

Homework 1 - Supervised Learning

Brady L. Hurlburt
CS6741 Machine Learning
Georgia Institute of Technology

August 28, 2017

1 Decision Tree

1.1 Play Tennis

Figure 1 is an example of using [1] to generate a decision tree.

2 Sample plot

Bokeh expects data as either a **single value**, or a **series of values**, e.g., list, set, NumPy array, Pandas DataFrame column. We will often use NumPy arrays. We used [2].

Lets create some sample data. Throughout this tutorial, we will use the normal (or Gaussian) distribution for out sample data. The Gaussian distribution is defined as

$$f(x|\mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

where μ is the mean value, and σ is the standard deviation. See Figure 2.

SciPy provides `scipy.stats.norm` which include many functions related to the Gaussian distribution. Here is a simple wrapper of the probability density function (pdf).

2.1 A Pretty Good Plot

We will define 3 Gaussian distributions: 1. $\mu = 10, \sigma = 4$ 2. $\mu = 15, \sigma = 1$ 3. $\mu = 8, \sigma = 2$

In addition to `tools`, `figure()` and `diamond()` have several other kwargs you can use to adjust the plotting results. Lets see some of these in use.

Note that you can use `color` to set both the `line_color` and `fill_color`. Similarly, `alpha` sets both the `line_alpha` and `fill_alpha`. See Figure 3.

2.2 A Better Plot

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec at suscipit purus. Quisque consectetur ex erat, at scelerisque ipsum auctor blandit. Phasellus auctor erat arcu, ac mattis lectus ornare ut. Suspendisse eget tempor enim. Suspendisse sed tempus ante, quis laoreet magna. Vivamus vel augue ac tellus scelerisque posuere. Donec justo risus, pretium vitae nisi a, iaculis malesuada lacus. Aenean scelerisque non nunc ac dignissim. Cras quam magna, suscipit vitae lacus porta, imperdiet pharetra ipsum. Morbi eu nisl mollis odio dictum sagittis. Aliquam iaculis,

