

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Miha Cerar

**Taksonomija vizualizacij
v poslovni inteligenci**

DIPLOMSKO DELO
NA UNIVERZITETNEM ŠTUDIJU

Mentor: prof. dr. Franc Solina

Ljubljana, 2012



Št. naloge: 01848/2012

Datum: 13.04.2012

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Kandidat: **MIHA CERAR**

Naslov: **TAKSONOMIJA VIZUALIZACIJ V POSLOVNI INTELIGENCI**
TAXONOMY OF VISUALIZATIONS IN BUSINESS INTELLIGENCE

Vrsta naloge: Diplomsko delo univerzitetnega študija

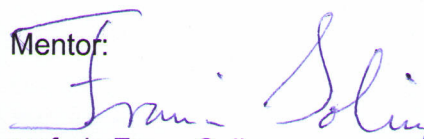
Tematika naloge:

Preučite razvoj in metode vizualizacije informacij na poslovnem področju.

Opišite vrste informacij, ki se pojavljajo na poslovnem področju in navedite kriterije za njihovo vizualizacijo.

Na koncu podajte taksonomijo vizualizacij v poslovni inteligenci in programska orodja, ki se jih uporablja za njihovo generiranje.

Mentor:


prof. dr. Franc Solina

Dekan:


prof. dr. Nikolaj Zimic



Rezultati diplomskega dela so intelektualna lastnina Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Za objavljanje ali izkoriščanje rezultatov diplomskega dela je potrebno pisno soglasje Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.

Besedilo je oblikovano z urejevalnikom besedil \LaTeX .

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Spodaj podpisani Miha Cerar, z vpisno številko **63030141**, sem avtor diplomskega dela z naslovom:

Taksonomija vizualizacij v poslovni inteligenci

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal samostojno pod mentorstvom prof. dr. Franca Soline,
- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela,
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v zbirki "Dela FRI".

V Ljubljani, dne 2. julij 2012

Podpis avtorja:

Zahvala

Na začetku bi se rad zahvalil svojemu mentorju prof. dr. Francu Solini, za prijazno sodelovanje, podporo in razumevanje. Prav tako gre zahvala za prijaznost in vso pomoč tudi viš. pred. dr. Borutu Batagelju. Posebna zahvala gre g. Andreju Lapajnetu iz podjetja iStudio, ki mi je bil v veliko pomoč z njegovim strokovnim znanjem in vedno pripravljen svetovati in pomagati. Hvala tudi Nejcju za vso njegovo pomoč. Na koncu gre največja zahvala mojim staršem in vsem domačim, ki so me podpirali, spodbujali in verjeli vame v času mojega študija, še posebej Cecilii in Tistemu, ki nas vodi po poti življenja.

*Očetu Tomažu,
ki mi je dal možnost, ki je on ni imel!*

Kazalo

Povzetek

Abstract

1	Uvod	1
1.1	Pobuda	1
1.2	Namen	2
1.3	Cilji	3
1.4	Struktura diplome	3
2	Vizualizacija	5
2.1	Opis vizualizacij	5
2.1.1	Zgodovina vizualizacij podatkov	6
2.2	Računalniška grafika	9
2.2.1	Slikovni element	9
	Piksel	9
	Vektorska grafika	10
2.2.2	Področja uporabe računalniške grafike	10
2.3	Znanstvena vizualizacija	13
2.3.1	Izobraževalna vizualizacija	14
2.3.2	Vizualizacija znanja	14
2.4	Vizualizacija informacij	15
2.4.1	Vizualizacija podatkov	16

2.4.2	Oblikovanje informacij	16
	Komunikacija uporabnika pri vizualizaciji podatkov	17
2.4.3	Teorija podatkovnega črnila	17
2.5	Metode vizualizacij podatkov	18
2.5.1	Tabela	18
2.5.2	Graf	19
2.5.3	Zemljevid	21
2.6	Avtomatična vizualizacija	21
	Komunikacija uporabnika pri avtomatični vizualizaciji	23
3	Poslovna inteligenca	25
3.1	Opis poslovne inteligence	25
3.2	Poslovna analitika	26
	Analitika in analiza	28
3.3	Tipi podatkov	28
3.3.1	Relacijska baza	29
3.3.2	Podatkovno skladišče	31
3.3.3	Tehnologija OLAP	32
3.4	Vizualna analitika	34
3.4.1	Podatkovno rudarjenje	36
	Strojno učenje	37
3.4.2	Pregledna plošča	39
4	Kriteriji	43
4.1	Grafični kriteriji	43
4.1.1	Oblika	44
4.1.2	Barva in tekstura	45
	Psihologija barv	46
4.1.3	Namen prikaza vrednosti	47
	Psihologija vizualnega	49
4.2	Kriterij primerjave podatkov	49

KAZALO

4.2.1	Statični podatki	49
4.2.2	Časovne vrste	50
	Primerjava časovnih vrst	51
4.2.3	Primerjava dela s celoto	52
4.2.4	Prikaz odmikov	52
4.3	Kriteriji dobre vizualizacije	54
4.3.1	Grafična odličnost	54
4.3.2	Primernost in ocena vizualizacij	54
5	Taksonomija vizualizacij	57
5.1	Definicija taksonomije	57
5.1.1	Prednosti taksonomije	58
5.1.2	Taksonomija vizualizacij informacij	59
5.1.3	Klasifikacija vizualizacij grafov	60
5.2	Taksonomije vizualizacij v poslovni inteligenci	61
5.2.1	Klasifikacija po kriteriju vrst podatkov	61
5.2.2	Klasifikacija po kriteriju oblike in sporočila	63
5.2.3	Klasifikacija po kriteriju vizualizacijskih metod	65
5.2.4	Klasifikacija po kriteriju interaktivnih tehnik	67
5.3	Programska oprema za vizualiziranje	68
5.4	Razvoj vizualizacij v poslovni inteligenci	74
5.4.1	Praktični nasveti dobrih praks	74
6	Zaključek	79
	Literatura	80

Povzetek

V poslovni inteligenci ima ključno vlogo pri odločanju vizualna analitika, ki s pomočjo vizualizacije omogoča hitrejšo in zanesljivejšo odločitve. Ker je človek vedno učinkovitejši pri raziskavah, razvoju in interakciji med uporabniki, če ima vnaprej postavljen sistem, se je smiselno vprašati, katere vizualizacije poznamo in kako jih razvrstimo glede na različne kriterije. V diplomskem delu smo z namenom lažjega razumevanja, lažje uporabe in avtomatičnega generiranja vizualizacij ustrezno definirali cilj, ki je taksonomija vizualizacij v poslovni inteligenci na podlagi različnih kriterijev. S pomočjo različnih primerov vizualizacijskih programov smo primerjali različne vizualizacije podatkov in tako določili področja vizualizacij po kriteriju glede na vrsto podatkov, oblike, sporočila in interaktivnih tehnik.

Ključne besede:

Vizualizacija, vizualizacija podatkov, vizualizacija informacij, poslovna inteligenca, vizualna analitika, poslovna analitika, časovne vrste, podatkovno rudarjenje, podatkovna skladišča, tehnologija OLAP, pregledna plošča, grafikon, tabela, zemljevid, kriterij, taksonomija, vrsta podatkov, metoda, oblika, sporočilo, tehnike.

Taxonomy of visualizations in business intelligence

Abstract

In business intelligence visual analytics plays a key role in decision making. With the help of visualization it allows quicker and more reliable decisions. Since man is always more effective in research, development and interaction between users, when in a set system, it is reasonable to ask ourselves what types of visualizations we know and how we can classify them according to different criteria. In this thesis we aim to facilitate the understanding, use and construction of automatically generated visualizations with the goal to define the taxonomy of visualizations in business intelligence, according to various criteria. Through various examples of visualization programs, we compared a variety of visualizations and as such on the basis of criteria we identified areas of visualization according to criteria depending on the type of data, shape, communications and interactive techniques.

Keywords:

Visualization, data visualization, information visualization, business intelligence, visual analysis, business analysis, time series, data mining, data warehousing, OLAP technology, dashboard, chart, table, map, criteria, taxonomy, data type, method, shape, message, techniques.

Poglavje 1

Uvod

Diplomsko delo opisuje vizualizacije na področju poslovne inteligence, ki so danes v poslovnih analizah ključni element. S pregledom in definicijo skuša sestaviti strukturo vizualizacij ter jih ustrezno umestiti v ustrezno taksonomijo, glede na različne kriterije.

1.1 Pobuda

V času, ko je informacijska tehnologija razvita skoraj na vseh področjih, ko je na internetu vse več in več podatkov in gospodarska naravnost vsega sveta stremi k vedno večjemu blagostanju in posredno tudi dobičku, se je smiselno vprašati, kdo, kako in zakaj se določene odločitve sprejemajo in na podlagi katerih informacij.

Živimo v kulturi, ki je vse bolj dojemljiva za vizualne informacije, saj nam tehnološki napredek nudi ogromno možnosti, da pridemo v stik z vizualnim na vsakem koraku. Reklame, znaki, televizija, internet, vse to so področja, kjer neprestano s pomočjo različnih grafičnih prikazov, skozi človeško oko, prihaja v našo zavest veliko informacij.

Poslovna inteligenca kot aktualno informacijsko področje v poslovnem svetu je postala zelo uporabna in v nekaterih primerih ključna podpora k boljšemu in

hitrejšemu odločanju. Zaradi velike količine podatkov, ki jih imamo običajno v poslovnem sektorju pa hitro pridemo do ugotovitve, da so ravno vizualizacije tisto orodje poslovne inteligence, ki imajo pomembno vlogo pri odločanju.

1.2 Namen

Ker je človek vedno bolj učinkovit pri raziskavi, razvoju in interakciji na določenem področju, če ima v naprej postavljen sistem, se je smiselno vprašati, katere vizualizacije, ki so tako ključne za odločanje v poslovnem svetu, poznamo in kako jih lahko uporabimo za posamezen namen.

Poslovna inteligenca velikokrat na podlagi analitičnih vizualizacij pripomore k boljšim odločitvam vodstvenega kadra v poslovnem sektorju, kar posledično vpliva na bolj uspešno poslovanje, večje dobičke in zadovoljstvo vseh v podjetju. Ker se običajno manager na podlagi analize podatkov poslovno odloča, mu pri tem pomagajo orodja poslovne inteligence. Ker pa ljudje veliko hitreje pridobimo nove informacije na podlagi podatkov, ki so vizualizirani kot pa v tekstovni obliki, so vizualizacije zanimivo področje raziskave. Vizualna analitika, kot bomo videli, eden ključnih področij v poslovni inteligenci, se ukvarja z vizualizacijami. Za to področje, ki se šele v zadnjem času hitro razvija, je ključno, da se uredi in pregleda določen sistem oziroma klasifikacija vizualizacij. Ravno to bo naš namen v tej diplomski nalogi. Oblikovati taksonomijo¹ glede na različne kriterije, ki bi pripomogle h boljšemu in hitrejšemu razumevanju vizualizacij in njihovem lažjemu razvoju v prihodnje. Pomembno je tudi dobro razumevanje vizualizacij na posameznem poslovnem področju, pri čemer bi taksonomija vizualizacij pomagala definirati, kateri kriterij je smiseln za določeno področje, kar pa je tudi zahteva za razvoj avtomatične vizualizacije, ker je predhodno znanje za načrtovanje avtomatične vizualizacije ključno, saj ne vključuje oblikovalca posamezne vizualizacije, tako kot je to običajno pri vizualizaciji podatkov.

¹Taksonomija: nauk o razvrščanju elementov na sklope.

1.3 Cilji

Diplomska naloga želi širše pregledati vizualizacijo in poslovno inteligenco v računalništvu ter bolj natančno določiti domene, področja in kriterije, kjer se vizualizacija uporablja v poslovni inteligenci. Končni cilj je ustrezna določitev sklopov oziroma področij vizualizacij in jih urediti v smiselno in razumljivo taksonomijo glede na različne kriterije.

1.4 Struktura diplome

Ker je naš končni cilj postaviti ustrezno taksonomijo vizualizacij znotraj sistemov poslovne inteligence, moramo najprej ustrezno razumeti kaj definira vizualizacijo in katere vrste poznamo ter opisati poslovno inteligenco. Razumeti moramo, zakaj sta ti dve področji v informacijski tehnologiji povezani in kje v poslovni inteligenci se uporablja vizualizacijske tehnike. Pridobiti si moramo ustrezno teoretično znanje ter spoznati praktično uporabo v poslovnem svetu, pri čemer nam bo pomagal Andrej Lapajne iz podjetja iStudio d.o.o., ki se konkretno ukvarja s področjem vizualizacij v poslovnih sistemih.

V prvem delu, naloga bolj tehnično opisuje vrste vizualizacij in njihovo uporabo na področju informatike. Pod poglavjem poslovna inteligenca, naloga najprej opiše izrazoslovje na tem področju, predvsem na področju poslovne analize, kjer je vizualizacija najmočnejše vključena in ključna v poslovni inteligenci. Nato se naloga posveti popolni ureditvi vseh pojmov in definicij na področju vizualizacije v poslovni inteligenci. Tako poveže prvi in drugi del diplomske naloge in postavi kriterije, ki so smiselni za določitev kasnejše taksonomije. Le-ti nas bodo logično pripeljali do ugotovitev, da bomo razdelili taksonomijo po določenih kriterij in klasificirali posamezna področja. Delo je tako sestavljeno iz štirih delov, prvih dveh, ki pregledata raziskovalna področja, ki jih pokrivamo in drugih dveh, ki določita naš končni rezultat, ki je taksonomija vizualizacij v poslovni inteligenci.

Poglavje 2

Vizualizacija

V tem poglavju bomo predstavili področje vizualizacije. Na začetku bomo časovno pregledali razvoj vizualizacije skozi človeško zgodovino, si pogledali računalniško grafiko in katere vrste vizualizacij poznamo. Bolj natančno si bomo pogledali analitično vizualizacijo, ki jo v poslovni inteligenci najpogosteje uporabljamo. Pogledali pa si bomo tudi kaj v praksi pomenita informacijska grafika in avtomatična vizualizacija ter ju opisali.

2.1 Opis vizualizacij

Vizualizacija je vsaka tehnika s katero ustvarjamo sliko, tabelo, grafikone ali animacije in jo uporabimo kot komunikacijsko sporočilo [48]. Vizualizacijo s pomočjo vizualnih podob človek uporablja kot način komunikacije skozi vso svojo zgodovino, saj človeka oblike, barve in zgodbe v slikah veliko bolj nagovorijo kot puste črte in številke. To imenujemo tudi slikovni jezik [8], katerega razvoj opažajo tudi arheologi. Iz zgodovine vemo, da je že pračlovek risal po jamskih stenah [6], Egipčani so uredili hierogliffe, Grki geometrijo.

16. stoletje je prineslo obdobje, ko so številni umetniki ustvarjali čudovite slike med njimi Leonardo da Vinci, ki je začel uporabljati tehnično risanje. Vse to pa ni bilo več zgolj umetniške narave, ampak je imelo tudi inženirske ozi-

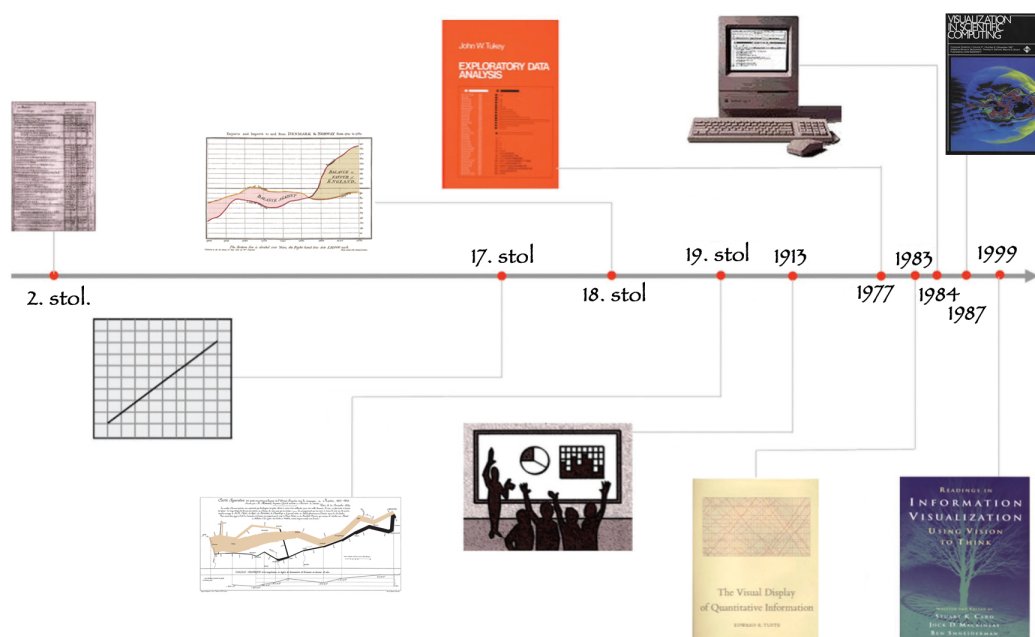
roma znanstvene namene. Tako ima vizualizacija danes vedno večjo vlogo tudi na področju znanosti, izobraževanja, tehnologije, večpredstavitvenih sistemih, medicine, itd. [31]. Značilnosti aplikacij in sistemov za vizualizacijo segajo na področje računalniške grafike. Nekateri trdijo, da je izum računalniške grafike morda najpomembnejši razvoj vizualizacije od izuma centralne perspektive v obdobju renesanse. Vizualizacija torej povezuje dve ločeni področji, znanstveno področje in področje računalniške grafike.

2.1.1 Zgodovina vizualizacij podatkov

Za lažje razumevanje področja vizualizacije, si pogledjmo zgodovino vizualizacije podatkov, ki nam lepo opiše razvoj tega področja, s čimer bomo tudi lažje razumeli njen pomen v poslovni inteligenci. Že v preteklosti, ko je bilo potrebno veliko časa in oblikovalskega znanja, da si ustvaril vizualizacijo na podlagi podatkov, je bil velikokrat v ozadju namen, da bi lažje razumeli dogajanje v poslovanju [46]. Zagotovo pa je največji napredek doživela v 20. stoletju, predvsem v zadnjih tridesetih letih s pojavom računalnikov.

Človek že je od prazgodovine povezan s sliko in vizualnim. Prve poslikave jamskega človeka segajo več kot 40 tisoč let nazaj [6]. Oči so človeški čut, s katerim človek najhitreje sprejema informacije iz okolja, po nekaterih raziskavah do 9Mb na sekundo [22]. Veliko kasneje po pojavu govora, so se postopoma začele razvijati tudi pisave, ki so na različne načine vizualizirale glasove, kar je podprlo predvsem simbolično razmišljanje. Med renesanso se je z iznajdbo perspektive in prvih optičnih naprav začel večati pomen vizualnega podajanja informacij. Uporaba in vizualna organizacija informacij ni nov pojav, ampak ga že poznamo iz 2. stoletja, kar nam dokazuje ohranjena podatkovna tabela astronomskih podatkov iz Egipta. Tam se prvič srečamo s črtami in prostorsko urejenimi tekstovnimi podatki, kar ni več samo naštevanje podatkov, ampak nam njihova ureditev v strukturo, vizualno sporoča nove informacije. Grafikon je sledil v 17. stoletju. Osnovni način prikaza kvantitativnih podatkov z grafikonom je iznašel francoski filozof in matematik Rene Descartes [47], oseba,

ki je tudi znana po znamenitem stavku: “Razmišljam, torej sem!”. Lahko bi rekli, da je postavil osnove postavitve grafa v koordinatnem sistemu. To je tudi že čas po renesansi, ko je človek že začel eksperimentirati in vizualizacijo uporabljal kot sredstvo. V 18. stoletju je škotski znanstvenik William Playfair [43] iznašel in izboljšal številne grafikone, katere v večini poznamo in uporabljamo danes. Grafikoni so tako kmalu postali učinkovit način prikazovanja in predstavljanja podatkov. V 19. stoletju, ko še ni bilo nobenega sledu o računalniški dobi, je francoski gradbeni inženir Charles Joseph Minard že risal grafikone, tabele in številne diagrame, še posebno znana je vizualizacija invazije Napoleonove vojske nad Rusijo iz leta 1812, za katero je kasneje Tufte [45] dejal, da je: “Najbolje narisana grafična predstavitev statističnih podatkov kadarkoli.”.



Slika 2.1: Zgodovina vizualizacije podatkov. Povzeto po Fewu [11].

