INSO
20893-5
1st. Edition
2016

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۲۰۸۹۳-۵
چاپ اول
۱۳۹۴

فناوری اطلاعات- نگاشت‌های عنوان-
قسمت۵- مدل مرجع

دارای محتوای رنگی

Information technology - Topic Maps -
Part 5: Reference Model

ICS:35.240.30

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج ، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸- ۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: http://www.isiri.org

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: http://www.isiri.org

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفهٔ تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2- International Electrotechnical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« فناوری اطلاعات- نگاشت‌های عنوان- قسمت۵- مدل مرجع»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
محرم‌زاده، محمد (کارشناسی ارشد مهندسی مکاترونیک-اتوماتیک و کنترل تولید)	کارشناس اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
دبیر:	
محرم‌زاده، معصومه (کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر- نرم‌افزار)	کارشناس شرکت صبا صنعت سیمای تبریز
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
بدری‌زاده، فریبا (کارشناسی مهندسی فناوری اطلاعات- شبکه)	کارشناس اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
بهری لاله، سپیده کارشناسی مهندسی فناوری اطلاعات- مخابرات)	کارشناس فناوری اطلاعات و ارتباطات اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
بی‌مانند، هدی (کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر- نرم‌افزار)	کارشناس اداره کل استاندارد استان ایلام
تفسیری، حامد (کارشناسی مهندسی کامپیوتر- نرم‌افزار)	مسئول فناوری اطلاعات و ارتباطات اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی
حکم‌آبادی، محمد شهاب (کارشناسی مهندسی کامپیوتر- نرم‌افزار)	کارشناس انفورماتیک شرکت شیرین عسل
شیخی، یونس (کارشناسی ارشد مهندسی برق- الکترونیک)	کارشناس اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
صدرالاشرافی، شهرزاد السادات (کارشناسی ارشد مهندسی فناوری الکترونیک)	مدیر کنترل کیفیت شرکت فجر الکتریک

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
عباسی، ساناز (کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر- معماری سیستم‌های کامپیوتری)	کارشناس مستقل
فریبرزیان طهرانی، حسام (کارشناسی مهندسی کامپیوتر- نرم‌افزار)	کارشناس سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی
مغانی، مهدی (کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی)	کارشناس استاندارد سازمان فناوری اطلاعات ایران
مهرشاد، بتول (کارشناسی ارشد MBE)	مسئول فناوری اطلاعات اداره‌کل استاندارد استان خراسان جنوبی
میرزایی، رضا (کارشناسی ارشد مهندسی مکاترونیک)	کارشناس شرکت صبا صنعت سیمای تبریز
نجار قره‌آغاج، یاشار (کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک)	کارشناس شرکت بازرسی آراد پایا کیفیت
یحیائی، سمیرا (کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر-نرم‌افزار)	کارشناس فناوری اطلاعات و ارتباطات اداره کل استاندارد استان سمنان

ویراستار:

بدلی، بابک (کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر- نرم‌افزار)	معاون استانداردسازی و آموزش اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
پیش‌گفتار		ز
۱	هدف و دامنهٔ کاربرد	۱
۲	موضوع‌ها	۱
۳	نگاشت‌ها و پیشکارهای موضوع	۱
۴	الزامات وابسته به هستی‌شناسی	۳
۵	ناوبری	۴
۶	ادغام	۵
۷	محدودیت‌ها	۶
۸	راهنماهای نگاشت	۷
۹	انطباق	۸
پیوست الف (الزامی) زبان مسیر		۹
پیوست ب (آگاهی‌دهنده) نشان‌گذاری		۱۴
کتاب‌نامه		۱۵

پیش‌گفتار

استاندارد « فناوری اطلاعات- نگاشت‌های عنوان- قسمت۵- مدل مرجع » که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در چهارصد و یکمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد فناوری اطلاعات مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۱۲ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO/IEC 13250-5: 2015, Information technology — Topic Maps — Part 5: Reference Model

فناوری اطلاعات- نگاشت‌های عنوان- قسمت۵- مدل مرجع

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین مدل رسمی برای نگاشت‌های موضوع، کمینه[1] قابلیت دسترسی و بازیابی اطلاعات از نگاشت‌های موضوع و یک چارچوب محدودیتی حاکم بر تفسیر نگاشت‌های موضوع است.

نمایش ساختار خاص برای محدود کردن نگاشت‌های موضوع در این استاندارد کاربرد ندارد.

۲ موضوع‌ها[2]

یک موضوع در مجموعه استانداردهای «نگاشت‌های عنوان»، به عنوان چیزی تعریف می‌شود که [...] می‌تواند هر چیزی باشد، صرف نظر از این که آن چیز وجود دارد و یا هر ویژگی خاص دیگری دارد، که در مورد آن، هر چیزی ممکن است به هر وسیله‌ای ثابت گردد (INSO-ISO/IEC 13250- 2: 2006 5.3.1). مطابق با مدل مرجع نگاشت‌های عنوان (TMRM[3])، تنها یک نمایانگر برای موضوع‌ها وجود دارد: پیشکارهای[4] موضوع (پیشکارها).

۳ نگاشت‌ها و پیشکارهای موضوع

پیشکارها حاوی ویژگی‌ها[5] می‌باشند. اینها زوج‌های کلید / مقدار[6] هستند که به نوبه خود ممکن است حاوی ارجاع به پیشکارهای دیگر شود. این رابطه بازگشتی، از طریق دو مجموعه تقاضا تعریف می‌شود. یکی از آن‌ها مجموعه متناهی از برچسب‌های پیشکار، $\mathcal{L}$ است. مجموعه دوم $\mathcal{V}$ است، که مجموعه‌ای متناهی از مقادیر است. $\mathcal{V}$ حاوی مقادیر (مانند اعداد، رشته‌ها، و غیره)، و تمام برچسب‌ها در $\mathcal{L}$ می‌باشد.

