

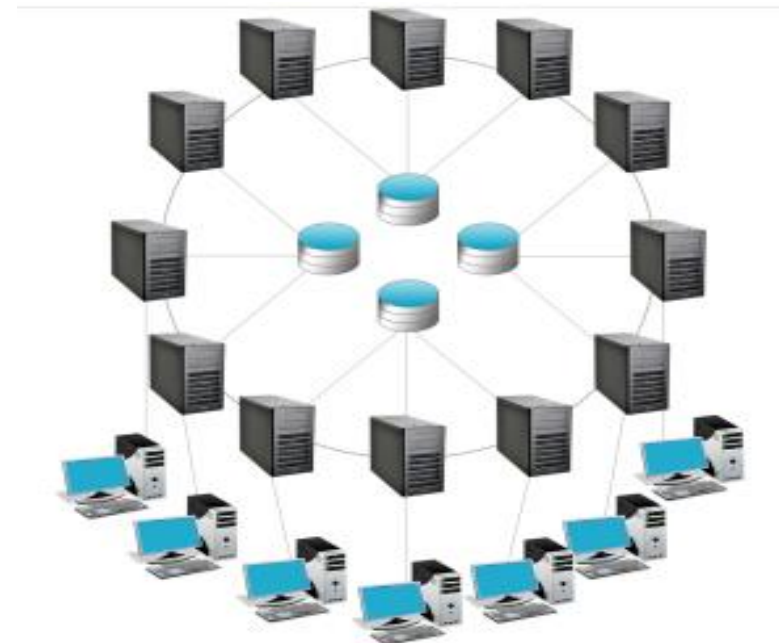
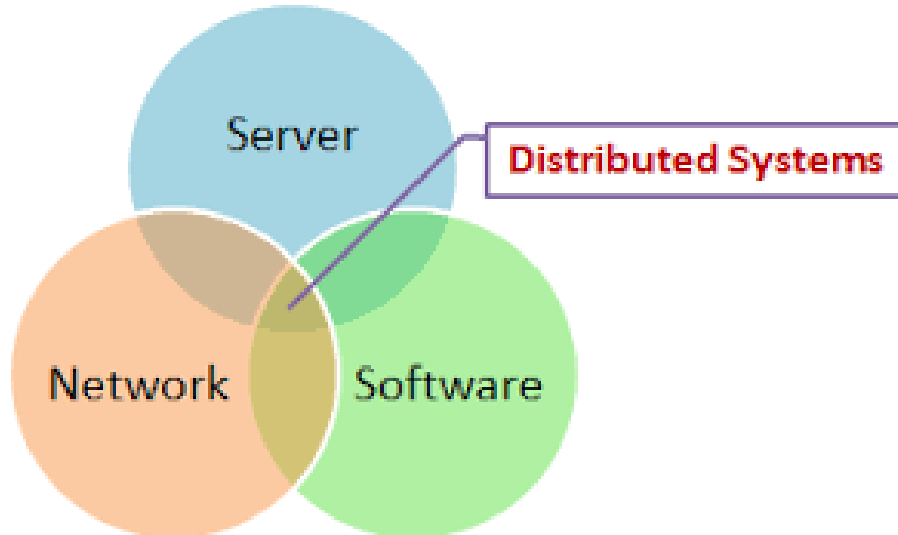
OSOBI NE DISTRIBUIRANI H SISTEMA

Predmet: Distribuirani sistemi

Predavač: dr Dušan Stefanović

Distribuirani sistemi

- DS je skup povezanih računara koje korisnik doživljava kao **jedan skladan sistem**.
 - Softver obezbeđuje da računari koji komuniciraju preko komunikacione mreže rade kao jedan sistem
 - DS integriše razne aplikacije koje se izvršavaju na različitim računarima u jedan sistem



Namena Distribuiranih sistema

- Distribuirani sistemi su skalabilni sistemi da bi:
 - Op služili milione korisnika dnevno
 - Skladištili podatke veličine petabajta (PB)
 - Obezbeđuju skladno korisničko iskustvo



