عنوان، مسیر فایل در وب و ...) از دیگر امکانات این پیمانه است.
- ◇ برچسب گذاری عناصر هستان نگاری: این پیمانه امکاناتی فراهم می کند که کاربران بتوانند به هر یک از عناصر هستان نگارها، یک برچسب فارسی نسبت دهند. در این پیمانه نیز از الگوریتم های مشابهت یابی ساختار و معنایی برای پیدا کردن برچسب های مشابه و پیشنهاد ادغام آن ها به کاربر استفاده می شود. همچنین، این پیمانه بر اساس اطلاعاتی که از پیش موجود است، به کاربر برچسب هایی برای عناصر هستان نگاری پیشنهاد می دهد.
- ◇ تحلیل فراوانی و میزان پوشش هستان نگارها: این پیمانه با استفاده از لایه معنایی جدید حاصل از برچسب گذاری فارسی عناصر هستان نگارها، آن ها را از نظر میزان همپوشانی مفاهیم و خصوصیات با یکدیگر مقایسه می کند. بر اساس نتایج حاصل از این بررسی، تیم توسعه دهنده هستان نگارهایی را برای ادغام، انتخاب خواهد کرد تا از عناصر آن ها در هستان نگار نهایی استفاده شود.
- ◇ پالایش (ادغام و حذف) عناصر هستان نگاری: این پیمانه امکان تعریف پروژة ادغام هستان نگارها را فراهم می آورد. در یک پروژة ادغام، چند هستان نگار منتخب با استفاده از الگوریتم ادغام نیمه خود کار «پرامپت»<sup>۱</sup> (Noy and Musen 2003) با هم ادغام می شوند. همچنین، این پیمانه امکان ادغام عناصر موجود

1. PROMPT

در یک هستان‌نگار را هم فراهم می‌سازد. پیشنهادات ادغام ارائه‌شده توسط این پیمان‌ه بر اساس مشابهت‌های ساختاری و معنایی نام اصلی عناصر (به زبان انگلیسی) و برجسب‌های معنایی ثبت‌شده (به زبان فارسی) است. استفاده از دو زبان در فرایند ادغام از ویژگی‌های منحصر به فرد «انتیرانداک» است.

◇ دریافت نظرات خبرگان (ارزیابی هستان‌نگار): برای ارزیابی، پیمان‌ه دریافت نظرات خبرگان امکان منحصر به فردی را جهت تبدیل هستان‌نگار به مجموعه گزاره‌های فارسی جهت پرسش از خبرگان به صورت الکترونیکی فراهم می‌کند. برای انجام این کار باید از قواعد نام‌گذاری مشخصی در زمان برجسب‌گذاری فارسی مفاهیم هستان‌نگار پیروی کرد: کلیه مفاهیم با نام مفرد و روابط معنایی بین مفاهیم (خصوصیات شیء) به شکل مصدر فعل برجسب‌گذاری شوند. پس از پایان عملیات مفهوم‌سازی، مدیر پروژه خبرگانی را برای ارزیابی به هستان‌نگار منتسب می‌کند. این خبرگان می‌توانند از طریق آدرسی که در اختیار آن‌ها قرار گرفته با ثبت یک کد رمز وارد سامانه شده و به ترتیب، برای تمام مفاهیم، خصوصیات و روابط مدل‌سازی شده اظهار نظر کنند. اظهار نظر آن‌ها به شکل پذیرش، رد یا نداشتن نظر روی گزاره‌هایی خواهد بود که به زبان فارسی به آن‌ها نشان داده می‌شود. همچنین، خبرگان می‌توانند نظرات خود را در خصوص هر یک از عناصر هستان‌نگاری به صورت متنی در سامانه ثبت کنند. مدیر پروژه با مشاهده تجمیع نظرات، آن‌ها را برای اعمال در هستان‌نگار به افراد ذی‌ربط منتسب خواهد کرد.

7. مدیریت منابع دانشی غیرساخت‌یافته: این زیرسامانه برای کمک به توسعه‌دهندگان برای ثبت منابع غیرساخت‌یافته و انجام عملیات مختلف استخراج واژگان و مدل‌سازی آن‌هاست. پیمان‌ه‌های نرم‌افزاری این زیرسامانه عبارت‌اند از:

◇ ثبت مستندات و تجزیه محتوا به صفحات: با استفاده از این پیمان‌ه می‌توان فایل و اطلاعات تکمیلی منابع غیرساخت‌یافته و محتوای آن‌ها را به صورت صفحه‌بندی‌شده ذخیره‌سازی و پایش کرد. همچنین، این پیمان‌ه با فراهم آوردن گزارش آماری از میزان واژگان استخراج‌شده از هر صفحه، امکان نظارت و کنترل بر فرایند استخراج واژگان را فراهم می‌آورد.

