

**AZƏRBAYCAN
RESPUBLİKASININ
DÖVLƏT
STANDARTI**

**AZS ISO/IEC
22989:2023**

Birinci nəşr
2023

**Information technology —
Artificial intelligence —
Artificial intelligence
concepts and terminology**

**İnformasiya texnologiyaları
— Süni intellekt —
Süni intellektə dair anlayışlar və
terminologiya**

MÜNDƏRİCAT

Ön söz

Giriş

1. Tətbiq sahəsi

2. Normativ istinadlar

3. Terminlər və təriflər

- 3.1. Sİ ilə bağlı terminlər
- 3.2. Verilənlərə dair terminlər
- 3.3. Maşın öyrənməsinə dair terminlər
- 3.4. Neyron şəbəkələrinə dair terminlər
- 3.5. Etimadı doğrultma xüsusiyyətinə dair terminlər
- 3.6. Təbii dilin emalına dair terminlər
- 3.7. Kompüter görməsinə dair terminlər

4. Qısaltmalar

5. Süni intellektə dair anlayışlar

- 5.1. Ümumi müddəalar
- 5.2. Güclü və zəif Sİ-dən ümumi və dar Sİ-yə doğru
- 5.3. Agent
- 5.4. Bilik
- 5.5. Koqnitsiya və koqnitiv hesablama
- 5.6. Semantik hesablama
- 5.7. Yumşaq hesablama
- 5.8. Genetik alqoritmlər
- 5.9. Sİ üçün simvolik və subsimvolik yanaşmalar
- 5.10. Verilənlər
- 5.11. Maşın öyrənməsinə dair anlayışlar
 - 5.11.1. Müəllimlə maşın öyrənməsi
 - 5.11.2. Müəllimsiz maşın öyrənməsi
 - 5.11.3. Qismən müəllimlə maşın öyrənməsi
 - 5.11.4. Möhkəmləndirici öyrənmə
 - 5.11.5. Transfer (olunan) öyrənmə
 - 5.11.6. Təlim verilənləri
 - 5.11.7. Təlim keçmiş model
 - 5.11.8. Yoxlanılma və test verilənləri
 - 5.11.9. Təkrar təlim
- 5.12. Maşın öyrənməsi alqoritmlərinə dair nümunələr
 - 5.12.1. Neyron şəbəkələri
 - 5.12.2. Bayes şəbəkələri
 - 5.12.3. Qərar ağacları
 - 5.12.4. Dəstək vektor maşını
- 5.13. Avtonomiya, heteronomiya və avtomatlaşdırma
- 5.14. Əşyaların interneti və kiber-fiziki sistemlər
 - 5.14.1. Ümumi müddəalar
 - 5.14.2. Əşyaların interneti
 - 5.14.3. Kiber-fiziki sistemlər
- 5.15. Etimadı doğrultma xüsusiyyəti
 - 5.15.1. Ümumi müddəalar

- 5.15.2. Sİ dayanıqlığı
- 5.15.3. Sİ etibarlılığı
- 5.15.4. Sİ dözümlülüüyü
- 5.15.5. Sİ idarə edilmə qabiliyyəti
- 5.15.6. Sİ izahlılığı
- 5.15.7. Sİ proqnozlaşdırma qabiliyyəti
- 5.15.8. Sİ şəffaflığı
- 5.15.9. Sİ qərəzliliyi və ədalətliliyi
- 5.16. Sİ-nin verifikasiyası və yoxlanılması
- 5.17. Yurisdiksiya məsələləri
- 5.18. İctimai təsir
- 5.19. Sİ maraqlı tərəflərinin rolları
 - 5.19.1. Ümumi müddəalar
 - 5.19.2. Sİ provayderi
 - 5.19.3. Sİ prodüseri
 - 5.19.4. Sİ müştərisi
 - 5.19.5. Sİ tərəfdaşı
 - 5.19.6. Sİ subyekti
 - 5.19.7. Əlaqəli məsul şəxslər

6. Sİ sisteminin həyat dövrü

- 6.1. Sİ sisteminin həyat dövrü modeli
- 6.2. Sİ sisteminin həyat dövrü mərhələləri və prosesləri
 - 6.2.1. Ümumi müddəalar
 - 6.2.2. İlk mərhələ
 - 6.2.3. Layihələndirmə və işlənilmə
 - 6.2.4. Verifikasiya və yoxlanılma
 - 6.2.5. Quraşdırılma
 - 6.2.6. İstismar və monitoring
 - 6.2.7. Fasiləsiz yoxlanılma
 - 6.2.8. Təkrar qiymətləndirmə
 - 6.2.9. İstismardan çıxarma

7. Sİ sisteminin funksional icmalı

- 7.1. Ümumi müddəalar
- 7.2. Verilənlər və informasiya
- 7.3. Bilik və öyrənmə
- 7.4. Proqnozlardan fəaliyyətlərə doğru
 - 7.4.1. Ümumi müddəalar
 - 7.4.2. Proqnozlaşdırma
 - 7.4.3. Qərar
 - 7.4.4. Fəaliyyət

8. Sİ ekosistemi

- 8.1. Ümumi müddəalar
- 8.2. Sİ sistemləri
- 8.3. Sİ funksiyası
- 8.4. Maşın öyrənməsi
 - 8.4.1. Ümumi müddəalar
- 8.5. Mühəndislik
 - 8.5.1. Ümumi müddəalar

- 8.5.2. Ekspert sistemləri
- 8.5.3. Məntiqi proqramlaşdırma
- 8.6. Böyük həcmli verilənlər və verilənlərin mənbələri — bulud və sərhəd hesablamaları
 - 8.6.1. Böyük həcmli verilənlər və verilənlərin mənbələri
 - 8.6.2. Bulud və sərhəd hesablamaları
- 8.7. Resurs ehtiyatları
 - 8.7.1. Ümumi müddəalar
 - 8.7.2. Tətbiq üçün xüsusi integral sxem

9. Sİ sahələri

- 9.1. Kompüter görməsi və təsvirin tanınması
- 9.2. Təbii dilin emalı
 - 9.2.1. Ümumi müddəalar
 - 9.2.2. Təbii dilin emal komponentləri
- 9.3. “Data mining”
- 9.4. Planlaşdırma

10. Sİ sistemlərinin tətbiqləri

- 10.1. Ümumi müddəalar
- 10.2. Dələduzluğun aşkarlanması
- 10.3. Avtomatlaşdırılmış nəqliyyat vasitələri
- 10.4. Proqnozlaşdırılan xidmət

Əlavə A (informativ) İƏİT-in Sİ sisteminin həyat dövrü ilə bağlı tərfi əsasında Sİ sisteminin həyat dövrünün xəritəsi

Ədəbiyyat

ÖN SÖZ

ISO (Beynəlxalq Standartlaşdırma Təşkilatı) və IEC (Beynəlxalq Elektrotexniki Komissiya) dünya üzrə standartlaşdırma sahəsində ixtisaslaşmış sistemi formalaşdırır. ISO və ya IEC üzvü olan milli orqanlar texniki fəaliyyətin konkret sahələri ilə məşğul olmaq üçün müvafiq təşkilat tərəfindən yaradılmış texniki komitələr vasitəsilə Beynəlxalq Standartların hazırlanmasında iştirak edirlər. ISO və IEC texniki komitələri qarşılıqlı maraq doğuran sahələrdə əməkdaşlıq edirlər. ISO və IEC ilə əməkdaşlıq edən digər beynəlxalq təşkilatlar, dövlət və qeyri-hökumət təşkilatları da bu işdə iştirak edirlər. İnformasiya texnologiyaları sahəsində ISO və IEC birgə texniki komitə - ISO/IEC JTC 1 yaratmışlar.

Bu sənədin hazırlanması üçün istifadə olunan və həmçinin, sonrakı texniki xidmət üçün nəzərdə tutulan prosedurlar ISO/IEC Direktivlərinin 1-ci hissəsində təsvir edilmişdir. Xüsusilə, müxtəlif növ sənədlər üçün tələb olunan fərqli təsdiq meyarlarını qeyd etmək lazımdır. Bu sənəd ISO/IEC Direktivlərinin 2-ci hissəsində (www.iso.org/directives və ya www.iec.ch/members_experts/refdocs) verilmiş qaydalara uyğun olaraq hazırlanmışdır.

Bu sənədin bəzi elementlərinin patent hüquqlarının predmeti ola bilməsi diqqət çəkir. ISO və IEC bu patent hüquqlarının hər hansı birinin və ya hamısının müəyyən edilməsinə görə məsuliyyət daşımır. Sənədin hazırlanması zamanı müəyyən edilmiş patent hüquqlarının təfərrüatları Girişdə və/və ya ISO və IEC (www.iso.org/patents və patents.iec.ch) alınmış patent bəyannamələrinin siyahısında təqdim olunur.

Bu sənəddə istifadə olunan ticarət adları istifadəçilərin rahatlığı üçün təqdim olunan məlumatdır və tövsiyə xarakteri daşımır.

Standartların könüllü xarakter daşması, uyğunluğun qiymətləndirilməsi üzrə ISO-nun xüsusi termin və ifadələrinin mənası ilə bağlı izahlar, eləcə də Ticarətdə Texniki Maneələrin (TBT) aradan qaldırılması ilə əlaqədar ISO-nun Ümumdünya Ticarət Təşkilatının (ÜTT) prinsiplərinə sadiqliyi haqqında məlumat www.iso.org/iso/foreword.html, IEC ilə bağlı isə www.iec.ch/understanding-standards internet informasiya ehtiyatından əldə edilə bilər.

Bu sənəd ISO/IEC JTC 1 “İnformasiya texnologiyaları” Birgə Texniki Komitəsinin “SC 42, Süni intellekt” Altkomitə tərəfindən hazırlanmışdır.

Bu sənədlə bağlı istənilən rəy və suallar milli standartlar üzrə quruma yönəldilməlidir. Bu qurumların tam siyahısı ilə www.iso.org/members.html və www.iec.ch/national-committees internet informasiya ehtiyatlarında tanış ola bilərsiniz.

GİRİŞ

Hesablama texnikasının gücü və məhsuldarlığının artması ilə bağlı əldə edilmiş nailiyyətlər, hesablama xərclərinin azalması, bir çox mənbələrdəki böyük həcmli məlumatların əlçatanlığı, müəyyən tapşırıqlar üzrə sürət və dəqiqlik baxımından insanların imkanlarına bərabər və ya onları üstələyə bilən ucuz onlayn öyrənmə proqramları və alqoritmlərinin mövcudluğu süni intellektin (Sİ) praktiki tətbiqini mümkün etmiş, onu informasiya texnologiyalarının daha vacib sahəsinə çevirmişdir.

Sİ - kompüter elmləri, “data” elmləri (verilənlər haqqında elm), təbiət elmləri, humanitar elmlər, riyaziyyat, sosial elmlər və digər sahələrə əsaslanan fənlərarası sahədir. Bu sənəddə “ağıllı (intellektual)”, “intellekt”, “anlama”, “bilik”, “öyrənmə”, “qərarlar”, “bacarıqlar” və s. kimi terminlərdən istifadə olunur. Lakin məqsəd Sİ sistemlərini antropomorfizasiya etmək deyil, bəzi Sİ sistemlərinin bu cür xüsusiyyətləri rudimentar olaraq imitasiya edə bilməsini təsvir etməkdir.

Sİ texnologiyasının bir çox sahələri mövcuddur. Bu sahələr bir-biri ilə sıx bağlıdır və sürətlə inkişaf edir, ona görə də bütün texniki sahələrin aktuallığını vahid xəritəyə inikas etdirmək çətinidir. Sİ tədqiqatlarına “öyrənmə, tanıma və proqnozlaşdırma”, “məntiqi nəticə, bilik və dil” və “aşkarlama, axtarış və yaratma” kimi aspektlər daxildir. Tədqiqatlarda həm də bu aspektlər arasındakı qarşılıqlı asılılıq araşdırılır [23].

Sİ anlayışı bir çox Sİ tədqiqatçıları tərəfindən giriş və çıxış proseslərinin “axını” kimi təfsir olunur və bu prosesin hər bir mərhələsi üzrə araşdırmalar aparılır. Geniş auditoriya tərəfindən daha yaxşı başa düşülməsi və qəbul edilməsi üçün bu texnologiyada maraqlı olan tərəflərin standartlaşdırılmış anlayışlara və terminologiyaya ehtiyacı var. Bununla yanaşı, Sİ üzrə anlayışlar və kateqoriyalar etimadı doğruldan, dayanıqlıq, dözümlülük, etibarlılıq, dəqiqlik, mühafizəlilik, təhlükəsizlik və məxfilik kimi xüsusiyyətlərə görə fərqli həllərin müqayisəsinə və təsnifatlandırılmasına şərait yaradır. Bu, maraqlı tərəflərə öz tətbiqləri üçün uyğun həllər seçmək və bazarda mövcud həllərin keyfiyyətini müqayisə etmək imkanı verir.

Bu standartda Sİ tərfi yalnız fənn (elm sahəsi) kontekstində təqdim olunduğu üçün bu termin “Sİ insan tərəfindən müəyyən edilmiş məqsədlər üçün kontent (məzmun), proqnoz, tövsiyə və ya qərarlar kimi nəticələr generasiya edən mühəndislik sisteminə aid elmi-texniki sahədir” kimi təsvir edilə bilər.

Bu standartda maraqlı tərəflərin Sİ texnologiyasını daha yaxşı anlaması və istifadə etməsi üçün standartlaşdırılmış anlayışlar və terminologiya təqdim edilir. Sənəd peşəkarlar və həmçinin sahə üzrə təcrübəsi olmayanlar da daxil olmaqla, geniş auditoriya üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bununla belə, bəzi spesifik maddələr kompüter elmləri sahəsində yalnız böyük təcrübəsi olanlar üçün asan ola bilər. Bu məsələlər əsasən sənədin qalan hissəsinə nisbətən daha texniki xarakter daşıyan 5.10, 5.11 və 8-ci bəndlərində təsvir edilmişdir.

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ DÖVLƏT STANDARTI

İnformasiya texnologiyaları — Süni intellekt —
Süni intellekt üzrə anlayışlar və terminologiya

AZE ISO/IEC 22989:2023

Information technology — Artificial intelligence —
Artificial intelligence concepts and terminology

Tətbiq edilmə tarixi ... 2023-cü il

1 TƏTBİQ SAHƏSİ

Bu standart Sİ sahəsi üzrə terminologiyayı müəyyən edir və anlayışları təsvir edir.

Bu sənəd digər standartların işlənməsində və müxtəlif maraqlı tərəflər arasında məlumat mübadiləsinin dəstəklənməsi üçün istifadə edilə bilər.

Bu standart növündən asılı olmayaraq bütün təşkilat və müəssisələrə (məsələn, kommersiya müəssisələri, dövlət qurumları, qeyri-kommersiya təşkilatları) şamil edilir.

2 NORMATİV İSTİNADLAR

Bu standartda normativ istinad yoxdur.

3 TERMİNLƏR VƏ TƏRİFLƏR

Bu sənədin məqsədləri üçün aşağıdakı terminlər və təriflər tətbiq edilir.

ISO və IEC standartlaşdırmada istifadə üçün aşağıdakı ünvanlarda yerləşən terminoloji məlumat bazalarını dəstəkləyir:

- ISO onlayn baxış platforması: <https://www.iso.org/obp>;
- IEC Electropedia: <https://www.electropedia.org/>.

3.1 Sİ ilə bağlı terminlər

3.1.1.

Sİ agenti

ətraf mühiti “hiss” edən və ona reaksiya verən, hədəfə çatmaq üçün tədbirlər görən *avtomatlaşdırılmış* (3.1.7) obyekt

3.1.2.

Sİ komponenti

Sİ sisteminin (3.1.4) qurulduğu (yaradılmasında istifadə olunan) funksional element

3.1.3.

Süni intellekt

Sİ

<fənn (elm sahəsi) kontekstində> *Sİ sistemlərinin* (3.1.4) mexanizmlərinin və tətbiqlərinin tədqiqi və işlənməsi

Qeyd 1: Tədqiqat və işlənmə kompüter elmləri, “data” elmləri, humanitar elmlər, riyaziyyat və təbiət elmləri kimi istənilən sahədə həyata keçirilə bilər.

3.1.4.

Süni intellekt sistemi

Sİ sistemi

İnsan tərəfindən müəyyən edilmiş müvafiq məqsədlər üçün nəticə olaraq kontent, proqnoz, tövsiyə və ya qərarlar kimi çıxış verilənləri generasiya edən mühəndis sistemi

Qeyd 1: Mühəndis sistemi *tapşırıqların* (3.1.35) yerinə yetirilməsi məqsədilə istifadə olunan verilənlərin, *biliklərin* (3.1.21), proseslərin və s. təqdimi üçün *modelin* (3.1.23) işlənməsində *Sİ* (3.1.3) ilə bağlı müxtəlif texnika və yanaşmalardan istifadə edə bilər.

Qeyd 2: Sİ sistemləri *avtomatlaşdırmanın* (3.1.7) müxtəlif səviyyələri ilə işləmək üçün nəzərdə tutulur.

3.1.5.

avtonomiya

avtonom

kənar müdaxilə, idarəetmə və ya nəzarət olmadan istifadə sahəsini və ya məqsədini dəyişdirmək iqtidarında olan sistemin xarakterik xüsusiyyəti

3.1.6.

tətbiqyönlü xüsusi inteqral sxem

ASIC

xüsusi istifadə üçün uyğunlaşdırılmış inteqral sxem

[MƏNBƏ: ISO/IEC/IEEE 24765:2017, 3.193, dəyişiklik – Akronim ayrı sətirə köçürülüb.]

3.1.7.

avtomatik

avtomatlaşdırma

avtomatlaşdırılmış

müəyyən şərtlər daxilində insan müdaxiləsi olmadan fəaliyyət göstərən proses və ya sistemə aidlik

[MƏNBƏ: ISO/IEC 2382:2015, 2121282, dəyişiklik – tərifdə “proses və ya avadanlıq” sözləri “proses və ya sistem” sözləri ilə əvəz edilib və üstünlük verilən “avtomatlaşdırılmış və avtomatlaşdırma” terminləri əlavə olunub.]

3.1.8.

koqnitiv hesablama

insanlar və maşınlar arasında daha təbii şəkildə qarşılıqlı əlaqə yaratmağa imkan verən *Sİ sistemlərinin* (3.1.4) kateqoriyası

Qeyd 1: Koqnitiv hesablama tapşırıqları *maşın öyrənməsi* (3.3.5), *nitq emalı*, *təbii dilin emalı* (3.6.9), *kompüter görməsi* (3.7.1) və insan-maşın interfeysləri ilə assosiasiya olunur.

3.1.9

fasiləsiz öyrənmə

davamlı öyrənmə

ömürboyu öyrənmə

Sİ sisteminin həyat dövrünün istismar mərhələsində davamlı olaraq baş verən, *Sİ sisteminin* (3.1.4) müntəzəm mərhələli təlimi

3.1.10.

konneksionizm

konneksionist paradiqma

konneksionist model

konneksionist yanaşma

Sadə hesablama vahidlərinin əlaqəli şəbəkəsindən istifadə edən koqnitiv modelləşdirmə forması

3.1.11.

data mining

verilənlərin əldə edilməsi

verilənlərin intellektual analizi

müxtəlif nöqteyi-nəzərdən və ölçmələrdən yanaşaraq kəmiyyət məlumatlarını təhlil edən, kateqoriyalara ayıran (təsnifləşdirən), onların potensial əlaqələrini (qanunauyğunluqlarını) və təsirlərini ümumiləşdirərək obrazlar əldə edən hesablama prosesi

[MƏNBƏ: ISO 16439:2014, 3.13, dəyişiklik — məlumatlar cəm şəklində olduğu üçün “kateqoriyaya ayırmaq” sözləri “kateqoriyalara ayırmaq” sözləri ilə əvəz edilmişdir.]

3.1.12.

deklarativ bilik

faktlar, qaydalar və teoremlərlə ifadə olunan biliklər

Qeyd 1: Adətən, deklarativ biliklər *prosedur biliyə* (3.1.28) çevrilmədən emal edilə bilməz.

[MƏNBƏ: ISO/IEC 2382-28:1995, 28.02.22, dəyişiklik — Tərifdə “qaydalar” sözündən sonra vergül işarəsi silinib.]

3.1.13.

ekspert sistemi

Müəyyən sahədə problemlərin həlli yolları ilə bağlı nəticə çıxarmaq məqsədilə ekspert-insan və ya ekspertlər tərəfindən verilən *bilikləri* (3.1.21) toplayan, kombine və inkapsulyasiya edən *Sİ sistemi* (3.1.4).

3.1.14.

ümumi Sİ

AGI (general AI)

ümumi süni intellekt

geniş spektrli *tapşırıqları* (3.1.35) qənaətbəxş səviyyədə yerinə yetirə bilən *Sİ sisteminin* (3.1.4) növü.

Qeyd 1: *Dar Sİ* (3.1.24) ilə müqayisə edilmişdir.

Qeyd 2: AGI çox vaxt daha geniş mənada istifadə olunur, yəni nəinki müxtəlif tapşırıqları, həm də insanların öhdəsindən gələ bildikləri bütün tapşırıqları yerinə yetirə bilən sistemlər nəzərdə tutulur.

3.1.15.

genetik alqoritm

GA

optimallaşdırma məsələləri üçün fərdlərin (həllərin) populyasiyasını yaratmaq və təkmilləşdirmək yolu ilə təbii seçməni simulyasiya edən alqoritm.

3.1.16.

heteronomiya

heteronom

kənar müdaxilə, idarəetmə və ya nəzarətin məhdudlaşdırılması ilə fəaliyyət göstərən sistemin xarakterik xüsusiyyəti

3.1.17.

nəticə

nəticə çıxarma

məlum mülahizələr əsasında hədəfə gətirib çıxaran mühakimə prosesi

Qeyd 1: Sİ-də mülahizə fakt, qayda, model, xüsusiyyət və ya çiy məlumatdır.

Qeyd 2: “Nəticə çıxarma” termini həm prosesə, həm də onun nəticəsinə aiddir.

[MƏNBƏ: ISO/IEC 2382:2015, 2123830, dəyişiklik – “model, xüsusiyyət və çiy məlumatlar” sözləri əlavə edilmişdir. “Qeyd 4: 28.03.01 (2382)” silinmişdir. “Qeyd 3: nəticə: ISO/IEC 2382-28:1995 sənədində standartlaşdırılmış termin və tərif” silinmişdir.]

3.1.18.

əşyaların interneti

IoT

fiziki və virtual aləmdəki məlumatları emal edən və onlara reaksiya verən (təsir edən) xidmətlərlə birlikdə qarşılıqlı əlaqəli obyektlərin, insanların, sistemlərin və informasiya resurslarının infrastrukturunu

[MƏNBƏ: ISO/IEC 20924:2021, 3.2.4, dəyişiklik – "...emal edən və reaksiya verən xidmət..." ifadəsi "...emal edən və reaksiya verən xidmətlər..." sözləri ilə əvəz edilmiş və akronim ayrı sətirə köçürülmüşdür.]

3.1.19.

IoT qurğusu

sensorlar və ya hərəkət vasitəsilə fiziki dünya ilə qarşılıqlı əlaqədə olan və verilənlərin mübadiləsi prosesində iştirak edən *IoT sisteminin* (3.1.20) obyektı.

Qeyd 1: IoT qurğusu sensor və ya aktuator ola bilər.

[MƏNBƏ: ISO/IEC 20924:2021, 3.2.6]

3.1.20.

IoT sistemi

IoT (3.1.18) funksiyalarını təmin edən sistem

Qeyd 1: IoT sistemi digər obyektlərlə yanaşı IoT qurğuları, IoT şüzləri, sensorlar və aktuatorlar ehtiva edə bilər.

[MƏNBƏ: ISO/IEC 20924:2021, 3.2.9]

3.1.21.

bilik

<süni intellekt> sahəsində - məqsədyönlü sistemə istifadə üçün təşkil edilmiş obyektlər, hadisələr, anlayışlar və ya qaydalar, onların əlaqələri və xassələri haqqında mücərrəd informasiya

Qeyd 1: Bu terminin bəzi sahələrdə istifadəsindən fərqli olaraq, SI sahəsində bilik koqnitiv qabiliyyəti nəzərdə tutmur. Xüsusilə, bilik dərkətmə prosesindəki koqnitivlik anlamı demək deyil.

Qeyd 2: İnformasiya ədəd və ya simvol formasında mövcud ola bilər.

Qeyd 3: İnformasiya interpretasiya oluna bilməsi üçün kontekstləşdirilmiş verilənlərdir. Verilənlər dünyadakı abstraksiyalar və ya ölçmələr vasitəsilə yaradılır.

3.1.22.

həyat dövrü

insan tərəfindən yaradılan hər hansı sistemin, məhsulun, xidmətin, layihənin və ya obyektin konsepsiya (ideya) formasından başlayaraq istismardan çıxarılmasınadək olan təkamülü

[MƏNBƏ: ISO/IEC/IEEE 15288:2015, 4.1.23]

3.1.23.

model

sistemin, obyektin, hadisənin, prosesin və ya verilənlərin fiziki, riyazi və ya digər məntiqi təsviri

[MƏNBƏ: ISO/IEC 18023-1:2006, 3.1.11, dəyişiklik – Tərifdə "riyazi" sözündən sonra vergül işarəsi silinib, "və ya verilənlərin" əlavə olunub.]

3.1.24.

dar Sİ

konkret problemin həlli məqsədilə müəyyən edilmiş *tapşırıqlara* (3.1.35) yönəlmiş *Sİ sisteminin* (3.1.4) növü.

Qeyd 1: Ümumi Sİ (3.1.14) ilə müqayisə edilir.

3.1.25.

performans

məhsuldarlıq göstəricisi

ölçülə bilən nəticə

Qeyd 1: Performans həm kəmiyyət, həm də keyfiyyət nəticələrinə aid ola bilər.

Qeyd 2: Performans fəaliyyətlərin, proseslərin, məhsulların (o cümlədən xidmətlərin), sistemlərin və ya təşkilatların idarə edilməsi ilə bağlı ola bilər.

3.1.26.

planlaşdırma

<süni intellekt> sahəsində - müəyyən bir hədəfə çatmağa yönəlmiş tədbirlər məcmusundan ibarət iş prosesini əhatə edən hesablama prosesləri

Qeyd 1: Sİ-nin həyat dövründə və ya Sİ idarəetmə standartlarında istifadə olunan “planlaşdırma” insanlar tərəfindən görülməli tədbirlər (hərəkətlər) mənasını da ehtiva edə bilər.

3.1.27.

proqnoz

Giriş verilənləri (3.2.9) və ya informasiyası əsasında *Sİ sisteminin* (3.1.4) ilkin çıxış məlumatları

Qeyd 1: Proqnozlardan sonra tövsiyələr, qərarlar və tədbirlər kimi əlavə nəticələr verilə bilər.

Qeyd 2: Proqnoz gələcəkdə baş verəcək nəyisə mütləq öncədən görmə demək deyil.

Qeyd 3: Proqnozlar yeni verilənlərə və ya tarixi məlumatlara tətbiq edilən müxtəlif növ təhlil və ya produksiya verilənlərinə aid edilə bilər (o cümlədən, mətn tərcüməsi, süni təsvirlərin yaradılması və ya elektrik enerjisi kəsilmələrinin diaqnostikası)

3.1.28

prosedur bilik

məsələ həll etmək və ya hədəfə çatmaq üçün atılmalı addımları aydın şəkildə göstərən bilik

[MƏNBƏ: ISO/IEC 2382-28:1995, 28.02.23]

3.1.29.

robot

ətraf mühiti aşkarlamaqla və proqram idarəetmə sistemi vasitəsilə fiziki aləmdə nəzərdə tutulmuş *tapşırıqları* (3.1.35) yerinə yetirən aktuatorlara malik avtomatlaşdırma sistemi

Qeyd 1: Robot idarəetmə sistemini və idarəetmə sisteminin interfeysini ehtiva edir.

Qeyd 2: Robot nəzərdə tutulan tətbiq sahəsindən asılı olaraq sənaye robotu və ya xidmət robotu kimi təsnifatlaşdırılır.

Qeyd 3: *Tapşırıqların* (3.1.35) lazımi şəkildə yerinə yetirilməsi məqsədilə robot cari vəziyyətini təsdiqləmək və fəaliyyət göstərdiyi mühiti təşkil edən elementləri tanımaq üçün müxtəlif növ sensorlardan istifadə edir.

3.1.30.

robototexnika

robotların layihələndirilməsi, istehsalı və tətbiqi üzrə elm və təcrübə sahəsi

[MƏNBƏ: ISO 8373:2012, 2.16]

3.1.31.

semantik hesablama

hesablama kontentinin və istifadəçi niyyətlərinin müəyyənləşdirilməsi, onların maşınla emal olunan formada ifadə edilməsi məqsədi daşıyan hesablama sahəsi.

3.1.32.

yumşaq hesablama

məsələnin həlli prosesini daha izlənən və dayanıqlı etmək üçün qeyri-dəqiqliyə, qeyri-müəyyənliliyə və qismən həqiqətə tolerant olan hesablama sahəsi.

Qeyd 1: Yumşaq hesablamalar qeyri-səlis məntiq, maşın öyrənməsi və ehtimal nəzəriyyəsi kimi müxtəlif sahələri əhatə edir.

3.1.33.

simvolik Sİ

Məntiqi nəticə əldə etmək üçün dəqiq müəyyən edilmiş qaydalara uyğun olaraq simvollarla və strukturlarla manipulyasiya edən üsullara və *modellərə* (3.1.23) əsaslanan *Sİ* (3.1.3)

Qeyd 1: *Subsimvolik Sİ* (3.1.34) ilə müqayisədə simvolik Sİ deklarativ nəticələr çıxarırsa, subsimvolik Sİ isə statistik yanaşmalara əsaslanaraq verilmiş xəta ehtimalı ilə nəticələr formalaşdırır.

3.1.34.

subsimvolik Sİ

Təcrübə əsasında və ya çiy verilənlərdən əldə edilən məlumatların qeyri-aşkar kodlaşdırılması istifadə olunan üsul və *modellərə* (3.1.23) əsaslanan *Sİ* (3.1.3).

Qeyd 1: *Simvolik Sİ* (3.1.33) ilə müqayisədə, subsimvolik Sİ deklarativ nəticələr çıxarırsa, subsimvolik Sİ statistik yanaşmalara əsaslanaraq verilmiş xəta ehtimalı ilə nəticələr formalaşdırır.

3.1.35.

tapşırıq

AZS ISO/IEC 22989:2023

<süni intellekt> sahəsində - konkret hədəfə çatmaq üçün tələb olunan fəaliyyət (tədbirlər)

Qeyd 1: Fəaliyyət fiziki və ya koqnitiv ola bilər. Məsələn, hesablamaların və ya *proqnozların* (3.1.27) verilməsi, tərcümələr, süni verilənlər və ya artefaktlar, fiziki məkanda naviqasiya.

Qeyd 2: Tapşırıqlara dair nümunələrə klassifikasiya, regressiya, rəqlama, klasterləşdirmə və ölçülərin azaldılması aiddir.

3.2. Verilənlərə dair terminlər

3.2.1.

verilənlərin annotasiyası

deskriptiv (təsviri) informasiyanın verilənlərə heç bir dəyişiklik edilmədən əlavə edilməsi prosesi.

Qeyd 1: Deskriptiv informasiya metaverilənlər, nişanlar və “lövbərlər” şəklində ola bilər.

3.2.2.

verilənlərin keyfiyyətinin yoxlanılması

verilənlərin tamlıq, qərəzlilik və *Sİ sisteminin* (3.1.4) faydalılığına təsir edən digər amillər üzrə yoxlanıldığı proses

3.2.3.

verilənlərin artırılması

mövcud verilənlərin modifikasiyası və ya işlənməsi yolu ilə onların yeni süni nümunələrinin yaradılması prosesi.

3.2.4.

verilənlər seçimi

təhlil edilən daha böyük *verilənlər çoxluğunda* (3.2.5) qanuna uyğunluqların (obrazların) və tendensiyaların aşkarlanmasına analoji olaraq verilənlərin nümunələrinin altçoxluğunun seçilməsi prosesi

Qeyd 1: İdeal halda, verilənlərin nümunələrinin altçoxluğu daha böyük *verilənlər çoxluğu* (3.2.5) üçün representativ olacaq.

3.2.5.

verilənlər çoxluğu

ümumi formata malik verilənlər toplusu

NÜMUNƏ 1: 2020-ci ilin iyun ayından etibarən #regbi və #futbol həşteqləri ilə bağlı mikrobloq yazıları.

NÜMUNƏ 2: çiçəklərin 256x256 piksel ayırdetmə dəqiqliyinə malik makro fotosəkilləri.

Qeyd 1: Verilənlər çoxluğu *Sİ modelinin* (3.1.23) həqiqiliyinin yoxlanılması və ya test edilməsi üçün istifadə edilə bilər. *Maşın öyrənməsi* (3.3.5) kontekstində verilənlər çoxluğu *maşın öyrənməsi alqoritminin* (3.3.6) təlimi üçün də istifadə edilə bilər.

3.2.6.

verilənlərin kəşfiyyat təhlili

exploratory data analysis (**EDA**)

əsas fərqli xüsusiyyətləri müəyyən etmək və keyfiyyəti qiymətləndirmək üçün verilənlərin ilkin müayinəsi

Qeyd 1: EDA mövcud olmayan qiymətlərin, sapmaların identifikasiyasını, qoyulmuş tapşırığın reprezentativliyinin müəyyən edilməsini əhatə edə bilər – bax: *verilənlərin keyfiyyətinin yoxlanılmasına* (3.2.2).