Primena DS

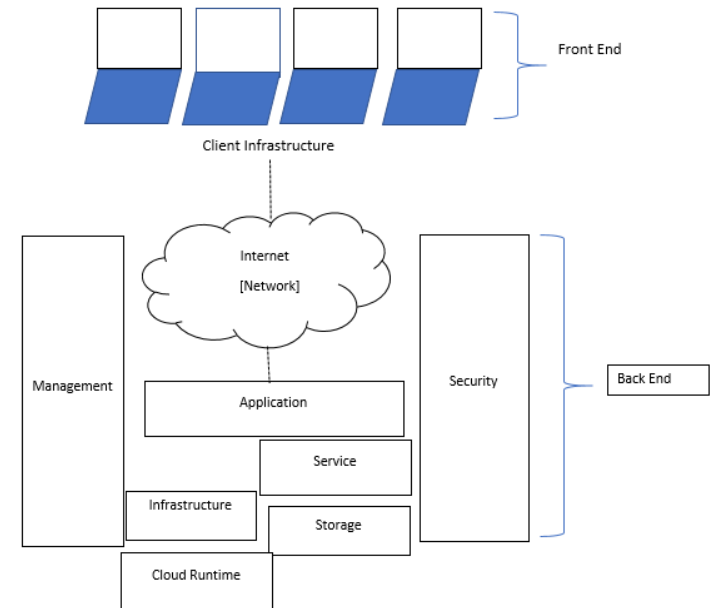
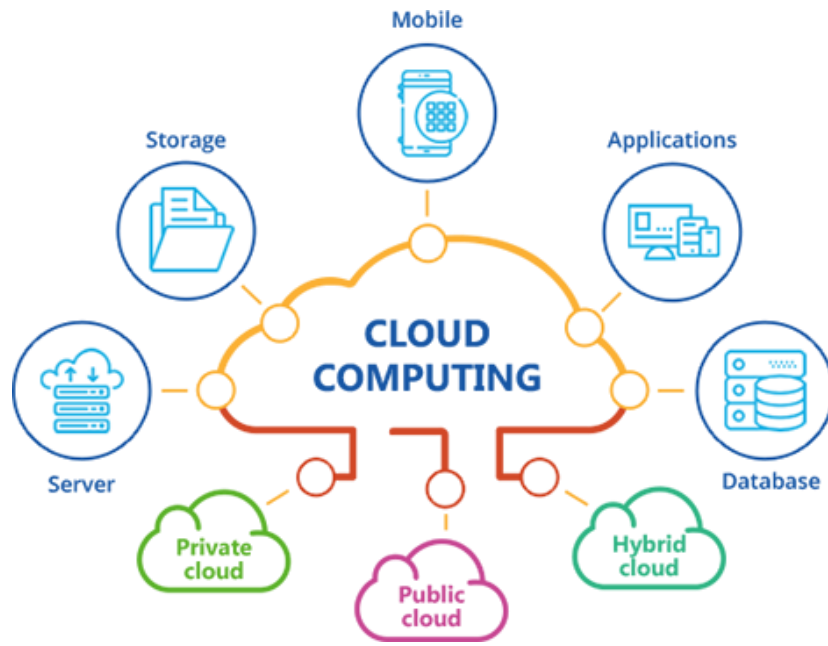
Deljenje resursa je osnovna motivacija za razvoj DS

- Sistem (mobilne) telefonije
- GPS sistem sa brojnim primenama
- World Wide Web model distribuiranih dokumenata
- Sistem elektronskog plaćanja
- Računarsko poslovanje velike kompanije
- Nadzorno-upravljački sistem u fabrici



Cloud i distribuirani sistemi

- Jednostavne web aplikacije se takođe izvršavaju na distribuiranom sistemu
- Cloud (AWS, Azure,...) je distribuirani sistemi namenjeni kompanijama
 - Kompanije su fokusirane na svoj digitalni proizvod dok ostalo je briga cloud provajdera.
- Snaga dobro dizajniranog distribuiranog sistema je što korisnici nisu svesni kompleksnosti koja je u pozadini
 - Korisnici imaju utisak da komuniciraju sa samo jednim serverom koji je namenjen samo njima



Problem centralizovanog sistema

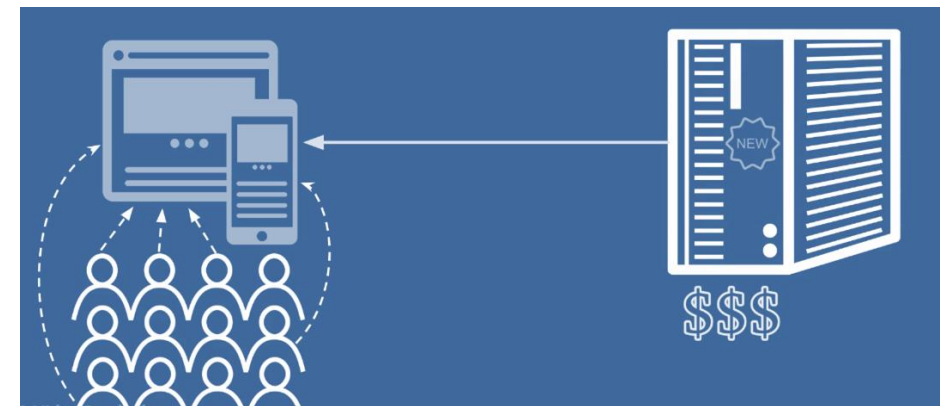
1. Napravili smo web i mobilnu aplikaciju koja se nalazi na jednom serveru



2. Broj korisnika se za kratko vreme uvećao za deset puta. Aplikacija ima problem sa performansama



3. Rešenje je u nadogradnji servera? Problem je privremeno rešen vertikalnim skaliranjem

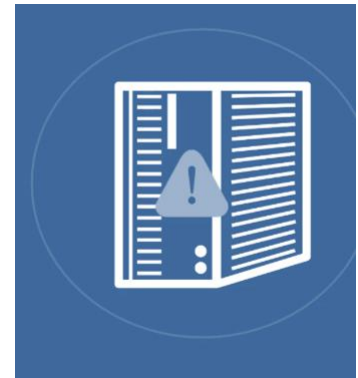


Problem centralizovanog sistema

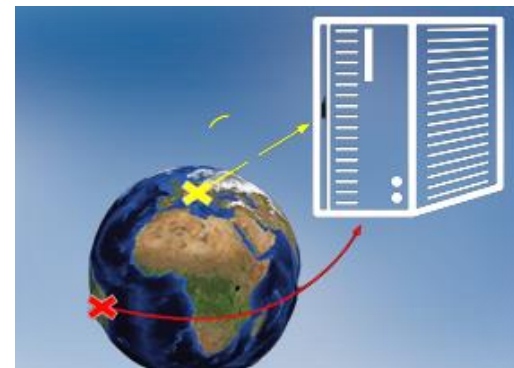
1. Performanse sistema i prostor za čuvanje podataka su limitirani vertikalnim skaliranjem. U jednom trenutku nadogradnja nije više moguća