Tako pridemo do ugotovitve, da se je zaradi fotografije in filma konec 19. stoletja in zaradi iznajdbe računalnika v sredini 20. stoletja, slikovni način

posredovanja informacij začel vse bolj izpodrivati tekstovni oziroma simbolni način. Nekateri temu pojavu pravijo tudi slikovni preobrat (angl. pictorial turn), kot je zapisal Mitchell [35], ko ima v sodobnem svetu vedno večjo vlogo vizualna predstavitev in ko ima človek bolj vizualni pogled na svet, kar lahko imenujemo tudi vizualna kultura. V 20. stoletju pa se je začelo tudi znotraj akademskega sveta raziskovati tehnike grafične predstavitve podatkov. Tako se je leta 1913 na univerzi Iowa State University v ZDA pripravilo prvo izobraževanje na temo grafične predstavitve podatkov [43]. Nato pa je šel znanstveni razvoj vizualizacije le še hitro naprej. Leta 1977 je profesor statistike John Tukey z Univerze Princeton [46] napisal knjigo *Raziskovalna analiza podatkov*, ki tako med prvimi predstavi uporabnost vizualizacije informacij kot sredstva za iskanje smisla v podatkih in s tem pomoči pri raziskavah. Leta 1983 Edward Tufte [45] izda knjigo *Vizualna predstavitev kvantitativnih informacij*, ki pa še danes velja za eno izmed osrednjih knjig s področja vizualizacije informacij. V knjigi Tufte prikaže možnosti učinkovitega in neučinkovitega vizualiziranega prikaza podatkov.

Leto pozneje pa se je na področju računalniške grafike, začelo intenzivno premikati. Apple Computers je predstavil njihov prvi osebni računalnik z grafičnim vmesnikom, kasneje je podobno storil tudi Microsoft. To pa je omogočalo boljšo interakcijo med uporabnikom in računalnikom ter preglednejši prikaz podatkov. Ravno zaradi dostopnosti računalnika se je začela razvijati številna programska oprema, ki je omogočila računalniško podprto in predvsem hitro in preprosto kreiranje vizualizacije na podlagi podatkov. S prisotnostjo računalnikov pa se je tudi znotraj akademskega sveta uveljavila nova smer raziskovanj, imenovana Vizualizacija informacij. Leta 1987 je izšla posebna številka revije ViSC [34] z naslovom *Vizualizacija v znanstvenem računalništvu*, ki je nekako mejnik znanstvenega pristopa na začetku uporabe računalniške grafike v znanosti. Leta 1999 pa so bili rezultati raziskav na tem področju zbrani v knjigi *Branje vizualizacij informacij: uporaba vizualnega za razmišljanje* avtorja Stuarda K. Carda.

2.2 Računalniška grafika

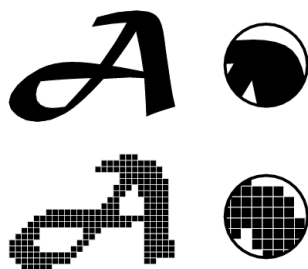
Pojem računalniška grafika se je začel uporabljati s strojno podporo računalnikov, razvojem tehnologije in predvsem programsko zmožnost vizualizacij z računalnikom. Računalniška grafika je način prikazovanja informacij v slikovni obliki to pa lahko naredimo s pomočjo tiskalnika (papirnata oblika) ali monitorjem (digitalna oblika). Da je uporaba računalnika veliko bolj primerna s pomočjo grafike, v nasprotju s tekstovno obliko, je pokazal že razvoj operacijskih sistemov, saj je običajni uporabnik hitro prešel s konzole v grafično obliko. To pa ni pomenilo, da je bilo določene operacije opraviti hitreje, a si jih je lažje predstavljal.

2.2.1 Slikovni element

Pogoj za računalniško grafiko je zmogljiv računalnik in zmogljiva grafična kartica. V 80-ih se je v računalništvu začela uporabljati programska oprema za obdelavo slik in grafike, vedno zmogljivejša strojna in programska oprema ter razvoj digitalne fotografije, kar je to področje zelo razširilo.

Piksel

Osnovna enota bitne slike (angl. bitmap image) ali grafike v računalništvu je piksel, ki je okrajšava za slikovni element (angl. picture element - pixel). To je točka, ki nima oblike ali velikosti, ampak vsebuje le informacije o barvi in svetlosti (intenziteti) te točke oziroma je najmanjša logična enota bitne slike v pomnilniku. Ker je bitna slika, predstavljena z računalnikom, sestavljena iz pik - pikslov, je kvaliteta slike večja, če jo uspemo prikazati z večjim številom pik, saj manjši in bližje so piksli skupaj, boljša kakovost (ločljivost) slike, vendar večje datoteka.



Slika 2.2: Primerjava povečave med vektorsko (zgoraj) in bitno (spodaj) sliko.

Vir: Adobe.com

Vektorska grafika

V nasprotju z bitno sliko, kjer je velikost slike pogojena s številom pikslov je vektorska slika v računalniški grafiki veliko bolj praktična. Vektorska grafika temelji na slikah, ki jih sestavljajo vektorji (imenovani tudi poti), ki vodijo skozi točke. Vsaka od teh točk ima določen položaj na x in y osi delovnega načrta. Vsak vektor ima določeno barvo, obliko, debelino in polnilo. To ne vpliva na velikost datoteke, saj so vse informacije v strukturi slike, ki ima fiksno velikost. Standard vektorske grafike, ki se danes pogosto uporablja na spletu, tudi pri vizualizacijah, je SVG (angl. Scalable Vector Graphics).

2.2.2 Področja uporabe računalniške grafike

Kot pove že sama besedna zveza, je računalniška grafika pogojena z računalnikom, bolj natančno z grafično kartico kot strojno opremo, ki skrbi za prikaz slike na računalniku. Na začetku se je računalniška grafika začela uporabljati predvsem na znanstvenem in raziskovalnem področju. Kot omenjeno v zgodovini vizualizacije podatkov je leta 1987 izšla številka revije ViSC [34] z naslovom *Vizualizacija v znanstvenem računalništvu*, ki nekako označuje začetek znanstvenega pristopa k računalniški grafiki. Kasneje, s širšo uporabo računalnikov, pa se je razširila uporaba računalniške grafike skoraj na vseh področjih, predvsem na delovnih mestih v gospodarskem in poslovnem

svetu, ki nas bo še posebno zanimal v drugem delu diplomske naloge.

Grafični uporabniški vmesniki (angl. GUI) sestavljajo grafični elementi kot so ikone, okna in drugi pripomočki (angl. gadgets). Prvi osebni računalniki z grafičnim vmesnikom [40] so bili Xerox računalniki. Leta 1984 pa je podjetje Apple Computer izdelalo računalnik z grafičnim uporabniškim vmesnikom (Macintosh) in Microsoft (Windows) je podobno naredil leto kasneje, operacijske sisteme z grafičnim vmesnikom, ki jih še danes najpogosteje uporabljamo.

Znanstvena vizualizacija in simulacija je področje, kjer se še danes najhitreje razvijajo nove vizualizacije. Računalniška grafika je zato na tem področju tudi najbolj zahtevna in velikokrat pogojena s strojno in programsko opremo. Zagotovo so vsem najbolj znane vizualizacije vremena, mogoče malo manj vizualizacija nastanka nove zvezde, vsekakor pa so znanstvena področja, ki uporabljajo računalniško grafiko tukaj najobširnejša, od zabave do izobraževanja, usposabljanje in raziskovanja.

Inženirsko načrtovanje (angl. CAD/CAM) bi lahko umestili tudi pod področje znanstvene vizualizacije, vendar je zaradi njene posebne usmeritve v nekaterih industrijskih panogah njen razvoj hitro in specifično napredoval, na primer v avtomobilski industriji. To so omogočili posebni programi za grafično načrtovanje - CAD (angl. Computer Assisted Design) in vodenje proizvodnje - CAM (angl. Computer Aided Manufacturing). V tem primeru govorimo o računalniško podprtem inženiringu CAE (angl. Computer Aided Engineering). Uporablja se tudi v geodeziji, gradbeništvu in še mnogo drugih tehničnih panogah.

Kartografija in geografski informacijski sistemi(angl. GIS) je posebno področje računalniške grafike in zelo povezan z geografskim koordinatnim sistemom kot osnovnim merilom na tem področju. Z vpeljavo GPS sistema se je to področje zelo razvilo tudi na mobilnih aplikacijah in tako

odprlo novo področje vizualizacije, ki morajo delovati tudi na manjših napravah, to pa je prineslo tudi velik tehnološki razvoj le-teh.

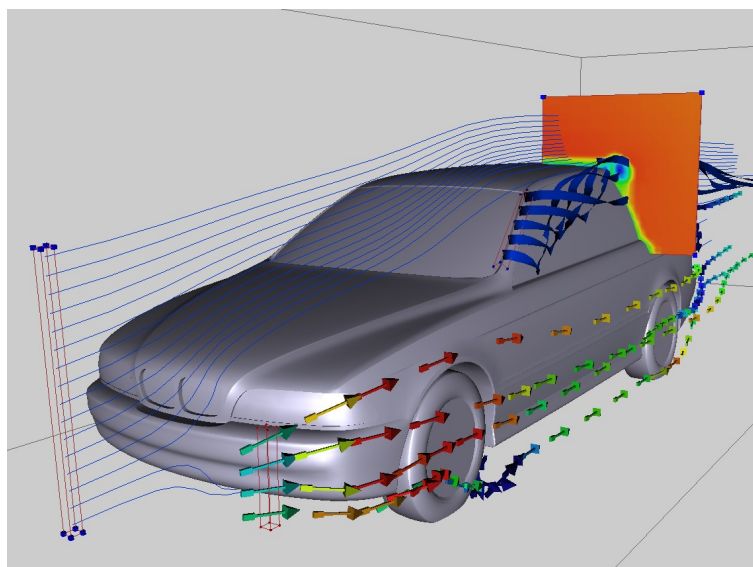
Grafično oblikovanje je področje, kjer se računalniška grafika ne uporablja toliko v znanstvene namene, ampak bolj v umetnosti. Danes je to področje veliko bližje večini ljudem, saj srečamo večino te grafike skoraj na vsakem koraku, od reklam, televizijskih oddaj do večpredstavitvenih sistemov oziroma multimedijev, filma in računalniške umetnosti.

Animacija je posebno področje grafičnega oblikovanja, saj je ravno razvoj računalniških iger, kjer je bilo največ povpraševanja in zahtev po vedno novem, narekoval tehnološki razvoj računalniške strojne opreme. Tukaj bi lahko tudi umestili ustvarjanje grafike računalniško ustvarjenih risank in navidezne resničnosti kot nadgradnja računalniške simulacije, kjer uporabnik ne gleda več grafike kot zunanji opazovalec, ampak se s pomočjo tehnoloških rešitev lahko uporabnik nahaja v samem središču vizualizacije oziroma v t.i. virtualnem svetu. Prav tako pa bi pod to področje lahko umestili tudi obogateno resničnost in ostala multimedijska področja, ki z animirano grafiko obogatijo določen program.

Prikaz podatkov oziroma vizualizacija podatkov je področje, kjer se je računalniška grafika najpočasneje razvijala, saj zaradi svoje statičnosti podatkov ni veliko možnosti za razvoj le-teh. Vendar se v zadnjem času, zaradi uporabnosti prikaza številčnih podatkov s pomočjo vizualizacij in ne s pomočjo teksta začele številne nove vizualizacije. Šele v zadnjem času se vedno bolj nadgrajuje načine in možnosti prikaza podatkov ne samo z grafi, ampak tudi s pomočjo obdelave slik, animacij in vizualnih efektov kot na primer razvoj časovnih vrst. Področje poslovanja in analize poslovanja je področje, kjer se je izkazalo, da je učinkovita vizualizacija najboljši način za ocenjevanje in pregled poslovanja.

2.3 Znanstvena vizualizacija (angl. scientific visualization)

Kot smo že omenil je vizualizacija sestavljena iz dveh področij, znanstvenega in področja računalniške grafike. Znanstvena področja kot so npr. fizika, matematika, medicina so specifična vsaka zase, zato je tudi področje vizualizacij za vsako izmed teh zelo specifično. Pri znanstveni vizualizaciji gre za vizualizacijo podatkov, ki so lahko izmerjeni ali simulirani. S pomočjo vizualizacije si lažje



Slika 2.3: Znanstvena vizualizacija je v avtomobilski industriji zelo razvita.
Vir: www.uva.nl

predstavimo objekte in povezave med njimi v realnem svetu. Primeri znanstvenih vizualizacij najdemo med številnimi vsakodnevno pridobljenimi fizikalnimi podatki, kot so vremenski podatki, gibanja tekočin, geološki-geofizikalni podatki, molekularne strukture in tudi medicinski podatki, nadzor računalniških procesov, podatki sistemov v realnem času, nadzor potniškega prometa itd.

2.3.1 Izobraževalna vizualizacija

Izobraževalna vizualizacija se uporablja predvsem kot simulacija realnega. Običajno s pomočjo v računalnika ustvarimo podobo oziroma vizualno grafiko, iz katere zaradi lažje predstave hitreje pridobimo novo znanje. To je zelo uporabno pri preučevanju tem, ki se jih sicer v realnem zelo težko vidi, kot so atomska struktura, ali simulacija zgodovinskih dejstev, saj so to področja, ki ne obstajajo več ali pa je predrago, da bi jih ustvarili s pomočjo znanstvene opreme.



Slika 2.4: Miselni vzorec je zelo uporabna vizualizacija znanja. Vir: www.umv.si

2.3.2 Vizualizacija znanja

Kadar želimo prenesti določeno znanje med dvema oseba si za ta proces lahko pomagamo s pomočjo računalnika. Primeri takih vizualnih prezentacij so že risbe, skice in slike. Lahko pa si ustvarimo s pomočjo računalnika razne interaktivne vizualizacije znotraj aplikacij za vizualizacijo informacij, s pomočjo katerih lahko pridemo do novih spoznanj. Medtem ko se uporabnik vizualizacije osredotoča na informacije, s pomočjo večjega števila komponent dosežemo,

da se določeno znanje hitreje in bolj dognano prenese na uporabnika, saj je s pomočjo lastnih dognanj prišel do novih spoznanj in jih tako lažje in hitreje ovrednoti po pomembnosti. Pri vizualizacijah v poslovni inteligenci bomo spoznali, da je zelo pomembno, kaj je tisto, ki loči dobro vizualizacijo od slabe. Podatki so povsod isti, vendar če je uporabnik, ki je vizualizacijo pogledal, prišel do novih ugotovitev, ki bodo uporabniku omogočile nove in boljše poslovne odločitve, je to ključna točka, ki loči učinkovito in dobro vizualizacijo od slabe, predvsem če je novo znanje na podlagi pridobljenih informacij iz vizualizacije, prineslo boljše ekonomske rezultate.

2.4 Vizualizacija informacij (angl. information visualization)

Vedno večjo vlogo, pri posredovanju informacij imajo danes vizualizacije informacij, saj imajo v svetu hitrih odločitev in konstantnemu prilivu novih informacij boljšo razumljivost v primerjavi z tekstovnimi ali numeričnimi informacijami. Po definiciji raziskovalne skupine PARC ¹ Xerox [36] naj bi vizualizacijo informacij definirali takole:

“Vizualizacija informacij je računalniško podprta interaktivna vizualna predstavitev podatkov za razširitev razumevanja. Medtem ko je znanstvena vizualizacija običajno pogojena z realno fizično predstavitvijo, vizualizacija informacij zahteva obdelavo podatkov za pridobitev bistvenih informacij. To področje je v porastu zaradi trendov uporabe informacijskih tehnologij. Tehnično je omogočila velik razvoj cenovno ugodna računalniška grafika. Istočasno je bil velik in hiter porast podatkov na internetu, kar je povzročilo potrebo po programski podpori za njihovo iskanje in razumevanje.”

¹PARC (Palo Alto Research Center Incorporated)

2.4.1 Vizualizacija podatkov

Najprej definirajmo podatek in informacijo [7]:

Podatek je katerokoli zabeleženo dejstvo. Podatek nima pomena. Podatek je poljubno predstavljen s pomočjo simbolov ali analognih veličin, ki ji je pripisan, ali se ji lahko pripiše nek pomen.

Informacija ima pomen in prejemniku pove nekaj novega. Informacija mora biti razumljiva. S tem informacija poveča znanje prejemnika in vpliva na odločitve in ravnanje posameznika. Obstaja več definicij termina Informacija.

Vizualizacija podatkov je grafična, slikovna oziroma večpredstavitvena oblika prikaza podatkov. Vizualizacija ima predvsem smisel, če smo podatke predhodno kvalitetno strukturirali, poudarili za nas pomembne in z njo izboljšali miselne procese, ki uporabniku vizualizacije prinesejo nove, kvalitetne in uporabne informacije. White [49] vizualizacijo podatkov opredeli z dveh vidikov:

Z vidika ustvarjalca je vizualizacija podatkov metoda prikaza obstoječih podatkov ter njihovih atributov in vključuje vse načine prikaza podatkov od tabel, grafikonov, do večdimenzionalnih animacij.

Z vidika uporabnika je vizualizacija podatkov vizualna predstavitev, namenjena raziskovanju, iskanju smisla in interakciji podatkov. Kot taka je vizualizacija podatkov osrednje in najpomembnejše sredstvo za izvajanje analize podatkov, predvsem takrat, ko je bil smisel podatkov pravilno odkrit in razumljen, ter pozneje uspešno sporočen drugim ljudem.

2.4.2 Oblikovanje informacij (angl. information design)

Oblikovanje informacij bi lahko opredelili kot znanost in umetnost predstavitve informacij z namenom, da so le te učinkovito in uspešno uporabljene s strani uporabnika, kot to navaja Horn [16].

Torej moramo biti pri oblikovanju informacij predvsem pozorni na čim večjo učinkovitost sporočila, ki ga prejme uporabnik vizualizacije. Ni toliko pomemben lep zgled in vsečnost barv, kot izraznost in relevantnost ključnih informacij brez nepotrebnih, motečih in običajno preštevilčnih elementov. Za oblikovanje informacij Andrej Lapajne [27] pravi naslednje:

“Oblikovanje informacij je koncept vizualizacije podatkov s ciljem doseči čim večjo berljivost sporočil za prejemnika.”

Torej tudi on poudarja, da naj bodo vizualizacije oblikovane tako, da prejemnik čim lažje bere sporočila in tako čim hitreje pride do novih spoznanj. Za število vizualnih elementov pa pravi naslednje:

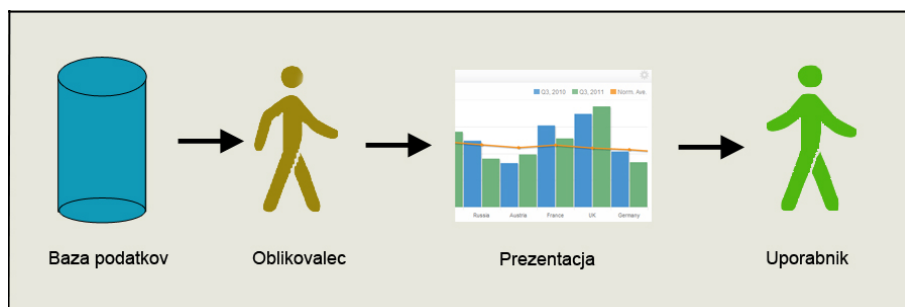
“Vsaka točka na ekranu, vsaka kapljica črnila na poročilu je premišljena, upodobljena zavestno in načrtno. Vse vizualne elemente, kot so grafi, napisi, barve, številke, črte, liki, tipi pisav, itd., načrtno oblikujemo, hkrati pa odstranimo vse, kar bi lahko zavedlo ali otežilo branje in interpretiranje informacij.”

Komunikacija uporabnika pri vizualizaciji podatkov

Način in smer komunikacije pri vizualizaciji je usmerjen v uporabnika, pri čemer ima oblikovalec pomembno vlogo. Podatki pridobljeni iz baze podatkov so osnovni element za prezentacijo, ki jo oblikovalec pripravi, glede na zahteve in potrebe uporabnika. Kot vidimo na sliki 2.5 je komunikacija pri vizualizaciji podatkov enosmerna, saj podatke oblikovalec posreduje preko prezentacije uporabniku.

2.4.3 Teorija podatkovnega črnila

Na osnovi raziskav oblikovanja vizualizaciji podatkov se je razvila tudi teorija podatkovnega črnila. Leta 2001 Edward Tufte [45] zapiše, da je količina črnila, ki predstavlja podatke, podatkovno črnilo (angl. Data Ink) in delež le-tega naj bi bil v poročilu oziroma predstavitvi čim večji. To pomeni, da je potrebno



Slika 2.5: Shema komunikacije pri vizualizaciji podatkov.

uporabiti čim manj barvnih dekoracij, efektov, obrob, črt in drugih "lepotnih" grafičnih elementov. Poročila se velikokrat smatra kot oblikovalski izdelek, kar pa je v nasprotju z učinkovitostjo poročila. Seveda mora poročilo upoštevati določene smernice pravilnega oblikovanja, vendar je za uspešen prikaz potreben čim večji delež podatkovnega črnila in čim manjši delež elementov, ki jih lahko izbrišemo brez izgube informacij.

