



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Σχολή Ψηφιακής Τεχνολογίας

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεματικής

**Μελέτη μοντέλων αντιμετώπισης ηθικών διλημάτων
για αυτόνομα οχήματα**

Πτυχιακή εργασία

Κωνσταντίνα Μαρρά



Αθήνα, 2021



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Σχολή Ψηφιακής Τεχνολογίας

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεματικής

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Δημητρακόπουλος Γεώργιος

**Αναπληρωτής Καθηγητής του τμήματος Πληροφορικής και Τηλεματικής του
Χαροκοπείου Πανεπιστημίου Αθηνών**

Βαρλάμης Ηρακλής

**Αναπληρωτής Καθηγητής του τμήματος Πληροφορικής και Τηλεματικής του
Χαροκοπείου Πανεπιστημίου Αθηνών**

Τσερπές Κωνσταντίνος

**Επίκουρος Καθηγητής του τμήματος Πληροφορικής και Τηλεματικής του
Χαροκοπείου Πανεπιστημίου Αθηνών**

Η Κωνσταντίνα Μαρρά

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
- 2) Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

“Success in creating effective [artificial intelligence] could be the biggest event in the history of our civilization. Or the worst.”
- Stephen Hawking.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη στα Ελληνικά	7
Περίληψη στα Αγγλικά	8
Κατάλογος Γραφημάτων	9
Κατάλογος Πινάκων	10
Συντομογραφίες.....	11
Εισαγωγή	12
ΚΕΦ.1: Τεχνολογία των Αυτόνομων Οχημάτων.....	16
1.1. Ορισμός.....	16
1.2. Συστήματα Αυτόνομων Οχημάτων.....	17
1.2.1. Υλικό	17
1.2.1.1. Αισθητήρες.....	17
1.2.1.2. Ελεγκτές Υλικού.....	19
1.2.2. Λογισμικό.....	19
1.2.2.1. Σύστημα Αντίληψης	20
1.2.2.2. Σύστημα Λήψης Αποφάσεων	25
ΚΕΦ.2: Τεχνητή Νοημοσύνη και Ηθική	31
2.1. Προκλήσεις	31
2.2. Ηθικοί Πράκτορες	34
2.3. Κριτήρια ηθικής ορθότητας.....	36
ΚΕΦ.3: Αυτόνομα Οχήματα και Ηθική.....	41
3.1. Ζητήματα Ηθικής.....	41
3.1.1. Ασφάλεια	41
3.1.2. Προστασία	42
3.1.3. Απόρρητο	43
3.1.4. Εμπιστοσύνη	44
3.1.5. Διαφάνεια.....	44

3.1.6. Αξιοπιστία	45
3.1.7. Ευθύνη	46
3.1.8. Διαδικασία Διασφάλισης Ποιότητας	47
3.2. Δίλημμα του βαγονιού	48
3.2.1. Αποκρίσεις στο Δίλημμα του Αυτόνομου Οχήματος	52
ΚΕΦ.4: Έρευνα	55
4.1.Μεθοδολογία	57
4.2. Δομή Ερωτηματολογίου	57
ΚΕΦ.5: Αποτελέσματα Έρευνας	63
5.1. Συχνότητες και σχολιασμός	63
5.1.1. Προφίλ Δείγματος	63
5.1.2. Ευθύνη για οδικά ατυχήματα με αυτόνομα οχήματα	68
5.1.3. Νοητικό πείραμα: Δίλημμα του αυτόνομου οχήματος	70
5.1.4. Νοητικό πείραμα με επιλογή ισότιμης αντιμετώπισης	75
5.1.5. Νοητικό πείραμα με εξαναγκασμένη επιλογή	81
5.2. Έλεγχος ανεξαρτησίας μεταβλητών	87
ΚΕΦ.6: Συμπεράσματα και Μελλοντική Έρευνα	90
6.1. Συμπεράσματα	90
6.2. Μελλοντική Έρευνα	91
Βιβλιογραφία	93
Παράρτημα	96

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στα ηθικά διλήμματα, που αφορούν στα αυτόνομα οχήματα. Πιο συγκεκριμένα, επικεντρώνεται στην διερεύνηση διαφορετικών ηθικών μοντέλων επίλυσης διλημάτων σχετικών με τη συμπεριφορά των αυτόνομων οχημάτων σε οδικά ατυχήματα. Ακόμα εξετάζει την απόδοση ευθυνών σε περίπτωση οδικών ατυχημάτων, στα οποία εμπλέκονται αυτόνομα οχήματα.

Στην εργασία χρησιμοποιήθηκαν οι εξής ερευνητικές μέθοδοι:

- Βιβλιογραφική έρευνα στον χώρο της ηθικής της τεχνητής νοημοσύνης με έμφαση στην περίπτωση των αυτόνομων οχημάτων.
- Ποσοτική ανάλυση με χρήση ερωτηματολογίων, προκειμένου να διερευνηθούν οι απόψεις των μελλοντικών κατόχων αυτόνομων οχημάτων σχετικά με τις αποφάσεις που θα πρέπει να λαμβάνει ένα όχημα σε περίπτωση αναπόφευκτου οδικού ατυχήματος.

Η εργασία δεν στοχεύει σε επίλυση των ηθικών διλημάτων, αφού αυτά ξεπερνούν πολλές φορές τις γνωστικές μας ικανότητες, τα λογικά και τα εννοιολογικά μας εργαλεία. Ωστόσο, η ενασχόληση με τέτοιου είδους ερωτήματα και η πορεία που ακολουθούμε στην προσπάθεια επίλυσής τους μας ανοίγει νέες προοπτικές στην γνώση και στην πράξη, ακόμη κι αν δεν βρίσκουμε απαντήσεις καταλήγοντας σε κάποιο σίγουρο αποτέλεσμα.

Το αποτέλεσμα της πτυχιακής εργασίας είναι η ανάδειξη των απόψεων των ανθρώπων για τον τρόπο λήψης αποφάσεων των αυτόνομων οχημάτων. Επίσης, η εργασία αποτελεί μία περιεκτική επισκόπηση της μέχρι τώρα έρευνας στον τομέα της ηθικής των αυτόνομων οχημάτων και μπορεί να συμβάλει στην απόκτηση μιας πιο ολοκληρωμένης εικόνας, προκειμένου να διευκολυνθεί η μελλοντική έρευνα.

Λέξεις κλειδιά: Αυτόνομη οδήγηση, αυτόνομα οχήματα, ηθική, τεχνητή νοημοσύνη

Abstract

The present dissertation deals with the ethical dilemmas concerning autonomous vehicles. More specifically, it focuses on exploring different ethical models for resolving dilemmas related to the behavior of autonomous vehicles in road accidents. Liability issues in cases of road accidents, in which autonomous vehicles are involved, are also examined.

For the purposes of the dissertation, the following research methods were used:

- Bibliographical research and examination of the literature related to the field of artificial intelligence ethics, with emphasis on autonomous driving.
- Quantitative analysis and questionnaire based survey, with the purpose of investigating the views of future owners of autonomous vehicles on liability and the decisions, which a vehicle should make in the event of an unavoidable road accident.

The dissertation does not aim at solving ethical dilemmas, since they often exceed our cognitive abilities and our logical and conceptual tools. However, the process we follow when dealing with such questions can unfold new perspectives and broaden our knowledge, even if we do not find definite answers leading to a certain result.

The outcome of the dissertation is the highlighting of the views of people, on how autonomous vehicles should make decisions. The dissertation also constitutes a comprehensive overview of the research made so far in the field of autonomous vehicle ethics and can help obtain a more complete picture, in order to facilitate future research.

Keywords: Autonomous driving, autonomous vehicles, ethics, artificial intelligence

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Φύλο.....	63
Γράφημα 2: Ηλικία	64
Γράφημα 3: Οικογενειακή κατάσταση	65
Γράφημα 4: Επίπεδο εκπαίδευσης	66
Γράφημα 5: Τόπος κατοικίας	67
Γράφημα 6: Απόδοση ευθύνης.....	68
Γράφημα 7: Πρόθεση για λήψη συλλογικής δράσης	69
Γράφημα 8: Επιλογή ή μη δράσης	70
Γράφημα 9: Επιλογή προφύλαξης μικρότερης ή μεγαλύτερης ομάδας ατόμων	71
Γράφημα 10: Επιλογή ή μη παραβίασης του Κ.Ο.Κ.....	72
Γράφημα 11: Επιλογή προφύλαξης πεζών ή επιβατών.....	73
Γράφημα 12: Αγορά αυτόνομου οχήματος που προφυλάσσει τον πεζό.....	74
Γράφημα 13: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στην ηλικία	75
Γράφημα 14: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στο φύλο	76
Γράφημα 15: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στη φυσική κατάσταση	77
Γράφημα 16: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στην συμπεριφορά.....	78
Γράφημα 17: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στην κοινωνική τάξη	79
Γράφημα 18: Παραλλαγή διλήμματος με επιλογή ανάμεσα σε άνθρωπο και ζώο	80
Γράφημα 19: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στην ηλικία (εξαναγκασμένη επιλογή)	81
Γράφημα 20: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στο φύλο (εξαναγκασμένη επιλογή)	82
Γράφημα 21: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στη φυσική κατάσταση (εξαναγκασμένη επιλογή)	83
Γράφημα 22: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στην συμπεριφορά (εξαναγκασμένη επιλογή)	84
Γράφημα 23: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στην κοινωνική τάξη (εξαναγκασμένη επιλογή)	85
Γράφημα 24: Παραλλαγή διλήμματος με επιλογή ανάμεσα σε άνθρωπο και ζώο (εξαναγκασμένη επιλογή)	86

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Φύλο/Φύλο (εξαναγκασμένη επιλογή).....	88
Πίνακας 2: Ηλικία /Ηλικία (εξαναγκασμένη επιλογή)	89

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Συντομογραφία	Σημασία
GPS	Global Positioning System
LIDAR	Light Detection And Ranging
RADAR	Radio Detection and Ranging
IMU	Inertial Measurement Unit
CAN	Controller Area Network
SLAM	Simultaneous Localization and Mapping
EKF	Extended Kalman Filter
UKF	Unscented Kalman Filter
IF	Information Filter
PF	Particle Filter
MDP	Markov Decision Process
POMDP	Partially-Observable Markov Decision Process
Κ.Ο.Κ.	Κώδικας Οδικής Κυκλοφορίας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα αυτόνομα οχήματα θα είναι σύντομα πραγματικότητα στους δρόμους και αναμένεται ότι μέχρι το 2040 οι αυτοκινητόδρομοι θα διαθέτουν λωρίδες ειδικά σχεδιασμένες για αυτά. (Yang J., Coughlin J. F., 2014)

Αυτή η προοπτική αντιμετωπίζεται ως θετική, αφού τα αυτόνομα οχήματα συντελούν σε μειωμένη συμφόρηση στους δρόμους και μειωμένη διάρκεια μετακινήσεων (Schoettle B., Sivak M., 2015), καθιστούν την οδήγηση ευκολότερη και προσφέρουν περισσότερες ευκαιρίες κινητικότητας σε μεγαλύτερο εύρος ανθρώπων (Gless S., Silverman E., Weigend T., 2016). Έτσι, ηλικιωμένα άτομα, άτομα με αναπηρίες και ειδικές ανάγκες, ακόμη και πολύ νεαρά άτομα που δεν επιτρέπεται λόγω ηλικίας να οδηγούν, θα μπορούσαν να χρησιμοποιούν για τις ανάγκες τους αυτόνομα οχήματα (Gless S., Silverman E., Weigend T., 2016). Οι επιβάτες και κυρίως οι οδηγοί θα απολαμβάνουν μεγαλύτερες ανέσεις, λόγω του ότι δεν θα χρειάζεται να έχουν συνεχώς στραμμένη την προσοχή τους στο δρόμο. Θα μπορούν για παράδειγμα να ασχολούνται με κάποιο χόμπι κατά τη διάρκεια της διαδρομής (διάβασμα βιβλίων, παρακολούθηση ταινιών), να εργάζονται ή απλά να χαλαρώνουν. Επιπλέον, σημαντική αναμένεται να είναι η συνεισφορά των αυτόνομων οχημάτων στην οικολογία, χάρη στην εξοικονόμηση καυσίμων και στον πιο αποτελεσματικό σχεδιασμό μετακινήσεων. Τέλος, περιβαλλοντική αποδοτικότητα συνεπάγεται φυσικά και οικονομική αποδοτικότητα. (Lohmann M.F., 2016)

Ωστόσο, υπάρχει κι ένας ακόμη βασικός λόγος για να επιδιώκεται η χρήση αυτόνομων οχημάτων. Κάθε χρόνο χάνουν τη ζωή τους 1.3 εκατομμύρια άνθρωποι σε τροχαία δυστυχήματα και επιπλέον 20 με 50 εκατομμύρια άνθρωποι τραυματίζονται, ενώ τα περισσότερα αυτών των δυστυχημάτων οφείλονται σε ανθρώπινο λάθος (World Health Organization, 2021). Τα αυτόνομα οχήματα έχουν δυνητικά τη δυνατότητα να προλαμβάνουν τέτοια ατυχήματα και να είναι πιο ασφαλή από κοινά οχήματα που τα οδηγούν άνθρωποι. Θα πρέπει να αναλογιστεί κανείς ότι τα αυτόνομα οχήματα δεν έχουν περιορισμένη χρονική διάρκεια στην οποία μπορούν να παραμένουν προσηλωμένα στο δρόμο σε αντίθεση με τους ανθρώπους, που μπορεί να κάνουν λάθη στην οδήγηση λόγω έλλειψης προσοχής (Gless S.,

Silverman E., Weigend T., 2016). Αντικατάσταση οδηγών με αυτόνομα οχήματα σημαίνει κι ότι δεν υπάρχει πιθανότητα να συμβεί δυστύχημα λόγω κατανάλωσης αλκοόλ ή ναρκωτικών ουσιών. Επίσης, τα αυτόνομα οχήματα έχουν σε σύγκριση με τους ανθρώπους τη δυνατότητα σχεδόν απεριόριστης επεξεργασίας πληροφοριών. Αυτό σημαίνει πως μπορούν σε κάθε κατάσταση να λαμβάνουν υπόψιν τους όλα τα δεδομένα (όπως για παράδειγμα καιρικές συνθήκες, παρουσία ή απουσία πεζών ή άλλων οχημάτων) και να παίρνουν με μεγάλη ταχύτητα αποφάσεις, καλύτερες και πιο δομημένες από αυτές που θα έπαιρνε ένας άνθρωπος, ο οποίος δεν θα προλάβαινε σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα να εξετάσει όλες τις πτυχές της τρέχουσας κατάστασης και να αποφασίσει σωστά με βάση αυτές. (Gless S., Silverman E., Weigend T., 2016), (Luzuriaga M., Heras A., Kunze O., 2019)

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό, ότι η εμφάνιση των αυτόνομων οχημάτων είναι επιθυμητή, λόγω του ότι αναμένεται πως θα βελτιώσουν την ποιότητα της ζωής των ανθρώπων. Παρόλα αυτά, δεν πρέπει κανείς να πιστεύει ότι τέτοια οχήματα δεν διαπράττουν ποτέ λάθη ή ότι είναι εντελώς ασφαλή. Ατυχήματα μπορούν να προληφθούν, υπό την προϋπόθεση πως τα σφάλματα και οι ατέλειες στο λογισμικό των οχημάτων παραμένουν όσο πιο περιορισμένες γίνεται (Luzuriaga M., Heras A., Kunze O., 2019). Διαφορετικά, ένα αυτόνομο όχημα υπάρχει πιθανότητα να μην αντιδράσει κατάλληλα σε μια απρόβλεπτη κρίσιμη κατάσταση, που ενδεχομένως παρουσιαστεί, για παράδειγμα λόγω αποτυχίας του λογισμικού του, πράγμα που θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα φθορές του οχήματος, τραυματισμούς ανθρώπων ή ακόμα και απώλειες ζωών. (Gless S., Silverman E., Weigend T., 2016) Οι τεχνικές βλάβες δεν αποτελούν τον μόνο κίνδυνο. Τα αυτόνομα οχήματα είναι ευάλωτα και σε ηλεκτρονική παρείσφρηση. Ένα άτομο με κακόβουλη πρόθεση θα μπορούσε για παράδειγμα να αποκτήσει παράνομη πρόσβαση στο όχημα και να διαταρράξει τη λειτουργία των αισθητήρων του, προκειμένου να προκληθεί ατύχημα (Lohmann M.F., 2016), (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018). Έτσι, οι επιστήμονες και οι μηχανικοί που εμπλέκονται στον σχεδιασμό των οχημάτων αυτών πρέπει καταρχάς να ξεπεράσουν σημαντικές τεχνολογικές προκλήσεις, που έχουν ιδιαίτερα να κάνουν με την ασφαλή αλληλεπίδραση των οχημάτων με το περιβάλλον τους. Η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον αφορά κυρίως σε αλληλεπίδραση με οδηγούς συμβατικών οχημάτων, πεζούς, ποδηλάτες και άλλα αυτόνομα οχήματα. (Gless S., Silverman E., Weigend T., 2016)

Ναι μεν τα αυτόνομα οχήματα γίνονται θέμα συζήτησης από τεχνολογικής και οικονομικής άποψης, ωστόσο υπάρχει και η κοινωνική πλευρά του ζητήματος. Την ίδια στιγμή που σημειώνεται σημαντική πρόοδος σε ότι αφορά το σχεδιασμό τους, αφού τα μηχανολογικά ζητήματα σταδιακά επιλύονται, προκύπτουν κοινωνικοί και ηθικοί προβληματισμοί με νομικές και φιλοσοφικές προεκτάσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., 2018) (Luzuriaga M., Heras A., Kunze O., 2019). Οι προβληματισμοί αυτοί συνδέονται με τη συμπεριφορά των αυτόνομων οχημάτων σε περιπτώσεις που ένα ατύχημα είναι αναπόφευκτο. Κι ενώ ένα οδηγός θα αντιδρούσε αυτόματα, αφού σε κρίσιμη κατάσταση δεν υπάρχει χρόνος για προσεκτική σκέψη και αναλογισμό των επιπτώσεων του κάθε διαφορετικού τρόπου αντίδρασης, ένα αυτόνομο όχημα είναι προγραμματισμένο να αντιδράσει με συγκεκριμένο τρόπο. Εφόσον στην οδήγηση δεν εμπλέκεται κάποιος οδηγός, οι μηχανικοί και οι προγραμματιστές που κατασκεύασαν το αυτοκίνητο είναι αυτοί που καθορίζουν εκ των προτέρων πως θα συμπεριφερθεί σε κάθε περίπτωση. Αφού λοιπόν η συμπεριφορά του είναι προκαθορισμένη από τους ανθρώπους που το κατασκεύασαν και εξαρτάται από το πως έχει προγραμματιστεί να λειτουργεί, ανακύπτει το ερώτημα, πώς μπορούν τα αυτόνομα οχήματα να προγραμματιστούν, ώστε να συμπεριφέρονται ηθικά. (Luzuriaga M., Heras A., Kunze O., 2019)

Το αν ο στόχος του οχήματος θα πρέπει να είναι για παράδειγμα να προστατεύσει με κάθε κόστος τους επιβάτες του ή να δράσει με τρόπο που ελαχιστοποιεί τον συνολικό αριθμό των απωλειών δεν είναι τεχνικό αλλά ηθικό ζήτημα, από το οποίο προκύπτουν σημαντικά ηθικά διλήμματα (Luzuriaga M., Heras A., Kunze O., 2019). Για το λόγο αυτό σχεδιάζονται νοητικά πειράματα που περιλαμβάνουν υποθετικά σενάρια και βοηθούν στην εξέταση των πιθανών αντιδράσεων των αυτόνομων οχημάτων και των αντίστοιχων εκβάσεών τους σε περιπτώσεις αναπόφευκτου ατυχήματος (De Freitas J., Cikara M., 2021).

Τέλος, σε περίπτωση ατυχήματος είναι βέβαιο ότι θα προκύψουν και ζητήματα ποινικής ευθύνης και ανάληψης υποχρέωσης για αποζημίωση. Γίνεται εύκολα κατανοητό, ότι η απόδοση ευθυνών καθίσταται πιο σύνθετη, εφόσον τα αυτόνομα οχήματα λειτουργούν πλήρως χωρίς οδηγό. (Gless S., Silverman E., Weigend T., 2016)

Η συγκεκριμένη εργασία είναι δομημένη ως εξής: Στην πρώτη ενότητα δίνεται ο ορισμός των αυτόνομων οχημάτων και παρουσιάζεται συνοπτικά ο τρόπος λειτουργίας τους. Στη δεύτερη ενότητα επεξηγείται ο ρόλος της ηθικής στις τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης, ενώ στην τρίτη ενότητα αναλύονται τα ζητήματα ηθικής που αφορούν ειδικά στα αυτόνομα οχήματα. Η τέταρτη ενότητα αφορά στη μεθοδολογία της έρευνας που διεξήχθη στο πλαίσιο της πτυχιακής εργασίας και στην πέμπτη ενότητα παρατίθενται τα αποτελέσματα της έρευνας. Τέλος, στην έκτη ενότητα γίνεται παρουσίαση των συμπερασμάτων που εξήχθησαν από την έρευνα και των ευκαιριών για μελλοντική έρευνα.

ΚΕΦ.1: Τεχνολογία των Αυτόνομων Οχημάτων

1.1. Ορισμός

Ο όρος «αυτόνομα οχήματα» αναφέρεται στα οχήματα εκείνα, στα οποία τουλάχιστον ορισμένες πτυχές των κρίσιμων για την ασφάλεια λειτουργιών (π.χ. χειρισμός τιμονιού, φρενάρισμα) διεξάγονται από ένα αυτοματοποιημένο σύστημα χωρίς τη συνεισφορά ανθρώπινου οδηγού. (NHTSA, 2013)

Οι όροι «αυτόνομο» ή «αυτοοδηγούμενο» ενδέχεται να δίνουν την εσφαλμένη εντύπωση ότι ο ρόλος του οδηγού θα καταστεί πλήρως ασήμαντος με την άφιξη αυτών των οχημάτων. Στην πραγματικότητα, ο ρόλος του ατόμου στην οδήγηση δεν καθίσταται ανύπαρκτος, αλλά αλλάζει σταδιακά από συμβατικό χειροκίνητο έλεγχο σε εποπτικό έλεγχο, όσο αυξάνεται το επίπεδο αυτοματισμού του οχήματος. (Yang J., Coughlin J. F., 2014)

Σύμφωνα με τη SAE International, η αυτοματοποίηση στην οδήγηση μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε έξι κατηγορίες (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019): 0) Καμία αυτοματοποίηση (no automation), 1) αυτοματοποίηση για υποβοήθηση οδηγού (driver assistance), 2) μερική αυτοματοποίηση (partial automation), 3) αυτοματοποίηση υπό προϋποθέσεις (conditional automation), 4) υψηλή αυτοματοποίηση (high automation), 5) πλήρης αυτοματοποίηση (full automation)

1.2. Συστήματα Αυτόνομων Οχημάτων

1.2.1. Υλικό

1.2.1.1. Αισθητήρες

Σημαντικό στοιχείο των αυτόνομων οχημάτων αποτελούν οι αισθητήρες, που τοποθετούνται στο όχημα με σκοπό αυτό να μπορεί να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον που το περιβάλλει. Επιλέγονται έτσι ώστε να προκύπτει αντιστάθμιση παραγόντων όπως ο ρυθμός δειγματοληψίας, η ακρίβεια, το εύρος, το κόστος και η συνολική πολυπλοκότητα του συστήματος. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι αισθητήρες είναι παθητικοί αισθητήρες (π.χ. κάμερες), ενεργητικοί αισθητήρες (π.χ. αισθητήρες LIDAR (Light Detection And Ranging), RADAR (Radio Detection and Ranging) και πομποδέκτες υπερήχων) και άλλοι τύποι αισθητήρων όπως GPS (Global Positioning System), IMU (Inertial Measurement Unit) και κωδικοποιητές τροχών. (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019)

Κάμερες

Οι κάμερες λαμβάνουν δισδιάστατες φωτογραφίες συλλαμβάνοντας το φως που αντανακλούν τρισδιάστατα αντικείμενα. Η ποιότητα των φωτογραφιών επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, π.χ. από τις καιρικές συνθήκες και τον φωτισμό. Με τη βοήθεια αλγορίθμων υπολογιστικής όρασης και μηχανικής μάθησης πραγματοποιείται ανάλυση εικόνας και απόδοση νοήματος σε ένα σύνολο από αναγνωρίσιμα αντικείμενα (πραγματοποίηση λειτουργίας παρόμοιας με τη νοητική λειτουργία της ανθρώπινης όρασης). Έτσι εξάγονται χρήσιμες πληροφορίες από εικόνες ή βίντεο που λαμβάνονται από τις κάμερες. (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019)

Αισθητήρες LIDAR

Οι αισθητήρες LIDAR που, λόγω της υψηλής ακρίβειας τρισδιάστατης γεωμετρίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμα και για τη δημιουργία παγκόσμιων χαρτών υψηλής ευκρίνειας,

τοποθετούνται συνήθως σε πολλά διαφορετικά μέρη του οχήματος όπως στην οροφή, τα πλάγια και την μπροστινή πλευρά. Ουσιαστικά λειτουργούν φωτίζοντας ένα αντικείμενο-στόχο με παλμικό φως λέιζερ και μετρώντας την απόσταση της πηγής από τον στόχο με ανάλυση των ανακλώμενων παλμών. (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019)

Αισθητήρες RADAR

Τα ραντάρ έχουν καθιερωθεί στην αυτοκινητοβιομηχανία εδώ και πολλά χρόνια, ώστε να γίνονται δυνατές λειτουργίες όπως αυτόνομο φρενάρισμα σε έκτακτη ανάγκη ή ο προσαρμοζόμενος έλεγχος πορείας (σύστημα που διατηρεί ένα όχημα σε σταθερή ταχύτητα, συνήθως μέχρι να πατηθεί το φρένο ή το γκάζι). Τα ραντάρ μπορούν να μετρήσουν με ακρίβεια το εύρος και την ακτινική ταχύτητα ενός αντικειμένου, εκπέμποντας ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα και αναλύοντας αυτό που ανακλάται. Οι αισθητήρες αυτοί είναι ιδιαίτερα ικανοί στην ανίχνευση μεταλλικών αντικειμένων, αλλά μπορούν επίσης να ανιχνεύσουν και μη μεταλλικά αντικείμενα σε μικρή απόσταση, όπως πεζούς ή δέντρα. (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019)

Πομποδέκτες Υπερήχων

Με παρόμοιο τρόπο με το ραντάρ, οι πομποδέκτες υπερήχων υπολογίζουν την απόσταση από ένα αντικείμενο μετρώντας το χρόνο μεταξύ της εκπομπής υπερηχητικού σήματος και λήψης της ηχούς του. Οι πομποδέκτες υπερήχων στα αυτόνομα οχήματα χρησιμοποιούνται συνήθως για εντοπισμό και πλοήγηση. (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019)

GPS

Το GPS, ένα δορυφορικό σύστημα ραδιοπλοήγησης, έχει τη δυνατότητα να παρέχει πληροφορίες για το χρόνο και τη γεωγραφική τοποθεσία για τα αυτόνομα οχήματα. Ωστόσο, τα σήματα GPS είναι σχετικά αδύναμα και μπορούν εύκολα να εξασθενηθούν και να μπλοκαριστούν από εμπόδια, όπως κτίρια και βουνά, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται περιοχές, οι οποίες δεν καλύπτονται από GPS (τα λεγόμενα αστικά φαράγγια). Για το λόγο αυτό, συνήθως στις συσκευές GPS υπάρχουν ενσωματωμένες συσκευές IMU (Inertial

Measurement Unit) που διασφαλίζουν τον εντοπισμό του αυτόνομου οχήματος σε τέτοιες περιοχές. (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019)

Κωδικοποιητές Τροχού

Οι κωδικοποιητές τροχού, μετρώντας ηλεκτρονικά σήματα που αφορούν την κίνηση των τροχών, χρησιμοποιούνται για να μετρούν πόσες φορές περιστρέφεται ο κινητήρας (αριστερά ή δεξιά). Αυτή η πληροφορία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της απόστασης που έχει οδηγήσει ή περιστραφεί το όχημα, για τον προσδιορισμό της θέσης του οχήματος, της ταχύτητας και της κατεύθυνσης του. (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019)

1.2.1.2. Ελεγκτές Υλικού

Οι ελεγκτές υλικού αυτόνομων οχημάτων περιλαμβάνουν μοτέρ ροπής, ηλεκτρονικό ενισχυτή φρένων, ηλεκτρονικό γκάζι, αλλαγή ταχυτήτων και φρένο στάθμευσης. Οι καταστάσεις του οχήματος, όπως η ταχύτητα των τροχών και η γωνία διεύθυνσης, ανιχνεύονται αυτόματα και αποστέλλονται στο σύστημα του υπολογιστή μέσω ενός διαύλου Controller Area Network (CAN). Αυτό επιτρέπει είτε στον άνθρωπο-οδηγό είτε στο σύστημα αυτόματης οδήγησης να ελέγχει το γκάζι, το φρένο και το τιμόνι. (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019)

1.2.2. Λογισμικό

Η τυπική αρχιτεκτονική του συστήματος αυτοματισμού ενός αυτοκινούμενου οχήματος αποτελείται από δύο κύρια συστήματα (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020): το σύστημα αντίληψης και το σύστημα λήψης αποφάσεων. Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από επιμέρους υποσυστήματα (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020):

Σύστημα Αντίληψης

- Υποσύστημα Χαρτογράφησης και Εντοπισμού
- Υποσύστημα Ιχνηλάτησης Κινούμενων Αντικειμένων
- Υποσύστημα Ανίχνευσης Σημάνσεων

Σύστημα λήψης αποφάσεων

- Υποσύστημα Σχεδιασμού Διαδρομής και Σχεδιασμού Πορείας
- Υποσύστημα Επιλογής Συμπεριφοράς
- Υποσύστημα Σχεδιασμού Κινήσεων
- Υποσύστημα Αποφυγής Εμποδίων
- Υποσύστημα Ελέγχου

Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά τα δύο συστήματα και τα υποσυστήματά τους.