- ◇ استخراج نیمه خود کار واژگان از متن: این پیمانانه امکان شناسایی واژگان مهم هر صفحه را با استفاده از روش‌های زبان‌شناختی فراهم می‌آورد. فهرست واژگان پیشنهادی به کاربر نمایش داده می‌شود تا از بین آن‌ها موارد صحیح و مرتبط را انتخاب و به مخزن اضافه کند. در زمان استخراج واژگان، توسعه‌دهندگان باید شماره صفحه و پاراگرافی را که واژه در آن مورد ارجاع قرار گرفته است، ثبت کنند. با این کار در مرحله مفهوم‌سازی، امکان بررسی واژگان هم‌رخداد با تحلیل هم‌رخدادی امکان‌پذیر خواهد شد.
- ◇ شناسایی واژگان مشابه ساختاری و معنایی و ادغام آن‌ها: این پیمانانه با کمک روش مشابهت‌یابی ساختاری (فاصله لونشتین)<sup>۱</sup> و معنایی (استفاده از شبکه واژگان فارسی)، به کاربران کمک می‌کند که واژگان مستخرج از متون مشابه را با هم ادغام کنند. هرگونه ادغام یا حذف واژگان در سوابق ثبت می‌شود.
- ◇ مفهوم‌سازی واژگان: با استفاده از این پیمانانه، توسعه‌دهندگان واژگانی را که از متون استخراج شده، به صورت یک فهرست مرتبط بر اساس میزان اهمیت (با استفاده از روش وزن‌دهی فراوانی واژه و وزن‌دهی فراوانی واژه - معکوس فراوانی سند<sup>۲</sup>) مشاهده کرده و با انتخاب هر واژه می‌توانند آن را به یکی از عناصر هستان‌نگاری مدل‌سازی کنند. این پیمانانه برای مفهوم‌سازی، امکانات گوناگونی را فراهم می‌آورد. از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
  - تحلیل معنایی واژه با استفاده از شبکه واژگان فارسی «فردوس‌نت» و نمایش واژگان هم‌رده، عام‌تر و خاص‌تر (برای تشخیص و ساخت سلسله‌مراتب مفاهیم)
  - تحلیل ساختار نحوی (نمایش واژگان مشابه از نظر فاصله «لونشتین»، واژگان مشابه با پسوند یا پیشوند و همچنین، واژگان حاوی این واژه) برای تشخیص ارتباطات معنایی (خصوصیات شیء در هستان‌نگار)
  - نمایش عناصر مشابه موجود در مخزن هستان‌نگار (حاصل از انجام

1. Levenshtein distance

2. TF/IDF (Term Frequency/ Inverse Document Frequency)



پروژه‌های ادغام) بر اساس برچسب‌گذاری فارسی انجام شده (توسعه‌دهنده از این طریق می‌تواند با دیدگاه سایر مدل‌سازان نسبت به آن واژه در هستان‌نگارهای موجود آشنا شده و انتخاب بهتری برای مفهوم‌سازی انجام دهد)

□ مشاهده‌ی واژگان هم‌رخداد و فراوانی هم‌رخدادی (بر این اساس می‌توان روابط معنایی بین مفاهیم را مدل‌سازی کرد).

۸. مدیریت فراداده‌ی پایگاه داده و مهندسی معکوس: این زیرسامانه برای استخراج عناصر هستان‌نگاری از پایگاه داده به تیم توسعه کمک می‌کند و شامل پیمانه‌های نرم‌افزاری زیر است:

◇ انتقال طرحواره‌ی پایگاه داده به مخزن فراداده: این پیمانه با اتصال به موتور پایگاه داده، طرحواره‌ی آن را دریافت و به مخزن فراداده «انتیرانداک» اضافه می‌کند. چنانچه عناصر طرحواره (جداول و فیلدها) دارای شرح و توضیح باشند، به صورت پیش‌فرض به عنوان برچسب آن عنصر در فراداده ثبت می‌شوند.