3.2.7.

təməl həqiqət

nişanlanmış giriş verilənlərinin xüsusi elementləri üçün məqsəd dəyişənin qiyməti

Qeyd 1: “təməl həqiqət” termini nişanlanmış giriş verilənlərinin ardıcıl olaraq məqsəd dəyişənlərinin real qiymətlərinə uyğun gəlməsi demək deyil.

3.2.8.

imputasiya (bərpa)

olmayan verilənlərin təxmin edilən və ya modelləşdirilmiş verilənlərlə əvəz edilməsi proseduru.

[MƏNBƏ: ISO 20252:2019, 3.45]

3.2.9.

giriş verilənləri

əsasında Sİ sistemi (3.1.4) tərəfindən proqnozlaşdırılan və ya məntiqi nəticə çıxarılan verilənlər

3.2.10.

nişan (label)

nümunəyə mənimsədilmiş məqsəd dəyişəni

3.2.11.

şəxsi identifikasiya məlumatları

personally identifiable information (PII)

fərdi məlumatlar

(a) məlumat ilə onun aid olduğu fiziki şəxs arasında əlaqə yaratmaq üçün istifadə edilə bilən və ya (b) fiziki şəxslə birbaşa və ya dolayısı ilə əlaqəli olan və ya ola bilən hər hansı məlumat.

Qeyd 1: Bu tərifdə “fiziki şəxs” dedikdə PII subyekti nəzərdə tutulur. PII subyektinin müəyyən edilə bilən olub-olmadığını müəyyən etmək üçün məlumatların sahibi olan maraqlı şəxs tərəfindən və ya PII toplusu ilə fiziki şəxs arasında əlaqə yaratmaq məqsədilə əsaslı şəkildə istifadə edilə bilən bütün vasitələr nəzərə alınmalıdır.

AZS ISO/IEC 22989:2023

Qeyd 2: Bu tərif bu sənəddə istifadə olunan PII termininin müəyyən edilməsi üçün daxil edilmişdir. İctimai bulud PII prosessoru, adətən, (bulud xidməti müştərisi tərəfindən şəffaf şəkildə bəyan edilmədikdə), onun emal etdiyi məlumatların müəyyən edilmiş hər hansı kateqoriyaya aid olub-olmadığını bilmək iqtidarında deyil.

[MƏNBƏ: ISO/IEC 29100:2011/Amd1:2018, 2.9]

3.2.12

produksiya verilənləri

Sİ sisteminin (3.1.4) proqnozlaşdırılan və ya *məntiqi nəticə* (3.1.17) çıxarmaqla istismar mərhələsində əldə etdiyi verilənlər

3.2.13

nümunə

maşın öyrənmə alqoritmi (3.3.6) və ya *Sİ sistemi* (3.1.4) tərəfindən kəmiyyətə emal edilmiş (atomar) verilənlər elementi

3.2.14

test verilənləri

qiymətləndirmə verilənləri

yekun *modelin* (3.1.23) məhsuldarlığını qiymətləndirmək üçün istifadə edilən məlumatlar

Qeyd 1: Test verilənləri *təlim verilənlərindən* (3.3.16) və *yoxlanılma verilənlərindən* (3.2.15) fərqlidir.

3.2.15

yoxlanılma (validation) verilənləri

işlənmə verilənləri

müxtəlif namizəd *modellərin* (3.1.23) məhsuldarlığını müqayisə etmək üçün istifadə edilən verilənlər

Qeyd 1: Yoxlanılma verilənləri *test verilənlərindən* (3.2.14) və ümumiyyətlə, *təlim verilənlərindən* (3.3.16) fərqlənir. Bununla belə, üçmərhələli təlim, yoxlama və test verilənləri üçün kifayət qədər məlumatlar olmadıqda verilənlər yalnız iki çoxluğa bölünür: test verilənləri və təlim (və ya yoxlama) verilənləri. Təlim və ya yoxlanılma verilənləri çoxluğundan ayrıca yeni təlim və yoxlanılma verilənləri çoxluğu yaradılması üçün ümumi üsul çarpaz yoxlama və ya ilkin yükləmə üsullarıdır.

Qeyd 2: Yoxlanılma verilənləri hiperparametrləri tənzimləmək və ya (müəyyən qaydanın ekspert sisteminə daxil edilməsi də nəzərə alınmaqla) bəzi alqoritmik seçimləri təsdiqləmək üçün istifadə edilə bilər.

3.3. Maşın öyrənməsinə dair terminlər

3.3.1

Bayes şəbəkəsi

istiqləmlənmiş qeyri-dövri qrafda ehtimalın hesablanması üçün Bayes *nəticəsindən* (3.1.17) istifadə edilən ehtimal *modeli* (3.1.23)

3.3.2**qərarlar ağacı**

ağacvari strukturda *nəticə* (3.1.17) kökdən yarpaq təpəsinədək gedən yollar üzrə kodlanmış *model* (3.1.23)

3.3.3**insan-maşın komandası (birliyi)**

maşın intellektinin imkanları ilə insanın qarşılıqlı əlaqəsinin effektiv inteqrasiyası

3.3.4**hiperparametr**

maşın öyrənməsi alqoritminin (3.3.6) öyrənmə prosesinə təsir göstərən xüsusiyyətləri

Qeyd 1: Hiperparametrlər təlimdən əvvəl seçilir və model parametrlərinin qiymətləndirilməsi proseslərində istifadə edilə bilər.

Qeyd 2: Hiperparametrlərə misal olaraq şəbəkə laylarının sayını, hər bir layın enini, aktivləşdirmə funksiyasının növünü, optimallaşdırma metodunu, neyron şəbəkələrinin öyrənmə sürətini; dəstək vektoru maşınında nüvə funksiyasının seçimini; yarpaqların sayı və ya ağacın dərinliyini; k-orta klasterləşdirmə alqoritmində k seçimini; gözləmələrin maksimumlaşdırılması alqoritmində iterasiyaların maksimum sayını; Qauss qarışığında qaussianların sayını göstərmək olar.

3.3.5**maşın öyrənməsi**

machine learning (ML)

verilənlər və ya təcrübə əsasında öyrənməklə *modelin* (3.1.23) davranışını əks etdirmək üçün *model parametrlərinin* (3.3.8) hesablama üsulları vasitəsilə optimallaşdırılması prosesi

3.3.6**maşın öyrənməsi alqoritmi**

verilən meyarlara uyğun olaraq verilənlər əsasında *maşın öyrənməsi modelinin* (3.3.7) *parametrlərinin* (3.3.8) müəyyən edilməsi alqoritmi

NÜMUNƏ: Birdəyişənli xətti funksiyanın həllini nəzərdən keçirək: $y = \theta_0 + \theta_1 x$, burada y - çıxış və ya nəticə, x - giriş, θ_0 – sürüşmə ($x = 0$ olduqda, y -in qiyməti) və θ_1 - çəki əmsalıdır. *Maşın öyrənməsində* (3.3.5) xətti funksiya üçün sürüşmənin və çəki əmsallarının müəyyən edilməsi prosesi xətti regressiya kimi məlumdur.

3.3.7**maşın öyrənməsi modeli**

giriş verilənləri və ya məlumatlar əsasında *nəticə* (3.1.17) və ya *proqnoz* (3.1.27) generasiya edən riyazi konstruksiya

NÜMUNƏ: Əgər birdəyişənli xətti funksiya ($y = \theta_0 + \theta_1 x$) xətti regressiyadan istifadə etməklə öyrədilibsə, nəticədə model $y = 3 + 7x$ ola bilər.

AZS ISO/IEC 22989:2023

Qeyd 1: Maşın öyrənməsi modeli *maşın öyrənməsi alqoritmində* (3.3.6) əsaslanan təlimin nəticəsidir

3.3.8

parametr

model parametri

çıxış verilənlərinin hesablamasına təsir edən *modelin* (3.1.23) daxili dəyişəni

Qeyd 1: Parametrlərin nümunələrinə neyron şəbəkəsindəki çəki əmsalları və Markov modelindəki keçid ehtimalları aiddir.

3.3.9

möhkəmləndirici öyrənmə

reinforcement learning (RL)

ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqə vasitəsilə “mükafat” funksiyasının maksimallaşdırılması üçün optimal hərəkətlər ardıcılığının öyrənilməsi

3.3.10

təkrar təlim

təlim keçmiş modelin (3.3.14) müxtəlif *təlim verilənləri* (3.3.16) əsasında *təlim* (3.3.15) keçməklə yenilənməsi

3.3.11

qismən müəllimlə (supervayzerlə) maşın öyrənməsi

təlim (3.3.15) zamanı həm nişanlanmış, həm də nişanlanmamış verilənlərdən istifadə edən *maşın öyrənməsi* (3.3.5)

3.3.12

müəllimlə (supervayzerlə) maşın öyrənməsi

təlim (3.3.15) zamanı yalnız nişanlanmış verilənlərdən istifadə edən *maşın öyrənməsi* (3.3.5)

3.3.13

dəstək vektoru maşını

support vector machine (SVM)

Həllərin sərhədləri arasındakı məsafəni maksimallaşdıran *maşın öyrənməsi alqoritmində* (3.3.6).

Qeyd 1: Dəstəkləyici vektorlar həll sərhədlərinin (hipermüstəvilər) yerləşməsini (mövqeyini) müəyyən edən nöqtələr çoxluğudur.

3.3.14

təlim keçmiş model

model təliminin (3.3.15) nəticəsi

3.3.15

təlim

model təlimi

təlim verilənlərindən (3.3.16) istifadə etməklə *maşın öyrənməsi alqoritmində* (3.2.10) əsasında *maşın öyrənməsi modelinin* (3.3.7) parametrlərinin müəyyən edilməsi və ya təkmilləşdirilməsi prosesi

3.3.16

təlim verilənləri

maşın öyrənməsi modelini (3.3.7) öyrətmək üçün istifadə edilən verilənlər

3.3.17

müəllimsiz (supervayzersiz) maşın öyrənməsi

təlim (3.3.15) zamanı yalnız nişanlanmamış verilənlərdən istifadə edən *maşın öyrənməsi* (3.3.5)

3.4. Neyron şəbəkələrinə dair terminlər

3.4.1

aktivləşdirmə funksiyası

neyronun (3.4.9) bütün girişlərinin çəki əmsallı kombinasiyalarına tətbiq edilən funksiya

Qeyd 1: Aktivləşdirmə funksiyaları neyron şəbəkələrinə verilənlərin mürəkkəb xüsusiyyətlərini öyrənməyə imkan verir. Onlar adətən qeyri-xətti olurlar.

3.4.2

konvolyusiyalı neyron şəbəkəsi

bürünmə neyron şəbəkəsi

convolutional neural network (**CNN**)

dərin bürünmə neyron şəbəkəsi

deep convolutional neural network (**DCNN**)

laylarının ən azı birində *bürünmə* (3.4.3) istifadə edən *irəli yayılma neyron şəbəkəsi* (3.4.6)

3.4.3

konvolyusiya

bürünmə

sürüşən nöqtəli skalyar hasil və ya giriş verilənlərinin çarpaz korrelyasiyasını ehtiva edən riyazi əməl

3.4.4

dərin öyrənmə

neyron şəbəkəsinin dərin öyrənməsi

<süni intellekt> sahəsində - çoxsaylı gizli laylara malik *neyron şəbəkələrinin* (3.4.8) *təlimi* (3.3.15) vasitəsilə zəngin iyerarxik təsvirlərin yaradılmasına dair yanaşma

Qeyd 1: Dərin öyrənmə *maşın öyrənməsinin* (3.3.5) altçoxluğudur.

3.4.5

kəskin böyüyən qradient

modelin (3.1.23) qeyri-sabit olmasına səbəb olan böyük xəta qradientlərinin toplanması nəticəsində çəki əmsallarının çox böyük dəyişikliklərə uğradığı neyron şəbəkəsində geri yayılma *təliminin* (3.3.15) effekti

3.4.6

irəli yayılma neyron şəbəkəsi

feed forward neural network (**FFNN**)

məlumatın giriş layından çıxış layına yalnız bir istiqamətdə ötürüldüyü *neyron şəbəkəsi* (3.4.8)

3.4.7

uzun və qısamüddətli yaddaş

long short-term memory (**LSTM**)

həm uzun, həm də qısamüddətli asılılıqlar üçün qənaətbəxş performansla ardıcıl verilənləri emal edən *rekurrent neyron şəbəkəsinin* (3.4.10) növü.

3.4.8

neyron şəbəkəsi

neural network (**NN**)

süni neyron şəbəkəsi

<süni intellekt> sahəsində - giriş verilənləri əsasında çıxış verilənləri generasiya edən tənzimlənən çəki əmsallı əlaqələrə malik bir və ya bir neçə neyron (3.4.9) layından ibarət şəbəkə

Qeyd 1: Neyron şəbəkələri *konneksionist yanaşmanın* (3.1.10) bariz nümunəsidir

Qeyd 2: Neyron şəbəkələrinin layihəsi ilkin olaraq bioloji neyronların fəaliyyətinə əsaslansa da, artıq neyron şəbəkələri ilə bağlı işlərin çoxu bu ideyadan qaynaqlanmır.

3.4.9

neyron

<süni intellekt> sahəsində - bir və ya bir neçə giriş qiymətini qəbul edən və giriş qiymətlərinin kombinasiyasına *aktivləşdirmə funksiyasını* (3.4.1) tətbiq etməklə çıxış qiyməti generasiya edən primitiv emal elementi

Qeyd 1: Qeyri-xətti aktivləşdirmə funksiyalarına misal olaraq, sərhəd funksiyası, siqmoid funksiya və polinomial funksiyanı göstərmək olar.

3.4.10

rekurrent neyron şəbəkəsi

recurrent neural network (**RNN**)

həm əvvəlki layın, həm də əvvəlki emal mərhələsinin çıxış verilənlərinin cari laya ötürüldüyü neyron şəbəkəsi

3.5. Etimadı doğrultma xüsusiyyətinə dair terminlər

3.5.1

hesabatlı

Fəaliyyətlər, qərarlar və performans üçün cavabdeh olan

[MƏNBƏ: ISO/IEC 38500:2015, 2.2]

3.5.2

hesabatlılıq

hesabatlı (3.5.1) olma vəziyyəti

Qeyd 1: Hesabatlılıq paylanmış məsuliyyətə aiddir. Məsuliyyət tənzimləmə normalarına və ya razılaşmaya, yaxud təyinatların həvalə olunmasına əsaslanı bilər.

Qeyd 2: Hesabatlılıq xüsusi vasitələrlə və meyarlara uyğun olaraq fiziki və ya hüquqi şəxsin digər fiziki və ya hüquqi şəxs qarşısında nəyəsə görə cavabdeh olmasını nəzərdə tutur.

[MƏNBƏ: ISO/IEC 38500:2015, 2.3, dəyişiklik – Qeyd 2 əlavə edilmişdir.]

3.5.3

əlcətanlıq

səlahiyyət sahibinin tələbi ilə əlcətan və istifadə edilə bilən olmaq xüsusiyyəti

[MƏNBƏ: ISO/IEC 27000:2018, 3.7]

3.5.4

qərəz

başqaları ilə müqayisədə müəyyən obyektlərə, insanlara və ya qruplara münasibətdə sistemətik fərqlilik

Qeyd 1: Münasibət qavrama, müşahidə, təsvirətmə, *proqnozlaşdırma* (3.1.27) və ya qərar qəbuletmə də daxil olmaqla istənilən fəaliyyət növüdür.

[MƏNBƏ: ISO/IEC TR 24027:2021, 3.3.2, dəyişiklik – tərifdə vergül işarəsi çıxarılmış və qeyd qeyd əlavə edilmişdir]

3.5.5

idarəetmə

hər hansı prosesdə və ya proses ilə müəyyən məqsədlərə çatmaq üçün məqsədyönlü fəaliyyət

[MƏNBƏ: IEC 61800-7-1:2015, 3.2.6]

3.5.6

idarə edilmə qabiliyyəti

idarə edilə bilən

insanın və ya digər xarici agentin sistemin fəaliyyətinə müdaxilə etməsinə imkan verən *Sİ sisteminin* (3.1.4) xüsusiyyəti

3.5.7

izahlılıq (izah edilə bilənlik)

Sİ sisteminin (3.1.4) nəticələrinə təsir edən mühüm amilləri insanların başa düşə biləcəyi şəkildə ifadə edən *Sİ sisteminin* (3.1.4) xüsusiyyəti

Qeyd 1: Bu vüsusiyyət həyata keçirilən prosedurların optimallığını qiymətləndirməyə cəhd etmədən “Niyə?” sualına cavab vermək üçün nəzərdə tutulur.

3.5.8

AZS ISO/IEC 22989:2023

proqnozlaşdırıla bilən

maraqlı tərəflər (3.5.13) tərəfindən nəticə ilə bağlı etibarlı təxminlər etməyə imkan verən *S/ sisteminin* (3.1.4) xüsusiyyəti

[MƏNBƏ: ISO/IEC TR 27550:2019, 3.12, “fərdlər, sahiblər və operatorlar tərəfindən PII və onun sistem tərəfindən emalı” ifadəsi “maraqlı tərəflər tərəfindən nəticə ilə bağlı” ifadəsi ilə əvəz edilmişdir.]

3.5.9

etibarlılıq

nəzərdə tutulan davranış və nəticələrə uyğunluq xüsusiyyəti

[MƏNBƏ: ISO/IEC 27000:2018, 2.55]

3.5.10

dözümlülük

insidentdən sonra sistemin işçi vəziyyətini tez bərpa etmək qabiliyyəti

3.5.11

risk

qeyri-müəyyənliyin məqsədlərə təsiri

Qeyd 1: Təsir gözlənilən nəticədən sapmadır. Təsir müsbət və mənfi (və ya hər ikisi) ola bilər, həllin tapılmasına kömək edə, imkan və təhdidlər yarada və ya onlarla nəticələndə bilər.

Qeyd 2: Məqsədlər müxtəlif aspektlərə və kateqoriyalara malik ola, həmçinin müxtəlif səviyyələrdə tətbiq oluna bilər.

Qeyd 3: Risk adətən risk mənbələri, potensial hadisələr, onların nəticələri və başvermə ehtimalı ilə ifadə edilir.

[MƏNBƏ: ISO 31000:2018, 3.1, dəyişiklik – Qeyd 1-də “hər ikisi” ifadəsindən, Qeyd 2-də “kateqoriyalara” sözündən sonra vergül işarəsi silinib.]

3.5.12

dayanıqlıq

sistemin istənilən şəraitdə öz performans səviyyəsini saxlamaq qabiliyyəti

3.5.13

maraqlı tərəf

qərar və ya fəaliyyətə təsir edən, təsir altında qala bilən və ya müəyyən qərar və fəaliyyət nəticəsində özlərini təsirə məruz qalmış hesab edən hər hansı bir fərd, qrup və ya təşkilat

[MƏNBƏ: ISO/IEC 38500:2015, 2.24, dəyişiklik – Tərifdə “təsir altında qala bilən” sözündən sonra vergül işarəsi silinib.]

3.5.14

şəffaflıq

<təşkilat> kontekstində - müvafiq fəaliyyətinin və qərarlarının hərtərəfli, əlçatan və aydın şəkildə müvafiq *maraqlı tərəflərə* (3.5.13) çatdırıldığı təşkilatın xüsusiyyəti

Qeyd 1: Fəaliyyətlər və qərarlar barədə məlumatların yanlış, uyğun olmayan şəkildə ötürülməsi təhlükəsizlik, məxfilik və ya konfidensiallıq tələblərini poza bilər.

3.5.15

şəffaflıq

<sistem> kontekstində - sistemin onun haqqında müvafiq məlumatların aidiyyəti *maraqlı tərəflərə* (3.5.13) təqdim edilməsini müəyyən edən xüsusiyyəti

Qeyd 1: Sistemin şəffaflığı üçün müvafiq məlumatlara xüsusiyyətlər, performans, məhdudiyyətlər, komponentlər, prosedurlar, göstəricilər, layihə hədəfləri, layihə seçimləri və təxminləri, məlumat mənbələri və nişanlama protokolları kimi aspektlər aid ola bilər.

Qeyd 2: Sistemin bəzi aspektlərinin yanlış, uyğun olmayan şəkildə açıqlanması təhlükəsizlik, məxfilik və ya konfidensiallıq tələblərini poza bilər.

3.5.16

Etimadı doğrultma xüsusiyyəti

maraqlı tərəflərin (3.5.13) gözləntilərini yoxlanıla bilən şəkildə qarşılamaq bacarığı

Qeyd 1: Kontekstdən və ya sektordan, həmçinin məhsul, xidmət, verilənlər və istifadə olunan texnologiyadan asılı olaraq, *maraqlı tərəflərin* (3.5.13) gözləntilərinin yerinə yetirilməsini təmin etmək üçün verifikasiyası tələb olunan müxtəlif xüsusiyyətlər tətbiq edilir.

Qeyd 2: Etimadı doğrultma xüsusiyyətinə, məsələn, etibarlılıq, əlçatanlıq, dözümlülük, təhlükəsizlik, məxfilik, mühafizəlilik, hesabatlılıq, şəffaflıq, bütövlük, autentiklik, keyfiyyət və istifadəyə yararlılıq aiddir.

Qeyd 3: Etimadı doğrultma xüsusiyyəti xidmətlərə, məhsullara, texnologiyalara, verilənlərə, məlumatlara, eləcə də idarəetmə kontekstində təşkilatlara tətbiq edilə bilən atributdur.

[MƏNBƏ: ISO/IEC TR 24028:2020, 3.42, dəyişiklik – “Maraqlı tərəfin gözləntiləri” ifadəsi “maraqlı tərəflərin gözləntiləri” ilə əvəz edilib; “keyfiyyət” və “istifadəyə” arasındakı vergül işarəsi “və” ilə əvəz edilib.]

3.5.17

verifikasiya

obyektiv sübutların təqdim edilməsi yolu ilə müəyyən edilmiş tələblərin yerinə yetirildiyinin təsdiq edilməsi

Qeyd 1: Verifikasiya yalnız məhsulun spesifikasiyaya uyğun olmasına əminlik verir.

[MƏNBƏ: ISO/IEC 27042:2015, 3.21]

3.5.18

həqiqiliyin yoxlanılması

yoxlanılma

obyektiv sübutların təqdim edilməsi yolu ilə nəzərdə tutulan konkret istifadə və ya tətbiq üçün müəyyən edilmiş tələblərin tam yerinə yetirildiyinin təsdiq edilməsi

[MƏNBƏ: ISO/IEC 27043:2015, 3.16]

3.6. Təbii dilin emalına dair terminlər

3.6.1

avtomatik ümumiləşdirmə

annotasiyanın avtomatik yaradılması

mühüm semantik məlumatı saxlamaqla *təbii dildəki* (3.6.7) mətnin bir hissəsinin qısaldılması *tapşırığı* (3.1.35)

3.6.2

dialog idarəçiliyi

dialog idarəetməsi

Nəzərdə tutulan hədəfə çatmaq üçün istifadəçinin giriş verilənləri, dialog tarixçəsi və digər kontekstual *biliklərə* (3.1.21) əsaslanan dialogda müvafiq növbəti addımın seçilməsi *tapşırığı* (3.1.35).

3.6.3

emosiyaların tanınması

mətnə, nitqdə, videoda, təsvirdə və ya onların kombinasiyasında ifadə olunan emosiyaların kompüter identifikasiyası və təsnifləşdirilməsi *tapşırığı* (3.1.35)

Qeyd 1: Emosiyaların nümunələrinə xoşbəxtlik, kədər, qəzəb və şövq aiddir.

3.6.4

məlumat axtarışı

information retrieval (**IR**)

adətən açar söz və ya *təbii dil* (3.6.7) sorğuları əsasında *verilənlər bazasından* (3.2.5) müvafiq sənədlərin və ya onların hissələrinin əldə edilməsi *tapşırığı* (3.1.35)

3.6.5

maşın tərcüməsi

machine translation (**MT**)

kompüter sistemindən istifadə etməklə mətnin və ya nitqin bir *təbii dildən* (3.6.7) digərinə avtomatlaşdırılmış tərcüməsi *tapşırığı* (3.1.35)

[MƏNBƏ: ISO 17100:2015, 2.2.2]

3.6.6

adlandırılmış obyektlərin tanınması

named entity recognition (**NER**)

mətn və ya nitq axınındakı söz ardıcılığı üçün obyektlərin denotasiya adlarının və onların kateqoriyalarının tanınması və nişanlanması *tapşırığı* (3.1.35)

Qeyd 1: Obyekt maraqlı doğuran konkret və ya mücərrəd elementlərə, o cümlədən onlar arasındakı assosiasiyalara aiddir.

Qeyd 2: “Adlandırılmış obyekt” xüsusi və ya unikal mənası müəyyənləşdirən denotasiya adına malik obyektə aiddir.

Qeyd 3: Denotasiya adlarına şəxslərin, yerlərin, təşkilatların adları və ya tətbiq sahəsinə əsaslanan digər xüsusi adlar aiddir.

3.6.7

təbii dil

insan cəmiyyətində aktiv istifadə olunmuş və ya istifadə olunan, qaydaları istifadə prosesində müəyyənləşən dil

Qeyd 1: Təbii dil mətn, nitq, işarə dili və s. ilə ifadə oluna bilən insanların istifadə etdiyi dildir.

Qeyd 2: Təbii dil “Java”, “Fortran”, “C++” və ya “First-Order Logic” kimi proqramlaşdırma dillərindən fərqli olaraq, ingilis, ispan, ərəb, çin və ya yapon dili kimi insanların istifadə etdiyi dildir.

[MƏNBƏ: ISO/IEC 15944-8:2012, 3.82, dəyişiklik — “qaydaları əsasən istifadə prosesində müəyyənləşən” ifadəsi “qaydaları istifadə prosesində müəyyənləşən” ilə əvəz edilib. 3.6.8: Qeyd 2-də “çin” sözündən sonra vergül işarəsi silinib.]

3.6.8

təbii dilin generasiyası

natural language generation (**NLG**)

semantikaya malik verilənlərin *təbii dilə* (3.6.7) çevrilməsi *tapşırığı* (3.1.35)

3.6.9

təbii dilin emalı

natural language processing (**NLP**)

<sistem> kontekstində - *təbii dili anlama* (3.6.11) və ya *təbii dilin generasiyasına* (3.6.8) əsaslanan məlumatların emalı

3.6.10

təbii dilin emalı

NLP

<fənn> kontekstində - sistemlərin *təbii dili* (3.6.7) mənimsəməsi, emal və interpretasiya etməsi ilə bağlı sahə

3.6.11

təbii dili anlama

təbii dili başadüşmə

natural language understanding (**NLU**)

təbii dildəki (3.6.7) mətn və ya nitqdən məlumatların funksional vahidlərinin əldə edilməsi, bununla yanaşı həm verilmiş mətn və ya nitq üçün, həm də onların nəyi təmsil etdikləri üçün təsvirin yaradılması.

[MƏNBƏ: ISO/IEC 2382:2015, 2123786, dəyişiklik – qeyd silinib, “təbii dil” sözündə defis silinib]

3.6.12

simvolların optik tanınması

optical character recognition (**OCR**)

çap edilmiş və ya əl ilə yazılmış mətnin şəkillərinin kompüterlə oxuna bilən mətnə çevrilməsi

3.6.13

nitq hissəsinin etikətlənməsi

qrammatik xüsusiyyətlərinə görə sözə kateqoriya (məsələn, fel, isim, sifət) mənimsədilməsi *tapşırığı* (3.1.35)

3.6.14

sualın cavablandırılması

təbii dildə (3.6.7) verilmiş suala ən uyğun cavabın müəyyən edilməsi *tapşırığı* (3.1.35)

Qeyd 1: Sual açıq tipli və ya onun konkret cavabı ola bilər.

3.6.15

əlaqələrin əldə edilməsi

mətnə qeyd olunan obyektlər arasında əlaqələrin müəyyən edilməsi *tapşırığı* (3.1.35).

3.6.16

sentimental təhlil

emosiyaların təhlili

emosiyaların (məsələn, müsbətdən mənfiyədək) diapazonunun müəyyənləşdirilməsi məqsədilə mətnə, nitqdə və ya təsvirdə ifadə olunan fikirlərin hesablamalar vasitəsilə identifikasiyası və təsnifləşdirilməsi *tapşırığı* (3.1.35)

Qeyd 1: Emosiya nümunələrinə bəyənmə, bəyənməmə, müsbət münasibət, mənfi münasibət, razılaşma və fikir ayrılığı daxildir.

3.6.17

nitqin tanınması

nitqdən-mətnə

speech-to-text (**STT**)

funksional vahid tərəfindən nitq signalının nitqin məzmununun təsvirinə çevrilməsi

[MƏNBƏ: ISO/IEC 2382:2015, 2120735, dəyişiklik - Qeyd silinib.]

3.6.18

nitq sintezi

məndən-nitqə

text-to-speech (**TTS**)

süni nitqin generasiyası

[MƏNBƏ: ISO/IEC 2382: 2015, 2120745]

3.7. Kompüter görməsinə dair terminlər

3.7.1

kompüter görməsi

funksional vahidin vizual (təsvirlər və ya videolar) məlumatları əldə etmək, emal etmək və interpretasiya etmək qabiliyyəti

Qeyd 1: Kompüter görmə vizual səhnənin rəqəmsal təsvirini yaratmaq üçün sensorlardan istifadəni nəzərdə tutur. Bura infraqırmızı təsvir kimi görünən işığın dalğa uzunluqlarını ələ keçirən təsvirlər aid edilə bilər.

3.7.2

üzün tanınması

insan üzünün saxlanılan təsvirlərini real üzün təsviri ilə müqayisə edərək, (olduğu təqdirdə) hər hansı uyğunluğun və məlumatın göstərilməsi yolu ilə üzün aid olduğu şəxsi müəyyənləşdirən obrazların avtomatik tanınması

[MƏNBƏ: ISO 5127:2017, 3.1.12.09]

3.7.3

təsvir

<raqəmsal> mühitdə - vizual olaraq təqdim edilməsi üçün nəzərdə tutulan qrafik kontent

Qeyd 1: Təsvirə elektron formatda kodlaşdırılmış qrafiklər, həmçinin piksellərdən ibarət formatlar (məsələn, şəkilçəkmə proqramları və ya fotoqrafik vasitələrlə yaradılanlar) və düsturlar vasitəsilə yaradılan formatlar (məsələn, miqyaslına bilən vektor təsvirləri kimi) aiddir.

[MƏNBƏ: ISO/IEC 20071-11:2019, 3.2.1]

3.7.4

təsvirin tanınması

təsvirdəki (3.7.3) obyekt(lər)i, obraz(lar)ı və ya nümunə(lər)i təsnif edən təsvirin klassifikasiyası prosesi

4. QISALTMALAR

API – application programming interface (tətbiq proqramlaşdırma interfeysi)

CPS – cyber-physical systems (kiber-fiziki sistemlər)

CPU – central processing unit (mərkəzi prosessor)

CRISP-DM – cross-industry process model for data mining (verilənlərin intellektual analizi üçün sənayedə sahələrarası proseslər modeli)

DNN – deep neural network (dərindən neyron şəbəkəsi)

DSP – digital signal processor (raqəmsal signal prosessoru)

FPGA – field-programmable gate array (istifadəçi tərəfindən proqramlaşdırılan şlüz massivi)

GPU – graphics processing unit (qrafik emal vahidi)

HMM – hidden Markov model (gizli Markov modeli)

İT – information technology (informasiya texnologiyaları)

KDD – knowledge discovery in data (verilənlərdə biliyin aşkarlanması)

AZS ISO/IEC 22989:2023

NPU – neural network processing unit (neyron şəbəkə emal vahidi)

OECD – organisation for economic co-operation and development (İqtisadi Əməkdaşlıq və İnkişaf Təşkilatı)

POS – part of speech (nitq hissəsi)

Latvian

5. Süni intellektə dair anlayışlar

5.1. Ümumi müddəalar

Sİ sistemlərinin fənlərarası tədqiqi və işlənməsi, adətən, intellekt tələb edən tapşırıqları yerinə yetirə bilən kompüter sistemlərinin yaradılması məqsədi daşıyır. Sİ-yə malik maşınlar müəyyən mühiti qavrayaraq, onun tələblərinə uyğun tədbirlər görmək üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Sİ kompüter elmləri, riyaziyyat, fəlsəfə, dilçilik, iqtisadiyyat, psixologiya və koqnitiv elm kimi bir çox sahələrin metodlarından istifadə edir.

Sİ malik olmayan ənənəvi sistemlərdən fərqli olaraq, Sİ sistemlərinin bəziləri (və ya hamısı) aşağıdakı maraqlı xüsusiyyətlərə malikdir:

- a) **İnteraktiv** — Sİ sistemlərinin giriş verilənləri sensorlar vasitəsilə və ya insanlarla qarşılıqlı əlaqə yolu ilə generasiya olunur, çıxış verilənləri isə aktuatorun stimullaşdırılması və ya insanlara (yaxud maşınlara) cavabların verilməsi ilə nəticələnir. Məsələn, Sİ sistemində obyektin təsvirinin təqdim edilməsi nəticəsində obyektin tanınması buna misal ola bilər.
- b) **Kontekstual** — bəzi Sİ sistemləri həm strukturlaşdırılmış, həm də strukturlaşdırılmamış rəqəmsal informasiyadan, həmçinin sensorların giriş verilənləri daxil olmaqla, çoxsaylı informasiya mənbələrindən istifadə edə bilər.
- c) **Nəzarət** — Sİ sistemləri tətbiq sahəsindən asılı olaraq, müxtəlif dərəcəli insan nəzarəti və idarəməsi altında işləyə bilər. Məsələn, müxtəlif avtomatlaşdırma səviyyəsinə malik özü idarə olunan avtomobillər buna misal ola bilər.
- d) **Adaptiv** — bəzi Sİ sistemləri real vaxt rejimində dinamik verilənlərdən istifadə etmək və yeni verilənlər əsasında fəaliyyətini yeniləmək məqsədilə təkrar təlim keçmək üçün yaradılmışdır.