1.2.2.1 Σύστημα Αντίληψης

Τα αυτόνομα οχήματα διαθέτουν ένα τμήμα, που έχει ως στόχο την αντίληψη του περιβάλλοντος (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019). Πρόκειται για το σύστημα αντίληψης, το οποίο είναι υπεύθυνο για την εκτίμηση της κατάστασης του οχήματος και για τη δημιουργία μιας αναπαράστασης του περιβάλλοντος, η οποία είναι εσωτερική στο σύστημα αυτόνομης οδήγησης (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020).

Για να επιτευχθεί αυτό, η μονάδα αντίληψης αναλύει τα δεδομένα από τους αισθητήρες (όπως LIDAR, RADAR, κάμερα, GPS), λαμβάνει υπόψιν πληροφορίες σχετικές με το οδικό δίκτυο, τους κανόνες κυκλοφορίας κ.λπ. και πραγματοποιεί ανίχνευση αντικειμένων (δρόμων, φθορών στους δρόμους, οχημάτων, πεζών) καθώς και τρισδιάστατη ανακατασκευή του περιβάλλοντος, ενώ η όλη διαδικασία μιμείται την ανθρώπινη αντίληψη μέσω της όρασης. (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019), (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P.,

Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Οι σύγχρονες τεχνολογίες συστημάτων αντίληψης μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: τεχνολογίες βασισμένες σε υπολογιστική όραση και τεχνολογίες βασισμένες σε μηχανική μάθηση. (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019)

Χαρτογράφηση και Εντοπισμός

Η μονάδα του εντοπισμού και της χαρτογράφησης μπορεί τόσο να εντοπίζει την τοποθεσία του αυτόνομου οχήματος όσο και να δημιουργεί και ενημερώνει έναν τρισδιάστατο χάρτη. Σε αυτό βοηθούν τα σύγχρονα συστήματα ταυτόχρονου εντοπισμού και χαρτογράφησης (Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)), που διακρίνονται σε SLAM βασισμένα σε φίλτρο (filter-based) και SLAM βελτιστοποίησης (optimization-based). Τα βασισμένα σε φίλτρο SLAM προέρχονται από το φίλτρο Bayes, αλλά χρησιμοποιούν συχνά φίλτρα Kalman (EKF, UKF), Information Filter (IF) ή Particle Filter (PF), βρίσκουν μια εκτίμηση της θέσης του αυτόνομου οχήματος και ανανεώνουν τον τρισδιάστατο χάρτη, εντάσσοντας σταδιακά σε αυτόν τα δεδομένα από τους αισθητήρες. Αντίθετα, τα SLAM βελτιστοποίησης εντοπίζουν πρώτα αντιστοιχίες μεταξύ των νέων παρατηρήσεων από το περιβάλλον και του ήδη υπάρχοντος χάρτη. Στη συνέχεια, υπολογίζουν και βελτιώνουν τις προηγούμενες τοποθεσίες του αυτόνομου οχήματος και ενημερώνουν τον τρισδιάστατο χάρτη. (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019)

Υποσύστημα χαρτογράφησης

Το υποσύστημα χαρτογράφησης είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία χαρτών του περιβάλλοντος στο οποίο κινείται το όχημα και του επιτρέπει να πλοηγείται σε μη δομημένα περιβάλλοντα χωρίς να συγκρούεται με στατικά εμπόδια (για παράδειγμα πινακίδες, πεζοδρόμια κ.λπ.). Λαμβάνει ως είσοδο τους χάρτες εκτός σύνδεσης και την κατάσταση του αυτόνομου οχήματος και δημιουργεί ως έξοδο τον διαδικτυακό χάρτη. Ο διαδικτυακός χάρτης προκύπτει δηλαδή ως συνδυασμός των πληροφοριών που υπάρχουν στους χάρτες εκτός σύνδεσης, των δεδομένων των αισθητήρων και της τρέχουσας κατάστασης του οχήματος. Είναι επιθυμητό ο

διαδικτυακός χάρτης να περιέχει μόνο μια στατική αναπαράσταση του περιβάλλοντος, καθώς αυτό διευκολύνει τη λειτουργία ορισμένων υποσυστημάτων του συστήματος λήψης αποφάσεων. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Οι αναπαραστάσεις του περιβάλλοντος μπορούν να διακριθούν σε τοπολογικές και μετρικές. Οι τοπολογικές αναπαραστάσεις μοντελοποιούν το περιβάλλον ως γράφημα, στο οποίο οι κόμβοι υποδεικνύουν σημαντικές θέσεις ή χαρακτηριστικά και οι ακμές υποδηλώνουν τοπολογικές σχέσεις μεταξύ τους (π.χ. θέση, προσανατολισμός, εγγύτητα). Οι μετρικές αναπαραστάσεις συνήθως διασπούν το περιβάλλον σε κελιά που απέχουν συγκεκριμένη απόσταση μεταξύ τους, ενώ η διάσπαση δεν εξαρτάται από τη θέση και το σχήμα των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος. Η χωρική ανάλυση των μετρικών αναπαραστάσεων τείνει να είναι υψηλότερη από αυτήν των τοπολογικών αναπαραστάσεων. Έτσι οι πιο διαδεδομένες αναπαραστάσεις του χώρου είναι μετρικές. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Υποσύστημα εντοπισμού

Για να μπορεί να πλοηγηθεί ένα αυτόνομο όχημα, το σύστημα λήψης αποφάσεων πρέπει να γνωρίζει την τοποθεσία του οχήματος αναφορικά με στατικούς χάρτες (που δεν απαιτούν σύνδεση σε δίκτυο) του περιβάλλοντος στο οποίο κινείται. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο το υποσύστημα εντοπισμού, που είναι υπεύθυνο για την εκτίμηση της θέσης και του προσανατολισμού του αυτόνομου οχήματος. Το υποσύστημα αυτό λαμβάνει ως είσοδο τους χάρτες εκτός σύνδεσης, τα δεδομένα των αισθητήρων και την οδομετρία του αυτόνομου οχήματος και δίνει ως έξοδο την κατάσταση του οχήματος. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Ένα αυτόνομο όχημα μπορεί να χρησιμοποιήσει για τον εντοπισμό έναν ή περισσότερους στατικούς, εκτός σύνδεσης χάρτες. Οι χάρτες αυτοί, τους οποίους χρησιμοποιεί το

υποσύστημα εντοπισμού, δημιουργούνται αυτόματα προτού ξεκινήσει η αυτόνομη λειτουργία, συνήθως χρησιμοποιώντας τους αισθητήρες του ίδιου του αυτοκινούμενου οχήματος. Παρόλα αυτά είναι απαραίτητη η χειροκίνητη προσθήκη σχολιασμών και παρατηρήσεων στους χάρτες (παραδείγματος χάριν η σημείωση των θέσεων των πεζοδρομίων ή των φαναριών στους δρόμους), αλλά και κάποιες προσθήκες και διορθώσεις (για παράδειγμα η αφαίρεση μη στατικών αντικειμένων που καταγράφονται από τους αισθητήρες). Πληροφορίες σχετικές με τους κανόνες, για το πώς επιτρέπεται να κινείται το αυτόνομο όχημα στους δρόμους (κατεύθυνση κυκλοφορίας, μέγιστη ταχύτητα, οριοθέτηση λωρίδας κ.λπ.), είναι επίσης απαραίτητες για το σύστημα λήψης αποφάσεων. Αυτές οι πληροφορίες συνήθως ενσωματώνονται στους οδικούς χάρτες με τη χρήση γεωμετρικών και τοπολογικών ιδιοτήτων. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Τα περισσότερα υποσυστήματα εντοπισμού γενικού σκοπού είναι βασισμένα σε GPS. Όπως όμως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, το GPS δεν είναι αξιόπιστο σε μέρη όπου υπάρχουν παρεμβολές, όπως για παράδειγμα σε περιοχές με ψηλά κτήρια, δέντρα ή μέσα σε σήραγγες όπου δεν υπάρχει καλό σήμα. Έτσι τα βασισμένα σε GPS υποσυστήματα εντοπισμού δεν επαρκούν, ώστε να χρησιμοποιηθούν σε οχήματα που αναμένεται να κυκλοφορούν μέσα σε πόλεις. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Έχουν προταθεί μέθοδοι εντοπισμού που δεν εξαρτώνται από το GPS, οι οποίες ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες: μέθοδοι βασισμένες σε LIDAR, μέθοδοι βασισμένες σε LIDAR και κάμερα και μέθοδοι βασισμένες σε κάμερα. Οι μέθοδοι εντοπισμού με βάση το LIDAR βασίζονται αποκλειστικά σε αισθητήρες LIDAR, οι οποίοι προσφέρουν ακρίβεια μέτρησης και ευκολία επεξεργασίας. Ωστόσο, παρά τις προσπάθειες της βιομηχανίας LIDAR να μειώσει το κόστος παραγωγής, εξακολουθούν να έχουν υψηλή τιμή σε σύγκριση με τις κάμερες. Στις τυπικές μεθόδους εντοπισμού που συνδυάζουν LIDAR και κάμερα, τα δεδομένα LIDAR χρησιμοποιούνται μόνο για την κατασκευή του χάρτη και τα δεδομένα της κάμερας

χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της θέσης του αυτοκινούμενου οχήματος σε σχέση με το χάρτη, γεγονός που μειώνει το κόστος. Οι προσεγγίσεις εντοπισμού βάσει κάμερας είναι φθηνές και βολικές, παρόλο που συνήθως είναι λιγότερο ακριβείς και αξιόπιστες. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Ιχνηλάτηση Κινούμενων Αντικειμένων

Το σύστημα λήψης αποφάσεων απαιτεί πληροφορίες που αφορούν τη θέση, τον προσανατολισμό και την ταχύτητα των κινούμενων αντικειμένων, προκειμένου να βρίσκεται σε θέση να λαμβάνει αποφάσεις, που οδηγούν σε αποφυγή συγκρούσεων με κινούμενα εμπόδια ή δυνητικά κινούμενα εμπόδια (για παράδειγμα άλλα οχήματα ή πεζούς). Το υποσύστημα ιχνηλάτησης κινούμενων αντικειμένων είναι υπεύθυνο για τον εντοπισμό των κινούμενων αντικειμένων στο περιβάλλον του οχήματος και παράσχει τις απαραίτητες πληροφορίες για τις καταστάσεις των αντικειμένων αυτών. Επιπλέον συμβάλλει στη διαδικασία διαγραφής των κινούμενων εμποδίων από τον διαδικτυακό χάρτη, όταν αυτά δεν υπάρχουν πια. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Το υποσύστημα χρησιμοποιεί τους χάρτες εκτός σύνδεσης, την κατάσταση του αυτόνομου οχήματος και τη θέση, τον προσανατολισμό και την ταχύτητα των πλησιέστερων κινούμενων εμποδίων. Η μετακίνηση των θέσεων των εμποδίων με την πάροδο του χρόνου, προσεγγίζεται συνήθως από δεδομένα που λαμβάνονται από αισθητήρες, όπως LIDAR και RADAR ή κάμερες. Για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας των μετρήσεων των αισθητήρων, που γίνονται κατά προσέγγιση, χρησιμοποιούνται φίλτρα Bayes (π.χ. Kalman) για πρόβλεψη κατάστασης. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Οι διαφορετικές μέθοδοι ιχνηλάτισης κινούμενων αντικειμένων περιλαμβάνουν: παραδοσιακές, βασισμένες σε μοντέλο, βασισμένες σε στερεοσκοπική όραση, βασισμένες σε

χάρτη πλέγματος (grid map), βασισμένες σε συνδυασμό αισθητήρων, βασισμένες σε βαθιά μάθηση (deep learning). (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Ανίχνευση Σημάνσεων

Τα αυτοκινούμενα οχήματα πρέπει να τηρούν την οριζόντια σήμανση (σήματα λωρίδας) και την κάθετη σήμανση (πινακίδες, φανάρια κ.λπ.) στους δρόμους. Το υποσύστημα ανίχνευσης σημάνσεων, που είναι υπεύθυνο για την ανίχνευση και αναγνώριση σημείων που ορίζονται από τους κανόνες κυκλοφορίας, λαμβάνει ως είσοδο τα δεδομένα των αισθητήρων και την κατάσταση του αυτοκινήτου, εντοπίζει τη θέση των σημάνσεων κυκλοφορίας και αναγνωρίζει το είδος ή την κατάστασή τους, έτσι ώστε το όχημα να μπορεί να λαμβάνει σωστές αποφάσεις σύμφωνα με τον Κ.Ο.Κ.. Τα πιο βασικά ζητήματα που αφορούν στην ανίχνευση σημάνσεων είναι αναγνώριση φαναριών, πινακίδων κυκλοφορίας και πεζοδρομίων στο περιβάλλον γύρω από το αυτόνομο όχημα. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

1.2.2.2 Σύστημα Λήψης Αποφάσεων

Το σύστημα λήψης αποφάσεων είναι υπεύθυνο για την πλοήγηση του αυτοκινούμενου οχήματος από την αρχική του θέση στον τελικό προορισμό που ορίζει ο χρήστης, λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα κατάσταση του οχήματος, την εσωτερική αναπαράσταση του περιβάλλοντος, τους κανόνες κυκλοφορίας καθώς και την ασφάλεια και άνεση των επιβατών. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Σχεδιασμός Διαδρομής και Πορείας

Η μονάδα του σχεδιασμού καθορίζει τις πιθανές διαδρομές του αυτόνομου οχήματος βασιζόμενη σε αντίληψη, εντοπισμό και χαρτογράφηση, καθώς και πληροφορίες που προκύπτουν από προβλέψεις. Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει τρεις υποενότητες: διαδρομή, ελιγμό και πορεία. Η διαδρομή είναι η σειρά από γεωμετρικά σημεία, που πρέπει να ακολουθήσει το αυτόνομο όχημα, ώστε να φτάσει στον προορισμό του, χωρίς να συγκρούεται με εμπόδια (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019). Καθένα από αυτά τα σημεία είναι ένα ζεύγος συντεταγμένων στον χάρτη χωρίς σύνδεση του οχήματος (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020). Οι πιο συχνές τεχνικές σχεδιασμού διαδρομών περιλαμβάνουν: Dijkstra, δυναμικό προγραμματισμό, A*, πλέγμα καταστάσεων (state lattice). Όσο για το σχεδιασμό ελιγμών, είναι μια διαδικασία υψηλού επιπέδου της κίνησης του αυτόνομου οχήματος, που λαμβάνει υπόψη τους κανόνες κυκλοφορίας και άλλες καταστάσεις του αυτόνομου οχήματος. Τέλος, η πορεία αντιπροσωπεύεται γενικά από μια ακολουθία καταστάσεων του αυτόνομου οχήματος. Μια πορεία που ικανοποιεί το μοντέλο κίνησης και τους τυχόν περιορισμούς προκύπτει μόνο αφού παραχθεί η καλύτερη δυνατή διαδρομή και ελιγμός, γιατί μόνο έτσι διασφαλίζονται η ασφάλεια και η άνεση των επιβατών. (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019)

Σχεδιασμός Διαδρομής

Με δεδομένο έναν τελικό προορισμό που σημειώνεται στον χάρτη εκτός σύνδεσης από τον χρήστη, το υποσύστημα σχεδιασμού διαδρομής υπολογίζει μια διαδρομή στον χάρτη εκτός σύνδεσης, από την αρχική θέση του αυτόνομου οχήματος έως τον τελικό στόχο. Όπως ήδη αναφέρθηκε, διαδρομή ονομάζεται η ακολουθία σημείων, με κάθε σημείο της διαδρομής να είναι ένα ζεύγος συντεταγμένων στον χάρτη εκτός σύνδεσης. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Αν σκεφτεί κανείς ότι ένα οδικό δίκτυο αντιπροσωπεύεται από ένα κατευθυνόμενο γράφημα με βάρη, οι κορυφές του οποίου είναι σημεία δρόμου, οι ακμές συνδέουν ζεύγη σημείων

διαδρομής και τα βάρη των ακμών υποδηλώνουν το κόστος διέλευσης ενός τμήματος του οδικού δικτύου που ορίζεται από δύο σημεία, τότε το πρόβλημα του υπολογισμού μιας διαδρομής μπορεί ουσιαστικά να αναχθεί σε πρόβλημα εύρεσης μικρότερης διαδρομής σε ένα κατευθυνόμενο γράφημα με βάρη. Ωστόσο, για μεγάλα οδικά δίκτυα, η πολυπλοκότητα των κλασικών αλγορίθμων συντομότερων διαδρομών, όπως του Dijkstra και του A*, καθιστά ανέφικτη την εύρεση συντομότερης διαδρομής σε πεπερασμένο χρόνο. Νέοι αλγόριθμοι που έχουν αναπτυχθεί μπορούν όμως να υπολογίσουν τις κατευθύνσεις οδήγησης σε χιλιοστά του δευτερολέπτου ή λιγότερο, ακόμη και σε ηπειρωτικές κλίμακες. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Σχεδιασμός Πορείας

Το υποσύστημα σχεδιασμού πορείας υπολογίζει ένα σύνολο από δυνατές πορείες, λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα διαδρομή, την κατάσταση του αυτόνομου οχήματος, την εσωτερική αναπαράσταση του περιβάλλοντος, καθώς και τους κανόνες κυκλοφορίας. Ως πορεία χαρακτηρίζεται μια ακολουθία καταστάσεων, δηλαδή θέσεων και προσανατολισμών στο χάρτη εκτός σύνδεσης. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Επιλογή Συμπεριφοράς

Ο επιλογέας συμπεριφοράς είναι υπεύθυνος για τον καθορισμό της τρέχουσας συμπεριφοράς οδήγησης (για παράδειγμα τήρηση της λωρίδας κυκλοφορίας και των φαναριών), επιλέγοντας πορεία κίνησης, θέση, προσανατολισμό και επιθυμητή ταχύτητα για το όχημα. Η επιλογή πρέπει να λαμβάνει χώρα μερικά δευτερόλεπτα (συνήθως 5) πριν από την τρέχουσα κατάσταση του οχήματος. Αυτό ονομάζεται ορίζοντας απόφασης. Η λειτουργία του επιλογέα συμπεριφοράς είναι δηλαδή να επιλέγει λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα συμπεριφορά οδήγησης και αποφεύγοντας συγκρούσεις με στατικά και κινούμενα εμπόδια στο περιβάλλον, εντός του χρονικού πλαισίου του ορίζοντα απόφασης. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua

Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Αρκετές προσεγγίσεις για την επιλογή συμπεριφοράς λαμβάνουν υπόψη και την αβεβαιότητα που υπάρχει για τις κινήσεις των κινούμενων αντικειμένων στο περιβάλλον του οχήματος. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούν πιθανολογικές μεθόδους, όπως Διαδικασίες Αποφάσεων Markov (Markov Decision Processes - MDPs), και Μερικώς Παρατηρήσιμες Διαδικασίες Αποφάσεων Markov (Partially-Observable Markov decision process - POMDP). (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Με αφορμή τη λειτουργία του επιλογέα συμπεριφοράς ανακύπτουν πολύπλοκες συζητήσεις για ηθικές αποφάσεις, όπως τι θα επιλέξει το σύστημα να κάνει σε αναπόφευκτο ατύχημα ή το αν προτεραιότητα έχει η ασφάλεια των επιβατών ή η ασφάλεια των πεζών. Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τέτοια ερωτήματα σε επόμενα κεφάλαια. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Σχεδιασμός Κινήσεων

Το υποσύστημα σχεδιασμού κινήσεων είναι υπεύθυνο για τον υπολογισμό της πορείας του αυτόνομου οχήματος με βάση την τρέχουσα κατάσταση του αυτόνομου οχήματος και την επιθυμητή θέση, τον προσανατολισμό και την ταχύτητα. Η πορεία πρέπει να βρίσκεται σε συμφωνία με το μονοπάτι που έχει καθοριστεί από το υποσύστημα επιλογής συμπεριφοράς. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Έχουν προταθεί διάφορες τεχνικές σχεδιασμού κινήσεων. Ο σχεδιασμός κινήσεων καθ' οδόν στοχεύει στο σχεδιασμό τροχιών που ακολουθούν επακριβώς τη διαδρομή. Αντίθετα, στο μη δομημένο σχεδιασμό κινήσεων δεν υπάρχουν λωρίδες και επομένως, οι τροχιές είναι πολύ λιγότερο περιορισμένες. Οι μέθοδοι σχεδιασμού κίνησης κατηγοριοποιούνται κυρίως σε

τέσσερις κατηγορίες: βασισμένες σε αναζήτηση γραφημάτων, βασισμένες σε δειγματοληψίες, βασισμένες σε καμπύλες παρεμβολής και σε μεθόδους βάσει αριθμητικής βελτιστοποίησης. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Αποφυγή Εμποδίων

Το υποσύστημα αποφυγής εμποδίων λαμβάνει ως είσοδο την πορεία που υπολογίζεται από το υποσύστημα σχεδιασμού κινήσεων και μπορεί, εάν κριθεί απαραίτητο, να αλλάζει την κατάσταση του οχήματος (συνήθως μειώνοντας την ταχύτητα), για να αποφευχθούν συγκρούσεις. Προσομοιώνεται δηλαδή η πορεία και εάν προβλέπεται τροχαίο ατύχημα στην τροχιά που θα ακολουθηθεί, το υποσύστημα αποφυγής εμποδίων μειώνει τη γραμμική ταχύτητα του αυτόνομου οχήματος για να αποτραπεί η σύγκρουση. (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020)

Έλεγχος

Η μονάδα ελέγχου στέλνει τις κατάλληλες εντολές που ελέγχουν το τιμόνι, το γκάζι και το φρένο, με βάση την προβλεπόμενη τροχιά και τις εκτιμώμενες καταστάσεις του οχήματος (Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F., 2020). Η μονάδα ελέγχου επιτρέπει στο αυτόνομο όχημα να ακολουθεί την προγραμματισμένη πορεία με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια. Οι παράμετροι της μονάδας ελέγχου μπορούν να εκτιμηθούν ελαχιστοποιώντας μια συνάρτηση σφάλματος (απόκλιση) μεταξύ των ιδανικών και των παρατηρούμενων καταστάσεων. (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019)

Πρόβλεψη

Η μονάδα της πρόβλεψης αναλύει τα μοτίβα κίνησης άλλων οχημάτων ή πεζών και προβλέπει τις μελλοντικές πορείες που θα ακολουθήσει το αυτόνομο όχημα, πράγμα που επιτρέπει την πλοήγησή του. Υπάρχουν δύο βασικές προσεγγίσεις για την πρόβλεψη των κινήσεων του

