مدل‌سازی مفهومی در بازنمون رسمی دانش:

شناختی از هستی‌شناسی در هوش مصنوعی و نظام‌های اطلاعاتی

مهدی صفری

چکیده

گسترش اطلاعات دیجیتالی مسائلی را در ارتباط با سازگاری نظام‌های سنتی بازنمون دانش به‌وجود آورده است. محیط نوین اطلاعاتی به‌منظور بازنمون هوشمند دانش به نظامی انعطاف‌پذیرتر نیاز دارد. هستی‌شناسی به‌عنوان حوزه‌ای مهم و در حال رشد در هوش مصنوعی، عمدتاً به سبب توانایی‌هایی منحصر به فردش در تعریف واضح معانی و روابط و نیز بیان آنها به زبانی ماشین فهم، به‌عنوان راه‌حل این مسائل مورد توجه قرار گرفته است. هستی‌شناسی نقش مهمی را در دسترسی دانش محور و میانکنش‌پذیری نحوی و معنایی، ایفا می‌کند و همچنین به‌عنوان ستون فقرات نسل آتی وب ـ وب معنایی ـ عمل می‌نماید. ابزارهای سنتی بازنمون دانش نظیر طرح‌های رده‌بندی و اصطلاحنامه‌ها از آن جهت که مفاهیم و روابط را به شیوه‌ای نظام‌مند تعریف می‌کنند، شبیه هستی‌شناسی‌ها به‌نظر می‌آیند اما سطح گویایی آنها از حیث ماشین‌خوان بودن قابل مقایسه با هستی‌شناسی نیست.

این مقاله مقدمه‌ای است بر هستی‌شناسی. پس از پرداختن به هستی‌شناسی در حوزهٔ فلسفه، مفاهیم و تعاریف آن را در حوزه هوش مصنوعی مورد بررسی قرار می‌دهد. مسائل مربوط به یکپارچه‌سازی، قابلیت استفاده مجدد، و تکامل هستی‌شناسی‌ها که از مهم‌ترین موضوعات هستی‌شناسی هستند مورد توجه قرار می‌گیرند. و در نهایت، شباهت‌ها و تفاوت‌های هستی‌شناسی در دو حوزه فلسفه و هوش مصنوعی در کنار ارزش افزوده آن در مقام مقایسه با طرح‌های رده‌بندی و اصطلاحنامه‌ها از دیگر مباحث بررسی شده هستند.

کلیدواژه‌ها: هستی‌شناسی. بازنمون دانش. مفهوم‌سازی. مدل‌سازی مفهومی. هوش مصنوعی. نظام‌های اطلاعاتی.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مدل‌سازی مفهومی در بازنمون رسمی دانش:

شناختی از هستی‌شناسی در هوش مصنوعی و نظام‌های اطلاعاتی

مهدی صفری[1]

مقدمه

انسان برای معنادادن به جهان و درک صحیح و جامع از موجودات و در کل هست‌های آن، و نیز توان دستکاری حقایق و شناخته‌ها برای کشف مجهولات، تمایل دارد که نوعی ساختار را به هست‌ها تحمیل کند. به‌طور مثال، چیزهای مشابه را طبق خصیصه‌های مشترک یا مشابه در مقوله‌هایی جای دهد و هر مقوله را با واژه‌ای خاص (مفهوم) وصف کند. مسلم است که این مفهوم‌ها دارای معنای مطلق نیستند و تعریف و شناخت آنها وابسته به شناخت مفاهیم دیگر است. مثلاً در تعریف حیوانی خاص ممکن است گفته شود "حیوانی گیاهخوار از رستهٔ پستانداران که در مناطق استوایی زندگی می‌کند ..." هریک از مفاهیم مورد استفاده در این توصیف مانند حیوان، گیاهخوار، پستاندار، مناطق استوایی، و نیز مفاهیم تداعی‌شوندهٔ دیگری چون موجود زنده، خوردن، تخمگذاری، و مانند آن، همگی در رابطه با مفاهیم دیگر معنا پیدا می‌کنند و آن مفاهیم دیگر نیز به دیگر مفاهیم پیوند می‌خورند. بنابراین، کل هستی متشکل از موجودیت‌هایی است که به نحوی در ارتباط مفهومی با یکدیگرند. این ارتباط‌ها، شبکه‌ای در هم تنیده از مفاهیم را تشکیل می‌دهد که کل آن تصویری از هستی را متبادر می‌سازد.

۱. کارشناس ارشد کتابداری و اطلاع‌رسانی بنیاد دائرةالمعارف اسلامی
Email: mehsafar@Yahoo.com

شناخت بر پایهٔ یکپارچه‌سازی حقایق دربارهٔ اشیاء و نیز بافت و بستری که اشیاء و فرایندها در آن حضور دارند شکل می‌گیرد. دانش در مورد چیزی خاص همیشه بر حسب رابطه‌ها و معانی عمیق به علاوهٔ واقع‌شدگی در زمان و مکان بیان می‌گردد (کواسنیک[1]، ۱۹۹۹). هرچه انسان مفاهیم جدیدی از هستی را از طرق مختلفی مانند مشاهده، تجربه، و مانند آن دریافت کند بالطبع مفاهیم جدید در ارتباط با مفاهیم پیشداشته قرار گرفته و این شبکهٔ مفهومی گسترش می‌یابد. بنابراین، مطالعهٔ حوزه دانشی خاص به میزان زیادی به معنای دریافت مفاهیم مربوط به آن حوزه و نیز ارتباط آن مفاهیم با یکدیگر و نیز با پیشداشته‌ها وابسته است. مطالعهٔ فیزیک را می‌توان بُرش یا گزینشی از شناخت مفاهیم کل هستی دانست. مثلاً فرد مفهوم گرما را به میزان زیادی از طریق شناخت مفاهیمی چون انرژی، رسانه، پرتوافشانی، حرکت مولکولی، و برقراری ارتباط میان آنها می‌شناسد.

حال سؤال این است که دانش چگونه به شکل بازنمونی قوی پدیدار می‌گردد. همان‌طور که اشاره شد، انسان برای درک منسجم و نظام‌یافتهٔ جهان هستی ــ به‌صورت کلی نه فرد فرد اشیاء موجود در آن ــ به نوعی ساختاردهی و مقوله‌بندی وجود می‌پردازد. مقوله‌بندی یا به تعبیری خاص‌تر، رده‌بندی[2]هایی که در طول تاریخ در باب شناخته‌های انسان ابداع شده‌اند ــ که گسترهٔ وسیعی از فلسفه تا علوم طبیعی را نیز دربر می‌گیرد ــ همگی تلاش‌هایی برای ساختاردهی و بازنمون دانش بوده‌اند. از معمول‌ترین مقوله‌بندی‌ها می‌توان مقولات ارسطو[3] را نام برد. دیدگاهی که ما امروزه در مورد سلسله‌مراتب در رده‌بندی و بازنمون دانش داریم نگرشی است که از ارسطو به ارث برده‌ایم. ارسطو معتقد بود که کل طبیعت متشکل از یک کل واحد است. این کل می‌تواند به رده‌های فرعی "طبیعی" و هر رده نیز به رده‌های فرعی‌تر تقسیم شود، که این فرایند از مجموعه قواعد منظم و نظام‌یافته در پیوند و گسست[4] تبعیت می‌کند (کواسنیک، ۱۹۹۹).

رده‌بندی، درواقع، خوشه‌بندی معنادار تجربه است. زمانی که مفاهیم شکل گیرند و روابط میان مفاهیم فهمیده شود، رده‌بندی می‌تواند به‌عنوان بازنمونی غنی از شناخته‌ها به‌کار رود (کواسنیک، ۱۹۹۹). از آنجا که بخشی از شناخت یا دانش در باب هر چیز بر پایهٔ رابطه‌ها و معانی عمیق شکل می‌گیرد، یکی از کارکردهای رده‌بندی‌ها و نظام‌های بازنمون دانش، هر چند ابتدایی و اولیه، برقراری ارتباط میان شناخته‌ها بوده است.

1. Kwasnick
2. Classification
۳. این مقولات عبارتند از: جوهر، کمیت، کیفیت، اضافه، فعل، انفعال، مکان، زمان، وضع، و جد.
4. Association and distinction

علوم، علاوه بر رده‌بندی، به‌ویژه بر نظریه‌ها و مدل‌ها تکیه دارند؛ چون وجه نمادین تجربه (واقعیت) هستند در مقابل دریافت و درک حقیقت خشن[1]. نظریه، به شرح حقیقتی خاص از طریق منتزع کردن رابطهٔ آن حقیقت با دیگر حقایق می‌پردازد. همچنان که کواسنیک (۱۹۹۹) از کپلن[2] نقل می‌کند: "نظریه، جمع‌آوری قوانین جدید نیست بلکه بستگی و پیوند میان آنهاست. مانند پلی که از تیرآهن ساخته شده است؛ تنها به این صورت که تیرآهن‌ها به روشی خاص به یکدیگر متصل شده‌اند". هر رده‌بندی خوب، عملکردی شبیه نظریه خواهد داشت که همانا پیوند مفاهیم در ساختاری مفید است. رده‌بندی اگر موفقیت‌آمیز باشد، همانند یک نظریه، توصیفی، توضیحگر، اکتشافی[3]، صرفه‌جو، و قوی خواهد بود. نگرش‌های مختلفی برای رده‌بندی و ساخت "تیرآهن"های طرح‌های رده‌بندی وجود دارد. هر نوع نگرش، دارای اهداف، نقاط قوت، و نقاط ضعف خاصی است. سلسله‌مراتب[4]، درخت‌واره‌ها[5]، پارادایم‌ها، تجزیه و تحلیل‌های چهریزه‌ای[6] از جمله این نگرش‌ها هستند. اما همهٔ این نگرش‌ها در یک چیز مشترکند: بازنمون دانش از طریق فراهم آوردن مفاهیم حوزه‌های معرفت و روابط میان آنها.

نظام‌های سنتی بازنمون دانش، در محیط جدید اطلاعاتی با مسائل زیادی روبه‌رو هستند. در این محیط، که تمایل به ماشینی‌کردن اطلاعات به حداکثر خود رسیده است، مدل‌سازی منطقی مفاهیم، کشف و تعیین روابط، استنتاج ماشینی روابط معناشناختی، و درنتیجه، ماشین‌خوان و ماشین‌فهم‌بودن اطلاعات و قابلیت استفادهٔ مجدد و تسهیم دانش از مسائل عمده در بازنمون دانش به‌شمار می‌آیند. این امر، تلاش برای یافتن راه‌های مؤثرتر و کارآمدتر را برای بازنمون دانش برانگیخته است. سیر تحول و تطور نظام‌ها و روش‌های بازنمون دانش، از قبیل طرح‌های مختلف رده‌بندی، اصطلاحنامه‌ها، و دیگر واژگان‌های کنترل شده، امروزه به آن نوع ابزار، روش، یا فن‌آوری می‌اندیشد که دو حوزهٔ دانش بشری را به یکدیگر ربط دهد. تا سال‌های اخیر، رابطهٔ میان فلسفه و نظام‌های اطلاعاتی شاید رابطه‌ای دور از ذهن بود؛ اما امروزه هستی‌شناسی به‌عنوان شاخه‌ای از علم فلسفه مانند پلی میان فلسفه و نظام‌های اطلاعاتی، به‌ویژه حوزهٔ هوش مصنوعی، عمل می‌کند. اما، نقشی که هستی‌شناسی در فلسفه ایفا می‌کند با آنچه در نظام‌های اطلاعاتی و هوش مصنوعی از آن بحث می‌شود تا اندازه‌ای متفاوت است.

