

1. Osnovni pojmovi i principi
2. Internet SNMP upravljanje
3. OSI/TMN
4. CORBA/TMN
5. Upravljanje temeljno na Web tehnologijama
6. DMTF upravljanje
7. Upravljanje temeljeno na Java jeziku
8. Primjena mobilnog koda u upravljanju
9. Upravljanje temeljno na politikama
10. NGOSS
11. Autonomne komponente i samupravljivost

Osnovni pojmovi i principi

Upravljanje mrežom Upravljanje s čim?

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- **Upravljanje mrežom (network management)** može se u **užem smislu** odnositi isključivo na upravljanje komunikacijskim mrežama. Međutim, isti izraz često se koristi sa značenjem u **širem smislu** i tada predstavlja sveobuhvatno upravljanje:
 - mrežama,
 - krajnjim *sistemima* koji su spojeni na mreže i
 - distribuiranim *aplikacijama* koje se izvode na sistemima.

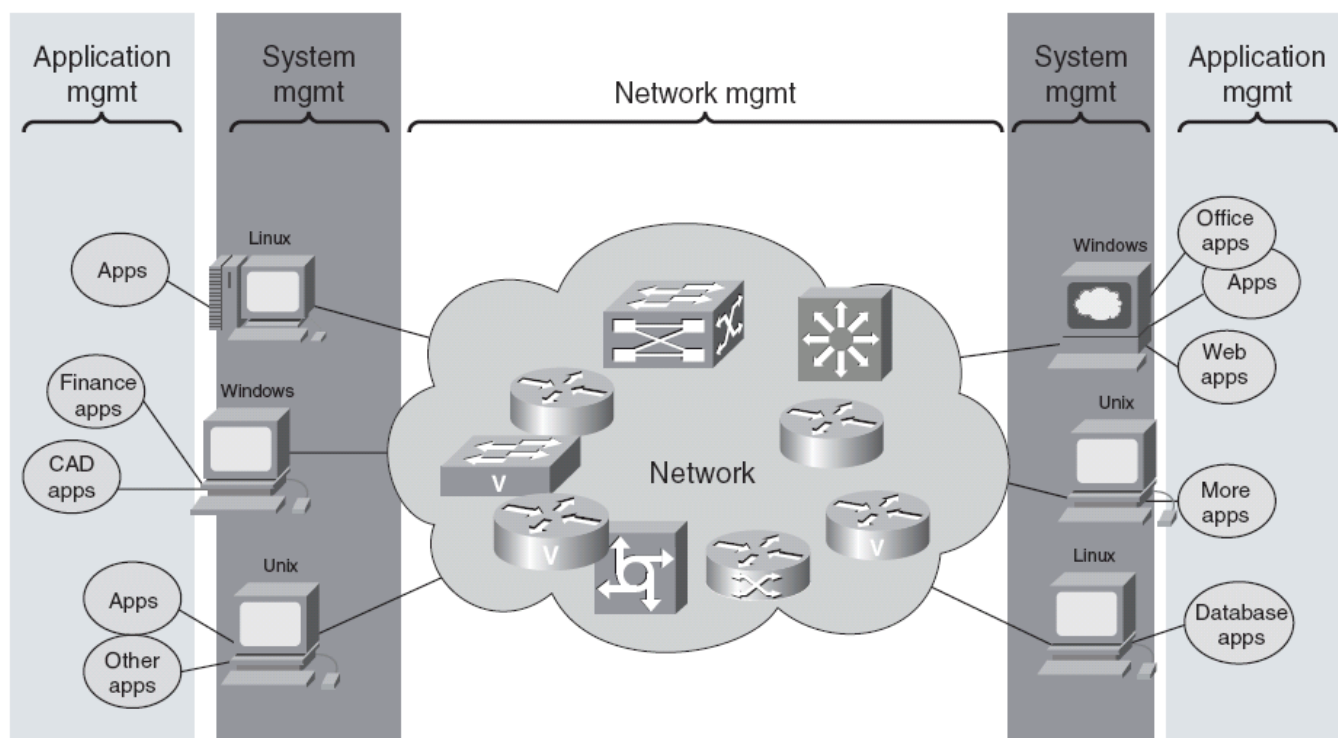
U drugom slučaju preciznije je koristiti izraz **upravljanje mrežom i umreženim sistemima (network and networked systems management)**.

- Također, mreže, sistemi i aplikacije sudjeluju u pružanje usluga korisnicima te možemo govoriti o još jednoj vrsti upravljanja - **upravljanje uslugama (services management)**.
- Upravljanje mrežama, sistemima i aplikacijama slične su discipline dok upravljanje uslugama ima niz specifičnosti te se razlikuje od ostalih.

3

Upravljanje mrežom i umreženim sistemima

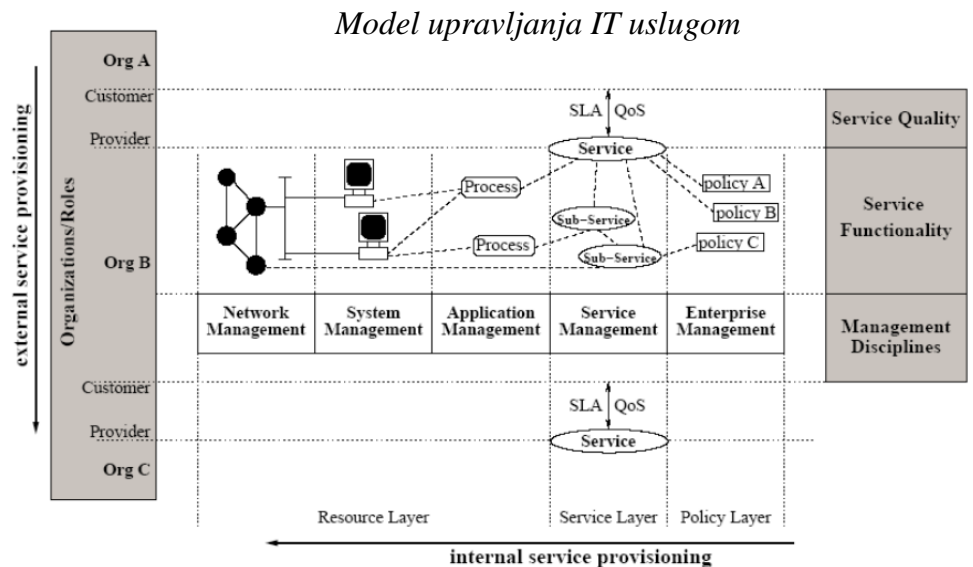
UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10



Upravljanje uslugama - novi izazov

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Upravljanje uslugama koje se realiziraju na velikom broju različitih tipova mreža uz mnoštvo zainteresiranih stranaka predstavlja izazov. U procesima upravljanja uslugama nužnost je baratanja sa izrazitim zavisnostima među (pod)uslugama te raspodijeljena opskrba usluga većim brojem različitih resursa. Kako korelirati probleme na razini usluge s problemima u mreži?
- Prihvaćanje narudžbe,
- Ugovaranje SLA (korisnik može pregovarati o specifičnim mogućnostima usluge, QoS parametrima, načinu rješavanja problema te o cijeni i načinu plaćanja)
- Konfiguriranje (priprema) usluge
- Praćenje ispunjavanja SLA (SLA management)
- Naplata



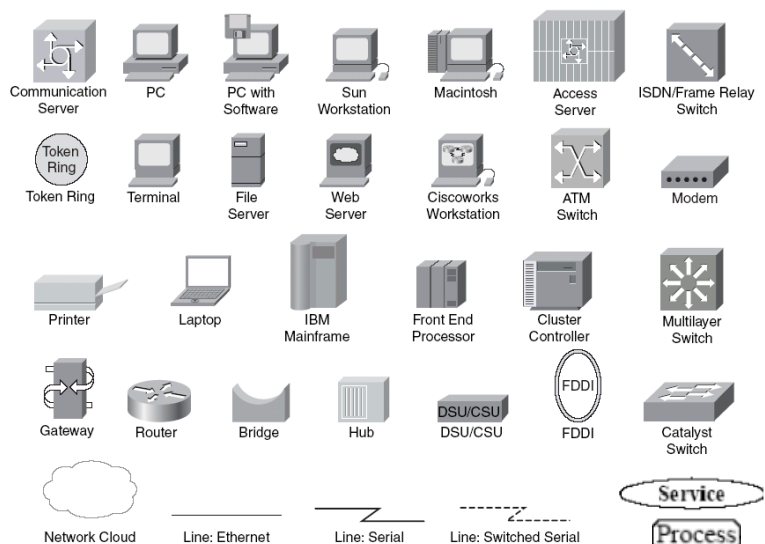
• Slika: EMANICS, *Deliverable 1.1 Initial world wide network and service management research map, new challenges of IT service management*

5

Upravljeni sistemi/resursi

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Mreže, mrežni uređaji, krajnji uređaji, dijelovi uređaja, aplikacije (procesi), usluge, programska podrška, dakle svi sistemi i resursi koji u upravljivi nazivaju se **upravljeni sistemi/resursi (managed systems/resources)**.
- **Primarne funkcije upravljanog sistema** (interakcija s korisnikom, usmjeravanje paketa, retransmisija signala, numerička obrada, generiranje Web stranica, distribuiranje e-mailova, printanje, ...).

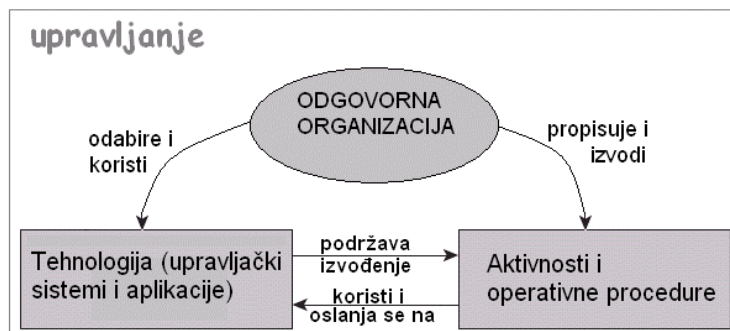


• Slika: Alex Clemm: *Network Management Fundamentals*, Cisco Press, 2006. (modificirana)

6

Na što se odnosi pojam “upravljanje”?

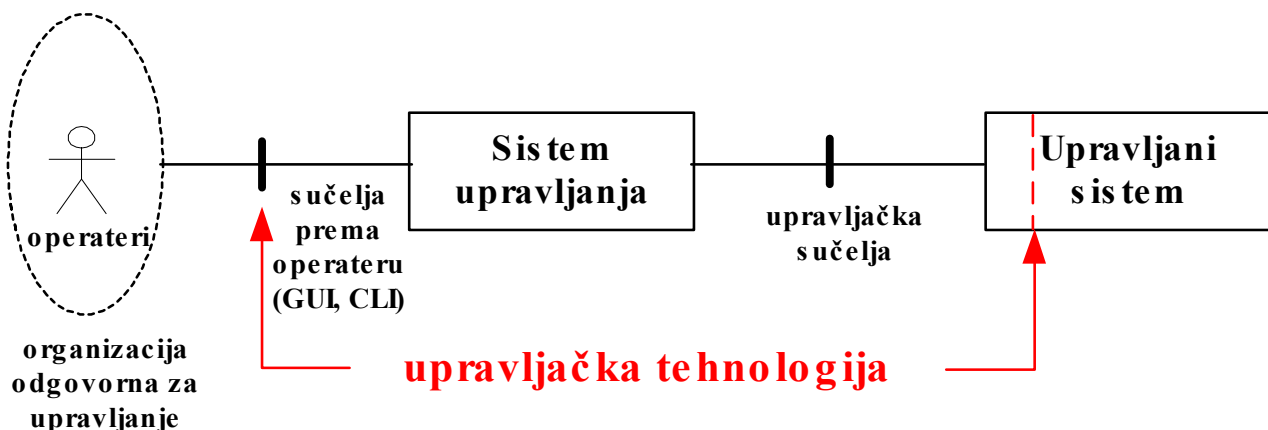
- Pojam upravljanje odnosi se na:
 - upravljačku tehnologiju (procesno-komunikacijski sistemi potrebni za *podržavanje* izvođenja upravljačkih aktivnosti),
 - upravljačke poslove (aktivnosti) vezane za planiranje, opskrbu i pripremu za rad, osiguravanje nesmetanog rada, administriranje i održavanje upravljanog sistema (značajan dio aktivnosti upravljanja otpada na praćenje ponašanja upravljanih sistema kako bi se razumjelo što se događa),
 - organizaciju odgovornu za upravljanje



- Primjeri upravljanja u ne-tehničkom svijetu.

Upravljačka tehnologija (1).

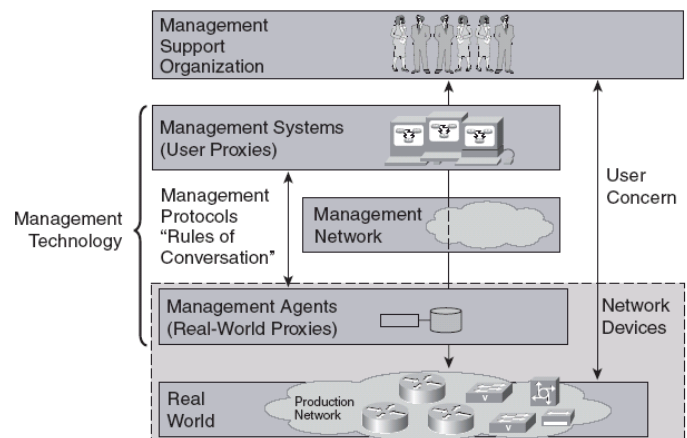
- Za povezivanje organizacije s upravljanim sistemima potrebna su tehnička sredstva tzv. **upravljačka tehnologija (management technology)**.
 - Klasičnu** upravljačku tehnologiju čine: upravljački agenti, upravljački protokoli, upravljačka mreža te sistemi upravljanja.



Upravljačka tehnologija (2).

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- **Sistem upravljanja (management system)** je raspodijeljeni programski sistem. Osnovu sistema upravljanja čine upravljačke aplikacije i alati u kojima je pohranjena **upravljačka logika**. Pruža upravljačka sučelja prema upravljanoj sistemu te odgovarajuća sučelja prema operaterima - osobama uključenim u upravljanje.
- **Operateri** su zaposlenici organizacije koja je odgovorna za upravljanje.
- Telekom. provideri često umjesto izraza sistem upravljanja, koriste izraz **sistem za podršku djelovanju (operation support systems, OSS)**.
- **Upravljačka mreža (management network)** povezuje sisteme upravljanja s upravljanim sistemima.
- Upravljačka tehnologija povezuje organizaciju s upravljanim sistemima.



- Upravljana mreža naziva se i "production network" da se naglasi njezina primarna funkcija.

• Slika: Alex Clemm: Network Management Fundamentals, Cisco Press, 2006. (modificirana)

9

Upravljačka tehnologija (3).

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- **Aplikacije (alati) koje koriste operateri**
 - Konzolni terminali - konzole (Device Managers and Craft Terminals)
 - Analizatori mreže (Network Analyzers)
 - Upravitelji mrežnih elemenata (Element Managers)
 - Upravljačke platforme (Management Platforms)
 - Sakupljači i sonde (Collectors and Probes)
 - Sistemi za detektiranje upada (Intrusion Detection Systems)
 - Performance Analysis Systems
 - Alarm Management Systems
 - Trouble Ticket Systems
 - Work Order Systems
 - Workflow Management Systems and Workflow Engines
 - Inventory Systems
 - Service Provisioning Systems
 - Service Order-Management Systems
 - Billing Systems
 - ...

10

Upravljački poslovi (aktivnosti)

- **Upravljački posao (management task)**
 - predstavlja diskretnu upravljačku aktivnosti koju izvodi ili operater uz pomoć sistema upravljanja ili automatizirano sâm sistem upravljanja.
 - obuhvaća slijed akcija (proces) na kraju kojeg se postiže određeni cilj koji ima svrhu i značenje za operatera ili općenito u kontekstu upravljanja.
- Upravljanje obuhvaća sljedeće poslove:
 - projektiranje,
 - prostorno raspoređivanje komponenata,
 - priprema mreže, sistema i usluga (konfiguriranje i inicijalizacija),
 - praćenje i modificiranje rada (zadržavanje mreže, sistema i usluga u operativnom stanju; problemi se moraju otkriti a kvarovi otkloniti što brže - idealno prije nego ih osjeti korisnik),
 - planiranje i proširivanje primarnih funkcija sistema/mreže (poboljšanje performansi i posluživanje očekivanog prometa),
 - administriranje (vođenje evidencije o korisnicima i resursima u mreži, naplata usluga, ažuriranje izdanja programske opreme).

Organizacija odgovorna za upravljanje

- **Organizaciju odgovornu za upravljanje (Management Support Organization)** čine osobe koje specificiraju upravljačke aktivnosti i ritam njihovog izvođenje, definiraju planove i procedure za slučajeve krize te izvode upravljačke aktivnosti koristeći pri tom upravljačku tehnologiju.
 - U složenim organizacijama može djelovati niz jedinica npr. za: planiranje mreže (Network planning), operativno vođenje mreže (Network operations), administriranje mreže (Network administration), upravljanje korisnicima (Customer management).
 - U mnogim jednostavnim slučajevima dovoljna je manje sofisticirana struktura - jedna osoba koja djeluje kao administrator mreže i obavlja sve upravljačke poslove uz pomoć skromnijih i jeftinijih alata.

Centar za operativno vođenje mreže

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Fizička lokacija s koje se upravlja velikom mrežom naziva se **centar za operativno vođenje mreže (Network Operations Center, NOC)**.
- Velike i globalne kompanije i organizacije koriste veći broj NOC centara koji djeluju kao jednakovrijedni entiteti koji se mogu "pokrivati" u slučaju ispada.



• Slika: Alex Clemm: Network Management Fundamentals, Cisco Press, 2006.

13

Upravljanje ... , a zašto? Business?

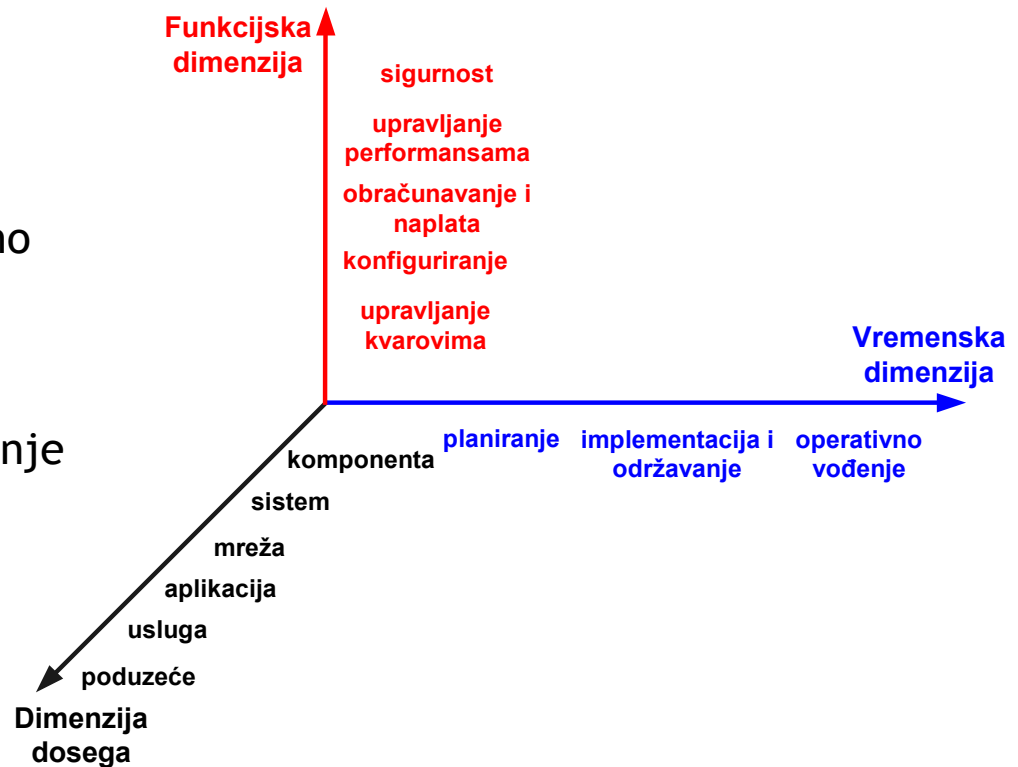
UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Organizacije odgovorne za upravljanje (telekom. provideri, pružatelji Internet usluga, ISPs) svjesni su da komunikacijske usluge koje nude (telefonske usluge, pristup Internetu, digitalne pretplatničke linije (DSL), i sl.) jesu roba. U većini slučajeva uspjeh na tržištu ne ovisi samo o osnovnoj tehničkoj ponudi već o nizu drugih faktora:
 - Tko može pogoniti mrežu uz najniže troškove i prenositi uštede prema korisnicima?
 - Tko može biti najučinkovitiji u radu s nepredvidivim događajima?
 - Tko za korisnike predstavlja bolje iskustvo u smislu da im omogućava da lakše naruče uslugu i brže im obrađuje zahtjev za uslugom?
 - Tko može garantirati i održavati višu razinu kvalitete usluge (QoS)?
 - Tko može proizvoditi i ponuditi na tržište usluge brže i efikasnije?
- **Svrha upravljanja je osigurati nesmetan rad sistema te pružanje kvalitetnih usluga, besprekidno, s optimalnim kapacitetom i uz razumnu cijenu.**
- **Kvalitetno upravljanje može smanjiti cijenu usluge, poboljšati kvalitetu usluga i povećati dobit.**

14

Primjer prostora upravljanja

“ ... zato postoji mnogo definicija upravljanja ovisno o tome koji dio prostora, u konkretnom slučaju, upravljanje obuhvaća.”

