

Subook

TO WHICH IS ADDED MANY USEFUL ONE
LINERS AND CODE SO THAT
YOU CAN AWK LIKE A HAWK BY

Changxing Su

An Human

DOHA
PUBLISHED IN THE WILD

Contents

I	User Top Level Packages	2
1	Test ss	3
1.1	test	3
1.2	sdadsad	3
1.2.1	dsadsad	4
1.3	dsad	4
II	very big	9
2	ds dsd	10
2.1	dsadsa	10
2.1.1	fff	11
2.2	dasdsa	11
III	three	12
3	[asdaf]	13
3.1	das	13
3.2	ffsad	13
IV	probability	15
4	Pro	16
4.1	Review and Overview	16
4.2	Formulation of supervised learning	16
4.3	Regression problems and squared loss	17
4.4	Linear regression under squared loss	17
4.5	Parameterized families of hypotheses	18
4.5.1	Well-specified case and maximum likelihood	18
4.6	Training loss	19

Part I

User Top Level Packages

Chapter 1

Test ss

“Begin at the beginning,” the King said gravely, “and go on till you come to the end: then stop.”
— Lewis Carroll, *Alice in Wonderland*

Contents

1.1 test	3
1.2 sdadsad	3
1.2.1 dsadsad	4
1.3 dsad	4

1.1

test

The genomes of chimpanzees and humans are 99.9% identical, yet the differences between the two species are vast. The relatively few differences in genetic endowment must explain the possession of language by humans, the extraordinary athleticism of chimpanzees, and myriad other differences. Genomic comparison is allowing researchers to identify candidate genes linked to divergences in the developmental programs of humans and the other primates and to the emergence of complex functions such as language. The picture will become clearer only as more primate genomes become available for comparison with the human genome.

dsdsdsdsd

1.2

sdadsad

sdasadsadadsdsadsasd sdaasd Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis,

molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

1.2.1 dsadsad

dsadasds Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

1.3 dsad

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Definition 1.1 (ds)

$$\begin{aligned}\mathcal{L}_{\text{BCE}}(\hat{\mathbf{y}}, \mathbf{y}) &= \sum_{i=1}^N -y^{(i)} \log(\hat{y}^{(i)}) - (1 - y^{(i)}) \log(1 - \hat{y}^{(i)}) \\ &= \sum_{i=1}^N \begin{cases} -\log(\hat{y}^{(i)}), & \text{for } y^{(i)} = 1 \\ -\log(1 - \hat{y}^{(i)}), & \text{for } y^{(i)} = 0 \end{cases}\end{aligned}\quad (1.1)$$



Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Theorem 1.1 (ad)

abs



assured

Lemma 1.1 (asd)

sdsd



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Postulate 1.1

dsadsa



Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt

ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

I Proof. dsad

□

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Example 1.1

I use my “examplebox” as usual text and margin figure work as they should be but I want my example box spread out to the right margin on an odd page, breakable, and spread out to the left margin on the even page.

I use my “examplebox” as usual text and margin figure work as they should be but I want my example box spread out to the right margin on an odd page, breakable, and spread out to the left margin on the even page.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet

nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Corollary 1.1

sadsd



Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Proposition 1.1 (dsaf)

dsadasd



some extra box

dsadasd Similarly, the differences in genetic endowment among humans are vanishingly small compared with the differences between humans and chimpanzees, yet these differences account for human(?) variety—including differences in health and in susceptibility to chronic diseases. We have much to learn about the variability in genomic sequence among humans, and the availability of genomic information will almost certainly transform medical diagnosis and treatment. Several monumental studies in which the entire

A listings example:

Listing 1.1: Python example

```
import numpy as np

def incmatrix(genl1, genl2):
    m = len(genl1)
    n = len(genl2)
    M = None #to become the incidence matrix
    VT = np.zeros((n*m,1), int) #dummy variable

    #compute the bitwise xor matrix
    M1 = bitxormatrix(genl1)
    M2 = np.triu(bitxormatrix(genl2), 1)

    for i in range(m-1):
        for j in range(i+1, m):
            [r, c] = np.where(M2 == M1[i, j])
            for k in range(len(r)):
                VT[(i)*n + r[k]] = 1;
                VT[(i)*n + c[k]] = 1;
                VT[(j)*n + r[k]] = 1;
                VT[(j)*n + c[k]] = 1;

            if M is None:
                M = np.copy(VT)
            else:
                M = np.concatenate((M, VT), 1)

    VT = np.zeros((n*m,1), int)
```



```
return M
```

Part II

very big

Chapter 2

ds dsd

Contents

2.1 dsadsa	10
2.1.1 fff	11
2.2 dasdsa	11

2.1

dsadsa

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor

ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio. and the availability of genomic information will almost certainly transform medical diagnosis and treatment. Several monumental studies in which the entire(?).

