



REPORT

TO : ΠΡΟΣ ΚΑΘΕ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΜΕΝΟ	FROM : VISION LABS , EMAIL SERVER [mail.visionlabs.gr]
CC :	DATE : 22/02/2025, 17:00 pm
PAGES : 22	FILENAME : TEMPI_OI_VIDEO_03_X_REPORT
SUBJECT : Έλεγχος γνησιότητας οπτικοακουστικού υλικού 03 από την πλατφόρμα X	

Vision Labs R&D Team – Future Reflections in Innovation

At Vision Labs, our Research & Development (R&D) Team is dedicated to pioneering cutting-edge solutions in data science, artificial intelligence, digital marketing, software development, web development, cybersecurity, digital forensics, 3D animation, virtual reality, and robotics. We bring together a multidisciplinary team of engineers, developers, data scientists, cybersecurity analysts, forensic experts, designers, and strategists who are committed to redefining technological innovation through research, experimentation, and practical applications.

Motto: Future Reflections

Our work is driven by a singular vision "Future Reflections". We don't just predict the future; we create it. By combining cutting-edge research with advanced technological capabilities, we craft solutions that reflect the limitless possibilities of tomorrow.

Our Areas of Expertise

Data Science & Artificial Intelligence

Leveraging machine learning, deep learning, and predictive analytics, our AI-driven solutions enable businesses to optimize operations, enhance decision-making, and drive automation. Our expertise includes computer vision, natural language processing (NLP), AI-powered recommendation systems, and big data analytics, helping businesses transform raw data into actionable insights.

Software & Web Development

We specialize in custom software and web development, creating scalable, high-performance applications tailored to industry needs. From full-stack development to cloud-based solutions and enterprise-grade applications, we ensure seamless functionality, security, and user experience. Our expertise spans front-end and back-end technologies, APIs, microservices, and DevOps practices.

Cybersecurity & Digital Forensics

In an era of increasing cyber threats, our cybersecurity specialists provide comprehensive security solutions, threat intelligence, and risk management strategies to safeguard digital assets. We specialize in penetration testing, network security, cryptographic implementations, and incident response. Our digital forensics team conducts cybercrime investigations, forensic data recovery, and evidence analysis, helping businesses and law enforcement agencies detect, analyze, and prevent cyber threats through advanced forensic methodologies.

Digital Marketing & AI-Powered Growth Strategies

Our team integrates AI-driven analytics, SEO, content marketing, social media strategies, and programmatic advertising to revolutionize digital campaigns. By leveraging data intelligence, automation, and behavioral analytics, we create highly targeted, personalized marketing solutions that drive engagement, brand visibility, and business growth.

3D Animation & Virtual Reality (VR)

We craft immersive experiences using advanced 3D animation and VR technologies. Our work spans entertainment, gaming, education, training simulations, and interactive storytelling, delivering photo-realistic environments and engaging digital experiences that bridge the gap between the physical and virtual worlds.

Robotics & Intelligent Automation

Our robotics team specializes in autonomous systems, AI-driven robotics, industrial automation, and IoT-powered smart solutions. We develop intelligent robotic applications for industries such as manufacturing, healthcare, logistics, and smart environments, enhancing operational efficiency through sensor integration, machine learning, and real-time data processing.

Our Vision & Mission

At Vision Labs, our mission is to push the boundaries of technology, create transformative solutions, and drive digital evolution. Through collaborative research, cross-disciplinary expertise, and a relentless focus on innovation, we develop scalable, intelligent, and future-ready solutions that empower industries and redefine user experiences.

Why Choose Vision Labs?

With a team of highly skilled professionals and industry pioneers, Vision Labs R&D is committed to delivering world-class technology solutions. Our expertise in AI, cybersecurity, digital forensics, software development, robotics, and immersive digital experiences positions us as a leader in next-generation innovation.

Future Reflections – Shaping Tomorrow, Today

There are < 10 > types of people in this world, those who understand binary numbers and those who do not



1. Μεθοδολογία Ελέγχου Γνησιότητας Οπτικοακουστικού Υλικού

Ο προσδιορισμός της αυθεντικότητας ή επεξεργασίας οπτικοακουστικού υλικού ανιχνεύεται από λεπτομερή μέθοδο ψηφιακής εγκληματολογικής ανάλυσης. Απαιτεί μια συνδυαστική προσέγγιση, αξιοποιώντας τεχνικές ανάλυσης μεταδεδομένων, οπτικής επιθεώρησης, ανάλυσης ήχου και εξελιγμένων αλγορίθμων για την ανίχνευση ψευδούς ή παραποιημένου ψηφιακού υλικού. Σε περίπτωση που η ψηφιακή οντότητα είναι αντίγραφο, αποτελεί αδήριτη ανάγκη σύγκρισης με το αυθεντικό στον υλικοτεχνολογικό εξοπλισμό που έχει παραχθεί πρωτογενώς, για την ορθή ταυτοποίηση του και την σύννομη χρήση του στο εκάστοτε νομικό πλαίσιο που θα ενταχθεί ως πειστήριο ή εύρημα.

1.1 Ανάλυση Μεταδεδομένων (Metadata Analysis)

Τα μεταδεδομένα είναι δομημένα στοιχεία αναφοράς, που παρέχουν πληροφορίες ταξινόμησης και χαρακτηριστικών για τα ψηφιακά δεδομένα που περιλαμβάνει το αρχείο. Ενσωματώνονται και επικουρούν στην καλύτερη οργάνωση, αναζήτηση, αυθεντικοποίηση και κατανόηση του περιεχομένου. Η ανάλυση τους εφαρμόζει τεχνικές εξαγωγής και αλίευσης για την διερεύνηση τους. Τα μεταδεδομένα περιλαμβάνουν:

- Γενικές πληροφορίες: Όνομα αρχείου, Μέγεθος αρχείου, Ημερομηνία δημιουργίας/επεξεργασίας, Ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης, Τοποθεσία αποθήκευσης, Πληροφορίες υλικοτεχνικού εξοπλισμού, Λογισμικό, Λειτουργικό σύστημα.
- Πληροφορίες κρυπτογραφημένων υπογραφών: Χρονική σφραγίδα, Κρυπτογραφημένη στοιχειοσειρά (Hash) του αρχείου ή των δεδομένων, Αλγόριθμο κρυπτογράφησης, Πιστοποιητικά & Μηχανισμούς επαλήθευσης.
- Τεχνικές προδιαγραφές: Κωδικοποίηση (Codec), Ανάλυση, Ρυθμός καρέ (Frame Rate), Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων (Bitrate), Μήκος βίντεο (Duration), Λόγος διαστάσεων (Aspect Ratio).
- Πληροφορίες ήχου: Τύπος κωδικοποίησης ήχου, Ρυθμός δειγματοληψίας (Sample Rate), Κανάλια ήχου.
- Πληροφορίες περιεχομένου: Τίτλος, Περιγραφή, Ετικέτες (Tags), Δημιουργός/Σκηνοθέτης, Ημερομηνία λήψης.
- Γεωγραφικά στοιχεία: Δεδομένα παγκοσμίου συστήματος εντοπισμού θέσης (GPS).
- Πληροφορίες Δικαιωμάτων: Πνευματικά δικαιώματα (Copyright), Άδεια χρήσης.

Ίχνη Παραποίησης:

- Ασυνέπειες στις πληροφορίες.
- Διεγραμμένα ή αλλοιωμένα μεταδεδομένα.
- Απουσία αναμενόμενων δεδομένων (ένδειξη μετατροπής).

1.2 Ανάλυση Συμπίεσης και Κωδικοποίησης (Compression & Encoding Analysis)

Η ανάλυση ενός βίντεο καθορίζει τον αριθμό των εικονοστοιχείων (pixels) που εμφανίζονται στην οθόνη. Εκφράζεται ως πλάτος × ύψος. Κοινές Αναλύσεις Βίντεο:

- SD (Standard Definition): 720×480 (480p)
- HD (High Definition): 1280×720 (720p)
- Full HD (FHD): 1920×1080 (1080p)
- 4K UHD: 3840×2160 (2160p)
- 8K UHD: 7680×4320 (4320p)

Η συμπίεση είναι αλγόριθμος που εφαρμόζεται στο αρχείο για να μειώσει το μέγεθος του. Στην απωλεστική συμπίεση (lossy compression) το αρχείο χάνει ποιότητα στην εικόνα του αφαιρώντας λεπτομέρειες. Η



κωδικοποίηση είναι η διαδικασία μετατροπής ενός βίντεο από μια μορφή σε άλλη, χρησιμοποιώντας έναν συγκεκριμένο αλγόριθμο (codec).

Τα βίντεο χρησιμοποιούν συγκεκριμένες τεχνικές συμπίεσης, οι οποίες αφήνουν ψηφιακά ίχνη.

- Τεχνουργήματα συμπίεσης: Τα φυσικά βίντεο έχουν χαρακτηριστικά μοτίβα θορύβου και μωσαϊκού.
- Επίπεδα επανασυμπίεσης: Τα επεξεργασμένα βίντεο συχνά παρουσιάζουν πολλαπλά επίπεδα κωδικοποίησης.
- Διακυμάνσεις στον ρυθμό μετάδοσης δεδομένων (bitrate): Αλλαγές bitrate υποδηλώνουν επιλογή και σύνθεση εικόνων (μοντάζ).

Ίχνη Παραποίησης:

- Ασυνήθιστα τεχνουργήματα (artifacts) συμπίεσης.
- Περιοχές με απότομη αλλαγή ποιότητας.
- Ίχνη μεταγενέστερης επεξεργασίας (re-encoding).

1.3 Ανάλυση Καρέ-Καρέ (Frame-by-Frame Analysis)

Η Ανάλυση Καρέ-Καρέ είναι μια τεχνική με την χρήση εξειδικευμένου λογισμικού που χρησιμοποιείται για τη λεπτομερή εξέταση κάθε μεμονωμένου καρέ (frame) ενός βίντεο. Επιτρέπει στους αναλυτές να κατανοήσουν και να ερμηνεύσουν μικρές λεπτομέρειες που μπορεί να μην είναι εμφανείς κατά την κανονική αναπαραγωγή.

Ανάλυση για τον εντοπισμό ενδείξεων:

- Ασυνέπειες στον φωτισμό, τις σκιές και τις αντανakλάσεις.
- Απότομες αλλαγές στην κίνηση: Ξαφνικά άλματα αντικειμένων ή μη φυσικές μεταβάσεις.
- Σφάλματα στα περιγράμματα, τις σύνθετες υφές και τις λεπτομέρειες.

Ίχνη Παραποίησης:

- Ασυνήθιστη θόλωση ή υπέρμετρη ομαλότητα.
- Σφάλματα στις αντανakλάσεις και τις σκιές.
- Μη ευκρινείς ή διαβαθμισμένες περιοχές στα όρια των προσώπων.

1.4 Ανάλυση Ήχου (Audio Analysis)

Η Ανάλυση Ήχου είναι η διαδικασία εξέτασης και μελέτης του ηχητικού σήματος, προκειμένου να εξαχθούν πληροφορίες όπως η ποιότητα του ήχου, η ταυτότητα των ήχων, οι συχνότητες, η ένταση και τυχόν παρατυπίες ή ανεπιθύμητοι θόρυβοι. Επισκόπηση του ήχου ως ανεξάρτητη ψηφιακή οντότητα:

- Ανάλυση κυματομορφής και φάσματος: Έλεγχος για την ύπαρξη αφύσικων παραμορφώσεων.
- Συγχρονισμός πηγών με το παράγωγο: Σε περίπτωση φυσικού προσώπου, αν η κίνηση των χειλιών συμβαδίζει με τον ήχο. Σε περίπτωση αντικειμένου ή φυσικού οργανισμού, αν ο παραγόμενος ήχος συμβαδίζει με τις δράσεις.
- Συνέπεια περιβαλλοντικού ήχου: Τα αυθεντικά βίντεο έχουν φυσικό, συνεχόμενο θόρυβο.

Ίχνη Παραποίησης:

- Ρομποτικός ή υπερβολικά καθαρός ήχος (δείγμα deepfake).
- Απότομες μεταβολές ή επαναλαμβανόμενοι ήχοι.
- Ασυγχρονία μεταξύ ήχου και εικόνας.