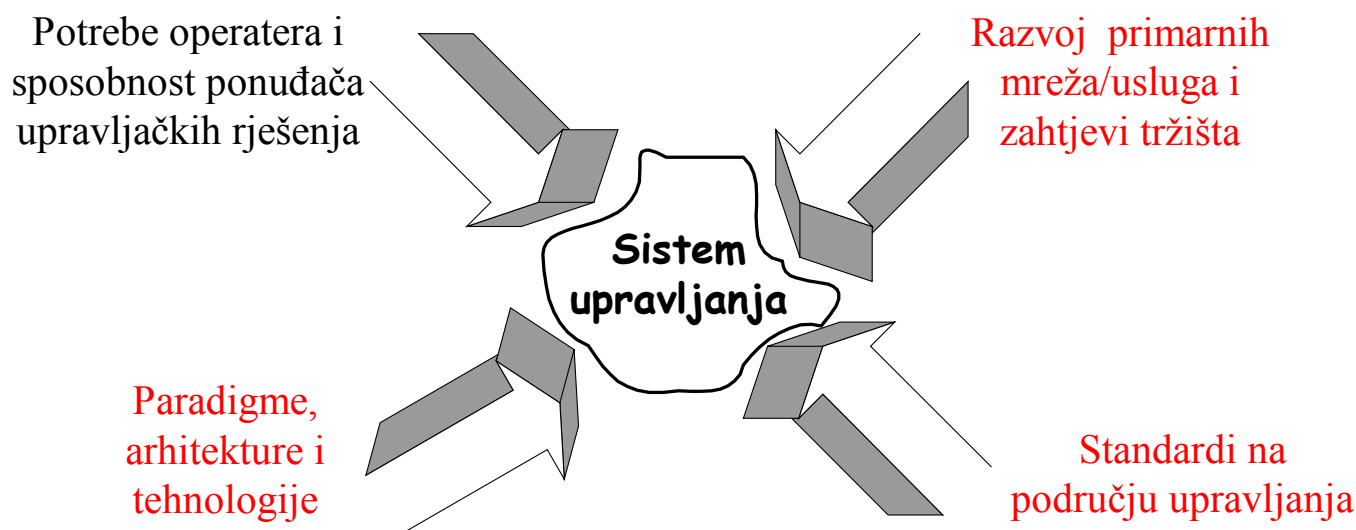


Razlika između upravljanja i kontrole

- Za razliku od komunikacija iniciranih od upravitelja, informacije o događajima koje šalje mreža (tj. agent mrežnog uređaja) ne predstavljaju zahtjev. Agent uređaja jednostavno šalje poruku o događaju bez da išta traži od upravitelja kao odgovor. Podsjetite se da mreža mora biti sposobna za pružanje primarnih funkcija neovisno o vlastitoj potrebi da bude upravljana. Pojednostavljeno, bar na kratko mreža bi morala pružati usluge nesmetano bez prisustva i djelovanja sistema upravljanja. Kad bi mrežni uređaj trebao neku uslugu od upravitelja tj. Kad bi agenti mrežnih uređaja izdavali zahtjeve tada bi taj temeljni princip bio prekršen.
- Naravno postoje slučajevi u kojima uređaj treba odaslati zahtjeve (upite) drugom sistem bez kojih komunikacijske usluge koje dotični uređaj pruža ne bi funkcionirale na ispravan način. Na primjer uređaj može zahtijevati od drugog sistema da pretvori telefonski broj u IP adresu kako bi mogao usmjeriti poziv do odgovarajućeg primatelja, ili može zahtijevati da mu se dodijeli IP adresa kako bi mogao slati i primiti podatke. Međutim u tim slučajevima "drugi sistem" se ne smatra upravljačkim sistemom već kontrolerom koji sam izvodi primarne, a ne upravljačke, funkcije. Spomenuta interakcija ne predstavlja upravljački promet, već kontrolni promet, koji se obično odvija pomoću specijaliziranih kontrolnih protokola, a ne pomoću upravljačkih protokola.
- Sljedeća razlika između upravljanja i kontrole je da kontrola nameće mnogo strože zahtjeve na performanse nego što je to slučaj kod upravljanja. Kontrola zahtjeva odgovore tipično u vremenu manjem od sekunde. Npr. telefonski poziv nakon biranja mora prouzročiti zvonjavu na drugoj strani gotovo trenutno. Upravljačke aplikacije s druge strane nameću mnogo lakše zahtjeve i može si "priuštiti" dulji period vremena da se završi posao.

Što sve utječe na izgradnju sistema upravljanja?

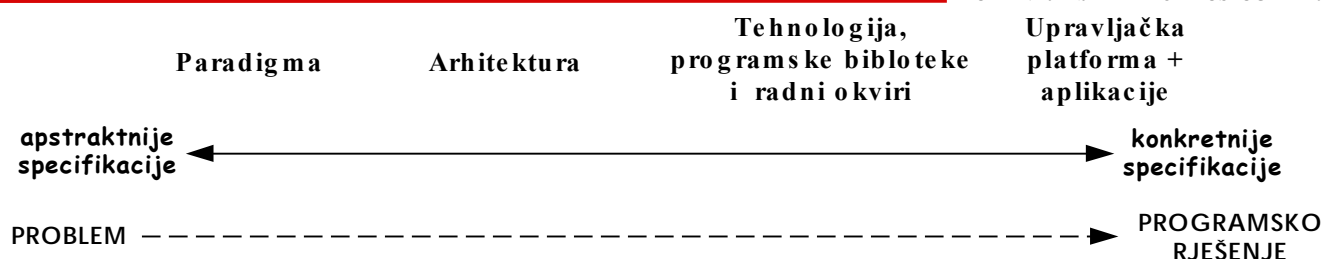
UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10



17

Od problema do programskog rješenja

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10



- **Paradigma** je obrazac, princip rješavanja problema.
- Za razliku od paradigme i općih principa, **arhitektura** predstavlja konkretan odgovor na pitanje *kako* se problem rješava (definira gradbene blokove od kojih se sistem (rješenje) izgrađuje i odnose među njima, a često obuhvaća i opis tehnologija koje se mogu koristiti u izgradnji sistema).
- **Upravljačka platforma i upravljačke aplikacije** jesu konkretni programski proizvodi specijalizirani za upravljanje koji koriste određenu tehnologiju(e) i koji imaju svoju tržišnu cijenu. Platforme uvijek unose određeni oblik transparentnosti i olakšavaju razvoj aplikacija. Aplikacije koriste servise koje pruža platforma i predviđene su za izvođenje upravljačkih zadataka.

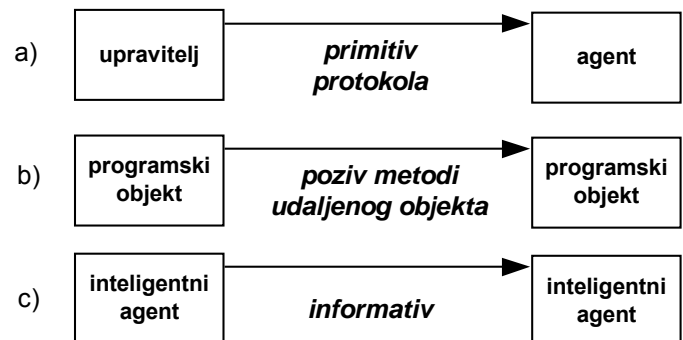
18

Paradigme ... principi!

- **Paradigma** je obrazac, princip rješavanja problema.

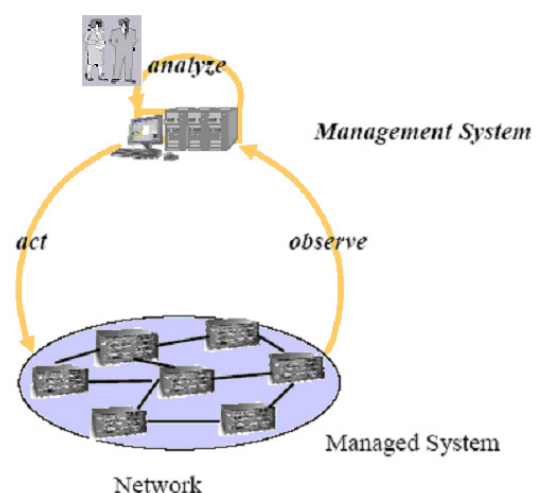
- Programske paradigme
 - procedure,
 - programski objekti,
 - agenti (mobilni, proaktivni, inteligentni, ...).
- Organizacijske paradigme
 - centralizirana organizacija,
 - blago raspodijeljena, hijerahijska
 - izrazito raspodijeljena.
- Informacijske paradigme
 - samostojeći podaci,
 - objekti (podaci+procedure),
 - politike,
 - strategije i ciljevi.

- Komunikacijske paradigme



Trendovi

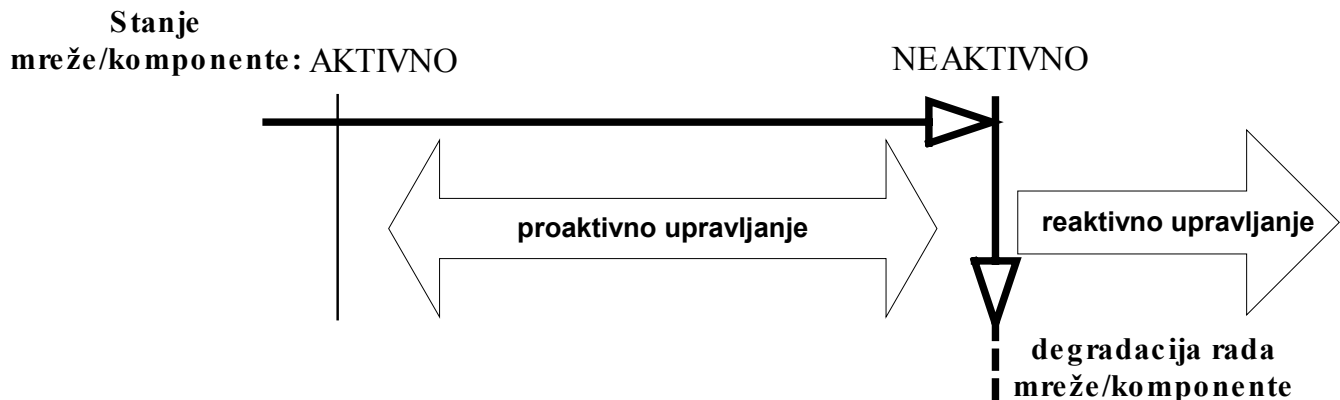
- Trend je izrazita **raspodjela poslova upravljanja** na skup jednako-vrijednih entiteta (agenata) koji međusobno surađuju.
- Trend je **proaktivno upravljanje** (preventivno djelovanje) i **automatiziranje upravljanja** (minimiziranje direktne uloge operatera u upravljačkoj petlji). To pretpostavlja upotrebu inteligentnih entiteta u sistemu upravljanja, kao i upotrebu samoupravljivih komponenata.
- Trend je **total management**
 - Business Management - Odnosi s korisnicima (CRM)
 - Service Level Management - Proizvodi
 - Network and Networked Systems Management - Resursi



Proaktivno vs. reaktivno upravljanje

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- **Proaktivno upravljanje (proactive management)**
- **Reaktivno upravljanje (reactive management)**



- npr. otkrivanje negativnog trenda u performansama i poduzimanje korektivnih akcija prije nego li je usluga degradirana.

21

Standardi na području upravljanja

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

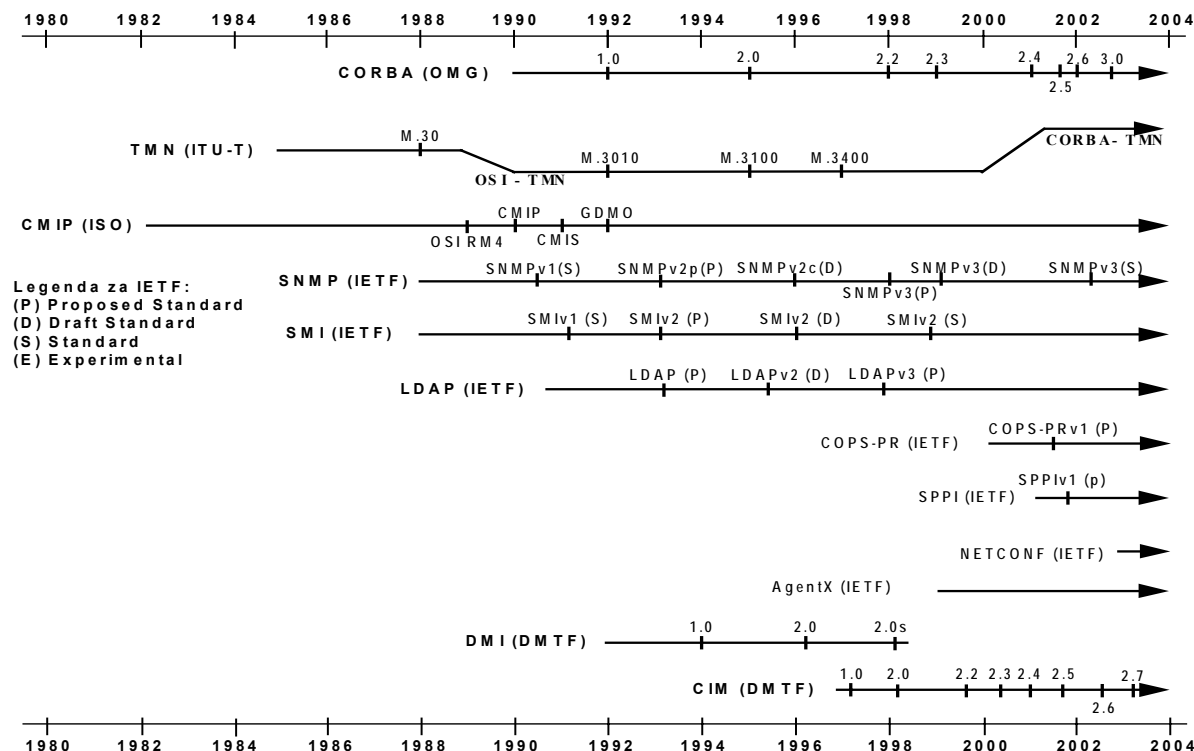
Tablica 1: Pregled standarda na području upravljanja i specifikacija u vlasništvu tvrtka koje imaju primjenu u upravljanju.

| Standardizacijsko tijelo + www adresa | Standard |
|---|--|
| ITU-T, www.itu.org | TMN, ODP |
| Internet Engineering Task force (IETF), www.ietf.org | SNMP, LDAP, COPS-PR, SPPI, AgentX , DiffServ |
| Object Management Group (OMG), www.omg.org | CORBA, UML |
| Distributed Management Task Force (DMTF), www.dmtf.org | CIM, DEN, WBEM |
| W3C www.w3.org | XML, SOAP |
| TeleManagement Forum (TM Forum), www.tmforum.org | NGOSS arhitektura |
| Workflow Management Coalition (WfMC), www.wfmc.org | Workflow Framework |
| Open Group, www.opengroup.org | Open DTP |
| Telecommunications Information Network Architecture Consortium TINA-C, www.tina.org | TINA |
| Proizvođač + www adresa | Specifikacija – vlasništvo proizvođača |
| Sun, www.sun.com | JMX, J2EE, EJB |
| | JMAPI (Java Management API) - 1996. preimenovano u JMX (Java Management Extensions) – 1999, Jini |
| Microsoft, www.microsoft.com | WMI |

22

Vremenski pregled razvoja standarda (izvor J. Schönwälder)

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

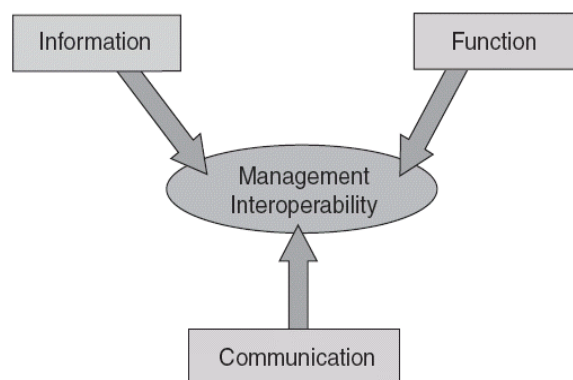


23

Uloga standarda - interoperabilnost

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

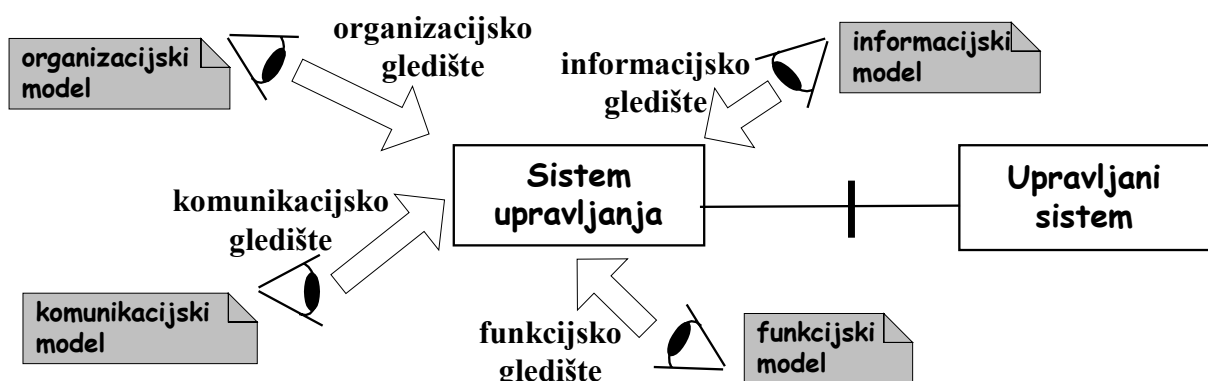
- **Upravljačka interoperabilnost (management interoperability)** - sposobnost međusobnog djelovanja entiteta u sistemu! Upravljački standardi obuhvaćaju sljedeće aspekte koji osiguravaju interoperabilnost:
 - **Komunikacijski aspekt** interoperabilnosti odnosi se na vrste poruka koje se razmjenjuju između entiteta uključenih u upravljačku komunikaciju (upravljački protokoli).
 - **Funkcijski aspekt** odnosi se na skup standardnih upravljačkih funkcija koje pružaju uključene strane.
 - **Informacijski aspekt** odnosi se na usklađenost terminologije koju koriste entiteti (upravljačke informacije).



- Uvođenje novih tehnologija i usluga
 - VoIP, TVoIP, Internet
 - Web services
 - ...
- Raste važnost komunikacijskih mreža
 - Broadband infrastruktura
 - E-Commerce (prodaja)
 - Business-to-Business communication (B2B)
- Natjecanje na tržištu
 - Deregulacija telekom. sektora
 - U okolini se pojavljuje veći broj operatora (konkurencija)
 - Diferencijacija između pružatelja usluga i mrežnih operatora

Princip modeliranja sistema upravljanja

- Kako sistem upravljanja, taj složeni problemski prostor, možemo dekomponirati na temeljne aspekte i njih tumačiti i obrađivati parcijalno?
- Odgovor - četiri pogleda na sistem upravljanja:
 - organizacijsko gledište,
 - informacijsko gledište,
 - komunikacijsko gledište,
 - funkcijsko gledište.



ORGANIZACIJSKI MODEL

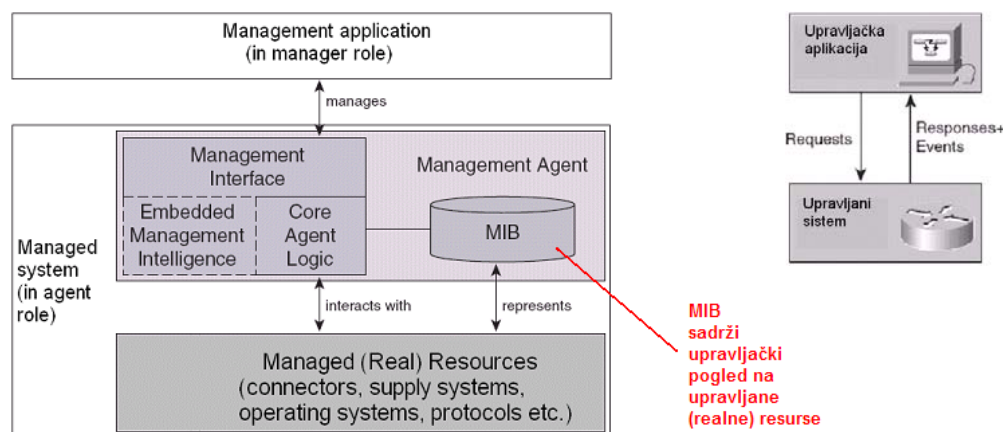
(entiteti i odnosi među entitetima - struktura sistema, odgovornosti)

27

Klasični pristup organizaciji upravljanja

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Klasična organizacija pretpostavlja postojanje sljedećih entiteta:
 1. elementi mreže s klasičnim upravljačkim agentima¹,
 2. upravljačke aplikacije u ulozi upravitelja.
- Entiteti su povezani standardnim upravljačkim protokolom.



¹ U literaturi se za ovu vrstu agenata koristi i naziv "dumb agents".

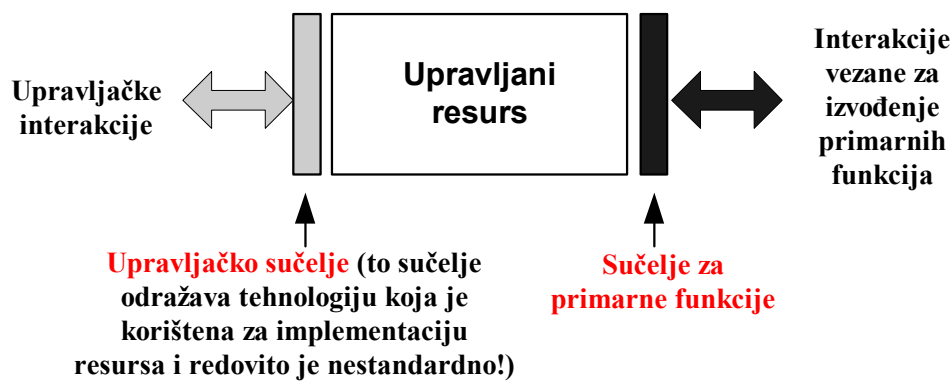
- Upravljački agent se sastoji od tri osnovna dijela:
 - *upravljačkog sučelja (management interface)* koje omogućava upravljačku komunikaciju,
 - *upravljačke baze podataka (management information base, MIB)* što je konceptualni spremnik podataka koji sadrži upravljački pogled na upravljani uređaj i njegove upravljive resurse,
 - *središnje logike agenta (core agent logic)* koja omogućava pretvaranje operacija zahtijevanih preko upravljačkog sučelja u operacije nad *realnim resursom (upravljani resurs)* pri čemu se koristi informacijama iz MIB-a.
 - Opcionalno agent sadrži i dodatnu *ugrađenu upravljačku inteligenciju (embedded management intelligence)* odgovornu za dodatne upravljačke funkcije koje koriste upravljačke aplikacije (npr. koreliranje događaja, automatsko periodičko pokretanje testnih funkcija, itd.)