2.1.1 fff

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

2.2 dasdsa

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Part III

three

Chapter 3

[asdf]

3.1 das

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

3.2 ffsad

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus

mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Part IV

probability

Chapter 4

Pro

4.1 Review and Overview

In this lecture we delineate a mathematical framework for supervised learning. We focus on regression problems and define the notion of the loss/risk associated with a model. We then analyze a particular loss function (the squared loss) in a general setting, then specialize our result to the case of linear models. We next define the notion of parameterized families of hypotheses and the maximum likelihood estimate, and we conclude with an asymptotic result relating the training MLE to the true maximum likelihood parameter.

4.2 Formulation of supervised learning

We begin by constructing a mathematical framework for prediction problems. Our framework consists of the following elements:

1. A space of possible data points \mathcal{X} .
2. A space of possible labels \mathcal{Y} .
3. A joint probability distribution P on $\mathcal{X} \times \mathcal{Y}$. We assume that our training data consists of n points

$$(x^{(1)}, y^{(1)}), \dots, (x^{(n)}, y^{(n)}) \stackrel{\text{i.i.d.}}{\sim} P$$

each drawn independently from P .

4. A prediction function/model $f : \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{Y}$.
5. A loss function $\ell : \mathcal{Y} \times \mathcal{Y} \rightarrow \mathbb{R}$. We will usually assume that ℓ is bounded below by some constant, typically 0.

Given the prediction function f and the loss function ℓ , the loss of an example is $\ell(f(x), y)$. We can then define the *expected risk* (or *expected loss*, or *population risk*)

$$L(f) \triangleq \mathbb{E}_{(x,y) \sim P}[\ell(f(x), y)].$$

Our goal will be to obtain a small expected loss. Often it will be infeasible to consider all possible models f , so we may restrict ourselves to a certain family of hypotheses \mathcal{F} . In this case, we define the *excess risk* of a model f as

$$L(f) - \inf_{g \in \mathcal{F}} L(g).$$

This gives us a measure of how well our model fits the data relative to the best we can hope to do within our set of options \mathcal{F} .

Within this framework, there are two main types of problems we will consider: *regression* problems, where the set of labels is $\mathcal{Y} = \mathbb{R}$; and *classification* problems, where the set of labels is some finite set $\mathcal{Y} = \{1, \dots, k\}$. We will focus on regression problems in this lecture.

4.3 Regression problems and squared loss

We consider the regression problem of predicting y given x . We take as our loss function the *squared loss*

$$\ell(\hat{y}, y) = (\hat{y} - y)^2, \quad L(f) = \mathbb{E}_{(x,y) \sim P}[(f(x) - y)^2].$$

In this setting, we can decompose the risk in a very informative way.

Lemma 4.1 (Decomposition of loss)

Under the squared loss, we have the decomposition

$$L(f) = \mathbb{E}_{x \sim P_x}[(f(x) - \mathbb{E}[y | x])^2] + \mathbb{E}_{x \sim P_x}[\text{Var}(y | x)]$$

where P_x is the marginal distribution of x . ◇

The second term in this expansion is the intrinsic variable of the label; it gives a lower bound on the loss we can achieve. Since the first term in the decomposition is nonnegative, it is an immediate corollary that the optimal model is $f(x) = \mathbb{E}[y | x]$.

In order to prove Lemma 1, we make use of the following claim.

If Z is a random variable and a is a constant, then

$$\mathbb{E}[(Z - a)^2] = (\mathbb{E}[Z] - a)^2 + \text{Var}(Z).$$

The proof of this claim is left as an exercise on HW 0. We are now ready to prove Lemma 1.