1. Brute Fact
2. Kaplan
3. Heuristic
4. Hierarchy
5. Trees
6. Faceted analysis

هستی‌شناسی فلسفی

واژهٔ هستی‌شناسی غالباً توسط فیلسوفان مترادف با متافیزیک به‌کار می‌رود در حالی که متافیزیک اصطلاحی است که شاگردان ارسطو برای آنچه ارسطو فلسفه اولی[1] می‌نامید به کار می‌بردند (اسمیت[2]، ۲۰۰۲). واژهٔ intologia توسط نویسندگان قرن هفتم ساخته شده است. احتمالاً رادولف گوکلِنیوس[3] اولین فردی است که در سال ۱۶۳۶ از این واژه نام برده است. اما، این اصطلاح از واژه‌سازی‌های لاتینی معمول بوده و آن‌قدر مورد استفادهٔ مکرر قرار گرفته که بحث در مورد تقدم به‌کارگیری آن بی‌معناست. برخی نویسندگان آن را به جای metaphysica مورد استفاده قرار داده و برخی دیگر نیز آن را از زیرشاخه‌های متافیزیک می‌دانند. یوهانز کلوبرگ[4] به‌جای آن، اصطلاح ontosophia را ساخته است. در زمان جین باپتیس دوهامل[5] هستی‌شناسی کاملاً از الهیات طبیعی متمایز شد. از دیگر زیرشاخه‌های متافیزیک نیز جهان‌شناسی[6] و روان‌شناسی است که هستی‌شناسی از آنها نیز جدا می‌شود. بنابراین، هستی‌شناسی به‌عنوان اصطلاحی فلسفی از قبل وجود داشته است تا زمانی که نهایتاً کریستیان وولف[7] و الکساندر گوتلیب باوم گارتن[8] به آن رسمیت بخشیدند (مک‌اینتایر[9]، ۱۹۷۲).

طبق توصیف دایرةالمعارف فلسفه روتلج، هستی‌شناسی به مطالعهٔ فلسفی وجود می‌پردازد. چنین مطالعه‌ای، ممکن است با این پرسش که "وجود به چه معناست؟" یا "چیزی که وجود دارد دارای چه کیفیاتی است؟" بر مفهوم وجود متمرکز باشد و یا ممکن است به این پرسش بپردازد که "چه چیزی وجود دارد؟" یا "چگونه‌های کلی موجود، وجود دارند" (کریج[10]، ۱۹۹۸).

گورینو[11] (۱۹۹۸) هستی‌شناسی فلسفی را این‌چنین تعریف می‌کند: "نظام خاصی از مقوله‌ها که به توصیف تصویری معین از جهان می‌پردازد". زونیگا[12] (۲۰۰۱) نیز با مورد توجه قرار دادن مقوله‌بندی در هستی‌شناسی فلسفی، هدف اصلی هستی‌شناسی فلسفی را کشف آنچه در هر حوزه‌ای از اشیاء وجود دارد به‌منظور ارائهٔ تعریفی از هر مقوله‌ای از اشیاء بر پایهٔ روابط موجود میان آن اشیاء می‌داند. وی در روشن‌کردن مفهوم هستی‌شناسی فلسفی به سه نکته اشاره می‌کند: ۱) هدف هستی‌شناسی فلسفی توصیف است و تعهد آن به حقیقت؛ ۲) هستی‌شناسی فلسفی مطالعهٔ ماهیت و وجود اشیاء در جهان است و این مطالعه نباید کاملاً وابسته به دانش ما در باب اشیاء در جهان باشد؛ و ۳) هدف هستی‌شناسی فلسفی توصیف عینی حوزه‌های اشیاء است.

1. First philosophy
2. Smith
3. Rudolf Goclenius
4. Johannes Clauberg
5. Jean Baptiste Duhamel
6. Cosmology
7. Christian Wolff
8. Alexander Gottlied Baumgarten
9. MacIntyre
10. Craig
11. Guarino
12. Zuniga

با توجه به تعاریف گورینو و زونیگا، می‌توان به فرایند مقوله‌بندی در هستی‌شناسی اشاره کرد. نگرش سلسله‌مراتبی به عنوان شکلی از مقوله‌بندی که امروزه در طرح‌های رده‌بندی از آن استفاده شود، نخست در هستی‌شناسی ارسطو مطرح شده است. "کل واحد" مورد نظر ارسطو را می‌توان به رده‌های فرعی "طبیعی" و هر رده را نیز به رده‌های فرعی‌تر تقسیم کرد. همان‌گونه که اشاره شد، این فرایند از مجموعه قواعد منظم و نظام‌یافته در پیوند و گسست رده‌ها تبعیت می‌کند. حال، ما چگونه می‌دانیم که مکان تقسیم‌بندی طبیعی چیست و چگونه به قواعد تقسیم و تقسیم فرعی می‌رسیم؟ به عقیدهٔ ارسطو، فقط مشاهده‌ای جامع می‌تواند خصیصه‌های حقیقی (ضروری) یک موجودیت را آشکار کند و فقط فلسفه می‌تواند ما را در تعیین خصیصه‌ها یا شرایط لازم و کافی برای عضویت در هر رده راهنمایی کند. در حقیقت، طبق فلسفهٔ ارسطو، فقط زمانی یک موجودیت به نحو صحیح در ردهٔ مربوط به خود قرار می‌گیرد و خصیصه‌های ضروریش شناخته می‌شود که آن را حقیقتاً شناخته باشیم. وی معتقد است که وظیفه علم است که تمام پدیده‌ها را به‌صورت واضح و آشکار از طریق کیفیات ضروری (حقیقی)شان رده‌بندی کند (کواسنیک، ۱۹۹۹).

به عقیدهٔ اسمیت (۲۰۰۲)، هستی‌شناسی فلسفی آن چیزی است که تحت عنوان هستی‌شناسی توصیفی یا واقع‌گرا[1] خوانده می‌شود. هستی‌شناسی فلسفی به دنبال شرح و تفسیر نیست بلکه بیشتر به توصیف واقعیت می‌پردازد. این توصیف را از طریق رده‌بندی جامع موجودیت‌ها حاصل می‌کند. به این معنا که می‌تواند به سؤالی از این قبیل پاسخ گوید: چه رده‌هایی از موجودیت‌ها برای توصیف و شرح کامل همهٔ رخدادهای جهان لازم است؟

هستی‌شناسی در هوش مصنوعی و نظام‌های اطلاعاتی

دو واژهٔ به‌کار رفته در هوش مصنوعی، هریک دارای بار معنایی خاصی است. هوش، به معنای عام آن، قرابت و نزدیکی مفهومی با مفاهیمی چون داده، محتوا، دانش، و اطلاعات دارد. مصنوعی‌بودن نیز دلالت بر فرایند یا رویه‌هایی دارد که در همکنشی با محتوا یا داده در ماشینی‌کردن استنتاج هوشمند از محتوا و دانش نقش مهمی را ایفا می‌کنند. بنابراین، دو مقولهٔ فرایند و محتوا در هوش مصنوعی دو مقوله زیربنایی به‌شمار می‌روند.

1. Descriptive or realistic ontology

نظریه‌ها در هوش مصنوعی بر اساس دو مقولهٔ مورد اشارهٔ فرایند و محتوا، بر دو نوع کلی تقسیم می‌گردند: نظریه‌های فرایند[1] و نظریه‌های محتوایی[2] (چاندر اسکاران، جوزفسون و بنجامینز[3]، ۱۹۹۹). این دو نوع، ریشه در دو حوزهٔ فکری مشخص در هوش مصنوعی دارند که اسمیت (۲۰۰۲) از آنها تحت عنوان رویّه‌گراها[4] و محتواگراها[5] یاد می‌کند. رویه‌گراها معتقد بوده‌اند که راه خلق ماشین‌های هوشمند اضافه کردن روش یا دانش چگونگی اجرای عمل[6] به نظام‌ها از طریق برنامه‌های هرچه پیچیده‌تر است. اما، محتواگراها بهترین راه رسیدن به ماشین‌های هوشمند را افزودن حداکثر محتوا و دانش به نظام‌ها دانسته‌اند.

حوزهٔ هوش مصنوعی، برخی اوقات تحت تأثیر نظریه‌های فرایند قرار می‌گیرد، مانند زبان‌های قالبی[7]، منطق فازی[8]، شبکه‌های عصبی[9]، و مانند آن. فرایندها به‌عنوان روش‌هایی برای ساختمان ماشین‌های هوشمند ارائه می‌گردند. برخی اوقات نیز فرایند هر قدر هم توانمند باشد، بدون نظریهٔ محتوایی مناسب نمی‌تواند در حد زیادی مؤثر و کارآمد واقع شود. به هر حال، در اغلب مواقعی که یک نظریهٔ محتوایی خوب وجود داشته باشد، فرایندهای مختلفی را، در سطح مشابهی از توانمندی، می‌توان برای ایجاد نظام‌های کارآمد به‌کار برد که همگی آنها اساساً از نوعی محتوا استفاده می‌کنند (چاندر اسکاران، جوزفسون و بنجامینز[10]، ۱۹۹۹).

هستی‌شناسی به‌عنوان مفهومی که از فلسفه وارد هوش مصنوعی شده از اوایل دههٔ ۱۹۹۰، به یکی از مباحث پژوهشی مهم تبدیل گردیده و در حوزه‌های مختلف هوش مصنوعی از قبیل مهندسی دانش، پردازش زبان طبیعی، و بازنمون دانش مورد مطالعه قرار گرفته است (دینگ[11]، ۲۰۰۱). حال، این مفهوم جزء کدام یک از نظریه‌های مورد اشاره قرار می‌گیرد؟ پاسخ کوتاه این است که هستی‌شناسی‌ها اساساً در زمرهٔ نظریه‌های محتوایی قرار می‌گیرند، چون هدف اصلی آنها شناسایی رده‌های خاص اشیاء (مفاهیم) و روابط میان آنها در حوزه‌ای معین از دانش است. اما برای درک بهتر این موضوع، باید دید که هستی‌شناسی در هوش مصنوعی به چه معناست و چه مسائلی را دربر می‌گیرد.

تعریف هستی‌شناسی در هوش مصنوعی

پراستفاده‌ترین تعریف هستی‌شناسی در هوش مصنوعی، تعریف گروبر[12] (۱۹۹۳)

1. Mechanism theories
2. Content theories
3. Chandrasekaran, Josephson & Benjamins
4. Prodceduralists
5. Delarativists
6. Knowledge how
7. Frame Languages
8. Fuzzy Logic
9. Neural Sets
10. Chandrasekaran, Josephson & Benjamins
11. Ding
12. Gruber

است. وی هستی‌شناسی را "تعریف واضح یک مفهوم‌سازی می‌داند[1]". به عبارت دقیق‌تر، طبق تعریف گروبر هستی‌شناسی تعریف رسمی و واضح یک مفهوم‌سازی تسهیم شده[2] است. این مفهوم‌سازی به اشتراک دانش میان انسان و ماشین کمک می‌کند.

مفهوم‌سازی به مدل انتزاعی پدیده‌های جهان اشاره دارد که این مدل از شناسایی مفاهیم مرتبط در حوزه‌ای خاص و نیز رابطه میان آنها ناشی می‌گردد (دینگ و فو[3]، ۲۰۰۲ آ). به عبارت دیگر، مفهوم‌سازی یعنی بیان دانش در باب واقعیت بر حسب اشیاء، روابط میان آنها، و محدودیت‌های این دو (استیونز، گوبل و بچهوفر[4]، ۲۰۰۰). گروبر (۱۹۹۳ آ) نیز مجموعهٔ اشیاء، مفاهیم، و دیگر موجودیت‌هایی که فرضاً در یک حوزهٔ خاص وجود دارند و نیز روابط میان آنها را مفهوم‌سازی می‌داند، که به آن جهان گفتمان[5] نیز اطلاق می‌شود.

واژه "تعریف" به معنی توصیف یا بازنمون مفهوم‌سازی به شکلی مجسم و عینی است. "واضح" نیز بدین معناست که نوع مفاهیم و محدودیت‌ها در به‌کارگیری آنها باید به‌طور صریح و واضح تعریف شوند. "رسمی" به این حقیقت اشاره دارد که هستی‌شناسی باید ماشین‌خوان باشد. ماشین‌خوان بودن هستی‌شناسی از طریق کدگذاری مفهوم‌سازی در زبان‌های خاص انجام می‌گیرد. "تسهیم شده" نیز مبین این است که هستی‌شناسی باید دانش اجماع شده و توافق حوزه‌های مرتبط را دربرگیرد (دینگ و فو[6]، ۲۰۰۲ آ).

مفهوم‌سازی را می‌توان خمیرمایهٔ اولیهٔ هستی‌شناسی دانست. به عبارت دیگر، بازنمون دانش بر پایهٔ مفهوم‌سازی است (گروبر، ۱۹۹۳ ب). به همین دلیل، تفاوت‌های بنیادین در تعاریف هستی‌شناسی بعضاً ناشی از تفاوت در نگرش به مفهوم‌سازی است. یکی از این موارد نوع نگرش در باب چگونگی رابطه میان مفاهیم است. در این‌باره، گروبر هستی‌شناسی را به‌صورت ساختار <D, R> در نظر می‌گیرد که D نشان‌دهندهٔ حوزه و R مجموعه‌ای از روابط در D است. نگرش او تحت تأثیر دیدگاه گنزرث و نیلسون[7] به مفهوم‌سازی است. همچنان که گورینو (۱۹۹۸) نیز بیان می‌کند، طبق این دیدگاه، مفهوم‌سازی به روابط مصنوعی در D ، یعنی روابط برونی، اشاره دارد.[8] این روابط حالت خاصی از رابطه را منعکس می‌کنند. به‌طور مثال، اگر تعدادی قطعه را در نظر بگیریم آن روابط فقط نظم و چیدمان خاصی از آن قطعات در روی میز را منعکس می‌سازند.

