

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάπτυξη Οντολογίας για την Αναπαράσταση Έξυπνου Σπιτιού για Ηλικιωμένους

Εξάρχου Γεωργία

A.M.10M04

Διαπανεπιστημιακό Π.Μ.Σ. Βασική και Εφαρμοσμένη Γνωστική Επιστήμη
Τμήμα Μεθοδολογίας, Ιστορίας και Θεωρίας της Επιστήμης
Σχολή Θετικών Επιστημών
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Συμβουλευτική Επιτροπή:

Καράλη Ιζαμπώ, Επίκ. Καθηγήτρια Τμήμα Πληροφορικής ΕΚΠΑ

Αβεντισιάν-Παγοροπούλου Άννα, Επίκ. Καθηγήτρια Τμήμα Ψυχολογίας ΕΚΠΑ

Αθήνα, 2014

Master Thesis

Ontology Implementation for Knowledge Representation of a
Smart Home for the Elderly

Exarchou Georgia

Interdisciplinary Program Basic and Applied Cognitive Science
Department of Philosophy and History of Science
School of Science
University of Athens

Supervisors:

Karali Isambo, Assistant Professor

Department of Informatics and Telecommunications, University of Athens

Aventisian-Pagoropoulou Anna, Assistant Professor

Department of Psychology, University of Athens

Athens, 2014

Καράλη Ιζαμπώ, Επίκ.Καθηγήτρια

Αβεντισιάν-Παγοροπούλου Άννα, Επίκ. Καθηγήτρια

Ευχαριστίες

Η παρούσα Διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια των μεταπτυχιακών σπουδών μου στο πρόγραμμα «Βασική και Εφαρμοσμένη Γνωστική Επιστήμη» του τμήματος Μεθοδολογίας, Ιστορίας και Θεωρίας της Επιστήμης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην Επίκουρη Καθηγήτρια του τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Ιζαμπώ Καράλη για την ευκαιρία που μου έδωσε να έρθω σε επαφή με τον άγνωστο για μένα κόσμο της διαχείρισης και αναπαράστασης γνώσης, έναν κόσμο πολύ διαφορετικό από τα μέχρι πρότινος ερευνητικά μου ενδιαφέροντα. Κυρίως όμως θα ήθελα να την ευχαριστήσω για την άψογη συνεργασία μας και γιατί ήταν πάντα εκεί να με υποστηρίξει με καλοπροαίρετη διάθεση, κατανόηση και ανιδιοτελή αποδοχή.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου για την εμπύχωση και την πίστη τους σε μένα ότι θα τα καταφέρω.

Φυσικά, δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω τους γονείς μου, που με στηρίζουν σε κάθε προσπάθειά μου και τα αδέρφια μου Θοδωρή και Παναγιώτη για την αγάπη τους και την αμέριστη συμπαράστασή τους.

Περίληψη

Η γήρανση δημιουργεί αλλαγές σε ολόκληρη την ψυχοφυσιολογική λειτουργία του ανθρώπου και έχει επιπτώσεις στη σύγχρονη κοινωνία. Παράγοντες όπως, η αύξηση του προσδόκιμου ζωής, η υπέρμετρη αύξηση του αριθμού των ηλικιωμένων και η επακόλουθη αύξηση των δαπανών για υγειονομική φροντίδα, έχουν δημιουργήσει την ανάγκη ανάπτυξης νέων τεχνολογιών που θα υπηρετήσουν τον τομέα της φροντίδας και της υποστήριξης των ηλικιωμένων στο σπίτι και θα αποσυμφορήσουν τον κρατικό μηχανισμό. Η γεροντοτεχνολογία υπηρετεί αυτό το σκοπό με την ανάπτυξη των «έξυπνων σπιτιών» για ηλικιωμένους. Η ευρεία αποδοχή των νέων τεχνολογιών από τους εν δυνάμει χρήστες είναι πρόκληση για τους σχεδιαστές των τεχνολογικών εφαρμογών, οι οποίοι θα πρέπει να λάβουν σοβαρά υπόψη τόσο τα χαρακτηριστικά του χρήστη όσο και τα χαρακτηριστικά της ίδιας της τεχνολογίας. Οι οντολογίες παρέχουν τη δυνατότητα ενός τυπικού φορμαλισμού σημασιολογικής αναπαράστασης της γνώσης κατανοητή από τις τεχνολογικές εφαρμογές. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των δυνατοτήτων των ηλικιωμένων και η κατάλληλη αναπαράσταση και διαχείριση αυτών των γνώσεων. Το οντολογικό μοντέλο του έξυπνου σπιτιού που αναπτύχθηκε με την πλατφόρμα Protégé αναπαριστά τη θέση και τη δραστηριότητα του ηλικιωμένου χρήστη στο σπίτι, με σκοπό η γνώση αυτή να επαναχρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη τεχνολογικών, υποστηρικτικών εφαρμογών που θα παράσχουν ασφάλεια και ανεξαρτησία στον ηλικιωμένο πληθυσμό.