οχήματος: βάσει μοντέλου (model-based prediction approach) και βάσει δεδομένων (data-driven-based prediction approach). Η προσέγγιση βάσει μοντέλου υπολογίζει τις μελλοντικές κινήσεις του αυτόνομου οχήματος, στηριζόμενη στην κινηματική του κατάσταση (θέση, ταχύτητα και επιτάχυνση) με την πάροδο του χρόνου. (Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M., 2019)

ΚΕΦ.2: Τεχνητή Νοημοσύνη και Ηθική

2.1. Προκλήσεις

Η ηθική στην τεχνητή νοημοσύνη είναι πεδίο που εξελίσσεται ακόμη, λόγω του ότι η ηθική αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην αλληλεπίδραση αυτόνομων συστημάτων και έξυπνων πρακτόρων με τους ανθρώπους, αν και πολλοί ειδικοί δεν είναι εξοικειωμένοι με αυτό (Yu H., Shen Z., Miao C., Leung C., Lesser V. R., Yang Q., 2018). Ο λόγος για τη συνεχή εξέλιξη είναι καταρχάς ότι η τρέχουσα λειτουργία έξυπνων μηχανών αλλά και οι δυνατότητες που αναμένεται να έχουν επιτευχθεί στο μέλλον έχουν πολλές ηθικές προεκτάσεις (Anderson M., Anderson S.L., 2007). Έτσι δεν είναι δυνατόν να επιτραπεί σε αυτά τα συστήματα να μπουν στη ζωή μας, αν αυτά δεν σέβονται τα δικαιώματα των ανθρώπων και αν δεν εκτελούν αποκλειστικά ενέργειες που ακολουθούν αποδεκτές ηθικές αρχές (Yu H., Shen Z., Miao C., Leung C., Lesser V. R., Yang Q., 2018). Δεύτερον η εξασφάλιση ηθικής συμπεριφοράς των μηχανών θα βελτιώνει τον τρόπο που τις αντιμετωπίζει το ευρύ κοινό. Η αποδοχή της τεχνητής νοημοσύνης από τους ανθρώπους δεν πρέπει να υποτιμάται, αφού από αυτή θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό εάν οι κοινωνία θα επιτρέψει στους ερευνητές τεχνητής νοημοσύνης να αναπτύξουν περαιτέρω αυτόνομες έξυπνες μηχανές. Ο φόβος της κοινωνίας για την ύπαρξη αυτόνομων έξυπνων μηχανών πηγάζει από την ανησυχία, για το αν αυτές οι μηχανές θα συμπεριφέρονται ηθικά. Σε περίπτωση που οι ειδικοί δεν είναι σε θέση να δημιουργήσουν μηχανισμούς έναντι μη ήθικης συμπεριφοράς, προκειμένου να εξαλειφθεί η εικόνα που έχουν οι άνθρωποι στο μυαλό τους, για μηχανές χωρίς οποιονδήποτε ηθικό κώδικα που στρέφονται εναντίον των κατασκευαστών ή χρηστών τους, τότε μπορεί να διακυβεύεται το μέλλον της τεχνητής νοημοσύνης. (Anderson M., Anderson S.L., 2007)

Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι ειδικοί που ασχολούνται με την ηθική των μηχανών μπορούν να χωριστούν σε δύο κύριες κατηγορίες: προβλήματα φιλοσοφικού χαρακτήρα σχετικά με την υλοποιησιμότητα ηθικών έξυπνων πρακτόρων και τεχνικά προβλήματα από την πλευρά της τεχνητής νοημοσύνης (Anderson M., Anderson S.L., 2007). Σε ότι αφορά τη δεύτερη κατηγορία, ένα παράδειγμα προβλήματος προς επίλυση θα μπορούσε να είναι ο

προγραμματισμός μιας μηχανής, ώστε αυτή να μπορεί να συλλέγει στοιχεία από το περιβάλλον της και να τα χρησιμοποιεί για να λάβει μια απόφαση βασισμένη σε αυτά. Ωστόσο η παρούσα πτυχιακή εργασία επικεντρώνεται στην πρώτη κατηγορία που είναι και η πιο σύνθετη.

Η πρώτη κατηγορία προκλήσεων έχει να κάνει πρωτίστως με την ηθική λήψη αποφάσεων, και λιγότερο με το πως μια μηχανή συλλέγει τις πληροφορίες που απαιτούνται για τη λήψη της απόφασης. Είναι σημαντικό να κατανοήσει κανείς, ότι μια μηχανή δεν αρκεί να έχει απλά μεγάλο πλήθος πληροφοριών στη διάθεσή της προκειμένου να συμπεριφερθεί ηθικά, αφού προφανώς οι πληροφορίες δεν είναι ικανές να δημιουργήσουν ηθική συμπεριφορά. Πρέπει κανείς να στραφεί στον κλάδο της ηθικής φιλοσοφίας για να κατανοήσει τι θεωρείται ηθικά αποδεκτή συμπεριφορά και να προγραμματίσει ανάλογα τις μηχανές. Αυτό ωστόσο δεν είναι καθόλου εύκολο να επιτευχθεί, αφού η ηθική δεν είναι κάτι απόλυτο. Ακόμη και μεταξύ ειδικών, δεν έχει πλήρως καθοριστεί τι συνιστά ηθική συμπεριφορά και τι όχι, ή πότε μία πράξη θεωρείται ηθικά σωστή και πότε λάνθασμένη.

Επίσης υπάρχει προβληματισμός για το αν η ηθική είναι κάτι που μπορεί να υπολογιστεί αριθμητικά, ώστε μια μηχανή να προγραμματιστεί να πράττει ηθικά με βάση αυτόν τον υπολογισμό. Μία φιλοσοφική θεωρία που δίνει θετική απάντηση σε αυτό το ερώτημα είναι ο ωφελιμισμός που θα αναλυθεί παρακάτω.

Έχει εκφραστεί όμως και μια ακόμη πιο θεμελιώδης ανησυχία σχετικά με την ηθική λήψη αποφάσεων στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης. Υπάρχει αμφιβολία για το αν οι μηχανές είναι καν οντότητες που μπορούν να συμπεριφερθούν ηθικά. Κι αυτό γιατί γενικά υπάρχει η πεποίθηση, ότι το να πράττει κανείς ηθικά προϋποθέτει και να πράττει συνειδητά με ελεύθερη βούληση. Μόνο όταν μία πράξη είναι σκόπιμη μπορεί να θεωρηθεί ηθική. Υποστηρίζεται επιπλέον, ότι και το να μπορεί κάποιος να βιώνει συναισθήματα είναι κρίσιμο, αφού μόνο ένα ον που έχει συναισθήματα θα μπορούσε να κατανοήσει τα συναισθήματα των άλλων. Η ενσυναίσθηση είναι βασικός παράγοντας στην ηθική αξιολόγηση των πιθανών ενεργειών που θα μπορούσαν να εκτελεστούν σε μια δεδομένη κατάσταση. Δεδομένου του ότι πολλοί αμφιβάλλουν για το αν οι μηχανές θα μπορέσουν ποτέ να αποκτήσουν συνείδηση, ελεύθερη

βούληση ή συναισθήματα, οι μηχανές αποκλείονται ως οντότητες που έχουν τη δυνατότητα να γίνουν ποτέ ηθικές. (Anderson M., Anderson S.L., 2007) Κατά τους Bigman Y.E., Yochanan. E., Waytz A., Alterovitz R. και Gray K. (2019), ένα αυτόνομο ρομπότ θα μπορεί να φέρει την ηθική ευθύνη των πράξεών του εάν θεωρηθεί ότι έχει επίγνωση της κατάστασης (δηλαδή, μπορεί να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον και τους στόχους στους οποίους μπορεί να προκληθεί βλάβη), δρα σκόπιμα (δηλαδή κατανοεί τα αποτελέσματα και επιλέγει μεταξύ διαφορετικών ενέργειών), έχει ελεύθερη βούληση (δηλαδή μπορεί να επιλέξει οικειοθελώς τις ενέργειές του), παρουσιάζει ομοιότητα με τον άνθρωπο (δηλαδή έχει ανθρώπινη εμφάνιση ή χαρακτηριστικά) και δυνητικά μπορεί να προκαλέσει βλάβη (δηλαδή μπορεί οι πράξεις του να έχουν παρατηρήσιμες επιβλαβείς συνέπειες).

Ένας επιπλέον προβληματισμός σχετικά με το αν η ηθική στις μηχανές είναι υλοποιήσιμη, έχει να κάνει με την αμφιβολία για το αν υπάρχουν γενικά σωστές και λάθος πράξεις. Σε αυτόν τον προβληματισμό αναφέρεται η θεωρία του ηθικού σχετικισμού (Anderson M., Anderson S.L., 2007). Ο ηθικός σχετικισμός μπορεί να συνοψιστεί στη θέση ότι δεν υπάρχουν καθολικές αξίες και αρχές, αλλά οι ηθικές πεποιθήσεις έχουν σχετική ισχύ που καθορίζεται από την εποχή ή από τις κοινωνικές και πολιτισμικές συνθήκες. Αν όμως όλες οι ηθικές αρχές έχουν σχετική ισχύ τότε κάποιος θα μπορούσε να ισχυριστεί ότι όλα επιτρέπονται. Αυτή η θεώρηση είναι εσφαλμένη αφού, εξετάζοντας προσεκτικά τις διάφορες ηθικές πεποιθήσεις, διαπιστώνουμε ότι ακολουθούν κοινούς ηθικούς άξονες. Υπάρχει δηλαδή σύγκλιση των βασικών ηθικών πεποιθήσεων λόγω της παρουσίας ενός κοινού αξιακού υποβάθρου, που καθορίζει τα κριτήρια της ηθικής ορθότητας. Άλλωστε, η ηθική ενδιαφέρεται για το τι θα έπρεπε και τι θα μπορούσε να συμβεί μακροπρόθεσμα. Άρα, η υιοθέτηση μιας ηθικής στάσης ζωής διασφαλίζει ότι το μέλλον θα είναι καλύτερο από το παρόν. Επιπλέον, ο ακραίος ηθικός σχετικισμός εκφράζει την άποψη ότι όλες οι αρχές είναι σχετικές, κάτι που αυτοαναιρεί την ίδια την άποψη που εκφράζεται, αφού, είτε η άποψη έχει σχετικό κύρος άρα δεν την ακολουθούν όλοι, είτε έχει απόλυτο κύρος και δεν είναι σχετική. (Gowans C., Spring 2021 Edition)

Παρόλο που οι φιλοσοφικοί αυτοί προβληματισμοί είναι δύσκολο να επιλυθούν, υπάρχουν πολλά οφέλη στο να διερευνούνται πιθανές λύσεις και να συνεχιστεί η έρευνα σε αυτόν τον τομέα. Αρχικά, η ενασχόληση με ζητήματα ηθικής στον χώρο της τεχνητής νοημοσύνης απαιτεί

συνεργασία μεταξύ ερευνητών τεχνητής νοημοσύνης και ειδικών στο πεδίο της ηθικής φιλοσοφίας. Τα ηθικά διλήμματα αναφέρονται σε καταστάσεις, στις οποίες πρέπει να ληφθεί κάποια απόφαση, ενώ οποιαδήποτε διαθέσιμη επιλογή οδηγεί σε παραβίαση κάποιας αποδεκτής ηθικής αρχής. Είναι φανερό, ότι η ηθική από τη φύση της είναι κάτι που απαιτεί εφαρμογή. Ωστόσο, συνήθως η μελέτη πάνω στην ηθική θεωρία πραγματοποιείται με ελάχιστη πραγματική εφαρμογή, αφού χρησιμοποιούνται τεχνητά παραδείγματα και νοητικά πειράματα για τον έλεγχο των θεωριών της ηθικής. Μια τέτοια συνεργασία μεταξύ ερευνητών τεχνητής νοημοσύνης και ειδικών στο πεδίο της ηθικής φιλοσοφίας λοιπόν, μπορεί να οδηγήσει σε νέες ανακαλύψεις στη θεωρία της ηθικής, αφού η προσπάθεια για πρακτική εφαρμογή των θεωριών σε μηχανές, ο έλεγχος των αποτελεσμάτων και η εξακρίβωση της συνοχής κάθε θεωρίας στην πράξη, θα έδινε σίγουρα καλύτερα αποτελέσματα από ότι η θεωρητική επίλυση ηθικών διλημμάτων. Επιπροσθέτως, υπάρχει πάντα η πιθανότητα οι ερευνητές να συνεχίσουν να αναπτύσουν έξυπνες, αυτόνομες μηχανές, ακόμη κι αν η κοινωνία τις χαρακτηρίσει ως μη αποδεκτές και δεν υποστηρίξει την έρευνα σε αυτές. Έτσι είναι κρίσιμο να υπάρχουν ήδη έτοιμοι προσυμφωνημένοι ηθικοί κανόνες, που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μια τέτοια περίπτωση (Anderson M., Anderson S.L., 2007). Σύμφωνα με τους Anderson M., Anderson S.L., 2007: «Το μόνο πράγμα που πρέπει να φοβάται η κοινωνία περισσότερο από το να συνυπάρχει με έξυπνες, αυτόνομες μηχανές, είναι να συνυπάρχει με τέτοιες μηχανές χωρίς ηθικούς κανόνες.»

2.2. Ηθικοί Πράκτορες

Ιδανικό θα ήταν να μπορούσε να δημιουργηθεί μία μηχανή, που να ακολουθεί ένα σύνολο ηθικών αρχών, οι οποίες καθορίζουν τη συμπεριφορά της (Anderson M., Anderson S.L., 2007). Θεωρητικά υπάρχουν τριών ειδών ηθικοί πράκτορες: έμμεσοι ηθικοί πράκτορες (implicit ethical agents), άμεσοι ηθικοί πράκτορες (explicit ethical agents) και πλήρεις ηθικοί πράκτορες (full ethical agents) (Moor J., 2006). Οι έμμεσοι ηθικοί πράκτορες συμπεριφέρονται ηθικά, γιατί υπάρχουν κανόνες που περιορίζουν τη συμπεριφορά τους και δεν επιτρέπουν μη ηθικές πράξεις. Τέτοιες μηχανές είναι δηλαδή προγραμματισμένες, έτσι ώστε να υποστηρίζονται ηθικές συμπεριφορές ή τουλάχιστον να αποφεύγονται μη ηθικές, χωρίς όμως το λογισμικό

τους να περιέχει συγκεκριμένες κατηγορηματικές ηθικές εντολές. Αντίθετα, οι άμεσοι ηθικοί πράκτορες έχουν τη δυνατότητα να λαμβάνουν αποφάσεις και σε απρόβλεπτες καταστάσεις, υπολογίζοντας τον πιο αποτελεσματικό τρόπο αντίδρασης σε κάθε περίπτωση με βάση ηθικούς κανόνες. Σε αυτή την περίπτωση την απόφαση δηλαδή δεν την παίρνει πάντα ο προγραμματιστής, αλλά η μηχανή (Anderson M., Anderson S.L., 2007). Τέλος, οι πλήρεις ηθικοί πράκτορες βρίσκονται επιπλέον σε θέση και να τεκμηριώνουν τις πράξεις τους, στηρίζοντάς τες πάνω σε ηθικούς κανόνες. Μπορούν δηλαδή να εξηγούν τον λόγο για τον οποίο μια πράξη είναι σωστή ή λανθασμένη βάσει μιας ηθικής αρχής. (Moore J., 2006)

Οι ηθικοί αυτοί πράκτορες θα μπορούσαν να είναι οι καλύτεροι δυνατοί ηθικοί παράγοντες σε κρίσιμες καταστάσεις, γιατί οι μηχανές μπορούν να είναι πιο ικανές από τους ανθρώπους, στην επίλυση ενός περίπλοκου προβλήματος που απαιτεί γρήγορες αποφάσεις. Αυτές οι αποφάσεις θα μπορούσαν σε ορισμένες περιπτώσεις να αφορούν ηθικά διλήμματα, για παράδειγμα αν χρειάζεται να αποφασιστεί ποιος θα ζήσει και ποιος θα πεθάνει. Υποστηρίζεται από πολλούς ότι μόνο οι άνθρωποι πρέπει να λαμβάνουν τέτοιες αποφάσεις, αλλά σε περίπτωση που η λήψη αποφάσεων μέσω υπολογιστή σε σύγκριση με τη λήψη αποφάσεων από τον άνθρωπο θα μπορούσε να σώσει περισσότερες ζωές σε τέτοιες καταστάσεις, τότε έχουμε μια καλή ηθική βάση για να επιτρέψουμε στις μηχανές να λαμβάνουν τις αποφάσεις αντί για εμάς (Moore J., 2006). Πρέπει άλλωστε κανείς να αναλογιστεί, ότι οι άνθρωποι, αν και είναι εξοικειωμένοι με ηθικές αξίες, απέχουν πολύ από το να είναι ιδανικοί ηθικοί πράκτορες, επειδή πολλές φορές κάνουν ενέργειες που ευνοούν μόνο το προσωπικό τους συμφέρον. Ακόμη και ο συναισθηματισμός, η έλλειψη του οποίου θεωρείται μειονεκτική για τις μηχανές, μετατρέπεται συχνά σε αδυναμία, αφού μπορεί στην πραγματικότητα να εμποδίσει την ηθική συμπεριφορά, αν ο άνθρωπος παρασυρθεί από τα συναισθήματά του κατά την αντιμετώπιση ενός ηθικού διλήμματος. Ο λόγος που καταβάλλεται μεγάλη προσπάθεια στο να γίνουν οι μηχανές ηθικοί πράκτορες είναι η ελπίδα πως θα κατέληγαν να είναι ανώτερες των ανθρώπων σε ότι αφορά την ηθική συμπεριφορά. Παρουσιάζεται δηλαδή η ευκαιρία να δημιουργήσουμε οντότητες που δεν διαθέτουν την προδιάθεση να συμπεριφερθούν με μη ηθικό τρόπο όπως οι άνθρωποι, οντότητες που θα μπορούσαν ακόμη και να αποτελέσουν έμπνευση για τους ανθρώπους να συμπεριφέρονται πιο ηθικά. (Anderson M., Anderson S.L., 2007)

Από τα τρία είδη ηθικών πρακτόρων προτιμότερη θα ήταν η ύπαρξη πλήρων ηθικών πρακτόρων (Anderson M., Anderson S.L., 2007). Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, πολλοί αμφισβητούν το ότι οι έξυπνες, αυτόνομες μηχανές θα μπορέσουν ποτέ να θεωρηθούν ηθικές, εφόσον δεν έχουν συνείδηση. Αυτή η αμφιβολία ισχυροποιείται αν αναλογιστεί κανείς ότι οι έμμεσοι και άμεσοι ηθικοί πράκτορες μπορεί να έχουν προγραμματιστεί ή να έχουν μάθει να λαμβάνουν ηθικά σωστές αποφάσεις, αλλά αδυνατούν να εξηγήσουν και να αιτιολογήσουν τις κρίσεις και τις ενέργειές τους (Anderson M., Anderson S.L., 2007). Μια τέτοια αδυναμία σημαίνει, πως αυτοί οι πράκτορες στερούνται κάτι πολύ κρίσιμο και δεν μπορούν να γίνουν δεκτοί ως πραγματικά ηθικοί. Καθώς είναι σχεδόν σίγουρο ότι αργά ή γρήγορα θα υπάρξουν ηθικές επιπτώσεις στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης, αλλά και λόγω του ότι φαίνεται, πως οι μηχανές θα μπορούσαν να παίξουν θετικό ρόλο στη βελτίωση της ζωής των ανθρώπων, κρίνεται σκόπιμη η δημιουργία έξυπνων, αυτόνομων μηχανών που βρίσκονται σε θέση να αιτιολογούν τις ενέργειές τους. Αυτή η διαφάνεια στη λήψη αποφάσεων που στηρίζεται σε ηθικές αρχές, οι οποίες φαίνονται λογικές στους ανθρώπους, θα εγγυόταν ότι οι μηχανές ενεργούν με τρόπο που είναι ηθικά αποδεκτός και θα μπορούσε να ικανοποιήσει όσους αμφισβητούν την ικανότητά των μηχανών να ενεργούν ηθικά. (Anderson M., Anderson S.L., 2007)

Σε κάθε περίπτωση η ηθική της τεχνητής νοημοσύνης είναι ένας τομέας που απαιτεί πολλή μελέτη και εμπειρία και που αποτελεί ένα εγγενώς διεπιστημονικό πεδίο. Οι ερευνητές της τεχνητής νοημοσύνης πρέπει να σέβονται την εμπειρογνωμοσύνη των ηθικών φιλοσόφων, όπως και οι ειδικοί της ηθικής φιλοσοφίας πρέπει να αξιοποιήσουν την εμπειρία των ερευνητών της τεχνητής νοημοσύνης. (Anderson M., Anderson S.L., 2007)

2.3. Κριτήρια ηθικής ορθότητας

Η ηθική αφορά το πως πρέπει να συμπεριφέρεται κανείς απέναντι στους άλλους και περιλαμβάνει τρεις βασικές κατηγορίες αναζήτησης κριτηρίων ηθικής ορθότητας:

Τελεολογική/ Συνεπειοκρατική ηθική

Είναι γνωστή και ως ωφελισμός, αφού σύμφωνα με αυτή η κάθε πράξη αξιολογείται αποκλειστικά με κριτήριο τις συνέπειές της. Η πρώτη συνοπτική διατύπωση των θέσεων του ωφελισμού έγινε από τον John Stuart Mill (Schefczyk M., 2012):

«Η θεωρία που δέχεται ως θεμέλιο της ηθικής την αρχή της ωφελιμότητας ή της μέγιστης ευτυχίας υποστηρίζει, ότι οι πράξεις είναι σωστές στον βαθμό που οδηγούν στην προαγωγή της ευτυχίας και εσφαλμένες στο βαθμό που προωθούν το αντίθετο της ευτυχίας.»

Ο John Stuart Mill κάνει δηλαδή διάκριση μεταξύ ευχαρίστησης/ απουσίας πόνου και δυστυχίας/ πόνου/ στέρησης ευτυχίας. Έτσι, οι πράξεις κρίνονται από τα αποτελέσματά τους και από το μέγεθος της ευτυχίας που προκύπτει από αυτά, ενώ στόχος είναι η μέγιστη δυνατή ευτυχία για τον μέγιστο κατά το δυνατόν αριθμό ανθρώπων.

Σε ότι αφορά την τεχνητή νοημοσύνη, σύμφωνα με αυτή τη θεωρία η ηθικότητα μιας πράξης είναι όντως υπολογίσιμη. Κατά τους Anderson M., Anderson S.L., 2007, ένας αλγόριθμος που θα υπολόγιζε την καλύτερη δυνατή πράξη για μία περίπτωση, θα έπαιρνε ως είσοδο τον αριθμό των ατόμων που επηρεάζονται και για κάθε άτομο την ένταση της ευχαρίστησης/ δυσαρέσκειας, την διάρκεια της ευχαρίστησης/ δυσαρέσκειας και την πιθανότητα να προκύψει ευχαρίστηση/ δυσαρέσκεια για κάθε πιθανή πράξη. Στη συνέχεια η συνολική ευχαρίστηση θα μπορούσε να υπολογιστεί ως εξής:

Συνολική ευχαρίστηση = Σ (ένταση $\times$ διάρκεια $\times$ πιθανότητα), για κάθε άτομο που επηρεάζεται από την πράξη.

Η πράξη που προκαλεί την μεγαλύτερη συνολική ευχαρίστηση θα θεωρείται η ηθικά σωστή πράξη.

Γίνεται φανερό, ότι μια τέτοια αντιμετώπιση της ηθικής μας εξυπηρετεί τουλάχιστον σε ότι αφορά το προγραμματιστικό κομμάτι μιας μηχανής. Μάλιστα ένας έξυπνος πράκτορας θα είχε και πλεονέκτημα στον υπολογισμό της ηθικής πράξης σε σχέση με έναν άνθρωπο. Καταρχάς, οι μηχανές δεν κάνουν λάθη στους υπολογισμούς, σε αντίθεση με τους ανθρώπους που δεν εκτελούν αυστηρή αριθμητική και ενδέχεται να κάνουν κάποια λάθος εκτίμηση. Δεύτερον, οι

άνθρωποι τείνουν να είναι προκατειλημμένοι στις αποφάσεις τους, ευνοώντας τους εαυτούς τους και τα κοντινά τους πρόσωπα, ενώ οι μηχανές δεν τείνουν να μεροληπτούν, εφόσον προγραμματιστούν να είναι αντικειμενικές. Τέλος, οι μηχανές μπορούν να λαμβάνουν υπόψιν τους όλες τις παραμέτρους, με το να επεξεργάζονται πολύ μεγαλύτερο μέγεθος δεδομένων από ότι μπορεί ένας άνθρωπος, και να λαμβάνουν αποφάσεις πιο αποτελεσματικά και με μεγαλύτερη ταχύτητα. (Anderson M., Anderson S.L., 2007)

Ωστόσο, ο ωφελισμός έχει δεχτεί κριτικές που αφορούν στα περιορισμένα κριτήρια ηθικότητας που χρησιμοποιεί, αφού για παράδειγμα παραμερίζει τα κίνητρα και τους σκοπούς μιας πράξης. Επίσης έχει διατυπωθεί η ανησυχία, ότι η εφαρμογή μιας τέτοιας θεωρίας στην πράξη θα συνεπαγόταν υποτίμηση της σημασίας των ατομικών δικαιωμάτων, αφού ο ωφελισμός λαμβάνει υπόψιν μόνο την ευτυχία της πλειονότητας και αγνοεί τα υπόλοιπα μέλη μιας κοινωνίας. Τέλος, είναι δύσκολο να προβλεφθεί με ακρίβεια σε βάθος χρόνου τι όντως θα εξυπηρετούσε το κοινωνικό σύνολο, αφού πολλές πτυχές, που δυνητικά θα μπορούσαν να επηρεάσουν το κοινό καλό, μπορεί να αγνοούνται από τους ανθρώπους. (Sinnott-Armstrong W., Summer 2019 Edition)

Δεοντολογική ηθική

Κυριότερος εκπρόσωπος του δεοντολογισμού υπήρξε ο Γερμανός φιλόσοφος Immanuel Kant, ο οποίος διατύπωσε την Κατηγορική Προσταγή με διαφορετικές μορφές. Δύο παραλλαγές της Κατηγορικής Προσταγής παρατίθενται παρακάτω (Britannica, The Editors of Encyclopaedia, 16 Jun. 2020):

«Να δρας, έτσι ώστε να θέλεις ο γνώμονας (κανόνας) της πράξης σου να ισχύει ως καθολικός νόμος.»