◇ پیمانه‌ی تکمیل دستی مستندات/ شناسایی اتصالات: روش پیشنهادی «انتیرانداک» برای مهندسی معکوس پایگاه داده بر پایه‌ی ایجاد یک فراداده مناسب پایگاه داده عمل می‌کند. فراداده‌ی مناسب است که اجزای پایگاه داده (شامل جداول، فیلدها، شرح مقادیر برای فیلدهای شمارشی و اتصالات جداول خارج از طرحواره‌ی پایگاه داده) به صورت دستی یا نیمه خودکار مستند شده باشند.

◇ مهندسی معکوس: این پیمانه بر اساس قوانین نگاشت عناصر پایگاه داده رابطه‌ای به عناصر هستان‌نگاری، یک هستان‌نگار از روی فراداده ایجاد کرده و عناصر آن را به مخزن عناصر هستان‌نگاری اضافه می‌کند. الگوریتم مورد استفاده اقتباسی از الگوریتم (Zarembo 2015) است.

### پیاده‌سازی و ارزیابی عملی:

از «انتیرانداک» برای اجرای دو پروژه ساخت هستان‌نگار بومی (هستان‌نگار مرجع مؤسسات آموزشی و پژوهشی زیرمجموعه «وزارت علوم، تحقیقات و فناوری»، به سفارش

«دفتر فناوری اطلاعات وزارت عتف»، و هستان‌نگار پژوهش و فناوری استان «خراسان رضوی» به سفارش «منطقه ویژه علم و فناوری رضوی»، استفاده شده و بر اساس تجربیات حاصل بهبود یافته است. در ادامه، شرح مختصری از ایجاد هستان‌نگار پژوهش و فناوری استان «خراسان رضوی» به‌عنوان کاربرد عملی این روش آمده است. در شروع کار، تیم توسعه توسط مدیریت پروژه انتخاب گردید و ثبت و دسترسی‌های آن‌ها در پیمانۀ مدیریت پروژه تنظیم شد.

مدیر پروژه در طول فرایند توسعه، با استفاده از پیمانۀ مدیریت پروژه، عملیات مختلف مدیریتی از جمله تخصیص کار به اعضا، مدیریت مستندات، نظارت بر انجام کارها و اقدامات و اخذ گزارشات مختلف زمانی و مالی را انجام می‌داد. بخش مکاتبات الکترونیکی و مدیریت جلسات نیز به‌عنوان ابزار حمایتی از روند کلی انجام کار توسط اعضا مورد استفاده قرار می‌گرفتند.

پس از انجام فعالیت‌های شناسایی منابع دانش، هستان‌نگارهای یافت‌شده (۱۰ مورد) در بخش مدیریت هستان‌نگارها (شکل ۳) و مستندات مرتبط (۲۸ مورد) نیز در بخش مدیریت منابع استخراج واژگان وارد شدند.

ردیف	نام	آدرس	نوع	تاریخ	وضعیت	تاریخ ایجاد	تاریخ به‌روزرسانی
1	فهرست نگار نگارها	http://mms.com/foaf/spec/index.rdf	FOAF	1	موجود	06/06/1395	06/06/1395
2	فهرست نگار استنادات	http://swat.cse.lehigh.edu/onts/um-bench.owl	LUMB	2	موجود	31/05/1395	31/05/1395
3	فهرست نگار استنادات	http://swc.ontaware.org/ontology	SWRC	3	موجود	07/06/1395	07/06/1395
4	فهرست نگار استنادات	http://swat.cse.lehigh.edu/naasources/foaf/foaf.owl	DBLP	4	موجود	23/05/1395	23/05/1395
5	فهرست نگار استنادات	http://v4ever.github.com/qjro.owl	fo	5	موجود	12/06/1395	12/06/1395
6	فهرست نگار استنادات	http://w4e2.cs.unibo.it/apps/LODE/source?url=http://purl.org/ce/foaf	FRAPD	6	موجود	13/06/1395	13/06/1395
7	فهرست نگار استنادات	http://w4e2.cs.unibo.it/apps/LODE/source?url=http://purl.org/foaf/score	score	7	موجود	13/06/1395	13/06/1395
8	فهرست نگار استنادات	http://vivoweb.org/files/ivo-ef-public-1.6.owl	VIVO	8	موجود	07/06/1395	07/06/1395

