**Detecció de Fraus en Targetes de Crèdit Utilitzant Tècniques d’Aprenentatge Automatic i Remostreig**

Marc Serra Ortega

**Abstract—**La detecció de fraus en transaccions amb targetes de crèdit és essencial per a la seguretat financera. Aquest estudi aborda aquesta problemàtica mitjançant l'ús de tècniques d’aprenentatge autoaticen un conjunt de dades altament desequilibrat. Amb 0.172% de fraus en 284,807 transaccions, la detecció eficaç és un desafiament. Es presenta un enfocament utilitzant models d’aprenentatge automatic combinats amb l’utilitzacio de técnicas diverses tecniques de remostreig. El conjunt de dades, proporcionat per Worldline i la Université Libre de Bruxelles, s'analitza amb mètriques com la puntuació F1 macro i la corba Precisió-Recuperació. El treball contribueix a la recerca en detecció de fraus i destaca la necessitat de l’evaluacio de de manera correcta i robusta en situacions desequilibrades.

**Keywords—**Credit Card Fraud Detection, Unbalanced Clas-

sification, Oversampeling, Undersapling

─────── ♦ ───────

# 1 Introducció

Teniu ja l’estructura de punts a omplir. Podeu fer subseccions en cadascun dels punts. Podeu afegir punts extres si ho considereu necessari. La mida final no pot sobrepassar les 5 pàgines i podeu redactar-lo en català, castellà o anglès. Respecteu el format el màxim possible per unificar tots els treballs:

* text abstract: Arial 8,5
* text general: Times New Roman 9,5
* títol: Arial 16, negreta
* títols de seccions: Arial 12, negreta
* títols de subseccions: Arial 10, negreta
* Figures: Fig. #.
* Taules: Taula #. Tabla #. o Table #.
* captions (peus de figura o taula) Arial 8,5
* text referències: Times New Roman 9,5
* Justificació completa a tot el document

Podeu alterar les seccions, però amb aquesta base ja es pot explicar tot el que se sol explicar en un petit article.

(1)

# 2 Proposta/metodologia

Donec in lorem eget nulla posuere auctor. Duis tempor tincidunt leo, eget vestibulum orci rutrum vitae. Nam non metus feugiat, malesuada nibh ac, bibendum sem. Suspendisse pretium, enim id gravida mattis, enim sapien elementum erat, vel varius ligula erat sed sem. Quisque nec convallis ligula. Duis nec ante interdum, varius nibh sit amet, volutpat turpis. Nulla dignissim egestas augue, euismod laoreet nisi efficitur varius. Donec eu enim viverra, maximus ipsum sed, porta ipsum. Donec massa lectus, suscipit et sapien ac, ornare feugiat ipsum. Nulla vehicula metus tellus, id viverra nisi sodales eu. Vivamus tempor augue ac eros feugiat facilisis. Donec lacus massa, aliquet et finibus vitae, imperdiet id ligula. Suspendisse convallis congue dui, at pulvinar sapien commodo ut. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Proin laoreet maximus lacus, sed lobortis quam tincidunt a. Suspendisse potenti.

Quisque et odio elit. Cras bibendum felis vitae neque tincidunt ornare. Quisque viverra sodales ullamcorper. Orci varius natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Maecenas molestie lacinia nunc, non tempus ligula placerat ac. Proin eget nibh eget lorem sodales viverra at luctus lectus. Etiam mollis ante ac eros mollis convallis. Pellentesque dignissim blandit nisl, ac accumsan risus congue id. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Aliquam nibh odio, ullamcorper quis iaculis et, rutrum ac elit. Morbi posuere tempus tempus. Nullam arcu diam, tincidunt pharetra enim eu, fringilla accumsan nisi. Nullam vitae tempor tortor. Mauris vel ipsum sit amet ante venenatis ultrices et ut odio.