Λέξεις-κλειδιά : γήρανση, γεροντο-τεχνολογία, έξυπνα σπίτια, αποδοχή της τεχνολογίας, οντολογίες

Abstract

Aging brings changes throughout the psycho-physiological functions in humans and has an impact on modern society. Factors such as the increasing life expectancy, the excessive increase in the number of elderly and the consequent increase in spending on health care, have created the need to develop new technologies that will serve the area of care and support for older people at home and will decongest the state apparatus. Gerontechnology serves this purpose through the development of "smart homes" for the elderly. The widespread acceptance of new technologies by potential users is a challenge for designers of technological applications, which should take into account both the characteristics of user and the characteristics of technology. Ontologies allow a formal semantic knowledge representation formalism understandable from technological applications. The aim of this study is to evaluate the potential of older people and the representation and management of such knowledge. The ontological model of the smart home developed with the Protégé platform represents the position and activity of the home user, to the knowledge reuse for the development of supporting technological applications that will provide safety and independence for the elderly population.

Key Words: aging, gerontechnology, smart homes, technology acceptance, ontologies

Στη μητέρα μου

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	10
2. Γήρανση	13
2.1 Ορισμοί	13
2.2 Βιοσωματικές αλλαγές	15
2.3 Γνωστικές αλλαγές	18
2.4 Χρόνιες παθήσεις και λειτουργικές βλάβες	23
2.5 Δημογραφικά στοιχεία.....	26
2.6 Ανάγκη ανάπτυξης τεχνολογιών για ηλικιωμένους.....	28
3. Γεροντο-τεχνολογία	32
3.1 Έξυπνα σπίτια	33
3.1.1 Ορισμοί- Ιστορία	33
3.1.2 Χρήστες.....	35
3.1.3 Συστήματα και λειτουργίες του έξυπνου σπιτιού	36
3.1.4 Ανασκόπηση.....	41
3.2 Αποδοχή των τεχνολογιών	47
3.2.1 Χαρακτηριστικά του χρήστη.....	49
3.2.2 Χαρακτηριστικά της τεχνολογίας	57
4. Γνωσιακή Επιστήμη	64
4.1 Αναπαράσταση Γνώσης.....	65
5. Οντολογίες.....	68
5.1 Γενικά περί οντολογιών	68
5.2 Εργαλείο ανάπτυξης οντολογιών Protégé.....	71

6. Οντολογία έξυπνου σπιτιού για ηλικιωμένους	74
6.1 Κλάσεις – Υποκλάσεις	74
6.1.1 Κλάση Activity	74
6.1.2 Κλάση CentralProcessingUnit	82
6.1.3 Κλάση HomeEnvironmentCondition	84
6.1.4 Κλάση HomeEquipment	86
6.1.5 Κλάση Person	95
6.1.6 Κλάση Reminder	98
6.1.7 Κλάση Room	99
6.1.8 Κλάση Sensor	104
6.1.9 Κλάση Time	115
6.2 Στιγμιότυπα	116
6.2.1 Στιγμιότυπο Falling	116
6.2.2 Στιγμιότυπο PreparingFood	120
7. Συμπεράσματα	122
Βιβλιογραφία	127

1. Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία μελετά το θέμα της ανάπτυξης οντολογίας για την αναπαράσταση «έξυπνου σπιτιού» που θα απευθύνεται στον ηλικιωμένο πληθυσμό.