1. Explicit Specification of Conceptualization
2. Shared
3. Ding & Foo
4. Stevens, Goble, & Bechhofer
5. Univers of discourse
6. Ding & Foo
7. Genesereth & Nilsson
8. Extensional

گورینو (۱۹۹۸) با ارائه مفهوم روابط درونی[1]، دیدگاه گروبر را مورد انتقاد قرار می‌دهد. او هستی‌شناسی را نظریه‌ای منطقی می‌داند که به توصیف معنای درونی[2] واژگان رسمی می‌پردازد، و بدین طریق، تعریف دیگری از هستی‌شناسی ارائه می‌دهد: مصنوع مهندسی، متشکل از *واژگان* خاصی برای توصیف واقعیتی معین، به‌علاوهٔ مجموعه‌ای از مفروضات صریح دربارهٔ *معنای درونی* اصطلاحات در واژگان است. تفاوت اصلی تعریف گورینو و گروبر اختلاف رویکرد آنها نسبت به مفهوم‌سازی است.

گورینو مجموعه حالات ممکن رابطه میان مفاهیم را در نظر می‌گیرد نه حالتی خاص از رابطه را. روابط برونی مورد استفاده در نگرش گروبر، همچنان که گفته شد، منعکس‌کنندهٔ حالت خاصی از رابطه است، در حالی که گورینو معتقد است ما باید بر معنای این روابط، مستقل از حالتی خاص از آنها، متمرکز شویم. بنابراین، وی برای اصلاح تعریف گروبر، اصطلاح روابط درونی را مورد استفاده قرار می‌دهد و آن را روابط مفهومی[3] می‌نامد و معتقد به کاربرد اصطلاح ساده "رابطه" برای روابط مصنوعی است (گورینو، ۱۹۹۸).

تفاوت میان روابط درونی و بیرونی را می‌توان با دو عبارت روشن ساخت. از سویی دو عبارت متفاوت می‌توانند به یک شیء خارجی اشاره داشته باشند؛ بنابراین، دارای رابطهٔ بیرونی یکسان هستند. مثلاً دو عبارت "پایتخت فرانسه" و "شهر نور" هر دو اشاره به پاریس دارند. از سوی دیگر، هریک از این عبارات تصویری خاص از پاریس را در ذهن ترسیم می‌کنند. "پایتخت فرانسه" تصویر سیاسی پاریس و "شهر نور" تصویر زیباشناختی مربوط به پاریس در شب را مجسم می‌سازند. نتیجتاً، این عبارات دارای دو رابطهٔ درونی متفاوت هستند. نگرانی گورینو می‌تواند مربوط به این مسئله باشد که اگر هستی‌شناسی نظام‌های اطلاعاتی را بر پایهٔ معیارهایی خاصِ معنای عبارات گزاره‌ای[4] ویژه بنا کنیم، نتواند با هیچ‌یک از توصیفات دیگر که به یک شیء دلالت دارند سازگار شود. پس هستی‌شناسی پاریس نیازمند معیاری وسیع‌تر از حالتی از روابط است که تنها جنبه یا تصویری از پاریس را ارائه می‌دهد. بنابراین، توصیف روابط درونی اصطلاحات در یک واژگان رسمی از اهمیت برخوردار است (زونیگا، ۲۰۰۱).

طبق گفتهٔ گورینو (۱۹۹۸) "مفهوم‌سازی، مجموعه‌ای از روابط مفهومی تعریف شده

1. Intensional
2. Intended meaning
3. Conceptual relations
4. Predicate experision

در فضایی حوزه‌ای[1] است". روش استاندارد برای بازنمون این روابط ــ روابط مفهومی ــ به صورت تابع‌هایی از دنیاهای محتمل درون مجموعه‌هاست. وی معتقد است که روابط مصنوعی در حوزه‌ای مشخص تعریف می‌شوند، اما روابط مفهومی در فضای حوزه تعریف می‌گردند. بنابراین، فضای حوزه را به صورت ساختار <D,W> در نظر می‌گیرد که در آن D حوزه و W مجموعه‌ای از حداکثر حالات ممکن رابطه یا "دنیاهای ممکن" است. به‌طور مثال، D می‌تواند مجموعه‌ای از قطعات بر روی میز و W مجموعه‌ای از تمامی حالت‌های ممکن نظم یا چیدمان این قطعات در روی میز باشد (یا تمامی دنیاهای ممکن). حال با فرض فضای حوزه <D,W>، مفهوم‌سازی فضای حوزهٔ D را می‌توان به‌صورت C=(D,W,R) تعریف کرد که R مجموعه روابط مفهومی در فضای حوزه <D,W> است.

با توجه به تعریف گورینو، وی روابط درونی را روابط مفهومی می‌داند که بر معنا متمرکز هستند. بنابراین، مفهوم‌سازی به‌عنوان مجموعه‌ای از روابط مفهومی، دربردارندهٔ توصیف معنای تمامی روابط محتمل میان اشیاء موجود در حوزه است. این توصیف معنا، شامل فرمول‌بندی مفروضات مربوط به حالات محتمل روابط میان مفاهیم به‌علاوهٔ فرمول‌بندی تعاریف معنای هر رابطه مطابق با هریک از حالت‌های محتمل آن است.

زونیگا (۲۰۰۱) پس از بررسی تفاوت‌های موجود میان تعاریف هستی‌شناسی، به ارائهٔ تعریفی از هستی‌شناسی و مفهوم‌سازی در نظام‌های اطلاعاتی می‌پردازد. وی هستی‌شناسی نظام‌های اطلاعاتی را چنین تعریف می‌کند:

> هستی‌شناسی نظام‌های اطلاعاتی، نظریه‌ای آکسیومی[2] است که به‌وسیلهٔ یک زبان رسمی خاص به وضوح بیان می‌گردد. این هستی‌شناسی حداقل برای یک کاربرد عملی و ویژه طراحی می‌گردد. در نتیجه، ساختار حوزه‌ای خاص از اشیاء را به تصویر می‌کشد و معنای درونی یک واژگان یا قراردادهایی[3] را که توسط حوزه تحت بررسی به‌کار می‌روند توصیف می‌کند.

و مفهوم‌سازی را چنین تعریف می‌کند:

> مفهوم‌سازی، جهان گفتمان در همهٔ حالات ممکن امور [رابطه] برای حوزهٔ خاصی از اشیاء (یا فضای حوزه‌ای) است که هدف هستی‌شناسانهٔ نظام‌های اطلاعاتی است.

بنابر آنچه گفته شد، هستی‌شناسی لزوماً شامل واژگان و نوعی تعیین معنای

1. Domain space

۲. Axiom : قضیه‌ای است که برای اثبات یا رد نیست بلکه درستی آن بدیهی فرض می‌شود. از این قضیه و دیگر قضیه‌های مشابه، قضیه‌های دیگری بر اساس قاعده‌های استنتاج یک نظام خاص، استخراج می‌گردد.

3. Protocol

آنهاست. این، خود شامل تعاریف و شکل ارتباط میان مفاهیم است که با هم نوعی ساختار را برای حوزه‌ای خاص فراهم می‌آورد و تفاسیر محتمل از اصطلاحات را محدود می‌کند (آچولد[1] و دیگران، ۱۹۹۸). به هر حال، این تعاریف و روابط میان مفاهیم به هر صورت که در نظر گرفته شود، هستی‌شناسی ارائه‌دهندهٔ برداشت و فهمی تسهیم‌شده، ساخت یافته، و مشترک از حوزه‌ای خاص است که قابلیت تبادل میان انسان و ماشین را دارد (کابل[2] و دیگران، ۲۰۰۴).

مسائل هستی‌شناسی در هوش مصنوعی

هستی‌شناسی در هوش مصنوعی با مسائلی روبه‌رو است که مهم‌ترین آنها را می‌توان استفاده مجدد[3]، یکپارچه‌سازی[4]، و تحول[5] هستی‌شناختی دانست. این مسائل امروزه به مهم‌ترین حوزه‌های تحقیقاتی در هستی‌شناسی تبدیل شده که در اینجا به‌طور مختصر به هریک اشاره می‌شود:

استفادهٔ مجدد

هستی‌شناسی ممکن است مفاهیم عام یا خاص را دربرگیرد. هستی‌شناسی‌ها از نظر انتزاعی‌بودن و تجرد ممکن است شامل اصطلاحات بسیار عام و عمومی باشند که در این حالت پایه‌ای برای بازنمون دانش در همهٔ حوزه‌ها خواهند بود، یا می‌توانند حاوی اصطلاحات و مفاهیمی باشند که محدود به حوزه یا حوزه‌های خاصی از دانش هستند. به‌طور مثال، اصطلاحات فضا، زمان، بخش، و زیربخش اصطلاحاتی عام هستند که در تمامی حوزه‌ها کاربرد دارند؛ اما اصطلاحات دیگری چون هپاتین، کروموزوم، پروتئین و مانند آن اصطلاحاتی مربوط به حوزه‌های تخصصی هستند. حتی زمانی که هدف، بازنمون دانش حوزه‌ای بسیار تخصصی است ممکن است به هستی‌شناسی که شامل اصطلاحات عام و عمومی است یا، به زبان دیگر، دانش را در سطح بالاتری از انتزاع توصیف کند نیاز باشد. به این هستی‌شناسی، هستی‌شناسی سطح‌بالا[6] می‌گویند (چاندراسکاران، جوزفسون و بنجامینز، ۱۹۹۹). هستی‌شناسی سطح بالا یا عام[7] دربرگیرندهٔ مفاهیمی است که در سطح بالای اشتراک بین حوزه‌های مختلف است؛ به همین دلیل، در ترکیب با دیگر هستی‌شناسی‌های خاص، نوعی سلسله‌مراتب هستی‌شناسی را تشکیل می‌دهند. این نوع هستی‌شناسی

1. Uschold
2. Kabel
3. Reusability
4. Integration
5. Evolution
6. Upper Level Ontology
7. Generic

تحت عناوین هستی‌شناسی هسته[1]، هستی‌شناسی مرجع[2] (استیونز، گوبل و بچهوفر، ۲۰۰۰) و هستی‌شناسی کلی[3] (آچولد، ۲۰۰۰) نیز در متون مربوط شناخته شده‌اند.

در این سلسله مراتب، هرچه به سمت هستی‌شناسی عام پیش رویم مسائل و مشکلات به مسائل هستی‌شناسی فلسفی شبیه‌تر می‌گردد. سازماندهی یک هستی‌شناسی سطح بالا نیز دارای مشکلاتی است که دامنگیر هستی‌شناسی در فلسفه است. به‌طور مثال، بسیار از هستی‌شناسی‌ها اصطلاحات thing و entity را به‌عنوان رده ریشه‌ای خود در نظر می‌گیرند؛ اما تقسیمات بعدی این دو در هستی‌شناسی‌های مختلف با یکدیگر متفاوت است (چاندراسکاران، جوزفسون و بنجامینز، ۱۹۹۹).

