Sitzung 28

Schätzen und Testen (3)

Sitzung *Mathematik für Ingenieure C4: INF* vom 3. August 2020

Wigand Rathmann

Lehrstuhl für Angewandte Analysis
Department Mathematik
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)

Fragen

Schätzen und Testen

Leitfragen

- Wie können aus einer Stichprobe Kenngrößen einer Verteilung geschätzt werden?
- Wie könnnen Parameter in einer Verteilung geschätzt werden?
- Entspricht die Schätzung unseren Erwarungen

Ziel dieses Themas

1. Sie erkennen den Zusammenhang zwischen beschreibender und schließender Statistik.
2. Sie können den Unterschied zwischen **Schätzer** und **Schätzung** erklären. Schätzung ist instanz eines schätzers
3. Sie können den Maximum-Likelihood-Schätzer anwenden.
4. Sie können Hypothesentests anwenden.

punktschätzungenkonfiden

https://www.studon.fau.de/vote/RH28

https://www.studon.fau.de/xlvo3210029.html

Beispiel 11.1

Typische Fragestellen sind:

- Ist der Erwartungswerte μ einer normalverteilten Grundgesamtheit gleich einem Wert μ_0.
- Ist der Erwartungswerte μ einer normalverteilten Grundgesamtheit größer oder kleiner einem Wert μ_0. konf. intervall
- Ist die Grundgesamtheit entsprechend einer gegebenen Verteilung verteilt?
- Besitzen zwei verschiedenen Grundgesamtheiten den gleichen Erwartungswert?

Hypothesentests

Eine **Hypothese** H wird mittels **statistischem Test**, (auch statische Prüfverfahren, Tests) überprüft. Die Aufgabe ist, die Hypothese aufgrund einer konkreten Stichprobe anzunehmen oder abzulehnen.

Die Hypothese H heißt **Nullhypothese** H_0, wenn noch andere Hypothesen oder **Alternativhypothesen** aufgestellt werden können.

Hypothesentests

Eine **Hypothese** H wird mittels **statistischem Test**, (auch statische Prüfverfahren, Tests) überprüft. Die Aufgabe ist, die Hypothese aufgrund einer konkreten Stichprobe anzunehmen oder abzulehnen.

Die Hypothese H heißt **Nullhypothese** H_0, wenn noch andere Hypothesen oder **Alternativhypothesen** aufgestellt werden können.

z.B. H_0: E(X)=mu_0alternati

Beispiel 11.2

Bei der Fertigung von Wellen sein ein Nennmaß vbon 4 mm vorgeschrieben. Von der Maschinen sei bekannt, dass sie mit einer Standardabweichung von $\sigma = 0,003$ mm fertigt. Nach einiger Zeit soll anhand einer Stichprobe mit $n = 25$ geprüft werden, ob die Maschine neu eingestellt werden muss. Das Messprotokoll ergibt $\bar{x} = 4,0012$ mm. Wie muss nun gehandelt werden?

Folgerungen aus dem Beispiel

Mögliche Entscheidungen

+ H_0 wird nicht abgelehnt: Die Abweichung des Mittelwertes ist gering und wird als zufällig angenommen.
- H_0 wird abgelehnt: Die Abweichung des Mittelwertes ist so groß, dass die konkrete Stichprobe anscheinend nicht zur Grundgesamtheit X gehört. Die auftretende Abweichung wird dann als **signifikant** oder **statistisch gesichert** bezeichnet.

Frage

Wie wird eine Schranke c für die Entscheidung gefunden?

Beispiel 11.2

Bei der Fertigung von Wellen sein ein Nennmaß vbon 4 mm vorgeschrieben. Von der Maschinen sei bekannt, dass sie mit einer Standardabweichung von $\sigma = 0,003$ mm fertigt. Nach einiger Zeit soll anhand einer Stichprobe mit $n = 25$ geprüft werden, ob die Maschine neu eingestellt werden muss. Das Messprotokoll ergibt $\bar{x} = 4,0012$ mm. Wie muss nun gehandelt werden?