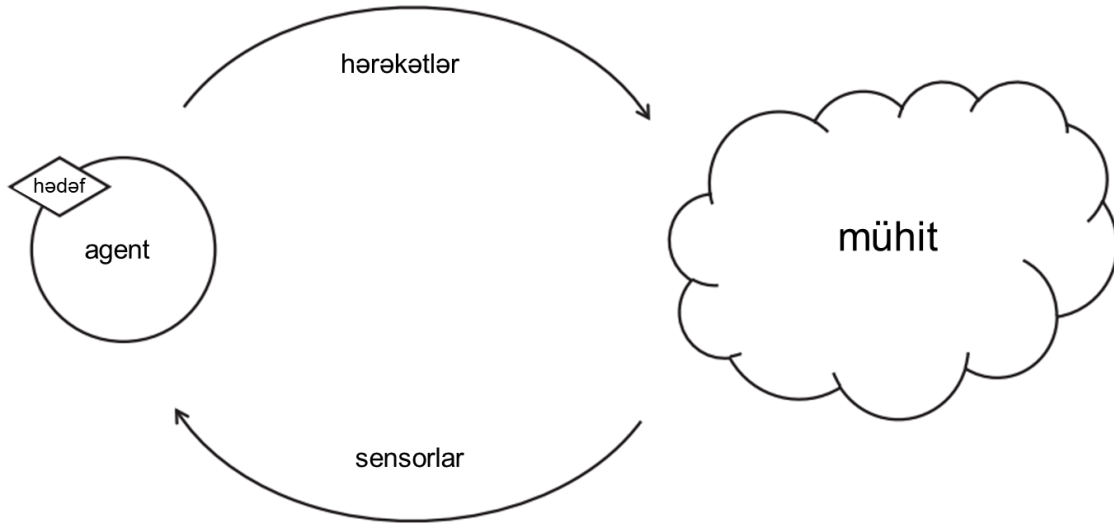
5.2. Güclü və zəif Sİ-dən ümumi və dar Sİ-yə doğru

İntellektə malik maşınların potensial imkanları fəlsəfi nöqteyi-nəzərdən də müzakirə edilmişdir. Bu müzakirələr Sİ iki fərqli növünün yaranmasına səbəb olmuşdur: zəif Sİ və güclü Sİ kimi adlandırılan Sİ. Zəif Sİ-də sistem nə etdiyini başa düşmədən yalnız simvolları (hərflər, rəqəmlər və s.) emal edir. Güclü Sİ-də də sistem simvolları emal edir, lakin nə etdiyini həqiqətən başa düşür. "Zəif Sİ" və "güclü Sİ" denominasiyaları əsasən filosoflar üçün vacib anlayışlar olsa da, Sİ tədqiqatçıları və sahə üzrə təcrübəçilər üçün əhəmiyyət kəsb etmir.

Bu müzakirələrdən sonra Sİ sahəsi üçün daha uyğun olan "dar Sİ" və "ümumi Sİ" bölgüsü meydana çıxmışdır. "Dar Sİ" sistemi spesifik bir problemi həll etmək üçün müəyyən edilmiş tapşırıqları (bəlkə də, insanların edə biləcəyindən daha yaxşı) yerinə yetirməyə qadirdir. "Ümumi Sİ" sistemi geniş spektrli tapşırıqları qənaətbəxş səviyyədə həll edir. Mövcud Sİ sistemləri "dar" Sİ sistemləri hesab olunur. "Ümumi" Sİ sistemlərinin gələcəkdə texniki cəhətdən mümkün olub-olmayacağı hələ məlum deyil.

5.3. Agent

Sİ-nin bəzi tətbiqlərinin insan intellektini və davranışını simulyasiya etmək məqsədi daşdığından Sİ sistemlərinə agent paradiqması nöqtəyi-nəzərindən baxmaq mümkündür. Mühəndislik fənni çərçivəsində, Sİ-yə rəşional davranış nümayiş etdirən süni agentlər yaratmağa çalışan sahə kimi baxmaq olar. Agent paradiqması agent və onun inkişaf etdiyi mühiti bir-birindən ayıran dəqiq sərhədi müəyyən edir. Agent paradiqması Şəkil 1-də təsvir edilmişdir.



Şəkil 1 – Agent paradiqması

Sİ agenti sensorlar və aktuatorlar vasitəsilə ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqədə olur və hədəflərinə uğurla çatmaq şansını maksimallaşdırmaq üçün tədbirlər görür.

Ətraf mühit yerinə yetirilən tapşırıqdan asılı olaraq, müxtəlif xüsusiyyətlərə malik olur və bu xüsusiyyətlər problemin həllinin çətinlik səviyyəsinə təsir göstərir.

Agent paradiqmasında arxitekturasından asılı olaraq, bir neçə növ Sİ agentləri təyin edilə bilər^[29]:

- fəaliyyəti (hərəkəti) seçmək üçün yalnız mövcud vəziyyətə güvənən **refleks agentləri**;
- əlçatan fəaliyyətin (hərəkətlərin) nəticələrini nəzərə almağa imkan verən mühit modelinə əsaslanan **model əsaslı agentlər**;
- hədəflərə çatan fəaliyyəti (hərəkətləri) seçməyə və hədəflər arasında ən arzuolunanları axtarmağa imkan verən daxili faydalılıq funksiyasına əsaslanan **hədəf və ya fayda əsaslı agentlər**;
- ətraf mühit haqqında məlumat toplaya bilən və öz performanslarını təkmilləşdirməyi öyrənə bilən **öyrənmə agentləri**.

Agentləri tətbiq etmək üçün müxtəlif nəzəriyyələrə əsaslanan mürəkkəb və yüksək səviyyəli arxitekturalar işlənmişdir.

5.4. Bilik

Sİ-də xüsusi məna kəsb edən "bilik" anlayışı bu sənəddə və həmçinin, Sİ sahəsində üstünlük təşkil etdiyi üçün onun daha ətraflı müzakirəsinə ehtiyac duyulur.

Digər sahələrdə bu termin koqnitiv imkanlarla əlaqələndirilsə də, Sİ kontekstində bilik imkanlara deyil, məzmunu aid olan texniki termindir. Bilik anlayışı verilən-informasiya-bilik iyerarxiyasının elə bir hissəsidir ki, burada verilənlər informasiya, informasiya isə bilik yaratmaq üçün istifadə edilə bilər. Sİ kontekstində bunlar koqnitiv olmayan sırf texniki proseslərdir.

Bilik informasiyadan onunla fərqlənir ki, informasiya sistem tərəfindən müşahidə olunan, bilik isə sistem tərəfindən belə müşahidələrdən əldə edilib saxlanandır. Bilik strukturlaşdırılmış və təşkil olunmuşdur; individual müşahidələrin spesifik xüsusiyyətlərini nəzərə almır. Məqsəddən asılı olaraq, eyni informasiyadan müxtəlif biliklər əldə edilə bilər.

Bilik öz təqdimatından onunla fərqlənir ki, eyni biliyin müxtəlif təqdimat formaları ola bilər: bilik hər birinin öz müsbət və mənfi cəhətləri olan, lakin eyni məna daşıyan müxtəlif konkret formalarda təqdim oluna bilər.

Bu fərqlilik texniki məna daşıyır, çünki bəzi Sİ ya nəşmaları, metodları və s. öyrənmə mövzuları eyni informasiya üçün fərqli biliklər və ya eyni biliklər üçün fərqli təqdimat formaları yaratmaq qabiliyyətinə əsaslanır.

5.5. Koqnitsiya (idrak) və koqnitiv hesablama

Koqnitsiya məntiqi mühakimə, eksklüziv və ya paylaşılan təcrübə, öyrənmə və qavrama yolu ilə biliyin toplanmasını və emalını ehtiva edir. O, diqqət, biliyin formalaşması, yaddaş, mülahizə və qiymətləndirmə, məntiqi mühakimə və hesablama, problem həlletmə və qərar qəbul etmə, dilin qavranılması və yaradılması kimi anlayışları əhatə edir.

Koqnitiv hesablama Sİ-nin altsahəsidir^[27]. O, böyük həcmdə informasiyanın emalı nəticəsində obrazların identifikasiyası kimi imkanlardan istifadə edərək koqnitsiyanın həyata keçirilməsi məqsədi daşıyır. Bu, insanlara maşınlarla daha təbii qarşılıqlı əlaqə yaratmağa imkan verir. Koqnitiv hesablama tapşırıqları maşın öyrənməsi, nitq emalı, təbii dil emalı, kompüter görməsi və insan-maşın interfeysləri ilə əlaqələndirilir.

5.6. Semantik hesablama

Semantik hesablamlar hesablama kontentinin semantikasının insanların niyyətinə uyğunlaşdırılmasına yönləndirilib. Semantik hesablama informasiyanı təsvir etmək üçün təqdimat forması təqdim edir və kontentin (məsələn, mətn, video, audio, proses, funksiya, qurğu və şəbəkə) əldə olunması, idarə edilməsi, manipulyasiyası və yaradılması üçün bu təqdimat formalarından istifadə edir. Kontentin semantik təsviri koqnitiv proseslərdə və informasiya ilə bağlı məntiqi mühakimələrdə qeyri-müəyyənliyi azaltmağa imkan verir. Bu da öz növbəsində informasiyanın zənginləşdirilməsinə, ümumiləşdirilməsinə, müqayisəsinə və

konfliktlərin aradan qaldırılmasına nail olmağa kömək edir. Buna görə də, semantik hesablama ilkin informasiyanı və öyrənmə prosesini birləşdirən bir yanaşmadır.

5.7. Yumşaq hesablama

Yumşaq hesablama mürəkkəb məsələləri həll etmək üçün qeyri-dəqiqliyə, qeyri-müəyyənliyə və həqiqətə qismən uyğunluğa tolerant olan müxtəlif texnikaları ehtiva edən metodologiyadır. Ənənəvi hesablama metodları, ümumiyyətlə, məsələlərin dəqiq və səlis həllərinin tapılması üçün tətbiq edilir. Lakin bəzən bu həllər qəbul edilməz olur və ya məsələnin həlli həddən artıq mürəkkəbləşir. Yumşaq hesablamalar real dünyanın daha çox qeyri-dəqiq və qeyri-müəyyən olması ideyası üzərində qurulub. Nəticədə, real dünyadakı problemlərin dəqiq həllərinin tapılması çox vaxt əlavə xərclərlə və çətinliklərə qarşılaşır. Beləliklə, yumşaq hesablamalar izləyə bilən, dayanıqlı və az xərc tələb edən həllər əldə etmək üçün qeyri-dəqiqliyə, qeyri-müəyyənliyə və həqiqətə qismən uyğunluğa tolerant istifadəni hədəfləyir^[24]. Yumşaq hesablama texnikalarına misal olaraq, qeyri-səlis (fuzzy) sistemlər, təkamül alqoritmləri, kütlə intellekti və neyron şəbəkə sistemləri göstərilə bilər.

5.8. Genetik alqoritmlər

Genetik alqoritmlər optimallaşdırma məsələləri üçün fərdlərin (həllərin) populyasiyasını yaratmaqla və təkmilləşdirməklə təbii seçimi simulyasiya edir. İlkin populyasiya əsasında yeni həllər genetik mutasiyalardan istifadə etməklə yaradılır. Xromosom ("genlər" dəsti) 0 və 1-lərdən ibarət sətir şəklində təsvir olunur. Xromosomların ilkin populyasiyası yaradıldıqdan sonra ilk növbədə hər bir xromosom üçün uyğunluq funksiyasının qiymətini hesablanır. Uyğunluq funksiyasının qiyməti həllin optimallığını digər həllərlə müqayisədə kəmiyyətə müəyyən edir. Yaradılan həll optimal deyilsə, hissələrinin mübadiləsi (krossover) ilə iki xələf-xromosomu yaratmaq üçün bir cüt xromosom seçilir. Növbəti mərhələdə mutasiya ilə xromosomlarda təsadüfi olaraq ən azı bir gen dəyişdirilir. İlkin populyasiya yeni populyasiya ilə əvəz olunur və yeni iterasiya başlayır. Genetik alqoritmın iterasiyaları sonlama meyarlarından biri (adətən əvvəlcədən müəyyən edilmiş iterasiya sayı) təmin edildikdə başa çatır. Sonda ən uyğun xromosomlar seçilir^[25].

5.9. Sİ üçün simvolik və subsimvolik yanaşmalar

Sİ sahəsində müxtəlif paradigmalara dair müxtəlif baxış nöqtələri mövcuddur. Sİ-nin müxtəlif növlərini dəqiq şəkildə fərqləndirə biləcək heç bir klassifikasiya mövcud deyil. Buna baxmayaraq, bəzi parametrlər əsasında Sİ sistemlərini fərqləndirmək mümkündür.

Sİ-nin bir fənn kimi əsası qoyulandan bəri rəqabət şəraitində iki paradigma inkişaf etmişdir: simvolik Sİ və subsimvolik Sİ.

Simvolik Sİ simvollar və strukturlarla istifadə etməklə biliyin kodlanmasını ehtiva edir və mühakimə proseslərini modeləşdirmək üçün əsasən məntiqə əsaslanır. Bu paradigmada sintaksisi kompüter tərəfindən emal olunan və semantikasi isə insanlar üçün məna daşıyan informasiya formal təqdimat formasından istifadə edilməklə dəqiq şəkildə kodlanır.

Digər yanaşma konneksionist paradigmadan istifadə edən subsimvolik Sİ-dir. Bu paradigma simvolik məntiqi mühakimələrə əsaslanmır; daha doğrusu, biliyin qeyri-aşkar kodlaşdırılmasına əsaslanır. Bu qeyri-aşkar bilik təqdimatı, əsasən, təcrübənin nəticəsinin və ya çiy verilənlərin

emalına dair statistik yanaşmalara əsaslanır. Bu tip Sİ sistemlərinə misal olaraq, müxtəlif maşın öyrənmə sistemlərini, o cümlədən dərin neyron şəbəkələrinin müxtəlif növlərini göstərmək olar.

Müasir Sİ sistemləri, adətən, həm simvolik Sİ, həm də subsimvolik Sİ elementlərini ehtiva edir. Belə sistemlər hibrid Sİ adlanır.

5.10. Verilənlər

Verilənlər Sİ sistemlərinin əksəriyyətinin əsas elementidir. Sİ sistemlərinin bir çoxu verilənləri emal etmək üçün nəzərdə tutulur və çox vaxt verilənlərdən test məqsədləri üçün istifadə etməyə ehtiyac yaranır. Maşın öyrənmə sistemlərinin bütün həyat dövrü verilənlərin əlçatanlığından asılıdır.

Verilənlər strukturlaşdırılmış formada (məsələn, relyasiyalı verilənlər bazaları) və ya strukturlaşdırılmamış formada (məsələn, e-poçt, mətn sənədləri, şəkillər, audio və digər fayllar) ola bilər. Verilənlər Sİ sistemlərinin əsas aspektidir və onlar aşağıdakı proseslərdə iştirak edir:

— verilənlərin toplanması (verilənlərin bir və ya bir neçə mənbədən əldə edilməsi). Verilənlər təşkilat daxilində və ya xaricdən əldə edilə bilər. Verilənlərin uyğunluğu, yəni onların müəyyən mənada qərəzli olub-olmaması və ya gözlənilən əməliyyatın giriş verilənlərini təmsil etmək üçün kifayət qədər əhatəli olub-olmaması qiymətləndirilməlidir;

— verilənlərin kəşfiyyat təhlili - verilənlərin xüsusiyyətlərinin obrazlar, qanunauyğunluqlar, münasibətlər, trendlər və sapmalar baxımından yoxlanılması). Bu cür təhlil təlim və verifikasiya kimi sonrakı addımları istiqamətləndirə bilər;

— verilənlərin annotasiyası - verilənlərin əhəmiyyətli elementlərinin metaverilən kimi əlavə edilməsi. Məsələn, modelin öyrənmə prosesinə kömək məqsədilə verilənlərin mənşəyi və ya nişanlar haqqında məlumat;

— verilənlərin hazırlanması - verilənlərin Sİ sistemi tərəfindən istifadə oluna bilən formaya salınması;

— filtrasiya - arzuolunmaz verilənlərin silinməsi. Arzuolunmaz qərəzlərin və digər problemlərin yaranmasının qarşısını almaq üçün filtrasiya prosesinin təsirləri diqqətlə araşdırılmalıdır;

— normallaşdırma - verilənlərin qiymətlərinin riyazi müqayisə edilə bilməsi üçün ümumi şəkildə miqyaslanması;

— de-identifikasiya və ya digər proseslər - verilənlər bazası şəxsi müəyyənləşdirən məlumatı (PII) ehtiva edərsə və ya fərdlərlə yaxud təşkilatlarla əlaqəli olarsa, verilənlərin Sİ sistemi tərəfindən istifadə edilməsindən əvvəl tələb olunması. (Nümunə üçün bax: ISO/IEC 20889);

— verilənlərin keyfiyyətinin yoxlanılması - verilənlərin məzmununun tamlığının, qərəzliliyinin və Sİ sisteminin faydalılığına təsir edən digər amillərin yoxlanılması. Verilənlərin “zəhərlənməsi”nin yoxlanılması təlim verilənlərinin zərərli və ya arzuolunmaz nəticələrə səbəb ola biləcək verilənlərlə “çirklənməməsi”ni təmin etmək üçün çox vacibdir;

AZS ISO/IEC 22989:2023

— verilənlərin reprezentativ altçoxluğunun seçilməsi;

— verilənlərin artırılması - verilənlər bazasını genişləndirmək üçün çox az sayda olan verilənlərin bəzi transformasiyalara məruz qalması;

— verilənlərin nişanlanması - verilənlər çoxluğunun nişanlanması nümunələrin hədəf dəyişənlərlə əlaqələndirilməsi deməkdir. Nişanlar çox vaxt test verilənləri və həqiqiliyin yoxlanılması verilənləri üçün tələb olunur. Bəzi ML yanaşmaları da model təlimində nişanların mövcudluğuna əsaslanır (bax: 5.11.1 və 5.11.3).

İstifadə yanaşmasından asılı olaraq, Sİ sistemində verilənlər müxtəlif statusda iştirak edə bilər:

— produksiya verilənləri istismar mərhələsində Sİ sistemi tərəfindən emal olunan verilənlərdir. Sİ sistemlərinin hamısı istifadə vəziyyətindən asılı olaraq, produksiya verilənlərini ehtiva etmir, lakin bu, Sİ sisteminin texniki layihələndirməsindən və yanaşmasından asılı deyil.

— test verilənləri Sİ sisteminin quraşdırılmadan əvvəlki performansını qiymətləndirmək üçün istifadə olunan verilənlərdir. Onlar adətən produksiya verilənlərinə oxşar olsa da, performansın düzgün qiymətləndirilməsi üçün test verilənlərinin sistemin işlənməsi zamanı istifadə edilən verilənlərdən fərqli olması tələb olunur. Sİ yanaşmalarının hamısı qiymətləndirmənin zəruriliyinə əsas versə də, tapşırıqdan asılı olaraq, test verilənlərinin istifadəsi həmişə tələblərə cavab vermir.

— yoxlanılma verilənləri bəzi alqoritmik seçimlərin (hiperparametr axtarışı, qaydaların işlənməsi və s.) edilməsi və ya təsdiqlənməsi üçün proqramçı (developer) tərəfindən istifadə edilən verilənlərdir. Yoxlanılma verilənləri Sİ-nin tətbiq sahələrindən asılı olaraq, müxtəlif cür adlandırılır, məsələn, təbii dil emalında bu verilənlərə adətən işlənmə verilənləri kimi istinad edilir. Yoxlanılma verilənlərinə ehtiyacın olmadığı hallar da mövcuddur.

— təlim verilənləri məhz maşın öyrənməsi kontekstində istifadə olunur: təlim verilənləri verilmiş tapşırığın həll edilməsi məqsədilə maşın öyrənməsi alqoritmının generasiya etdiyi model üçün ilkin (çiy) verilənlər kimi çıxış edir.

QEYD 1: Proqram təminatının qiymətləndirilməsi çərçivəsində "yoxlanılma" müəyyən tələblərin yerinə yetirilib-yetirilmədiyini yoxlama prosesidir. Bu, qiymətləndirmə prosesinin bir hissəsidir. Sİ kontekstində "yoxlanılma" termini sistemin layihələndirməsi ilə əlaqəli müəyyən qiymətlərin və xassələrin təyin edilməsi üçün verilənlərdən (səmərəli) istifadə prosesini nəzərdə tutur. Söhbət sistemin tələblərə uyğun qiymətləndirilməsindən getmir və bu, qiymətləndirmə mərhələsindən əvvəl həyata keçirilir.

QEYD 2: Proqram təminatının qiymətləndirilməsi çərçivəsində "testləmə" səhvlərin axtarışı, modulların test edilməsi və hesablama vaxtının ölçülməsi kimi müxtəlif proseslərə aiddir. Sİ-də "testləmə"nin mənası seçilmiş verilənlər bazasına nəzərən məhz sistemin performansının statistik qiymətləndirilməsinə aiddir.

5.1. Maşın öyrənməsi konsepsiyaları

5.11.1. Müəllimlə maşın öyrənməsi

Müəllimlə maşın öyrənməsi “təlim zamanı yalnız nişanlanmış verilənlərdən istifadə edən maşın öyrənməsi” (3.3.12) kimi müəyyən edilir. Bu halda, ML modelləri məlum və ya təyin edilmiş çıxış və ya hədəf dəyişənini (nişan) ehtiva edən təlim verilənləri ilə öyrədilir. Verilmiş nümunə üçün hədəf dəyişənin qiyməti təməl həqiqət kimi də qəbul olunur. Nişanlar tapşırıqdan asılı olaraq, kateqorial, ikilik və ya ədədi qiymətlər və ya strukturlaşdırılmış obyektlər (məsələn, ardıcılıqlar, şəkillər, ağaclar və ya qraflar) daxil olmaqla istənilən növ ola bilər. Nişanlar orijinal (ilkin) verilənlər çoxluğunun bir hissəsi ola bilər, lakin bir çox hallarda onlar əl ilə və ya digər proseslər vasitəsilə müəyyən edilir.

Müəllimlə öyrənmə klassifikasiya və reqressiya məsələləri, həmçinin strukturlaşdırılmış proqnozla bağlı daha mürəkkəb məsələlərin həlli üçün istifadə edilə bilər.

Müəllimlə maşın öyrənməsi haqqında məlumat üçün ISO/IEC 23053 standartına müraciət edin.

5.11.2. Müəllimsiz maşın öyrənməsi

Müəllimsiz maşın öyrənməsi “təlim zamanı yalnız nişanlanmamış verilənlərdən istifadə edən maşın öyrənməsi” (3.3.17) kimi müəyyən edilir.

Müəllimsiz maşın öyrənməsi tapşırığın məqsədi giriş verilənlərindəki nümunələr arasında mərkəzləşmə nöqtələrinin tapılması olan klasterizasiya məsələlərinin həllində faydalı ola bilər. Təlim verilənləri çoxluğunun ölçülərinin azaldılması müəllimsiz maşın öyrənməsinin başqa bir tətbiq nümunəsidir, burada nişanlardan asılı olmayaraq, statistik cəhətdən ən uyğun xüsusiyyətlər müəyyən edilir.

Müəllimlə maşın öyrənməsi haqqında məlumat üçün ISO/IEC 23053 standartına müraciət edin.

5.11.3. Qismən müəllimlə maşın öyrənməsi

Qismən müəllimlə maşın öyrənməsi “təlim zamanı həm nişanlanmış, həm də nişanlanmamış verilənlərdən istifadə edən maşın öyrənməsi” (3.3.11) kimi müəyyən edilir. Qismən müəllimlə maşın öyrənməsi müəllimlə və müəllimsiz maşın öyrənməsinin hibrid variantıdır.

Qismən müəllimlə maşın öyrənməsi böyük həcmli təlim verilənləri bazasında bütün nümunələrin nişanlanmasının vaxt və ya xərc baxımından mümkün olmadığı hallarda faydalıdır.

Qismən müəllimlə maşın öyrənməsi haqqında ətraflı məlumat üçün ISO/IEC 23053 standartına müraciət edin.

5.11.4. Möhkəmləndirici öyrənmə

Möhkəmləndirici öyrənmə əvvəlcədən müəyyən edilmiş məqsədə çatmaq üçün ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqədə olan agent(lər)in öyrədilməsi prosesidir. Möhkəmləndirici öyrənmədə maşın öyrənməsi agent(lər)i iterativ olaraq “sınama və yanılma” prosesi vasitəsilə təlimləndirilir. Agent(lər)in məqsədi ətraf mühitlə əlaqə vasitəsilə “mükafat” funksiyasının optimallaşdırılması üçün strategiya müəyyənləşdirməkdən (yeni model qurmaqdan) ibarətdir. Hər (uğurlu və ya

AZS ISO/IEC 22989:2023

uğursuz) sınaq üçün ətraf mühit tərəfindən bilvasitə geri-dönüş edilir. Bundan sonra agent(lər) bu geri-dönüş əsasında öz davranışını (yəni modelini) korrektə edir.

Möhkəmləndirici öyrənmə haqqında ətraflı məlumat üçün ISO/IEC 23053 standartına müraciət edin.

5.11.5. Transfer (olunan) öyrənmə

Transfer öyrənmə bir problemin həlli üçün nəzərdə tutulan verilənlər əsasında əldə edilən biliklərin digər problemin həllində tətbiq edilməsi üçün istifadə edilən metodlara aiddir. Məsələn, küçələrdəki mövqelərdən evlərin nömrələrinin tanınması zamanı əldə edilən məlumatlar əl ilə yazılmış nömrələrin tanınması üçün istifadə edilə bilər.

Transfer öyrənmə haqqında ətraflı məlumat üçün ISO/IEC 23053 standartına müraciət edin.

5.11.6. Təlim verilənləri

Təlim verilənləri maşın öyrənmə alqoritmini öyrətmək üçün istifadə edilən verilənlərin nümunələrindən ibarətdir. Adətən, bu nümunələr konkret mövzuya aid olur və onlar strukturlaşdırılmış və ya strukturlaşdırılmamış verilənlərdən ibarət ola bilər. Verilənlərin nümunələri nişanlanmamış və ya nişanlanmış olur.

Sonuncu halda, nişan maşın öyrənmə modelinin öyrədilməsi prosesini istiqamətləndirmək üçün istifadə olunur. Məsələn, giriş verilənləri təsvirdirsə və məqsəd isə təsvirin pişiyin şəkli olub-olmadığını təyin etməkdirsə, onda nişan pişiyə aid təsvir üçün "doğru" və pişik olmayan təsvir üçün "yalan" ola bilər. Bu, təlim keçmiş modelə təlim verilənlərinin nümunəsinin atributları və hədəf dəyişənləri arasındakı statistik əlaqəni göstərməyə imkan verir.

Təlim verilənlərində verilənlərin nümunələrinin sayı və müvafiq xüsusiyyətlərin seçilməsi ML modelinin verilənlərin və ya hədəf dəyişəninə paylanmasına nə dərəcədə uyğun olmasına təsir edir. Lakin verilənlər çoxluğu çox böyük olduqda, hesablama üçün tələb olunan vaxt və resurslar arasında kompromisə ehtiyac olur.

5.11.7. Təlim keçmiş model

Bu sənəddə təlim keçmiş modelə təlim verilənlərindən istifadə etməklə maşın öyrənməsi alqoritmı əsasında maşın öyrənməsi modelinin parametrlərinin təyin edilməsi və ya təkmilləşdirilməsi prosesi kimi müəyyən edilən model təliminin nəticəsi kimi baxılır. Maşın öyrənməsi modeli giriş verilənləri və ya məlumatları əsasında nəticə çıxaran və ya proqnoz verən riyazi konstruksiyadır. Təlim keçmiş model Sİ sistemi tərəfindən maraq sahəsinə aid olan produksiya verilənləri əsasında proqnozlar vermək üçün istifadə edilə bilər. Təlim keçmiş modelin ədədlər çoxluğu kimi saxlanması və ötürülməsi üçün müxtəlif standartlaşdırılmış formatlar mövcuddur.

5.11.8. Yoxlanılma və test verilənləri

Təlim keçmiş modeli qiymətləndirmək məqsədilə adətən modelin işlənməsi üçün əldə edilən verilənlər təlim, yoxlanılma və test verilənləri kimi üç bazaya bölünür.

Yoxlanılma verilənləri təlim zamanı və təlimdən sonra hiperparametrləri tənzimləmək üçün istifadə olunur. Test verilənləri modelin məhz nə etməli olduğunu öyrəndiyini yoxlamaq üçün istifadə olunur. Hər iki halda heç vaxt modelin təlim verilənlərindən istifadə olunmur. Bu məqsədlər üçün təlim verilənlərindən istifadə edilərsə, model verilənlər nümunəsini faktiki olaraq emal etmədən düzgün proqnozu “xatırlaya”caq. Modelin performansını malik olduğundan artıq qiymətləndirməmək üçün tənzimləmə zamanı da test verilənlərindən istifadə olunmur.

Çarpaz yoxlanılma zamanı verilənlər elə bölünür ki, hər bir verilənlər nümunəsi həm təlim, həm də yoxlanılma üçün istifadə olunur. Bu yanaşma model performansını yaxşılaşdırmağa bilən daha böyük verilənlər bazasından istifadəni imitasiya edir. Bəzən ayrı-ayrılıqda fərqli təlim, yoxlanılma və test verilənləri formalaşdırmaq üçün verilənlər kifayət olmur. Belə hallarda, verilənlər yalnız iki cəhətdə bölünür: 1) təlim və ya yoxlanılma verilənləri və 2) test verilənləri. Ayrı-ayrı yoxlanılma və təlim verilənləri cəhəti daha sonra təlim və ya yoxlanılma verilənlərindən, məsələn, ilkin yükləmə və ya çarpaz-yoxlanılma vasitəsilə formalaşdırılır.

5.11.9. Təkrar təlim

5.11.9.1. Ümumi müddəalar

Təkrar təlim fərqli təlim verilənləri vasitəsilə təlim keçmiş modelin yenilənməsindən ibarətdir. Bu təlimə kifayət qədər çox təlim verilənləri toplusunun olmaması səbəbindən, verilənlər dreyfi və konsepsiya dreyf də daxil olmaqla, bir çox amillərə görə ehtiyac yarana bilər.

Verilənlərin dreyfi zamanı modelin proqnozlarının dəqiqliyi produksiya verilənlərinin statistik xüsusiyyətlərindəki dəyişikliklər səbəbindən zamanla azalır (məsələn, təsvirin ayırdetmə dəqiqliyi dəyişir və ya verilənlər çoxluğunda bir sinif digərinə nisbətən daha tez-tez rast gəlinir). Bu halda modelin hazırkı produksiya verilənlərini daha yaxşı əks etdirən yeni təlim verilənləri ilə təkrar təlimlənməsi vacibdir.

Konsepsiya dreyfində qərar qəbul etmənin sərhədləri dəyişir (məsələn, yeni qanunlar dərc edildikdən sonra “qanuni olan və olmayanlar” dəyişikliyə uğraya bilər), bu da öz növbəsində hətta verilənlərin dəyişməsinə baxmayaraq, proqnozların dəqiqliyini aşağı salır. Konsepsiya dreyfi zamanı təlim verilənlərində məqsəd dəyişənləri yenidən nişanlanmalı və model təkrar təlimlənməlidir.

Mövcud model təkrar təlimləndikdə “faciəvi unudulma” adlandırılan problemləri aradan qaldırmağa və ya minimuma endirməyə xüsusi diqqət yetirilir. Bir çox maşın öyrənmə alqoritmləri yalnız verilənlərin hamısı eyni zamanda təqdim edildikdə öyrənmə tapşırıqlarının öhdəsindən yaxşı gəlir. Model müəyyən tapşırıqlar üzrə öyrədildiyi üçün onun parametrləri həmin tapşırıqları həll etmək üçün uyğunlaşdırılır. Yeni təlim verilənləri təqdim edildikdə, həmin yeni müşahidələrə əsaslanan uyğunlaşmalar modelin əvvəllər əldə etdiyi bilikləri yeniləyir. Neyron şəbəkələri üçün bu fenomen “faciəvi unudulma” kimi tanınır və onların əsas məhdudiyyətlərindən biri hesab olunur.

5.11.9.2. Fasiləsiz öyrənmə

AZS ISO/IEC 22989:2023

Davamlı öyrənmə və ya ömürboyu öyrənmə kimi də tanınan fasiləsiz təlim sistem istehsalatda istismar olunarkən istifadə olunan modelin davamlı təlimidir. Bu, model yeniləmələrinin təkrarlandığı, yüksək tezlikdə baş verdiyi və fəaliyyətin fasiləsizliyini nəzərdə tutan xüsusi təkrar təlimdir.

Bir çox SI sistemlərində sistem istehsalata buraxılmazdan əvvəl işlənilmə prosesi zamanı təlimlənir. Bu proses standart proqram təminatının hazırlanmasına bənzəyir, haradaki sistem istehsalata buraxılmazdan əvvəl tam olaraq yaradılır və test edilir. Bu tip sistemlərin davranışı verifikasiya prosesi zamanı qiymətləndirilir və istismar mərhələsində dəyişməz qalması gözlənilir.