«Να δρας, έτσι ώστε να μεταχειρίζεσαι την ανθρωπότητα, είτε τον εαυτό σου, είτε τους άλλους, πάντα ως σκοπό και ποτέ απλώς ως μέσο.»

Σύμφωνα με τον Kant, το κριτήριο της ηθικής ορθότητας είναι ο ορθός λόγος και όχι τα συναισθήματα. Επιπλέον, οι ηθικές κρίσεις πρέπει να έχουν καθολικό χαρακτήρα, άρα μια πράξη δεν μπορεί να θεωρείται ηθική σε μερικές περιπτώσεις και ανήθικη σε άλλες. Ο ηθικός

νόμος έχει καθολική κι απόλυτη ισχύ και οι άνθρωποι πρέπει να μεταχειρίζονται τους εαυτούς τους και τους συνανθρώπους τους ως αυτοσκοπούς κι όχι ως μέσα για την επίτευξη κάποιου σκοπού. (Johnson R., Cureton A., Spring 2021 Edition)

Αυτό που έχει σημασία δεν είναι τόσο το ποια θα ήταν πράγματι η συνέπεια μιας ηθικά μη ορθής πράξης, το ότι δηλαδή θα προέκυπτε μεγαλύτερη κοινωνική βλάβη παρά ωφέλεια, αλλά μάλλον το ότι ένας ορθολογικός άνθρωπος δε θα μπορούσε να θελήσει να ζει σε μια κατάσταση κατάργησης ενός σημαντικού κοινωνικού θεσμού. (Anderson M., Anderson S.L., 2007)

Η θεωρία αυτή έχει κατηγορηθεί ότι αγνοεί τις συνέπειες των πράξεων και ότι είναι άκαμπτη και απόλυτη. (Anderson M., Anderson S.L., 2007)

Ηθική των αρετών

Κατά τη θεωρία των ηθικών αρετών, ο δρών συμπεριφέρεται ηθικά, αν και μόνο αν σκέφτεται και πράττει με βάση συγκεκριμένες ηθικές αρετές (Yu H., Shen Z., Miao C., Leung C., Lesser V. R., Yang Q., 2018).

Σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, οι ηθικές αρετές αποτελούν έξις, δηλαδή μόνιμα στοιχεία του χαρακτήρα. Έξις δημιουργούν οι συχνά επαναλαμβανόμενες όμοιες ενέργειες, οι οποίες επιλέγονται ελεύθερα και συνειδητά από το άτομο. Οι αρετές βρίσκονται στο μέσον, ανάμεσα σε δύο “κακίες”, η μία από την πλευρά της υπερβολής και η άλλη από την πλευρά της έλλειψης (Hursthouse R., Pettigrove G., Winter 2018 Edition). Αν για παράδειγμα εφαρμόσουμε την αριστοτελική αρχή της μεσότητας, οι αρετές αυτοπεποίθηση, θάρρος, γενναιοδωρία και φιλικότητα κυμαίνονται ανάμεσα στα εξής άκρα:

ανασφάλεια – αυτοπεποίθηση – υπεροψία

δειλία – θάρρος – ριψοκινδύνευση

φιλαργυρία – γενναιοδωρία – σπατάλη

εχθρικότητα – φιλικότητα – υπεροικειότητα

Επομένως, σε αυτή την περίπτωση, δεν μας ενδιαφέρουν τόσο οι πράξεις του ανθρώπου και το πως θα ενεργήσει σε κάθε περίπτωση, αλλά το τι είδους χαρακτήρα έχει και τι άνθρωπος είναι. Σημασία έχουν δηλαδή οι ιδιότητες του χαρακτήρα που πρέπει να διαθέτει κανείς, ώστε να πράττει ηθικά. (Anderson M., Anderson S.L., 2007)

Σε ότι αφορά τους έξυπνους πράκτορες, δεδομένου του ότι γενικά ενδιαφερόμαστε μόνο για τις ενέργειές τους, θα ήταν σκόπιμο να υιοθετηθεί μια προσέγγιση που επικεντρώνεται στο είδος των αρχών που πρέπει να ακολουθούν οι μηχανές για να συμπεριφέρονται ηθικά. (Anderson M., Anderson S.L., 2007)

ΚΕΦ.3: Αυτόνομα Οχήματα και Ηθική

3.1. Ζητήματα Ηθικής

3.1.1. Ασφάλεια

Η ασφάλεια είναι ο πιο σημαντικός τομέας των αυτόνομων οχημάτων. Θεμελιώδη ερωτήματα περιλαμβάνουν το από ποιούς ελέγχους ασφάλειας θα πρέπει να περνούν τα αυτόνομα οχήματα, τί προϋποθέσεις πρέπει να πληρούν και ποιες κατευθυντήριες γραμμές πρέπει να ακολουθούν ώστε να είναι ασφαλή. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018)

Υπάρχουν βέβαια πρότυπα που καθορίζουν τις προϋποθέσεις ασφάλειας για τα συμβατικά οχήματα, αλλά για τα αυτόματα οχήματα βρίσκονται ακόμη σε εξέλιξη, προκύπτοντας από νέες δοκιμές που γίνονται τώρα (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018). Παρόλο που στα αυτόματα οχήματα που παίρνουν από δοκιμές δεν σημειώνονται σοβαρά ατυχήματα, η συνολική απόσταση που έχει καλυφθεί με οδήγηση αυτόνομων οχημάτων είναι ακόμα σχετικά μικρή. Εκτός αυτού, τα οχήματα αυτά δοκιμάστηκαν μέχρι στιγμής μόνο σε περιορισμένες και λιγότερο απαιτητικές συνθήκες από τα συμβατικά οχήματα. (Schoettle B., Sivak M., 2015) Άρα τα αποτελέσματα των δοκιμών δεν είναι πάντα επαρκή κριτήρια για να διαπιστώνεται αν ένα όχημα είναι ασφαλές ή όχι (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018). Μία άλλη προσέγγιση που έχει προταθεί είναι το αυτοκίνητο να περνάει από εξετάσεις για δίπλωμα οδήγησης (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018).

Άλλα ερωτήματα αφορούν το αν ένας άνθρωπος θα μπορεί να παρεμβαίνει και να αναλαμβάνει τον έλεγχο του οχήματος σε κρίσιμες καταστάσεις και, αν ναι, κάτω από ποιες συνθήκες. Επίσης, αν ο ιδιοκτήτης του αυτόνομου οχήματος θα απαιτείται να έχει δίπλωμα οδήγησης, αν η αστυνομία θα έχει το δικαίωμα να παρεμβαίνει και με ποιόν ακριβώς τρόπο

όταν πρόκειται για αυτόνομα οχήματα. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018)

Σε ότι αφορά το πόσο ασφαλές είναι το λογισμικό των αυτόνομων οχημάτων, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η εξέλιξη του λογισμικού θα πραγματοποιείται σταδιακά, αφού τα οχήματα αρχίσουν να κυκλοφορούν σε πραγματικούς δρόμους. Σχετικά με το υλικό των αυτόνομων οχημάτων, υπάρχει προβληματισμός σχετικά με τις οικονομικές πτυχές και το κόστος. Ένα παράδειγμα είναι οι τιμές των ραντάρ λέιζερ σε σύγκριση με τις κάμερες ή τους υπερηχητικούς αισθητήρες. Τα ραντάρ λέιζερ είναι συγκριτικά πολύ πιο ακριβά, αλλά παρέχουν υψηλότερης ποιότητας δεδομένα σε διαφορετικές καιρικές συνθήκες. Οι υπερηχητικοί αισθητήρες ή οι κάμερες είναι λιγότερο ακριβείς και ευαίσθητοι σε κακές καιρικές συνθήκες όπως η βροχή. Η χρήση φθηνού εξοπλισμού μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένη λήψη αποφάσεων και μία λανθασμένη απόφαση μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια ανθρώπινων ζωών, άρα η επιλογή ενός φθηνών εξαρτημάτων δεν μπορεί να γίνει ηθικά αποδεκτή. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018)

3.1.2. Προστασία

Για τα αυτοκινούμενα οχήματα, η προστασία λογισμικού αποτελεί θεμελιώδη απαίτηση, αφού υπάρχει κίνδυνος επιθέσεων σε συστήματα οχημάτων και αισθητήρες (π.χ. LIDAR και GPS), που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της συμπεριφοράς τους. Ποτέ ένα όχημα δεν θα μπορεί να είναι εντελώς προφυλαγμένο από επιθέσεις, οπότε θα πρέπει να διερευνηθεί η πιθανότητα να υπάρχει ένα ελάχιστο όριο προστασίας για να επιτρέπεται η χρήση ενός οχήματος που οδηγεί αυτόνομα. Οδηγούμαστε έτσι σε ερωτήματα, όπως το πόσο ασφαλή πρέπει να είναι τα συστήματα και οι συνδέσεις των οχημάτων και το αν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται «μαύρα κουτιά» για τον προσδιορισμό του τι συνέβη μετά από ένα ατύχημα, όπως συμβαίνει με τα αεροσκάφη. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018)

Επίσης προκύπτουν επιφυλάξεις σχετικά με ζητήματα ασφαλείας και ενημερώσεις λογισμικού. Αυτές αφορούν το αν πρέπει να επιτρέπεται σε ένα όχημα να οδηγεί, όταν δεν διαθέτει την τελευταία έκδοση λογισμικού, τι θα συμβαίνει με τυχόν σφάλματα στο νέο λογισμικό και αν θα πρέπει το όχημα να είναι διασυνδεδεμένο ή να αποσυνδεθεί εντελώς από το δίκτυο για να είναι ασφαλές. Από τη μία πλευρά, πιο ασφαλές από επιθέσεις είναι το σύστημα που είναι αποσυνδεδεμένο από το δίκτυο. Από την άλλη πλευρά, θα ήταν ανήθικο να μην φορτωθεί αμέσως νέο λογισμικό ή μια νέα έκδοση λογισμικού στο όχημα, ιδιαίτερα εάν η νέα ενημέρωση αναμένεται να διορθώσει σημαντικά προβλήματα, που ενδέχεται να θέσουν σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές. Προκειμένου να καταστεί δυνατή η μαζική ενημέρωση λογισμικού, απαιτείται συνδεσιμότητα. Άλλωστε, τα διασυνδεδεμένα οχήματα θα έχουν και τη δυνατότητα να λαμβάνουν πληροφορίες από άλλα συστήματα που θα ενισχύουν την κατανόηση του γύρω περιβάλλοντος (για παράδειγμα από έξυπνες εγκαταστάσεις σε μία έξυπνη πόλη), πράγμα που τα καθιστά λιγότερο επιρρεπή σε λάθη. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018)

3.1.3. Απόρρητο

Η χρήση πληροφοριών από το αυτόνομο όχημα προκειμένου να ληφθούν οι αποφάσεις, μπορεί να συνεπάγεται παραβίαση της προστασίας των προσωπικών δεδομένων και του απορρήτου. Για παράδειγμα, η χρήση αισθητήρων για ανίχνευση εμποδίων, που βασίζεται σε οπτικές πληροφορίες, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι παραβιάζει το απόρρητο, αν φωτογραφίες ενός πεζού καταγράφονται και διανέμονται χωρίς τη συγκατάθεσή του. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018)

Έτσι προκύπτουν ερωτήματα σχετικά με το πόσα δεδομένα είναι θεμιτό να συλλέγει το όχημα για τη σωστή λειτουργία του συστήματος λήψης αποφάσεων (απλώς τη θέση του ατόμου ή και παραπάνω πληροφορίες όπως τον αριθμό τηλεφώνου, τον τραπεζικό λογαριασμό, τις πιστωτικές κάρτες, τα προσωπικά στοιχεία ή τα δεδομένα υγείας), αν τα δεδομένα θα είναι ανώνυμα, ποιος θα έχει πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα και πόσο καιρό θα διατηρούνται. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018)

Επιπλέον, ανίχνευση μπορεί να πραγματοποιείται και με σήματα που εκπέμπουν τα αντικείμενα ή οι πεζοί. Μία δυνατότητα είναι η χρήση σημάτων που εκπέμπουν συσκευές που μεταφέρουν οι άνθρωποι. Ωστόσο, κάποιο άτομο θα μπορούσε να μην διαθέτει τέτοια συσκευή. Έτσι προκύπτει ο προβληματισμός, αν αυτοί οι άνθρωποι θα ήταν πιο πιθανό να χτυπηθούν από ένα αυτόνομο όχημα, λόγω του ότι το όχημα δεν διαθέτει επαρκή δεδομένα για αυτούς. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018)

3.1.4. Εμπιστοσύνη

Η εμπιστοσύνη είναι ένα ζήτημα που σχετίζεται με διάφορες πτυχές των αυτοκινούμενων οχημάτων κι όχι μόνο με την οδήγησή τους. Για παράδειγμα, κατά το στάδιο παραγωγής του οχήματος, όταν αυτό συναρμολογείται, η εμπιστοσύνη είναι η απαίτηση που αφορά τόσο στο υλικό όσο και στο λογισμικό. Μπορεί ο χρήστης να είναι αυτός που καθορίζει, πού επιθυμεί να πάει το όχημα, αλλά το όχημα θα πάρει τελικά τις αποφάσεις για το πώς θα φτάσει εκεί, ακολουθώντας συγκεκριμένους κανόνες, επομένως η εμπιστοσύνη είναι κρίσιμη. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018)

Το αυτόνομο όχημα χρησιμοποιεί πληροφορίες κυκλοφορίας και δεδομένα πλοήγησης, για τον υπολογισμό της διαδρομής, επομένως αυτές οι πηγές δεδομένων (π.χ. GPS, δεδομένα χαρτών, εξωτερικές συσκευές, άλλα οχήματα) πρέπει να είναι αξιόπιστες. Όσον αφορά τους αισθητήρες και γενικά το υλικό του οχήματος, πρέπει επίσης να είναι αξιόπιστα. Υπάρχει προβληματισμός για το πώς είναι δυνατόν να υπάρξει εμπιστοσύνη, όταν εμπλέκονται τόσα διαφορετικά συστήματα. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018)

3.1.5. Διαφάνεια

Η διαφάνεια είναι κεντρικής σημασίας για πολλές από τις προκλήσεις που έχουν ήδη αναφερθεί. Χωρίς διαφάνεια κανένας από τους παράγοντες που αναφέρθηκαν παραπάνω δεν

θα μπορούσε να αναλυθεί, διότι οι σημαντικές πληροφορίες για τη λειτουργία του οχήματος θα έλειπαν. Η διασφάλιση της διαφάνειας αποτελεί συνδυαστική πρόκληση, αφού πολλοί τομείς εμπλέκονται σε αυτή (πνευματικά δικαιώματα, εταιρικά μυστικά, θέματα ασφάλειας). Ιδιαίτερα αν αναλογιστεί κανείς ότι το οικοσύστημα ανάπτυξης αυτοκινήτων περιλαμβάνει πολλές διαφορετικές εταιρείες που ενεργούν ως προμηθευτές παράγοντας στοιχεία λογισμικού και υλικού, θα πρέπει να καθοριστεί το αν πρέπει ολόκληρο το οικοσύστημα να είναι διαφανές ή όχι, πόσες πληροφορίες πρέπει να γνωστοποιούνται και σε ποιόν και πώς μπορεί να διαχειριστεί κανείς τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018)

3.1.6. Αξιοπιστία

Στα αυτοκινούμενα οχήματα υπάρχουν διαφορετικά επίπεδα που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για λόγους αξιοπιστίας. Για παράδειγμα η διάγνωση του οχήματος που ενδέχεται να παρουσιάσει βλάβες, οι αισθητήρες του οχήματος, που επιτρέπουν στο όχημα να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον του και τα δεδομένα που προέρχονται από εξωτερικές οντότητες, όπως άλλα οχήματα και οδικές υποδομές, είναι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνουν υπόψη οι προσεγγίσεις αξιοπιστίας. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018)

Βασικά ερωτήματα σε αυτό τον τομέα αφορούν την αξιοπιστία του δικτύου κινητής τηλεφωνίας, το τι θα συμβεί αν δεν υπάρχει διαθέσιμο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας ή αν οι αισθητήρες του οχήματος αστοχήσουν. Επίσης αν θα πρέπει να υπάρχει πλεονασμός για όλα τα τμήματα του υλικού του οχήματος σε περίπτωση αστοχίας αυτών και αν χρειάζεται να υπάρχει ένα όριο, που καθορίζει πότε το αυτοκίνητο είναι αξιόπιστο και πότε όχι (όταν αποτυγχάνουν δύο στους τέσσερις αισθητήρες για παράδειγμα). (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018)

3.1.7. Ευθύνη

Στα πλήρως αυτόνομα οχήματα η προσοχή του ανθρώπου-οδηγού δεν είναι απαραίτητη κατά την οδήγηση. Κατά συνέπεια, θα ήταν λανθασμένο να υποθέσουμε ότι ένα ατύχημα συνέβη λόγω αμέλειας του ανθρώπου-οδηγού, εάν αυτό προκύψει κατά τη διάρκεια της αυτοματοποιημένης φάσης της οδήγησης. (Lohmann M.F., 2016)

Προς το παρόν, μόνο ένα μικρό μέρος των ατυχημάτων προκαλείται από τεχνικά ελαττώματα και ένα μεγάλο μέρος αυτών οφείλεται στην κακή συντήρηση του συμβατικού οχήματος από τον κάτοχο του οχήματος. Έτσι μπορεί να αποδοθεί στον ιδιοκτήτη μέρος ή το σύνολο της ευθύνης για την επακόλουθη σύγκρουση. Ωστόσο, στο μέλλον, τα οδικά ατυχήματα που προκαλούνται από αυτόνομα οχήματα θα οφείλονται μάλλον σε ελαττωματικό προϊόν, καθώς η λανθασμένη ή μη συμπεριφορά του οδηγού δεν θα μπορεί πλέον να θεωρηθεί αιτία ατυχήματος. Σφάλματα προγραμματισμού ή αστοχίες του συστήματος θα προκαλούν δυσλειτουργίες των αυτοκινούμενων οχημάτων, συνεπώς ενδέχεται να εμπλέκονται πολλές ομάδες, που μπορεί να θεωρηθούν υπεύθυνες. (Lohmann M.F., 2016)

Ο παραδοσιακός τρόπος απόδοσης ευθυνών σε ατυχήματα γίνεται ακόμη πιο προβληματικός στην περίπτωση που τα αυτοκινούμενα οχήματα είναι εξοπλισμένα με σύστημα μηχανικής μάθησης, αποκτούν σταδιακά περαιτέρω γνώσεις και δεξιότητες καθώς λαμβάνουν αποφάσεις και μαθαίνουν από τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος στο οποίο κινούνται. Σε αυτήν την περίπτωση, το να επιρρίψει κανείς ευθύνες συνιστά ακόμη μεγαλύτερη πρόκληση. (Lohmann M.F., 2016)

Λόγω των παραπάνω, αναμένεται στο μέλλον να παρατηρηθεί μία μετατόπιση της ευθύνης από τον ιδιοκτήτη στον κατασκευαστή του οχήματος. Για τα αυτοματοποιημένα συστήματα οδήγησης, ένας ασφαλής σχεδιασμός θα είναι υψίστης σημασίας. Βέβαια ακόμη και ένας προσεκτικός σχεδιασμός αυτοματοποιημένων συστημάτων οδήγησης δεν μπορεί να εξαλείψει πλήρως την αναξιопιστία του λογισμικού. Ωστόσο, παρόλη την εγγενή αναξιопιστία, ένας ιδιοκτήτης οχήματος δικαιούται να αποκτήσει ένα ασφαλές προϊόν και, κατά συνέπεια, μπορεί να θεωρήσει τον κατασκευαστή του οχήματος υπεύθυνο για μια συντριβή που προκλήθηκε

λόγω σφάλματος λογισμικού στο αυτόνομο σύστημα. Ο κατασκευαστής από την πλευρά του, μπορεί να ελαχιστοποιήσει την ευθύνη του χρησιμοποιώντας την πιο σύγχρονη τεχνολογία όταν σχεδιάζει το προϊόν, κάνοντας τακτικές ενημερώσεις λογισμικού, διορθώνοντας σφάλματα και εφαρμόζοντας εκτεταμένες διαδικασίες δοκιμών, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η ασφάλεια. Από αυτή την άποψη, τα πρότυπα ασφαλείας για τα αυτοματοποιημένα οχήματα θα είναι απαραίτητα. (Lohmann M.F., 2016)

3.1.8. Διαδικασία Διασφάλισης Ποιότητας

Είναι σημαντικό να είναι διασφαλισμένη η υψηλή ποιότητα εξαρτημάτων για το αυτόνομο όχημα. Το ερώτημα είναι πώς μπορεί να διασφαλιστεί συνολικά η ποιότητα του προϊόντος και τι θα συμβεί σχετικά με τη διάρκεια ζωής των εξαρτημάτων, δηλαδή πώς θα οργανωθεί η συντήρησή τους. Επιπλέον μας απασχολεί το πώς θα μπορούσε κανείς να βεβαιωθεί ότι το όχημα θα ακολουθήσει μια συγκεκριμένη ηθική εντολή, στην περίπτωση που οι κατασκευαστές οχημάτων ακολουθούν μια μη διαφανή διαδικασία μηχανικής λογισμικού και ποιος θα έχει την ευθύνη, ώστε το λογισμικό των οχημάτων να ακολουθεί ηθικές αρχές. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018)

Ένα μέρος της διαδικασίας διασφάλισης ποιότητας αφορά τη συναρμολόγηση εξαρτημάτων. Όλα τα μέρη ενός οχήματος σχεδιάζονται, κατασκευάζονται και στη συνέχεια συναρμολογούνται στο συνολικό αυτοκίνητο. Ένα τυπικό μη αυτόνομο όχημα σήμερα διαθέτει περισσότερες από 100 ηλεκτρονικές μονάδες ελέγχου που είναι υπεύθυνες για τον έλεγχο π.χ. του κινητήρα, των υαλοκαθαριστήρων, του συστήματος πλοήγησης ή του ταμπλό. Αναμένεται ότι στα αυτόνομα οχήματα ο αριθμός θα αυξηθεί. Τα ανταλλακτικά δεν κατασκευάζονται συνήθως από έναν, αλλά από ένα πλήθος προμηθευτών. Αυτό απαιτεί μια εκτεταμένη διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης, η οποία περιλαμβάνει και πάλι διάφορους κλάδους, όπως μηχανικές απαιτήσεις, μηχανική λογισμικού ή διαχείριση έργων. Είναι μια συνολική εκτεταμένη διαδικασία που εμπεριέχει ηθικά ερωτήματα και προκλήσεις. Επομένως, είναι απαραίτητο να συμπεριληφθούν ηθικές συζητήσεις στη συνολική διαδικασία αλλά και σε όλες τις δευτερεύουσες διαδικασίες. Η λήψη αποφάσεων με γνώμονα την ηθική σε όλες τις

διαδικασίες μπορεί να συμβάλει στη λήψη ηθικά αιτιολογημένων αποφάσεων. Αυτό είναι σημαντικό όταν πρόκειται για ερωτήματα, όπως ποιά ανταλλακτικά/ εξαρτήματα χρησιμοποιούνται για ένα αυτοκινούμενο όχημα και αν η αξιοπιστία τους είναι επαρκώς υψηλή για ένα όχημα. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P., 2018)

3.2. Δίλημμα του βαγονιού

Ένα καλό σημείο για να ξεκινήσει η διερεύνηση των ηθικών διαστάσεων των αυτόνομων οχημάτων είναι το λεγόμενο «δίλημμα του βαγονιού» στη φιλοσοφία. Στην αρχική του εκδοχή το δίλημμα είναι ουσιαστικά ένα νοητικό πείραμα που διατυπώνεται ως εξής (De Freitas J., Censi A., Di Lillo L., Anthony S.E., Frazzoli E., 2020):

«Ένα βαγόνι πρόκειται να χτυπήσει πέντε ανυποψίαστους εργάτες στις ράγες, εκτός κι αν το εκτρέψουμε, οπότε θα αλλάξει ράγες και θα χτυπήσει μόνο έναν εργάτη. Ποιά ενέργεια θα ήταν πιο ορθή ηθικά, να το εκτρέψουμε ή όχι;»

Τέτοια νοητικά πειράματα με τη μορφή ηθικών διλημμάτων σχεδιάζονται για να αντιπαραβάλλουν διαφορετικές θεωρίες ηθικής και για να μελετηθεί ο μηχανισμός, με τον οποίο οι άνθρωποι πραγματοποιούν ηθικές κρίσεις (De Freitas J., Censi A., Di Lillo L., Anthony S.E., Frazzoli E., 2020). Με επέκταση λοιπόν αυτού του νοητικού πειράματος και για τα έξυπνα οχήματα, που αργά ή γρήγορα θα χρειαστεί να αντιμετωπίσουν παρόμοιες καταστάσεις, έχει διατυπωθεί το «δίλημμα του αυτόνομου οχήματος» που, σύμφωνα με τους Holstein T., Dodig-Crnkovic G. (2018), διατυπώνεται ως εξής:

«Ένα αυτόνομο όχημα οδηγεί σε έναν δρόμο με υψηλή ταχύτητα. Μπροστά από το όχημα μια ομάδα ανθρώπων ξαφνικά μπλοκάρει το δρόμο. Η ταχύτητα του οχήματος είναι πολύ μεγάλη για να σταματήσει πριν φτάσει στην ομάδα. Εάν το όχημα δεν αντιδράσει αμέσως, ολόκληρη η ομάδα θα σκοτωθεί. Ωστόσο, το αυτοκίνητο θα μπορούσε να αποφύγει την ομάδα μπαίνοντας στον πεζόδρομο και κατά συνέπεια να σκοτώσει έναν προηγουμένως μη εμπλεκόμενο πεζό.»