Element mreže

- Fizički sistem koji koristi bar jedno mrežno sučelje i koji sadrži jedan ili više upravljanih resursa (managed resource). Može biti bilo kakav mrežni uređaj (hub, switch, router), PC ili server (host). Takav sistem nazivamo *element mreže (Network Element, NE)*.
- Element mreže mora participirati u upravljačkom procesu tj. mora sadržavati software koji implementira standardno upravljačko sučelje preko kojeg upravljački sistem može komunicirati s elementom. Taj software osigurava prilagodbu između vanjskog upravitelja i mrežnog uređaja i naziva se *upravljački agent (management agent)* ili kraće *agent*.
- Izraz “agent” ima dvostruko značenje: to je programska komponenta koja omogućava standardnu upravljačku komunikaciju, ali to je i naziv uloge koju element mreže ima u upravljanju.

Upravljeni (upravljivi ili realni) resurs

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

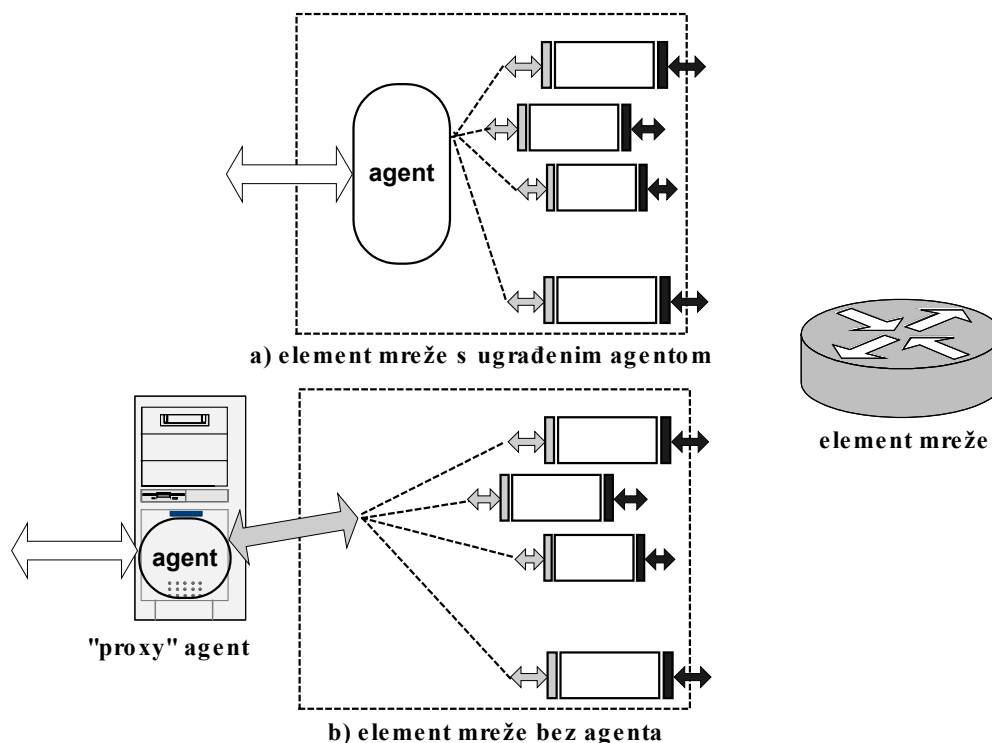


- Fizički:
 - *sklopovski*: prijenosni medij i konektori, komponente računala, komponente za međusobno spajanje, telekomunikacijsko sklopovlje, ...
 - *programski*: operativni sistemi, mrežni protokoli i sučelja, aplikacije, jedinice općih i upravljačkih funkcija (samoupravlјivost), ...
- Logički (konceptualno postojanje):
 - konekcija, grupa korisnika, usluga, proces, ...

31

Element mreže sa/bez ugrađenog agenta

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10



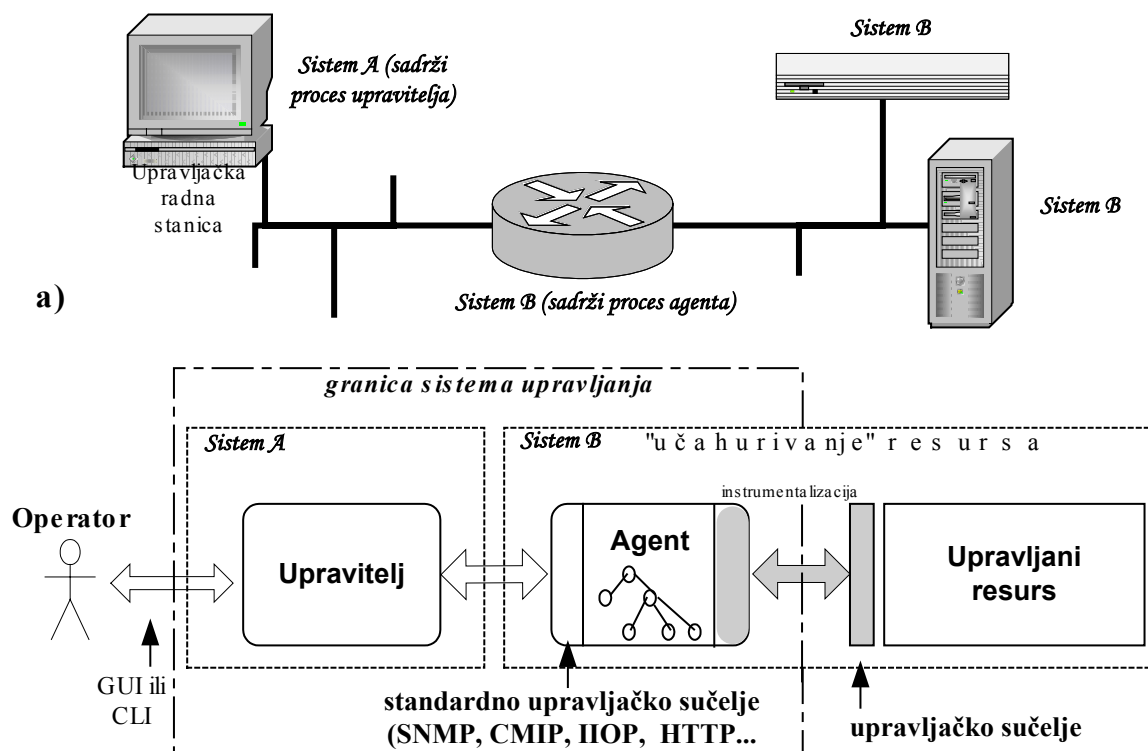
32

Upravljačka aplikacija

- **Upravljačka aplikacija (management application)** je komponenta sistema upravljanja koja sadrži upravljačku logiku i ima ulogu **upravitelja (manager)** odgovornog za izvođenje upravljačkih poslova.
- Preko standardnog upravljačkog sučelja i uz pomoć upravljačke mreže povezana je s agentima čime se uspostavlja odnos upravitelj-agent.
- S druge strane, operatorima pruža GUI ili CLI sučelje.

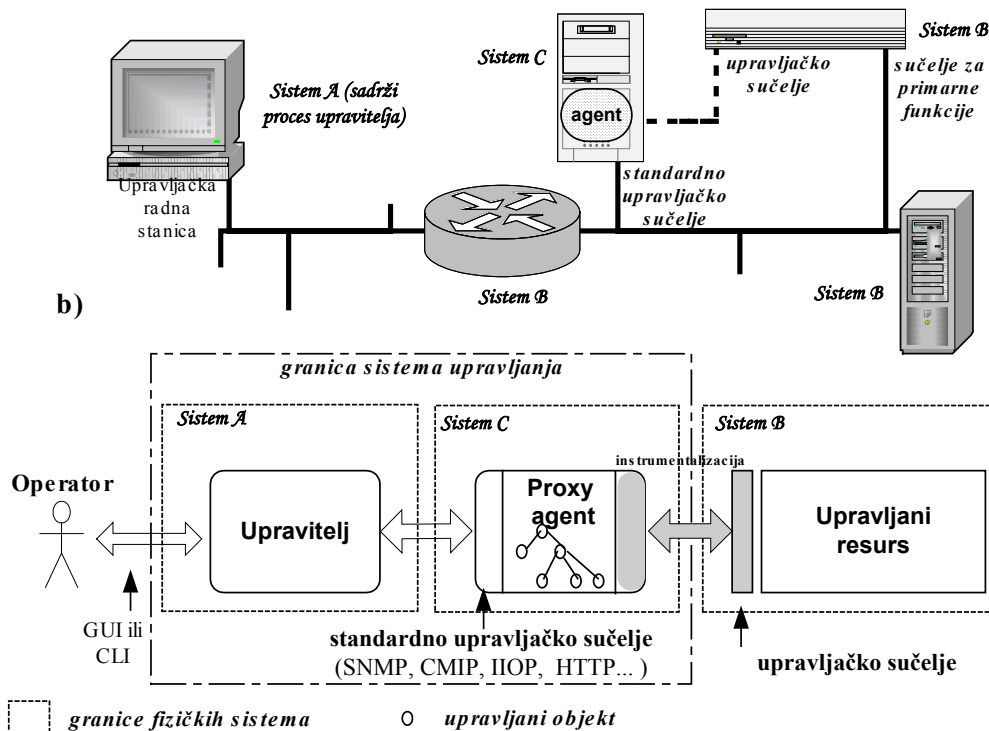
33

Primjer 1



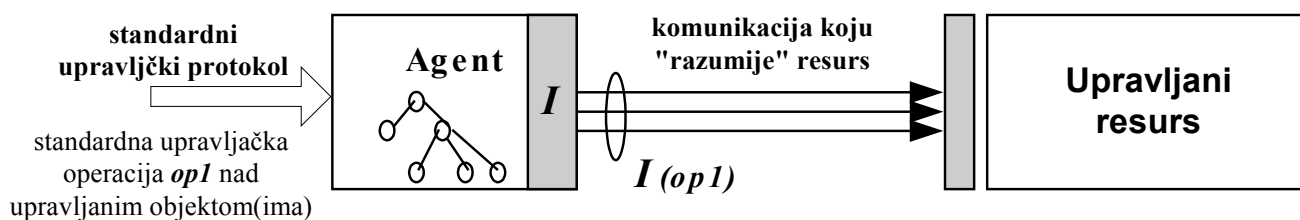
34

Primjer 2

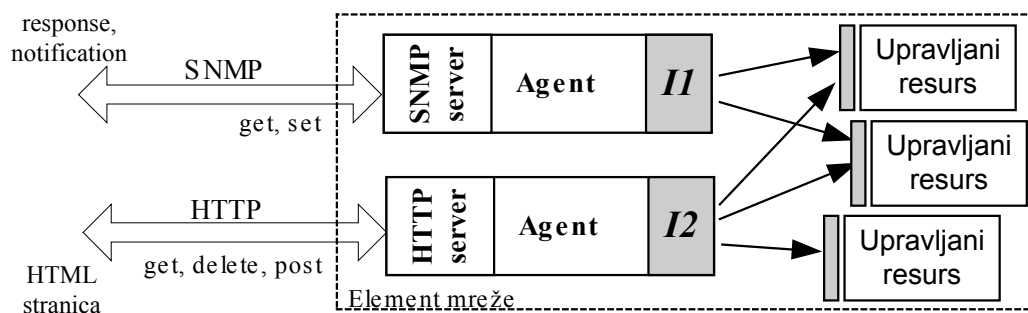


Instrumentalizacija

- Instrumentalizacija i funkcija instrumentalizacije**

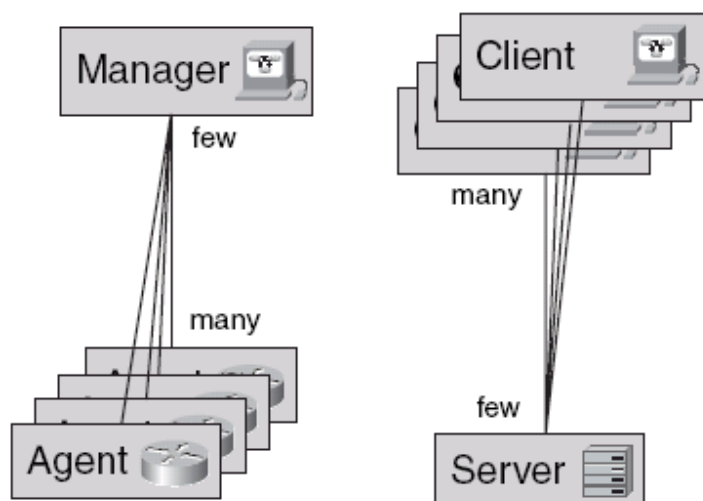


- Element mreže s dva agenta (upravljiv putem SNMP i HTTP) i dvostrukom instrumentalizacijom.



Usporedba klijent-server i upravitelj-agent odnosa

- Odnos upravitelj-agent je kao i klijent-server odnos **asimetričan**; agent je u podređenoj poziciji naspram upravitelja.
- Za klijent-server sisteme je tipično da mali broj servera servisira veliki broj klijenata.
- U upravljanju je situacija obrnuta, tipično je da veliki broj (deseci ili tisuće) agenata posluhuje mali broj klijenata - upravitelja.



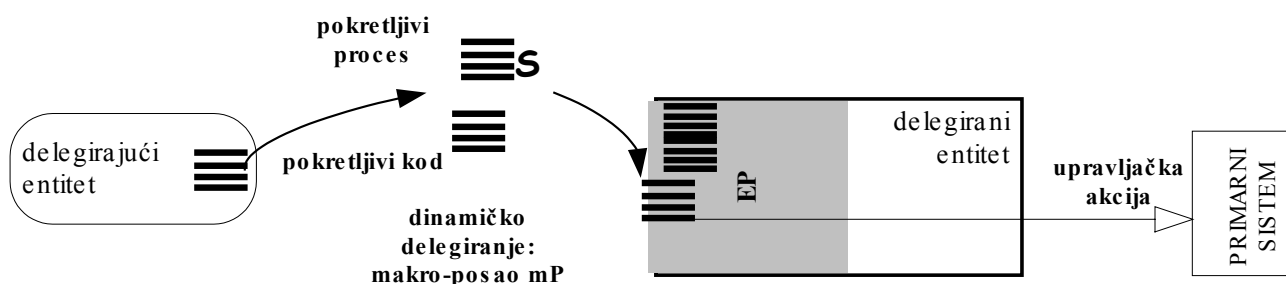
Delegiranje upravljačkog posla (1)

- **Delegiranje upravljačkog posla (management task delegation)** je postupak kojim jedan entitet u sistemu upravljanja (**delegirajući**) prenosi ovlast, autoritet, odgovornost ili pak sposobnost za izvođenje određenog upravljačkog posla drugom entitetu (**delegiranom**).
 - Mikro-posao (μ -task)
 - Makro posao (m-task)

Delegiranje upravljačkog posla (2)

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Ovisno o strukturi sistema upravljanja, delegiranje može biti:
 - okomito (prema dolje/gore) i
 - vodoravno (suradnja).
- Ovisno o (ne)pokretljivosti resursa (procedure + podaci) potrebnih za izvođenje posla razlikujemo:
 - statičko i
 - dinamičko delegiranje.

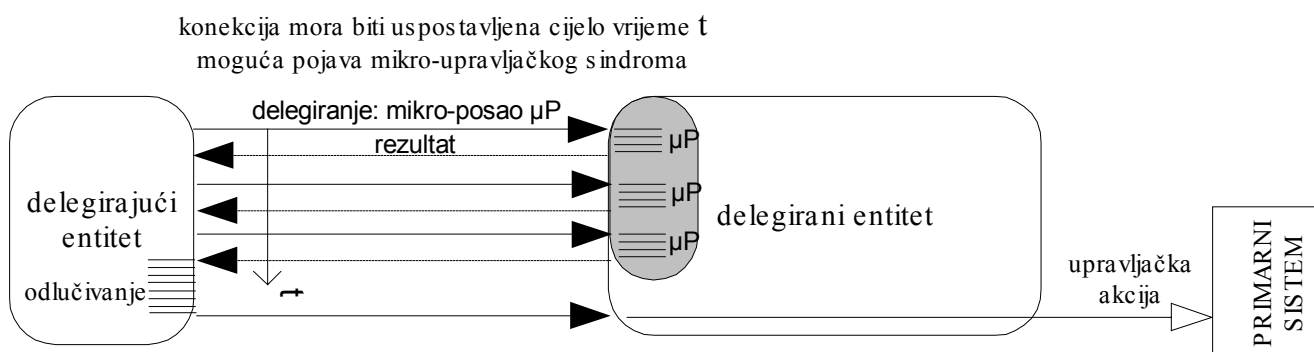


39

Delegiranje upravljačkog posla (3)

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

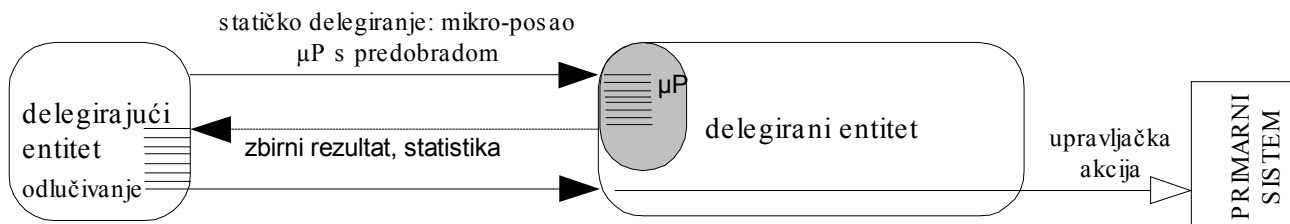
- Mikro-upravljački sindrom



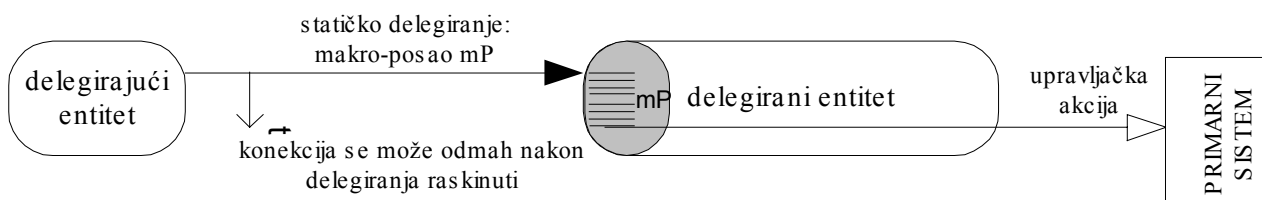
40

Delegiranje upravljačkog posla (4)

- Mikro-upravljački posao s predobradom

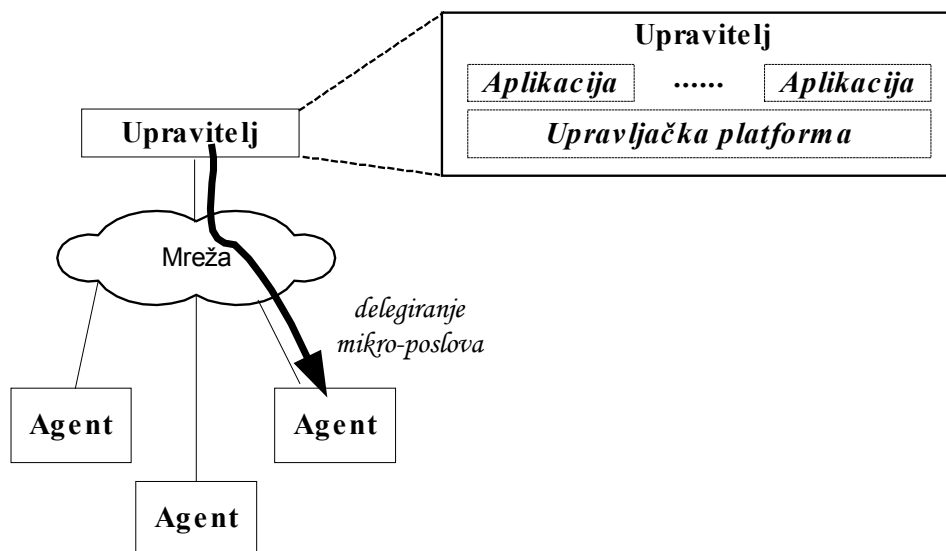


- Makro-upravljački posao



Klasični pristup organizaciji sistema upravljanja - centralizirana struktura

- **Centralizirana**



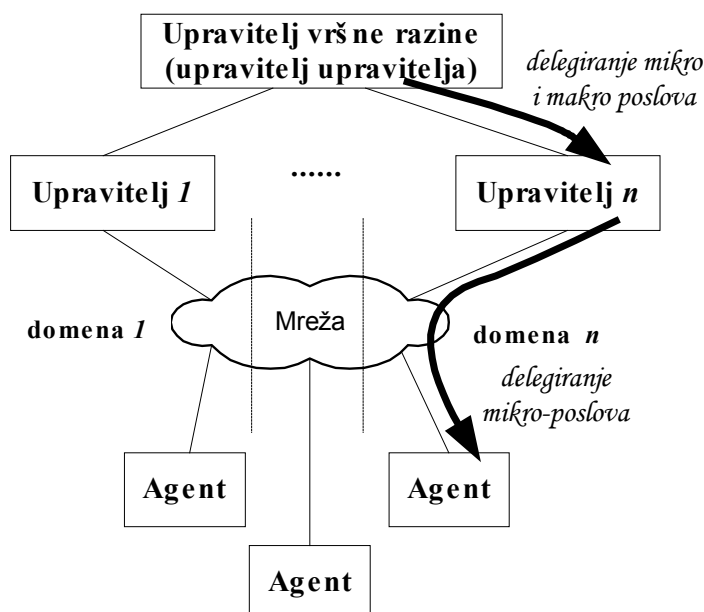
a) centralizirana

Vrednovanje modela centraliziranog upravljanja

- Karakteristike centralizirane strukture:
 - Složenost upravljačkih operacija na strani upravitelja; agenti su u pravilu vrlo jednostavni.
 - Agenti se nalaze u interakciji isključivo s upraviteljem, a ne i međusobno.
- Nedostaci:
 - Ovisnost o jednoj točki - ako dođe do prestanka rada upravitelja, cijelo upravljanje prestaje funkcionirati.
 - Centralizirana struktura nije skalabilna. Ako promatramo generirani upravljački promet (M - broj odaslanih poruka), opterećenje upravljačke stanice (L - broj generiranih poruka tipa "zahtjev" i obrađenih poruka tipa "odgovor" (request/response messages)) te vrijeme potrebno za izvođenje jedne upravljačke operacije (T), možemo zaključiti da M , L , T rastu *linearно* s brojem agenata n , tj. $M=O(n)$; $L=O(n)$; $T=O(n)$.

