

UOT 004.9:351

*Hacırahimova M.Ş.<sup>1</sup>, İsmaylova M.İ.<sup>2</sup>*

AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

<sup>1</sup>[makrufa@science.az](mailto:makrufa@science.az), <sup>2</sup>[imarziya@gmail.com](mailto:imarziya@gmail.com)

## BÖYÜK VERİLƏNLƏRİN VİZUALLAŞDIRILMASI: MÖVCUD YANAŞMALAR VƏ PROBLEMLƏR

*Big Data yaşadığımız əsrin ən böyük problemlərindən biridir. Onun əsas məsələlərindən biri analizin nəticələrinin vizuallaşdırılmasıdır. Məqalədə vizuallaşdırmanın tarixi, mərhələləri, vizuallaşdırma metodlarının kateqoriyaları, mövcud yanaşmalar, böyük verilənlərin vizuallaşdırma problemləri, böyük verilənlərin vizuallaşdırma alətləri araşdırılmış və şərh edilmişdir.*

**Açar sözlər:** vizuallaşdırılma, big data, interaktiv vizuallaşdırma, elmi vizuallaşdırma, teq buludu, dinamik diaqramlar.

### Giriş

XXI əsrin əvvəllərindən başlayaraq texnika və texnologiyaların köməyi ilə yaradılan rəqəmsal verilənlər hər il həndəsi silsilə ilə artmış, “big data” fenomeni meydana gəlmişdir. “Big data” ənənəvi verilənlər bazası və mövcud alətlərin köməyi ilə emal edilməsi mümkün olmayan çox böyük həcmdə rəqəmsal verilənlər yığıdır. Burada problemlər təkcə həcm ilə bağlı deyildir, həm də böyük sürətlə toplanan informasiyanın müxtəlif formatlarda, ən əsası isə strukturlaşdırılmamış olması ilə bağlıdır. Sosial şəbəkələr, yerin süni peykləri, sensor şəbəkələr və s. kimi müxtəlif mənbələrdən generasiya olunan verilənlər axınının sürətlə artması [1, 2] verilənlərin idarə edilməsi, onlardan informasiya və bilik əldə edilməsi prosesini daha da çətinləşdirir. Verilənlərin vizuallaşdırılması vasitələrinin tətbiqi verilənlərin emalı və analizi ilə bağlı yaranmış problemlərin aradan qaldırılmasında mühüm rol oynayır. Vizuallaşdırma informatikanın əsas sahəsi kimi 1980-ci illərin sonunda meydana çıxmışdır. O, kompüter qrafikası, təsvirlərin emalı, kompüter görüntüsü, siqnalların emalı, avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemləri və insan-kompüter qarşılıqlı əlaqələri kimi sahələri əhatə edir və birləşdirir. Vizuallaşdırma, həm də insanın görmə sistemi ilə kompüter əlaqələndirən körpü rolunu oynayır. O, təsvirləri eyniləşdirməyə, fərziyyələr yaratmağa və böyük həcmli massivlərdən ideyalar əldə etməyə kömək edir ki, bu da elmi araşdırmalara və proqnozlaşdırmaya imkan yaradır. Vizuallaşdırmada kompüter texnologiyalarının istifadəsinə 1990-cı illərdən başlanılmasına baxmayaraq, vizuallaşdırmanın qədim tarixi vardır. Nümunə olaraq, coğrafi xəritələr, Mendeleyevin dövrü cədvəli və s. göstərmək olar [3, 4]. Verilənlərin vizuallaşdırılması daha səmərəli qərar qəbul etmə prosesini təmin etmək üçün analizin nəticələrinin anlaşılacaq formada müxtəlif qrafiklərlə təqdim etməyə imkan verən bir prosesdir. Verilənlərin vizuallaşdırılması mütəxəssislərdən olan Edvard Tufte (*ing. Edward Tufte*) demişdir: “Dünya mürəkkəbdir, dinamikdir, çoxölçülüdür, kağız isə statik və müstəvi şəklindədir. Bu müstəvidə biz dünyanın əzəməti haqqında vizual görüntünü necə təqdim edə bilərik?”. Həqiqətən də müasir dövrdə verilənlərin əldə edilməsi asan, onların dərk edilməsi, başa düşülməsi isə çətinləşir. Məhz ona görə də inkişaf etdirilmiş vizuallaşdırma vasitələri müasir cəmiyyətin əsas komponentinə çevrilmişdir. Belə ki, informasiyanın vizuallaşdırılması bu işdə çox əhəmiyyətli rol oynaya bilər. Düzgün seçilmiş təsvirlər, sözlər və rəqəmlərin kombinasiyası əldə olunmuş verilənlərin başa düşülməsində tam təsəvvür yarada bilər. Böyük verilənlərin emalına gəldikdə isə, bu o qədər də sadə məsələ deyildir və xüsusi metod və yanaşmalar tələb edir. Qrafik təsəvvür nəticələri obyektiv qiymətləndirməyə və məsələnin həllində düzgün qərar qəbul etməyə imkan verən ən effektiv təqdim etmə üsullarıdır.

Lakin böyük verilənlər halında klassik metodların çoxu səmərəsiz olur, bəzən isə konkret məsələlərin həllində tətbiqi mümkün olmur. Hər saniyə artan yüzlərlə terabayt və ekzabayt həcmində strukturlaşdırılmamış rəqəmsal verilənlərin toplanması və idarə edilməsi, saxlanması,

təhlükəsizliyi, axtarışı, analizi, eyni zamanda nəticələrin vizuallaşdırılması və onlardan dəyər yaradılması ciddi problemə çevrilmişdir.

Son zamanlar emal edilmiş verilənlərin sürətli təqdimatı üçün çoxlu sayda vizuallaşdırma metodları işlənib hazırlanmışdır. Bununla belə, böyük verilənlərin vizuallaşdırılmasının inkişafını bitmiş hesab etmək düzgün olmaz, çünki yeni metodlar yeni tədqiqat məsələləri və həlləri yaradır. Eyni zamanda, böyük həcmli verilənlərin həcm, sürət, müxtəliflik [5, 6], dəyər və həqiqilik [7] kimi xarakteristikaları çevik qərarların icrasını tələb edir. Ona görə də, bu sahənin elmi-tədqiqat obyektini kimi öyrənilməsi və elmi-nəzəri problemlərinin araşdırılması vacibdir və aktualdır.

