

Mensch-Maschine-Interaktion

M. Eng. Elektrotechnik

Klausur vom 6. Februar 2025: Beispiellösungen

Jörn Loviscach

Versionsstand: 8. Februar 2025, 12:23



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Germany License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

*Lösungen von ChatGPT o3-mini-high. Die Gedanken sind wirklich so unvollständig.
In Rot kommentiert von Jörn Loviscach.*

Gedanken

Der Benutzer bittet um eine vollständige LaTeX-Dokumentlösung. Ich habe bemerkt, dass es sich um eine Problemstellung handelt, die Graustufenbilder und deren Umkehrung betrifft. Die Aufgabe beinhaltet auch die Auswahl eines geeigneten Kurventyps aus drei gegebenen Variationen A, B und C, um einen gleichmäßigen Verlauf von Weiß nach Schwarz zu erreichen. Ich werde nun das Problem genauer untersuchen und die Auswahl sowie eine Begründung in ein LaTeX-Dokument umsetzen.

Die Kurven A, B und C sind wie folgt definiert:

- C: $y = \sqrt{1-x^2}$
- B: $y = 1 - x$
- A: $y = (1 - \sqrt{x})^2$

Die Frage bezieht sich auf die Auswahl einer Kurve zur Umkehrung eines Graustufenbildes, um eine gleichmäßige Wahrnehmung von Weiß nach Schwarz zu erreichen. Die Umwandlung von physikalischer Intensität in wahrgenommene Helligkeit folgt einer Annäherung an eine Potenzregel, die etwa einen Exponenten von 0,4 hat. Daher könnte die Gamma-Korrektur durch Kurve B eine gute Wahl sein.

Die Aufgabe verlangt nach einer Umkehrung der Grauwertverhältnisse, die einen gleichmäßigen Verlauf von Weiß nach Schwarz erzeugt. Hierbei muss ein funktionales Mapping berücksichtigt werden, das die nicht-lineare Verbindung zwischen physikalischer Intensität und wahrgenommener Helligkeit umkehrt. Gamma-Korrektur, die typischerweise auf einer 0,5-Potenzregel basiert, führt zu einer Umkehrkurve der Form $y = (1 - \sqrt{x})^2$, was Kurve A entspricht. Diese Kurve korrigiert die nichtlineare Wahrnehmung und sorgt für eine gleichmäßige Umkehrung der Graustufen.

Antwort auf Aufgabe 1

Die menschliche Wahrnehmung von Helligkeit reagiert nicht linear auf physikalische Intensitäten, sondern folgt ungefähr einer Potenzfunktion, oft mit der Quadratwurzel. Bei der Umkehrung der Grauwerte muss dieser nichtlineare Zusammenhang berücksichtigt werden. Die Funktion $y = (1 - \sqrt{x})^2$ kompensiert diesen Effekt, indem sie die Wurzelfunktion umkehrt und so die gewünschte lineare Wahrnehmung von Weiß nach Schwarz schafft. Eine lineare Umkehrung ($y = 1 - x$) würde diese Unterscheidung nicht berücksichtigen. Daher ist Kurve A die richtige Wahl.

1. Timer-Ereignis: Alle Minute werden neue Daten hinzugefügt. Stichworte: Sensorabfrage, Datenstruktur aktualisieren, Anzeige aktualisieren.
2. Radio-Button-Ereignis: Auswahl einer Kurve. Stichworte: Dataset ändern, UI aktualisieren, Graph neu zeichnen.
3. Slider-Ereignis: Zoom-Anpassung. Stichworte: Skalierung anpassen, Graph neu rendern.
4. Mouse-Hover-Ereignis: Werte anzeigen. Stichworte: Datenpunkt berechnen, Tooltip anzeigen.
5. Fenstergrößenänderung: Anpassung der Anzeige. Stichworte: Layout anpassen, Graph neu rendern.

Antwort auf Aufgabe 3

Der Trick im Aufnahmestudio nutzt das Konzept der wahrgenommenen Affordanz. Die Bedienelemente des Mischpults vermitteln den Eindruck von Kontrolle über den Sound, obwohl sie nicht tatsächlich verbunden sind. Dies erzeugt eine Illusion der Kontrolle, damit der Benutzer glauben kann, Einfluss zu nehmen. Dieser Trick ist eine Form der „Pseudo-Affordanz“. Nutzer, die technisch versiert sind, könnten die Täuschung jedoch durchschauen.

Antwort auf Aufgabe 4

1. Eingeschränktes Sichtfeld / FOV: VR hat ein engeres Sichtfeld als das natürliche menschliche Sichtfeld.
2. Auflösung und Pixeldichte: Sichtbare Pixel mindern die Realität.

