

Tietoliikenteen perusteet

Langaton linkki

Kurose, Ross: Ch 6.1, 6.2, 6.3
(ei: 6.2.1, 6.3.4 ja 6.3.5)

Langattoman verkon komponentit

- Tukiasema
LAN-yhteys
pääsy Internetiin
- Langattomat linkit
koneesta tukiasemaan
koneesta koneeseen
Rajattu kuuluvuusalue
- Isäntäkoneet
Laptop, PDA, IP-puhelin
Suorittaa sovelluksia
kiinteä tai liikkuva
- Haasteet
virhealtis linkki
liikkuva työasema

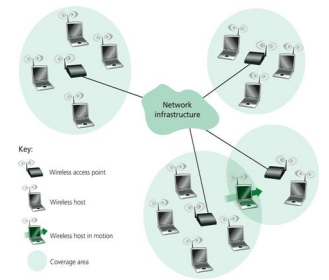


Figure 6.1 Elements of a wireless network

Sisältö

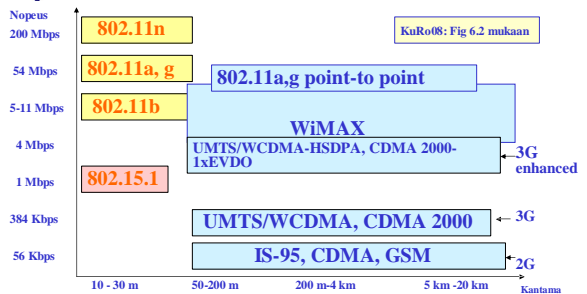
- Langattoman linkin ominaisuudet
- Langattoman lähiverkon arkkitehtuuri
- Yhteiskäyttöisen kanavan varaus langattomassa verkossa
- IEEE 802.11 -kehys ja osoittaminen



Oppimistavoitteet:

- Osata selittää yhteiskäytössä olevan linkin käyttö (WLAN: CSMA/CA)

Langattoman linkin ominaisuuksia



Ongelmallisempaa kuin kiinteässä verkossa
signaalin väheneminen, heijastukset
muiden laitteiden aiheuttamat häiriöt

Linkkikerros

Langaton verkko

Ch 6.1

Ad hoc -verkko

- Liikkuville koneille ...
- Ei tukiasemia
- Keskustelu omalla kuuluvuusalueella olevien koneiden kanssa
- Ei valmiita palveluja
Reititys, IP-osoitteet, DNS, ..
- Itseorganisoituva
Jonkun tuotettava tarvittavat palvelut
Ketä läsnä?
Reititys kuuluvuusalueelta toiselle?

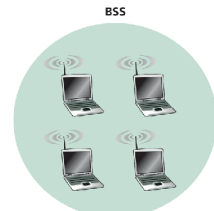
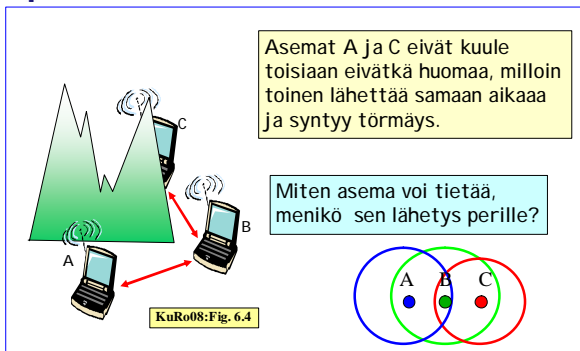


Figure 6.8 An IEEE 802.11 ad hoc network

Kätkeyn aseman ongelma (Hidden terminal)



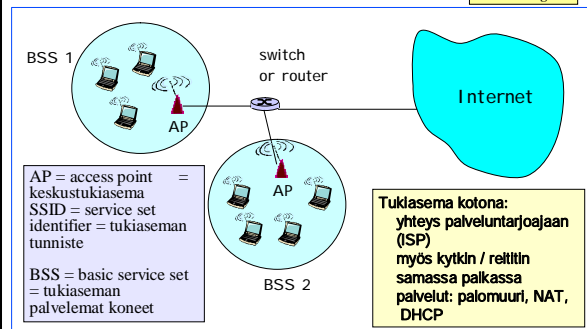
Tietoliikenteen perusteet /2009/ Liisa Marttinen

