# Bezvadu Sensoru Tīkli

# Drošība un privātums

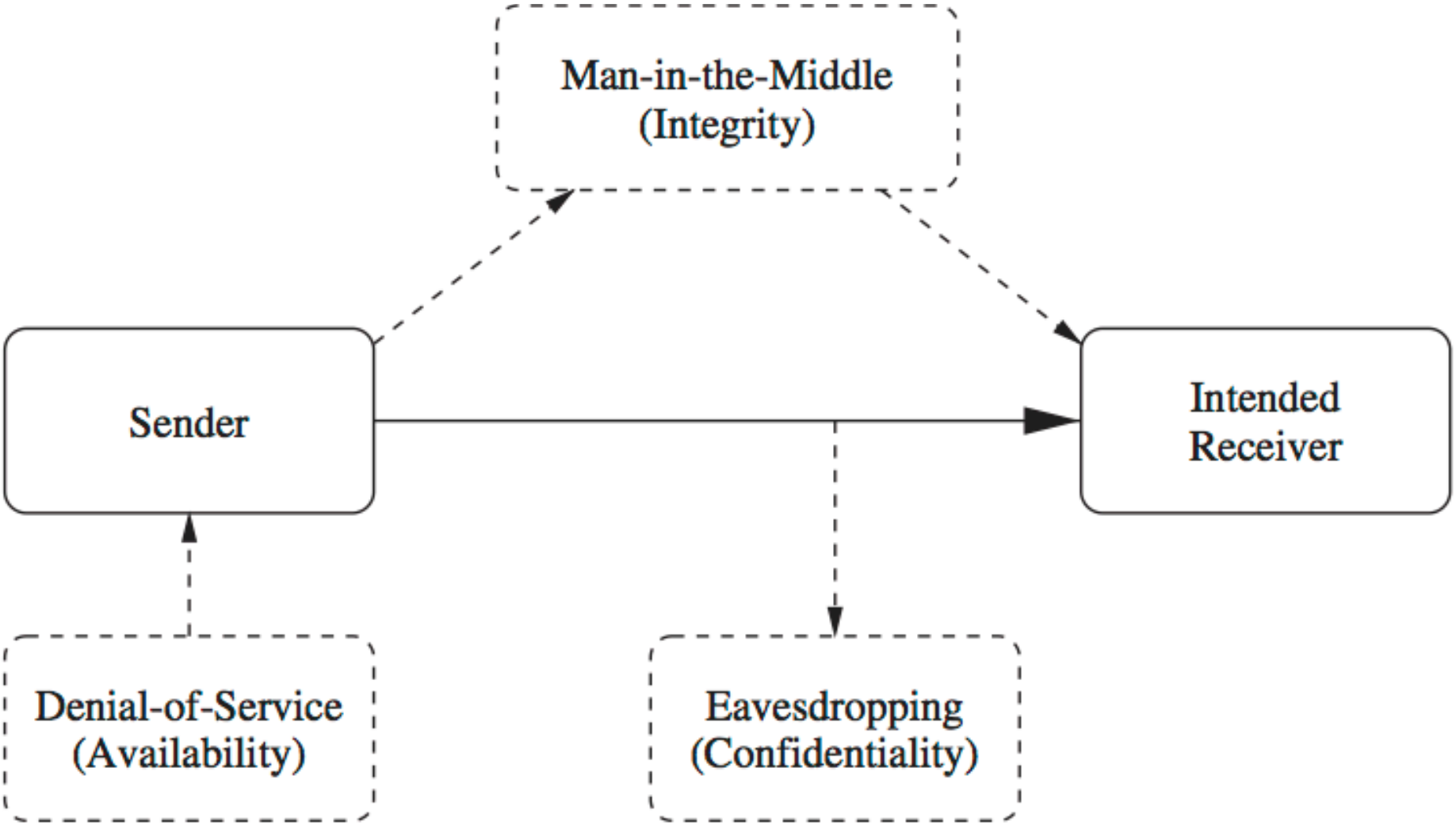
**Reinholds Zviedris**
Datorikas fakultāte
Latvijas Universitāte
29.10.2014.

# Ievads

- Sensoru tīkli nav unikāli, frekvences un modulācijas metodes ir standartizētas, ikviens var atkārtot mūsu darbības
- Bezvadu savienojumi daudz ievainojamāki
- Arī interneta pirmsākumos neviens nedomāja, ka kādam ienāks prātā veikt kaitniecību


# CIA “trijotne”

- Confidentiality
- Integrity
- Authenticity




CIA model: Examples of attacks.
Fundamentals of Wireless Sensor Networks. W.Dargie, C.Poellabauer. Wiley, 2010.

