

Onlinebeispiel 10.11. Schätzung der Populationsgröße von Geckos (*Gehyra variegata*) mit der Sample Coverage für Modell M_{ht} mit Programm CAPTURE

Kapitel 10.3.7 aus Henle, K., A. Grimm-Seyfarth & B. Gruber: Erfassung und Analyse von Tierpopulationen. Ulmer Verlag

Klaus Henle

15.04.2025

Im Rahmen einer Untersuchung zu den Auswirkungen von Klimaveränderungen auf Reptilienpopulationen (Grimm-Seyfarth et al. 2018) wurden im März 1986 an der Feldstation im Kinchega Nationalpark, Australien, während sieben Nächten Baumgeckos per Hand gefangen und durch Krallenamputation markiert. Zusätzlich erhielten alle gefangenen Tiere Farbmarkierungen, die jedoch aufgrund von Häutungen nur wenige Tage erhalten blieben. Farbmarkierte Geckos wurden als Wiederfänge notiert, aber nicht erneut gefangen. Die Untersuchung wurde bereits in den Beispielen 10.5 (Kap. 10.2) und 10.6 (Kap. 10.3.3) vorgestellt. Hier erläutern wir die Auswertung der Daten mit der Sample Coverage für Modell M_{ht} (Chao et al. 1992) unter Verwendung der Onlineversion von Programm CAPTURE (Hines 1987).

Online Bedienung von Programm CAPTURE

Die online Bedienung von Programm CAPTURE ist relativ einfach und benötigt nur wenige einfache Programmzeilen sowie die eigenen Daten. Für allgemeine Hinweise für die Vorbereitung der Eingabe verweisen wir auf Beispiel 10.6 in Kapitel 10.3.3. Für ausführliche Gebrauchsanleitungen siehe White et al. (1982), Hines (1987) und Rexstad & Burnham (1991). In diesem Beispiel haben wir die aktuelle Onlineversion von 2025 verwendet, in der der frühere Format-Befehl für die Daten nicht mehr verwendet wird – siehe Onlinebeispiel 10.6 in Kapitel 10.3.3.

Für unser Beispiel setzen wir in die dafür vorgesehene Box die Zeile für den Titel des Beispiels, die Information über die Datenstruktur und die Anzahl der Fanggelegenheiten sowie den Befehl, die Daten einzulesen, ein (siehe unten):

Title='Populationsgroesse von *Gehyra variegata*, Kinchega NP, März 1986

Task Read Captures Occasions=7 X Matrix

Read input data

Früher gab es noch eine separate Zeile für das Datenformat, die in der aktuellen Onlineversion jedoch Fehler produzieren kann und nicht mehr verwendet werden sollte. Es sollte beim Titel darauf geachtet werden, dass gerade Anführungszeichen verwendet werden, da Textprogramme, je nach Einstellung, manchmal andere Anführungszeichen generieren. Außerdem sollten keine Begriffe verwendet werden, die 'capture' oder einem der Modellnamen in CAPTURE ähneln, da dies zu Problemen führen kann. Die Modellnamen stehen auf der online Seite vor der Eingabe-Box.

Anschließend werden die Daten eingefügt. Dabei ist zu beachten, dass die individuellen Kennnummern stets gleichlang sein müssen und zwischen ihr und der Fanggeschichte des Individuums genau eine Leerstelle eingefügt wird. Nach Einfügen der Daten benötigt man nur noch die folgenden Befehlszeilen:

Task Model Selection

Task Closure Test

Task Population Estimate mth-Chao

Die ersten beiden Zeilen sind nicht unbedingt erforderlich, sollten aber unserer Meinung nach stets eingefügt werden, da nur dann die Annahmen des oder der verwendeten Modelle getestet werden. Die letzte Programmzeile in unserem Fall bedeutet, dass wir die Sample Coverage mit der Methode von Chao et al. (1992) für Modell M_{ht} analysieren. Man kann die Analyse aber auch auf das von CAPTURE präferierte Modell (appropriate) beschränken oder für Vergleichszwecke alle Modelle (ALL) berechnen lassen. In unserem Beispiel besteht das gesamte Programm aus folgenden Zeilen:

Title='Populationsgroesse von *Gehyra variegata*, Kinchege NP, März 1986

Task Read Captures Occasions=7 X Matrix

Read input data

G0001 0010000

Z0001 1101111

G0002 0001001

G0003 1000000

G0005 0010000

G0008 1000000

G0011 0001000

G0014 0110000

G0017 0100000

G0018 0001010

G0022 0100000

G0023 0001111

G0024 0101000

G0025 0000001

G0027 0100000

G0031 1000000

G0033 0000010

G0035 1100111

G0036 1001101

G0037 1011000

G0038 0000100
G0040 1000000
G0042 1001010
G0043 1100001
G0045 1111001
G0047 0001110
G0048 0001010
G0049 0000001
G0051 1111110
G0052 1000000
G0054 1110010
G0058 0100010
G0060 1010010
G0062 0111001
G0063 0011000
G0065 0101000
G0067 0111000
G0068 1001001
G0069 1001000
G0070 0001010
G0071 1000010
G0073 0001001
G0074 1000110
G0075 0001000
G0079 1101010
G0081 0010000
G0082 1101110
G0083 0010010
G0084 0000001
G0085 1111111
G0086 1110000
G0087 1111010
W0090 1000000
Z0090 1000000
G0092 0000010
G0093 0000001
G0096 0001001
G0097 1111000
G0098 1000000
G0099 0000010
G0105 1001001
G0106 0010010
G0107 1000000
G0109 0111000
G0110 1001000
G0111 0000010
G0113 0000010
M0114 0101000
W0114 0001100
G0115 0101110
G0120 0100000
G0121 1101000
G0122 1000101
G0123 1001100
G0124 1011000

G0125 1000000
G0126 1001010
G0127 1100111
G0128 1000000
G0129 1010110
G0130 1000000
G0131 1000000
G0132 0110010
G0133 0100000
G0134 0100001
G0135 0101000
G0136 0100000
G0137 0111000
G0138 0110011
G0139 0110000
G0140 0101010
G0141 0101110
G0142 0100000
G0143 0010000
G0144 0011110
G0145 0011000
G0146 0010000
G0147 0001011
G0148 0001000
G0149 0001001
G0150 0001000
G0151 0001010
G0152 0001011
G0153 0001000
G0154 0000100
G0155 0000100
G0156 0000110
G0157 0000011
G0158 0000010
G0159 0000001
G0160 0000001
G0161 0000001
G0162 0000001
G01DV 0100101
G0200 0100000
G0201 0011100
G0230 0000100
G0294 1000010
G0701 0101000
G0A00 1111111
G0H00 1010110
G1028 0001000
G2002 1000000
G2020 0010000
G4000 1100011
G4100 0100111
G7201 0001001
GT002 0000101
GT078 1101000
GX001 0000010

GX002 1100011
GX077 0111100
GY001 1101101
task model selection
task closure test
task population estimate mth-Chao

Ergebnisse

Der komplette Ausdruck der Analyseergebnisse ist am Ende des Beispiels eingefügt. Der Test auf geschlossene Population gibt keinen Hinweis, dass dies nicht der Fall war, was aufgrund der kurzen Erfassungsperiode auch nicht zu erwarten war. Die Anpassungstests und Test zwischen alternativen Modellen waren hoch signifikant für individuell und zeitlich variierende Fangwahrscheinlichkeiten. Individuelle Heterogenität war zu erwarten, da die Aufenthaltsorte der Geckos in verschiedener Höhe der Gebäude deren Fangwahrscheinlichkeit erheblich beeinflusst. Die Temperaturen während der Fangnächte waren ausreichend für volle Aktivität der Geckos, variierten aber leicht zwischen den Nächten (Henle 1990). Aufgrund der Testergebnisse und der teilweise deutlichen Unterschiede in den Fangzahlen gehen wir aber davon aus, dass tatsächlich eine zeitliche Variabilität der Fangwahrscheinlichkeit vorhanden war. CAPTURE empfiehlt sehr eindeutig die Verwendung von Modell M_{ht} .