### **Vizuallaşdırma anlayışı, tarixi, mahiyyəti və mərhələləri**

**Vizuallaşdırma** latın dilində “*visualis*” sözündən olub, görmə, müşahidə mənasını verir və rəqəmsal informasiyanın və ya fiziki hadisələrin münasib şəkildə müşahidə və analizinin nəticələrinin görüntüsünü təqdim etmək üsuludur. Artıq vizuallaşdırma böyük verilənlərin həcm, sürət, müxtəliflik, dəyər, həqiqilik kimi əsas xarakteristikalarından birinə çevrilmişdir [8]. Son zamanlar nüfuzlu beynəlxalq təşkilatlar və elmi qurumlar tərəfindən çox böyük həcmdə informasiyanın emalının müxtəlif aspektlərinə həsr olunmuş bir çox konfrans, simpozium, seminar və forumlar keçirilməkdədir. Bu tədbirlərin əsas müzakirə mövzularından biri də vizuallaşdırma məsələsidir. Qeyd etmək lazımdır ki, vizuallaşdırma üzrə ilk konfrans 1990-cı ildə Elektrik və Elektron Mühəndisləri İnstitutu (*ing. Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE*) tərəfindən keçirilmişdir [3, 4]. Böyük verilənlərin vizuallaşdırılması məsələsi isə 2013-cü ildən “Big data” çərçivəsində keçirilən beynəlxalq konfransların müzakirə mövzusunda çevrilmişdir. 2015-ci ildə Springer-in təşkilatçılığı ilə ABŞ-da keçirilən vizual hesablamalar üzrə 11-ci beynəlxalq simpoziumun xüsusi buraxılışlarından biri məhz “big data” vizuallaşdırması və analitikasına həsr olunmuşdur [9]. Buraxılışda sənaye və elmi dairələrin ekspertləri üçün “big data” vizuallaşdırması və analitikası sahəsindəki tədqiqatların, ideyaların, layihələrin və proqramların nəticələri təqdim edilmişdir. Big data vizuallaşdırması, vizual hesablamalar üçün böyük ölçülü verilənlər yığınının emalı, vizual big data analitikası, elmi və informasiya vizuallaşdırması, təsvirlərin emalı və kompüter görüntüsü və s. simpoziumun müzakirə mövzusu olmuşdur.

Ümumiyyətlə, informasiyanın vizuallaşdırılması yeni sahə deyildir. Belə ki, informasiyanın vizual olaraq ötürülməsi çox qədim tarixə malikdir (məsələn, daş üzərindəki qədim rəsmlər, Misir heroqlifləri, yunan həndəsəsi, Leonardo da Vinçinin inqilabi rəsm üsulları, mühəndis və elmi məqsədlər üçün texniki rəsmlər və s.). Amerika psixoloqu Maykl Frenkli (*ing. Michael Friendly*) verilənlərin vizuallaşdırma tarixini aşağıdakı mərhələlərə bölmüşdür [10–12]:

XVII əsrə qədər – ilkin xəritələr və diaqramlar;

1600–1699 – ölçmə və nəzəriyyələr;

1700–1799 – yeni qrafik formalar;

1800–1850 – müasir qrafiklərin başlanğıcı;

1850–1900 – statistik qrafikanın qızıl əsri;

1900–1950 – dumanlı illər;

1950–1975 – verilənlərin vizuallaşdırılmasının intibahı;

1975 – hazırkı dövr – interaktiv və dinamik vizuallaşdırma.

*İlkin xəritələr və diaqramlar* – vizuallaşdırmanın başlanğıcı ulduzların vəziyyətini həndəsi diaqram və cədvəllərlə illüstrasiya etməklə qoyulmuşdur. İlkin təsvirlərdə planetlərin hərəkəti göstərilən ikiölçülü koordinat sistemində ulduzların yerdəyişməsinin qrafiki verilir. Bu qrafik həmin dövrü yaxşı illüstrasiya edir.

*Ölçmə və nəzəriyyələr* dövründə alimləri zaman, məsafə və sahəni necə ölçmək maraqlandırır. Məhz bu dövrdə koordinat sistemi meydana çıxmış, ehtimal nəzəriyyəsi və demoqrafik statistika yaranmışdır. Bu dövrün illüstrasiyasına Kristofer Şaynerin (*ing. Christopher Scheiner*) 1630-cu il tarixli əsəri aiddir.

*Yeni qrafik formalar* dövründə xəritələrdə coğrafi məkan yalnız sadəcə nöqtə şəklində deyil, həm də konturlarla təsvir edilirdi. Eyni zamanda xəritələr üzərində tematik, geoloji, iqtisadi, tibbi illüstrasiyalar qeyd olunurdu. Abstrakt vizuallaşdırma genişləndikcə, daha çox informasiya toplanır, onların təsviri üçün uyğun olaraq yeni vizual formalara ehtiyac yaranırdı.

Bu dövrdə, həmçinin Jak Barbeu Dubur (*ing. Jacques Barbeu-Dubourg*) tərəfindən təklif olunmuş (bütün tarixin qrafiki) zaman şkalası üzrə “xronoloji xəritələr” meydana gəlir. Paralel olaraq, Cozef Pristli (*ing. Joseph Priestley*) zaman şkalasında 2000 tanınmış insanın bioqrafiyasını təsvir etmişdir. Bir qədər sonra o, özünün tarixin inkişafı versiyasını təqdim etmişdir. Daha sonralar sahələri, demoqrafik çoxluqları müqayisə etmək üçün kvadrat, üçbucaq, dairə kimi həndəsi fiqurlardan istifadə edilmişdir. Eyni zamanda üçrəngli nəşrlər rəngli kodlaşmaya imkan yaratmışdır. Bu dövrün daha uğurlu bir misalı isə qrafikləri daha asan şəkildə çəkmək üçün millimetrik kağızların yaranması idi.

*Müasir qrafiklərin başlanğıcı* dövründə isə dairəvi, sütunlu, sahə diaqramları meydana gəlmişdir. Müasir qrafikanın başlanğıc nöqtəsi Londonun məşhur küçələrində xolera xəstəliyinin Con Snoy (*ing. John Snow*) tərəfindən vizuallaşdırılması hesab olunur. Dairəvi diaqramı isə Kırım müharibəsində əsgərlərin daha çox xəstəlikdən (göy rəng), döyüş sahəsində (qırmızı rəng) və digər səbəblərdən (qara rəng) öldüyünü göstərmək məqsədi ilə 1858-ci ildə Böyük Britaniyanın ictimai xadimi Florens Naytingel yaratmışdır.

*Statistik qrafikanın qızıl əsri.* 1800-ci illərin ortalarında vizuallaşdırmanın sürətli artımına yönəlmiş hər cür şərait – verilənlərin qrafikləri üçün “ideal ştorm” yaradılmışdır. Sosial layihələr, sənayeləşmə, ticarət və nəqliyyat üçün rəqəmsal informasiyanın əhəmiyyətliyi artması əlaməti olaraq bütün Avropada rəsmi dövlət statistika idarələri yaradılmışdır. Qaus və Laplas tərəfindən əsas qoyulmuş, Gerri və Kettle tərəfindən sosial mühitə yayılmış statistik nəzəriyyə böyük verilənlər massivlərini anlamaq üçün üsullar nəzərdə tutmuşdur. Əslində qrafiklər üçün ruh yüksəkliyi yaradan bu əsr, sonda qrafiklər və tematik kartoqrafiyada misilsiz bir gözəllik və bir çox yeniliklər ilə qızıl əsr adlandırılmaqla başa çatmışdır.

*Dumanlı illər.* Keçən əsrin sonları statistik qrafiklər və tematik kartoqrafiyada “qızıl əsr” kimi özünü göstərmişdirsə, 1900-cü illərin əvvəllərini vizuallaşdırmanın “müasir qaranlıq əsr” adlandırmaq olar. Həmin illərdə qrafiklər sahəsində yeniliklərlə müqayisədə kəmiyyət və formal modellərin inkişafı böyük vüsət almışdır. Bu dövrdə (1920–1930-cu illər) “isotype”-in banisi Otto Neyrat (*ing. Otto Neurath*) vizual analitik və filosof kimi sosial bərabərsizliyin əyani nümayişi üçün müasir iqtisadiyyatın statistikasını vizuallaşdırmışdır. Bundan sonra informasiya qrafikinə (*ing. infographer*) maraq yenidən geri qayıtdı və o, gələcək artım üçün tramplin oldu.