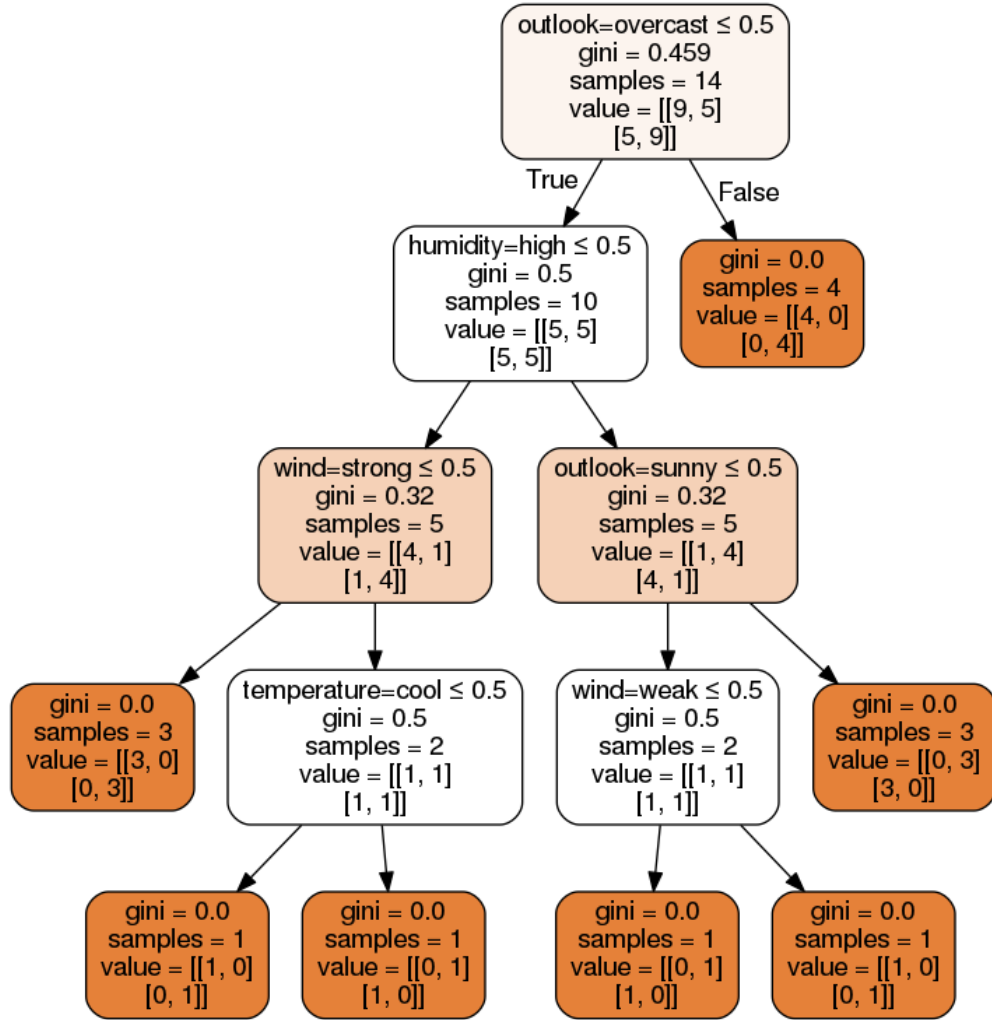


Figure 1: The playtennis decision tree

enim tempor imperdiet lacinia, arcu ipsum pretium ligula, nec interdum diam diam a eros. Donec venenatis ipsum id porta malesuada. Morbi cursus pretium erat, sed consequat turpis fermentum sit amet.

Praesent a facilisis diam. Duis non velit pharetra, luctus odio sit amet, volutpat sapien. Praesent elementum quam ac dolor porttitor dignissim. Morbi imperdiet nec odio a volutpat. Quisque semper tellus at sapien accumsan, at hendrerit massa dignissim. Duis a sem aliquet, sollicitudin ipsum ut, posuere diam. Duis id diam in libero fringilla porttitor id in lectus. Vivamus sed suscipit erat, vitae congue orci. Proin at ipsum eu diam tincidunt elementum. Integer lacinia lectus ex, sed lobortis nulla tincidunt et. Etiam eu turpis vitae nisl sodales volutpat et eget massa. Nulla facilisi. Quisque ultricies imperdiet augue vel ultrices. Sed luctus posuere justo a consectetur. Cras scelerisque mi id hendrerit ullamcorper.

Nullam aliquet ex neque, vitae ornare dui luctus eget. Sed convallis, ex non euismod maximus, neque nisl sagittis libero, sit amet viverra sem tortor ut lacus. Sed at fringilla justo, nec sagittis lectus. Mauris arcu dui, rhoncus in pharetra fringilla, laoreet sagittis leo. Praesent elementum turpis luctus neque malesuada laoreet. In consequat augue quis nulla bibendum hendrerit. Sed ornare mattis lorem, sed eleifend libero convallis a. Sed mollis eu risus non rutrum. Nullam sed