2.5 Metode vizualizacij podatkov

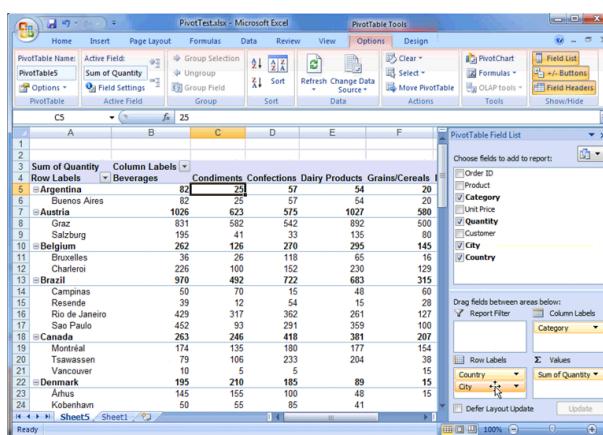
Obstaja ogromno načinov, kako vizualizirati podatke. Razdelitev glede na različne metode bomo bolj podrobneje pogledali v naslednjih poglavjih, saj obstaja več kriterijev po katerih so sestavljene metodologije. Zaenkrat si bomo pogledali osnovne tri načine, kako lahko pokažemo podatke oziroma osnovne metode vizualizacije, ki se uporabljajo pri vizualizaciji v poslovni inteligenci, metode pa lahko nadgradimo, kombiniramo, ustvarimo interaktivne, dinamične itd.

2.5.1 Tabela

Za tabelo (angl. table)bi lahko rekli, da je nekakšna vmesna stopnja do vizualizacije podatkov. Podatke uredimo v tabele, v vrstice in stolpce glede na attribute. Tako so tabele bolj uporabne, ko nas zanima posamezna vrednost in

ob enem lahko primerjamo to vrednost z vsemi ostalimi.

- Dvodimenzionalna tabela - osnovni način prikaz tabele
- Večdimenzionalna - vrtilna tabela (angl. pivot table) so uporabne, ko imamo veliko količino podatkov, združenih v delne vsote po različnih atributih. V teh tabelah lahko izbiramo elemente za prikaz, poljubno izbiramo mere in dimenzije.



Slika 2.6: Pivotna tabela, način uporabe večdimenzionalne tabele v programu Excel.

Medtem ko tabele beremo, grafe vidimo, zato v primeru, da želimo hitreje pridobiti nove informacije iz več podatkov naenkrat so grafi bolj učinkovita metoda.

2.5.2 Graf

Danes je graf (angl. chart) ena najbolj znanih in najpogosteje uporabljenih vizualizacijskih metod. V osnovni obliki je namenjena prikazu relacije med dvema atributoma, pri čemer je običajno en atribut prikazan na os X in drugi na os Y, kar je tudi definicija diagrama. Sicer pa je graf, kot nadpomenka, izraz za veliko vizualizacijskih oblik. Podatki so prikazani z različnimi grafičnimi

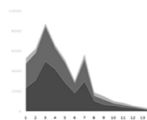
oblikami, kar imenujemo graf, katerih položaj je določen z vrednostmi vizualiziranih atributov v koordinatnem sistemu, kar vse skupaj imenujemo grafikon. Zaradi načina prikaza je metoda zelo primerna za odkrivanje gruč, trendov, osamelcev ter korelacij med atributi.



Linijski graf
(angl. Line chart)



Tortni graf
(angl. Pie chart)



Skladovni graf
(angl. Stack chart)



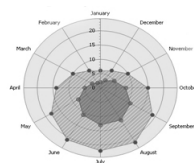
Točkovni graf
(angl. Bullet chart)



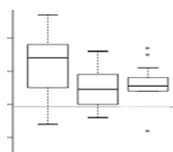
Stolpčni graf
(angl. Bar chart)



Vrstični graf
(angl. Column chart)



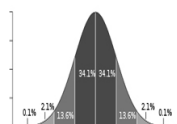
Radar diagram
(angl. Radar or Polar chart)



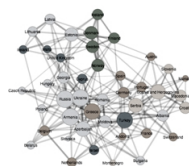
Prikaz kvartilov
(angl. Box plot)



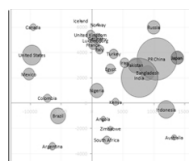
Pregledni diagram
(angl. Survey plot)



Distribucijski graf
(angl. Stem and leaf plot)



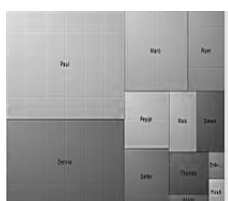
Mrežni diagram
(angl. Network diagram)



Razsevni diagram
(angl. Scatterplot)

2.5.3 Zemljevid

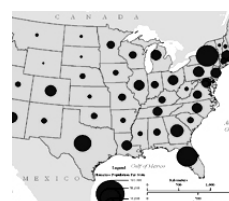
Geografski prikaz je človeku zelo blizu in zemljevid (angl. map) kot vizualizacija je zelo učinkovit način prikaza podatkov, ki so vezani na koordinate, mesto ali katero drugo geografsko enoto. Osnovno izhodišče je vedno geografski koordinatni sistem (sever, jug, vzhod in zahod) in običajno se uporablja različne prikaze posameznih zemljevidov držav.



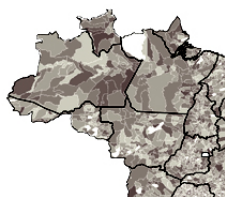
Drevesni zemljevid
(angl. Tree map)



Prostorski zemljevid
(angl. Spatial map)



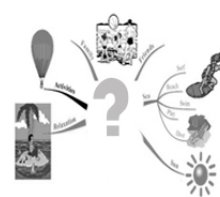
Točkovni zemljevid
(angl. Dot map)



Toplotni graf
(angl. Heat map)



Oblak oznak
(angl. Tag cloud)



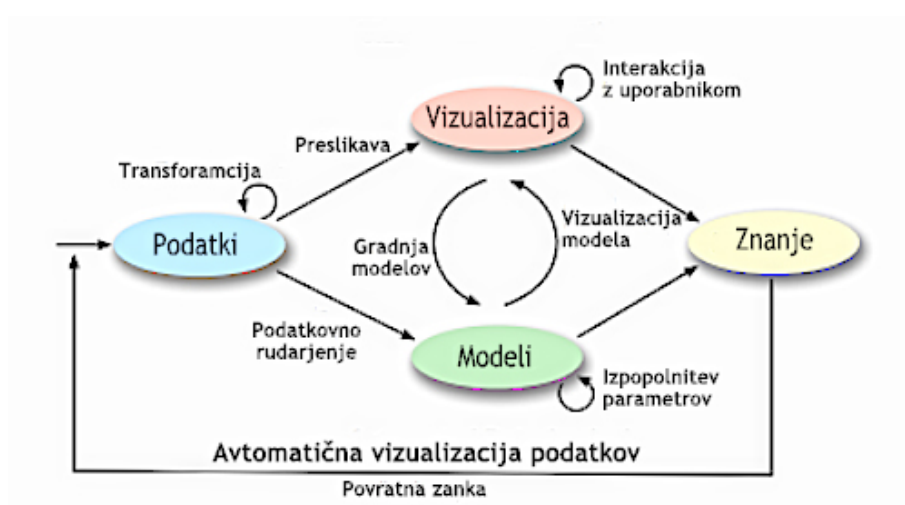
Miselni vzorec
(angl. Mind map)

2.6 Avtomatična vizualizacija

Lahko bi rekli, da je avtomatična vizualizacija programski del vizualizacije, ki se imenuje tudi dinamična ali interaktivna vizualizacija. Torej naredi vizualizacijo interaktivno za uporabnika in dinamično na primer glede na čas. Danes je to področje, ki je zelo priljubljeno v raziskovalnih krogih, saj ponuja veliko izzivov, tako s področja informatike kot tudi poslovnega področja. Zanima nas predvsem, kako lahko določen del podatkov sistem sam izbere in naredi njihov

vizualni prikaz. Pri tem se vprašamo, kateri del opravi sistem in kaj pri tem pove uporabnik.

Uporabnost vizualizacij v vizualni analitiki se vidi tudi pri sistemih, ki omogočajo interaktivno vizualizacijo. Torej da so vizualizacije “on-time” in uporabniku omogoči sprotno spreminjanje atributov oziroma parametrov, ki jih želi vključiti v določen prikaz podatkov. Smiselno je predvsem, ko želimo določene podatke povezovati oziroma ustvarjati relacije med njimi.



Slika 2.7: Proces avtomatične vizualizacije. Povzeto po članku AvtoVis [50].

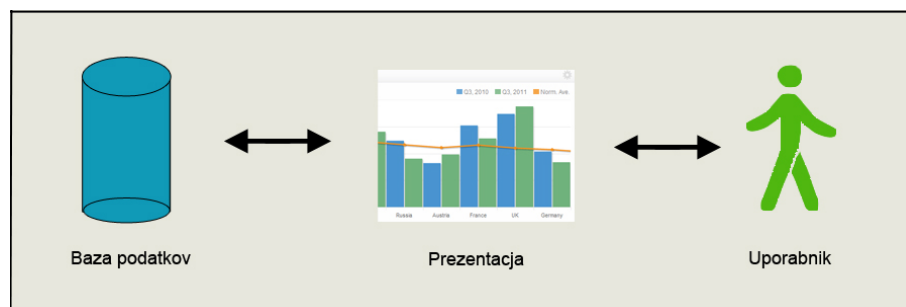
Avtomatična vizualizacija je zelo aktivno področje tudi znotraj akademskega svet. Graham Wilson in Leland Wilkinson [50] sta tako razvila program AutoVis, ki je namenjen razvoju tehnik avtomatične vizualizacije. Razvila sta ga s pomočjo tehnike, ki sledi procesu in ga običajno uporabljajo ekspertni analitiki. Torej uporablja naslednje stopnje analitičnega procesa:

- prepozna tipe podatkov;
- analizira strukture podatkov;
- prioritizira vizualizacije glede na zanimivost rezultata;
- povzame rezultate glede na izvirne podatke.

Program AutoVis [50] avtomatično prikaže vizualizacijo podatkov, ki jih lahko pridobimo na podlagi slike, spletne strani, tabel ali tekstovne datoteke, katerih datoteko le potegnemo v program. Nato se prikažejo mreže, drevesa ali diagrami povezav med posameznimi podatki med katerimi običajno izračuna razdalje na način podatkovnega rudarjenja s pomočjo Pearsonove razdalje. Kot omenjata avtorja programa je glavni problem avtomatične vizualizacije, da podatki oziroma njihova vizualizacija ne sme zavesti uporabnika v napačno razmišljanje oziroma napačno razlago podatkov.

Komunikacija uporabnika pri avtomatični vizualizaciji

V nasprotju od vizualizacije podatkov, kjer je običajna komunikacija enosmerna od podatkov, preko oblikovalca in njegove prezentacije do uporabnika, je način in smer komunikacije pri avtomatični vizualizaciji dvosmerna. Nič več nimamo oblikovalca, ampak njegovo vlogo s pomočjo naprednih aplikacij to prevzame prezentacija, ki tako lahko postane interaktivna. Kot vidimo na sliki 2.8 je komunikacija pri vizualni analizi dvosmerna tako med prezentacijo in bazo podatkov kot tudi uporabnikom.



Slika 2.8: Shema komunikacije pri avtomatični vizualizaciji.

Poglavje 3

Poslovna inteligenca

3.1 Opis poslovne inteligence

Pojem poslovna inteligenca (angl. business intelligence - BI) je na področju računalništva že kar dolgo znan, saj ga je že leta 1958 uporabil IBM-ov inženir Hans Peter Luhn [32], kot sistem, ki nam da možnost, da na podlagi predstavljenih dejstev vodimo ukrepe v želeno smer. Ker pa poslovna inteligenca vključuje več področij si pogledimo njeno definicijo iz računalniške in poslovne panoge. Eno izmed definicij z vidika informatike za poslovno inteligenco je podal Howard Dresner, ki ga je povzelo tudi podjetje Gartner [37], ki pravi:

“Poslovna inteligenca je nadpomenka, ki vključuje aplikacije, strukturo in orodja, s katerimi na podlagi najboljše prakse omogočimo dostop do analize informacij za izboljšanje in optimiziranje odločitev in učinkovitosti.”

Sistemi poslovne inteligence omogočajo analiziranje preteklih, sedanjih in predvidenih dogodkov poslovnih sistemov. Zato si pogledimo še definicijo poslovne inteligence s poslovnega vidika. Mojca Indihar Štemberger [44] pravi, da poslovna inteligenca opisuje uporabo operativnih podatkov organizacij za pridobivanje novih informacij in zagotavlja analizo zaposlenim, dobaviteljem,

strankam in drugim poslovnim partnerjem za učinkovitejše poslovno odločanje. Je arhitektura in zbirka integriranih rešitev na operativnem nivoju in nivoju podpore odločanja ter baz podatkov, ki poslovnemu svetu zagotavljajo enostaven dostop do poslovnih podatkov.

Poslovna inteligenca tako vključuje različne sisteme. Naštejmo glavna področja sistemov, ki vključujejo različne poslovne namene.

Izračuni - sistemi, ki opravljajo izračune za poslovodje, da spremljajo ekonomsko stanje poslovanja.

Analize - sistemi, ki opravljajo številne procese, za prikaz optimalnih rezultatov iz pridobljenih podatkov. Sistem vključuje številna področja, ki smo jih že omenili od podatkovnega rudarjenja, do statističnih izračunov in modeliranja napovedi poslovanja.

Poročila - sistemi za izdelavo strateških poslovnih poročil, ki služijo za lažje strateško odločanje menedžerjem.

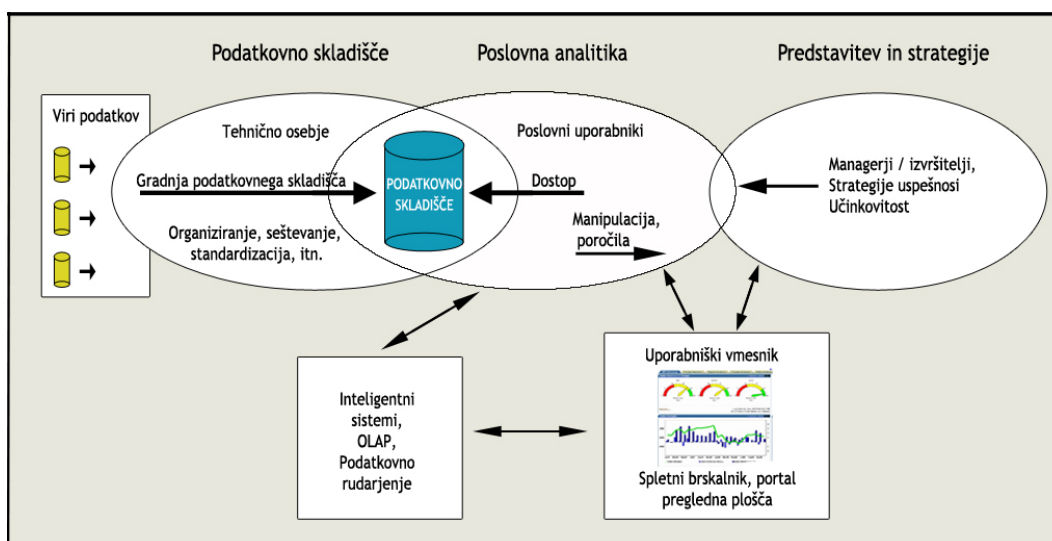
Sodelovanje - sistem za komuniciranje med zaposlenimi tako znotraj sistema kot zunaj njega.

Vodenje znanja - sistem, ki vodi podjetje skozi strategije in prakse za lažje posredovanje poslovnega znanja zaposlenim.

Hitro spoznamo, da je poslovna inteligenca tako kot vizualizacija podatkov v osnovi namenjena prikazu stanja določenih podatkov za pridobivanje novega znanja. Zato je vizualizacija ključni element znotraj poslovne inteligence oziroma kot bomo videli se to področje običajno imenuje poslovna analitika.

3.2 Poslovna analitika

V času ko je količina podatkov vedno večja in ko je med temi podatki težko pridobiti resnične, točne in uporabne informacije, se vprašamo, kako priti do



Slika 3.1: Elementi poslovne analize.

le-teh. V poslovni inteligenci to nalogo opravlja analiza podatkov, ki pa ni iskanje pravil znotraj podatkov, ampak pravzaprav iskanje presenečenj.

Aljaž Prusnik [39], ki je član Mednarodnega inštituta za poslovno analitiko (angl. IIBA), pravi da je poslovni analitik tisti, ki poskuša rešiti poslovni problem tako, da se spozna s celotnim ozadjem problema in pozna obstoječe stanje in vizije zelenega stanja. Za vse to pa potrebujemo dobro urejene podatke in dober pregled nad njimi, saj le tako vidimo obstoječe stanje in lahko postavimo vizijo. Poslovna analitika (angl. Business analytics) opravlja odločitveno analiziranje s pomočjo podatkov in informacij, za svoje delovanje pa običajno uporablja OLAP kocke, ponazoritev oziroma vizualizacijo podatkov, podatkovno rudarjenje in napredne analitike, ki opravijo analizo. Vhodne podatke, ki jih poslovna analitika potrebuje za izvedbo analize pa se lahko nahajajo ali v podatkovnih skladiščih ali v operativnih podatkovnih skladiščih ali pa v spletnih datotekah.

Informacijski sistemi v poslovni analitiki vključujejo veliko orodij, ki uporabniku omogočajo kreiranje poročil in poizvedbe nad podatki. Analitik lahko

analizira različne vrste dimenzij podatkov, kot na primer podatke časovnih vrst glede na geografsko lego ali poslovnega trenda. Ker sistem lahko vključuje časovno dimenzijo tako pridobimo časovno otežene informacije, kar nam poleg preteklih in sedanjih podatkov omogoča tudi napoved v prihodnje in ravno analiza teh informacij je ključna za poslovne odločitve.

Analitika in analiza

Analitika (angl. Analytics) je nauk ali teorija o analizi (angl. Analysis). Enako velja za poslovno analitiko, saj se velikokrat meša ta dva izraza, včasih tudi iz marketinškega namena, saj se ga celo zamenjuje s poslovno inteligenco. Zavedati pa se moramo, da poslovna analitika le pomaga v okviru poslovne inteligence analitiku za prehod z ročne na avtomatično oziroma računalniško podprto poslovno analizo. Analizo podatkov lahko opravi le človek. Lahko pa mu pri tem pomaga računalnik z dobro oblikovano vizualizacijo podatkov, s čimer človek hitreje pridobi novo znanje in bolj pravilno, učinkoviteje in hitreje opravi analizo.

3.3 Tipi podatkov

Podatki so vir informacij za poslovno analizo. Kje in kako jih hranimo in kako jih pridobimo pa obstaja več tehnoloških možnosti, mi pa si bomo bolj natančno pogledali glavne tri, ki se uporabljajo v sistemih poslovne inteligence. To so relacijska baza, podatkovna skladišča in tehnologija OLAP. V tabeli 5.2.1, ki smo jo povzeli po analizi preglednih plošč, ki jo je temeljito opravil Few [9], si lahko pogledamo nekaj osnovnih področij poslovanja, katerih podatke se običajno shranjuje in obdeluje v poslovni inteligenci.

Področje	Podatki
Prodaja	- rezervacije - računi - pričakovana prodaja - število naročil - prodajne cene
Trženje	- tržni delež - uspešnost trženja - demografija strank
Finance	- prihodki - stroški - dobiček
Tehnična podpora	- število klicev - število rešenih primerov - zadovoljstvo strank - dolžina klica
Proizvodnja	- število proizvedenih enot - čas proizvodnje - število napak
Človeški viri	- zadovoljstvo zaposlenih - količina prometa na zaposlenega - število odprtih pozicij - pregled uspešnosti
Informacijska tehnologija	- število izpadov - uporaba sistema - število popravljenih hroščev
Spletne storitve	- število obiskovalcev - število zadetkov strani - čas trajanje obiska

Tabela 3.1: Nekatera področja zajema podatkov v poslovni inteligenci, ki jih tudi lahko vizualiziramo.

3.3.1 Relacijska baza

Marko Bajec [3] definira relacijsko podatkovno bazo kot dvodimenzionalno tabelo, predstavljeno z množico normaliziranih relacij z enoličnimi imeni. Opis relacijske PB je shema PB. Shema PB je sestavljena iz shem posameznih relacij. Shema relacijske PB, kar lahko vidimo tudi na primeru sheme v tabeli 3.2, opredeljujejo naslednji kriteriji:

- imena tabel, ki sestavljajo podatkovno bazo;

- attribute oziroma imena stolpcev vsake tabele;
- podatkovne tipe posameznih stolpcev;
- integritetne omejitve.

