

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO

PROYECTO DE GRADO

**Advanced Natural Language Processing
Techniques to Profile Cybercriminals**

Autor:

Alejandro ANZOLA ÁVILA

Director:

Dr. Daniel Orlando DÍAZ LÓPEZ

Programa de Ingeniería de Sistemas

BOGOTÁ, COLOMBIA



11 de marzo de 2019

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Objetivo general	1
1.2. Objetivos específicos	1
2. Cronograma	2
3. Estado del arte	3
3.1. Análisis de vínculos (Link Analysis)	3
3.2. Agentes de software (Software Agents)	4
3.3. Sistemas Basados en Conocimiento (Knowledge Based Systems)	4
3.3.1. Fuzzy Knowledge Based Systems	4
3.4. Minería de texto (Text Mining)	4
3.5. Redes Neuronales (Neural Networks)	5
3.5.1. Sistemas de Detección de Anomalías (Anomaly Detection Systems)	5
3.5.2. Mapa autoorganizado (Self-organizing Maps)	5
3.6. Aprendizaje de maquina (Machine Learning)	5
4. Propuesta	7
4.1. Análisis	7
4.2. Diseño	8
4.3. Resultados	9
Abreviaturas	12
Glosario	13
Bibliografía	15

Índice de figuras

3.1. Arquitectura Knowledge Based Systems (KBS)	4
3.2. Proceso de adaptación de Self-organizing Maps (SOM)	5
3.3. Ejemplo de uso de SOM	6

Índice de cuadros

Capítulo 1

Introducción

1.1. Objetivo general

El objetivo de este proyecto es generar herramientas y estrategias para el perfilado de cibercriminales con ayuda de metodologías de *Procesamiento de Lenguaje Natural* (ó Natural Language Processing (NLP) en inglés) por medio de recolección de datos en fuentes abiertas y el análisis de sentimientos sobre la misma.

1.2. Objetivos específicos

1. Realizar minería de datos de fuentes abiertas de manera automatizada por medio de artefactos previamente construidos en [2].
2. Mejoramiento de las metodologías propuestas en [2] en las etapas de limpieza de los datos para el entrenamiento de los clasificadores.
3. Realizar análisis de sentimientos por medio de metodologías de NLP, Machine Learning (ML) y Deep Learning (DL).

Capítulo 2

Cronograma

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.

Capítulo 3

Estado del arte

La Web contiene una gran cantidad de opiniones respecto a productos, políticos, y mucho mas, expresado en forma de noticias, sitios de opinión, reseñas en tiendas online, redes sociales. Como resultado, el problema de “Minería de opinión” ha obtenido una atención creciente en las ultimas dos décadas y es un factor decisivo para las nuevas organizaciones. De esto mismo partimos que el análisis de textos para extraer el significado y demás componentes extraíbles del texto componen un factor que debe considerarse al momento de realizar decisiones, de manera que los avances hechos hasta ahora tienen como meta una aplicación practica de lo que se conoce como Natural Language Processing.

Luego de los ataques terroristas del 11 de Septiembre de 2001 en Estados Unidos, se realizaron fuertes criticas respecto a la inteligencia, donde el director del FBI *Robert S. Mueller* indico que el principal problema que la agencia tuvo fue que se enfocaba demasiado en lidiar con el crimen luego de que fue cometido y ponía muy poco énfasis en prevenirlo. Es por esto que el uso de NLP para temas de seguridad como también de metodologías de Machine Learning y Deep Learning han sido ampliamente utilizadas en ámbito de seguridad luego de estos eventos.

Para obtener una mejor inteligencia se necesito de mejores tecnologías a las que se tenían entonces (véase [3, pág 2]):

- Integración de datos (ó Data Integration (DI) en inglés)
- Análisis de vínculos (ó Link Analysis (LA) en inglés)
- Agentes de software (ó Software Agents (SA) en inglés)
- Minería de texto (ó Text Mining (TM) en inglés)
- Redes neuronales (ó Neural Networks (NN) en inglés)
- Algoritmos de Machine Learning (ó Machine Learning Algoritms (MLA) en inglés)

3.1. Análisis de vínculos (Link Analysis)

Es la visualización de asociaciones entre entidades y eventos, por lo general involucran una visualización por medio de una gráfica o un mapa que muestre las relaciones entre sospechosos y ubicaciones, sea por medio físico o por comunicaciones en la red.