Folgerungen aus dem Beispiel

Mögliche Entscheidungen

+ H_0 wird nicht abgelehnt: Die Abweichung des Mittelwertes ist gering und wird als zufällig angenommen.
- H_0 wird abgelehnt: Die Abweichung des Mittelwertes ist so groß, dass die konkrete Stichprobe anscheinend nicht zur Grundgesamtheit X gehört. Die auftretende Abweichung wird dann als **signifikant** oder **statistisch gesichert** bezeichnet.

Frage

Wie wird eine Schranke c für die Entscheidung gefunden?

Beispiel 11.2

Bei der Fertigung von Wellen sein ein Nennmaß vbon 4 mm vorgeschrieben. Von der Maschinen sei bekannt, dass sie mit einer Standardabweichung von $\sigma = 0,003$ mm fertigt. Nach einiger Zeit soll anhand einer Stichprobe mit $n = 25$ geprüft werden, ob die Maschine neu eingestellt werden muss. Das Messprotokoll ergibt $\bar{x} = 4,0012$ mm. Wie muss nun gehandelt werden?

Folgerungen aus dem Beispiel

Mögliche Entscheidungen

- \+ H_0 wird nicht abgelehnt: Die Abweichung des Mittelwertes ist gering und wird als zufällig angenommen.
- \- H_0 wird abgelehnt: Die Abweichung des Mittelwertes ist so groß, dass die konkrete Stichprobe anscheinend nicht zur Grundgesamtheit X gehört. Die auftretende Abweichung wird dann als **signifikant** oder **statistisch gesichert** bezeichnet.

Frage

Wie wird eine Schranke c für die Entscheidung gefunden?

Beispiel 11.2

Bei der Fertigung von Wellen sein ein Nennmaß vbon 4 mm vorgeschrieben. Von der Maschinen sei bekannt, dass sie mit einer Standardabweichung von $\sigma = 0,003$ mm fertigt. Nach einiger Zeit soll anhand einer Stichprobe mit $n = 25$ geprüft werden, ob die Maschine neu eingestellt werden muss. Das Messprotokoll ergibt $\bar{x} = 4,0012$ mm. Wie muss nun gehandelt werden?

Folgerungen aus dem Beispiel

Mögliche Entscheidungen

+ H_0 wird nicht abgelehnt: Die Abweichung des Mittelwertes ist gering und wird als zufällig angenommen.
- H_0 wird abgelehnt: Die Abweichung des Mittelwertes ist so groß, dass die konkrete Stichprobe anscheinend nicht zur Grundgesamtheit X gehört. Die auftretende Abweichung wird dann als **signifikant** oder **statistisch gesichert** bezeichnet.

Frage

Wie wird eine Schranke c für die Entscheidung gefunden?

Beispiel 11.2

Bei der Fertigung von Wellen sein ein Nennmaß vbon 4 mm vorgeschrieben. Von der Maschinen sei bekannt, dass sie mit einer Standardabweichung von $\sigma = 0,003$ mm fertigt. Nach einiger Zeit soll anhand einer Stichprobe mit $n = 25$ geprüft werden, ob die Maschine neu eingestellt werden muss. Das Messprotokoll ergibt $\bar{x} = 4,0012$ mm. Wie muss nun gehandelt werden?

Folgerungen aus dem Beispiel

Mögliche Entscheidungen

+ H_0 wird nicht abgelehnt: Die Abweichung des Mittelwertes ist gering und wird als zufällig angenommen.
- H_0 wird abgelehnt: Die Abweichung des Mittelwertes ist so groß, dass die konkrete Stichprobe anscheinend nicht zur Grundgesamtheit X gehört. Die auftretende Abweichung wird dann als **signifikant** oder **statistisch gesichert** bezeichnet.