7

IEEE 802.11 -lähiverkko

(Infrastructure wireless LAN, Wi-Fi)

KuRo08:Fig 6.7

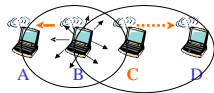


Tietoliikenteen perusteet /2009/ Liisa Marttinen

10

Exposed terminal

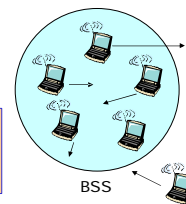
- n C ei voi lähettää D:lle, koska kuulee itse B:n lähetyksen eli joku on lähettämässä
- n Vaikka tämä lähetyks ei lainkaan häiritse C:n lähettämistä D:lle eikä B:n lähettämistä A:lle



Tietoliikenteen perusteet /2009/ Liisa Marttinen

8

Ad hoc-verkko



Solmujen on itse hoidettava kaikki toiminnot mm. reititys, jos eivät ole saman kuuluvuusalueen sisällä.

Tietoliikenteen perusteet /2009/ Liisa Marttinen

11

Linkkikerros

IEEE 802.11 WLAN (Wi-Fi)

Ch 6.3

Tietoliikenteen perusteet /2009/ Liisa Marttinen

9

IEEE 802.11: Kanavat

Standard	Frequency Range	Data Rate
802.11b	2.4 GHz	up to 11 Mbps
(802.11a)	5 GHz	up to 54 Mbps)
801.11g	2.4 GHz	up to 54 Mbps

Alue 2.4 GHz - 2.2485 GHz

Jakaantuu 11 limittäiseen kanavaan (Eurooppa 13 ja Japani 14)

Esim. kanavat 1, 6 ja 11 eivät mene keskenään päällekkäin

Tukiaseman kanava on konfiguroitavissa

Naapuritukiasemalla voi olla sama kanava

Linkin käytössä **CSMA/CA**

Kaikkissa sama linkkitason kehysrakenne

Tietoliikenteen perusteet /2009/ Liisa Marttinen

12

802.11: Kanavan valinta (1)

- n Koneen kuuluvuusalueella voi olla useita tukiasemia
- n Kone liittyy tiettyyn tukiasemaan (associate)
 - 'näkyvätön' lanka ko. tukiasemaan
- n Kone skannaa kanavat (passiivinen selaus)
 - Kuuntelee **merkkikehyksiä** (beacon frames), joilla tukiasemat mainostavat itseään
 - Kehyksessä tukiaseman nimi (SSID, Service set id) ja MAC-osoite
- n Tai kone itse lähettää yleislähetysnä kyselykehysten (probe) kaikille kantaman sisällä oleville tukiasemille. (aktiivinen selaus)
- n Tukiasemat vastaavat ja kertovat nimensä ja MAC-osoitteensa.

802.11: Linkkitason protokolla (2)

- n Miksi ei yritä huomata törmäystä?
 - n Vaikea lähettää ja ottaa vastaan yhtäaikaan. Saapuva signaali on vaimentunut matkalla ja voi siksi olla hyvinkin paljon heikompi kuin lähetettävä signaali.
 - n Ei voi huomata törmäystä, jossa toinen lähetettävä solmu on oman kuuluvuusalueen ulkopuolella (**hidden terminal**)
 - n Tai voi luulla törmäykseksi, vaikka lähetys ei sotkiskiaan omaa lähetystä (**exposed terminal**)

802.11: Kanavan valinta (2)

- n Standardi ei määrittele tukiaseman valintaa varten mitään erityistä algoritmia, vaan laitevalmistajat voivat toteuttaa sen eri tavoin
 - n Yleensä valitaan voimakkaimmalla signaalilla lähetettävä tukiasema
- n Yhteys valittuun asemaan
 - n Mahdollinen autentikointi (tukiasema konfiguroitavissa)
 - Käyttö vain sallituilla MAC-osoitteilla, tunnus, salasana, ..
 - n Saa asemalta IP-osoitteen DHCP:llä
 - n Saa asemalta DNS-palvelijan IP-osoitteen DHCP:llä

