



Vortrag zum Hauptseminar

Ein Überblick über MIMO- Systeme und deren Einsatzgebiete.

Alexander Simon, s1514488@inf.tu-dresden.de

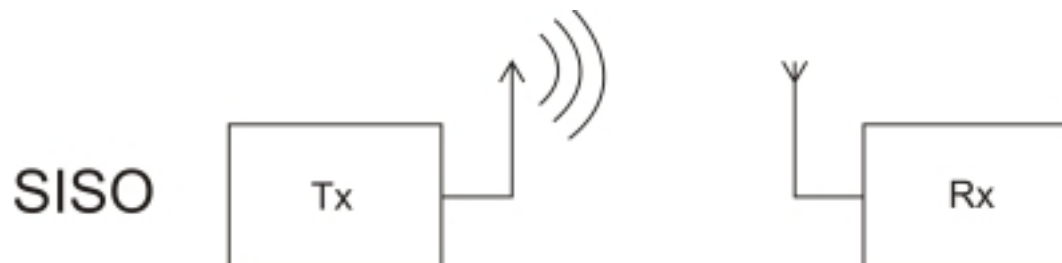
Dresden, 10.12.2008

Gliederung

1. Einleitung
2. MIMO - Systeme
3. Möglichkeiten der Übertragung
4. Beispiele von umgesetzten Systemen

Einleitung (1)

- einfachstes Übertragungsmodell ist Single Input / Single Output
- nutzbare Ressourcen: Frequenz, Zeit, Code
- Probleme:- überbrückbare Entfernung
 - Störungen auf dem Kanal
 - bspw.: Interferenzen, andere Signale
 - niedrige Übertragungsgeschwindigkeit



Einleitung (2)

Verbesserungen

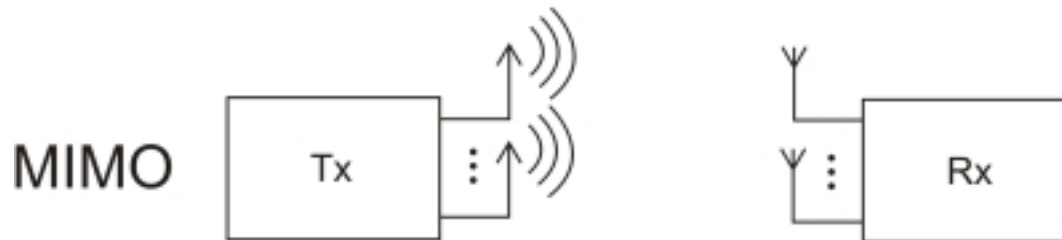
- Channel Bonding:- Kanäle werden zusammengefasst, um Bandbreite zu vergrößern
 - weniger Kanäle übrig
 - Störung der Nachbarkanäle
- MISO – Systeme:- mehrere Antennen empfangen ein Signal
 - Antenne, welche das Signal mit dem größtem SNR empfangen hat, wird zur Datenauswertung genutzt
- Beamforming:- Ausrichtung der Antennen, um bestmögliche Übertragung zu gewährleisten

MIMO - Systeme

- mehrere Sende- und Empfangsantennen
- resultierende Kanalmatrix:

$$H = \begin{pmatrix} h_{11} & \cdots & h_{1n_T} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{n_R 1} & \cdots & h_{n_R n_T} \end{pmatrix}$$

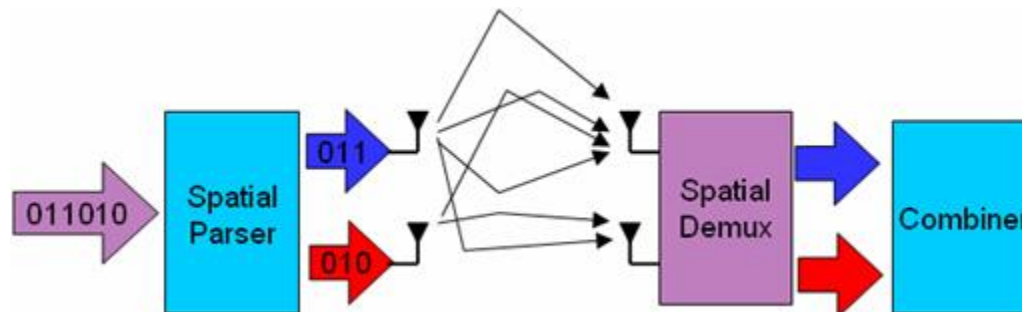
- führt zu $n_R * n_T$ Bitströmen – genauso großer Gewinn an Durchsatz
- nutzbare Ressourcen: Frequenz, Zeit, Code, Raum