Proof. [Proof of Lemma 4.1] We have

$$\begin{aligned} L(f) &= \mathbb{E}[(f(x) - y)^2] \\ &= \mathbb{E}_{x \sim P_x}[\mathbb{E}_{P_{y|x}}[(f(x) - y)^2 | x]] && \text{(Law of total expectation)} \\ &= \mathbb{E}_{x \sim P_x}[(f(x) - \mathbb{E}[y | x])^2 + \text{Var}(y | x)]. && \text{(Claim ??)} \end{aligned}$$

Note that Claim ?? holds in the third equation since $f(x)$ is a constant when we have conditioned on x . The desired result follows from linearity of expectation. \square

Lemma 4.1 gives us a general lower bound on risk under squared loss. If we impose more structure on the set of hypotheses \mathcal{F} from which we can select f , we can gain more information on the risk.

4.4 Linear regression under squared loss

A commonly used choice of hypotheses is the set of linear functions:

$$\mathcal{F} = \{f : \mathbb{R}^d \rightarrow \mathbb{R} \mid f(x) = w^\top x, w \in \mathbb{R}^d\}.$$

For $f \in \mathcal{F}$, we then have

$$L(f) = L(w) = \mathbb{E}[(w^\top x - y)^2].$$

Henceforth, we will denote $w^* \in \arg\min_{w \in \mathbb{R}^d} L(w)$ and \hat{w} will denote a model learned from training data.

One may ask why we have only allowed linear functions with 0 instead of allowing a nonzero intercept. Actually, the framework we have outlined above is enough to accommodate nonzero intercepts. If we wish to analyze the function $w^\top x + b$, we can simply set $\tilde{x} = (x, 1)$ and $\tilde{w} = (w, b)$. Then $\tilde{w}^\top \tilde{x} = w^\top x + b$ and we have reduced to the case of 0 intercept.

When we restrict to linear models, we can further decompose the risk under squared loss.

Lemma 4.2

With $w^* \in \operatorname{argmin}_{w \in \mathbb{R}^d} L(w)$, we have

$$L(\hat{w}) = \mathbb{E}_x[\operatorname{Var}(y | x)] + \mathbb{E}_x[(\mathbb{E}[y | x] - w^{*\top} x)^2] + \mathbb{E}_x[(w^{*\top} x - \hat{w}^\top x)^2]. \quad (4.1) \quad \diamond$$

The second term in equation (4.1) can be thought of as the approximation error incurred by linear models. The third term can be interpreted as the estimation error we incur from having only a finite sample.

Proof. Define $g(\hat{w}) \triangleq \mathbb{E}[(\mathbb{E}[y | x] - \hat{w}^\top x)^2]$. By Lemma 4.1,

$$L(\hat{w}) = \mathbb{E}[\operatorname{Var}(y | x)] + g(\hat{w}). \quad (4.2)$$

Observe that since $w^* \in \operatorname{argmin} L(w)$, $\nabla L(w^*) = 0$. Furthermore, since $\mathbb{E}_x[\operatorname{Var}(y | x)]$ is a constant with respect to w , we have

$$\begin{aligned} \nabla L(w) &= \nabla g(w) \\ &= \mathbb{E}[\nabla_w (\mathbb{E}(y | x) - w^\top x)^2] \\ &= 2\mathbb{E}[(\mathbb{E}(y | x) - w^\top x)x]. \end{aligned}$$

Since $\nabla L(w^*) = 0$ we have

$$\mathbb{E}[(\mathbb{E}[y | x] - w^{*\top} x)x] = 0. \quad (4.3)$$

Next, we expand:

$$\begin{aligned} g(\hat{w}) &= \mathbb{E}[(\mathbb{E}[y | x] - \hat{w}^\top x)^2] \\ &= \mathbb{E}[(\mathbb{E}[y | x] - w^{*\top} x - (\hat{w}^\top x - w^{*\top} x))^2] \\ &= \mathbb{E}[(\mathbb{E}[y | x] - w^{*\top} x)^2 + (\hat{w}^\top x - w^{*\top} x)^2 \\ &\quad - 2\mathbb{E}[(\mathbb{E}[y | x] - w^{*\top} x)(\hat{w}^\top x - w^{*\top} x)]]. \end{aligned}$$

Finally, observe that

$$\mathbb{E}[(\mathbb{E}[y | x] - w^{*\top} x)(\hat{w}^\top x - w^{*\top} x)] = (\hat{w}^\top - w^{*\top})\mathbb{E}[(\mathbb{E}[y | x] - w^{*\top} x)x].$$

By equation (4.3), this quantity vanishes and it follows that

$$g(\hat{w}) = \mathbb{E}[(\mathbb{E}[y | x] - w^{*\top} x)^2] + \mathbb{E}[(\hat{w}^\top x - w^{*\top} x)^2]. \quad (4.4)$$

Combining equations (4.2) and (4.4) gives the desired result. \square

4.5 Parameterized families of hypotheses

Linear models are one type of *parameterized family* of hypotheses. In general, a parameterized family is given by a parameter space Θ . For each $\theta \in \Theta$ there is a hypothesis $f_\theta(x)$, sometimes written $f(\theta; x)$. In this case we may write the loss function as

$$\ell(f_\theta(x), y) = \ell((x, y), \theta).$$

In the special case of linear functions, our parameter space is $\Theta = \mathbb{R}^d$ and for $\theta \in \Theta$ we have $f_\theta(x) = \theta^\top x$.