"WiFi Jungle"

802.11: CSMA/CA

Lähetys

1. Jos kanava vapaa

- Kuuntele DIFS aikayksikköä
- Lähetä kehys kokonaan

2. Jos kanava varattu

- Käynnistä peruutuslaskuri (backoff) $\text{random}(\max)$, jota vähennetään vain kun kanava on vapaa,
- Lähetä, kun laskuri nollassa
- Jos ei tule kuittausta, niin yritä uudestaan $\max = 2^i \cdot \max$

Vastaanotto

Jos kehys OK

- Odota SIFS aikayksikköä

Lähetä ACK (linkkikerroksen ACK)

KuRo08: Fig 6.10

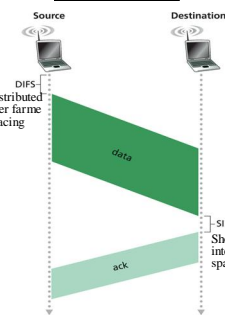


Figure 6.8

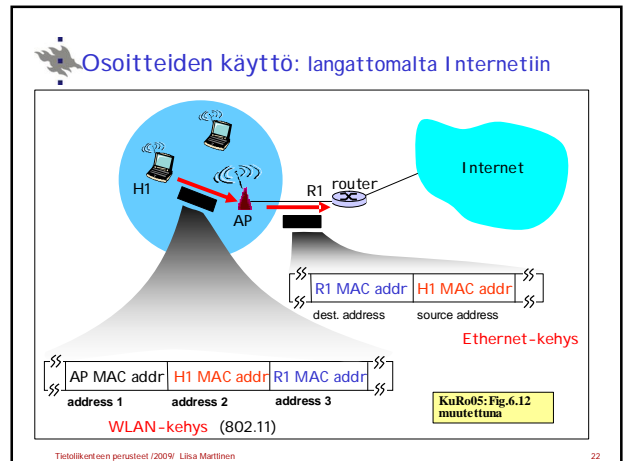
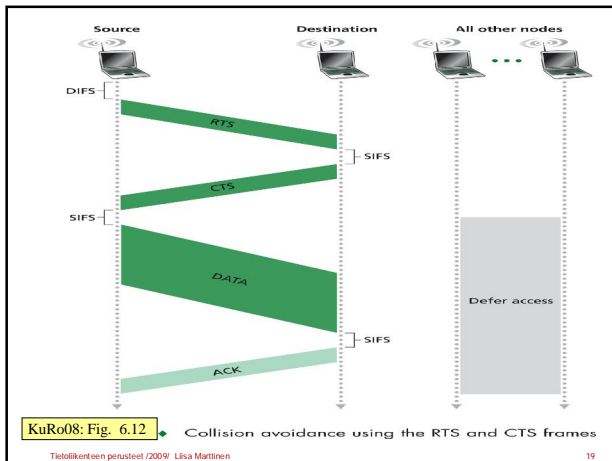
802.11 uses link-layer acknowledgment

802.11: Linkkitason protokolla (1)

- n CSMA kuten Ethernet (carrier sense multiple access)
 - n Ei vuoronjakelua: lähetä, kun on lähetettävää (random access)
 - n Kuuntele ennen lähetystä, että linkki on vapaa
- n Mutta ei CD (collision detection)
 - n Ei huomaa törmäyksiä eikä keskeytä kehysten lähetystä
 - n Käyttää **kulttauksia**: jos kuittausta ei tule (=törmäys), lähetetään uudestaan
- n Pyritään välttämään törmäyksen syntymistä
CSMA /CA (collision avoidance)

