



Προσέγγιση των Τεχνολογιών Ανίχνευσης Πτώσης που έχουν Αναπτυχθεί για Ηλικιωμένους

Γεωργία Ζαχαροπούλου¹, Βασιλική Ζαχαροπούλου², Ιωάννα Στάικου³

1.Διδάκτωρ, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Σχολή Οικονομίας, Διοίκησης και Πληροφορικής, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Τρίπολη. Φυσικοθεραπεύτρια, Κέντρο Υγείας Καλαμάτας.

2.Διδάκτωρ, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Σχολή Οικονομίας, Διοίκησης και Πληροφορικής, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Τρίπολη.

3.MSc(c) Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Κοινωνικών Επιστημών, Διαχείριση Γήρανσης και Χρόνιων Νοσημάτων, Φυσικοθεραπεύτρια, Πανεπιστήμιο Πατρών.

DOI: [1055742/IWEL9406](https://doi.org/10.55742/IWEL9406)

Περίληψη

Εισαγωγή. Οι πτώσεις και οι επακόλουθοι τραυματισμοί στους ηλικιωμένους αποτελούν σημαντικό πρόβλημα δημόσιας υγείας, από την άποψη της νοσηρότητας, θνησιμότητας και του υψηλού κόστους. Αρκετές έρευνες βασισμένες στις Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) έχουν προσεγγίσει το θέμα από την πλευρά της ανίχνευσης πτώσης.

Σκοπός. Σκοπός της ανασκόπησης, η αναζήτηση διαθέσιμων συστημάτων ανίχνευσης πτώσης βασισμένων στις ΤΠΕ.

Μέθοδος. Μια βιβλιογραφική ανασκόπηση διεξήχθη στις βάσεις δεδομένων PubMed, Cochrane Central, Embase από το 2010 έως το 2018. Αναζητήθηκαν οι όροι «ανίχνευση πτώσης», «τεχνολογίες αισθητήρων», «έξυπνα σπίτια», «αισθητήρες περιβάλλοντος».

Αποτελέσματα. Τα περισσότερα από τα συστήματα ανίχνευσης πτώσης έχουν αναπτυχθεί πάνω στην ίδια φιλοσοφία, δηλαδή στον περιορισμό των σοβαρών επιπτώσεων της παρατεταμένης παραμονής των ηλικιωμένων στο έδαφος μετά από μία πτώση. Κύριος στόχος τους είναι να διακρίνουν μεταξύ των γεγονότων πτώσης και των καθημερινών δραστηριοτήτων. Οι περισσότεροι αλγόριθμοι σχεδιάζονται με βάση σύνολα δεδομένων που περιέχουν ένα μείγμα δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής και προσομοιωμένες πτώσεις. Διάφορες λύσεις είναι διαθέσιμες με τις περισσότερες να αφορούν φορητές συσκευές, ενώ άλλες περιλαμβάνουν τεχνολογίες ενσωματωμένες στο οικιακό περιβάλλον.

Συμπεράσματα. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης αρκετών τεχνολογιών ανίχνευσης πτώσης έδειξαν ότι μπορούν να βελτιώσουν την αυτονομία των ηλικιωμένων και την παράταση της διαβίωσής τους στην κοινότητα με ασφάλεια.

Λέξεις Κλειδιά: ανίχνευση πτώσης, τεχνολογίες αισθητήρων, έξυπνα σπίτια, αισθητήρες περιβάλλοντος.

Approach to Fall Detection Technologies Developed for the Elderly

Georgia Zacharopoulou¹, Vassiliki Zacharopoulou², Ioanna Staikou³

1.PhD, University of Peloponnese, Faculty of Economy, Management and Informatics, Department of Economics, Tripoli. Physiotherapist, Kalamatas Health Center.

2.PhD, University of Peloponnese, Faculty of Economy, Management and Informatics, Department of Economics, Tripoli.

3.MSc(c) Hellenic Open University, School of Social Sciences, Management of Aging and Chronic Diseases, Physiotherapist, University of Patras.

Abstract

Introduction. The falls and subsequent injuries to the elderly are a major public health problem in terms of morbidity, mortality and high costs. A wealth of research based on Information and Communication Technologies (ICTs) has approached the issue from the point of view of the fall detection.

Purpose. The purpose of the review is to search for available fall detection systems based on ICT.

