



Matematiikka - connecting people ?

Maarit Melvasalo

Nokia Oyj

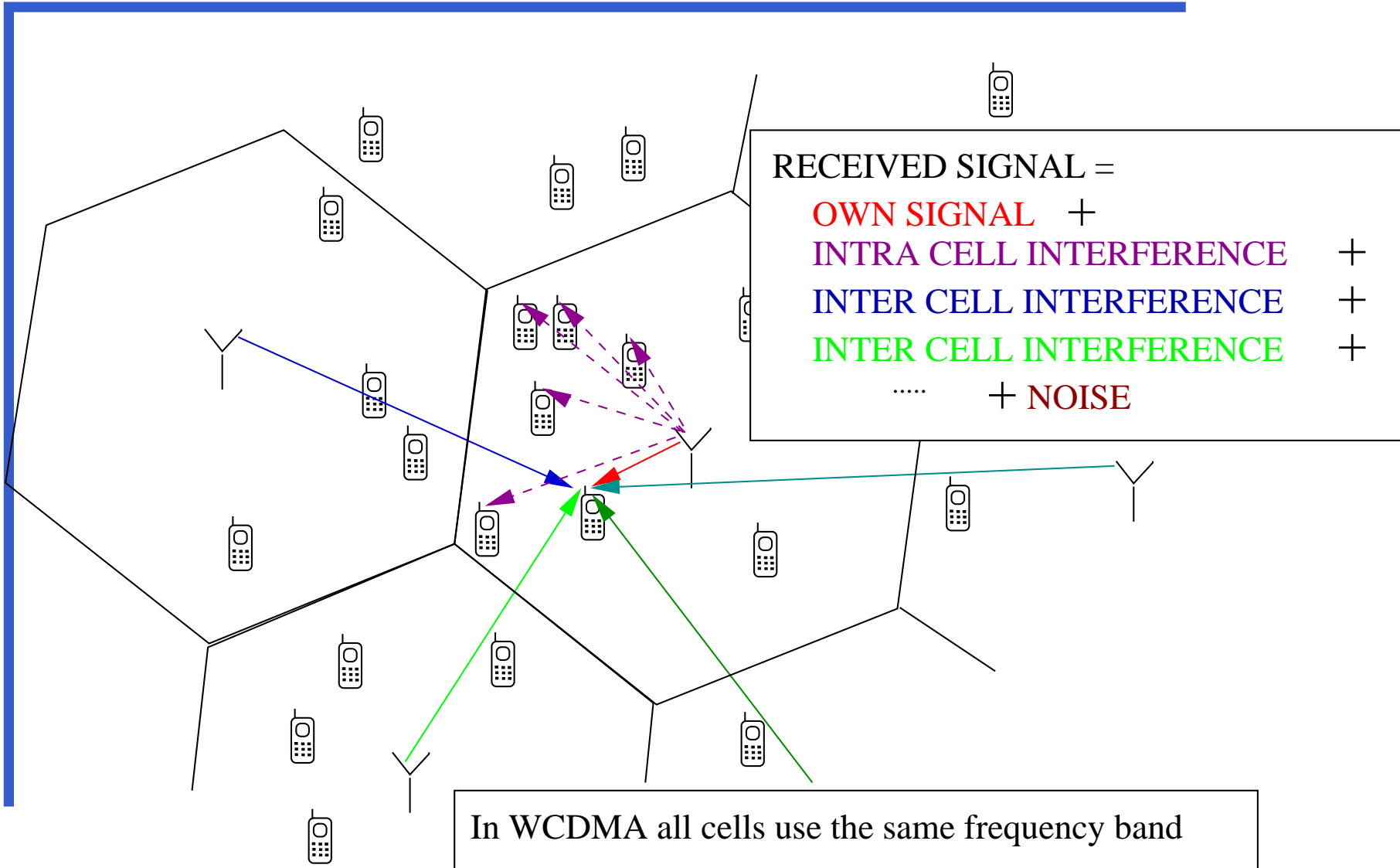
Nokia Oyj

- Työntekijöitä 65000 (+ lisäksi NSN 60000)
- Matemaatikkoja $N \gg 10$
 - Yliopisto matemaatikkoja
 - Insinööri matemaatikkoja
- Esimerkkejä (otoksena 20 tuttua)
 - Tutkimus: tulevaisuuden radiotekniikat
 - Tuotekehitys : algoritmien suunnittelu
 - Markkinointi : tilastollinen analysointi
- Oma tausta: DI (Matematiikka), TkT (Tilastollinen signaalinkäsittely)
- Nykyinen työ: vastaanotto algoritmien suunnittelu

Matemaatikot ja tietoliikenne