Möglichkeiten der Übertragung (1)

Räumliches Multiplexen

- Signal wird in viele kleine Signale geteilt
- jeweils mit anderer Antenne versendet
- Anzahl der Streams wird durch die Anzahl der Antennen begrenzt
- Empfänger setzt diese wieder zusammen



Möglichkeiten der Übertragung (2)

Räumliches Multiplexen

- Vorteile:- höheres SNR
 - geringere Fehlerwahrscheinlichkeiten
 - höhere Datenraten
- Nachteile:- hoher HW-Aufwand
 - erhöhter Signalverarbeitungsaufwand
 - gesteigerte Leistungsaufnahme
 - Größe der Sender und Empfänger

Möglichkeiten der Übertragung (3)

Spatial Diversity

- einzelner Stream wird übertragen
- mittels Space-Time-Coding codiert
- Signal wird von jeder Antenne versendet
- Empfänger erhält mehrfach gleiches Signal

Möglichkeiten der Übertragung (4)

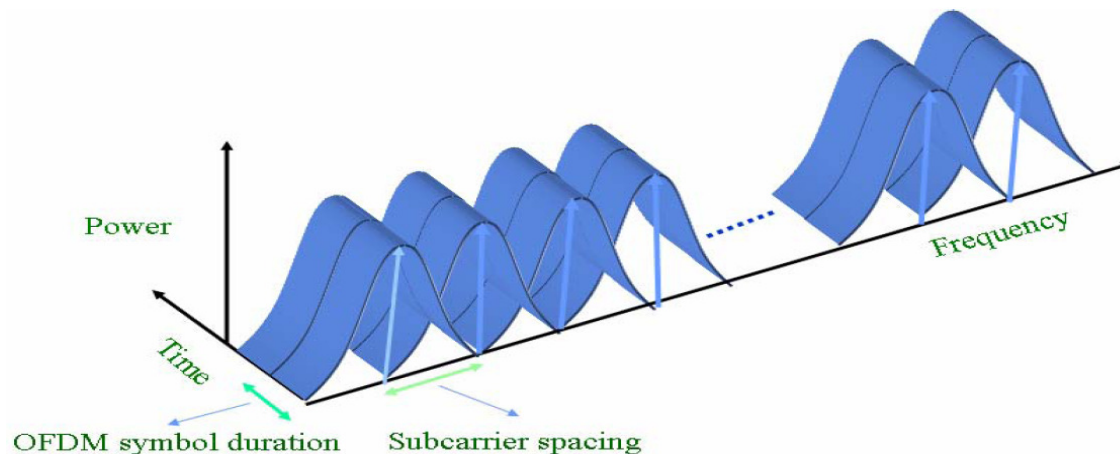
Spatial Diversity

- Vorteile:- fading einzelner Kanäle lässt sich auffangen
 - Übertragungswahrscheinlichkeit erhöht sich
 - Entfernung kann vergrößert werden
 - Erhöhung der Modulationsstufigkeit
- Nachteile:- erhöht nicht Übertragungsgeschwindigkeit

Möglichkeiten der Übertragung (5)

OFDM (orthogonal frequency division multiplexing)

- Modulationsverfahren
- mehrere orthogonale Trägersignale werden zur Modulation benutzt
- Nutzinformation wird in Einzelströme aufgeteilt, digital moduliert und anschließend auf je ein Trägersignal aufgemischt



Möglichkeiten der Übertragung (6)