Για το δίλημμα αυτό έχουν επίσης προταθεί οι ακόλουθες παραλλαγές: (Α) Αντικατάσταση του πεζού με έναν τσιμεντένιο τοίχο, ο οποίος κατά συνέπεια θα σκοτώσει τον επιβάτη του αυτοκινούμενου οχήματος. (Β) Διαφοροποίηση των εμπλεκόμενων στο ατύχημα προσώπων, δηλαδή των πεζών ή του επιβάτη. Η χρήση διαφορετικών προσωπικοτήτων επιτρέπει τη συμπερίληψη μιας συναισθηματικής πλευράς στο δίλημμα, για παράδειγμα αν υποθέσουμε ότι ο πεζός είναι παιδί, συγγενής του επιβάτη, πολύ ηλικιωμένος ή πολύ άρρωστος άνθρωπος ή ένας βάνουσος δικτάτορας, που σκότωσε χιλιάδες ανθρώπους κ.λπ. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., 2018)

Ωστόσο, έχουν διατυπωθεί και ενστάσεις αναφορικά με την αποτελεσματικότητα τέτοιων διλημμάτων. Σε αυτές τις ενστάσεις συμπεριλαμβάνεται η άποψη, ότι σε πραγματικές συνθήκες σπανίως τα οχήματα στους δρόμους έχουν να αντιμετωπίσουν μόνο δύο εναλλακτικές, αλλά οι δυνατές ενέργειες είναι περισσότερες και πιο περίπλοκες. Επιπλέον, τα διλήμματα αυτά δεν θεωρούνται ρεαλιστικά. Υποστηρίζεται ότι δεν είναι δυνατόν τα αυτόνομα οχήματα να έχουν αρκετό έλεγχο ώστε να επιλέξουν ποιον να σώσουν, αλλά ταυτοχρόνως να μην μπορούν να αποφύγουν το ατύχημα εντελώς. Τα διλήμματα αντιμετωπίζονται επίσης ως απλουστευτικά, αφού αγνοούν νομικές πτυχές και παράγοντες, όπως το ποιος φέρει την ευθύνη για το ατύχημα. (De Freitas J., Censi A., Di Lillo L., Anthony S.E., Frazzoli E., 2020)

Στο μέλλον, με την εξέλιξη των συστημάτων έξυπνων μεταφορών (Intelligent Transport Systems) και του διαδικτύου των πραγμάτων (Internet of Things), τα αυτόνομα οχήματα θα συνδυάζουν δεδομένα από το εσωτερικό τους με δεδομένα που προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον (άλλα οχήματα, δρόμος, πινακίδες αλλά και το cloud). Σε μια έξυπνη πόλη θα είναι δυνατές λειτουργικότητες όπως ο έξυπνος έλεγχος κυκλοφορίας και η οδήγηση σε φάλαγγα οχημάτων. Κι ενώ σε μια έξυπνη πόλη το αυτόνομο όχημα θα μπορεί να αποκτά λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον του και να επιλέγει τη λύση με το βέλτιστο αποτέλεσμα που μεγιστοποιεί την ωφέλεια ή/ και ελαχιστοποιεί τη ζημιά, πρέπει να αναλογιστεί κανείς ότι μέχρι όλες οι πόλεις να μετατραπούν σε έξυπνες πόλεις, τα αυτόνομα οχήματα που θα συμμετέχουν στην κυκλοφορία θα πρέπει να αλληλεπιδρούν με οδηγούς-ανθρώπους. Ένα αυτόνομο όχημα δεν μπορεί να συνδεθεί με ένα συμβατικό όχημα. Αυτή η

κατάσταση είναι προβληματική, αφού για παράδειγμα οι αισθητήρες των αυτόνομων οχημάτων δεν είναι ακόμη σε θέση να μετρήσουν τον αριθμό των επιβατών μέσα σε ένα άλλο όχημα. Αυτό σημαίνει ότι τα άλλα οχήματα θα έπρεπε με κάποιον τρόπο να στέλνουν πληροφορίες για τον αριθμό των ατόμων τους σε όλα τα γύρω οχήματα, κάτι που τα παραδοσιακά οχήματα δεν μπορούν να κάνουν. Το ίδιο πρόβλημα υπάρχει για κτίρια ή περιοχές που οι αισθητήρες ενδέχεται να μην μπορούν να καλύψουν σωστά. Το μικτό περιβάλλον οχημάτων (έξυπνων και μη) ή και τοποθεσιών (με και χωρίς έξυπνες υποδομές) σημαίνει δηλαδή ότι η λήψη αποφάσεων δεν υφίσταται, εφόσον δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα. Εκτός αυτού, η τεχνολογία των αισθητήρων και η απόσταση από κάποιο αντικείμενο επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της ανίχνευσης εμποδίων από τους αισθητήρες. Οι αισθητήρες για παράδειγμα μπορεί να μην είναι σε θέση να διακρίνουν έναν πραγματικό άνθρωπο από κάποιο άλλο αντικείμενο με παρόμοιο σχήμα ή μπορεί να συμπεραίνουν το μέγεθος δύο ομάδων ανθρώπων με βάση τον όγκο του χώρου που καταλαμβάνουν και όχι με βάση τον πραγματικό αριθμό ατόμων. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., 2018)

Εκτός από τα παραπάνω, οι ερωτήσεις που θέτουν τα διλήμματα περιλαμβάνουν περιορισμένο αριθμό πιθανών λύσεων, που όλες τους είναι ηθικά αμφίβολες. Επιλογή εναλλακτικής λύσης μπορεί να γίνει με βάση κάποια από τις θεωρίες που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Για παράδειγμα, ακολουθώντας τη δεοντολογική ηθική όλες οι εναλλακτικές επιλογές είναι λανθασμένες, αφού ο ηθικός κανόνας χαρακτηρίζει το να βλάπτεις τους άλλους ανθρώπους ή τον εαυτό σου ως ανήθικο. Αν κανείς από την άλλη επιθυμούσε να ακολουθήσει τη θεωρία του ωφελιμισμού, θα επέλεγε την εναλλακτική που επιτρέπει να σωθεί ο μεγαλύτερος δυνατός αριθμός ατόμων. Ωστόσο κρίνεται εσφαλμένο το να εξαναγκάζονται οι άνθρωποι να λάβουν τέτοιες αποφάσεις μέσω των νοητικών αυτών πειραμάτων. Για το λόγο αυτό το πρόβλημα του βαγονιού θεωρείται πολλές φορές, πως αποτελεί γενικά μια εσφαλμένη προσέγγιση που επικεντρώνει την προσοχή στη λάθος πλευρά του ζητήματος των ατυχημάτων με αυτόνομα οχήματα. Η έρευνα δεν θα έπρεπε να εστιάζει στο ποιος θα χάσει τη ζωή του, αλλά στο πώς να μη χαθεί καμία ζωή, δηλαδή στην εξ ολοκλήρου αποφυγή του ατυχήματος. Η αναζήτηση λύσεων για τη λήψη αποφάσεων των οχημάτων με βάση την ηθική έρευνα, όπως το να αγνοούμε ότι όλοι οι άνθρωποι είναι ίσοι,

μπορεί να οδηγήσει μόνο σε μη βέλτιστες, ίσως και ανήθικες, λύσεις. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., 2018)

Ίσως ο πιο σοβαρός προβληματισμός εναντίον των διλημμάτων αυτών σχετίζεται με το γεγονός, ότι αυτά περιλαμβάνουν την υπόθεση πως κάποιος θα επιβιώσει και κάποιος θα σκοτωθεί με κριτήρια που αγνοούν ότι όλοι οι άνθρωποι είναι ίσοι. Στην απλούστερη περίπτωση γίνεται σύγκριση μεταξύ διαφορετικού αριθμού ατόμων, αλλά πολλά σενάρια εξετάζουν τη λήψη απόφασης με βάση την ηλικία, το φύλο ή την κοινωνική κατάταξη των ανθρώπων. Η άποψη αυτή κατά των διλημμάτων έχει ήδη επικρατήσει σε κάποιες χώρες. Για παράδειγμα στη Γερμανία έχει αποφασιστεί ότι δεν θα επιτρέπεται η διαφοροποίηση με βάση την ηλικία, την κοινωνική κατάσταση και άλλα χαρακτηριστικά του ατόμου που προκύπτουν από τα προσωπικά του δεδομένα. Η επιτροπή δεοντολογίας για αυτόνομη οδήγηση έχει ορίσει ότι όλες οι ανθρώπινες ζωές έχουν ίδια αξία. Άλλωστε, αν για τη λήψη αποφάσεων στα αυτόνομα οχήματα χρειαζόταν να ληφθούν υπόψη χαρακτηριστικά που αφορούν προσωπικά στοιχεία, θα ανέκυπτε και πρόβλημα προστασίας της ιδιωτικής ζωής και των προσωπικών δεδομένων, αφού ένα όχημα θα απαιτούσε πρόσβαση σε προσωπικά δεδομένα όλων των ανθρώπων, συμπεριλαμβανομένων ιατρικών αρχείων, αστυνομικών αρχείων και ούτω καθεξής. (Holstein T., Dodig-Crnkovic G., 2018)

Σε κάθε περίπτωση, τα νοητικά αυτά πειράματα δεν έχουν στην πραγματικότητα σκοπό να εξετάσουν κάθε πτυχή ενός οδικού ατυχήματος, αλλά να δώσουν έμφαση μόνο σε ηθικές πλευρές, προκειμένου να διερευνηθεί το ποιες συμπεριφορές ενός οχήματος σε ακραίες καταστάσεις γίνονται αποδεκτές από το ευρύ κοινό. Κατά τα νοητικά πειράματα αυτά ζητείται από τους συμμετέχοντες να λάβουν την απόφαση εκ μέρους του αυτόνομου οχήματος για το ποιος θα σωθεί στο ατύχημα. Έτσι, αναδεικνύονται απόψεις καθολικού χαρακτήρα, οι οποίες θα μπορούσαν να δώσουν μία λύση στο πρόβλημα των κανόνων ηθικής, βάσει των οποίων θα μπορούσαν να προγραμματίζονται στο μέλλον τα αυτόνομα οχήματα. Αυτός ο σκοπός όμως επιτυγχάνεται καλύτερα αν τα διλήμματα είναι πιο απλά διατυπωμένα, έστω κι αν αυτό σημαίνει ότι γίνονται λιγότερο ρεαλιστικά. Πρέπει να αναλογιστεί κανείς ότι οι μη ειδικοί στην τεχνητή νοημοσύνη ή στην ηθική φιλοσοφία, αποτελούν την πλειοψηφία και είναι οι μελλοντικοί αγοραστές των αυτόνομων οχημάτων. Επομένως, είναι σημαντικό να βρεθεί ένας

τρόπος επικοινωνίας μεταξύ επιστημόνων και ευρέως κοινού, πράγμα που καθιστά την απλότητα των νοητικών αυτών πειραμάτων ένα θετικό στοιχείο. Εκτός αυτού, τα διλήμματα καταφέρνουν να προσελκύουν την προσοχή του κοινού στην ηθική των αυτόνομων οχημάτων, πράγμα που είναι επιθυμητό, αφού πρόοδος σε κάποιον τομέα μπορεί να επέλθει μόνο αν υπάρχει και το ανάλογο ενδιαφέρον. (De Freitas J., Censi A., Di Lillo L., Anthony S.E., Frazzoli E., 2020)

3.2.1 Αποκρίσεις στο Δίλημμα του Αυτόνομου Οχήματος

Σύμφωνα με τη μελέτη των Gao Z., Sun Y., Hu H., Zhang T., Fei Gao F. (2020), μέσω έρευνας που πραγματοποιήθηκε σε προσομοιωτή αυτόνομου οχήματος με συμμετέχοντες από το πανεπιστήμιο του Jilin στην Κίνα, διαπιστώθηκε ότι οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες ήθελαν να ελαχιστοποιήσουν τον συνολικό αριθμό ανθρώπων που θα βλάπτονταν σε οδικό ατύχημα. Μπορεί να εξαχθεί επίσης το συμπέρασμα, ότι οι περισσότεροι οδηγοί δεν εξετάζουν μόνο τη δική τους ασφάλεια, αλλά και την ασφάλεια των πεζών, αφού επέλεξαν πρόσκρουση σε εμπόδιο, προκειμένου να αποφύγουν τους πεζούς. Η επιλογή της πρόσκρουσης σε εμπόδια για την προστασία ενός πεζού μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως ένας τρόπος για να ελαχιστοποιηθεί η συνολική βλάβη που προκαλείται.

Η έρευνα των Bigman Y.E., Gray K. (2020) διεξήχθη στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και στο Ηνωμένο Βασίλειο και έδειξε, ότι οι άνθρωποι προτιμούν να σωθεί μία γυναίκα έναντι ενός άνδρα, ένα νεότερο σε ηλικία άτομο έναντι ενός μεγαλύτερου, ένα άτομο με καλή φυσική κατάσταση έναντι ατόμου με κακή φυσική κατάσταση, ένα άτομο υψηλότερης κοινωνικής τάξης έναντι ατόμου χαμηλότερης κοινωνικής τάξης, ένα νομοταγές άτομο έναντι ενός παραβατικού ατόμου. Επίσης, οι συμμετέχοντες στην έρευνα θα επέλεγαν να σωθεί ο μεγαλύτερος δυνατός αριθμός ατόμων και επιπλέον θα έσωζαν τους πεζούς παρά τους επιβάτες του οχήματος. Με την προσθήκη μιας τρίτης επιλογής, που επέτρεπε την ισότιμη αντιμετώπιση των δύο εμπλεκόμενων ομάδων τις οποίες αφορούσε το δίλημμα,

παρατηρήθηκε ότι η συντριπτική πλειοψηφία επέλεγε αυτή την επιλογή, αποκαλύπτοντας ότι το ευρύ κοινό επιθυμεί τα αυτόνομα οχήματα να αντιμετωπίζουν τους ανθρώπους ισότιμα.

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της έρευνας του Tripat G. (2020), που έδειξαν ότι οι άνθρωποι αναμένουν ηθικές προδιαγραφές από ένα αυτόνομο όχημα, διαφορετικές συγκριτικά με την ηθική συμπεριφορά που αναμένουν από τον εαυτό τους. Λόγω της μεταβολής στην απόδοση ευθυνών, τα αυτόνομα οχήματα φαίνεται ότι μετατόπισαν τις ηθικές αρχές των ανθρώπων προς το προσωπικό συμφέρον. Δηλαδή, όταν πρόκειται για συμβατικά οχήματα, κυριαρχεί η ηθική διαίσθηση του να μην βλάπτει κανείς τους άλλους. Έτσι οι περισσότεροι θα επέλεγαν να αποφύγουν να βλάψουν πεζό. Αντίθετα, στην περίπτωση αυτόνομου οχήματος, ο έλεγχος των ενεργειών του οχήματος από τον άνθρωπο-οδηγό είναι περιορισμένος, οπότε και η ευθύνη για τυχόν επιβλαβείς συνέπειες μπορεί να αποδοθεί στο αυτόνομο όχημα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να είναι δυνατή η διασφάλιση αυτοπροστασίας του επιβάτη με ταυτόχρονη απαλλαγή από το ηθικό κόστος της βλάβης σε κάποιον πεζό. Επομένως, αναμένεται ότι οι περισσότεροι άνθρωποι θα ήταν πρόθυμοι να επιλέξουν η βλάβη να προκληθεί στον πεζό, όταν πρόκειται για αυτόνομο όχημα. Ωστόσο, αυτή η μετατόπιση των ηθικών αρχών παρατηρείται μόνο όταν διακυβεύεται μόνο μια ζωή ή όταν πρόκειται για ενήλικο πεζό που πρόκειται να τραυματιστεί.

Συνολικά αναμένεται ότι (Tripat G. 2020):

- Ένα υψηλότερο ποσοστό ατόμων θα είναι πρόθυμο να επιλέξει βλάβη σε έναν πεζό όταν πρόκειται για αυτόνομο όχημα, σε σύγκριση με ένα συμβατικό όχημα, όπου θα ήταν ο άνθρωπος υπεύθυνος των αποφάσεων.
- Η βλάβη σε έναν πεζό θα γίνεται αντιληπτή ως πιο επιτρεπτή από τον οδηγό με ένα αυτόνομο όχημα σε σύγκριση με το να λαμβανόταν η ίδια απόφαση σε ένα συμβατικό όχημα.
- Η αυξημένη επιτρεπτότητα βλάβης σε έναν πεζό με το αυτόνομο όχημα να λαμβάνει τις αποφάσεις (αντί για τον επιβάτη) θα ενισχύεται καθώς η αντιληπτή ευθύνη για συνέπειες στον επιβάτη (αντί για το όχημα) μειώνεται.

Λόγω των διαφορετικών αποτελεσμάτων από έρευνα σε έρευνα, εξετάζεται το ενδεχόμενο τα αυτόνομα οχήματα να προγραμματίζονται με διαφορετικούς ηθικούς κανόνες ανάλογα με τη χώρα, αφού από χώρα σε χώρα υπάρχουν πολιτισμικές διαφορές και επομένως διαφοροποιήσεις στις προτιμήσεις των ανθρώπων (Li G., Li Y., Gao Z., Chen F., 2019).

ΚΕΦ.4: Έρευνα

Υπάρχουν τρεις κύριες μέθοδοι προγραμματισμού των αυτόνομων οχημάτων (Luzuriaga M., Heras A., Kunze O., 2019):

- 1) Με χρήση προϋπαρχόντων (a priori) ηθικών κανόνων βασισμένων στη φιλοσοφία. Αυτή η προσέγγιση είναι προβληματική, αφού δεν υπάρχει ομοφωνία μεταξύ των ηθικών φιλοσόφων σχετικά με το τι είναι ηθικό.
- 2) Με χρήση κανόνων που το ευρύ κοινό θεωρεί κατάλληλους και αποδεκτούς, ώστε να αποφευχθεί η κοινωνική κατακραυγή σε περίπτωση οδικού ατυχήματος. Η προσέγγιση αυτή ονομάζεται *ex situ*. Με βάση την *ex situ* προσέγγιση χρειάζεται δηλαδή να ερωτηθούν οι άνθρωποι (μέσω ερωτηματολογίων ή συνεντεύξεων), πώς οι ίδιοι θα προγραμματίζουν ένα αυτόνομο όχημα.
- 3) Με χρήση κανόνων που προκύπτουν από παρατήρηση της συμπεριφοράς πραγματικών οδηγών. Η προσέγγιση αυτή ονομάζεται *in situ*. Προκειμένου να πραγματοποιηθούν παρατηρήσεις και να εξαχθούν συμπεράσματα με αυτή την προσέγγιση, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν προσομοιωτές αυτόνομων οχημάτων, δεδομένου του ότι τα οχήματα αυτά δεν βρίσκονται ακόμη σε κυκλοφορία.

Η παρούσα έρευνα ακολουθεί την δεύτερη προσέγγιση (*ex situ*). Σκοπός της έρευνας είναι η διερεύνηση των απόψεων των κατοίκων του ελλαδικού χώρου, σχετικά με το ποιες συμπεριφορές αυτόνομων οχημάτων σε κρίσιμες καταστάσεις και οδικά ατυχήματα γίνονται αποδεκτές. Στην δεύτερη ενότητα έγινε λόγος για τη σημασία της αποδοχής της τεχνητής νοημοσύνης από τους ανθρώπους. Η παρούσα έρευνα στοχεύει λοιπόν στην ανάδειξη απόψεων καθολικού χαρακτήρα των μελλοντικών αγοραστών αυτόνομων οχημάτων, οι οποίες θα μπορούσαν να δώσουν μία λύση στο πρόβλημα επιλογής κανόνων ηθικής, βάσει των οποίων θα προγραμματίζονται στο μέλλον τα αυτόνομα οχήματα στην Ελλάδα. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω μιας σειράς νοητικών πειραμάτων, στα οποία ζητείται από τους

συμμετέχοντες να λάβουν την απόφαση εκ μέρους του αυτόνομου οχήματος για τη συμπεριφορά κατά το οδικό ατύχημα.

Τα ερευνητικά ερωτήματα, στα οποία αφορά η έρευνα είναι τα εξής:

- Ποιος θεωρείται υπεύθυνος σε περίπτωση ατυχήματος με αυτόνομο όχημα στην Ελλάδα.
- Πώς αντιδρούν οι άνθρωποι σε διαφορετικά σενάρια του διλήμματος του αυτόνομου οχήματος στην Ελλάδα.
- Αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας του συμμετέχοντα και της ηλικίας του ανθρώπου, που ο συμμετέχων επιλέγει να σώσει σε περίπτωση τροχαίου.
- Αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του φύλου του συμμετέχοντα και του φύλου του ανθρώπου, που ο συμμετέχων επιλέγει να σώσει σε περίπτωση τροχαίου.

4.1. Μεθοδολογία

Πραγματοποιήθηκε ποσοτική έρευνα με αυτοσυμπληρούμενα ερωτηματολόγια 24 κλειστών ερωτήσεων. Η έρευνα διεξήχθη τον Ιούλιο 2021. Διανομή ερωτηματολογίων έγινε ηλεκτρονικά μέσω λιστών αλληλογραφίας και η συμπλήρωση πραγματοποιήθηκε από άτομα στον ελλαδικό χώρο. Η έρευνα αφορά όλο τον πληθυσμό. Επομένως, το δείγμα των ατόμων ήταν τυχαίο, ώστε να μην έχουν κοινά χαρακτηριστικά και να αντιπροσωπεύουν το γενικό πληθυσμό της χώρας. Έτσι, όποιες αντιλήψεις σημειωθούν, μπορούν να αποδοθούν στο γενικό πληθυσμό. Καταγράφηκαν απαντήσεις από 108 συμμετέχοντες. Η ανταπόκριση κρίνεται ικανοποιητική δεδομένης της μικρής χρονικής περιόδου κατά την οποία πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία. Ωστόσο, σε μελλοντική έρευνα, θα ήταν σκόπιμο να συγκεντρωθούν περισσότερες απαντήσεις, ώστε να αναδειχθούν πληρέστερα οι απόψεις των κατοίκων της Ελλάδας.

Η επεξεργασία των δεδομένων περιλαμβάνει παρουσίαση αποτελεσμάτων με τη χρήση ραβδογραμμάτων, κατασκευή πινάκων συνάφειας και στατιστικό έλεγχο ανεξαρτησίας Fisher. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των γραφημάτων είναι το Microsoft Office Excel. Για τον έλεγχο συσχέτισης και ανεξαρτησίας χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα RStudio.

4.2. Δομή Ερωτηματολογίου

Οι ερωτήσεις κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

- ✓ Δημογραφικές
- ✓ Ευθύνη για οδικά ατυχήματα με αυτόνομα οχήματα
- ✓ Νοητικό πείραμα: Δίλημμα του αυτόνομου οχήματος – Πιθανές λύσεις
 - Νοητικό πείραμα με εξαναγκασμένη επιλογή
 - Νοητικό πείραμα με επιλογή ισότιμης αντιμετώπισης

Δημογραφικά

Φύλο

- ☐ Άνδρας
- ☐ Γυναίκα
- ☐ Άλλο

Ηλικία (σε έτη)

- ☐ ≤ 20
- ☐ 21 – 29
- ☐ 30 – 39
- ☐ 40 – 49
- ☐ 50 – 59
- ☐ ≥ 60

Ποιά είναι η οικογενειακή σας κατάσταση;

- ☐ Άγαμος/η
- ☐ Έγγαμος/η
- ☐ Διαζευγμένος/η
- ☐ Χήρος/α

Ποιό είναι το επίπεδο εκπαίδευσής σας;

- ☐ Απόφοιτος/η πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης
- ☐ Απόφοιτος/η δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης
- ☐ Απόφοιτος/η ΙΕΚ
- ☐ Απόφοιτος/η τριτοβάθμιας εκπαίδευσης
- ☐ Κάτοχος μεταπτυχιακού διπλώματος
- ☐ Κάτοχος διδακτορικού διπλώματος

Τόπος Κατοικίας

- ☐ Μεγάλη πόλη/ πρωτεύουσα > 100.000 κάτοικοι
- ☐ Προάστιο μεγάλης πόλης
- ☐ Μικρή πόλη < 100.000 κάτοικοι
- ☐ Επαρχία < 30.000 κάτοικοι

Ευθύνη για οδικά ατυχήματα με αυτόνομα οχήματα

Στους συμμετέχοντες επεξηγήθηκε ο όρος «αυτόνομο όχημα», πριν τους ζητηθεί να απαντήσουν στις παρακάτω ερωτήσεις:

Ποιόν θα θεωρούσατε υπεύθυνο σε περίπτωση ατυχήματος με αυτόνομο όχημα;

- ☐ Τον ιδιοκτήτη του οχήματος.
- ☐ Το ίδιο το όχημα.
- ☐ Τον κατασκευαστή του οχήματος.

Θα ήσασταν διατεθειμένοι να λάβετε συλλογική δράση εναντίον ενός κατασκευαστή αυτόνομων οχημάτων, σε περίπτωση που ένα αυτόνομο όχημα προκαλούσε ατύχημα.

- ☐ Ναι
- ☐ Όχι

Νοητικό πείραμα: Δίλημμα του αυτόνομου οχήματος – Πιθανές λύσεις

Στους συμμετέχοντες παρουσιάστηκε το εξής σενάριο:

«Ένα αυτόνομο όχημα οδηγεί σε έναν δρόμο με υψηλή ταχύτητα. Μπροστά από το όχημα ένας άνθρωπος/ μια ομάδα ανθρώπων ξαφνικά μπλοκάρει το δρόμο. Το όχημα είναι πολύ γρήγορο για να σταματήσει πριν φτάσει στον άνθρωπο/ στην ομάδα ανθρώπων. Εάν το όχημα δεν αντιδράσει αμέσως, ο άνθρωπος/ η ομάδα θα σκοτωθεί. Ωστόσο, αυτό θα μπορούσε να αποφευχθεί αν το όχημα άλλαζε πορεία. Κατά συνέπεια όμως θα σκότωνε έναν άλλον προηγουμένως μη εμπλεκόμενο πεζό/ μία ομάδα πεζών.»

Αφού τους έγινε σαφές, ότι στο μέλλον τα αυτόνομα οχήματα θα μπορούσαν να προγραμματιστούν, ώστε να λαμβάνουν τις ίδιες αποφάσεις που θα λάβουν αυτοί κατά την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, τους ζητήθηκε να επιλέξουν πώς θα αντιδρούσαν, αν είχαν τον έλεγχο του αυτόνομου οχήματος στις παρακάτω περιπτώσεις:

Θα επιλέγατε να αλλάξετε πορεία, ή να αποφύγετε την λήψη απόφασης μένοντας απραγείς;

- ☐ Επιλέγω δράση.
- ☐ Επιλέγω απραξία.