Klasični pristup organizaciji sistema upravljanja - hijerarhijska struktura

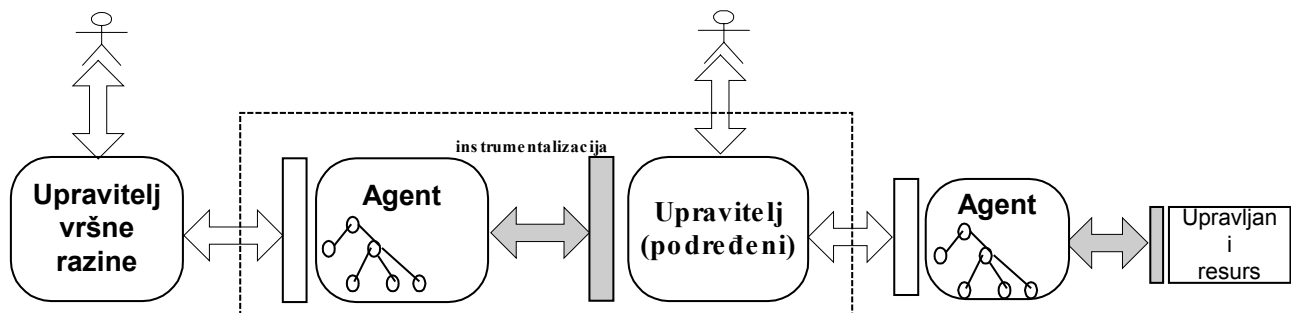
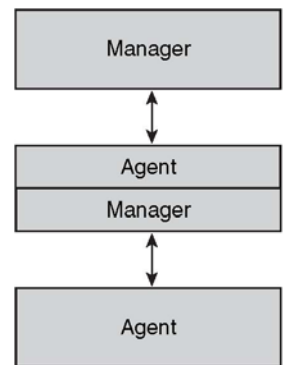
- **Hijerarhijska**



Hijerarhijska struktura - “upravitelj upravitelja”

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- U hijerarhijskoj strukturi koristi se **kaskadna upotreba upravitelja** koja označava tranzijentnu prirodu uloga entiteta u sistemu upravljanja. Upravitelj može djelovati ili kao upravitelj ili kao agent drugom, nadređenom upravitelju. Takav se hijerarhijski odnos naziva **“upravitelj upravitelja” (Manager of Managers, MoM)**.
- **Upravljačke domene (management domain)** mogu biti fizičke ili logičke.



45

Suvremeni pristupi organizaciji sistema upravljanja - entiteti i struktura

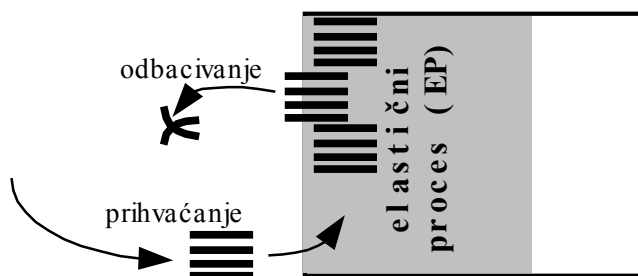
UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Suvremeni pristupi temelje se na uvođenju sposobnijih entiteta koji mogu donositi upravljačke odluke te se tako njihova uloga približava ulozi upravitelja.
 - **Entiteti s dinamički promjenjivim funkcijskim sadržajem.**
 - **Entiteti s dinamički promjenjivom politikom djelovanja.**
 - **Inteligentni agenti.**
 - **Samoupravljive komponente.**
- Struktura s jednakovrijednim upravljačkim entitetima.

46

Entiteti s dinamički promjenjivim funkcijskim sadržajem

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

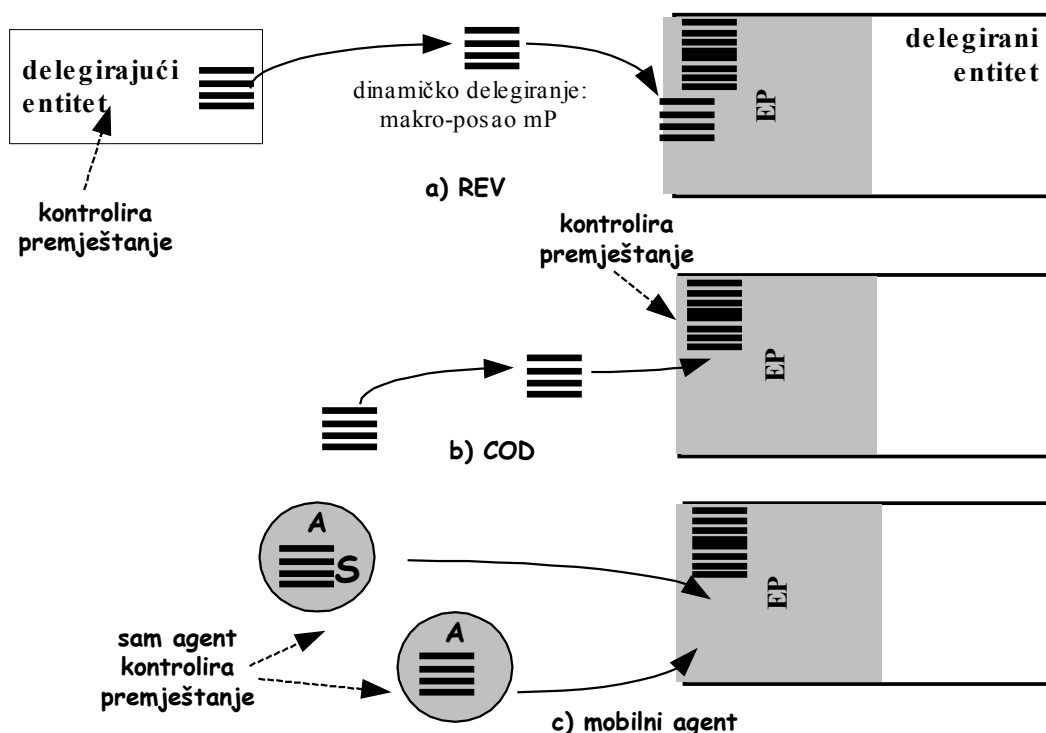


- Obzirom na to tko kontrolira premještanje razlikujemo 3 pristupa mobilnosti:
 - **Remote Evaluation, REV** (Primjer: script-enabled agents; SNMPv3+ScriptMIB arhitektura)
 - **Code on Demand, COD**
 - **Mobilni agent** (Nedostaci pristupa jesu sigurnost i potencijalna složenost agenata. Do danas postoji mnoštvo istraživačkih prototipova, ali relativno malo komercijalnih primjena mobilnih agenata u upravljanju.)

47

Tri pristupa mobilnosti

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10



48

Karakteristični itinereri mobilnih agenata

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

| operation | typical application | navigation pattern |
|--|---|--------------------|
| type 1: node-to-node | 1 node control/monitor (get/set of variables) | |
| type 2: visit all nodes along a path/flow | 1 flow/path control e.g.: traceroute, bottleneck detection, signalling, VPN operation | |
| type 3: distribute agent to all nodes in subnet (parallel control) | subnet control, message broadcast e.g.: congestion location detection | |
| type 4: visit all nodes in subnet (sequential control) | subnet control e.g.: topology detection | |

49

Entiteti s dinamički promjenjivom politikom djelovanja

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- **Upravljanje temeljeno na politikama (Policy-based Management)** predstavlja efikasnu paradigmu na području upravljanja mrežom, uslugama i općenito raspodijeljenim sistemima.
- **Politika** se definira kao perzistentna, deklarativna specifikacija određenog pravila kojim se definira moguća varijanta/ograničenja u ponašanju (djelovanju) neke komponente ili upravljanog sistema. Pravilo najčešće ima jedan od sljedeća dva oblika:

if <uvjet> **then** <akcija>

ili

on <dogadjaj> **if** <uvjet> **then** <akcija>.

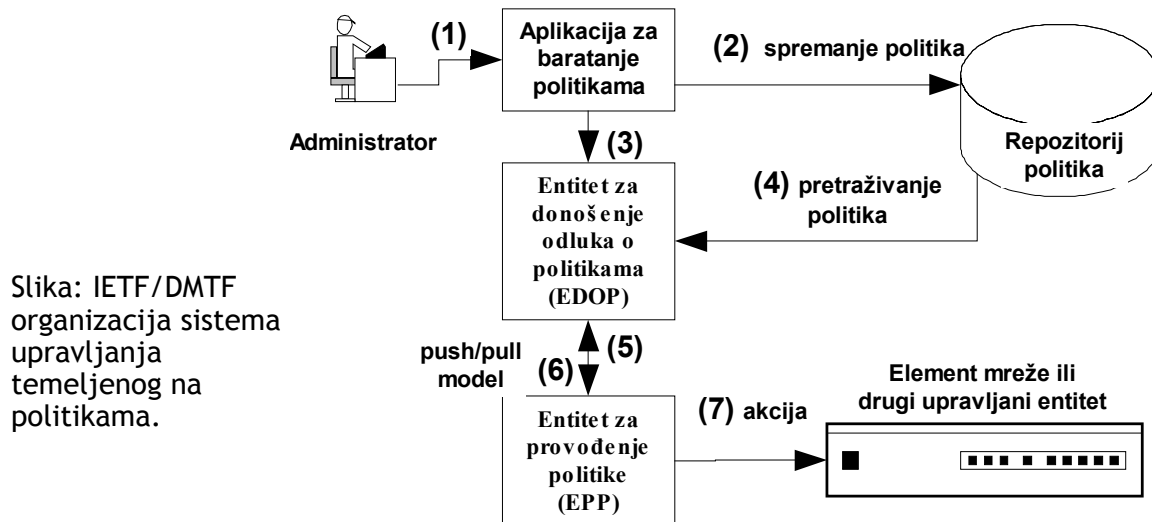
- Politike omogućavaju koncizno izražavanje upravljačkih funkcija.

50

Organizacija sistema upravljanja temeljnog na politikama

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- U sistemu se mora osigurati mogućnost specificiranja i pohranjivanja politika te njihovo provođenje (enforcing).
- Ako su specificirane na visokoj razini apstrakcije (business view), politike se moraju **pretvoriti** u “low level” slijedove akcija koje mogu izvoditi mrežni uređaji.



51

Inteligentni agenti

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Sistemi koji kombiniraju umjetnu inteligenciju i vodoravno delegiranje tj. suradnju poznati su kao **više-agentni sistemi (Multi-Agent System, MAS)**. Entiteti koji surađuju u takvom sistemu jesu agenti s određenom razinom autonomije i inteligencije u odlučivanju.
- Suradnja kao paradigma za rješavanje upravljačkog problema usmjerena je prema strategijama i ciljevima. Upravljanje temeljeno na suradnji implicira automatizirano upravljanje u kojem je smanjena uloga operatera.
- Problem kod automatiziranih mehanizama upravljanja jest mogućnost kreiranja i postojanja većeg broja kontrolnih petlji, koje djeluju dobro, gledano izolirano, tj. pojedinačno. Međutim, radi njihovog istovremenog djelovanja postoji mogućnost nepoželjne interferencije (tj. međusobnog utjecaja) čime se stabilnost upravljanog sistema može dovesti u opasnost. Potrebna su istraživanja u smjeru otkrivanja stabilnih modela upravljanja temeljenog na suradnji.

52

Samoupravljive komponente i suradnja jednakovrijednih upravitelja

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Danas je trend dizajniranje komponenata primarnog sistema koje imaju svojstvo *samoupravljivosti* ili *autonomnosti*. Radi se o sposobnosti komponenata primarnog sistema da autonomno na sebi izvodi poslove upravljanja.
- Centralizirana i hijerarhijska organizacija upravljanja nije dovoljno fleksibilna za izvođenje uobičajenih upravljačkih poslova (održavanje QoS, praćenje i obrada kvarova) na sistemima kakvi su P2P ili ad-hoc mreže. Radi se o suvremenim sistemima koje karakterizira velika skalabilnost, dinamika, promjene u topologiji.
- Paradigma upravljanja koje se temelji na *suradnji* skupa jednakovrijednih upravitelja (cooperative management) predstavlja rješenje spomenutog upravljačkog problema.
 - Upravljanje temeljeno na suradnji karakterizira visok stupanj automatiziranosti (koriste se i izrazi - samoupravljanje ili autonomnost.)
 - Problem kod automatiziranosti jest mogućnost postojanja niza upravljačkih (kontrolnih) petlji, koje kao samostalne mogu odlično funkcionirati, međutim ukoliko djeluju istovremeno i ukoliko nisu sinkronizirane mogu dovesti do neželjenih interferencija te do opasnog destabiliziranja primarnog sistema.
 - Važna su istraživanja u smjeru definiranja stabilnih modela upravljanja temeljenog na suradnji.

53

Klasifikacija upravljačkih paradigmi prema organizacijskom modelu (1)

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- U sistemu upravljanja postoji ukupno n upravljačkih entiteta. Entitet u sistemu može imati jednu od sljedećih uloga: upravitelj na vršnoj razini, upravitelj na među razini i agent. Broj upravitelja u sistemu označavamo s m . Mjeru povezanosti među upraviteljima izražavamo kao $C=c/m$, gdje je c broj jednosmjernih komunikacijskih linkova (asocijacija) među upraviteljima. Veličine n , m i C odražavaju topologiju sistema upravljanja.

Tablica 4: Klasifikacija prema broju upravitelja i njihovoj povezanosti

| broj upravitelja | mjera povezanosti | upravljačka paradigma |
|------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| $m = 1$ | $C = 0$ | centralizirana |
| $1 < m \ll n$ | $0 < C < 1$ | blago raspodijeljena hijerarhijska |
| $1 \ll m \ll n$ | $1 \leq C \ll m$ | izrazito raspodijeljena hijerarhijska |
| $m \approx n$ | $1 \ll C \leq m-1$ ¹²⁾ | izrazito raspodijeljena sa suradnjom |

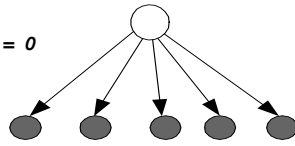
¹²⁾ $c_{\max} = m \cdot (m-1) \rightarrow C_{\max} = c_{\max}/m = m-1$

54

Klasifikacija upravljačkih paradigmi prema organizacijskom modelu (2)

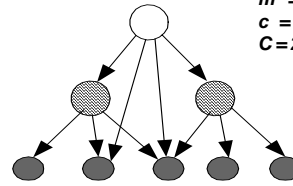
UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

$n = 6$
 $m = 1$
 $c = 0$
 $C = 0/1 = 0$



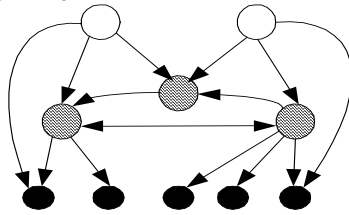
a) centralizirana

$n = 8$
 $m = 3$
 $c = 2$
 $C = 2/3 = 0.67$



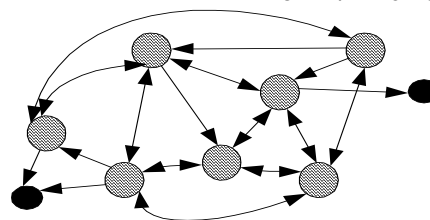
b) blago raspodijeljena

$n = 10$
 $m = 5$
 $c = 8$
 $C = 8/5 = 1.6$



c) izrazito raspodijeljena hijerarhijska

$n = 9$
 $m = 7$
 $c = 24$
 $C = 24/7 = 3.43$



d) izrazito raspodijeljena sa suradnjom

○ upravitelj na vršnoj razini
● agent

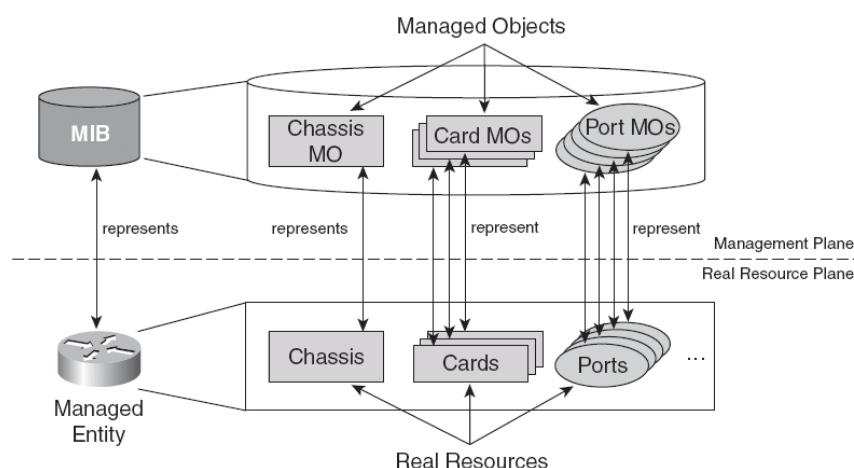
● upravitelj na među razini

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

INFORMACIJSKI MODEL

Realni resurs vs. upravljački pogled na realni resurs

- Logično je praviti razliku između stvarnog entiteta kojim se upravlja (*managed or real resource*) i upravljačke apstrakcije tog entiteta. Tu apstrakciju čini skup upravljanih objekata.
- Pogled na realne resurse (real resource plane)* zapravo postoji neovisno o pogledu koji predstavlja potrebe tih resursa za upravljanjem - *upravljački pogled (management plane)*.



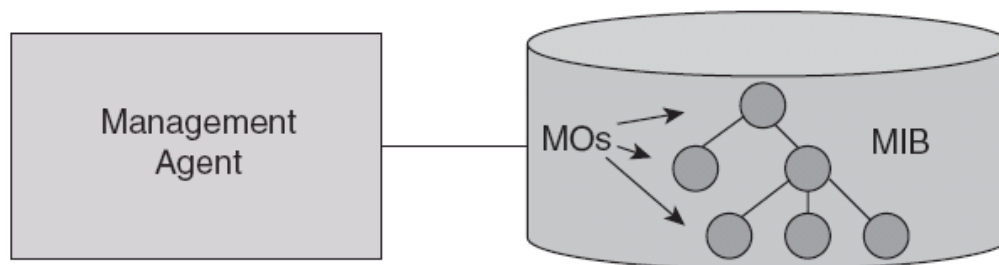
• Slika: Alex Clemm: Network Management Fundamentals, Cisco Press, 2006.

57

Informacijsko modeliranje – osnovni pojmovi

- Diskretna informacija koja predstavlja samo jednu karakteristiku (aspekt) upravljanog resursa koju je moguće pratiti, modificirati i/ili kontrolirati naziva se *upravljeni objekt (managed object, MO)*. MO može biti npr. pogonsko stanje ventilatora, broj paketa u odlasku na nekom sučelju.
- Zavisno o implementaciji MO se može materijalizirati npr. kao SNMP objekt (SNMP upravljačko sučelje), parametar u sučelju komandne linije (CLI sučelje) ili element u XML dokumentu (Web sučelje).
- Zbirka svih upravljačkih informacija (MOs) koje predstavljaju neki element mreže naziva se *baza upravljačkih informacija (Management Information Base, MIB)* dotičnog elementa. Pojam MIB-a je središnji pojam u domeni upravljanja. MIB predstavlja element mreže na upravljačkom planu.

- MIB sadrži niz upravljanih objekata MO. MO-i se u MIB-u često prikazuju u hijerarhijskoj organizaciji. To je radi toga što su u većini slučajeva MO-i u odnosu hijerarhijskog sadržavanja (karakteristika tehničkih sistema).
- Dakle, pored informacija o samim realnim resursima, MIB sadrži i informacije o odnosima između tih resursa koji se modeliraju kao odnosi među upravljanim objektima. Kako je ranije navedeno, najčešći slučaj je hijerarhijski odnos.

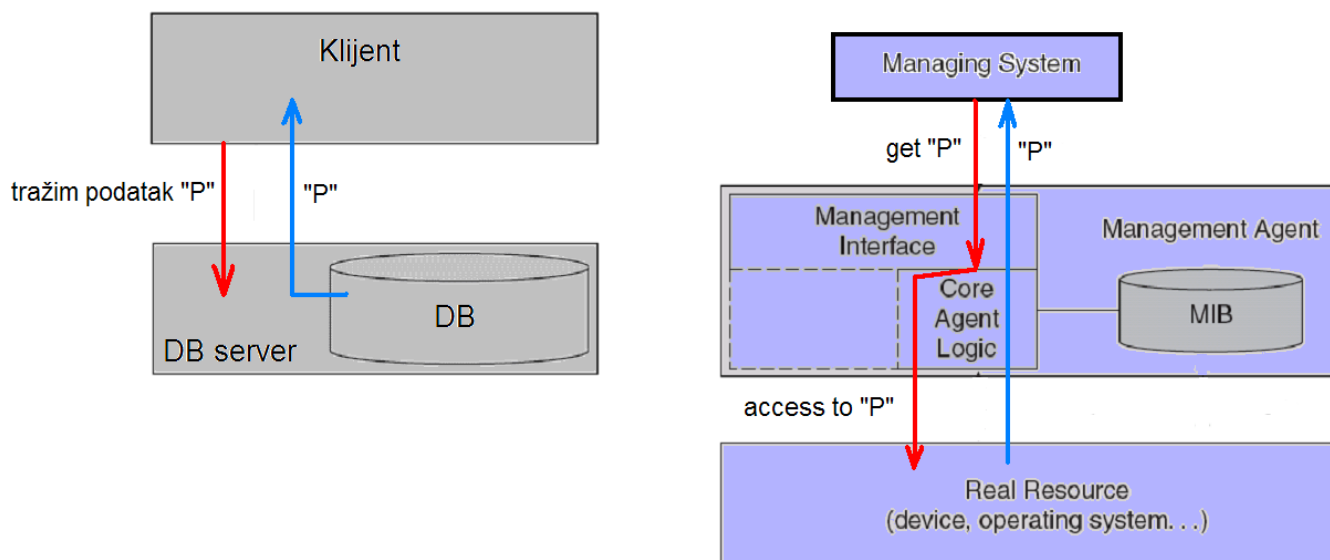


Razlika između MIB-a i baze podataka (1)

- Baza podataka sadrži informacije dok je MIB samo model podataka (konceptualna baza) kojeg koristi upravljački agent da pristupi podacima koji se nalaze pohranjeni u memorijskim resursima (registrima, memoriji, diskovima) realnog resursa (elementa mreže).
- U trenutku kad zatražimo informaciju u MIB-u mi zapravo dobijemo informaciju od uređaja koja je u potpunosti ažurna obzirom na trenutno operativno stanje uređaja. Isto tako modificiranje informacija u MIB-u zapravo znači direktnu promjenu parametara na realnom uređaju, a ne u nekom spremištu podataka. Efekt te promjene može biti trenutno zaustavljanje uređaja ili promjena načina na koji se paketi usmjeravaju u mreži.