Frage

Wie wird eine Schranke c für die Entscheidung gefunden?

Beispiel 11.2

Bei der Fertigung von Wellen sein ein Nennmaß vbon 4 mm vorgeschrieben. Von der Maschinen sei bekannt, dass sie mit einer Standardabweichung von $\sigma = 0,003$ mm fertigt. Nach einiger Zeit soll anhand einer Stichprobe mit $n = 25$ geprüft werden, ob die Maschine neu eingestellt werden muss. Das Messprotokoll ergibt $\bar{x} = 4,0012$ mm. Wie muss nun gehandelt werden?

Folgerungen aus dem Beispiel

Mögliche Entscheidungen

+ H_0 wird nicht abgelehnt: Die Abweichung des Mittelwertes ist gering und wird als zufällig angenommen.
- H_0 wird abgelehnt: Die Abweichung des Mittelwertes ist so groß, dass die konkrete Stichprobe anscheinend nicht zur Grundgesamtheit X gehört. Die auftretende Abweichung wird dann als **signifikant** oder **statistisch gesichert** bezeichnet.

==> neu einstellen der maschine

Frage

Wie wird eine Schranke c für die Entscheidung gefunden?

Idee zum Wählen von c

- Ein Wert α ($0 < \alpha < 1$) wird gewählt.
- c wird so bestimmt, dass die Wahrscheinlichkeit für den Betrag des Abweichens der ZV $\bar{X}$ vom Nennmaß um mindestens c gerade die Wahrscheinlichkeit α beträgt, wenn H_0 richtig ist. D.h.:

$$P\left(|\bar{X} - \mu| \geqslant c | H_0\right) = \alpha. \tag{1}$$

α wird als **Irrtumswahrscheinlichkeit** oder auch **Signifikanzniveau** bezeichnet. Üblich ist die Wahl $\alpha = 0{,}05; 0{,}01; 0{,}001$. Aus α wird die Schranke c bestimmt und somit der **Ablehnungsbereich** (**kritischer Bereich**) K für die Nullhypothese H_0 gewonnen.

Idee zum Wählen von c

- Ein Wert α ($0 < \alpha < 1$) wird gewählt.
- c wird so bestimmt, dass die Wahrscheinlichkeit für den Betrag des Abweichens der ZV $\bar{X}$ vom Nennmaß um mindestens c gerade die Wahrscheinlichkeit α beträgt, wenn H_0 richtig ist. D.h.:

$$P\left(|\bar{X} - \mu| \geqslant c | H_0\right) = \alpha. \tag{1}$$

wenn H_0 wahr ist: wie wahrscheinlich ist, dass X-mu>

α wird als **Irrtumswahrscheinlichkeit** oder auch **Signifikanzniveau** bezeichnet. Üblich ist die Wahl $\alpha = 0{,}05; 0{,}01; 0{,}001$. Aus α wird die Schranke c bestimmt und somit der **Ablehnungsbereich** (**kritischer Bereich**) K für die Nullhypothese H_0 gewonnen.

Idee zum Wählen von *c*

- Ein Wert α $(0 < \alpha < 1)$ wird gewählt.
- *c* wird so bestimmt, dass die Wahrscheinlichkeit für den Betrag des Abweichens der ZV $\bar{X}$ vom Nennmaß um mindestens *c* gerade die Wahrscheinlichkeit α beträgt, wenn H_0 richtig ist. D.h.:

$$P\left(|\bar{X} - \mu| \geqslant c | H_0\right) = \alpha. \tag{1}$$

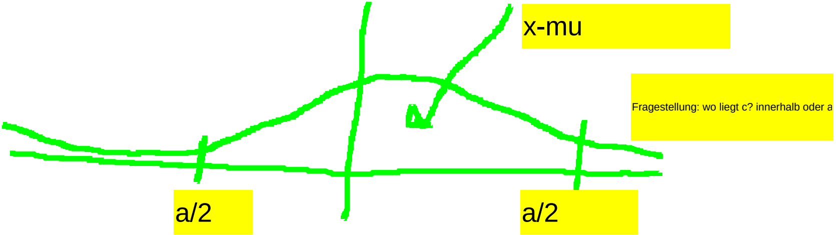
α wird als **Irrtumswahrscheinlichkeit** oder auch **Signifikanzniveau** bezeichnet. Üblich ist die Wahl $\alpha = 0{,}05; 0{,}01; 0{,}001$. Aus α wird die Schranke *c* bestimmt und somit der **Ablehnungsbereich** (**kritischer Bereich**) K für die Nullhypothese H_0 gewonnen.

Idee zum Wählen von c

- Ein Wert α $(0 < \alpha < 1)$ wird gewählt.
- c wird so bestimmt, dass die Wahrscheinlichkeit für den Betrag des Abweichens der ZV $\bar{X}$ vom Nennmaß um mindestens c gerade die Wahrscheinlichkeit α beträgt, wenn H_0 richtig ist. D.h.:

$$P\left(|\bar{X} - \mu| \geqslant c | H_0\right) = \alpha. \tag{1}$$

α wird als **Irrtumswahrscheinlichkeit** oder auch **Signifikanzniveau** bezeichnet. Üblich ist die Wahl $\alpha = 0{,}05; 0{,}01; 0{,}001$. Aus α wird die Schranke c bestimmt und somit der **Ablehnungsbereich** (**kritischer Bereich**) K für die Nullhypothese H_0 gewonnen.



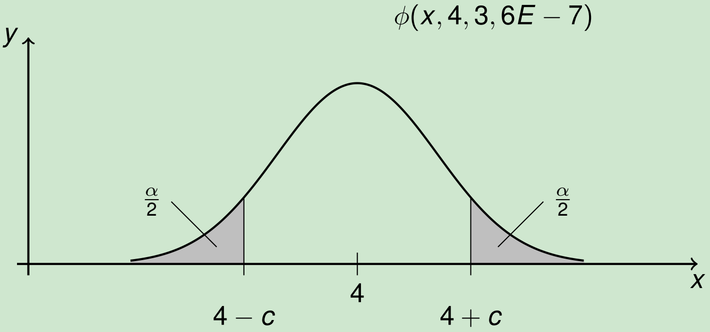
Idee zum Wählen von c

- Ein Wert α $(0 < \alpha < 1)$ wird gewählt.
- c wird so bestimmt, dass die Wahrscheinlichkeit für den Betrag des Abweichens der ZV $\bar{X}$ vom Nennmaß um mindestens c gerade die Wahrscheinlichkeit α beträgt, wenn H_0 richtig ist. D.h.:

$$P\left(|\bar{X} - \mu| \geqslant c | H_0\right) = \alpha. \tag{1}$$

α wird als **Irrtumswahrscheinlichkeit** oder auch **Signifikanzniveau** bezeichnet. Üblich ist die Wahl $\alpha = 0{,}05; 0{,}01; 0{,}001$. Aus α wird die Schranke c bestimmt und somit der **Ablehnungsbereich** (**kritischer Bereich**) K für die Nullhypothese H_0 gewonnen.

Beispiel 11.3 (Fortsetzung Beispiel 11.2)



benötigt wird:Realisierung einer Prüfgröße (z.b. mittelw

Fehlerarten

1. Art: Die Nullhypothese H_0 wird abgelehnt, obwohl sie richtig ist.
2. Art: Die Nullhypothese H_0 wird nicht abgelehnt, obwohl sie falsch ist.

"false positives"

Fehler 1. Art

Betrachten wir die Realisierung u der Prüfgröße U, so gilt

$$P(u \in K | H_0) = \alpha. \tag{2}$$

α ist die Wahrscheinlichkeit, einen Fehler 1. Art zu begehen.