شکل ۳. مدیریت هستان‌نگارهای موجود

عناصر هستان‌نگارهای یافت‌شده (کلاس‌ها و خصوصیات)، با استفاده از امکانات شرح داده‌شده در ۷-۲ برچسب‌گذاری فارسی و ادغام شدند (شکل ۴). بر اساس عناوین عناصر و برچسب‌های آن‌ها از نظر میزان همپوشانی مفاهیم و روابط تحلیل آماری انجام شده و در نهایت، ۵ هستان‌نگار برای ادغام، انتخاب و با کمک ابزار ادغام شدند که حاصل آن هستان‌نگاری با ۱۰۲ کلاس و ۲۷۹ خصوصیت داده و شیء بود.

LUMB  
Lehigh University Benchmark

بازار ادغام کلاس‌ها و خصوصیات هستان‌نگار

عنوان کلاس:

برچسب:

کلاس یا اثر:

انتخاب

دسترسی | حذف | بررسی

ردیف	نوع	عنوان کلاس	برچسب فارسی	یو آر ال	کلاس/خصوصیت	خصوصیات مرتبط
1	College	کالج	کلاس	[ورایش]	Organization	
2	Lecturer	استاد	استاد	[ورایش]	Faculty	
3	Professor	استاد تمام (Full Professor) استاد هیئت (Visiting Professor) استادیار (Assistant Professor) تأسیس (Chair) رئیس دانشکده (Dean)	استاد	[ورایش]	Faculty	OBJECT: advisor (همکار / مشاور) OBJECT: tenure (تأمین‌نامه داشتن)
4	PubProfessor	استاد تمام	استاد تمام	[ورایش]	Professor	
5	Visiting Professor	استاد هیئت	استاد هیئت	[ورایش]	Professor	
6	Assistant Professor	استادیار	استادیار	[ورایش]	Professor	
7	Department	بخش	بخش	[ورایش]	Organization	
8	Program	نظام	نظام	[ورایش]	Organization	
9	Research	تحقیق	تحقیق	[ورایش]	Work	OBJECT: publication (نگارش پژوهشی) OBJECT: researchProject (انجام پروژه)
10	PostDoc	پسا دکورا	پسا دکورا	[ورایش]	Faculty	
11	Student	دانشجو	دانشجو	[ورایش]		دانشجوی کارشناسی (Undergraduate Student)

شکل ۴. برچسب‌گذاری عناصر هستان‌نگار

به‌صورت موازی، کار استخراج واژگان از منابع غیرساخت یافته توسط اعضای تیم صورت گرفت و در نتیجه، ۶۶۲ واژه به‌دست آمد. این ابزار در فرایند استخراج واژگان، حمایت‌هایی چون پیشنهاد واژه‌های مشابه ساختاری و معنایی، امکان ادغام واژگان مشابه در حین کار و نمایش عنصر مدل‌سازی‌شده در هستان‌نگار برای اعضای تیم فراهم می‌کرد. پس از استخراج واژگان، عملیات نگاشت هر واژه به عنصر هستان‌نگاری معادل، با کمک ابزاری که تحلیل‌های مختلف مشابهت‌یابی ساختاری و معنایی، استفاده از عناصر هستان‌نگاری موجود و همچنین، تحلیل هم‌رخدادی انجام می‌داد، صورت گرفت (شکل ۵).