Methodology. A systematic literature review was carried out at PubMed, Cochrane Central, Embase databases from 2010 to 2018. The terms "fall detection", "sensor technologies", "smart homes", "ambient sensors" were searched.

Results. Most of the fall detection systems have been developed on the same philosophy, namely to limit the serious impact of the elderly long staying on the ground after a fall. The main purpose of these systems is to distinguish between fall events and daily activities. Most algorithms are designed based on data sets containing a mixture of daily life activities and simulated falls. Various solutions are available with most include portable devices, while others include technologies embedded in the home environment

Conclusions. The evaluation results of several fall detection technologies have shown that they can improve the autonomy of older people, extending their living in the community safely.

Keywords: fall detection, sensor technologies, smart homes, ambient sensors.

Εισαγωγή

Οι πτώσεις που συμβαίνουν περίπου στο 30% των ηλικιωμένων άνω των 65 ετών και στο 50% άνω των 85 ετών αποτελούν σημαντικό πρόβλημα δημόσιας υγείας, από την άποψη της νοσηρότητας, της θνησιμότητας και του υψηλού κόστους (Lusardi et al., 2017; Tinetti & Kumar, 2010; Gillespie et al., 2009). Το 1/3 των πτώσεων οδηγούν σε τραυματισμούς και κατάγματα, ενώ πάνω από τα 2/3 των ασθενών είναι επιρρεπείς σε επαναλαμβανόμενη πτώση και παρουσιάζουν φόβο πτώσης με τις επακόλουθες ψυχολογικές και λειτουργικές συνέπειες που οδηγούν σε μειωμένη κινητικότητα και ανεξαρτησία (Qin & Baccaglioni, 2016). Έχει αναφερθεί ότι πολλοί από τους ηλικιωμένους που βίωσαν παρατεταμένη περίοδο παραμονής στο έδαφος (>1ώρα) απεβίωσαν μέσα σε έξι μήνες μετά το περιστατικό πτώσης, ακόμη και αν δεν έχει σημειωθεί σοβαρός τραυματισμός (Sun and Sosnoff, 2018; Pannurat et al., 2014). Η παρατεταμένη παραμονή στο έδαφος έχει συνδεθεί με πνευμονία, έλκη πίεσης, αφυδάτωση και υποθερμία. Συνήθως σχετίζεται με σοβαρό τραυματισμό, εισαγωγή στο νοσοκομείο και αλλαγή των συνθηκών διαβίωσης σε μακροχρόνια περίθαλψη. Η προσωπική εμπειρία της παρατεταμένης παραμονής στο έδαφος συμβάλλει στο φόβο πτώσης. Ο φόβος αυτός οδηγεί σε έναν κύκλο αυτοπεριορισμού της δραστηριότητας και μια επακόλουθη μείωση της φυσικής λειτουργίας (Iguar et al., 2013).

Πληθώρα ερευνών βασισμένων στις ΤΠΕ έχει προσεγγίσει το θέμα από την πλευρά της ανίχνευσης πτώσης εξαντλώντας μια ποικιλία μεθόδων ανίχνευσης (Chaccour et al., 2017; Brunete et al., 2017; De Miguel et al., 2017; Kumari et al., 2017; Mao et al., 2017; Khan et al., 2016; Casilari & Oviedo-Jiménez, 2015; Pannurat et al., 2014; Feldwieser et al., 2014; Iguar et al., 2013; Honglun et al., 2013; Albert et al., 2012; Bagalà et al., 2012; Zhao et al., 2012; Tao et al., 2012; Tolkiehn et al., 2011; Aziz et al., 2011; Bianchi et al., 2010; Ghasemzadeh et al., 2010)

Υλικό και Μέθοδος

Μια συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση διεξήχθη στις βάσεις δεδομένων PubMed, Cochrane Central, Embase από το 2000 έως το 2018. Αναζητήθηκαν οι όροι «ανίχνευση πτώσης», «τεχνολογίες αισθητήρων», «έξυπνα σπίτια», «αισθητήρες περιβάλλοντος», «τεχνολογίες που βασίζονται στην όραση». Περιελήφθησαν 27 έρευνες σχετικές με την προσέγγιση της ανίχνευσης πτώσεων και 4 έρευνες σχετικές με επιδημιολογικά στοιχεία των πτώσεων.