یک ویژگی، به صورت زوج $\langle k, v\rangle \in \mathcal{L}\times\mathcal{V}$ است. مولفه اول این زوج، کلید نام دارد؛ مولفه دیگر، مقدار ویژگی نام دارد. مجموعه تمام این ویژگی‌ها به صورت $\mathcal{P}$ علامت‌گذاری می‌شوند. کلیدها در ویژگی‌ها همواره برچسب‌ها هستند و مقادیر در ویژگی‌ها ممکن است برچسب و یا هر مقدار دیگری از مجموعه مقدار $\mathcal{V}$ باشند.

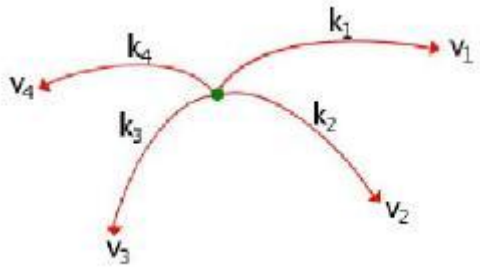
مثال ۱- با در نظر گرفتن برچسب اندازه کفش و عدد صحیح ۴۳، زوج ⟨ اندازه کفش ،۴۳⟩ یک ویژگی است.

---

1 -Minimal
2 -Subjects
3 -Topic Maps Reference Model
4 -proxies
5 -properties
6 -Key/value

پیشکار یک مجموعه متناهی از ویژگی‌ها به صورت $\{p_1, \dots, p_n\}$، بـا $p_i \in \mathcal{P}$ اسـت (بـه شـکل ۱ مراجعـه شود). چند مجموعه از تمام کلیدهای پیشکار x از طریق تابع $keys(x)$ قابل بازیـابی اسـت، یعنـی کلیـدها می‌توانند بیش از یک بـار در یـک پیشـکار بـا مقـادیر مختلـف رخ دهنـد. چنـد مجموعـه از تمـام مقـادیر، $values(x)$ می‌باشد. مقادیر خاص ممکن است بیش از یک بار در یک پیشکار ظاهر شوند.

مثال ۲- یـک شـخص خـاص ممکـن اسـت از طریـق پیشـکار زیـر معرفـی شـود: {⟨اندازه کفش ،۴۳⟩، ⟨رنگ ریش، سفید⟩، ⟨طول ریش، بسیار طولانی⟩}.



شکل ۱- ساختار پیشکار

مجموعه تمام پیشکارهای $\mathcal{X}$، مجموعه‌ای از تمام زیرمجموعه‌های $\mathcal{P}$، $\mathcal{X}=2^{\mathcal{P}}$ است.

ارتباط میان پیشکارها و برچسب‌های آن‌ها، با یک تابع یک به یک جزئی[1] $\sim:\mathcal{X}\to\mathcal{V}$ مدل‌سازی می‌شود. ایـن تابع یک برچسب به پیشکار معین x برمی‌گرداند که به موجب آن، دو پیشکار مختلف هرگـز یـک برچسـب مشابه را به اشتراک نمی‌گذارند. این تابع به مقادیری که $\tilde{v}=v$، توسعه می‌یابند.

یادآوری ۱- یک پیشکار با تمام ویژگی‌های آن تعریف می‌شود. ویژگی‌های منحصـربه‌فـرد مـی‌توانـد پایـه و اساسـی را بـرای نگاشت[2] چندین پیشکار از موضوع یکسان برای یکدیگر فراهم کند.

یادآوری ۲- یک پیشکار ممکن است حاوی چندین ویژگی باشدکه تمام آن‌ها کلید یکسـانی را بـه اشـتراک مـی‌گذارنـد، امـا مقادیر مختلفی دارند، یا مقدار یکسان را به اشتراک می‌گذارند، اما کلیدهای متفاوتی دارند.

نگاشت موضوع (نگاشت)، یک مجموعه متناهی از پیشکارها است. مجموعه‌ای از تمام این نگاشت‌ها به عنوان M نشان داده می‌شود. با توجه به اینکه نگاشت‌ها به سادگی مجموعه‌ای از پیشکارها هستند، ادغام[3] عمـومی نگاشت‌ها از طریق اجتماع[4] مجموعه‌ها، $m\cup m'$ بدست می‌آید.

یادآوری ۳- مدل نگاشت‌های موضوع شرح داده شده در این قسمت، فناوری یا راهبرد[5] پیاده‌سازی خاصی را بر عهده ندارد.

1 - Partial
2 - Mapping
3 - Merging
4 - Union
5 - Strategy

۴ الزامات وابسته به هستی‌شناسی[1]

این استاندارد به صورت آگاهانه تعریفی برای روش‌هایی که به موجب آن پیشکارهای موضوع بدست می‌آیند و یا ایجاد می‌شوند ارائه نکرده است. هیچ سازوکار ویژه شناسایی موضوع، توسط این استاندارد اجباری نیست، و هیچ پیشکار موضوع را از پیش تعریف نمی‌کند.

یادآوری ۱- هر کدام از انتخاب‌های طراحی پیشکار موضوع، مخصوص یک دامنه کاربردی ویژه است و جایگزین‌های به همان اندازه معتبر را حذف می‌کند که ممکن است در زمینه‌های مختلف مورد نیاز، مناسب و یا لازم باشند.

دو نوع روابط، ako (کلاس از) و isa (نمونه از)، تعریف می‌شوند. این گزاره‌ها همواره «رابطه» در یک نگاشت معین m را تفسیر می‌کنند.

الف- دو پیشکار c و c' می‌توانند در یک رابطه زیرکلاس[2]- ابرکلاس[3] $\text{ako}_m \subseteq m \times m$ باشند. در این موارد، همان رابطه را می‌توان بیان کرد که c زیرکلاس c' و c' ابرکلاس c است.

ako_m بازتابی و متعدی است. بازتابی بدان معنی است که هر پیشکار زیرکلاس خود است، صرف نظر از اینکه آیا پیشکار به عنوان یک کلاس در نگاشت، مورد استفاده قرار گرفته است یا خیر: $x \ \text{ako}_m \ x$ برای تمام $x \in m$.