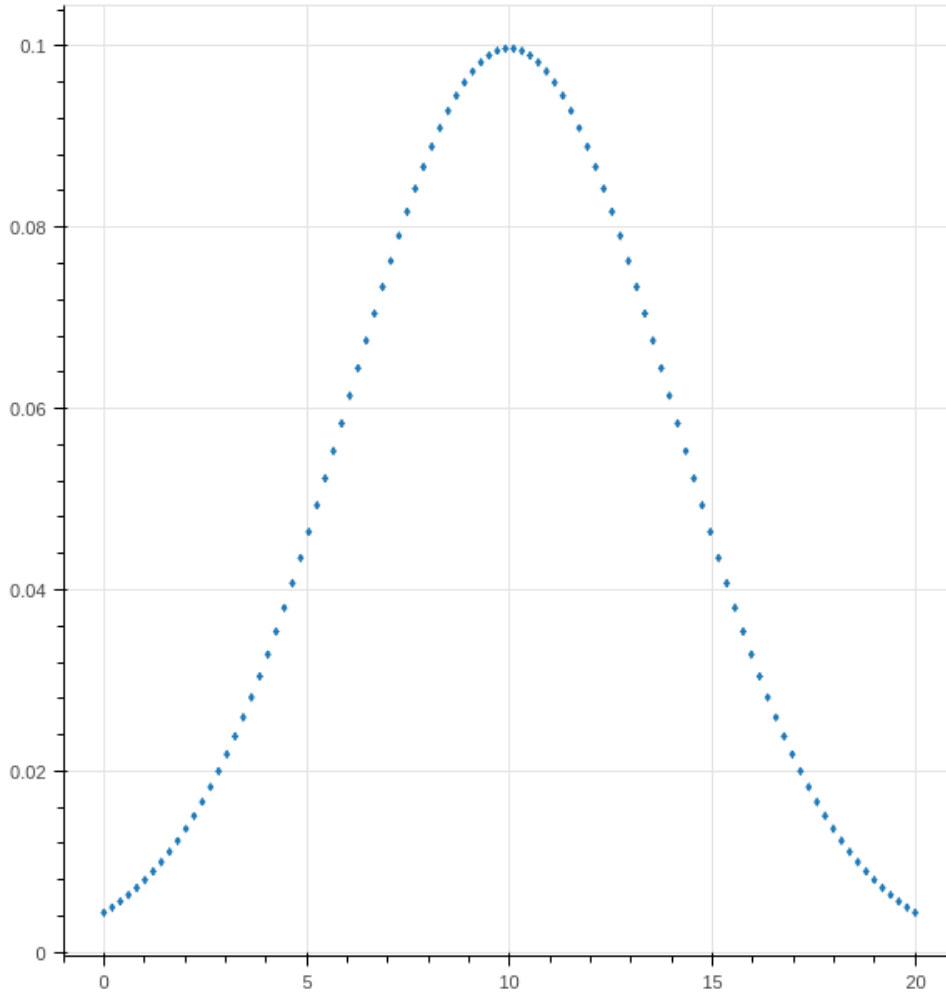


Figure 2: A nice curve

velit ut dolor consectetur volutpat. Integer lectus ante, commodo a bibendum id, feugiat id leo. Vivamus pretium pellentesque sem id placerat.

Vestibulum id ligula mauris. Phasellus id vehicula ligula, a imperdiet nibh. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Suspendisse laoreet tortor eget lectus gravida commodo. Etiam lobortis velit dui, sed mollis libero efficitur vitae. Vestibulum gravida dui justo, ut posuere nisi bibendum ac. Nam rhoncus tortor id gravida bibendum. Nam eu libero sit amet tortor ultricies interdum.

Vivamus vel odio sodales, tristique ipsum in, vehicula orci. Curabitur sit amet augue sit amet risus venenatis pretium. Aliquam erat volutpat. Vivamus nec mauris dignissim, dignissim eros vitae, fermentum enim. Donec ut auctor sem. Ut pellentesque consequat pulvinar. Suspendisse eleifend lacus at purus placerat mollis non non lacus. Duis mattis venenatis velit et lacinia. Fusce viverra tincidunt urna, eu viverra ligula accumsan ac. Nam nisi tortor, bibendum a nunc vel, volutpat dictum sem. Donec gravida nulla in lorem consequat, placerat accumsan dui ullamcorper. Pellentesque auctor nibh nunc, vel efficitur neque vehicula eget. Fusce vitae tincidunt purus.

Quisque vitae eros in quam elementum gravida. Aenean aliquam lectus et nibh sollicitudin rutrum imperdiet id est. Cras mollis tincidunt sem a suscipit. Nulla lacinia quis magna ac ultricies. Vivamus iaculis dapibus massa non lobortis. Sed ac leo interdum, tempor risus nec, luctus magna.

Praesent ut nunc non sem ultricies tristique sodales in sem. Pellentesque interdum sem eu turpis interdum, eget porta elit lobortis. Donec lacinia diam nec dolor egestas viverra.

Mauris congue orci nisi, eget rhoncus felis dictum sit amet. Vivamus elementum, augue non egestas placerat, velit lacus congue ex, vel varius purus mi nec sem. Cras tristique sem a egestas aliquet. Nam ligula justo, lacinia ut dolor at, tincidunt varius urna. Duis et sem semper, imperdiet nisl sed, aliquet ante. Phasellus interdum enim massa. Pellentesque faucibus ac lorem sed tristique.

Quisque enim ipsum, semper vel orci ac, euismod lacinia libero. Duis ac sapien aliquam, ullamcorper nibh non, mattis nulla. Nulla mattis lorem ante, sed ultricies enim suscipit sit amet. Pellentesque mattis tincidunt turpis nec posuere. Nullam id est nunc. Nam in fringilla tellus. Maecenas varius lacinia tincidunt. Nulla eleifend, mauris at tristique varius, turpis purus dignissim tortor, id accumsan felis odio eu quam.