-
3. **Bewegungsverzögerung / Latenz:** Verzögerung zwischen Kopfbewegung und Bildaktualisierung.
 4. **Fehlen von haptischem Feedback:** Taktiler Feedback fehlt.
 5. **Tiefenwahrnehmung:** Ungenaue räumliche Tiefe

Das Vergleichen von k-Nächsten Nachbarn (KNN) und einem künstlichen neuronalen Netz zu einem digitalen Modell des thermischen Verhaltens eines Gebäudes ergibt verschiedene Unterschiede:

1. **Trainingsphase:** KNN benötigt keine Trainingsphase, speichert Daten einfach, während neuronale Netze eine aufwändige Trainingsphase haben.
 2. **Generalisierungsfähigkeit:** NN kann besser generalisieren, während KNN eher lokal ist.
 3. **Berechnungsgeschwindigkeit:** KNN ist langsamer bei großen Datensätzen, das NN ist nach dem Training schneller.
 4. **Parameteranpassung:** KNN hat wenige Parameter, NN viele.
 5. **Datenmenge:** KNN benötigt weniger Daten, NN oft größere Datensätze.
1. **Verkehrsflussprognose:** Regression, Stichwörter: Zeitreihenanalyse, Prognosemodelle.
 2. **Unfallrisikobewertung:** Klassifikation, Stichwörter: Mustererkennung, Risikoprognose.
 3. **Segmentierung von Stadtteilen:** Clustering, Stichwörter: räumliche Daten, Hotspot-Identifikation.
 4. **Adaptive Ampelsteuerung:** Reinforcement Learning, Stichwörter: Belohnungssystem, simulierte Steuerung.
 5. **Verkehrsverhaltensanalyse:** Klassifikation, Stichwörter: Verhaltensmuster, Anomalieerkennung.

(a) **Verbrauchsverteilung:** Choroplethenkarte, Stichwörter: geographische Karte, Farbkodierung. (b) **Gruppierung von Haushalten:** Clusteranalyse, Stichwörter: Zeitreihen, Dendrogramm. (c) **Verbrauch pro Person:** Blasendiagramm, Stichwörter: geographische Karte, Farbkodierung. (d) **Statistische Verteilung pro Person:** Histogramm, Stichwörter: Verteilung, Boxplot. (e) **Unbekannte Zusammenhänge:** Scatterplot-Matrix, Stichwörter: Explorative Analyse, Korrelation.

1. **Verbesserte Übersicht:** Erleichtern die Orientierung.
2. **Visuelle Rückmeldung:** Zeigen an, dass eine Aktion abgeschlossen ist.
3. **Benutzerführung:** Fördern die Interaktivität und die Benutzererfahrung.

1. ****Ablenkung**

Lösungen

Aufgabe 1: Umkehrung von Grauwerte mit gleichmäßig wahrgenommenem Verlauf

Das menschliche Sehen reagiert nicht linear auf physikalische Lichtintensitäten, sondern ungefähr gemäß einer Potenzfunktion (etwa \sqrt{x}). Werden die originalen Grauwerte (proportional zur Lichtintensität) rein linear umgekehrt (z. B. mit $y = 1 - x$), so entsteht ein in der Wahrnehmung nicht gleichmäßiger Verlauf. Um diesen Effekt zu kompensieren, muss zunächst die nichtlineare Beziehung (hier modellhaft durch die Quadratwurzel angenähert) umgekehrt werden. Die Funktion

$$y = (1 - \sqrt{x})^2$$

bewirkt genau dies: Zuerst wird der Effekt der Quadratwurzel eliminiert und danach ein linearer Übergang von Weiß zu Schwarz erzielt. Daher ist **Kurve A** (die Funktion $y = (1 - \sqrt{x})^2$) die richtige Wahl.

Aufgabe 2: Ereignisarten in einer PV-Daten-Anzeige

Für das beschriebene Windows-Programm sind folgende fünf Event-Typen relevant:

- **Timer-Event:**
Stichwörter: periodische Aktualisierung, jede Minute neue Daten einfügen, erneutes Rendern der Grafik.
- **Radio-Button-Click-Event:**
Stichwörter: Auswahlwechsel der Datenkurve, Aktualisierung der angezeigten Datenreihe, UI-Feedback.
- **Slider-Change-Event:**
Stichwörter: Anpassung des Zoom-Faktors, Neuberechnung der Skalierung, sofortige Aktualisierung der Ansicht.
- **Mouse-Move/Hover-Event:**
Stichwörter: Erfassung der Mausposition, Berechnung des nächstliegenden Datenpunkts, Einblenden eines Tooltips mit Zahlenwerten.
- **Resize-/Paint-Event:**
Stichwörter: Anpassung der Darstellung bei Fenstergrößenänderung, Neuzeichnen der Achsen und Graphen, Reaktionsfähigkeit der Oberfläche.