1950–1975-ci illərdə alimlər və yazıçılar vizuallaşdırma ideyalarını populyarlaşdırmağa başladılar. 1962-ci ildə Con Tykey (*ing. John Tukey*) “Verilənlərin analizinin gələcəyi” adlı məqaləsində verilənlərin analizini riyazi statistikadan fərqli olan statistikanın bir qanuni sahəsi kimi qəbul etmək çağırışı ilə çıxış etmişdir. Daha sonra o, “Verilənlərin analizinin tədqiqi” başlığı altında geniş surətdə bir sıra yeni, sadə və effektiv qrafik görüntülər (gövdə-yarpaq qrafikləri, qutu qrafikləri, ikitərəfli cədvəl görüntüləri və s.) kəşf etmişdir. Elə bu zaman ilk interaktiv vizuallaşdırma meydana gəlmişdir.

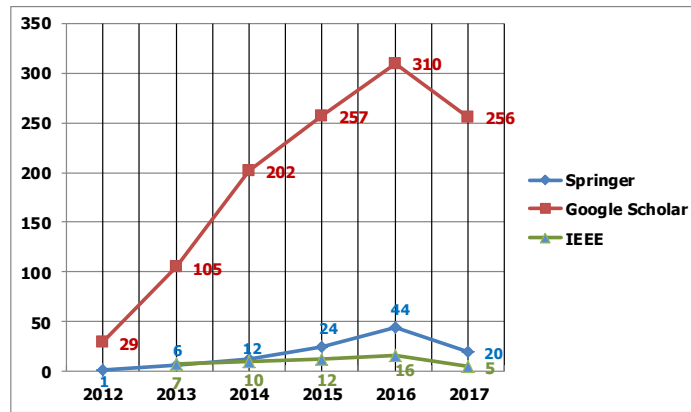
Robert Kosara özünün “Storytelling: The Next Step for Visualization” adlı məqaləsində vizuallaşdırmanın növbəti mərhələsini nağıl-əfsanə adlandırır. Müəllifin fikrincə, insanlara həmişə tarixdə faktları əlaqələndirmək xüsusiyyəti xasdır. Çünki bu, informasiyanı daha yaxşı təqdim etməyə və onu yadda saxlamağa kömək edir. Bu da vizuallaşdırmanın gələcəyindən xəbər verir. Daniel Keefe və Tobias Isenberg isə “Reimagining the Scientific Visualization Interaction Paradigm” adlı elmi məqalədə gələcəyi vizual verilənlərin virtual sahəsi – mükəmməl kompüter üsullarını təbii insan qarşılıqlı əlaqələri və vizuallaşdırma kommunikasiyaları ilə kombinə etməyin mümkün olduğu bir sahə kimi təsəvvür edirlər.

Bu gün verilənlərin analizi və vizuallaşdırma alətlərinin geniş əlyətərliyi interaktiv və dinamik vizuallaşdırma dövrünün başlanğıcını qoymuşdur. Bu, interaktiv sistemlərin

mövcudluğu, 3D modellərinin imkanları, kompüterlərin hesablama gücünün artması, xüsusilə də İnternetin mövcud olması sayəsində böyük ölçülü verilənlərə əlyətərliyin təmin olunması ilə mümkün olmuşdur.

Hazırda dünyanın tanınmış elmi mərkəzlərində böyük verilənlərin vizuallaşdırılması istiqamətində fundamental elmi-tədqiqat işləri aparılmaqdadır. Onlardan İntel şirkətinin vizuallaşdırmaya həsr olunmuş xüsusi buraxılışını (“White Paper”), kompüter vizuallaşdırması və insan-kompüter qarşılıqlı əlaqəsi sahəsində tanınmış mütəxəssis B.Şneydermanın və hazırda böyük verilənlərin vizuallaşdırılması sahəsində aparıcı mütəxəssis olan Kaliforniya Universitetinin professoru Kvan Lyu Manın (*ing. Kwan-Liu Ma*) elmi-tədqiqat işlərini göstərmək olar [13–17].

Dünyanın bir sıra elmi bazalarında apardığımız araşdırmanın nəticəsi olaraq tədqiqatların illər üzrə dinamikası aşağıdakı qrafikdə öz əksini tapmışdır (şək. 1).



Şəkil 1. Springer, Google Scholar və IEEE bazalarında Big Data vizuallaşdırması üzrə tədqiqatların paylanması.

### Verilənlərin ənənəvi vizuallaşdırma üsulları və mövcud yanaşmalar

İnformasiya hazırda insan həyatının ayrılmaz hissəsidir. Böyük miqdarda informasiya və ya verilən müxtəlif mənbələrdən generasiya edilir və hər il insanlar bu informasiyalarla işləməli olurlar. Onların daha yaxşı qavranılması üçün verilənlərin analizinin nəticələrinin vizual təqdim edilməsi çox vacibdir. Ənənəvi olaraq verilənlərin vizuallaşdırılmasında müxtəlif metodlardan istifadə olunmuşdur. Bu vizuallaşdırma metodları statik, dinamik və interaktiv kimi üç əsas qrup üzrə təsnifatlandırılır. Bu metodlar üzrə bir çox yanaşmalar mövcuddur. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, bu yanaşmaların bəziləri hər üç qrupda istifadə oluna bilər. Onlardan bəzilərini şərh edək.

**Xətti qrafik (*ing. line chart*)** bir dəyişənin başqası ilə qarşılıqlı əlaqəsini bildirir. Belə qrafiklər çox vaxt uzun müddət ərzində baş verən dəyişiklikləri izləmək üçün istifadə olunurlar və bir neçə obyektə eyni zamanda müqayisə etməyə kömək edirlər. Xətti qrafik bir və ya bir neçə dəyişənin vizual təsvirinə ehtiyac olduqda və bu dəyişənlərin məzmunu haqqında informasiyanın dəyişmə sürətinin təsvirində istifadə olunur.

Qeyd etmək lazımdır ki, verilənlərin müəyyən miqdarda nöqtələri məlumdursa, onlar üçün yalnız xətti qrafikləri seçmək lazım deyil. Bunun üçün daha sadə bir təsvir tipi də seçmək olar, məsələn, onları cədvəl şəklində müəyyən sıra ilə sadalamaq olar. Xətti diaqramdan istifadə etdikdə nöqtələr arasındakı əlaqə məsələsinə baxılmalıdır [17, 18].

**Histroqramlar (*ing. bar chart*)** adətən müxtəlif qrup və kateqoriyalı verilənlərin kəmiyyət göstəricilərini müqayisə etmək üçün istifadə olunurlar. Kateqoriyaların məzmunu barlar şəklində nümayiş etdirilir, onlar şaquli və üfüqi şəkildə düzülə bilər, hündürlük və uzunluqları isə verilənlərin müəyyən qiymətlərinə uyğundur. Bu qiymətlər kifayət qədər fərqlənirsə, barlarda

fərqi insan gözü ilə görmək mümkündür, sadə bir bar diaqram da istifadə oluna bilər. Qiymətlər bir-birinə çox yaxın olduqda və yaxud sayları çox olduqda, onları öz aralarında müqayisə etmək çətinləşir. Bunun üçün barları müxtəlif rənglərdə vermək olar.

