

Sensordatenverarbeitung

# HAUSAUFGABEN

(Wird fortlaufend ergänzt)

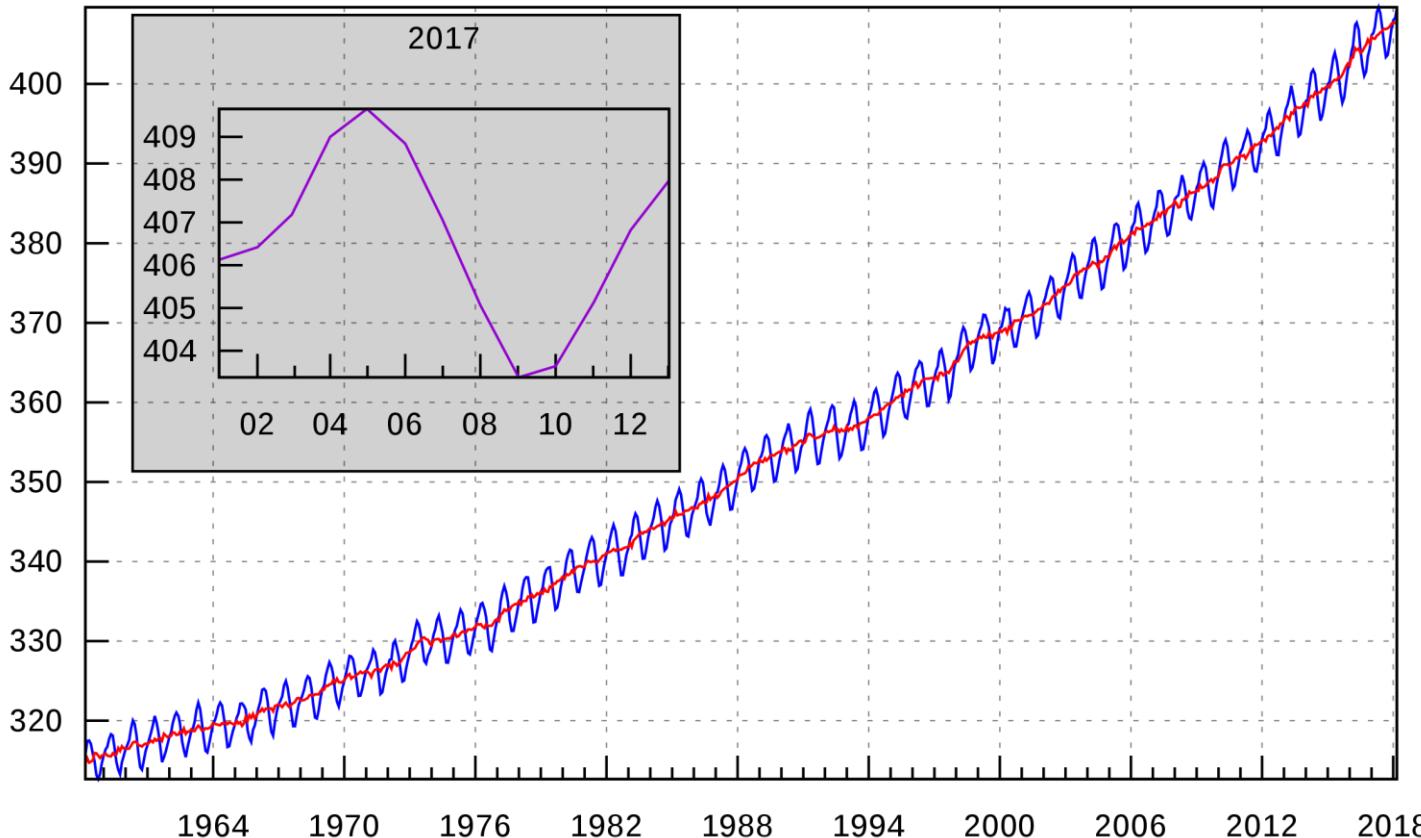
# 1. Einführung

bearbeiten bis 21.10.24

# Fragen

- Nenne 5 Sensoren aus Deinem Alltag die nicht in der Vorlesung gelistet sind, zusammen mit der Größe die sie messen.
- Formuliere in eigenen Worten, was ein Sensor ist.