1.5 Ανάλυση Επιπέδου Σφάλματος (ELA - Error Level Analysis)

Η Ανάλυση Επιπέδου Σφάλματος είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση αλλοιώσεων ή τροποποιήσεων σε ψηφιακά μέσα. Χρησιμοποιείτε για να εντοπίσει πλαστογραφίες, επεξεργασμένες σκηνές ή παραποιήσεις, όπως deepfakes ή τεχνητά πλάνα στα πολλαπλά επίπεδα συμπίεσης :

- Κατανομή θορύβου στα εικονοστοιχεία (pixels): Οι επεξεργασμένες περιοχές έχουν διαφορετική συμπίεση που δεν είναι ομοιόμορφη.



- Απότομες αλλαγές ευκρίνειας: Υποδεικνύουν εισαγωγή ή αφαίρεση αντικειμένων.
- Ανομοιογενείς χρωματικές μεταβάσεις.

Ίχνη Παραποίησης:

- Περιοχές με διαφορετική ποιότητα από το υπόλοιπο οπτικό υλικό.
- Θολές ή αφύσικα καθαρές λεπτομέρειες.
- Ασυνήθιστες διακυμάνσεις φωτεινότητας.

1.6 Ανάλυση Φωτισμού και Σκιών (Shadow & Light Analysis)

Η Ανάλυση Φωτισμού και Σκιών είναι η διαδικασία εξέτασης των πηγών φωτός, της κατεύθυνσης των σκιών και της αλληλεπίδρασής τους σε ένα βίντεο, με σκοπό την επαλήθευση της γνησιότητας ή της οπτικής συνέπειας της σκηνής. Επισκόπηση συγκεκριμένων μοτίβων αναφορικά με:

- Εντοπισμός Πηγών Φωτός: Ανάλυση του αριθμού, της θέσης και της έντασης των φωτεινών πηγών σε μια σκηνή. Σύγκριση του τρόπου που φωτίζονται τα αντικείμενα και τα πρόσωπα.
- Κατεύθυνση και Μήκος Σκιών: Οι σκιές πρέπει να είναι συνεπείς με την πηγή φωτός.
- Ανάλυση Φωτισμού: Έλεγχος αντανάκλασεων στις επιφάνειες των αντικειμένων. Ειδικότερα αντανάκλασεις σε γυάλινες επιφάνειες, γυαλιστερές ή νερό. Συνέπεια στον φωτισμό.
- Χρήση Φυσικών Νόμων για Επαλήθευση: Σύγκριση των σκιών και του φωτισμού με βάση την ώρα της ημέρας και τη γωνία του Ήλιου. Έλεγχος της φυσικότητας των σκιών σε εξωτερικούς χώρους.

Ίχνη Παραποίησης:

- Ασυνεπείς ή λανθασμένες σκιές.
- Αταίριαστες αντανάκλασεις.
- Ομοίομορφος φωτισμός χωρίς φυσικές μεταβολές.
- Πολλαπλή διάχυση του φωτός δίχως συνέπεια

1.7 Ανάλυση Κίνησης (Optical Flow Analysis)

Η Ανάλυση Κίνησης είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση και ανάλυση της κίνησης αντικειμένων, ανθρώπων ή καμερών μέσα σε ένα βίντεο. Βασίζεται στον υπολογισμό της ροής των εικονοστοιχείων από καρέ σε καρέ, ώστε να κατανοηθεί η κατεύθυνση και η ταχύτητα της κίνησης. Ανάλυση στην ροή:

- Ανίχνευση Αλλαγών στα Εικονοστοιχεία: Κάθε καρέ του βίντεο αποτελείται από εικονοστοιχεία που αλλάζουν θέση καθώς τα αντικείμενα κινούνται. Η ανάλυση υπολογίζει πώς τα εικονοστοιχεία μετατοπίζονται μεταξύ διαδοχικών καρέ.
- Υπολογισμός Διανυσμάτων Κίνησης: Δημιουργούνται διανύσματα που δείχνουν την κατεύθυνση και την ταχύτητα των μετατοπίσεων. Βοηθούν στην καταγραφή του μοτίβου κίνησης των αντικειμένων.
- Ανάλυση των Δεδομένων Κίνησης: Υποδεικνύει την κίνηση της κάμερας, ένα πρόσωπο ή ένα όχημα. Χρησιμοποιείται για την αναγνώριση αφύσικων ή ψεύτικων κινήσεων. Προβάλλει την συνεκτικότητα στην κίνηση των αντικειμένων.

Ίχνη Παραποίησης:

- Απότομες ή αφύσικα μαλακές κινήσεις.
- Ασυνήθιστος ρυθμός βλεφαρισμών.
- Κινητικές ασυνέπειες γύρω από το αντικείμενο/υποκείμενο ενδιαφέροντος.

1.8 Ανίχνευση Deepfake και Εικονικών Ψηφιακών Οντοτήτων

Η ανίχνευση εικονικών ψηφιακών οντοτήτων είναι η διαδικασία χρήσης αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και τεχνητής νοημοσύνης για την αναγνώριση πλαστών ή παραποιημένων βίντεο που έχουν δημιουργηθεί με τεχνικές βαθιάς μάθησης (deep learning):



- Αναγεννητικά Ανταγωνιστικά Δίκτυα (Generative Adversarial Network): Ανιχνεύει πρόσωπα και αντικείμενα κατασκευασμένα από τεχνητή νοημοσύνη.
- Συνελκτικά Νευρωνικά Δίκτυα (Convolutional Neural Networks): Εντοπισμός επεξεργασμένων υφών επι των αντικειμένων.
- Ανάλυση με Δείκτη Δομικής Ομοιότητας (Structural Similarity Index – SSIM): Αλγόριθμος μέτρησης ομοιότητας καρέ, ο οποίος δεν βασίζεται απλά σε διαφορές εικονοστοιχείων, αλλά αναλύει τη φωτεινότητα, την αντίθεση και τη δομή των καρέ. Λαμβάνει τιμές μεταξύ -1 και 1: $SSIM = 1 \rightarrow$ Οι εικόνες είναι απολύτως ίδιες. $SSIM$ κοντά στο 0 $\rightarrow$ Οι εικόνες έχουν μεγάλες διαφορές. $SSIM$ κοντά στο -1 $\rightarrow$ Οι εικόνες είναι πολύ διαφορετικές ή έχουν αρνητική συσχέτιση.
- Ανάλυση Θορύβου και Τεχνουργημάτων μέσω Fast Fourier Transform (FFT): Το FFT είναι ένας μαθηματικός μετασχηματισμός που επιτρέπει την ανάλυση του περιεχομένου μιας εικόνας σε διαφορετικές συχνότητες εμφάνισης εικονοστοιχείων. Χαμηλές συχνότητες $\rightarrow$ Αντιπροσωπεύουν ομαλές περιοχές (π.χ., ουρανός, ομοιόμορφα χρώματα). Υψηλές συχνότητες $\rightarrow$ Αντιπροσωπεύουν αιχμηρές λεπτομέρειες (π.χ., άκρες αντικειμένων, γράμματα, θόρυβος). Αν μια εικόνα έχει αφύσικα υψηλές συχνότητες ή συγκεκριμένα μοτίβα, σημαίνει ότι έχει υποστεί επεξεργασία. Αν μια εικόνα είναι φυσική και αυθεντική το κέντρο του FFT θα είναι έντονο (χαμηλές συχνότητες κυριαρχούν). Οι υψηλές συχνότητες θα είναι πιο αδύναμες και φυσικά κατανεμημένες. Αν μια εικόνα είναι deepfake ή αλλοιωμένη θα υπάρχουν αφύσικα μοτίβα ή ασυνήθιστα φωτεινές περιοχές στις υψηλές συχνότητες. Αν μια εικόνα έχει περάσει από AI smoothing ή compression, το FFT θα δείξει έντονες μειώσεις σε συγκεκριμένα σημεία.
- Ανάλυση παραμορφώσεων προσώπου και αντικειμένων.
- Έλεγχος Συνεκτικότητας με Μεταδεδομένα.

Ίχνη Παραποίησης:

- Υπερβολικά ομαλά ή παραμορφωμένα χαρακτηριστικά.
- Ασυνεπείς εκφράσεις.
- Αφύσικες αντανakλάσεις.

1.9 Αναζήτηση Αντίστροφης Εικόνας & Πηγής

Η Αναζήτηση Αντίστροφης Εικόνας & Πηγής είναι η διαδικασία εύρεσης της αρχικής προέλευσης ενός βίντεο ή καρέ χρησιμοποιώντας ειδικά εργαλεία και αλγορίθμους ανάλυσης. Αυτή η τεχνική βοηθά στον εντοπισμό ψευδών, παραποιημένων ή αναδημοσιευμένων βίντεο στο διαδίκτυο.

- Εξαγωγή Καρέ από το Βίντεο: Το βίντεο χωρίζεται σε καρέ (frames). Επιλέγονται αντιπροσωπευτικές εικόνες για αναζήτηση.
- Αντίστροφη Αναζήτηση Εικόνας: Οι εικόνες ελέγχονται σε μηχανές αναζήτησης. Γίνεται σύγκριση με εικόνες που υπάρχουν ήδη στο διαδίκτυο ή σε αξιόπιστες πηγές.
- Ανάλυση Μεταδεδομένων & Υδατογραφημάτων: Τα μεταδεδομένα του βίντεο εξετάζονται για πληροφορίες (ημερομηνία, τοποθεσία, κάμερα). Αναζητούνται υδατογραφήματα (watermarks) ή σημάδια επεξεργασίας.
- Έλεγχος Μέσω Πλατφόρμων Βίντεο: Αν το βίντεο υπάρχει σε μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Σύγκριση με αρχικές αναρτήσεις.
- Αναζήτηση Μέσω Χαρακτηριστικών Βίντεο: Αντί να χρησιμοποιείται μόνο μία εικόνα, μπορεί να γίνει αναζήτηση μέσω hashing. Η αναζήτηση hashing σε βίντεο είναι μια τεχνική που επιτρέπει την αποδοτική ταυτοποίηση και ανάκτηση βίντεο ή συγκεκριμένων τμημάτων τους, βασισμένη στη χρήση συναρτήσεων κατακερματισμού (hash functions). Αντί να συγκρίνεται το πλήρες περιεχόμενο των βίντεο, κάθε καρέ ή τμήμα τους μετασχηματίζεται σε μία μοναδική αριθμητική ή δυαδική αναπαράσταση (hash), η οποία επιτρέπει τη γρήγορη αναζήτηση και σύγκριση σε μεγάλες βάσεις δεδομένων. Οι βασικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν: Perceptual Hashing (pHash), Δημιουργεί ένα



hash που βασίζεται σε αντιληπτά χαρακτηριστικά του βίντεο, επιτρέποντας την ανίχνευση παρόμοιων περιεχομένων ακόμη και αν έχουν υποστεί μικρές τροποποιήσεις. Difference Hashing (dHash), Αναλύει διαφορές μεταξύ γειτονικών pixels, παράγοντας ένα compact hash με υψηλή απόδοση. Locality-Sensitive Hashing (LSH), Μειώνει την πολυπλοκότητα αναζήτησης σε μεγάλες βάσεις δεδομένων επιτρέποντας την αποδοτική εύρεση παρόμοιων αντικειμένων.

Ίχνη Παραποίησης:

- Το ίδιο βίντεο εμφανίζεται σε διαφορετικά στιγμιότυπα.
- Ασυμφωνίες χρονοσφραγίδων.
- Ασαφής προέλευση.