Αποτελέσματα

Ο κύριος στόχος των συστημάτων ανίχνευσης πτώσης είναι να διακρίνουν μεταξύ των γεγονότων πτώσης και των καθημερινών δραστηριοτήτων. Οι περισσότεροι αλγόριθμοι ανίχνευσης σχεδιάζονται με βάση σύνολα δεδομένων που περιέχουν ένα μείγμα δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής (συμπεριλαμβανομένων των δραστηριοτήτων που μοιάζουν με πτώση) και προσομοιωμένες πτώσεις. Οι κοινές δραστηριότητες περιλαμβάνουν στάση, περπάτημα, ανέβασμα/κατέβασμα σκάλας, τρέξιμο/τζόκινγκ, άλματα, κάθισμα/έγερση από καρέκλα, κατάκλιση/έγερση από κρεβάτι, αλλά και δραστηριότητες όπως κάθισμα-στάση, στροφή-περπάτημα, κλπ (Pannurat et al., 2014).

Ένα σύστημα ανίχνευσης πτώσης έχει δύο κύριες λειτουργικές συνιστώσες: το στοιχείο ανίχνευσης και το στοιχείο επικοινωνίας. Το πρώτο είναι υπεύθυνο για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων αισθητήρων, ενώ το τελευταίο ενημερώνει τους φροντιστές για την πτώση (Tsinganos & Skodras, 2018; Pannurat et al., 2014). Στις περισσότερες περιπτώσεις η απόδοση του ανιχνευτή εκφράζεται ως προς την ευαισθησία και την ειδικότητα. Η ευαισθησία είναι η ικανότητα ενός ανιχνευτή να ταξινομεί σωστά μια πτώση ως πτώση, ενώ η ειδικότητα είναι η ικανότητα ενός ανιχνευτή να ταξινομεί σωστά μια καθημερινή δραστηριότητα ως καθημερινή δραστηριότητα (Igal et al., 2013).

Για πιο αξιόπιστες μετρήσεις και ακριβή ανίχνευση χρησιμοποιείται το σύστημα σύντηξης αισθητήρων. Αυτό αναφέρεται σε τεχνικές που επιτρέπουν τον συνεργειακό συνδυασμό περισσότερων του ενός αισθητήρων, ίδιου ή διαφορετικού τύπου (πολυτροπική συσκευή) ή το συνδυασμό φορητών αισθητήρων και αισθητήρων περιβάλλοντος (Tsinganos & Skodras, 2018).

Διάφορες λύσεις είναι διαθέσιμες με τις περισσότερες να αφορούν φορητές συσκευές, ενώ άλλες περιλαμβάνουν τεχνολογίες ενσωματωμένες στο οικιακό περιβάλλον (Chaudhuri et al., 2014). Γενικότερα η τεχνολογία ανίχνευσης πτώσης μπορεί να χωριστεί στα φορητά και μη φορητά συστήματα (Chaudhuri et al., 2014) ή σύμφωνα με τους Mubashir et al. (2013) στους φορητούς αισθητήρες, τους αισθητήρες περιβάλλοντος και τις τεχνολογίες που βασίζονται στην όραση.

Φορητοί αισθητήρες

Αρχικά τα συστήματα προσωπικής αντίδρασης έκτακτης ανάγκης ή personal emergency response systems (PERS), έδιναν τη δυνατότητα επαφής με ένα κέντρο έκτακτης ανάγκης πατώντας ένα πλήκτρο σε περίπτωση πτώσης. Ενώ όμως υπήρξε κατάλληλο σε

πολλές περιπτώσεις, καθίστατο άχρηστο όταν το άτομο ήταν ασυνείδητο ή δεν μπορούσε να φτάσει στο πλήκτρο. Ακόμη και όταν το σύστημα ήταν διαθέσιμο, το 80% περίπου των ηλικιωμένων που φορούσαν το PERS δεν χρησιμοποίησαν το σύστημα συναγερμού για να ζητήσουν βοήθεια μετά από πτώση (Chaudhuri et al., 2014). Λόγω αυτών των προκλήσεων προτάθηκαν λύσεις παθητικής παρακολούθησης για την ακριβέστερη ανίχνευση πτώσεων.