- Diese Kurve zeigt die Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Luft über die Zeit von 1960 bis 2018. Interpretiere die Kurve und diskutiere bemerkenswerte Phänomene, die man aus den Sensordaten ableSEN kann



# 2. Datenaufnahme, Audio-Datenaufnahme

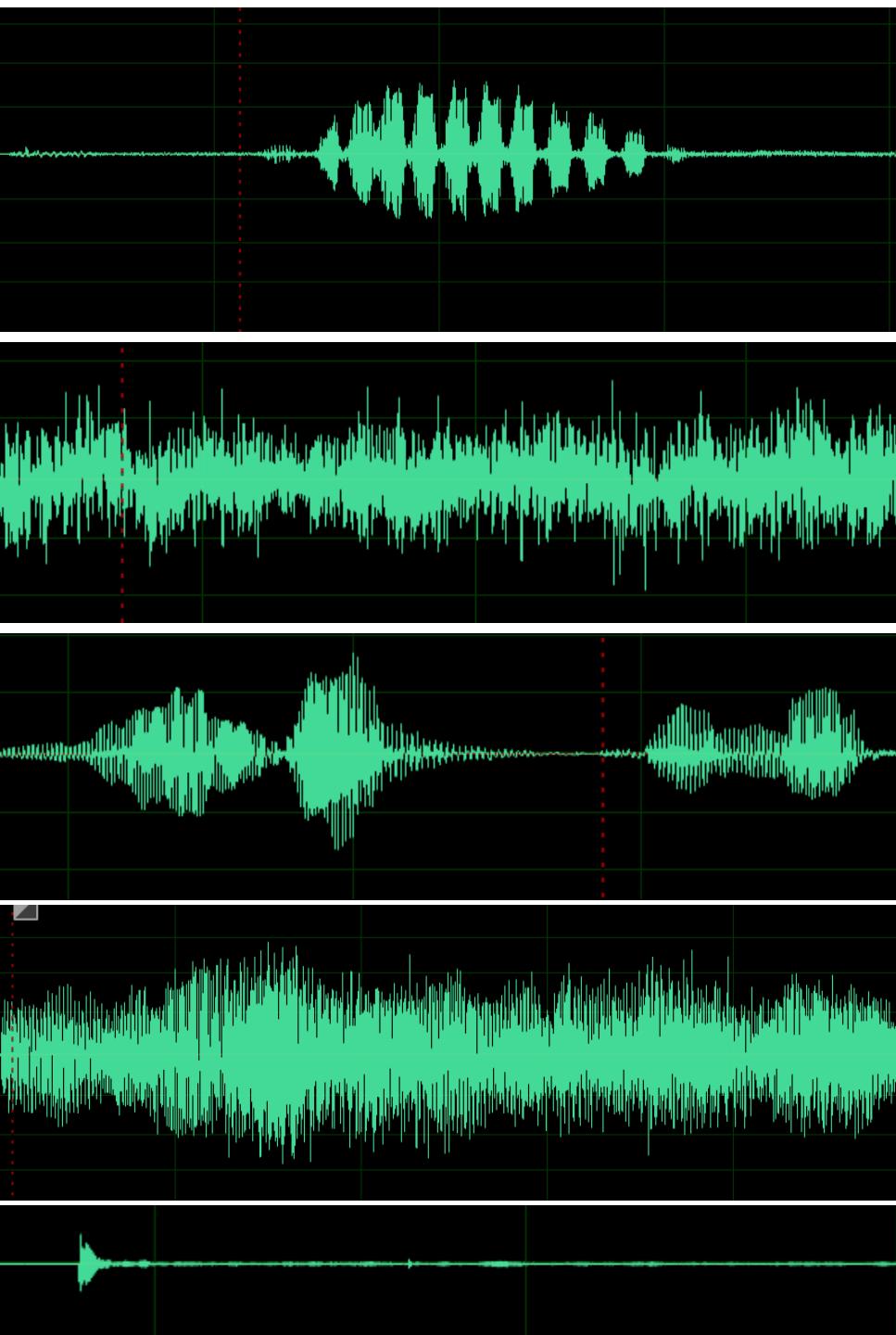
bearbeiten bis 27.10.24

- Nenne drei Informationen, die man aus einem Sprachsignal extrahieren könnte - gebe für jede der drei Beispiele an, welche Technologie dabei zum Einsatz kommt.

# Audio sehen

Ordne zu

- Tropfen in Höhle
- "Nun denn, dann..."
- Wind
- Mäh
- Musik



Was kann ich in den folgenden Situationen tun um ein möglichst gutes Audiosignal aufzunehmen? (Mikrofonwahl, Platzierung, Umgebung)

- Interview in einer Wohnung
- Laufgeräusche einer Turbine
- Gezwitscher einer seltenen Vogelart
- Wummern von Windkrafträdern
- Dialog vor einem Springbrunnen in einem Film
- Sprachinterface für ein Fahrradnavi
- Akustische Erkennung von Wildtieren im Wald

- Fledermäuse hören bis 200 KHz. Wie viel "Fledermausmusik" passt auf eine CD (700MB)?

# 3. Bild-Datenaufnahme

bearbeiten bis 3.11.24

# Was lief hier gut / schlecht?

- Testbild für eine Anlage die Äpfel auf Qualität kontrolliert
- Was ist hier gut?
- Was könnte man besser machen?



- Was wäre eine gute Beleuchtungs- / Aufnahmesituation für Qualitätskontrolle des Äußeren eines Automobils?