Die Ergebnisse der Populationsgrößenschätzung erscheinen in einer kleinen Tabelle „Estimator ...“, deren Bedeutung ohne die Kenntnis, dass drei unterschiedliche Schätzer existieren, nicht unmittelbar klar ist. Für die Sample Coverage 1 (SC1) ist sie identisch mit der im Buch angegebenen Schätzung, enthält aber zusätzlich den geschätzten Standardfehler. Für alle drei Sample Coverage Schätzer sind die geschätzten Populationsgrößen ähnlich. Für den dritten Schätzer (SC3) wird außerdem das Vertrauensintervall angegeben. Der geschätzte Varianzkoeffizient der Fangwahrscheinlichkeiten (in der Ausgabe als Gamma bezeichnet) liegt zwischen 0,4 und 0,8. (Achtung, von den im Ausdruck angegebenen Werten muss die Wurzel gezogen werden!) Daher sind SC2 oder SC3 gegenüber SC1 zu bevorzugen.

Literatur

- Chao, A., Lee, S.-M., Jeng, S.-L. (1992) Estimating population size for capture-recapture data when capture probabilities vary by time and individual animal. – *Biometrics* 48: 201–216.
- Grimm-Seyfarth, A., Mihoub, J.-B., Gruber, B., Henle, K. (2018) Some like it hot: From individual to population responses of an arboreal arid-zone gecko to local and distant climate. – *Ecological Monographs* 88: 336–352.
- Henle, K. (1990) Population ecology and life history of the arboreal gecko *Gehyra variegata* in arid Australia. – *Herpetological Monographs* 4: 30–60.
- Hines, J. (1987) CAPTURE. <https://www.usgs.gov/software/capture> (abgerufen am 31.03.24).

Rexstad, E., Burnham, K. (1991) User's Guide for Interactive Program CAPTURE. Abundance Estimation of Closed Populations. – Colorado Cooperative Fish and Wildlife Research Unit, Fort Collins.

White, G.C., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Otis, D.L. (1982) Capture-Recapture and Removal Methods for Sampling Closed Populations. – Los Alamos National Laboratories, Los Alamos.

Ausgabe von CAPTURE

In der nachfolgenden Ausgabe verzichten wir aus Platzgründen auf die Ausgabe des von uns in die Box eingefügten Texts außer der Titelzeile) und beschränken die Ausgabe auf die Analyseergebnisse.

Mark-recapture population and density estimation program

Version of 16 May 1994 19.4.2025, 14:08:58

Input---Title='Populationsgrosse von Gehyra variegata, Kinchega NP, März 1986

Summary of captures read

Number of trapping occasions	7
Number of animals captured	133
Maximum x grid coordinate	1.0
Maximum y grid coordinate	1.0

Input---task model selection

Mark-recapture population and density estimation program

Version of 16 May 1994 19.4.2025, 14:08:58

Model selection procedure. See this section of the Monograph for details.

Occasion	j=	1	2	3	4	5	6	7
Animals caught	n(j)=	50	48	34	59	30	47	37
Total caught	M(j)=	0	50	79	91	111	117	125
Newly caught	u(j)=	50	29	12	20	6	8	8
Frequencies	f(j)=	53	30	24	16	6	2	2