Relacijske baze se danes uporabljajo zelo pogosto v ERP sistemim (angl. Enterprise Resource Planing), ki upravljajo z vsemi viri znotraj poslovnega sistema. Podatkovne baze, kot vir podatkov, so zasnovane za funkcionalnosti, ki jih opravlja celostni sistem. Harwood [13] definira ERP sisteme kot integrirani informacijski sisteme, ki podpirajo vse vidike poslovnega procesa. Obvladujejo transakcije, ohranjajo zapise, zagotavljajo informacije v realnem času in omogočajo planiranje ter kontrolo poslovanja.

Študent				
IDStudenta	Ime	Priimek	Vpisna	Kontakt
1212	Janez	Novak	123456	030 003 002
2323	Urša	Hrovat	100211	060 111 222

Tabela 3.2: Tabela relacijske sheme Student.

ERP sistemi spadajo pod tehnologijo sprotne transakcijske obdelave podatkov ali OLTP (angl. OnLine Transaction Processing), ki podpira in omogoča transakcijsko orientirane aplikacije. Ravno ker so tabele v OLTP aplikacijah najpogosteje normalizirane, je to razlog za daljši čas poizvedb. Zato OLTP tehnologija v praksi velja, da je bolj namenjena vnosu podatkov kot pa njihovi analizi, saj ERP sistemi zelo obremenijo računalniški sistem in za poizvedbe znotraj njih je potrebno dobro poznati relacijsko shemo. Se pa dobro obnesejo za pridobitev obsežnih statističnih poročil v realnem času. Zato se podatki shranjeni v relacijski bazi običajno ne uporabljajo za dinamično vizualizacijo, za kar je bolj primeren vir podatkov podatkovno skladišče ali OLAP kocke, ki omogočajo lažjo analizo podatkov, kar je ključno pri poslovnemu odločanju.

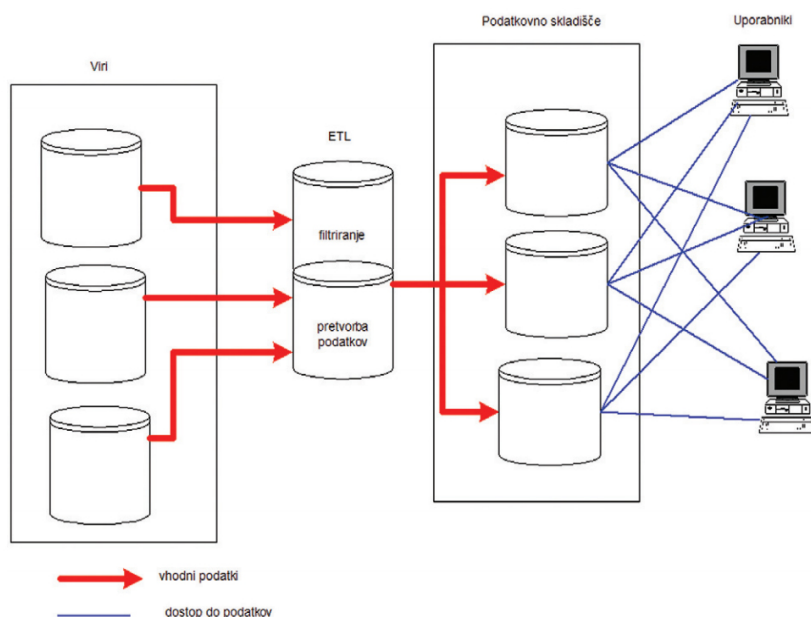
3.3.2 Podatkovno skladišče

Zaradi pomanjkljivosti, ki jih imajo relacijske baze je potrebno podatke prenesti v druge podatkovne baze, ki so bolj primerne za nadaljnjo analizo in poročanje. Eno glavnih oblik takšnih baz imenujemo podatkovno skladišče (angl. data warehouse). Predstavljamo si jih lahko kot bazen podatkov, ki so strukturirani tako da omogočajo sprotne analitične obdelave podatkov, kot so tehnologija OLAP, podatkovno rudarjenje, poizvedovanje, poročanje itd.. V tej obliki jih tudi definira Bajec [4]:

“Podatkovno skladišče je vsebinsko organizirana, integrirana, časovno odvisna in nespremenljiva zbirka podatkov za namene podpore odločitvenim procesom.”

Polnjenje podatkovnega skladišča s podatki je bistvenega pomena. Pri tem moramo podatke prečistiti, pretvoriti in prenesti. Ta proces imenujemo ETL (Extract, Transform, Load) in je ključnega pomena tudi pozneje zaradi uporabe tehnologije OLAP, ker na tem mestu določimo, katere podatke bomo pozneje analizirali s tehnologijo OLAP, saj podatkov, ki jih v procesu ETL ne prenašamo, ne moremo vključevati pozneje v nobene analize (Jagarinec [18]). Lastnosti podatkovnega skladišča so:

- predstavlja arhiv vseh podatkov na enem mestu;
- predstavlja vir znanja;
- omogoča enoten in hkrati uporabniku prilagojen pogled na (povprečne, zgodovinske, itd.) podatke;
- onemogoča spreminjane ali posodobitev podatkov (sprememba je nov podatek);
- podpira večdimenzionalni model baze podatkov;
- vsebujejo metapodatke;
- omogoča izdelavo podatkovnega slovarja oziroma repozitorij (angl. repository).



Slika 3.2: Podatkovno skladišče. Vir: Revija Moj Mikro, oktober 2008.

Podatkovna skladišča so tudi časovno opredeljena, saj vsebujejo podatke, ki morajo biti časovno ovrednoteni, da lahko v njih iščemo trende, odklone, dolge medsebojne odvisnosti za napovedovanje in primerjanje. Ker pa analitiki hkrati delajo z velikimi količinami podatkov, je večdimenzionalni model za analize podatkov zelo primeren, ker omogoča hitre poizvedbe, zato je tudi razvoj podatkovnih skladišč v zadnjem času naglo napredoval. V številnih podjetjih in koncernih se odločajo za tehnologijo podatkovnih skladišč in s pomočjo tehnologije OLAP opravljajo analize.

3.3.3 Tehnologija OLAP

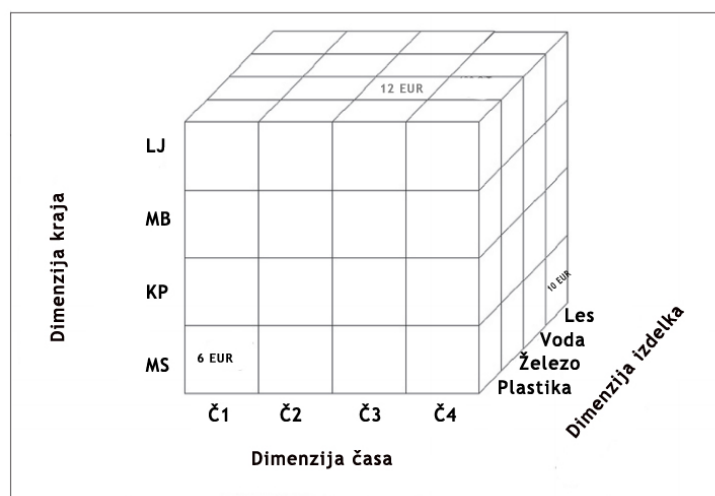
Na začetku se je poslovna analitika predstavljala pod imenom OLAP (angl. OnLine Analytical Processing), kar bi lahko prevedli Sprotna analitična obdelava podatkov. Definicija tehnologije OLAP nad podatkovnimi bazami po Mailvaganamu [33] je sledeča:

“Podatkovne baze prilagojene za OLAP uporabljajo večdimenzionalni podatkovni model, ki omogoča kompleksne analitične poizvedbe v realnem času in s hitrim odzivnim časom.”

Ključna lastnost OLAP sistemov torej je, da imajo poizvedbe kratek odzivni čas, ne glede na število uporabnikov, velikost in zapletenost podatkovne baze. Jedro zbirke podatkov so OLAP kocke (angl. OLAP cube), ki nam pomagajo organizirati podatke po več ravneh oziroma več dimenzijah, kar si lahko predstavljamo kot stranico kocke. OLAP kocke vsebujejo dve osnovni vrsti podatkov:

Mere so numerični podatki, količine in povprečne vrednosti.

Dimenzije so kategorije, ki jih uporabimo za organiziranje mer.



Slika 3.3: Primer OLAP kocke glede na vrednosti Tabel 3.3, 3.4, 3.5 in 3.6.

Uporaba tehnologije OLAP s shranjevanjem podatkov v OLAP kockah se je v informacijskem analitičnem poslovnem svetu izkazala kot zelo uporabna tako pri analiziranju stanja (preteklega, sedanjega in prihodnjega) kot tudi

Id kraja	Kraj
1	LJ
2	MB
3	KP
4	MS

Tabela 3.3: Dimenzija kraja.

Id časa	Čas
1	Č1
2	Č2
3	Č3
4	Č4

Tabela 3.4: Dimenzija časa.

Id izdelka	Izdelek
1	Les
2	Železo
3	Voda
4	Plastika

Tabela 3.5: Dimenzija izdelka.

Id kraja	Id časa	Id izdelka	Vrednost
4	1	4	6 EUR
1	3	2	12 EUR
4	4	1	10 EUR

Tabela 3.6: Tabela vrednosti.

pri kreiranju vizualiziranih poročil. Uporabnik lahko hitro in dinamično dostopa do podatkov in jih tako enostavno prilagaja svojim analitičnim zahtevam. Ključno pri tem pa je, da ima uporabnik oziroma analitik dovolj poslovnega znanja, da ve “kaj” želi izvedeti in “zakaj” in “od kdaj” želi določene podatke. Zato je tudi priporočljivo, da so OLAP kocke razdeljene glede na posamezna poslovna področja, saj tako analitik najhitreje in najbolj logično uporablja njemu poznane podatke. Kocke, ki niso pregledne oziroma uporabljajo preveliko število podatkov so lahko manj pregledne in za uporabnika, ki ne pozna poslovne problematike, neuporabne. Če so kocke pregledne, nam je olajšana priprava poročil in nam omogoča kakovostnejšo vizualizacijo informacij.

3.4 Vizualna analitika

Kot smo napisali v zgodovini vizualizacije je leta 1977 John Tukey napisal knjigo *Raziskovalna analiza podatkov*, v kateri je predstavil uporabnost vizualizacije kot sredstva za iskanje smisla v podatkih in s tem pomoč pri raziskavah. To področje se danes imenuje vizualna analitika. Kot ena izmed dokaj novih področij je tudi definirana, kot “znanost analitičnega razmišljanja, ki ga pod-

pira interaktivno vizualni vmesnik” [20]. Če pa pogledamo njeno definicijo iz zornega kota vizualizacije podatkov, pa jo je Keim [21] definiral tako:

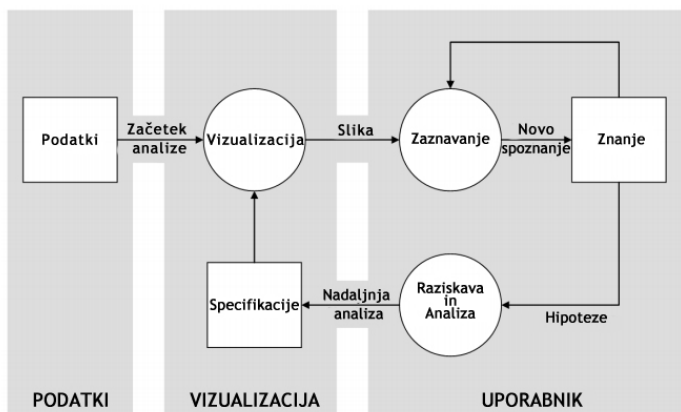
“Vizualna analitika vključuje tehnike avtomatične vizualizacije in interaktivno vizualizacijo za učinkovito razumevanje, sklepanje in odločanje na podlagi zelo veliko in kompleksno množico podatkov.”



Slika 3.4: Področja vizualne analitike. Povzeto po [21]

Izrek vizualne analitike (angl. Visual Analytics Mantra) je nastal na podlagi Shneidermanovega [42] izreka o vizualizaciji: “najprej preglej nato filtriraj, približaj in prikaži detajle na zahtevo.” Ker ta izrek izrazito poudari pomen vizualizacije v procesu iskanja novega znanja, ki naj bi tudi bil fokus vizualne analitike, je Keim [21] prilagodil Shneidermanov izrek. Glasi se:

“Najprej analiziraj in prikaži pomembno nato približaj, filtriraj in analiziraj naprej ter prikaži detajle na zahtevo. ”



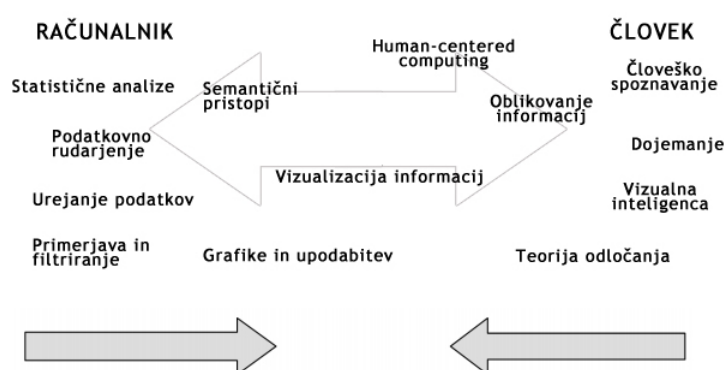
Slika 3.5: Proces vizualne analize.

Z drugimi besedami, ta izrek zahteva natančne kombinacije analitičnih pristopov, skupaj z naprednimi tehnikami vizualizacije. Po Keimu [21] vizualna analitika vključuje znanstveno in vizualizacijo informacij s pomočjo podatkovnega rudarjenja, urejanja in analizo podatkov in človeškim zaznavanjem in spoznavanjem. Uspešna analiza pa je odvisna tudi od razpoložljivosti ustrezne infrastrukture in pravilnega ovrednotenja podatkov s strani analitikov.

3.4.1 Podatkovno rudarjenje

Če naj bi analiza podatkov ne bila iskanje pravil znotraj podatkov, ampak pravzaprav iskanje presenečenj, se s ravno temi t.i. presenečenji ukvarja ravno podatkovno rudarjenje (angl. data mining). Poleg sistema za prikaz podatkov pa sistem za vizualno analizo potrebuje tudi logiko, ki v ozadju programirano preiskuje podatke in jo s pomočjo avtomatične vizualizacije predstavi. Podatkovno rudarjenje je izraz, ki se uporablja za analizo nad podatkovnimi bazami. Podatkovno rudarjenje išče skrite vzorce v veliki zbirki podatkov, ki pomagajo pri napovedi podatkov v naprej.

Takšni primeri se uporabljajo danes predvsem v spletnih trgovinah, ki vam na podlagi prejšnjih nakupov svetujejo nov artikel za nakup. Torej se tovrstno znanje potem uporablja za doseganje specifičnih poslovnih ciljev. Orodja podatkovnega rudarjenja oziroma tehnike, ki jih zajema podatkovno rudarjenje avtomatično iz množic podatkov razberejo nove korelacije, vzorce in trende. Podatkovno rudarjenje spada na akademskem področju pod umetno inteligenco predvsem pod področje strojnega učenja.



Slika 3.6: Interakcija med računalnikom in človekom.

Strojno učenje

Strojno učenje (angl. machine learning) kot ena aktualnih vej umetne inteligence se zelo intenzivno ukvarja tudi z vizualizacijo relacij med podatki, kjer je ključna ravno določitev atributa, števila atributov podatka in količina podatkov. Leban [29], ki raziskuje vizualizacije na področju strojnega učenja je prav tako potrdil pomembnost in učinkovitost vizualizacije podatkov. Eden tipičnih načinov računanja povezav med podatki, ki jih nato vizualiziramo, je že omenjena Pearsonova korelacija in tudi njegova nadgradnja kot je Spearmanova korelacija. Se pa vizualizacije na tem področju razlikujejo od vizualizacij v poslovni inteligenci po načinu predstavitve, saj ima pri strojnem učenju vizualizacija namen ravno spoznavanje novih pravil med podatki, medtem ko

vizualizacija v poslovni inteligenci ravno predstavitev teh podatkov tako, da ta nova spoznanja vključujejo. Zato je podatkovno rudarjenje danes jedro poslovne analize, ki pa je ključna v povezavi z vizualizacijo, da uporabnik lahko pride do novih spoznanj. Značilne tehnike za preiskovanje nad podatki v strojnem učenju so:

- KNN - k-najbližji sosed;
- Naivni Bayes;
- Linearna in nelinearna regresija;
- Razvrščanje v gruče;
- Odločitvena drevesa.

Če si pogledamo primer analize podatkov, ki se uporablja tudi v poslovni analizi, je za primerjavo povezanost med dvema podatkom oziroma spremenljivkama, ki sta linearno odvisni, potrebno izračunati razdaljo oziroma povezanost med njima. Kot smo omenili to lahko izračunamo s Pearsonovim koeficientom korelacije (3.1), ki je je najpogosteje uporabljena mera linearne povezanosti (angl. linear correlation) dveh številskih spremenljivk. Definiran je kot vsota vseh produktov standardnih odklonov obeh vrednosti. Vrednosti sta omejeni med -1 in 1, koeficient 0 pa označuje ničelni vpliv ene spremenljivke na drugo.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (3.1)$$

Izraz inteligenca se uporablja predvsem zaradi sistema, ki se je sposoben sam odločati na podlagi pravil. Tako računalnik, ki ima možnost pomnjenja velike količine podatkov in hitrejšega procesiranja, lažje in hitreje prepoznava vzorce med podatki, s pomočjo človeške inteligence. Od tu pa se tudi beseda inteligenca pojavi v izrazu poslovna inteligenca.

3.4.2 Pregledna plošča

V poslovni inteligenci se torej srečujemo z veliko količino podatkov o poslovanju, ki jih moramo nekako urediti in oblikovati za dobro analizo nad njimi. Ko pa podatke grafično oblikujemo in jih predstavimo z določenim namenom izdelamo določeno vizualizacijo. Posamezna vizualizacija je lahko narejena za določeno poročilo, pregled ali pa zgolj za hitrejši in bolj učinkoviti pregled podatkov. Ker pa imamo v sistemih poslovne inteligence področje za nadzor, pregled in načrtovanje poslovanja, ki ga običajno uporabljajo menedžerji oziroma upravitelji, je večina teh vizualizacij na enem mestu in običajno imajo osnovni pregled, ki se imenuje pregledna plošča. Pregledna plošča (angl. Dashboard) je običajno prilagojen za vsakega uporabnika posebej odvisno od njegovo vloge in pravic znotraj sistema. Few [9] je definiriral pregledne plošče takole:

*“**Pregledna plošča** je vizualni prikaz najbolj pomembnih informacij za doseg enega ali več ciljev; postavljene in urejene na enem zaslonu, tako da je mogoče spremljati podatke na prvi pogled.”*

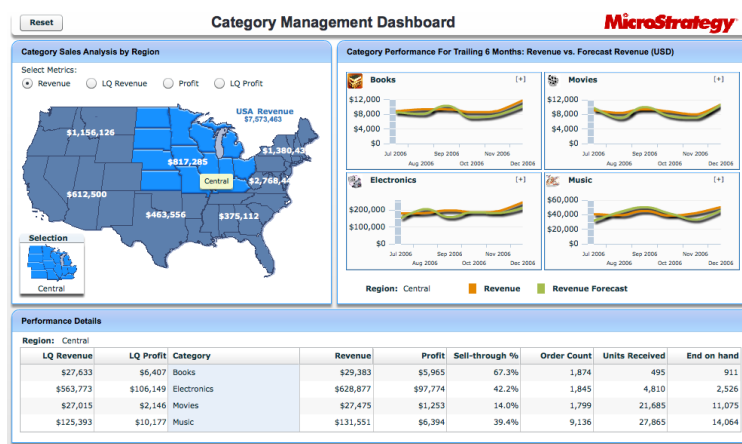
Pregledna plošča je tako sestavljena iz več komponent, ki pa morajo biti čim bolj učinkovito oblikovane, vsebovati čim manj nepotrebnih informacij in morajo zajemati čim več različnih prikazov, a kljub temu na enem zaslonu. Uporabnik v poslovnem svetu, mora ob pogledu na pregledno ploščo hitro videti celotno stanje v poslovanju in natančno posamezne podatke za določeno področje poslovanja glede na čas, kraj, poslovno področje, osebo ali geografsko področje. Običajno so pregledne plošče eden od sestavnih delov celotnega informacijskega sistema poslovne inteligence, ki pa imajo ključno vlogo pri poslovnem odločanju. Few [9] deli pregledne plošče za tri namene poslovanja:

Strateški - uporabljajo osebe za odločanje, kot je izvršna uprava;

Analitični - uporabljajo analitiki, ki novo znanje posredujejo naprej;

Operativni - uporabljajo managerji, ki se lahko hitro odzovejo na stanje.