متعدی به معنی این است که اگر یک پیشکار c، زیرکلاس دیگری، c'، و آن نیز زیرکلاس c'' باشد، در این صورت c زیرکلاس c'' است، یعنی اگر $c \ \text{ako}_m \ c'$ و $c' \ \text{ako}_m \ c''$ باشد، آنگاه $c \ \text{ako}_m \ c''$ باید درست باشد.

یادآوری ۲- روابط زیرکلاس مدور[4] ممکن است در یک نگاشت وجود داشته باشد.

ب- دو پیشکار a، c می‌توانند در یک رابطه isa باشند، $\text{isa}_m \subseteq m \times m$. در این صورت، همان رابطه می‌تواند بیان کند که a یک «نمونه» c یا c یک «نوع» a است.

رابطه isa غیر بازتابی است، یعنی $x \ \text{isa}_m \ x$ برای هیچ $x \in m$ برقرار نیست، بنابراین هیچ پیشکار نمی‌تواند یک نمونه از خود باشد. علاوه بر این، هر زمان که یک پیشکار a یک نمونه از پیشکار دیگر c باشد، در این صورت a یک نمونه از هر ابرکلاس c است: اگر $x \ \text{isa}_m \ c$ و $c \ \text{ako}_m \ c'$ باشد، در این صورت $x \ \text{isa}_m \ c'$ درست است.

یادآوری ۳- تعاریف دیگر که از روابط بالا بیان شده است ممکن است با ویژگی‌های متفاوت از طریق TMRM تعریف شود. چنین تعاریفی در راهنماها بیان می‌شود و از تعریف‌های ارائه شده در TMRM متمایز می‌باشند.

یادآوری ۴- این استاندارد روش خاصی برای نمایش چنین روابطی در یک نگاشت بیان نمی‌کند. یک گزینه مدل‌سازی ساده رابطه با یک ویژگی است که از یک کلید معین (نوع) استفاده می‌کند. یک روش دیگر، ارائه یک پیشکار برای هر یک از این

1 - Ontological commitments
2 - Subclass
3 - Superclass
4 - Circular

رابطه‌ها است. چنین پیشکار رابطه‌ای می‌تواند، به عنوان مثال، دارای ویژگی‌هایی باشند که کلیدهای آن «نمونه» و «کلاس»، و یا به ترتیب «زیرکلاس» و «ابرکلاس» باشند.

۵ ناوبری[1]

با در نظر گرفتن نگاشت m و پیشکار خاص $x,y \in m$ در آن، عملگرهای راهبر ابتدایی به صورت زیر تعریف می‌شوند:

الف- یک عملگر پسوندی $\downarrow$ که چند مجموعه از تمام کلیدهای محلی پیشکار مورد نظر را برمی‌گرداند:

$$x\downarrow = keys(x) \qquad (۱)$$

ب- عملگر پسوندی $m\uparrow$ جهت بازیابی چند مجموعه از «کلیدهای کنترل راه دور[2]» یک پیشکار در داخل m است. اینها کلیدهایی هستند که در آن یک پیشکار معین (برچسب آن بطور دقیق‌تر) در پیشکار دیگری به عنوان مقدار است:

$$x\uparrow_m = [k \mid \exists y \in m : \langle k, \tilde{x} \rangle \in y] \qquad (۲)$$

این رابطه به راحتی به یک عملگر برای تمام مقادیر تعمیم داده می‌شود:

$$u\uparrow_m = [k \mid \exists y \in m : \langle k, \tilde{v} \rangle \in y] \qquad (۳)$$

ج- عملگر پسوندی $\rightarrow k$ جهت بازیابی چندین مجموعه از مقادیر محلی برای یک کلید خاص $k \in \mathcal{L}$ است:

$$x \rightarrow k = [v \mid \exists \langle k, v \rangle \in x] \qquad (۴)$$

با استفاده از گزاره ako_m، این عملگر را می‌توان جهت ارتقاء، به زیرکلاس کلید k تعمیم داد:

$$x \rightarrow_m k^* = [v \mid \exists \langle k', v \rangle \in x : k' \; ako_m \; k] \qquad (۵)$$

د- عملگر پسوندی $m^k \leftarrow$ تمام پیشکارهای نگاشت معین را با استفاده از مقدار v به همراه کلید خاص $k \in \mathcal{L}$ ، هدایت می‌کند:

$$v \leftarrow_m k = [x \in m \mid \exists \langle k, \tilde{v} \rangle \in x] \qquad (۶)$$

با استفاده از گزاره ako_m، این عملگر را می‌توان جهت ارتقاء، به زیرکلاس کلید k تعمیم داد:

$$v \leftarrow_m k^* = [x \in m \mid \exists \langle k', \tilde{v} \rangle \in x : k' \; ako_m \; k] \qquad (۷)$$

تعمیم تمام عملگرهای ناوبری در پیشکارهای منحصربه‌فرد و مقادیر آنها در چندین مجموعه از آنها آسان است. بنابراین، اثر نتیجه یک پسوند می‌تواند به عنوان نقطه شروع برای پسوند دیگری مورد استفاده قرار گیرد که قادر به ساخت زنجیره پسوندها است. این زبان مسیر اصلی تحت عنوان $\mathcal{P}_M$ نامیده می‌شود.

1 - Navigation
2 - Remote keys

یادآوری ۱- P_M تنها به عنوان پایه کمینه برای عملکرد فراهم شده مطابق پیاده‌سازی‌های صورت گرفته به کار می‌رود. همچنین می‌تواند به عنوان پایه و اساس یک معناشناسی رسمی برای پرسمان[1] و زبان‌های محدودیت سطح بالاتر مورد استفاده قرار گیرد. پیوست الف یک مورد را شرح می‌دهد.