Fasiləsiz öyrənmə keçən SI sistemləri istehsalatda fəaliyyət göstərən zaman sistemin modelinin tədricən yenilənməsini nəzərdə tutur. İstismar mərhələsində sistmə daxil edilən verilənlər yalnız sistemdən nəticə əldə etmək nöqtəyi-nəzərindən təhlil edilmir, həm də eyni zamanda onlardan produksiya verilənləri əsasında modeli təkmilləşdirmək məqsədilə sistemdəki modeli tənzimləmək üçün istifadə olunur. Fasiləsiz öyrənmə keçən SI sisteminin layihələndirilməsindən asılı olaraq, prosesə, məsələn, verilənlərin nişanlanması, xüsusi əlavə yeniləmələrin tətbiqinin təsdiqlənməsi və ya SI sisteminin performansının monitorinqi ilə bağlı insan müdaxiləsi tələb oluna bilər.

Fasiləsiz öyrənmə ilkin təlim verilənlərinin məhdudluğu, həmçinin verilənlərin dreyfi və konsepsiya dreyf ilə bağlı problemləri həll etməyə kömək edə bilər. Lakin fasiləsiz öyrənmə SI sisteminin öyrənərkən düzgün işləməsinin təmin olunması ilə bağlı önəmli problemlər yaradır. Sistemin işlək vəziyyətdə verifikasiyası zəruridir, eləcə də SI sisteminin gələcəkdə yenilənəcəyi təqdirdə təlim verilənlərinin bir hissəsi olması üçün produksiya verilənlərinin toplanmasına da ehtiyac var. “Faciəvi unudulma” riski səbəbindən fasiləsiz öyrənmə əvvəlki bilikləri yadda saxlayaraq, cari verilənlər üzərində aparılan yeni müşahidələrə uyğunlaşaraq zamanla öyrənmək qabiliyyətini nəzərdə tutur.

Fasiləsiz öyrənmənin xüsusiyyətlərinə aşağıdakılar daxildir:

- dinamik mühitlərdə (ideal halda, real dünyada) zamanla öyrənmə;
- performansın yaxşılaşdırılması üçün yeni biliklər öyrənməklə (ya yeni məlumatlar, ya da mövcud biliklərə əsaslanan mühakimələr əsasında) əvvəlki biliklərin artırılması;
- öyrənilməli olan tapşırığın yeni aspektlərinin aşkarlanması və onların tədricən öyrənilməsi;
- iş yerində öyrənmə və ya sistemin istehsalatda istismarı zamanı öyrənmə.

5.12. Maşın öyrənməsi alqoritmlərinə dair nümunələr

5.12.1. Neyron şəbəkələri

5.12.1.1. Ümumi müddəalar

Neyron şəbəkələri mürəkkəb problemləri müşahidə etmək, öyrənmək, təhlil etmək və qərar qəbul etmək üçün intellektual qabiliyyəti simulyasiya etməyə çalışır. Beləliklə, neyron şəbəkələrinin layihələndirilməsi insan və heyvanların beyinlərində neyronların bağlanma tərzindən qaynaqlanır. Neyron şəbəkələrinin strukturu “neyronlar” adlanan bir-biri ilə əlaqəli emal elementlərindən ibarətdir. Hər bir neyron bir neçə giriş və yalnız bir çıxış generasiya edir.

Onlar laylardan təşkil olunur, bir layın çıxışı növbəti layın girişinə çevrilir. Hər bir əlaqənin girişin əhəmiyyətlik dərəcəsi ilə bağlı təyin olunmuş çəki əmsalı var. Neyron şəbəkəsi məlum giriş verilənləri əsasında təlim keçərək, faktiki nəticəni gözlənilən nəticə ilə müqayisə etməklə və çəki əmsallarının dəqiqləşdirilməsi üçün xətlərin qiymətindən istifadə etməklə "öyrənir". Beləliklə, düzgün cavab verən əlaqələr möhkəmlənir, səhv cavab verənlər isə zəifləyir.

Bu sənəd dərin öyrənməni çoxlu gizli laylara malik neyron şəbəkələrinin təlimi vasitəsilə zəngin iyerarxik təsvirlərin yaradılmasına dair yanaşma kimi müəyyən edir. Bu proses neyron şəbəkəyə son çıxış verilənlərinin tədricən dəqiqləşdirilməsi üçün imkan yaradır. Dərin öyrənmə xüsusiyyətlərin yaradılmasına olan ehtiyacı azalda və ya aradan qaldıra bilər, çünki ən uyğun xüsusiyyətlər avtomatik olaraq müəyyən edilir. Dərin öyrənmə əhəmiyyətli dərəcədə vaxt və hesablama resursları tələb edə bilər.

Neyron şəbəkələrinin bir çox "arxitekturaları" (əsasən, neyronların düzlüyü) var və bu sahə yeni neyron şəbəkə arxitekturalarının tətbiq olunmağa davam etdiyi aktiv tədqiqat sahəsidir. NN arxitekturasına dair nümunələrə aşağıdakılar daxildir:

- irəli yayılma neyron şəbəkəsi;
- rekkurent neyron şəbəkəsi;
- konvolyusiyalı neyron şəbəkəsi.

Qeyd olunan NN arxitekturaları 5.12.1.2-5.12.1.4-də təsvir edilmişdir.

QEYD: NN-lər haqqında əlavə məlumat üçün ISO/IEC 23053-ə baxın.

5.12.1.2. İrəli yayılma neyron şəbəkəsi

FFNN ən sadə neyron şəbəkə arxitekturasıdır. O, informasiyanı girişdən çıxışa yalnız bir istiqamətdə ötürür. Eyni laydakı neyronlar arasında heç bir əlaqə olmur. Adətən iki bitişik lay "tam əlaqələnə" bilir, çünki bir laydakı hər bir neyron sonrakı laydakı hər bir neyronla əlaqəyə malikdir.

5.12.1.3. Rekkurent neyron şəbəkəsi

5.12.1.3.1. Ümumi müddəalar

RNN-lər^[21] nizamlı ardıcılığa malik giriş verilənləri ilə, yəni giriş verilənlərinin ardıcılıqla sıralanması ilə məşğul olur. Bu cür giriş verilənlərinə səs və video axınları kimi dinamik ardıcılıqları, həm də mətn və ya yalnız tək təsvirlər kimi statik ardıcılıqları misal göstərmək olar. RNN-lərdə həm əvvəlki laydan daxil olan məlumatı götürən, həm də əvvəlki keçiddən öz məlumatlarını nəzərə alan təpələr (düyünlər, qovşaqlar) var. RNN-lər keçmiş öyrənmələrin təsirini saxlamaq xüsusiyyətinə malikdir. RNN-lərdən nitqin tanınması, maşın tərcüməsi, zaman ardıcılıqlarının proqnozlaşdırılması və təsvirin tanınmasında geniş istifadə olunur.

RNN haqqında əlavə məlumat üçün ISO/IEC 23053-ə baxın.

5.12.1.3.2. Uzun və qısamüddətli yaddaş şəbəkəsi

AZS ISO/IEC 22989:2023

LSTM şəbəkəsi həm daha uzun, həm də daha qısa zaman fərqləri (onları uzunmüddətli əlaqələri öyrənmək üçün əlverişli etməklə) ilə məlumatın yadda saxlanmasını tələb edən problemlər üçün layihələndirilmiş RNN formasıdır. Onlar geri yayılma ilə əlaqədar olaraq, RNN-lərdə yoxa çıxan qradient problemini həll etmək üçün təqdim edilmişdir^[22].

LSTM şəbəkələri Şekspir kimi yazmaq və ya musiqi bəstələmək kimi mürəkkəb ardıcılığı öyrənə bilər.

LSTM haqqında əlavə məlumat üçün ISO/IEC 23053-ə baxın.

5.12.1.4. Konvolyusiyalı neyron şəbəkəsi

CNN, girişlərdəki faydalı məlumatları filtrasiya etmək üçün ən azı bir bürünmə (konvolyusiya) layını ehtiva edən neyron şəbəkəsidir. Ümumi istifadəsinə təsvirin tanınması, videonun nişanlanması və təbii dilin emalı daxildir.

CNN haqqında əlavə məlumat üçün ISO/IEC 23053-ə baxın.

5.12.2. Bayes şəbəkələri

Bayes şəbəkələri dəyişənlər arasında asılılıqlar haqqında proqnozlar yaratmaq üçün istifadə olunan qrafik modellərdir. Onlardan nəticəyə töhfə verə biləcək səbəblər və ya dəyişənlər üçün ehtimallar əldə etmək məqsədilə istifadə edilə bilər. Bu səbəb əlaqəsi tibbi diaqnoz kimi tətbiqlərdə çox faydalıdır. Bayes şəbəkələrinin faydalı olduğu digər tətbiqlərə verilənlərin təhlili, natamam verilənlərin ünvatlanması və modellərin verilənlərə həddən artıq uyğunlaşdırılmasının azaldılması daxildir. Bayes şəbəkələri Bayes ehtimalına əsaslanır: bir hadisənin ehtimalı həmin hadisəyə inamın səviyyəsindən asılıdır.

Bayes şəbəkələri haqqında əlavə məlumatı^[20] ISO/IEC 23053-də tapa bilərsiniz.

5.12.3. Qərar ağacları

Qərar ağacları mümkün nəticələri kodlaşdırmaq üçün qərarların ağac strukturundan istifadə edir. Qərar ağacı alqoritmləri təsnifat və reqressiya üçün geniş istifadə olunur. Ağac qərar düyünlərindən və yarpaq düyünlərindən əmələ gəlir. Hər bir qərar düyününün ən azı iki budağı var, yarpaq düyünləri isə yekun qərarı və ya təsnifatı təmsil edir. Ümumiyyətlə, düyünlər ən güclü proqnozu verən qərar baxımından sıralanır. Ən yaxşı nəticəni müəyyən etmək üçün giriş verilənlərini müxtəlif amillərə görə bölmək lazımdır. Qərar ağacları axın qrafiklərinə bənzəyir, burada hər bir qərar düyünündə hansı budağa keçəcəyini müəyyən etmək üçün sual ortaya çıxır.

5.12.4. Dəstək vektoru maşını

SVM təsnifat və reqressiya üçün geniş istifadə olunan maşın öyrənməsi üsuludur. SVM-lər verilənlər nümunələrini iki fərqli kateqoriyada işarələyir və sonra bu və ya digər kateqoriyaya yeni verilənlər nümunələri təyin edir. SVM-lər maksimum məsafəli təsnifat alqoritmləridir. Onlar təsnifat müstəvisi ilə ən yaxın verilənlər nöqtələri arasında maksimal məsafəni təyin edərək, yuxarıda və aşağıda iki sinfi ayırmaq üçün hipermüstəvi müəyyən edirlər. Sərhədə ən yaxın olan nöqtələrə dəstək vektorları deyilir. Dəstək vektorları ilə hipermüstəvi arasında ortoqonal

məsafə SVM marjasının yarısıdır. SVM-in təlimi hipermüstəvinin əks tərəfində olan müxtəlif kateqoriyalara məxsus verilənlərin marjasının maksimuma çatdırılmasını əhatə edir. SVM-lər həmçinin giriş məkanındakı verilənləri təsnifatlaşdırıcı hipermüstəvinin seçiləcəyi daha yüksək ölçülü (bəzən sonsuz) məkana köçürmək üçün nüvə funksiyalarından istifadə edirlər.

Bu sərt marjalı SVM-dən praktikada nadir hallarda istifadə olunur. Sərt marja təsnifatçısı yalnız verilənlər xətti olaraq ayrıla bilən olduqda çalışır. Hipermüstəvinin yanlış tərəfindəki yalnız bir verilənlər nümunəsi ilə təsnifatı həll etmək mümkün deyil.

Bunun əksinə olaraq, yumşaq marja təsnifatçıları verilənlər nümunələrinin marjanı pozmasına imkan verir (hipermüstəvinin yanlış tərəfində yerləşməlidir). Yumşaq marja təsnifatçıları marja pozuntularını məhdudlaşdırarkən maksimum marja əldə etməyə çalışır.

SVM-in tətbiqinə misal olaraq, nişanlanmamış verilənlərin kateqoriyalasdırılması və proqnozlaşdırmada istifadəsi, obrazın tanınması göstərilə bilər. Reqressiya üçün SVM istifadə edərkən məqsəd SVM təsnifatçısının məqsədinə əksdir. SVM reqressiyasında məqsəd, marja pozuntularını məhdudlaşdırmaqla (marjadan kənarda olan nümunələr) mümkün qədər çox verilənlər nümunəsini marjaya sığdırmaqdır.

5.13. Avtonomiya, heteronomiya və avtomatlaşdırma

Sİ sistemləri avtomatlaşdırma səviyyəsinə və onların kənar nəzarətə tabe olub-olmamasına görə müqayisə edilə bilər. Avtonomiya spektrin son ucunda, tam insan tərəfindən idarə olunan digər sistem isə heteronomiya dərəcələri arasındadır. Cədvəl 1-də avtonomiya, heteronomiya və avtomatlaşdırma arasındakı əlaqə, o cümlədən avtomatlaşdırmanın sıfır halı göstərilmişdir.

Cədvəl 1 — Avtonomiya, heteronomiya və avtomatlaşdırma arasında əlaqə

		Avtomatlaşdırma səviyyəsi	Şərhlər
Avtomatlaşdırılmış sistem	Avtonom	6 – Avtonomiya	Sistem kənar müdaxilə, yoxlama və ya nəzarət olmadan nəzərdə tutulan istifadə sahəsini və ya hədəflərini dəyişdirə bilər.
	Heteronom	5 - Tam avtomatlaşdırma	Sistem kənar müdaxilə olmadan bütün missiyasını yerinə yetirə bilər.
		4 - Yüksək avtomatlaşdırma	Sistem öz missiyasının bəzi hissələrini kənar müdaxilə olmadan yerinə yetirir.
		3 - Şərti avtomatlaşdırma	Lazım olduqda nəzarəti ələ almağa hazır olan xarici agent ilə ardıcıl və spesifik sistem performans
		2 - Qismən avtomatlaşdırma	Sistemin bəzi altfunksiyaları tam avtomatlaşdırılıb,

			sistem xarici agentin nəzarəti altında qalır.
		1 – Yardım	Sistem operator yardımına ehtiyac duyur.
		0 - Avtomatlaşdırma yoxdur	Operator sistemə tam nəzarət edir.

QEYD: Hüquq elmində avtonomiya özünüidarəetmə qabiliyyətinə aid edilir. Bu mənada, həmçinin “avtonom” avtomatlaşdırılmış Sİ sistemlərinə tətbiq edilən yanlış addır, çünki hətta ən qabaqcıl Sİ sistemləri də özünü idarə etmir. Əksinə, Sİ sistemləri alqoritmlər əsasında işləyir və qalanları operatorların əmrlərinə tabe olur. Qeyd olunan səbəblərə görə, bu sənəd avtomatlaşdırmanı təsvir etmək üçün məşhur avtonom terminindən istifadə etmir^[30].

Bu spektr üzrə sistemin təsnifatlaşdırılması üçün nəzərdə tutulan müvafiq meyarlara aşağıdakılar daxildir:

- istər insan-operator və ya digər avtomatlaşdırılmış sistem tərəfindən kənar nəzarətin olması və ya olmaması;
- sistemin situativ anlama dərəcəsi, o cümlədən ətraf mühitin vəziyyətlərinin sistem modelinin tamlığı və işləkliyi; və sistemin öz mühitində düşünə və hərəkət edə biləcəyinə əminlik;
- sistemin öz mühitində dəyişiklikləri görüb-görməməsi, dəyişikliklərə reaksiya verə bilməsi və gələcək dəyişiklikləri şərtləndirə bilməsi daxil olmaqla, reaktivlik və ya reaksiya dərəcəsi;
- onun fəaliyyətinin müəyyən tapşırığın yerinə yetirilməsinə və ya ətraf mühitdə müəyyən hadisənin baş verməsinə qədər və ya ondan sonra davam edib-etməməsi (məsələn, məqsədə nail olunması, fasilələr və ya digər mexanizmlərlə əlaqəli);
- daxili və ya xarici dəyişikliklərə, ehtiyaclarla və ya meyllərə uyğunlaşma dərəcəsi;
- əvvəlcədən təyin edilmiş məqsədlərə qarşı qiymətləndirmələr də daxil olmaqla, öz fəaliyyətini və ya uyğunluğunu qiymətləndirmək bacarığı;
- sistemin məqsədləri, motivasiyaları və meylləri ilə bağlı proaktiv qərar vermək və planlaşdırmaq bacarığı.

İnsan əməyini əvəz etmək əvəzinə, bəzi hallarda maşın insan işini tamamlayır, buna insan-maşın komandası deyilir. Bu, Sİ işlənməsinin yan təsiri kimi baş verə bilər və ya sistem xüsusi olaraq insan-maşın komandası yaratmaq məqsədi ilə hazırlana bilər. İnsanın idrak imkanlarını tamamlamağı hədəfləyən sistemlərə bəzən intellektin artırılması deyilir.

Ümumilikdə, istismar zamanı hesabatlı nəzarətin olması Sİ sisteminin nəzərdə tutulduğu kimi işləməsinə və maraqlı tərəflərə arzuolunmaz təsirlərin qarşısını almasını təmin etməyə kömək edə bilər.

5.14. Əşyaların interneti və kiber-fiziki sistemlər

5.14.1. Ümumi müddəalar

Sİ getdikcə daha çox əşyaların interneti və kiber-fiziki sistemlər kimi daxili sistemlərdə ya sensorlardan yaranan fiziki dünya haqqında məlumat axınlarını təhlil etmək, ya da bu fiziki prosesləri idarə etmək və ya təsir etmək üçün aktuatorlara müvafiq əmrlər göndərmək üçün istifadə olunan fiziki proseslər haqqında proqnozlar və qərarlar qəbul etmək üçün istifadə olunur.

5.14.2. Əşyaların interneti

IoT fiziki dünyadan və virtual aləmdən məlumatları emal edən və onlara reaksiya verən xidmətlərlə birlikdə bir-biri ilə əlaqəli obyektlərin, insanların, sistemlərin və informasiya resurslarının infrastrukturudur (3.1.18). Əsasən, IoT sistemi fiziki şəxslərin xassələrini ölçən, sonra həmin ölçmələrə aid məlumatları ötürən, həm də rəqəmsal girişə cavab olaraq fiziki şəxslərin xassələrini dəyişən aktuatorları olan hər iki sensoru olan düyünlər şəbəkəsidir.

IoT sistemlərinə misal olaraq, tibbi monitoring və atmosferin vəziyyətinin monitoringini göstərmək olar, burada sistemin çıxışı insanlara öz fəaliyyətlərinə kömək etmək üçün nəzərdə tutulmuş informasiyadır (məsələn, tibb işçilərinə xəbərdarlıqlar, insanlar üçün hava proqnozları).

IoT sistemləri fiziki şəxslərlə qarşılıqlı əlaqədə olan şəbəkəli IT sistemlərini əhatə edir. IoT sistemlərinin təməli fiziki şəxslərlə qarşılıqlı əlaqədə olan sensorlar və aktuatorlar şəklində olan rəqəmsal IoT qurğularıdır. Sensor bir və ya bir neçə fiziki şəxsin bir və ya bir neçə xassəsini ölçür və şəbəkə üzərindən ötürülə bilən məlumatları çıxarır. Aktuator şəbəkə üzərindən qəbul edilən etibarlı girişə cavab olaraq, fiziki şəxsin bir və ya bir neçə xassəsini dəyişir. Həm sensorlar, həm də aktuatorlar termometrler, akselerometrler, videokameralar, mikrofonlar, relelər, qızdırıcılar, robotlar, istehsalın yaxud prosesin idarə edilməsi üçün sənaye avadanlıqları kimi müxtəlif formada ola bilər.

Ətraflı məlumat üçün ISO/IEC 30141-ə baxın.

Sİ IoT sistemləri kontekstində mühüm rol oynaya bilər. Bura daxil olan məlumatların təhlili və kontekstual, real vaxt və proqnozlaşdırılan məlumatların təmin edilməsi yolu ilə fiziki şəxslərə və fiziki proseslərə nəzarət kimi sistemin məqsədlərinə nail olmağa kömək edə biləcək qərarların qəbulu aiddir.

5.14.3. Kiber-fiziki sistemlər

CPS, IoT-a bənzər sistemlərdir, lakin idarəedicilərin fəaliyyətlərini istiqamətləndirmək və bununla da fiziki dünyada baş verən proseslərə təsir etmək üçün sensorlardan gələn girişə nəzarət məntiqinin tətbiq edildiyi sistemlərdir.

Robot, sensor girişinin birbaşa robotun fəaliyyətinə nəzarət etmək və fiziki dünyada hərəkətləri yerinə yetirmək üçün istifadə edilən CPS sisteminin bir nümunəsidir.

Robototexnika müxtəlif növ tətbiqlər üçün robotların layihələndirilməsi, yığılması, istehsalı, idarə edilməsi və istifadəsi ilə bağlı bütün fəaliyyət növlərini əhatə edir. Robot müəyyən tətbiq baxımından qarşıya qoyulmuş məqsədlərə çatmaq üçün bir-biri ilə sıx əlaqədə olan elektron, mexaniki, proqram təminatı və proqram komponentlərindən ibarətdir. Robotlar adətən onların cari vəziyyətini qiymətləndirmək üçün sensorlardan, təhlil və fəaliyyətlərin planlaşdırılması vasitəsilə nəzarəti təmin edən prosessorlardan və fəaliyyətləri həyata keçirmək üçün aktuatorlardan ibarətdir. İstehsal hüceyrələrində quraşdırılmış sənaye robotları eyni trayektoriyaları və fəaliyyətləri heç bir yayınma olmadan dəqiq şəkildə təkrarlamaq üçün proqramlaşdırılmışdır. Xidmət robotları və ya əməkdaşlıq robotları dəyişən vəziyyətlərə və

AZS ISO/IEC 22989:2023

dinamik mühitlərə uyğunlaşmalıdır. Bu çevikliyin proqramlaşdırılması baş verən bütün dəyişikliklərə görə çətin olur.

Sİ sisteminin komponentləri “hiss et, planlaşdır, hərəkət et” paradigması vasitəsilə idarəetmə proqramının və planlaşdırma prosesinin bir hissəsi kimi xidmət edə bilər, beləliklə, robotlara maneələr görünəndə və ya hədəf obyektlər hərəkət etdikdə tənzimləməyə imkan verir. Robot texnikası və Sİ sistem komponentlərinin birləşdirilməsi obyektlər, ətraf mühit və insanlar ilə avtomatlaşdırılmış qarşılıqlı fiziki əlaqəyə imkan verir.

5.15. Etimadı doğrultma xüsusiyyəti

5.15.1. Ümumi müddəalar

Sİ sistemlərinin etimadı doğrultma xüsusiyyəti müvafiq maraqlı tərəflərə Sİ sisteminin onların gözləntilərinə cavab verib-vermədiyini anlamağa kömək edən xüsusiyyətlərə aiddir. Bu xüsusiyyətlər maraqlı tərəflərə aşağıdakıları yoxlamağa kömək edə bilər:

- Sİ sistemləri ən müasir qaydalara və standartlara uyğun olaraq, düzgün layihələndirilmiş və təsdiq edilmişdir. Bu, keyfiyyət və dayanıqlıq təminatını nəzərdə tutur;
- Sİ sistemləri məqsədlərinə uyğunlaşdırılmış müvafiq maraqlı tərəflərin faydaları üçün qurulur. Bu, Sİ alqoritmlərinin işləməsi haqqında məlumatlı olmağı və maraqlı tərəflərin ümumi fəaliyyətini başa düşməyi nəzərdə tutur. Bu, həmçinin mövcud qanuni tələblərə və sahə üzrə standartlara (olduğu təqdirdə) uyğun olaraq, Sİ-nin işlənməsi və istismarı üçün ixtisas və ya sertifikatlaşdırma təminatını nəzərdə tutur;
- Sİ sistemləri məsul və cavabdeh tərəflərin düzgün müəyyənləşdirilməsi ilə təmin edilir;
- Sİ sistemləri müvafiq regional narahatlıqlar nəzərə alınmaqla işlənilib hazırlanır və idarə olunur.

Əlavə məlumat üçün ISO/IEC TR 24028-ə baxın.

5.15.2. Sİ dayanıqlığı

Sİ sistemləri üçün dayanıqlıq onların developerləri tərəfindən nəzərdə tutulduğu kimi istənilən şəraitdə öz performans səviyyələrini saxlamaq qabiliyyətini təsvir edə bilər. Dayanıqlığa misal olaraq, sistemin xarici və ya sərt ekoloji şəraitə baxmayaraq məqbul hədlər daxilində işləmə qabiliyyətini göstərmək olar. Dayanıqlıq dözümlülük və etibarlılıq kimi digər xüsusiyyətləri əhatə edə bilər. Sİ sisteminin düzgün işləməsi müəyyən bir mühitdə və ya kontekstdə onun maraqlı tərəflərinin təhlükəsizliyinə aiddir və ya ona gətirib çıxara bilər (baxın: ISO/IEC TR 24028).

Məsələn, güclü ML-əsaslı Sİ sistemi, həddindən artıq uyğunlaşmanın olmaması kimi küylü giriş verilənlərini ümumiləşdirmə qabiliyyətinə malik ola bilər. Dayanıqlığa nail olmaq üçün seçimlərdən biri küylü təlim verilənləri daxil olmaqla, böyük təlim verilənlər bazasından istifadə edərək model və ya modelləri öyrətməkdir (baxın: ISO/IEC TR 24028).

Dayanıqlıq xassələri sistemin tipik əməliyyatlarda gözlənilən verilənlərdən fərqli olaraq qeyri-tipik verilənlər və ya onun öyrədildiyi verilənlərə bənzəməyən giriş verilənləri üzrə müqayisə edilə bilən performansla malik olma qabiliyyətini (və ya qeyri-mümkünlüyünü) nümayiş etdirir (baxın: ISO/IEC TR 24029-1).

Giriş verilənlərini emal edərkən, Sİ sisteminin bəzi məqbul, ardıcıl və ya effektiv diapazonda proqnozlar (çıxış verilənləri) yaratması gözlənilir. Bu çıxış verilənləri ideal olmasa belə, sistem hələ də dayanıqlı hesab edilə bilər. Giriş verilənlərini emal edərkən çıxış verilənləri bu məqbul, ardıcıl və ya effektiv diapazona düşməyən Sİ sistemi dayanıqlı hesab edilə bilməz.

Dayanıqlıq müxtəlif növ Sİ sistemləri üçün fərqli hesab edilə bilər, məsələn:

- Regressiya modelinin dayanıqlığı istənilən etibarlı giriş verilənlərində cavabın amplitudasının məqbul metrikalarına malik olmaq qabiliyyətidir.
- Klassifikasiya modelinin dayanıqlığı tipik girişlərdən müəyyən diapazondakı girişlərə keçərkən yeni klassifikasiya xətlərinin qarşısını almaq qabiliyyətidir.

5.15.3. Sİ etibarlılığı

Etibarlılıq müəyyən bir müddət ərzində müəyyən edilmiş şərtlər altında sistemin və ya həmin sistem daxilindəki obyektin tələb olunan funksiyalarını yerinə yetirmək qabiliyyətidir (baxın: ISO/IEC 27040).

Sİ sisteminin etibarlılığı onun istismar mərhələsində (6.2.6) tələb olunan proqnozu (3.1.27), tövsiyə və qərarları ardıcıl olaraq düzgün şəkildə təmin etməyə imkan verən qabiliyyətinə daxildir.

Etibarlılığa ən azı Sİ sisteminin dayanıqlığı, ümumiləşdirilməsi, məntiqi ardıcılığı və dözümlülüyü təsir edə bilər. Göstərilən meyarlara cavab verən bütün girişlər və mühit parametrləri sistemin fəaliyyəti zamanı düzgün emal edilməlidir. Bəzi giriş verilənləri sistemin işlənmə mərhələsində istifadə olunan verilənlərdən fərqli ola bilər, lakin onlar sistem istifadə edildikdə yarana bilər.

Sİ sisteminin və ya onun komponentinin ehtiyat nüsxələrinin yaradılması da sistemin etibarlılığını artırır ki, bu da öz növbəsində özünü orijinal kimi aparan biznes-məntiq tətbiqlərini təmin edir. Sİ sistemi uğursuzluğa uğradıqda da iş prosesi dayanmır.

Etibarlılıq Sİ sisteminin funksional təhlükəsizliyini dəstəkləyə bilər, o mənada ki, müəyyən edilmiş nasazlığa (uğursuzluğa) qarşı sistem və ya onun bir hissəsi üçün (maraqlı tərəflər tərəfindən) avtomatik mühafizə və əməliyyatlar tələb olunur.

5.15.4. Sİ dözümlülüyü

Dözümlülük bir hadisədən sonra sistemin istismar vəziyyətini tez bir zamanda bərpa etmək qabiliyyətidir. Qüsurlara dözümlülük sistem daxilində pozulma, nasazlıq və uğursuzluqlar baş verdikdə, potensial olaraq zəifləmiş imkanlarla sistemin işləməyə davam etmək qabiliyyətidir.

Sİ sistemlərində, digər proqram sistemlərində olduğu kimi, aparat xətləri alqoritmin düzgün icrasına təsir göstərə bilər.

Etibarlılıq dözümlülüyə bağlıdır, lakin gözlənilən xidmət səviyyələri və gözləntiləri fərqlidir, dözümlülük gözləntiləri maraqlı tərəflər tərəfindən müəyyən edildiyindən daha aşağı ola bilər. Dözümlü sistem maraqlı tərəflər üçün məqbul ola biləcək bəzi uğursuzluq növləri əsasında

AZS ISO/IEC 22989:2023

aşağı səviyyəli əməliyyat təklif edə bilər. Dözümlü sistemlər, həmçinin lazım olduqda bərpa yanaşmalarını da əhatə etməlidir.

5.15.5. Sİ idarə edilmə qabiliyyəti

İdarə edilmə qabiliyyəti Sİ sisteminin xarici agentin onun fəaliyyətinə müdaxilə edə biləcəyi xüsusiyyətidir. İdarə edilmə qabiliyyətinə agentin Sİ sistemində nəzarəti ələ keçirə biləcəyi etibarlı mexanizmlər təmin etməklə nail olmaq olar.

İdarə edilmə qabiliyyətinin əsas aspekti hansı agent(lər)in Sİ sisteminin hansı komponentlərinə (məsələn, xidmət provayderi və ya məhsul təchizatçıları, Sİ-nin tərkib hissəsinin provayderi, istifadəçi və ya tənzimləmə səlahiyyəti olan qurum) nəzarət edə biləcəyinin müəyyən edilməsidir.

İdarə edilmə qabiliyyətinə dair əlavə məlumatı ISO/IEC TR 24028:2020, 10.4-də tapa bilərsiniz.

5.15.6. Sİ izahlılığı

İzahlılıq qərara təsir edən mühüm amillərin insanların başa düşəcəyi şəkildə ifadə edilə bilməsini nəzərdə tutan Sİ sisteminin xüsusiyyətidir. İzahlılıq Sİ sistemi tərəfindən verilən qərarlar bir və ya bir neçə insana təsir etdikdə xüsusilə vacib ola bilər. İnsanlar qərarın necə qəbul edildiyini başa düşmədikcə, xüsusən də qərarın fərdi səviyyədə onlara mənfi təsir göstərdiyi halda (məsələn, kredit müraciətindən imtina) qərara etibar etməməyə borcludurlar.

Qərarların insanlara birbaşa təsir etmədiyi hallarda belə izahlılıq Sİ sistemini təsdiqləmək üçün faydalı vasitə ola bilər. Məsələn, Sİ sistemi səhnədəki obyektləri müəyyən etmək üçün səhnənin təsvirini təhlil edirsə, müəyyən edilənin yoxlanılmasının bir yolu kimi, həqiqətən də iddia edilən şeydin olub-olmadığını müəyyənləşdirmək üçün səhnənin məzmunu ilə bağlı verilən qərarın səbəblərinin izahını görmək faydalı ola bilər. Sİ sistemlərinin tarixindən belə izahatların olmadığı əks nümunələr var və məlum olmuşdur ki, Sİ sistemi təlim verilənlərində mövcud olan saxta korrelyasiya əsasında səhnədəki bəzi obyektləri müəyyənləşdirir.

Bəzi Sİ sistemi növləri üçün izahat digərlərinə nisbətən daha asan ola bilər. Dərin öyrənmə neyron şəbəkələri problemləli ola bilər, çünki sistemin mürəkkəbliyi sistemin qərara necə gəldiyinə dair mənalı izahat verməyi çətinləşdirə bilər.

Simvolik üsullar və ya qərar ağacları kimi qaydalara əsaslanan alqoritmlər çox vaxt yüksək izah edilə bilən hesab olunur, çünki bu qaydalar bəzi izahatları birbaşa verir. Bununla belə, bu cür modellər ölçü və mürəkkəblik baxımından böyüdükdə izahat daha az başa düşülə bilər.

5.15.7. Sİ proqnozlaşdırma qabiliyyəti

Proqnozlaşdırma qabiliyyəti maraqlı tərəflər tərəfindən nəticə ilə bağlı etibarlı fərziyyələrə imkan verən Sİ sisteminin xüsusiyyətidir. Proqnozlaşdırma qabiliyyəti Sİ sistemlərinin məqbulluğunda mühüm rol oynayır və Sİ sistemləri üzrə etika ilə bağlı mübahisələrdə tez-tez xatırlanır. Texnologiyaya inam çox vaxt proqnozlaşdırma qabiliyyətinə əsaslanır: istifadəçilər sistem davranışının arxasında duran amilləri izah edə bilməsələr belə, istifadəçilər sistemin müəyyən bir vəziyyətdə necə davranacağına dair nəticə çıxara bilərsə, sistemə etibar edilir.

Əksinə, düzgün cavabın aydın göründüyü vəziyyətlərdə sistem təəccüblü şəkildə işləməyə başlasa, istifadəçilər sistemə etibar etməyi dayandıra bilərlər.