2. Otpornost na otkaz sistema ne postoji (Single point of failure)

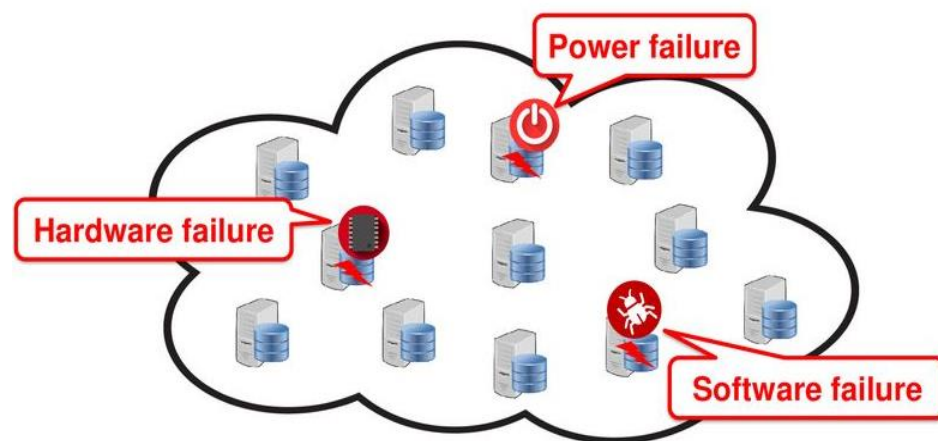
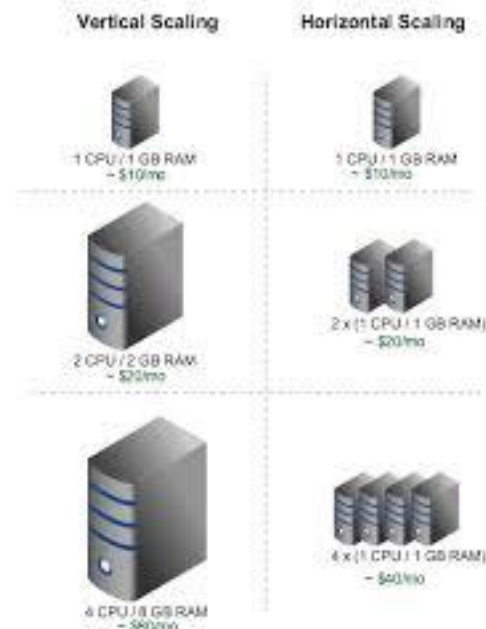


3. Velika latencija koja se ogleda u lošem korisničkom iskustvu



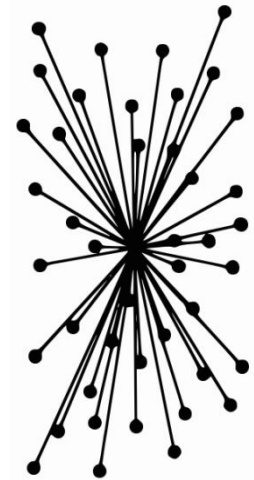
Rešenje decentralizovani sistem

1. Distribuirani sistem može da opsluži na milione korisnika sa svih krajeva sveta
2. Bezbedno može da skladišti ogromnu količinu podataka
3. Korisniku pruža isto korisničko iskustvo bez obzira gde se geografski nalazi
4. Horizontalna skalabilnost omogućava da sistem raste po potrebi
5. Maksimizira efikasnost izvršenja servisa

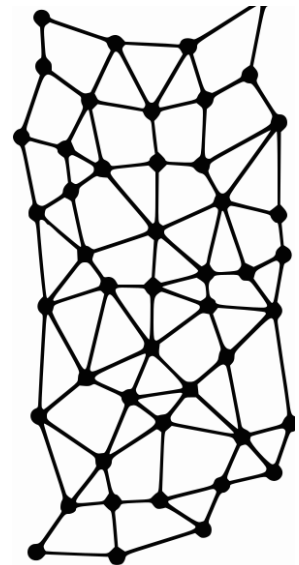


Distribuirani Vs Centralizovani sistem

- Distribuirani sistem **nije centralizovan sistem**
 - Centralizovan sistem je sistem na kome se stanje aplikacije čuva na jednom uređaju (npr. Microsoft Word)
 - Kod distribuiranog sistema stanje programa i sam program se nalaze **na više uređaja** (npr. DropBox).
 - Otkaz hdd-a neće uticati na gubitak podataka (otporan je na otkaze *fault tolerant*)
 - Osnovni nedostatak je **kompleksnost**
 - Primjenjuju se kod **ogromnih servisa** (large scale services) - Google ili Facebook
 - Distribuirani sistemi su prisutni u **cloud computing-u**.



