

## ELT-41200 Langattoman tietoliikenteen perusteet

### 1. välikoe, 21.10.2019 / Jukka Talvitie

Mukana saa olla oma ei-ohjelmoitava laskin. Koepaperin liitteenä on kaavakokoelma.

1. Selitä lyhyesti seuraavat termit langattoman tietoliikenteen -kontekstissa:
  - a. Isotrooppinen säteilijä
  - b. dBi-yksikkö
  - c. Doppler-siirtymä
  - d. Dupleksointi
  - e. Koodaussuhde (forward error-correction -periaatteen kontekstissa)

2. Oletetaan järjestelmä, jossa on lähetin ja vastaanotin 288.15 K lämpötilassa. Lähetettävän signaalin lähetysteho on 1 W ja vastaanottimen kohinaluku on 6 dB:
  - a. Mikä on lähetysteho dBm-yksikössä?
  - b. Mikä on etenemisvaimennus 200 m päässä lähettimestä olettaen seuraavan kaltainen yksinkertaistettu etenemismalli etenemisvaimennuseksponentilla  $n=3$ :

$$L_{dB} = 40.4 + 10n \log_{10} d$$

missä  $d$  on annettu metreissä.

- c. Olettaen kohdan b) etenemisvaimennus ja lähetyskaistanleveys  $B = 100$  MHz, mikä on vastaanotetun signaalin signaali-kohinasuhde (SNR)?
  - d. Jotta saavutettaisiin signaali-kohinasuhde 30 dB, sallittu etenemisvaimennus on  $L_{dB} = 88$  dB. Mikä on tässä tapauksessa etäisyys lähettimen ja vastaanottimen välillä (olettaen yhä b)-kohdan malli)?
  - e. Pohdi kohdassa b) käytetyn etenemisvaimennusmallin soveltuvuutta käytännön järjestelmissä: Kuinka hyvin malli pystyy mallintamaan etenemisvaimennusta eri ympäristöissä? Lisäksi, verrattuna perinteiseen vapaan tilan etenemisvaimennusmalliin, mitä olennaisia etenemisvaimennusparametria ei ole mallissa huomioitu lainkaan?
3. Oletetaan että langattomassa verkossa paikallaan oleva tukiasema lähettää radiosignaalia liikkuvalla verkon käyttäjälle. Käyttäjälaitteessa vastaanotettuun signaaliin vaikuttaa nopeasti häipyvä kanava monitie-etenemisestä ja vastaanottimen liikkeestä johtuen.
    - a. Selitä termi kanavan *koherenssiaika*
    - b. Selitä termi kanavan *koherenssikaistanleveys*
    - c. Tarkastele kahta seuraavaan kaltaista skenaariota ja pohdi kuinka ne eroavat toisistaan kanavan koherenssiajan ja koherenssikaistanleveyden suhteen.
      - i. Käyttäjäläite on tietokoneluokassa yliopiston kampuksella ja käyttää langatonta yhteyttä WLAN 802.11 -tukiasemaan (langaton lähiverkko).
      - ii. Käyttäjäläite on junassa Suomen maaseudulla ja käyttää langatonta yhteyttä matkapuhelinverkon tukiasemaan, joka sijaitsee junan ulkopuolella.
    - d. Millaisia diversiteettimenetelmiä voidaan käyttää vähentämään häipymisen vaikutuksia käyttäjälaitteessa?

**ELT-41206 Basic Course on Wireless Communications**  
**1. Midterm exam, 21.10.2019 / Elena-Simona Lohan**

*Own non-programmable calculator is allowed. As attached is a collection of equations.*

1. Explain briefly the following terms related to the context of wireless communications:
  - a. Isotropic radiator
  - b. dBi unit
  - c. Doppler shift
  - d. Duplexing
  - e. Code rate (in context of forward error-correction)
  
2. Assume a system of a transmitter and a receiver at an operating temperature of 288.15 K. The transmission power of the transmitted signal is 1 W and the receiver noise figure is 6 dB.
  - a. What is the transmission power in dBm unit?
  - b. What is the transmission loss at the receiver at 200 m away from the transmitter, assuming a *simplified path loss model* of the following type, with path loss coefficient  $n=3$ :

$$L_{dB} = 40.4 + 10n \log_{10} d ,$$

where  $d$  is given in meters.

- c. Assuming the path loss given in (b) and a transmission bandwidth of  $B = 100$  MHz, what is the signal-to-noise ratio (SNR) of the received signal?
    - d. In order to reach the signal-to-noise ratio of 30 dB, the allowed path loss is  $L_{dB} = 88$  dB. In this case, what is the distance between the transmitter and the receiver (still assuming the model given in (b))?
    - e. Discuss the practical feasibility of the path loss model given in (b): How accurately it can model the path loss in different environments? In addition, compared to conventional free-space path loss model, which essential radio propagation model parameter is not considered in the model at all?
  
3. Assume that in a wireless network, a stationary base station (or a network access node) transmits a radio signal to a moving user device. At the user device, the received signal is affected by a fast fading channel due to multipath propagation and the user mobility.
  - a. Explain the term *coherence time* of the channel
  - b. Explain the term *coherence bandwidth* of the channel
  - c. Consider the two following scenarios and discuss how they differ from each other in terms of coherence time and coherence bandwidth:
    - i. The user device is at a computer class room in the university campus and utilizes the wireless connection provided by a WLAN 802.11 access point (wireless local area network).
    - ii. The user device is on a train in rural area of Finland and utilizes the wireless connection provided by a mobile network base station, which is located outside the train.
  - d. How and which type of diversity methods can be used to reduce the effect of fading in the user device?