Histogramın digər forması isə progressiv diaqram və ya şələlə şəkilli (*ing. waterfall*) diaqramlardır. Bu növ diaqram verilənlərin ilkin qiymətinin bir sıra əməliyyatlar zamanı necə dəyişdiyini (artdığını və ya azaldığını) göstərir. İlk bar ilkin qiymətlə başlayır, hər sonrakı bar isə əvvəlki barın bitdiyi yerdən başlayır. Barın uzunluğu və istiqaməti isə prosesin miqdarını və tipini göstərir. Nəticədə alınan pilləli kaskad bu prosesin və ya əməliyyatın son nəticəyə necə gətirib çıxaracağını göstərir [17–19].

**Səpələnmə diaqramları** (*ing. scatter plots*) riyazi diaqramın əsasən iki dəyişənə görə verilənlər çoxluğunu təsvir etmək üçün dekart koordinat sistemindən istifadə edilən tipidir. Dəyişənlərin sayını bəzi hallarda rəng nişanlarından istifadə etməklə 3-ə qaldırmaq olar. Bunun köməyi ilə diaqramda göstərilən dəyişənlər arasındakı asılılığın istiqaməti və xəttliliyini müəyyən etmək olar. Diaqramdakı nöqtələrin sayının artması ilə korrelyasiya həddi də artır. Səpələnmə diaqramı əsasən çoxölçülü verilənlərin vizuallaşdırılmasında istifadə olunur. Ancaq böyük sayda verilənlərin 2D təsviri zamanı çətinlikləri vardır. Səpələnmə diaqramının interaktiv verilənlərin vizuallaşdırılmasında 3D genişlənməsi regressiv kub adlanır. Onlar 3D diaqramlarını üç aspektdən əhəmiyyətli dərəcədə böyüdürlər. Burada iki dəyişən arasında həssas xətlər və həssas axın xəttinin köməyi ilə korrelyasiyalar göstərilir. Regressiya kubu müxtəlif təsnifatlandırma və informasiya axtarışı məsələsi vasitəsilə çoxölçülü verilənlər toplusunun interaktiv vizual tədqiqatına imkan verir [17, 18].

**Qabarcıq şəkilli diaqramlar** (*ing. bubble plots*) nöqtəli diaqramın bir növüdür, nöqtələr su qabarcıqları şəklində göstərilir və onlar digərlərindən ölçülərinə və mövqelərinə görə fərqlənirlər. Burada  $X$  və  $Y$  oxları ilə yanaşı  $Z$  oxu da istifadə olunur. Su qabarcıqları diaqramı çox vaxt maliyyə verilənlərini əks etdirmək üçün istifadə olunur. Su qabarcıqları ölçülərinin fərqliliyi konkret qiyməti vizual olaraq ayırmağa imkan verir [17, 18].

**Dairəvi diaqramlar** (*ing. pie chart*) verilənləri dairənin seqmentləri kimi və ya faiz hissələri kimi qrafiki təsvir etməyə imkan verir. Bu diaqramların köməyi ilə verilənləri yalnız bir sırada nümayiş etdirmək mümkündür və onlar elementlərin ölçüsünün onların cəminə olan nisbətini bildirir [17, 19].

Dairəvi diaqramların daha yaxşı olması ətrafında çoxlu mübahisələr mövcuddur. Çünki insan gözü ilə dairənin hissələrini müqayisə etmək asan olmadığından, nəticələrin qiymətləndirilməsinin interpretasiyası ilə əlaqədar çətinliklər yaranır.

**Ağacvari xəritələr** (*ing. tree maps*) metodu bütün verilənləri iyerarxik bir ağacın komponentləri kimi nümayiş etdirir. Burada ağacın budaqları ilə birləşdirilmiş düzbucaqlar göstərilir və onlar bir-birlərindən rəng və ölçü baxımından fərqlənirlər. Bu da verilən parametrlərdən asılıdır. Üsul verilənlərin münasibətini dəqiq nümayiş etdirir, lakin çox vaxt bu müəyyən zaman ərzində olur [17, 20].

**Sektor diaqramları** (*ing. sunburst*) ağacvari strukturun nisbətən yeni metodudur və çox vaxt “tree maps” tipinə alternativ olaraq istifadə olunur. Bu metodlar arasında əsas fərq odur ki, verilənlər yalnız en və hündürlüklə deyil, həmçinin radius və budağın uzunluğu ilə də fərqlənirlər. Bu da bütün sxemi olduğu kimi saxlayıb, ancaq radiusun dəyişməsi ilə yeni verilənlər olan bir sektoru dəyişməyə imkan verir. Bu özəlliyyə sayəsində metod animasiyadan istifadə edilərək verilənlərin dinamikasını göstərmək üçün uyğunlaşdırıla bilər [20].

**Xəritələr** (*ing. maps*) metodunun ən çox istifadə olunan növləri: coğrafi, fotoqrafik, yol və e-tematik xəritələrdir. Məlumdur ki, coğrafi xəritələr coğrafi obyektlərin sxematik təsvirində istifadə olunur. Fotoqrafik xəritələr sputnikdən coğrafi obyektlərin foto görüntüləridir. Yol xəritələri isə magistralların, dəmir yollarının və digər yolların sxemini göstərir [21].

Tətbiqedilmə sahələrindən asılı olaraq vizuallaşdırma metodları aşağıdakı kimi qruplaşdırılır [3–4, 17, 22, 23]:

- Elmi vizuallaşdırma (*ing. scientific visualization*);
- İnformasiya vizuallaşdırması (*ing. information visualization*);
- Proqram təminatının vizuallaşdırılması (*ing. software visualization*).

Hesablama texnikaları və riyazi modelləşdirmə metodlarının intensiv inkişafı elmi vizuallaşdırma adlanan yeni elm sahəsini formalaşdırmış və o, ayrıca bir fənn kimi 1980-ci ildə meydana çıxmışdır. Elmi vizuallaşdırma alim və mühəndislər tərəfindən böyük həcmli verilənlərdə gizli qalan fiziki hadisələrin daha effektiv başa düşülməsinə kömək edir. Verilənlər mürəkkəb simulyasiya modellərindən və ya tibbi skaner, teleskop, peyk sistemlərindən əldə edilə bilər. Elmi vizuallaşdırmanın fərqləndirici xüsusiyyəti təbii oxşarıqlara malik vizuallaşdırılan obyektlərin fiziki xassələri ilə əlaqədardır. Məsələn, Yer kürəsi, insan bədəni, molekul, dezoksiribinuklein turşusu və s. Fiziki obyektlərin təsviri üçün riyazi modellərin işlənməsi informasiyanın əks etdirilməsində mühüm rol oynayır. Rəng və digər vizual işarələr fiziki obyektlərə əlavə olunaraq onun müxtəlif atributlarını təsvir etmək üçün istifadə edilir. “Isosurfaces”, “volume rendering” və “qlups” elmi vizuallaşdırmanın atributlarının verilməsinin ən çox yayılmış üsullarındandır. “Isosurfaces” atributların paylanması göstərir, məsələn, coğrafi xəritələrdə rəngli konturlarla temperaturun dəyişmə zonaları təqdim edilir. “Volume rendering” üçölçülü verilənləri interaktiv qarşılıqlı əlaqə vasitəsilə tam həcmdə təqdim etməyə imkan verir. Misal olaraq, maqnit-rezonans tomoqrafiyanın tibbi verilənləri, avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin verilənləri, məsafədən öyrənmə sistemlərini və s. göstərmək olar. Qlups (xüsusi simvolların təsviri) müxtəlif vizual siqnalların kombinasiyası vasitəsilə bir çox atributları əks etdirmək imkanını təmin edir. Burada simvollar adətən informasiya selinin təsviri üçün tətbiq edirlər. Ən çox yayılmış simvol ox işarəsidir. Məsələn, xəritədə küləyin istiqaməti və gücü oxla təsvir edilir.