Bununla belə, insanın Sİ sisteminin davranışını proqnozlaşdırma bilməsi fikrinə əsaslanan sadə proqnozlaşdırma qabiliyyəti anlayışı ilə bağlı bir neçə problem var:

- Birbaşa insan anlayışına əsaslanan tərif mahiyyətə subyektivdir. Proqnozlaşdırma qabiliyyətinin tərfi obyektiv, kəmiyyətlə ölçülə bilən meyarlardan istifadə etməlidir.
- Bir şəxs (insan) bütün hallarda onun dəqiq davranışını proqnozlaşdırma bilməsə belə, Sİ sistemində inam yaratmaq mümkün olmalıdır. Onun davranışının məqsədəuyğunluğunun statistik təminatı daha faydalı ola bilər. Bu bəyanatın arxasında duran əsas odur ki, bir çox maşın öyrənmə yanaşmaları mütləq gözlənilməz nəticələr verir.

Proqnozlaşdırma qabiliyyəti dəqiqliklə əlaqələndirilir. Dəqiqliyi artırmaq üsulları Sİ sistemlərinin gözlənilməz nəticələr yaratma ehtimalını azalda bilər.

5.15.8. Sİ şəffaflığı

Sİ sistemlərinin şəffaflığı sistem üçün insan mərkəzli məqsədləri dəstəkləyir və davamlı tədqiqat və müzakirə mövzudur. Sİ sistemi ilə bağlı şəffaflığın təmin edilməsi sistem haqqında müvafiq məlumatın maraqlı tərəflərə çatdırılmasını əhatə edə bilər (məsələn, məqsədlər, məlum məhdudiyyətlər, təriflər, layihələndirmə seçimləri, fərziyyələr, xüsusiyyətlər, modellər, alqoritmlər, təlim metodları və keyfiyyətin təminatı prosesləri). Əlavə olaraq, Sİ sisteminin şəffaflığı maraqlı tərəfləri sistemin yaradılmasında istifadə olunan verilənlərin təfərrüatları (məsələn, nə, harada, nə vaxt, nə üçün toplandığı və necə istifadə edildiyi) və fərdi məlumatların mühafizəsi, həmçinin sistemin məqsədi, yaradılması və quraşdırılması haqqında məlumatlandırmağı da əhatə edə bilər. Şəffaflıq həmçinin müvafiq qərarların qəbulu üçün istifadə edilən emal və avtomatlaşdırma səviyyəsi haqqında maraqlı tərəflərin məlumatlandırılmasını da ehtiva edə bilər.

QEYD: Şəffaflıq naminə bəzi məlumatların açıqlanması təhlükəsizlik, məxfilik və ya konfidensiallıq tələblərinə zidd ola bilər.

5.15.9. Sİ qərəzliliyi və ədalətliyi

Ümumi mənada qərəzlilik termininin mənası onun kontekstindən asılıdır.

Sİ-də qərəzlilik termini fərqli halların fərqli davranış tələb etməsi fikrini ifadə edir. Bu mənada qərəzlili, maşın öyrənməsi sistemlərinə bir vəziyyətin digərindən fərqli olduğunu mühakimə etməyə və müvafiq olaraq fərqli davranmağa imkan verən anlayışdır. Beləliklə, qərəzlilik maşın öyrənmə prosesini və davranışını konkret vəziyyətə uyğunlaşdırmaq üçün əsasdır.

Sosial kontekstdə isə qərəz termini tez-tez rəftarda müəyyən fərqlərin ədalətsiz olması anlayışına istinad edir. Qarışıqlığın qarşısını almaq üçün AI kontekstində qərəz əvəzinə ədalətsizlik termini müəyyən qruplara digərlərindən daha çox üstünlük verən əsassız diferensial rəftara istinad etmək üçün istifadə olunur. Haqsız Sİ sisteminin davranışı müəyyən edilmiş faktlara, inanclara və normalara hörmətsizliyə gətirib çıxara bilər ki, bu da tərəfdarlığa və ya ayrı-seçkiliyə səbəb olur.

Müəyyən qərəzlilik Sİ sisteminin düzgün işləməsi üçün vacib olsa da, arzuolunmaz qərəzlilik Sİ sistemində təsadüfən daxil edilə bilər və sistemin ədalətsiz nəticələrinə səbəb ola bilər. Sİ sistemlərində arzuolunmaz qərəzliliklərin mənbələri bir-biri ilə əlaqəlidir və bunlara insanın koqnitiv qərəzliliyi, məlumat qərəzliliyi və mühəndislik qərarları ilə təqdim olunan qərəzlilik daxildir. Təlim verilənlərində qərəzlilik Sİ sistemlərində qərəzliliyin əsas mənbəyidir. İnsanın koqnitiv qərəzliliy məlumatların toplanması və emalı, sistemin layihələndirilməsi, model təlimi və digər məsələlərlə bağlı qərarlara təsir göstərə bilər.

Sİ sistemlərində arzuolunmaz qərəzliliyi minimuma endirmək çətin bir hədəfdir, lakin onun aşkarlanması və aradan qaldırılması mümkündür [ISO/IEC TR 24027:2021].

5.16. Sİ-nin verifikasiyası və yoxlanılması

Verifikasiya sistemin düzgün qurulduğunun və müəyyən edilmiş tələblərə cavab verdiyinin təsdiqidir. Verifikasiya obyektiv sübutların təqdim edilməsi yolu ilə konkret nəzərdə tutulan istifadə və ya tətbiq üçün tələblərin yerinə yetirildiyinin təsdiqidir. Verifikasiya və yoxlanılma zamanı nəzərə alınacaq məsələlərə aşağıdakılar daxildir:

- Bəzi sistemlər tamamilə verifikasiya edilə bilər (məsələn, sistemin komponentləri tam sistem kimi fərdi olaraq verifikasiya edilə bilər).
- Bəzi sistemlər qismən verifikasiya edilə və qismən yoxlanıla bilər (məsələn, ən azı bir sistem komponenti fərdi olaraq verifikasiya edilə bilər, qalan sistem komponentləri isə tam sistem kimi yoxlanıla bilər).
- Bəzi sistemlər verifikasiya edilə bilməz, lakin yoxlanıla bilər (məsələn, heç bir sistem komponenti verifikasiya edilə bilməz, lakin bütün sistem komponentləri, tam sistem kimi yoxlanıla bilər).
- Bəzi sistemlər verifikasiya edilə bilməz və qismən yoxlanıla bilər (məsələn, heç bir sistem komponenti verifikasiya edilə bilməz, lakin ən azı bir sistem komponenti fərdi olaraq yoxlanıla bilər).
- Bəzi sistemlər verifikasiya edilə bilməz və yoxlanıla bilməz (məsələn, heç bir sistem komponenti verifikasiya edilə və ya yoxlanıla bilməz).

5.17. Yurisdiksiya məsələləri

Sİ sistemləri onların layihələndirildiyi və ya istehsal olunduğu yurisdiksiyalardan fərqli yurisdiksiyalarda quraşdırıla və istismar oluna bilər. Sİ sistemlərinin **developerləri** və istehsalçıları bilməlidirlər ki, tətbiq olunan hüquqi normaların tələbləri yurisdiksiyalardan asılı olaraq dəyişə bilər.

Məsələn, bir yurisdiksiyada istehsal edilmiş avtomobildən onun fərqli yurisdiksiyalarda istifadəsinə icazə almaq məqsədilə müxtəlif hüquqi normaların tələblərinə riayət etmək tələb oluna bilər.

Əlavə olaraq, Sİ sistemləri adətən məlumatların Sİ sisteminin işlənmə və istismar mərhələlərində verilənlərin toplanmasını, işlənməsini və istifadə edilməsini və istismardan çıxarma mərhələsində utilizasiyasını tələb edir. Sİ sistemlərinin developerləri, istehsalçıları və istifadəçiləri bilməlidirlər ki, verilənlərin toplanması, istifadəsi və atılması üçün hüquqi normaların tələbləri yurisdiksiyalar arasında da dəyişə bilər.

Müxtəlif hüquqi normaların tələblərinin təsirini azaltmaq üçün Sİ sistemlərinin developerləri və istehsalçıları aşağıdakı yumşaldıcı tədbirlərindən bir və ya bir neçəsindən istifadə edə bilərlər:

- Hazırlıq mərhələsində Sİ sistemində tətbiq oluna bilən hüquqi normaların tələblərinin qeyd edilməsi. Buraya həmçinin verilənlərin toplanması, istifadəsi və atılması ilə bağlı hüquqi normaların tələbləri də daxil edilməlidir.
- Sİ sisteminin quraşdırılması və istismarı nəzərdə tutulduğu yurisdiksiya(lar)da tətbiq olunan hüquqi normaların tələblərinə riayət etmək üçün planın hazırlanması.
- Sİ sisteminin işlənməsi, quraşdırılması, istismarı və istismardan çıxarılması mərhələlərində hüquqi normaların tələblərinə riayət olunmasına nəzarət etmək üçün planın hazırlanması.
- Hüquqi normaların tələblərində hər hansı dəyişikliyə nəzarət etmək və onlara cavab vermək üçün planın hazırlanması.
- Sistemin layihələndirilməsi, quraşdırılması və istismarı üçün çevik yanaşmaların tətbiq edilməsi.

5.18. İctimai təsir

Sİ sistemləri uğursuzluğun və ya gözlənilməz davranışın potensial təsirinin şiddəti ilə müəyyən edilən risk spektrinə malikdir. Risk səviyyəsinin qiymətləndirilməsi üçün müvafiq aspektlərə aşağıdakılar daxildir:

- sistemin işlədiyi fəaliyyət sahəsinin növü (məsələn, tövsiyələr və ətraf mühitdə birbaşa fəaliyyət);
- xarici nəzarətin olub-olmaması;
- xarici nəzarət növü (avtomatlaşdırılmış və ya əl ilə);
- tapşırığın və ya sahənin etik uyğunluğu;
- qərarların və ya əməl addımlarının şəffaflıq səviyyəsi;
- sistemin avtomatlaşdırılması dərəcəsi.

Məsələn, etik əhəmiyyəti olmayan bir sahədə yalnız tövsiyələr verən və təkbəşinə hərəkət edə bilməyən bir sistem aşağı riskli hesab edilə bilər. Əksinə, Sİ sisteminin fəaliyyəti insan həyatına birbaşa təsir edərsə, xarici nəzarət olmadan işləyirsə və qərar qəbulu qeyri-şəffafdırsa, sistem yüksək mənfi riskli hesab edilə bilər.

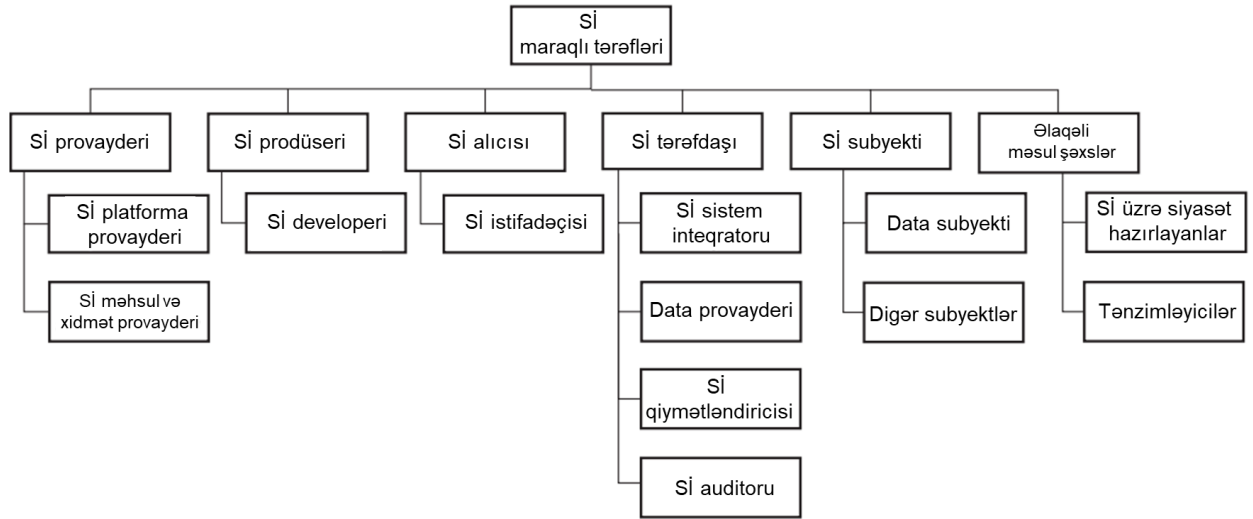
QEYD: Xüsusi tətbiq sahələri üçün bu yarımbənddə təsvir edilən təsirin təhlilindən kənara çıxan əlavə hüquqi norma tələbləri, siyasət və standartlar tətbiq oluna bilər.

5.19. Sİ maraqlı tərəflərinin rolları

5.19.1. Ümumi müddəalar

Şəkil 2-də göstərildiyi kimi, Sİ bir neçə maraqlı tərəf rolunu və altrollarını əhatə edə bilər. Bu rollar və altrollar 5.19.2 - 5.19.7-də təsvir edilmişdir.

QEYD: Təşkilat və ya müəssisə birdən çox rol və ya altrola malik ola bilər.



5.19.2. Sİ provayderi

5.19.2.1. Ümumi müddəalar

Sİ provayderi bir və ya daha çox Sİ sistemindən istifadə edən məhsul və ya xidmətlər təqdim edən təşkilat və ya müəssisədir. Sİ provayderləri Sİ platforma provayderlərini və Sİ məhsul və ya xidmət provayderlərini əhatə edir.

5.19.2.2. Sİ platforma provayderi

Sİ platforması provayderi digər maraqlı tərəflərə Sİ xidmətləri və ya məhsulları istehsal etməyə imkan verən xidmətlər təqdim edən təşkilat və ya müəssisədir.

5.19.2.3. Sİ xidmət və ya məhsul provayderi

Sİ xidmət və ya məhsul provayderi Sİ müştərisi və ya istifadəçisi tərəfindən birbaşa istifadə edilə bilən və ya qeyri-Sİ komponentləri ilə birlikdə Sİ-dən istifadə edən sistemə integrasiya olunmaq üçün Sİ xidmətləri və ya məhsulları təqdim edən təşkilat və ya müəssisədir.

5.19.3. Sİ prodüseri

5.19.3.1. Ümumi müddəalar

Sİ prodüseri bir və ya daha çox Sİ sistemindən istifadə edən məhsul və ya xidmətləri layihələndirən, işləyib hazırlayan, test edən və quraşdıran təşkilat və ya müəssisədir.

5.19.3.2. Sİ **developeri**

Sİ developeri Sİ xidmətləri və məhsullarının işlənməsi ilə məşğul olan bir təşkilat və ya müəssisədir.

Sİ developerlərinin nümunələri aşağıdakılardan ibarətdir, lakin bunlarla məhdudlaşmır:

- Model layihələndiricisi: verilənləri və problem spesifikasiyasını qəbul edən və Sİ modelini yaradan təşkilat və ya müəssisə;
- Model icraçısı: Sİ modelini qəbul edən və hansı hesablamanın yerinə yetiriləcəyini müəyyən edən təşkilat və ya müəssisə (istifadəsi və hansı hesablama resurslarının tətbiqinin icrası, məsələn, CPU, GPU, ASIC, FPGA);
- Hesablama verifikatoru: hesablamanın nəzərdə tutulduğu kimi yerinə yetirildiyini verifikasiya edən təşkilat və ya müəssisə;
- Model verifikatoru: Sİ modelinin nəzərdə tutulduğu kimi işləməsini verifikasiya edən təşkilat və ya müəssisə.

5.19.4. Sİ müştərisi

5.19.4.1. Ümumi müddəalar

Sİ müştərisi birbaşa və ya Sİ istifadəçilərinə təqdim edilməklə, Sİ məhsul və ya xidmətindən istifadə edən təşkilat və ya müəssisədir.

5.19.4.2. Sİ istifadəçiləri

Sİ istifadəçisi Sİ məhsul və ya xidmətlərindən istifadə edən təşkilat və ya müəssisədir.

5.19.5. Sİ tərəfdaşı

5.19.5.1. Ümumi müddəalar

Sİ tərəfdaşı Sİ kontekstində xidmətlər göstərən təşkilat və ya müəssisədir. Sİ tərəfdaşları Sİ məhsullarının və ya xidmətlərinin texniki cəhətdən işlənməsini həyata keçirə, Sİ məhsul və xidmətlərinin sınağını və yoxlanılmasını həyata keçirə, Sİ-dən istifadəni yoxlaya, Sİ məhsul və ya xidmətlərini qiymətləndirə və digər tapşırıqları yerinə yetirə bilər. Sİ tərəfdaşlarının növlərinə aid nümunələr aşağıdakı yarımbəndlərdə müzakirə olunur:

5.19.5.2. Sİ sistem inteqratoru

Sİ sistem inteqratoru Sİ komponentlərinin potensial olaraq, qeyri-Sİ komponentləri də daxil olmaqla, daha böyük sistemlərə inteqrasiyası ilə məşğul olan təşkilat və ya müəssisədir.

5.19.5.3. Verilənlər provayderi

Verilənlər provayderi Sİ məhsulları və ya xidmətləri tərəfindən istifadə edilən verilənlərin təmin edilməsi ilə məşğul olan təşkilat və ya müəssisədir.

5.19.5.4. Sİ auditoru

Sİ auditoru standartlara, siyasətlərə və ya hüquq normalarının tələblərinə uyğunluğu qiymətləndirmək üçün Sİ sistemlərini istehsal edən, istifadə edən və ya onlarla təmin edən təşkilatların auditi ilə məşğul olan təşkilat və ya müəssisədir.

5.19.5.5. Sİ qiymətləndiricisi

Sİ qiymətləndiricisi bir və ya daha çox Sİ sisteminin fəaliyyətini qiymətləndirən təşkilat və ya müəssisədir.

5.19.6. Sİ subyekti

5.19.6.1. Ümumi müddəalar

Sİ subyekti Sİ sistemi, xidməti və ya məhsulunun təsirinə məruz qalan təşkilat və ya müəssisədir.

5.19.6.2. Verilənlərin subyekti

Verilənlərin subyekti aşağıdakı aspektlərə görə, Sİ sistemləri tərəfindən təsir göstərilən təşkilat və ya müəssisədir:

— Təlim verilənlərinin subyekti: Təşkilat və ya şəxsə aid məlumatlar Sİ sisteminin təlimində istifadə edildikdə, xüsusən də subyekt fərd olarsa, təhlükəsizlik və məxfiliyə təsir göstərə bilər.

5.19.6.3. Digər subyektlər

Sİ sistemi, xidmət və ya məhsulunun təsirinə məruz qalan digər təşkilatlar və ya müəssisələrdir (fərd və ya icma şəklində ola bilər). Məsələn, Sİ-yə əsaslanan tövsiyələr verən sosial şəbəkə ilə qarşılıqlı əlaqədə olan istehlakçılar, Sİ-yə əsaslanan avtomatlaşdırmaya malik nəqliyyat vasitələrinin sürücüləri.

5.19.7. Əlaqəli məsul şəxslər

5.19.7.1. Ümumi müddəalar

Əlaqəli məsul qurumlar Sİ sisteminə, xidmətə və ya məhsula təsir göstərə bilən təşkilatlar və ya müəssisələrdir.

5.19.7.2. Siyasət hazırlayanlar

Onlar Sİ sisteminə, xidmətə və ya məhsula təsir göstərə biləcək beynəlxalq, regional, milli və ya sənaye sahələrində siyasət təyin etmək səlahiyyətinə malik olan təşkilatlar və müəssisələrdir.

5.19.7.3. Tənzimləyicilər

Onlar siyasətçilər tərəfindən müəyyən edilmiş siyasətlərdə nəzərdə tutulan hüquq normalarının tələblərini müəyyən etmək, həyata keçirmək və tətbiq etmək səlahiyyətinə malik olan təşkilatlar və müəssisələrdir (5.17.9.2).

6. Sİ sisteminin həyat dövrü

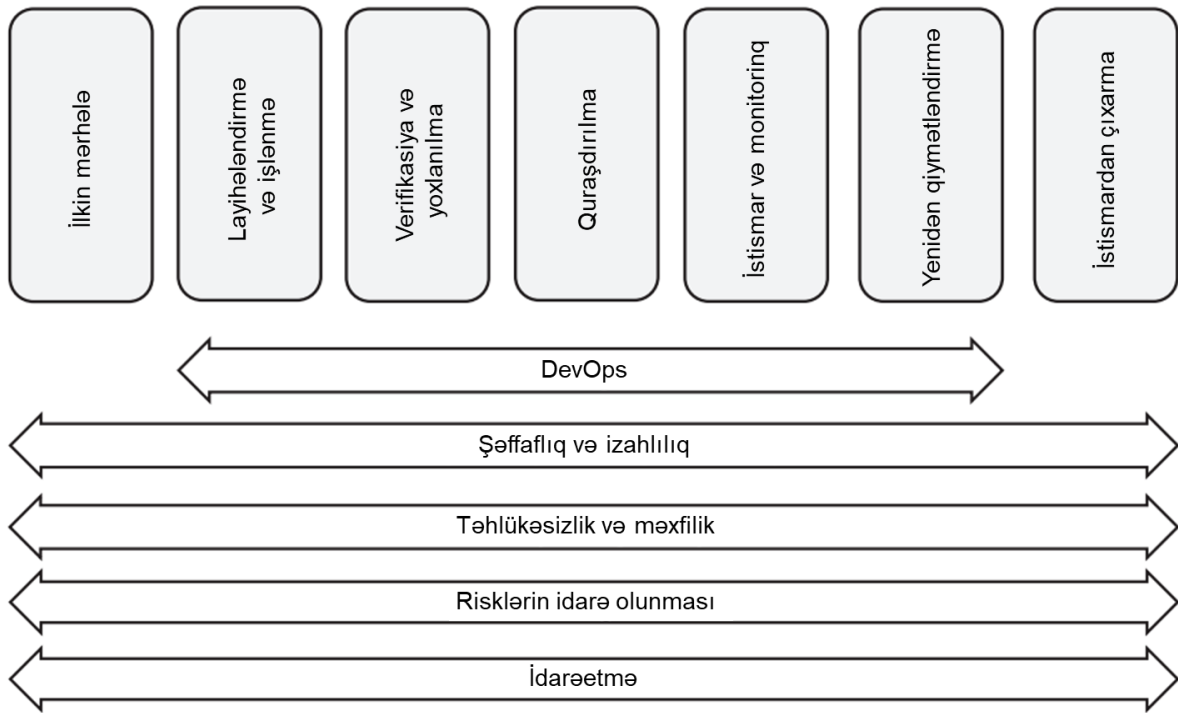
6.1. Sİ sisteminin həyat dövrü modeli

Sİ sisteminin həyat dövrü modeli Sİ sisteminin ilkin mərhələdən başlayaraq istismardan çıxan zamana qədər təkamülünü təsvir edir. Bu sənəd xüsusi həyat dövrü modelini təyin etmir, lakin sistemin həyat dövrü ərzində baş verə biləcək Sİ sistemlərinə xas olan bəzi prosesləri vurğulayır. Xüsusi proseslər və vaxt qrafikləri bir və ya bir neçə həyat dövrü mərhələlərində baş verə bilər və həyat dövrünün fərdi mərhələləri sistemin mövcudluğu zamanı təkrarlana bilər. Məsələn, sistemdə səhvlərin düzəldilməsi, yeniləmələrin işlənilib hazırlanması və həyata keçirilməsi üçün “layihələndirmə və işlənmə” və “quraşdırma” mərhələlərinin dəfələrlə təkrarlanması qərara alınabilir.

Sistemin həyat dövrü modeli maraqlı tərəflərə Sİ sistemlərini daha effektiv və səmərəli şəkildə qurmağa kömək edir. Beynəlxalq standartlar bütövlükdə sistemlər üçün ISO/IEC 15288, proqram təminatı üçün ISO/IEC 12207 və sistem sənədləri üçün ISO/IEC 15289 daxil olmaqla, həyat dövrü modelinin işlənilib hazırlanmasında faydalıdır. Bu Beynəlxalq Standartlar Sİ sistemlərinə xas deyil, ümumi sistemlər üçün həyat dövrü proseslərini təsvir edir. Şəkil 3 Sİ sisteminin həyat dövründə tətbiq oluna bilən mərhələlər və yüksək səviyyəli proseslərin nümunəsini təqdim edir. Mərhələlər və proseslər Sİ sisteminin işlənməsi və istismarı üçün tez-tez tələb olunan iterativ şəkildə həyata keçirilə bilər. Başlanğıcdan sona bütün həyat dövrünə daxil edilməli olan müxtəlif mülahizələr vardır. Bu mülahizələrə misal olaraq aşağıdakıları göstərmək olar:

- Sİ sistemlərinin işlənməsi və ya istifadəsindən irəli gələn idarəetmə nəticələri;
- bir qismi həssas xarakter daşıya bilən geniş həcmli verilənlərin istifadəsi ilə əlaqədar məxfilik və təhlükəsizlik nəticələri;
- verilənlərdən asılı sistemin işlənməsi nəticəsində yaranan təhlükəsizlik təhdidləri;
- şəffaflıq və izah oluna bilən aspektlər, o cümlədən verilənlərin mənsəyi və Sİ sisteminin çıxışının necə müəyyən edildiyinə dair izahat vermək imkanı.

Şəkil 3-də Sİ sisteminin həyat dövrü modelinin mərhələləri və yüksək səviyyəli proseslərə dair nümunə göstərilir. Əlavə A isə, bu Sİ sisteminin həyat dövrü modelinin İƏİT tərəfindən verilmiş Sİ sisteminin həyat dövrü tərifinə necə uyğunlaşdığını göstərir.



Şəkil 3 — Sİ sisteminin həyat dövrü modelinin mərhələləri və yüksək səviyyəli proseslərə dair nümunə

Sİ sistemlərinin həyat dövrü modeli proseslərə təsir göstərə bilən digər sistem növlərindən fərqlənir. Məsələn:

- Əksər proqram sistemləri tələbləri və spesifikasiyaları ilə idarə olunan dəqiq müəyyən edilmiş üsullarla davranmaq üçün proqramlaşdırılmışdır. Maşın öyrənməsinə əsaslanan Sİ sistemləri geniş şəkildə dəyişən giriş verilənləri ilə məşğul olmaq üçün verilənlərə əsaslanan təlim və optimallaşdırma metodlarından istifadə edir.
- Ənənəvi proqram təminatları adətən proqnozlaşdırıla biləndir, Sİ sistemləri üçün daha az hallarda olur.
- Ənənəvi proqram təminatı tətbiqləri də adətən verifikasiya edilə biləndir, halbuki Sİ sistemlərinin performansının qiymətləndirilməsi çox vaxt statistik yanaşmalar tələb edir və onların verifikasiya edilməsi çətin ola bilər.
- Sİ sistemləri məqbul performans səviyyələrinə nail olmaq üçün adətən təkmilləşdirilməyə ehtiyac duyur.

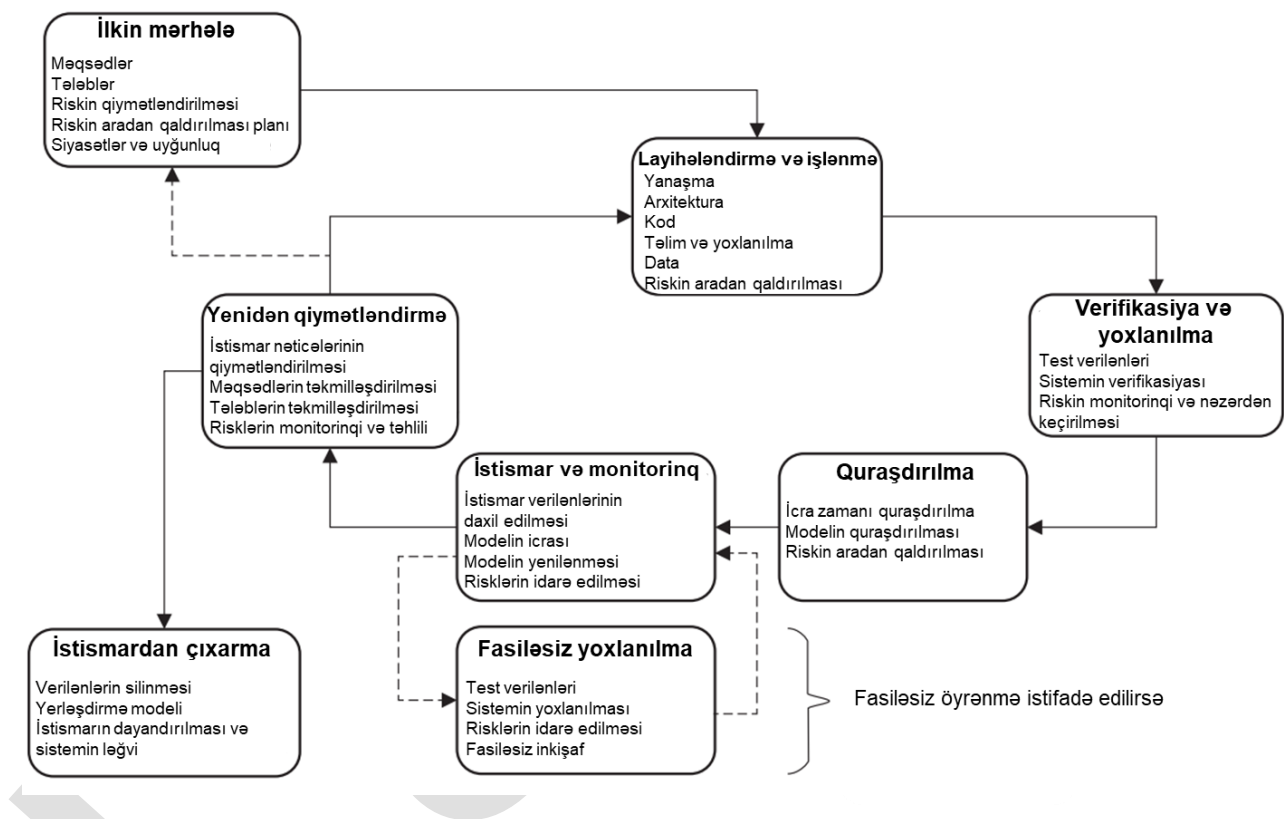
Verilənlərin idarə edilməsi (verilənlərin əldə edilməsi, verilənlərin annotasiyası, verilənlərin hazırlanması, verilənlərin keyfiyyətinin yoxlanılması, verilənlərin seçilməsi və verilənlərin artırılması üçün prosesləri və alətləri əhatə edir) Sİ sistemlərinin əsas aspektidir.

İşlənmə və test prosesləri Sİ sistemləri üçün də fərqlənir, çünki bu proseslər həm də verilənlərə əsaslanır. Bu, sistemin istismar mərhələsində öyrəndiyi və davamlı testləmə tələb olunduğu yerlərdə fasiləsiz öyrənmə (həmçinin davamlı öyrənmə və ya ömürboyu öyrənmə kimi tanınır) istifadə edən Sİ sistemləri üçün daha çətin olur.

Sİ sistemləri üçün buraxılış idarəetmə prosesi ənənəvi proqram təminatından fərqlidir. Ənənəvi proqram təminatları kod versiyaları və kod fərqi funksiyaları ilə məşğul olsa da, Sİ sistem buraxılışlarına kod və model fərqləri, həmçinin maşın öyrənməsi istifadə edildiyi təqdirdə təlim verilənləri fərqləri də daxildir.

Ənənəvi proqram təminatının həyat dövründən fərqlənən bəzi Sİ həyat dövrünün prosesləri 6.2-də müzakirə olunur.

Şəkil 4-dəki nümunə SI sistemi üçün həyat dövrü modelini göstərir; müxtəlif işlənmə texnikalarına əsaslanaraq müxtəlif həyat dövrü modelləri mövcuddur. Şəkil 4 həyat dövrünün bir sıra mərhələlərini göstərir və hər bir mərhələ ilə SI sistemləri üçün əhəmiyyətli olan və tipik qeyri-SI sistemlərinin işlənməsi üçün tələb olunanlar nəzərə alınmaqla, xüsusi diqqət tələb edən bəzi prosesləri göstərir.



Şəkil 4 — Sİ sisteminə xas proseslərə malik Sİ sisteminin həyat dövrü modelinə dair nümunə

Şəkil 4-də göstərildiyi kimi, SI sistemlərinin işlənməsi və quraşdırılması qeyri-SI sistemlərinə nisbətən daha çox iterativ xarakter daşıyır. Bir qayda olaraq, SI sistemləri daha az proqnozlaşdırıla bilər və adətən məqsədlərinə çatmaq üçün istismar təcrübəsi və SI sisteminin tənzimlənməsi tələb olunur.

6.2. Sİ sisteminin həyat dövrü mərhələləri və prosesləri

6.2.1. Ümumi müddəalar

Hər bir mərhələdə təsvir olunan proseslər reprezentativ nümunələrdir, çünki xüsusi proseslər Sİ sistemindən asılıdır. Proseslər müxtəlif ardıcılıqla və bəzi hallarda paralel olaraq həyata keçirilə bilər.

Bu proseslər Sİ üçün zəruri olmasa da, bilavasitə Sİ ilə əlaqəli işlər onları bu kontekstdə xüsusilə vacib edir.