Nunc eleifend leo turpis, id dictum massa pulvinar at. Nullam lectus magna, tempus nec massa non, fermentum efficitur elit. Cras vitae ornare lectus. Phasellus venenatis iaculis risus ut semper. Etiam laoreet erat sit amet massa lobortis, sit amet posuere mi placerat. Aliquam quis consectetur tellus. Vestibulum nec ex bibendum, iaculis ex sed, vulputate nulla. Sed commodo sagittis scelerisque. Morbi sed massa dictum orci ornare gravida sed eu sapien. Vestibulum eu aliquet lacus. Sed mollis velit sed elit sollicitudin ullamcorper. Maecenas consequat nisi nunc. Pellentesque ornare enim dolor, sagittis fringilla magna faucibus a. Nam tincidunt sagittis semper. Quisque bibendum ante sagittis, lobortis felis eu, hendrerit eros.

Sed mollis metus id sem aliquam commodo. Mauris volutpat diam nec tellus laoreet imperdiet. Pellentesque enim augue, sagittis eget aliquet in, ultrices non est. In sed leo lobortis, ullamcorper ante eu, eleifend turpis. Praesent id ex quis mi gravida dignissim. Cras rhoncus tincidunt consectetur. Maecenas volutpat sem sed lacus tristique, vitae fermentum erat posuere. Vestibulum in mollis libero, eu laoreet nunc. Ut mauris lacus, eleifend vel ex ornare, venenatis iaculis odio. Pellentesque malesuada maximus posuere. Pellentesque vitae metus mattis, molestie lectus non, rutrum nisl. Donec viverra diam eu vehicula dapibus. Nunc nec rhoncus nisi, in condimentum leo. Quisque vel purus dictum, lobortis tellus id, laoreet libero.

Nulla fringilla eros rhoncus tempus euismod. Pellentesque bibendum sem ac pellentesque vulputate. Donec euismod elit quam, quis lacinia tortor pretium at. Nulla facilisi. Mauris viverra ultrices turpis vel hendrerit. Phasellus pretium lacus eget sodales vehicula. Nam aliquam odio lectus, volutpat semper nisl bibendum eget. Morbi laoreet neque sapien, et maximus ipsum varius id. Mauris mi dolor, ullamcorper ac eleifend sit amet, facilisis nec libero. Nulla nunc orci, malesuada a ex quis, vulputate vulputate nibh. Duis semper efficitur risus in sodales. Quisque efficitur orci a augue pellentesque auctor.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec at suscipit purus. Quisque consectetur ex erat, at scelerisque ipsum auctor blandit. Phasellus auctor erat arcu, ac mattis lectus ornare ut. Suspendisse eget tempor enim. Suspendisse sed tempus ante, quis laoreet magna. Vivamus vel augue ac tellus scelerisque posuere. Donec justo risus, pretium vitae nisi a, iaculis malesuada lacus. Aenean scelerisque non nunc ac dignissim. Cras quam magna, suscipit vitae lacus porta, imperdiet pharetra ipsum. Morbi eu nisl mollis odio dictum sagittis. Aliquam iaculis, enim tempor imperdiet lacinia, arcu ipsum pretium ligula, nec interdum diam diam a eros. Donec venenatis ipsum id porta malesuada. Morbi cursus pretium erat, sed consequat turpis fermentum sit amet.

Praesent a facilisis diam. Duis non velit pharetra, luctus odio sit amet, volutpat sapien. Praesent elementum quam ac dolor porttitor dignissim. Morbi imperdiet nec odio a volutpat. Quisque semper tellus at sapien accumsan, at hendrerit massa dignissim. Duis a sem aliquet, sollicitudin ipsum ut, posuere diam. Duis id diam in libero fringilla porttitor id in lectus. Vivamus sed sus-