İnformasiya vizuallaşdırması 1980-ci ilin sonunda insan-kompüter qarşılıqlı əlaqəsinin bir sahəsi kimi formalaşmışdır. İnformasiya vizuallaşdırması fənlərarası bir tədqiqat sahəsi olaraq vizuallaşdırılan verilənlərin və proseslərin predmet sahəsi haqqındakı biliyə, informasiyanın insan tərəfindən vizual qavrayışına və verilənlərin analizinin riyazi metodlarına yiyələnməsinə əsaslanır. İnformasiya vizuallaşdırması istifadəçilərə təsvirləri, korrelyasiyaları və ya klasterləri aşkar etməyə kömək edir. İnformasiya vizuallaşdırması ya strukturlaşdırılmış və ya strukturlaşdırılmamış informasiyaya tətbiq olunur. Strukturlaşdırılmış informasiya qabaqcadan müəyyən edilmiş dəyişənlərlə ədəd şəklində təqdim edilir. Məsələn, biznes tranzaksiya verilənləri, İnternet trafik verilənləri, həmçinin İnternetdən istifadə haqqında verilənləri və s. qeyd etmək olar. İlk vaxtlar verilənlərin qavranılmasını yaxşılaşdırmaq üçün xətti qrafik, səpələnmə diaqramı, histqramlar, dairəvi diaqramlar kimi standart statik qrafiklərdən istifadə edilirdi.

Hal-hazırda böyük həcmli verilənlərin vizuallaşdırılmasında verilənlərdə ümumi təsvirlərin aşkarlanmasını əhəmiyyətli dərəcədə sadələşdirmək üçün verilənlərin intellektual analizinin (*ing. data mining*) müxtəlif metodları tətbiq edilir. Kompüterləşmiş vizuallaşdırmalar intellektual analiz alqoritmlərinin köməyi ilə tanınan təsvirlərin və ya strukturların çatdırılması üçün bir vasitədir. Strukturlaşdırılmamış informasiya isə dəqiq müəyyən edilmiş dəyişənlərə və atributlara malik deyildir. Məsələn, ofis sənədləri, veb saytlar və ya elektron poçt arxivləri üzrə kolleksiyalar və s. Bu halda qrafik təsvirin formalaşmasından əvvəl dəyişənlərin müəyyən olunması və analiz edilməsi tələb olunur.

Proqram təminatının vizuallaşdırılmasına aşağıdakı kimi tərif verilmişdir: Proqram təminatının vizuallaşdırılması – başa düşülmə və qarşılıqlı anlamanın, həmçinin baxılan mövcud proqram təminatı sisteminin mürəkkəbliyinin azaldılmasını təmin etmək üçün təsvirlərin müxtəlif formalarından istifadə edən bir fəndir.

Proqram təminatının vizuallaşdırılması adətən ya proqram kodunun, ya da alqoritmin animasiya ilə əyani surətdə təqdimindən ibarətdir. Bu da mühəndislərə çətin proqram təminatının hazırlanması, sazlanması, optimallaşdırılmasının idarə edilməsində kömək edir.

## Böyük verilənlərin vizuallaşdırma problemləri

Böyük verilənlərin analizində əsas məsələlərdən biri də nəticələrin təqdim olunması – vizuallaşdırılmasıdır. Ümumiyyətlə, verilənlərin vizuallaşdırılması onların emalı və analizində ən sadə və təbii üsullardandır. Bu üsul insana təqdim olunmuş informasiya ilə daha tez tanış olmağa və nəticələri düzgün qiymətləndirməklə optimal qərar verməyə kömək edir [2, 3].

Böyük ölçüyə və həcmə malik verilənlərin vizuallaşdırılmasında ənənəvi metodların tətbiqi o qədər də səmərəli deyildir. Araşdırmalar göstərir ki, həcm, sürət, müxtəliflik kimi xüsusiyyətlərə malik böyük verilənlərin vizuallaşdırılmasının əsas elmi-nəzəri problemləri aşağıdakılardır [20, 24–27]:

- **Vizual küy** (*ing. visual noise*). Bu problem verilənlər çoxluğunda obyektlərin bir-biri ilə həddindən artıq əlaqəli olmasından yaranır. Vizual küy verilənlərin korlanması, təhrif olunması deyil, sadəcə ekranda obyektlərin ayrılıqda görüntüsünün kiçilməsi və ya itməsidir. Bu da bütün görüntüdə faydalı informasiyanın alınmasını çətinləşdirir və əlavə emal tələb olunur;
- **Böyük təsvirin qavranılması** (*ing. large image perception*). Yuxarıda göstərilən problem verilənlərin daha böyük ekranlarda paylanması yolu ilə həll oluna bilər. Amma bəzən bu, böyük təsvirin qavranılması problemini yaradır. İnsanın beyni bəlli səviyyədə vizual görüntünü qəbul edə bilər. Verilənlərin qrafik vizuallaşdırılmasının dərk olunması səviyyəsi cədvəl vizuallaşdırılmasından yüksək olsa da, müəyyən məhdudiyyətlər mövcuddur. Belə ki, müəyyən səviyyəni keçdikdə, insan həddindən artıq yüklənmiş vizual verilənlərdən əlavə informasiya əldə etmək qabiliyyətini itirir. Bütün vizuallaşdırma metodlarının imkanları verilənlərin çıxışda görüntüsünü təmin edən texniki qurğuların imkanları ilə məhdudlaşır. Əlbəttə, biz nə qədər daha müasir qurğu istifadə etsək də, yenə insanın dərk etmə qabiliyyətinin məhdudluğu ilə qarşılaşırıq. Deməli, verilənlərin vizuallaşdırma metodları tək qurğuların imkanları ilə deyil, həm də insanın fiziki qavrayışları ilə məhdudlaşır. Qeyd olunan problemin həllində verilənlərin filtrasiyası – kiçildilməsi yanaşmasından istifadə edilir;
- **İnformasiya itkisi** (*ing. information loss*). Bu, vizual küy və böyük təsvirin qavranılması probleminin həllindən doğan problemdir. Qeyd olunan problemin həllinə tətbiq edilən yanaşmalar sonda istifadə olunan verilənləri azaltsa da, informasiya itkisi adlanan yeni problemin yaranmasına gətirib çıxarır. Çünki vizual informasiyanın azaldılması metodları obyektlərin yaxınlığı əsasında verilənlərin bir və ya bir neçə meyarə görə aqreqasiya və filtrasiyasını həyata keçirir. Bu yanaşmalar analitikləri yanılda bilər, daha vacib və maraq kəsb edən gizli obyektlər diqqətdən kənar qala bilər. Həmçinin dəqiq və lazımı informasiyanı almaq üçün verilənlərin aqreqasiyası prosesi böyük zaman və hesablama resursu tələb edə bilər;
- **Yüksək məhsuldarlıq tələbləri** (*ing. high performance requirements*). Qrafik analiz təsvirlərin yalnız statik vizuallaşdırılması ilə məhdudlaşmır, dinamik vizuallaşdırmadan da istifadə edilir ki, bu zaman da statik vizuallaşdırmada nəzərə çarpmayan bir problem yaranır. Vizuallaşmanın müəyyən sürətində prosesin məhsuldarlığına tələb yaranır. Çünki analiz prosesində böyük sayda verilənlərin filtrasiyası üçün çox zaman və hesablama resursu tələb olunur;
- **Təsvirlərin yüksək sürətlə dəyişməsi** (*ing. high rate of image change*). Adından da göründüyü kimi, bu problem təsvirlərin yüksək sürətlə dəyişməsi ilə əlaqədardır. Yəni, müşahidə zamanı insan sadəcə olaraq verilənlərin sürətli dəyişməsinə və ya onların ekrandakı intensivliyinə reaksiya göstərə bilmir. Dəyişən verilənlərin sürətinin azalması prosesin arzu olunan effektivliyini təmin edə bilmir. Ancaq insan reaksiyasının sürəti bu prosesdə müəyyən məhdudiyyətlər yaradır.