ردیف	TF-IDF	TF	عناصر هستان نگار	تعداد واژگان
1	503.62	1.40	CLASS : Country	کشور
2	494.19	1.53	CLASS : Science	علم
3	491.35	1.55	DATA_RANGE : ActivityType - تحقیق و توسعه	تحقیق و توسعه
4	450.34	1.78	CLASS : Innovation	نوآوری
5	447.51	1.79	CLASS : University	دانشگاه
6	423.7	1.90	CLASS : Research	پژوهش
7	407.88	1.98	CLASS : FacultyMember	فهرات علمی
8	373.68	2.16	CLASS : Invention	اختراع
9	332.76	2.36	DATA_PROPERTY : Year	سال گزارش
10	308.76	2.49	CLASS : Activity	فعالیت
11	304.92	2.52	CLASS : Person	فرد
12	298.35	2.55	CLASS : Paper	نقشه
13	285.58	2.62	CLASS : ProductionReport	نقشه
14	279.3	2.66	DATA_RANGE : JobType - پژوهشگر	پژوهشگر
15	276.04	2.68	CLASS : technology	فناوری
16	260.38	2.77	DATA_RANGE : OrgActivitySection - دولت	دولت
17	256.68	2.79	CLASS : ScientificProduct	نقشه تحقیق
18	249.04	2.83	CLASS : Organization	سازمان
19	249.04	2.83	DATA_RANGE : UniversityType - آزاد	دانشگاه آزاد اسلامی
20	243.95	2.87	CLASS : EducationalCertificate	امروز تحصیلی
21	236.52	2.92	CLASS : Organization	سازمان
22	236.52	2.92	DATA_RANGE : OrgActivitySection - آموزش عالی	آموزش عالی
23	228.69	2.97	CLASS : Profession	حرفه
24	226.48	2.98	DATA_PROPERTY : goal	هدف
25	224.25	2.99	DATA_RANGE : MinistryTitle - علوم تحقیقات و فناوری	وزارت علوم تحقیقات و فناوری
26	220.46	3.02	CLASS : Country	ایران
27	220.46	3.02	CLASS : Student	دانشجو
28	210.12	3.09	DATA_PROPERTY : CitadCount	آباد
29	204.1	3.14	CLASS : Organization	سازمان
30	195.2	3.20	DATA_PROPERTY : RecruitmentYear	سال استخدام
31	193.22	3.20	DATA_PROPERTY : OrganizationType	دانشگاه دولتی
32	188.53	3.25	OBJECT_PROPERTY : Published	چاپ گردید
33	188.53	3.25	DATA_PROPERTY : OrganizationType	دانشگاه غیر دولتی
34	184.24	3.29	DATA_RANGE : JobType - پژوهشگر	پژوهشگر
35	174.72	3.36	OBJECT_PROPERTY : CollaboratorWith	همکار
36	174.72	3.36	DATA_RANGE : WorkTimeType - تمام وقت	تمام وقت

شکل ۵. ایجاد یا نگاشت عنصر هستان نگاری معادل هر واژه

پس از تکمیل عملیات ایجاد هستان نگار، خبرگانی برای ارزیابی تعیین شدند. این خبرگان جهت انجام عملیات ارزیابی حساب کاربری دریافت کردند و با ورود به سامانه ارزیابی الکترونیکی، نظرات خود را در خصوص هر یک از عناصر هستان نگار ثبت کردند. صفحه ارزیابی هر عنصر هستان نگار شامل توضیح کاملی از هر مفهوم، خصوصیات و روابط آن با سایر مفاهیم و همچنین، خصوصیات و روابط غیر مستقیم (به واسطه روابط سلسله مراتبی) است. بر اساس نظرات دریافتی از خبرگان، تیم توسعه اصلاحات مورد نیاز را در مفاهیم و روابط انجام داد. عمل ارزیابی مجدداً تکرار شد و اصلاحات نهایی صورت گرفت. هستان نگار حاصل، ۱۱۱ کلاس و ۲۱۹ خصوصیت دارد و در ایجاد انباره داده منطقه ویژه علم و فناوری «خراسان رضوی» مورد استفاده قرار گرفته است.

به دلیل پیدا نشدن پایگاه داده عملیاتی مناسب در این حوزه، از بخش مهندسی معکوس در پروژه ساخت هستان نگار منطقه ویژه علم و فناوری «خراسان رضوی» استفاده نشده است. در پروژه ساخت هستان نگار مرجع مؤسسات آموزشی و پژوهشی زیرمجموعه وزارت «عتف»، پایگاه داده عملیاتی «سدف»<sup>۱</sup> به عنوان منبع دانشی ساخت یافته مورد استفاده قرار گرفته است و این بخش از روش و ابزار «انتیرانداک» آزمون شده است. هستان نگار مرجع

۱. سامانه‌های دانشگاه فردوسی مشهد (سدف) که به صورت متن باز طراحی و پیاده‌سازی شده‌اند، در بیش از ۳۰ دانشگاه و مرکز آموزش عالی در سراسر کشور نصب شده و در حال بهره‌برداری است.

یادشده در مرحله ارزیابی نهایی است.