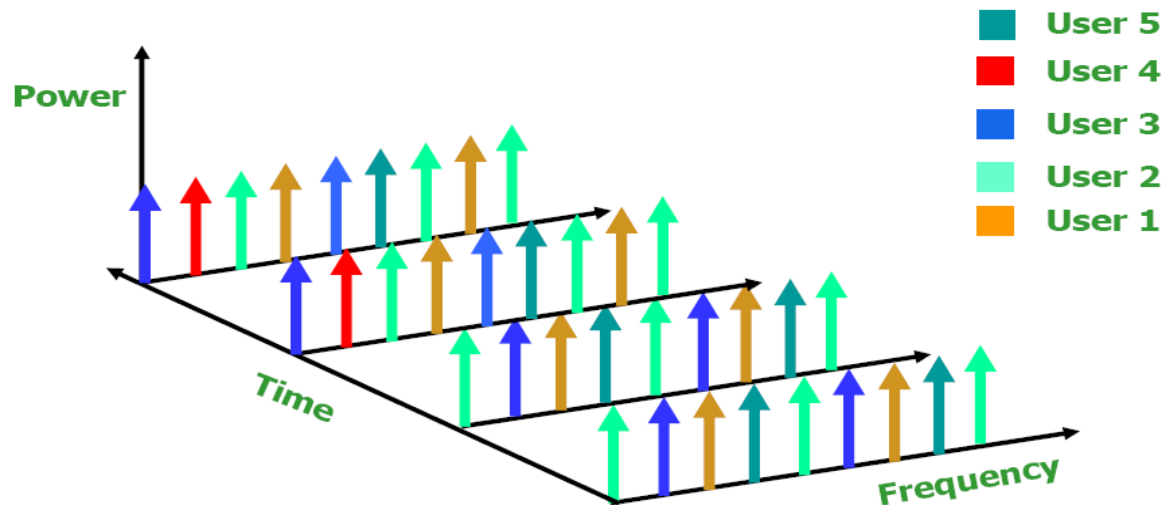
OFDM

- Vorteile:- Datenübertragung kann leicht auf den Kanal angepasst werden
 - höhere Fehlersicherheit bei der Übertragung
 - Verringerung von Auslöschungsfehlern
 - hohe spektrale Effizienz

Möglichkeiten der Übertragung (7)

OFDMA (orthogonal frequency division multiple access)

- beschreibt Mehrbenutzerzugriff
- Trägersignale können Benutzern zugeteilt werden (Frequenz und Zeit)



Umgesetzte Systeme (1)

IEEE 802.11n (WLAN)

- Einsatz von räumlichem Multiplexen, spatial Diversity, OFDM
- Steigerung der Kanalbreite auf 40MHz durch channel bonding
- kann im 2,4GHz oder 5GHz Frequenzbereich arbeiten
- maximal 150 Mbps (brutto) pro Stream
- insgesamt bis 600 Mbps (brutto)
- maximal 4 Antennen an Sender und Empfänger vorgesehen
- kompatibel zu 802.11b/g
- an dem Standard wird bereits seit 2004 gearbeitet
- Geräte bereits auf dem Markt mit n-Draft - "Standard"
- finale Version soll bis 2010 erscheinen

Umgesetzte Systeme (2)

IEEE 802.11n (WLAN) – Wie erreicht man 600 Mbps?

- ausgehend von 802.11g mit 54Mbps
- Erhöhung der Anzahl der Trägersignale auf 52 → 58,5 Mbps
- bessere Fehlerkorrektions-Codierung → 65 Mbps
- kürzere Sendeintervalle, von 800ns auf 400ns gesenkt → 72,2 Mbps
- 4 Antennen → 288,9 Mbps
- 40Mhz breite Kanäle, dadurch 108 Trägersignale und 150 Mbps pro Stream → 600Mbps mit 4 Antennen

- Nettodatenrate:- Overhead ist nur 25% im Gegensatz zu 54% bei 802.11g
 - ca. 112,5 Mbps pro Stream

Umgesetzte Systeme (3)

IEEE 802.11n (WLAN)

	802.11g	802.11n
finaler Standard	Juni 2003	noch nicht bekannt
Datenrate	54 Mbps	600Mbps
Frequenzband	2,4GHz	2,4GHz oder 5GHz
Anzahl der Streams	1	1,2,3 oder 4
Kanalbreite	20MHz	20MHz oder 40MHz

Umgesetzte Systeme (4)

3GPP LTE – Long Term Evolution

- Mobilfunkstandard, als Nachfolger von UMTS definiert
- Ziele:- Quality of Service verbessern
 - Datenrate vergrößern
 - Latenzen verringern
 - Einsatz günstiger Infrastruktur

Umgesetzte Systeme (5)

3GPP LTE – Long Term Evolution

- Einsatz von OFDM/OFDMA
- Datenraten von bis zu 300Mbps (down) und 75Mbps (up)
- Latenzen von unter 5ms
- flexibler Einsatz der Bandbreiten: 1.4, 3, 5, 10, 15 und 20 MHz
- maximal 4 Antennen an Empfänger und Sender
- Funktionen auch bei Geschwindigkeiten von bis zu 100 km/h

Literaturverzeichnis

- George Tsoulos: MIMO System Technology for Wireless Communications, 2006
- Jiangzhou Wang: Broadband Wireless Communications, 2001
- Broadcom: 802.11n: Next-Generation Wireless LAN Technology (Paper), 2006
- ETSI: Overview of the Current Status of 3GPP LTE, Feb. 2008
- David Gesbert, Marios Kountouris , Robert W. Heath Jr. , Chan-Byoung Chae , Thomas Sälzer: From Single User to Multiuser Communications: Shifting the MIMO Paradigm