Τι θα κάνατε, αν έπρεπε να επιλέξετε μεταξύ μιας μεγαλύτερης και μιας μικρότερης ομάδας ατόμων;

- ☐ Επιλέγω να σώσω το μεγαλύτερο πλήθος ατόμων.
- ☐ Επιλέγω να σώσω το μικρότερο πλήθος ατόμων.

Η μία ομάδα σώζεται, αλλά με παραβίαση του Κ.Ο.Κ., ενώ η άλλη μπορεί να σωθεί και χωρίς να παραβιαστεί ο Κ.Ο.Κ.. Ποιά ομάδα θα σώζατε;

- ☐ Επιλέγω να τηρήσω τον Κ.Ο.Κ..
- ☐ Επιλέγω να παραβιάσω τον Κ.Ο.Κ..

Τι θα επιλέγατε, αν στρέφοντας το όχημα προς μία άλλη, τρίτη κατεύθυνση θα μπορούσατε να σώσετε όλους τους πεζούς, αλλά θα σκοτώνονταν οι επιβάτες του οχήματος;

- ☐ Επιλέγω να σώσω τους επιβάτες του οχήματος.
- ☐ Επιλέγω να σώσω τους πεζούς.

Αν στην προηγούμενη ερώτηση επιλέξατε να σώσετε τους πεζούς, θα ήσασταν διατεθειμένοι να είστε επιβάτης ενός οχήματος, που είναι προγραμματισμένο σε περίπτωση ατυχήματος να σώζει τον πεζό, θυσιάζοντας τον επιβάτη αν χρειαστεί;

- ☐ Ναι
- ☐ Όχι

Νοητικό πείραμα με επιλογή ισότιμης αντιμετώπισης.

Αρχικά ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να επιλέξουν απάντηση στις παρακάτω παραλλαγές του νοητικού πειράματος με επιλογή ισότιμης αντιμετώπισης των ομάδων ατόμων:

Ο ένας πεζός είναι νεότερος και ο άλλος μεγαλύτερος σε ηλικία.

- ☐ Επιλέγω να σώσω τον νεότερο ηλικιακά.
- ☐ Επιλέγω να σώσω τον μεγαλύτερο ηλικιακά.
- ☐ Τους αντιμετωπίζω ισότιμα.

Ο ένας πεζός είναι άντρας κι ο άλλος γυναίκα.

- ☐ Επιλέγω να σώσω τον άντρα.
- ☐ Επιλέγω να σώσω την γυναίκα.
- ☐ Τους αντιμετωπίζω ισότιμα.

Ο ένας πεζός έχει καλή φυσική κατάσταση ενώ ο άλλος όχι.

- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν με την καλή φυσική κατάσταση.
- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν που δεν βρίσκεται σε καλή φυσική κατάσταση.
- ☐ Τους αντιμετωπίζω ισότιμα.

Ο ένας πεζός είναι νομοταγής και ο άλλος έχει παραβατική συμπεριφορά.

- ☐ Επιλέγω να σώσω τον νομοταγή.
- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν που συμπεριφέρεται παραβατικά.
- ☐ Τους αντιμετωπίζω ισότιμα.

Ο ένας πεζός ανήκει σε κατώτερη και ο άλλος σε ανώτερη κοινωνική τάξη.

- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν που ανήκει σε κατώτερη κοινωνική τάξη.
- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν που ανήκει σε ανώτερη κοινωνική τάξη.
- ☐ Τους αντιμετωπίζω ισότιμα.

Χρειάζεται να επιλέξετε μεταξύ ανθρώπου και ζώου.

- ☐ Επιλέγω να σώσω τον άνθρωπο.
- ☐ Επιλέγω να σώσω το ζώο.
- ☐ Τους αντιμετωπίζω ισότιμα.

Νοητικό πείραμα με εξαναγκασμένη επιλογή.

Στη συνέχεια ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να επιλέξουν απάντηση στις παρακάτω παραλλαγές του νοητικού πειράματος με εξαναγκασμένη επιλογή προτιμητέας ομάδας ατόμων:

Ο ένας πεζός είναι νεότερος και ο άλλος μεγαλύτερος σε ηλικία.

- ☐ Επιλέγω να σώσω τον νεότερο ηλικιακά.
- ☐ Επιλέγω να σώσω τον μεγαλύτερο ηλικιακά.

Ο ένας πεζός είναι άντρας κι ο άλλος γυναίκα.

- ☐ Επιλέγω να σώσω τον άντρα.
- ☐ Επιλέγω να σώσω την γυναίκα.

Ο ένας πεζός έχει καλή φυσική κατάσταση ενώ ο άλλος όχι.

- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν με την καλή φυσική κατάσταση.
- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν που δεν βρίσκεται σε καλή φυσική κατάσταση.

Ο ένας πεζός είναι νομοταγής και ο άλλος έχει παραβατική συμπεριφορά.

- ☐ Επιλέγω να σώσω τον νομοταγή.
- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν που συμπεριφέρεται παραβατικά.

Ο ένας πεζός ανήκει σε κατώτερη και ο άλλος σε ανώτερη κοινωνική τάξη.

- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν που ανήκει σε κατώτερη κοινωνική τάξη.
- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν που ανήκει σε ανώτερη κοινωνική τάξη.

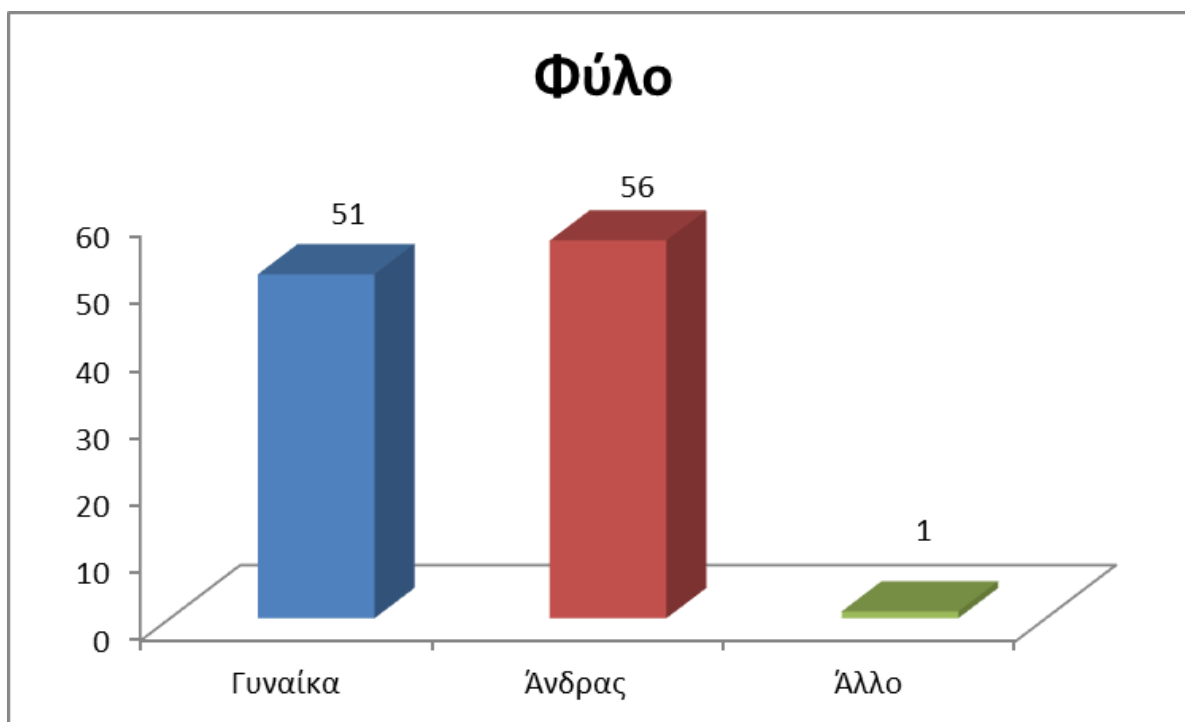
Χρειάζεται να επιλέξετε μεταξύ ανθρώπου και ζώου.

- ☐ Επιλέγω να σώσω τον άνθρωπο.
- ☐ Επιλέγω να σώσω το ζώο.

ΚΕΦ.5: Αποτελέσματα Έρευνας

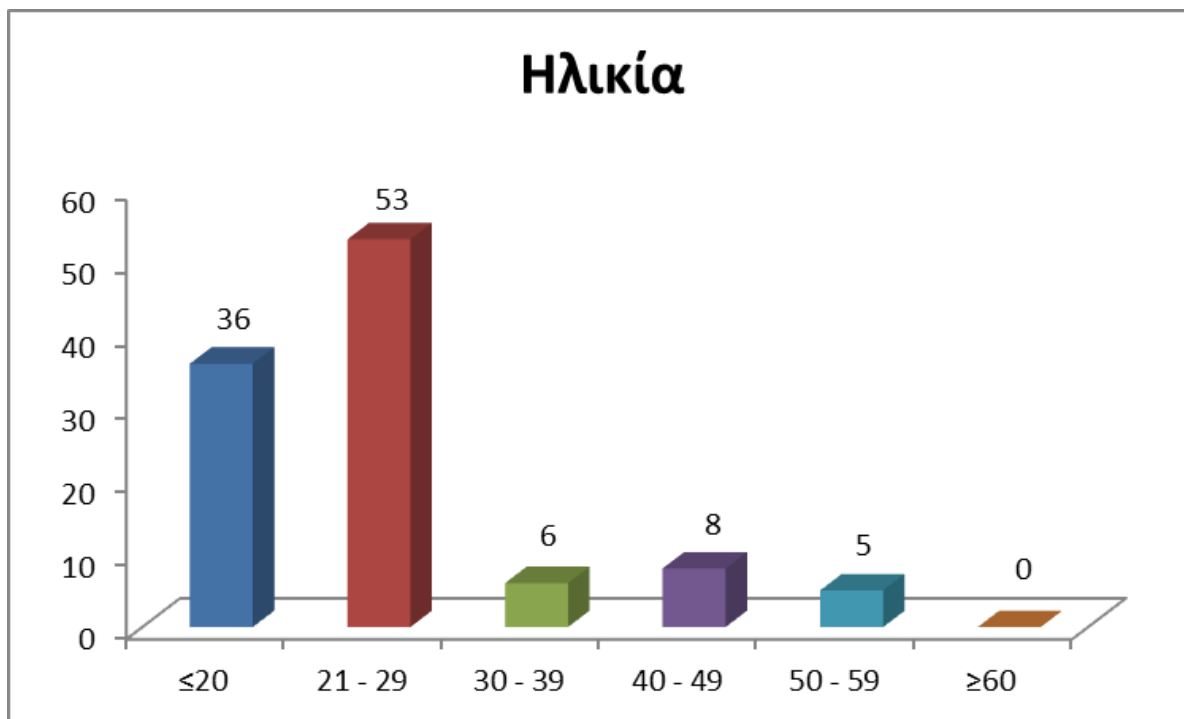
5.1. Συχνότητες και σχολιασμός

5.1.1. Προφίλ Δείγματος



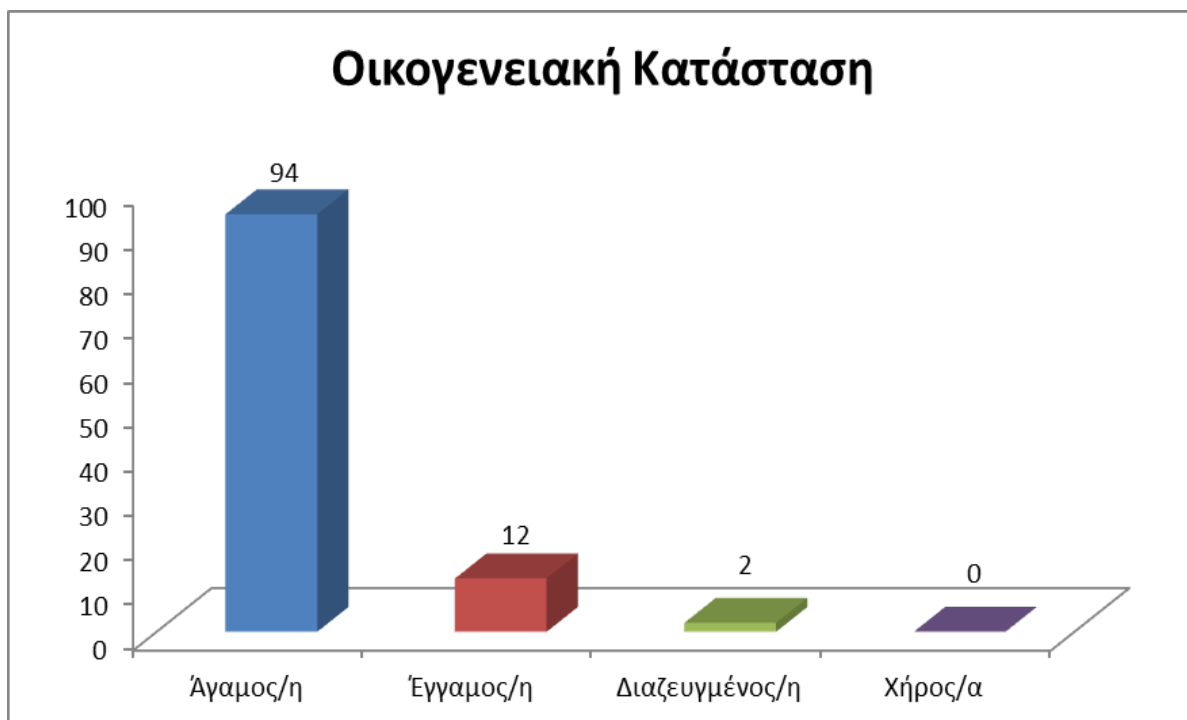
Γράφημα 1: Φύλο

Στην έρευνα συμμετείχαν 51 γυναίκες ($\approx 47.2\%$), 56 άνδρες ($\approx 51.9\%$) και 1 άτομο επέλεξε την επιλογή «άλλο» ($\approx 0.9\%$).



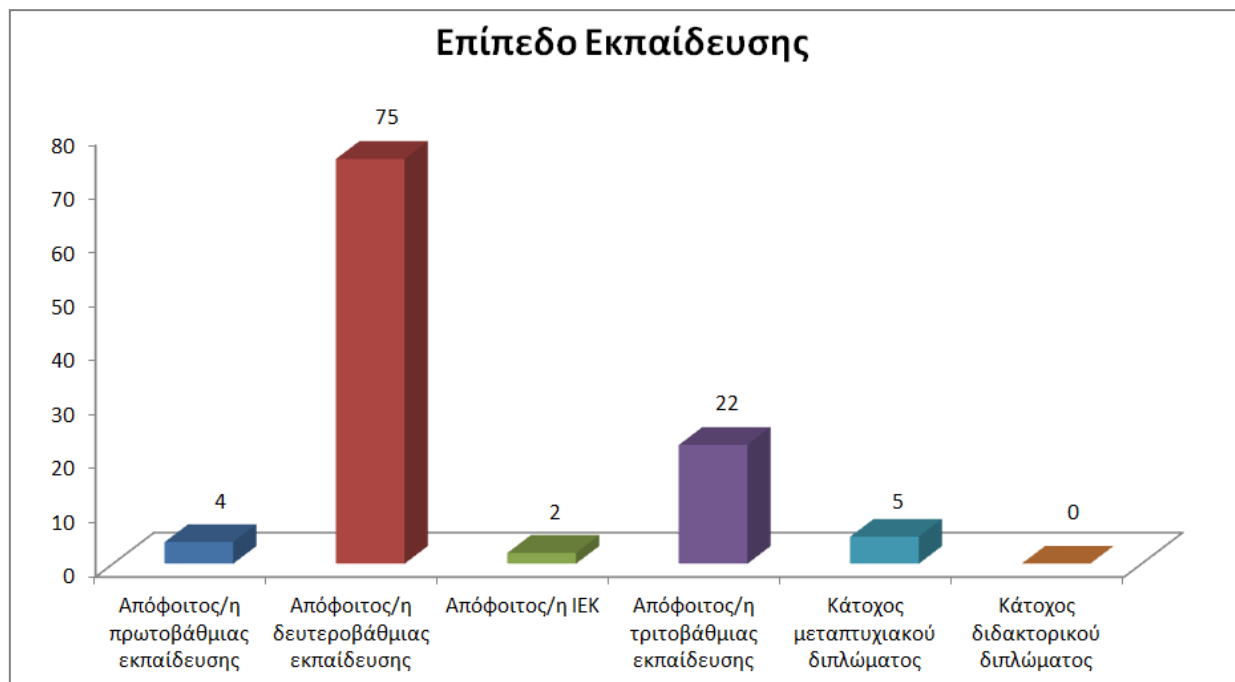
Γράφημα 2: Ηλικία

36 από τους συμμετέχοντες έχουν ηλικία ≤ 20 ετών ($\approx 33.3\%$), 53 έχουν ηλικία μεταξύ 21 και 29 ετών ($\approx 49.1\%$), 6 μεταξύ 30 και 39 ετών ($\approx 5.6\%$), 8 μεταξύ 40 και 49 ετών ($\approx 7.4\%$) και 5 μεταξύ 50-59 ετών ($\approx 4.6\%$).



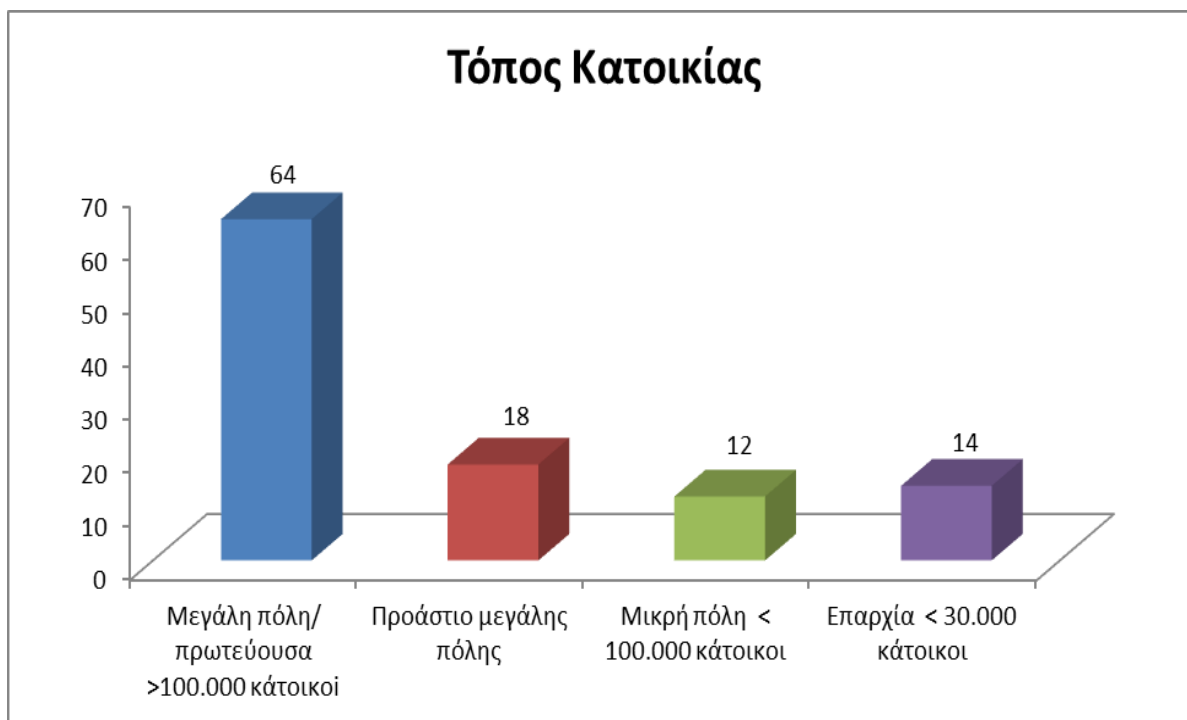
Γράφημα 3: Οικογενειακή κατάσταση

Από το σύνολο των συμμετεχόντων 94 είναι άγαμοι/ες ($\approx 87\%$), 12 είναι έγγαμοι/ες ($\approx 11,1\%$), 2 είναι διαζευγμένοι/ες ($\approx 1,9\%$), ενώ δεν υπάρχουν χήροι/ες.



Γράφημα 4: Επίπεδο εκπαίδευσης

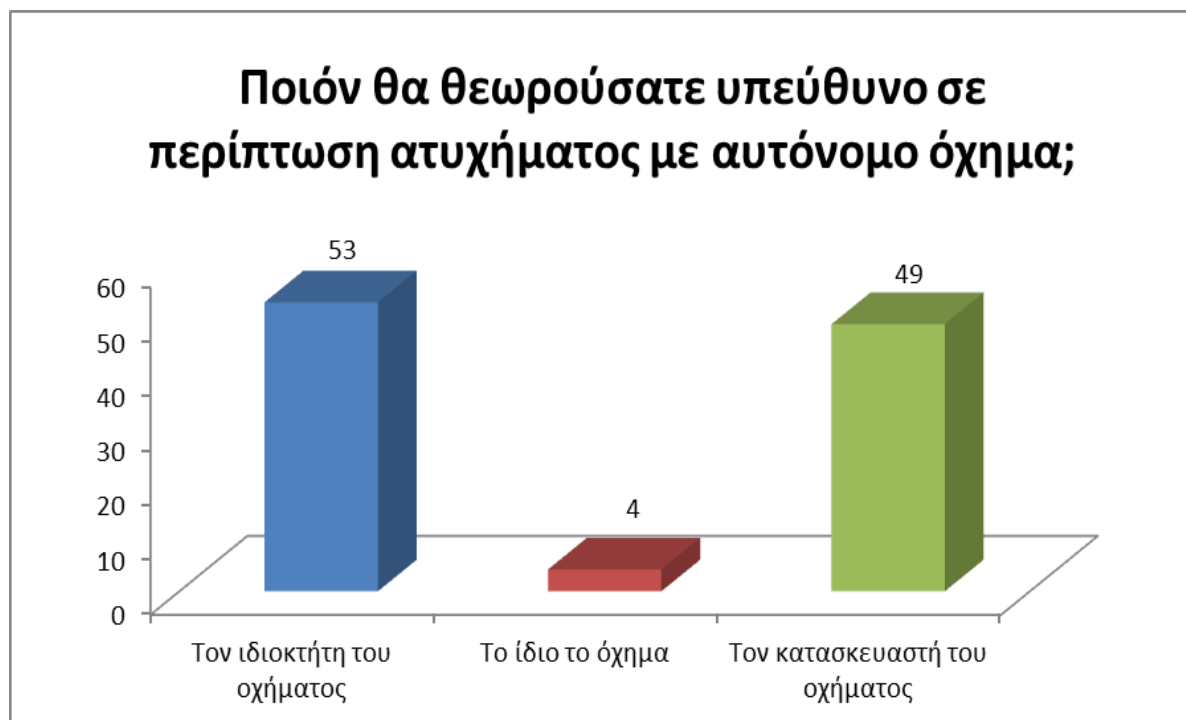
Από το σύνολο των συμμετεχόντων 4 είναι απόφοιτοι πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης ($\approx 3.7\%$), 75 είναι απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ($\approx 69.4\%$), 2 είναι απόφοιτοι ΙΕΚ ($\approx 1.9\%$), 22 είναι απόφοιτοι τριτοβάθμιας εκπαίδευσης ($\approx 20.4\%$), 5 είναι κάτοχοι μεταπτυχιακού διπλώματος ($\approx 4.6\%$), ενώ κανείς δεν είναι κάτοχος διδακτορικού διπλώματος.



Γράφημα 5: Τόπος κατοικίας

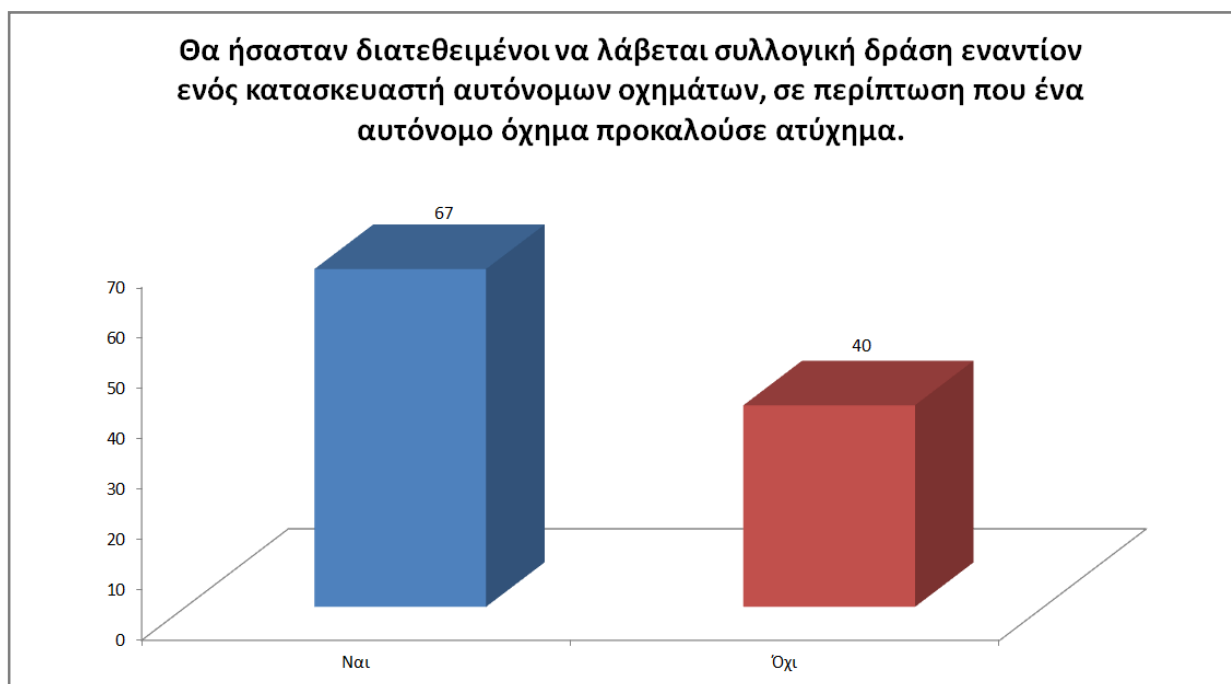
Από το σύνολο των συμμετεχόντων 64 κατοικούν σε μεγάλη πόλη/ πρωτεύουσα > 100.000 κάτοικοι ($\approx 59.2\%$), 18 κατοικούν σε προάστιο μεγάλης πόλης ($\approx 16.7\%$), 12 κατοικούν σε μικρή πόλη < 100.000 κάτοικοι ($\approx 11.1\%$) και 14 κατοικούν σε επαρχία < 30.000 κάτοικοι ($\approx 13\%$).

