

WMAN 633 Homework 5

Joe Kingsbury

Question 1

Load data and place into an unmarkedFrameOccu object

```
library(unmarked)

## Warning: package 'unmarked' was built under R version 4.0.4

## Loading required package: lattice

bobcat <- read.csv("Bobcat.csv") # detection/non-detection data
p_covs <- read.csv("p covariates.csv") #Detection covarites
site_covs <- read.csv("psi covariates.csv") #Site level covairates

bobcat_mat <- as.matrix(bobcat)

det_covs <- list(
  people = data.frame(p_covs[,c(1:71)])
)

occu_data <- unmarkedFrameOccu(y = bobcat_mat, siteCovs = site_covs, obsCovs = det_covs)
head(occu_data)

## Data frame representation of unmarkedFrame object.
##      y.1 y.2 y.3 y.4 y.5 y.6 y.7 y.8 y.9 y.10 y.11 y.12 y.13 y.14 y.15 y.16 y.17
## 1      0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
## 2      0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
## 3      0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  NA  NA  NA
## 4      0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
## 5      0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
## 6      0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
## 7      0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
## 8      0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
## 9      0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
## 10     0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
##      y.18 y.19 y.20 y.21 y.22 y.23 y.24 y.25 y.26 y.27 y.28 y.29 y.30 y.31 y.32
## 1      0    0    0    0    0    NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA
## 2      0    0    0    NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA
## 3      NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA
## 4      0    NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA
## 5      0    0    0    0    NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA   NA
```

## 6	0	0	0	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 7	0	0	0	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 8	0	0	0	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NA
## 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NA
##	y.33	y.34	y.35	y.36	y.37	y.38	y.39	y.40	y.41	y.42	y.43	y.44	y.45	y.46	y.47
## 1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 10	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
##	y.48	y.49	y.50	y.51	y.52	y.53	y.54	y.55	y.56	y.57	y.58	y.59	y.60	y.61	y.62
## 1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 10	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
##	y.63	y.64	y.65	y.66	y.67	y.68	y.69	y.70	y.71	Dist_5km	people.1	people.2			
## 1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0.04	0.82	0.25		
## 2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0.04	0.00	0.00		
## 3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0.03	0.74	0.12		
## 4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0.03	0.00	0.00		
## 5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0.03	0.00	0.00		
## 6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0.03	0.37	0.24		
## 7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0.03	0.00	0.00		
## 8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0.03	0.00	0.00		
## 9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0.03	0.24	0.14		
## 10	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0.03	0.00	0.00		
##	people.3	people.4	people.5	people.6	people.7	people.8	people.9	people.10							
## 1	0.15	0.09	0.07	0.28	1.39	1.14	0.13	0.43							
## 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
## 3	0.18	0.59	0.53	0.41	1.03	0.53	0.15	0.32							
## 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
## 5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
## 6	0.06	0.14	0.10	0.22	0.53	0.32	0.06	0.02							
## 7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
## 8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
## 9	0.07	0.05	0.10	0.12	0.30	0.27	0.27	0.06							
## 10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
##	people.11	people.12	people.13	people.14	people.15	people.16	people.17								
## 1	0.44	0.63	0.26	1.15	0.43	0.00	0.00								
## 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
## 3	0.34	0.19	0.20	0.96	NA	NA	NA								
## 4	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00								

## 5	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
## 6	0.01	0.06	0.09	0.37	0.55	0.05	0.04
## 7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
## 8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
## 9	0.08	0.15	0.04	0.18	0.46	0.09	0.04
## 10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
##	people.18	people.19	people.20	people.21	people.22	people.23	people.24
## 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91	NA	NA
## 2	0.00	0.00	0.00	NA	NA	NA	NA
## 3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 4	0.00	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 5	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	NA
## 6	0.06	0.19	0.19	0.20	NA	NA	NA
## 7	0.00	0.03	0.00	0.00	NA	NA	NA
## 8	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	NA
## 9	0.09	0.03	0.03	0.04	0.03	0.18	0.2
## 10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
##	people.25	people.26	people.27	people.28	people.29	people.30	people.31
## 1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 9	0.14	0.11	0.06	0.18	0.38	0.21	0.09
## 10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
##	people.32	people.33	people.34	people.35	people.36	people.37	people.38
## 1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 10	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
##	people.39	people.40	people.41	people.42	people.43	people.44	people.45
## 1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 10	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
##	people.46	people.47	people.48	people.49	people.50	people.51	people.52
## 1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
## 3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

```

## 4      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 5      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 6      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 7      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 8      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 9      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 10     NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
##      people.53 people.54 people.55 people.56 people.57 people.58 people.59
## 1      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 2      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 3      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 4      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 5      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 6      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 7      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 8      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 9      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 10     NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
##      people.60 people.61 people.62 people.63 people.64 people.65 people.66
## 1      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 2      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 3      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 4      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 5      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 6      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 7      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 8      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 9      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
## 10     NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
##      people.67 people.68 people.69 people.70 people.71
## 1      NA      NA      NA      NA      NA
## 2      NA      NA      NA      NA      NA
## 3      NA      NA      NA      NA      NA
## 4      NA      NA      NA      NA      NA
## 5      NA      NA      NA      NA      NA
## 6      NA      NA      NA      NA      NA
## 7      NA      NA      NA      NA      NA
## 8      NA      NA      NA      NA      NA
## 9      NA      NA      NA      NA      NA
## 10     NA      NA      NA      NA      NA