1.10 Χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης

Τα δικαστήρια δεν κάνουν δεκτά τα πειστήρια που παράγονται από τεχνητή νοημοσύνη (TN) για διάφορους νομικούς, τεχνικούς και ηθικούς λόγους. Παρακάτω αναλύονται οι βασικότεροι λόγοι απόρριψης τέτοιων αποδεικτικών στοιχείων:

- Έλλειψη Αυθεντικότητας και Επαληθευσιμότητας. Τα δικαστήρια απαιτούν αποδείξεις που μπορούν να ελεγχθούν και να επαληθευτούν. Τα δεδομένα που δημιουργούνται ή τροποποιούνται από την TN συχνά στερούνται διαφανούς προέλευσης και δεν είναι δυνατόν να επιβεβαιωθεί η αυθεντικότητά τους.
- Απουσία Αξιοπιστίας και Μεροληψίας. Οι αλγόριθμοι TN λειτουργούν με βάση μεγάλα σύνολα δεδομένων και εκπαίδευσης που ενδέχεται να περιέχουν σφάλματα ή μεροληψία. Ένα σύστημα TN μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα συμπεράσματα ή να παράξει ψευδείς αποδείξεις, γεγονός που επηρεάζει την αμεροληψία της δίκης.
- Δυσκολία στην Ερμηνεία και στην Επεξήγηση των Αποτελεσμάτων. Η τεχνητή νοημοσύνη, ιδιαίτερα τα νευρωνικά δίκτυα και τα deep learning μοντέλα, λειτουργούν συχνά ως “μαύρο κουτί”, δηλαδή οι ακριβείς διαδικασίες λήψης αποφάσεων δεν είναι πάντα κατανοητές ούτε μπορούν να εξηγηθούν εύκολα σε ανθρώπους. Αυτό δημιουργεί αβεβαιότητα για την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων που παράγει.
- Νομικά και Θεσμικά Προβλήματα. Σε πολλές δικαιοδοσίες, δεν υπάρχουν σαφείς νόμοι που να ρυθμίζουν τη χρήση της TN ως αποδεικτικό στοιχείο.
- Παραβίαση αρχών δίκαιης δίκης. Η χρήση τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να καταπατήσει θεμελιώδη νομικά δικαιώματα, όπως η δυνατότητα διασταύρωσης των στοιχείων και η ισότιμη πρόσβαση σε αποδεικτικά μέσα.
- Αποδεικτική ισχύς. Πολλές χώρες απαιτούν ότι τα πειστήρια πρέπει να προέρχονται από αξιόπιστες και αναγνωρισμένες πηγές, κάτι που δεν ισχύει πάντα για δεδομένα που προέρχονται από TN.
- Κίνδυνος Παραποίησης και Παραπληροφόρησης (Deepfakes, AI-generated Evidence). Η TN μπορεί να δημιουργήσει εικόνες, βίντεο, ηχητικά αρχεία και έγγραφα που φαίνονται ρεαλιστικά αλλά είναι κατασκευασμένα. Τα deepfake βίντεο, για παράδειγμα, μπορούν να παρουσιάσουν ένα άτομο να λέει ή να κάνει κάτι που δεν συνέβη ποτέ. Αυτό δημιουργεί σοβαρό κίνδυνο αλλοίωσης των αποδεικτικών στοιχείων και παραπληροφόρησης.
- Προηγούμενα Νομικά Δεδικασμένα. Πολλά δικαστήρια απορρίπτουν ήδη αποδεικτικά στοιχεία που έχουν παραχθεί από TN, επειδή δεν θεωρούνται αξιόπιστα ή δεν υπάρχει κατάλληλος μηχανισμός για να επιβεβαιωθεί η αυθεντικότητά τους.

Μια σύντομη ματιά στην χρήση τεχνητής νοημοσύνης στην ερμηνεία των νόμων και την δημιουργία πειστηρίων έπεται από ψηφιακή ανάλυση για υποθέσεις που δικάζονται δημιουργεί μια στασιμότητα. Η νομιμότητα των περιορισμών και η εξισορρόπηση μεταξύ διαφορετικών δικαιωμάτων αποτελεί ένα κρίσιμο ζήτημα που ο δικαστής καλείται να αξιολογήσει, εφαρμόζοντας την αρχή της αναλογικότητας. Η στάθμιση των δικαιωμάτων,



ο σκοπός, ο βαθμός και η έκταση των περιορισμών είναι στοιχεία που απαιτούν δικανική κρίση, μια διαδικασία που δεν μπορεί να υποκαταστήσει ο ΤΝ αλγόριθμος. Εξάλλου, η εφαρμογή της αρχής της αναλογικότητας συνιστά μια «δημιουργική στιγμή» στη δικανική κρίση, κατά την οποία ο δικαστής διαμορφώνει τη νομική του προσέγγιση, λαμβάνοντας υπόψη την αναγκαιότητα, την καταλληλότητα και τη συνάφεια των περιορισμών στη συγκεκριμένη υπόθεση.

Ωστόσο, οι αλγόριθμοι αποτυγχάνουν να ανταποκριθούν στη μοναδικότητα κάθε στάθμισης, η οποία αποτελεί θεμελιώδες πλεονέκτημα του ανθρώπινου συλλογισμού. Ακόμη και αν ένας αλγόριθμος μπορούσε τεχνικά να εφαρμόσει την αρχή της αναλογικότητας, θα το έκανε χωρίς την ανθρώπινη κρίση, βασιζόμενος αποκλειστικά σε αυτοματοποιημένες, αφηρημένες μαθηματικές διεργασίες. Όμως, ο δικαστής δεν είναι ένας απλός εκτελεστής του νόμου – η απονομή της δικαιοσύνης αποτελεί μια αξία ανώτερη από τη μηχανική εφαρμογή κανόνων και μαθηματικών μοντέλων.

Παρότι η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να συμβάλει στη διαμόρφωση συνεκτικής νομολογίας, παρέχοντας ασφάλεια δικαίου, είναι απαραίτητο να εξισορροπείται αυτή η σταθερότητα με τη δυναμική της δικαστικής ερμηνείας. Η νομολογία, για να παραμείνει «ζωντανή», χρειάζεται έναν φυσικό δικαστή που να κατανοεί τη μεταβαλλόμενη κοινωνική πραγματικότητα και να ερμηνεύει τον νόμο όχι ως ένα άκαμπτο σύνολο κανόνων, αλλά μέσα από μια εξελικτική προσέγγιση.

Αντίθετα, ένας αλγόριθμος, εκπαιδευόμενος από προηγούμενες αποφάσεις, αδυνατεί να ανανεώσει τη νομολογία και παραμένει εγκλωβισμένος σε παγιωμένες νομικές και κοινωνικές αντιλήψεις. Η δικαιοσύνη πρέπει να διατηρήσει τον ανθρωποκεντρικό της χαρακτήρα, με τον δικαστή να αποτελεί τον συνδετικό κρίκο μεταξύ του νόμου και της κοινωνικής και οικονομικής πραγματικότητας. Η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να λειτουργήσει ως πολύτιμος βοηθός της δικαιοσύνης, υπό την προϋπόθεση ότι θα ενταχθεί σε ένα θεσμικό πλαίσιο σύμφωνο με τις συνταγματικές αρχές και τους κανόνες του ενωσιακού δικαίου.

1.11 Ανάλυση Ήχου

Η ανάλυση του ήχου αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της διαδικασίας αυθεντικοποίησης ενός πολυμεσικού αρχείου (Βίντεο). Χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές και βήματα για την υλοποίηση της ανάλυσης:

- Εξαγωγή του ηχητικού σήματος από το πολυμεσικό αρχείο. Μετατροπή του ήχου σε μορφή WAV για ανάλυση υψηλής ακρίβειας. Διατήρηση της αρχικής δειγματοληψίας (sample rate) και καναλιών.
- Ανάλυση κυματομορφής (Waveform Analysis) για τον εντοπισμό απότομων αλλαγών στην ένταση (jump cuts, κοψίματα), ασυνέχειες στο εύρος που μπορεί να δείχνουν παρέμβαση. Φόρτωση του ήχου ως αριθμητικό σήμα, σχεδίαση κυματομορφής και ανίχνευση έντονων αιχμών (peak) στις μεταβολές.
- Ανάλυση Zero Crossing Rate (ZCR), η συχνότητα με την οποία το σήμα αλλάζει πολικότητα (θετική προς αρνητική ή το αντίστροφο) μπορεί να εντοπίσει ασυνέχειες ήχου, αφύσικες διακοπές ηχογράφησης, μεγάλα κενά στο ZCR και υψηλες τιμές (θόρυβος ή παραμόρφωση).
- Η Root Mean Square (RMS) ενέργεια δείχνει πώς μεταβάλλεται η ηχητική ισχύς στο χρόνο. Αν υπάρχουν απότομες πτώσεις ή αιφνίδιες αλλαγές, μπορεί να υποδηλώνουν επεξεργασία. Υπολογισμός RMS Energy σε μικρά χρονικά παράθυρα, σύγκριση μεταξύ αυτών, και εντοπισμός απότομων διαφορών στην ενέργεια. Αν το RMS μειώνεται απότομα σε 0 και αν εμφανίζεται έντονη αύξηση ή μείωση.
- Φασματική Ανάλυση (Spectrogram), Το φάσμα συχνοτήτων του ήχου δείχνει αν υπάρχουν ανωμαλίες, όπως απότομες διακοπές στη συχνοτική κατανομή, αιφνίδια απουσία ήχων περιβάλλοντος και ενσωμάτωση ηχητικών κομματιών από άλλη πηγή. Μετασχηματισμός Short-Time Fourier Transform (STFT) και υπολογισμός λογαριθμικού spectrogram. Εντοπισμός ασυνεχειών στο φάσμα και απότομες μεταβολές στις υψηλές συχνότητες.



1.12 Ψηφιακές Υπογραφές και Κρυπτογράφηση Οπτικοακουστικού Υλικού

Τα αναπτυγμένα συστήματα κλειστών κυκλωμάτων καταγραφής έχουν ενδημικούς λογισμικούς μηχανισμούς για την πιστοποίηση της αυθεντικότητας τους:

- Ψηφιακό υδατογράφημα (Digital Watermarking): Εισαγωγή ενός ανεπαίσθητου ψηφιακού ίχνους στην εικόνα.
- Σήμανση εικονοστοιχείων (Pixel Tagging): Επιλογή συγκεκριμένων εικονοστοιχείων που καταγράφονται με μοναδικό τρόπο σε διάφορα καρέ.
- Κρυπτογραφημένα μεταδεδομένα (Encrypted Metadata): Στοιχεία που αποθηκεύονται στο αρχείο του βίντεο για την επαλήθευση της αυθεντικότητάς του.
- Ενσωμάτωση μοναδικού εικονοστοιχείου σε καρέ: Δυνατότητα ανίχνευσης μέσω ειδικών αλγορίθμων.
- Αλγοριθμικές Υπογραφές: Χρήση αλγορίθμων που εισάγουν μοναδικά σήματα στο βίντεο ή στον ήχο, τα οποία μπορούν να εντοπιστούν.
- Στεγανογραφία (Steganography): Απόκρυψη πληροφοριών σε εικονοστοιχεία με τρόπο που να μην είναι εμφανής με γυμνό μάτι.
- Χρήση αόρατων κωδικών (Invisible Codes): Επιτρέπουν την ανίχνευση διαρροών, καθώς αλλάζουν ανάλογα με το αντίγραφο.

2. Επισκόπηση & Έλεγχος του Οπτικοακουστικού Υλικού στο X

Η ανάλυση έχει βασισθεί στις μεθόδους που αναφέρθηκαν στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας αναφοράς στο πολυμεσικό αρχείο από την κάμερα 03 που αναρτήθηκε από δημοσιογράφο στην πλατφόρμα κοινωνικής δικτύωσης X.