Οι πιο κοινές τεχνολογίες στους φορητούς αισθητήρες είναι τα επιταχυνσιόμετρα και τα γυροσκόπια ενώ μπορεί να περιλαμβάνουν και διακόπτες κλίσης, αισθητήρες πίεσης και μικρόφωνα (Pannurat et al., 2014). Οι μέθοδοι που βασίζονται στο επιταχυνσιόμετρο μετρούν την επιτάχυνση του ανθρώπινου σώματος και οι πτώσεις ανιχνεύονται με βάση μια τιμή κατωφλίου επιτάχυνσης. Αυτές οι μέθοδοι όμως χρησιμοποιούν μόνο δεδομένα επιτάχυνσης τα οποία συχνά καθορίζουν εσφαλμένα κάποιες δραστηριότητες ως συμβάντα πτώσης. Έτσι, για να βελτιωθεί η ακρίβεια, μια εναλλακτική προσέγγιση είναι να συνδυαστεί με ένα γυροσκόπιο και ένα μαγνητόμετρο (Mao et al., 2017).

Οι αδρανειακοί αισθητήρες (Inertial Measurement Unit-IMU) λειτουργούν μέσω του εντοπισμού της επιτάχυνσης, χρησιμοποιώντας ένα ή περισσότερα επιταχυνσιόμετρα και επίσης ανιχνεύουν μεταβολές στη περιστροφική κίνηση του μέσου με τη βοήθεια ενός ή περισσότερων γυροσκοπίων (Tsinganos & Skodras, 2018).

Οι πιο προηγμένες φορητές συσκευές συνήθως ενσωματώνουν πολλαπλές τεχνολογίες αισθητήρων. Στη μελέτη των Bianchi et al. (2010) χρησιμοποιήθηκαν βαρομετρικοί αισθητήρες ικανοί να ανιχνεύουν διακυμάνσεις ύψους που προκαλούνται από πτώσεις και τριαξονικό επιταχυνσιόμετρο. Οι Ghasemzadeh et al. (2010) παρουσίασαν μια σειρά αισθητήρων που μπορούν να διαβάσουν τη στάση του ασθενούς και να λάβουν ταυτόχρονα μετρήσεις μυϊκής δραστηριότητας, χρησιμοποιώντας ηλεκτρομυογραφικούς αισθητήρες με ρυθμό ανίχνευσης πτώσης 98%.

Οι Albert et al. (2012) συνδύασαν φορητούς αισθητήρες (επιταχυνσιόμετρα) και κινητά τηλέφωνα όχι μόνο για την ανίχνευση πτώσης αλλά και για την αυτόματη ταξινόμηση του τύπου αυτής. Η γνώση του τύπου πτώσης μπορεί να είναι σημαντική για τον συντονισμό μιας πιο κατάλληλης αντίδρασης σε αυτήν, ή μπορεί να είναι επωφελής για τις μελέτες πρόληψης (αναγνώριση της αιτίας, προσαρμογή της θεραπείας και αποφυγή παρόμοιου τύπου πτώσης στο μέλλον) (Albert et al., 2012).

Συνδυασμό φορητών αισθητήρων (που περιλαμβάνει επιταχυνσιόμετρο, γυροσκόπιο

και μαγνητόμετρο τριών αξόνων) και κινητού τηλεφώνου (με λειτουργικό σύστημα Android) για επεξεργασία δεδομένων, ανίχνευση πτώσης και προειδοποιητικών μηνυμάτων, πρότειναν και οι Mao et al. (2017). Οι Casilari & Oviedo-Jiménez (2015), αξιολόγησαν ένα σύστημα ανίχνευσης πτώσης που εκτελείται από τις 2 προσωπικές συσκευές Android: ένα smartphone και ένα smartwatch (και τα δύο με ενσωματωμένο επιταχυνσιόμετρο και γυροσκόπιο). Η καινοτομία τους βασίζεται στο γεγονός ότι μια πτώση θεωρείται ότι έχει συμβεί μόνο αν εντοπιστεί ταυτόχρονα και ανεξάρτητα από τις δύο συσκευές. Η κοινή χρήση των δύο συσκευών αυξάνει σαφώς την ικανότητα του συστήματος να αποφεύγει «ψευδώς θετικούς» συναγερμούς.

Οι φορητές συσκευές συνήθως τοποθετούνται στην οσφύ αλλά και σε διάφορα σημεία του σώματος, όπως ο καρπός, το κεφάλι, ο λαιμός, η πλάτη, ο ώμος, το αυτί, ο μηρός (Pannurat et al., 2014), ενώ το στήθος και η μέση έχουν αποδειχθεί ως οι καλύτερες θέσεις με στόχο την ακρίβεια, καθώς είναι συνήθως κοντά στο κέντρο βάρους του ανθρώπινου σώματος (Mao et al., 2017; Casilari & Oviedo-Jiménez, 2015; Pannurat et al., 2014).