```

Question 2

Fit an occupancy model that assumes conditional detection probability is a function of the number of people photographed at a site, and occupancy probability is a function of disturbance within 5km.

```

fit1 <- occu(~ people ~ Dist_5km, data = occu_data)
summary(fit1)

```

```

##
## Call:
## occu(formula = ~people ~ Dist_5km, data = occu_data)
##

```

```
## Occupancy (logit-scale):
##           Estimate      SE      z  P(>|z|)
## (Intercept)   -1.05 0.101 -10.39 2.63e-25
## Dist_5km     -23.64 4.773  -4.95 7.28e-07
##
## Detection (logit-scale):
##           Estimate      SE      z  P(>|z|)
## (Intercept)  -3.0133 0.0741 -40.646 0.000
## people       -0.0609 0.3779  -0.161 0.872
##
## AIC: 4462.98
## Number of sites: 1951
## optim convergence code: 0
## optim iterations: 39
## Bootstrap iterations: 0
```

Question 3

Interpret the effect of the number of people photographed at each site on conditional detection probability of bobcat. Verity your interpretation in R.

```
betas <- coef(fit1)
betas
```

```
##      psi(Int) psi(Dist_5km)      p(Int)      p(people)
## -1.04584568 -23.64383918  -3.01330391  -0.06088908
```

```
p_1 <- plogis(betas[3] + betas[4])
p_1
```

```
##      p(Int)
## 0.04418441
```

```
p_0 <- plogis(betas[3])
p_0
```

```
##      p(Int)
## 0.04682845
```

```
log((p_1 / (1 - p_1)) / (p_0 / (1 - p_0)))
```

```
##      p(Int)
## -0.06088908
```

For each person photographed at each site the log-odds of detecting a bobcat decrease by -0.061.

Question 4

Re-create the Wald test for the effect of disturbance within 5km. What is the null hypothesis? Do you reject or fail to reject this null hypothesis?

```
w <- betas[2] / 4.7728768
w
```

```
## psi(Dist_5km)
##      -4.953792
```

```
p_value <- 2 * pnorm(-1 * abs(w), mean = 0, sd = 1)
p_value
```

```
## psi(Dist_5km)
## 7.278098e-07
```

The null hypothesis is that disturbance within 5km of our sites has no effect on the conditional probability of detecting at least 1 bobcat. Based on the incredibly small p-value I would go ahead and reject the null hypothesis and disturbance within 5km of our sampling sites has a significant effect on our detection probability.

Question 5

Predict and plot the effect of disturbance within 5km on bobcat occupancy probability. Do this over the range of observed disturbance within 5km.

```
new_psi <- data.frame(Dist_5km = seq(from = min(site_covs$Dist_5km),
to = max(site_covs$Dist_5km), length.out = 100))

predict <- predict(object = fit1, newdata = new_psi,
type = 'state')
head(predict)
```

```
## Predicted      SE      lower      upper
## 1 0.2600236 0.01935982 0.2239054 0.2997182
## 2 0.2540944 0.01855293 0.2194710 0.2921356
## 3 0.2482550 0.01782171 0.2149896 0.2848002
## 4 0.2425062 0.01716846 0.2104579 0.2777182
## 5 0.2368486 0.01659480 0.2058736 0.2708941
## 6 0.2312826 0.01610146 0.2012363 0.2643305
```

```
Dist_5km <- seq(from = min(site_covs$Dist_5km),
to = max(site_covs$Dist_5km), length.out = 100)
```

```
plot(Dist_5km, plogis(predict$Predicted), type = "l", ylab = "Predicted Probability of Detection", xlab = "Disturbance within 5km")
lines(x = Dist_5km, y = plogis(predict$lower), lty = 2)
lines(x = Dist_5km, y = plogis(predict$upper), lty = 2)
```