Schwierigkeit

Wird α klein gewählt, dann ist auch die Wahrscheinlichkeit für den Fehler 1. Art klein. Aber je kleiner α ist, um so schwieriger ist es, die Falschheit einer Hypothese zu zeigen. (K wird für U kleiner.)
Folge: Die Wahrscheinlichkeit für den Fehler 2. Art steigt.

Fehler 1. Art

Betrachten wir die Realisierung u der Prüfgröße U, so gilt

$$P(u \in K | H_0) = \alpha. \tag{2}$$

K k

K ist der Bereich außerhalb unseres Konfidenzintervalls

α ist die Wahrscheinlichkeit, einen Fehler 1. Art zu begehen.

Schwierigkeit

Wird α klein gewählt, dann ist auch die Wahrscheinlichkeit für den Fehler 1. Art klein. Aber je kleiner α ist, um so schwieriger ist es, die Falschheit einer Hypothese zu zeigen. (K wird für U kleiner.)

Folge: Die Wahrscheinlichkeit für den Fehler 2. Art steigt.

Fehler 1. Art

Betrachten wir die Realisierung u der Prüfgröße U, so gilt

$$P\left(u \in K | H_0\right) = \alpha. \tag{2}$$

α ist die Wahrscheinlichkeit, einen Fehler 1. Art zu begehen.

Schwierigkeit

Wird α klein gewählt, dann ist auch die Wahrscheinlichkeit für den Fehler 1. Art klein. Aber je kleiner α ist, um so schwieriger ist es, die Falschheit einer Hypothese zu zeigen. (K wird für U kleiner.)

Folge: Die Wahrscheinlichkeit für den Fehler 2. Art steigt.

Fehler 1. Art

Betrachten wir die Realisierung u der Prüfgröße U, so gilt

$$P(u \in K | H_0) = \alpha. \tag{2}$$

α ist die Wahrscheinlichkeit, einen Fehler 1. Art zu begehen.

Schwierigkeit

Wird α klein gewählt, dann ist auch die Wahrscheinlichkeit für den Fehler 1. Art klein. Aber je kleiner α ist, um so schwieriger ist es, die Falschheit einer Hypothese zu zeigen. (K wird für U kleiner.)
Folge: Die Wahrscheinlichkeit für den Fehler 2. Art steigt.

Vorgehen in der allgemeinen Testtheorie

Aufstellen der Hypothesen

$$\begin{aligned} H_0: &\quad E(X) = \mu_0 = 4 \\ H_1: &\quad E(X) = \mu,\ (\mu \neq 4) \end{aligned}$$

Idee

Bestimme K derart, dass die Wahrscheinlichkeit für die Ablehnung falscher H_0 möglichst groß ist. Dies entspricht dann der Wahrscheinlichkeit, H_1 anzunehmen unter der Voraussetzung, dass H_1 richtig ist.

$$P\left(U \in K | H_1\right) = 1 - \beta. \qquad (3)$$

β heißt **Güte** oder **Trennschärfe** des Tests oder Prüfverfahrens.

Vorgehen in der allgemeinen Testtheorie

Aufstellen der Hypothesen

$$\begin{aligned} H_0: &\quad E(X) = \mu_0 = 4 \\ H_1: &\quad E(X) = \mu,\ (\mu \neq 4) \end{aligned}$$

Idee

Bestimme K derart, dass die Wahrscheinlichkeit für die Ablehnung falscher H_0 möglichst groß ist. Dies entspricht dann der Wahrscheinlichkeit, H_1 anzunehmen unter der Voraussetzung, dass H_1 richtig ist.

$$P\left(U \in K | H_1\right) = 1 - \beta. \tag{3}$$

β heißt **Güte** oder **Trennschärfe** des Tests oder Prüfverfahrens.