3.2. Agentes de software (Software Agents)

Es el software que realiza tareas asignadas por el usuario de manera autónoma, donde sus habilidades básicas son:

- **Realización de tareas:** Hacen obtención de información, filtrado, monitoreo y reporte.
- **Conocimiento:** Pueden usar reglas programadas, o pueden aprender reglas nuevas (véase 3.3).
- **Habilidades de comunicación:** Reportar a humanos e interactuar con otros agentes.

3.3. Sistemas Basados en Conocimiento (Knowledge Based Systems)

Según [4], los KBS son uno de los mayores miembros de la familia de Artificial Intelligence (AI).

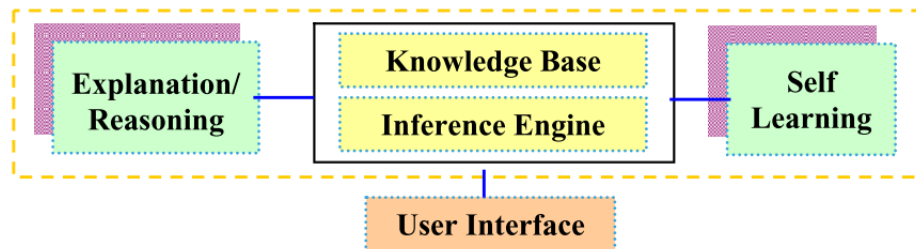


FIGURA 3.1: Arquitectura KBS. Tomado de [4]

3.3.1. Fuzzy Knowledge Based Systems

Pendiente

3.4. Minería de texto (Text Mining)

Es un subcampo de Inteligencia Artificial conocida como Natural Language Processing, en donde las herramientas de minería de datos pueden capturar rasgos críticos del contenido de un documento basado en el análisis de sus características lingüísticas.

La mayoría de los crímenes son electrónicos por naturaleza, por lo que se dejan rastros textuales que investigadores pueden seguir y analizar. Estas se enfocan en el descubrimiento de relaciones en texto no-estructurado y pueden ser aplicados al problema de *búsqueda y localizar palabras clave*.

3.5. Redes Neuronales (Neural Networks)

Pendiente

3.5.1. Sistemas de Detección de Anomalías (Anomaly Detection Systems)

Pendiente

3.5.2. Mapa autoorganizado (Self-organizing Maps)

Pendiente

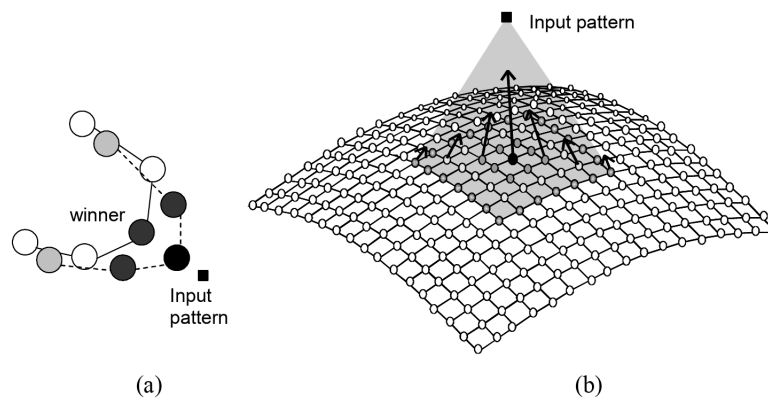


FIGURA 3.2: Proceso de adaptación de SOM. Tomado de [1]