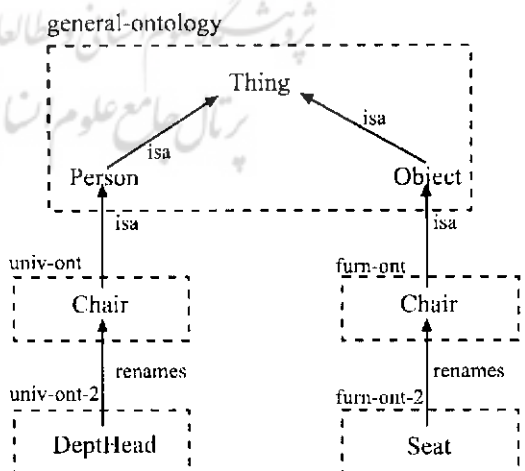
استفاده از هستی‌شناسی‌های مختلف برای ساخت هستی‌شناسی جدید، مستلزم خصیصه‌ای به نام قابلیت استفادهٔ مجدد است. این قابلیت، یکی از موضوعات اصلی تحقیقات هستی‌شناسی و همچنین از ویژگی‌های زیربنایی هستی‌شناسی در هوش مصنوعی است. از آنجا که طراحی و ساخت هستی‌شناسی فرایندی پیچیده و زمان‌بر است، توانایی در خلق واحدهای[4] استاندارد برای اهداف خاص که بتوان با روی هم کردن تعدادی از آنها کل یا بخشی از هستی‌شناسی جدید را خلق کرد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با به‌کارگیری این چارچوب می‌توان سلسله‌مراتبی از هستی‌شناسی را ساخت که هستی‌شناسی عام و سطح بالا در رأس و هستی‌شناسی‌های خاص‌تر در سلسله‌مراتب پایین‌تر قرار گیرند. بنابراین، می‌توان یک هستی‌شناسی سطح بالا داشت که مفاهیم مشترک را تعریف کند، مانند شخص و سازمان ــ یا حتی بسیار عام‌تر ــ که این هستی‌شناسی به وسیلهٔ هستی‌شناسی‌های صنعتی مورد استفاده "مجدد" قرار گیرد و هستی‌شناسی‌های صنعتی نیز به نوبه خود توسط هستی‌شناسی‌های خاص سازمان‌ها استفاده شود.

استفادهٔ مجدد با گسترش هستی‌شناسی[5] انجام می‌گیرد؛ یعنی با گسترش یک یا چند هستی‌شناسی توسط هستی‌شناسی دیگر. درواقع، زمانی که یک هستی‌شناسی، هستی‌شناسی دیگر را گسترش می‌دهد آکسیوم‌ها و واژگان هستی‌شناسی دوم و دیگر هستی‌شناسی‌هایی را که توسط هستی‌شناسی دوم گسترش یافته‌اند دربر می‌گیرد. هفلین[6] (۲۰۰۱)، با اضافه‌کردن مفهوم گسترش هستی‌شناسی، تعریف هستی‌شناسی را

1. Core Ontology
2. Reference Ontology
3. Global
4. Modules
5. Ontology extension
6. Heflin

از این زاویه نیز مورد بررسی قرار می‌دهد. وی هستی‌شناسی را به‌صورت دو جزیی O=<V, A> تعریف می‌کند که در آن V واژگان و A آکسیوم‌ها هستند که روابط و معنای واژگان به‌کار رفته در هستی‌شناسی را مشخص می‌کنند. با اضافه‌کردن مفهوم گسترش، هستی‌شناسی را به‌صورت سه جزیی O=<V, A, E> تعریف می‌کند. که در آن، علاوه بر واژگان و آکسیوم‌ها، مجموعهٔ هستی‌شناسی‌هایی که به‌وسیله O گسترش یافته‌اند (E) را نیز منعکس می‌سازد. وی از این طریق، اصطلاح هستی‌شناسی سَلَف[1] را ارائه می‌دهد. سلف یک هستی‌شناسی، هستی‌شناسی‌ای است که مستقیماً یا با واسطه به‌وسیله آن گسترش یافته است. حال اگر O_2 سلف O_1 باشد، پس $O_2 \in anc(O_1)$. یعنی، با فرض هستی‌شناسی‌های $O_1=<V_1,A_1,E_1>$ و $O_2=<V_2,A_2,E_2>$ بنابراین $O_2 \in anc(O_1)$ است، اگر $O_2 \in E_1$ باشد. بنابراین، هستی‌شناسی گسترش‌دهنده، آکسیوم‌ها، واژگان، و همچنین هستی‌شناسی‌های گسترش یافته توسط هستی‌شناسی مقصد را شامل می‌گردد.

زمانی که دو هستی‌شناسی نیازمند استفاده از اصطلاحی مشترک هستند، هر دوی آنها باید هستی‌شناسی‌ای را گسترش دهند که آن مفهوم را در خود دارد. شکل ۱ نمونه‌ای از نوعی گسترش هستی‌شناسی است. در این گسترش، هستی‌شناسی سطح بالا یا عام در رأس قرار دارد که ردهٔ ریشه‌ای Thing را به دو زیرردهٔ Object و Person تقسیم می‌کند. دو هستی‌شناسی دانشگاه و هستی‌شناسی مربوط به صنایع مبلمان، که دارای اصطلاح مشترک Chair هستند نیز این اصطلاح را عضوی از رده‌های تعریف شده در هستی‌شناسی عام قرار داده‌اند. رابطهٔ مفاهیم از پایین به بالا نیز با علامت پیکان نشان داده شده است.



شکل ۱. نمونه‌ای از گسترش هستی‌شناسی (هفلین، ۲۰۰۱)

1. Ancestor ontology

با در نظر گرفتن ساختار سه جزیی هستی‌شناسی به شکل O=<V, A, E> ، در تفسیر این نمودار می‌توان گفت با فرض هستی‌شناسی عام به‌صورت:

O_G = <{Thing, Person, Object}, {Person(x) → Thing(x), Object(x) → Thing(x)},O>

و دو هستی‌شناسی دانشگاه و صنایع مبلمان به‌صورت:

O_U = <{Chair}, {Chair(x) → O_G: Person(x))},{O_G}>

O_F = <{Chair}, {Chair(x) → O_G: Object(x)},{O_G}>

هستی‌شناسی‌های O_U و O_F به ترتیب در قالب O_{U2} و O_{F2} هستی‌شناسی عام را گسترش می‌دهند:

O_{U2} = <{DeptHead}, {DeptHead(x) ↔ O_U: Chair(x)},{O_U}>

O_{F2} = <{Seat}, {seat(x) ↔ O_F: Chair(x)},{O_F}>

در این گسترش، اصطلاح Chair در O_U عضوی از ردهٔ person در O_G است، و همین اصطلاح در O_F در عضوی از ردهٔ Object در O_G است. مسئلهٔ مترادفات و تعدد معانی[1] نیز با گسترش و به‌کارگیری آکسیوم‌ها حل می‌شود. در هستی‌شناسی‌های بالا، آکسیوم DepHead(x)↔O_U:Chair(x) که در هستی‌شناسی O_{U2} به‌کار رفته است، مشخص می‌سازد که اصطلاح DepHead در O_{U2} همان معنای اصطلاح Chair در O_U را دارد. همچنین برای حل مشکل تعدد معنا (یک اصطلاح با دو یا چند معنای مختلف)، در این گسترش، اصطلاح Chair دارای دو معنی مختلف در O_U و O_F است که معنای آنها توسط آکسیوم‌ها تعریف شده‌اند. در نمایش نموداری این گسترش، دو نوع عام آکسیوم استفاده شده‌اند: renames برای آکسیوم‌هایی استفاده می‌شود که بیان‌کنندهٔ مترادف بودن دو اصطلاح هستند و isa بدین معناست که همهٔ اصطلاحات یک رده، اعضای ردهٔ دیگر نیز هستند.

یکپارچه‌سازی هستی‌شناسی

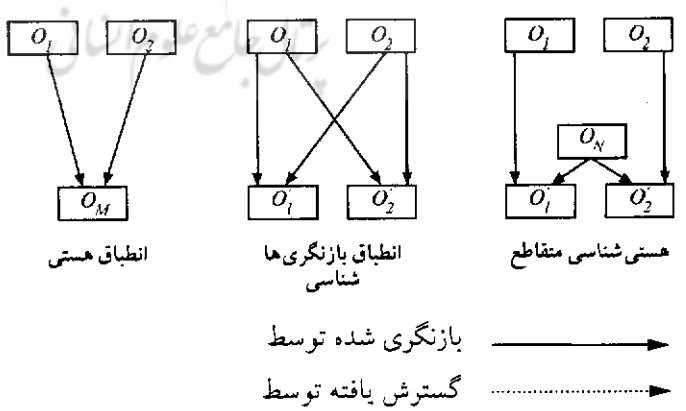
یکپارچه‌سازی هستی‌شناسی، درواقع شامل شناسایی تشابهات میان دو هستی‌شناسی، تعیین تفاوت‌ها در تعاریف و خلق هستی‌شناسی جدید است که این تفاوت‌ها را رفع کند (هفلین و هندلر[2]، ۲۰۰۰). این یکپارچه‌سازی در نظام‌های ابرداده‌ای نیز بسیار مورد توجه بوده‌اند و طرح‌های بسیاری به‌منظور یکپارچه‌سازی قالب‌های مختلف ابرداده‌ای توسعه یافته‌اند. انطباق هسته دوبلین[3] با USMARC (کاپلان و گوینتر[4]، ۱۹۹۶)، انطباق هسته دوبلین با UNIMARC (دی[5]، ۱۹۹۹)، انطباق عناصر GILS با

1. Polysemy
2. Hendler
3. Dublin Core
4. Caplan & Guenther
5. Day

USMARC (گوردانو[1]، ۱۹۹۶) را می‌توان به عنوان نمونه‌هایی از این طرح‌ها نام برد. هدف همهٔ این یکپارچه‌سازی‌ها، میانکنش‌پذیری نظام‌های اطلاعاتی مختلفی است که هریک به‌طور مستقل توسعه یافته‌اند.

واژهٔ یکپارچه‌سازی در حوزهٔ هستی‌شناسی با معانی مختلفی به‌کار رفته است. پینتو، گومتس و پرتس و مارتینز[2] (۱۹۹۹) با بررسی برخی مطالعات مرتبط با یکپارچه‌سازی، سه معنا را برای آن ارائه می‌دهند: ۱) یکپارچه‌سازی هستی‌شناسی‌ها در هنگام ساخت هستی‌شناسی جدید با استفادهٔ مجدد یا گسترش‌دادن دیگر هستی‌شناسی‌ها موجود؛ ۲) یکپارچه‌سازی هستی‌شناسی‌ها با تلفیق‌کردن هستی‌شناسی‌های مختلف یک موضوع خاص به صورت یک هستی‌شناسی که همهٔ آنها را متحد می‌کند؛ ۳) یکپارچه‌سازی هستی‌شناسی‌ها در برنامه‌های کاربردی، یعنی ساخت برنامه‌های کاربردی با استفاده از یک یا چند هستی‌شناسی. آنها به ترتیب اصطلاحات یکپارچه‌سازی، تلفیق[3]، و استفاده را برای سه نوع مذکور ارائه می‌دهند.

هفلین و هندلر (۲۰۰۰) با مورد توجه قرار دادن محیط وب و تغییرات سریع در آن، به ارائهٔ ایده‌هایی در زمینهٔ راه‌های یکپارچه‌سازی هستی‌شناسی‌ها پرداختند. روش‌های طرح شده توسط آنها با توجه به کاربردشان در زبان SHOE[4] پدید آمده بود. این اندیشه‌ها سپس توسط هفلین (۲۰۰۱) اندکی مورد اصلاح قرار گرفت. وی سه نوع یکپارچه‌سازی را مورد توجه قرار می‌دهد: هستی‌شناسی انطباقی[5]، بازنگری‌های انطباقی[6]، و هستی‌شناسی متقاطع[7]. شکل ۲ این سه نوع یکپارچه‌سازی را نشان می‌دهد.