Centralized

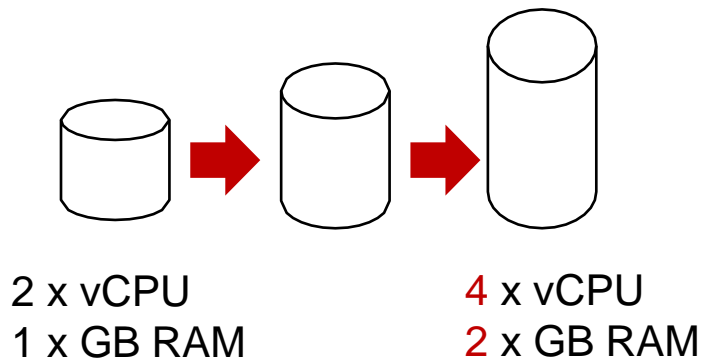
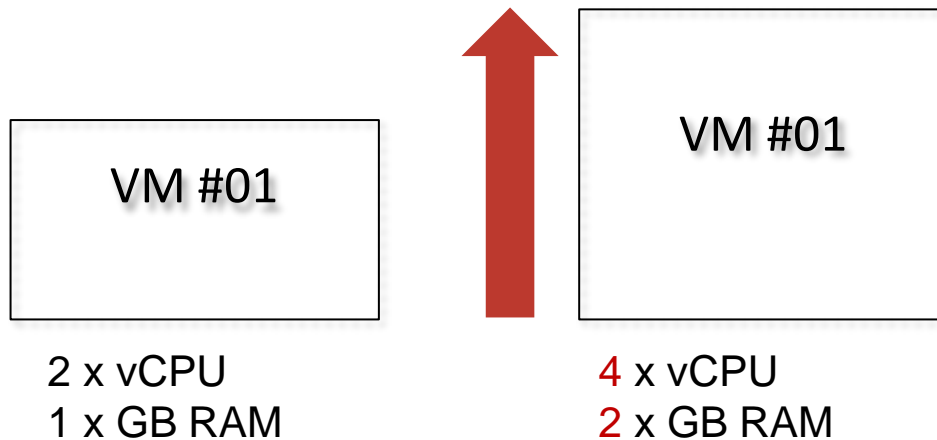


Distributed

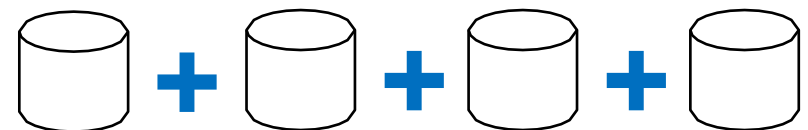
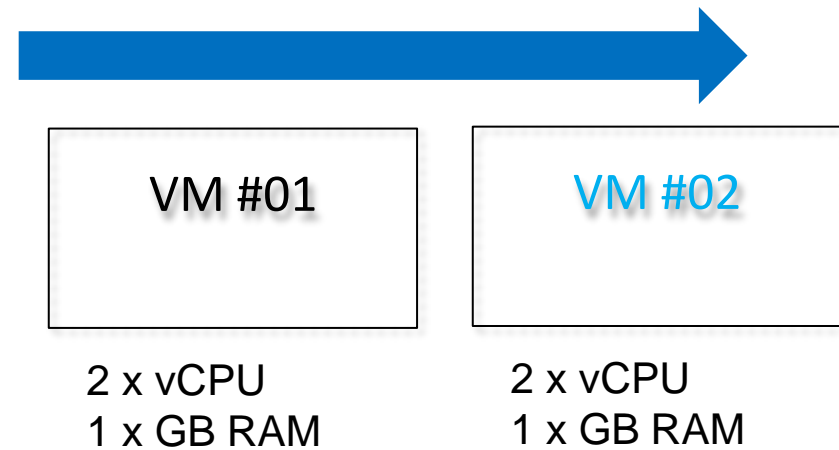
Vertikalno Vs Horizontalno Skaliranje

- Skaliranje aplikacije i baze podataka je danas najveći izazov

Vertikalno Skaliranje (up/down)



Horizontalno Skaliranje (out/in)