1. Test for heterogeneity of trapping probabilities in population.

Null hypothesis of model $M(o)$ vs. alternate hypothesis of model $M(h)$

Chi-square value = 24.718 degrees of freedom = 3

Probability of larger value = 0.00002

2. Test for behavioral response after initial capture.

Null hypothesis of model $M(o)$ vs. alternate hypothesis of model $M(b)$

Chi-square value = 0.053 degrees of freedom = 1

Probability of larger value = 0.81757

3. Test for time specific variation in trapping probabilities.

Null hypothesis of model $M(o)$ vs. alternate hypothesis of model $M(t)$

Chi-square value = 21.609 degrees of freedom = 6

Probability of larger value = 0.00142

4. Goodness of fit test of model $M(h)$

Null hypothesis of model $M(h)$ vs. alternate hypothesis of not model $M(h)$

Chi-square value = 22.605 degrees of freedom = 6

Probability of larger value = 0.00094

Test of model $M(h)$ by frequency of capture

(frequencies less than 2t are not calculated.)

Number of captures Chi-square d.f. Probability

1	7.887	6	0.24652
2	24.320	6	0.00046
3	13.333	6	0.03804
4	4.125	6	0.65976

Mark-recapture population and density estimation program

Version of 16 May 1994 19.4.2025, 14:08:58

Model selection procedure. See this section of the Monograph for details.

5. Goodness of fit test of model $M(b)$

Null hypothesis of model $M(b)$ vs. alternate hypothesis of not model $M(b)$

Chi-square value = 26.624 degrees of freedom = 10

Probability of larger value = 0.00299

5a. Contribution of first capture homogeneity across time

Chi-square value = 10.686 degrees of freedom = 5

Probability of larger value = 0.05798

5b. Contribution of recapture homogeneity across time

Chi-square value = 15.938 degrees of freedom = 5

Probability of larger value = 0.00703

6. Goodness of fit test of model $M(t)$

Null hypothesis of model $M(t)$ vs. alternate hypothesis of not model $M(t)$

Chi-square value = 144.870 degrees of freedom = 77

Probability of larger value = 0.00000

7. Test for behavioral response in presence of heterogeneity.

Null hypothesis of model M(h) vs. alternate hypothesis of model M(bh)

Chi-square value = 23.782 degrees of freedom = 15

Probability of larger value = 0.06890

Model selection criteria. Model selected has maximum value.

Model	M(o)	M(h)	M(b)	M(bh)	M(t)	M(th)	M(tb)	M(tbh)
Criteria	0.33	0.47	0.09	0.37	0.52	1.00	0.00	0.63

Appropriate model probably is M(th)

Suggested estimator is Chao's M(th).

Input---task closure test

Mark-recapture population and density estimation program

Version of 16 May 1994 19.4.2025, 14:08:58

Test for closure procedure. See this section of the Monograph for details.

Overall test results --

z-value -0.900

Probability of a smaller value 0.18409

Test of closure by frequency of capture.

(Frequencies less than 10 are not computed.)

Number of captures z-value Probability

Number of captures	z-value	Probability
2	-0.857	0.19563
3	-0.807	0.20987
4	-0.970	0.16613

Input---task population estimate mth-chao

Mark-recapture population and density estimation program

Version of 16 May 1994 19.4.2025, 14:08:58

Population estimate under time variation and individual heterogeneity in capture probabilities.

See model M(th) of Chao et al. (1992).

Number of trapping occasions was 7

Number of animals captured, M(t+1), was 133

Total number of captures, n., was 305

Frequencies of capture, f(i)

i= 1 2 3 4 5 6 7
f(i)= 53 30 24 16 6 2 2

Estimator	Gamma	N-hat	se(N-hat)
-----------	-------	-------	-----------

1	0.3430	182.98	14.33
2	0.2918	172.83	12.98
3	0.3159	177.57	13.64

p-hat(j) = 0.28 0.27 0.19 0.33 0.17 0.26 0.21

Bias-corrected population estimate is 178 with standard error 13.6385

Approximate 95 percent confidence interval 158 to 213

Mark-recapture population and density estimation program
Version of 16 May 1994 19.4.2025, 14:08:58

S U C C E S S F U L E X E C U T I O N