6.2.2. İlk mərhələ

İlkin mərhələ - bir və ya bir neçə maraqlı tərəf ideyanı real sistemə çevirmək qərarına gəldikdə aparılır. İlk mərhələ layihələndirmə və işlənmə mərhələsinə keçmək qərarına səbəb olan bir neçə proses və qərarları əhatə edə bilər. Sonrakı mərhələlərdə yeni məlumatlar əldə edildiyi üçün ilkin mərhələyə həyat dövrü ərzində yenidən qaydıla bilər. Məsələn, sistemin texniki və ya maliyyə cəhətdən mümkün olmadığı hallar aşkar edilə bilər. İlk mərhələdə baş verə biləcək proseslərə aşağıdakı nümunələr daxildir:

Məqsədlər: Maraqlı tərəflər Sİ sisteminin nə üçün işlənməli olduğunu müəyyən etməlidir. Sistem hansı problemi həll edir? Sistem hansı müştəri ehtiyaclarını ödəyir və ya biznes imkanları yaradır? Uğur meyarları hansılardır?

Tələblər: Maraqlı tərəflər Sİ sisteminin həyat dövrünü əhatə edən Sİ sistemi üçün tələblər toplusunu toplamalıdır. Quraşdırma, istismar və istismardan çıxarılma üçün tələblərin nəzərə alınmaması gələcəkdə problemlərlə nəticələnə bilər. Müxtəlif mövzular üzrə ekspertiza daxil olmaqla, çoxtərəfli yanaşma sistemin potensial risklərini və gözlənilməz nəticələrini müəyyən etməyə kömək edə bilər. Maraqlı tərəflər Sİ sistem tələblərinin Sİ sisteminin məqsədlərinə cavab verməsini təmin etməlidir. Tələblər nəzərə alınmalıdır ki, bir çox Sİ sistemləri proqnozlaşdırıla bilməz və məqsədlərə nail olunmasına təsir göstərə bilər. Maraqlı tərəflər tənzimləmə amillərini nəzərə almalı və nisbi məcburi siyasətlərə uyğun olaraq Sİ sisteminin işlənməsini və istismarını təmin etməlidirlər.

Risqlərin idarə edilməsi: Təşkilatlar Sİ sisteminin bütün həyat dövrü ərzində Sİ ilə bağlı riskləri qiymətləndirməlidir. Bu fəaliyyətin nəticəsi risk davranış planı olmalıdır. Risklərin idarə edilməsi, o cümlədən Sİ ilə əlaqəli riskin müəyyən edilməsi, qiymətləndirilməsi və davranış qaydaları ISO/IEC 23894-də təsvir edilmişdir.

Təşkilatlar təmsil olunan istifadəçilərlə məsləhətləşmələr daxil olmaqla, Sİ sistemi ilə bağlı potensial zərər və faydaları müəyyən etməlidir. Bu proses xüsusiyyətlər, istifadəçi interfeysi, sənədlər və istifadələr daxil olmaqla, sistemin hissələrinin işlənməsini təlimatlandırma biləcək bir sıra dəyərlər çoxluğu təqdim edə bilər. Təşkilatlar sistem tələblərinin bir hissəsi ola biləcək dərəcədə dəyərləri öyrənməli və təkmilləşdirməlidirlər. Hüquq, insan hüquqları, sosial məsuliyyət və ekoloji çərçivələr dəyərlərin dəqiqləşdirilməsinə və təsvir edilməsinə kömək edə bilər.

Təhlükəsizlik və məxfilik kimi sistem üçün nəzərdə tutulan tipik risklər əlavə olaraq, plan müəyyən edilmiş dəyərlərlə bağlı riskləri də əhatə etməlidir.

Şəffaflıq və hesabatlılıq: Maraqlı tərəflər Sİ sisteminin nəticələrinin necə əldə edildiyini hərtərəfli başa düşməyə kömək etmək üçün verilənlərin mənşəyi, verilənlər mənbələrinin etibarlılığı, risklərin azaldılması söyləri, proseslər və cavabdehlik məqsədləri üçün həyat dövrü ərzində həyata keçirilən qərarlar kimi mülahizələrin qeydə alınmasını təmin etməlidirlər.

Xərc və maliyyələşdirmə: Maraqlı tərəflər Sİ sisteminin həyat dövrü ərzində xərclərini proqnozlaşdırmalı və maliyyə vəsaitinin mövcud olmasını təmin etməlidirlər.

Resurslar: Maraqlı tərəflər həyat dövrünün hər bir mərhələsini həyata keçirmək və başa çatdırmaq üçün hansı resursların tələb olunduğunu müəyyənləşdirməlidirlər və lazım olduqda resursların mövcud olmasını təmin etməlidirlər. Sİ sisteminin işlənilib hazırlanması və ya qiymətləndirilməsi üçün tələb oluna bilən verilənlər nəzərə alınmalıdır. ML əsaslı Sİ sistemi üçün təlim, yoxlanılma və test verilənlərinə xüsusi diqqət yetirilməlidir.

Texniki-iqtisadi əsaslandırma: İlk mərhələ Sİ sisteminin reallaşdırılmasının mümkün olub-olmaması ilə bağlı qərara gətirib çıxarır. Sistemin tələblərə və məqsədlərə cavab verib-vermədiyini müəyyən etmək üçün sübut konsepsiyası tətbiq edilə bilər. Tələb və məqsədlərə aşağıdakılar misal ola bilər:

- müəyyən edilmiş problemi həll etmə,
- biznes imkanlarına müraciət və ya missiyanı yerinə yetirmə,
- müəyyən edilmiş imkanlara və atributlara cavab vermə.

Sİ sistemi mümkün hesab edilərsə, maraqlı tərəflər işlənmə mərhələsinə keçməyə qərar verə bilərlər.

6.2.3. Layihələndirmə və işlənmə

Layihələndirmə və işlənmə mərhələsi Sİ sistemini yaradır və verifikasiya və yoxlanılmaya hazır olan Sİ sistemi ilə yekunlaşır. Bu mərhələdə və xüsusilə yekunlaşmadan əvvəl maraqlı tərəflər Sİ sisteminin ilkin mərhələdə müəyyən edilmiş əsas məqsədləri, tələbləri və digər hədəflərin yerinə yetirməsini təmin etməlidir. Layihələndirmə və işlənmə mərhələsində baş verə biləcək proseslərə aşağıdakı nümunələr daxildir:

Yanaşma: Maraqlı tərəflər Sİ sisteminin layihələndirilməsi, test edilməsi, həmçinin qəbulu və quraşdırılması üçün hazır vəziyyətə gətirilməsi məqsədilə ümumi yanaşmanı müəyyən etməlidir. Yanaşma mərhələsinə həm aparat, həm də proqram təminatının lazım olub-olmaması, komponentlərin haradan alınacağı (məsələn, sıfırdan işləmək, hazır avadanlıq almaq, açıq mənbə proqram təminatından istifadə etmək) nəzərdən keçirilə bilər.

Arxitektura: Maraqlı tərəflər Sİ sisteminin ümumi arxitekturasını müəyyən etməli və sənədləşdirməlidirlər. Arxitektura və yanaşma prosesləri əlaqəlidir və ikisi arasında təkrarlama ola bilər.

Kod: Sİ sistemi üçün proqram kodu hazırlanır və ya alınır.

AZS ISO/IEC 22989:2023

Təlim verilənləri: Sİ sistemləri əldə edilmiş bilikləri təcəssüm etdirir. Təlim verilənlərinin emalı maşın öyrənməsi əsaslı Sİ sistemlərinin işlənməsinin əsas hissəsidir (baxın: 5.10).

Risk davranışı: Təşkilatlar risklə mübarizə planında təsvir olunan prosesləri və nəzarətləri həyata keçirməlidir (baxın: ISO/IEC 23894).

6.2.4. Verifikasiya və yoxlanılma

Verifikasiya və yoxlanılma Sİ sisteminin layihələndirmə və işlənmə mərhələsindən başlayaraq tələblərə uyğun işlədiyini və məqsədlərə cavab verdiyini yoxlayır.

Verifikasiya və yoxlanılmanın bir hissəsini təşkil edə bilən proseslərə aşağıdakılar daxildir:

Verifikasiya: Proqram hər hansı qurğu kimi funksionallıq və səhvlərin yoxlanılması baxımından test edilir. Sistem, həmçinin integrasiya testi də edilə bilər. Cavab müddəti, gecikmə və ya Sİ sisteminin hər hansı digər müvafiq performans xarakteristikasının xüsusi tələblərə cavab verib-vermədiyini yoxlayan performans testi aparıla bilər.

Sİ sistemlərinin mühüm cəhəti Sİ imkanlarının nəzərdə tutulduğu kimi işləməsini yoxlamaq ehtiyacıdır. Bu, test verilənlərinin əldə edilməsini, hazırlanmasını və istifadəsini tələb edir. Test verilənləri layihələndirmə və işlənmə zamanı istifadə olunan hər hansı digər verilənlərdən fərqlənməli və həmçinin Sİ sisteminin emal edəcəyi gözlənilən giriş verilənlərini təmsil etməyə ehtiyac duymalıdır.

Qəbul: Maraqlı tərəflər Sİ sisteminin funksionallıq baxımından tam və məqbul keyfiyyət səviyyəsində və quraşdırma üçün hazır olduğunu hesab edirlər.

Riskin monitorinqi və nəzərdən keçirilməsi: Təşkilatlar riskin aradan qaldırılması ilə bağlı planına uyğun olaraq risklərə səbəb olan hadisələr və şərtlərdən xəbərdar olmaq üçün verifikasiya, test və yoxlanılma nəticələrini nəzərdən keçirməlidir (baxın: ISO/IEC 23894).

6.2.5. Quraşdırılma

Sİ sistemi hədəf mühitində quraşdırılması üçün instalyasiya, realizə və ya konfigurasiya olunur. Quraşdırılma mərhələsinə aid proseslərə nümunə kimi aşağıdakılar göstərilə bilər:

Hədəf: Sİ sistemləri bir mühitdə hazırlana və sonra digərində quraşdırıla bilər. Məsələn, özünü idarə edən sistem laboratoriyada hazırlana və sonra milyonlarla avtomobildə quraşdırıla bilər. Digər növ Sİ sistemləri müştəri cihazlarında hazırlana və sonra buludda yerləşdirilə bilər. Bəzi Sİ sistemləri üçün quraşdırılmış proqram komponentləri ilə ayrıca quraşdırıla bilən və proqram təminatı tərəfindən icra zamanı istifadə olunan modelləri bir-birindən fərqləndirmək vacibdir. Proqram təminatı və model müstəqil şəkildə quraşdırıla bilər.

Riskin aradan qaldırılması: Təşkilatlar risklərin idarə edilməsi üçün prosesləri və nəzarətləri nəzərdən keçirməli, təkmilləşdirməli və riskin aradan qaldırılması planını potensial olaraq yeniləməlidir (baxın: ISO/IEC 23894).

6.2.6. İstismar və monitoring

İstismar və monitoring mərhələsində Sİ sistemi istismar olunur və ümumi istifadə üçün əlçatan olur.

İstismar və monitoring mərhələsində baş verə biləcək proseslərə dair nümunələr aşağıdakılardır:

Monitoring: Sİ sistemi həm normal iş şəraitində, həm də əlçatmazlıq, işləmə zamanı nasazlıqlar və ya səhvlər daxil olmaqla insidentlərin izlənməsi üçün monitoring edilir. Bu hadisələr barədə məlumat müvafiq tədbirlərin görülməsi üçün Sİ provayderlərinə bildirilir.

Bərpa: Sİ sistemi uğursuz olarsa və ya xəталarla üzləşərsə, sistemin bərpası zəruri ola bilər.

Yeniləmə: Sİ sisteminin texniki-proqram təminatını və modelləri yeni tələblərə cavab vermək, performans və etibarlılığı artırmaq üçün yenilənə bilər.

Dəstək: Sİ sisteminin istifadəçilərinə sistemdən uğurla istifadə etmək üçün lazım olan istənilən dəstək verilir.

Riskin monitoringi və nəzərdən keçirilməsi: Təşkilatlar risklərin idarə edilməsi prosesinin keyfiyyətini və effektivliyini təmin etmək və yaxşılaşdırmaq üçün istismar zamanı Sİ sistemlərinə nəzarət etməlidir (baxın: ISO/IEC 23894).

6.2.7. Fasiləsiz yoxlanılma

Sİ sistemi fasiləsiz öyrənmədən istifadə edirsə, istismar və monitoring mərhələsi əlavə olaraq fasiləsiz yoxlanılma mərhələsinə qədər genişləndirilir. Bu mərhələdə (nə vaxta qədər ki, sistem istehsal mühitində istismar olunur) davamlı olaraq əlavə təlimlər keçirilir. Sİ sisteminin düzgün işləməsi üçün o, test verilənlərindən istifadə etməklə davamlı olaraq yoxlanılır. Həmçinin test verilənlərinin özü bəzi yeniləmələrin cari produksiya verilənlərini daha çox təmsil etməsini tələb edə bilər və buna görə də Sİ sisteminin imkanlarının daha etibarlı qiymətləndirilməsini təmin edə bilər.

Riskin idarə edilməsinin fasiləsiz təkmilləşdirilməsi: Risklərin idarə edilməsi proseslərində fasiləsiz təkmilləşdirməni təmin etmək üçün fasiləsiz yoxlanılmadan da istifadə edilməlidir (baxın: ISO/IEC 23894).

6.2.8. Təkrar qiymətləndirmə

İstismar və monitoring mərhələsindən sonra, Sİ sisteminin işinin nəticələrinə əsasən, təkrar qiymətləndirməyə ehtiyac yarana bilər. Təkrar qiymətləndirmə mərhələsində baş verə biləcək proseslərə dair nümunələr aşağıdakılardır:

İstismar mərhələsinin nəticələrinin qiymətləndirilməsi: İstismar olunan sistemin nəticələri Sİ sistemi üçün müəyyən edilmiş məqsədlərə və risklərə qarşı qiymətləndirilməli və dəyərləndirilməlidir.

AZS ISO/IEC 22989:2023

Məqsədlərin dəqiqləşdirilməsi: Əgər ilkin məqsədlərə Sİ sistemi tərəfindən nail olmaq mümkün deyilsə və ya sistemin işləmə təcrübəsi mövcuddursa, məqsədlərin dəyişdirilməsinə ehtiyac yaranır. Bu, məqsədlərin dəqiqləşdirilməsinə gətirib çıxarır.

Tələblərin dəqiqləşdirilməsi: İstismar təcrübəsi bəzi ilkin tələblərin müəyyən mənada etibarlı olmadığını sübut edə bilər və bu, tələblərin yeni tələblərlə təkmilləşdirilməsinə və ya bəzi tələblərin aradan qaldırılmasına səbəb ola bilər.

Riskin monitorinqi və nəzərdən keçirilməsi: Təşkilatlar risklərin aradan qaldırılması planında təsvir olunduğu kimi risklərə səbəb olan hadisələri və şərtləri izləməlidirlər (baxın: ISO/IEC 23894).

6.2.9. İstismardan çıxarma

Bəzi məqamlarda Sİ sistemi təmir və təkmilləşdirmələrin yeni tələblərə cavab verməyəcəyi dərəcədə köhnələ bilər. İstismardan çıxarma mərhələsində baş verə biləcək proseslərə dair nümunələr aşağıdakılardır:

İstismarın dayandırılması və sistemin ləğvi: Sİ sisteminin məqsədi artıq mövcud deyilsə və ya daha yaxşı bir yanaşma ortaya çıxmışdırsa, Sİ sisteminin istismarı dayandırıla və tamamilə ləğv edilə bilər. Buraya sistemlə əlaqəli məlumatlar da daxil ola bilər.

Əvəzetmə: Sİ sisteminin məqsədi aktual olmağa davam edərsə, lakin daha yaxşı bir yanaşma ortaya çıxmışdırsa, Sİ sistemi (və ya Sİ sisteminin komponentləri) əvəz edilə bilər.

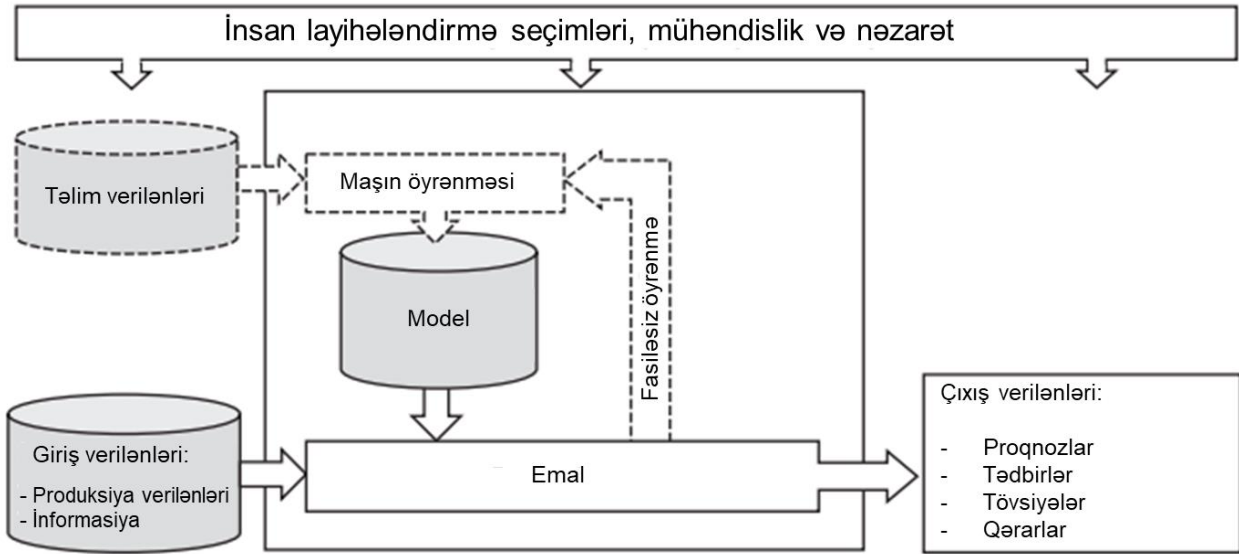
7. Sİ sisteminin funksional icmalı

7.1. Ümumi müddəalar

Bu sənəd Sİ sistemini insan tərəfindən müəyyən edilmiş müvafiq məqsədlər üçün məzmun, proqnoz, tövsiyə və ya qərarlar kimi nəticələr generasiya edən mühəndis sistemi kimi müəyyən edir. Sİ sistemləri heç nəyi başa düşmür; onlar insanların layihələndirmə seçimlərinə, mühəndisliyə və nəzarətə ehtiyac duyurlar. Nəzarət dərəcəsi istifadə vəziyyətindən asılıdır. Ən azı, nəzarət adətən təlim və yoxlanılma zamanı mövcud olur.

Bu cür nəzarət Sİ sisteminin işləyib hazırlanması və təyinatı üzrə istifadə edilməsini və sistemin həyat dövrü ərzində maraqlı tərəflərə təsirlərin müvafiq şəkildə nəzərə alınmasını təmin etmək üçün faydalıdır.

Şəkil 5, Sİ sistemində funksional baxışı təsvir edir, burada modeldən istifadə etməklə çıxış verilənləri əldə etmək üçün giriş verilənləri emal edilir və bu model ya birbaşa, ya da təlim verilənlərinə əsaslanaraq yaradıla bilər. Qırıq xətlərlə çəkilmiş hissələr ML əsaslı Sİ sistemləri üçündür.



Şəkil 5 — Sİ sisteminin funksional görünüşü

Bu baxışın məqsədi Sİ sistemlərinin nəticə əldə etmək üçün etdiklərinin texniki olmayan təsvirini verməkdir. Xülasə etmək üçün, Sİ sistemləri proqnozlar hazırlamaq üçün istifadə etdikləri bir modeli ehtiva edir və bu proqnozlar öz növbəsində sistemin özü və ya insanlar tərəfindən tamamilə və ya qismən ardıcıl olaraq tövsiyələr, qərarlar və hərəkətlər etmək üçün istifadə olunur.

7.2. Verilənlər və informasiya

Verilənlər Sİ sistemində produksiya zamanı daxil edilə bilər, bu halda o, produksiya verilənləri adlanır. Giriş verilənləri Sİ sistemində təqdim edilməzdən əvvəl hazırlıq tələb edilə bilər (məsələn, müvafiq xüsusiyyətlərin çıxarılması).

Sİ sistemində giriş verilənlər əvəzinə informasiya da ola bilər, adətən optimallaşdırma tapşırıqları üçün lazım olan yeganə giriş optimallaşdırılacaq informasiyadır. Bəzi Sİ sistemləri heç bir giriş tələb etmir, əksinə istək əsasında verilən tapşırığı yerinə yetirir (məsələn, bəzi sintetik təsvirlərin generasiya edilməsi).

Maraq dairəsi baxımından və həll ediləcək tapşırıq haqqında bəzi məlumatları əldə etmək üçün ML-də təlim verilənlərindən istifadə olunur.

Sİ sistemlərinin işlənməsi və qiymətləndirilməsi üçün verilənlərin başqa istifadə sahələri də mövcuddur (baxın: 5.10).

7.3. Bilik və öyrənmə

Sİ sisteminin emal və problemin həlli üçün istifadə etdiyi model biliyin maşın tərəfindən oxuna bilən təqdimatıdır.

AZS ISO/IEC 22989:2023

Belə biliyin iki əsas növü var: deklarativ və prosedur.

— Deklarativ bilik məlumat xarakterli bilikdir. Onu sözlə ifadə etmək və ifadələrə çevirmək asandır. Məsələn, “ölüm papağı göbələyi zəhərli” deklarativ bilikdir.

— Prosedur bilikləri bir şeyi “necə” etməkdir. Çox vaxt sözlə ifadə etmək çətin olur və prosedurlara çevrilərək izah olunur. Məsələn, göbələklərin zəhərli olub-olmadığını bilmək üçün prosedur biliklərini tətbiq edə bilərsiniz: “Əgər göbələk haqqında kitabınız varsa, göbələyi tanıya biləcəyinizi öyrənmək üçün kitaba baxa bilərsiniz. Belə olduğu halda, kitab sizə cavab verəcəkdir. Əgər bacarmırsınızsa, eczaçıya müraciət etməlisiniz”.

Biliyin qeyri-aşkardan aşkar biliyə doğru müxtəlif mümkün təqdimat formaları var.

Bilik həmçinin istifadə olunan alqoritmlərdən asılı olaraq müxtəlif mənbələrdən əldə edilə bilər: o, əvvəlcədən mövcud ola bilər, hissetmə və öyrənmə prosesləri vasitəsilə əldə edilə bilər və ya hər ikisinin kombinasiyası ola bilər.

Evristik sistemlər: Öyrənməni əhatə etməyən Sİ sistemlərinə evristik sistemlər deyilir. Bu sistemlərə sabit biliklər bazası ilə təchiz edilmiş klassik ekspert sistemləri və ya məntiqi mühakimə sistemləri yaxşı nümunələrdir. Bu hallarda sistem developerləri Sİ sisteminin davranışı üçün əlabatan qaydalar müəyyən etmək üçün insan biliklərindən istifadə edirlər.

ML əsaslı Sİ sistemləri: Öyrənməni əhatə edən Sİ sistemlərinə maşın öyrənməsi əsaslı Sİ sistemləri deyilir. Öyrənmə nümunələri aşkar etmək, model qurmaq və əldə edilən modelin nəticəsini gözlənilən davranışlarla müqayisə etmək üçün təlim verilənlər toplusunun hesablama təhlilini ehtiva edir. O, həmçinin təlim kimi də tanınır. Nəticəvi biliklər bazası riyazi funksiya əsaslanan təlim keçmiş model və verilmiş mühitdə davranışın ən yaxşı təxminini təmsil edən təlim toplusudur.

Fasiləsiz öyrənmə: Sİ sistemləri verilənlərin nə vaxt və necə əldə edildiyi baxımından dəyişir. Bəzi hallarda, biliklər bazası statikdir və sistemin əvvəlcədən proqramlaşdırılmış komponentləri ilə birlikdə ilkin mərhələdə təmin edilir. Digər hallarda, biliklər bazası zaman keçdikcə dəyişir və ya uyğunlaşır, beləki məlumat sistemin fəaliyyəti zamanı yenilənir. Maşın öyrənmə sistemləri, ömürboyu öyrənmənin nə vaxt baş verməsi ilə də xarakterizə edilə bilər. Bir çox hallarda ilkin təlim mərhələsi faktiki məqsəd funksiyasına müəyyən qədər yaxınlaşır və sistem bu daxili təqdimatı yeni nümunələr əsasında yeniləmədən olduğu kimi işləməyə davam edir. Ömürboyu və ya fasiləsiz öyrənmə adlanan alternativ yanaşma öyrənməni zamanla yayır; yeni verilənlər əldə olunduqca model iterativ olaraq yenilənir. Təcrübədə ömürboyu öyrənmədən istifadə edən modellər adətən hər iki yanaşmanın kombinasiyasını həyata keçirir; öyrənmənin əsas hissəsinin baş verdiyi ilkin təlim mərhələsindən sonra model zamanla əlavə məlumatlarla dəqiqləşdirilir.

7.4. Proqnozlardan fəaliyyətlərə doğru

7.4.1. Ümumi müddəalar

Sİ sistemi tərəfindən girişin emalının nəticəsi sistemin avtomatlaşdırılması səviyyəsindən asılı olaraq müxtəlif xarakterli ola bilər. İstifadəsindən asılı olaraq, Sİ sistemi yalnız çiy texniki nəticə (proqnozlar) generasiya edə bilər və ya ətraf mühitə dair fəaliyyətlə bağlı təkliflər (təvsiyələr,

qərarlar və son olaraq tədbirlər) verməklə və ya onları tətbiq etməklə daha effektiv addımlar atə bilər.

Təsnifləşdirmə hallarında, səhv nəticələr adətən yanlış müsbət və ya yanlış mənfi səhvlər kimi təsnif edilir. Yanlış müsbət, real nəticə mənfi olduqda müsbət proqnoz kimi təsvir edilir. Yanlış mənfi, modelin mənfi nəticəni səhv proqnozlaşdırmasının nəticəsidir. Sİ sistemlərinin istifadəçiləri qərəzli proqnozun mümkünlüyü də daxil olmaqla, səhv nəticənin təsirlərini anlamalıdırlar. Bu cür məsələlər sistemin işlənməsi üçün istifadə olunan alətlərin, proseslərin və ya verilənlərin xüsusiyyətlərini birbaşa əks etdirə bilər.

Əsas məqam ondan ibarətdir ki, Sİ çıxış verilənləri səhvlərə meyillidir. Çıxışın tamamilə doğru olmaqla daha çox doğru olma ehtimalı var. Həm sistem layihələndirmələri, həm də Sİ sistemlərinin istifadəçiləri başa düşməlidirlər ki, bu cür sistemlər səhv nəticələr verə bilər və bu cür yanlış nəticələrdən istifadə məsuliyyətlə nəticələnə bilər.

7.4.2. Proqnozlaşdırma

“Proqnozlaşdırma” termini Sİ sisteminin ilk çıxışına aiddir.

Sİ sistemləri modeli yeni verilənlərə və ya vəziyyətlərə tətbiq etməklə proqnozlar verir. 7.4.3-dəki kredit ssenarisində əvvəlki kredit qeydlərindən istifadə etməklə Sİ sistemi hazırlanmışdır. Nümunəyə davam etsək, yeni bir şəxs kredit üçün müraciət etdikdə, onun məlumatları modelə ötürülür və sonra həmin şəxsin krediti qaytarma ehtimalı ilə bağlı təxminlər hazırlanır.

QEYD: Sİ-nin istifadəsində proqnozlaşdırma mütləq şəkildə gələcəklə bağlı bəyanatı nəzərdə tutmur - bu, yalnız hər hansı çiçək təsviri və ya başqa dilə tərcümə edilə bilən Sİ sisteminin çıxışına aiddir.

7.4.3. Qərar

Qərarlar onların tətbiq edilməsi niyyəti ilə bağlı spesifik fəaliyyət kursunun seçilməsinə uyğundur.

Qərarlar ya sistemin özü, ya da sistemin nəticələrinə əsasən insanlar tərəfindən qəbul edilə bilər. Onlar tövsiyələr əsasında və ya birbaşa proqnozlar əsasında hazırlana bilər.

Məsələn, bir şəxs “yaxşı” kredit riski olan şəxs kimi proqnozlaşdırılırsa, kredit mütəxəssisi bu şəxsin digər məlumatları və kreditorun vəziyyəti əsasında həmin nəticəni təhlil edə bilər və sonra bu şəxsin kredit müraciətini təsdiqləmək barədə qərar verə bilər. Alternativ olaraq, sistem krediti təsdiqləmək və kreditorun gözləntilərinə uyğun olaraq bunun ən yaxşı fəaliyyət kursu olma ehtimalını təxmin etmək üçün özünə tövsiyə verə bilər ki, bu ehtimalı məqbul hesab edən kredit mütəxəssisi krediti təsdiqləməyə qərar versin. Yaxud sistem belə tövsiyələr üzrə qərar həddini tətbiq etməklə kredit müraciətini avtomatik olaraq təsdiq edə bilər.

İnsan mühakiməsi və nəzarəti qərar prosesində müxtəlif yollarla iştirak edir. İnsan tərəfindən müəyyən edilmiş hədd adətən qərarların avtomatlaşdırılması ilə bağlı risklər nəzərə müəyyən edilir. Qərarlar tam avtomatlaşdırıldıqda belə, insanlar nəticədə verilən qərarları monitoring etmək üçün proqnozlardan istifadə edə bilərlər.

7.4.4. Fəaliyyət

Fəaliyyətlər qərarları izləyir, bu zaman Sİ sisteminin nəticələri real sözə (fiziki və ya virtual) təsir etməyə başlayır.

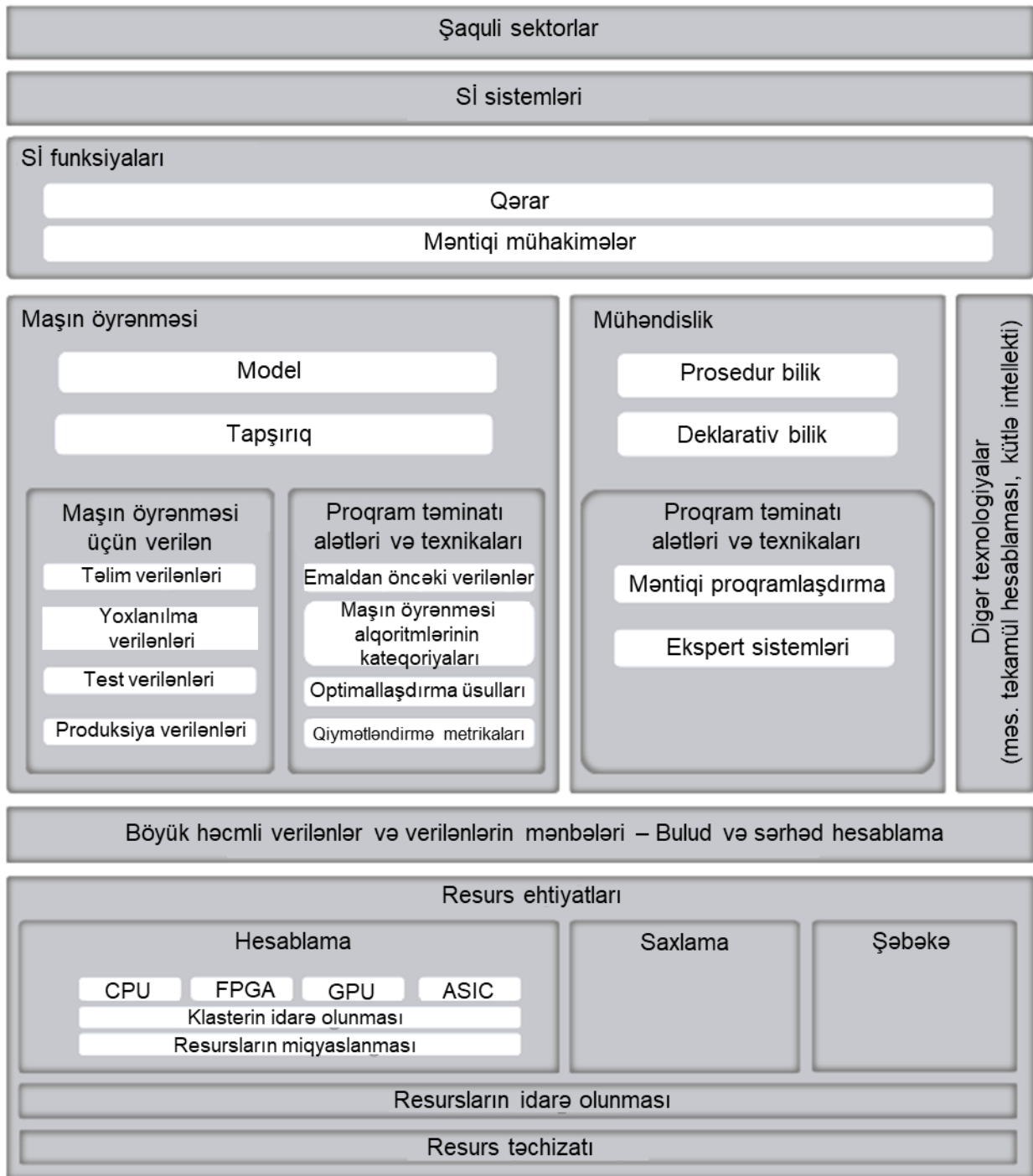
Fəaliyyət göstərmək Sİ sistemində informasiyanın tətbiqinin son addımıdır. Məsələn, 7.4.2-dəki kredit müraciəti nümunəsində şəxsin krediti təsdiq edildikdən sonrakı fəaliyyətinə kredit sənədlərinin hazırlanması, imzaların alınması və ödənişlərin verilməsi daxil ola bilər. Bir robot düşünün. Burada fəaliyyət robotun aktuatorlarına qollarını və əllərini yerləşdirmək üçün göstərişlərin verilməsi ola bilər. Sİ sistemindən asılı olaraq, fəaliyyət Sİ sisteminin sərhədində və ya Sİ sisteminin sərhədindən kənarda baş verə bilər.