شکل ۲. روش‌های یکپارچه‌سازی هستی‌شناسی (هفلین، ۲۰۰۱)

1. Giordano
2. Pinto, Gomez-Perez & Martins
3. Merge
4. Simple HTML Ontology Extensions
5. Mapping ontology
6. Mapping revisions
7. Intersection ontology

در نگرش اول، یک هستی‌شناسی سوم O_M پدید می‌آید که از هستی‌شناسی‌های دیگر متمایز است و می‌تواند واژگان دو هستی‌شناسی دیگر را ترجمه کند. برای انطباق واژگان، O_M باید دو هستی‌شناسی دیگر را گسترش دهد. در این روش O_M هیچ‌گونه واژگان و اصطلاحات جدیدی را اضافه نمی‌کند. مزیت هستی‌شناسی انطباقی این است که هستی‌شناسی‌های اصلی، بدون تغییر هستند و در نتیجه می‌توان این نوع هستی‌شناسی را بدون اجازه صاحبان یا طراحان هستی‌شناسی اصلی خلق کرد. اما اگر هستی‌شناسی‌های منبع، مورد بازنگری قرار گیرند، هستی‌شناسی انطباقی جدیدی باید خلق شود و مجموعهٔ آکسیوم‌ها و قواعد جدیدی نیز باید مورد استفاده گیرند. در نگرش دوم، هریک از هستی‌شناسی‌ها بازنگری می‌شوند تا با هستی‌شناسی دیگر منطبق شوند. در وهله نخست، نسخهٔ جدیدی از هریک از هستی‌شناسی‌ها خلق می‌شود که به آن نسخهٔ انطباقی می‌گویند. هر بازنگری، نسخه اصلی هستی‌شناسی دیگر را گسترش می‌دهد و دربردارندهٔ آکسیوم‌ها و قواعدی است که ترجمهٔ اصطلاحات را از آن هستی‌شناسی ممکن می‌سازد. در این روش، O'_1 دارای قواعد یا آکسیوم‌هایی است که اصطلاحات O_2 را با O_1 تطبیق می‌دهد و O'_2 نیز بالعکس. در این شیوه، چون هر بازنگری، واژگان اصلی را بدون تغییر باقی می‌گذارد نسبت به نسخهٔ اصلی سازگار است. در این روش، به دلیل ماهیت بازنگری، یکپارچه‌سازی فقط توسط صاحبان و طراحان هستی‌شناسی‌های اصلی ممکن است. در نگرش سوم یا "نگرش طبیعی‌تر"، اصطلاحات و مفاهیم مشترک، در یک هستی‌شناسی عمومی‌تر جمع می‌گردند که هستی‌شناسی متقاطع خوانده می‌شود و توسط بازنگری‌ها گسترش می‌یابد. در این روش، O_N دربردارندهٔ تقاطع یا هم خورد مفاهیم است. O'_1 و O'_2 نیز اصطلاحات را در صورت نیاز نامگذاری مجدد می‌کنند (عفلین، ۲۰۰۱؛ هفلین و هندلر، ۲۰۰۱).

تحول[1] هستی‌شناختی

تحول هستی‌شناختی، اصطلاح برگزیده و ارجحی است که در متون هستی‌شناسی به جای نگهداری هستی‌شناختی[2] به‌کار می‌رود (دینگ و فو، ۲۰۰۲ ب). این اصطلاح به مدیریت تغییرات در هستی‌شناسی اشاره دارد و یکی از حوزه‌های برجستهٔ تحقیقات هستی‌شناسی در هوش مصنوعی است.

بر اساس تعریف هستی‌شناسی می‌توان به بررسی انواع تغییراتی که در

1. Evolution
2. Ontology Maintenance

هستی‌شناسی به وجود می‌آید پرداخت. هستی‌شناسی تعریف واضح مفهوم‌سازی حوزه‌ای مصنوعی است. بنابراین، تغییر در هریک از سه عنصر حاضر در این تعریف می‌تواند سبب تغییر در هستی‌شناسی گردد: ۱) تغییر در حوزهٔ موضوعی ۲) تغییر در مفهوم‌سازی ۳) تغییر در تعریف واضح. تغییرات در حوزهٔ موضوعی بسیار معمول هستند. تغییر در دنیای واقعی سبب تغییر در هستی‌شناسی می‌گردد. تغییرات در مفهوم‌سازی نیز می‌تواند از تغییر دیدگاه نسبت به جهان و تغییر در نگرش استفاده منتج گردد؛ و نهایتاً تغییرات در تعریف رسمی زمانی رخ می‌دهد که یک هستی‌شناسی از یک زبان بازنمون به زبان دیگر برگردانده می‌شود. زبان‌ها نه تنها از لحاظ نحو با یکدیگر تفاوت دارند بلکه از لحاظ معناشناختی نیز متفاوت هستند (نوی و کلاین[1]، ۲۰۰۲). الیور[2] و همکارانش (۱۹۹۹) که چارچوبی را در زمینهٔ طراحی هستی‌شناسی حوزهٔ علوم پزشکی معرفی کرده‌اند تغییراتی را که در یک هستی‌شناسی روی می‌دهد به‌طور کلی به‌صورت زیر می‌دانند:

۱. اضافات: اضافه‌کردن چیزهای جدید مانند اصطلاح، خصیصه، یا مترادف جدید؛

۲. اصلاحات: تغییر چیزها از قبیل نام، ارزش، تعریف؛

۳. حذف یا بازنشستگی: برداشت چیزهای بدون استفاده از هستی‌شناسی؛

۴. تغییرات در سلسله‌مراتب اعم / اخص: حذف یا اضافه‌کردن زیرمجموعه‌ها یا فرامجموعه‌ها؛

۵. تلفیق: یکی کردن یا دو چند مفهوم. این عملکرد عملکردی مرکب است که باید برحسب موارد قبل انجام گیرد.

هفلین (۲۰۰۱) این تغییرات را به سه دسته تقسیم کرده و مورد بررسی قرار می‌دهد: اضافه‌کردن اصطلاح یا اصطلاحات جدید، حذف یک اصطلاح، و تغییر معنای یک اصطلاح. حال اگر تعریف هستی‌شناسی را همان سه جزیی O=<V, A, E> در نظر بگیریم، اضافه‌کردن اصطلاح جدید به هستی‌شناسی را می‌توان در ساده‌ترین حالت، به‌صورت زیر نشان داد:

O_B = <{NucleicAcid},O,O>

$K(r_1)$ = {NucleicAcid(resource1)}

O'_B = <{NucleicAcid,DNAmRNA,Protein},

{DNA(x) → NucleicAcid(x), RNA(x) → NucleicAcid(x),Protein(x) → NucleicAcid(x)},O>

1. Noy & Klein
2. Oliver

$K(r'_1)$ = {NucleicAcid(resource1)}

$K(r_2)$ = {RNA(resource2}

$K(r_3)$ = {DNA(resource3)}

افزودن اصطلاحات به هستی‌شناسی

در این مثال، O_B یک هستی‌شناسی مربوط به زیست‌شناسی است و r_1 منبعی است که از هستی‌شناسی O_B استفاده کرده است. K نیز تابعی است که منابع را به اصطلاح مورد استفاده ربط می‌دهد. این هستی‌شناسی، فقط دارای یک اصطلاح Nucleic Acid است و یک منبع نیز از این اصطلاح استفاده کرده است. تحول و تکامل این هستی‌شناسی با اضافه‌شدن اصطلاحات جدید به صورت O'_B نشان داده شده است. O'_B شامل اصطلاحات جدید DNA ، RNA و Protein است که این اصطلاحات زیر ردهٔ اصطلاح Nucleic Acid هستند. باید توجه کرد که در نسخهٔ جدید هستی‌شناسی، r'_1 همان r_1 است و این منبع هیچ تغییری نکرده است. اما r'_2 و r'_3 منابع جدیدی هستند که از اصطلاحات جدید هستی‌شناسی استفاده کرده‌اند.

اگر اصطلاحی از هستی‌شناسی حذف گردد، این امر باعث ایجاد اختلال در منابعی می‌گردد که از آن اصطلاح استفاده کرده‌اند. در مثال قبل، اگر اصطلاح DNA و RNA حذف گردند، r'_2 و r'_3 که مصادیقی از این دو رده هستند دارای هیچ‌گونه اصطلاح متناظر با خود نخواهند بود.

درعمل، حذف کامل این اصطلاح به ندرت رخ می‌دهد. در مدلی که توسط الیور و همکارانش (۱۹۹۹) در زمینهٔ طراحی هستی‌شناسی حوزهٔ علوم پزشکی تحت عنوان CONCORDIA ارائه شده است، چارچوب بازنمون دانش شامل سلسله‌مراتب اخص و اعم مفاهیم، خصیصه‌ها، اختصارات، مترادفات، و وضعیت استفاده (اینکه در حال استفاده است یا نه) است. ویژگی مهم چارچوب مذکور این است که به همگی اصطلاحات حوزهٔ پزشکی شناسه‌ای منحصر به‌فرد و ثابت داده می‌شود که مستقل از نام آن اصطلاحات است. نام می‌تواند تغییر کند اما مفهوم همان مفهوم قبل است. در این حالت، اگر یک اصطلاح مورد نیاز نباشد به جای حذف فیزیکی، آن را در حالت "بازنشسته" قرار می‌دهند و پدران و فرزندان "بازنشسته شده" هریک از اصطلاحات، از طریق پیوندهای خاصی قابل ردیابی است.

غالباً یک اصطلاح با اصطلاح دیگر یکی می‌شود یا نام دیگری به خود می‌گیرد. اگر معنای یک اصطلاح عوض شود منابع قدیمی که از این اصطلاح استفاده کرده‌اند، در بستر هستی‌شناسی جدید از معنای جدید به شیوه‌ای نادرست استفاده می‌کنند و این امر باعث استنتاج‌های منطقی اما نادرست می‌گردد.

مدیریت تحول و تغییرات در هستی‌شناسی امروزه توجه بسیاری از متخصصان این حوزه را به خود مشغول کرده است. مطالعه دینگ و فو (۲۰۰۲ ب) در مورد طرح‌ها و تحقیقات انجام شده در حوزهٔ تحول هستی‌شناسی به همراه ابعاد تحول یا قواعد نگهداری هستی‌شناسی و نیز نیازهای تحقیقاتی آینده نشان‌دهندهٔ حساسیت این موضوع در تحقیقات هستی‌شناسی است. یکی از راه‌حل‌ها در برخورد با تغییرات هستی‌شناسی، مدیریت تغییرات هستی‌شناسی و تأثیرات آنها به‌وسیلهٔ خلق و نگهداری شکل‌های مختلف هستی‌شناسی است که تحت عنوان نسخه‌سازی هستی‌شناسی[1] از آن یاد می‌شود (دینگ و دیگران، ۲۰۰۲). در این روش، ویرایش‌ها و بازنگری‌های هستی‌شناسی به منزلهٔ هستی‌شناسی‌های مستقل و جداگانه‌ای هستند. بنابراین، هر منبع از ویرایش خاصی از هستی‌شناسی استفاده می‌کند. هفلین (۲۰۰۱)، با توجه به بازنگری‌ها و تغییراتی که در هستی‌شناسی اعمال می‌گردد مسئلهٔ ویرایش‌ها یا بازنگری‌های جدید در هستی‌شناسی و بالطبع مسئله سازگاری هستی‌شناسی را با ویرایش‌های پیشین نیز در تعریف هستی‌شناسی منظور می‌کند؛ و هستی‌شناسی را پنج جزیی O=<V, A, E, P, B> می‌داند که در آن P مجموعهٔ نسخه‌ها یا ویرایش‌های پیشین هستی‌شناسی است و B مجموعهٔ هستی‌شناسی‌هایی است که هستی‌شناسی موجود با آنها سازگار است.

تفاوت هستی‌شناسی در فلسفه و هوش مصنوعی: ضرورت دیدگاه بین‌رشته‌ای

تمایزی که میان هستی‌شناسی رسمی[2] و هستی‌شناسی مادی قائل می‌شوند، تا اندازه‌ای مبین تفاوت میان هستی‌شناسی در فلسفه و هوش مصنوعی است. هستی‌شناسی مادی، به جنبه‌های مربوط به حوزه‌ای خاص می‌پردازد، در حالی که هستی‌شناسی رسمی جامعیت دارد. به این معنا که رده‌بندی، همهٔ گونه‌های موجودیت‌ها را دربرمی‌گیرد و انواع روابطی را نیز که موجودیت‌ها را به یکدیگر پیوند می‌دهد شامل می‌گردد. این هستی‌شناسی، همان‌طور که پلی[3] (۱۹۹۵) می‌گوید بر پایهٔ

1. Ontology Versioning
2. Formal
3. Poli

تحقیق و توصیف عام (کلی) خصیصه‌های اشیاء در جهان و روابط موجود میان نوع‌های مختلف اشیاء است. در مقابل، هستی‌شناسی مادی فقط به حوزهٔ خاصی از اشیاء می‌پردازد و بر پایهٔ توصیف ساختار حوزه و روابط اشیاء در آن شکل می‌گیرد. هستی‌شناسی رسمی موضوع فلسفه و هستی‌شناسی مادی غالباً در نظام‌های اطلاعاتی مطرح می‌گردد.