Ut interdum risus a diam mollis iaculis. Nulla facilisi. Donec consequat feugiat leo vitae interdum. Aliquam egestas dolor a enim vehicula sollicitudin. Nam et tellus augue. Aenean luctus ac ipsum a condimentum. Donec quam nunc, bibendum sed ornare et, sollicitudin eget nulla. Aenean viverra ipsum interdum, ultricies ante volutpat, tincidunt est. Suspendisse tempor orci ut ullamcorper mollis. Duis scelerisque sapien bibendum neque eleifend, in ullamcorper ante lobortis. Vivamus quis eleifend metus. Praesent varius nec tortor at consectetur. Aliquam convallis velit vel nulla rhoncus, tempor blandit velit dictum. Mauris quis felis a elit consequat tempor sit amet a odio. In sit amet augue id nisl ultricies fringilla.

Nam facilisis fringilla venenatis. Aliquam turpis lacus, euismod ac lorem nec, rutrum congue sem. Donec et consequat turpis. Etiam a mauris lorem. Duis pharetra rutrum magna, a placerat diam blandit nec. Donec justo nibh, ullamcorper sed dictum non, accumsan id est. Praesent nec placerat mauris. Sed consequat risus risus. Aliquam in eros quis neque tempus dictum vitae ut est. Nam tempus sed turpis nec dignissim. Proin id enim ut odio ultrices condimentum porta eget enim. Donec vestibulum lorem in mattis luctus. Donec a leo quis nibh accumsan iaculis. Duis faucibus mi elit. Nulla neque ex, tempor vel dolor id, ultricies aliquet nulla.

# 3 Experiments, resultats i anàlisi

Curabitur tempor a augue et vestibulum. Mauris fermentum lorem lectus, vitae vestibulum leo faucibus quis. Mauris non leo ligula. Donec ac egestas orci. Pellentesque rhoncus leo porta augue dictum tristique. Nam ullamcorper egestas sem, a posuere dui placerat nec. Vivamus eget dictum sem. Aliquam bibendum dui auctor tellus viverra, eu molestie leo consectetur. Duis tristique elit velit, aliquam posuere risus condimentum ac.

Ut hendrerit porttitor metus, nec elementum sem. Proin quis purus elit. Vivamus eu aliquam nulla. Duis consectetur neque cursus nibh fermentum, eget facilisis sapien fringilla. In luctus massa vitae blandit pharetra. Suspendisse et sem nunc. Integer rutrum tellus id volutpat pellentesque. Mauris vulputate quam sit amet mollis luctus. Nam facilisis fringilla venenatis. Aliquam turpis lacus, euismod ac lorem nec, rutrum congue sem. Donec et consequat turpis. Etiam a mauris lorem. Duis pharetra rutrum magna, a placerat diam blandit nec. Proin turpis nunc, ultricies vel rutrum quis, sollicitudin eget leo. Nullam at semper ex. Pellentesque a purus lacus. Vestibulum porttitor bibendum neque.

## 4.1 Exemple de subsecció

Sed in leo rhoncus, gravida elit vel, tristique quam. Nullam auctor mi in tortor mollis ullamcorper. Duis mattis nisl purus. Maecenas posuere libero sem, a vulputate erat eleifend eu. Proin a iaculis enim. Suspendisse potenti. Vestibulum egestas sed erat ac porttitor. Vestibulum a est risus. Suspendisse potenti. Donec eleifend dui erat, vel blandit nisl dignissim sit amet.

Integer maximus, diam eu tristique tincidunt, tellus sem sagittis urna, ac viverra nisi nibh nec lectus. Morbi mollis tincidunt ligula, in vestibulum lectus condimentum eu. Cras nec porttitor nibh. Fusce bibendum eu nunc nec eleifend. Morbi id nulla accumsan nisi suscipit tempus. Donec mollis sem enim. Praesent hendrerit dignissim tellus nec imperdiet.