Beta haben wir bei unserern verfahren eig. nie im griff

Wahl von K

Ziel ist es, K derart zu wählen, dass

- der Fehler 1.Art durch ein **vorgegebenes** möglichst kleines α und
- die Wahrscheinlichkeit, die Nullhypothese H_0 richtigerweise abzulehnen, durch ein **vorgegebenes** möglichst großes $1-\beta$

begrenzt ist.

Fehlerarten

	nicht abgelehnt	abgelehnt
H_0 richtig	richtige Entscheidung $p_1 = 1-\alpha$	Fehler 1. Art $p_2 = \alpha$
H_0 falsch	Fehler 2. Art $p_3 = \beta$	richtige Entscheidung $p_1 = 1-\beta$

Bemerkung

Wird nur α vorgegeben und auf die Berücksichtigung der Fehler 2. Art verzichtet, dann wird von **Signifikanztests** gesprochen.

Wahl von K

Ziel ist es, K derart zu wählen, dass

- der Fehler 1.Art durch ein **vorgegebenes** möglichst kleines α und
- die Wahrscheinlichkeit, die Nullhypothese H_0 richtigerweise abzulehnen, durch ein **vorgegebenes** möglichst großes $1 - \beta$

begrenzt ist.

Fehlerarten

	nicht abgelehnt	abgelehnt
H_0 richtig	richtige Entscheidung $p_1 = 1 - \alpha$	Fehler 1. Art $p_2 = \alpha$
H_0 falsch	Fehler 2. Art $p_3 = \beta$	richtige Entscheidung $p_1 = 1 - \beta$

Bemerkung

Wird nur α vorgegeben und auf die Berücksichtigung der Fehler 2. Art verzichtet, dann wird von **Signifikanztests** gesprochen.

Wahl von K

Ziel ist es, K derart zu wählen, dass

- der Fehler 1.Art durch ein **vorgegebenes** möglichst kleines α und
- die Wahrscheinlichkeit, die Nullhypothese H_0 richtigerweise abzulehnen, durch ein **vorgegebenes** möglichst großes $1 - \beta$

begrenzt ist.

Fehlerarten

	nicht abgelehnt	abgelehnt
H_0 richtig	richtige Entscheidung $p_1 = 1 - \alpha$	Fehler 1. Art $p_2 = \alpha$
H_0 falsch	Fehler 2. Art $p_3 = \beta$	richtige Entscheidung $p_1 = 1 - \beta$

Bemerkung

Wird nur α vorgegeben und auf die Berücksichtigung der Fehler 2. Art verzichtet, dann wird von **Signifikanztests** gesprochen.

Wahl von K

Ziel ist es, K derart zu wählen, dass

- der Fehler 1.Art durch ein **vorgegebenes** möglichst kleines α und
- die Wahrscheinlichkeit, die Nullhypothese H_0 richtigerweise abzulehnen, durch ein **vorgegebenes** möglichst großes $1-\beta$

begrenzt ist.

Fehlerarten

	nicht abgelehnt	abgelehnt
H_0 richtig	richtige Entscheidung $p_1 = 1 - \alpha$	Fehler 1. Art $p_2 = \alpha$
H_0 falsch	Fehler 2. Art $p_3 = \beta$	richtige Entscheidung $p_1 = 1 - \beta$

Bemerkung

Wird nur α vorgegeben und auf die Berücksichtigung der Fehler 2. Art verzichtet, dann wird von **Signifikanztests** gesprochen.

Wahl von K

Ziel ist es, K derart zu wählen, dass

- der Fehler 1.Art durch ein **vorgegebenes** möglichst kleines α und
- die Wahrscheinlichkeit, die Nullhypothese H_0 richtigerweise abzulehnen, durch ein **vorgegebenes** möglichst großes $1-\beta$

begrenzt ist.

Fehlerarten

	nicht abgelehnt	abgelehnt
H_0 richtig	richtige Entscheidung $p_1 = 1-\alpha$	Fehler 1. Art $p_2 = \alpha$
H_0 falsch	Fehler 2. Art $p_3 = \beta$	richtige Entscheidung $p_1 = 1-\beta$

Bemerkung

Wird nur α vorgegeben und auf die Berücksichtigung der Fehler 2. Art verzichtet, dann wird von **Signifikanztests** gesprochen.