Bu problemlərin aradan qaldırılması üçün yeni üsulların və texnologiyaların işlənməsi, eləcə də, ixtisaslı kadrların olması vacibdir.

## Böyük verilənlərin vizuallaşdırılmasında yeni üsul və alətlər

Böyük verilənlərin vizual təqdiminin əsas məqsədi:

1. verilənlərdə gizli qanunauyğunluqların və anomaliyaların aşkar edilməsi;
2. müəyyən dəyərlərin axtarışında çevikliyin artırılması;
3. həcmdə müvafiq olan fərqi almaq məqsədilə müxtəlif blokların müqayisəsi;
4. real vaxt rejimi üçün insanın qarşılıqlı əlaqəsinin qurulması (ekskursiya, miqyaslama və s.).

Lakin böyük verilənlər üçün klassik vizuallaşdırma metodlarının bir çoxunun istifadəsinin səmərəsiz olması, və ya konkret məsələlərin həllində tətbiqinin mümkün olmaması yeni vizuallaşdırma üsullarının və alətlərinin yaranmasına səbəb olmuşdur.

Böyük verilənlərin vizuallaşdırılmasında ən çox istifadə olunan metodlardan bəzilərini nəzərdən keçirək:

- **Teq buludu** (*ing. tag cloud*) – sənədin və ya kolleksiyanın məzmununu təsvir edən termin, yaxud qısa frazalardan ibarət məşhur Web 2.0-in vizual təsviridir. Bir qayda olaraq, təbii dilin işlənməsi metodlarından istifadə etməklə, sənədin məzmunundan əldə edilən açar sözlər və ya adlandırılmış obyektlər təsvir edilir. Sözlərin ölçüsü, rəngi və yerləşməsi onların vaciblik, eyni zamanda estetik və rahatlıq meyarlarına görə idarə olunur. Bu metodda hər bir elementə onun çəki əmsali mənimsədilir. Əmsal nə qədər yüksək olarsa, şriftin ölçüsü də bir o qədər yüksək olar. Çəki əmsali ekspertin müəyyənləşdirdiyi elementin vacibliyindən, onun vəziyyətinin dəyişmə tezliyindən və digər faktorlardan asılıdır [28, 29].
- **Clasterqram** (*ing. clustergram*) – klaster analizində klasterlərin sayı artdıqca, verilənlərin ayrı-ayrı elementlərinin klasterlərə necə mənimsədildiyini göstərmək üçün istifadə olunan vizuallaşdırma metodudur. Klaster analizi məsələlərində klasterlərin sayının seçimi vacib parametrdir [22, 30].
- **Dinamik diaqramlar** (*ing. motion charts*) – 2D kürəcikli diaqramlardan istifadə edərək böyük və çoxölçülü verilənlərin effektiv tədqiqinə və onlarla qarşılıqlı əlaqəsinə imkan verir. Kürəciklər (bu metodun əsas obyektləridir) nəzərdə tutulmuş dəyişən təsvirə görə idarə edilə bilirlər [22]. Dinamik diaqramlar üçün qrafik verilənlərin alətləri Google [31], amCharts [32] və IBM Many Eyes-də [33] təqdim edilmişdir.
- **Alətlər paneli** (*ing. dashboard*) – müxtəlif formatlı loq-faylları əks etdirməyə və verilənlərin seçilmiş diapazonları əsasında onların süzgəcdən keçirilməsinə imkan verir. Alətlər paneli üç laydan ibarətdir: verilənlər (xam verilənlər), analiz (düsturlar və verilənlər layından cədvəllərə ötürülən verilənlər) və təqdimat (analiz layının əsasında qrafik təqdimatlar) [22].
- **Axin tarixçəsi** (*ing. history flow*) – vizuallaşdırmanın bu metodundan bir çox müəlliflər tərəfindən redaktə edilən bir sənədin təkamülünü təsvir etmək üçün istifadə edilir. O, sənədin hansı müəllif tərəfindən redaktə edildiyini, sənədə nə əlavə edildiyini və nə qədər vaxt sərf edildiyini izləməyə imkan verir. Burada vaxt üfüqi oxla, daxil edilən mətn şaquli oxla göstərilir, hər bir müəllif müxtəlif rəng koduna malikdir və sətrin şaquli uzunluğu hər bir müəllif tərəfindən yazılan mətnin sayını göstərir [28].

Böyük verilənlərin analizinin vizual təqdimi onun izahı üçün çox önəmlidir. Qeyd edildiyi kimi, insanın qavrama qabiliyyəti məhduddur. Səmərəli vizuallaşdırma alətləri insan beyninin dərk etmə və qavrama kimi xüsusiyyətlərini nəzərə almalıdır. Verilənlərin təqdim edilməsinin müasir metodlarının əsas məqsədi şəkillərin, diaqramların və animasiyaların yaxşılaşdırılması ilə bağlıdır. Böyük verilənlərin emaletmə alətləri petabayt (PB), zetabayt (ZB) həcmində verilənləri emaletmə qabiliyyətinə malik olsalar da, bəzən onlar bu həcmdə olan verilənləri vizuallaşdırma bilmirlər. Böyük verilənlər qarşısızalmaz sürətlə və böyük həcmə ekponensial sürətlə artdığı üçün vizuallaşdırmanın miqyaslanma bilən alətlərinin olmaması gizli informasiyanın əldə edilməsi prosesini çətinləşdirir. Böyük verilənlərin yuxarıda sadlanan problemlərinin öhdəsindən gəlmək



üçün müxtəlif vizuallaşdırma alətlərindən istifadə edilir. Onlardan bir neçəsi aşağıda şərh edilmişdir:

**Tableau.** Biznes analitika yönümlü verilənlərin vizuallaşdırılması üçün interaktiv vizuallaşdırmanın geniş imkanlarını təqdim edir. O, sürətli və çevikdir, istifadəçi interfeysi intuiativ anlaşılandır, bir cox diaqramlar əlyətərlidir. Sadə hesablamalar və statistika üçün heç bir kodlaşma bacarığı tələb olunmur, ancaq çətin analitika üçün modelləri verilənlərin analizi, statistik hesablamalar və verilənlərin vizuallaşdırılması üçün proqramlaşdırma dili və mühiti R-də iş salıb sonra nəticələri Tableau-ya ötürmək olar. Tableau aləti Tableau Desktop, Tableau Server və Tableau Public kimi üç əsas alətdən ibarətdir:

- Tableau Desktop – verilənləri asanlıqla vizuallaşdırmağa və onlara fərqli və intuiativ bir şəkildə baxmağa imkan verən vizuallaşdırma alətidir;
- Tableau Server – brauzer əsasında analitikanı təqdim edən biznes analitika sistemidir;
- Tableau Public – interaktiv effektiv vizuallaşdırmanın yaradılması üçün istifadə olunur [8, 24–26, 34].