Razlika između MIB-a i baze podataka (2)

- MIB ne predstavlja spremnik informacija o realnom uređaju/uslugi u kojem su informacije spremljene npr. u datotečnom sistemu, umjesto toga informacije u MIB-u omogućavaju logici agenta da pročita ili promijeni vrijednost podatka direktno sa/na uređaju.



Razlika između MIB-a i baze podataka (3)

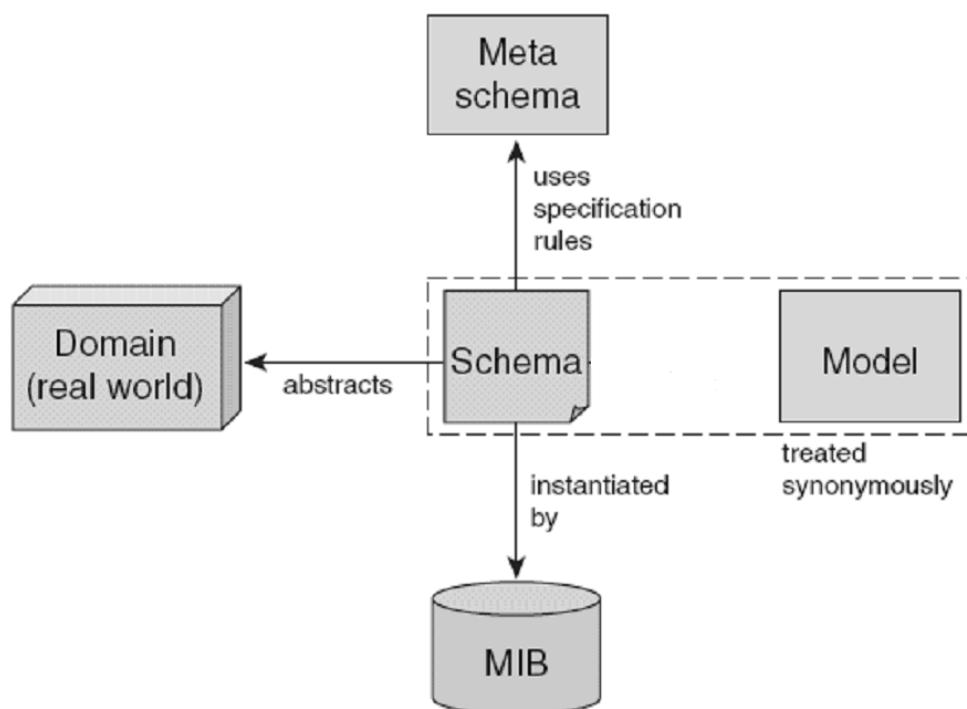
- Zašto se upravljački podaci ne spremaju u klasične baze podataka, zašto im se ne pristupa preko upitnih jezika poput SQL i zašto se ne koriste DBMS? Umjesto toga koriste se MIB-ovi i specijalizirani upravljački protokoli.**
- Regularni DBMS-ovi zahtijevaju veće procesne resurse što je neprihvatljivo opterećenje za mrežne uređaje. (Moguća degradacija primarnih funkcija).
- Specifičnost odnosa među upravljačkim informacijama jest hijerarhijsko sadržavanje (kompozicije): uređaj sadrži mrežne kartice, kartice sadrže sučelja, sučelja sadrže Većina DBMS-ma oslanja se na koncept tabele i veze između tabela što je zapravo beskorisno u kontekstu baratanja s upravljačkim informacijama.
- MIB nije pasivna baza podataka već pogled na aktivni sistem iz realnog svijeta. Informacijama koje su vidljive preko MIB-a pristupa se u uređaju na različite načine (kontrolnih protokola, prekidnih sekvenci i sl.) (instrumental.)
- Specifičnost upravljačkih podataka—Za baze podataka je tipično da sadrže vrlo velike količine podataka koji imaju jednaku strukturu. Što obično znači da sadrže samo nekoliko tabela s mnoštvo redaka. S druge strane MIB je mnogo heterogeniji obzirom na tipove informacija koje sadrži - **on sadrži mnogo različitih tipova informacija s relativno malo primjeraka svakog tipa.**

| | | | |
|-------------------|------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| State Information | Historical Information | Physical Configuration Information | Logical Configuration Information |
|-------------------|------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|

- **Informacije o stanju (State information)**—informacije o trenutnom stanju fizičkih i logičkih resursa.
- **Fizičke konfiguracijske informacije (Physical configuration information)**—informacije koje specificiraju fizičku konfiguraciju upravljanog uređaja. (tip uređaja, fizička konfiguracija u smislu kartica i raspoloživih portova, MAC adresa i sl.
- **Logičke konfiguracijske informacije (Logical configuration information)**—različiti parametri kojima se postavlja konfiguracija logičkih resursa nekog uređaja kao što su: IP adrese, telefonski brojevi, logička sučelja.
- **Informacije o prošlosti (Historical information)**—Radi se o proteklim snimkama vezanih uz performanse uključivši i zapise o događajima različitog tipa (npr. konekcijama i sl.). To su podaci koji ne reflektiraju trenutnu situaciju vezanu uz upravljane resurse.

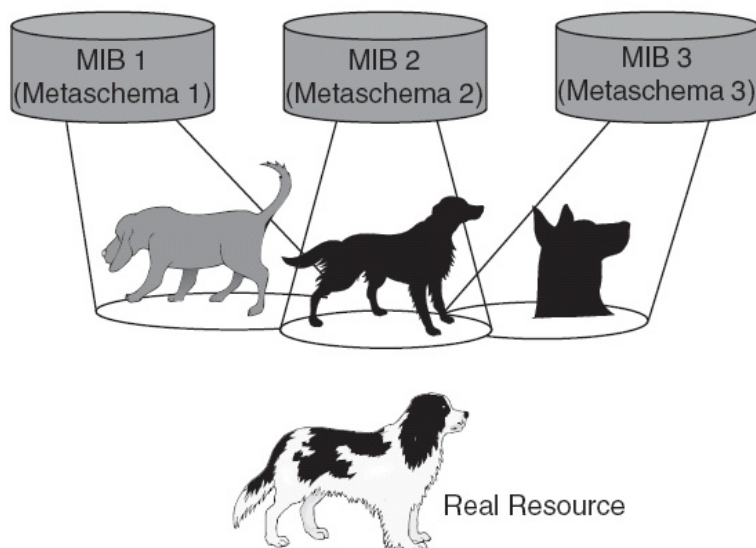
Sadržaj MIB-a

- Definicije sadržane u MIB-u se nazivaju *model*. Njima se specificiraju tipovi upravljačkih informacija. U praksi se izrazi: *model*, *MIB definicija (MIB definition)*, *definicija modela (model definition)* ili *schema* koriste kao sinonimi. Drugim riječima model utemeljuje terminologiju koja će se koristiti u komunikaciji između upravitelja i agenta.
- Realni svijet koji je apstrahiran modelom obično se naziva **domena** jer čini domenu subjekata koji su modelom predstavljeni.
- Upravljačke informacije koje pruža MIB jesu primjerci podataka definiranih MIB-om.
- **Preciznija upotreba izraza jest:**
 - **MIB** - za primjerke informacija i
 - **MIB definicija** - za model ili schemu.
- MIB definicije se moraju specificirati upotrebom određenog specifikacijskog jezika. Taj se jezik naziva **metamodel** ili **metashema**.



Utjecaj metasheme na model ... ili sposobnost izražavanja

- U upravljanju, specifikacijski jezik (metashema) jest resurs pomoću kojeg projektanti sistema upravljanja modeliraju realne resurse tj. definiraju MIB-ove. Postoji više različitih sepecifikacijskih jezika koji se mogu koristiti za kreiranje modela. Modeli se mogu jako razlikovati ovisno o izražajnosti korištenog jezika.



- Kako će izgledati model ovisi o odabranom specifikacijskom jeziku i vještini projektanta. Projektiranje je kreativna aktivnost. Ne postoji jedan "ispravan" način za modeliranje. Umjesto toga mogući su različiti modeli koji su više ili manje podesni u smislu koliko jednostavno omogućavaju upravljanje uređajem, koliko lagano se implementiraju i koliko jednostavno ih je proširivati i održavati.

Jezici i paradigme za informacijsko modeliranje (1)

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

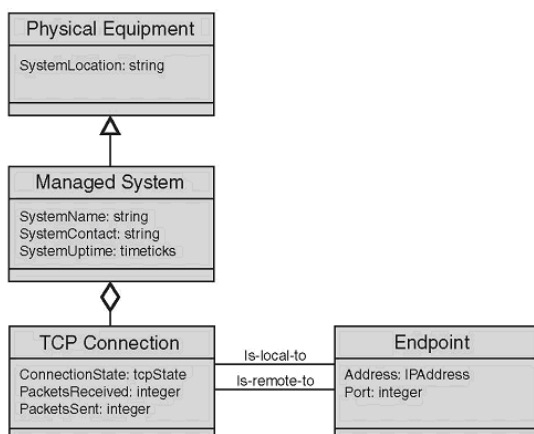
- Različite metasheme pružaju različita sredstva za specifikaciju. Jedna kategorija specifikacijskih jezika pruža objektno usmjerene konstrukte (klase, podklase, attribute, ponašanja, nasljeđivanje). Druga kategorija omogućava korisnicima specifikaciju definicija MIB-ova u obliku tabela i varijabli. Treća kategorija predviđa modeliranje putem naredbi i njihovih parametara bez da se specificira eksplicitno model upravljačkih informacija. Radi se o specifikacijama kvazi klasa bez atributa (samo metode).
- Primjeri specifikacijskih jezika (metashema): SMI (Structure of Management Information), Managed Object Format (MOF), Guidelines for the Definition of Managed Objects (GDMO), ...

67

Jezici i paradigme za informacijsko modeliranje (2)

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Objektno usmjereni informacijski model



- *Napomena: sva tri modela modeliraju istu domenu.*

- Model temeljen na tabelama (SMI) (preko SNMP)

ManagedSystem

| SystemName | SystemContact | SystemLocation | SystemUptime |
|------------|---------------|----------------|--------------|
|------------|---------------|----------------|--------------|

TCPConnections

| LocalIP | LocalPort | RemoteIP | RemotePort | ConnectionState | PacketsSent | PacketsRecvd |
|---------|-----------|----------|------------|-----------------|-------------|--------------|
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

- Model temeljen na skupu funkcija (preko CLI)

```
showSystemdata (out: string)
configureSystemName (in: string)
configureSystemContactLocation (in: string, string)
```

"System"
related functions

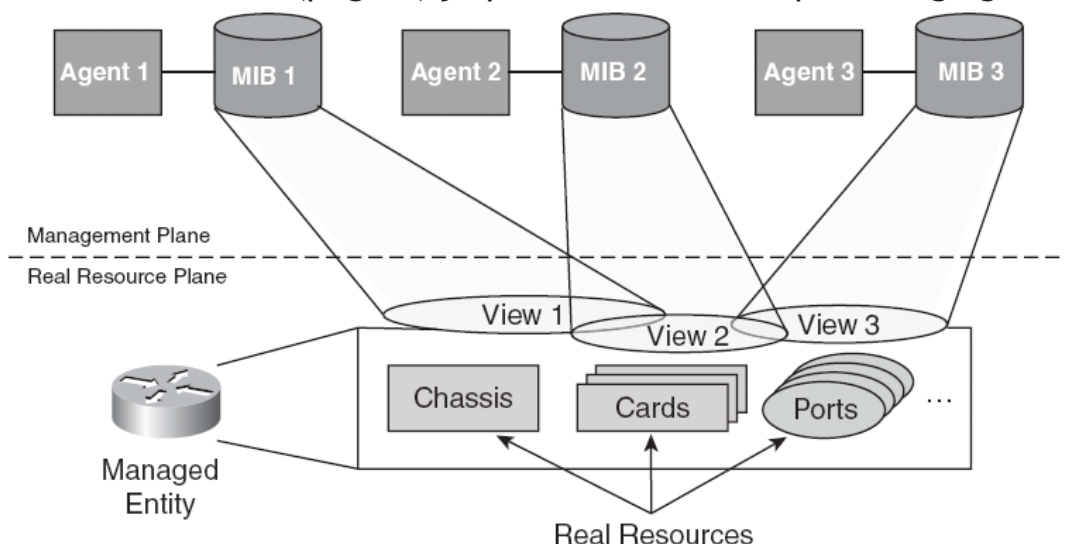
```
showAllTcpConnections (out: string)
showTcpConnectionState (in: ipaddress, int, ipaddress, int;
out: enum)
```

"TCP connection"
related functions

68

Različiti pogledi na isti upravljani entitet

- Ponekad je potrebno da isti realnu resurs bude prikazan na različite načine (resursu se pristupa preko više različitih upravljačkih protokola). U tom slučaju implementiraju se redundantni MIB-ovi. Uređaj može biti opisan s više MIB definicija što omogućava upravljački pristup preko više upravljačkih protokola. Svaki MIB (pogled) je podržan od strane posebnog agenta.

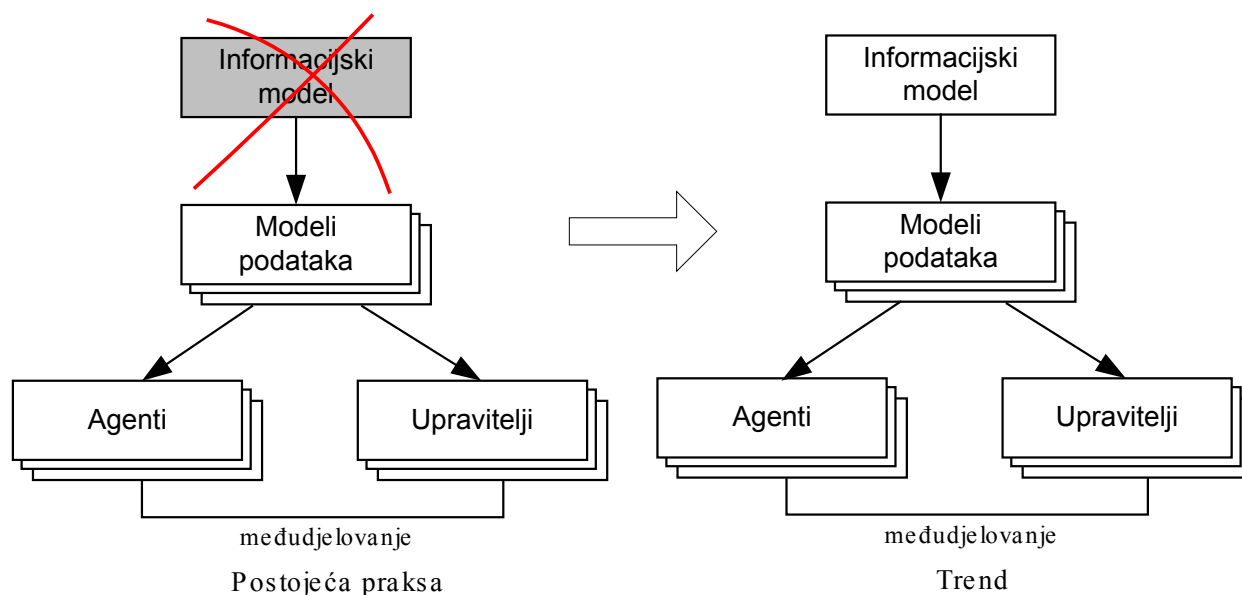


Slika: Alex Clemm: Network Management Fundamentals, Cisco Press, 2006.

69

Trend u informacijskom modeliranju

- Informacijsko modeliranje**
 - Informacijski model** (protocol or technology independent).
 - Model podataka** (protocol or technology dependent).



70

FUNKCIJSKI MODEL

71

Funkcijski model - grupiranje funkcijskog sadržaja

- **Funkcijski model** opisuje funkcije (servise) koji podržavaju izvođenje upravljačkih poslova. Općenito, kod složenih sistema važan dio funkcijskog modela predstavljaju kriteriji za grupiranje funkcijskog sadržaja.
- U kontekstu sistema upravljanja vrijedi sljedeća osnovna podjela na:
 - upravljačke funkcije,
 - komunikacijske funkcije (opisane u komunikacijskom modelu) i
 - opće funkcije za podršku radu raspodijeljenih sistema.

72

Grupiranje upravljačkih funkcija

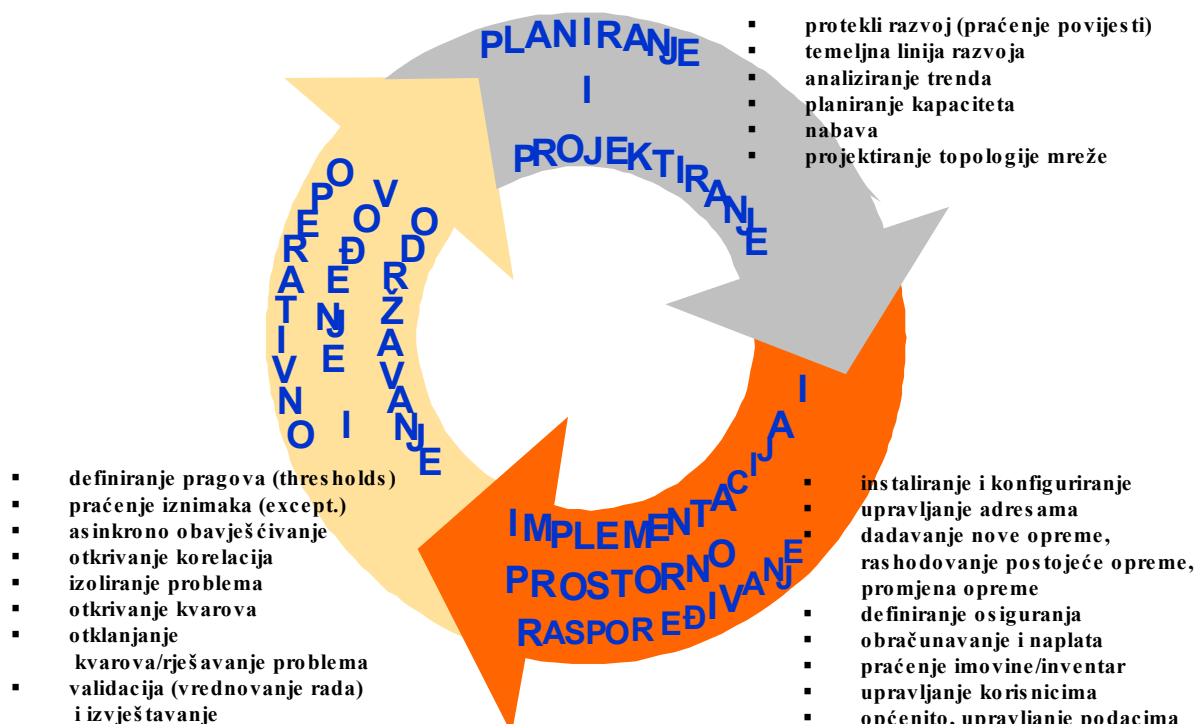
UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- **Faze životnog ciklusa upravljanog (primarnog) sistema** predstavljaju jedan od kriterija prema kojem se može grupirati funkcijski sadržaj sistema upravljanja.
- Funkcije možemo grupirati u skladu s nekim od **referentnih modela** koji pokrivaju to područje:
 - FCAPS model (dio TMN),
 - OAM&P model,
 - FAB model (dio eTOM).
- **Slojevita arhitektura upravljanja** - poznate su OSI i TMN slojevite arhitekture.

73

Grupiranje sadržaja prema fazama životnog ciklusa primarnog sistema

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10



74

- Prema OSI/TMN referentnom modelu upravljačke funkcije se mogu podijeliti u **5 upravljačkih funkcijskih područja (Management Functional Areas). FCAPS:**
 - **Upravljanje kvarovima (Fault Management)**
 - **Konfiguriranje (Configuration Management)**
 - **Upravljanje obračunom (Accounting Management)**
 - **Upravljanje performansama (Performance Management)**
 - **Upravljanje sigurnošću (Security Management)**

OAM&P

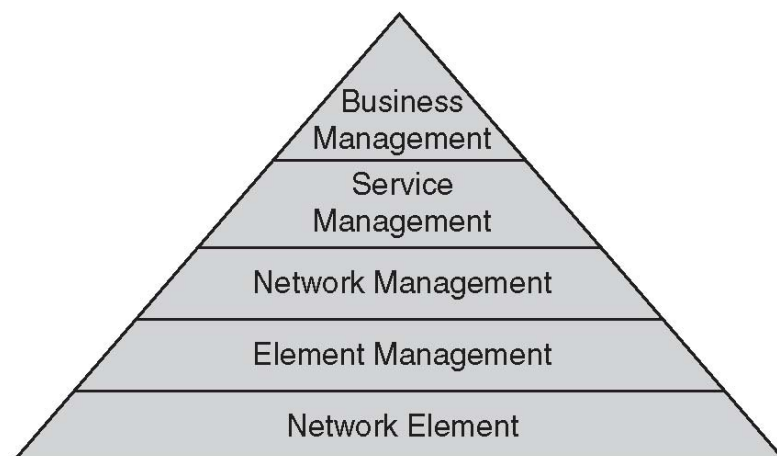
- Operations, Administration, Maintenance, and Provisioning (OAM&P) model.
- Prema njemu se upravljačke funkcije kategoriziraju na nešto drugačiji način.
- Ironično je da iako je FCAPS model proizašao iz TMN-a čija je osnovna svrha standardiziranje upravljanja telekomunikacijskim mrežama, veliki telekom. operatori tradicionalno preferiraju OAM&P referentni model koji redovito mnogo bolje **reflektira njihove interne organizacije od FCAPS-a, koji je popularniji kod ne-telekom. kompanija i pružatelja usluga prijenosa podataka.**
- OAM&P definira sljedeće kategorije funkcija:
 - Operativno vođenje (operations) uključuje dnevno pogonjenje mreže,
 - Administrativno vođenje¹ (administration) obuhvaća funkcije za podršku koje su potrebne za upravljanje mrežom i koje ne uključuju izvođenje promjena (konfiguriranje i podešavanje) na samoj upravljanoj mreži,
 - Održavanje (maintenance) uključuje funkcionalnost koja osigurava da mreža i komunikacijske usluge rade onako kako je predviđeno.
 - Priprema (provisioning) se odnosi na ispravno postavljanje konfiguracijskih parametara u mreži.