Im Auge behalten:

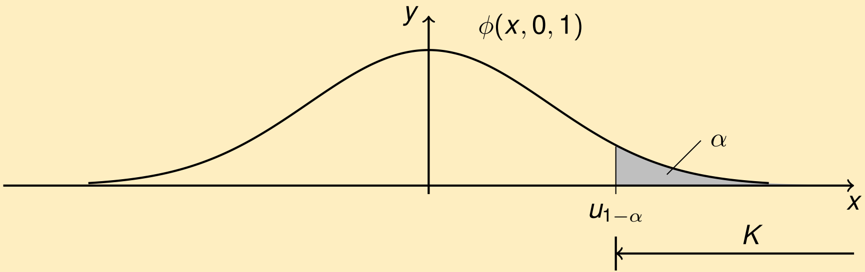
Fehler 2. Art können immer auftreten.

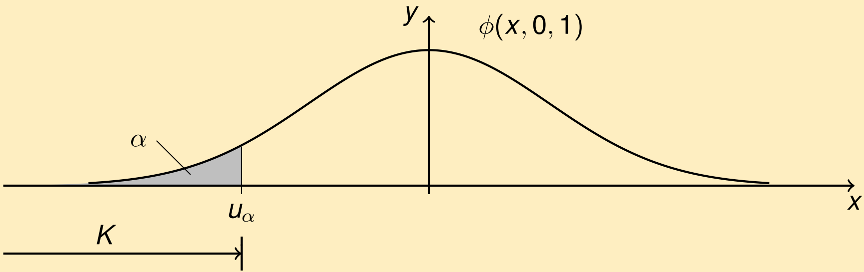
Einseitige Fragestellungen

U ist symmetrisch verteilt und es wird

$$U \geqslant u_{1-\alpha} \text{ oder } U \leqslant -u_{1-\alpha}$$

gewählt.



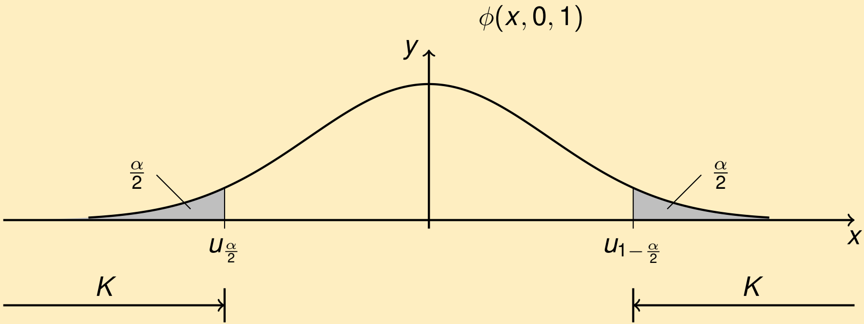


y
$\phi(x, 0, 1)$
α
u_α
x
K

Zweiseitige Fragestellungen

Für die Prüfgröße U und die gegebene Irrtumswahrscheinlichkeit α wählen wir

$$P\left(|U| \geqslant u_{1-\frac{\alpha}{2}} | H_0\right) = \alpha.$$



Beispiel 11.4

$\bar{x}$ ist eine Realisierung von $\bar{X}$, wobei $X \sim \mathcal{N}(4, 9 \cdot 10^{-6})$ gilt.
Folglich ist $\bar{X} \sim \mathcal{N}\left(4, \frac{1}{25} 9 \cdot 10^{-6}\right)$.
Die Prüfgröße

$$Z = \frac{\bar{X} - 4}{\sqrt{\frac{9 \cdot 10^{-6}}{25}}} \sim \mathcal{N}(0, 1)$$

im schraubenbsp wahr std = 0.003 mmde

und wir erhalten für den kritischen Bereich

Var ist bekannt-> quantil der Norı

$$\left| \frac{\bar{X} - 4}{\sqrt{\frac{9 \cdot 10^{-6}}{25}}} \right| \geqslant z_{1 - \frac{\alpha}{2}}$$