8. Sİ ekosistemi

8.1. Ümumi müddəalar

Şəkil 6 funksional təbəqələr baxımından Sİ ekosistemini təmsil edir. Böyük Sİ sistemləri tək bir texnologiyaya deyil, zamanla işlənən və inkişaf etdirilən müxtəlif texnologiyalara əsaslanır. Belə sistemlər eyni vaxtda müxtəlif texnologiyalardan istifadə edə bilər (məsələn, neyron şəbəkələri, simvolik modellər və ehtimal mülahizələri).

Şəkil 6-nın hər bir təbəqəsi öz funksiyalarını həyata keçirmək üçün aşağı təbəqələrin resurslarından istifadə edir. Ağ rəngli bloklar təbəqənin və ya funksiyanın altkomponentləridir. Təbəqələrin və altkomponentlərin ölçüləri əhəmiyyətli göstərici deyil.



Şəkil 6 — Sİ ekosistemi

Sİ sistemlərinin yaradılması davamlı tədqiqat mövzusu olaraq qalır. Həmçinin Sİ texnologiyasının istifadəsi öz ehtiyacları, dəyərləri və hüquqi məhdudiyyətləri olan sənaye sahələrinin ayrılmaz tərkib hissəsinə çevrilir.

Kompüter görməsi və ya təbii dil emalı üçün istifadə olunan ixtisaslaşdırılmış Sİ tətbiqləri özləri müxtəlif məhsul və xidmətlərin həyata keçirilməsi üçün tikinti bloklarına çevrilirlər. Bu tətbiqlər

AZS ISO/IEC 22989:2023

ixtisaslaşdırılmış Sİ sistem layihələndirmələrini idarə edir və nəticədə tədqiqat və inkişaf üçün prioritetləri müəyyənləşdirir.

Sİ texnologiyası tez-tez əhəmiyyətli hesablama, saxlama və şəbəkə resurslarının istifadəsini tələb edir (məsələn, maşın öyrənməsi sisteminin təlim mərhələsində). Şəkil 6-da göstəriləndiyi kimi, bu cür resurslar bulud hesablamalarından istifadə etməklə səmərəli şəkildə təmin edilə bilər.

Aşağıdakı yarıməndlər Şəkil 6-da göstəriləndiyi kimi Sİ ekosisteminin əsas komponentlərini təsvir edir.

8.2. Sİ sistemləri

Sİ sistemləri çoxsaylı tətbiqlərdə tapşırıqlar çoxluğunu həll etmək üçün istifadə edilə bilər. 9-cu bənddə təsvirin tanınması, təbii dilin işlənməsi və proqnozlaşdırıcı texniki xidmət kimi Sİ-dən istifadə edən tətbiqlərin nümunələri təsvir olunur. 5-ci bənddə Sİ sistemlərinin həll edə biləcəyi çoxsaylı tapşırıq kateqoriyaları sadalanır.

Sİ sistemləri informasiyanın sərt kodlaşdırma (mühəndislik yolu ilə) və ya domen modelini qurmaq üçün maşın öyrənməsi yolu ilə əldə edildiyi qlobal funksional yolu izləyir. Sonra model şəklində kodlaşdırılan informasiya potensial həllərin hesablandığı məntiqi mühakimə səviyyəsində, daha sonra isə məqsədə nail ola biləcək potensial fəaliyyətlər arasında seçimin aparıldığı qərar səviyyəsində tətbiq edilir. Məntiqi mühakimə səviyyəsində məkan məntiqi mühakiməsi, müvəqqəti məntiqi mühakimə, sağlam düşüncə məntiqi mühakiməsi, hesablanmış siyasət tətbiqi və ya kodlaşdırıla bilən hər hansı məntiqi mühakimə forması daxildir. Qərar səviyyəsində fəaliyyətlər arasında üstünlüklərə və ya utilitlərə əsaslanan seçimlər daxildir.

8.3. Sİ funksiyası

Model qurulduqdan sonra, Sİ funksiyası Sİ sisteminin cari məqsədinə çatmağa kömək edəcək bir proqnoz, tövsiyə və ya ümumiyyətlə qərar vermək roluna malikdir.

Məntiqi mühakimə yalnız cari vəziyyətdə əlçatan verilənləri modelə tətbiq etmək və modeldən mümkün variantların nə olduğunu soruşmaqdan ibarətdir.

Məntiqi mühakimə formalarını həyata keçirən bəzi texnologiya nümunələrinə planlaşdırma, Bayes məntiqi nəticəsi, teorem isbatlarının avtomatlaşdırılması, zaman və məkan məntiqi mühakimələri və ontologiyaya əsaslanan mühakimələr daxildir.

Məqsədə çatmaq ehtimalı olan bu mümkün variantlar arasından hansının ən yaxşı olduğuna sistemin hələ də qərar verməsinə ehtiyac var.

Üstünlüklər və utilitlər fəaliyyətə başlayır: avtomatlaşdırılmış taksinin müştərinin rifahını, poker proqramının isə qazancını maksimuma çatdıracağı planlaşdırılır.

8.4. Maşın öyrənməsi

8.4.1. Ümumi müddəalar

Maşın öyrənməsi sistemlərin verilənlərdən və ya təcrübədən öyrənməsini təmin etmək üçün hesablama üsullarından istifadə edən bir prosesdir. Mövcud verilənlərdə obrazları tapmaq və sonra produksiya verilənləri ilə bağlı proqnozlar vermək üçün obrazlardan istifadə etmək məqsədilə statistik metod toplusundan istifadə edir.

Ənənəvi kompüter proqramlaşdırmasında proqramçı proqramlaşdırma dilindən istifadə edərək dəqiq hesablama addımlarını göstərərək verilmiş problemi həll etmək üçün məntiqi müəyyənləşdirir. Bunun əksinə olaraq, maşın öyrənmə modelinin məntiqi modeli qismən öyrətmək üçün istifadə olunan verilənlərdən asılıdır. Beləliklə, problemi həll etmək üçün lazım olan hesablamalar və ya addımlar apriori müəyyən edilmir.

Həmçinin ənənəvi kompüter proqramlaşdırmasından fərqli olaraq, maşın öyrənmə modelləri yeni, əlavə verilənlərlə yenidən təlimlənməklə və model parametrlərini və verilən xüsusiyyətlərini optimallaşdırma üsullarından istifadə etməklə (yenidən yazılmadan) zamanla təkmilləşdirilə bilər.

8.5. Mühəndislik

8.5.1. Ümumi müddəalar

İnsan ekspertlər tərəfindən mühəndislik yanaşmalarında əsasən yalnız developerin təcrübəsinə və tapşırığı dərk etməsinə əsaslanır. Bilik verilənlərdən deyil, developer tərəfindən spesifik bir sahədəki təcrübəsinə əsaslanaraq sərt kodlaşdırma yolu ilə öyrənilir.

Biliyin iki əsas növü var: deklarativ və prosedur. Hər iki bilik növü haqqında ətraflı məlumat üçün 7.3-ə baxın.

8.5.2. Ekspert sistemləri

Adından da göründüyü kimi, ekspert sistemi problemlərin həlli yollarını tapmaq üçün spesifik bir sahədə insan ekspert tərəfindən verilən bilikləri əhatə edən SI sistemidir.

Ekspert sistemi biliklər bazası, məntiqi nəticə çıxarma mexanizmi və istifadəçi interfeysindən ibarətdir. Biliklər bazası həm faktiki, həm də evristik məlumatları əhatə edən spesifik sahə üzrə deklarativ bilikləri əhatə edir. Məntiqi nəticə çıxarma mexanizmi prosedur biliklərinə malikdir: qaydalar toplusu və məntiqi mühakimə metodologiyası. O, istifadəçi tərəfindən verilən faktları biliklər bazasındakı məlumatlarla birləşdirir.

Məntiqi nəticə çıxarma ekspert tərəfindən əvvəlcədən müəyyən edilmiş qaydalardan istifadə edilməklə və məntiqi ifadə qiymətləndirmələri ilə həyata keçirilir. Ekspert sistemlərindən istifadə etməklə həll edilə bilən problem siniflərinə təsnifat, diaqnostika, monitoring və proqnozlaşdırma daxildir.

8.5.3. Məntiqi proqramlaşdırma

Məntiqi proqramlaşdırma formal məntiqi ifadə edən proqramlaşdırma dillərinə əsaslanan proqramlaşdırma formasıdır. Məntiqi proqramlaşdırma dilinə nümunə kimi proloqu göstərə bilərik.

Formal məntiqlər SI üçün əhəmiyyətli bir tədqiqat mərkəzi olmuşdur. Formal məntiqlərin bir çox növləri müxtəlif vəziyyətlərdə insan düşüncəsinin modelləşdirilməsini hədəfləyir. Məntiqi proqramlaşdırma insan təfəkkürünün bu modelləri həyata keçirməsi üçün çərçivə təmin edir. SI agentləri müxtəlif növ mülahizələri aydın şəkildə müəyyən edilmiş, şəffaf və izah edilə bilən şəkildə təkrar edə bilməlidirlər.

Güclü təbii dil emalı və deklarativ ifadələrlə birləşdirilmiş məntiqi proqramlaşdırma agentləri bənzətmə ilə düşünməyə, nəticə çıxarmağa, obyektlər və ətraf mühit haqqında ümumiləşdirmə aparmağa sövq edə bilər.

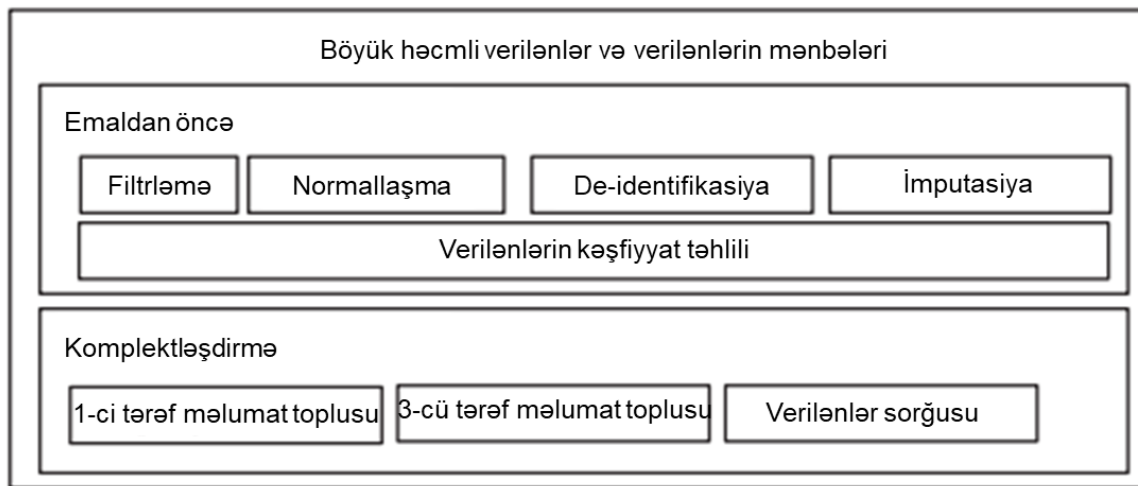
NÜMUNƏ: Apache Jena^[19] məntiqi nəticə çıxarma mexanizmi təmin edən semantik veb-çərçivədir.

8.6. Böyük həcmli verilənlər və verilənlərin mənbələri — bulud və sərhəd hesablamaları

8.6.1. Böyük həcmli verilənlər və verilənlərin mənbələri

Bütün ML sistemləri verilənlərdən istifadə edir. Bu verilənlər müxtəlif formalarda ola bilər. Bəzi hallarda ML sistemləri tərəfindən istifadə edilən verilənlər böyük həcmli verilənlərdir.

Şəkil 6-dakı bu blok, istifadəsindən asılı olmayaraq böyük həcmli verilənlərin mənbələrini, formatlarını və tipik işlənməsini əks etdirir. Bu yarım bənd daha sonra Şəkil 7-də göstərilən əsas komponentləri təsvir edir.



Şəkil 7 — Böyük həcmli verilənlər və verilənlərin mənbələri

Böyük həcmli verilənlər həcmi, müxtəlifliyi, sürəti və dəyişkənliyi baxımından xüsusiyyətləri emal etmək və dəyəri reallaşdırmaq üçün ixtisaslaşdırılmış texnologiyalar və texnikalar tələb edən geniş verilənlər toplusudur. Məsələn, sadə proqramlaşdırma modellərindən istifadə edərkən kompüterlərin klasterlərindən istifadə edərək böyük verilənlər topluslarının paylanmış emalını təmin etmək üçün texnologiyalar xüsusi olaraq hazırlanmışdır. Əlavə olaraq, saxlama

və verilənlər bazası texnologiyaları digər böyük həcməldən ibarət ola bilən böyük məlumat həcmələrini idarə etmək üçün xüsusi olaraq hazırlanmışdır.

Təşkilatlar verilənlərin toplanmasının genişliyini və dərinliyini artırdıqca və bu səbəbdən anlayışlar əldə etmək üçün xüsusi texnologiyalar və üsullara ehtiyac duyduqlarından böyük həcmli verilənlər mühüm vəziyyətə gəlmişdir.

Böyük həcmli verilənlər haqqında ətraflı məlumat üçün ISO/IEC 20546 və ISO/IEC 20547-3-ə baxın.

Böyük həcmli verilənlərin SI sistemləri üçün bir çox istifadə sahələri var. Müxtəlif tətbiq sahələrində strukturlaşdırılmamış verilənlərin böyük kolleksiyalarının mövcudluğu biliklərin aşkarlanması və obrazların tanınması kimi SI üsullarından istifadə nəticəsində yeni anlayışlar irəli sürür. Təlim üçün böyük həcmli verilənlərin mövcudluğu geniş tətbiqlərdə istifadə oluna bilən təkmilləşdirilmiş maşın öyrənməsi modelləri ilə nəticələnir.

Verilənlər ondan istifadə edən eyni təşkilat tərəfindən əldə edilə bilər (1-ci tərəf məlumat toplusu). Məsələn, pərakəndə satıcılar sahib olduqları satış nöqtəsi sistemlərindən əldə etdikləri tranzaksiya verilənlərindən istifadə edirlər. Verilənlər həmçinin verilənləri toplayan və sonra onu istifadəyə verən digər təşkilatlara satan və ya paylaşan tədqiqat təşkilatları və digər məlumat təminatçıları kimi 3-cü tərəf tərəfindən də əldə edilə bilər. Əlavə olaraq, verilənlər həm 1-ci, həm də 3-cü tərəfin müxtəlif verilənlər bazalarından məlumatları sorğulamaq və birləşdirməklə əldə edilə bilər.

Verilənlər bir çox mənbələrdən əldə edilə bilər, məsələn:

- satış nöqtəsi və digər tranzaksiyalar;
- səsvermələr və ya sorğular;
- statistik tədqiqatlar;
- qeydə alınmış müşahidələr;
- sensorlar;
- təsvirlər;
- səs yazıları;
- sənədlər;
- sistemlərlə qarşılıqlı əlaqə.

8.6.2. Bulud və sərhəd hesablamaları

Bulud hesablamaları özünəxidmət təminatı və tələb üzrə idarəetmə əsasında paylaşılaraq bilən fiziki və ya virtual resursların miqyaslanan və çevik toplusuna şəbəkə girişini təmin etmək üçün nəzərdə tutulan bir paradıqmadır, ISO/IEC 17788 və ISO/IEC 17789-a baxın.

Bulud hesablamaları adətən çox böyük emal və verilənlərin saxlanma imkanlarını təmin etmək qabiliyyətinə malik olan böyük, mərkəzləşdirilmiş verilənlərin mərkəzləri ilə əlaqələndirilir. Belə böyük potensiallar SI həyat dövrünün bəzi hissələri üçün, xüsusilə də SI sistemlərini öyrətmək və onların daxilində istifadə olunan modelləri qurmaq üçün böyük verilənlər toplusunu emal edərkən vacib ola bilər.

AZS ISO/IEC 22989:2023

Sərhəd hesablamaları, verilənlərin işlənməsi və saxlanması şəbəkənin sərhədində və ya yaxınlığında baş verdiyi paylanmış hesablamadır, burada yaxınlıq sistemin tələbləri ilə müəyyən edilir. Sərhəd şəbəkəyə qoşulmuş sensorlar və aktuatorlar tərəfindən müəyyən edilmiş müvafiq rəqəmsal və fiziki şəxslər arasındakı sərhəddir (baxın: ISO/IEC 23188).

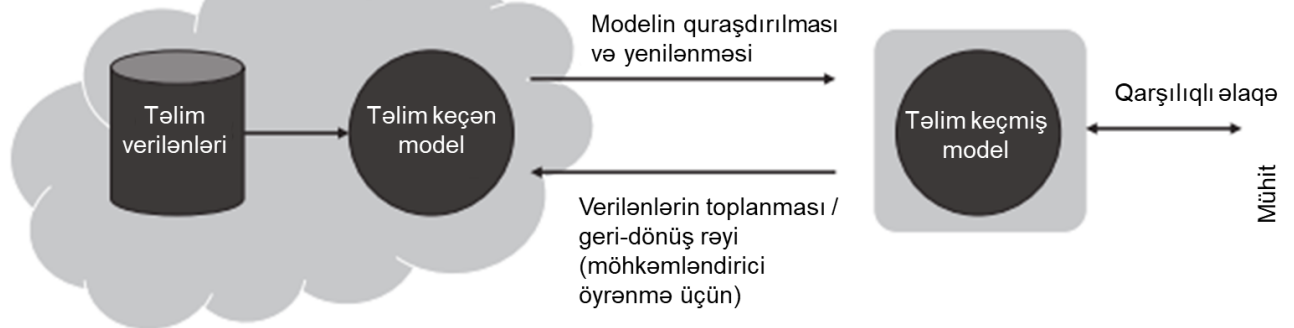
Sərhəd hesablamaları əsasən proqram komponentlərinin və verilənlərin saxlanması yerləşdirilməsi və əməliyyatların aparılması ilə bağlıdır. Sİ ilə əlaqəli olan proqram komponentləri IoT qurğuları (sensorlar və aktuatorlar) ilə məşğul olduqda çox vaxt gecikmələri minimuma endirməyə və əhəmiyyətli vaxt məhdudiyyətləri ilə nəticələr əldə etməyə (çox vaxt real vaxt adlanır) və ya rabitə kəsildikdə sistemin hələ də işləyə bilməsi üçün dayanıqlığa yaxud sərhəd qurğularından alınan fərdi məlumatların məxfiliyini qorumağa ehtiyac var. Buna nail olmaq üçün emal və verilənlərin saxlanması yaxında və ya sərhəddə aparılması tələb edilə bilər. Ətraflı məlumat üçün ISO/IEC 23188-ə baxın.

Bununla belə, bulud hesablamalarının paylanmış hesablama mühitinin bir çox yerində, o cümlədən mərkəzləşdirilməmiş və sərhədə yaxın yerlərdə quraşdırıla biləcəyini başa düşmək vacibdir. Bu formada bulud hesablamaları Sİ sistemlərinin komponentlərinin quraşdırılması və emalını təmin etmək üçün resursların birləşdirilməsi və sürətli çevik və miqyaslanma ilə birlikdə virtuallaşdırılmış emal və virtuallaşdırılmış saxlanmadan istifadə edərək həm proqram təminatının, həm də məlumatların çevik və dinamik quraşdırılmasını təklif edə bilər.

Adətən sərhəd hesablamaları sistemləri hər bir sistem növünün imkanlarından istifadə edərək tam həllər yaratmaq üçün mərkəzləşdirilmiş sistemlərlə birləşdirilir.

Üç əsas ML sistemi layihələndirilmiş bulud və sərhəd sistemlərini birləşdirir: bulud sisteminde model təlimi, sərhəd sisteminde model təlimi və bulud-sərhəd sisteminde model təlimi.

- a) Bulud xidmətlərindən ML modellərinin öyrədilməsi üçün mərkəzləşdirilmiş platforma kimi istifadə oluna bilər (Şəkil 8). Sərhəd qurğularının resurs məhdudiyyətlərinə görə, modellərin təlimi, yoxlanılması və saxlanması ilə bağlı hesablama və saxlama intensiv tapşırıqları bulud infrastrukturundan istifadə etməklə yerinə yetirilir. Təlimdən sonra model quraşdırılır, tətbiq edilir və zəruri hallarda sərhəd qurğularında yenilənmə aparılır. Sərhəd qurğularından alınan verilənlər daha sonra təlim fəaliyyətini yerinə yetirmək üçün istifadə edilə bilər və ya möhkəmləndirici öyrənmə vəziyyətində olduğu kimi, modelin keyfiyyəti ilə bağlı geri-dönüş rəyi təqdim edə bilər.



Bulud: Model təlimi

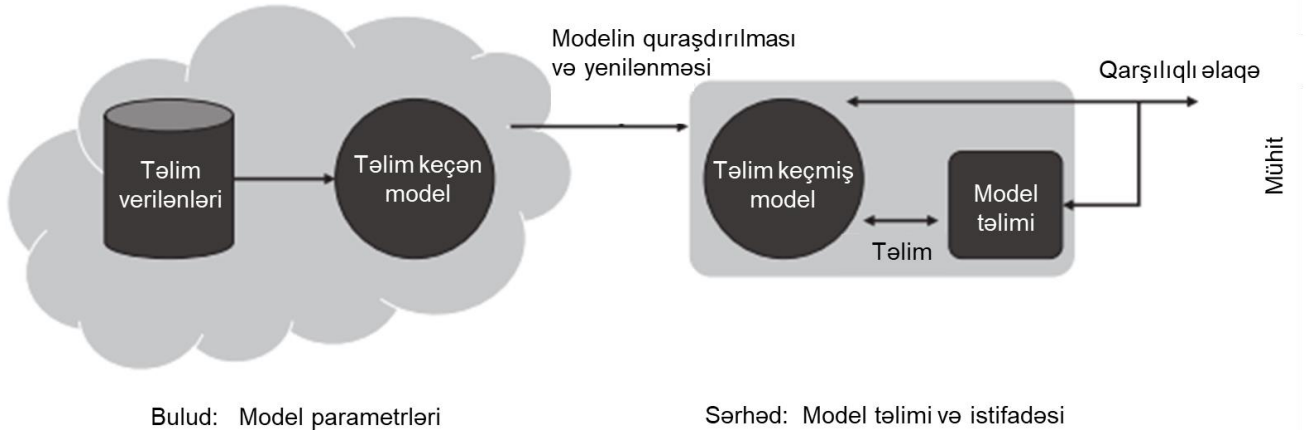
Sərhəd: Model istifadəsi

Şəkil 8 — Bulud model təliminə dair nümunə

Bu layihələndirmədən istifadə edən tətbiqlərə misal olaraq, sərhəd marşrutlaşdırıcılarında hücumun aşkarlanması (intelligent firewalls), sənaye nəzarəti tətbiqlərində nasazlığın aşkarlanması və nasazlığın qarşısının alınması (pro-active maintenance) və özünü idarə edən avtomobillər üçün yol nişanının tanınması daxildir.

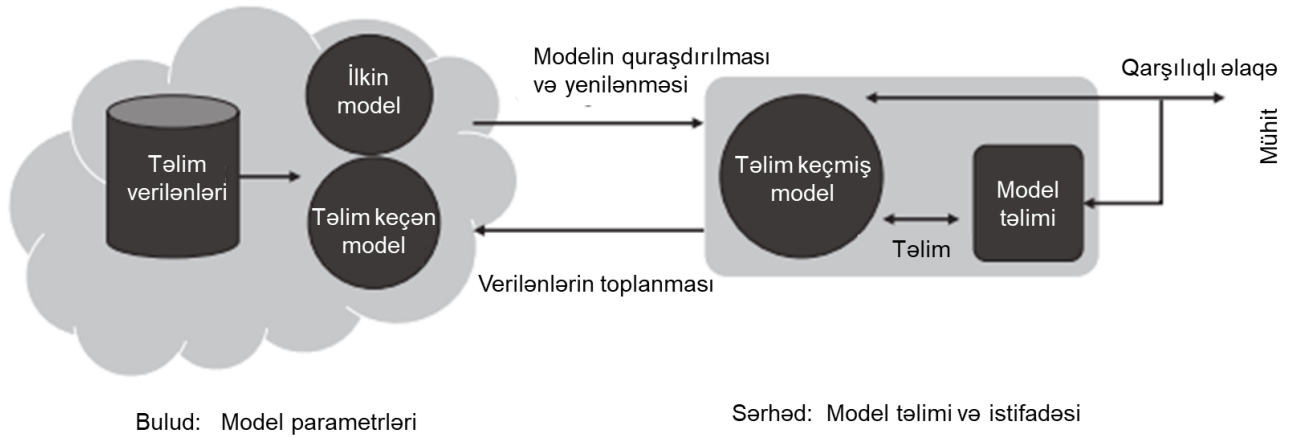
- b) Mərkəzləşdirilmiş yanaşmanın optimal olmadığı hallarda fərdiləşdirilmiş modellərin hazırlanması üçün və ya xüsusi tətbiq kontekstlərində istifadə olunan modellər üçün fərqli sxem (Şəkil 9) tətbiq oluna bilər. O, birbaşa sərhəd qurğularında həyata keçirilən model təliminə əsaslanır (belə qurğularda kifayət qədər resursların olması şərti ilə).

Bu layihələndirmədə bulud mühitində yalnız ilkin (ümumi) model qurulur və öyrədilir. Kontekstləşdirilmiş və ya fərdiləşdirilmiş təlim real dünya verilənlərindən istifadə etməklə sərhəddə həyata keçirilir. Bu tip model təlimi müəllimsiz və ya möhkəmləndirici və maşın öyrənməsi yanaşmalarından istifadə edən tam avtomatik sistemlər üçün ən uyğun modeldir.



Şəkil 9 – Sərhəd model təliminə dair nümunə

- c) Hibrid yanaşma həm buludda, həm də sərhəddə model təlimini həyata keçirir (Şəkil 10). Bu, sistemin layihəsində sərhəd qurğularının olduğu hallarda lazım ola bilər. Bəzi hallarda, bulud xidmətləri ilkin təlim keçmiş model hazırlayır, daha sonra bu model sərhəddə quraşdırılır. Digər hallarda, sərhəd sistemləri lokal verilənlərə əsaslanaraq öz lokal modellərini öyrədir və məlumatları bir-birinə və bulud xidmətlərinə ötürmür. Bulud xidmətləri, həmçinin müxtəlif sərhəd sistemlərinin model yeniləmələrini sinxronlaşdırmaq üçün parametrlər serveri kimi çıxış edə bilər və sonra fərdi modelləri yeniləmək üçün sinxronlaşdırılmış model yeniləmələrini sərhəd sistemlərinə qaytarar.



Şəkil 10 - Bulud və sərhəd model təliminə dair nümunə

Bu nümunə sahəvi lokal verilənlər xidməti (məsələn, müxtəlif sahələrdən dronlar vasitəsilə təsvirlərin toplanması xidməti və məişət texnikası xidməti) üçün tətbiq edilir ki, bu da ilkin təlim keçmiş modellər əvəzinə yenilənmiş təlim modelləri ilə daha yaxşı xidmət keyfiyyətinin təmin edilməsinə imkan verir.

Modelin yüklənməsi daxil olmaqla, başqa bir hibrid yanaşma da nəzərdən keçirilə bilər. Bu üsul üçün sərhəd sistemi tərəfindən təlim keçmiş model bulud mühitindəki model anbarına göndərilir və təlim keçmiş model əvvəlkindən daha yaxşı performansla malik olarsa, eyni və ya oxşar mühitdə işləyən digər sərhəd sistemlərinə paylanır. Bu yanaşma öyrənmə və model sıxılma üsullarını transfer etmək üçün tətbiq oluna bilər. Transfer öyrənmə nümunəsi kimi, küçələrdəki mövqelərdən evlərin nömrələrinin tanınması üçün təlim keçmiş model əl ilə yazılmış nömrələrin tanınması üçün istifadə edilə bilər. Müəyyən bir problemin həlli üçün ilkin model və ya artıq təlim keçmiş model oxşar problemlərə tətbiq edilə bilər. Model sıxılma üsulları daha az hesablama gücü olan sərhəd qurğuları üçün də istifadə edilə bilər. Tam hesablama resursu olan bulud xidmətində tam təlim keçmiş model daha az resursu olan sərhəd sistemində istifadə edilməzdən əvvəl sıxıla bilər.

8.7. Resurs ehtiyatları

8.7.1. Ümumi müddəalar

Şəkil 6 Sİ ekosistemini dəstəkləmək üçün tələb olunan resursları göstərir. Hesablama, şəbəkə və saxlama kimi resurslar Sİ sistemlərini dəstəkləmək üçün vacibdir.

Sİ sistemlərinin işlənməsi və quraşdırılması mərkəzləşdirilmiş bulud xidmətlərindən və qeyri-bulud verilənlərin mərkəzlərindən tutmuş serverlərə (və ya server qruplarına), sərhəd hesablama sistemlərinə, mobil cihazlara və IoT qurğularına qədər müxtəlif miqyaslı resurslarda baş verə bilər. Bu sistemlərdən bəziləri email qabiliyyəti, verilənlərin saxlanma qabiliyyəti, şəbəkənin ötürmə qabiliyyəti və gecikmə müddəti baxımından məhdud resurs ola bilər. Bu, xüsusilə sərhəd sistemləri və qurğuları üçün keçərlidir. Sİ sistemləri üçün email resursları hesablama klasterləri kimi təşkil edilə bilən tək və ya çoxlu sistemlərdə fərdi və ya çoxlu GPU, NPU, CPU və digər növ prosessorların istənilən qaydada təşkili və kombinasiyası ola bilər.

Hesablama resursları üçün Sİ sisteminin tələbləri maşın öyrənməsi və ya dərin öyrənmə istifadəsinə, eləcə də iş yükü növlərinə (məsələn, müxtəlif topologiyalarla təlim və nəticə çıxarma) görə dəyişə bilər. Buna görə də, xüsusi iş yükü və Sİ sistemi üçün uyğun olaraq heterogen hesablama həlləri tələb oluna bilər. Məsələn, aparat sürətləndiriciləri (GPU, NPU, FPGA, DSP, ASIC və s.) müəyyən neyron şəbəkə topologiyalarının öyrədilməsi kimi intensiv Sİ iş yüklərini hesablamaq üçün istifadə edilə bilər.

Müxtəlif Sİ sistemlərinin ehtiyaclarını ödəmək üçün heterogen resursların tələb üzrə təmini və resursların koordinasiyası (məsələn, lokal, bulud və sərhəd resurslarının təmini) daxil olmaqla, resurs təchizatı avtomatlaşdırılmış idarəetmə üçün imkam yaratmalıdır.

8.7.2. Tətbiq üçün xüsusi integral sxem

ASIC müəyyən bir istifadə üçün fərdiləşdirilmiş növ integrasiya edilmiş sxemdir. ASIC-lər Sİ üçün xüsusi funksionallığı təmin etmək üçün bir seçimdir.

ASIC xüsusi paralel vurma-toplama blokları, optimallaşdırılmış yaddaş paylanması və aşağı dəqiqlikli riyazi hesablamalar kimi funksiyaları təmin etməklə Sİ prosesini sürətləndirmək üçün akselerator kimi sazlanabilir. ASIC, həmçinin təsvirin kəsilməsi və ölçüsünün dəyişdirilməsi, transformasiyası, küyün azaldılması və verilənlərin birləşdirilməsi kimi Sİ tapşırıqları üzrə verilənlərin əvvəlcədən və sonrakı emal funksiyalarını təmin etmək üçün köməkçi prosessor kimi konfiqurasiya edilə bilər.

Ümumi təyinatlı prosessorlarla (məsələn, CPU və GPU) müqayisədə, ASIC adətən xüsusi neyron şəbəkə strukturlarının həyata keçirilməsi kimi xüsusi ssenarilər üçün nəzərdə tutulur, istehsal olunur və istifadə edilir. ASIC-lər daha az məkan həcmi, dəyəri və enerji istehlakı ilə Sİ üçün daha yüksək hesablama qabiliyyəti təmin edir.

ASIC-lər Sİ-in ölçü və güc baxımından məhdudiyyətə malik olan mobil telefonlar kimi cihazlarda tətbiqinə imkan verir. ASIC-lər, həmçinin Sİ-nin sənaye istehsalı, tibb, sanitariya, təhlükəsizlik və ağıllı ev ssenariləri kimi müxtəlif sahələrdə istifadə olunan IoT qurğularında istifadə edilməsinə imkan verir.

9. Sİ sahələri

9.1. Kompüter görməsi və təsvirin tanınması

Bu sənəd kompüter görməsini “funksional bölmənin təsvir və ya videoları təmsil edən verilənləri əldə etmək, emal etmək və şərh etmək qabiliyyəti” kimi müəyyən edir (3.7.1). Kompüter görməsi təsvirin tanınması ilə sıx bağlıdır (məsələn, rəqəmsal təsvirlərin emalı). Vizual verilənlər adətən rəqəmsal təsvir sensorundan, rəqəmsal olaraq skan edilmiş analoq təsvirdən və ya hər hansı digər qrafik daxil etmə qurğusundan yaranır. Bu sənədin məqsədləri üçün rəqəmsal təsvirlərə həm sabit, həm də hərəkətli variantlar daxildir.

Rəqəmsal təsvirlər çəkilmiş təsvirdəki boz miqyasları və ya rəngləri təmsil edən rəqəmlər matrisi və ya digər hallarda vektorlar toplusu kimi mövcud olur. Rəqəmsal təsvirlərə təsvirlə əlaqəli xüsusiyyətləri və atributları təsvir edən metaverilənlər daxil ola bilər. Rəqəmsal təsvirlər

AZS ISO/IEC 22989:2023

yaddaşa qənaət etmək və rəqəmsal şəbəkələrdə ötürülmə performansını yaxşılaşdırmaq üçün sıxıla bilər.