۶ ادغام

ادغام عمومی نگاشت‌ها تنها دو (یا بیشتر) مجموعه پیشکار را ترکیب می‌کند. ادغام برنامه خاص، شامل یک جنبه دوم است. یک سازوکار باید برای بیان اینکه آیا دو پیشکار بر روی نگاشت معین، در مورد یک موضوع یکسان در نظر گرفته شده‌اند، ایجاد شود. سپس تمام این پیشکارهای معادل، باید به واقع با هم ادغام شوند.

یادآوری ۱- اینکه چگونه مطابقت موضوع تعیین می‌شود و چگونه ادغام پیشکار واقعی بطور موثر انجام می‌شود، توسط این استاندارد اجباری نیست. چنین روندی زمانی ممکن است تعریف شود که دارای ورودی‌هایی باشد که تنها شامل پیشکارهایی هستند که باید ادغام شوند. به روشی دیگر، ورودی‌ها ممکن است شامل اطلاعات دیگری باشند که ممکن است یا در داخل نگاشت یا در جای دیگری در محیط فرآیند ادغام ظاهر شوند.

یادآوری ۲- با در نظر گرفتن جامعیت زبان محدودیت مورد استفاده، نتیجه فرآیند ادغام می‌تواند به صورت یک محدودیت توصیف شود.

ادغام با یک تابع جزئی $\bowtie$ مدل‌سازی می‌شود: $\mathcal{X}\times\mathcal{X}\times\mathcal{E}\rightarrow\mathcal{X}$. این تابع دو پیشکار و یک محیط غیر محدود شده ε را به عنوان پارامتر می‌گیرد و یک پیشکار جدید ایجاد می‌کند. در موارد خاصی که محیط هیچ تاثیری بر این فرآیند ندارد، $\bowtie$ یک عملگر میانوند $\mathcal{X}\times\mathcal{X}\rightarrow\mathcal{X}$ در میان پیشکارها است.

یادآوری ۳- علت ضمیمه ε به عنوان یک عبارت در تعریف ادغام، در نظر گرفتن این واقعیت است که ممکن است معیارهای ادغام به صورت وابسته به شرایط خارجی در نگاشت‌ها تعریف شوند. زمانی که تفاوت‌های محیطی بر نتایج ادغام تاثیر می‌گذارد، یک نگاشت موضوع واحد قابل مبادله ممکن است به عنوان نگاشت‌های موضوع مختلف در محیط‌های مختلف تحقق یابد.

واقعیت این است که $\bowtie$، وسیله جزئی است که ممکن است در برخی از جفت پیشکارها قابل‌اجرا باشد. جایی که نتیجه یک ادغام تعریف می‌شود، پیشکارها با هم ادغام خواهند شد.

عملگر $\bowtie$ جابجایی‌پذیر و شرکت‌پذیر است:

$$x\bowtie x' = x'\bowtie x \qquad (۸)$$

$$(x \bowtie x')\bowtie x'' = x\bowtie (x' \bowtie x'') \qquad (۹)$$

علاوه بر این، $\bowtie$ مقدار غیرقابل تغییر است، چنانچه پیشکارهایی که با خود ادغام می‌شوند، نباید نتیجه متفاوتی به دست آید:

$$x\bowtie x = x \qquad (۱۰)$$

---

1 -Query

ضرایب عملگر ⋈ یک پیشکار معین را در کلاس‌های هم‌ارز تنظیم می‌کند: دو پیشکار x و y در نگاشت معین $m \in M$ هستند، در صورتی که $x \bowtie y$ تعریف شده باشد، در کلاس یکسان هستند. مجموعه کلاس‌های هم‌ارز به صورت $m/\bowtie$ نوشته می‌شوند. با ترکیب همه اعضای یک کلاس، با اعمال ⋈ می‌توان کلاس را در یک پیشکار ساده ادغام کرد. با توجه به مجموعه پیشکارهای $c = \{ x_1, \dots , x_n\}$، ادغام اعضای کلاس هم‌ارز به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\bowtie c = x_1 \bowtie x_2 \bowtie \cdots \bowtie x_n \qquad (۱۱)$$

با دلالت بر این رابطه، یک «مجموعه تغییر[1]» است، یعنی یک نسخه جهت تعویض پیشکارهای x_1، ...، x_n در m با $c \bowtie$ است. ما مجموعه تغییر c را به صورت Δ مشخص می‌کنیم. هنگامی که این مجموعه تغییر در یک نگاشت m به کار می‌رود، هر رخداد برچسب x_i در بعضی از ویژگی‌ها، با برچسب $c \bowtie$ جایگزین می‌شود.

با در نظر گرفتن نگاشت m و ⋈ خاص، نمای ادغام نگاشت $m|_\bowtie$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$m|_\bowtie = (\bigcup_{i=1}^{n} \bowtie c_i)\ \Delta_{c_1} \dots \Delta_{c_n} \qquad (۱۲)$$

با تمام $c_i \in m/\bowtie$ و مجموعه‌های تغییر متناظر Δ_{c_i} است. بدیهی است که مجموعه تغییرات منحصربه‌فرد باید در تمام پیشکارهای تازه ادغام شده، اعمال شود.

چنین مرحله ادغامی ممکن است منجر به ایجاد پیشکارهایی شود که دوباره ممکن است قابل ادغام باشند. این فرآیند می‌تواند تا زمانی که ادغام یک نگاشت بطور کامل محاسبه شده و $m|_\bowtie = m$ شود، تکرار گردد. نگاشت‌های ادغام شده کامل به صورت $m|_\bowtie$ * نمادگذاری می‌شوند. از آنجا که اندازه‌های نگاشت‌های ادغام شده جدید، به شکل ضعیف و یکنواخت کاهش می‌یابند، فرآیند تولید یک نگاشت بطور کامل ادغام شده، معمولا یک تعداد متناهی از گام‌ها را شامل می‌شود.