- Ein Förderband mit Gerste bewegt sich mit 0.1m/s. Eine Bildverarbeitung soll Fremdkörper entdecken. Welche Belichtungszeit ist sinnvoll?





Was ist bemerkenswert an diesem Bild?

Quelle: Süddeutsche Zeitung, Thomas Zimmermann

# 4 Farbe, Farbsegmentierung

bis 11.11.24

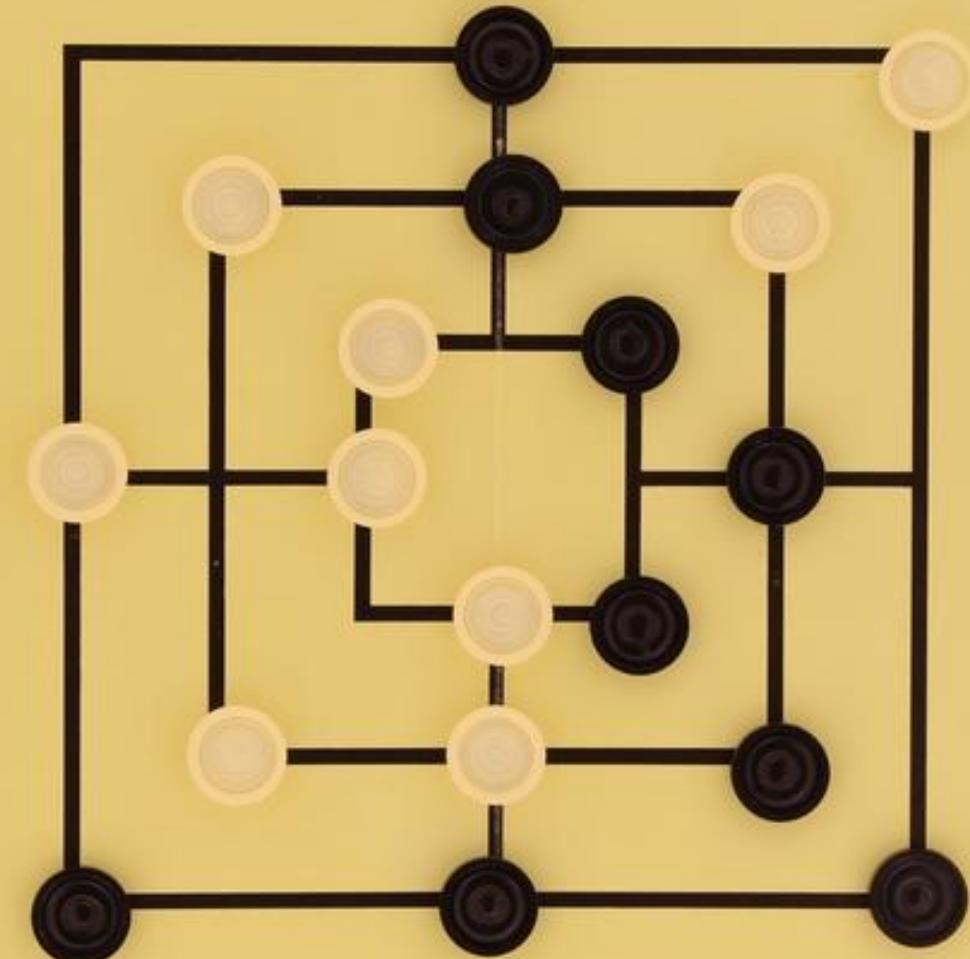


Die Würfel mit der jeweiligen Augenzahl  
sollen erkannt werden!

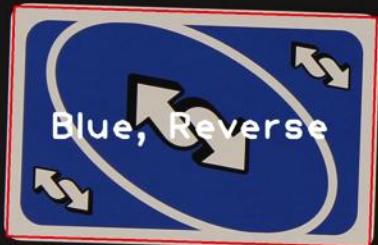
Was erwartest Du, das schief gehen  
könnte?



Der aktuelle Spielstand soll erkannt werden.



Der aktuelle  
Spielstand  
soll erkannt  
werden.



# 5. Koordinatensysteme, Bewegungsdatenaufnahme

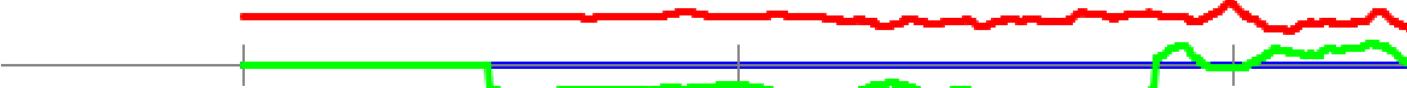
bearbeiten bis 18.11.24



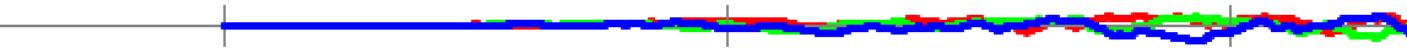
Schreibe die Transformationen  $T_{\text{Welt} \rightarrow \text{Vorname}}$ ,  $T_{\text{Welt} \rightarrow \text{Nachname}}$ ,  $T_{\text{Nachname} \rightarrow \text{Vorname}}$  als Matrizen mit Zahlen auf und prüfe deren Verknüpfungsformel!