- Tietoliikenteellä tarkoitetaan tiedon välittämistä
 - Nykymäärityksen mukaan lähinnä digitaalista tiedosiirtoa
- Matemaatikot ovat tälläkin alalla olleet tärkeitä kehittäjiä
- Tietoliikenteen matemaattiset perusteoriat ovat
 - *Mathematical Theory of Communication*, C. Shannon
 - Kuinka hyvin tietoa voidaan periaatteessa pakata
 - Kuinka paljon tietoa voidaan periaatteessa siirtää virheettömästi tietyissä olosuhteissa
 - Signaaliteoria : Signaalit kuljettavat informaatiota

Langaton soluverkko



Esimerkki: Goldin jonot

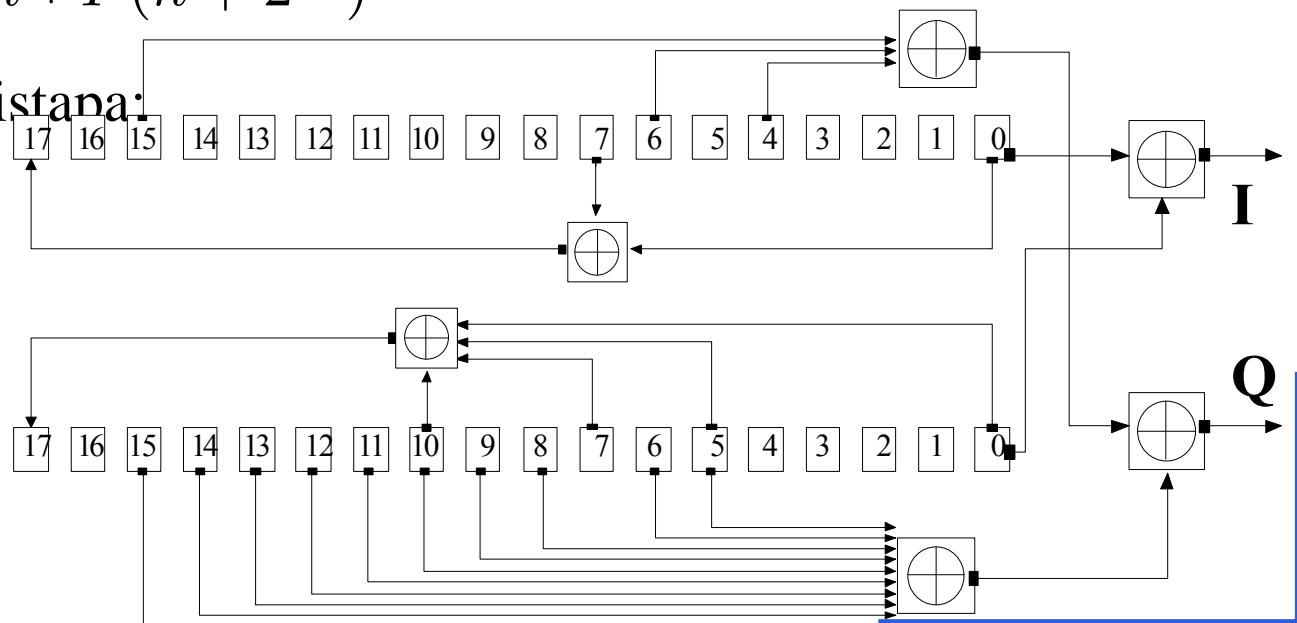
Käytetään 3G verkkojen tukiasemien erotteluun