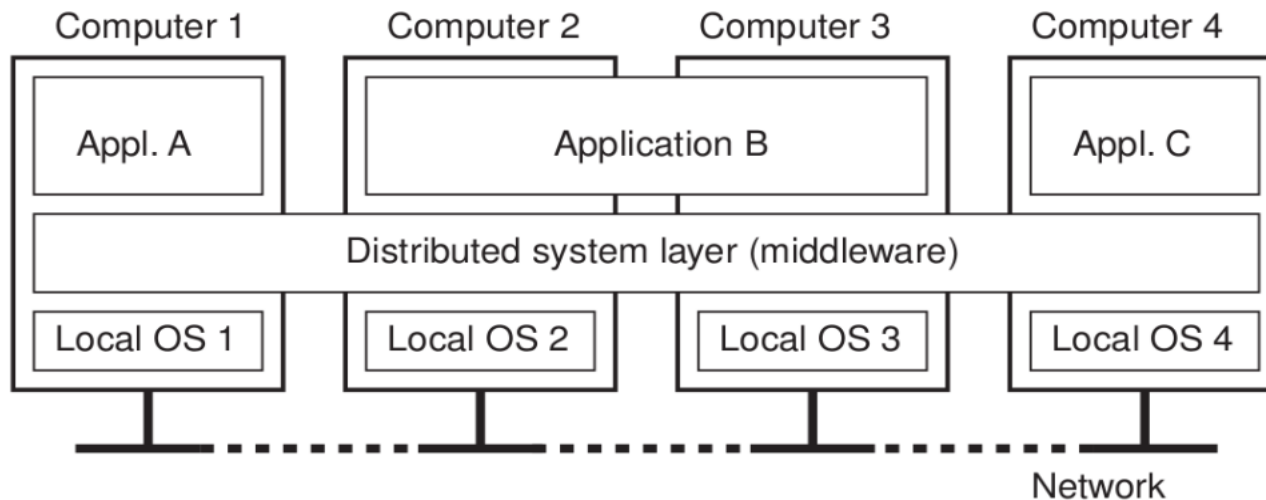


Motivacija za pojavu DS

- Dramatično brz razvoj računara tokom poslednjih 50 godina
 - od: 100 M\$ mašina za 1 IPS (instrukcija/sec)
 - do: 1 k\$ mašina za 10 MIPS
 - poboljšanje 1000 puta
- Brze računarske mreže
 - Local Area Networks (LAN) – od 100 Mbps do 10 Gbps
 - Wide Area Networks (WAN) – od 64 Kbps do 1 Gbps
- Neophodnost distribuirane obrade informacija
- Složene aplikacije – nastale na osnovu zahteva korisnika

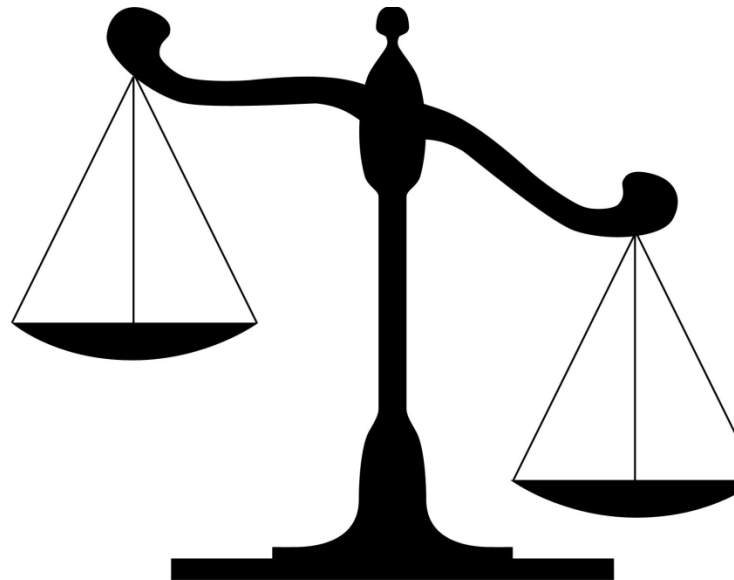
Prednosti DS-a

- Razlike među računarima i način komunikacije **sakriven od korisnika**
- Korisnici i aplikacije interaguju sa DS na konzistentan i **jednobrazan način**
 - bez obzira na mesto i vreme interakcije
- **Lako se proširuje**
- Podržava **heterogene** računare i mreže
 - Middleware sloj se prostire na više mašina i svim aplikacijama nudi isti interfejs.
 - **Middleware** posreduje u povezivanju aplikacija – Softverska magistrala - Enterprise Service Bus (ESB)



Nedostaci DS-a

- U odnosu na centralizovan sistem
 - Softver je veoma složen
 - Umanjene su performanse zadataka koji se mogu obaviti na jednom računaru (zbog trajanja komunikacije)
 - Smanjena je sigurnost (bezbednost) sistema
- Teorijski zahtevi koji se postavljaju pred DS se ne mogu u potpunosti realizovati



OSNOVNE KARAKTERISTIKE DS-a

Konkuretnost(eng. Concurrency)

- U DS sistemu je dozvoljeno da više klijenata istovremeno pristupi istom resursu

Nema globalnog sata

- Komunikacija se zasniva samo na slanju poruka putem mreže

Nezavisni otkazi (eng. Independent failures)

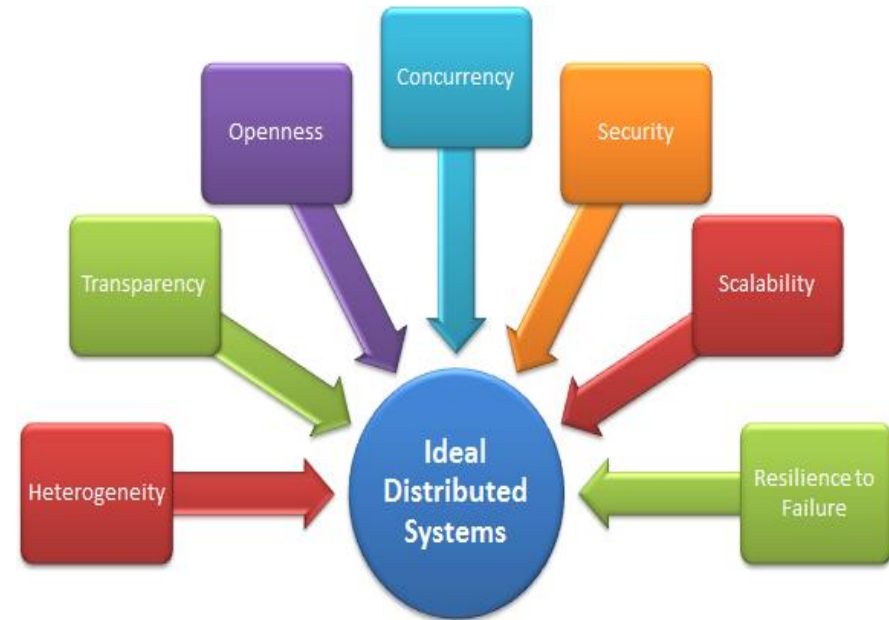
- Otkaz pojedinačnih komponenti neće uticati na rad sistema (algoritma)

