



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

centro

unidade patrono

Nome Sobrenome

Título do trabalho acadêmico

Cidade

aaaa

Nome Sobrenome

Título do trabalho acadêmico

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Curso, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.



Orientador: Cargo Titulação Nome Sobrenome
Coorientador: Cargo Titulação Nome Sobrenome

Cidade

aaaa

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/D

D979

Sobrenome, Nome

Título do trabalho acadêmico / Nome Sobrenome. – Cidade, aaaa-
29 f.

Orientador: Cargo Titulação Nome Sobrenome

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
unidade, Programa de Pós-Graduação em Curso, aaaa.

1. primeira palavra chave.. 2. segunda palavra chave.. 3. terceira
palavra chave.. I. Cargo Titulação Nome Sobrenome. II. Universidade do
Estado do Rio de Janeiro. III. unidade. IV. Título

CDU 02:141:005.7

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta
dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Nome Sobrenome

Título do trabalho acadêmico

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Curso, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em dd de Mês de aaaa.

Banca Examinadora:

Cargo Titulação Nome Sobrenome (Orientador)
Unidade – Instituição

Cargo Titulação Nome Sobrenome (Coorientador)
Unidade – Instituição

primeiro membro titular da banca
instituição

segundo membro titular da banca
instituição

terceiro membro titular da banca
instituição

primeiro membro suplente da banca
instituição

segundo membro suplente da banca
instituição

terceiro membro suplente da banca
instituição instituição instituição instituição

Cidade

aaaa

DEDICATÓRIA

Texto da dedicatória

AGRADECIMENTOS

Texto de agradecimento

RESUMO

SOBRENOME, Iniciais. Do. Nome. *Título do trabalho acadêmico*. aaaa. 29 f.
Dissertação (Mestrado em Curso) – unidade, Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Cidade, aaaa.

Texto do resumo em português.

Palavras-chave: primeira palavra chave. segunda palavra chave. terceira palavra chave.

ABSTRACT

SOBRENOME, Iniciais. Do. Nome. *Title of dissertation.* aaaa. 29 f. Dissertação (Mestrado em Curso) – unidade, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Cidade, aaaa.

Abstract in English.

Keywords: first keyword. second keyword. third keyword.

LIST OF FIGURES

Figure 1 - Título da figura.	19
Figure 2 - Título da figura.	20

LIST OF TABLES

Table	1 - Título da tabela.	19
-------	-------------------------------	----

LISTA DE ALGORITMOS

Algoritmo 1 - Título do algoritmo.	21
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

sigla1	por extenso
sigla2	por extenso
sigla3	por extenso

LISTA DE SÍMBOLOS

<i>simbolo1</i>	significado e/ou valor
<i>simbolo2</i>	significado e/ou valor
<i>simbolo3</i>	significado e/ou valor

CONTENTS

	INTRODUÇÃO	14
1	BOLTZMANN MACHINES	15
1.1	Boltzmann Machines	15
2	TÍTULO DO CAPÍTULO 1	18
3	TÍTULO DO CAPÍTULO 2	21
	CONCLUSÃO	23
	BIBLIOGRAPHY	24
	GLOSSÁRIO	25
	APPENDIX A – Primeiro apêndice	26
	APPENDIX B – Segundo apêndice	27
	ANNEX A – Primeiro anexo	28
	ANNEX B – Segundo anexo	29

INTRODUÇÃO

Texto da introdução. Texto, texto texto (AMADO, 1969), texto Amado (1969).
Texto Andrade em 1997, texto ANDRADE, texto.

1 BOLTZMANN MACHINES

Here we begin by explaining the theory behind Boltzmann Machines

1.1 Boltzmann Machines

Boltzmann Machines (BM) are a type of stochastic neural networks (SNN) where the connections between units, which are described by w , are symmetrical, i.e., $w_{ij} = w_{ji}$ [HERTZ]. This kind of stochastic neural networks are capable of learning internal representation and to model an input distribution. Boltzmann Machines were named after the Boltzmann distribution. Due to its stochastic behaviour, the probability of the state of the system to be found in a certain configuration is given by previous mentioned distribution [HERTZ]. According to [MONTUFAR, 2018], BM can be seen as an extension of Hopfield networks to include hidden units.