Aufgabe 3: Der Trick im Aufnahmestudio und (Perceived) Affordances

In Aufnahmestudios wird gelegentlich ein nicht aktiv geschalteter Mischpultkanal genutzt, um dem Laien das Gefühl zu geben, dass bei Drehen der Regler tatsächlich der Sound verändert wird. Aus der Sicht der *Perceived Affordances* signalisiert der physische Regler – sein Aussehen, seine Haptik und Position – eine Funktion, obwohl in Wirklichkeit keine akustische Auswirkung stattfindet. Dieser Trick schafft eine Illusion von Kontrolle und Flexibilität, was den Forderungen des technisch unversierten Kunden entgegenkommt, ohne den eigentlichen Mix zu gefährden. Gleichzeitig können erfahrene Techniker so spontane, oft unbedachte Änderungswünsche abfedern, ohne den perfekten Klang zu verlieren. Somit spielt das Design hier mit den Wahrnehmungserwartungen, obwohl der Regler faktisch funktionslos ist.

„false affordance“?

Aufgabe 4: Unterschiede zwischen Virtual Reality und der realen Sinneswahrnehmung

Fünf prinzipielle Unterschiede sind:

- **Sichtfeld:**
Eingeschränktes Sichtfeld der VR-Brille versus breiteres, peripheres Sichtfeld im realen Leben.
- **Auflösung und Pixeldichte:**
Begrenzte Displayauflösung und sichtbare Pixel in VR versus kontinuierliche, hochauflösende visuelle Eindrücke in der Realität.
- **Latenz und Bewegungsverzögerung:**
Mögliche Verzögerungen zwischen Kopfbewegungen und Bildaktualisierung in VR, die im echten Raum nicht vorkommen.
- **Haptisches Feedback:**
Fehlende oder eingeschränkte taktile Rückmeldungen in VR gegenüber direkter Berührungserfahrung in der realen Welt.
- **Tiefen- und Raumwahrnehmung:**
Künstlich rekonstruierte Tiefenwirkung und Perspektive in VR, die oft nicht mit der natürlichen, komplexen Raumwahrnehmung übereinstimmen.

Bewegung
im Bild
≠
fland-
gerichts-
sinn

Wahrnehmung

Aufgabe 5: Vergleich von k-Nearest Neighbors und künstlichen neuronalen Netzen für ein Klimaanlagenmodell

Fünf Aspekte im Vergleich:

-
- **Trainingsphase und Lernaufwand:**
k-NN: Keine explizite Trainingsphase, direkte Speicherung der Daten.
KNN: Aufwändiges Training, iterative Anpassung der Gewichte.
 - **Generalisierungsfähigkeit:**
k-NN: Lokale Entscheidungsfindung, weniger robust gegenüber Ausreißern.
KNN: Fähigkeit zur Abstraktion und Generalisierung über komplexe Zusammenhänge.
 - **Rechenaufwand bei Vorhersagen:**
k-NN: Hohe Laufzeit bei großen Datensätzen (Abstandsberechnungen).
KNN: Schnelle Inferenz nach abgeschlossenem Training.
 - **Anzahl und Qualität der benötigten Daten:**
k-NN: Funktioniert auch mit kleineren Datenmengen, jedoch sensitiv gegenüber Rauschen.
KNN: Erfordert meist umfangreiche, gut aufbereitete Datensätze.
 - **Modellkomplexität und Interpretierbarkeit:**
k-NN: Einfaches, intuitives Prinzip, leicht nachvollziehbar.
KNN: Komplexe, oft als Black Box wahrgenommene Modelle, schwierig zu interpretieren.

Alles nicht auf die konkreten Anwendungen beziehen!

Aufgabe 6: Anwendungen von Maschinenlernen zur Verkehrsfussoptimierung in Smart Cities

Fünf konkrete Anwendungen:

- 1. Verkehrsdichteprognose:**
Kategorie: Regression
Stichwörter: Zeitreihenanalyse, kontinuierliche Vorhersage, Verkehrsaufkommen.
- 2. Unfallrisikobewertung:**
Kategorie: Klassifikation
Stichwörter: Mustererkennung, Gefahrenzonen, Risikoklassifizierung.
- 3. Segmentierung von Stadtteilen:**
Kategorie: Clustering
Stichwörter: räumliche Daten, Gruppierung ähnlicher Verkehrsverläufe, Hotspot-Identifikation.
- 4. Adaptive Ampelsteuerung:**
Kategorie: Reinforcement Learning
Stichwörter: Belohnungssystem, Echtzeitsteuerung, optimierte Phasenplanung.

5. Vorhersage von Geschwindigkeitsverläufen an Kreuzungen:

Kategorie: Regression

Stichwörter: kontinuierliche Schätzung, kritische Verkehrspunkte, dynamische Anpassung.