Mit $\alpha = 0,01$ ergibt sich $z_{0,995} = 2,58$ und somit

aus tabelle ablesen

$$c = z_{0,995} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-3}}{5} = 155 \cdot 10^{-}5.$$

P(|x-mu|/|sqrt(var /n)| >= z_0.995

Ergo gilt f[r den kritischen Bereich

$$\bar{X} - c \leqslant 3,9984, \qquad \bar{X} + c \geqslant 4,00155.$$

von oben: realisierung x=4.0012wir

Vorgehen bei Tests

1. Aufstellen der Nullhypothese H_0.
2. Vorgabe der Irrtumswahrscheinlichkeit α.
3. Wahl einer geeigneten Prüfgröße $U = U(X_1, X_2, \ldots, X_n)$. Die Verteilungsfunktion sei bekannt. typischerweise schätzfunktion für die betrachtete größe
4. Ermittlung von K aus $P(U \in K | H_0) = \alpha$. K ist der kritischer bereich (in dem wir für H_0 NICHT se
5. Berechnung einer Realisierung u von U mit Hilfe einer konkreten Stichprobe $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ vom Umfang n.
6. Falls $u \in K$, wird H_0 abgelehnt; falls $u \neq K$, wird H_0 nicht abgelehnt.

Testsammlung

- Test für $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$ (EW) bei bekannter Varianz σ^2
- Test für $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$ (EW) bei unbekannter Varianz σ^2 (Einstichproben *t*-Test) wir benutzen dann t_(n-1)
- Test $\mathrm{E}\,X = \mathrm{E}\,Y$, wobei X, Y st. u. und $\mathrm{Var}\,X = \mathrm{Var}\,Y$ (Zweistichproben *t*-Test) Z.A. 86 (nicht klausurrelevant bei klausuren ohne taschenrechner)
- $F^X(t) \equiv F_0(t)$, χ^2-Anpassungstest passt diese Verteilung zur Messung?

Y_i ~N(0,1) id.st.u i=1..4Y^2_i~CHI^2sum Y^2_i ~ Chi^2

Selbststudium

Quellen

- Kopien Buch: Hübner, G. Stochastik. Vieweg. Kapitel 10.1-10.4
- Skript Kapitel 9 (Rückblick und Übersicht von bestimmten Summenverteilungen)
  Skript Kapitel 11.1-11.3 (Zusammenfassung Hypthensentests und Vorgehen)

Hinweis Buch und Skript passen an dieser Stelle nicht zusammen.

Fragen

Sammeln Sie Ihre Fragen zu diesem Semester?

Ihre Fragen

... stellen, Fragen haben keine Pause.

- in den Online-Sitzungen (Vorlesungen, Übungen),
- per Mail an wigand.rathmann@fau.de oder marius.yamakou@fau.de,
- im Forum `https://www.studon.fau.de/frm2897793.html`,
  Die Fragen, die bis Donnerstag gestellt wurden, werden am Freitag in der Online-Runde diskutiert.
- per Telefon (zu den Sprechzeiten sind wir auch im Büro)

Wigand Rathmann	09131/85-67129	Mi 11-12 Uhr
Marius Yamakou	09131/85-67127	Di 14-15 Uhr

Sprechstunde zur Mathematik für Ingenieure
Wann: dienstags 09:00 - 16:30 Uhr und donnerstags 09:00-17:00 Uhr, **Wo:**
`https://webconf.vc.dfn.de/ssim/` (Adobe Connect) und
`https://fau.zoom.us/j/91308761442` (Zoom)