در تفاوت میان هستی‌شناسی رسمی و مادی، که به نوعی به کلی بودن در مقابل جزیی‌بودن آنها اشاره دارد، دیدگاه زونیگا (۲۰۰۱) نیز جالب توجه است. وی از دو زاویه به نظام‌های اطلاعاتی می‌نگرد: فضای تحقیقی[1] نظام‌های اطلاعاتی در برابر خود نظام‌ها. وی معتقد است که نظام اطلاعاتی مفهومی بین‌رشته‌ای[2] است که از یک سو به فضای تحقیقاتی گوناگونی از قبیل رایانه، زبان‌شناسی، و علوم‌شناختی ــ تحت موضوعاتی مانند فن‌آوری اطلاعات، بازنمون دانش، و زبان‌شناسی رایانشی ــ اشاره دارد؛ از سوی دیگر، مفهوم نظام‌های اطلاعاتی به نظام‌های اطلاعاتی خاص نیز اشاره دارد؛ یک پایگاه اطلاعاتی خاص، پایگاه دانش، یا یک برنامه کاربردی برای پردازش داده‌ها، هریک را می‌توان نوعی نظام اطلاعاتی دانست. حال با این نگرش، میان هستی‌شناسی به‌عنوان فضای تحقیقی و هستی‌شناسی‌هایی که در نتیجهٔ تحقیق هستی‌شناختی پدید می‌آیند می‌توان تفاوت قائل شد. اولی شاخه‌ای از فلسفه است که به توصیف وجود و واقعیت می‌پردازد و دومی نیز هستی‌شناسی‌های حوزه‌های موضوعی خاص هستند.

از آنچه گفته شد چنین برمی‌آید که اهداف توصیف در هستی‌شناسی فلسفی، فی‌نفسه خود اشیاء و روابط میان آنهاست. به زبانی دیگر، موضوع هستی‌شناسی فلسفی "حقیقت" است. اما در مقابل، هستی‌شناسی نظام‌های اطلاعاتی حداقل یک سطح از توصیف است که از حوزهٔ اشیاء فیزیکی که موضوع بررسی است جدا شده است؛ به معنای دیگر، هستی‌شناسی نظام‌های اطلاعاتی، مفروضاً بُرشی از آن "حقیقت" است. در توضیح این مطلب بازگشت به اصطلاح هستی‌شناسی رسمی می‌تواند مؤثر باشد. زونیگا (۲۰۰۱) میان واژهٔ "رسمی" به معنای "کلی" و کلی‌بودن و "رسمی" به معنای نظام استقرایی و نمادگرایی[3] آن نظام تفاوت قائل می‌شود. معنای اول همان معنای مورد نظر در هستی‌شناسی رسمی (فلسفی) است و معنای دوم به هستی‌شناسی نظام‌های اطلاعاتی اشاره دارد. وی معتقد است که معنای صحیح واژهٔ "رسمی" برای

1. Sphere of investigation
2. Interdisciplinary
3. Symbolism

هستی‌شناسی، به این حقیقت اشاره دارد که توصیف حاصل شده از تحقیق (یا به عبارتی متکی بر حقیقت)، کلیت دارد و بنابراین برای کلیه فضاهای مادی یا حوزه‌های واقعی قابل کاربرد است؛ یعنی بُرشی از آن حقیقت در هستی‌شناسی نظام‌های اطلاعاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تأیید این مطلب نیز گورینو (۲۰۰۰) معتقد است که یک پایگاه دانش، به میزانی می‌تواند دارای ارزش ذاتی باشد که دانش موجود در آن دانش حقیقی است؛ یعنی مطابق با دنیایی فراتر از پایگاه دانش باشد. بنابراین، مطالعهٔ هستی‌شناسی، به‌عنوان شاخه‌ای از فلسفه که به ماهیت اولیه واقعیت و وجود می‌پردازد می‌تواند در ساختمان دانش و پایگاه‌های دانش بسیار مفید واقع شود.

اما، به این نکته که در عمل نیز هستی‌شناسی نظام‌های اطلاعاتی متکی بر حقیقت است باید به دیدهٔ اغماض نگریست. هدف اصلی اکثر ــ اگر نگوییم همه ــ هستی‌شناسی‌ها در نظام‌های اطلاعاتی عملکردی است (زونیگا، ۲۰۰۱). یکی از مهم‌ترین مسائل در رابطه با این هستی‌شناسی‌ها، اختلاط دو وظیفه است: مطالعهٔ واقعیت (وجود) در یک سو ــ که وظیفهٔ هستی‌شناسی فلسفی است ــ و مطالعهٔ مفاهیم ما از واقعیت در سوی دیگر؛ یا به عبارت دیگر، مشکل نگرش به هستی‌شناسی به‌عنوان مفاهیم یا باورهای انسانی (مدل‌سازی مفهومی یا بازنمون دانش) (اسمیت، ۲۰۰۲). بدیهی است که انواع چیزهایی که در واقعیت وجود دارند، بستگی به اهداف ما ندارند. درنتیجه، هستی‌شناسی واقعی نیز متکی بر وظیفه نیست.

از آنجا که هستی‌شناسی نظام اطلاعاتی، عمل‌گرا یا وابسته به وظیفه[1] است با مفهوم‌سازی آغاز می‌شود، و در آخر چیزی بیشتر از مدل‌ها، دنیای خلق شده از جایگزین‌ها[2]، نیست که با در نظر داشتن اهداف عملی خاصی خلق شده‌اند. در این معنا، جهان گفتمان توسط مشتری یا مصرف‌کننده تعیین می‌گردد. بنابراین، در هستی‌شناسی نظام‌های اطلاعاتی، "همیشه حق با مصرف‌کننده است". به این دلیل که این هستی‌شناسی غالباً به حقیقت توجه ندارد بلکه به اهداف خاص کاربردی که بر اساس نیاز مصرف‌کنندگان تعریف می‌شود متمرکز است. هدف، حقیقت مربوط به یک حوزه مستقلاً موجود از واقعیت نیست ــ که رسیدن به آن نیز دشوار است ــ بلکه مربوط به یک مفهوم‌سازی خاص است (اسمیت، ۲۰۰۲).

از مسائل مهم دیگری که در رابطه با هستی‌شناسی نظام‌های اطلاعاتی نباید از نظر دور داشت، روش‌های در حال استفاده در ساخت و توسعهٔ آنهاست. تلاش‌های زیادی

1. Task-dependent
2. Surrogate

برای توسعهٔ روشی جامع برای ساخت هستی‌شناسی‌ها صورت گرفته است[1]، که در آن میان به نظر می‌رسد که مشهورترین رهنمون‌ها توسط گروبر توسعه یافته است (گروبر، ۱۹۹۳ ب). با وجود این، هیچ‌گونه روش استانداردی برای ساخت هستی‌شناسی‌ها وجود ندارد. فرناندز[2] (۱۹۹۹) تفاوت میان حوزه‌ای فنی که دوران نوزادی خود را می‌گذراند را با حوزه‌ای که به بلوغ رسیده است در این می‌داند که حوزهٔ بالغ شده دارای روش‌شناسی‌های پذیرفته شده در سطح وسیع است. وی در مطالعه خود به بررسی و مطالعه روش‌های توسعهٔ هستی‌شناسی بر اساس استاندارد IEEE برای توسعه فرایندهای چرخهٔ زندگی نرم‌افزار[3] پرداخته و نتیجه می‌گیرد که هیچ‌یک از روش‌های مورد بررسی را نمی‌توان کاملاً بالغ دانست. تنوع این روش‌ها، که طیف وسیعی از روش‌های کاملاً خودکار تا دستی را پوشش می‌دهد، و فقدان روشی استاندارد را شاید بتوان دلیلی بر تنوع نگرش‌ها در مورد ماهیت هستی‌شناسی در هوش مصنوعی دانست. به‌طور مثال، نگرش‌های کاملاً خودکار در ساخت هستی‌شناسی، با این اصل که فرایند مفهوم‌سازی ــ اگر قرار است حقیقی باشد ــ نیازمند تحلیل انسانی است تناقض دارد؛ مگر اینکه ماشین بتواند دقیقاً فرایندهای تحلیلی ذهن انسان را انجام دهد! بنابراین، تمرکز صرف بر رویه‌ها نیاز به درونداد فکری را رفع نمی‌کند و مدل‌های مفهومی باید با دخالت انسان ساخته شوند. تجربهٔ بیکر[4] و همکارانش (۱۹۹۹) در مورد هستی‌شناسی TAMBIS[5] به نحوی نشان می‌دهد که مدل‌سازی مفهومی فرایندی پیچیده و دشوار است؛ زیرا علاوه بر اینکه به درونداهی انسانی نیازمند است، مدل‌سازان باید هم در زمینهٔ حوزهٔ موضوعی و هم در زبان بازنمون دانش دارای مهارت باشند.

در گذشته، از مسائل و موضوعات هستی‌شناختی در پژوهش‌های هوش مصنوعی کلاسیک غفلت می‌شد. به‌نظر می‌رسد که پژوهشگران هوش مصنوعی بیشتر به ماهیت استنتاج منطقی علاقه‌مند بوده‌اند نه به ماهیت دنیای واقعی. این تمایل، به ویژه در میان هواداران نگرش منطق‌گرایی[6]، کاملاً بارز است. یکی از دلایل عدم علاقه به هستی‌شناسی در هوش مصنوعی کلاسیک، این واقعیت است که مسائلی چون هستی‌شناسی و مدل‌سازی مفهومی نیازمند مطالعه از منظر میان‌رشته‌ای است. گذشته از ابزارهای پایه‌ای منطق و علم رایانه، میل و علاقهٔ آگاهانه و هوشمندانه نسبت به تفاوت‌های ظریف و دقیق فلسفه و مسائل بغرنج و پیچیدهٔ زبان طبیعی و واقعیت (هستی) ضروری است. مکتب فکری جدیدی در حوزهٔ هوش مصنوعی در حال ظهور

۱. مراجعه کنید به گرونینگر و فوکس (۱۹۹۵)، آچولد و گرونینگر (۱۹۹۶)، جونر و دیگران (۱۹۹۸)، فرناندز (۱۹۹۹) و کورچو و دیگران (۲۰۰۳).

2. Fernandez

3. IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes

4. Baker

5. Transparent Access to Multiple Biological Information Sources

6. Logicist approach

است که بر رسمی‌سازی منطقی واقعیت بر پایهٔ توصیف دقیق مقوله‌های هستی‌شناختی پایه از قبیل مقوله‌های مربوط به فضا، زمان، و ساختار اشیاء فیزیکی اشاره دارد. مهم‌ترین ویژگی مشترک محققان در این حیطه، تمایل شدید بین رشته‌ای به‌ویژه نسبت به فلسفه، زبان‌شناسی، و علوم‌شناختی است (گورینو، ۲۰۰۰).

هستی‌شناسی و وب معنایی[1]

اطلاعات موجود در وب کنونی، برای مصرف و استفادهٔ انسان طراحی شده است نه خوانده شدن و استفاده توسط ماشین (مدیروس[2]، ۲۰۰۰). آنچه تیم برنرز لی[3]، مخترع وب، تحت عنوان وب معنایی از آن یاد می‌کند، شکل جدیدی از محتوا را که برای رایانه‌ها قابل فهم است ارائه داده و انقلابی از امکانات و توانایی‌های جدید فراهم می‌آورد. به‌طور کلی، می‌توان گفت که وب معنایی گسترش وب کنونی است با این نظر که به اطلاعات موجود در آن، معنا و مفهوم کاملاً تعریف شده‌ای داده شود تا رایانه‌ها و انسان‌ها را قادر سازد که در تعامل بهتر با یکدیگر کار کنند (برنرز لی، هندلر و لاسیلا[4]، ۲۰۰۱). این وب که می‌توان آن را "وب آگاه[5]" نیز نامید هدفش اطلاعاتی است که معنای آن توسط ماشین قابل پردازش باشد. این امر زمانی میسّر است که سطوح بالای میانکنش‌پذیری فراهم گردند. استانداردها نه تنها باید برای شکل نحوی مدارک تعریف شوند بلکه شکل محتوایی و معناشناختی نیز باید در نظر گرفته شود (دکر[6] و دیگران، ۱۹۹۹). XML به عنوان یکی از این استانداردها به‌طور فزاینده‌ای در حال پذیرفته‌شدن به‌عنوان زبان وب و کنارزدن زبان HTML است. اما XML و طرحوارهٔ[7] آن عمدتاً مربوط به نحوی صفحات وب است و نام برچسب‌های[8] XML نیز فاقد مدل‌سازی معنایی واضح و روشن است که بتواند به رایانه در فهم و تفسیر معنا کمک کند. اگر هدف وب معنایی این است که نظام‌ها را قادر سازد که محتوای منابع وب را "بفهمند" و این فهم را با محتوای دیگر منابع وب یکپارچه کنند، نظام‌ها نه فقط به‌منظور بازنمون صحیح محتوای منابع، بلکه برای استنتاج‌های منطقی و حتی کشف دانش جدید باید بتوانند معنای هر منبع را تفسیر کنند (جاکوب[9]، ۲۰۰۳).