Torej je pregledna plošča ključni grafični vmesnik med sistemom in uporabnikom. Zato je zelo pomembno, da je dobro oblikovan pri čemer nam lahko pomagajo določena pravila, ki jih mora upoštevati oblikovalec pregledne plošče. Na pregledno ploščo gledamo z vidika celote ali kot sestavljeno iz različnih posameznih delov oziroma komponent. Glede na ta dva pogleda se lahko oblikovalec vpraša naslednje.



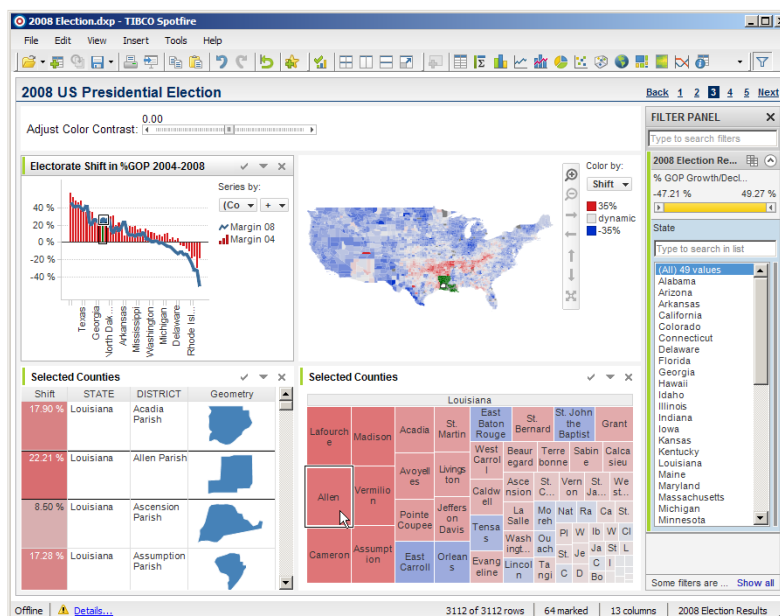
Slika 3.7: Primer pregledne plošče, ki uporablja vse osnovne metode vizualizacij. Vir: Microstrategy.com

Pregledna plošča kot celota

- Kam pogledamo najprej ob pogledu na pregledno ploščo? Ali tja, kjer je najpomembnejša informacija?
- Ali lahko enostavno spoznamo, kako je pregledna plošča urejena?
- Ali ob pogledu na pregledno ploščo pridobi pozornost posamezna informacija ali element, ki ne vsebuje nobene informacije?
- Ali lahko hitro preletimo pregledno ploščo in hitro ugotovimo stanje v celotnem sistemu?
- Ali lahko informacijo časovno opredelimo glede na njeno pomembnost?
- Ali lahko povežemo informacije med posameznimi komponentami?
- Ali pregledna plošča vsebuje dele, ki jih ne razumemo?

Posamezne komponente pregledne plošče

- Ali posamezni podatek sporoči določeno informacijo tako, da avtomatsko razumemo njen pomen ali moramo preračunati njegovo vrednost?
- Ali lahko hitro izvemo ali je določena vrednost podatka dobra, slaba ali nekaj drugega? Ali jo lahko primerjamo s katero drugo vrednostjo?
- Ali pridobimo dovolj informacij, glede na posamezno komponento, da vemo kako od reagirati?
- Če moramo glede na določeno informacijo odreagirati ali lahko pridobimo še katero dodatno informacijo glede na reakcijo?
- Ali posamezno vrednost vidimo dovolj natančno in dovolj zaokroženo?
- Ali za posamezno vrednost lahko izvemo ali glede na čas napredujemo, nazadujemo ali stagniramo?



Slika 3.8: Ustrezna vizualna analiza volitev opravljan z inteligentnim sistemom Spotfire Analytics.

Pregledno ploščo kot osnovni pregled vizualizacij v poslovni inteligenci bomo vzeli kot osnovni prostor, kjer se nahajajo posamezne vizualizacije. Pregledno ploščo bi torej lahko poimenovali kot prostor za prikaz vizualizacij oziroma skupino vizualizacij. Pomembno vlogo ima tudi vpliv razporeditev vizualizacij na pregledni plošči, ki je običajno prilagojena glede na zahteve uporabnika ali poslovno področje, vendar pa je potrebno upoštevati tudi kriterije o razmerju med posameznimi vizualizacijami, ki pa jih upoštevamo tudi pri vsaki vizualizaciji posebej. Ker pa so le ti pomembni, da lahko razlikujemo med posameznimi vizualizacijami in jih klasificiramo, jih bomo pregledali v naslednjem poglavju. Če strnemo je ključno glede vizualizacij na pregledni plošči, da se zavedamo pomena celostne podobe pregledne plošče, ki mora biti poslovno učinkovita, logično povezana, dobro vidna in hitro razumljiva.

Poglavje 4

Kriteriji vizualizacij v poslovni inteligenci

Do sedaj smo si pogledali poglavje o vizualizaciji in poslovni inteligenci preden pa v naslednjem poglavju preidemo na taksonomijo vizualizacij v poslovni inteligenci si moramo pogledati, kakšni so kriteriji, ki ločijo eno vizualizacijo od druge. Ker na določeno vizualizacijo lahko gledamo iz različnega vidika, recimo poslovnega, grafičnega ali zgolj informacijskega oziroma računalniškega je dobro, da si pogledamo kriterije glede na te vidike. Skušali bomo ločiti posamezne kriterije, ki so ključni za vizualizacijo pri poslovni inteligenci za razliko od običajne vizualizacije. Ti nam bodo kasneje pomagali, da bomo lažje razumeli samo razdelitev v taksonomiji. Kriteriji so zelo pomembni tudi pri razumevanju različnih taksonomij, saj je ravno cilj oziroma usmerjenost taksonomije tisti, ki določa namen taksonomije glede na posamezno področje.

4.1 Grafični kriteriji

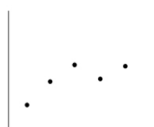
Na prvi pogled je vizualizacija zgolj samo slika, ki je statična, animirana ali dinamična. Ker pa je običajno sestavljena iz različnih komponent si bomo pogledali, kateri grafični kriteriji so tisti, ki ločijo posamezne vizualizacije.

4.1.1 Oblika

Oblika je kvaliteta objekta, ki je odvisna od notranje lege točk, ki sestavljajo njegov obris, ali zunanjih površin. Vizualni predmeti so v naravi primarno prepoznani po svoji obliki. Če predstavimo obliko z značilnicami, pridobljenimi iz slike, lahko primerjavo izvajamo podobno kot v primeru drugih enostavnih značilnic, s funkcijo razdalje, kjer večja razdalja pomeni manjšo podobnost. Tako definirata obliko Kranjc in Maver [24].

Zavedati se moramo še, da različne oblike prikaza vrednosti lahko uporabimo tako pri tabeli, grafu in zemljevidu. Glede na obliko prikaza podatkov pa vizualizacije ločimo na naslednje oblike:

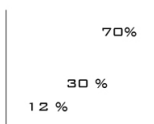
Točka



Črta



Številka ali simbol



Krog



Kvadrat



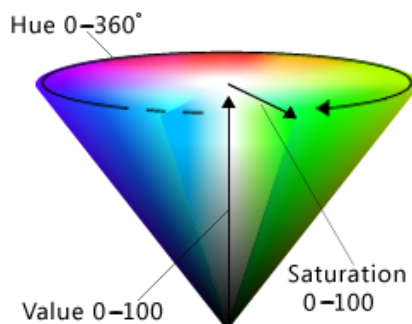
Površina



4.1.2 Barva in tekstura

V računalniškem svetu poznamo dva standardna barvna modela RGB (angl. Red, Green, Blue) in CMY (angl. Cyan, Magenta, Yellow). Vsaka točka je sestavljena iz kombinacije treh barv različne intenzitete, vendar so le te zelo majhne, tako da človeško oko zazna točko kot enobarvno. Za lažje dojemaje barve, iz vidika človeka pa je Alvy Ray Smith leta 1978 ustvaril barvni model HSV (angl. Hue, Saturation, Value), ki bolj ustreza človeškemu dojetju barv. Gre za uporabniško prilagojen model, ki bolje odraža lastnosti barve. Hue je barva (npr. zelena). Saturation je nasičenost barve in se meri v razponu od 0 do 100 odstotkov. Nižja kot je nasičenost barve, manj je barva intenzivna. Value kot vrednost velja za svetlost barve in ločuje temno barvo od svetle in prav tako v razponu od 0 do 100 odstotkov. Obstaja tudi podoben model HSL (angl. Hue, Saturation, Lightness), ki pa se razlikuje od HSV modela v tem, da je namesto Value, Lightness oziroma svetlost.

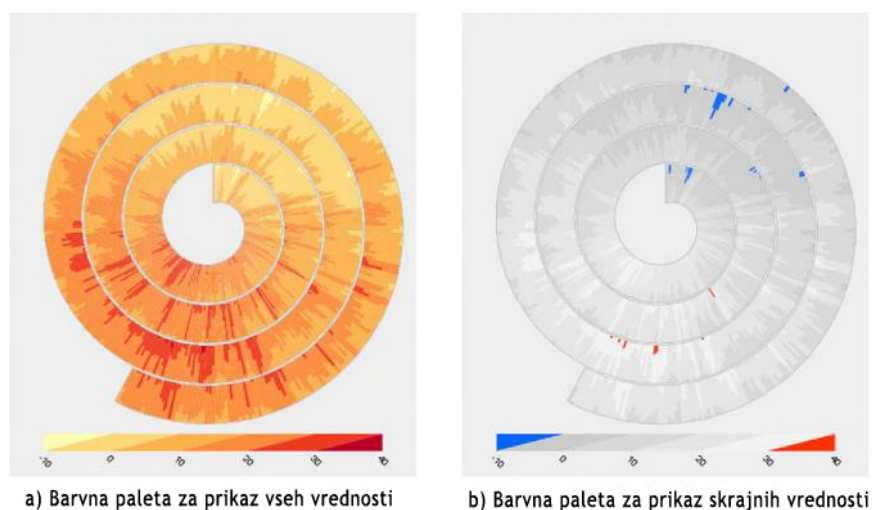
Ker pa je vizualizacija učinkovita predvsem, ko je hitro in logično razumljena, je potrebno vključiti tudi človeški faktor pri dojetju barve pri čemer nam ravno pomaga model HSV.



Slika 4.1: HSV barvni model.

Včasih so določene vizualizacije oziroma deli ali oblike, ne samo različne barve, ampak tudi uporabljajo teksture, zato si pogledjmo še kako ločujemo različne teksture.

Za teksturo ni natančne definicije. Aleš Leonardis [31] pravi, da je tekstura poleg barve pomembna diskriminativna značilnica določene slike. Teksturo lahko opišemo glede na prostorske (angl. spatial), frekvenčne (angl. frequency) in zaznavne oziroma perceptualne značilnosti. Periodičnost, zrnatost, dominantna orientacija, stopnja kompleksnosti - so najpogostejši atributi teksture.



Slika 4.2: Prikaz vpliva barve na razumevanje grafikona.

Psihologija barv

Barve pri človeku ne vzbudijo samo določeno razpoloženja, ampak tudi vplivajo na kvaliteto izdelka. Zato je pomembno, da se zavedamo tudi na ta vpliv pri izbiri barve. Naštejmo nekaj osnovnih barv glede na njihov psihološki vpliv. Zavedati pa se moramo, da imajo barve tudi različen pomen pri posamezni kulturi, predvsem je največ razlik, med vzhodno in zahodno kulturo. Zato naslednji kriterij velja za zahodni prostor v katerem živimo.

- **bela** – mir, čistost, sodobnost, v večini primerov najprimernejša barva za ozadje;

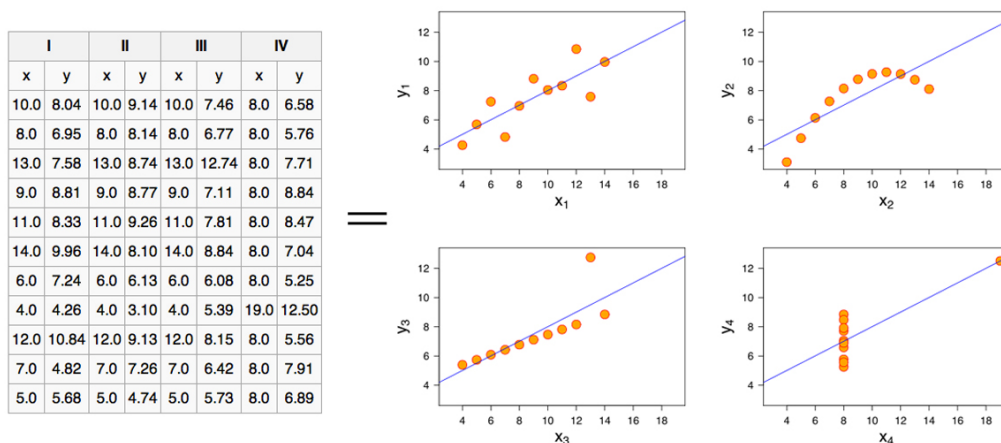
- **črna** – elegantnost, varnost, klasika, najprimernejša za besedilo na svetlih ozadjih;
- **rumena** – vsiljivost, toplina, veselje. V poslu namiguje na intelekt in uglašenost. Je najtežje gledljiva barva, zato tudi najneprimernejša za uporabo tako teksta kot ozadja;
- **rdeča** – življenje, ljubezen, zahtevo po pozornosti. V poslu jo poveujemo z negativnim stanjem (obveznost);
- **modra** - umirjenost, zaupanje, zanesljivost, zvestobo. V poslu namiguje na finančno odgovornost in zanesljivost;
- **zelena** – upanje, narava, rast (razvoj) in mir. V poslu sugerira na pozitivno stanje (donosnost).

V poslovnem svetu je včasih ustrezna izbira barve ključnega pomena, ne samo zaradi ustreznosti ali boljše preglednosti vendar tudi zaradi pomena določenih barv. Zamenjava rdeče barve z zeleno bi lahko povzročilo velike probleme, zato je pomembno, da se zavemo pomena barve in ustrezne izbire le te, predvsem pri poslovni analizi.

4.1.3 Namen prikaza vrednosti

Kot glavni kriterij, ki ločuje vizualizacijo od navadne slike je ravno namen, da prikazemo pridobljene resnične podatke, na podlagi katerih smo oblikovali posamezne oblike in prostor na katerem se nahajajo te oblike in dodatne oznake. Ko graf enkrat prikazemo s točno določenimi vrednostmi v določeni obliki, poimenujemo spremenljivke, osi koordinatnega prostora in enote, ga lahko tudi poimenujemo grafikon ali histogram. Ta že vsebuje pomen prikaza vrednosti in tudi pomen primerjave vrednosti. Leban [29] je razdelil vizualizacije po kriteriju namena znotraj katerega je prezentacija rezultatov tisto področje, ki se najpogosteje uporablja v poslovni inteligenci. Vrednosti in analize podatkov so ključne za pravo izbiro ustrezne vizualizacije zato nam poleg grafičnih elementov ravno ustrezna prezentacija rezultatov poda največ novih informacij.

Francis Anscombe je že leta 1973 prikazal 4 nize podatkov, ki so znani kot Anscombeov kvartet, ki ga prikazuje slika 4.3. Če si pogledamo tabelo posameznih podatkov, težko razberemo kakšno posebnost med njimi ko pa jih vizualiziramo kot graf hitro opazimo razliko med njimi, kar nam očitno prikaže učinek prikaza vrednosti.



Slika 4.3: Anscombeov kvartet kjer lahko vidimo korelacije, trend in osamelce.

Prikaz posameznega grafa pa ima pomen samo v primeru, ko vizualiziramo namensko usmerjene podatke za točno določen spoznavni namen. Bloom [5] je razvrstili učne cilje s kognitivnega ali spoznavnega področja v šest področij:

- spoznavanje;
- uporaba;
- analiza;
- sinteza;
- razumevanje;
- vrednotenje - evalvacija.

Ko določene podatke vizualiziramo glede na določeno vrednost šele takrat lahko začnemo primerjati podatke med seboj, jih analizirati, spoznavati znotraj njih nove informacije in tako tudi napovedovati nove, kar pa je glavni namen vizualiziranja podatkov v poslovni inteligenci.

Psihologija vizualnega

Mogoče psihologija vizualnega ne spada ravno pod grafični kriterij za določitev določene vizualizacije, zagotovo pa to področje pokriva tisti del vizualizacij, ki ima največjo vrednost v poslovni inteligenci in to je hitro in učinkovito pridobivanje novih informacij na podlagi vizualizacije. Torej, kaj je tisto, da določena vizualizacija bolj jasno od druge, sporoči uporabniku tisto, kar bi mu prav prišlo za ustrezno poslovno odločitev. To področje se imenuje psihologija vizualnega, ki spada tudi pod kognitivno psihologijo.

Zaznavno (angl. *perceptive*) in spoznavno (angl. *cognitive*) sta pojma, ki se tukaj najpogosteje uporabljata. Torej, kaj je tisto kar človek zazna ob pogledu na vizualizacijo in kaj ob tem spozna. Tisto kar loči eno vizualizacijo od druge pa se običajno izkaže na podlagi uporabniške izkušnje oziroma izvedenih anket pri uporabnikih.

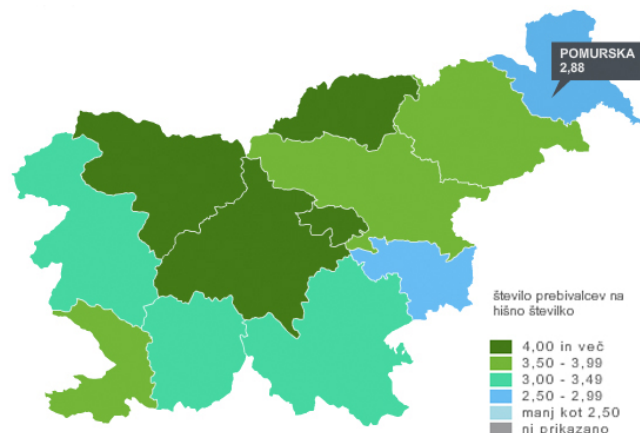
4.2 Kriterij primerjave podatkov

4.2.1 Statični podatki

To je kriterij, ki opredeljuje vizualizacije, ki uporabljajo preprosto primerjavo podatkov. Običajno takšne vizualizacije v poslovni inteligenci niso namenjene pridobivanju novega znanja, ampak predvsem za hitrejše razumevanje obstoječega stanja. Primerjava dveh ali več atributov. Takšen primer je tudi vizualizacije s pomočjo zemljevida, saj nam je primerjava nekaj preprostih števil veliko bolj razumljiva, če vemo na katere podatke so vezane, glede na geografski prostor.

	2009				2010				Over/under plan
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
Coffee	\$7,048	\$7,872	\$8,511	\$7,037	\$10,633	\$11,117	\$12,017	\$10,448	65%
Espresso	\$6,721	\$7,030	\$7,005	\$7,188	\$10,133	\$9,947	\$9,904	\$10,682	153%
Herbal Tea	\$5,929	\$6,769	\$6,698	\$6,403	\$9,940	\$9,572	\$9,440	\$9,503	
Tea	\$5,077	\$5,517	\$5,765	\$5,246	\$7,652	\$7,793	\$9,142	\$7,794	

Slika 4.4: Ustrezna kombinacija barve in tabele, za prikaz statičnih podatkov.

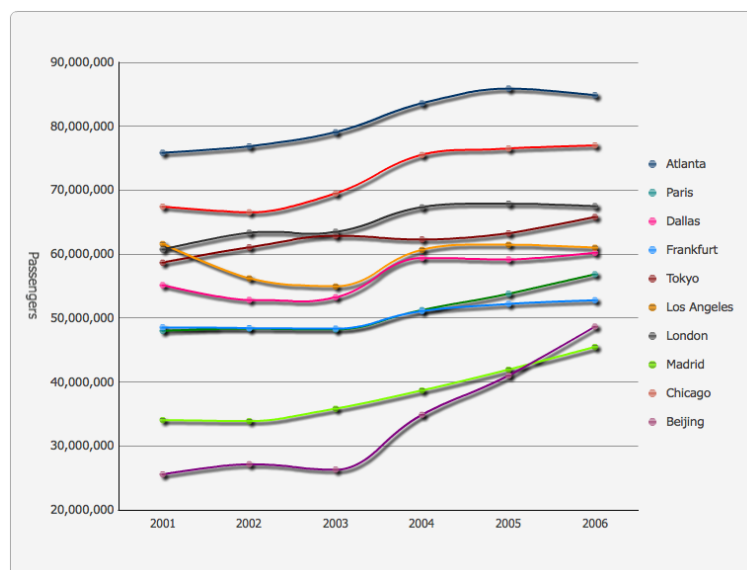


Slika 4.5: Primer vizualizacije statističnih podatkov v Sloveniji z detajlnim pogledom na posamezno regijo. Vir: <http://stat.monolit.si/>.