Stanje sistema

- Ni jedna mašina nema kompletnu sliku o celom sistemu
- Mašina donosi odluku samo na osnovu lokalnih informacija

IZAZOVI U PROJEKTOVANJU DS-a

- **Heterogenost** (eng. Heterogeneity)
- **Otvorenost** (eng. Openess)
- **Bezbednost** (eng. Security)
- **Skalabilnost** (eng. Scalability)
- **Upravljanje otkazima** (eng. Failure handling)
- **Konkuretnost** (eng. Concurrency)
- **Transparentnost** (eng. Transparency)



Transparentnost

- Sakrivanje svih pojedinačnih komponenti sistema koje čine distribuirani sistem od korisnika
- **Pristupna** (eng. Access Transparency)
- **Lokacijska** (eng. Location Transparency)
- **Konkurentna** (eng. Concurrency Transparency)
- **Replikacija** (eng. Replication Transparency)
- **Otkaz** (eng. Failure Transparency)
- **Skaliranje** (eng. Scaling Transparency)

Transparentnost

- DS je transparentan kada ga korisnici i aplikacije doživljavaju kao **JEDAN** računarski sistem
 - Tipovi transparentnosti prema:
 - **Pristupu**
 - sakriva razlike u prezentaciji podataka npr. Little-big endian format brojeva
 - **Lokaciji**
 - korisnik ne zna gde se resurs fizički nalazi npr. <http://vtsnis.edu.rs>
 - **Migraciji**
 - resursi se mogu premeštati bez uticaja na korisnike
 - **Relokaciji**
 - odnosi se na premeštanje resursa tokom upotrebe
 - **Replikaciji**
 - sakriva postojanje kopija resursa

Transparentnost

- Konkurentnosti
 - istovremena upotreba deljenih resursa
- Resurs se mora ostaviti u konzistentnom stanju
 - Otkazima
 - DS se neprimetno oporavi od nepravilnog rada resursa
- Tipično u sistemu ne sme postojati single point of failure

Stepen Transparentnosti

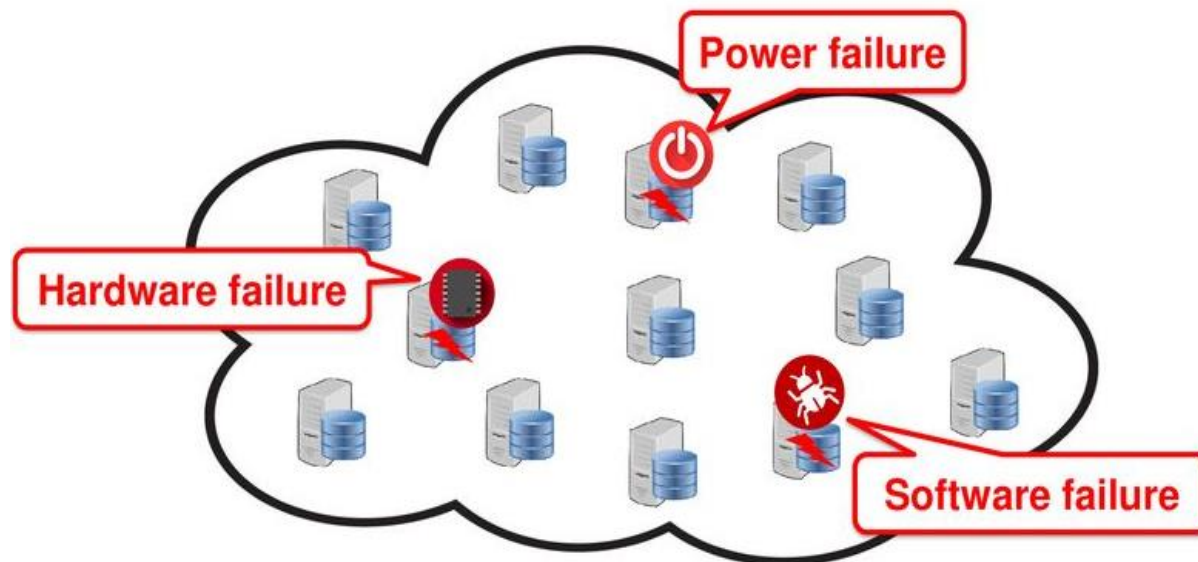
- Mada je svaki tip transparentnosti poželjan ima situacija gde nije dobro sakrivati aspekte distribuiranosti od klijenata
- Upotreba DS mora uzeti u obzir realnost
 - Telefonski razgovor preko satelitskog linka ima primetno kašnjenje
 - Upravljanje preko Interneta? (promenljivo kašnjenje + nepouzdana)
- Postoji balans između visoke transparentnosti i brzine rada
 - Propagacija kopije podataka može da potraje tako da produžava poziv koji je inicirao promenu podatka.
 - Mnoge Internet aplikacije predugo pokušavaju da uspostave vezu sa udaljenim serverom pre nego se obrate drugom serveru.