Boltzmann Machines have visible and hidden units. The visible units are linked to the external world and they correspond to the components of an observation. On the other hand, the hidden units do not have any connection outside of the network and model the dependencies between the components of the observations [FISCHER, 2012]. In BM, there is no connection restriction, this means that every unit, visible or hidden, can be connected to every other unit as in a complete graph, this pattern is not mandatory as some of the connections may not exist depending on the network layout.

Training Boltzmann Machines means finding the right connection between the units.

Boltzmann Machines (BM) are stochastic neural networks with symmetric connections, i.e., $w_{ij} = w_{ji}$. Boltzmann Machines use the Boltzmann distribution to determine the probability of the state of the system of the network. BM resembles the Hopfield networks with the inclusion of hidden units. Finding the right connections between the hidden units without knowing it from the training patterns what the hidden units represent is part of solving the Boltzmann Machine problem.

Units x_i in BM are split into two kinds: visible and hidden units. The visible units have connection to the outside world and are the units that receive the data input. On the other hand, the hidden units do not have any connection to the outside of the network and they are responsible to find the data relation from the input. In a BM, the connections between units can be complete or not. Regardless of how the connections are, every connection in a BM is symmetric.

BM are made of stochastic units x_i which each of them can assume a binary value

with a certain probability as follows:

$$x_i = \begin{cases} 1 & \text{with probability } g(h_i) \\ 0 & \text{with probability } 1 - g(h_i) \end{cases}, \quad (1)$$

where

$$h_i = \sum_j w_{ij} x_j, \quad (2)$$

and

$$g(h_i) = \frac{1}{1 + e^{-2\beta h_i}}. \quad (3)$$

Due to the symmetrical connections, there is an energy function give by

$$H(\vec{x}) = - \sum_i \sum_j w_{ij} x_i x_j - \sum_i w_{ii} x_i, \quad (4)$$

where $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, and n is equal to the number of units in the network, and the above energy function has minimum when there is a stable state characterised by

$$x_i = \text{sgn}(h_i). \quad (5)$$

The probability P of finding the system in a given state \vec{x} after the equilibrium is reached can be computed as follows:

$$P(\vec{x}) = \frac{1}{Z} e^{-\beta H(\vec{x})}, \quad (6)$$

where

$$Z = \sum_{\vec{x}'} e^{-\beta H(\vec{x}')} \quad (7)$$

is the partition function.

The learning process of a Boltzmann Machine consists in adjusting the connections w_{ij} in such a way that the state of the visible units have a particular desired probability distribution.

Let us identify the state of the visible units by an index α and the state of the hidden units by an index β . Considering a system which has N visible units and K hidden units, the whole system have 2^{N+K} possibilities of states in which it can be found.

The joint probability $P_{\alpha\beta}$ is the probability of finding the visible and hidden units in the states α and β , respectively. This probability measurement is given by the Boltzmann

distribution:

$$P_{\alpha\beta} = \frac{e^{-\frac{1}{T} H_{\alpha\beta}}}{Z}, \quad (8)$$

where

$$Z = \sum_u \sum_k e^{\frac{1}{T} H_{uk}}, \quad (9)$$

and

$$H_{\alpha\beta} = - \sum_i \sum_j w_{ij} x_i^{\alpha\beta} x_j^{\alpha\beta} - \sum_i w_{ii} x_i^{\alpha\beta}. \quad (10)$$

As metioned above, the problem a Boltzmann Machine is trying to solve is determining the connections w_{ij} between units such that the visible units have a certain probability distribution. In order to do that, we need to find the marginal probability of the state α in which the visible units are found regardless of the state β of the hidden units. The marginal probability P_α is given by

$$P_\alpha = \sum_\beta P_{\alpha\beta} = \sum_\beta \frac{e^{\frac{1}{T} H_{\alpha\beta}}}{Z}. \quad (11)$$

Although we know that P_α is a function of the connections w_{ij} , and that this is the probability of finding the visible units in the state α . We want

2 TÍTULO DO CAPÍTULO 1

Texto do capítulo. Texto, texto, Figura 1. Texto Figura 2(a).