Συστήματα που βασίζονται στο περιβάλλον

Η πιο συνηθισμένη τεχνολογία που χρησιμοποιείται σε αυτά τα συστήματα είναι οι αισθητήρες υπερύθρων, αλλά και οι τεχνολογίες που βασίζονται στην ανίχνευση του ήχου και των κραδασμών (De Miguel et al., 2017). Τα βοηθητικά συστήματα που βασίζονται στο περιβάλλον στηρίζονται συνήθως στην κοινή ανάλυση των οπτικοακουστικών σημάτων μαζί με άλλες ειδικές πληροφορίες (όπως δεδομένα δόνησης δαπέδου ή σήματα μικροφώνου) που συλλαμβάνονται από περιβαλλοντικούς αισθητήρες (Casilari et al., 2015; Mubashir et al., 2013). Στην περίπτωση αυτή, οι πτώσεις αναγνωρίζονται με τη σύγκριση των μετρούμενων δονήσεων δαπέδου ή/και των ηχητικών σημάτων με ένα προκαθορισμένο σύνολο προτύπων που αντιστοιχούν σε διάφορες δραστηριότητες (φυσιολογική βάδιση, ταχεία βάδιση, πτώση μικρών αντικειμένων, κλπ) (Casilari et al., 2015; Mubashir et al., 2013).

Οι Feldwieser et al. (2014) διεξήγαγαν μελέτη διάρκειας 8 εβδομάδων σε ηλικιωμένους (n=28) με μέση ηλικία τα 74,3 έτη σχετικά με την ανίχνευση πτώσης με βάση αισθητήρες, στο περιβάλλον τους. Πρωταρχικός στόχος ήταν η ανίχνευση πτώσεων με αισθητήρες με επιταχυνσιόμετρα, βιντεοκάμερες και μικρόφωνα, με τις λεπτομέρειες των πτώσεων να αναλύονται με τη βοήθεια γηριατρικών αξιολογήσεων και τυποποιημένων πρωτοκόλλων. Κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης σημειώθηκαν 15 πτώσεις και 12 από

αυτές αναγνωρίστηκαν σωστά από το σύστημα ανίχνευσης. Σύμφωνα με τους ερευνητές οι τρέχουσες τεχνολογίες ανίχνευσης λειτουργούν καλά υπό εργαστηριακές συνθήκες, αλλά εξακολουθεί να είναι προβληματική η παραγωγή αξιόπιστων αποτελεσμάτων όταν εφαρμόζονται σε πραγματικές συνθήκες ζωής.

Οι Khan et al. (2016) χρησιμοποίησαν ακουστικούς αισθητήρες (μικρόφωνα) για την ανίχνευση πτώσεων με βάση το αποκτημένο ηχητικό σήμα. Παρουσίασαν ένα σύστημα ανίχνευσης πτώσης χωρίς επίβλεψη, το οποίο χρησιμοποιεί τα συλλεγόμενα ακουστικά σήματα (ηχητικά σήματα κάτω άκρων) από τις συνήθεις δραστηριότητες ενός ηλικιωμένου για να κατασκευαστεί ένα μοντέλο περιγραφής δεδομένων ώστε να διακρίνει τις πτώσεις από τις μη πτώσεις. Διαφέρει από τις άλλες μεθόδους που χρησιμοποιούν ακουστικούς αισθητήρες επειδή μια νέα τεχνική απομακρύνει τις πιθανές παρεμβολές από άλλες πηγές ήχου.

Ένα σύστημα δικτύου αισθητήρων (υπέρυθρων) οροφής προτάθηκε από τους Tao et al. (2012) για τη ανάλυση συμπεριφοράς και ανίχνευση πτώσης στο οικιακό περιβάλλον. Το σύστημα μπορεί να αναγνωρίζει την ύπαρξη/μη ύπαρξη ατόμων κάτω από τους αισθητήρες και κατά συνέπεια να ανιχνεύει πτώσεις αν το άτομο παραμείνει πολύ καιρό στην ίδια θέση. Φαίνεται ότι έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί στο οικιακό περιβάλλον για να ανιχνεύει τη μη φυσιολογική κίνηση των ηλικιωμένων.

