



# Naslov predstavitve, predavanja

  
Laboratorij za telekomunikacije  
Fakulteta za elektrotehniko

## Prejeta kakovost – uporabniška izkušnja QoE

doc.dr. Iztok HUMAR  
prof.dr. Janez BEŠTER


TKI www.lfe.org, Laboratorij za telekomunikacije



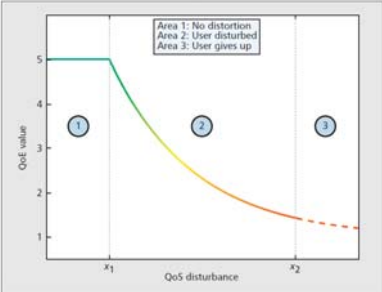
## Vsebina

- Uporabniška izkušnja
- Vrednotenje uporabniške izkušnje za različne aplikacije
  - VoIP
  - Video
  - Splet
  - HASS

TKI www.lfe.org, Laboratorij za telekomunikacije 2



## Uporabniška izkušnja – generalno




QoE value

QoS disturbance

Area 1: No distortion  
Area 2: User disturbed  
Area 3: User gives up

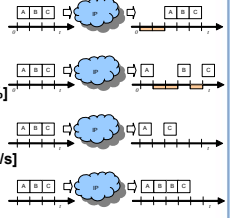
- Odvisnost uporabniške izkušnje (zadovoljstva uporabnika) od motnje v telekomunikacijskem sistemu

TKI www.lfe.org, Laboratorij za telekomunikacije 3




## Motnja – neodvisna spremenljivka

- ATM
  - izgubljanje celic
- IP
  - izgubljanje in podvajanje paketov: loss [%]
  - zakasnitev pri prenosu paketov: delay [s]
  - potresavanje zakasnitev: jitter [s]
  - premajhna pasovna širina: bandwidth [bit/s]
- Mobilna
  - podvajanje paketov
  - namerno dodajanje šuma za identificiranje prisotnosti zveza
  - premajhna pasovna širina




TKI www.lfe.org, Laboratorij za telekomunikacije 4



## Vpliv motenj na uporabniško izkušnjo

- Močno odvisen od vrste aplikacije:
  - Vpliv motenj na kakovost npr. govorne komunikacije
    - napačno predvajanje posameznih segmentov govora
    - izgubljanje posameznih segmentov (tišina)
    - prekinitve zveze
- Odvisen od:
  - mehanizmov za odpravljanje napak & redundance
  - uporabljenih kodekov
- Iz podatkov o motnjah težko sklepamo o njihovem vplivu na uporabniško izkušnjo
  - potreba po mehanizmih za subjektivno vrednotenje kakovosti pri znanih stopnjah motenj
  - vrednotenje na podlagi modelov (izdelava modelov)

TKI www.lfe.org, Laboratorij za telekomunikacije



## Subjektivno ocenjevanje UI

- Koncept subjektivnega ocenjevanja uporabniške izkušnje:
  - primarno razvit za področje prenosa govora
  - se aplicira tudi na ostalih področjih
  - temelji na merjenju uporabniške izkušnje
- Osnovna ideja:
  - na podlagi spremljanja osnovnih lastnosti realnega signala, prenašanega preko testiranega sistema/omrežja, zberemo ocene kakovosti izhodnega signala, ki ga prejeme uporabnik
- ITU-T v letu 1996 izdelal priporočilo:  
Recommendation P.800 (1996): "Methods for subjective determination of transmission quality".
- Prednost:
  - pridobimo relevantno oceno zaznane kakovosti za vzorčno populacijo
- Slabost:
  - subjektivno ocenjevanje: zelo časovno potratno
  - ni mogoče dobiti enoumne ocene za kakovost: večji vzorec

TKI www.lfe.org, Laboratorij za telekomunikacije

# Naslov predstavitve, predavanja

## Subjektivno ocenjevanje: MOS

- Ocenjevanje kakovosti poteka z uporabo točkovanja :
  - Lestvica vrednosti: od 1 do 5
  - neposredno ocenjevanje po metodi določanja absolutnih ocen - ACR (Absolute Category Rating)
  - relativno glede na referenčni signal po metodi določanja degradacije - DCR (Degradation Category Rating)

Točke	Kakovost govora	Quality of Speech	Točke	Sprememba signala	Degradation is
5	Odlitna	Excellent	5	Neslišna	Inaudible
4	Dobra	Good	4	Slišna, nemoteča	Audible, not annoying
3	Zadovoljiva	Fair	3	Rahlo moteča	Slightly annoying
2	Skromna	Poor	2	Moteča	Annoying
1	Slaba	Bad	1	Zelo moteča	Very annoying

- Rezultat je podan kot ocena MOS (Mean Opinion Score)