802.11: Optio RTS/CTS

- n Lähettäjä voi varata kanavan datakehysten siirtoa varten
 - n Harvoin käytössä
- n Lähetä ensin pieni RTS-kehys (request-to-send)
 - n Lähettäjän ympäristö kuulee kehysten eikä lähetä
 - n Tässä voi tulla törmäys (CSMA)
- n Vastaanottaja vastaa CTS-kehyksellä (clear-to-send)
 - n Varaaja saa luvan lähettää kehyksensä
 - n Vastaanottajan ympäristö kuulee kehysten eikä häiritse vastaanottoa omilla lähetyksillään
- n Datan lähetyksessä ei törmäyksiä!
- n Ratkaisee myös piiloaseman (kätkeyn aseman) ongelman



802.11: Kehyksen rakenne

Frame control	Duration	Address 1	Address 2	Address 3	Seq control	Address 4	Payload	CRC
2	2	6	6	6	2	6	0-2312	2

Langattomien MAC-osoitteet (Address 1, 2)
Reitittimen MAC-osoite (Address 3)

4 osoitekenttää
 vastaanottaja / lähettäjä
 isännän ja tukiaseman MAC-osoitteet (kenttä 1 ja 2)
 Sen reitittimen osoite, jossa tukiasema on kiinni (kenttä 3)
 Reitittimen ja tukiaseman välillä tavallinen kehys (esim. Ethernet)
 Tukiasema on 'näkyvä' reitittimelle, reititin luulee saavansa kehyksen suoraan isäntäkoneelta
 Kenttä 4 käytössä vain ad hoc -verkossa
 Lähetyksen kesto (duration)
 Jos RTS/CTS, varauksen kesto (lähetyksen kesto)
 Seq control
 Järjestysnumeroa tarvitaan kuittauksia varten

Tietoliikenteen perusteet /2009/ Liisa Marttinen 20

Frame control

Type, Subtype
 miten kehystä tulkittava: RTS/CTS/ACK/ data?
ToAP ja FromAP
 miten osoitekenttiä tulkittava: lähettäjä /vastaanottaja ad hoc?
WEP (Wired Equivalent Privacy)
 Käytetäänkö kryptausta

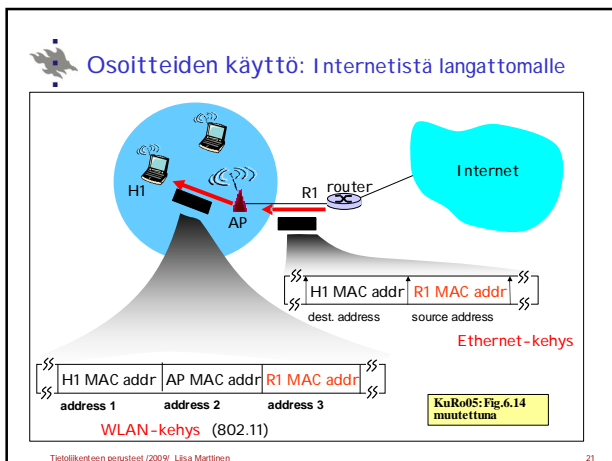
.....

Frame control field expanded:

Protocol version	Type	Subtype	To AP	From AP	More frag	Retry	Power mgt	More data	WEP	Rsvd
2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1

Figure 6.13 The 802.11 frame

Tietoliikenteen perusteet /2009/ Liisa Marttinen 23



Kertauskysymyksiä

- Miksi WLAN:ssa ei hyödytä käyttää törmäysten havaitsemista?
- Miten sitten tiedetään, onko törmäystä tapahtunut?
- Miten WLAN:ssa hoidetaan linkin yhteiskäyttö?
- Miksi WLAN-kehyksessä kaksi osoitetta ei oikein riitä?
- Onko törmäys lainkaan mahdollinen, jos käytetään RTS/CTS-varausmenetelmää?

Ks. myös kurssikirja s. 579-580

Tietoliikenteen perusteet /2009/ Liisa Marttinen 24



CDMA (Code Division Multiple Access)

• yksi kanava

- usea samanaikainen lähetys
- kukin koko kanavan taajuudella!