5.1.2. Ευθύνη για οδικά ατυχήματα με αυτόνομα οχήματα



Γράφημα 6: Απόδοση ευθύνης

Στην ερώτηση «Ποιόν θα θεωρούσατε υπεύθυνο σε περίπτωση ατυχήματος με αυτόνομο όχημα;» παρατηρείται ότι 53 από τους συμμετέχοντες θα θεωρούσαν τον ιδιοκτήτη του οχήματος υπεύθυνο για το ατύχημα ($\approx 50\%$), 49 θα θεωρούσαν τον κατασκευαστή υπεύθυνο ($\approx 46.2\%$), 4 το ίδιο το όχημα ($\approx 3.8\%$), ενώ 2 δεν έδωσαν απάντηση.



Γράφημα 7: Πρόθεση για λήψη συλλογικής δράσης

Στην ερώτηση «Θα ήσασταν διατεθειμένοι να λάβετε συλλογική δράση εναντίον ενός κατασκευαστή αυτόνομων οχημάτων, σε περίπτωση που ένα αυτόνομο όχημα προκαλούσε ατύχημα;» 67 άτομα απάντησαν θετικά ($\approx 62,6\%$), 40 απάντησαν αρνητικά ($\approx 37,4\%$), ενώ ένα δεν έδωσε απάντηση.

5.1.3. Νοητικό πείραμα: Δίλημμα του αυτόνομου οχήματος – Πιθανές λύσεις



Γράφημα 8: Επιλογή ή μη δράσης

Στην ερώτηση «Θα επιλέγατε να αλλάξετε πορεία, ή να αποφύγετε την λήψη απόφασης μένοντας απραγείς;», 92 συμμετέχοντες θα επέλεγαν να αλλάξουν πορεία ($\approx 85.2\%$), ενώ 16 θα επέλεγαν να μην δράσουν μένοντας στην ίδια πορεία ($\approx 14.8\%$).



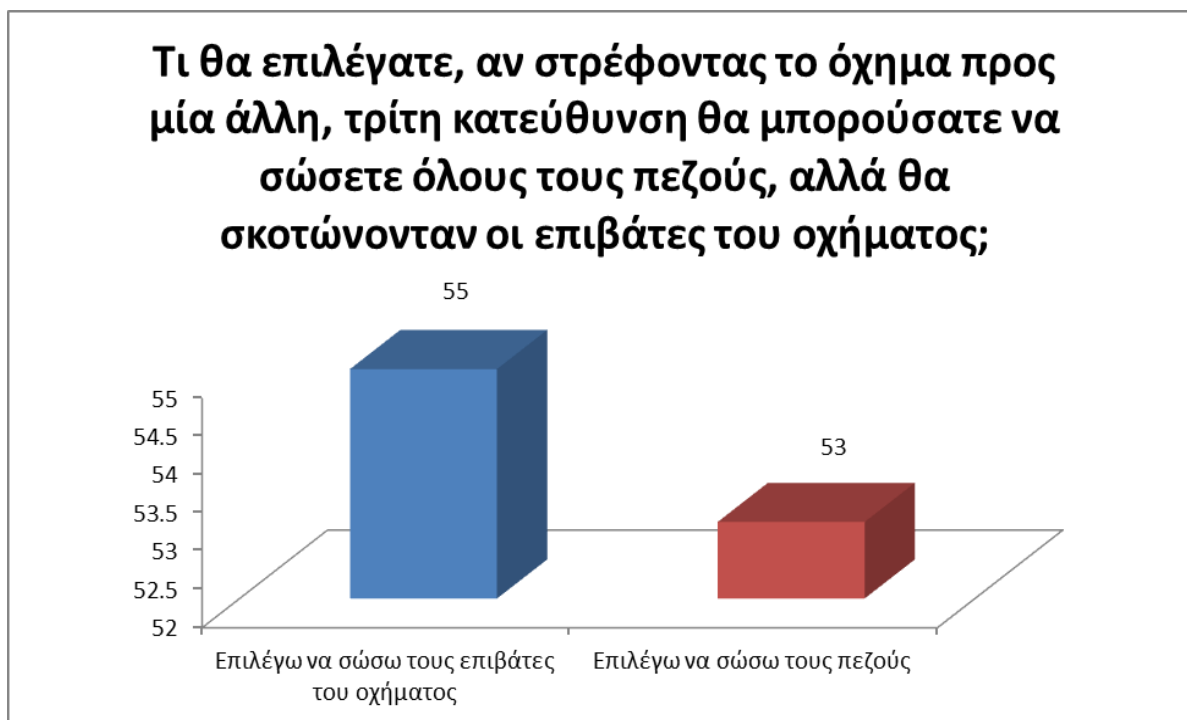
Γράφημα 9: Επιλογή προφύλαξης μικρότερης ή μεγαλύτερης ομάδας ατόμων

Στην ερώτηση «Τι θα κάνατε, αν έπρεπε να επιλέξετε μεταξύ μιας μεγαλύτερης και μιας μικρότερης ομάδας ατόμων;» 98 συμμετέχοντες θα προτιμούσαν να σώσουν την ομάδα με το μεγαλύτερο πλήθος ατόμων ($\approx 90.7\%$) ενώ 10 θα επέλεγαν να σώσουν την ομάδα με το μικρότερο πλήθος ατόμων ($\approx 9.3\%$).



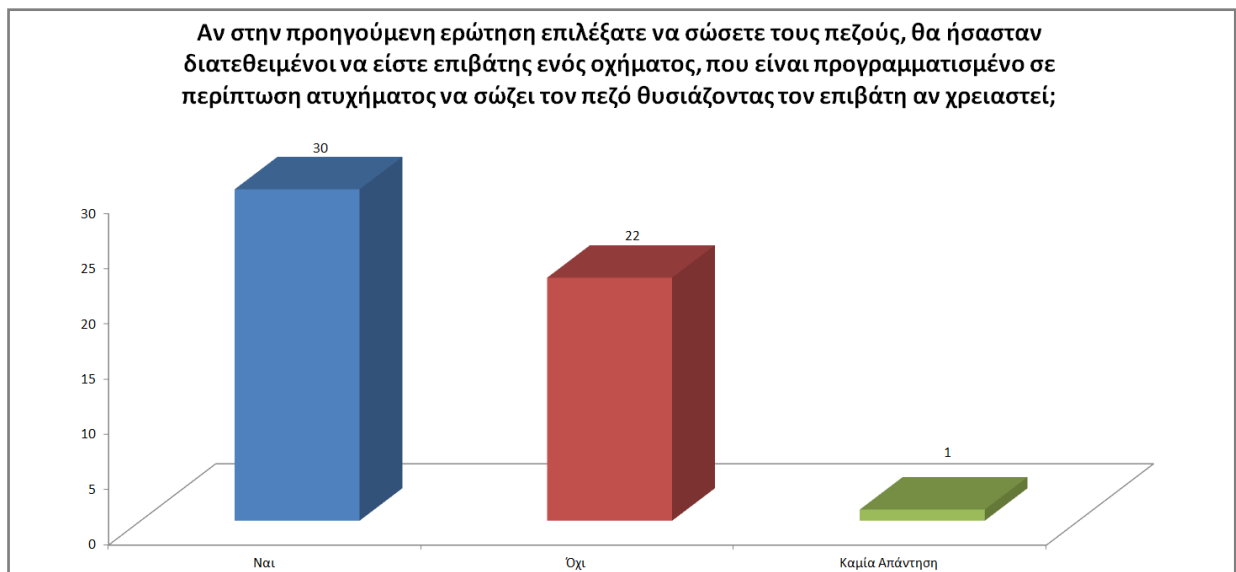
Γράφημα 10: Επιλογή ή μη παραβίασης του Κ.Ο.Κ.

Στην ερώτηση «Η μία ομάδα σώζεται, αλλά με παραβίαση του Κ.Ο.Κ., ενώ η άλλη μπορεί να σωθεί και χωρίς να παραβιαστεί ο Κ.Ο.Κ.. Ποιά ομάδα θα σώζατε;» 78 άτομα θα επέλεξαν να σώσουν την ομάδα για την προφύλαξη της οποίας δεν απαιτείται παραβίαση του Κ.Ο.Κ. ($\approx 72.2\%$), ενώ 30 άτομα είναι αντίθετης άποψης ($\approx 27.8\%$).



Γράφημα 11: Επιλογή προφύλαξης πεζών ή επιβατών

Στην ερώτηση «Τι θα επιλέγατε, αν στρέφοντας το όχημα προς μία άλλη, τρίτη κατεύθυνση θα μπορούσατε να σώσετε όλους τους πεζούς, αλλά θα σκοτώνονταν οι επιβάτες του οχήματος;» 55 συμμετέχοντες θα επέλεξαν να σώσουν τους επιβάτες του οχήματος ($\approx 50.9\%$) ενώ 53 θα έσωζαν τους πεζούς ($\approx 49.1\%$).



Γράφημα 12: Αγορά αυτόνομου οχήματος που προφυλάσσει τον πεζό

Όσον αφορά στην ερώτηση «Αν στην προηγούμενη ερώτηση επιλέξατε να σώσετε τους πεζούς, θα ήσασταν διατεθειμένοι να είστε επιβάτης ενός οχήματος, που είναι προγραμματισμένο σε περίπτωση ατυχήματος να σώζει τον πεζό, θυσιάζοντας τον επιβάτη αν χρειαστεί;», από τις απαντήσεις των 53 ατόμων, που στην προηγούμενη ερώτηση απάντησαν πως θα επέλεγαν να προφυλάξουν τους πεζούς, διαπιστώνουμε ότι οι 30 θα αγόραζαν ένα όχημα προγραμματισμένο να προστατεύει τους πεζούς ($\approx 56.6\%$) και οι 22 δεν θα έκαναν μια τέτοια αγορά ($\approx 41.5\%$). 1 άτομο δεν έδωσε απάντηση.

5.1.4. Νοητικό πείραμα με επιλογή ισότιμης αντιμετώπισης



Γράφημα 13: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στην ηλικία

Στην περίπτωση που ο ένας πεζός είναι νεότερος και ο άλλος μεγαλύτερος σε ηλικία, οι 39 συμμετέχοντες θα έσωζαν τον νεότερο ηλικιακά ($\approx 36.1\%$) και οι 69 θα αντιμετώπιζαν τους πεζούς ισότιμα ($\approx 63.9\%$), ενώ κανείς δεν θα επέλεγε να σώσει τον μεγαλύτερο ηλικιακά.



Γράφημα 14: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στο φύλο

Στην περίπτωση που ο ένας πεζός είναι άντρας και ο άλλος γυναίκα 1 άτομο θα προτιμούσε να σωθεί ο άντρας ($\approx 0.9\%$), 4 άτομα θα προτιμούσαν να σωθεί η γυναίκα ($\approx 3.7\%$), ενώ 103 άτομα υποστηρίζουν την ισότιμη αντιμετώπιση ($\approx 95.4\%$).



Γράφημα 15: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στη φυσική κατάσταση

Αν υφίστατο επιλογή μεταξύ πεζού με καλή φυσική κατάσταση και πεζού με επιδεινωμένη φυσική κατάσταση, 6 συμμετέχοντες θα έσωζαν τον πεζό με την καλή φυσική κατάσταση ($\approx 5.5\%$), 3 θα έσωζαν τον πεζό με την κακή φυσική κατάσταση ($\approx 2.8\%$), ενώ 99 θα προτιμούσαν ισότιμη αντιμετώπιση ($\approx 91.7\%$).



Γράφημα 16: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στην συμπεριφορά

Ανάμεσα σε νομοταγή πεζό και πεζό με παραβατική συμπεριφορά 32 συμμετέχοντες θα επέλεγαν να σωθεί ο νομοταγής πεζός ($\approx 29.6\%$), 2 θα επέλεγαν να σωθεί ο πεζός με την παραβατική συμπεριφορά ($\approx 1.9\%$) και 74 θα αντιμετώπιζαν τους πεζούς ισότιμα ($\approx 68.5\%$).



Γράφημα 17: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στην κοινωνική τάξη

Στην περίπτωση επιλογής ανάμεσα σε ανθρώπους διαφορετικών κοινωνικών τάξεων, 1 άτομο θα έσωζε τον πεζό που ανήκει στην ανώτερη κοινωνική τάξη ($\approx 0.9\%$), 1 άτομο θα έσωζε τον πεζό που ανήκει στην κατώτερη κοινωνική τάξη ($\approx 0.9\%$), ενώ 106 υποστηρίζουν την ισότιμη αντιμετώπιση ($\approx 98.1\%$).



Γράφημα 18: Παραλλαγή διλήμματος με επιλογή ανάμεσα σε άνθρωπο και ζώο

Μπορεί να παρατηρηθεί ότι, όταν χρειάζεται να επιλέξουν μεταξύ ανθρώπου και ζώου, 56 άτομα θα επέλεγαν να σώσουν τον άνθρωπο ($\approx 51.9\%$), 5 το ζώο ($\approx 4.6\%$) και 47 θα ήταν υπέρ της ισότιμης αντιμετώπισης ($\approx 43.5\%$).

5.1.5. Νοητικό πείραμα με εξαναγκασμένη επιλογή



Γράφημα 19: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στην ηλικία (εξαναγκασμένη επιλογή)

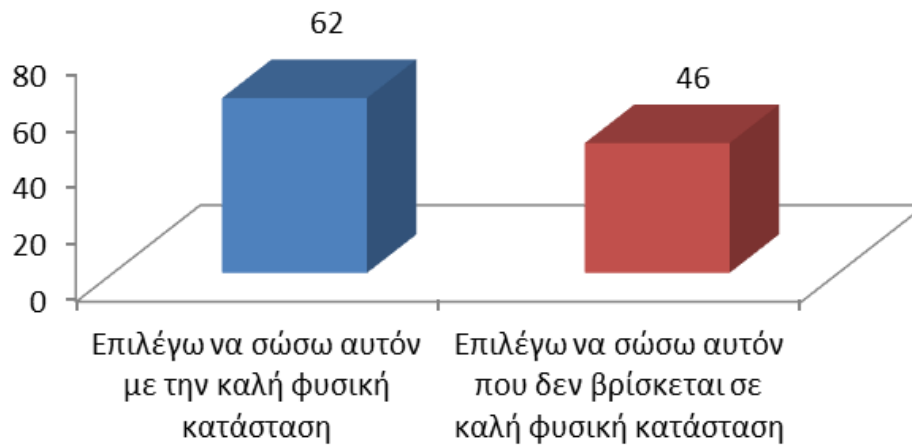
Στην περίπτωση που ο ένας πεζός είναι νεότερος, ο άλλος μεγαλύτερος σε ηλικία και δεν υπάρχει επιλογή ισότιμης αντιμετώπισης, οι 101 συμμετέχοντες θα έσωζαν τον νεότερο ηλικιακά ($\approx 93.5\%$) και οι 7 θα έσωζαν τον μεγαλύτερο ηλικιακά ($\approx 6.5\%$).



Γράφημα 20: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στο φύλο (εξαναγκασμένη επιλογή)

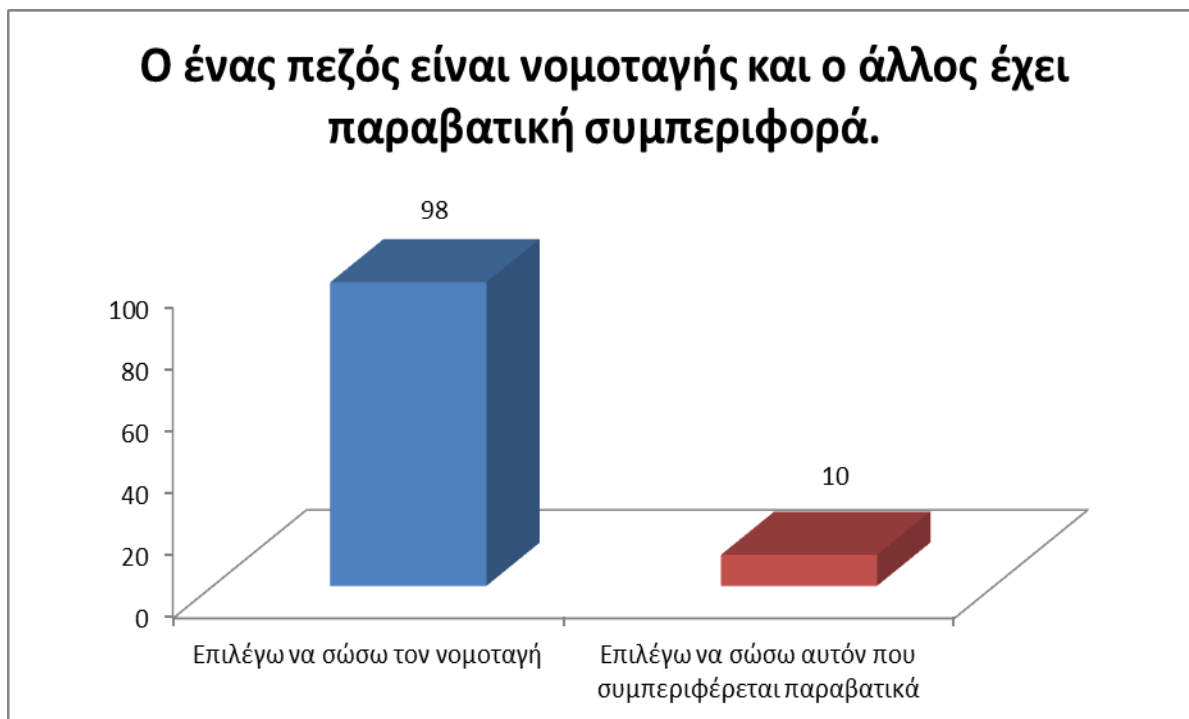
Στην περίπτωση που ο ένας πεζός είναι άντρας, ο άλλος γυναίκα και δεν υπάρχει επιλογή ισότιμης αντιμετώπισης 11 άτομα θα προτιμούσαν να σωθεί ο άντρας ($\approx 10.2\%$), και 97 άτομα θα προτιμούσαν να σωθεί η γυναίκα ($\approx 89.8\%$).

Ο ένας πεζός έχει καλή φυσική κατάσταση ενώ ο άλλος όχι.



Γράφημα 21: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στη φυσική κατάσταση (εξαναγκασμένη επιλογή)

Αν υφίστατο επιλογή μεταξύ πεζού με καλή φυσική κατάσταση και πεζού με επιδεινωμένη φυσική κατάσταση, χωρίς όμως επιλογή ισότιμης αντιμετώπισης, 62 συμμετέχοντες θα έσωζαν τον πεζό με την καλή φυσική κατάσταση ($\approx 57.4\%$) και 46 θα έσωζαν τον πεζό με την κακή φυσική κατάσταση ($\approx 42.6\%$).



Γράφημα 22: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στην συμπεριφορά (εξαναγκασμένη επιλογή)

Ανάμεσα σε νομοταγή πεζό και πεζό με παραβατική συμπεριφορά χωρίς επιλογή ισότιμης αντιμετώπισης, 98 συμμετέχοντες θα επέλεγαν να σωθεί ο νομοταγής πεζός ($\approx 90.7\%$) και 10 θα επέλεγαν να σωθεί ο πεζός με την παραβατική συμπεριφορά ($\approx 9.3\%$).



Γράφημα 23: Παραλλαγή διλήμματος με διαφοροποίηση στην κοινωνική τάξη (εξαναγκασμένη επιλογή)

Στην περίπτωση επιλογής ανάμεσα σε ανθρώπους διαφορετικών κοινωνικών τάξεων χωρίς επιλογή ισότιμης αντιμετώπισης, 22 άτομα θα έσωζαν τον πεζό που ανήκει στην ανώτερη κοινωνική τάξη ($\approx 20.4\%$), ενώ 86 άτομα θα έσωζαν τον πεζό που ανήκει στην κατώτερη κοινωνική τάξη ($\approx 79.6\%$).



Γράφημα 24: Παραλλαγή διλήμματος με επιλογή ανάμεσα σε άνθρωπο και ζώο (εξαναγκασμένη επιλογή)

Μπορεί να παρατηρηθεί ότι, όταν χρειάζεται να επιλέξουν μεταξύ ανθρώπου και ζώου χωρίς επιλογή ισότιμης αντιμετώπισης, 87 άτομα θα επέλεγαν να σώσουν τον άνθρωπο ($\approx 80.6\%$) και 21 το ζώο ($\approx 19.4\%$).

5.2. Έλεγχος ανεξαρτησίας μεταβλητών

Κρίθηκε σκόπιμο να διερευνηθεί, αν η εξαναγκασμένη επιλογή με διαφοροποίηση στο φύλο ή με διαφοροποίηση στην ηλικία επηρεάζεται από το φύλο και την ηλικία του συμμετέχοντα αντίστοιχα.

Προκειμένου να ελεγχθεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ δύο μεταβλητών, στην παρούσα εργασία έγινε χρήση του ελέγχου ανεξαρτησίας Fisher exact test. Η διατύπωση κάθε ελέγχου υποθέσεων περιλαμβάνει τη μηδενική H_0 και την εναλλακτική υπόθεση H_1 και έχει την ακόλουθη μορφή:

- H_0 : δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών, δηλαδή οι μεταβλητές είναι ανεξάρτητες.
- H_1 : υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών, δηλαδή οι μεταβλητές είναι εξαρτημένες.

Ορίστηκε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$. Σε κάθε περίπτωση το p-value, δηλαδή η μικρότερη τιμή του α για την οποία απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση H_0 με βάση τα δεδομένα που έχουμε παρατηρήσει, συγκρίνεται με το α . Οι πιθανές περιπτώσεις είναι οι ακόλουθες:

- $p\text{-value} > \alpha=0.05$: η μηδενική υπόθεση H_0 δεν απορρίπτεται, δηλαδή οι μεταβλητές είναι ανεξάρτητες.
- $p\text{-value} \leq \alpha=0.05$: η εναλλακτική υπόθεση H_1 δεν απορρίπτεται, δηλαδή οι μεταβλητές είναι εξαρτημένες.

Διερεύνηση συσχέτισης φύλου συμμετέχοντα με εξαναγκασμένη επιλογή φύλου

Πίνακας 1: Φύλο/Φύλο (εξαναγκασμένη επιλογή)			Σώζω Άνδρα	Σώζω Γυναίκα	Σύνολο
Φύλο	Άνδρας	Συχνότητα	9	47	56
		Αναμενόμενη Συχνότητα	28	28	56
		Ποσοστό	16.1%	83.9%	100%
	Γυναίκα	Συχνότητα	2	49	51
		Αναμενόμενη Συχνότητα	25.5	25.5	51
		Ποσοστό	3.9%	96.1%	100%
	Άλλο	Συχνότητα	0	1	1
		Αναμενόμενη Συχνότητα	0.5	0.5	1
		Ποσοστό	0%	100%	100%
Σύνολο		Συχνότητα	11	97	108
		Αναμενόμενη Συχνότητα	54	54	108
		Ποσοστό	10.2%	89.8%	100%

Παρατηρούμε ότι, αν αφαιρέσουμε την δυνατότητα ισότιμης μεταχείρισης, το 16.1% των ανδρών θα επέλεγε να σώσει τον άνδρα σε περίπτωση ατυχήματος ενώ το 83.9% θα επέλεγε να σώσει την γυναίκα. Όσον αφορά στις γυναίκες, το 3.9% θα επέλεγε να σώσει τον άντρα ενώ το 96% θα έσωζε την γυναίκα. Το αποτέλεσμα του ελέγχου Fisher έδειξε ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του φύλου του συμμετέχοντα και του φύλου του ανθρώπου, που ο συμμετέχων επιλέγει να σώσει ($p=0.1513 > 0.05$).

Διερεύνηση συσχέτισης ηλικίας συμμετέχοντα με εξαναγκασμένη επιλογή ηλικίας

Πίνακας 2: Ηλικία /Ηλικία (εξαναγκασμένη επιλογή)			Σώζω Νεότερο	Σώζω Μεγαλύτερο	Σύνολο
Ηλικία	≤20	Συχνότητα Αναμενόμενη Συχνότητα Ποσοστό	35 18 97.2%	1 18 2.8%	36 36 100%
	21-29	Συχνότητα Αναμενόμενη Συχνότητα Ποσοστό	51 26.5 96.2%	2 26.5 3.8%	53 53 100%
	30-39	Συχνότητα Αναμενόμενη Συχνότητα Ποσοστό	5 3 83.3%	1 3 16.7%	6 6 100%
	40-49	Συχνότητα Αναμενόμενη Συχνότητα Ποσοστό	7 4 87.5%	1 4 12.5%	8 8 100%
	50-59	Συχνότητα Αναμενόμενη Συχνότητα Ποσοστό	3 2.5 60%	2 2.5 40%	5 5 100%
	≥60	Συχνότητα Αναμενόμενη Συχνότητα Ποσοστό	0 0 0%	0 0 0%	0 0 0%
Σύνολο		Συχνότητα Αναμενόμενη Συχνότητα Ποσοστό	101 54 93.5%	7 54 6.5%	108 108 100%

Παρατηρούμε ότι, αν αφαιρέσουμε την δυνατότητα ισότιμης μεταχείρισης, το 97.2% των ατόμων που έχουν ηλικία ≤20 επιλέγει να σώσει τον νεότερο άνθρωπο σε περίπτωση ατυχήματος, ενώ το 2.8% επιλέγει να σώσει τον μεγαλύτερο σε ηλικία άνθρωπο. Το 96.2% των ατόμων που έχουν ηλικία μεταξύ 21 και 29 επιλέγει να σώσει τον νεότερο σε ηλικία άνθρωπο, ενώ το 3.8% επιλέγει να σώσει τον μεγαλύτερο σε ηλικία άνθρωπο. Το 83.3% των ατόμων που έχουν ηλικία μεταξύ 30 και 39 επιλέγει να σώσει τον νεότερο σε ηλικία άνθρωπο, ενώ το 16.7% επιλέγει να σώσει τον μεγαλύτερο σε ηλικία άνθρωπο. Το 87.5% των ατόμων που έχουν ηλικία μεταξύ 40 και 49 επιλέγει να σώσει τον νεότερο σε ηλικία άνθρωπο, ενώ το 12.5% επιλέγει να σώσει τον μεγαλύτερο σε ηλικία άνθρωπο. Το 60% των ατόμων που έχουν ηλικία μεταξύ 50 και 59 επιλέγει να σώσει τον νεότερο σε ηλικία άνθρωπο, ενώ το 40% επιλέγει να σώσει τον μεγαλύτερο σε ηλικία άνθρωπο. Το αποτέλεσμα του ελέγχου Fisher έδειξε ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας του συμμετέχοντα και της ηλικίας του ανθρώπου που ο συμμετέχων επιλέγει να σώσει ($p=0.02691 < 0.05$).