Aufgabe 7: Datenvisualisierung für städtische Haushaltsdaten

a) Verteilung des Gesamtverbrauchs auf Bezirke:

Stichwörter: Geografische Karte, Choroplethenkarte, farbkodierte Bezirksflächen, Hierarchie (Bezirke und Unterbezirke). *Wie?*

b) Gruppen mit ähnlichem Zeitverlauf:

Stichwörter: Cluster-Diagramm, Zeitreihenvergleich, Liniendiagramme gruppiert nach Clustern, Dendrogramm.

c) Verbrauch pro Person über das Stadtgebiet:

Stichwörter: Blasendiagramm oder Heatmap auf einer Karte, symbolische Darstellung, Größe/Farbintensität repräsentiert den Verbrauch.

d) Breite der statistischen Verteilung des Verbrauchs pro Person:

Stichwörter: Histogramm, Boxplot oder Violinplot, Darstellung von Streuung, Median, Quartile.

e) Unbekannte Zusammenhänge im Datensatz:

Stichwörter: Scatterplot-Matrix, Parallel Coordinates, Korrelationsmatrix, explorative Datenanalyse.

Aufgabe 8: Vor- und Nachteile von Animationen in grafischen Benutzeroberflächen

Positive Aspekte:

- *Erhöhte Aufmerksamkeit:* Animierte Elemente lenken den Blick gezielt auf wichtige Bereiche.
- *Verbessertes Feedback:* Animationen signalisieren dem Nutzer, dass eine Aktion registriert wurde (z. B. Übergänge, Ladeprozesse).
- *Erleichterte Navigation:* Fließende Übergänge helfen, Kontextwechsel und Veränderungen im Layout nachvollziehbar zu machen.

Negative Aspekte:

- *Potenzielle Ablenkung:* Übermäßige oder zu auffällige Animationen können vom eigentlichen Inhalt ablenken.

-
- Erhöhter *Ressourcenverbrauch*: Animationen können die Performance beeinträchtigen, insbesondere bei leistungsschwacher Hardware.

Aufgabe 9: Evaluation der Self-Checkout-Kassen – Vorteile und Nachteile verschiedener Methoden

a) Think-Aloud-Protokoll:

- *Vorteil*: Direkte, ausführliche verbale Rückmeldungen der Nutzer (qualitativ, nutzerzentriert).
- *Nachteil*: Verlangsamung der natürlichen Interaktion und erhöhter Auswertungsaufwand (zeitaufwendig, störend).

b) Cognitive Walkthrough:

- *Vorteil*: Frühe Identifikation von Usability-Problemen auf Basis von Expertenwissen (systematisch, präventiv).
- *Nachteil*: Fehlt die Einbeziehung realer Nutzer und kann subjektiv ausfallen (theoretisch, eingeschränkt).

c) Eye-Tracking:

- *Vorteil*: Objektive Erfassung der Blickbewegungen und visuellen Aufmerksamkeit (präzise, unbewusste Prozesse).
- *Nachteil*: Hoher technischer Aufwand und komplexe Dateninterpretation (aufwendig, kostenintensiv).

d) Logfile-Analyse:

- *Vorteil*: Erfassung großer, objektiver Nutzungsdaten in realen Einsatzsituationen (quantitativ, automatisiert).
- *Nachteil*: Fehlende Einblicke in die Intentionen und subjektiven Empfindungen der Nutzer (kontextarm, oberflächlich).

e) Standardisierte Usability-Fragebögen (z. B. SUS):

- *Vorteil*: Schnelle, vergleichbare und standardisierte Bewertung der Nutzerzufriedenheit (benchmarking, einfach).
- *Nachteil*: Begrenzte Tiefe und subjektive Verzerrungen bei der Einschätzung (generisch, ungenau).

Aufgabe 10: Statistische Tests in der Usability-Evaluation

a) Vorher-Nachher-Vergleich derselben Gruppe:

Stichwort: **gepaarter t-Test** (bei Normalverteilung alternativ Wilcoxon-Test).

Nicht - !!!

Kein Bezug zur Anwendung!

-
- b) Vergleich der Fehlerhäufigkeiten mit einer theoretischen Verteilung:**
Stichwort: Chi-Quadrat-Test.
- c) Unterschied der Bearbeitungszeit zwischen zwei Gruppen:**
Stichwort: t-Test für unabhängige Stichproben.
- d) Bewertung von drei Interface-Designs:**
Stichwort: ANOVA (Varianzanalyse).
- e) Abweichung des Mittelwerts einer 5-Punkte-Likert-Skala vom Wert 3:**
Stichwort: Ein-Stichproben t-Test (unter Annahme intervallskalierter Daten).