2.1 Ανάλυση Μεταδεδομένων (Metadata Analysis)

Τα μεταδεδομένα του αρχείου μας παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για τη δομή και την προέλευσή του. Τα βασικά σημεία που προκύπτουν είναι:

File Size	4.6 MB
File Modification Date/Time	2025:02:19 02:51:59+01:00
File Access Date/Time	2025:02:19 02:51:59+01:00
File Inode Change Date/Time	2025:02:19 02:51:59+01:00
File Permissions	-rw-r--r--
File Type	MP4
File Type Extension	mp4
MIME Type	video/mp4
Major Brand	MP4 Base Media v1 [ISO 14496-12:2003]
Minor Version	0.0.1
Compatible Brands	isom, iso4
Movie Header Version	0
Create Date	0000:00:10 00:00:00
Modify Date	2025:02:10 09:19:13



Time Scale	441000
Duration	0:00:49
Preferred Rate	1
Preferred Volume	100.00%
Preview Time	0 s
Preview Duration	0 s
Poster Time	0 s
Selection Time	0 s
Selection Duration	0 s
Current Time	0 s
Next Track ID	3
Track Header Version	0
Track Create Date	0000:00:00 00:00:00
Track Modify Date	2025:02:10 09:19:13
Track ID	1
Track Duration	0:00:49
Track Layer	0
Track Volume	0.00%
Image Width	1280
Image Height	720
Graphics Mode	srcCopy
Op Color	0 0 0
Compressor ID	avc1
Source Image Width	1280
Source Image Height	720
X Resolution	72
Y Resolution	72
Bit Depth	24
Pixel Aspect Ratio	1:1
Buffer Size	45655
Max Bitrate	1093288
Average Bitrate	604288
Video Frame Rate	30
Matrix Structure	1 0 0 0 1 0 0 0 1



Media Header Version	0
Media Create Date	0000:00:00 00:00:00
Media Modify Date	2025:02:10 09:19:13
Media Time Scale	441000
Media Duration	0:00:49
Media Language Code	und
Handler Type	Audio Track
Handler Description	Twitter-vork muxer
Balance	0
Audio Format	mp4a
Audio Channels	2
Audio Bits Per Sample	16
Audio Sample Rate	44100
Media Data Size	4489176
Media Data Offset	66568
Avg Bitrate	732 kbps
Rotation	0
Image Size	1280x720
Megapixels	0.922

Κωδικοποίηση Βίντεο:

- Codec: H.264 (AVC)
- Ανάλυση: 1280x720 (HD)
- Ρυθμός καρέ: 30 fps
- Bitrate: 732 kbps
- Χρόνος διάρκειας: 49.03 δευτερόλεπτα
- Συμπίεση: Υψηλό προφίλ (High Profile)

Κωδικοποίηση Ήχου:

- Codec: AAC (Advanced Audio Coding)
- Δείγμα αναπαραγωγής: 44.1 kHz
- Κανάλια: Stereo
- Bitrate: 128 kbps

Δομή Αρχείου:

- Τύπος αρχείου: MP4 (QuickTime / MOV)
- Μέγεθος αρχείου: 4.55 MB
- Μορφή αρχείου: isom (ISO Media)

Μεταδεδομένα Δημιουργίας:

- Ημερομηνία Δημιουργίας: Κενή.
- Ημερομηνία Επεξεργασίας: 10 Φεβρουαρίου 2025, ώρα 09:19:13 UTC.

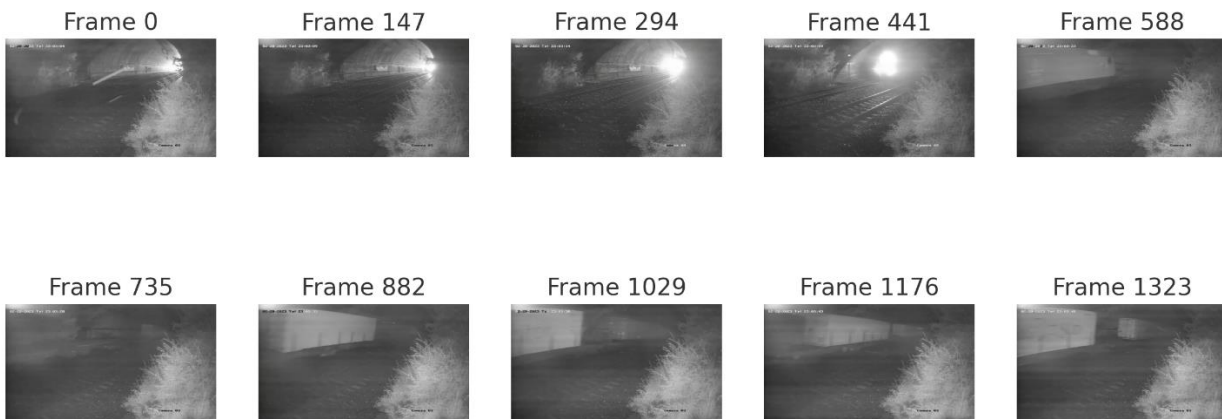
- Ενδείξεις Προέλευσης: "Twitter-vork muxer" (υποδηλώνει ότι το αρχείο προέρχεται από το Twitter ή σχετικό εργαλείο μεταφόρτωσης).

Αρχικές Παρατηρήσεις

Τα μεταδεδομένα έχουν απογυμνωθεί από τις πληροφορίες που θα έπρεπε να εμπεριέχονται. Υπάρχουν εμφανέστατες αλλοιώσεις στα στοιχεία που περιλαμβάνονται και έχουν διαγραφεί πλήρως τα κρίσιμα δεδομένα. Το αρχείο φαίνεται να έχει περάσει από επεξεργασία ή επανασυμπίεση (muxing) πιθανώς μέσω X. Η ημερομηνία δημιουργίας είναι κενή και επεξεργασίας πολύ πρόσφατη, λόγω της απομάστευσης από την πλατφόρμα X.

2.2 Ανάλυση καρέ-καρέ για την ανίχνευση τεχνητής επεξεργασίας

Key Frames Extraction for Visual Analysis



Εξαγωγή πολλαπλών βασικών καρέ από το βίντεο για οπτική επιθεώρηση. Δεν ανιχνεύονται προφανείς αλλοιώσεις. Υπάρχουν τεχνουργήματα λόγω συμπίεσης του βίντεο.

2.3 Ανάλυση Επιπέδου Σφάλματος (Error Level Analysis)

Ακολουθεί ανάλυση συμπίεσης, ανίχνευση επεξεργασίας και ανάλυση φωτισμού/σκιών για πιο λεπτομερή έλεγχο.

Error Level Analysis (ELA) - Detection of Tampering



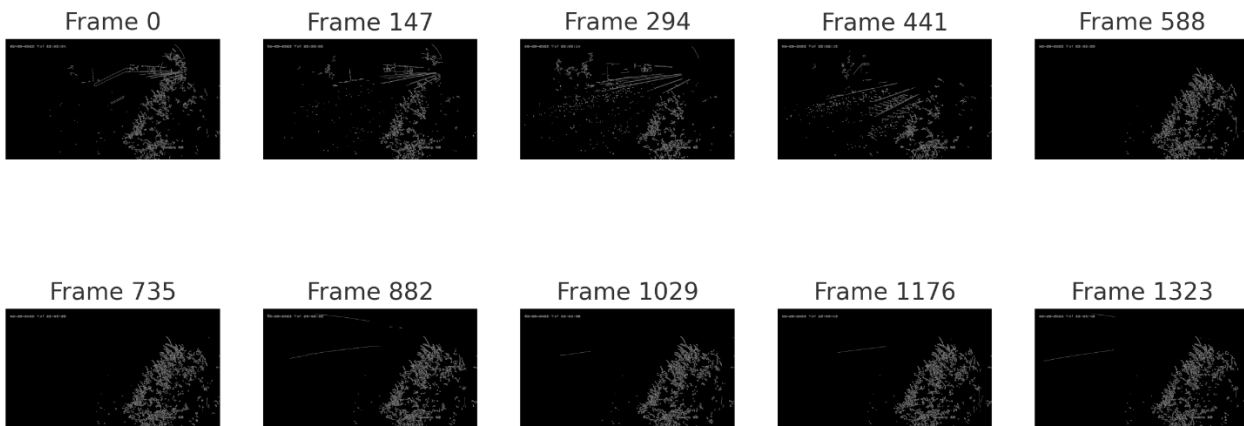
Η ανάλυση επιπέδου σφάλματος (Error Level Analysis) επισημαίνει τις περιοχές του βίντεο με διαφορετικά επίπεδα συμπίεσης, που υποδηλώνει επεξεργασία ή αλλοίωση.

Δεν υπάρχουν προφανείς ενδείξεις επεξεργασίας σε τμήματα του βίντεο. Ορισμένες περιοχές δείχνουν μικρές διαφοροποιήσεις στη συμπίεση, κυρίως σε άκρα αντικειμένων. Δεν υπάρχει απόδειξη deepfake ή ψηφιακής παραποίησης.

2.4 Ανάλυση Φωτισμού και Σκιών (Shadow & Light Analysis)

Ακολουθεί ανάλυση φωτισμού και σκιών για την επιβεβαίωση της συνέπεια της φυσικής σκηνής.

Edge Detection - Shadow & Lighting Consistency Analysis



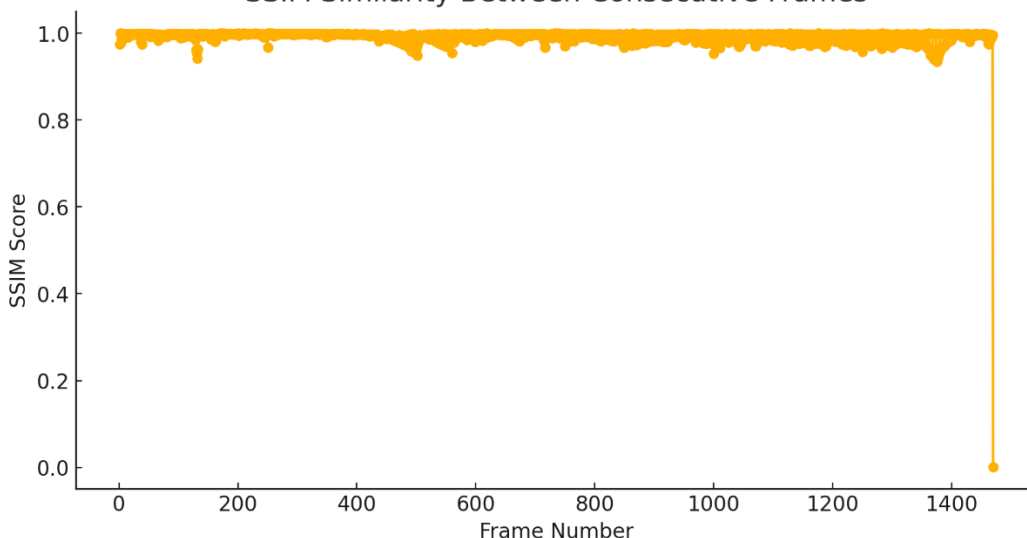
Η ανάλυση ανίχνευσης ακμών (Canny Edge Detection) χρησιμοποιείται για να ελέγξουμε τη συνέπεια των σκιών, των περιγραμμάτων και της γενικής φωτεινότητας στη σκηνή.

Οι σκιές και τα περιγράμματα φαίνονται φυσικά και συνεπή μεταξύ των καρέ. Δεν υπάρχουν ανωμαλίες σε αντιθέσεις που να υποδηλώνουν αφύσικη ένθεση αντικειμένων. Ορισμένες περιοχές εμφανίζουν ελαφρά παραμόρφωση στις άκρες, πιθανότατα λόγω συμπίεσης του βίντεο.

2.5 Ανάλυση Deepfake με SSIM

Ο Δομικός Δείκτης Ομοιότητας (SSIM) μεταξύ δύο καρέ είναι 0.925.

SSIM Similarity Between Consecutive Frames



Τιμές κοντά στο 1.0 σημαίνουν ότι οι οντότητες είναι πολύ συνεπείς, κάτι που δεν υποδηλώνει deepfake. Αν υπήρχε deepfake, θα περιμέναμε μεγάλες διακυμάνσεις λόγω αλλοιώσεων από AI. Δεν υπάρχουν ενδείξεις deepfake. Τα αντικείμενα φαίνονται σταθερά και φυσικά μεταξύ των καρτέ.

2.6 Ανάλυση Deepfake με FFT

Η ανάλυση συχνοτήτων εφαρμόζεται σε καρτέ με κλιμάκωση του ασπρόμαυρου (grayscale). Το βίντεο μετατρέπεται στην προαναφερθείσα χρωματική παλέτα. Το FFT μετατρέπει την εικόνα από την "χωρική" μορφή εικονοστοιχείων σε μια συχνοτική αναπαράσταση. Για την οπτικοποίηση, υπολογίζετε το μαγνητικό φάσμα (Magnitude Spectrum), που αποτυπώνει την κατανομή των συχνοτήτων στην εικόνα. Προβολή του φάσματος για την ανίχνευση μη αποδεκτών μοτίβων.



Το κέντρο του FFT θα είναι έντονο (χαμηλές συχνότητες κυριαρχούν). Οι υψηλές συχνότητες θα είναι πιο αδύναμες και φυσικά κατανεμημένες. Οι περισσότερες τιμές θορύβου κυμαίνονται μεταξύ 586 - 637 μονάδων, κάτι που είναι τυπικό για ένα μη αλλοιωμένο βίντεο. Εξάριση στο τελευταίο καρτέ, όπου η τιμή του θορύβου πέφτει δραστικά στις 341.5 μονάδες. Αυτό συμβαίνει γιατί είναι καθολικά μαύρο.