- Matemaatikon lähestymistapa:

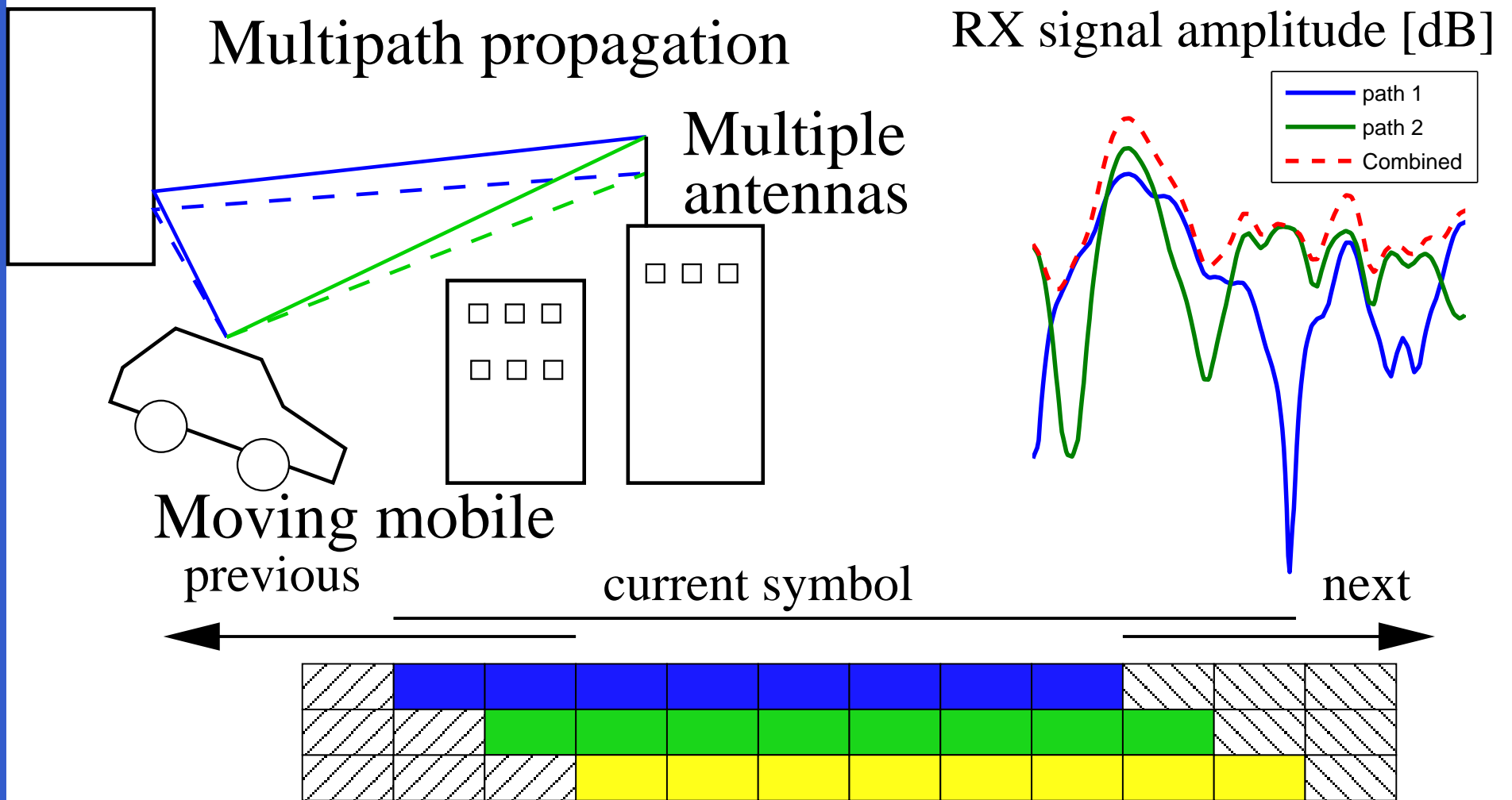
$P(n) = (-1)^{\text{Tr}(a^n + a^{5n})}$, missä $\text{Tr}: \text{GF}(2^{18}) \rightarrow \text{GF}(2)$ on jälkifunktio ja a kunnan $\text{GF}(2^{18})$ primitiivialkio, jolle $a^{18} + a^7 + 1 = 0$. Lopullinen kompleksinen jono