Otvorenost

- Otvorenost je određena brzinom kojom novi servis može da bude dodat i korišćen od strane različitih klijentskih programa i uređaja.
- Osnovna karakteristika otvorenog sistema je da su njeni ključni interfejsi **objavljeni i svima dostupni**
- Otvorenost DS-a nam obezbeđuje uniformnu komunikaciju između komponenti DS-a i obezbeđuje da DS bude sastavljen od **heterogenih hardverskih i softverskih komponenti**
- Dobro definisan interfejs
 - **Kompletan** – specificirano je sve što treba implementaciji
 - **Neutralan** – implementacioni detalji nisu spolja vidljivi
 - **Interoperabilnost** – delovi sistema raznih proizvođača mogu da rade zajedno i komuniciraju preko interfejsa
 - **Portabilnost** – aplikacija razvijana za sistem A se može izvršavati (bez modifikacija) u sistemu B (koji ima iste interfejse kao i A)

Skalabilnost

- Sistem je skalabilan ukoliko povećanje resursa i korisnika ne utiče na pad performansi sistema
- Izazovi
 - Kontrola gubitka performansi
 - Izbegavanje uskih grla



Skalabilnost

Skalabilnost se odnosi na rast:

1. dodavanje novih korisnika i resursa
 - opterećenje raste
2. geografsko proširenje sistema (pristup sa udaljenih mesta)
 - kašnjenja i manja pouzdanost veza
3. očuvanje jednostavne administracije sistema iako se sistem proširuje
 - konfliktna pravila upotrebe resursa

Skalabilan je u suprotnosti sa centralizovan

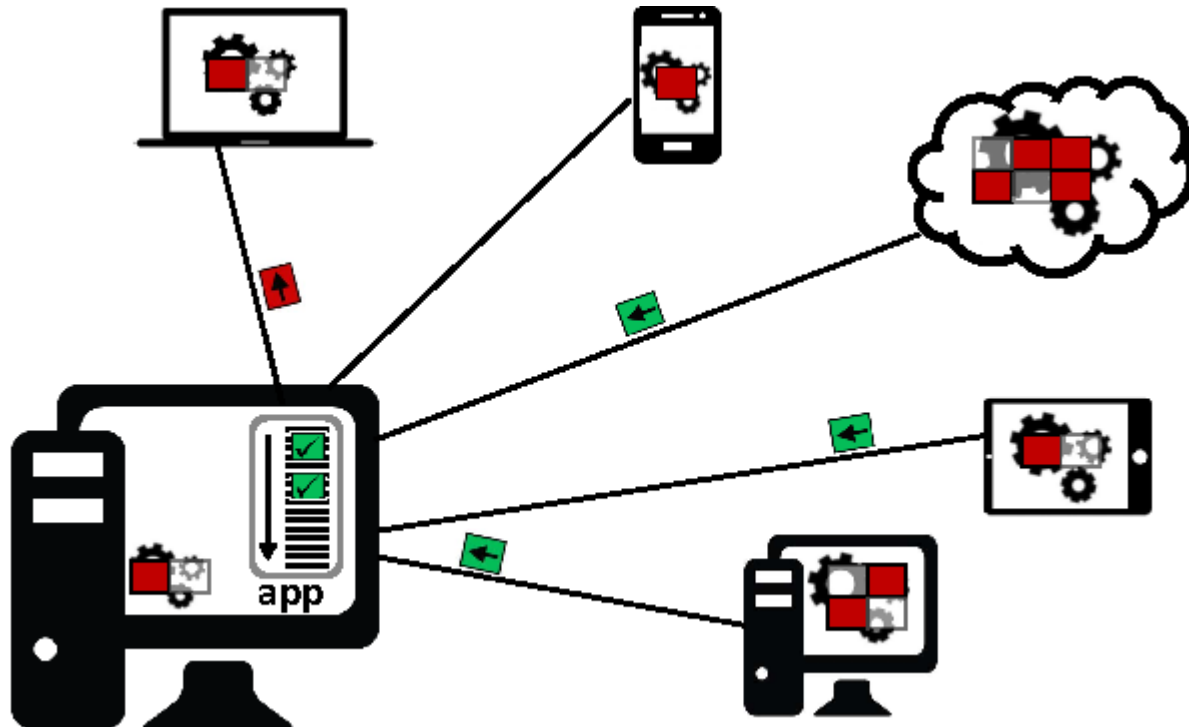
- Centralizovan servis – izvršava se na samo jednom serveru
 - Primer: jedan server za sve korisnike
- Centralizovani podaci – nalaze se samo na jednom mestu
 - Primer: jedan (centralni) telefonski imenik
- Centralizovan algoritam – odluka se donosi samo na osnovu kompletne informacije

Tehnike Skaliranja

- Problem skalabilnosti se ispoljava kao problem performansi (zbog ograničene sposobnosti mreže i servera)
- Rešava se
 - **Distribucijom** – podela posla na više malih i distribuiranih komponenti
 - **Replikacijom** – kopiranje komponenti povećava se raspoloživost DS (load balancing)
 - **Keširanje podataka** – odluku donosi klijent na osnovu ranije kopiranih podataka
 - Postoji problem konzistentnosti podataka u kešu
- Tehnika skaliranja
 - Npr. traženje računara na osnovu Web adrese (podela DNS adresnog prostora u zone)

Heterogenost

- Različite mreže, hardver, operativni sistemi, programski jezici utiču na heterogenost distribuiranog sistema
- Protokoli rešavaju problem heterogenosti komponenti
- **Middleware** je softver koji predstavlja most između OS-a ili baze i aplikacije tj. maskira heterogenost



Bezbednost

- Bezbednost resursa uključuje:
 - Poverljivost (eng. Confidentiality)
 - Zaštita prikazivanja informacija neovlašćenim osobama
 - Integritet (eng. Integrity)
 - Zaštita od izmene podataka
 - Dostupnost (eng. Availability)
 - Zaštita od DoS napada tj. mešanja spoljnih faktora u prekomernom korišćenju resursa