- Hier ist der Anfang einer simulierten Achterbahnenfahrt aus der Sicht eines Inertialsensors. Wir wollen die Messwerte interpretieren.
- Drei Fragen als Tipp:
  - 1. Wo ist anfangs oben? (Accelerometer)
  - 2. Wie dreht sich der Sensor? (Gyrometer)
  - 3. Wie bewegt sich der Sensor (Translation)? (Accelerometer)

accelerometer

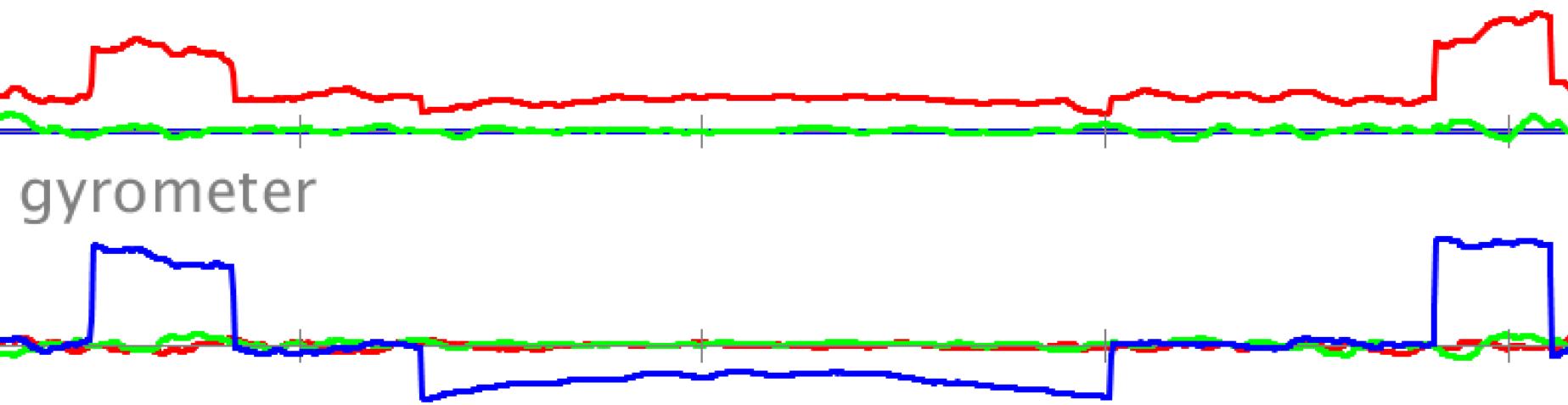


gyrometer



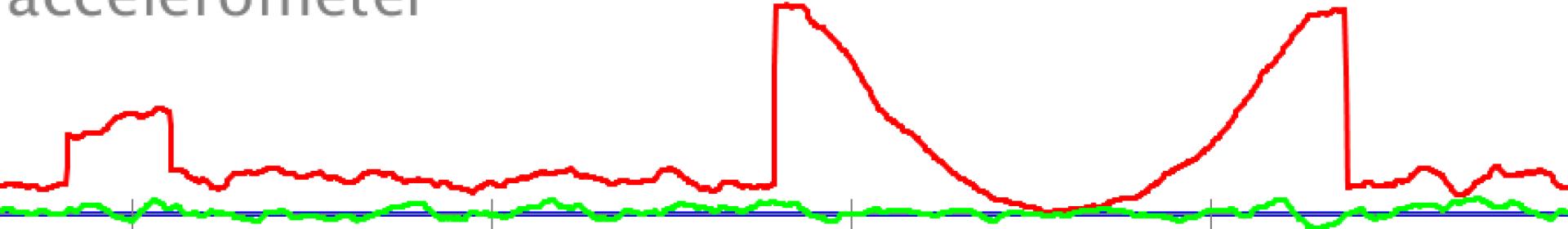
- Die Fahrt geht weiter. Was passiert hier?