### نتیجه گیری

روش «انتیرانداک»، فرایند توسعه ساخت هستان‌نگار را به صورت مجموعه‌ای از فعالیت‌هایی که باید انجام شود، به همراه شرح جزئیات انجام کار و همچنین، ابزاری یکپارچه برای حمایت از اجرای فعالیت‌ها ارائه کرده است. ارتباط بین فعالیت‌های شناسایی شده در چارچوب مقایسه پیشنهادی (جدول ۱) و فعالیت‌های شناسایی شده «انتیرانداک» به صورت خلاصه به شرح زیر است:

- ◇ فعالیت‌های مدیریتی: فعالیت مدیریت پروژه؛
- ◇ فعالیت‌های پیش از توسعه: شناسایی منابع دانش؛
- ◇ فعالیت‌های توسعه: فعالیت‌های توصیف نیازمندی‌ها، استخراج دانش خبرگان، استخراج واژگان، مهندسی معکوس، ادغام هستان‌نگارها، مفهوم‌سازی؛
- ◇ فعالیت‌های پس از توسعه: ارتقا و نگهداری؛
- ◇ فعالیت‌های پشتیبانی: شناسایی خبرگان، شناسایی هستان‌نگارهای مرتبط، شناسایی پایگاه داده‌های مرتبط، شناسایی مستندات غیرساخت یافته، ارزیابی خبرگان، مدیریت پروژه، ادغام هستان‌نگارها.

در خصوص معیار حمایت از زبان دیگر، «انتیرانداک» با برچسب گذاری فارسی عناصر هستان‌نگار، امکان تحلیل‌های معنایی و ساختاری برای ادغام عناصر هستان‌نگاری را فراهم می‌کند. همچنین، در استخراج واژگان، ابزاری برای پالایش و ایجاد سازگاری در فهرست واژگان بر اساس مشابهت‌یابی ساختاری و معنایی فارسی دارد. مزیت قابل توجه دیگر «انتیرانداک»، تولید فرم‌های ارزیابی از خبرگان بر اساس گزاره‌های فارسی مبتنی بر برچسب‌های فارسی عناصر است.

در نهایت، روش «انتیرانداک» بر اساس تجربیات عملی ساخت هستان‌نگار، جزئیات کافی برای انجام فعالیت‌ها و چگونگی عملکرد پیمانه‌های نرم‌افزاری را دارد و ابزار جامعی نیز برای انجام فرایند ساخت ارائه می‌کند.

«انتیرانداک» به عنوان یک روش جدید توسعه هستان‌نگار با بهره‌گیری از ایده‌های روش‌های موجود و افزودن ویژگی‌های جدید (مانند پشتیبانی از زبان فارسی، پیمان‌های

بودن معماری، توجه به توسعه مشارکتی و یکپارچگی داده‌ها)، طراحی شده و بر اساس تجربیات حاصل از اجرای دو پروژه ساخت هستان نگار بومی توسعه یافته و در عمل کارایی خود را نشان داده است. پیمان‌های نرم‌افزاری «انتیرانداک» با استفاده از زبان php و پایگاه داده MySQL به صورت تحت وب پیاده‌سازی شده است. این سامانه به صورت متن باز است و طراحی پیمان‌های آن این قابلیت را فراهم آورده است که سایر پژوهشگران و علاقه‌مندان، بخش‌های مورد نظر خود را در آن اضافه کرده و الگوریتم‌ها و ویژگی‌های آن را شخصی‌سازی کنند.

