

Informationstheorie

als Schlüssel zur optimalen Übertragungstechnik

Karlheinz Ochs und Aydin Sezgin

Lehrstuhl für Digitale Kommunikationssysteme



Lehrstuhl für
**Digitale
Kommunikationssysteme**

Fakultät für
Elektrotechnik und
Informationstechnik



Wozu Informationstheorie ?

Warum heutzutage
ein Kommunikationsingenieur ohne Informationstheorie
nie aus dem „Haus“ gehen sollte ...

Zunächst die kurze Fassung ...

Kurze Fassung

Kommunikationssysteme

- sind im ständigen Entwicklungsprozess
- Informationstheorie-basierte Systeme setzen sich klar durch

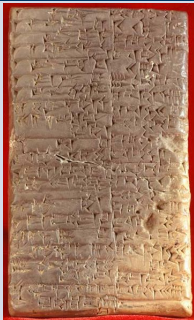
Wie kommt es aber, dass
viele Kommunikationsingenieure die Informationstheorie nicht
kennen?

Auf zur langen Fassung ...

Lange Fassung

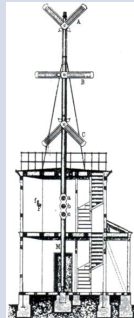
Einige Anfänge der technischen Kommunikation

Keilschrift



www.wikipedia.de

Optischer Telegraf



www.wikipedia.de

Lange Fassung

Klassische Kommunikation

funktionierte ohne Informationstheorie, ...



www.wikipedia.de

... weil die technische Machbarkeit im Vordergrund stand
... und Effizienz keine besondere Rolle spielte!

Lange Fassung

Der Paradigmenwechsel in 1948 ...

Shannon



A mathematical theory of communication 1948

www.wikipedia.de

Lange Fassung

Umbenennung der Arbeit von Shannon in

The mathematical theory of communication

Kritik der Ingenieure

- Arbeit ist zu mathematisch
- Arbeit ist nicht praktisch genug

Kritik der Mathematiker

- Arbeit ist nicht (mathematisch) präzise genug

Lange Fassung

Die nächsten 45 Jahre ...

Eine praktische Umsetzung von Shannons Resultat misslingt.

Einige Versuche

- Blockcodes, Faltungscodes usw. sind nicht genug genug
- Leistungsfähigkeit von LDPC codes (Gallager, MIT, 1968)
wegen mangelnder Rechenleistung nicht evaluierbar

Tenor

- „All codes are good, except those we know of“ Wozencraft-Jacobs
- „Coding is dead“ workshop, IEEE Communication Theory Workshop in St. Petersburg, Florida, April 1971

Lange Fassung

Zwischenbilanz der nächsten 45 Jahre ...

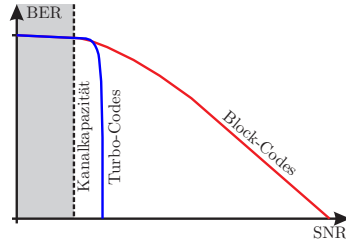
- Kanalkapazität gilt als praktisch unerreichbar
- Verwendung einer „praktischen“ maximalen Übertragungsrate (Cut-Off-Rate)
- Informationstheorie wird für tot erklärt
- einige auf dem Gebiet führende Wissenschaftler wenden sich ab

Übertragungssysteme werden weiterhin klassisch entworfen

Lange Fassung

Turbo-Codes

- 1993 vorgeschlagen
- einfaches Prinzip
- kommen sehr nahe an die Kanalkapazität



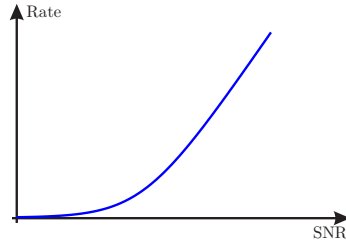
Forschungsgemeinschaft

- ist zunächst skeptisch
- versucht Turbo-Codes als fehlerhaft darzustellen
- erkennt, dass das Ergebnis richtig ist!

Lange Fassung

Paradigmenwechsel

- Industrie fordert optimale Übertragungstechnik
- Übertragungsrate als neues Gütekriterium
- führt zu einem tieferen Verständnis



LDPC-Codes

- LDPC-Codes werden wiederentdeckt
- Evaluation bei Rechenleistung heutiger Computer problemlos
- erreichen die Kanalkapazität
- **30 Jahre lang ungenutzt!**

Lange Fassung

Entwicklung nach 1993

- Informationstheorie-basierte Systeme setzen sich durch (3G, LTE, WiMAX, WLAN)
- 1995: Kapazität von Mehrantennensystemen im drahtlosen Bereich
- 2006: Kapazität des MIMO-Broadcast-Kanals
- 2006: Approximative Kapazitätsbestimmung des IC
- 2006: Interferenz-Alignment und Bestimmung der Kapazität von verschiedenen Netzwerken in erster Näherung

Umsetzung in Forschung und Lehre

Informationstheorie ist ein zentraler Aspekt im ganzheitlichen Ansatz des **Lehrstuhls für Digitale Kommunikationssysteme**

Ganzheitlicher Ansatz

Übertragungstechnik

- Wie lassen sich Übertragungssysteme entwerfen und synthetisieren?

Informationstheorie

- Was ist die maximal mögliche Rate für eine zuverlässige Übertragung?

Digitale Signalverarbeitung

- Was ist die optimale Verarbeitungsstrategie?

Programmierbare Hardware

- Wie kann das digitale Kommunikationssystem verifiziert werden?

Grenzen der Kommunikation bestimmen und erreichen!

Perspektive

Informationstheorie hält Einzug in andere Disziplinen

- Neurowissenschaft
- Molekularbiologie
- Signalverarbeitung
- Cloud Computing
- ...

Forschung im Informationszeitalter ist interdisziplinär

Informationstheorie als Schnittstelle
zwischen den verschiedenen Disziplinen?!

Plädoyer

Informationstheorie gehört ins Curriculum!