۷ محدودیت‌ها

نگاشت‌های موضوع ساختارهایی هستند که برای کدگذاری اظهار قطعی به کار می‌روند. جهت تفسیر یک نگاشت، که برای مدل‌سازی، بازیابی و یا اعمال تغییرات باشد، برخی از اطلاعات پس‌زمینه‌ای در مورد نگاشت‌ها ممکن است لازم باشد. این اطلاعات به صورت «محدودیت‌ها» ارائه می‌شوند، بطوری که یک نگاشت معین m، یک محدودیت را برآورده می‌کند یا خیر. زبان محدودیت یک قاعده رسمی است که امکان بیان چنین محدودیت‌هایی را ممکن می‌سازد.

یادآوری ۱- محدودیت ممکن است بطور مشروط و یا بدون قید و شرط، به وجود پیشکارهای خاص در نگاشت‌ها، وجود ویژگی‌ها در پیشکارها، و / یا مقادیر در ویژگی‌ها نیاز داشته باشد. محدودیت‌ها همچنین ممکن است وجود هر یک از موارد فوق را ممنوع کند.

1 - Change set

مثال ۱- یک زبان محدودیت ممکن است امکان بیان محدودیت‌هایی از جمله تمام نمونه‌های مفهومی «شخص» را بدهد که باید حداقل یک ویژگی مانند «اندازه کفش» داشته باشد و یا هرگونه ویژگی‌های اندازه کفش باید یک مقدار صحیح بین ۱۰ و ۵۰ داشته باشد.

یادآوری ۲- روش‌های دقیقی که در آن محدودیت‌ها ممکن است بیان شوند توسط این استاندارد اجباری نیست. زبان‌های مختلف محدودیت در نحوه‌ی بیان و نتیجه، و نیز پیچیدگی محاسباتی، متفاوت خواهند بود.

این استاندارد، دو الزام در مورد هر زبان محدودیت C تحمیل می‌کند:

الف- C باید کاربرد محدودیت برای یک نگاشت را به شکل یک عملگر دودویی $\otimes: M\times C\rightarrow M$ تعریف کند. عملگر $\otimes$ برای تعریف «رابطه رضایتمندی[1]» $\models \subseteq M\times C$ بین یک نگاشت و یک محدودیت به کار می‌رود.

یک نگاشت خاص m یک محدودیت را برآورده می‌سازد، $m \models c$، در صورتی که به کارگیری نتایج محدودیت‌ها در یک نگاشت، مخالف تهی[2] باشد آنگاه:

$$m \models c \Leftrightarrow m\otimes c\neq 0 \qquad (۱۳)$$

ب- C باید یک عملگر ادغام $\oplus: M \times M \rightarrow M$ به عنوان عملگر دودویی بین دو نگاشت تعریف کند. تعاریف $\oplus$ باید جابجایی‌پذیر، شرکت‌پذیر و غیرقایل تغییر باشد.

یادآوری ۳- قوانین $\oplus$ و $\otimes$ ممکن است در هر روشی که به اندازه کافی گویا باشد انجام شود. تعریف $\oplus$ در عبارت $\bowtie$ نیاز نیست ولی می‌توان انجام داد. پیوست الف یکی از راه‌های تعریف $\otimes$ را نشان می‌دهد.

۸ راهنماهای[3] نگاشت

یک راهنمای نگاشت (راهنما) $G = \{c_1, \ldots c_n\}$ یک مجموعه متناهی از محدودیت‌ها است، که همه آنها از یک زبان محدودیت معین C هستند. اگر $m \models c_i$ برای تمام $c_i \in G$ برقرار باشد، در این صورت گفته می‌شود که راهنمای G، نگاشت m را هدایت می‌کند.

یادآوری ۱- راهنمای نگاشت موضوع، همان نقش راهنما در نگاشت‌های جاده‌ای یا شهری را ایفا می‌کند. راهنمای مربوط به یک نگاشت موضوع، کلیدی برای تفسیر آن است. همان‌طوری که راهنمای نگاشت‌های جغرافیایی، نمادهایی که در آن‌ها ظاهر شده و قواعد مقیاس و ... توصیف و تعریف می‌کنند، راهنمای نگاشت موضوع نمادهایی که در آن است (مانند کلیدهای ویژگی‌ها) و سایر قواعد تفسیری را شرح می‌دهد.

یادآوری ۲- هیچ ارتباط آشکاری بین نگاشت‌ها و راهنماها وجود ندارد، چه نگاشت راهنما داشته باشد و یا نداشته باشد. هر نگاشت موضوع می‌تواند بطور همزمان توسط چندین راهنما جهت مقاصد و یا کاربران مختلف دیده شود. چنین نماهایی ممکن است کاملا متفاوت از یکدیگر باشد. وجود خود نگاشت‌ها به تنهایی و بدون راهنما قوانینی را جهت استفاده از آنها بیان می‌کند.

1 - Satisfaction relation
2 -Non-empty
3 -Legends

۹ انطباق[1]

یک پیاده‌سازی مطابق با این استاندارد وجود دارد، اگر:

الف- ساختارهای اطلاعاتی آن با ساختار نگاشت موضوع تعریف شده در بند ۳ مشابه باشد؛

ب- ادغام را با ارائه عملگر ⊕ مطابق با بند ۷ پیاده‌سازی کند؛

ج- مطابق روش‌های شرح داده شده در بند ۵، روش‌های دسترسی را پیاده‌سازی کند؛

د- این روش‌ها باید گزاره شرح داده شده در بند ۴ را رعایت کنند؛

ه- یک زبان محدودیت را با ارائه عملگر ⊗ شرح داده شده در بند ۷، پیاده‌سازی کند؛

و- مطابق بند ۸ راهنما را پیاده‌سازی کند.

1 - Conformance

پیوست الف

(الزامی)

زبان مسیر[1]

زبان مسیر اولیه P_M (به بند ۵ مراجعه شود) می‌تواند برای تعریف یک زبان گویاتر T_M به کار رود که ناوبری، فیلتر کردن[2]، مرتب‌سازی و کاربرد تابع عمومی را ارائه می‌دهد.