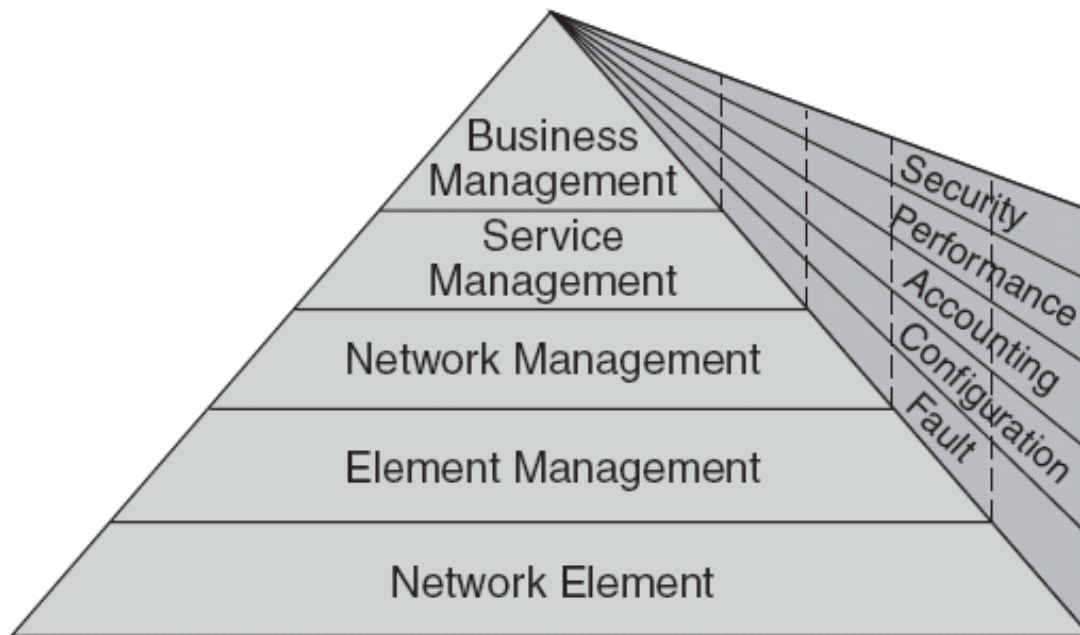
¹projektiranje mreže, evidentiranje upotrebe, dodjela adresa, planiranje upgrade-a u mreži, zaprimanje zahtjeva za uslugama od klijenata, evidentiranje inventara mreže, prikupljanje obračunskih podataka, i izdavanje računa (billing) korisnicima

- Telecoms Operations Map (TOM) je referentni okvir za upravljačke funkcije definiran od strane Telemanagement Forum (TMF) - konzorcij kompanije iz telekom. svijeta koji obuhvaća pružatelje usluga, proizvođače opreme i sistem integratore.
- Grupiranje funkcija se temelji na životnom ciklusu upravljanog sistema/usluge i to po fazama: Izvršenje, ispunjavanje zahtjeva za uslugom (Fulfillment)—Osiguranje (Assurance)—Naplata(Billing) (FAB) od kojih svaka nameće upotrebu odgovarajućeg skupa upravljačkih funkcija.
 - Fulfillment osigurava da zahtjev za uslugom koji je zaprimljen rješava na odgovarajući način. To uključuje aktiviranje novo zahtijevane opreme (npr. customer premises equipment kao što je modem), izvođenje potrebne konfiguracije opreme i rezerviranje zahtijevanih resursa u mreži kao što su prijenosni opseg ili portovi.
 - Assurance obuhvaća sve aktivnosti koje su potrebne da bi se osiguralo da usluga funkcionira dobro nakon što je aktivirana. Uslugu treba nadgledati i osiguravati garantirani QoS. Svaki kvar koji se pojavi u treba dijagnosticirati i popraviti a njegov utjecaj na uslugu minimizirati.
 - Billing obuhvaća osiguranje da su pružene usluge i konzumirani resursi obračunati i da se može napisati i ispostaviti račun korisniku. Važan korak za poslovanje.

Slojevita arhitektura upravljanja

- Najpoznatija dekompozicija upravljačkih funkcija prema slojevima definirana je u TMN modelu. Prisutni su sljedeći slojevi: **Business Management Level, BML, Service Management Level, SML, Network Management Level, NML, Element Management Level, EML i Network Element Level, NEL.**



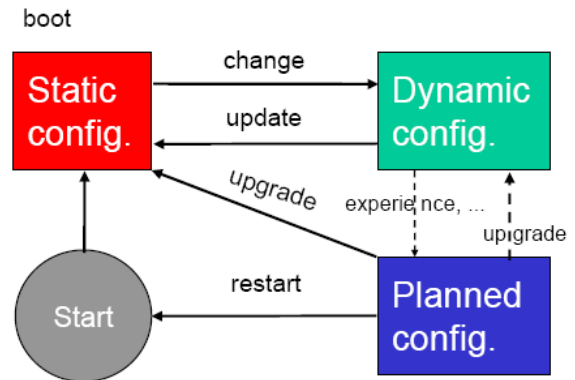
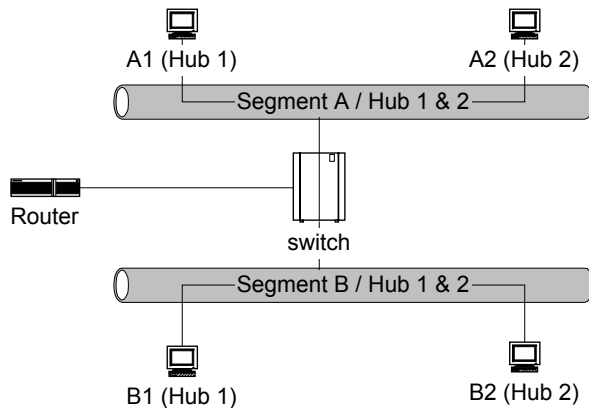


Upravljanje kvarovima

- Moguć je kvar sklopovske ili programske komponente.
- Upravljanje kvarovima obuhvaća:
 - Detektiranje kvara (npr. propitivanjem, ping-anjem, prijemom obavijesti (linkDown, egpNeighborLoss).
 - Lociranje kvara tj. identificiranje osnovnog uzroka - root cause of problem (upotreba korelacijskih tehnika)
 - Ponovno uspostavljanje usluge
 - ...

Upravljanje konfiguracijom

- Razlikujemo tri tipa konfiguracije: statička (permanentna), dinamička (promjenjiva tijekom rada sistema) i planirana (u budućnosti)



- Priprema uređaja i aplikacija (postavljanje vrijednosti parametara) kako bi bili spremni za pružanje usluga korisnicima (provisioning). Trend: automatic provisioning)

Figure 13.5 Logical Configuration of Two VLAN Segments

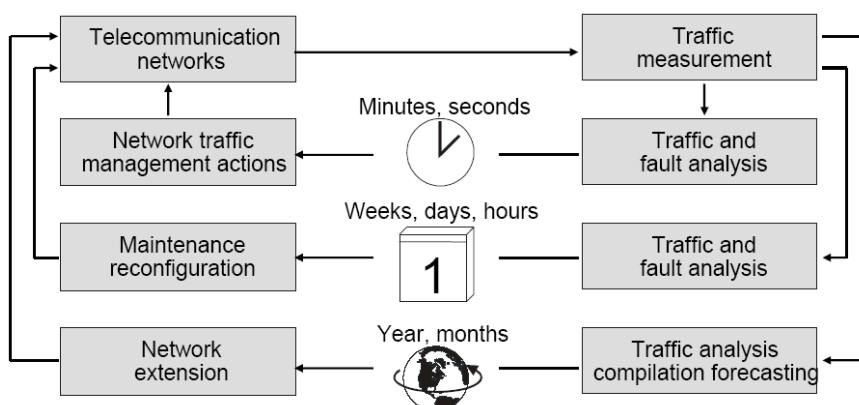
Upravljanje performansama

- Upravljanje performansama obuhvaća:
 - Podešavanje sistema kako bi se postigle optimalne performanse
 - Praćenje i proračun vrijednosti parametara performansi: propusnost, vrijeme odgovora, raspoloživost, odbacivanje, ...
 - Otkrivanje i uklanjanje “uskih grla”; reagiranje na kritična stanja sistema (npr. alarme zbog prekoračenja pragova)
 - Izvođenje kontrolnih akcija za postizanje odgovarajućih performansa,
 - Analize trendova
 - Praćenje QoS i zadovoljavanja dogovorene razine usluge (*Service Level Agreement, SLA*) je ugovor između dvije strane (pružatelja i korisnika) koji se odnosi na određenu uslugu. Utvrđuje garantiranu razinu pružanja usluge koja se obično može pratiti prijeko vrijednosti parametara performansi.)
 - ...

- Upravljanje sigurnošću obuhvaća:
 - Otkrivanje napada i reagiranje
 - Definiranje pravila i procedura za sprečavanje napada
 - Osiguravanje sigurne komunikacije (kriptografija na razini protokola)
 - Izvođenje procedura za autentikaciju (pouzdana identifikacija korisnika) i autorizaciju (kontrola pristupa resursima)
 - ...

Grupiranje sadržaja prema dozvoljenom vremenu odziva

- Važno je uočiti da se na upravljačke poslove i funkcije nameću različita dopuštena vremena izvođenja tj. vremena odziva.
 - **Kratkoročni odziv:** (operativno upravljanje).
 - **Srednjoročni odziv:** (taktičko upravljanje).
 - **Dugoročni odziv:** (strateško upravljanje).



Primjer: Traffic Measurement Cycle [ITU-T E.490]

Opći servisi za podršku radu raspodijeljenih sistema

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Servisi za perzistentno pohranjivanje
- Servisi za osiguranje
- Servisi za osiguravanje usklađenosti transakcija
- Servisi za baratanje zbirkama objekata
- Servisi za selektiranje
- Servisi za obradu događaja
- Servis za baratanje nazivima
- ...

85

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

KOMUNIKACIJSKI MODEL (protokoli i upravljačka mreža)

86

Karakteristike upravljačke komunikacije

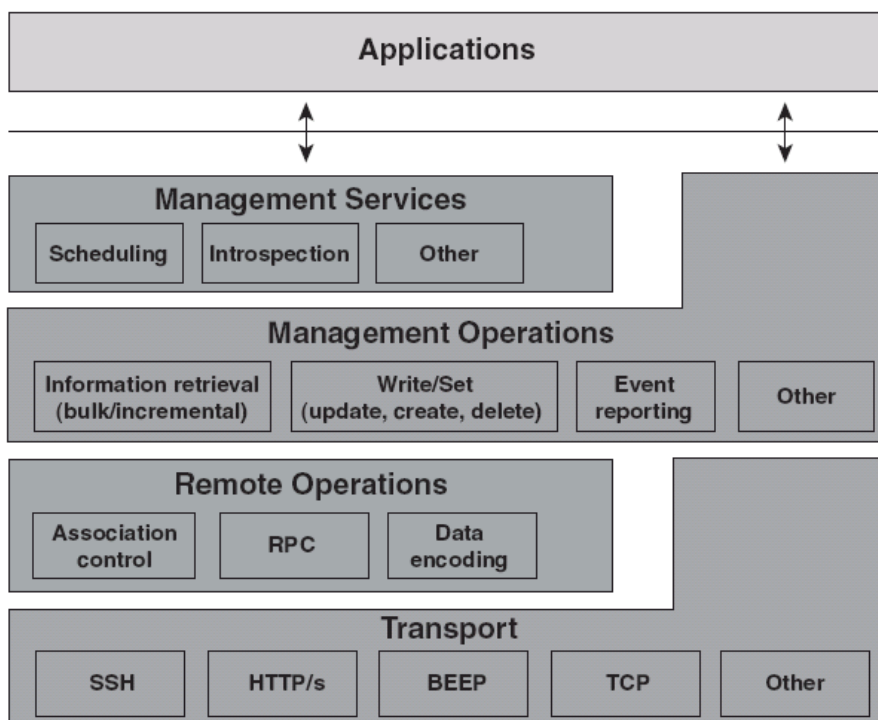
UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- **Efikasna komunikacija velikom količinom kratkih poruka**
- **Efikasna komunikacija podacima velikog volumena**
- **Podrška sinkronoj i asinkronoj komunikaciji**
- **Integracija mehanizma obrade događaja**
- **Transparentnost obzirom na lokaciju**
- **Broadcast i multicast**
- **Komunikacija preko vatrozidova**
- **Sigurnost (enkripcija i autentikacija)**
- **Rad u heterogenoj okolini**

87

Slojevitost servisa koji podržavaju upravljačku komunikaciju

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10



- Najniži sloj vodi brigu o transportu upravljačkih poruka.
- Ostala tri sloja imaju odvojene odgovornosti i često se odvojeno analiziraju iako su najčešće obuhvaćeni unutar jednog upravljačkog protokola.

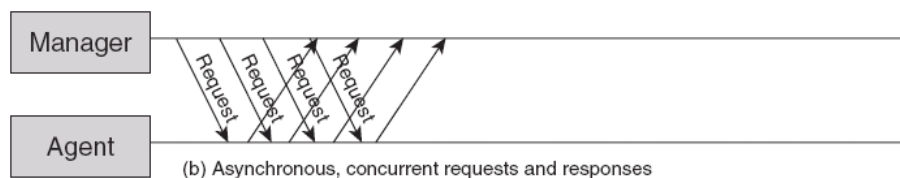
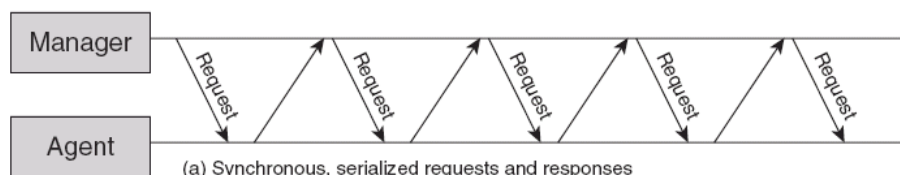
88

Udaljeno izvođenje operacija

- Sloj za udaljeno izvođenje operacija (Remote Operations Layer) pruža tri komplementarne funkcije na koje se oslanja sloj upravljačkih operacija koji se nalazi povrh:
 - kontrola asocijacija (association control) - odnosi se na način uspostave i raskidanje upravljačkih sesija tj. upravljačkih asocijacija između upravitelja i agenata,
 - podrška udaljenom izvođenju operacija (remote operations support) - podrška uključuje mehanizam koji se koristi za konstruiranje upravljačkih zahtjeva i odgovora prilikom komunikacije (na slici je pojednostavljeno označeno kao RPC - remote procedure call) i
 - kodiranje podataka (payload data encoding) - funkcije za serijaliziranje tj. kodiranje upravljačkih informacija u PDU-u

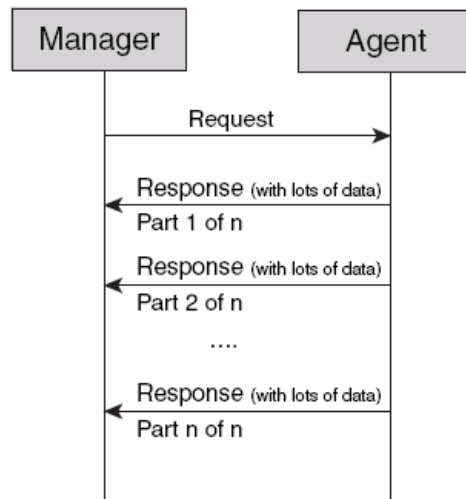
Podrška udaljenom izvođenju operacija (1)

- U sklopu ovog mehanizma moguće je identificirati dvije osnovne funkcije:
 1. Upravljanje ID-ovima zahtjeva i odgovora. ID je identifikator koji omogućavaju logičko povezivanje odgovora i zahtjeva u komunikaciji. Baratanje ID-ovima važan je aspekt asinkrone komunikacije.



Podrška udaljenom izvođenju operacija (2)

2. Fragmentiranje i ponovno spajanje PDU-ova (Fragmentation and reassembly) - u mnogim slučajevima transportni sloj ograničava maksimalnu veličinu PDU koji se može pojaviti u jednom prijenosu. Upravljanje u pojedinim situacijama zahtjeva prijenos velike količine logički povezanih podataka. Slika prikazuje koncept fragmentacije velikih odgovora.



• Slika: Alex Clemm: *Network Management Fundamentals*, Cisco Press, 2006.

91

Upravljačke operacije

- Sloj upravljačkih operacija (Management Operations Layer) je središnji dio složaja upravljačkog protokola. Podržava upravljačke primitive - temeljne upravljačke operacije. Točan skup primitiva ovisi o protokolu; tipični su:
 - **Primitivi za čitanje (read primitives)** koriste se za pretraživanje upravljačkih informacija. Često se nazivaju **"get" operacije**.
 - **Primitivi za pisanje (write primitives)** koriste se za promjenu ili određeni utjecaj na upravljačke informacije. Često se o njima govori kao o **"set" operacijama**. Ponekad dalje dijele na
 - **Primitivi za izvještavanje o događajima (event-reporting primitives)** koriste se za komuniciranje o pojavi određenih događaja od strane upravljačkih agenata.
 - **Aksijski primitivi (action primitives)** uzrokuju da upravljani uređaj "čini" nešto, npr. izvođenje samo-testiranja, loadanje software image, ili reboot the device.
 - Manje uobičajeni primitivi jesu **potvrde o primitku (acknowledgments)** upravljačkih zahtjeva (to nisu odgovori; potvrda ukazuje da je zahtjev zaprimljen i da će biti opslužen, a odgovor slijedi uskoro), a tu su i primitivi sa specijalnom svrhom koji su vezani uz vrlo specifične funkcije.

Upravljačke operacije (nastavak)

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Komunikacijska infrastruktura mora omogućiti efikasno izvođenje osnovnih operacija nad upravljanim objektima:
 - dobivanje vrijednosti atributa upravljanog objekta (`get`),
 - postavljanje nove vrijednosti atributa upravljanog objekta (`set`),
 - uništavanje primjerka upravljanog objekta (`delete`),
 - kreiranje primjerka upravljanog objekta (`create`),
 - pokretanje odgovarajuće akcije nad upravljanim objektima (`action`).
 - odašiljanje asinkrone obavijesti (`trap` ili `notification`) o relevantnim događajima vezanim za upravljeni objekt.

"create", "delete", i "modify" operacije omogućavaju kreiranje ili brisanje logičkih entiteta (npr. konekcija) ili promjenu ili ažuriranje logičkih entiteta koji otprije postoje.
- Operacije nad skupom upravljenih objekata (kvalitetna rješenja pretpostavljaju upotrebu **filtara** i **specifikatora dosega**).

93

Upravljački servisi

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Sloj upravljačkih servise (Management Services layer) predstavlja među-sloj koji čini dodatnu ponudu prema upravljačkim aplikacijama koje se u najvećoj mjeri oslanjaju direktno na sloj upravljačkih operacija. Primjeri servisa:
 - *Servis pretplaćivanja (subscription service)* omogućava upravljačkim aplikacijama da se pretplate na prijem informacija o događajima određenog tipa (temelji se na kriterijima filtriranja).
 - *Introspekcijski servis (introspection service)* omogućava upravljačkim aplikacijama pretraživanje informacija o tome koje vrste upravljačkih informacija i upravljačkih funkcija su podržane na nekom upravljanom uređaju. Servis se temelji na meta-informacijama o MIB-u.
 - *Servis udaljenog raspoređivanja (remote scheduling service)* omogućava upravljačkim aplikacijama da inicijaliziraju sonde koje periodički izvode upravljačke operacije u određeno vrijeme bez potrebe da upravljačka aplikacija izda novi zahtjev svaki puta. Servis se može pružiti tako da se upravljački primitivi nadgrade uz upotrebu parametara ili MIB varijabli koje predstavljaju scheduling information kao što su vrijeme početka, završetka i frekvencija izvođenja operacije.

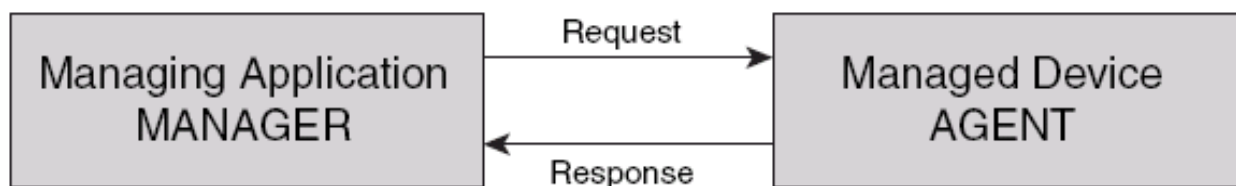
94

Komunikacijski obrasci koji se koriste u upravljanju

- Bez obzira koji se upravljački protokol koristi, interakcije između upravitelja i agenata odvijaju se prema određenim temeljnim obrascima. Obrasci su u velikoj mjeri neovisni o upravljačkom protokolu (iako upravljački protokoli mogu uključivati posebne mogućnosti koje mogu olakšati realizaciju takvih obrazaca).
- U klasičnoj arhitekturi upravljanja razlikujemo:
 - *interakcije koje inicira upravitelj (request-response obrazac),*
 - *interakcije koje inicira agent.*

Interakcije koje inicira upravitelj - obrazac zahtjev-odgovor

- Najopćenitiji komunikacijski obrazac pretpostavlja da upravitelj izdaje *zahtjev* (npr. za pretraživanje određene upravljačke informacije, za promjenu postavljene konfiguracije ili kako bi uzrokovao izvođenje neke operacije poput samo-testiranja). Agent potom šalje *odgovor* koji uključuje povratni sadržaj da li zahtjev može biti uspješno izveden ili je došlo do greške.