Figure 1 - Título da figura.



Legend: Texto da legenda.

Source: Citação da fonte ou 'O autor.'.

Table 1 - Título da tabela.

X	Y
1,20	15,7
1,23	15,6
1,19	15,3
1,26	15,1
1,22	15,5
1,16	15,3
1,37	15,7

Legend: Texto da legenda.

Source: Citação da fonte ou 'O autor.'.

Figure 2 - Título da figura.



(a)



(b)



(c)

Legend: Texto da legenda. (a) Texto da imagem. (b) Texto da imagem. (c) Texto da imagem.

Source: Citação da fonte ou 'O autor'.

3 TÍTULO DO CAPÍTULO 2

Texto do capítulo. Texto, texto Algoritmo 1. Texto.

Algoritmo 1 - Título do algoritmo.

DOCUMENTAÇÃO

TÍTULO

Nome do algoritmo

PROPÓSITO

Propósito do algoritmo.

MÉTODO

Método utilizado no algoritmo.

ENTRADAS

a, m: multiplicador e módulo

n0: semente

i: contador auxiliar

SAÍDAS

n: número aleatório

OBSERVAÇÕES, RESTRIÇÕES, REQUISITOS

Observações, restrições e requisitos.

ALGORITMO IDENTIFICAÇÃO

declarar a, m, i numéricos

declarar $n0, n$ numéricos

```

1.   $m \leftarrow 13$ 
2.   $n0 \leftarrow 1$ 
3.  para  $a$  de 2 até  $m - 1$  , fazer      {para cada possível valor de 'a'}
4.  |   escrever "a = ",  $a$ , ":",  $n = \{$ 
5.  |    $n \leftarrow n0$       {reinicia a geração com a semente  $n0$ }
6.  |   para  $i$  de 0 até  $m - 1$  , fazer
7.  |   |    $n \leftarrow \text{resto}(a * n, m)$       {gerador de números aleatórios}
8.  |   |   se ( $n == n0$ ), então      {se fim da sequencia ...}
9.  |   |   |   escrever  $n, \{$ 
10. |   |   |   parar
11. |   |   senão
12. |   |   |   escrever  $n$ 
13. |   |   fim se
14. |   fim para
15. fim para
— continua —

```

Algoritmo 1 - Título do algoritmo. (continuação)

```
— continuação —  
a ← 1  
enquanto (a < 10), fazer      {comentário}  
|   escrever a  
|   a ← a + 1  
fim enquanto  
a ← 1  
repetir      {comentário}  
|   escrever a  
|   a ← a + 1  
até que (a ≥ 10)  
  
a ← 1  
fazer      {comentário}  
|   escrever a  
|   a ← a + 1  
enquanto (a < 10)  
FIM ALGORITMO  
FIM DOCUMENTAÇÃO
```


CONCLUSÃO

Texto da conclusão.

BIBLIOGRAPHY

AMADO, J. *Dona Flor e seus dois maridos*: historia moral e de amor. 9. ed. Rio de Janeiro: Record, 1969. 535 p.

ANDRADE, M. M. d. *Introdução à metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 1997. 151 p.

GLOSSÁRIO

termo	significado
termo	significado
termo	significado

APPENDIX A – Primeiro apêndice

A.1 Primeira seção

Texto da primeira seção.

A.1.1 Primeira subseção

Texto da primeira subseção.

A.1.1.1 Primeira subsubseção

Texto da primeira subsubseção.

APPENDIX B – Segundo apêndice

B.1 Primeira seção

Texto da primeira seção.

B.1.1 Primeira subseção

Texto da primeira subseção.

B.1.1.1 Primeira subsubseção

Texto da primeira subsubseção.

ANNEX A – Primeiro anexo

A.1 Primeira seção

Texto da primeira seção.

A.1.1 Primeira subseção

Texto da primeira subseção.

A.1.1.1 Primeira subsubseção

Texto da primeira subsubseção.

ANNEX B – Segundo anexo

B.1 Primeira seção

Texto da primeira seção.

B.1.1 Primeira subseção

Texto da primeira subseção.

B.1.1.1 Primeira subsubseção

Texto da primeira subsubseção.