Pellentesque ex dolor, ullamcorper et tempus ac, feugiat vel ligula. Cras ut sagittis nisi. Nunc mauris turpis, dignissim ut lorem vitae, suscipit vulputate mi. Curabitur at elit neque. Nam ornare vel turpis tempus eleifend. Morbi faucibus risus eros, sit amet congue lectus tristique a. Aenean ut egestas ex. Vivamus consequat eu odio sit amet mattis. Nullam pretium sodales eleifend. Fusce fermentum risus ac nisi interdum, ornare vestibulum metus laoreet. Cras finibus nisi eu bibendum viverra. Maecenas vel nulla sed nibh suscipit iaculis id imperdiet elit. Mauris a enim enim. Etiam vestibulum odio ac elit iaculis sollicitudin. In mollis in erat ut malesuada.

Donec pharetra mollis nisi, sit amet lobortis ligula. Nunc aliquam ornare diam, ac faucibus est pellentesque ut. Maecenas eget bibendum urna.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | sin(x) | cos(x) | tan(x) | sec(x) | cosec(x) |
| 30º | 0.5000 | 0.8660 | 0.5774 | 1.1547 | 2.0000 |
| 45º | 0.7071 | 0.7071 | 1.0000 | 1.4142 | 1.4142 |
| 60º | 0.8660 | 0.5000 | 1.7321 | 2.0000 | 1.1547 |

Taula 1. Raons trigonomètriques per diferents valors d’angles.

Pellentesque congue lorem ut lacus vehicula ultricies. Nunc ullamcorper porttitor est, vel faucibus magna viverra laoreet. Mauris nec tortor augue. Integer elementum ac nulla ut dictum. Vestibulum quis hendrerit nisl, eget suscipit mauris. Ut convallis aliquet tortor et pulvinar. Sed vulputate mi sed pharetra lobortis. In aliquet ex et dolor pellentesque, nec pulvinar odio iaculis. In eget ex lacus. Pellentesque dolor dui, ullamcorper eget laoreet eu, sodales nec massa. Integer maximus, diam eu tristique tincidunt, tellus sem sagittis urna, ac viverra nisi nibh nec lectus. Morbi mollis tincidunt ligula, in vestibulum lectus condimentum eu. Cras nec porttitor nibh. Fusce bibendum eu nunc nec eleifend. Morbi id nulla accumsan nisi suscipit tempus. Donec mollis sem enim. Praesent hendrerit dignissim tellus nec imperdiet.

Aliquam mi velit, sagittis et hendrerit in, hendrerit ac metus. Phasellus tempor est leo, non dictum metus tincidunt vel. Sed tempus rhoncus efficitur. Fusce malesuada nibh tellus, sed ullamcorper quam sodales id. Duis sapien metus, hendrerit quis lobortis vel, porta posuere dolor. Morbi in metus quis urna efficitur aliquam. Nulla rhoncus elementum sodales. Vestibulum commodo lacinia tempus. Etiam vitae euismod mi. Nam vulputate arcu a enim egestas, id pulvinar diam aliquet. Proin non vestibulum nisl.

Morbi consequat scelerisque malesuada. Mauris finibus malesuada lorem eget fermentum. Fusce vehicula ut lectus in luctus. Mauris fermentum, ipsum nec fermentum laoreet, mi nibh hendrerit augue, sed scelerisque augue nulla et justo. Curabitur neque metus, consectetur vel feugiat ac, imperdiet vitae nisl. Aliquam scelerisque id purus et tincidunt. Etiam bibendum ornare lectus, vel accumsan dui sagittis vitae. Vestibulum volutpat semper tortor, a suscipit nisi convallis id. Suspendisse potenti. Nunc nisl sapien, eleifend vitae nisl sit amet, pretium tempus massa. Pellentesque id eros ac lectus imperdiet consequat. Etiam lacus neque, bibendum vel rhoncus, tempor in est.



Fig. 1. Escena on es troba amagat el subjecte d’anàlisi. Podem veure a la dreta una andròmina amb forma de chubby robot, precursor del gènere meka i de l’aspirador roomba.