- Prilikom izvođenja upravljačkog posla, upravitelji i agenti redovito izmjenjuju niz zahtjeva i odgovora.

Upravljački poslovi koji se oslanjaju na zahtjev-odgovor obrascu

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Praćenje propitivanje (pooling)
 - zahtjevi za konfiguracijskim informacijama (često se koristi cache baza).
 - Zahtjevi za operativnim podacima i informacijama o stanju.
 - Pojedinačni ili grupni pregled informacija.
 - Informacije iz prošlosti.



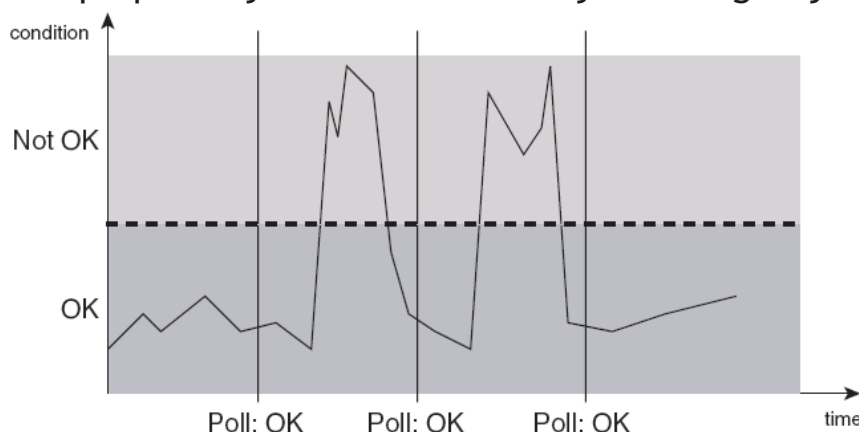
- Konfiguriranje
- Pokretanje akcije
- Upravljačke transakcije

97

Nedostaci praćenja propitivanjem (1)

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Pojava od interesa ipak može promaknuti usprkos kontinuiranom propitivanju. Ako je svrha kontinuiranog propitivanja ta da se ne propusti registriranje određenog događaja ili stanja, tada treba prijeći s obrasca temeljenog na propitivanju na obrazac temeljen na događajima.

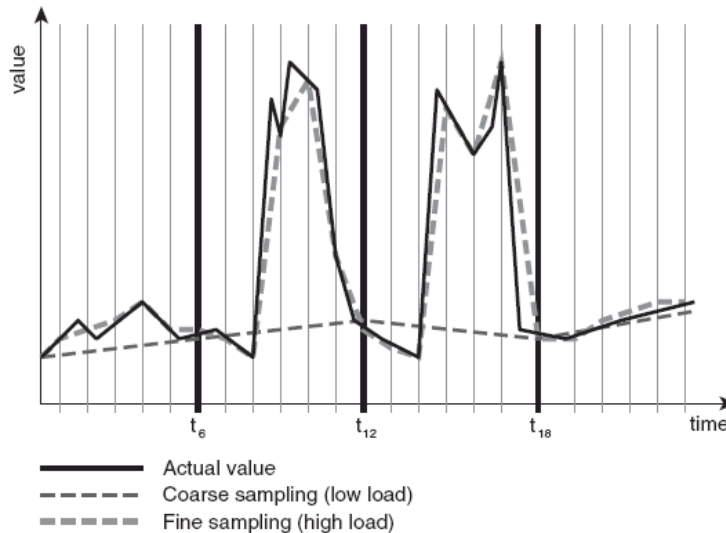


- U stvarnosti, umjesto da svako malo pogledate u lonac u kojem grijete vodu za čaj, možete uzeti lonac sa žviždaljkom koja će vas upozoriti kad je voda zakuhala. Slično tome mnogi uređaji nude mogućnosti za obavješćivanje upravljačkih aplikacija ukoliko se određeni unaprijed definirani događaj (stanje uvjet) pojavio.

- Kašnjenje do prepoznavanje stanja može biti neprihvatljivo. Ako se uvjet dogodi i prethodno propitivanje ga propusti (ne detektira), upravljačka aplikacija će morati čekati sljedeći interval propitivanja da bi ga detektirala. Naravno smanjenjem intervala povećava se upravljačko opterećenje sistema.

Grubi i fini uzorci dobiveni propitivanjem

- Slika prikazuje utjecaj koju učestalost propitivanja ima na preciznost s kojom se stanje ili parametar može procijeniti. U jednom slučaju, propitivanje se događa samo u trenucima t_6 , t_{12} , i t_{18} ; u drugom slučaju se događa u svakom intervalu.

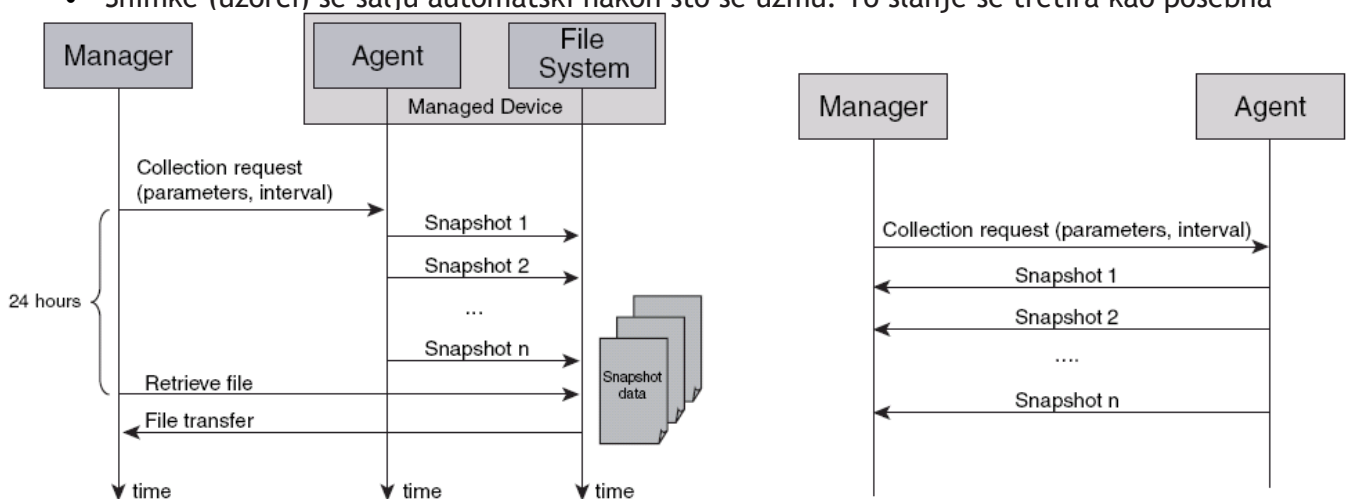


• Slika: Alex Clemm: *Network Management Fundamentals*, Cisco Press, 2006.

99

Nedostaci praćenja propitivanjem (2)

- Ukoliko je pak namjera kontinuiranog propitivanja stanja promatranje trenda neke veličine u vremenu, propitivanje je korektno, ali nedjelotvorno. Iako je takva interakcija ponekad jedina moguća, djelotvorniji obrazac postoji i on smanjuje opterećenje na upravljanom sistemu. Umjesto propitivanja dovoljno je instruirati uređaj da uzima uzorke (snimke) u zadanim vremenskim intervalima bez da se za to mora svaki puta slati zahtjev. Postoje dvije varijante:
 - Rezultati uzimanja uzora (snimke) zapisuju se od strane agenta u lokalnu datoteku kako bi se prenijeli u u komadu (in bulk) nakon nekog vremena.
 - Snimke (uzorci) se šalju automatski nakon što se uzmu. To slanje se tretira kao posebna



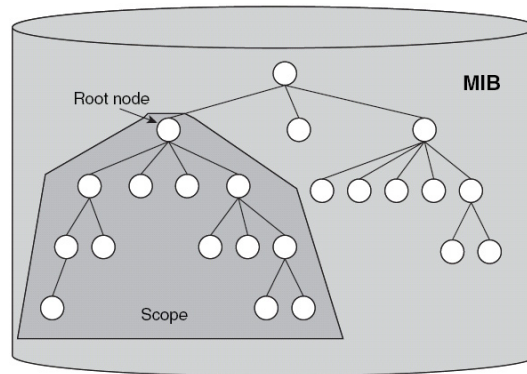
• Slika: Alex Clemm: *Network Management Fundamentals*, Cisco Press, 2006.

100

Pojedinačni i grupni zahtjevi za informacijama

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Postoje dvije opcije obzirom na zrnatost (granularity) zahtjeva:
 - Default opcija je da se zatraži određeni podatak - jedna upravljačka informacija. Da bi se dobio veći broj podataka šalje se veći broj zahtjeva - svaki za jedan podatak.
 - Pristup informacijama većeg opsega (bulk retrieval). U tom slučaju se ne imenuje eksplicitno svaki podatak već se umjesto toga traži pregled mnoštva podataka koji svi zadovoljavaju određeni kriterij.



101

Prikupljanje informacija o prošlosti

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

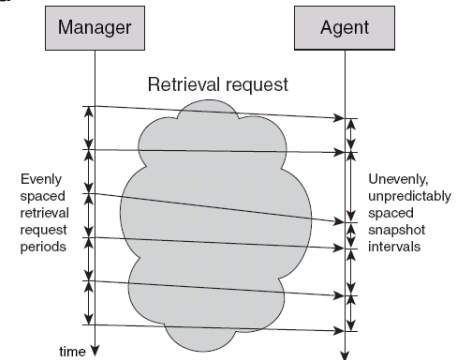
- Informacije o prošlosti (Historical information) predstavljaju uzorke upravljačkih informacija (najčešće su to podaci o performansama - iskorištenje prijenosnog opsega, intenzitet odbacivanja paketa i sl.) koji su uzimani u određenim vremenskim intervalima. Takve informacije moguće je prikupljati:
 - upravljačke aplikacije periodički propituje mrežu - tj. regularno emitira zahtjeve za informacijama o stanju. Taj jednostavni pristup ima niz nedostataka.
 - **postavljanjem automatiziranog prikupljanja na uređajima. Upravljački agent omogućava upravljačkim aplikacijama konfiguriranje u smislu koji podaci će se zapisivati i u kojim intervalima. Agent u skladu s tim automatski uzima uzorke i sprema ih za naknadno pregledavanje (npr. putem FTP-a). Tipično je da se jedna datoteka stvara za svaki 24-satni period i ima 96 uzoraka u slučaju 15 minutnog intervala uzimanja uzoraka.** Na taj način se smanjuje učestalost upravljačkih zahtjeva, nema gubitaka zbog prekida konekcije, dužine intervala su kalibrirane i sinkronizacija intervala prestaje biti problem ukoliko postoji sinkronizacija vremena u mreži. Problem je u praksi što nisu svi uređaji instrumentalizirani na način da dozvoljavaju konfiguriranje za automatizirano prikupljanje.

102

Nedostaci prikupljanja informacija o prošlosti propitivanjem

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- **Preopterećenje propitivanjem (Polling overload)**— Ako aplikacija mora izvoditi propitivanje *cijele* mreže svakih 15 minuta to je zahtjevan posao koji traži značajne resurse, a opterećuje i upravljane uređaje u mreži.
- **Robustnost (Robustness)**—Pristup zahtjeva besprekidnu konekciju prema svim uređajima u mreži. Privremeni prekidi u konekciji ostavljaju raznine u prikupljenim podacima.
- **Kalibriranje trajanja intervala (Calibration of interval lengths)**—Teško je postići vremensku točnost uzimanja uzoraka. Upravljačka aplikacija može kasniti u izdavanju zahtjeva za uzimanje uzorka ili može doći do kašnjenja na mreži koji varira u vremenu. Slika prikazuje problem nepravilnost intervala prikupljanja. Dobiveni podaci prikazuju samo približnu sliku stvarne povijesti situacija u mreži.
- **Sinkroniziranje početaka intervala (Synchronization of interval start times)**—Tipično je da upravljačke aplikacije zahtijevaju da granice vremenskih intervala u kojima se prikupljaju podaci budu isti za sve uređaje u mreži. Npr. interval bi uvijek trebao počinjati s početkom svakog punog sata.



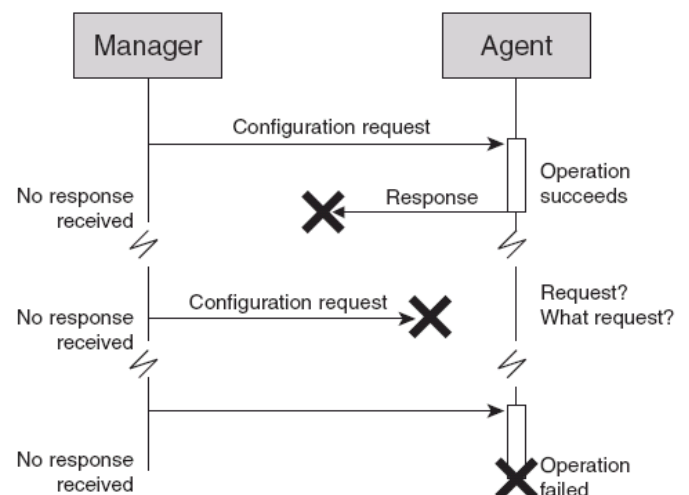
103

Konfiguriranje

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Specifičnost poslova konfiguriranja je osjetljivost na neuspjeh. Zbog utjecaja konfiguracijskih parametara na upravljani sistem aplikacija mora pažljivo baratati različitim mogućim scenarijima:
 - Da li uređaj nikad nije primio zahtjev? U tom slučaju upravitelj treba ponovno poslati zahtjev.
 - Da li je obradio zahtjev prije nekog vremena, ali se odgovor izgubio (potvrda izostala)? U tom slučaju upravitelj ne bi smio ponoviti zahtjev, već samo se uvjeriti da je prethodni zahtjev je uspješno obrađen.
 - Je li agent još okupiran izvođenjem zahtjeva? U tom slučaju možda nije dobro ponovno uputiti zahtjev. Upravitelj bi trebao još pričekati.

- Slika prikazuje moguće scenarije u kojima odgovor nije primljen.



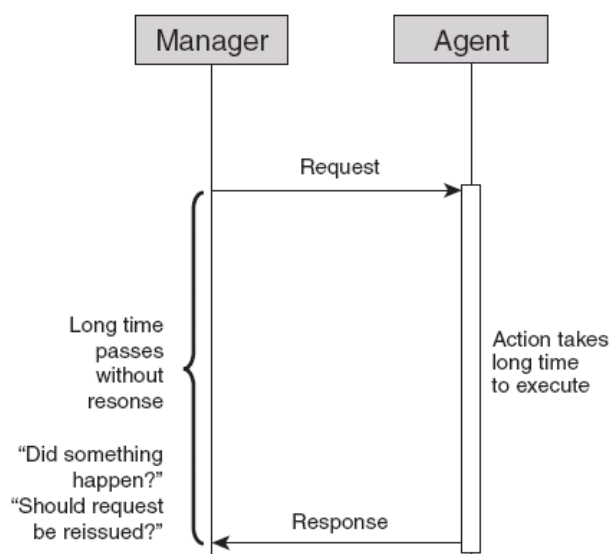
104

Upotreba konfiguracijskih datoteka

- Razlika u upravljačkim interakcijama koje se odnose na pregledavanje konfiguracija i konfiguriranje leži i u načinu na koji se konfiguracijske informacije mogu održavati u uređaju. Konfiguracijske informacije mogu biti predstavljene kao upravljani objekti u MIB-u čije se vrijednosti jednostavno mogu postaviti (set), ali u mnogim slučajevima umjesto MIB-a koriste se konfiguracijske datoteke (*configuration file*). To su tekstualne datoteke koje sadrže linije sa postavkama koje su trenutno aktivne.
- Umjesto promjene postavki, primjena neke operacije konfiguriranja može se odnositi na eksplicitno baratanje konfiguracijskom datotekom. Zahtjev za operaciju konfiguriranja može uključivati sljedeće:
 - Pripremanje (editiranje) konfiguracijske datoteke koja sadrži konfiguraciju koja će postati aktualna,
 - Download-anje te konfiguracijske datoteke na uređaj,
 - Eksplicitni nalog uređaju da se prebaci sa postojeće konfiguracije na novopripremljenu konfiguraciju u download-anju datoteci.

Zahtjev za pokretanje akcije

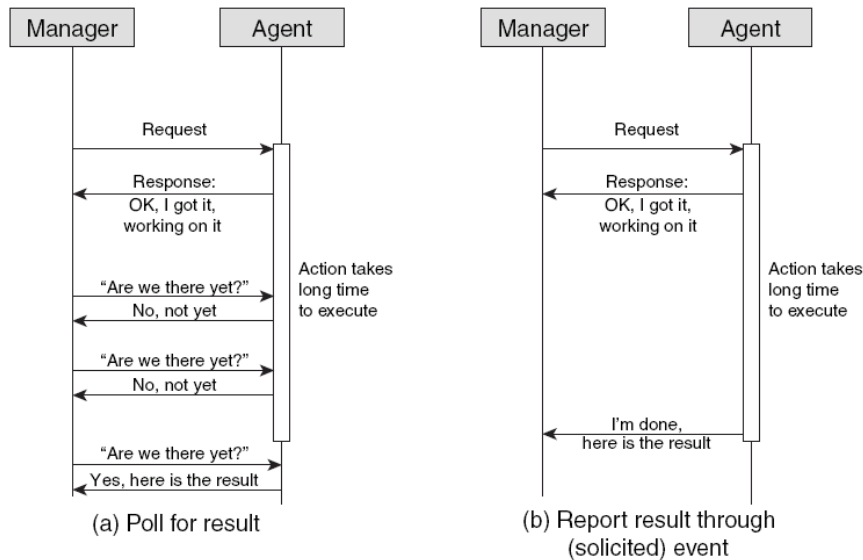
- Radi se o klasičnoj interakciji - šalje se zahtjev u kojem je specificirana zahtijevana akcija, a odgovor indicira o rezultatu akcije ili greškama ako su se dogodile - koja međutim ima svojih specifičnosti vezanih za moguću dugotrajnost izvođenja akcije.
- U tom slučaju rješenje je u osiguranju načina da agent modificira klasičnu interakciju zahtjev-odgovor.



Mogući pristupi za obogaćivanje obične zahtjev-odgovor interakcije

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Može se dodati inicijalni odgovor kojim se samo ukazuje da je zahtjev prihvaćen od uređaja. Nakon toga upravitelj može odaslati nove zahtjeve kojima provjerava status posla.



• Slika: Alex Clemm: *Network Management Fundamentals*, Cisco Press, 2006.

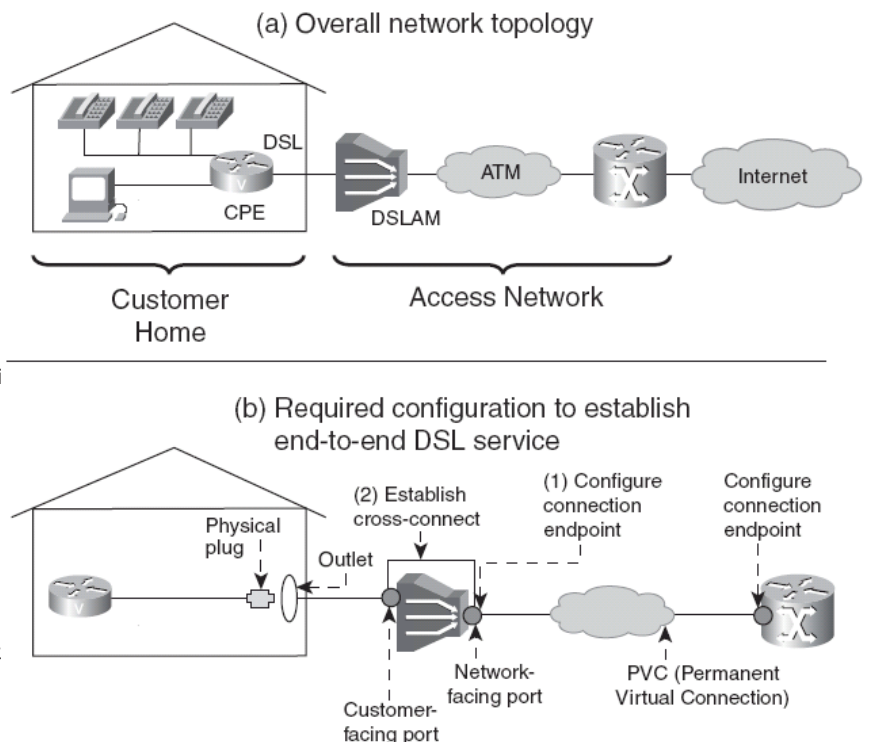
107

Upravljačke transakcije

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

- Ponekad upravljačka aplikacija ima potrebu grupirati nekoliko naredbi zajedno i osigurati da se sve te naredbe izvrše zajedno kao jedna cjelina - djelomično izvršavanje ne dolazi u obzir. To je čest slučaj kod priprema usluga (service provisioning) u mreži. Npr. da bi DSL usluga proradila potrebno je sljedeće:

- Konekcija se mora uspostaviti (tj. pripremiti) između DSLAM i sabirnog rutera - preciznije između porta prema mreži DSLAM-a i ruterskog porta prema DSLAM-u.
- Također, na DSLAM-u port prema klijentu treba proslijediti prema portu prema mreži koji je spojen na ruter. Aplikacija za pripremu usluge treba najprije provjeriti DSLAM da bi vidjela da li je port prema mreži raspoloživ. Ako jest nastavlja sa sljedećim dva konfiguracijska zahtjeva koja upućuje DSLAM-u:
 - Zahtjev#1: proslijedi raspoloživi port prema mreži s portom prema dotičnom klijentu.
 - Zahtjev#2: konfiguriraj dotični port prema mreži kao krajnju točku konekcije prema ruteru na drugom kraju.