# Sensoru tīklu specifika

- Ierobežoti resursi
  - grūtības lietot drošības mehānismus, kas prasa daudz resursus vai regulāru komunikāciju ar citām ierīcēm
- Tīkli [daļā gadījumu] liela izmēra, decentralizēti
- Darbojas nomaļās vietās, nepieskatīti
- Komunikācija nav uzticama, var būt kļūdas
  - kā atšķirt uzbrukumu no aparatūras kļūdām?

# Uzbrukumi dažādos līmeņos

- Uzbrukumi iespējami pilnīgi visos “OSI līmeņos”:
  - Fiziskajā (Physical)
  - Kanālu (Data Link)
  - Tīkla (Network)
  - Transporta (Transport)
  - Aplikācijas (Application)

# Fiziskais līmenis, uzdevums

- Fiziskajā līmenī sensoru tīkla uzdevums ir:
  - Taupīt enerģiju
  - Izmantot radio ēteru efektīvi
  - Glabāt droši slepenu informāciju (atslēgas)
  - Izmantot kriptogrāfiju, ja nepieciešams

# Fiziskais līmenis, problēmas

- Problēma 1 - Fiziska piekļuve mezglam dod iespēju nolasīt un izmainīt pilnīgi visus datus, tai skaitā, atslēgas
- Risinājums 1: droši korpusi – dārgi (neatbilst sensoru tīklu prasībai: mazi un lēti)
- Risinājums 2: Sensoru mezgls mēģina identificēt, ka tas tiek "nozagts" un šādā gadījumā izdzēš visus datus

- Problēma 2 - Radio signāla traucējumi (RF Jamming):
  - Pārtrauc savienojumu starp motēm
  - Rosina pārmērīgu komunikāciju ar mērķi iztērēt pēc iespējas vairāk enerģijas tīkla mezgliem
- Risinājums: identificēt un ignorēt traucētos apgabalus