ΚΕΦ.6: Συμπεράσματα και Μελλοντική Έρευνα

6.1. Συμπεράσματα

Όσον αφορά στην απόδοση ευθυνών για οδικά ατυχήματα με αυτόνομα οχήματα, περισσότεροι συμμετέχοντες θα θεωρούσαν υπεύθυνο τον οδηγό του οχήματος παρά τον κατασκευαστή του. Πολύ λίγοι θεωρούν υπεύθυνο το ίδιο το όχημα, πιθανόν επειδή αντιλαμβάνονται ότι το όχημα λαμβάνει τις αποφάσεις που έχει προγραμματιστεί να λαμβάνει. Επίσης, φαίνεται πως οι άνθρωποι θα ήταν διατεθειμένοι να λάβουν συλλογική δράση εναντίον ενός κατασκευαστή αυτόνομων οχημάτων, σε περίπτωση που ένα αυτόνομο όχημα προκαλούσε οδικό ατύχημα.

Σχετικά με το δίλημμα του αυτόνομου οχήματος, προτιμήθηκε η δράση και η αλλαγή πορείας, όταν οι συμμετέχοντες ήρθαν αντιμέτωποι με την επιλογή να διατηρήσουν την πορεία τους ή να την μεταβάλλουν. Προτιμήθηκε ακόμη η σωτηρία μεγαλύτερου πλήθους ζώων, καθώς και η τήρηση του Κ.Ο.Κ., αν η μία ομάδα μπορεί να προφυλαχθεί και χωρίς να παραβιαστεί ο Κ.Ο.Κ..

Ο αριθμός των ατόμων, που σε ατύχημα θα προτιμούσαν να σωθεί ο επιβάτης, είναι περίπου ίδιος με τον αριθμό των ατόμων που θα προτιμούσαν να σωθεί ο πεζός, με τον αριθμό των ανθρώπων που θα έσωζαν τον επιβάτη να είναι μεγαλύτερος. Ωστόσο, οι περισσότεροι άνθρωποι από όσους θα επιθυμούσαν να προφυλάσσεται ο πεζός έναντι του επιβάτη, είναι απρόθυμοι να οδηγήσουν σε αυτά τα οχήματα, υποδεικνύοντας ένα πιθανό εμπόδιο στην υιοθέτηση αυτόνομων οχημάτων που είναι προγραμματισμένα με τέτοιους ηθικούς κανόνες.

Παρατηρήθηκε επιπλέον πως οι άνθρωποι δείχνουν προτίμηση στην ισότιμη αντιμετώπιση των ατόμων. Η ισότιμη αντιμετώπιση δεν επιλέχθηκε από την πλειοψηφία μόνο στην περίπτωση του διλήμματος ανθρώπου – ζώου, όπου προτιμήθηκε η σωτηρία του ανθρώπου έναντι του ζώου.

Συνολικά, όταν δεν υπάρχει επιλογή ισότιμης αντιμετώπισης, η έρευνα αποκάλυψε μια καθολική ισχυρή προτίμηση για τη σωτηρία των νεότερων έναντι των μεγαλύτερων σε ηλικία ανθρώπων, των γυναικών έναντι των ανδρών, των νομοταγών έναντι των παραβατών, των ανθρώπων που ανήκουν σε κατώτερη κοινωνική τάξη έναντι αυτών που ανήκουν σε ανώτερη, και των ανθρώπων έναντι των ζώων. Φαίνεται επίσης πως υπάρχουν πιο αδύναμες προτιμήσεις υπέρ της σωτηρίας των ατόμων που βρίσκονται σε καλύτερη φυσική κατάσταση έναντι αυτών που έχουν επιδεινωμένη φυσική κατάσταση.

6.2. Μελλοντική Έρευνα

Υπάρχουν πολλές ευκαιρίες για περαιτέρω έρευνα. Στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε δεν καταγράφηκαν καθόλου συμμετοχές από άτομα ηλικιών ≥ 60 ετών, παρότι δεν είχε γίνει ηλικιακή διάκριση κατά τον διαμοιρασμό των ερωτηματολογίων. Αν και οι συμμετέχοντες ενδέχεται να μην είναι εκπρόσωποι του γενικού πληθυσμού, κρίνεται ότι αντιπροσωπεύουν τα άτομα που θα αποτελέσουν τους πρώτους αγοραστές για αυτόνομα οχήματα. Ωστόσο, θα ήταν σκόπιμο να επαναληφθεί η έρευνα που πραγματοποιήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας σε μεγαλύτερο πληθυσμό, για να εξεταστεί εάν τα ευρήματα παραμένουν συνεπή.

Πρέπει ακόμα να αναλογιστεί κανείς, ότι τμήμα του ευρέως κοινού δεν είναι επαρκώς ενημερωμένο για τα αυτόνομα οχήματα. Οι άνθρωποι δεν έχουν βιώσει τα αυτοκινούμενα οχήματα και αναγκάζονται να φανταστούν αυτή την εμπειρία. Η γενίκευση των συμπερασμάτων που εξήχθησαν από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν δεν είναι δηλαδή ασφαλής, επειδή πλήθος παραγόντων μπορεί να αλλάξει με άμεση εμπειρία, όπως για παράδειγμα η εμπιστοσύνη του ατόμου απέναντι στο όχημα. Η παρούσα έρευνα προσπάθησε να επιλύσει το πρόβλημα της μη εξοικείωσης με το αντικείμενο της μελέτης, δίνοντας στους συμμετέχοντες τον ορισμό των αυτόνομων οχημάτων και παραθέτοντας λεπτομερείς περιγραφές των νοητικών πειραμάτων πέρα από τις ερωτήσεις. Επειδή όμως δεν είναι δυνατόν να περιμένουμε την έλευση των αυτόνομων οχημάτων πριν αρχίσουμε να επιλύουμε ζητήματα ηθικής, προκειμένου να επιλυθεί το πρόβλημα της μη εξοικείωσης του κοινού, θα

ήταν σκόπιμο μελλοντικά η συνολική μεθοδολογία της έρευνας να λαμβάνει υπόψη την ελλιπή ενημέρωση και εμπειρία των συμμετεχόντων. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί για παράδειγμα με διεξαγωγή ποιοτικής έρευνας μέσω συνεντεύξεων, ώστε να αποτραπούν παρανοήσεις και να εξαλειφθούν τυχόν αβεβαιότητες των συμμετεχόντων σχετικά με την τεχνολογία των αυτόνομων οχημάτων. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η χρήση προσομοίωσης οδήγησης αυτόνομου οχήματος, αφού έχει παρατηρηθεί ότι οι απαντήσεις που δίνουν οι συμμετέχοντες όταν καλούνται να προγραμματίσουν με συγκεκριμένους ηθικούς κανόνες ένα αυτόνομο όχημα, διαφέρουν από τις πράξεις τους όταν οδηγούν σε έναν προσομοιωτή αυτόνομου οχήματος (Luzuriaga M., Heras A., Kunze O., 2019).

Η μελλοντική έρευνα πρέπει επίσης να αξιολογήσει, πώς μεταβάλλονται οι αντιλήψεις των ανθρώπων με την πάροδο του χρόνου. Θα χρειαζόταν δηλαδή να πραγματοποιηθεί όχι συγχρονική έρευνα, στην οποία όλες οι παρατηρήσεις γίνονται στο ίδιο χρονικό διάστημα, χωρίς η διάσταση «χρόνος» να εξετάζεται, αλλά διαχρονική έρευνα, ή προτιμότερα διαχρονικά επαναλαμβανόμενες έρευνες, ώστε οι παρατηρήσεις να συμπεριλαμβάνουν αλλαγές στις απόψεις λόγω μεγαλύτερης εμπειρίας με την τεχνολογία των αυτόνομων οχημάτων, καθώς αυτά θα αρχίσουν σταδιακά να γίνονται διαθέσιμα στο κοινό.

Τέλος, η παρούσα εργασία έχει εξετάσει μόνο έναν στενό τομέα ηθικών ζητημάτων που αναμένεται να προκύψουν με την εισαγωγή αυτόνομων οχημάτων. Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να επεκταθεί σε άλλα πλαίσια και να αντιμετωπίσει τους περιορισμούς της παρούσας εργασίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Yang J., Coughlin J. F. (2014), In-vehicle technology for self-driving cars: advantages and challenges for aging drivers, *International Journal of Automotive Technology*, Vol. 15, No. 2, pp. 333–340, DOI 10.1007/s12239-014-0034-6:
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12239-014-0034-6.pdf>
- Gless S., Silverman E., Weigend T. (2016), If robots cause harm, who is to blame? Self-driving cars and criminal liability, *New Criminal Law Review* 1 August 2016; 19 (3): 412–436. doi: <https://doi.org/10.1525/nclr.2016.19.3.412>
- Lohmann M.F. (2016), Liability Issues Concerning Self-Driving Vehicles, *European Journal of Risk Regulation*, Cambridge University Press, 7(2), 335-340.
doi:10.1017/S1867299X00005754:
<https://www.cambridge.org/core/journals/european-journal-of-risk-regulation/article/abs/liability-issues-concerning-selfdriving-vehicles/9363DA9F4173E5EA0F828C29D4EC7E2F>
- Luzuriaga M., Heras A., Kunze O. (2019), Hurting Others vs Hurting Myself, a Dilemma for our Autonomous Vehicle, SSRN: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3345141>
- Holstein T., Dodig-Crnkovic G. (2018), Avoiding the intrinsic unfairness of the trolley problem, *ACM/IEEE FairWare '18: Proceedings of the International Workshop on Software Fairness*, May 2018, Pages 32–37: <https://doi.org/10.1145/3194770.3194772>
- De Freitas J., Cikara M. (2021), Deliberately prejudiced self-driving vehicles elicit the most outrage, *Cognition*. 2021 Mar;208:104555. doi: 10.1016/j.cognition.2020.104555. Epub 2020 Dec 25. PMID: 33370651. : <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104555>
- Fan R., Jiao J., Ye H., Yu Y., Pitas I., Liu M. (2019), Key Ingredients of Self-Driving Cars, arXiv preprint arXiv:1906.02939: <https://arxiv.org/abs/1906.02939>
- Yu H., Shen Z., Miao C., Leung C., Lesser V. R., Yang Q. (2018), Building Ethics into Artificial Intelligence, *Proceedings of the 27th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, arXiv preprint arXiv:1812.02953: <https://arxiv.org/abs/1812.02953>
- Anderson M., Anderson S.L. (2007), Machine Ethics: Creating an Ethical Intelligent Agent, *AI Magazine*, 28(4), 15: <https://doi.org/10.1609/aimag.v28i4.2065>
- Moor J. (2006), The Nature, Importance, and Difficulty of Machine Ethics. *IEEE Intelligent Systems*. 21. 18-21. 10.1109/MIS.2006.80:
https://www.researchgate.net/publication/220629129_The_Nature_Importance_and_Difficulty_of_Machine_Ethics

- De Freitas J., Censi A., Di Lillo L., Anthony S.E., Frazzoli E. (2020), From Driverless Dilemmas to More Practical Ethics Tests for Autonomous Vehicles, doi:10.31234/osf.io/ypbve: <https://doi.org/10.31234/osf.io/ypbve>
- Badue C., Guidolini R., Vivacqua Carneiro R., Azevedo P., Cardoso V.B., Forechi A., Jesus L., Berriel R., Paixão T.M., Mutz F., de Paula Veronese L., Oliveira-Santos T., De Souza A.F. (2020), Self-driving cars: A survey, Expert Systems with Applications, Volume 165, 113816, ISSN 0957-4174: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113816>
- Holstein T., Dodig-Crnkovic G., Patrizio Pelliccione P. (2018), Ethical and Social Aspects of Self-Driving Cars, arXiv:1802.04103: <https://arxiv.org/abs/1802.04103>
- Schoettle B., Sivak M. (2015), A preliminary analysis of real-world crashes involving self-driving vehicles, University of Michigan: Transportation Research Institute. UMTRI-2015-34.: <https://cdn-adv.s3.ap-southeast-2.amazonaws.com/wp-content/uploads/2016/05/UMTRI-2015-A-PRELIMINARY-ANALYSIS-OF.pdf>
- Gowans C. (Spring 2021 Edition), Moral Relativism, The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Available at: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2021/entries/moral-relativism> (Accessed: 7/7/2021)
- Sinnott-Armstrong W. (Summer 2019 Edition), Consequentialism, The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Available at: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2019/entries/consequentialism/> (Accessed: 7/7/2021)
- Johnson R., Cureton A. (Spring 2021 Edition), Kant's Moral Philosophy, The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Available at: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2021/entries/kant-moral/> (Accessed: 7/7/2021)
- Hursthouse R., Pettigrove G. (Winter 2018 Edition), Virtue Ethics, The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Available at: <https://plato.stanford.edu/archives/win2018/entries/ethics-virtue/> (Accessed: 7/7/2021)
- Britannica, The Editors of Encyclopaedia (16 Jun. 2020), Categorical imperative, Encyclopedia Britannica. Available at: <https://www.britannica.com/topic/categorical-imperative> (Accessed: 7/7/2021)
- Schefczyk M. (2012), John Stuart Mill: Ethics, Internet Encyclopaedia of Philosophy. Available at: <https://iep.utm.edu/mill-eth/> (Accessed: 7/7/2021)
- NHTSA (2013). Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), Washington, DC. Available at: https://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/Automated_Vehicles_Policy.pdf (Accessed: 25/6/2021)

- World Health Organization (2021). Road traffic injuries. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries> (Accessed: 25/6/2021)
- Tripat G. (2020), Blame It on the Self-Driving Car: How Autonomous Vehicles Can Alter Consumer Morality, *Journal of Consumer Research*, Volume 47, Issue 2, August 2020, Pages 272–291. Available at: <https://doi.org/10.1093/jcr/ucaa018>
- Bigman Y.E., Yochanan. E., Waytz A., Alterovitz R., Gray K. (2019), Holding Robots Responsible: The Elements of Machine Morality, *Trends in Cognitive Sciences*, 23(5):365-368. doi: 10.1016/j.tics.2019.02.008. Epub 2019 Apr 5. PMID: 30962074. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364661319300634>
- Li G., Li Y., Gao Z., Chen F. (2019), Ethical Thinking of Driverless Cars, In *Proceedings of the 2019 International Conference on Modern Educational Technology (ICMET 2019)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 91–95, doi:<https://doi.org/10.1145/3341042.3341055>. Available at: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3341042.3341055>
- Bigman Y.E., Gray K. (2020), Life and death decisions of autonomous vehicles, *Nature* 579, E1–E2. Available at: <https://www.nature.com/articles/s41586-020-1987-4>
- Gao Z., Sun Y., Hu H., Zhang T., Fei Gao F. (2020), Investigation of the instinctive reaction of human drivers in social dilemma based on the use of a driving simulator and a questionnaire survey, *Traffic Injury Prevention*, 21:4, 254-258, doi: 10.1080/15389588.2020.1739274. Available at: <https://doi.org/10.1080/15389588.2020.1739274>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παρακάτω παρατίθεται το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για τους σκοπούς της έρευνας.

Η παρούσα έρευνα διεξάγεται στο πλαίσιο εκπόνησης πτυχιακής μελέτης με τίτλο «Μελέτη μοντέλων αντιμετώπισης ηθικών διλημάτων για αυτόνομα οχήματα». Σκοπός της έρευνας είναι η διερεύνηση των απόψεων, σχετικά με το ποιες συμπεριφορές αυτόνομων οχημάτων σε κρίσιμες καταστάσεις και οδικά ατυχήματα γίνονται αποδεκτές.

Το ερωτηματολόγιο είναι ανώνυμο και οι απαντήσεις είναι απολύτως εμπιστευτικές. Σας ευχαριστώ εκ των προτέρων για τον χρόνο σας.

Δημογραφικά Στοιχεία

1. Φύλο

- ☐ Άνδρας
- ☐ Γυναίκα
- ☐ Other

2. Ηλικία (σε έτη)

- ☐ ≤ 20
- ☐ 21 – 29
- ☐ 30 – 39
- ☐ 40 – 49
- ☐ 50 – 59
- ☐ ≥ 60

3. Ποιά είναι η οικογενειακή σας κατάσταση;

- ☐ Άγαμος/η
- ☐ Έγγαμος/η
- ☐ Διαζευγμένος/η
- ☐ Χήρος/α

4. Ποιό είναι το επίπεδο εκπαίδευσής σας;

- ☐ Απόφοιτος/η πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης
- ☐ Απόφοιτος/η δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης
- ☐ Απόφοιτος/η ΙΕΚ
- ☐ Απόφοιτος/η τριτοβάθμιας εκπαίδευσης
- ☐ Κάτοχος μεταπτυχιακού διπλώματος
- ☐ Κάτοχος διδακτορικού διπλώματος

5. Τόπος Κατοικίας

- ☐ Μεγάλη πόλη/ πρωτεύουσα > 100.000 κάτοικοι
- ☐ Προάστιο μεγάλης πόλης
- ☐ Μικρή πόλη < 100.000 κάτοικοι
- ☐ Επαρχία < 30.000 κάτοικοι

Οδικά ατυχήματα με αυτόνομα οχήματα.

Ένα όχημα, το οποίο μπορεί να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον του και να πλοηγείται χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση, ονομάζεται αυτόνομο όχημα. Αυτό δεν σημαίνει ότι ο ρόλος του οδηγού στο όχημα είναι πάντοτε εποπτικός, αφού υπάρχουν διαφορετικά επίπεδα αυτονομίας. Με την αύξηση του βαθμού αυτονομίας του οχήματος μειώνεται η ανάγκη ανθρώπινης παρέμβασης.

Παρόλο που τα αυτόνομα οχήματα δυνητικά θα μπορούσαν να προλαμβάνουν πολλά ατυχήματα, δεν πρέπει να θεωρείται ότι είναι απόλυτα ασφαλή. Υπάρχει πιθανότητα ένα αυτόνομο όχημα να μην αντιδράσει κατάλληλα σε μια απρόβλεπτη κρίσιμη κατάσταση, που ενδεχομένως παρουσιαστεί, πράγμα που θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα φθορές του οχήματος, τραυματισμούς ανθρώπων ή ακόμα και απώλειες ζωών.

6. Ποιόν θα θεωρούσατε υπεύθυνο σε περίπτωση ατυχήματος με αυτόνομο όχημα;

- ☐ Τον ιδιοκτήτη του οχήματος.
- ☐ Το ίδιο το όχημα.
- ☐ Τον κατασκευαστή του οχήματος.

7. Θα ήσασταν διατεθειμένοι να λάβετε συλλογική δράση εναντίον ενός κατασκευαστή αυτόνομων οχημάτων, σε περίπτωση που ένα αυτόνομο όχημα προκαλούσε ατύχημα;

- ☐ Ναι
- ☐ Όχι

Νοητικό πείραμα: Δίλημμα του αυτόνομου οχήματος.

Ένα αυτόνομο όχημα οδηγεί σε έναν δρόμο με υψηλή ταχύτητα. Μπροστά από το όχημα ένας άνθρωπος/ μια ομάδα ανθρώπων ξαφνικά μπλοκάρει το δρόμο. Το όχημα είναι πολύ γρήγορο για να σταματήσει πριν φτάσει στον άνθρωπο/ στην ομάδα ανθρώπων. Εάν το όχημα δεν αντιδράσει αμέσως, ο άνθρωπος/ η ομάδα θα σκοτωθεί. Ωστόσο, αυτό θα μπορούσε να αποφευχθεί αν το όχημα άλλαζε πορεία. Κατά συνέπεια όμως θα σκότωνε έναν άλλον προηγουμένως μη εμπλεκόμενο πεζό/ μία ομάδα πεζών.

Παρακαλώ επιλέξτε πώς θα αντιδρούσατε αν είχατε τον έλεγχο του αυτόνομου οχήματος στις παρακάτω περιπτώσεις. Λάβετε υπόψιν, ότι στο μέλλον τα αυτόνομα οχήματα θα μπορούσαν να προγραμματιστούν, ώστε να λαμβάνουν τις ίδιες αποφάσεις που θα λάβετε εσείς κατά την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου.

8. Θα επιλέγατε να αλλάξετε πορεία, ή να αποφύγετε την λήψη απόφασης μένοντας απραγείς;
- ☐ Επιλέγω δράση.
 - ☐ Επιλέγω απραξία.
9. Τι θα κάνατε, αν έπρεπε να επιλέξετε μεταξύ μιας μεγαλύτερης και μιας μικρότερης ομάδας ατόμων;
- ☐ Επιλέγω να σώσω το μεγαλύτερο πλήθος ατόμων.
 - ☐ Επιλέγω να σώσω το μικρότερο πλήθος ατόμων.
10. Η μία ομάδα σώζεται, αλλά με παραβίαση του Κ.Ο.Κ., ενώ η άλλη μπορεί να σωθεί και χωρίς να παραβιαστεί ο Κ.Ο.Κ.. Ποιά ομάδα θα σώζατε;
- ☐ Επιλέγω να τηρήσω τον Κ.Ο.Κ..
 - ☐ Επιλέγω να παραβιάσω τον Κ.Ο.Κ..
11. Τι θα επιλέγατε, αν στρέφοντας το όχημα προς μία άλλη, τρίτη κατεύθυνση θα μπορούσατε να σώσετε όλους τους πεζούς, αλλά θα σκοτώνονταν οι επιβάτες του οχήματος;
- ☐ Επιλέγω να σώσω τους επιβάτες του οχήματος.
 - ☐ Επιλέγω να σώσω τους πεζούς.
12. Αν στην προηγούμενη ερώτηση επιλέξατε να σώσετε τους πεζούς, θα ήσασταν διατεθειμένοι να είστε επιβάτης ενός οχήματος, που είναι προγραμματισμένο σε περίπτωση ατυχήματος να σώζει τον πεζό, θυσιάζοντας τον επιβάτη αν χρειαστεί;
- ☐ Ναι
 - ☐ Όχι

Νοητικό πείραμα με επιλογή ισότιμης αντιμετώπισης.

Παρακαλώ επιλέξτε απάντηση στις παρακάτω παραλλαγές του νοητικού πειράματος.

13. Ο ένας πεζός είναι νεότερος και ο άλλος μεγαλύτερος σε ηλικία.

- ☐ Επιλέγω να σώσω τον νεότερο ηλικιακά.
- ☐ Επιλέγω να σώσω τον μεγαλύτερο ηλικιακά.
- ☐ Τους αντιμετωπίζω ισότιμα.

14. Ο ένας πεζός είναι άντρας κι ο άλλος γυναίκα.

- ☐ Επιλέγω να σώσω τον άντρα.
- ☐ Επιλέγω να σώσω την γυναίκα.
- ☐ Τους αντιμετωπίζω ισότιμα.

15. Ο ένας πεζός έχει καλή φυσική κατάσταση ενώ ο άλλος όχι.

- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν με την καλή φυσική κατάσταση.
- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν που δεν βρίσκεται σε καλή φυσική κατάσταση.
- ☐ Τους αντιμετωπίζω ισότιμα.

16. Ο ένας πεζός είναι νομοταγής και ο άλλος έχει παραβατική συμπεριφορά.

- ☐ Επιλέγω να σώσω τον νομοταγή.
- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν που συμπεριφέρεται παραβατικά.
- ☐ Τους αντιμετωπίζω ισότιμα.

17. Ο ένας πεζός ανήκει σε κατώτερη και ο άλλος σε ανώτερη κοινωνική τάξη.

- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν που ανήκει σε κατώτερη κοινωνική τάξη.
- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν που ανήκει σε ανώτερη κοινωνική τάξη.
- ☐ Τους αντιμετωπίζω ισότιμα.

18. Χρειάζεται να επιλέξετε μεταξύ ανθρώπου και ζώου.

- ☐ Επιλέγω να σώσω τον άνθρωπο.
- ☐ Επιλέγω να σώσω το ζώο.
- ☐ Τους αντιμετωπίζω ισότιμα.

Νοητικό πείραμα με εξαναγκασμένη επιλογή.

Παρακαλώ επιλέξτε απάντηση στις παρακάτω παραλλαγές του νοητικού πειράματος.

19. Ο ένας πεζός είναι νεότερος και ο άλλος μεγαλύτερος σε ηλικία.

- ☐ Επιλέγω να σώσω τον νεότερο ηλικιακά.
- ☐ Επιλέγω να σώσω τον μεγαλύτερο ηλικιακά.

20. Ο ένας πεζός είναι άντρας κι ο άλλος γυναίκα.

- ☐ Επιλέγω να σώσω τον άντρα.
- ☐ Επιλέγω να σώσω την γυναίκα.

21. Ο ένας πεζός έχει καλή φυσική κατάσταση ενώ ο άλλος όχι.

- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν με την καλή φυσική κατάσταση.
- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν που δεν βρίσκεται σε καλή φυσική κατάσταση.

22. Ο ένας πεζός είναι νομοταγής και ο άλλος έχει παραβατική συμπεριφορά.

- ☐ Επιλέγω να σώσω τον νομοταγή.
- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν που συμπεριφέρεται παραβατικά.

23. Ο ένας πεζός ανήκει σε κατώτερη και ο άλλος σε ανώτερη κοινωνική τάξη.

- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν που ανήκει σε κατώτερη κοινωνική τάξη.
- ☐ Επιλέγω να σώσω αυτόν που ανήκει σε ανώτερη κοινωνική τάξη.

24. Χρειάζεται να επιλέξετε μεταξύ ανθρώπου και ζώου.

- ☐ Επιλέγω να σώσω τον άνθρωπο.
- ☐ Επιλέγω να σώσω το ζώο.