Məsələn, eBay onlayn ticarət mərkəzi bütün verilənləri anlaşılacaq formatda təqdim etmək üçün böyük verilənlərin vizuallaşdırma alətlərindən biri kimi Tableau-dan istifadə edərək böyük həcmli, mürəkkəb verilənlər çoxluğunu təsvirə çevirir [5].

**Microsoft Power business intelligence (BI).** İnteraktiv və zəngin vizuallaşdırmaya malik güclü bulud əsaslı biznes analitika xidmətidir. Power BI üç elementdən ibarətdir: Power BI Desktop, xidmət (*ing.* software as a service, SaaS) və tətbiq (*ing.* Apps). Hər bir xidmət əlyətərlidir olduğuna görə çevik və qanəedicidir. Power BI mənbələrin 60 tipini birləşdirir və bir dəqiqə ərzində vizuallaşdırmanı yaratmağa başlaya bilər. O, həmçinin Microsoft Office, SharePoint və SQL-i birləşdirir. Bu vizuallaşdırma alətində sorğular üçün proqramlaşdırma bacarığına ehtiyac yoxdur: o, təbii dili dəstəkləyə bilər [8, 34].

**Plotly.** Həm də Plot.ly kimi tanınan Plotly verilənlərin vizuallaşdırılması üçün Python proqramlaşdırma dili və Django veb əlavəsindən istifadə etməklə verilənlərin analizi və vizuallaşdırılmasında istifadə olunur. Plotly, bir sıra funksiyaların istifadəsi məhdudlaşdırılmaqla, istifadəçilər üçün pulsuzdur. Həmin funksiyalardan istifadəyə görə peşəkar üzvlüyü əldə etmək lazımdır. Onun vasitəsilə diaqramlar və informasiya panelləri (*ing.* dashboards) onlayn yaradılır. Diaqramların statistik diaqramlar, elmi diaqramlar, 3D diaqramları, informasiya panelləri və s. kimi çox sayda növləri vardır. Plotly, həm də statistik təsvirin verilənlərini avtomatik olaraq əldə etmək üçün WPD (*ing.* Digitizer Web Plot) alətindən istifadə edir [8, 34, 35].

**Excel 2016.** Microsoft firması tərəfindən işlənmiş elektron cədvəl yalnız böyük verilənlər və statistik analiz üçün deyil, həm də vizuallaşdırma üçün güclü bir alətdir. Excel, sorğu imkanından istifadə etməklə, HDFS, SaaS və s. kimi xidmətlərin əksəriyyətinə qoşulmaq və yarı strukturlaşdırılmış verilənləri idarə etmək qabiliyyətinə malikdir. “Şərti formatlaşdırma” və interaktiv qrafiklər kimi vizuallaşdırma metodları ilə birlikdə Excel 2016 Big Data vizuallaşdırma alətləri arasında güclü rəqib hesab olunur [34].

**ManyEyes.** Beynəlxalq Biznes Maşınları (*ing.* International Business Machines, IBM) şirkətinin buraxdığı vizuallaşdırma alətidir. Bu veb-sayt vasitəsilə istifadəçilər verilənləri yükləməklə interaktiv vizuallaşdırmanı həyata keçirə bilərlər [24].

**Raw.** Bəsit bir şəkildə verilənləri yerləşdirməyə imkan verən sadə bir alətdir. Qrafikin yaradılması üçün çox sadə bir addım tələb olunur. Raw D3.js kitabxanasından istifadə edir [8].

**Leaflet.** Mobil və stolüstü kompüterlərlə işləyən bu alət danışıq və yüksək trafik nəticəsində generasiya olunan verilənlərin vizuallaşdırılması üçün istifadə olunur. Alətə istifadəçilərə interaktiv xəritələrin hazırlanmasına imkan verən JavaScript kitabxanası daxildir [8].

**Dygraphs.** Bu çevik və elastik açıq kodlu Javascript qrafiklər kolleksiyası böyük həcmli verilənlərin təsviri üçün istifadə olunur. Bu vizuallaşdırma alətində proqramlaşdırma bacarığı tələb olunur [8, 24].

**Gephi.** Java və OpenGL-də yazılmış açıq kodlu şəbəkə analizi alətidir. Şəbəkə analizinə sosial şəbəkə analizi, əlaqə və bioloji şəbəkə analizi daxildir. Çox böyük həcmli və mürəkkəb verilənlər çoxluğu üçün nəzərdə tutulmuş bu alət interaktiv vizuallaşdırmanı və dinamik verilənlərin tədqiqini təmin edir [8, 35].

**Data-Driven Documents (D3).** Bu, verilənlər əsasında HTML sənədlərinin emalı üçün kiçik pulsuz bir JavaScript kitabxanadır. D3 html və ya svg formatında olan verilənləri sürətlə vizuallaşdırma və interaktivliyi idarə edə bilər [36].

## Nəticə

Çoxsaylı tədqiqatlar göstərir ki, vizuallaşdırma verilənlərin analizinin ən perspektivli istiqamətlərindəndir. Bu istiqamətdə texniki, texnoloji, həm də elmi-nəzəri problemlər mövcuddur. Eyni zamanda böyük sayda vizuallaşdırma metodları və alətləri arasından həll olunan məsələyə uyğununun seçilməsi problemlər sırasındadır.

Ümumiyyətlə, verilənlərin vizuallaşdırılması problemləri ancaq mövcud texnologiyaların inkişafı ilə deyil, həm də insan yönümlü problemlərlə bağlıdır. Demək olar ki, verilənlərin vizuallaşdırılması metodikası əsas psixoloji prinsiplər və daha təbii qarşılıqlı əlaqələr vasitəsilə yaxşılaşdırıla bilər. Verilənlərin vizuallaşdırılması çevik və dizayn etibarlı ilə intuitiv olaraq başa düşülən olmalıdır. İstifadəçinin ancaq prosesi dərk etməsi deyil, həm də istənilən vizuallaşdırma məsələsində miqyaslılığı da anlaması vacibdir. Böyük verilənlərin vizuallaşdırma sahəsindəki hazırkı fəaliyyəti istifadəçilərin böyük həcmli verilənlərlə işləyərkən sürətli və effektiv nəticələr əldə etmələri üçün lazımlı alətlərin yaradılmasına yönəldilmişdir.

Nəticə olaraq deyə bilərik ki, analiz olunan verilənlərin vizuallaşdırılması üçün geniş tətbiq olunan kompüter qrafikası daha aydın şəkildə, tez və kiçik xərclərlə məsələnin həllinin nəticəsini müxtəlif metod və alqoritmlərlə təqdim etməlidir. Qrafika ancaq nəticələrin vizuallaşdırılması üsulu deyil, həm də nəticələrlə işləmək üçün mükəmməl alətdir. Bu gün isə bir çox metodlar nəticələri üçölçülü fəzada daha aydın nümayiş etdirə bilər (məsələn, assosiativ qaydaların yaradılması).

Böyük həcmli verilənlər sunami kimi çox böyük sürətlə artmağa başlayır və ola bilər ki, vizuallaşdırmanın mövcud alətlərindən yaxın gələcəkdə istifadə etmək mümkün olmasın. Bu səbəbdən gələcəkdə zətabayt, yaxud yotabayt həcmində olan informasiyanın saxlanması və vizuallaşdırılması üçün son dərəcə böyük və gözlənilməz problemlərin həllində yeni texnologiya və alətlərin hazırlanmasına ehtiyac duyulur.