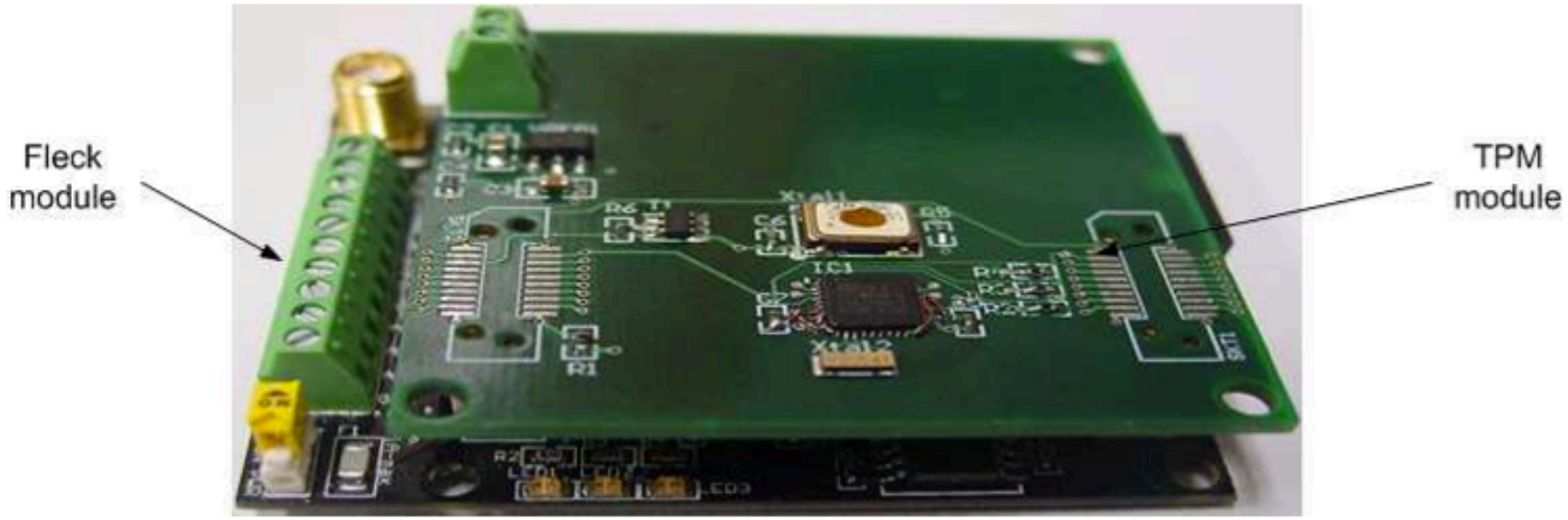
# Fiziskais līmenis, atslēgas

- Problēma 3: kā inicializēt šifrēšanai izmantotās atslēgas tīklā?
- Risinājums 1: Aprīkot visus mezglus ar vienotu atslēgu. Slikti: katrs mezgls var “nodot” visus pārējos
- Risinājums 2: Izmantot čipā “iededzinātas” atslēgas

  W.C.Shih, W. Hu, P. Corke, L. Overs. *secfleck: A public key technology platform for wireless sensor networks*
- Risinājums 3: Izmantot noslēgtu telpu katram sensoru mezglu pārim atslēgu inicializācijas brīdī

  C.Kuo, M.Luk, R.Negi, A.Perrig, *Message-In-a-Bottle: User-Friendly and Secure Key Deployment for Sensor Nodes*

# Hardware šifrēšanas modulis




W.C.Shih, W. Hu, P. Corke, L. Overs.
*secfleck: A public key technology platform for wireless sensor networks.*
Wireless Sensor Networks, Springer, 2009.

# Fiziskais līmenis, atkārtošana

- Problēma 4: Ja iebrucējs noklausās ziņojumu, iespējama šī ziņojuma atkārtota nosūtīšana
- Risinājums 1: Izmantot augošu skaitītāju, ko pievieno katrai paketei
- Risinājums 2: mainīt atslēgas laika gaitā

- Problēma 5: kriptogrāfijai nepieciešami resursi un laiks
- Risinājums 1: specializēti kriptogrāfijas čipi
- Risinājums 2: vienkāršāk rēķināmi algoritmi

# Kanālu līmenis, uzdevums

- Kanālu līmenī sensoru tīkla uzdevums:
  - Nodrošināt radio ētera efektīvu sadali visiem mezgliem, ņemot vērā individuālos un kopējos enerģijas resursus
  - Novērst kolīzijas
  - Nodrošināt efektīvu komunikācijas vadītāja lomas sadali

# Kanālu līmenis, problēmas

- Problēma 6: Komunikācijas vadītājs ir vājais punkts
- Risinājums: Periodiski mainīt vadītāja lomu starp mezgliem
- Problēma 7: Komunikācijas koordinēšanai jāapmainās ar ziņojumiem, kurus iespējams viltot
- Risinājums: Izmantot augošus skaitītājus
- Problēma 8: Skaitītāju uzturēšanai jāizmanto tabula, kurai nepieciešama atmiņa. Iespējams uzbrukums, kas aizpilda tabulu ar fiktīviem datiem
- Risinājums: Tabulā ierakstus likt tikai, autentificējot moti + pa laikam tabulu iztīrīt

# Tīkla līmenis, uzdevums

- Tīkla līmenī sensoru tīkla uzdevums:
  - Nodrošināt mezglu adresāciju, relatīvu vai globālu
  - Nodrošināt maršrutizāciju, izmantojot laika un enerģijas resursus efektīvi

# Tīkla līmenis, problēmas

- Problēma 9: Globālai adresācijai nepieciešami lieli adrešu intervāli, ar IPv4 par maz
- Risinājums 1: IPv6 (6lowpan)
- Risinājums 2: Relatīvā adresācija tīkla ietvaros
- Risinājums 3: Neizmantot adresāciju. Identificēt mezglus pēc datiem vai atrašanās vietas

- Problēma 10: Vairumā gadījumu tīklā ir centrālā bāzes stacija (sink), kas savāc visus datus, tā ir vājā vieta
- Risinājums: Sūtīt maldīgus ziņojumus no citiem mezgliem, kas traucē identificēt bāzes staciju

# Tīkla līmenis, datu savākšana

- Problēma 11: Visus datus no sensora uz bāzes staciju pārraidīt dārgi, bieži vien fiziski neiespējami
- Risinājums 1: Veikt agregāciju
- Risinājums 2: Sensoru tīkls kā datu bāze, kas prot apstrādāt vaicājumus (TinyDB, Cougar)