در ادامه، اول چندتایی‌ها[3] و بعد توالی چندتایی‌ها شرح داده شده است. توالی‌ها حاصل اعمال عبارت مسیری T_M بر روی نگاشت (یا هر مجموعه از پیشکار و مقادیر) هستند. به وسیله آن، زبان عبارت مسیر T_M مشخص شده است.

الف-۱ چندتایی‌ها

عبارت‌های مسیر، الگوهایی را شرح می‌دهد که در یک نگاشت مشخص می‌شوند. به منظور تهیه یک مدل برای محدودیت‌ها و پرسمان‌ها، نتایج حاصل از عبارات مسیری بصورت چندتایی‌هایی از مقادیر مدل‌سازی شده و به صورت توالی چندتایی سازماندهی می‌شوند.

یک چندتایی واحد با مقادیری از یک مجموعه مقادیر $\mathcal{V}$ به صورت $\langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$ بیان می‌شود. چندتایی‌ها را می‌توان با تلفیق مقادیر آنها، به یکدیگر الحاق کرد: $\langle v_1, \dots, v_m \rangle . \langle v_1, \dots, v_n \rangle = \langle v_1, \dots, v_m, v_1 \dots, v_n \rangle$. این مورد، نمایش چندتایی‌ها را به صورت حاصلضرب چندتایی‌های تکی[4] قادر می‌سازد:

$$t=\prod_{i=1}^{n}\langle v_i \rangle = \langle v_1 \rangle . \langle v_2 \rangle . \dots . \langle v_n \rangle \qquad (۱۴)$$

از این به بعد نماد الحاق « . » حذف خواهد شد. برای تجزیه کردن یک چندتایی عبارت $t(j..k)=\prod_{i=j}^{k-1}(v_i)$ و $t(i)= t(i..i+1)$ کار می‌رود.

ارتباط چندتایی‌ها و پیشکارها ارتباط نزدیک است. تمام مقادیر را می‌توان از یک پیشکار گرفته و در یک چندتایی مقدار مرتب کرد. در صورتی که ترتیب مهم باشد، مرتب‌سازی می‌تواند بر اساس کلیدها انجام شده و مقادیر مطابق کلیدها مرتب شوند. از طرف دیگر می‌توان یک چندتایی مقدار را به یک پیشکار تبدیل کرد به شرط اینکه چندتایی کلیدها در دسترس باشد (فشرده‌سازی[5]).

$$\langle v_1, \dots, v_n \rangle ¥ \langle k_1, \dots, k_n \rangle = \{\langle k_1, v_1 \rangle, \dots, \langle k_n, v_n \rangle\} \qquad (۱۵)$$

---

1 -Path language
2 -Filtering
3 -Tuples
4 -Singleton
5 -Zipping

اگر تمام مقادیر چندتایی‌ها در موقعیت‌های متناظر، یکسان باشند گوییم چندتایی‌ها یکسان هستند. چندتایی‌ها را می‌توان مقایسه کرد، بدین صورت که $t \preceq t'$ را می‌توان از برخی مرتب‌سازی‌های مقادیر چندتایی $v \preceq v'$ به دست آورد. برای کنترل ترتیب صعودی یا نزولی بودن چندتایی، «چندتایی برای کنترل ترتیب[1]» به صورت $o=\prod_1^k \langle d_i \rangle$ با جهت $d \in \{\uparrow, \downarrow, -\}$ معرفی می‌شود. با در نظر گرفتن دو چندتایی t و t' مرتب‌سازی چندتایی‌ها با استفاده از $\preceq_0$ از طریق $t \preceq_0 t' \Leftrightarrow t(1..m) \preceq_0 t'(1..m)$ بیان می‌شود که در آن m طول کوتاهترین چندتایی می‌باشد. برای برش چندتایی‌ها نماد $\preceq_0$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$t(i..j) \preceq_0 t'(i..j) \Leftrightarrow \begin{cases} t(i) \preceq t'(i) & if\ d_i = \uparrow \\ t'(i) \preceq t(i) & if\ d_i = \downarrow \\ t(i+1..j) \preceq_0 t'(i+1..j) & if\ d_i = -or\ t(i) = t'(i) \end{cases}$$

الف-۲ توالی چندتایی‌ها

زمانیکه چندتایی‌ها به صورت توالی‌ها سازمان یافته‌اند، یک توالی به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$s = \sum_{i=1}^{m} t_i = [t_1, \dots, t_m] \qquad (۱۶)$$

برای یک مجموعه مقادیر $\{v_1, \dots, v_n\}$ می‌توان توالی چندتایی $\sum_{i=1}^{n} \langle v_i \rangle$ را ایجاد کرد. این تبدیل به صورت $[\{v_1, \dots, v_n\}]$ مشخص می‌شود. بر مبنای این تفسیر یک نگاشت $m=\{x_1,\dots x_n\}$ می‌تواند به صورت توالی چندتایی $[m]$ نمایش داده می‌شود. به عبارت دیگر می‌توان یک توالی چندتایی را به عنوان یک نگاشت تفسیر کرد که چندتایی‌های شامل آن پیشکارهای تکی باشد.

با در نظر گرفتن چندتایی ترتیبی o، یک توالی s را می‌توان مرتب کرد در صورتی که $t_i \preceq t_j \ \text{iff} \ i \preceq j$ باشد. این به صورت $\overrightarrow{s^o}$ نوشته می‌شود.

توالی‌ها شبیه مجموعه‌های چندگانه هستند. از قبیل عملیات اجتماع $\cup$، اشتراک[2] $\cap$، تفریق $\setminus$ که در مجموعه‌ها است. ترتیب چندتایی‌های مرتب شده در توالی‌های عملوندی، در نتایج از بین خواهد رفت. زمانیکه توالی‌های چندتایی به یکدیگر الحاق می‌شوند، ترتیب توالی‌های عملوند حفظ می‌شوند.

$$\sum_{i=1}^{m} s_i + \sum_{j=1}^{n} t_j = [s_1, \dots, s_m, t_1, \dots, t_n] \qquad (۱۷)$$

این الحاق با جایگذاری چندتایی‌های عملوند دوم با همتای آنها در چندتایی اول صورت می‌پذیرد. در صورتی که محدوده مشخص باشد ممکن است اندیس‌ها حذف شوند.