Suspendisse blandit est vel interdum bibendum. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Aliquam erat volutpat. Ut eu leo mollis, commodo felis eu, viverra massa. Ut arcu felis, molestie fermentum neque et, ultricies fermentum purus. Nullam non ipsum odio. Suspendisse luctus, tortor at pulvinar faucibus, diam sem porttitor orci, in volutpat ligula augue sed ipsum.

Curabitur tellus turpis, fringilla ut semper vel, consectetur eget turpis. Maecenas purus nibh, dapibus quis urna quis, rutrum venenatis elit. Nulla sit amet odio vitae est hendrerit pretium vitae quis mauris. Nam interdum sed velit ac congue. Donec finibus leo vitae bibendum ornare. Nullam vestibulum lacus mi, eu gravida neque mollis eu. Nulla rhoncus elementum sodales. Vestibulum commodo lacinia tempus. Etiam vitae euismod mi. Nam vulputate arcu a enim egestas, id pulvinar diam aliquet. Proin non vestibulum nisl. Etiam imperdiet, lectus quis pellentesque lacinia, dolor ex pharetra ipsum, sit amet commodo lectus magna non est. Proin id dapibus diam. Sed semper, ligula at iaculis dignissim, libero ipsum dignissim elit, at ornare ipsum risus a dolor. Phasellus vitae nibh eu purus hendrerit dapibus sit amet eget diam. Donec gravida suscipit dui, nec placerat dolor congue sit amet. Donec lobortis, justo iaculis aliquam condimentum, felis ligula tempor nunc, ullamcorper tincidunt ante nunc vitae sapien. Aenean ante dui, condimentum non tincidunt a, scelerisque at quam. Praesent eu dolor sapien. Aliquam congue ornare nulla.

Integer maximus, diam eu tristique tincidunt, tellus sem sagittis urna, ac viverra nisi nibh nec lectus. Morbi mollis tincidunt ligula, in vestibulum lectus condimentum eu. Quisque consectetur justo a mi porta, id varius nisi posuere. Morbi tristique orci nec dolor aliquet venenatis. Integer malesuada tincidunt dignissim. Cras lobortis metus tristique erat placerat, nec rutrum justo pretium. Integer faucibus aliquet commodo. Integer non quam nec lectus. Cras nec porttitor nibh. Donec gravida suscipit dui, nec placerat dolor congue sit amet. Donec lobortis, justo iaculis aliquam condimentum, felis ligula tempor nunc, ullamcorper tincidunt ante nunc vitae sapien. Fusce bibendum eu nunc nec eleifend. Morbi id nulla accumsan nisi suscipit tempus. Donec mollis sem enim. Praesent hendrerit dignissim tellus nec imperdiet. Phasellus vitae purus gravida, rutrum ante vel, vestibulum mauris.



Fig. 2. Detecció de l’andròmina.

Curabitur pretium semper sem sed posuere. Quisque pretium ex at pellentesque ultrices. Donec dignissim urna sit amet semper sollicitudin. Sed vel vehicula metus. Praesent eleifend, lectus sit amet ornare dignissim, nibh eros vehicula dolor, at dapibus eros risus et enim. In vel porta velit, vel elementum diam. Proin at ipsum eu metus tempus euismod ac in nisl. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Curabitur pulvinar, dolor sit amet ultrices porttitor, odio nisl tincidunt magna, sed dapibus elit tellus vel mauris. Quisque interdum bibendum tellus, in interdum dui tincidunt vehicula. Nam laoreet ut felis id interdum. Nulla aliquet lacus eros, eu tristique risus pulvinar vel. Cras nec condimentum nulla. Nulla dapibus turpis fermentum neque pharetra, et eleifend turpis mattis.