# Tīkla līmenis, maršrutizācija

- Problēma 12: Kaitnieki var iejaukties maršrutizācijā, novest datu plūsmu pa garākiem ceļiem, izveidot bezgalīgos ciklus vai ievest strupceļos
- Risinājums 1: Statiska maršrutizācija, ja tas iespējams
- Risinājums 2: Šifrēt maršrutizācijas ziņojumus

- Problēma 13: Kaitnieks, atrodoties uz optimālā ceļa, var noklausīties visus datus
- Risinājums 1: Mainīt maršrutus
- Risinājums 2: Šifrēt datus

# Transporta līmenis, uzdevums

- Transporta līmenī, sensoru tīkla uzdevums:
  - Nodrošināt iespēju robežās datu nonākšanu līdz gala mērķim. Atšķirībā no TCP, netiek prasīta 100% droša piegāde un atskaites par katru ziņojumu
  - Nodrošināt kritisko ziņojumu nonākšanu gala mērķī ar maksimāli iespējamo varbūtību

# Transporta līmenis, pārsūtīšana

- Problēma 14: Tiek pārsūtīti dati vairākās paketēs, vienas paketes pazušana nozīmē visu datu nederīgumu
- Risinājums: TCP līdzīgs mehānisms: skaitītāji katrai paketei, ja mezgli pa vidu starp sūtītāju un saņēmēju konstatē skaitītāja pārlēkšanu, pieprasa paketes pārsūtīšanu

- Problēma 15: Kaitnieki nepārtraukti pieprasa pakešu pārsūtīšanu
- Risinājums: Šifrēt skaitītāju, izmantot autentifikāciju

# Transporta līmenis, citas problēmas

- Problēma 16: Veidojas tīkla sastrēgumi
- Risinājums: protokola līmenī dinamiski mainīt sensoru lasīšanas un datu sūtīšanas biežumu, atkarībā no tīkla topoloģijas un enerģijas resursiem

- Problēma 17: Tīklā tiek lietotas agregātfunkcijas AVG, MIN un MAX, bet uzrodas ļaundari, kas sūta galēji lielas vai galēji mazas vērtības, izbojājot statistiku
- Risinājums 1: Ņemt nevis vidējo vērtību, bet mediānu
- Risinājums 2: Ignorēt 5% mazāko un 5% lielāko vērtību

# Aplikācijas līmenis

- Aplikācijas līmenī, sensoru tīkla uzdevums:
  - Nodrošināt lietotāja saskarni. Sensoru tīkla lietotājs: pētnieks
  - Nodrošināt (attālinātu) tīkla pārvaldības mehānismu
  - Aizsargāt aplikācijas vienu no otras

# Aplikācijas līmenis, pārvaldība

- Problēma 18: Atrasties sensoru tīkla teritorijā ne vienmēr ir iespējams, bet reizēm nepieciešams mainīt tīkla darbību, piemēram, pārtraukt mērījumus
- Risinājums: Bāzes stacija savienota ar laboratoriju (WiFi, 3G). Sensoru tīkls atbalsta pārvaldības protokolu
- Problēma 19 (pārklājas ar problēmu 10): Savācēj-mezgls (sink) ir vājais punkts
- Risinājums: Ģenerēt viltus ziņojumus no citiem mezgliem, neatklājot īsto savācēju

# Drošība un TelosB motes

- CC2420 transīveris
  - DSSS (spread spectrum)
  - IEEE 802.15.4 = MAC līmeņa drošības funkcijas
    - autentifikācija un šifrēšana (AES, 128-bitu atslēgas)

- CC2420 datasheet
  - http://www.ti.com/lit/ds/symlink/cc2420.pdf

- TinyOS 2.x tutorial
  - http://tinyos.stanford.edu/tinyos-wiki/index.php/CC2420_Security_Tutorial

# Secinājumi

- Daudz problēmu dažādos līmeņos
- Reizēm visas problēmas nevar atrisināt, jāizvēlas svarīgākais
- Ne vienmēr jāšifrē visi dati, reizēm pietiek šifrēt kādu daļu
- Jaudīgākas kriptogrāfijas izmantošanai pieejami specializēti čipi ar lielu (relatīvi pret sensoru mezgla procesoru) šifrēšanas jaudu

# 9. eseja

Jums ķermenim ir pievienots sensoru tīkls, kas mēra dažādus rādītājus (pulss, spiediens) un periodiski nosūta datus ārstam un kādam tuvam radiniekam.

Kādus drošības pasākumus Jūs veiktu?

Termiņš: 05.11.2014. 10:00