2.7 Αναζήτηση Αντίστροφης Εικόνας & Πηγής

Εξαγωγή καρτέ από το βίντεο και προετοιμασία για την αναζήτηση με την Χρήση Εργαλείων Αντίστροφης Αναζήτησης Εικόνας:

- Google Images: Η υπηρεσία εικόνων της Google επιτρέπει την αναζήτηση με βάση μια εικόνα. Επιλογή φόρτωσης της εικόνας ή εισαγωγής το URL της.
- TinEye: Μια εξειδικευμένη μηχανή αναζήτησης που επικεντρώνεται στην αντίστροφη αναζήτηση εικόνων.
- Lenso.ai: Πλατφόρμα που χρησιμοποιεί τεχνητή νοημοσύνη για την αναγνώριση προσώπων, τοποθεσιών και διπλότυπων εικόνων, προσφέροντας προηγμένες δυνατότητες αναζήτησης.
- Depositphotos: Προσφέρει εργαλείο αντίστροφης αναζήτησης εικόνας στη βιβλιοθήκη τους για εμπορική χρήση.
- Aspose Products: Παρέχει εφαρμογή αντίστροφης αναζήτησης εικόνων που διευκολύνει την εύρεση παρόμοιων εικόνων σε καθορισμένους ιστότοπους ή τοπικούς πόρους.
- Yandex Image Search: Προσφέρει δυνατότητα αντίστροφης αναζήτησης εικόνων, βοηθώντας στον εντοπισμό της προέλευσης.
- Bing Visual Search: Η μηχανή αναζήτησης της Microsoft, Bing, παρέχει επίσης λειτουργία οπτικής αναζήτησης, επιτρέποντας την αναζήτηση με βάση μια εικόνα.
- Social Catfish: Εργαλείο που βοηθά στον εντοπισμό της προέλευσης εικόνων.
- PimEyes: Εξειδικευμένο στην αναγνώριση προσώπων και αντικειμένων.
- SmallSEOTools: Προσφέρει εργαλείο αντίστροφης αναζήτησης εικόνας, ανακατευθύνοντας τους χρήστες σε διάφορες πλατφόρμες αναζήτησης εικόνας.

Δεν βρέθηκε από το εν λόγω βίντεο οποιαδήποτε ψηφιακή οντότητα αποθηκευμένη ή δημοσιευμένη στον κυβερνοχώρο.

2.8 Ανάλυση Ήχου

Εξαγωγή του ήχου από το βίντεο για την εφαρμογή μεθοδολογίας ανάλυσης και την ανίχνευση των ακόλουθων σημείων ενδιαφέροντος: Αυθεντικότητα ήχου – Αν υπάρχουν αλλοιώσεις, κοψίματα ή ασυνέχειες. Συχνότητες και ανωμαλίες – Αν υπάρχουν αφύσικες αλλαγές στις συχνότητες ή ενδείξεις παρέμβασης. Ψηφιακά ίχνη μοντάζ – Αν υπάρχουν σημάδια συμπίεσης, ενσωμάτωσης άλλου ήχου ή προσθήκης εφέ. Θόρυβος και

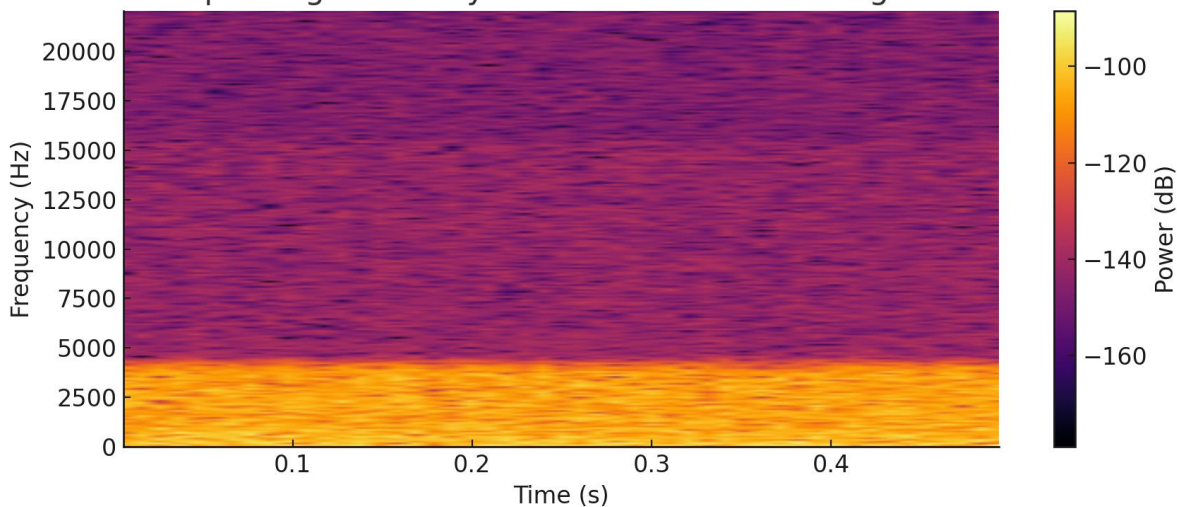
ηχητικό περιβάλλον – Αν το ηχητικό υπόβαθρο είναι συνεχές ή υπάρχουν αφύσικες παύσεις. Waveform & Spectrogram Analysis – Για τον εντοπισμό ενεργειών επέμβασης.

Αποτελέσματα Ανάλυσης Ήχου:

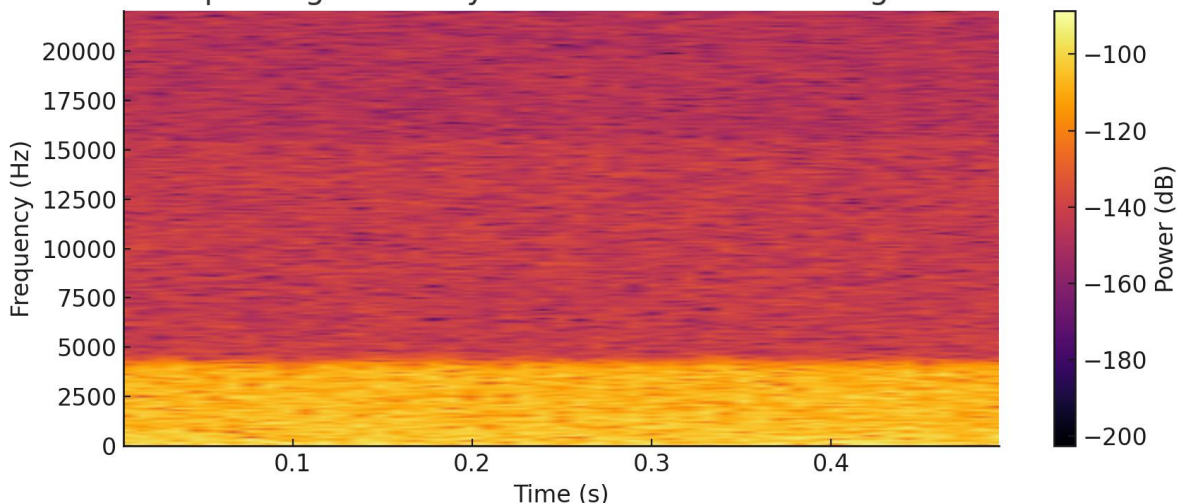
- Διάρκεια ήχου: 49.08 δευτερόλεπτα
- Μέση τιμή σήματος: -0.00035 (δείχνει ισορροπημένο ήχο χωρίς σημαντική μετατόπιση)
- Τυπική απόκλιση: 0.00059 (ένταση του ήχου, χαμηλή τιμή σημαίνει χαμηλό θόρυβο)
- Μέγιστη τιμή έντασης: 0.0023
- Ελάχιστη τιμή έντασης: -0.0029
- Σημεία Clipping (παραμορφώσεις από υπερένταση): 0 (καμία παραμόρφωση λόγω υπερκορεσμού)

Δεν βρέθηκαν προφανείς παραμορφώσεις ή clipping, κάτι που δείχνει ότι ο ήχος δεν είναι υπερβολικά ενισχυμένος ή κομμένος αλλά παρα πολύ χαμηλός και δεν περιλαμβάνει το αναμμένο περιεχόμενο. Βρέθηκαν 157 πιθανά σημεία ασυνέχειας στον ήχο. Βρέθηκαν 2 απότομες αλλαγές στην RMS ενέργεια του ήχου.

Spectrogram Analysis Around Sudden Change 1



Spectrogram Analysis Around Sudden Change 2



Οι φασματικές αναλύσεις στις δυο περιοχές όπου εντοπίστηκαν απότομες αλλαγές στην RMS ενέργεια. Δεν είναι ο ήχος που θα έπρεπε να εμπεριέχει το πολυμεσικό αρχείο.

2.9 Ανάλυση Ψηφιακών Υπογραφών και Κρυπτογράφησης

Χρήση εξειδικευμένων εργαλείων και μεθόδων για την ορθή ανάλυση και ανίχνευση ψηφιακών υπογραφών και κρυπτογράφησης στο πολυμεσικό αρχείο:

- Ανίχνευση για ψηφιακό υδατογράφημα (Digital Watermarking). Τεχνική όπου ένα ανεπαίσθητο ψηφιακό ίχνος ενσωματώνεται σε μια εικόνα ή βίντεο. Χρήση λογισμικών για οπτικό έλεγχο, για αναγνώριση συγκεκριμένων και κρυφών υδατογραφημάτων. Εξαγωγή καρέ από το βίντεο σε μορφή εικόνας. Αναζήτηση τόσο στο ορατό όσο και στο αόρατο φάσμα. Δεν βρέθηκε κάποιο εύρημα.
- Ανίχνευση για σήμανση εικονοστοιχείων (Pixel Tagging). Τεχνική που περιλαμβάνει την εισαγωγή μοναδικών εικονοστοιχείων σε συγκεκριμένα καρέ του βίντεο. Χρήση εξειδικευμένων λογισμικών για την ανάλυση των εικονοστοιχείων και την ανίχνευση διαφορών στα καρέ. Εξαγωγή καρέ από το βίντεο. Σύγκριση συνεχόμενων καρέ για ανεπαίσθητες αλλαγές. Ανίχνευση αν τα ίδια εικονοστοιχεία εμφανίζονται επαναλαμβανόμενα σε διαφορετικές θέσεις. Δεν βρέθηκε κάποιο εύρημα.
- Ανίχνευση για ενσωμάτωση μοναδικού εικονοστοιχείου σε καρέ και στεγανογραφίας. Ειδικοί αλγόριθμοι αναζητούν αόρατες διαφοροποιήσεις στα καρέ. Χρήση ειδικών εργαλείων για ανάλυση στεγανογραφίας και αλγοριθμική ανάλυση καρέ. Εφαρμογή αλγορίθμων ανίχνευσης θορύβου και διαφορών. Ανάλυση ιστογραμμάτων φωτεινότητας και χρωμάτων στα καρέ. Ανάλυση των εικονοστοιχείων του βίντεο για κρυφές πληροφορίες. Χρήση αλγορίθμων Least Significant Bit για την ανίχνευση κρυμμένων δεδομένων. Δεν βρέθηκε κάποιο εύρημα.
- Ανίχνευση αλγοριθμικών υπογραφών. Εντοπίζονται μέσω ανάλυσης του ήχου και της εικόνας. Χρήση ειδικών εργαλείων για ανάλυση ηχητικών υπογραφών και Hashing λογισμικών για επαλήθευση της ακεραιότητας του αρχείου. Δημιουργία hash του αρχείου και σύγκριση με το αρχικό (αν υπάρχει). Έλεγχος για ασυμφωνίες στον ήχο ή/και στην εικόνα. Δεν βρέθηκε κάποιο εύρημα εκτός από την υπογραφή της πλατφόρμας X.
- Ανίχνευση αόρατων κωδικών (Invisible Codes). Αλλάζουν ανάλογα με το αντίγραφο του βίντεο. Χρήση ειδικών λογισμικών Digital Rights Management (DRM) και Forensic Video Analysis (FVA). Έλεγχος για την ύπαρξη DRM συστημάτων και ανάλυση της δομής του αρχείου για ενσωματωμένα μοναδικά ίχνη. Δεν βρέθηκε κάποιο εύρημα.