accelerometer

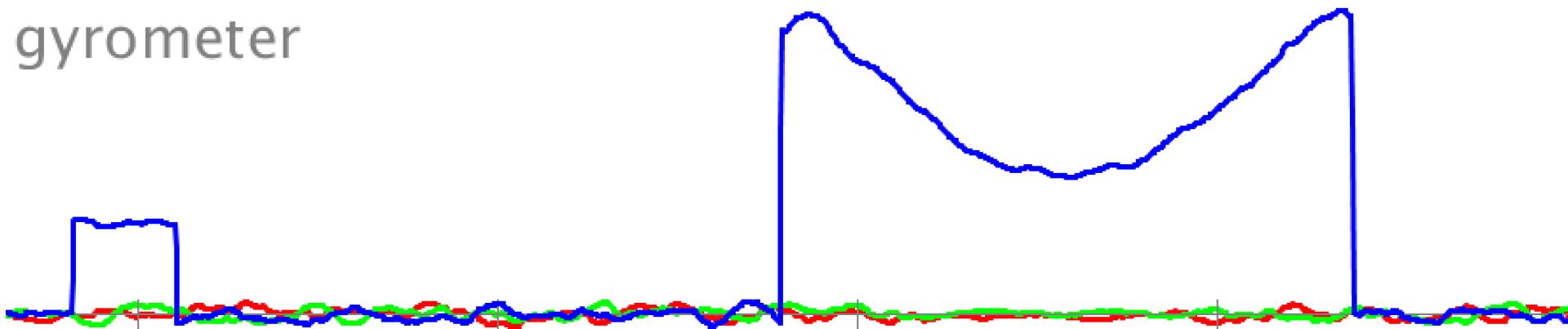


- Die Fahrt geht weiter. Was passiert hier?

accelerometer



gyrometer



# 6. Audiosignale, 1D- Frequenzraum

bearbeiten bis 25.11.24

- Bitte sdv-2406-hausaufgabe.pdf bearbeiten.

# 7. 2D-Frequenzraum, Filter

bearbeiten bis 2.12.24

- Was ist das Gemeinsame und der Unterschied? Fasse in Worte.

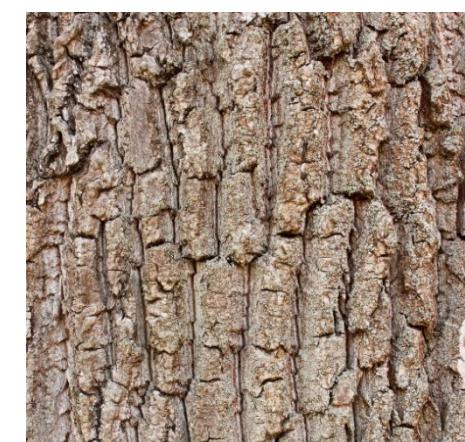
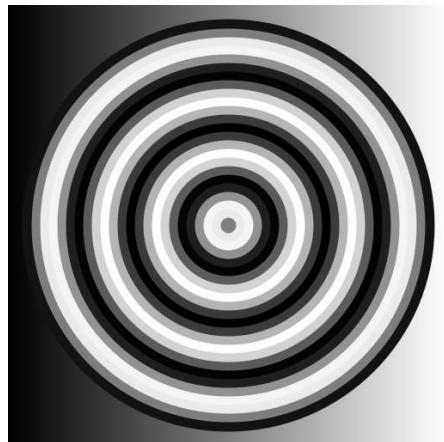
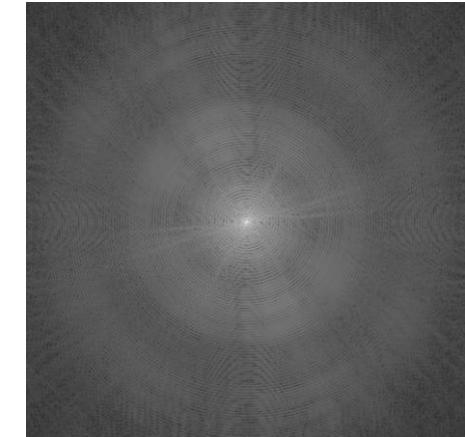
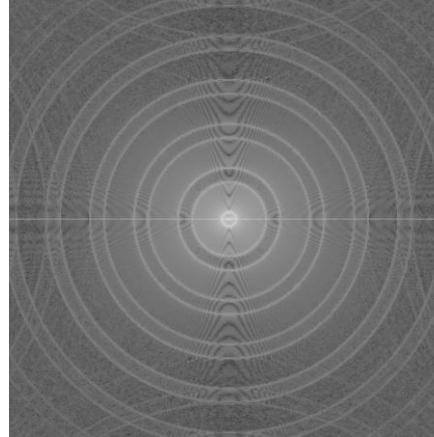
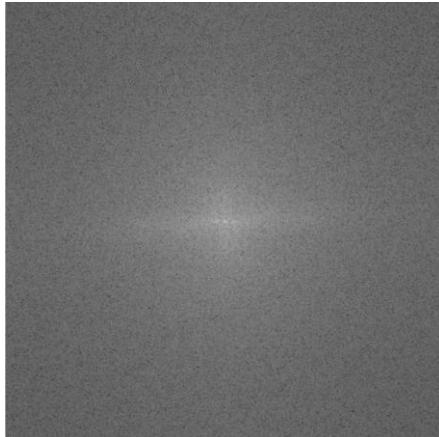
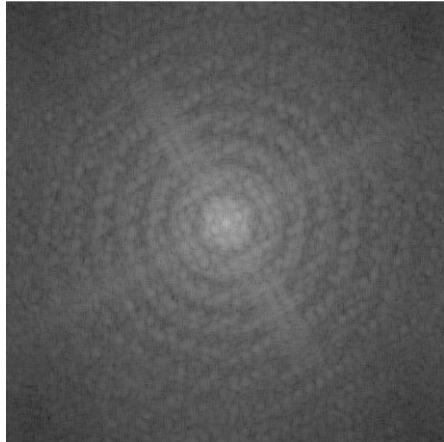
1D

$$X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-i\omega t} dt \quad x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(\omega)e^{i\omega t} d\omega$$