$$Z(n) = P(n) + i * P(n + 2^{17})$$

- Insinöörien lähestymistana:



Radiokanava



Radikanava on ajan, taajuuden ja tilan funktio.

Esimerkki: Kanavakorjain

Mikä on lähetetty signaali \mathbf{d} , jos vastaanotettua signaali, \mathbf{y} on

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{d} + \mathbf{n} \quad (1)$$

\mathbf{H} on kanavakonvoluutiomatriisi, \mathbf{n} kohina

- Mikä on optimaalinen ratkaisu, ML, MAP, ??
- Entä paras ratkaisu ottaen huomioon käytönnön reunaehdot: aika, kustannukset, äärelliset sananpituudet, muuttuva kanava
- Lineaarinen MMSE kanavakorjain

$$\mathbf{f} = \hat{\mathbf{R}}^{-1} \hat{\mathbf{h}} \quad (2)$$

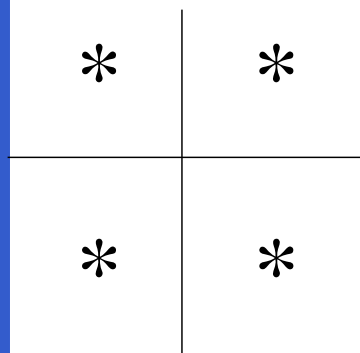
missä \mathbf{R} korrelaatiomatriisia voidaan estimoida esim $\hat{\mathbf{H}}^H \hat{\mathbf{H}} + \hat{\sigma}^2 \mathbf{I}$, ja $\hat{\mathbf{h}} = \hat{\mathbf{H}}(:, d)$ on kanavaestimaatti

Matematiikka kännykässä

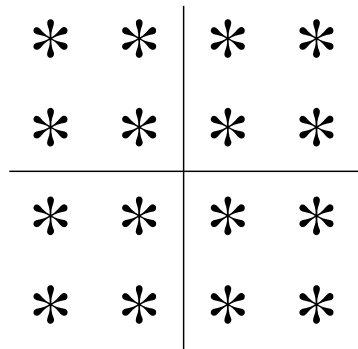
- Lukujonojen teoria
 - Radiotaajuuksien tehokas käyttö, Goldin jonot, Welchin jonot
- Lineaarialgebra, tilastollinen signaalikäsittely
 - Radiosignaalin vastaanotto
- Fast Fourier Transforms (FFT)
 - LTE, MPEG-4 pakkausten purkaminen
- Tasoprojektiot, trigonometria
 - 3D grafiikka ja GPS-vastaanotin: geometria
- Koodausteoria (Turbo-koodit, konvoluutiokoodit)
 - Virheenkorjaus