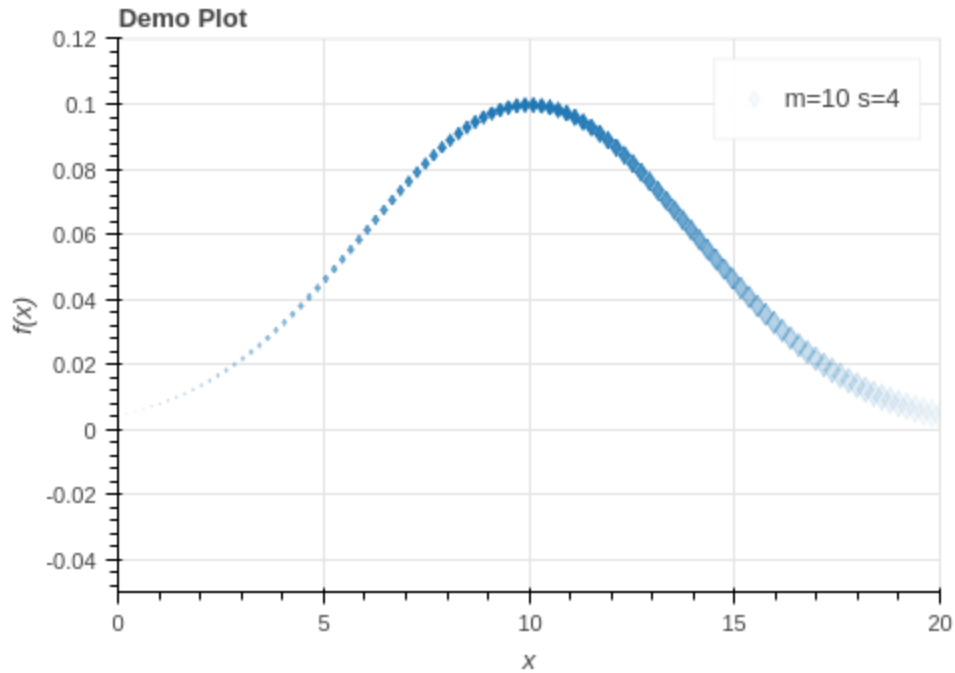


Figure 3: A nicer curver

cipit erat, vitae congrue orci. Proin at ipsum eu diam tincidunt elementum. Integer lacinia lectus ex, sed lobortis nulla tincidunt et. Etiam eu turpis vitae nisl sodales volutpat et eget massa. Nulla facilisi. Quisque ultricies imperdiet augue vel ultrices. Sed luctus posuere justo a consectetur. Cras scelerisque mi id hendrerit ullamcorper.

Nullam aliquet ex neque, vitae ornare dui luctus eget. Sed convallis, ex non euismod maximus, neque nisl sagittis libero, sit amet viverra sem tortor ut lacus. Sed at fringilla justo, nec sagittis lectus. Mauris arcu dui, rhoncus in pharetra fringilla, laoreet sagittis leo. Praesent elementum turpis luctus neque malesuada laoreet. In consequat augue quis nulla bibendum hendrerit. Sed ornare mattis lorem, sed eleifend libero convallis a. Sed mollis eu risus non rutrum. Nullam sed velit ut dolor consectetur volutpat. Integer lectus ante, commodo a bibendum id, feugiat id leo. Vivamus pretium pellentesque sem id placerat.

Vestibulum id ligula mauris. Phasellus id vehicula ligula, a imperdiet nibh. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Suspendisse laoreet tortor eget lectus gravida commodo. Etiam lobortis velit dui, sed mollis libero efficitur vitae. Vestibulum gravida dui justo, ut posuere nisi bibendum ac. Nam rhoncus tortor id gravida bibendum. Nam eu libero sit amet tortor ultricies interdum.

Vivamus vel odio sodales, tristique ipsum in, vehicula orci. Curabitur sit amet augue sit amet risus venenatis pretium. Aliquam erat volutpat. Vivamus nec mauris dignissim, dignissim eros vitae, fermentum enim. Donec ut auctor sem. Ut pellentesque consequat pulvinar. Suspendisse eleifend lacus at purus placerat mollis non non lacus. Duis mattis venenatis velit et lacinia. Fusce viverra tincidunt urna, eu viverra ligula accumsan ac. Nam nisi tortor, bibendum a nunc vel, volutpat dictum sem. Donec gravida nulla in lorem consequat, placerat accumsan dui ullamcorper. Pellentesque auctor nibh nunc, vel efficitur neque vehicula eget. Fusce vitae tincidunt purus.

Quisque vitae eros in quam elementum gravida. Aenean aliquam lectus et nibh sollicitudin rutrum imperdiet id est. Cras mollis tincidunt sem a suscipit. Nulla lacinia quis magna ac ultricies.