• yhden bitin lähetysaika jaetaan pienempiin osiin (aikasiruihin)

- 64 tai 128 sirua bittiä kohden

• kullakin asemalla oma 'sirukuvio' 1-bitin lähetykseen

- 0-bitti on tämän yhden komplementti

• Bittikuviot ortogonaalisia: bittikuvioiden sisätulot nolliä



• Kaikki bittikuviot parittain ortogonaalisia:

$$A \perp B = 0 = 1/m \sum A_i B_i \text{ (sisätulo)}$$

$$A \perp A = 1$$

$$-A \perp A = -1$$

• => yhteissignaalista löydetään eri asemien omat lähetykset!

$$A: n \text{ 1-bitti: } 00011011 = -1 -1 -1 \ 1 \ 1 -1 \ 1 \ 1$$

$$B: n \text{ 1-bitti: } 00101110 = -1 -1 \ 1 -1 \ 1 \ 1 \ 1 -1$$

$$A \perp B = 1+1+-1+-1+1+-1+1+-1$$

$$= 0 \Rightarrow \text{keskenään ortogonaalisia}$$



• Esimerkiksi:

• aseman A 1-bitti: 00011011

0-bitti: 11100100

• aseman B 1-bitti: 00101110

0-bitti: 11010001

• aseman C 1-bitti: 01011100

0-bitti: 10100011

• aseman D 1-bitti: 01000010

0-bitti: 10111101

Ps. Oikeasti käytetään 64 tai 128 sirua



• kukin asema lähettää omat 1-bittinsä ja 0-bittinsä

• kun moni lähettää samanaikaisesti tuloksena on **yhteissignaali S**.

- lähetettyjen signaalien 'summa'

• aseman datan 'purkaminen' yhteissignaalista

- A = aseman oma bittikuvio

- S \perp A tuottaa aseman lähettämän bitin

- kerrottuna bitin aikasirujen lukumäärällä



• Laskemisen helpottamiseksi

• koodataan sirut 0 ja 1 seuraavasti:

- 1 = 1

- 0 = -1

• aseman A 1-bitti: 00011011 = -1 -1 -1 1 1 -1 1 1

0-bitti: 11100100 = 1 1 1 -1 -1 1 -1 -1

• aseman B 1-bitti: 00101110 = -1 -1 1 -1 1 1 1 -1

0-bitti: 11010001 = 1 1 -1 1 -1 -1 -1 1

• aseman C 1-bitti: 01011100 = -1 1 -1 1 1 1 -1 -1

0-bitti: 10100011 = 1 -1 1 -1 -1 -1 1 1

• aseman D 1-bitti: 01000010 = -1 1 -1 -1 -1 -1 1 -1

0-bitti: 10111101 = 1 -1 1 1 1 1 -1 1



• Esimerkki

- merkintä 1 = 1, 0 = -1,
- helpompi laskea yhteen

$$S = (-2 -2 \ 0 -2 \ 0 -2 \ 4 \ 0)$$

$$C = (-1 \ 1 -1 \ 1 \ 1 \ 1 -1 -1)$$

$$S \perp C = (2 -2 \ 0 -2 \ 0 -2 -4 \ 0) \\ = -8 \Rightarrow -1$$

• eli C lähetti 0-bitin

• Esimerkki jatkuu:

Mitä B lähetti?

$$nS = (-2 -2 0 -2 0 -2 4 0)$$

$$nB = (-1 -1 1 -1 1 1 1 -1)$$

$$nS | B = (2 2 0 2 0 -2 4 0) \\ = 8 \Rightarrow 1$$

n eli **B lähetti 1-bitin**

• Esimerkki jatkuu

Entä mitä A lähetti?

$$nS = (-2 -2 0 -2 0 -2 4 0)$$

$$nA = (-1 -1 -1 1 1 -1 1 1)$$

$$nS | A = (2 2 0 -2 0 2 4 0) \\ = 8 \Rightarrow 1$$

n eli **A lähetti 1-bitin**

n Lähettikö myös D jotain?

• Käytännössä CDMA on vaativa
• toteuttaa

- n 64 tai 128 bitin ortogonaalisia koodeja
- n edellyttää signaalien voimakkuuksien vertailua ja yhteenlaskua => signaalien heikkeneminen eri etäisyyksillä otettava huomioon
- n tarkat ajoitukset
- n tunnettava lähettäjien sirukoodit sirukoodit