Ουσιαστικά αφορά στη μελέτη της γήρανσης του πληθυσμού και των εξειδικευμένων αναγκών των ατόμων της τρίτης ηλικίας, με σκοπό η γνώση που θα προκύψει να χρησιμοποιηθεί από τεχνολογικές εφαρμογές που θα υποστηρίζουν την ανεξάρτητη και ασφαλή διαβίωσή τους στο χώρο του σπιτιού.

Βασικός σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εμπεριστατωμένη μελέτη και η αναλυτική περιγραφή των εξειδικευμένων αναγκών και των δυνατοτήτων των ηλικιωμένων. Η γήρανση του πληθυσμού είναι ένα σημαντικό επίτευγμα των σύγχρονων κοινωνιών, παράλληλα όμως αποτελεί πρόκληση για τις περισσότερες χώρες του κόσμου. Η τρίτη ηλικία συνοδεύεται από πλήθος βιοσωματικών, γνωστικών και ψυχοσυναισθηματικών αλλαγών. Ωστόσο, υπάρχουν πολλά στερεότυπα για τις δυνατότητες των ηλικιωμένων καθώς θεωρούνται άνθρωποι που έχουν ανάγκη από συνεχή παρακολούθηση και φροντίδα. Από την άλλη μεριά, οι ηλικιωμένοι προτιμούν να γερνούν στο σπίτι τους ανεξάρτητοι.

Ένας δεύτερος βασικός σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η παρουσίαση και γνωστοποίηση στον αναγνώστη της έννοιας του έξυπνου σπιτιού και των οντολογικών μοντέλων. Η πρωτόγνωρη αύξηση του αριθμού των ηλικιωμένων και οι συνακόλουθες αυξημένες δαπάνες για κοινοτική φροντίδα οδήγησε στην ανάγκη ανεύρεσης λύσεων που θα αποσυμφορήσουν τον κρατικό μηχανισμό και θα παράσχουν κατάλληλη υποστήριξη που θα ανταποκρίνεται στις εξειδικευμένες ανάγκες των ατόμων που αντιμετωπίζουν δυσκολίες. Έτσι, αναπτύχθηκε ένα εύρος εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης, οι οποίες θα πρέπει να διαχειρίζονται τις πληροφορίες όσο το δυνατό αποτελεσματικότερα. Οι οντολογίες μπορούν

να βοηθήσουν σε αυτό μέσω της δυνατότητας που παρέχουν για σημασιολογική αναπαράσταση της γνώσης, κατανοητή από τις εφαρμογές.

Αυτό που θα αποκομίσει ο αναγνώστης μελετώντας την παρούσα εργασία είναι μια αναλυτική περιγραφή των εξειδικευμένων αναγκών και ικανοτήτων των ηλικιωμένων, οι οποίες θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά την υλοποίηση τεχνολογικών εφαρμογών. Επιπλέον, ο αναγνώστης θα πάρει μια γεύση για τα οφέλη της ανάπτυξης της τεχνολογίας και κυρίως των τεχνολογικών συστημάτων αναπαράστασης και διαχείρισης γνώσης, όπως είναι οι οντολογίες, οι οποίες επιτρέπουν τη σημασιολογική αναπαράσταση της πληροφορίας σε μορφή κατανοητή από τις τεχνολογικές εφαρμογές, και πως αξιοποιήθηκαν οι γνώσεις για τους ηλικιωμένους στο δικό μας οντολογικό μοντέλο.

Συγκεκριμένα, στην Ενότητα 2 γίνεται μια αναλυτική περιγραφή της γήρανσης και των αλλαγών που τη συνοδεύουν σε όλη τη ψυχοφυσιολογική λειτουργία του οργανισμού. Επιπλέον, παραθέτονται δημογραφικά στοιχεία για την παγκόσμια αύξηση του αριθμού των ηλικιωμένων που οδήγησε στην ανάγκη ανάπτυξης τεχνολογικών εφαρμογών που να ανταποκρίνονται στις εξειδικευμένες ανάγκες των ατόμων τρίτης ηλικίας.