4.5.1 Well-specified case and maximum likelihood

In the well-specified case, $P_\theta(y | x)$ is a family of distributions parameterized by $\theta \in \Theta$, and $y | x \sim P_{\theta^*}(y | x)$ is distributed according to some ground truth parameter θ^* . We define the *maximum likelihood* loss function by

$$\ell((x, y), \theta) = -\log P_\theta(y | x),$$

so that minimizing the loss function is equivalent to maximizing the likelihood of the data.

For example, suppose that $y | x$ is Gaussian distributed with mean $\theta^{*\top} x$ and variance 1, i.e. $y | x \sim N(\theta^{*\top} x, 1)$. The likelihood is then

$$\begin{aligned}\ell((x, y), \theta) &= -\log P_\theta(y | x) \\ &= -\log \exp\left(-\frac{(y - \theta^\top x)^2}{2}\right) + c \\ &= \frac{(y - \theta^\top x)^2}{2} + c\end{aligned}$$

where c is the log of the normalizing constant. This computation shows that in the Gaussian setting, minimizing the squared loss actually recovers the MLE.

4.6 Training loss

Often we do not know the true underlying distribution P with which to compute the expected loss. In these cases we need to use an approximation based on the data we do have. This motivates our definition of the *training loss*

$$\hat{L}(\theta) \triangleq \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ell((x^{(i)}, y^{(i)}), \theta).$$

In the special case of maximum likelihood, we have $\hat{L}(\theta) = -\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log p_\theta(y^{(i)} | x^{(i)})$. We define the *maximum likelihood estimator*

$$\hat{\theta}_{\text{MLE}} \in \operatorname{argmin}_{\theta \in \Theta} \hat{L}(\theta).$$

This approximation is “good” in the sense that as $n \rightarrow \infty$, the minimizer of the training loss $\hat{\theta}_{\text{MLE}}$ approaches the true maximum likelihood parameter θ^* . The following theorem quantifies this fact.


Theorem 4.1 (Asymptotic of MLE)

Assume $\nabla^2 L(\theta^*)$ is full rank. Let $\hat{\theta} = \hat{\theta}_{\text{MLE}}$ and

$$Q \triangleq \mathbb{E}_{(x, y) \sim P} [\nabla_\theta (\log p_\theta(y | x))(\theta^*) \nabla_\theta (\log p_\theta(y | x))(\theta^*)^\top].$$

Assuming that $\hat{\theta} = \hat{\theta}_n \xrightarrow{P} \theta^*$ (i.e. consistency) and under appropriate regularity conditions,

$$\sqrt{n}(\hat{\theta} - \theta^*) \xrightarrow{d} N(0, Q^{-1}) \text{ and } n(L(\hat{\theta}) - L(\theta^*)) \xrightarrow{d} \frac{1}{2} \chi^2(p).$$

as $n \rightarrow \infty$, where p is the dimension of θ and $\chi^2(p)$ is the distribution of the sum of the squares of p i.i.d. standard Gaussian random variables. 

Remark. The positive definiteness of the Hessian $\nabla^2 L(\theta^*)$ guarantees that identifiability holds *locally* (in a neighborhood of θ^*), but does not imply identifiability because of a lack of *global* information.

To give a counter-example, suppose θ^* is the global minimizer of L and the Hessian is positive definite, but there exists a sequence of θ_n such that $\|\theta_n - \theta^*\| = n$ but $L(\theta_n) = L(\theta^*) + 1/n$, then the identifiability is violated: the inf is not strictly greater than but equal to $L(\theta^*)$. The reason is that the Hessian does not reveal information about L outside an infinitesimal neighborhood of θ^* .

One way to exclude such adversarial case is to assume convexity: when L is convex, a local strong growth implies global growth and thus identifiability

Example 1 fasd

sdadasd