• Slika: Alex Clemm: *Network Management Fundamentals*, Cisco Press, 2006.

108

Karakteristike upravljačkih transakcija (1)

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

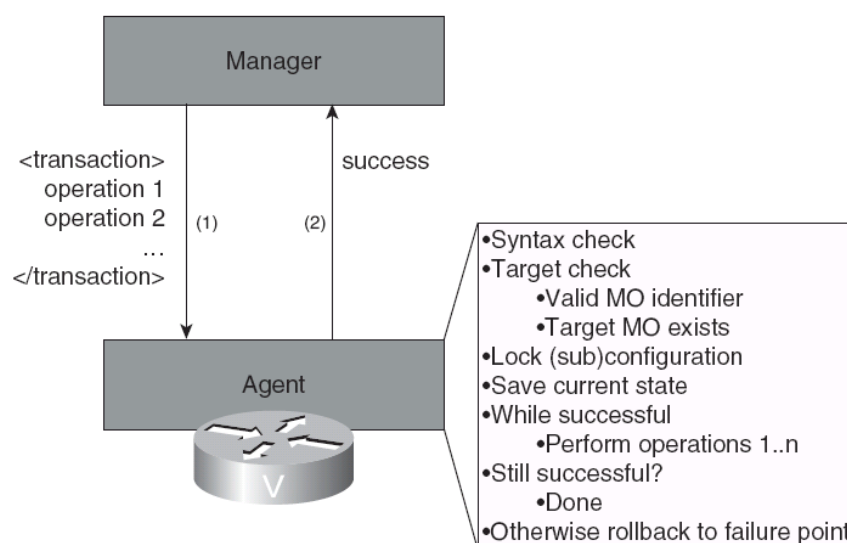
- Niti jedna od parcijalnih operacija nema vrijednosti sama za sebe; moraju se provesti ili sve zajedno ili niti jedna. Dakle, ako bilo koja od njih ne uspije sve druge se moraju otkazati.
- **Transakcija zapravo definira jednu "novu" operaciju nevidljivu za pojedine uređaje:**

```
Begin transaction {  
  Operation 1  
  Operation 2  
  Operation 3  
} End transaction;
```
- Pojam transakcija je odlično podržan u kontekstu DBMS sistema. U kontekstu upravljanja mrežom podržavanje pravih transakcija je vrlo teško ("živi", dinamički promjenjivi sistemi).

109

Karakteristike upravljačkih transakcija (2)

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10



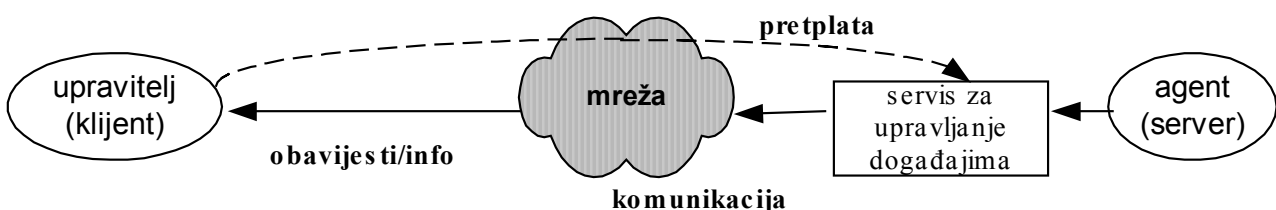
110

Interakcije koje inicira agent

- Druga značajna kategorija interakcija između upravitelja i agenata oslanja se na događaje. To su situacije u kojima agent inicira komunikaciju i šalje upravitelju poruku o pojavi događaja kako bi pobudio upraviteljevu pozornost vezanu za događaje određenog tipa.
- Događaj koji se dogodio u realnom svijetu treba razlikovati od poruke koja se koristi za komunikaciju o tom događaju. U praksi se izraz događaj (event) koristi i za izražavanje događaja i poruke čime se zamagljuje razlika između njih. Zato se mogu koristiti izrazi:
 - *pojava događaja (event occurrence)* i
 - *obavijest o događaju (event notification)* (ili što je sinonim za poruku o događaju (*event message*)).

Praćenje guranjem podataka

- Praćenje **guranjem podataka** temelji se na "objavi-pretplati" (publish-subscribe) principu i sadrži tri osnovne faze (u jednostavnijim implementacijama prva faza ne mora biti podržana):
 1. faza objavljivanja (Publication Phase)
 2. faza pretplaćivanja (Subscription Phase)
 3. faza raspodjele (Distribution Phase)



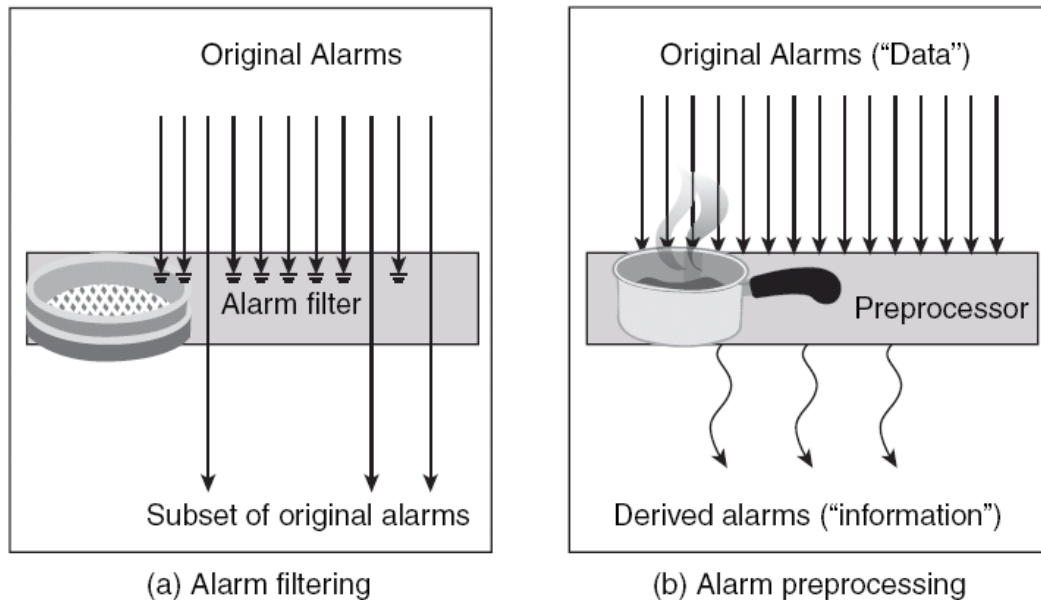
- Događaji se mogu klasificirati u niz kategorija od kojih su najuobičajenije:
 - **Alarmi (Alarms)**—Neočekivani događaji koji ukazuju na stanje koje je aktuelno i tipično zahtijeva upravljačku pažnju.
 - **Događaji o promjeni konfiguracije (Configuration-change events)**—Događaji koji informiraju o promjeni konfiguracije koja je nastupila na uređaju.
 - **Upozorenje o prelasku praga (Threshold-crossing alerts)**—Događaji koji informiraju da je vrijednost neke varijable koja opisuje stanje performansi prešla određenu vrijednost ukazujući na uvjete koje možda zahtijevaju pažnju upravitelja kako bi se spriječile degradacije u radu mreže i usluga.
 - **Događaji evidentiranja (Logging events)**—Događaji koji se regularno pojavljuju i koje očekujemo tijekom rada mreže, a koji ukazuju na to što se trenutno događa u radu mreže. Obično ne zahtijevaju pažnju operatora ali o njima treba voditi evidenciju bilo u datotekama ili bazi podataka tako da prema potrebi budu raspoloživi za daljnju analizu. Ovi događaji se mogu preciznije rečeno odnositi na sljedeće: Aktivnost operatora (Operator activity), Aktivnost sistema (System activity) Aktivnost mreže i usluga (Activity on the network and services).
 - **Događaji informiranja (Informational events)**—Bilo koja druga vrsta događaja.

Alarmi

- Alarm je indikacija o stanju koje je u toku - koje ima trajanje. Alarm je zapravo događaj koji izvješćuje o pojavi tog stanja ili o opozivu tog stanja kad govorimo o događaju prestanka alarma. Poruka o alarmu sadrži obično i informaciju o ozbiljnosti (opasnosti) alarma (alarm severity). Ozbiljnost alarma ukazuje na utjecaj alarma npr. da li ima utjecaja na usluge. Ozbiljnost ne mora biti isto što i prioritet. U nekim slučajevima alarmi niske ozbiljnosti mogu imati visoki prioritet za operatora jer utječe npr. na izuzetno važnog klijenta. Standardizirane su sljedeće ozbiljnosti (prema X733 ITU): Critical, Major, Minor, Warning, Indeterminate, Cleared.

Filtriranje alarma vs. predobrada

- One technique is **filtering**. Its goal is to remove event information that is deemed unimportant or redundant, to allow the receiver to focus on the more relevant event information. The other is **correlation**. Its goal is to preprocess and aggregate data from events and alarms, and distill it into more concise and meaningful information.

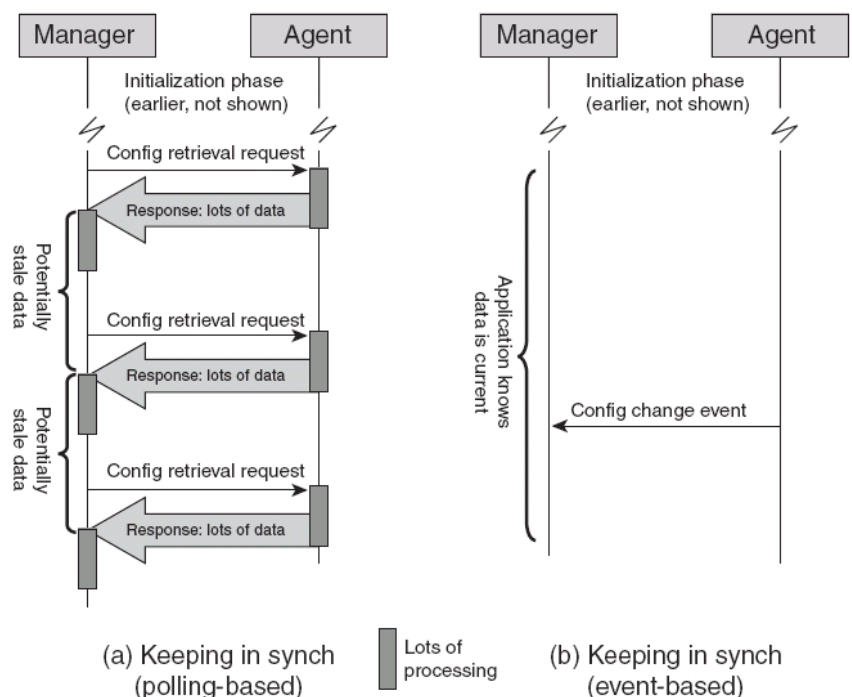


• Slika: Alex Clemm: *Network Management Fundamentals*, Cisco Press, 2006.

115

Događaji o promjeni konfiguracije

- Npr. za aplikacije koje rade pripremu usluge nužno je da imaju pristup do ažurnih konfiguracijskih podataka za resurse u mreži. Propitivati uređaje u namjeri da se otkriju promjene u konfiguraciji je izuzetno neefikasan pristup. Slika prikazuje razliku između pristupa temeljenog na propitivanju i pristupa temeljenog na događajima koji održavaju lokalnu bazu podataka (cache) upravljačke aplikacije sinkroniziranu sa stanjem u uređaju.

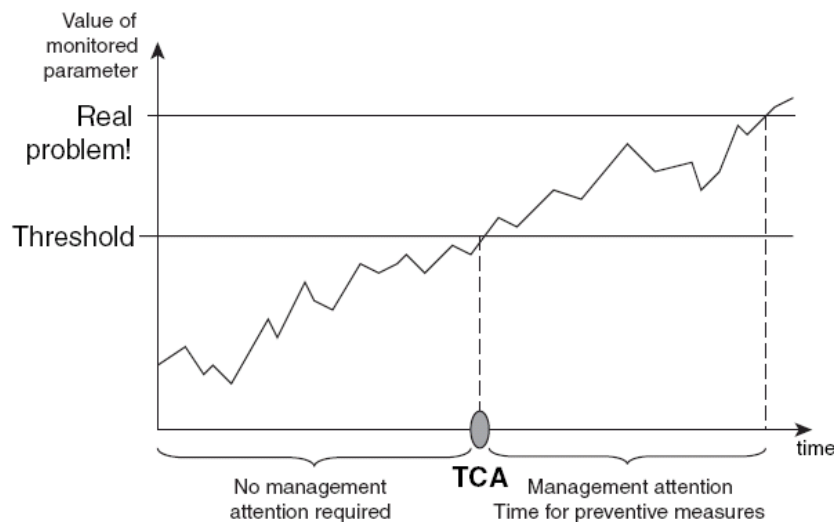


• Slika: Alex Clemm: *Network Management Fundamentals*, Cisco Press, 2006.

116

Upozorenje o prelasku praga

- Upozorenja o prolasku praga (Threshold Cross Alerts, TCAs) ukazuju upravljačkom sistemu da je neki nadgledani upravljani objekt iz MIB-a ili upravljačka varijabla postigla vrijednost koja prelazi neku unaprijed određenu granicu - prag (*threshold*). To omogućava da upravljanje bude proaktivno, a ne samo reaktivno

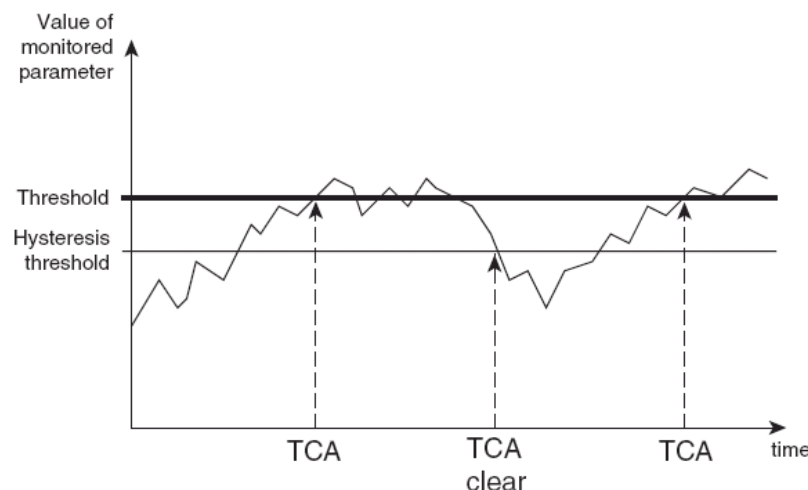


• Slika: Alex Clemm: *Network Management Fundamentals*, Cisco Press, 2006.

117

Mehanizam histereze i generiranje TCA prestanka

- Činjenica je da vrijednost nadgledane varijable može oscilirati oko vrijednosti praga što rezultira pojavom i slanjem velikog broja TCA-a i brisanja TCA. Da bi se izbjegla takva situacija TCA prestanka se tipično pokreće samo kad vrijednost padne ne ispod zadanog praga već ispod drugog dodatnog, niže postavljenog praga - histerezin prag (*hysteresis threshold*), Taj prag histereze se mora prijeći da bi se označio prestanak TCA.



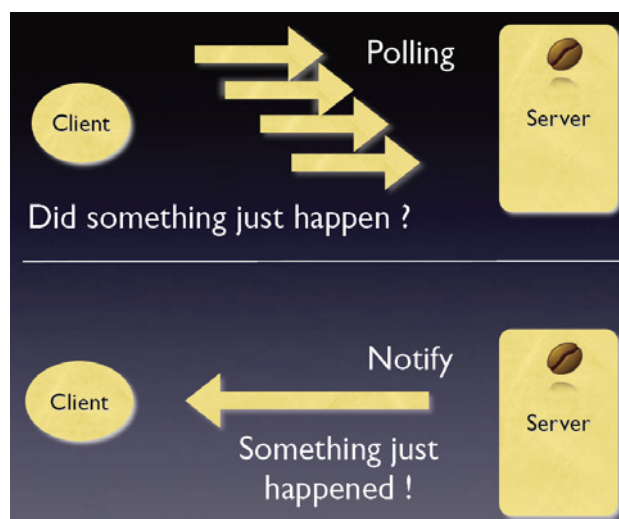
• Slika: Alex Clemm: *Network Management Fundamentals*, Cisco Press, 2006.

118

Zaključak - temeljni obrasci upravljačke komunikacije

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

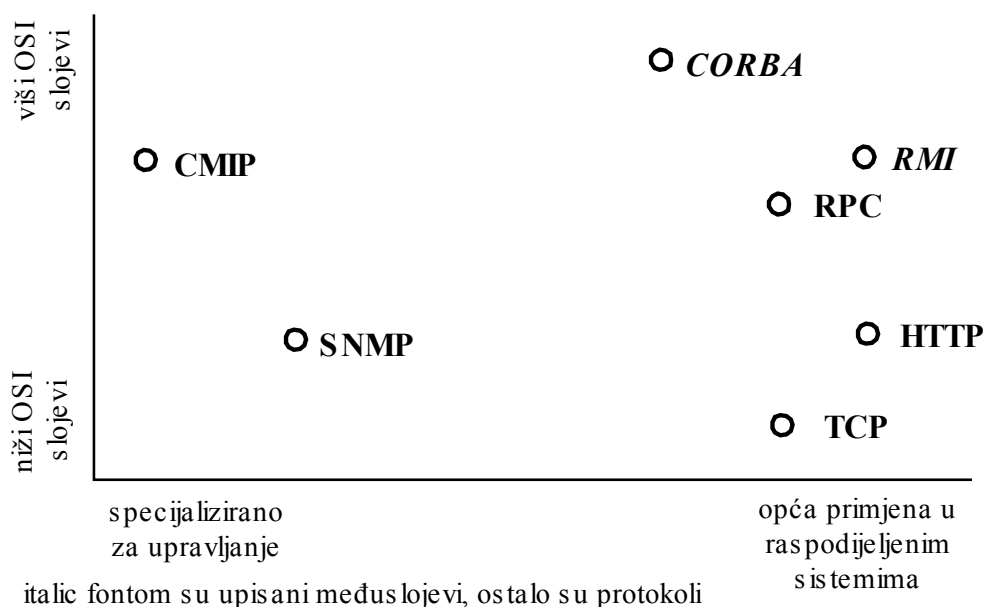
- Postoje dva temeljna komunikacijska obrasca koji se koriste u upravljanju:
 - **Upravljanje (komunikacija) temeljena na propitivanju (Polling based)** –upravitelj se oslanja na periodičke zahtjeve i odgovore za nadgledanje stanja mreže.
 - **Upravljanje (komunikacija) temeljena na događajima (Event based)** –upravitelj se oslanja na poruke o događajima koje agent šalje automatski.



119

Usporedba protokola obzirom na opremljenost i specijaliziranost za upravljanje

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10



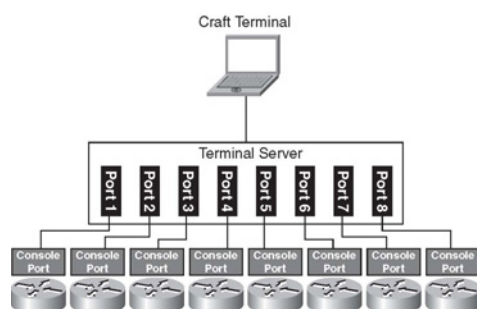
120

Umrežavanje za potrebe upravljanja (1)

- Najjednostavniji način spajanja elementa mreže sa sistemom upravljanja je spajanje računala npr. pomoću serijskog kabela na serijski port elementa mreže.



- Može se koristiti i terminal server kako bi se omogućio pristup većem broju elemenata mreže.

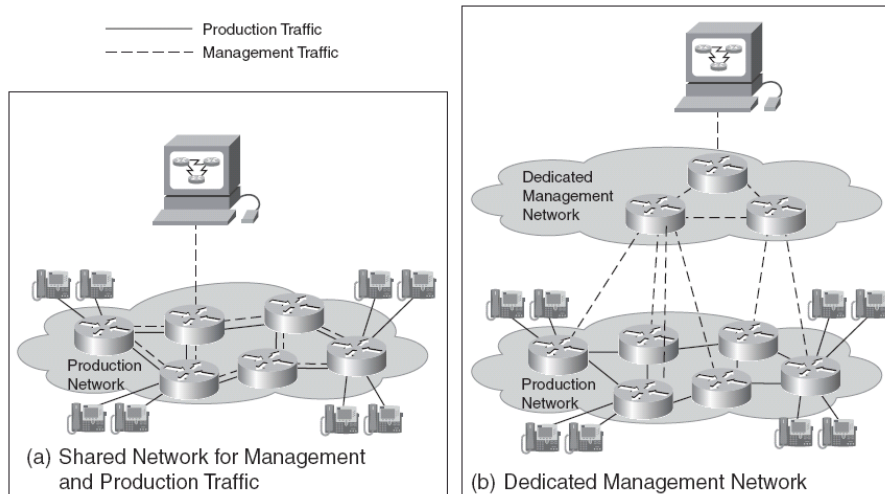


• Slika: Alex Clemm: *Network Management Fundamentals*, Cisco Press, 2006.

121

Umrežavanje za potrebe upravljanja (2), Inband/outband upravljanje

- Složeniji način povezivanje entiteta je upotreba komunikacijske mreže. Komunikacijska mreža koja povezuje upravitelje i agente naziva se **upravljačka mreža (management network)**. Dakle, pravimo razliku između primarne mreže (production network) kojom se odvija promet krajnjih korisnika (koji se naplaćuje) od upravljačke mreže kojom se prenose upravljačke naredbe i informacije. Upravljačka i primarna mreža mogu biti dvije fizički odvojene mreže (out-band upravljanje) ili pak to može biti ista fizička mreža (in-band upravljanje). U drugom slučaju upravljački promet je samo jedan od niza različitih prometnih tokova u mreži.



• Slika: Alex Clemm: *Network Management Fundamentals*, Cisco Press, 2006.

122

Referentni model sistema upravljanja

UPRAVLJANJE MREŽOM I USLUGAMA 09/10