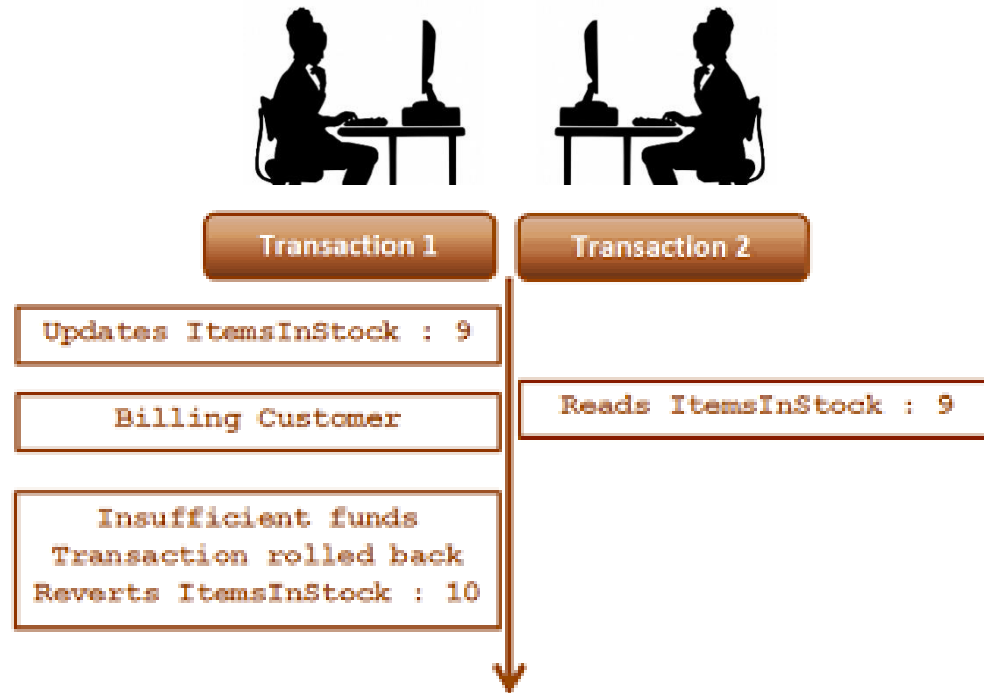


Upravljanje otkazima

- Kada se otkaz javi u softveru ili hardveru, program može da prikaže pogrešan rezultat ili da prestane da radi pre nego što završi započetu operaciju
- Tehnike koje se koriste za upravljanje otkazima su:
 - Detekcija otkaza
 - Maskiranje otkaza
 - Tolerancija otkaza
 - Redudatnost

Konkuretnost

- Mogućnost pristupa više korisnika istom deljenom resursu u isto vreme
- Svaki deljeni objekat u distribuiranom sistemu mora da bude sposoban da radi sa više korisnika istovremeno



TRANSAKCIJE

- Transakcije su vrlo bitne u svetu distribuiranih baza podataka
 - Ukoliko prodavcu knjiga platimo, očekujemo da dobijemo knjigu.
 - Transakcija zahteva da se obe stvari izvrše
 - Ukoliko smo dali novac očekujemo knjigu, ukoliko prodam knjigu očekujem novac za nju
- U svetu računara klasičan primer transakcije je bankarski sistem.
 - Ulogujemo se na naš račun preko Weba i želimo da prebacimo novac sa jednog računa na drugi.
 - Ova akcija zahteva dve promene nad podacima, sa jednog računa oduzimamo novac a na drugom računu dodajemo novac.
 - Transakcija je uspešna ukoliko su se obe stvari izvršene, ukoliko jedna stvar ne uspe, sistem vraća podatke na početno stanje

BrojRacuna	TipRacuna	StanjeRacuna	...
160-123-3345	Štednja	10000 RSD	

BrojRacuna	TipRacuna	StanjeRacuna	...
160-123-3311	Tekući	1000 RSD	

transakcija

- \$200

+ \$200

TRANSAKCIJE

- Termin koji se vrlo često koristi u radu sa transakcijama je ACID i ugrađen je u DBMS
 - **Atomic**
 - Zahteva da se sve akcije u transakciji izvrše ili se sistem vraća na originalno stanje.
 - Razlog zašto se sve akcije u transakciji ne izvrše je nestanak električne energije ili nedovoljno prostora ili ...
 - Atomic znači sve ili ništa
 - **Consistent**
 - Transakcijom baza podataka iz jednog validnog stanja prelazi u drugo na osnovu pravila u bazi
 - **Isolated**
 - Odnosi se na to da podatak koji je uključen u transakciji bude zaključan za vreme trajanja transakcije, tj. ne sme da se dozvoli drugom sistemu da menja isti podatak
 - **Durable**
 - Garantuje izvršenje transakcije čak i ukoliko se desi neki otkaz

Zamke u razvoju DS-a

Pogrešne pretpostavke prilikom razvoja DS-a su:

- Mreža je **pouzdana**
- Podaci u mreži su **sigurni**
- Mreža je **homogena**
- Topologija mreže se **ne menja**
- Nema **kašnjenja** u prenosu
- Propustni opseg je **neograničen**
- Nema transportnih **troškova**
- Postoji samo jedan admin.