2D

$$X(\omega) = \iint_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-i\omega \cdot t} dt \quad x(t) = \frac{1}{(2\pi)^2} \iint_{-\infty}^{\infty} X(\omega)e^{i\omega \cdot t} d\omega$$

- Ordne die 2D-Fourierspektren den Bildern zu (mit Begründung)





$$\frac{1}{9} \cdot \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \end{array} \\ \cdot \\ \begin{array}{ccccc} 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 6 & 4 & 2 \\ 3 & 6 & 9 & 6 & 4 \\ 2 & 4 & 6 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \end{array} \end{array}$$

$$\frac{1}{81}$$

$$\frac{1}{9} \cdot \begin{array}{c} \begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 2 \\ 1 \end{array} \\ \cdot \\ \begin{array}{ccccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \end{array}$$

$$\frac{1}{9}$$

Ordne die Filter den Ergebnisbildern zu. U.U. hilft Vergrößerung.



# 8. Kanten, SdV-Paradigma, HoG

bearbeiten bis 9.12.24

- VL 8b
- Bitte durchführen und Ergebnis per email melden



- sdv-2208-repetitorium-440Hz-beep.wav
- Ein 440 Hz Ton, der periodisch 0.5s an und 0.5s aus ist.
  - „Beep Beep Beep“
  - Wir wollen dieses Signal erkennen...
- Denke Dir zuerst irgendeine Erkennungsmethode basierend auf den gelernten Verfahren aus
  - diese darf durchaus harte Entscheidungen treffen
- überlege nun, wie man die Methode verändern kann, so dass die harte Entscheidung erst am Ende getroffen wird

# Kantendetektion

## Modell für schräge Kanten

- Idealkante in Hessescher Normalform

$$0 = p + \cos \alpha \cdot x + \sin \alpha \cdot y$$

- Annahme die reale Kante im Bild ist ein linearer Helligkeitsverlauf von  $i_1$  nach  $i_0$  mit einer Breite von  $b$

- Helligkeit als Funktion des Punktes  $(x,y)$

$$i_{x,y} = \frac{i_0 + i_1}{2} + \underbrace{\frac{p + \cos \alpha \cdot x + \sin \alpha \cdot y}{b}}_d (i_1 - i_0)$$

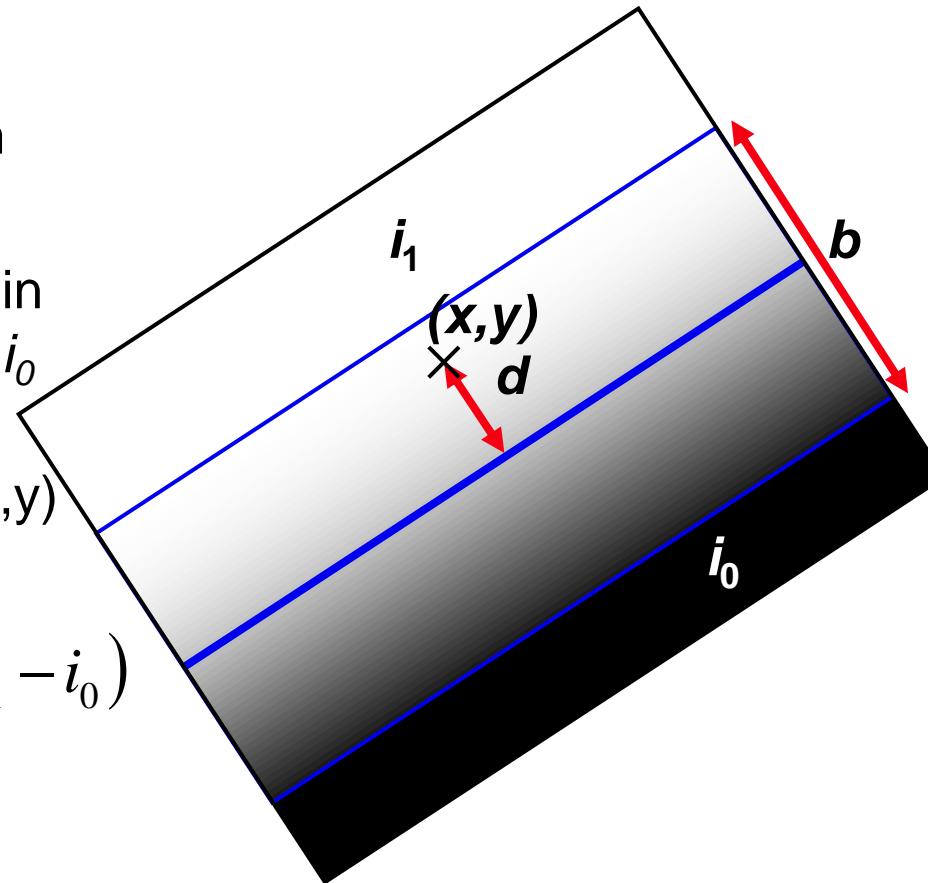
- Setze obige Formel in einen Sobel X bzw. Y – Filter ein und berechne