1 -Order control tuple
2 -Intersection

توالی‌های چندتایی را می‌توان با ضرب (اتصال) به یکدیگر ترکیب نمود. حاصلضرب دو توالی چندتایی به صورت رابطه بازگشتی زیر تعریف می‌شود:

$$(s)\left(\sum_{j=1}^{m}\langle v_{1j}, v_{2j}, \dots, v_{1j}\rangle\right) = \left(s\sum_{j=1}^{m}\langle v_{1j}\rangle\right)\sum_{j=1}^{m}\langle v_{2j}, \dots, v_{1j}\rangle \qquad (۱۸)$$

$$\sum_{i=1}^{n} t_i \sum_{j=1}^{m}\langle v_j\rangle = \sum_{i,j=1}^{nm}\left(t_i\langle v_j\rangle\right) \qquad (۱۹)$$

یادآوری۱- هر چندتایی از سمت چپ توالی عملوند با هر کدام از عملوند سمت راست اتصال می‌یابد. اولین مقدار هر چندتایی از عملوند دوم حذف شده و به هر چندتایی از عملوند اول ترکیب می‌شود. و این تا زمانی تکرار می‌شود که عملوند دوم، هیچ چندتایی حاوی مقدار نداشته باشد.

تابع فشرده‌سازی (به بند الف-۱ مراجعه شود) را می‌توان با تکرار این فرآیند برای هر چندتایی این توالی تعمیم داد. بنابراین زمانی که یک مجموعه از کلیدها انتخاب شود، می‌توان هر توالی چندتایی را به عنوان یک توالی از پیشکارها تفسیر کرد. این توالی از پیشکارها را می‌توان به صورت یک نگاشت موضوع تفسیر نمود.

الف-۳ عبارت‌های[1] مسیر

یک عبارت مسیر خاص را می‌توان به عنوان «عبارت مورد نظر» تفسیر کرد، یعنی می‌تواند به عنوان الگو در یک نگاشت مشخص شود. با در نظر گرفتن یک توالی چندتایی s، می‌توان عبارت مسیر p را بر روی آن اعمال کرد که نتیجه آن بازگشت یک توالی چندتایی دیگر است. این کاربرد به صورت $s\otimes_m p$ نمادگذاری می‌شود. این عملیات در محتوی نگاشت m دریافت می‌شود. در صورت تصریح، اندیس را می‌توان حذف کرد.

مجموعه عبارات مسیر T_M به صورت مجموعه کوچکی که شرایط زیر را برآورده می‌کند، مشخص می‌شود:

الف- هر مقداری از $\mathcal{V}$ (و در نتیجه هر برچسب پیشکار) در T_M قرار دارد. اگر این مقدار بر روی یک توالی اعمال شود، می‌توان از خود توالی صرف‌نظر کرد. به جای آن توالی جدید با یک چندتایی تکی با همان مقدار ایجاد می‌شود.

ب- پسوند پروژه π_i به ازای هر مقادیر صحیح مثبت i در T_M است. می‌توان آن را برای استخراج یک ستون مشخص از یک توالی چندتایی معین به کار برد:

$$\sum_{i=1}^{n}\langle v_{1i}, v_{2i}, \dots, v_{1i}\rangle \otimes \pi_j = \sum_{i=1}^{n}\langle v_{ji}\rangle \qquad (۲۰)$$

عملگر پروژه در اینجا همان نقش پروژه در زبان‌های پرسمان مثل SQL را ایفا می‌کند، به جز اینکه به جای اسامی، اندیس جهت انتخاب به کار می‌رود.

---

1 - Expressions

برای ساماندهی آزادانه مقادیر در توالی چندتایی جدید، پروژه چندتایی $\langle p_1,\ldots,p_n\rangle$ با عبارت مسیر p_i به کار می‌رود. برای یک چندتایی تکی همه عبارات مسیر را مورد ارزیابی قرار می‌دهد و توالی‌های جزئی حاصل از کل نتایج را ایجاد می‌کند.

$$t\otimes\langle p_1,\ldots,p_n\rangle=\prod_{i=1}^{n} t\otimes p_i \qquad (۲۱)$$

هنگامی که بر روی یک توالی چندتایی اعمال شود، همه کاربردها را به چندتایی‌های خود الحاق می‌کند. در موارد خاص پروژه تهی $\langle\ \rangle=0$ همیشه توالی چندتایی تهی و پروژه همانی $\prod\langle\pi_i\ \rangle=1$ همیشه توالی چندتایی ورودی را برمی‌گردانند.

ج- عملگرهای ناوبری $\uparrow$، $\downarrow$، $k\leftarrow$ و $k\rightarrow$ در T_M هستند. زمانیکه این عملگرها بر روی یک توالی اعمال شوند، بر روی تمام چندتایی‌ها اعمال خواهند شد:

$$\left(\sum_{i=1}^{n}\langle v_{1i},v_{2i},\ldots,v_{1i}\rangle\right)\otimes\leftarrow k=\sum_{i=1}^{n}\prod_{j=1}^{l}\langle v_{ji}\leftarrow m^{*}_{k}\rangle \qquad (۲۲)$$

$$\left(\sum_{i=1}^{n}\langle v_{1i},v_{2i},\ldots,v_{1i}\rangle\right)\otimes\rightarrow k=\sum_{i=1}^{n}\prod_{j=1}^{l}\langle v_{ji}\rightarrow m^{*}_{k}\rangle \qquad (۲۳)$$

این عملگرها را می‌توان بر روی هر چندتایی تکرار کرده و نتایج میانی را برای هر چندتایی محاسبه کرد. این نتایج میانی با اعمال ناوبری بر روی هر مقدار در چندتایی جاری حاصل می‌شوند. چنانچه نتایج کاربرد چند مجموعه از مقادیر باشد، به صورت یک توالی چندتایی تکی تبدیل می‌شود. کل این توالی‌های چندتایی تکی ضرب شده و نتایج میانی به نتایج کل الحاق می‌شوند.