برای رسیدن به چنین توانش‌هایی، هستی‌شناسی عنصر اصلی و پایه‌ای برای وب معنایی است. چون معناهای رسمی را که قابل فهم برای رایانه هستند با معناهای دنیای واقعی که برای انسان قابل فهم هستند پیوند می‌دهد (دینگ و دیگران، ۲۰۰۲). درنتیجه، به

1. Semantic web
2. Medeiros
3. Tim Berners - Lee
4. Berners - Lee, Hendler & Lassila
5. Knowledgeable web
6. Decker
7. Schema
8. Tag
9. Jacob

انسان و رایانه اجازه می‌دهد تا به اطلاعات مورد نیاز خود دست یابند و به نحو مؤثری با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. دلیل اهمیت یافتن هستی‌شناسی، فقدان استانداردهایی برای ارتباط نحوی و معنایی هم از منظر انسان و هم از منظر رایانه است. این مسئله با افزایش روزافزون اضافه‌بار اطلاعاتی[1]، ناکارآمدی موتورهای کاوش کنونی وب، و بازیابی درون‌خطی اطلاعات حادتر می‌گردد. هستی‌شناسی به‌عنوان تعریف رسمی و واضح مفهوم‌سازی تسهیم شده، نویدبخش راهی برای غلبه بر این مشکلات است (دینگ، ۲۰۰۱).

در حیطهٔ غیرمتمرکزی مانند وب، دو مسئله تحول هستی‌شناختی و یکپارچه‌سازی یا ترکیب آنها از حساسیت خاصی برخوردارند. مسئلهٔ تحول هستی‌شناختی در این شبکه که تغییرات به‌صورت ناگهانی رخ می‌دهد بیشتر از یک محیط کنترل شده ممکن است دارای نتایج غیرمنتظره و نامعلوم باشد. با ظهور وب معنایی این تغییرات ممکن است اثرات بیشتری داشته باشد، چون رایانه‌ها هستند که از داده‌ها استفاده می‌کنند (کلاین و فنسل، ۲۰۰۱). اهمیت یکپارچه‌سازی هستی‌شناسی‌ها در وب معنایی نیز از اینجا ناشی می‌گردد که برای حصول کامل توانش‌های وب معنایی، دانش موجود در منابع مختلف باید به‌منظور استنتاج و پردازش خودکار داده‌ها با یکدیگر ترکیب شوند. بنابراین، یکپارچه‌سازی و ترکیب هستی‌شناسی‌هایی که به‌طور مستقل از یکدیگر توسعه یافته‌اند مسئله اساسی و زیربنایی وب معنایی است. به این منظور، روش‌های مختلفی وجود دارد که برخی اوقات همهٔ آنها تحت عنوان یکپارچه‌سازی خلاصه می‌شوند (دینگ و دیگران، ۲۰۰۲). مطالعهٔ کلاین (۲۰۰۱) در مورد انواع مختلف مسائل و مشکلات موجود در ترکیب و یکپارچه‌سازی هستی‌شناسی‌ها در سطوح مختلف مانند سطح زبان بازنمون، سطح هستی‌شناسی و مانند آن نشان داد که این بُعد از اهمیت ویژه‌ای در مطالعات و تحقیقات هستی‌شناسی در وب برخوردار است.

پیش‌نیاز کاربرد هستی‌شناسی‌ها در وب معنایی، توسعهٔ استانداردی برای تعریف و مبادلهٔ هستی‌شناسی یا به عبارتی، زبان‌های بازنمون هستی‌شناسی است (فنسل و دیگران، ۲۰۰۱). زبان‌هایی مانند RDF[2] را که در توسعهٔ زبان‌های دیگری چون OIL[3] و DAML+OIL[4] نقش داشته است می‌توان به عنوان نمونه‌هایی معروف از این زبان‌ها ذکر کرد. مقایسهٔ زبان‌های بازنمون هستی‌شناسی (کورچو، فرناندز ـ لوپتس و گومتس ـ پرتس[5]، ۲۰۰۳؛ گومتس ـ پرتس و کورچو، ۲۰۰۲) نشان‌دهندهٔ تنوع و تفاوت آنها در

1. Information overload
2. Resource Description Framework
3. Ontology Inference Layer / Lamguage
4. DARPA Agent Mark up Language
5. Corcho, Fernandez-Lopez & Gumez-Perez

امکانات، توانایی‌ها، و خصوصاً سطح گویایی آنهاست. در این میان، مطالعهٔ جدیدتر نشان داد که این زبان‌ها مراحل رشد اولیهٔ خود را پشت سر می‌گذارند و دائماً در حال تحول هستند؛ به همین دلیل، داشتن فن‌آوری روزآمد برای مدیریت آنها دشوار است.

هستی‌شناسی در حوزهٔ کتابداری و اطلاع‌رسانی

آنچه در مورد هستی‌شناسی در هوش مصنوعی گفته شد، یادآور روش‌های مورد استفاده در کتابداری و اطلاع‌رسانی است. طرح‌های رده‌بندی، رده‌شناسی[1]، اصطلاحنامه یا دیگر انواع واژگان کنترل شده نظام‌هایی بوده‌اند که از دیرباز در کتابداری و اطلاع‌رسانی استفاده می‌شده‌اند. خصیصه‌هایی چون رابطهٔ مفاهیم یا سلسله‌مراتب[2]، که از ویژگی‌های اساسی هستی‌شناسی در هوش مصنوعی است، در واژگان‌های کنترل‌شده‌ای چون اصطلاحنامه‌ها و طرح‌های رده‌بندی نیز مورد استفاده بوده‌اند. به عقیده سورجل[3] (۱۹۹۹)، دلیل استفاده از اصطلاحات متفاوت در این دو حوزه برای دلالت بر یک معنی، فقدان ارتباط میان این دو حوزه بوده است. وی با برشمردن وظایف و عملکردهای واژگان‌هایی چون رده‌بندی، اصطلاحنامه، و هستی‌شناسی و در کنار هم قرار دادن آنها معتقد است که "... رده‌بندی با هر اسم دیگر باز هم رده‌بندی است. استفاده از اصطلاح متفاوت نشانهٔ فقدان ارتباط میان حوزه‌های علمی است. بخش گسترده‌ای از دانش در باب ساختار رده‌بندی و روش‌های نمود رده‌بندی‌ها، در رده‌بندی کتابخانه‌ای و به‌طور عام‌تر در علم اطلاع‌رسانی توسعه یافته‌اند و بخش عظیمی از سرمایه فکری که در بسیاری از طرح‌های رده‌بندی و اصطلاحنامه‌ها وجود دارد، به‌طور شگفت‌آوری مورد فراموشی واقع شده است. نظام‌هایی بزرگ و سودمند با تلاشی بیشتر از آنچه لازم است در حال ساخته شدن هستند [...] این گونه‌های متفاوت از پایگاه‌های دانش ــ هرچند با اهداف مختلفی توسعه یافته‌اند ــ به میزان زیادی دارای هم‌پوشانی هستند و در ساختمانشان از اصول و روش‌های بسیار مشابهی پیروی کرده‌اند. ارتباط بهتر میان حوزه‌های گوناگونی که درگیر این نظام‌ها هستند می‌تواند به نظام دسترسی مشترک و یکپارچه‌ای منجر گردد".

هستی‌شناسی در حقیقت نظام بازنمون منحصر به‌فردی است که ویژگی‌های نظام‌های سنتی دیگر را یک‌جا جمع کرده است (جاکوب، ۲۰۰۳). هرچند هستی‌شناسی شباهت‌های ماهوی با اصطلاحنامه‌ها و طرح‌های رده‌بندی دارد، دارای تفاوت‌های اساسی نیز هست که باعث تمایز و به‌ویژه ارزش افزودهٔ آن می‌گردد. در طرح‌های مختلف

1. Taxonomy
2. Hierarchy
3. Soergel

کتابخانه‌های دیجیتالی، هستی‌شناسی‌ها به شکل واژگان‌های مختلفی چون مارک، اصطلاحنامه، سرعنوان‌های موضوعی یا طرح‌های رده‌بندی، تعریف یا در حد آنها ساده می‌شوند (دینگ و فو، ۲۰۰۲ آ). هرچند هستی‌شناسی به طرق گوناگون یادآور خصیصه‌هایی از این طرح‌هاست، اما یکی دانستن آن با هریک از انواع ساختارهای بازنمون دانش سبب کاستن از عملکرد و توان آن می‌شود.

تفاوت اساسی میان هستی‌شناسی و واژگان‌های بازنمونی قراردادی را می‌توان سطح انتزاع، روابط میان مفاهیم، قابلیت فهم ماشینی، و مهم‌تر از همه سطح بیانگری هستی‌شناسی‌ها دانست (دینگ و فو، ۲۰۰۲ آ). روابط معنایی میان مفاهیم گوناگون در اصطلاحنامه از طریق اصطلاحات اعم، اخص، و وابسته منعکس می‌شود و در طرح‌های رده‌بندی از طریق نوعی ساختار سلسله‌مراتبی. در هستی‌شناسی، روابط مفاهیم بسیار غنی‌تر و دقیق‌تر از آنچه در اصطلاحنامه‌ها وجود دارد بیان می‌گردد؛ چون تعداد و نوع این روابط بر اساس نیازهای خاص متغیر است. علاوه بر این، هستی‌شناسی می‌تواند بر اساس نیازهای مختلف دارای لایه‌های گوناگون باشد. بنابراین، می‌توان یک هستی‌شناسی سطح بالا داشت که به تعریف مفاهیم عام و کلی می‌پردازد و یا از یک هستی‌شناسی سطح پایین استفاده کرد. دیگر اینکه هدف هستی‌شناسی فراهم‌آوردن امکان ارتباط میان انسان و رایانه است در حالی که واژگان‌های قراردادی در علوم کتابداری و اطلاع‌رسانی، بر ارتباط میان انسان‌ها تأکید دارند. هستی‌شناسی، سطح استانداردسازی و قابلیت استفادهٔ مجدد از دانش را بالا می‌برد.

توسعهٔ نظام‌های بازنمون دانش با نگرش هستی‌شناختی، در حوزهٔ کتابداری و اطلاع‌رسانی در حال ظهور هستند. استفاده از منطق توصیف[1] به‌عنوان یکی از ابزارهای بازنمون دانش، در طراحی و ساخت هستی‌شناسی جدید برای نظام‌های برگه‌دان هوشمند کتابخانه‌های دیجیتالی (ولتی و جنکینز[2]، ۱۹۹۹) از این نمونه است. ساخت اصطلاحنامه‌های بزرگ نیز فرایندی دشوار است که می‌توان با به‌کارگیری هستی‌شناسی، آن را تسهیل کرد. بچهوفر و گوبل (۲۰۰۱) با به‌کارگیری منطق توصیف به شرح چنین فرایندی پرداخته و نشان می‌دهند که چگونه منطق توصیف می‌تواند در ساخت رده‌بندی و کمک به تولید سلسله‌مراتب‌ها، روابط متقابل سلسله‌مراتبی[3] منطقی و منسجم، معناهای ثابت پیوندها، و روابط میان اصطلاحات و مفاهیم و همچنین استنتاج صحیح و منطقی دانش مفید باشد. در زمینهٔ بازیابی اطلاعات نیز مطالعهٔ کابل و

۱. Description Logics (DL): منطق توصیف از خانواده زبان‌های بازنمون دانش رده‌ای (class based) است که ساخت و بازنمون مدل‌های مفهومی را میسر می‌کند. مدل DL بر پایهٔ مفاهیم (رده‌های اشیایی که دارای خصیصه‌های مشابهی هستند)، افراد (مصادیق مفاهیم) و نقش‌ها (روابط بین افراد) شکل می‌گیرد. این طرح، تفسیر پایدار و ثابت مفاهیم را تضمین می‌کند. پشتیبانی از رده‌بندی خودکار، تفسیر پایدار و ثابت مفاهیم را تضمین می‌کند. پشتیبانی از رده‌بندی خودکار، منطق توصیف را به گزینه‌ای مطلوب برای بازنمون واژگان کنترل شده تبدیل کرده است. ویژگی مهم منطق توصیف، اشتمال (Subsumption) و رده‌بندی است. یک مفهوم زمانی به‌وسیله مفهومی دیگر مورد شمول قرار می‌گیرد که تمامی مصادیق آن لزوماً مصادیق مفهوم شامل‌کننده باشد. این ویژگی، ساخت رده‌بندی سلسله‌مراتبی را ممکن می‌سازد.