### فهرست منابع

- Blázquez, J., M. Fernández, J. M. García-Pinar, and A. Gómez-Pérez. 1998. Building ontologies at the knowledge level using the ontology design environment. *Proceedings of the 11th Banff Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems*. Banff, Alberta, Canada (pp. 4.1-4.15)
- Brost, W. N. 1997. *Construction of engineering ontologies*. University of Twente, Center for Telematica and Information Technology: Enschede
- Corcho, O., M. Fernández-López, A. Gómez-Pérez and A. López-Cima. 2005. *Building legal ontologies with METHONTOLOGY and WebODE: 142-157*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- De Nicola, A., M. Missikoff and R. Navigli. 2009. A software engineering approach to ontology building. *Information systems* 34 (2): 258-275.
- Fernández, M, A Gómez-Pérez and N. Juristo. 1997. *METHONTOLOGY: From Ontological Art towards Ontological Engineering*. AAAI Spring Symp. Series. Menlo Park, Calif: AAAI Press: 33-40.
- Fernández-López, M. And A. Gómez-Pérez. 2002. Overview and analysis of methodologies for building ontologies. *The Knowledge Engineering Review* 17 (02): 129-156.
- Gaïlly, F. and G. Poels. 2010. Conceptual modeling using domain ontologies: Improving the domain-specific quality of conceptual schemas. *Presented at the 10th Workshop on Domain-Specific Modeling*. DSM '10. New York, USA: ACM.
- Gómez-Pérez, A., M. Fernández-López and O. Corcho. 2004. Methodologies and methods for building ontologies. *Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web: 107-197*. Berlin, Heidelberg: Springer
- Gruber, T. R. 1993. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge acquisition* 5.199-220 :(2)
- 1995 .\_\_\_\_\_. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. *International journal of human-computer studies* 43 (5): 907-928.
- Grüninger, M. And M. S. Fox. 1995. Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies. *Presented at the Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, IJCAI-95*. Montreal.
- Guarino, N., D. Oberle and S. Staab. 2009. What is an Ontology? In *Handbook on ontologies*. Springer: Berlin Heidelberg. 1-17.
- Lenat, D. B., R. V. Guha, K. Pittman, D. Pratt and M. Shepherd. 1990. Cyc: toward programs with common sense. *Communications of the ACM* 33 (8): 30-49.
- Noy, N. F and D. L. McGuinness. 2001. *Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*. Palo Alto: Stanford Medical Informatics.

- Noy, N. F and M. A. Musen. 2003. The PROMPT suite: interactive tools for ontology merging and mapping. *International Journal of Human-Computer Studies* 59 (6): 983-1024.
- Noy, N. F., R. W. Ferguson and M. A. Musen. 2000. The knowledge model of Protege-2000: Combining interoperability and flexibility. In *International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management*. Berlin Heidelberg: Springer. (pp 17-32).
- Paolucci, M., T. Kawamura, T. R. Payne and K. Sycara. 2002. Semantic matching of web services capabilities. In *The Semantic Web—ISWC 2002*. Berlin Heidelberg: Springer. (pp 333-347).
- Pinto, H. S., C. Tempich and S. Staab. 2009. Ontology engineering and evolution in a distributed world using DILIGENT. *Handbook on ontologies*: 153-176. Berlin Heidelberg: Springer.
- Studer, R., V. R. Benjamins and D. Fensel. 1998. Knowledge engineering: principles and methods. *Data & knowledge engineering* 25 (1): 161-197.
- Suarez-Figueroa, M. C. 2010. NeOn methodology for building ontology networks: Specification, scheduling and reuse (Doctoral dissertation). Madrid: Univ. Politécnic.
- Sure, Y. and R. Studer. 2002. On-To-Knowledge methodology. Technical Report. Karlsruhe, Germany: Institute AIFB, University of Karlsruhe.
- Sure, Y., M. Erdmann, J. Angele, S. Staab, R. Studer and D. Wenke. 2002. OntoEdit: Collaborative ontology development for the semantic web. In *International Semantic Web Conference*. Berlin Heidelberg: Springer. (pp 221-235).
- Uschold, M. and M. Gruninger. 1996. Ontologies: Principles, methods and applications. *The knowledge Engineering Review* 11 (02): 93-136.
- Uschold, M. and M. King. 1995. towards a methodology for building ontologies. *Workshop Held in Conjunction with IJCAI on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*, Montreal.
- Zaremba, I. 2015. Automatic Transformation of Relational Database Schema into OWL Ontologies. In *Environment. Technology. Resources. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (Vol. 3) (pp 217-222), Rezekne, Latvia.

#### امید میلانی فرد

متولد سال ۱۳۵۶، دارای مدرک کارشناسی مهندسی نرم‌افزار، کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی و در حال گذراندن دوره دکتری مدیریت فناوری اطلاعات است. وی در حال حاضر کارشناس ارشد فناوری اطلاعات «دانشگاه فردوسی مشهد» است. سامانه اطلاعات مدیریت، انبار داده، مدل‌سازی و مهندسی داده علاقه‌مندی‌های پژوهشی وی است.



#### محسن کاهانی

متولد سال ۱۳۴۶، دارای مدرک دکتری مهندسی کامپیوتر از «دانشگاه ولونگونگ استرالیا» است. وی در حال حاضر استاد تمام گروه مهندسی کامپیوتر «دانشگاه فردوسی مشهد» و مدیر آزمایشگاه‌های تخصصی «آپا» و فناوری وب است. وب معنایی و فرایند کاوی از علاقه‌مندی‌های پژوهشی وی است.