Towards more efficient usage of the spectrum

Higher data modulation



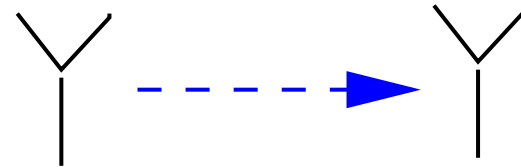
QPSK



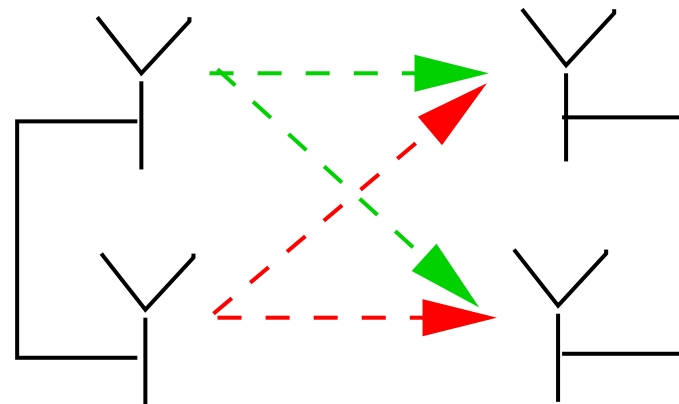
16QAM

Spatial multiplexing

SISO



MIMO

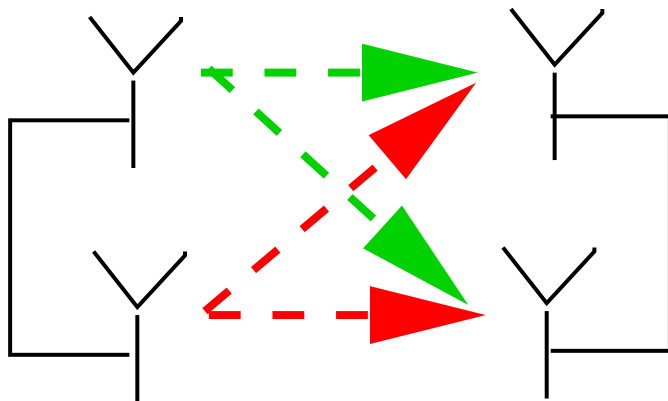


Problem: Sensitivity to noise, interference and estimation errors is increased

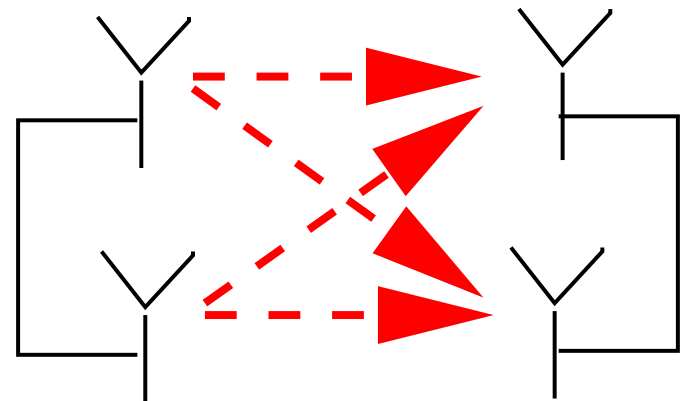
Spatial multiplexing (SM) MIMO

Multiple transmit antennas can be used to increase the data rate (spatial multiplexing) or to improve reliability (diversity techniques)