Τεχνολογίες που βασίζονται στην όραση

Η αρχή της μεθόδου είναι η σύλληψη της εικόνας με οπτικούς αισθητήρες (Mao et al., 2017). Οι προσεγγίσεις που βασίζονται στην όραση επικεντρώνονται στην εκτέλεση σε πραγματικό χρόνο ενός αλγορίθμου χρησιμοποιώντας τυποποιημένες πλατφόρμες υπολογιστών και κάμερες. Συνήθως χρησιμοποιούνται κάμερες 2D ή 3D με τεχνικές επεξεργασίας και ανάλυσης εικόνας και αναγνώρισης προτύπων υψηλής υπολογιστικής πολυπλοκότητας. Οι κάμερες τοποθετημένες σε ύψος εντοπίζουν και χαρακτηρίζουν την κίνηση του χρήστη και αξιολογούν την εμφάνιση πτώσεων (De Miguel et al., 2017; Mubashir et al., 2013).

Στη μελέτη των Ma et al. (2014) παρουσιάζεται μια μέθοδος που συνδυάζει δύο τεχνικές υπολογιστικής όρασης: χαρακτηρισμό πτώσεων με βάση σχηματική πληροφορία και έναν ταξινομητή βασισμένο σε μεθόδους μάθησης για το διαχωρισμό πτώσεων από καθημερινές δραστηριότητες. Οι Planinc and Kampel (2013) με την κάμερα βάθους Kinect που προσφέρει υψηλή ανάλυση δημιούργησαν δύο παραμέτρους-χαρακτηριστικά, τον

προσανατολισμό του σώματος και την πληροφορία ύψους της σπονδυλικής στήλης, χρησιμοποιώντας το σύστημα συντεταγμένων της εικόνας. Οι Tran et al. (2017) συνδύασαν τα πολυτροπικά χαρακτηριστικά από αισθητήρες και την κάμερα Kinect για να αντιμετωπίσουν μεγάλα περιβάλλοντα και πέτυχαν χαμηλότερο ποσοστό ψευδών συναγερμών διατηρώντας παράλληλα υψηλή ακρίβεια αλλά και τη δυνατότητα να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε χώρο διαβίωσης σε πραγματικές συνθήκες.

Ένα σύστημα ανίχνευσης πτώσης που βασίζεται σε αλγόριθμους τεχνητής όρασης, λαμβάνοντας υπόψη ηλικιωμένους με προβλήματα μνήμης όπως άτομα με άνοια, που ξεχνούν να χρησιμοποιούν τις φορητές συσκευές, περιγράφεται από τους De Miguel et al. (2017). Το σύστημα περιλαμβάνει ενσωματωμένο υπολογιστή και κάμερα και μπορεί να εγκατασταθεί σε διάφορα σημεία της οικίας και να παρακολουθεί τους χώρους 24 ώρες χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Οι ηλικιωμένοι δεν υποχρεούνται να φορούν συσκευές. Όταν εντοπιστεί πτώση αποστέλλεται ένα μήνυμα συναγερμού στον φροντιστή μαζί με μια εικόνα. Αν το άτομο ανακάμψει αποστέλλεται ένα άλλο μήνυμα. Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της ιδιωτικότητας τα συστήματα στέλνουν εικόνες μόνο όταν έχει εντοπιστεί η πτώση. Αυτές οι εικόνες μπορούν να θολώσουν εύκολα για να αποφευχθεί η αναγνώριση προσώπου από τρίτους (De Miguel et al., 2017).