این عملگرها را می‌توان به طور طبیعی به مجموعه‌های کلیدها تعمیم داد:

$$s\otimes\leftarrow\{k_1,k_2,\ldots,k_n\}=\sum_{i=1}^{n}(s\otimes\leftarrow k_i) \qquad (۲۴)$$

$$s\otimes\rightarrow\{k_1,k_2,\ldots,k_n\}=\sum_{i=1}^{n}(s\otimes\rightarrow k_i) \qquad (۲۵)$$

روش مشابهی برای یافتن کلیدها به صورت زیر به کار می‌رود:

$$\left(\sum_{i=1}^{n}\langle v_{1i},v_{2i},\ldots,v_{1i}\rangle\right)\otimes\downarrow=\sum_{i=1}^{n}\prod_{j=1}^{l}\langle v_{ji}\downarrow\rangle \qquad (۲۶)$$

$$\left(\sum_{i=1}^{n}\langle v_{1i},v_{2i},\ldots,v_{1i}\rangle\right)\otimes\uparrow=\sum_{i=1}^{n}\prod_{j=1}^{l}\langle v_{ji}\uparrow m\rangle \qquad (۲۷)$$

د- عبارات مسیری $p_1,\ldots,p_n$ و تابع $f:\mathcal{V}^n\mapsto\mathcal{V}$ و $f(p_1,\ldots,p_n)$ در T_M را در نظر بگیرید. زمانی که یک تابع nتایی $f:\mathcal{V}^n\rightarrow\mathcal{V}$ به یک توالی چندتایی اعمال می‌شود، به این صورت تفسیر می‌شود که یک چندتایی

مقدار به طول n را می‌گیرد و یک مقدار از $\mathcal{V}$ تحویل می‌دهد. برای اعمال آن به یک توالی چندتایی، آن را بر روی تمام چندتایی‌های خاص اعمال کرده و نتایج حاصل به صورت یک توالی سازمان می‌یابد:

$$f\left(\sum t_i\right) = \sum \langle f(t_i) \rangle \qquad (۲۸)$$

ه- شرط $p\ ?\ q{:}\ r$ برای عبارات مسیر p، q و r در T_M قرار دارد. زمانی که بر روی یک توالی چندتایی اعمال می‌شود، تمام چندتایی را مورد آزمون قرار می‌دهد تا مشخص شود که آیا با اعمال p بر روی آن نتیجه‌ای حاصل می‌شود. در این موارد، قسمت «آنگاه[1]» شرط استفاده می‌شود، یعنی چندتایی در معرض q قرار گرفته و نتایج حاصل به نتیجه نهایی اعمال می‌شود در غیر این صورت چندتایی مقدار r را به خود می‌گیرد:

$$(\sum_{i=1}^{n} t_i) \otimes (p?\, q{:}\, r) = \sum_{i=1}^{n} ([t_i \otimes q | t_i \otimes p \neq 0] \cup [t_i \otimes r | t_i \otimes p = 0]) \qquad (۲۹)$$

و- برای دو عبارت مسیری p و q، تناوب $p+q$، کاهش $p-q$ و مقایسه $p=q$ که در T_M هستند:

$$s\otimes(p+q) = (s\otimes p) \cup (s\otimes q) \qquad (۳۰)$$

$$s\otimes(p-q) = (s\otimes p) \setminus (s\otimes q) \qquad (۳۱)$$

$$s\otimes(p=q) = (s\otimes p) \cap (s\otimes q) \qquad (۳۲)$$

ز- برش‌دهنده[2] $[i..j]$، مرتب‌ساز sort_o با یک چندتایی کنترل ترتیب o و حذف‌کننده تکرار یکتا[3] در T_M:

$$\sum_{k=1}^{n} t_k \otimes [i..j] = \sum_{k=i}^{j-1} t_k \qquad (۳۳)$$

$$s\otimes \text{sort}_o = \overrightarrow{s^o} \qquad (۳۴)$$

$$s \otimes \text{uniq} = \sum_k t_k \; with \; t_k \in s \; and \; t_i \neq t_j \text{ for } i \neq j \qquad (۳۵)$$

ح- برای دو عبارت مسیری p و q الحاق $p \circ q$ در T_M:

$$s\otimes(p\circ q) = (s\otimes p)\otimes q \qquad (۳۶)$$

واضح است در صورتی که از محتوی دو عبارت مسیر به یکدیگر الحاق شوند، میانوند حذف خواهد شد.

1 - Then
2 - Slicer
3 - Uniq

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

نمادگذاری

نماد	برای کاربر	معادل ASCII
K^*	تمام زیرکلاس‌ها (کلید یا مقدار)	K*
$\bowtie$	تابع ادغام	|><|
$m\|_{\bowtie_*}$	مجموعه کلاس هم‌ارزی	||><|
$m\|_{\bowtie}$	نگاشت موضوع کاملا ادغام شده	m||><|*
$\downarrow$	تمام کلیدها در یک پیشکار	\
$\uparrow$	پیشکار به صورت کلید	/
$\rightarrow$	تمام مقادیر کلید	->
$\leftarrow$	پیشکارها با مقدار داده شده برای یک کلید	<-
$\mapsto$	نتایج موجود	|->
$\models$	ارتباط رضایتمندی	|=
$\otimes$	عملگر محدودیت	(x)
$\oplus$	عملگر ادغام	(+)

کتاب‌نامه

[1] ISO/IEC 13250-2, Information technology — Topic Maps — Data Model

[2] ISO/IEC 13250-3, Information technology — Topic Maps —Part 3: XML syntax

[3] ISO/IEC 13250-4, Information technology —Topic Maps — Part 4: Canonicalization

[4] ISO/IEC 19756, Information technology —Topic Maps — Constraint Language (TMCL)