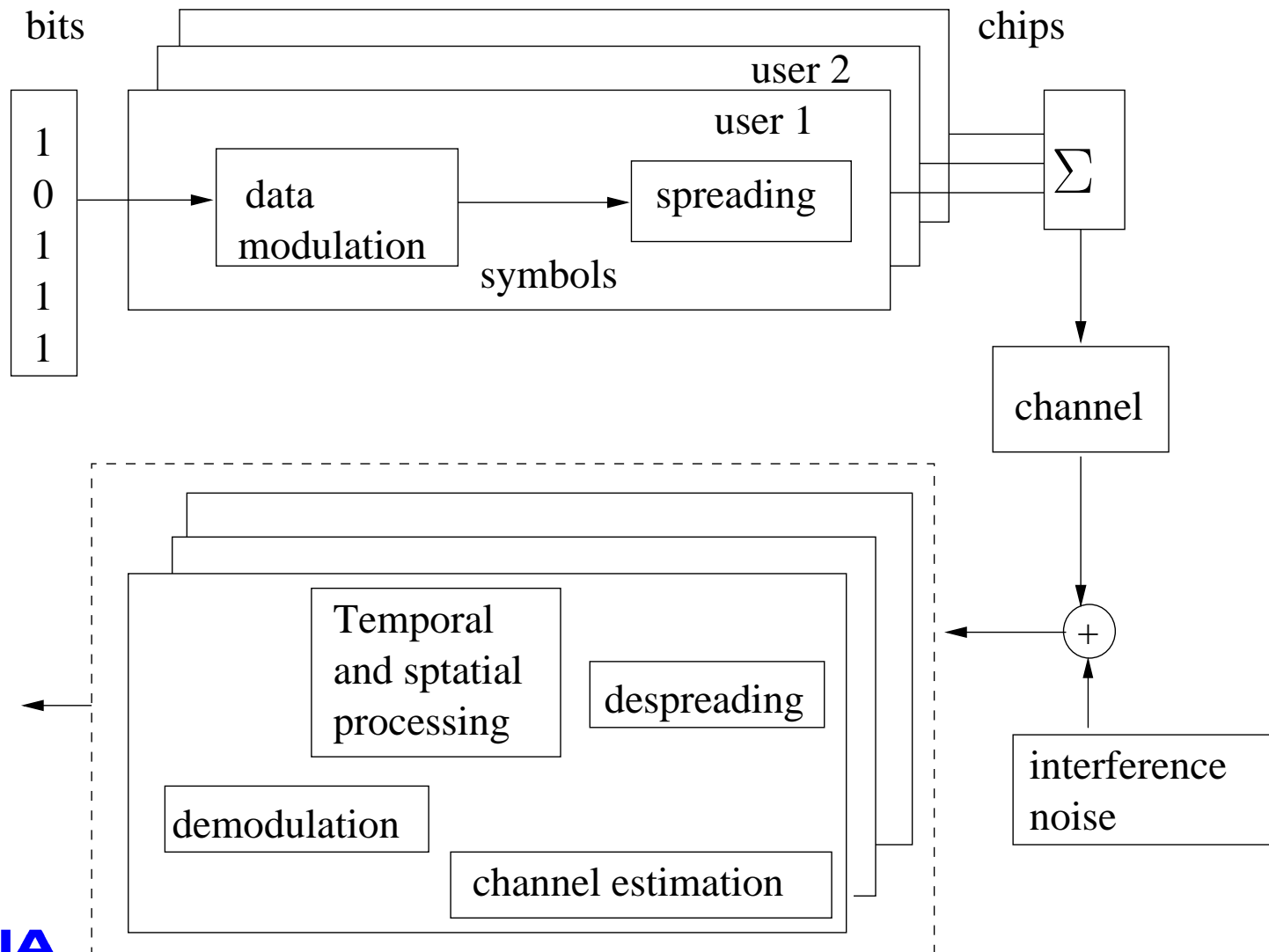
MIMO – SM



MIMO – DIVERSITY



Simple block diagram of WCDMA downlink



Yhteenveto

- Matematiikan ja fysiikan opinnoista on paljon iloa ja hyötyä myös teollisuudessa
 - Uusien asioiden omaksuminen on nopeaa kun perusteet kunnossa
- Matemaatikot ovat hyvä diversiteettisiä insinöörien maailmassa
 - erilainen näkökulma asioihin - uusia ratkaisujamalleja ongelmiin
 - teorian ymmärtämisestä on paljon iloaetenkin silloin kun oppikirjan algoritmi ei toimi niin



Kiitos

Kysymyksiä