Συζήτηση

Οι φορητές συσκευές έχουν το πλεονέκτημα ότι μετρούν άμεσα τις φυσικές μεταβλητές που περιγράφουν τις κινήσεις του χρήστη χωρίς να εξαρτώνται από τις ιδιαιτερότητες μιας περιορισμένης ζώνης παρακολούθησης (Casilari & Oviedo-Jiménez, 2015). Επιπλέον οι περισσότεροι φορητοί αισθητήρες ενσωματώνονται σε smartphones όπου ως αυτοτελείς συσκευές παρουσιάζουν ένα ώριμο περιβάλλον υλικού και λογισμικού για την ανάπτυξη διάχυτων συστημάτων ανίχνευσης πτώσης (Pannurat et al., 2014; Igual et al., 2013). Ωστόσο παρουσιάζουν και μειονεκτήματα όπως η εξάρτησή τους από την ισχύ της μπαταρίας και η ευαισθησία στην κίνηση του σώματος που μπορεί να προκαλέσει ψευδείς συναγερμούς (Chaudhuri et al., 2014). Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των φορητών συσκευών ανίχνευσης με πραγματικούς χρήστες, δείχνουν ότι οι ανιχνευτές πτώσης εκτιμώνται ευνοϊκά από τους ηλικιωμένους, κυρίως αν αισθάνονται ότι το σύστημα βελτιώνει την ασφάλειά τους, ενώ παράλληλα εγγυάται την ελευθερία κινήσεών τους με έναν απλό και αυτοματοποιημένο τρόπο (Casilari et al., 2015).

Όσον αφορά τους αισθητήρες περιβάλλοντος και τις τεχνολογίες που βασίζονται στην όραση παρά τα μειονεκτήματα όπως η πολύπλοκη ρύθμιση, οι περιορισμοί στην ζώνη παρακολούθησης, η αίσθηση της έλλειψης ιδιωτικότητας και το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης, φαίνεται ότι θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην παράταση της ανεξάρτητης διαβίωσης των ηλικιωμένων στην κοινότητα (Tsinganos & Skodras, 2018; Casilari & Oviedo-Jiménez, 2015). Ιδιαίτερα η χρήση κάμερας φαίνεται να αποτελεί αξιόπιστη προσέγγιση για την ανίχνευση πτώσης και ένα σύστημα βασισμένο σε αυτήν μπορεί να παρέχει υψηλό ποσοστό ευαισθησίας και ειδικότητας (Pannurat et al., 2014).

Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης αρκετών τεχνολογιών ανίχνευσης πτώσης έδειξαν ότι μπορούν να βελτιώσουν την ανεξαρτησία των ηλικιωμένων, την παράταση της διαβίωσής τους στην κοινότητα με ασφάλεια, ενώ απαλλάσσουν τους φροντιστές από ορισμένα καθήκοντα ημερήσιας φροντίδας, μειώνοντας την επιβάρυνση.

Συντομογραφίες

IMU: Inertial Measurement Unit

PERS: Personal emergency response systems

ΤΠΕ: Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών

Βιβλιογραφία

1. Albert, M.V., Kording, K., Herrmann, M., Jayaraman, A. (2012). Fall Classification by Machine Learning Using Mobile Phones. *PLoS ONE*, 7(5), p.e36556.
2. Aziz, O., Robinovitch, S.N. (2011). An analysis of the accuracy of wearable sensors for classifying the causes of falls in humans. *IEEE Trans. Neural Systems & Rehabilitation Engineering*, 19, pp.670-676.
3. Bagalà, F., Becker, C., Cappello, A., Chiari, L., Aminian, K., Hausdorff, J.M., et al. (2012). Evaluation of Accelerometer-Based Fall Detection Algorithms on Real-World Falls. *PLoS ONE*, 7, p.37062.
4. Bianchi, F., Redmond, S.J., Narayanan, M.R., Cerutti, S., Lovell, N.H. (2010). Barometric pressure and triaxial accelerometry-based falls event detection. *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.*, 18, pp.619-627.