100	Very satisfied	5.0
84	Satisfied	4.4
12	Some users dissatisfied	3.8
70	Many users dissatisfied	3.4
60	Nearly all users dissatisfied	3.1
50	Not recommended	2.8
0		1.0

www.rfte.org, Laboratorij za telekomunikacije

## Objektivno ocenjevanje UI

- Identifikacija tistih parametrov, ki pomembno vplivajo na uporabniško izkušnjo za posamezno aplikacijo
- Vrednotenje njihovega vpliva skozi matematične modele

$$R = Ro - Is - Id - Ieff + A$$

$$MOS = 1 + R \cdot 0,035 + R \cdot (R - 60) \cdot (100 - R) \cdot 0,0000007$$

www.rfte.org, Laboratorij za telekomunikacije

## Vrednotenje UI pri govorni komunikaciji

- VoIP predstavlja eno izmed donosnih aplikacij v omrežju IP, zato so se tu začele raziskave in standardi na področju vrednotenja UI.
- Subjektivno ocenjevanje na podlagi mnenja (dolgotrajno)
  - Opinion Equivalent-Q: P-819, uporaba Modulated noise reference unit
- Objektivno ocenjevanje – modeli, izvedeni na podlagi MOS
  - Mnenjski modeli: poznavanje parametrov omrežja, terminalske opreme
  - Objektivni modeli govornega nivoja: PSQM, PEAQ, PESQ
  - Objektivni modeli paketnega nivoja: P-VTQ

ITU-T kodek	shema	bitna hitrost	vzorčenje	kodirna zak.	MOS
G.711	PCM	64 kbps	8	<1 msec	4,4
G.726	ADPCM	32 kbps	4	1 msec	4,2
G.729	CS-CELP	8 kbps	80	15 msec	4,2
G.723.1	MPMLQ	6,3 kbps	192	37,5 msec	4,0
G.723.1	ACELP	5,3 kbps	160	37,5 msec	3,5

www.rfte.org, Laboratorij za telekomunikacije

## Metode ocenjevanja UI pri VoIP

- Slušna kakovost (ena smer):
  - algoritma P.862 (PESQ) in P.862.1
- Pogovorno kakovost (interaktivno):

www.rfte.org, Laboratorij za telekomunikacije

## Objektivno ocenjevanje VoIP: PESQ

www.rfte.org, Laboratorij za telekomunikacije

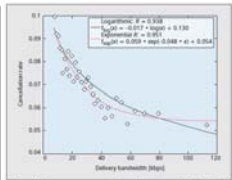
## Objektivno ocenjevanje VoIP: E-model

www.rfte.org, Laboratorij za telekomunikacije

# Naslov predstavitve, predavanja

## Uporabniška izkušnja s spletom

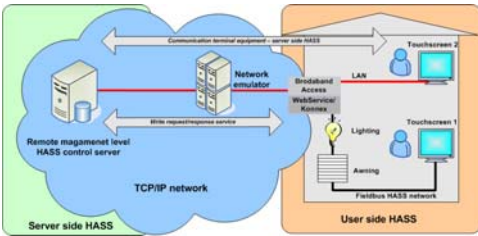
- ITU-T Recommendation G.1030, "Estimating End-to-End Performance in IP Networks for Data Applications"
- Uporabniki ocenjujejo odziv in hitrost nalaganja strani:
  - izmerjeno v omrežju
  - izračunano iz transakcijskih časov HTTP
- Podajajo na skali MOS
- Za tri čase trajanja sej:
  - 6 s, 15 s, 60 s.
- Tri aktivnosti:
  - Zahtevek za spletno stran
  - Vnos vsebine v polje (Form)
  - Sprejem rezultata
- Cancellation Rate of Web Browsing Users
  - Pri različnih pasovnih širinah



TKI www.lffe.org, Laboratorij za telekomunikacije

## Vpliv zakasnitve na UI pri HASS

- Testirane aplikacije:
  - Diskretno (prižiganje/ugašanje) svetil
  - Zvezno krmiljenje svetil (dimming)
  - Nastavljanje žaluzije na določeno višino
  - Sprememba kota žaluzije

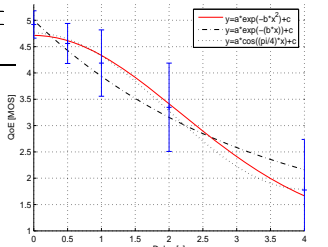


TKI www.lffe.org, Laboratorij za telekomunikacije

## Rezultati UI v HASS

par.	HASS service				
	discr. light. ctrl	cont. light. ctrl	awn. ctrl-up/down	awn. ctrl-stop at point	awn. ctrl-adjust angle
R <sup>2</sup>	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98
RMSE	0.18	0.17	0.23	0.31	0.23
MCI	0.32	0.29	0.31	0.31	0.31

Zone type	Estimated MOS value
Zone of satisfaction	4 ≤ MOS ≤ 5
Zone of tolerance	3 ≤ MOS < 4
Zone of frustration	1 ≤ MOS < 3



TKI www.lffe.org, Laboratorij za telekomunikacije

## Laboratorijska vaja

- Ocenjevanje prejete kakovosti za različne aplikacije/protokole v omrežjih z oteženimi razmerami
  - Preizkus http preko povezave z oteženimi razmerami
  - Simetrična povezava – emulacija povezave preko geostacionarnega satelita
  - Asimetrične povezave ADSL brez izgub
  - Asimetrične povezave Wimax z izgubami
- Uporaba emulatorja omrežja - NetEM

TKI www.lffe.org, Laboratorij za telekomunikacije

## Emulacija omrežja



Nastavljanje

- prenosne hitrosti
- zakasnitev
- izgub

Del postaja I (odjemalec)

Emulator omrežja

- Linux
- Nist Net


Hub

Del postaja II (strežnik)

Merilnik prometa:

- DAG 3,7 GE

TKI www.lffe.org, Laboratorij za telekomunikacije



HVALA ZA POZORNOST,  
VPRAŠANJA !?

TKI www.lffe.org, Laboratorij za telekomunikacije