2. Welty & Jenkins

3. Cross-hierarchical relationship

همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که زمانی که واژگان با استفاده از هستی‌شناسی ساخت یافته می‌گردند بازیابی اطلاعات از وجوه مختلف بهبود می‌یابد.

ارزش افزودهٔ هستی‌شناسی در مقایسه با واژگان‌های بازنمون دانش در حوزهٔ کتابداری و اطلاع‌رسانی چیست؟ به عبارت دیگر، تبدیل این واژگان‌ها به هستی‌شناسی چه ارزش افزوده‌ای را در بازنمون و کشف دانش خواهند داشت؟ کین و پالینگ[1] (۲۰۰۱) واژگان کنترل شده را در دروازه مواد آموزشی[2] به هستی‌شناسی تبدیل کردند. آنها نگرش هستی‌شناختی به واژگان کنترل شده را کمک به ارزش افزوده بین هستی‌شناسی و طرح‌های بازنمون دانش در حوزهٔ کتابداری و اطلاع‌رسانی می‌دانند. به‌نظر آنها دلایل این ارزش افزوده عبارت است: ۱) سطوح بالاتر ایجاد واژگان توصیفی؛ ۲) روابط معنایی عمیق‌تر در رابطه‌های رده / زیررده و روابط میان‌رده‌ای؛ ۳) توانایی در ارائهٔ این مفاهیم و روابط در یک زبان توصیفی؛ ۴) قابلیت استفادهٔ مجدد و تسهیم‌پذیری ساخت‌های هستی‌شناختی در نظام‌های نامتجانس؛ ۵) استنتاج و استدلال‌های قوی. در کل، تفاوت اصلی بین دو مدل، ارزش افزوده از طریق معنای عمیق‌تر چه از نظر مفهومی و چه رابطه‌ای است.

حاصل سخن

سیر تحول و تطور روش‌های سازماندهی دانش، امروزه به مرحله‌ای رسیده است که تمرکز به معنای اطلاعات ورای ساختار نحوی آن، دغدغهٔ بسیاری از حوزه‌های درگیر در سازماندهی و کشف دانش شده است. با الهام از فرایند شناخت و کشف شناخته‌ها (دانش) در انسان و شبیه‌سازی فرایند ذهن در انجام آنها، تلاش برای ماشینی‌کردن فهم، استنتاج منطقی، و کشف دانش را برانگیخته است. نقطهٔ اوج این تلاش‌ها را شاید بتوان در نظریهٔ وب معنایی دید. به‌نظر می‌رسد وب معنایی یا به قولی وب آگاه، ساختار آیندهٔ وب کنونی را تشکیل خواهد داد. هستهٔ این وب، یا بهتر است بگوییم کلید طلایی آن را می‌توان در فن‌آوری هستی‌شناسی جست‌وجو کرد. هرچند روش‌شناسی‌های مربوط به توسعه و به‌کارگیری این فن‌آوری تاحدودی دوران رشد خود را می‌گذرانند، اما بدون شک نقش هستی‌شناسی در نظام‌های اطلاعاتی دانش ـ مدار و در مرکز آنها وب معنایی، نقش کلیدی خواهد بود. استنتاج منطقی مفاهیم و کشف دانش، میانکنش‌پذیری نحوی و معناشناختی میان نظام‌های اطلاعاتی مختلف و ناهمگون، توان ارتباط معنایی رایانه‌ها با یکدیگر و نیز با انسان از جمله قابلیت‌هایی است که هستی‌شناسی درصدد رسیدن به آن است.

1. Qin & Paling
2. Gateway to Educational Materials (GEM)

مآخذ

Baker, P. G. ... etal (1999). " An ontology for bioinformatics applications". *Bioinformatics*: 15(6), 510-520. [online] Available: http://bioinformatics. oupjournals.org/ cgi/ reprint/ 15/ 6/510.pdf

Bechhofer, S.; Goble, C. (2001). "Thesaurus construction through knowledge representation", *Data & Knowledge Engineering*, 37, PP. 25-45.

Berners-Lee, T.; Hendler, J.; Lassila, O.(2001). "The semantic Web". *Scientific American*, 284(5): 345-355.

Caplan, P.L.; Guenther, R.S. (1996). "Metadata for internet resources: the Dublin Core metada'a element set and its mapping to USMARC". *Cataloging and Classification Quarterly*, 22(3/4): 43-58.

Chandrasekaran, D ; Josephson,J. R. ; Benjamins, V. R.(1999). "What are ontologies, and why do we need them?". *IEE Intelligent Systems*, January/February, pp. 20-26. [online] Availabal: http://www.cs.umbc.edu/771/ papers/ chandrasekaranetal99.pdf

Christian, E. (1996). "Application profile for the Government Information Locator Service (GILS): Version 2". [online] Available: http://www.gils.net/ prof_v2. html#annex_b

Corcho,O.; Fernandez-Lopez,M; Gumez-Perez,A.(2003). "Methodologies, tools and languages for building ontologies: where is their meeting point?", *Data & Knowledge Engineering*,46, pp. 41-64.

Craig, E. (1998). "Ontology", In. *Routledge encyclopedia of philosophy*, V.7, ed.Edward Craig: Routledge,London & NewYork, P.117-118

Day, M. (1999). "Mapping Dublin Core to UNIMARC". [online] Available: http://www.ukoln. ac. uk/ metadata/ interoperability/ dc_unimarc.html

Decker,S. & etal (1999). "Knowledge representation on the web", [online] Available: http://www.ontoknowledge. org/oil/downl/DL00-oil.pdf

Ding.Y.(2001)."A review of ontologies with the semantic web in view". *Journal of Information Science*, 27(6): 377-384.

Ding,Y.; Fensel & etal (2002). "The semantic web: yet another hip?". *Data & Knowledge Engineering*, 41, pp. 205-227.

Ding,Y.; Foo, S. (2002a). "Ontology research and development: Part 1-A review

of ontology generation". *Journal of Information Science*, 28(2): 123-136.

Ding,Y.; Foo, S. (2002b). "Ontology research and development: Part 2- a review of ontology mapping and evolving". *Journal of Information Science*, 28(5): 383-396

Fensel, D. ... etal (2001)."OIL: An ontology infrastructure for the semantic web". *IEEE Intelligent Systems*, March/April, pp.38-45. also [online] Available: http://www.cs.vu.nl/~frankh/ postscript/ IEEE-IS01.pdf

Fernandez,M.(1999)."Overview of methodologies for building ontologies". *Proceedings of the IJCAI-99 workshop on ontologies and problem-solving methods*. Stockholm, Sweden; [online] Available: http://sunsite. informatic. rwth-aachen.de/ publications/CEUR-WS/Vol-18

Giordano, R. (1996). "Recommended Mappings OTA Header/USMARC/Dublin Core Elements". Summary [online] Available: http://ota.ahds.ac.uk/

Gruber, T. R. (1993a). "A Translation approach to portable ontology specifications". *Knowledge Acquisition*, 5, pp. 199-220.

Gruber, T. R. (1993b). "Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing". In Roberto Poli Nicola Guarino, editor, *International Workshop on Formal Ontology*, Padova, Italy, 1993.

Gruninger, M. & Fox, M. S. (1995). " Methodology for the design and evaluation of ontologies". In. *IJCAI workshop on basic ontological issues in knowledge sharing*. [online] Available: http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/ publications/CEUR-WS/Vol-18/

Guarino, N. (2000). "Formal ontology, conceptual analysis and knowledge representation". *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 43, No. 5-6, pp. 625-640, Nov./Dec. [online] Available at: http://www.loa-cnr.it/ Papers/FormOntKR.pdf

Guarino, N. (1998). "Formal ontology and information systems". In: *Formal ontology in information systems. Proceedings of FOIS*98, Torento, Italy, 6-8 June 1998. Amsterdam, IOS Press, pp. 3-15. [online] Available: http://www. loa-cnr.it/Papers/FOIS98. pdf

Gumez-Perez,A.; Corcho,O. (2002). "Ontology languages for the semantic web". *IEEE Inteligent Systems*, January/February, pp. 54-60.

Heflin, J. & Hendler, J. (2000). "Dynamic ontologies on the web". In *Proceedings of the Seventeenth National Conference on Artificial Intelligence* (AAAI-2000). AAAI/MIT Press, Menlo Park, CA, p.443-449. [online] Available: http://www.cs.umd.edu/ projects/ plus/ SHOE/ pubs/ aaai2000.pdf

Heflin, J. D. (2001). "Towards the semantic web: Knowledge representation in a dynamic, distributed environment", Ph.D. Thesis, University of Maryland, College Park. [online] Available: http://www.cse.lehigh.edu/~heflin/pubs/heflin-thesis-orig.pdf

Jacob, E. K. (2003)."Ontologies and the semantic web", *Bulletin of the American Society for Information Science and Technology*, April & May, 29(4): 19-22.

Jones, D.M. ... etal (1998). "Methodologies for ontology development", In: J. Cuena, Ed., *Proceedings of ITi and KNOWS Conference of the 15th IFIP World Computer Congress,* London, UK: Chapman and Hill Ltd., pp. 62-75.

Kabel, S. ... etal (2004)."The added value of task and ontology-based markup for information retrieval". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 55(4): 348-362.

Klein, M. (2001). "Combining and relating ontologies: an analysis of problems and solutions", *Workshop on Ontologies and Information Sharing, IJCAI*, 01, Seattle,USA.

Klein, M.; Fensel, D. (2001). "Ontology versioning on the semantic web", In: *Proceedings of the 1st Semantic Web Working Symposium*, Stanford, CA, *USA, JUly 30-August*

Kwasnik, B. (1999). "The role of classification in knowledge representation and discovery", Library Trends, 48(1): 22-47.

MacIntyre, A. (1972). "Ontology", In. *Encyclopedia of Philisophy*, V.5, ed. Paul Edwards, Macmillan: New York, Collier MacMillan Pub.: London, pp. 542-543.

Medeiros, N. (2000)," XML and the resource description framework: The great web hope", *ONLINE*, September

Noy, F.N.; Klein, M. (2002). "Ontology evolution: Not the same as schema evolution", [online] Available: http://www.smi.stanford.edu/pubs/SMI_Reports/SMI-2002-0926.pdf

Oliver,D. E. ... etal (1999). "Representation of change in controlled medical

terminologies", *Artificial Intelligence in Medicine*, 15(1):53-76.

Pinto, S. H.; Gomez-Perez, A.; Martins, J. P. (1999). "Some issues on ontology integration", In: *Proceedings of IJCAI-99 Workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods: Lessons Learned and Future Trends*, in *conjunction with the Sixteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence, August, Stockholm, Sweden*

Poli, R. (1995). Bimodality of formal ontology and mereology. *International Journal of Human-Computer Studies*, 43, p. 687-696.

Qin, J. & Paling, S. (2001). "Converting a controlled vocabulary into an ontology: the Case of GEM", *Information Research*, 6(2).

Smith,B.(2002). "Ontology and information systems". [online] Available: http://ontology.buffalo. edu/ ontology%28PIC%29.pdf

Soergel, D. (1999). "The rise of ontologies or the reinvention of classification", *Journal of the American Society for Information Science*, 50(12): 1119-1120.

Stevens, R.; Goble, C. A. & Bechhofer S. (2000). "Ontology-based knowledge representation for Bioinformatics", *Briefings in Bioinformatics*, 1(4): 398-416. also Available at: "http://www.iet.com/Projects/RKF/SME/ontology-based-knowledge-representation.pdf"

Uschold, M. (2000). "Creating, integrating and maintaining local and global ontologies", In. *Proceedings of the first workshop on Ontology Learning (OL-2000) in conjunction with the 14th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI 2000)*, August, Berlin, Germany. Available at: http:// delicias.dia.fi.upm. es/WORKSHOP/ECAI00/13.pdf

Uschold, M.; Gruninger, M. (1996). "Ontologies: principles, methods and applications", *Knowledge Engineering Review*, 11(2): 93-155.

Uschold, M ... etal (1998). "The enterprise ontology", *Knowledge Engineering Review*, 13(1): 31-89.

Welty, C. A.; Jenkins, J. (1999). "Formal ontology for subject". *Data & Knowledge Engineering*, 31, pp. 155-181.

Zuniga, G. L. (2001). "Ontology: its transformation from philosophy to information systems", In: *Formal ontology in information systems, collected papers from the second international conference*, ACM Press, pp. 187-197.