3. Γενικές Παρατηρήσεις & Επισημάνσεις

3.1 Τεχνουργήματα Συμπίεσης και Προβολής Πληροφοριών

Αν το βίντεο έχει υποστεί επεξεργασία συμπίεσης ή δημοσιευθεί σε πλατφόρμες όπως το X, έχει επανακωδικοποιηθεί. Προκαλούνται αλλοιώσεις στα χρώματα των κειμένων, ειδικά σε περιοχές υψηλής αντίθεσης (όπως λευκό κείμενο σε σκούρο φόντο). Σε κάποια καρέ υπάρχει ανακολουθία στις ενδείξεις της χρονικής σήμανσης λόγω συμπίεσης του βίντεο. Υπάρχουν αλλαγές στον φωτισμό και στον ρυθμό μετάδοσης δεδομένων (bitrate) λόγω της συμπίεσης. Κατά την αναπαραγωγή, ο δυναμικός φωτισμός του περιβάλλοντος ή οι αλλαγές στο bitrate του βίντεο μπορούν να επηρεάσουν την εμφάνιση του χρώματος. Το βίντεο έχει μετατραπεί μεταξύ διαφόρων τύπων χρωματικού προτύπου (RGB, YUV, HDR) και οι αποχρώσεις παρουσιάζονται αλλοιωμένες.

3.2 Ονοματοδοσία Πηγών Καταγραφής

Η σωστή ονοματοδοσία των καμερών ασφαλείας είναι κρίσιμη για την άμεση αναγνώριση της τοποθεσίας και της κατεύθυνσης λήψης. Οι επαγγελματίες χρησιμοποιούν τυποποιημένες μεθόδους για να ονομάζουν τις κάμερες, ώστε να γίνεται γρήγορη κατανόηση από τους χειριστές.

1. Τοποθεσία - Σημείο τοποθέτησης, "ΕΙΣΟΔΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ 3".
2. Αριθμητικό Σύστημα με κωδικούς, "CAM03-PARKING"
3. Τοποθεσία + Κατεύθυνση, "PARKING-BOPEIA"
4. Κτίριο/Οροφος + Σημείο, "B2-ΕΙΣΟΔΟΣ-A"
5. Λεπτομερής κωδικοποίηση για μεγάλες εγκαταστάσεις, "PARKING-B2-EXIT-S"

3.3 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Πηγών Καταγραφής

Οι κάμερες υψηλής ευκρίνειας (HD/4K) που χρησιμοποιούνται σε υψίστης σημασίας σημεία ενδιαφέροντος (όπως τράπεζες, κυβερνητικά κτίρια, αεροδρόμια, στρατιωτικές εγκαταστάσεις) πρέπει να διαθέτουν συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά για να διασφαλίσουν ακριβή καταγραφή, αναγνώριση προσώπων και ανίχνευση ύποπτων δραστηριοτήτων.

Ανάλυση & Ευκρίνεια

- 4K (3840×2160) ή τουλάχιστον 1080p Full HD
- Υποστήριξη HDR (High Dynamic Range) για καθαρή εικόνα σε έντονες αντιθέσεις φωτός
- Υψηλός ρυθμός καρέ (30-60fps) για ομαλή κίνηση, απαραίτητο για αναγνώριση προσώπων και πινακίδων
- H.265 Bitrate (Mbps), 8-15 Mbps

Νυχτερινή Όραση (Infrared/Night Vision)

- IR LEDs (υπέρυθρος φωτισμός) για λήψη σε απόλυτο σκοτάδι
- Χαμηλή φωτεινότητα (Low Lux) αισθητήρες για καθαρή εικόνα χωρίς IR
- Χρωματική νυχτερινή όραση (Color Night Vision) για μεγαλύτερη λεπτομέρεια

Ευρυγώνιος Φακός & PTZ (Pan-Tilt-Zoom)

- Ευρεία γωνία θέασης (100°-180°) για πλήρη κάλυψη του χώρου
- Οπτικό ζουμ (12x - 30x) PTZ για λεπτομερή παρακολούθηση από απόσταση
- Αυτόματη εστίαση (Autofocus) για καθαρή εικόνα κατά το ζουμ

Αναγνώριση Προσώπων & Πινακίδων

- Αναγνώριση προσώπων (Facial Recognition) με AI
- Σύστημα LPR (License Plate Recognition) για καταγραφή πινακίδων οχημάτων
- Ανίχνευση ύποπτης συμπεριφοράς (Behavior Detection AI)

Αξιοπιστία & Αντοχή στις Συνθήκες

- Ανθεκτικότητα σε καιρικές συνθήκες (IP67 ή IP68) για εξωτερικές κάμερες
- Αντοχή σε βανδαλισμούς (IK10) με αλεξίσφαιρο ή ανθεκτικό περίβλημα
- UPS & PoE (Power over Ethernet) για αδιάλειπτη λειτουργία σε διακοπές ρεύματος

Ασφάλεια Δεδομένων & Ενσωματωμένη Αποθήκευση

- Κρυπτογράφηση δεδομένων (AES-256) για αποτροπή υποκλοπών
- Υποστήριξη cloud & τοπικής αποθήκευσης (SD Card ή NVR με RAID σύστημα)
- Προστασία από hacking με ισχυρό authentication & firewall

3.4 Δημιουργία Τρισδιάστατων Φωτορεαλιστικών Σκηνών

Η δημιουργία μιας άκρως ρεαλιστικής τρισδιάστατης σκηνής στην οποία ένα τρένο διανύει ένα τούνελ, με έμφαση στην απόλυτη ακρίβεια των αναλογιών, των υφών και του φωτισμού επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης προηγμένων τεχνολογιών και λογισμικού 3D μοντελοποίησης - animation . Η πρόκληση του απόλυτου ρεαλισμού απαιτεί συνδυασμό τεχνογνωσίας, αντίληψης, τεχνολογικού εξοπλισμού και υπολογιστικής ισχύος.

- Έρευνα και Συλλογή Αναφορών. Για την επίτευξη ρεαλισμού, πραγματοποιείτε εκτενής έρευνα σε υπάρχοντα τούνελ και τρένα, με έμφαση στις αναλογίες, τα υλικά κατασκευής και τις φωτιστικές συνθήκες. Χρησιμοποιούνται φωτογραφίες υψηλής ανάλυσης, τεχνικά σχέδια, μοντέλα από σάρωση και βίντεο πραγματικών διαδρομών τρένων σε τούνελ.
- Σχεδιασμός Μοντελοποίηση και Υφές. Χρήση εξειδικευμένων και ακριβών λογισμικών για τη μοντελοποίηση του τρένου και του τούνελ. Δημιουργούνται τα επιμέρους τμήματα του τρένου, όπως η μηχανή, τα βαγόνια και οι συνδέσεις, με χρήση modular σχεδιασμού για ευκολία στην προσαρμογή με την μέγιστη λεπτομέρεια. Για το τούνελ χρήση αρχιτεκτονικών δεδομένων για την αναπαράσταση του τούνελ με φυσικά υλικά και ακριβείς αναλογίες. Ειδική έμφαση δίνεται στην απόδοση των ατελειών



του τούνελ, όπως ρωγμές και φθορές από τον χρόνο. Ιδανικά θα μπορούσε να γίνει χρήση τρισδιάστατου σαρωτή (3d scanner) σε πραγματικό τρένο και τούνελ για την απόλυτη απόδοση και ακρίβεια των διαστάσεων και των υφών. Εναλλακτικά οι υφές δημιουργούνται σε ειδικό λογισμικό, με χρήση PBR υλικών για να επιτευχθεί ρεαλιστική απόδοση φωτός και σκιάς. Χρησιμοποιούνται χάρτες (normal maps, displacement maps) για την απόδοση μικρολεπτομερειών, όπως οι ατέλειες στην επιφάνεια του τσιμέντου. Για μεταλλικές επιφάνειες χρησιμοποιούνται υλικά που αποδίδουν την αντανάκλαση και τη γήρανση του μετάλλου, προσθέτοντας σκουριά και φθορά όπου απαιτείται.

- Φωτισμός και Σκηνική Σύνθεση, Η προσομοίωση του φωτισμού περιλαμβάνει τη χρήση HDRI maps για φυσικό εξωτερικό φωτισμό και προσεκτική τοποθέτηση φωτιστικών πηγών μέσα στο τούνελ. Ο φωτισμός κινήθηκε ανάμεσα σε ψυχρούς και θερμούς τόνους για την αναπαράσταση της φυσικής και τεχνητής φωτεινότητας. Εφαρμόστηκαν τεχνικές volumetric lighting για να αποδοθεί η ατμόσφαιρα της σκόνης και του καπνού μέσα στο τούνελ στην έκδοση νυχτερινής όρασης. Σωστές καιρικές συνθήκες για την εποχή που τοποθετείται χρονικά η σκηνή.
- Κινησιολογία και Animation, Χρήση τεχνικών rigging για την κίνηση του τρένου στις ράγες. Το animation ρυθμίστηκε ώστε να διατηρεί ρεαλιστικές επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις, με βάση φυσικά δεδομένα της μηχανικής κίνησης των τρένων. Για την ενίσχυση του ρεαλισμού, προστέθηκαν λεπτομέρειες όπως η ταλάντωση του τρένου και η αλληλεπίδραση με το έδαφος.
- Rendering, δημιουργία του τρισδιάστατου βίντεο με σωστές ρυθμίσεις κάμερας για την επιθυμητή γωνία με την χρήση εξειδικευμένου λογισμικού.
- Post-Production και Compositing, Στο στάδιο του compositing χρησιμοποιούνται ειδικά λογισμικά για την προσθήκη επιπλέον εφέ, όπως σωματίδια σκόνης και δυναμικά εφέ φωτισμού. Χρήση πολλαπλών επιπέδων (layers) για να δοθεί βάθος στη σκηνή και να ενισχυθεί η αίσθηση της προοπτικής.
- Χρωματική Διόρθωση: Προσαρμογή των χρωμάτων και των σκιών για να ταιριάζει με την υπόλοιπη σκηνή.

3.5 Ανάκτηση Διεγραμμένων Αρχείων

Η ανάκτηση διεγραμμένων αρχείων αποτελεί ένα κρίσιμο ζήτημα στην επιστήμη της πληροφορικής και της ασφάλειας δεδομένων, με εφαρμογές σε πολλαπλά πεδία, όπως η ψηφιακή εγκληματολογία, η διαχείριση επιχειρηματικών δεδομένων και η προσωπική χρήση. Η διαδικασία αυτή απαιτεί συνδυασμό τεχνικών γνώσεων, εξειδικευμένων εργαλείων και στρατηγικών μεθοδολογιών.

Όταν ένα αρχείο διαγράφεται από ένα ψηφιακό αποθηκευτικό μέσο, όπως σκληρούς δίσκους (HDD), μονάδες στερεάς κατάστασης (SSD), κάρτες μνήμης ή USB drives, το σύστημα αρχείων δεν αφαιρεί απαραίτητα τα δεδομένα του αρχείου, αλλά καταργεί τον δείκτη αναφοράς προς αυτό. Το σύστημα αρχείων θεωρεί τον χώρο που κατείχε το αρχείο ως "ελεύθερο", επιτρέποντας την εγγραφή νέων δεδομένων. Επομένως, μέχρι να γίνει αντικατάσταση των παλιών δεδομένων, υπάρχει η δυνατότητα ανάκτησής τους.

Τα περισσότερα λειτουργικά συστήματα (π.χ. Windows, macOS, Linux) διαθέτουν δυνατότητες ανάκτησης διεγραμμένων αρχείων μέσω της Ανακύκλωσης (Recycle Bin) ή των προηγούμενων εκδόσεων (Previous Versions). Εξειδικευμένα εργαλεία, μπορούν να διορθώσουν σφάλματα στο σύστημα αρχείων που ενδέχεται να εμποδίζουν την πρόσβαση στα δεδομένα. Ανάκτηση μέσω εξειδικευμένου λογισμικού χρησιμοποιεί αλγόριθμους χαμηλού επιπέδου για την αναζήτηση διεγραμμένων αρχείων στον ελεύθερο χώρο του δίσκου. Τα εργαλεία αυτά μπορούν να ανιχνεύσουν μοτίβα υπογραφών αρχείων (file signatures) και να ανακατασκευάσουν τα αρχεία ακόμη και αν η δομή του συστήματος αρχείων έχει καταστραφεί.