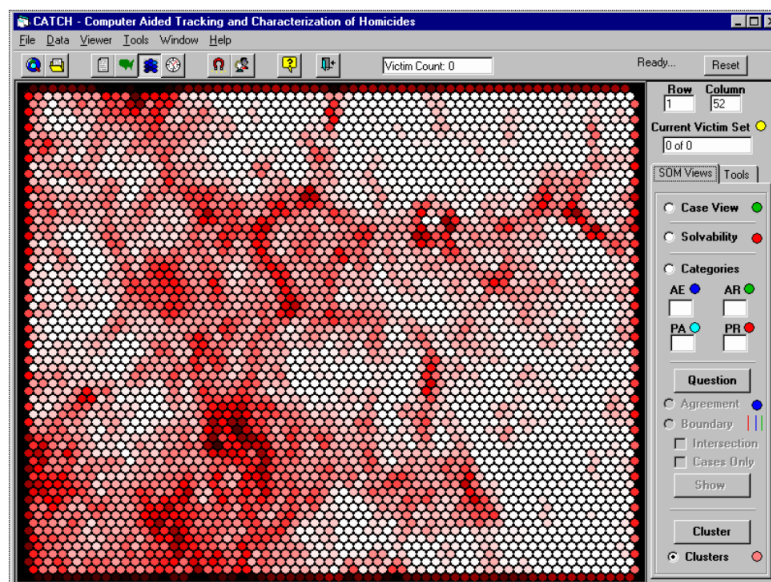


FIGURA 3.3: Ejemplo de uso de SOM. Tomado de [3]

3.6. Aprendizaje de maquina (Machine Learning)

Pendiente

Capítulo 4

Propuesta

4.1. Análisis

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.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

4.2. Diseño

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.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

4.3. Resultados

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.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia

nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Abreviaturas

AI Artificial Intelligence. 4

DI Data Integration. 3

DL Deep Learning. 1

KBS Knowledge Based Systems. 4

LA Link Analysis. 3

ML Machine Learning. 1

MLA Machine Learning Algorithms. 3

NLP Natural Language Processing. 1, 3

NN Neural Networks. 3

SA Software Agents. 3

SOM Self-organizing Maps. 5

TM Text Mining. 3

Glosario

A

Artificial Intelligence

Pendiente. 4

D

Data Integration

Para acceder a múltiples y diversas fuentes de información. 3

Deep Learning

Es un subcampo de Machine Learning que se usa algoritmos inspirados por la estructura y función del cerebro que son llamadas Redes Neuronales Artificiales (ó Artificial Neural Networks en inglés). 1

K

Knowledge Based Systems

Pendiente. 4

L

Link Analysis

Para visualizar asociaciones y relaciones criminales y terroristas. 3

M

Machine Learning

Informalmente ha sido definido como “El campo de estudio que le da a computadores la habilidad de aprender sin ser explícitamente programados”, este tiene tres tipos de algoritmos de aprendizaje: aprendizaje supervisado, aprendizaje no-supervisado, y aprendizaje por refuerzo. 1

Machine Learning Algorithms

Para extraer perfiles de perpetradores y mapas gráficos de crímenes. 3

N

Natural Language Processing

Rama de la inteligencia artificial que lidia con la interacción entre computadores y humanos usando el lenguaje natural. 1

Neural Networks

Para predecir la probabilidad de crímenes y nuevos ataques terroristas. 3

S**Self-organizing Maps**

Pendiente. 5

Software Agents

Para el monitoreo, obtención, análisis y actuación sobre la información. 3

T**Text Mining**

Búsqueda sobre terabytes de información en documentos, paginas web y correos electrónicos. 3

Bibliografía

- [1] Leandro Nunes De Castro. *Fundamentals of natural computing: basic concepts, algorithms, and applications*. Chapman y Hall/CRC, 2006.
- [2] Martín José Hernández Medina, Ricardo Andrés Pinto Rico y Cristian Camilo Pinzón Hernández. *Inteligencia de fuentes abiertas para el contexto colombiano*. Inf. téc. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2018.
- [3] J. Mena. *Investigative Data Mining for Security and Criminal Detection*. Elsevier Science, 2003. ISBN: 9780080509389. URL: <https://books.google.com.co/books?id=3mDlrtJuZv4C>.
- [4] Priti Srinivas Sajja y Rajendra Akerkar. «Knowledge-based systems for development». En: *Advanced Knowledge Based Systems: Model, Applications & Research 1* (2010), págs. 1-11.
- [5] Patrick Henry Winston. *Artificial Intelligence (3rd Ed.)* Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1992. ISBN: 0-201-53377-4.