4.2.2 Časovne vrste

Večina podatkov na področju poslovanja je vezano na določen čas ali obdobje. Da si pridobimo čim več novega znanja glede na dosedanje poslovanje, je običajno najboljša in tudi najpogosteje uporabljena, vizualizacija časovnih vrst (angl. time series visualization). Ta način vizualizacije se uporablja na različnih področjih, od finančnega (tečaji delnic, devizni tečaji), znanosti (temperature, ravni onesnaževanja, električni potenciali) in javne politike (stopnja kriminala). Najpogosteje pa se tudi uporablja v poslovni inteligenci. Iz njih lahko napovemo trende za prihodnost, kar vodstvu podjetja olajša odločitve.

Korenjak-Černe [23] je definiral časovne vrste kot niz istovrstnih podatkov, ki se nanašajo na zaporedne časovne razmike ali trenutke. En sam podatek da statistično sliko pojava, niz istovrstnih podatkov v enakih časovnih razmikih pa daje sliko dinamike pojava. Osnovni namen proučevanja časovnih vrst je opazovati časovni razvoj pojavov in iskati zakonitosti tega gibanja. Ugotovljene zakonitosti omogočajo napovedovanje nadaljnjega razvoja in s tem povezano sprejemanje ustreznih ukrepov.



Slika 4.6: Primer vizualizacije podatkov za obdobje od 2001 do 2006.

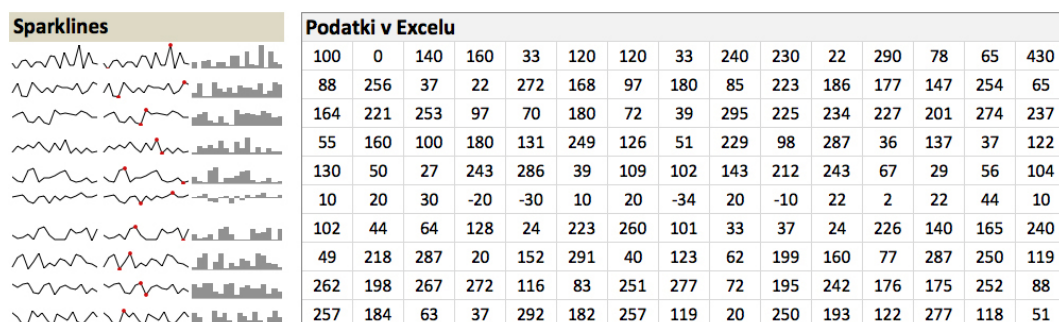
Trenutne in intervale so običajne vizualizacije podatkov za določeno trenutno vrednost ali obdobje teh vrednosti znotraj časovnega intervala.

Trendi bi lahko poimenovali tudi vizualizacija povprečnih oziroma linearnih podatkov časovnih vrst. Poznamo dolgoročne, sezonske in nepravilne.

Izvedene časovne vrste se uporabljajo predvsem za nadaljnji in bolj poglobljen pregled časovnih vrst. Običajno se uporabljajo, če pri dinamični vizualizaciji lahko preuredimo osnovne podatke v nove časovne vrste ali pa le te pogledamo bolj podrobno.

Primerjava časovnih vrst

Praksa je pokazala, da pri poslovanju, kjer imamo veliko različnih poslovnih področij, je zelo učinkovita tudi primerjava med njimi. Tufte [45] je oblikoval za ta namen t.i. Sparklines ali po slovensko iskrne črte [26], s katerimi zelo preprosto, a učinkovito primerjamo več vizualizacij časovnih vrst hkrati. Zelo



Slika 4.7: Primer vizualizacije časovnih vrst oziroma t.i. Sparklines s programom Excel.

so uporabne na finančnem oziroma borznem področju, kjer je celovit pregled nad časovnim poslovanjem ključen.

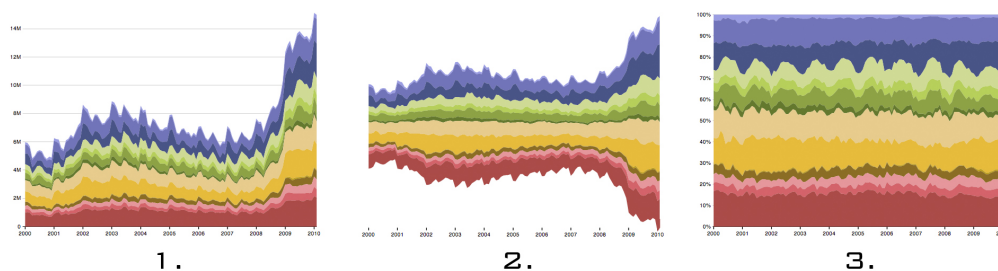
4.2.3 Primerjava dela s celoto

Primerjava podatkov dela s celoto (angl. part-to-whole ali whole-to-part) je zelo učinkovit način vizualizacije podatkov poslovanja, saj lahko z prikazom določenega dela glede na celoto lažje razumemo določen del v kontekstu celote. Iz poslovnega vidika se je smiselno vprašati, kaj zajema celota in nato je potreben ustrezen premislek, katere podatke bomo sešteli, ali glede na leto, ali mesec ali celotno poslovanje za primerjavo. Primer primerjave dela s celoto vidimo na sliki 4.8.

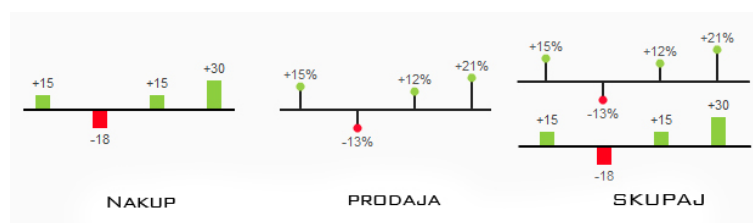
4.2.4 Prikaz odmikov

Naslednja možnost primerjave podatkov je prikaz odmika od določenega fiksne ali spremenljivega podatka. Na ta način namesto prikaza dveh absolutnih vrednosti, prikažemo odmik oziroma razliko med njima in tako odmik vizualiziramo. To je v poslovni inteligenci velikokrat ključno, saj so odmiki (od planiranih vrednosti, vrednosti preteklih let, povprečij, itd.) zelo pomembna

kategorija informacij. V praksi se pokaže, da je pomembna informacija na tistem mestu, kjer pride do odmika od pričakovane vrednosti, to pa tudi potrjuje Teorija informacij (Shannonova entropija). Odmiki so praviloma izraženi kot pozitivni ali negativni, zato se praviloma označujejo z zeleno oziroma rdečo barvo (slika 4.9).



Slika 4.8: Primeri vizualizacije skladovnih grafov, kjer lahko primerjamo del podatkov s celoto. 1. primer prikazuje vrednosti posameznega dela (celotna vrednost naložena od nič naprej). 2. primer prikazuje centralizirane vrednosti posameznega dela. 3. primer prikazuje odstotke posameznega dela porazdeljene od 0 do 100 odstotkov.



Slika 4.9: Primer vizualizacije odmika podatkov glede na nakup, prodajo in skupni pogled.

4.3 Kriteriji dobre vizualizacije

Kaj je dobra vizualizacija? Ali obstajajo določena merila? Lahko bi rekli, da je možno povezati v poslovni inteligenci učinkovitost vizualizacije z učinkovitostjo odločitev na podlagi vizualizacij. To pa je v praktičnem smislu zelo težko izmeriti vendar so se skozi čas razvoja sistemov poslovne inteligence razvila določena praktična pravila oziroma smernice.

4.3.1 Grafična odličnost

Tufte [45] pravi za grafično odličnost (angl. Graphical excellence), da je dobro oblikovana predstavitev zanimivih podatkov, zadeva vsebine, statistike in oblikovanja. Grafična odličnost predstavljajo kompleksne ideje, ki komunicirajo z jasnostjo, natančnostjo in učinkovitostjo.

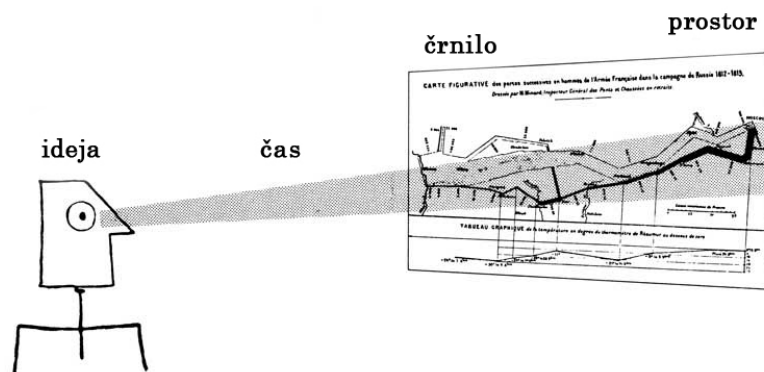
“Grafična odličnost je tisto, kar da gledalcu največ novega znanja in idej, v najkrajšem času z najmanj črnila na najmanjšem prostoru.”

Ključni pogoj za uspešno grafično odličnost je to, da povemo resnico oziroma da uporabimo resnične podatke.

Grafična odličnost velja tudi za vizualizacije v poslovni inteligenci, saj le grafično odlična vizualizacija, ki z določenim namenom uporablja resnične podatke, s hitrim časom in jasnostjo, rodi nove ideje, ki so ključne za uspešno poslovanje.

4.3.2 Primernost in ocena vizualizacij

Kako določimo da je posamezna vizualizacija učinkovita? V poslovni inteligenci se to izrazi predvsem v poslovni uspešnosti, v primeru, da so odločitve na podlagi pridobljenega znanja iz vizualizacije uspešno pripomogle k boljšemu poslovanju potem je bila učinkovita. Kako pa bi izmerili učinkovitost in ocenili posamezno vizualizacijo?



Slika 4.10: Slika grafične odličnosti. Povzeto po Tufteju [45].

Kot pravi raziskava [17] o učinkovitosti grafov je možno izmeriti učinkovitost posameznega grafa glede na odzivni čas in natančnost, ki se največkrat merijo s pomočjo vprašalnikov ali pogovorov, ki so lahko vključeni že kar v samo analitično aplikacijo. Težje pa je določiti primernost posameznega grafa za določeno področje, saj lahko gledalec vizualizacije doseže enako učinkovitost pri različnih naporih, da pride do novega spoznanja. Ocenitev vizualizacij pa otežuje tudi dejstvo, da ima posamezna vizualizacija in podatek v poslovni inteligenci lahko drugačen pomen pri uporabniku v analitiki ali pri nekom v vodstvu. To pa tudi potrjuje dejstvo, da je lažje oceniti posamezne vizualizacije znotraj posameznega sistema kot podati splošno oceno določene oblike ali metode vizualizacije. Izkušnje govorijo, da če se upošteva pravila kognitivne psihologije, grafična pravila in pozitivne smernice iz dobrih praks, je običajno uspeh učinkovitosti vizualizacije skoraj zagotovljen.

Poglavje 5

Taksonomija vizualizacij

V zadnjem delu naloge se bomo posvetili končni ureditvi vseh pojmov in definicij na področju taksonomije vizualizacij v poslovni inteligenci. Torej povezali bomo vse sklope diplomske naloge. Vse ključne vizualizacije bomo skušali urediti v določeno strukturo po različnih kriterijih, kar nam bo pomagalo pri določitvi in razumevanju vizualizacij v poslovnem sektorju. V tem delu so predstavljeni tudi primeri vizualizacij programiranih na različnih platformah, ki so bili narejeni za namen primerjave vizualizacij v diplomskem delu. Prikazani so tudi različni primeri glede na različne kriterije in različno programsko opremo za vizualizacijo.

5.1 Definicija taksonomije

Cilj taksonomije je razvrstiti poimenovane elemente v smiselne in pregledne sklope, tako da ugotovimo povezave med skupinami in jih tudi lažje razlikujemo. Če pogledamo definicijo besede v Slovar slovenskega knjižnega jezika opazimo, da se nanaša na razvrščanje, predvsem na področje biologije. Izvorno se je izraz taksonomija nanašal na klasifikacijo živih organizmov, dandanes pa izraz zajema veliko bolj široko in splošno področje in se nanaša na klasifikacijo stvari, poleg tega pa tudi na načela, ki so osnova tovrstne klasifikacije. Glede

na njen besedni izvor iz stare grščine pomeni taksiji - “dogovor” in nomia - “metoda” bi lahko tudi rekli, da je taksonomija dogovor znotraj posameznega področja o sistemu elementov.

Taksonomijo kot klasifikacijsko vedo sestavljajo:

- prepoznavanje (identifikacija);
- razvrščanje (klasifikacija);
- poimenovanje (nomenklatura).

Na področju vizualizacije tako znanstvene kot vizualizacije informacij se je beseda taksonomija (angl. taxonomy) zelo uveljavila zato smo se odločili, da uporabimo ta izraz, ko bomo klasificirali vizualizacije v določene sklope.

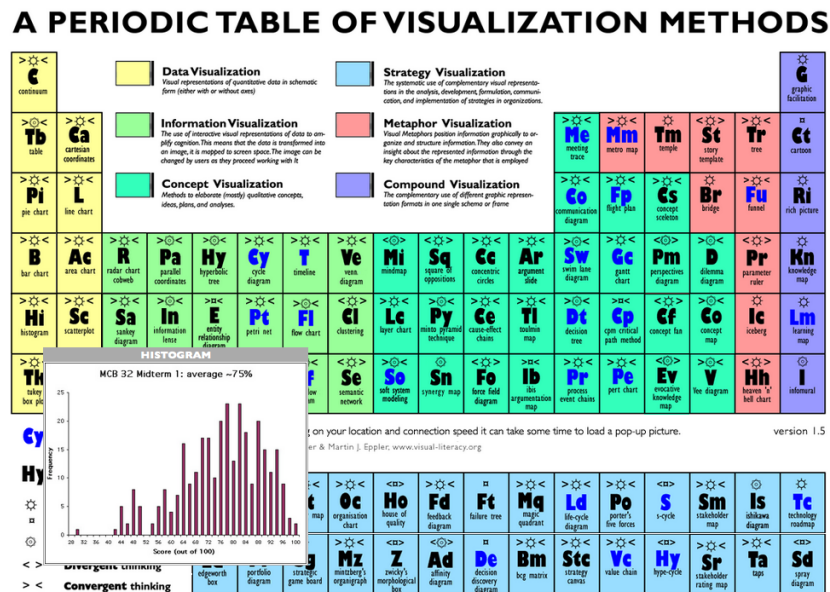
5.1.1 Prednosti taksonomije

Mogoče bi se lahko na začetku tudi vprašali zakaj sploh taksonomija? Kaj je pravzaprav smisel in katere so prednosti, da vizualizacije, ki jih poznamo in smo jim tudi določili kriterije po katerih jih lahko razlikujemo, sedaj še klasificiramo v določeno taksonomijo? Mogoče je sam odgovor lahko zelo preprost, saj že v osnovi vemo, da je človek za lažje razumevanje in sporazumevanje med ljudmi ustvaril pravila in sisteme. Predvsem ko gre za določeno raziskovalno ali novo področje, velikokrat na začetku strokovnjaki z določenega področja postavijo osnovna merila in sistem, da se tudi ve, katero področje kdo raziskuje. Uporaba enega ali več klasifikacijskih sistemov za razvrščanje zbirke predmetov, elementov oziroma v našem primeru vizualizacij, ima veliko prednosti. Nekatere od teh vključujejo:

- da uporabnik hitro najde posamezno vizualizacijo, na podlagi vrste ali skupine;
- da uporabnik lažje odkrije podvojene oziroma podobne predmete;
- določi semantiko (pomen) elementov in opredelitev imena elementa;
- uporabniki področja taksonomije lažje uporabljajo skupno znanje.

5.1.2 Taksonomija vizualizacij informacij

Kot smo v prvem poglavju videli se vizualizacija deli na veliko področij. Od vizualizacije podatkov, vizualizacije informacij do izobraževalne vizualizacije in znanstvene vizualizacije. Ker je že na tem nivoju potrebno razdeliti vizualizacije v določeno taksonomijo je to storil Lengerer [25] s svojim periodičnim sistemom vizualizacijskih metod. Kot vidimo na sliki 5.1 je razdelil metode vizualizacije na različna področja, ki pa vključujejo celoten spekter vizualizacij, zato se moramo omejiti le na določen del teh kot so vizualizacija podatkov in vizualizacija informacij. Leban [29] je razdelil vizualizacijske metode glede na vrsto podatkov, glede na tip vizualizacijske metode in glede na interaktivne tehnike pa tudi glede na namen, kjer nas zanima predvsem prezentacija rezultatov. Zato se bomo v naši taksonomiji omejili bolj na vizualizacijske metode po Lebanu, ki jih vključujemo v poslovno inteligenco.



Slika 5.1: Periodični sistem vizualizacijskih metod. Vir: <http://www.visual-literacy.org/>

5.1.3 Klasifikacija vizualizacij grafov

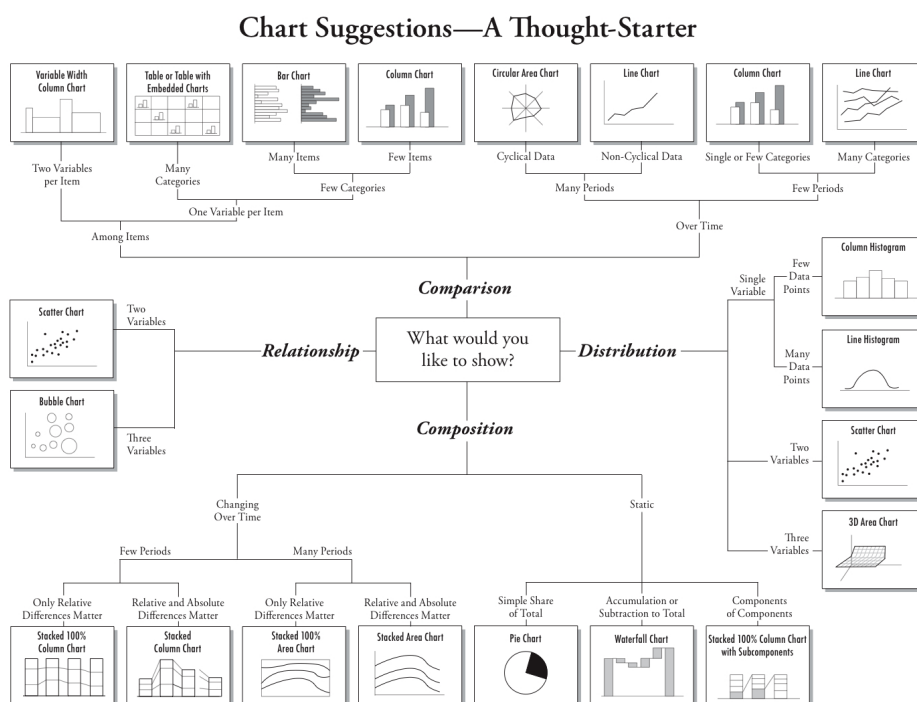
Kot je že Tufte ugotovil, je večina vizualizacij podatkov v obliki grafa, zato je smiselno, da predhodno pogledamo kako klasificiramo grafe. Ponovno obstaja veliko sistemov grafov in klasifikacij po različnih kriterijih. Mogoče jih najbolj temeljito in učinkovito razdeli Andrew Abela [1], ki grafe loči glede na podatke in kaj želimo sporočiti z njimi:

Primerjavo - glede na attribute ali čas;

Sestavo - glede na število atributov;

Povezavo - med atributi;

Razporeditev - glede na čas ali fiksno vrednost.



Slika 5.2: Razvrstitev grafov glede na njihovo sporočilnost. Vir: <http://www.visual-literacy.org/>

5.2 Taksonomije vizualizacij v poslovni inteligenci

Po utemlejitvi kriterijev, ki pomembno vplivajo na taksonomijo vizualizacij v poslovni inteligenci, smo ločili vizualizacije v poslovni inteligenci od ostalih vizualizacij. Vizualizacija v poslovni inteligenci je njeno jedro, saj novo pridobljeno znanje iz poslovne inteligence, ki ključno vpliva na poslovanje, izpolnjuje svoje naloge ravno preko vizualizacij. Da pa bomo lažje uporabljali le te smo videli, da je del tega tudi lažje razumevanje in sistem vizualizacij. Zato smo oblikovali taksonomijo vizualizacij v poslovni inteligenci glede na naslednje kriterije:

- po kriteriju vrst podatkov;
- po kriteriju oblike in sporočila;
- po kriteriju vizualizacijskih metod;
- po kriteriju interaktivnih tehnik.