Sonda onu da qeyd etmək olar ki, böyük verilənlərin vizuallaşdırılmasının vizual küy, böyük təsvirin qavranılması, informasiya itkisi, yüksək məhsuldarlıq tələbləri, təsvirlərin yüksək sürətlə dəyişməsi və s. kimi problemləri açıqdır və tədqiqatçıların gələcək fəaliyyət istiqamətlərindəndir.

## Ədəbiyyat

1. Gants J., Reinsel D. The digital universe in 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East. Study report, IDC, 2013, 7 p.
2. Əliquliyev R.M., Hacırahimova M.Ş. “Big Data” fenomeni: problemlər və imkanlar // İnformasiya texnologiyaları problemləri, 2014, №2, s.3–16.
3. Information visualization (INFOVIS) // IEEE Symposium. <http://ieeexplore.ieee.org>
4. Пескова О.В. О визуализации информации // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана, сер., “Приборостроение”, 2012, с.158–173.
5. Chen C.L., Zhang C.Y. Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data // Information Sciences, 2014, vol.275, pp.314–347.
6. Beyer M.A., Laney D. The importance of “Big Data”: A definition. Gartner, 2012, 7 p.
7. Demchenko Y., Ngo C., Membrey P. Architecture framework and components for the big data ecosystem // Journal System and Network Engineering. SNE Technical Report, 2013, 31 p.

8. Mashkoo A., Ahamad M.V. Visualization, Security and Privacy Challenges of Big Data // *International Journal of Advanced Technology in Engineering and Science*, 2017, vol.5, no.6, pp.394–400.
9. A Special Track of the 11th International Symposium on Visual Computing, 2015. [www.isvc.net/15/ST6.pdf](http://www.isvc.net/15/ST6.pdf).
10. Friendly M. A. *Brief history of data visualization*, Springer, 2006, 41 p.
11. Kumar S. A review of recent trends and issues in visualization // *International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE)*, 2016, vol.8, no.3, pp.41–54.
12. Azzam T., Evergreen S., Germuth A.A., Kistler S.J. *Data visualization and evaluation // New Directions for Evaluation*, 2013, no.139, pp.7–32.
13. Авербух В.Л., Манаков Д.В. Анализ и визуализация “больших данных” / Труды междунар. науч. конф. “Параллельные Вычислительные Технологии”, 2015, стр.332–340.
14. *Big Data Visualization: Turning Big Data into Big Insights. The Rise of Visualization-based Data Discovery Tools*, White Paper. Intel IT Center, 2013, 14 p.
15. Shneiderman B. The big picture for big data: Visualization // *Science*, 2014, vol.343, pp.730.
16. Keim D., Qu H., Ma K-L. *Big Data Visualization // IEEE Computer Graphics and Applications*, 2013, pp.20–21.
17. Khan M., Khan S. *Data and Information Visualization Methods, and Interactive Mechanisms: A Survey // International Journal of Computer Applications*, 2011, vol.34, no.1, pp.1–13.
18. *Data Visualization Techniques*. White Paper, SAS Institute, 2014, 17 p.
19. Kaushik A., Naithan S. An Anatomy of Data Visualization // *International Journal of Computer Science and Network Security*, 2016, vol.16, no.2, pp.77–82.
20. Gorodov E., Gubarev V. Analytical Review of Data Visualization Methods in Application to Big Data // *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2013, pp.1–7.
21. Goranson C., Huang X., Bevington W., Kang J. *Data Visualization for Big Data*. 2014, 26 p.
22. Olshannikova E. et al. Visualizing Big Data with augmented and virtual reality: Challenges and research agenda // *Journal of Big Data*, 2015, vol.2, pp.2–22.
23. Hacırahimova M.Ş., İsmaylova M.İ. Proqram təminatının versiyalarının vizuallaşdırılması problemləri haqqında / Proqram mühəndisliyinin aktual elmi-praktiki problemləri I respublika konfransı, 17 may 2017-ci il, səh.254–258.
24. Wang L., Wang G., Alexander C. *Big Data and Visualization: Methods, Challenges and Technology Progress // Digital Technologies*, 2015, vol.1, no.1, pp.33–38.
25. Patil S.S. Overview of Big Data Visualization // *International Journal of Advanced Networking & Applications (IJANA)*, 2016, pp.436–438.
26. Chen C.L., Zhang C.Y. Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data // *Journal Information Sciences*, 2014, pp.314–347.
27. Əliquliyev R.M., Hacırahimova M.Ş., Əliyeva A.S. Big data-nın aktual elmi nəzəri problemləri // *İnformasiya cəmiyyəti problemləri*, 2016, №2, s.37–49.
28. Manyika J., Chui M., Brown B. et al. *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*. Analyst report, McKinsey Global Institute, May 2011, 143 p.
29. Seifert C., Sabol V., Kienreich W., Lex E., Granitzer M. Visual analysis and knowledge discovery for text. In *Large-Scale Data Analytics*, Springer, 2014, pp.189–218.
30. Schonlau M. Visualizing non-hierarchical and hierarchical cluster analyses with clustergrams // *Journal of Computational Statistics*, 2004, vol.19, no.11, pp.95–111.
31. <http://developers.google.com>.
32. [www.amcharts.com](http://www.amcharts.com).
33. Vigas F, Wattenberg M. IBM—Many Eyes Project, 2013, 7 p. <http://hint.fm/papers/viegasinfovis07.pdf>.

34. Ali S.M., Gupta N., Nayak G.K., Lenka R.K. Big Data Visualization: Tools and Challenges / 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I), 2016, pp.656–660.
35. Automatically Grab Data From an Image with WebPlotDigitizer.  
<https://plotlyblog.tumblr.com/post/70293893434/automatically-grab-data-from-an-image-with>.
36. Agrawal R., Kadadi A., Dai X., Andres F. Challenges and oppotunities with big data visualization / Proc. of the 7th International Conference on Management of computational and collective intelligence in Digital EcoSystems, 2015, pp.169–173.

**УДК 004.9:351**

***Гаджирагимова Макруфа Ш.<sup>1</sup>, Исмаилова Марзия И.<sup>2</sup>***

Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан

<sup>1</sup>[makrufa@science.az](mailto:makrufa@science.az), <sup>2</sup>[imarziya@gmail.com](mailto:imarziya@gmail.com)

**Визуализация больших данных: существующие подходы и проблемы**

Одна из самых больших проблем нашего века проблема больших объемов данных. Одной из основных проблем его является визуализация результатов анализа. В статье были проанализированы и изложены истории и этапы визуализации данных, классификация методов визуализации, существующие подходы, проблемы визуализации больших данных, средства визуализации.

**Ключевые слова:** визуализация, большие данные, интерактивная визуализация, научная визуализация, облако тегов, динамические диаграммы.

**Makrufa Sh. Hajirahimova<sup>1</sup>, Marziya I. Ismayilova<sup>2</sup>**

Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

<sup>1</sup>[makrufa@science.az](mailto:makrufa@science.az), <sup>2</sup>[imarziya@gmail.com](mailto:imarziya@gmail.com)

**Big data visualization: Existing approaches and problems**

One of the biggest problems of the century we live is a big data problem. One of its main problems is the visualization of the results of the analysis. The article reviewed and interpreted the history and phases of visualization, classification of visualization methods, existing approaches, problems of big data visualization, visualization tools.

**Keywords:** visualization, big data, interactive visualization, scientific visualization, tag cloud, motion charts.