- $S_{x,y}^X, S_{x,y}^Y$

- $S_{x,y}^{len} = \sqrt{(S_{x,y}^X)^2 + (S_{x,y}^Y)^2}$

- $S_{x,y}^{dir} = atan2(S_{x,y}^Y, S_{x,y}^X)$

- Machen die Ergebnisse Sinn?



-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

# 9. Houghtransformation, Bewegungsmerkmale

bearbeiten bis 16.12.24

# 10. Merkmale, Frequenzmerkmale, Sprachmerkmale

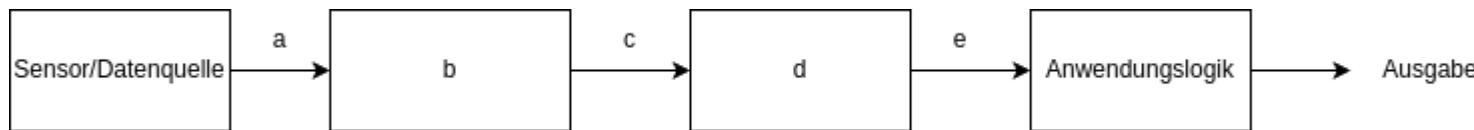
bearbeiten bis 6.1.25

11.

# Klassifizierungsalgorithmen

bearbeiten bis 13.1.24

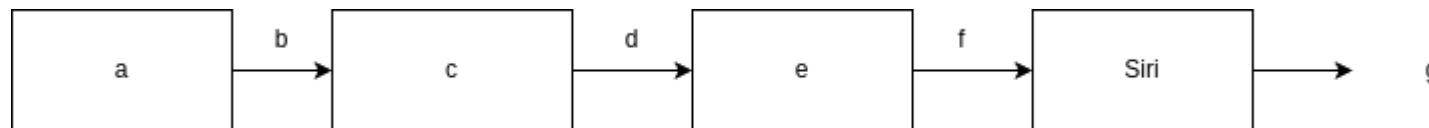
Für jedes Klassifikationsproblem gibt es einen allgemeinen Prozessablauf. Bitte vervollständigen Sie das folgende Prozessdiagramm. Die Pfeile stellen den Datenfluss dar, während die zentralen Blöcke (b und d, unten) die Schritte im Klassifikationsprozess darstellen.



- a:
- b:
- c:
- d:
- e:

Basierend auf dem oben dargestellten allgemeinen Prozessablauf, füllen Sie bitte den unten stehenden Prozessablauf (mit Beispielen) für den folgenden Anwendungsfall aus.

Sprachgesteuerte Assistenten wie Amazon Alexa oder Apple Siri hören auf die Befehle und/oder Anfragen des Besitzers des jeweiligen Smartphones, um eine Aktion ohne weitere menschliche Intervention auszuführen. Wenn eine Person sagt: „Hey Siri, bitte rufe meine Mutter an“, welchen Klassifikationsprozess würden Sie erwarten? Bitte geben Sie Ihre Antworten unten an.



a:

b:

c:

d:

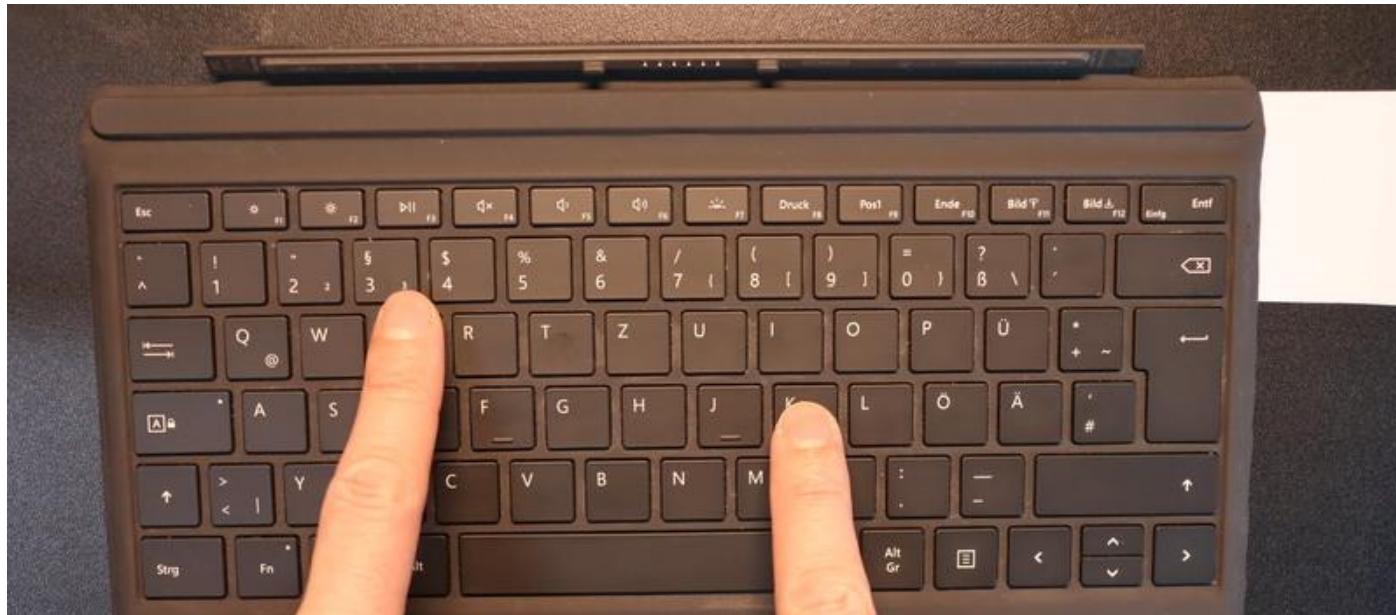
e:

f :

g:

# 12. Entwicklung und Evaluation von SdV-Systemen

bearbeiten bis 20.1.25



- Die Fingerspitzen sollen im Bild verfolgt werden
- Trennen der Finger von der Tastatur mit einem Helligkeitsschwellwert
- Opening um kleine Regionen (z.B. Buchstaben) zu entfernen
- zusammenhängende Regionen finden
- Fingerspitzenkoordinaten:  
Mittelwert der X-Koordinaten, Minimum der Y-Koordinaten



Sind hier Fehler? Wenn ja, welche? Welcher Kategorie gehören sie an (Anforderungen, Entwurf, Parameter, Implementierung)?

- Stürze sind besonders bei älteren Menschen ein großes Problem
- Ein Notrufknopf hilft oft, es sei denn die Person kann ihn nach dem Sturz nicht mehr betätigen
- Ein Inertialsensor könnte automatisch Stürze erkennen und Hilfe rufen
- Tabelle zeigt Daten aus [1] tlw. umgerechnet
- Jede Klassifikation bezieht sich auf einen 5min Abschnitt

	Sturz	kein Sturz
erkannt	15	270
nicht erkannt	5	4000

- Rechne die relevanten Metriken aus!
- Kommentiere das Ergebnis!

[1] Hu, Xin, et al. "Challenges in studying falls of community-dwelling older adults in the real world." 2017 IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP). IEEE, 2017.

# 13. Bayes-Ansatz, -Schätzer und -Filter

bearbeiten bis 27.1.25

# Beispiel Bayes-Schätzung

- Bei einem Glückspiel würfeln wir im Becher verdecken und sollen tippen, ob es eine 6 wird.
- Wir haben einen hochgradig illegalen Sensor unter dem Tisch mit nebenstehender Konfusionsmatrix:
- Der Sensor hat einen Wurf 4 mal gemessen und zwar
  - positiv, negativ, positiv, positiv.
- Modelliere nach der Bayes-Methode und berechne die Bayes Schätzung!

$$\hat{x} = \arg \max_x \prod_{i=1}^n P(Z_i = z_i | X = x) P(X = x)$$



	sechs	n. sechs
Sensor positiv	2/3	1/3
Sensor negativ	1/3	2/3



# Beispiel Bayes-Filter

- Bei einem Glückspiel würfeln wir im Becher verdecken und sollen tippen, ob es eine 6 wird.
- Wir haben einen hochgradig illegalen Sensor unter dem Tisch mit nebenstehender Konfusionsmatrix:
- Der Sensor hat einen Wurf 4 mal gemessen und zwar
  - positiv, negativ, positiv, positiv.
- Modelliere als Bayes-Filter und berechne die Schätzungen!

$$P(X_t = x_t | Z_{1..t} = z_{1..t}, U_{1..t} = u_{1..t}) \\ \propto \sum_{x_{t-1}} P(X_t = x_t | X_{t-1} = x_{t-1}, U_t = u_t) \cdot \\ P(Z_t = z_t | X_t = x_t) \cdot \\ P(X_{t-1} = x_{t-1} | Z_{1..t-1} = z_{1..t-1}, U_{1..t-1} = u_{1..t-1})$$



	sechs	n. sechs
Sensor positiv	2/3	1/3
Sensor negativ	1/3	2/3