5. Brunete, A., Selmes, M., Selmes, J. (2017). Can smart homes extend people with Alzheimer's disease stay at home? *Journal of Enabling Technologies*, 11, pp.6-12.
6. Casilari, E., Luque, R., Morón, M.J. (2015). Analysis of Android Device-Based Solutions for Fall Detection. *Sensors (Basel)*, 15(8), pp.17827-17894.
7. Casilari, E., Oviedo-Jiménez, M.A. (2015). Automatic Fall Detection System Based on the Combined Use of a Smartphone and a Smartwatch. *PLoS ONE*, 10(11), p.e0140929.
8. Chaudhuri, S., Thompson, H., Demiris, G. (2014). Fall Detection Devices and their Use with Older Adults: A Systematic Review. *Journal of Geriatric Physical Therapy* (2001), 37(4), pp.178-196.
9. Chaccour, K., Darazi, R.El., Hassani, A.H., Andrès, E. (2017). From Fall Detection to Fall Prevention: A Generic Classification of Fall-Related Systems. *IEEE Sensors Journal*, 17, pp.812-822.
10. De Miguel, K., Brunete, A., Hernando, M., Gambao, E. (2017). Home Camera-Based Fall Detection System for the Elderly. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 17(12), p.2864.
11. Feldwieser, F., Gietzelt, M., Goevercin, M., Marschollek, M., Meis, M., Winkelbach, S., et al. (2014). Multimodal sensor-based fall detection within the domestic environment of elderly people. *Z Gerontol Geriatr*, 47(8), pp.661-665.
12. Gillespie, L.D., Robertson, M.C., Gillespie, W.J., Lamb, S.E., Gates, S., Cumming, R.G. et al. (2009). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 15(2), pp.CD007146.
13. Ghasemzadeh, H., Jafari, R., Prabhakaran, B. (2010). A body sensor network with electromyogram and inertial sensors: Multimodal interpretation of muscular activities. *IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed*, 14, pp.198-206.
14. Honglun, H., Meimei, H., Minghui, W. (2013). Sensor-based wireless wearable systems for healthcare and falls monitoring. *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems*, 6(5), pp.2200-2216.
15. Igual, R., Medrano, C., Plaza, I. (2013). Challenges, issues and trends in fall detection systems. *Biomedical Engineering Online*, 12, p.66.

16. Khan, M.S., Yu, M., Feng, P., Wang, L., Chambers, J. (2015). An unsupervised acoustic fall detection system using source separation for sound interference suppression. *Signal Process*, 110, pp.199-210.
17. Kumari, P., Mathew, L., Syal, P. (2017). Increasing trend of wearables and multimodal interface for human activity monitoring: A review. *Biosens. Bioelectron*, 90, pp.298-307.
18. Lusardi, M.M., Fritz, S., Middleton, A., Allison, L., Wingood, M., Phillips, E. et al. (2017). Determining risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis using posttest probability. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 40(1), pp.1-36.
19. Ma, X., Wang, H., Xue, B., Zhou, M., Ji, B., Li, Y. (2014). Depth-based human fall detection via shape features and improved extreme learning machine. *IEEE J. Biomed. Health Inf*, 18(6), pp.1915-1922.
20. Mao, A., Ma, X., He, Y., Luo, J. (2017). Highly Portable, Sensor-Based System for Human Fall Monitoring. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 17(9), p.2096.
21. Mubashir, M., Shao, L., Seed, L. (2013). A survey on fall detection: Principles and approaches. *Neurocomputing*, 100, pp.144-152.
22. Pannurat, N., Thiemjarus, S., Nantajeewarawat, E. (2014). Automatic Fall Monitoring: A Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 14(7), pp.12900-12936.
23. Planinc, R., Kampel, M. (2013). Introducing the use of depth data for fall detection. *Personal Ubiquitous Comput*, 17(6), pp.1063-1072.
24. Qin, Z., Baccaglini, L., (2016), "Distribution, Determinants and Prevention of Falls Among the Elderly in the 2011-2012 California Health Interview Survey", *Public Health Rep*, 131, pp.331-339.
25. Sun, R., Sosnoff, J.J. (2018). Novel sensing technology in fall risk assessment in older adults: a systematic review. *BMC Geriatr*, 18(1), p.14.
26. Tao, S., Kudo, M., Nonaka, H. (2012). Privacy-preserved behavior analysis and fall detection by an infrared ceiling sensor network. *Sensors*, 12, pp.16920-16936.
27. Tinetti, M.E., Kumar, C. (2010). The patient who falls: "It's always a trade-off". *JAMA*, 303(3), pp.258-266.

28. Tolkiehn, M., Atallah, L., Lo, B., Yang, G.Z. (2011). Direction sensitive fall detection using a triaxial accelerometer and a barometric pressure sensor. *Conference Proceedings IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2011, pp.369-372.
29. Tran, T.H., Le, T.L., Hoang, V.N., Vu, H. (2017). Continuous detection of human fall using multimodal features from Kinect sensors in scalable environment. *Comput. Methods Progr. Biomed*, 146, pp.151-165.
30. Tsinganos, P., Skodras, A. (2018). On the Comparison of Wearable Sensor Data Fusion to a Single Sensor Machine Learning Technique in Fall Detection. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 18(2), p.592.
31. Zhao, Z., Chen, Y., Wang, S., Chen, Z. (2012). Fallalarm: Smart phone based fall detecting and positioning system. *Procedia Computer Science*, 10, pp.617-624.