Integer maximus, diam eu tristique tincidunt, tellus sem sagittis urna, ac viverra nisi nibh nec lectus. Morbi mollis tincidunt ligula, in vestibulum lectus condimentum eu. Cras nec porttitor nibh. Fusce bibendum eu nunc nec eleifend. Morbi id nulla accumsan nisi suscipit tempus. Donec mollis sem enim. Praesent hendrerit dignissim tellus nec imperdiet. Proin id dapibus diam. Sed semper, ligula at iaculis dignissim, libero ipsum dignissim elit, at ornare ipsum risus a dolor. Phasellus vitae nibh eu purus hendrerit dapibus sit amet eget diam. Donec gravida suscipit dui, nec placerat dolor congue sit amet. Donec lobortis, justo iaculis aliquam condimentum, felis ligula tempor nunc, ullamcorper tincidunt ante nunc vitae sapien.

Orci varius natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Sed eu aliquet orci. Etiam nec ultricies neque, vel semper nunc. Nullam tempus, leo at laoreet congue, ipsum tellus tempus libero, quis iaculis sapien lacus in sapien. Ut sapien lectus, semper eget odio in, interdum dignissim enim. Phasellus vitae purus gravida, rutrum ante vel, vestibulum mauris. In eget diam convallis, pellentesque tortor sit amet, consectetur augue. Vestibulum sed rhoncus augue. Aenean consectetur ligula vitae sapien molestie.

# 5 Conclusions

Aliquam erat volutpat. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec ut sapien nec turpis placerat maximus. Quisque porttitor nulla ex, vel finibus nisi commodo in. Vivamus fringilla diam eget est egestas, id hendrerit leo tincidunt. Mauris tincidunt iaculis ornare. Curabitur pulvinar, dolor amet ultrices porttitor, odio nisl tincidunt magna, sed dapibus elit tellus vel mauris. Proin faucibus scelerisque orci vitae aliquet. Nulla ullamcorper tincidunt nisl, sit amet mollis mi pretium sit amet. Fusce sagittis vehicula nibh, ut pulvinar magna vestibulum eget. Praesent vulputate accumsan eros sed porttitor.

Quisque consectetur justo a mi porta, id varius nisi posuere. Morbi tristique orci nec dolor aliquet venenatis. Integer malesuada tincidunt dignissim. Cras lobortis metus tristique erat placerat, nec rutrum justo pretium. Integer faucibus aliquet commodo. Integer non quam nec lectus. Sed in leo rhoncus, gravida elit vel, tristique quam. Nullam auctor mi in tortor mollis ullamcorper.

Nunc dictum ipsum quis egestas scelerisque. Vestibulum rutrum tempor posuere. Praesent varius libero odio, ac bibendum arcu tempus quis. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Sed eget ex risus. Integer metus velit, viverra ac fringilla sit amet, laoreet eget lacus. Nulla rutrum mollis elit et maximus. Nulla sed aliquet elit. Sed libero justo, porta ut vulputate eget, suscipit faucibus sem. Sed at quam ut justo vestibulum vehicula non sed ligula.

Nulla facilisi. Curabitur pulvinar, dolor amet ultrices porttitor, odio nisl tincidunt magna, cras lobortis metus tristique erat placerat, sed dapibus elit tellus vel mauris. Phasellus vitae purus gravida, rutrum ante vel, vestibulum mauris.

**Bibliografia (Opcional)**

[1] O. Russakovskyet al., “ImageNet large scale visual recognition challenge,” Int. J. Comput. Vis., vol. 115, no. 3, pp. 211–252, 2015.

[2] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, “ImageNet classificationwith deep convolutional neural networks,” inProc. Int. Conf. Neural Inf.Process. Syst., 2012, pp. 1097–1105.

[3] K. Simonyan and A. Zisserman, “Very deep convolutional networks forlarge-scale image recognition,” inProc. Int. Conf. Learn. Representations,2014.

[4] C. Szegedyet al., “Going deeper with convolutions,” inProc. IEEE Conf.Comput. Vis. Pattern Recognit., Jun. 2015, pp. 1–9.

[5] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, “Deep residual learning for imagerecognition,” inProc. IEEEConf. Comput. Vis. PatternRecognit., 2016, pp. 770–778.