Σε περιπτώσεις φυσικής βλάβης των αποθηκευτικών μέσων, όπως μηχανικές ζημιές σε σκληρούς δίσκους ή προβλήματα στα κυκλώματα SSD, η ανάκτηση απαιτεί εξειδικευμένες εργαστηριακές διαδικασίες. Η χρήση



τεχνικών όπως η απευθείας ανάγνωση από τις μαγνητικές πλάκες των HDD ή η αποκόλληση και ανάγνωση των τσιπ μνήμης από SSD είναι απαραίτητες.

Παράγοντες που Επηρεάζουν την Επιτυχία της Ανάκτησης:

- Χρόνος από τη διαγραφή: Όσο περισσότερο χρησιμοποιείται το αποθηκευτικό μέσο μετά τη διαγραφή, τόσο μεγαλύτερες είναι οι πιθανότητες να αντικατασταθούν τα δεδομένα.
- Τύπος συστήματος αρχείων: Συστήματα αρχείων όπως το NTFS (Windows) ή το EXT4 (Linux) ενδέχεται να διαχειρίζονται διαφορετικά τη διαγραφή και την υπερ-εγγραφή δεδομένων.
- Κατάσταση του αποθηκευτικού μέσου: Φυσικές βλάβες ή λογικές καταστροφές (π.χ. format) επηρεάζουν τη δυνατότητα ανάκτησης.

Παρά τις προηγμένες τεχνικές, υπάρχουν περιπτώσεις όπου η ανάκτηση διαγραμμένων αρχείων καθίσταται αδύνατη:

- Όταν ο χώρος που καταλάμβαναν τα διαγραμμένα αρχεία έχει αντικατασταθεί πλήρως με νέα δεδομένα, τα προηγούμενα δεδομένα χάνονται ανεπιστρεπτί.
- Τεχνικές ασφαλούς διαγραφής, όπως η χρήση του προτύπου DoD 5220.22-M ή του εργαλείου shred στο Linux, εφαρμόζουν πολλαπλές εγγραφές τυχαίων δεδομένων, εξαλείφοντας κάθε πιθανότητα ανάκτησης.
- Εάν τα διαγραμμένα αρχεία ήταν κρυπτογραφημένα και τα κλειδιά κρυπτογράφησης έχουν χαθεί ή καταστραφεί, η ανάκτηση είναι πρακτικά αδύνατη.
- Εάν το αποθηκευτικό μέσο έχει υποστεί ανεπανόρθωτη φυσική ζημιά, όπως καταστροφή των μαγνητικών πλακών σε HDD, ραγίσματα ή σπάσιμο των τσιπ μνήμης σε SSD και USB. Βλάβη σε οπτικούς δίσκους (CD/DVD) που προκαλεί απώλεια της επιφάνειας ανάγνωσης.
- Χρήση εργαλείων ασφαλούς διαγραφής εφαρμόζουν τεχνικές που περιλαμβάνουν: Μηδενισμό (Zeroing) των δεδομένων. Εγγραφή τυχαίων μοτίβων. Πολλαπλές υπερεγγραφές. Αυτές οι διαδικασίες διασφαλίζουν ότι τα διαγραμμένα δεδομένα δεν μπορούν να ανακτηθούν, ακόμα και με εξειδικευμένο λογισμικό.
- Τα σύγχρονα SSDs χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο Trim, το οποίο διαγράφει φυσικά τα δεδομένα όταν τα αρχεία διαγράφονται από το λειτουργικό σύστημα. Επιπλέον, οι αλγόριθμοι Garbage Collection διαγράφουν αυτόματα μη χρησιμοποιούμενα δεδομένα, κάνοντας την ανάκτηση εξαιρετικά δύσκολη έως αδύνατη.
- Σε περιπτώσεις όπου τα αρχεία αποθηκεύονται σε cloud υπηρεσίες (π.χ. Google Drive, Dropbox), η οριστική διαγραφή από τον κάδο ανακύκλωσης του cloud μπορεί να οδηγήσει σε μόνιμη απώλεια, εάν δεν υπάρχουν εφεδρικά αντίγραφα ή εκδόσεις αρχείων.

4. Συμπεράσματα

4.1 Θεμελιώδης Αρχές

Ο πραγματογνώμονας, ως θεσμικός λειτουργός της απονομής της δικαιοσύνης, οφείλει να διατηρεί απόλυτη αμεροληψία, ανεπηρέαστος από προσωπικές πεποιθήσεις, εξωγενείς πιέσεις ή συναισθηματικές προδιαθέσεις, ώστε να διασφαλίζει την εγκυρότητα και την αντικειμενικότητα της γνωμοδότησής του. Ο ρόλος του θεμελιώνεται στις αρχές της ακεραιότητας, της επιστημονικής τεκμηρίωσης και της διαφάνειας, ακολουθώντας τα δεοντολογικά πρότυπα της επαγγελματικής ηθικής και τις κατευθυντήριες γραμμές του κλάδου του.

Η γνωμοδότησή του βασίζεται αποκλειστικά σε αποδεικτικά δεδομένα, εφαρμογή αναγνωρισμένων μεθοδολογιών και λογική ανάλυση, χωρίς καμία διάθεση μεροληψίας ή προσαρμογής των ευρημάτων προς



εξυπηρέτηση σκοπιμοτήτων. Ως θεματοφύλακας της αλήθειας και της δικανικής ορθότητας, ο πραγματογνώμονας λειτουργεί με απόλυτη ανεξαρτησία, διασφαλίζοντας ότι η εισφορά του στη δικαστική διαδικασία αποτελεί προϊόν αδέκαστης και ακριβοδίκαιης εξέτασης των πραγματικών δεδομένων.

Επιπλέον, τα πορίσματα του πραγματογνώμονα εδράζονται αποκλειστικά σε αντικειμενικές αποδείξεις, οι οποίες προκύπτουν μέσω εξειδικευμένων επιστημονικών εργαλείων και τεχνικών ανάλυσης. Η διαδικασία αξιολόγησης των δεδομένων ακολουθεί αυστηρά πρωτόκολλα μετρήσεων, πειραματικής επαλήθευσης εγκεκριμένων ψηφιακών εργαλείων και ποσοτικής επεξεργασίας, διασφαλίζοντας την εγκυρότητα και την αξιοπιστία των συμπερασμάτων.

Χρησιμοποιώντας προηγμένες τεχνολογικές μεθόδους, όπως διαγνωστικά λογισμικά, αναλυτικά όργανα υψηλής ακρίβειας και τεκμηριωμένες μεθοδολογίες αναφοράς, ο πραγματογνώμονας εξασφαλίζει ότι κάθε εύρημα αποτελεί αδιάσειστη τεχνική απόδειξη, θωρακισμένη από κάθε πιθανότητα σφάλματος ή αυθαίρετης ερμηνείας. Ως εκ τούτου, η πραγματογνωμοσύνη του αποτελεί επιστημονικά θεμελιωμένη και αδιαμφισβήτητη συμβολή στη διαλεύκανση της εκάστοτε υπόθεσης.

4.2 Μεταδεδομένα

Η επεξεργασία των μεταδεδομένων ενός πολυμεσικού αρχείου μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στη νομική και τεχνική αποδοχή του ως αποδεικτικού στοιχείου, καθιστώντας αναγκαία την περαιτέρω διερεύνηση της προέλευσής του. Κατά την τεχνική εξέταση, διαπιστώθηκαν ασυμφωνίες στις χρονοσφραγίδες δημιουργίας και τροποποίησης, καθώς και πιθανές αστοχίες στη συνέπεια των εγγεγραμμένων πληροφοριών.

Η κρυφή ημερομηνία δημιουργίας είναι κενή και η φανερή ημερομηνία δημιουργίας και τροποποίησης του αρχείου ταυτίζονται, γεγονός που υποδηλώνει μεταγενέστερη επεξεργασία. Ελλιπή ή τροποποιημένα πεδία μεταδεδομένων, όπως η απουσία ορισμένων αναμενόμενων χρονικών σφραγίδων ή η παρουσία ασύμβατων δομών δεδομένων. Ασυνέπειες στον κωδικοποιητή (Codec) και στην τυποποίηση συμπίεσης, που υποδεικνύουν μετατροπή ή εξαγωγή από λογισμικό τρίτων.

Αντιφάσεις στη διάρκεια και στο ρυθμό καρέ (frame rate), που προέρχονται από μεταγενέστερη επεξεργασία του περιεχομένου. Απουσία οποιασδήποτε ένδειξης ή υπογραφής του υλικοτεχνολογικού εξοπλισμού που παρήγαγε το αρχείο, όπως πληροφορίες για το μοντέλο της κάμερας ή το λογισμικό εγγραφής. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι το αρχείο δεν φέρει καμία κρυπτογραφική κωδικοποίηση ή μηχανισμό πιστοποίησης ακεραιότητας, όπως ψηφιακή υπογραφή ή hash value, που θα μπορούσαν να εγγυηθούν τη γνησιότητα και την αδιάβλητη προέλευσή του.

Η απουσία αυτών των στοιχείων καθιστά το αρχείο ιδιαίτερα ευάλωτο σε ανιχνεύσιμες τροποποιήσεις. Οι ανωτέρω ενδείξεις καθιστούν αμφισβητήσιμη την ακεραιότητα του βίντεο και υποδεικνύουν επέμβαση στα μεταδεδομένα που εμπεριέχονται ενδημικά.

4.3 Τεχνουργήματα Συμπίεσης & Κωδικοποίησης

Το αρχείο έχει υποστεί αλλεπάλληλες συμπίεσεις και αλλαγές στην κωδικοποίηση. Οι αλφαριθμητικές σημάνσεις πληροφορίας ενσωματώνονται στο βίντεο για να παρέχουν σημαντικά δεδομένα, όπως η ημερομηνία, η ώρα και η ταυτότητα της κάμερας. Παρατηρήθηκε ότι το χρώμα των σημάνσεων αυτών αλλάζει δυναμικά ανάλογα με τις εναλλαγές του φόντου στο καρέ, προκειμένου να παραμένουν ευανάγνωστες. Αυτή η δυναμική αλλαγή χρώματος εφαρμόζεται μέσω αλγορίθμων ανίχνευσης αντίθεσης (contrast detection), με στόχο τη βελτίωση της οπτικής εμπειρίας του τελικού χρήστη.

Η χρήση κάμερας με δυνατότητα νυχτερινής όρασης επηρεάζει την αποτύπωση ορισμένων χρωματικών συχνοτήτων. Ιδιαίτερα, τα λευκά φόντα και τα λογότυπα φαίνεται να αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην αποτύπωσή τους, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται αχνά ή να μην εμφανίζονται καθόλου. Αυτό οφείλεται στη μειωμένη ευαισθησία των αισθητήρων υπέρυθρης ακτινοβολίας σε συγκεκριμένες χρωματικές αποχρώσεις.

Η συμπίεση του βίντεο μπορεί να οδηγήσει σε ασυνέπειες στις χρονικές σημάνσεις μεταξύ διαφορετικών καρέ. Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται συχνά σε τεχνικές συμπίεσης τύπου inter-frame, όπου μόνο οι διαφορές μεταξύ διαδοχικών καρέ αποθηκεύονται. Η απώλεια δεδομένων ή η παραμόρφωση των καρέ αναφοράς μπορεί να δημιουργήσει ψευδείς χρονικές ενδείξεις ή να προκαλέσει διακοπές στη ροή του βίντεο. Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι κάποια αντικείμενα ενδέχεται να εμφανίζονται μερικώς λόγω της υπερμέτρης συμπίεσης, γεγονός που μειώνει την ποιότητα του οπτικού περιεχομένου.

Στα άκρα του καρέ παρατηρήθηκαν κάθετες γραμμές εικονοστοιχείων που παρουσιάζουν φθορά. Οφείλονται σε σφάλματα κατά τη διαδικασία κωδικοποίησης και συμπίεσης του βίντεο. Τέτοιου είδους τεχνουργήματα ενδέχεται να προκύπτουν επίσης από ασυμβατότητες στην ανάλυση ή την τυποποίηση του βίντεο.