Aşağıda kompüter görməsi və təsvirin tanınmasına əsaslanan Sİ tətbiqlərinə dair nümunələr verilmişdir:

- təsvirlər toplusundan xüsusi təsvirlərin müəyyən edilməsi (məsələn, heyvanların təsvirləri toplusunda itlərin təsvirləri);
- özü idarə edən nəqliyyat vasitələri: işıqfor və avtomatlaşdırılmış nəqliyyat vasitələrində obyektlərin aşkarlanması və identifikasiyası;
- tibbi diaqnostika: tibbi təsvirlərdə xəstəlik və anomaliyaların aşkarlanması;
- keyfiyyətə nəzarət (məsələn, montaj xəttində qüsurlu hissələrin aşkar edilməsi);
- üz tanıma.

Kompüter görməsi üçün əsas vəzifələrə təsvirin əldə edilməsi, təkrar seçmə, miqyaslama, küyün azaldılması, kontrastın artırılması, xüsusiyyətlərin çıxarılması, seqmentləşdirmə, obyektin aşkarlanması və təsnifatı daxildir.

Sİ sistemlərində kompüter görməsi tapşırıqlarını yerinə yetirmək üçün bir neçə üsul mövcuddur. Son illərdə təsvirin təsnifatı tapşırıqlarında yüksək dəqiqliyə, təlim və proqnozlaşdırma performansına görə dərin konvolyusiyalı neyron şəbəkəsinin (5.12.1.4) istifadəsi üstünlük qazanmışdır.

9.2. Təbii dilin emalı

9.2.1 Ümumi müddəalar

Təbii dilin emalı təbii dil anlayışına və təbii dilin generasiyasına əsaslanan məlumatların emalıdır. Bu, mətn və ya nitqlə təbii dilin təhlili və generasiyasını əhatə edir. NLP imkanlarından istifadə edərək, kompüterlər insan dilində yazılmış mətni təhlil edə və konseptləri, varlıqları, açar sözləri, münasibətləri, duyğuları, hissləri və digər xüsusiyyətləri müəyyən edə, istifadəçilərə məzmunundan nəticə çıxarmağa imkan verə bilər. Bu imkanlar vasitəsilə kompüterlər istifadəçilərlə ünsiyyət qurmaq üçün mətn və ya nitq də generasiya edə bilər. Təbii dili mətn və ya nitq şəklində giriş və ya çıxış kimi qəbul edən və onu emal edə bilən hər hansı bir sistem təbii dilin emal komponentlərindən istifadə edir. Belə bir sistemə misal olaraq, müştərilərin zənglərini qəbul edə və onlar üçün uçuşlar sifariş edə bilən bir uçuş şirkəti üçün avtomatlaşdırılmış bron sistemini göstərmək olar. Belə bir sistemə təbii dil anlama komponenti və təbii dili generasiya etmə komponenti lazımdır.

Aşağıda təbii dilin emalına əsaslanan Sİ tətbiqlərinin nümunələri verilmişdir:

- əl yazısının tanınması (məsələn, əlyazma qeydlərinin rəqəmsal formaya çevrilməsi);
- nitqin tanınması (məsələn, insan nitqlərinin mənasının başa düşülməsi);
- sparamların aşkarlanması (məsələn, e-poçt mesajındakı sözlərin mənasından istifadə edərək, həmin mesajın arzuolunmaz kimi təsnif edilib-edilmədiyinin müəyyən edilməsi);
- təbii dili anlama və təbii dilin generasiyasından (nitqin tanınması və nitqin generasiyası da daxil olmaqla) istifadə edə bilən rəqəmsal şəxsi köməkçilər və onlayn chatbotlara əsaslanan danışiq istifadəçi interfeyslərinin təklif edilməsi;
- ümumiləşdirmə;

- mətnin generasiya edilməsi;
- məzmun axtarışı.

NLP həmçinin chatbotlar, məzmun əsaslanan reklam sistemləri, nitq tərcümə sistemləri və e-təlim sistemləri kimi bir çox tətbiq sistemlərində istifadə olunur.

9.2.2. Təbii dilin emal komponentləri

9.2.2.1. Ümumi müddəalar

NLP komponentləri müxtəlif tapşırıqları həll edir. Ümumi tapşırıqlara aşağıdakılar daxildir:

NLU: NLU komponenti mətni və ya nitqi girişin semantikasını daşımali olan daxili təsvirə çevirəcəkdir. Çətinlik təbii dillərə xas olan qeyri-müəyyənlikdən irəli gəlir: sözlər və cümlələr təbiətə çoxmənalıdır, buna görə də NLU nəticəsi səhvə meyllidir.

NLG: NLG komponenti daxili təsviri insan tərəfindən başa düşülən mətnə və ya nitqə çevirəcəkdir. Bu tapşırıq ifadənin istifadəçiyə daha təbii görünməsi üçün tənzimləməni əhatə edə bilər.

POS: Girişdəki hər bir sözü grammatik obyekt kimi təsnif etmək üçün POS etikətləmə komponentindən istifadə olunur: istər isim, istər sifət, istərsə də fel və s. Polisemiya da POS etikətlənməsinə təsir göstərir.

NER: NER komponenti mətn və ya nitq axınındakı söz ardıcılığı üçün şəxsin, məkanın, təşkilatın və ya digər qurumun denotasiya adlarını tanımağa və nişanlamağa çalışacaqdır. Obyektdən asılı olaraq, daha çox məlumat əldə edilə bilər. Məsələn, insanlar üçün onların titulu və ya funksiyası faydalıdır.

Sualın cavablandırılması: Suala cavab verən komponent insan sualına ən uyğun cavabı verməyə çalışacaqdır. İstifadəçi təbii dildən istifadə edərək nəşə soruşur və sistem təbii dildə cavab verilməsini təmin edir.

MT: MT komponenti təbii dil məzmununu avtomatik olaraq bir dildən digər dilə tərcümə edəcəkdir. Bu, mətndən mətnə, nitqdən mətnə, nitqdən nitqə və ya mətndən nitqə ola bilər. Çətinlik bir sözün çoxmənalı olduğu polisemiyadan, həmçinin cümlələr arasında və ya daxilində istinadlar və ya açıqlanmayan niyyətlər kimi digər mənbələrdən gəlir. Bir çox hallarda çoxsaylı tərcümələr mümkündür.

OCR: OCR komponenti təsvirlər şəklində (skan edilmiş şəkildə də mümkündür) yazılı sənədlərin məzmununu: mətn, cədvəllər, rəqəmlər, başlıqlar və onların əlaqələrini rəqəmsal kodlu təsvirə çevirməyə çalışacaqdır.

Əlaqələrin əldə edilməsi: Əlaqələrin əldə edilməsi komponenti adlandırılan obyektlər və ya hətta girişdə obyektlər arasında əlaqələrin tapılıb çıxarılması məsələsini həll edir. Məsələn, bu komponent filmlər haqqında giriş mətnində "Al Pacino"-nın "Serpico" filminə "ulduz rol oynadığı" müəyyən edə bilər.

IR: IR və ya axtarış komponenti strukturlaşdırılmamış məzmun toplusunu axtararaq istifadəçinin informasiya ehtiyaclarını həll etməyə çalışacaqdır. İnformasiya ehtiyacını ifadə edən istifadəçi sorğusu kolleksiyanın hər bir elementi ilə onun istifadəçinin informasiya ehtiyacına uyğunluğunu proqnozlaşdırmaq üçün alqoritmik olaraq müqayisə edilir. Bu komponentin çıxışı adətən seçilmiş elementlərin aktuallığına görə azalan sıra ilə siyahısı kimi istifadəçiyə təqdim olunur. İnformasiya axtarışı komponentləri sərbəst mətn, yarı strukturlaşdırılmış sənədlər, strukturlaşdırılmış sənədlər, audio, şəkil və video və müxtəlif təbii dillər daxil olmaqla, geniş çeşidli müxtəlif informasiya elementləri növləri üçün hazırlana bilər.

Sentiment analizi: Sentiment analizi komponenti mətn, nitq və ya təsvirdə ifadə olunan fikirləri hesablama yolu ilə müəyyən etməyə və təsnif etməyə çalışacaqdır. O, həmçinin “rəylərin əldə edilməsi” kimi də tanınır. Subyektiv aspektlərə misal olaraq, müsbət və ya mənfi hissləri göstərmək olar.

Avtomatik ümumiləşdirmə: Avtomatik ümumiləşdirmə komponenti iki yanaşmadan biri (və ya onların kombinasiyası) ilə məzmun elementindən vacib məlumatı daha qısa şəkildə çatdıracaqdır. Ekstraktiv ümumiləşdirmə - qısaldılmış ümumiləşdirilmiş versiyanı hazırlamaq üçün mənbə məzmunundan əsas müvafiq məzmunu seçir. Abstraktiv ümumiləşdirmə - müvafiq məlumatları çatdıran yeni qısa mətni sintez etməyə çalışır. Abstraktiv ümumiləşdirmə təbii dilin generasiyası ilə bağlıdır.

Dialogun idarə edilməsi: Dialogun idarə edilməsi komponenti təbii dil söhbətinə bənzəyərək istifadəçi təcrübəsini yaxşılaşdırmaq məqsədilə istifadəçi və sistem arasında bir sıra qarşılıqlı əlaqələri idarə etməyə kömək edəcəkdir. Dialogun idarə edilməsi bir sıra yanaşmalardan, o cümlədən maşın öyrənməsinə əsaslanan xüsusi daxiletmə tetikleyiciləri və yanaşmalar üçün cavabları təyin edən deklarativ qaydalardan istifadə edir. Dialogun idarə edilməsi mətn əsaslı qarşılıqlı əlaqəni idarə edə bilər, məsələn, sual-cavab komponentləri ilə daha çox danışmaq təcrübəsi təmin etmək və ya şəxsi köməkçilərdə, onlayn müştəri xidməti agentlərində və ya fərdi qulluq robotlarında tətbiqləri dəstəkləmək üçün nitqin tanınması və sintez komponentləri ilə birləşdirilmişdir.

9.2.2.2. Maşın tərcüməsi

Maşın tərcüməsi NLP tapşırığıdır, burada mətn və ya nitqi bir təbii dildən digərinə avtomatik tərcümə etmək üçün kompüter sistemindən istifadə olunur.

Ümumiyyətlə, insan tərəfindən tərcümə prosesi iki mərhələdə yerinə yetirilir. İlk mərhələ mənbə dilinin mənasını kodlaşdırmaqdır. İkinci mərhələ mənanı hədəf dilə dekodlaşdırmaqdır. Proses qrammatika, semantika, sintaksis, idiomlar, dünya görüşü və digər sahələr üzrə dərin bilik tələb edir.

Maşın tərcüməsi üçün texniki problemlərə sözlərin çoxmənalı olması, kontekstual mülahizələr, qrammatik fərqlər və loqoqrama əsaslanan yazı sistemlərindən istifadə edən dillər daxildir. Qaydalara əsaslanan, nümunəyə əsaslanan, statistik, neyron və ya onların birləşməsi kimi maşın tərcüməsinə dair bir çox yanaşma var.

Son illərdə neyron şəbəkələri maşın tərcüməsini yerinə yetirmək üçün istifadə edilmişdir ki, bu da tərcümənin səlisliyi və dəqiqliyində nəzərə çarpacaq təkmilləşdirmələrə səbəb olmuşdur.

Dərin öyrənmə vasitəsilə model yüksək dəqiqlik səviyyələrinə çatmaq üçün domenə məxsus ifadələr üçün hazırlana və fərdiləşdirilə bilər.

9.2.2.3. Nitqin sintezi

Təbii dildəki mətni nitqə çevirən sistemə mətndən-nitqə (text-to-speech, TTS) sistemi deyilir.

Ümumiyyətlə, TTS prosesi üç mərhələdən ibarətdir: 1) analiz, 2) modelləşdirmə və 3) sintez. TTS sisteminin vacib xüsusiyyətləri təbiilik və anlaşıqlılıqdır. Təbiilik çıxışın insan nitqi kimi nə qədər yaxından səsləndiyini, anlaşıqlılıq isə çıxışın insanlar tərəfindən nə qədər asan başa düşüldüyünü təsvir edir. Nitq sintezi sistemləri adətən hər iki xüsusiyyəti maksimum dərəcədə artırmağa çalışır.

Nitq sintezində müxtəlif yanaşmalardan istifadə olunur, o cümlədən konkatenasiya sintezi, formant sintezi, artikulyar sintez, HMM əsaslı sintez, sinusoidal sintez və DNN. Hər bir yanaşmanın öz güclü və zəif tərəfləri var. Bəzi DNN əsaslı nitq sintezatorları keyfiyyətcə insan səsinə yaxınlaşır.

9.2.2.4. Nitqin tanınması

Bu sənəd nitqin tanınmasını funksional vahid tərəfindən nitq signalının nitqin məzmununun təsvirinə çevrilməsi kimi müəyyən edir. Rəqəmsallaşdırılmış nitq ardıcıl verilənlər formasıdır, belə ki, zaman intervalı ilə əlaqəli verilənləri idarə edə bilən üsullar nitqdən fonemləri emal etmək üçün istifadə edilə bilər.

Nitqin tanınması üçün neyron şəbəkələrdən istifadə edən bir neçə yanaşma istifadə edilmişdir. Bu yanaşmalardan biri LSTM-lərin istifadəsini nəzərdə tutur^[18]. Bu üsul neyron şəbəkəni öyrətməyə və HMM kimi digər proseslərlə birləşdirilmədən nitqin tanınması həlli kimi tətbiq etməyə imkan verir və məqbul tanınma performansına ilə nəticələnir.

Aşağıda nitqin tanınmasına əsaslanan SI tətbiqlərinin nümunələri verilmişdir:

- səsli əmrlər sistemləri;
- rəqəmsal diktə;
- fərdi köməkçilər.

9.2.2.5. Sualın cavablandırılması

Sual-cavab sistemləri çoxlu sayda mətn səhifəsini qəbul edə və insanların verdiyi suallara təbii dildə cavab vermək üçün sual-cavab texnologiyasını tətbiq edə bilər. Bu yanaşma insanlara "soruşmağa" və mürəkkəb suallara demək olar ki, dərhal cavab almağa imkan verir. Digər API-lər və qabaqcıl analitika ilə birləşən sual cavablandırma texnologiyası daha interaktiv istifadəçi təcrübəsi təmin etməklə özünü adi axtarışdan (açar sözlər tərəfindən işə salınan) fərqləndirir.

9.3. "Data mining"

"Data mining" verilənlərdən etibarlı, yeni və faydalı informasiyaların aşkar edilməsi üçün alqoritmlərin tətbiqinə əsaslanır. "Data mining" 1990-cı illərin sonlarında məşhurlaşmış və

əvvəlki statistik metodlardan fərqli metod kimi tanınmışdır. Ənənəvi statistika müəyyən suala dəqiq cavab vermək üçün zəruri və kifayət olan verilənlərin toplanmasına yönəlir. Data mining isə adətən təxmini cavablar və ya nümunələrə (obrazlara) müəyyən ehtimal ilə uyğunluğun tapılması üçün yenidən təyin edilmiş verilənlərə tətbiq edilir. “Data mining” tam KDD prosesində alqoritmik modelləşdirmə mərhələsi hesab olunur. İlk verilənlərin çıxarılması səylərindən irəli gələn konsorsium 2000-ci ildə nəşr olunan sənaye standartı CRISP-DM-də “Data mining”in bütün addımları təfərrüatlandırma bilmişdir^[28]. “Data mining” qərar ağacları, qruplaşma və təsnifat daxil olmaqla bir sıra texnikaları əhatə edir. 2000-ci illərin ortalarında böyük həcmli verilənlər texnologiyaları yarandığı üçün artıq alqoritmlərin tətbiqi verilənlərin saxlanmasıdan ayrılma bilməmiş və diqqətli seçmə öz yerini daha sürətli verilənlərin intensiv işlənməsinə vermişdir. Bu dəyişikliklər verilənlər elminin fəaliyyəti kimi KDD həyat dövrü prosesinin böyük həcmli verilənlər versiyasının yeni təsvirinə səbəb olmuşdur. KDD və biliklərin aşkarlanması Sİ-də ümumi terminlər olsa da, kompüterin generasiya etdiyi bilik deyil, informasiyadır.

9.4. Planlaşdırma

Planlaşdırma Sİ-nin bir altfənnidir. O, sənaye tətbiqləri üçün vacibdir və risklərin idarə edilməsi, səhiyyə, sənaye əməkdaşlıq robotları, kibertəhlükəsizlik, koqnitiv köməkçilər və müdafiə kimi bir çox iş sahələrində əhəmiyyətlidir.

Planlaşdırma maşına müəyyən performans ölçülərini optimallaşdırarkən müəyyən məqsədlərə çatmaq üçün avtomatik olaraq prosedur ardıcılığını tapmağa imkan verir. Planlaşdırma baxımından, bir sistem müəyyən bir vəziyyətə uyğun olur. Fəaliyyətin icrası sistemin vəziyyətini dəyişə bilər və planlaşdırma ilə təklif olunan hərəkətlərin ardıcılığı sistemi ilkin vəziyyətdən hədəf vəziyyətinə yaxınlaşdırma bilər.

10. Sİ sistemlərinin tətbiqləri

10.1. Ümumi müddəalar

Sİ sistemləri bəzi hallarda qərar qəbul etmək, tövsiyələr vermək və müəyyən vəzifələri avtomatlaşdırmağa yardım göstərmək üçün kömək edə bilər; onun aşağıdakılar daxil olmaqla, müxtəlif sahələrdə tətbiqləri var:

- kənd təsərrüfatı və əkinçilik;
- avtomobil sənayesi;
- bankçılıq və maliyyə texnologiyası;
- müdafiə;
- təhsil;
- enerji;
- səhiyyə;
- qanunvericilik;
- istehsalat;
- media və əyləncə;
- qarışıq reallıq;
- dövlət sektoru;
- pərakəndə və marketing;
- təhlükəsizlik;
- kosmik texnologiya;

- telekommunikasiya.

Sİ tətbiqlərinə dair nümunələr 10.2 - 10.4-də verilmişdir.

10.2. Dələduzluğun aşkarlanması

Dələduzluq, qazanc əldə etmək üçün hiylədən istifadə etməkdir. Dələduzluğa bir çox sahələrdə rast gəlinir, o cümlədən:

- saxta pul və sənədlər;
- oğurlanmış kredit kartları və sənədlər;
- e-poçt vasitəsilə fərdi ünsiyyət;
- saxta və ya oğurlanmış identifikasiyalar.

Dələduzluğun aşkarlanmasında istifadə olunan Sİ tətbiqlərinə dair nümunələr aşağıdakılardır:

- saxta kredit kartı ödənişlərinin müəyyən edilməsi;
- saxta borc və ya kredit müraciətlərinin müəyyən edilməsi;
- saxta sığorta tələblərinin müəyyən edilməsi;
- hesaba dələduz girişin müəyyən edilməsi.

10.3. Avtomatlaşdırılmış nəqliyyat vasitələri

Sürücüsüz nəqliyyat vasitələrinin adı hala çevriləcəyi gözlənilir. Bu gün Sİ ilə dəstəklənən bir çox texnoloji avtomobillərdə sürücü üçün köməkçi funksiyalar tətbiq edilir. Aşağıda avtomobillərdə istifadə olunan Sİ tətbiqlərinin nümunələri verilmişdir:

- optimallaşdırılmış marşrutlaşdırma (məsələn, cari yol şəraiti nəzərə alınmaqla ən qısa marşrutun tapılması);
- hərəkət zolaqlarının avtomatik dəyişdirilməsi;
- obyektə yayınma (məsələn, kameralardan gələn siqnalların təfsiri əsasında əyləclərin, **drosselin** və sükan idarəetməsinin avtomatik manipulyasiyası, işığın aşkarlanması sensorları və məsafə ölçən sensorlar);
- A nöqtəsindən B nöqtəsinə tam avtomatlaşdırılmış səyahət.

Avtomatlaşdırılmış nəqliyyat vasitələri kompüter görməsi və planlaşdırma kimi Sİ texnologiyalarına əsaslanır.

10.4. Proqnozlaşdırılan xidmət

Xidmət komponentlərinin gözlənilən ömrünə (məsələn, nasazlıqlar arasındakı orta vaxt) əsaslanan profilaktik xidmətdən fərqli olaraq, proqnozlaşdırıcı xidmət komponentlərinin cari davranışı və ya performansı və komponentlərin gözlənilən istifadə müddətinin müşahidələrinə əsaslanaraq, onlara xidmət göstərilməsini və ya dəyişdirilməsini təmin edir.

Proqnozlaşdırıcı xidmətdə Sİ tətbiqlərinə dair nümunələr aşağıdakılardır:

- dəmir yolu relslərinin altındakı boşluqların aşkar edilməsi (relsdən çıxmağa səbəb ola bilər);

AZS ISO/IEC 22989:2023

- çatlamış və ya zədələnmiş asfaltın aşkar edilməsi;
- elektrik mühərriklərində nasaz rulmanların aşkar edilməsi;
- elektrik təchizatı sistemlərində anormal güc dalğalanmalarının aşkar edilməsi.

Latvian

Əlavə A (informativ)

İƏİT-in Sİ sisteminin həyat dövrü ilə bağlı tərfi əsasında Sİ sisteminin həyat dövrünün xəritəsi

İƏİT-in hüquqi sənədlərinin siyahısında “Şüranın Süni İntellekt üzrə Təvsiyələri” də dərc edilmişdir^[26]. Bu sənədə aşağıdakılar daxildir:

“Rəqəmsal İqtisadiyyat Siyasəti Komitəsinin təklifi ilə:

I. RAZILAŞDIRILMIŞDIR ki, bu Təvsiyənin məqsədləri üçün qeyd olunan terminlər aşağıdakı kimi başa düşülməlidir:

– Sİ sisteminin həyat dövrü: Sİ sisteminin həyat dövrünün mərhələləri daxildir:

- I) “layihələndirmə, verilənlər və modellər”; planlaşdırma və layihələndirmə, verilənlərin toplanması və emalı, habelə modelin qurulmasını əhatə edən kontekstdən asılı ardıcılıqdır;
- II) “verifikasiya və yoxlanılma”;
- III) “quraşdırılma”;
- IV) “istismar və monitoring”.

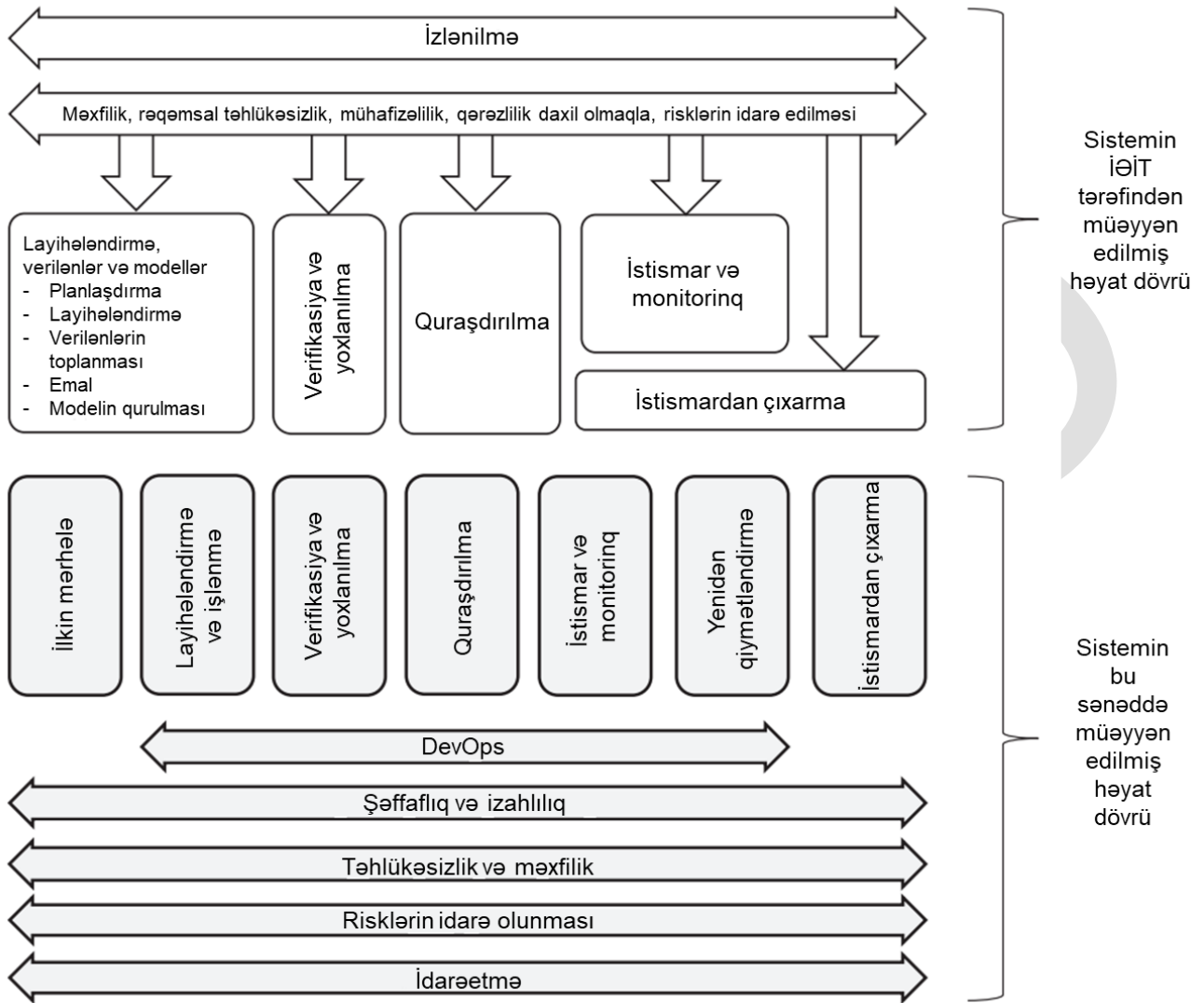
Bu mərhələlər çox vaxt iterativ şəkildə baş verir və bu, mütləq ardıcılıq deyil. Sİ sisteminin fəaliyyətini dayandırmaq qərarı istismar və monitoring mərhələsi zamanı istənilən vaxt baş verə bilər.”

və

“Dayanıqlılıq, təhlükəsizlik və mühafizəlilik

- a) Sİ sistemləri həyat dövrü ərzində dayanıqlı, təhlükəsiz və mühafizə edilən olmalıdır ki, normal, gözlənilən istifadə və ya sui-istifadə yaxud digər mənfi şərtlərdə onlar müvafiq şəkildə fəaliyyət göstərsinlər və əsassız təhlükəsizlik riski yaratmasınlar.
- b) Bu məqsədlə, Sİ subyektləri kontekstə və sorğuya uyğun olaraq, Sİ sisteminin nəticələrinin və sorğuya cavabların təhlilini təmin etmək üçün verilənlər toplusu, proseslər və qərarlarla bağlı verilənlər toplusu, proseslər və Sİ sisteminin həyat dövrü ərzində qəbul edilən qərarlar da daxil olmaqla izlənilməsinə təmin etməlidirlər.
- c) Sİ subyektləri öz rollarına, kontekstinə və fəaliyyət qabiliyyətinə əsaslanaraq, gizlilik, rəqəmsal təhlükəsizlik, mühafizəlilik və qərəzlilik daxil olmaqla, Sİ sistemləri ilə bağlı riskləri həll etmək üçün davamlı olaraq Sİ sisteminin həyat dövrünün hər bir mərhələsinə sistemə risklərin idarə edilməsi yanaşmasını tətbiq etməlidirlər”.

Şəkil A.1, Sİ sisteminin həyat dövrünün bu tərifin 6-cı bənddə təsvir olunan Sİ sisteminin həyat dövrü ilə necə əlaqələndirilə biləcəyini göstərir:



Şəkil A.1 — İT: Sİ sisteminin həyat dövrü ilə bağlı xəritə

ƏDƏBİYYAT

- [1] ISO/IEC 12207:2008, *Systems and software engineering — Software life cycle processes*
- [2] ISO/IEC 15288:2015, *Systems and software engineering — System life cycle processes*
- [3] ISO/IEC/IEEE 15289:2019, *Systems and software engineering — Content of life-cycle information items (documentation)*
- [4] ISO/IEC 17788:2014, *Information technology — Cloud computing — Overview and vocabulary*
- [5] ISO/IEC 17789:2014, *Information technology — Cloud computing — Reference architecture*
- [6] ISO/IEC 20546:2019, *Information technology — Big data — Overview and vocabulary*
- [7] ISO/IEC 20547-3:2020, *Information technology — Big data reference architecture — Part 3: Reference architecture*
- [8] ISO/IEC 20889:2018, *Privacy enhancing data de-identification terminology and classification of techniques*
- [9] ISO/IEC 20924:2021, *Information technology — Internet of Things (IoT) — Vocabulary*
- [10] ISO/IEC 23053, *Information technology — Artificial Intelligence (AI) — Framework for Artificial Intelligence (AI) Systems Using Machine Learning (ML)*
- [11] ISO/IEC/TR 23188:2020, *Information technology — Cloud computing — Edge computing landscape*
- [12] ISO/IEC 23894, *Information technology — Artificial intelligence — Risk management*
- [13] ISO/IEC/TR 24027:2021, *Information technology — Artificial intelligence (AI) — Bias in AI systems and AI aided decision making*
- [14] ISO/IEC/TR 24028:2020, *Information technology — Artificial intelligence — Overview of trustworthiness in artificial intelligence*
- [15] ISO/IEC/TR 24029-1:2021, *Artificial Intelligence (AI) — Assessment of the robustness of neural networks — Part 1: Overview*
- [16] ISO/IEC 27040:2015, *Information technology — Security techniques — Storage security*
- [17] ISO/IEC 30141:2018, *Internet of Things (IoT) — Reference Architecture*
- [18] Graves A., Abdel-rahman Mohamed, Geoffrey E. Hinton, Speech recognition with deep recurrent neural networks, IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, 2013, DOI: 10.1109/ICASSP.2013.6638947.
- [19] Jena A., Reasoners and rule engines: Jena inference support, [https:// jena .apache .org/ documentation/ inference/ index .html](https://jena.apache.org/documentation/inference/index.html).
- [20] Artificial Intelligence Methodologies and Their Application to Diabetes. <https:// pubmed .ncbi .nlm .nih .gov/ 28539087/>.
- [21] Elman Jeffrey L., "Finding structure in time." Cognitive science **14.2** (1990): 179-211.

AZS ISO/IEC 22989:2023

- [22] Hochreiter Sepp, Schmidhuber Juergen“, Long short-term memory.” Neural computation **9.8** (1997): 1735-1780.
- [23] Japanese Society of Artificial Intelligence, AI Map Beta, [https:// www .ai -gakkai .or .jp/ pdf/ aimap/ AIMap_EN_20190606 .pdf](https://www.ai-gakkai.or.jp/pdf/aimap/AIMap_EN_20190606.pdf).
- [24] Zadeh L.A.“, Soft computing and fuzzy logic,” IEEE Software, 1994, vol. **11**, issue 6
- [25] Rigla M., Gema García-Sáez B., Pons, M., Artificial Intelligence Methodologies and Their Application to Diabetes Hernando, Journal of diabetes science and technology, 2018, DOI: 10 .1177/ 1932296817710475.
- [26] Recommendation of the council on artificial intelligence. [https:// legalinstruments .oecd .org/ en/ instruments/ OECD -LEGAL -0449](https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449).
- [27] Rozenblit J.W., Cognitive computing: Principles, architectures, and applications. In: Proc. 19th European Conf. on Modelling and Simulation (ECMS) (2005).
- [28] S. C., The CRISP-DM model: the new blueprint for data mining, J Data Warehousing (2000); **5**:13 — 22.
- [29] Stuart Russell and Peter Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd Edition) (Essex, England: Pearson, 2009).
- [30] Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles, SAE — On-Road Automated Driving (ORAD) committee, [https:// saemobilus .sae .org/ content/ J3016_201806/](https://saemobilus.sae.org/content/J3016_201806/) .
- [31] ISO/IEC/IEEE 24765:2017, *Systems and software engineering — Vocabulary*
- [32] ISO/IEC 2382:2015, *Information technology — Vocabulary*
- [33] ISO 16439:2014, *Information and documentation — Methods and procedures for assessing the impact of libraries*
- [34] ISO/IEC 2382-28:1995, *Information technology — Vocabulary — Part 28: Artificial intelligence — Basic concepts and expert systems*
- [35] ISO 8373:2012, *Robots and robotic devices — Vocabulary*
- [36] ISO 20252:2019, *Market, opinion and social research, including insights and data analytics — Vocabulary and service requirements*
- [37] ISO/IEC 29100:2011/Amd1: 2018, *Information technology — Security techniques — Privacy framework — Amendment 1: Clarifications*
- [38] ISO/IEC 38500:2015, *Information technology — Governance of IT for the organization*
- [39] ISO/IEC 27000:2018, *Information technology — Security techniques — Information security management systems — Overview and vocabulary*
- [40] ISO 31000:2018, *Risk management — Guidelines*
- [41] ISO/IEC 27042:2015, *Information technology — Security techniques — Guidelines for the analysis and interpretation of digital evidence*
- [42] ISO 17100:2015, *Translation services — Requirements for translation services*

- [43] ISO/IEC 15944-8:2012, *Information technology — Business operational view — Part 8: Identification of privacy protection requirements as external constraints on business transactions*
- [44] ISO 5127:2017, *Information and documentation — Foundation and vocabulary*
- [45] ISO/IEC 20071-11, *Information technology — User interface component accessibility — Part 11: Guidance on text alternatives for images*

Latvian