5.2.1 Klasifikacija po kriteriju vrst podatkov

Ker smo že ugotovili, da je potrebno taksonomijo določiti po določenem kriteriju bomo začeli pri podatkih, ki so izhodišče vizualizacije, saj pravzaprav na podlagi podatkov vizualizacijo ustvarimo. Tako Leban [29] kot Shneiderman [42] sta v svoji taksonomij razdelila podatke na eno, dvo in večdimenzionalne podatke, mrežne in hierarhične. Slednja dva smo združili v eno samo kategorijo, saj so mrežni podatki lahko urejeni v hierarhijo.

Klasifikacija vizualizacije v poslovni inteligenci po kriteriju vrst podatkov:

Enodimenzionalni podatki - običajno so to podatki, ki za določen čas hranijo po eno vrednost;

Dvodimenzionalni podatki - so tipični x/y grafi z dvema atributoma na podatek in se najpogosteje uporabljajo, zato so tudi hitro razumljivi;

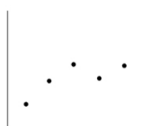
Večdimenzionalni podatki - večina podatkovnih baz v poslovni inteligenci imajo več atributov za vsak podatek. Primeri so animirani ali grafi s paralelnimi osmi;

Mrežni podatki - podatki, ki vsebujejo medsebojne relacije, ki so lahko eno ali dvo-smerne. Lahko so tudi hierarhično urejeni;

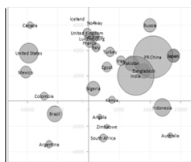
Besedilo - podatki pridobljeni na podlagi besedila (pisna ali zvočna oblika) so v zadnjem času vedno bolj aktualni predvsem zaradi ogromne količine podatkov na internetu.

Primeri vizualizacij po kriteriju vrst podatkov:

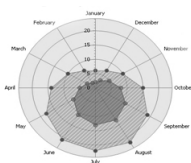
Enodimenzionalni podatki



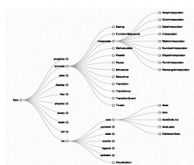
Dvodimenzionalni podatki



Večdimenzionalni podatki



Mrežni podatki



Besedilo

ali ang begin center da igem pisa line modugrat
 informacijski inteligenci item je kikit... lahko
 na oblike in sistema pa podatke podatki
 postroje postre se slike tako tudi
 vizualizacija vizualizacije za

5.2.2 Klasifikacija po kriteriju oblike in sporočila

Andrej Lapajne iz podjetja iStudio d.o.o., deluje na področju učinkovite vizualizacije v poslovni inteligenci. Sistematično raziskuje informacijsko oblikovanje, predvsem možnosti njegove uporabe za podporo poslovnemu odločanju zato je tudi postavil taksonomijo po kriteriju oblike in sporočila. Lapajne [26] pravi, da je taksonomija vizualizacij v poslovni inteligenci potrebna, zaradi lažje uporabe vizualizacij v avtomatični vizualizaciji.

Klasifikacija vizualizacije v poslovni inteligenci po kriteriju oblike :

Stolpec - je običajna oblika izražena v kvadratni obliki, ki se uporablja predvsem za primerjavo med atributi;

Vrstica - podobna kot stolpec, le da z njim težje prikažemo trende;

Črta - je največkrat uporabljena oblika za prikaz časovnih vrst in se jo velikokrat uporablja v kombinaciji s stolpcem;

Površina - se velikokrat uporablja pri skladovnih grafih, ko učinkovito primerjamo dele s celoto.

Točka - je zelo primeren za razpršen prikaz posameznih podatkov, predvsem ko iščemo osamelce.

Krog - se tipično uporablja pri tortnih grafih, lahko pa ga uporabljamo tudi kot nov atribut, glede na velikost, znotraj animirane vizualizacije

Klasifikacija vizualizacije v poslovni inteligenci po kriteriju sporočila:

Enosmerna primerjava - poteka kadar imamo samo en podatke na posamezen atribut in jo lahko imenujemo tudi prikaz statičnega podatka;

Časovna vrsta - je običajna primerjava podatkov za določeno obdobje;

Rangiranje - se pogosto uporablja z primerjavo atributov med seboj;

Primerjava dela s celoto - je primerna, ko nas zanima vpliv posameznih atributov na celoto;


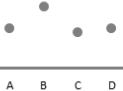


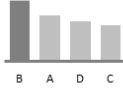

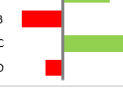





Plus-minus - običajno prikazuje odklon od povprečja;

Analiza doseg+odmik - nam nazorno prikaže doseženo in pričakovano;

Analiza prispevkov - so primer grafov, kjer prikazujemo odmike iz osnovnega izhodišča;

Distribucija - je porazdeljen celostni pregled, običajno glede na leto;

Korelacija, portfeljska analiza - je pri večjem številu podatkov najučinkovitejša;

	Stolpec	Vrstica	Črta	Površina	Točka	Krog
Enostavna primerjava						
Časovna vrsta						
Rangiranje						
Primerjava dela s celoto						
Plus-minus						
Analiza doseg+odmiki						
Analiza prispevkov						
Distribucija						
Korelacija, Portfeljska analiza						

Slika 5.3: Taksonomija po kriteriju oblike in sporočila. Vir: Lapajne [28].

5.2.3 Klasifikacija po kriteriju vizualizacijskih metod

Metoda, način ali postopek je oblika načrtnega ravnanja za doseg cilja. Vizualizacijska metoda je torej način kako oblikujemo oziroma izdelamo vizualizacijo z namenom vizualizirati podatke za hitrejšo pridobitev novega znanja na podlagi analiziranih podatkov. Leban [30] je razdelil različne tipe vizualizacijske metode, tako poleg osnovnih metod vizualizacij podatkov poznamo še druge metode, ki pa so nekakšna nadgradnja osnovnih, zato naštejmo vse tipe metod, ki ločijo vizualizacije med seboj glede na metodo predstavitve in se uporabljajo v sistemih poslovne inteligence:

Klasifikacija vizualizacij po kriteriju vrst podatkov:

Tabela - je kljub tekstovnemu prikazu podatkov vseeno lahko ustrezen podoben prikaz;

Graf - je glavni in najpogosteje uporabljen način vizualizacije podatkov s katerim lahko prikažemo na največ načinov različne poslovne analize;

Zemljevid - se uporablja pri pregledu poslovanja glede na geografsko lego;

Semafor - pravzaprav prikazuje le posamezno vrednost na določeni lestvici, vendar zaradi hitre in lahke razumljivosti človeku, je to zelo uporabna metoda;

Kombinirana vizualizacija - je način, ko kombiniramo različne načine znotraj ene vizualizacije;

Vizualizacija v 3D obliki - je grafična nadgradnja osnovnih načinov vizualizacije;

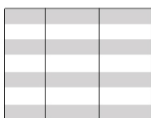
Interaktivna vizualizacija - vsebuje različne tehnike, s katerimi lahko oživimo vizualizacijo;

Animirana vizualizacija - je način, s katero vizualizacija na primer skozi obdobje prikaže posamezne statične vizualizacije;

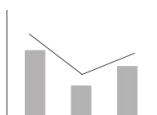
Skupina vizualizacij - je celostna predstavitev podatkov na enem mestu, kjer vizualizacije druga drugo nadgrajujejo.

Primeri vizualizacij po kriteriju vizualizacijskih metod:

Tabela



Graf



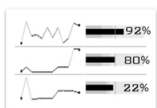
Zemljevid



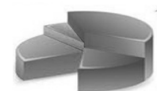
Semafor



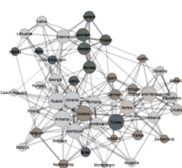
Kombinirana vizualizacija



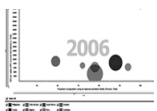
Vizualizacija v 3D obliki



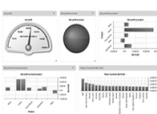
Interaktivna vizualizacija



Animirana vizualizacija



Skupina vizualizacij



5.2.4 Klasifikacija po kriteriju interaktivnih tehnik

V primeru, da imamo opravka s posamezno vizualizacijo, ki je interaktivna, imamo možnost različnih tehnik prikaza podatkov. Stephen Few [9] je kot glavno orodje in osnovno področje vizualizacij, pregledno ploščo, analiziral in glede na uporabniško izkušnjo ugotovil, da je določenih nekaj osnovnih tehnik, ki se nato lahko dodatno prilagajajo oziroma oblikujejo glede na potrebe uporabnika. Tehnike, ki se jih danes v večini uporablja pri vizualni analitiki temeljijo tudi na Izreku vizualne analitike (angl. Visual Analytics Mantra), ki pravi: "Najprej analiziraj, prikaži pomembno in nato približaj, filtriraj in analiziraj naprej in prikaži detajle na zahtevo." Few [11] je naštel nekatere, Shneiderman [42] pa za svojo t.i. Taksonomijo vizualizacij informacij glede na tip naloge (angl. Type by Task Taxonomy) opravil celovit pregled tehnik.

Klasifikacija interaktivnih tehnik vizualizacij v poslovni inteligenci:

- Celoten pregled podatkov
- Delni pogled - zoom
- Detajlni pogled podatkov
- Povezave med podatki
- Časovni pregled - Zgodovina podatkov
- Izvoz podatkov

Ker vse posamezne tehnike lahko uporabljamo nad podatki skoraj vseh vizualizacij je Heer [15] razdelil tehnike na tri področja, ki bolj natančno opisujejo manipulacijo podatkov in načine, ki ga uporabniku vizualizacija omogoča. Najprej imamo možnost urejanja in pregleda podatkov, nato manipulacijo vizualizacije in na koncu izvedemo nad podatki analizo, ki jo lahko tudi izvozimo kot poročilo. V tabeli 5.1 si lahko pogledamo po vrsti razporejene tehnike, ki jih lahko opravlja uporabnik nad vizualizacijo, znotraj omenjenih korakov.

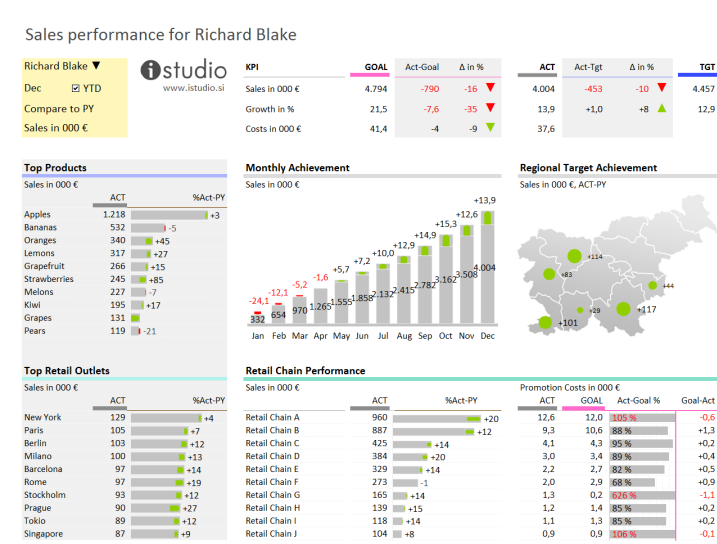
Urejanje podatkov in tehnike pogleda	<p>Vizualiziraj podatke z izbiro vizualne oblike.</p> <p>Filtriraj podatke z osredotočenjem na relevantne attribute.</p> <p>Razvrsti attribute tako, da izpostaviš določen vzorec.</p> <p>Posreduj vrednosti in modele glede na vhodne podatke.</p>
Manipulacija vizualizacije	<p>Izberi attribute za filtriranje, izpostavitve ali manipulacijo.</p> <p>Poišči splošne vzorce in ožje detajle .</p> <p>Poveži vizualizacijo v povezane, več-dimenzionalne predstavitve.</p> <p>Uredi vizualizacije po oknih in prostorih.</p>
Proces analize in prikaz rezultatov	<p>Zapiši zgodovino analize za arhiv, pregled in skupno uporabo.</p> <p>Pripiši opombe vzorcev k rezultatom in ugotovitvam.</p> <p>Dodaj v skupno uporabo opombe in vizualizacije, za sodelovanje med uporabniki .</p> <p>Vodi uporabnike skozi naloge ali zgodbe v analizi.</p>

Tabela 5.1: Opis vizualnih tehnik. Vir: Heer [15]

5.3 Programska oprema za vizualiziranje

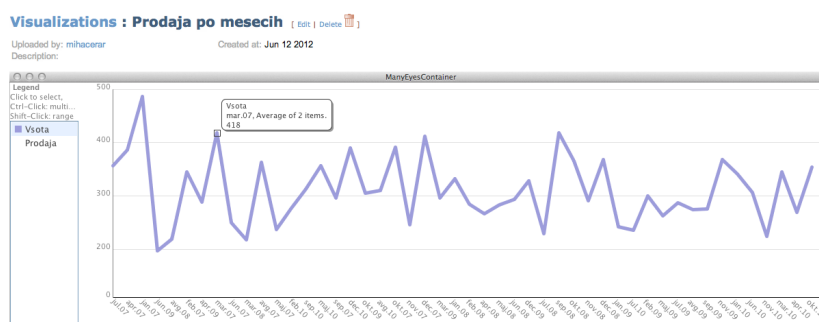
Poleg velikih informacijskih sistemov kot so SAS Visual Analytics, SAP Visual Intelligence ali IBM Cognos Business Intelligence, ki omogočajo znotraj analitičnega sistema tudi vizualizacije, obstaja kar nekaj bolj dostopnih programov za vizualizacijo podatkov, ki jih lahko uporabimo za vizualiziranje poslovnih podatkov. Nekateri so namenjeni za splošno uporabo, drugi so prilagojeni za posamezna poslovna področja kot so na primer borzno poslovanje. Pogledali si bomo nekatera, ki smo jih uporabili za vizualizacijo primerov skozi celotno diplomsko nalogo.

Excel je del najbolj razširjenega pisarniškega paketa MS Office. Excel se izkaže kot zelo uporaben, ko poleg standardnih orodij, ki so namenjeni za hitro uporabo, omogoča tudi programiranje t.i. makrov, kjer s pomočjo VisualBasic programskega jezika hitro in učinkovito prilagodimo vizualizacijo za svoje potrebe. V Excelu je tudi razvita aplikacija podjetja iStudio, kar je za uporabnika v poslovnem svetu zelo uporabno, saj je pisarniški paket MS Office danes prisoten pri velikem številu podjetij.



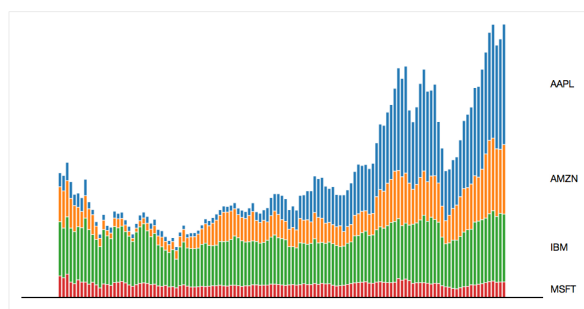
Slika 5.4: Pregledna plošča z vizualizacijami kreirane s programom Excel. Vir: iStudio d.o.o.

ManyEyes je spletna podpora za vizualizacijo podatkov od podjetja IBM. Je prosto dostopna in nam omogoča hitro in preprosto vizualizacijo naših osebnih podatkov. Njihova baza podatkov še dodatno nadgradi uporabnost celotnega sistema. Možna je tudi implementacija tako na svojo spletno stran kot tudi na svoj osebni računalnik. Oblike vizualizacij se stalno nadgrajujejo in njihov razvoj stremi tudi k mobilni uporabi aplikacije.



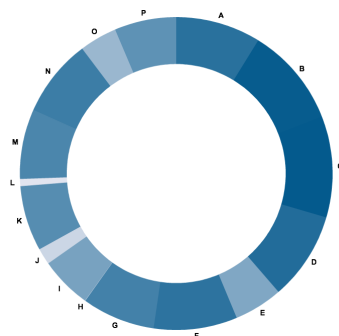
Slika 5.5: Spletna vizualizacije časovne vrste z aplikacijo ManyEyes.

D3.js podjetje ali Data-Driven Documents, se je razvil iz projekta Protovis [38]. D3.js nam že po imenu pove, da je to JavaScript knjižnica za upravljanje podatkovnih dokumentov. Kombinirajo najrazličnejše interaktivne vizualizacijske metode za predstavitev tudi poslovnih podatkov skupaj z DOM in XML platformo.



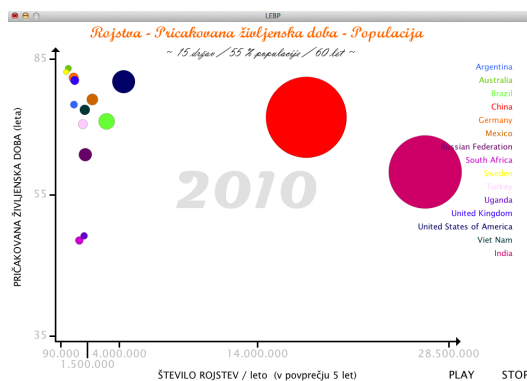
Slika 5.6: Vizualizacija kombiniranega, stolpčno-skladovnega grafa z Javascriptom D3.js.

Prefuse je vizualizacijski paket za Javo. Vsebuje tudi spletno verzijo, ki se imenuje Flare. Ker je Java zelo popularen programski jezik, ki ga lahko uporabljamo tako programsko na osebem računalniku, kot na spletu v obliki Apleta, je prepoznavnost in uporabnost Prefuse paketa hitro razširila, vendar mogoče bolj med akademskimi in raziskovalnimi krogi.



Slika 5.7: Vizualizacija tortnega grafa v obliki "krofa" (angl. donut) narejen v Javi s Flare paketom.

Processing je samostojno razvojno okolje, ki uporablja Javi podobni programski jezik. Namenjen je predvsem za hitro in preprosto uporabo vizualizacij podatkov, ki jih lahko z dodatnimi paketi preuredimo v interaktivno in dinamično.

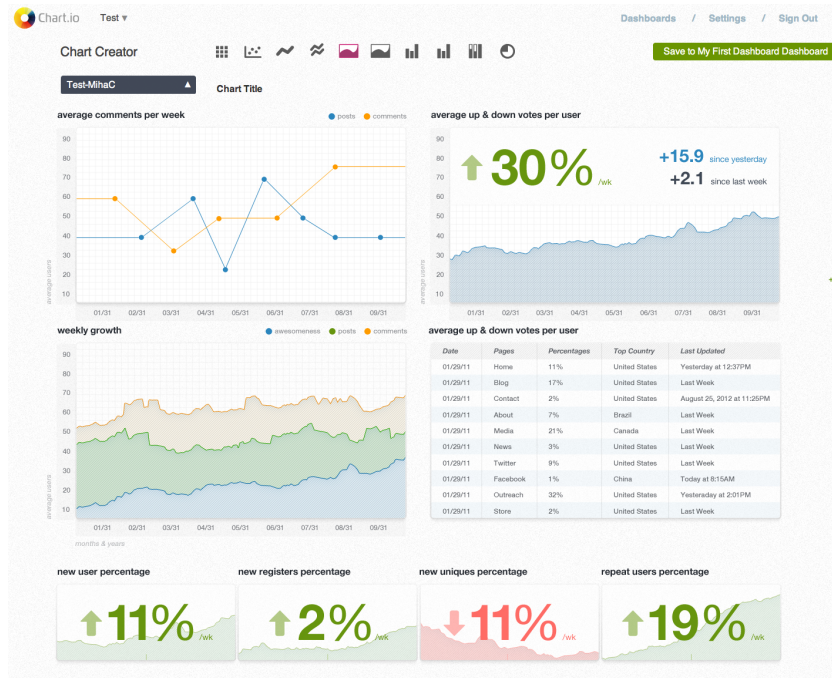


Slika 5.8: Dinamična vizualizacija razsevnega grafa sprogramirana v Processing okolju.