4.4 Ανάλυση Αλλοίωσης, Deepfake και Εικονικών Ψηφιακών Οντοτήτων

Για την επίτευξη αυτού του στόχου, εφαρμόστηκαν προηγμένες τεχνικές ψηφιακής ανάλυσης, αξιοποιώντας συμβατικές μεθόδους, ψηφιακά εργαλεία και εξειδικευμένους αλγόριθμους μηχανικής μάθησης. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε πολλαπλά επίπεδα, με βασική έμφαση στην ανάλυση των εικονοστοιχείων και των χρωματικών μοτίβων του βίντεο. Χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές για τον εντοπισμό ασυνέπειας στη δομή των εικονοστοιχείων και στην κατανομή των χρωματικών καναλιών. Τα αποτελέσματα έδειξαν φυσιολογική κατανομή και ομοιογένεια, χωρίς σημάδια ψηφιακής επεξεργασίας ή ενδείξεις παρέμβασης μέσω συνθετικών τεχνολογιών.

Η κίνηση του τρένου και των στοιχείων του τούνελ αναλύθηκε λεπτομερώς, λαμβάνοντας υπόψη την ομαλότητα της κίνησης, τις σκιές, τις αντανakλάσεις και τις αλλαγές στον φωτισμό. Οι αλγόριθμοι ανάλυσης κίνησης επιβεβαίωσαν τη φυσική ροή και τη συνέπεια στις μεταβολές του φωτισμού. Δεν εντοπίστηκαν τεχνουργήματα ή άλλες ανωμαλίες που συχνά συνδέονται με τεχνολογίες deepfake, όπως αφύσικες αλλαγές στα περιγράμματα αντικειμένων ή ασυνέπεια στις σκιές.

Επιπλέον, εφαρμόστηκαν εξειδικευμένοι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης που είναι εκπαιδευμένοι να ανιχνεύουν συνθετικά στοιχεία σε βίντεο και εικόνες. Οι αλγόριθμοι αυτοί αξιολόγησαν τα μοτίβα της εικόνας και της κίνησης, χωρίς να εντοπίσουν ενδείξεις τεχνητά παραγόμενου περιεχομένου. Το τρένο, το τούνελ και το περιβάλλον τους εμφανίζονται αυθεντικά, χωρίς παρεμβάσεις από λογισμικά δημιουργίας deepfake. Η ανάλυση κατέδειξε ότι το πολυμεσικό αρχείο δεν έχει υποστεί επεξεργασία μέσω τεχνολογιών AI ή deepfake.

4.5 Ανάλυση Ηχητικού Σήματος

Η ανάλυση ανέδειξε σημαντική ασυμφωνία μεταξύ του οπτικού περιεχομένου και του ηχητικού σήματος. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε απουσία ήχου σε τμήματα όπου θα αναμενόταν παρουσία περιβαλλοντικών ήχων, λαμβάνοντας υπόψη το περιεχόμενο της εικόνας. Επιπλέον, εντοπίστηκαν 157 πιθανά σημεία ασυνέχειας, εκ των οποίων δύο παρουσίασαν σημαντικές απότομες αλλαγές στην ενέργεια του ήχου, υποδηλώνοντας επεξεργασία.

Τα ευρήματα της ανάλυσης υποδεικνύουν ότι ο ήχος του βίντεο έχει υποστεί παρέμβαση, με αποτέλεσμα η ακουστική πληροφορία να μην συνάδει με το οπτικό περιεχόμενο. Η απουσία ήχου σε κρίσιμα καρέ, σε



συνδυασμό με τις ανωμαλίες στη φασματική και ενεργειακή ανάλυση, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το βίντεο έχει υποστεί παρέμβαση, με σκοπό την αλλοίωση της αρχικής ηχητικής πληροφορίας.

4.6 Ανάλυση Ονοματοδοσίας Κρυπτογράφησης και Ψηφιακών Υπογραφών

Γενικές ονομασίες όπως "Camera 03" δεν βοηθούν στην άμεση αναγνώριση και δεν συνάδουν με ορθές επαγγελματικές πρακτικές. Η σωστή ονοματοδοσία διευκολύνει την ταχεία αναγνώριση και την αποτελεσματική διαχείριση των καμερών, ειδικά σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Για μεγάλες εγκαταστάσεις, η χρήση δομημένου συστήματος με συνδυασμό τοποθεσίας, αριθμού και κατεύθυνσης είναι η καλύτερη πρακτική.

Η αναζήτηση ψηφιακών υδατογραφημάτων με εξειδικευμένο λογισμικό δεν αποκάλυψε την ύπαρξη ανεπαίσθητων ψηφιακών ιχνών στην εικόνα ή τον ήχο του βίντεο. Επιπλέον, η ανάλυση της σήμανσης εικονοστοιχείων, μέσω συγκριτικής εξέτασης συνεχόμενων καρέ, δεν ανέδειξε επαναλαμβανόμενα ή μοναδικά εικονοστοιχεία που θα μπορούσαν να υποδηλώνουν τεχνικές tagging.

Το αρχείο δεν περιέχει κρυπτογραφημένα μεταδεδομένα. Η εξέταση για ενσωμάτωση μοναδικού εικονοστοιχείου με αλγορίθμους ανίχνευσης διαφορών στα καρέ δεν παρήγαγε ενδείξεις αόρατων διαφοροποιήσεων. Αναφορικά με τις αλγοριθμικές υπογραφές, η χρήση εργαλείων ανάλυσης οπτικών σημάτων δεν ανίχνευσε αλγοριθμικά εισαγόμενα σήματα. Η ανάλυση στεγανογραφίας απέβη επίσης αρνητική, καθώς δεν εντοπίστηκαν κρυμμένα δεδομένα μέσα στα εικονοστοιχεία του βίντεο. Τέλος, δεν παρατηρήθηκαν αόρατοι κωδικοί ή ίχνη συστημάτων Digital Rights Management (DRM).

4.7 Ανάλυση Αντίστροφης Εικόνας & Πηγής

Στο πλαίσιο της παρούσας ανάλυσης, πραγματοποιήθηκε εξαγωγή πολλαπλών καρέ από το υπό εξέταση βίντεο και ακολούθησε ενδελεχής αναζήτηση μέσω πολυάριθμων εξειδικευμένων εργαλείων αντίστροφης αναζήτησης εικόνας.

Παρά την εκτενή χρήση των ψηφιακών εργαλείων που αναφέρονται στην παράγραφο 2.7, η αναζήτηση δεν απέφερε κανένα αποτέλεσμα που να υποδεικνύει προηγούμενη χρήση, δημοσίευση ή διαμοιρασμό των καρέ του βίντεο σε διαδικτυακές πλατφόρμες ή βάσεις δεδομένων εικόνας. Δεν βρέθηκε από το εν λόγω βίντεο οποιαδήποτε ψηφιακή οντότητα αποθηκευμένη ή δημοσιευμένη στον κυβερνοχώρο.

4.8 Τελικό Πόρισμα

Σοβαρή αδυναμία πιστοποίησης αυθεντικότητας του πολυμεσικού αρχείου. Λόγω των ανωτέρω διαπιστώσεων. Δεν είναι εφικτό να επιβεβαιωθεί η αυθεντικότητα του βίντεο με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα και διχως τη διασταύρωση με το πρωτογενές υλικό. Η απουσία του ακατέργαστου (raw) αρχείου, όπως αυτό καταγράφηκε αρχικά από το σύστημα παραγωγής, εμποδίζει την επαλήθευση κρίσιμων πληροφοριών, όπως η αρχική χρονοσήμανση, η πηγή δημιουργίας και η ακολουθία των καρέ. Επιπλέον, χωρίς το πρωτογενές υλικό, δεν είναι δυνατόν να εφαρμοστούν προχωρημένες τεχνικές ανάλυσης, όπως η σύγκριση των ψηφιακών υπογραφών (hash values), η εξέταση της δομής GOP (Group of Pictures) και η ανίχνευση πιθανών αλλοιώσεων στα δεδομένα συμπίεσης.

Δεδομένων των ευρημάτων, το υπό εξέταση αρχείο παρουσιάζει σημαντικές ενδείξεις τροποποίησης ή αλλοίωσης των μεταδεδομένων του, γεγονός που καθιστά αδύνατη την ακριβή επαλήθευση της αυθεντικότητάς του. Η αξιοπιστία των πληροφοριών του δεν μπορεί να τεκμηριωθεί αποκλειστικά μέσω της ανάλυσης των μεταδεδομένων, χωρίς πρόσβαση στο αρχικό, ακατέργαστο αρχείο.



Το οπτικό υλικό δεν έχει υποστεί κάποια επεξεργασία αλλοιώσεις για την πρόσθεση ή αφαίρεση ψηφιακών οντοτήτων μέσω τεχνητής νοημοσύνης ή ψηφιακών εργαλείων δημιουργίας τρισδιάστατων γραφικών. Ο περιβάλλον χώρος και η αμαξοστοιχία είναι πραγματικές φυσικές οντότητες και όχι εικονικά κατασκευάσματα.

Το παρών οπτικοακουστικό υλικό δεν μπορεί να επαληθεύσει τον ακριβή χρονικό ορίζοντα και την γεωγραφική θέση που καταγράφηκε. Ενδέχεται να καταγράψει μια άλλη αμαξοστοιχία σε διαφορετική χρονική περίοδο από το τραγικό συμβάν. Χρειάζεται το πρωτογενές υλικό για την ορθή ανάλυση. Με το παρών οπτικοακουστικό υλικό δεν μπορεί να πιστοποιηθεί ότι απεικονίζεται η συγκεκριμένη αμαξοστοιχία που ενεπλάκη στο τραγικό δυστύχημα.

Για την οριστική διαπίστωση της γνησιότητας, προτείνεται:

- Ανάκτηση του πρωτογενούς υλικού από την αρχική πηγή εγγραφής.
- Σύγκριση των ψηφιακών υπογραφών (hash values) μεταξύ του πρωτογενούς και του παρόντος αρχείου.
- Εφαρμογή των ειδικών τεχνικών ανάλυσης που περιγράφονται στο πρώτο κεφάλαιο και δομική εξέταση του πρωτογενούς αρχείου.
- Διερεύνηση του λογισμικού ή του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε για την εγγραφή, προκειμένου να διαπιστωθεί αν το αρχείο προήλθε από γνήσια πηγή ή αν έχει υποστεί παρεμβάσεις.
- Η σύγκριση του υλικοτεχνικού εξοπλισμού με το υπό εξέταση πολυμεσικό αρχείο βίντεο απαιτεί την πλήρη και λεπτομερή καταγραφή της αρχιτεκτονικής και των τεχνικών χαρακτηριστικών του εξοπλισμού που ήταν εγκατεστημένος κατά την επίμαχη χρονική περίοδο του συμβάντος. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει την ανάλυση των προδιαγραφών του εξοπλισμού, όπως η ανάλυση εικόνας, η ποιότητα καταγραφής, η χωρητικότητα αποθήκευσης, οι τεχνολογίες συμπίεσης και οι δυνατότητες επεξεργασίας δεδομένων. Στόχος είναι η ακριβής σύγκριση των τεχνικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών του υλικού με τις ιδιότητες του πολυμεσικού αρχείου, προκειμένου να διασφαλιστεί η αξιοπιστία και η αυθεντικότητα του βίντεο, καθώς και να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τη συμβατότητα του εξοπλισμού με το περιεχόμενο του αρχείου.

Η ανάλυση της αυθεντικότητας ενός οπτικοακουστικού υλικού απαιτεί πολυεπίπεδη προσέγγιση. Παράγοντες όπως η συμπίεση, η μετατροπή χρωματικών προτύπων, η χρονική σήμανση και οι μηχανισμοί ασφάλειας των CCTV επηρεάζουν την αξιοπιστία των καταγραφών. Επιπλέον, η αξιολόγηση της χρονολογικής ακρίβειας των βίντεο είναι ζωτικής σημασίας, ιδιαίτερα όταν αμφισβητείται η χρονική τους ταύτιση με τα καταγεγραμμένα γεγονότα. Για την πλήρη επιβεβαίωση της γνησιότητας, είναι απαραίτητη η πρόσβαση στο πρωτογενές, ανεπεξέργαστο υλικό. Τα αυθεντικά βίντεο περιέχουν μεταδεδομένα, τα οποία επιβεβαιώνουν την εγκυρότητα του υλικού. Αντιθέτως, ένα αντίγραφο μπορεί να έχει τροποποιηθεί ή να έχει απωλέσει πολύτιμη πληροφορία.

Yours sincerely,

VASILIS ZOGRAFOS

Chief Executive Officer

BSc (Hons).CS, MBA.IB, MSc.DS, PhD.C.

zografos@visionlabs.gr

[Facebook](#) [Instagram](#) [LinkedIn](#) [X](#)

+30 6932189617

+44 7548532275