Vivamus iaculis dapibus massa non lobortis. Sed ac leo interdum, tempor risus nec, luctus magna. Praesent ut nunc non sem ultricies tristique sodales in sem. Pellentesque interdum sem eu turpis interdum, eget porta elit lobortis. Donec lacinia diam nec dolor egestas viverra.

Mauris congue orci nisi, eget rhoncus felis dictum sit amet. Vivamus elementum, augue non egestas placerat, velit lacus congue ex, vel varius purus mi nec sem. Cras tristique sem a egestas aliquet. Nam ligula justo, lacinia ut dolor at, tincidunt varius urna. Duis et sem semper, imperdiet nisl sed, aliquet ante. Phasellus interdum enim massa. Pellentesque faucibus ac lorem sed tristique.

Quisque enim ipsum, semper vel orci ac, euismod lacinia libero. Duis ac sapien aliquam, ullamcorper nibh non, mattis nulla. Nulla mattis lorem ante, sed ultricies enim suscipit sit amet. Pellentesque mattis tincidunt turpis nec posuere. Nullam id est nunc. Nam in fringilla tellus. Maecenas varius lacinia tincidunt. Nulla eleifend, mauris at tristique varius, turpis purus dignissim tortor, id accumsan felis odio eu quam.

Nunc eleifend leo turpis, id dictum massa pulvinar at. Nullam lectus magna, tempus nec massa non, fermentum efficitur elit. Cras vitae ornare lectus. Phasellus venenatis iaculis risus ut semper. Etiam laoreet erat sit amet massa lobortis, sit amet posuere mi placerat. Aliquam quis consectetur tellus. Vestibulum nec ex bibendum, iaculis ex sed, vulputate nulla. Sed commodo sagittis scelerisque. Morbi sed massa dictum orci ornare gravida sed eu sapien. Vestibulum eu aliquet lacus. Sed mollis velit sed elit sollicitudin ullamcorper. Maecenas consequat nisi nunc. Pellentesque ornare enim dolor, sagittis fringilla magna faucibus a. Nam tincidunt sagittis semper. Quisque bibendum ante sagittis, lobortis felis eu, hendrerit eros.

Sed mollis metus id sem aliquam commodo. Mauris volutpat diam nec tellus laoreet imperdiet. Pellentesque enim augue, sagittis eget aliquet in, ultrices non est. In sed leo lobortis, ullamcorper ante eu, eleifend turpis. Praesent id ex quis mi gravida dignissim. Cras rhoncus tincidunt consectetur. Maecenas volutpat sem sed lacus tristique, vitae fermentum erat posuere. Vestibulum in mollis libero, eu laoreet nunc. Ut mauris lacus, eleifend vel ex ornare, venenatis iaculis odio. Pellentesque malesuada maximus posuere. Pellentesque vitae metus mattis, molestie lectus non, rutrum nisl. Donec viverra diam eu vehicula dapibus. Nunc nec rhoncus nisi, in condimentum leo. Quisque vel purus dictum, lobortis tellus id, laoreet libero.

Nulla fringilla eros rhoncus tempus euismod. Pellentesque bibendum sem ac pellentesque vulputate. Donec euismod elit quam, quis lacinia tortor pretium at. Nulla facilisi. Mauris viverra ultrices turpis vel hendrerit. Phasellus pretium lacus eget sodales vehicula. Nam aliquam odio lectus, volutpat semper nisl bibendum eget. Morbi laoreet neque sapien, et maximus ipsum varius id. Mauris mi dolor, ullamcorper ac eleifend sit amet, facilisis nec libero. Nulla nunc orci, malesuada a ex quis, vulputate vulputate nibh. Duis semper efficitur risus in sodales. Quisque efficitur orci a augue pellentesque auctor.

References

- [1] F. Pedregosa, G. Varoquaux, A. Gramfort, V. Michel, B. Thirion, O. Grisel, M. Blondel, P. Prettenhofer, R. Weiss, V. Dubourg, J. Vanderplas, A. Passos, D. Cournapeau, M. Brucher, M. Perrot, and E. Duchesnay, "Scikit-learn: Machine learning in Python," *Journal of Machine Learning Research*, vol. 12, pp. 2825–2830, 2011.
- [2] J. Doe, *The Book without Title*. Dummy Publisher, 2100.