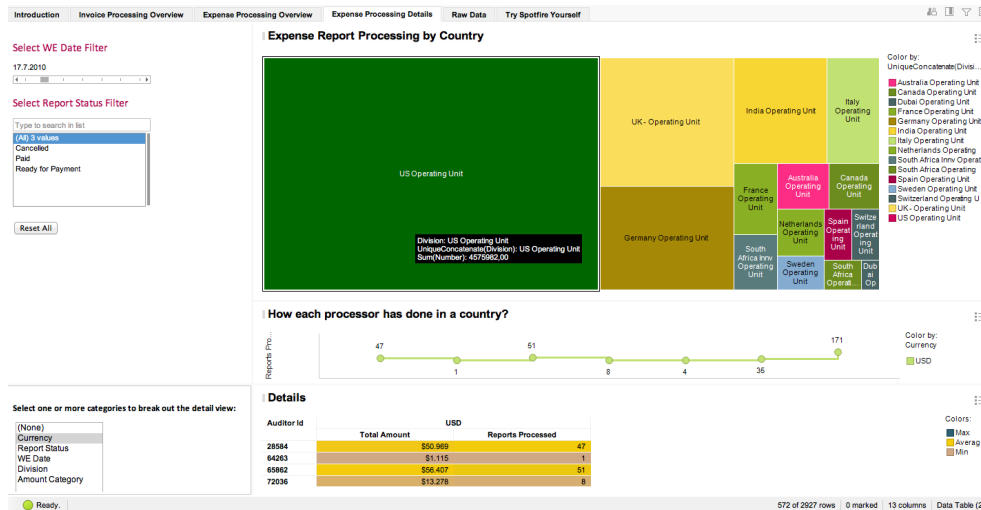
chart.io je celovit program, ki je zgrajen na osnovi vizualizacij D3.js za področje poslovne inteligence. Program je plačljiv, uporabniško naravnano glede področja uporabe, hitro razumljivo in lahko ga povežemo z našo MySQL bazo, PostgreSQL ali Google Analytics.

Spotfire Analytics je ciljno usmerjen program za področje vizualne analize. Vključuje številne vizualizacijske metode skupaj s kreiranjem statističnih poročil. S svojo uporabniško prilagodljivostjo je namenjen vsem uporabnikom vizualne analize, tako poslovnim analitikom kot managerjem.

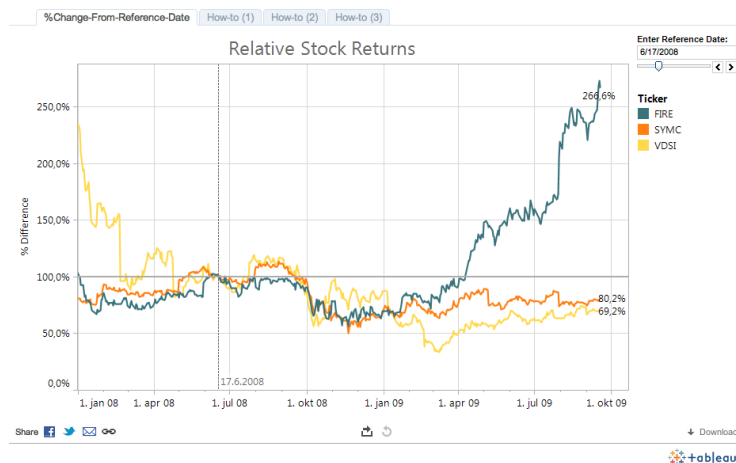
Tableau software je trenutno ena najbolj prepoznavnih pisarniških in spletnih aplikacij na področju poslovne inteligence. Zaradi svoje prilagodljivosti in učinkovitih grafičnih predstavitev je zelo priljubljena tudi na drugih področjih, ne samo v poslovnem sektorju. Omogoča povezavo na dve OLAP podatkovna vira: Oracle Essbase in Microsoft Analysis Services.



Slika 5.9: Primer uporabe vizualizacij različnih oblik in metod s spletno aplikacijo charti.io.



Slika 5.10: Vizualizacija interaktivnega drevesnega zemljevida znotraj Spotfire analitičnega programa.



Slika 5.11: Dinamična in interaktivna vizualizacija borznih podatkov s pomočjo Tableau programa.

5.4 Razvoj vizualizacij v poslovni inteligenci

Glede na hiter razvoj poslovne inteligence in zanimanje za to področje tudi v akademskih krogih tako v umetni inteligenci in informatiki kot v ekonomskih in finančnih panogah nam ni potrebno skrbeti za pridobitev pozornosti. Mogoče je bolj potrebna občasna analiza in pregled trenutnega ter določitev dobrega in slabega. Kot smo videli pri razdelitvi v taksonomijo in opredelitvi kriterijev je ključna predvsem pravilna uporaba pravih vizualizacij. Zato je primeren razvoj naprej, predvsem na podlagi dobrih praks potrebni ko to na primer animacija pri razsevnih grafih, saj tako pridobimo dodatni atribut, kombinacija grafov, vizualizacije, ki se spreminjajo v realnem času, prehod na spletni in mobilni prikaz pregledne plošče in virtualno okolje oblikovanja podatkov, ki so potrebni v analizi.

5.4.1 Praktični nasveti dobrih praks

Običajno je ravno praksa z določenega področja pokazala, katere vizualizacije so učinkovite in katere ne, za določeno področje. Kot pravi Few [10] so se s

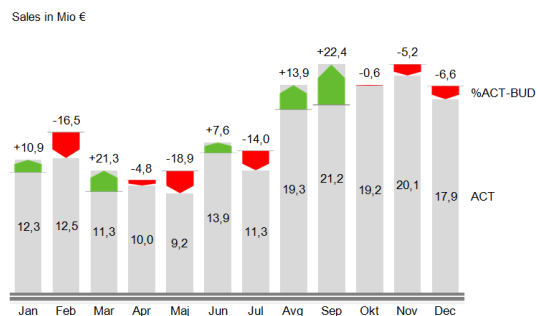
map), ki velja za učinkovito vizualizacijo hierarhične strukture, v kateri posamezni kvadrati znotraj celotnega kvadrata predstavljajo odstotek glede na površino.



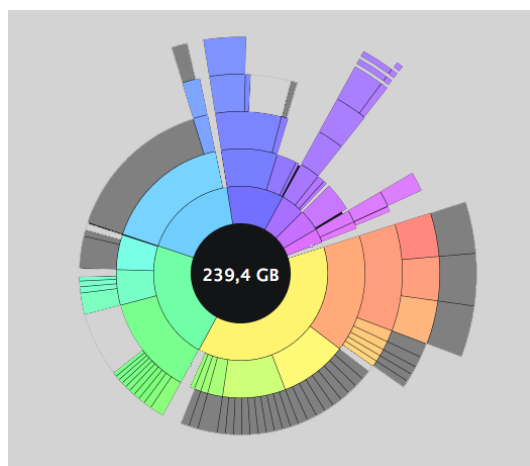
Slika 5.13: Prikaz ustreznega preoblikovanja grafikona.

Animacija - Včasih določeni podatki, kljub temu da je upoštevan kriterij časa, niso dovolj razumljivi za razumevanje spreminjanja glede na časovni razvoj. Animacija pri tem lahko zelo učinkovito pripomore, saj spreminjanje določenega grafa predvsem na primer razpršenih točkovnih grafov, se je izkazala za zelo učinkovite, kar je dokazal tudi Hans Rosling [41] v svojih nastopih.

Korelacije med atributi - povezave med posameznimi podatki. Podobno kot je kombinacija vizualizacija dobra nadgradnja posamezne vizualizacije z drugo, je učinkovito tudi, ko posamezni atribut primerjamo z različnimi drugimi atributi. To lahko storimo z različnimi vizualizacijami ali več istih.



Slika 5.14: Vizualna analiza poslovanja po mesecih z dosegom in odmikom je lahko zelo uporabna. Vir: iStudio d.o.o.



Slika 5.15: Interaktivna vizualizacija podatkov v obliki centraliziranega tortnega grafa se izkaže kot hiter in učinkovit celosten pregled.

Poglavje 6

Zaključek

V diplomski nalogi smo pregledali dve področji, vizualizacijo in poslovno inteligenco. Obe področji sta nam pokazali, kako ključna je pravilna in ustrezna vizualizacija poslovnih podatkov za ustrezne in učinkovite poslovne odločitve. Ugotovili smo tudi, kako zelo blizu sta si vizualna analitika in poslovna analitika, kjer v obeh primerih vizualizacija zaseda glavno mesto. Če smo že na začetku določili kot cilj te naloge taksonomijo glede na različne kriterije, smo pri definiciji posameznih kriterijev opazili, kako nujno je razumeti metode, oblike in namen vizualizacije. In če smo želeli taksonomijo določiti tudi z namenom, da bi lažje razumeli vizualizacije v poslovni inteligenci, kar bi tudi izboljšalo pravilni razvoj avtomatične vizualizacije, bi lahko rekli, da smo v obeh primerih pravilno določili potrebo po ustrezni taksonomiji. Za ustrezno načrtovanje avtomatične vizualizacije je, kot smo spoznali, potrebno poznati tipe podatkov, njihovo strukturo in jih prioritizirati. To bo sedaj lažje, če se bomo glede na podano taksonomijo vprašali, kakšne podatke vizualiziramo, po kateri metodi, glede na kakšno obliko in sporočilo ter katere tehnike bomo uporabili, da bo naša vizualizacija interaktivna. To so tudi glavni kriteriji po kateri smo oblikovali končno taksonomijo vizualizacij v poslovni inteligenci.

Če povzamemo ugotovitve, do katerih smo prišli skozi diplomsko nalogo, bi lahko opredelili ustrezne vizualizacije v poslovni inteligenci z naslednjim

stavkom. *Vizualizacija, ki je računalniško podprta in predstavlja podatke poslovanja, pridobljene na podlagi analize poslovanja, so ustrezne, če uporabnik z njimi pride do novih učinkovitih poslovnih odločitev.* Sama taksonomija pa nam ravno pri tem pomaga, da ugotovimo, katera vrsta, oblika, metoda in tehnika vizualizacije je potrebna za določeno predstavitev podatkov. Vsem dobro znani program Microsoft Excel uporabniku pri osnovni vizualizaciji podatkov pravi naslednje: "Vedno izberite obliko, ki najbolj ustreza vašemu namenu." Lahko bi rekli, da bomo s pomočjo naše taksonomije lažje odločili, katera vizualizacija nam bolje ustreza.

Mogoče je sama taksonomija vizualizacij informacij, predvsem grafov, že dobro razvita, vendar je zaradi hitrega razvoja področij poslovne inteligence, poslovne analize, podatkovnega rudarjenja in vizualizacij informacij zelo pomembno, da je prav področje vizualizacij v poslovni inteligenci, kot samostojno področje dobro razumljen. Ravno vizualizacija podatkov je tisti del poslovne inteligence, ki nam najbolj približa logično sklepanje znotraj poslovnega sveta oziroma kreira inteligenco sklepanja, za pridobivanje novih informacij.

Preden so osebni računalniki postali nepogrešljivi na delovnih mestih, je bila grafična predstavitev podatkov zahteven in dolg proces. Za izdelavo grafičnega poročila je bilo potrebnega veliko znanja o pridobitvi, oblikovanju in prikazu podatkov. Po pojavu osebnih računalnikov in zmogljive programske opreme je izdelava grafičnih prikazov podatkov postala za uporabnika lažja in hitrejša. Osnovni grafikoni so bili pripravljani z nekaj kliki na miško. Vsakdo, ki je izdelal grafikon je že postal uporabnik grafične komunikacije, kar pa je pripeljalo do široke uporabe vizualizacij, s slabim poznavanjem ustreznih oblik, metod in tehnik, zato kaže, da je v prihodnje potrebno delati predvsem na razumevanju vizualizacij in njihove pravilne uporabe. Tudi na področju poslovne inteligence, ki ima še posebno odločitveno, poslovno in družbeno odgovornost. Zato upam, da bo k boljšemu razumevanju vizualizacij in njihove pravilne uporabe v poslovni inteligenci, pripomogla tudi ta diplomska naloga in njena taksonomija.

Literatura

- [1] Abela A., “Chart suggestions - A Thought Starter”, Article, 2006.
Dostopno na:
http://extremerepresentation.typepad.com/blog/2006/09/choosing_good.html

- [2] Anscombe F. J., “Graphs in Statistical Analysis”, *The American Statistician*, vol. 27, št. 1., str. 17, 1973.

- [3] Bajec M., “Relacijski podatkovni model”, prosojnice, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani, 2009. Dostopno na:
<http://bajecm.fri.uni-lj.si/Downloads/Relacijskipodatkovnimodelv02.pptx>

- [4] Bajec M., “Podatkovna skladišča”, *predavanja Osnove PB*, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani, 2011. Dostopno na:
<http://bajecm.fri.uni-lj.si/downloads/OPB2011/Podatkovnaskladisca.pptx>

- [5] Bloom B., “Bloom’s Taxonomy”, *Classification of learning objectives*, 1956. Dostopno na:
http://en.wikipedia.org/wiki/Bloom's_Taxonomy

- [6] Pike A. W. G. , “U-Series Dating of Paleolithic Art in 11 Caves in Spain”, *Science*, Research article, vol. 336, št. 6087, str. 1409-1413, 2012. Dostopno na:
<http://www.sciencemag.org/content/336/6087/1409>

- [7] ERI, “Osnovni pojmi: podatek in informacija”, *E-gradiva za računalništvo in informatiko*, 2008. Dostopno na: <http://colos1.fri.uni-lj.si/ERI/>
- [8] Erič M., “Metode slikovnega jezika v arheologiji.”, *Univerza v Ljubljani*, dispozicija doktorske disertacije, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani, 2012.
- [9] Few S., “Information Dashboard Design”, *The Effective Visual Communication of Data*, O’Reilly Media Article, 2006.
- [10] Few S., “Data Visualization; Past, present and future.”, Perceptual edge, Article, 2007. Dostopno na: http://www.perceptualedge.com/articles/Whitepapers/Data_Visualization.pdf
- [11] Few S., “Visual and Interactive Analytics”, *Fulfilling the Promise of Business Intelligence*, Spotfire Inc., Article, 2008. Dostopno na: <http://www.perceptualedge.com/articles/Whitepapers/Visual/Analytics.pdf>
- [12] Friendly M., Denis D. J. “Milestones in the history of the ematic cartography, statistical graphics, and data visualization”, *Varieties of data visualization* , 2009.
- [13] Harwood S., “ERP: the implementation cycle”, (*Computer Weekly Professional*), ButterworthHeinemann, 2002.
- [14] Heer J., Bostock M., Ogievetsky V., “A Tour through the Visualization Zoo”, *A survey of powerful visualization techniques, from the obvious to the obscure*, ACM Queue, Article, 2010. Dostopno na: <http://queue.acm.org/detail.cfm?id=2146416>
- [15] Heer J., Shneiderman B., “Interactive Dynamics for Visual Analysis”, *A taxonomy of tools that support the fluent and flexible use of visualizations*, Article, ACM Queue, Article, 2012. Dostopno na: <http://queue.acm.org/detail.cfm?id=2146416>

- [16] Horn E.R., "Information design: Emergence of a new profession", *MIT Press*, pogl. 2, 2000. Dostopno na:
<http://www.carlosmoreno.info/upn/2012/Information20Design.pdf>
- [17] Huang W., Eades P., Hong S., "Measuring Effectiveness of Graph Visualizations: A Cognitive Load Perspective", *Information Visualization*, The University of Sydney, 2009.
- [18] Jagarinec D., "OLAP in Podatkovna skladišča", *Moj Mikro*, št.10, str. 78, 2005. Dostopno na:
http://www.bilab.si/uploads/clanki/arhivirana_datoteka_5.pdf
- [19] Jaklič J., "Poslovna inteligenca", *Predavanja za Magistrski program - Poslovna informatika*, Ekonomska fakulteta, Univerza v Ljubljani, 2010.
- [20] James J., Cook T., "Illuminating the Path", *The R&D Agenda for Visual Analytics*, National Visualization and Analytics Center, str. 19, 2005.
- [21] Keim D., et All, "Visual Analytics: Definition, Process, and Challenges. Information Visualization", vol. 4950, 2008.
- [22] Koch K., McLean J., Segev R., Freed M. A., Berry M. J., Balasubramanian V, Sterling P., "How Much the Eye Tells the Brain", *Current Biology*, Elsevier Ltd, vol. 16, št. 14, str. 1428-1434, 2006. Dostopno na:
<http://www.cell.com/current-biology/retrieve/pii/S0960982206016393>
- [23] Korenjak-Černe S., "Analiza časovnih vrst", *Statistične metode*, prosojnice, Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani, 2011. Dostopno na:
<http://physics.fe.uni-lj.si/members/blaz/StatMet11.pdf>
- [24] Kranjc T, Maver J. "Poizvedovanje po slikah na podlagi vsebine", izvleček, pregledni znanstveni članek, Filozofska fakulteta, Oddelek za bibliotekarsko, informacijsko znanost in knjigarstvo, Univerza v Ljubljani, 2007.

-
- [25] Lengler R., Eppler M. J., "Towards A Periodic Table of Visualization Methods for Management", Institute of Corporate Communication, University of Lugano, Switzerland, 2007. Dostopno na:
http://www.visual-literacy.org/periodic_table/periodic_table.pdf
- [26] Lapajne A., Solina F., "The Language of Visual Analytics ", Article, Faculty of Computer and Information Science, University of Ljubljana, 2010.
- [27] Lapajne A., "Informacija naj bo jasna kot prometni znak", *Dnevi slovenske informatike*, prosojnice, 2007.
- [28] Lapajne A., "Taksonomija vizualizacij po kriteriju oblike in sporočila", *seminar Oblikovanje informacij*, interno gradivo iStudio d.o.o., 2009.
- [29] Leban G., "Vizualizacija podatkov s strojnimi učenjem", doktorska disertacija, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani, 2007.
- [30] Leban G., "Vizualizacija podatkov", seminarska naloga, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani, 2003.
- [31] Leonardis A., "Večpredstavitveni sistemi", *Predavanja Večpredstavitveni sistemi*, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani, 2011.
- [32] Luhn H. P., "A Business Intelligence System", *IBM Journal*, vol. 2, št. 4, str. 314, 1958.
- [33] Mailvaganam H., "Introduction to OLAP - Slice, Dice and Drill!", *Data Warehousing Review*, Article, 2008. Dostopno na:
http://www.dwreview.com/OLAP/Introduction_OLAP.html
- [34] McCormick B.H., DeFanti T.A., Brown M.D.O., "Visualization in Scientific Computing", *ACM SIGBIO Newsletter*, Article, vol. 10, št. 1, str. 15

- 21, 1988. Dostopno na:
<http://www.evl.uic.edu/files/p.df/ViSC-1987.pdf>
- [35] Mitchell W. J. T., “Slikovna teorija”, Študentska založba, 2009.
- [36] Xerox PARC, Card S., “Projects: Information Interfaces”, *Readings in Information Visualization*, Human-Computer Interaction Laboratory at the University of Maryland and PARC Xerox, User Interface Research Group, str. 33, 2002. Dostopno na:
<http://www2.parc.com/istl/projects/uir/projects/ii.html>
- [37] Power D.J., “A Brief History of Decision Support Systems”, DSSResources.COM, version 4.0, 2007. Dostopno na:
<http://dssresources.com/history/dsshistory.html>
- [38] Protovis, “A graphical toolkit for visualization”, Release Notes, 2010. Dostopno na:
<http://mbostock.github.com/protovis/>
- [39] Prusnik A., “Dobrodošli v svet poslovne analitike (Business Analysis)”, *Poslovni-analitik.com*, članek, 2009. Dostopno na:
<http://poslovni-analitik.com/2009/09/13/dobrodoslivsvetposlovne-analitike/>
- [40] Reimer J., “A History of the GUI”, Artice, 2005. Dostopno na:
<http://arstechnica.com/features/2005/05/gui/3/>
- [41] Rosling H., “About Gapminder”, 2005. Dostopno na:
<http://www.gapminder.org/>
- [42] Shneiderman B., “The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations”, Article, Department of Computer Science, Human-Computer Interaction Laboratory and Institute for Systems Research, University of Maryland, 1996. Dostopno na:
<http://hci.stanford.edu/courses/cs448b/papers/shneiderman96eyes.pdf>

-
- [43] Spence I., "Playfair, William, inventor of statistical graphs and writer on political economy", Oxford University Press, 2004. Dostopno na: <http://www.psych.utoronto.ca/users/spence/Spence.2004.pdf>
- [44] Štemberger M., "Informacijska podpora odločanju", *Prosojnice predavanj Poslovna informatika*, Ekonomska fakultete, Univerza v Ljubljani, 2006.
- [45] Tufte E., "Visual Display of Quantitative Information", Graphic Press, 2001.
- [46] Tukey J. W., "Exploratory Data Analysis.", Addison-Wesley, 1977.
- [47] Wikipedia, "René Descartes", opis. Dostopno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Ren%C3%A9_Descartes
- [48] Wikipedia, "Visualization (computer graphics)", definicija. Dostopno na: [http://en.wikipedia.org/wiki/Visualization_\(computer_graphics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Visualization_(computer_graphics))
- [49] White C., "Business Intelligence Data Analysis and Visualization: What's in a Name?", Part 1, 2009. Dostopno na: <http://www.b-eye-network.com/view/9336>
- [50] Wilson G., Wilkinson L. "AutoVis: Automatic Visualization", *Information visualization*, SPSS Inc., vol. 9, št. 1, str. 47-69, 2010. Dostopno na: <http://ivi.sagepub.com/content/9/1/47.abstract>