Στην Ενότητα 3, παρουσιάζεται ο επιστημονικός κλάδος της Γεροντοτεχνολογίας που οδήγησε στην ανάπτυξη των «έξυπνων σπιτιών». Επίσης, περιγράφονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του χρήστη και της τεχνολογίας ως βασικοί παράγοντες για την αποδοχή της τεχνολογίας από τους εν δυνάμει χρήστες, και οι οποίοι θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά τη σχεδίαση και ανάπτυξη των εφαρμογών.

Στη συνέχεια, στην Ενότητα 4 παρουσιάζεται ο τομέας της Γνωσιακής Επιστήμης ως φορέας μελέτης των νοητικών αναπαραστάσεων και μοντέλων, με σκοπό ο αναγνώστης να κατανοήσει καλύτερα το οντολογικό μοντέλο που παρουσιάζεται στην επόμενη ενότητα.

Ως εκ τούτου, στην Ενότητα 5 περιγράφεται ο τομέας των Οντολογιών, ένας formalισμός σημασιολογικής αναπαράστασης της γνώσης, που επιτρέπει τη χρήση της

πληροφορίας από τις τεχνολογικές εφαρμογές. Επίσης, παρουσιάζεται η πλατφόρμα ανάπτυξης οντολογικών μοντέλων Protégé.

Στην Ενότητα 6 αναπτύσσεται η δική μας προσπάθεια ανάπτυξης μια οντολογίας που αναπαριστά ένα έξυπνο σπίτι για ηλικιωμένους.

Τέλος, στην Ενότητα 7 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και τα ανοιχτά θέματα για το μέλλον.

2. Γήρανση

2.1 Ορισμοί

Η γήρανση του πληθυσμού μπορεί να θεωρηθεί ως ένα από τα σημαντικότερα επιτεύγματα της ανθρωπότητας, ενώ παράλληλα θέτει μια σημαντική πρόκληση για πολλές χώρες του κόσμου. Η γήρανση ορίζεται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO, 1999) ως η διαδικασία των προοδευτικών αλλαγών στα βιολογικά, ψυχολογικά, γνωστικά και κοινωνικά συστήματα των ατόμων (Sowers & Rowe, 2007). Σύμφωνα με τον Strehler (1962) η γήρανση είναι μια διαδικασία : α) *καθολική*, συμβαίνει σε όλα τα μέλη του πληθυσμού (αντίθετα με την ασθένεια), β) *προοδευτική*, γ) *εγγενής* και δ) *εκφυλιστική*, αντίθετα με την ανάπτυξη και την ωρίμανση.

Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα μεθόδων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την περιγραφή της ηλικίας και κατ' επέκταση της γήρανσης ενός ατόμου. Εκτός από την έννοια των διαδικασιών που έχουν επηρεάσει ένα άτομο κατά την ανάπτυξή του, η γήρανση μπορεί να οριστεί με όρους όσον αφορά την πιθανότητα το άτομο να αποκτήσει ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αργότερα στη ζωή του (Stuart-Hamilton, 2000). Για παράδειγμα, όλοι οι ηλικιωμένοι μπορούν να μοιραστούν σε κάποιο βαθμό ένα *οικουμενικό χαρακτηριστικό* της γήρανσης (π.χ. ρυτίδες), ενώ άλλα χαρακτηριστικά της γήρανσης (*πιθανολογικά χαρακτηριστικά*) είναι πιθανά να συμβούν, αλλά δεν είναι καθολικά (π.χ. αρθρίτιδα).

Το σύνηθες κριτήριο που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της γήρανσης είναι η *χρονολογική ηλικία*. Η χρονολογική ηλικία κατά την οποία ξεκινάει η γήρανση θεωρείται συχνά η ηλικία των 60 και 65 ετών (αν και ορισμένες κοινωνίες λαμβάνουν ως γήρανση ηλικίες που κυμαίνονται από 50 έως 70 ετών (βλ. Decker, 1980). Οι περισσότεροι γεροντολόγοι και τα Ηνωμένα Έθνη τείνουν να συμφωνούν στο χρόνο έναρξης της γήρανσης ή ως «ηλικιακό κατώφλι» την ηλικία μεταξύ 60 και 65 ετών (π.χ. Bromley, 1988; Decker,

1980; Kermis, 1983; Rebok, 1987; Ward, 1984, όπως αναφέρονται από τον Stuart-Hamilton, 2000). Η χρονολογική ηλικία είναι συνήθως το μέτρο για το πόσο «παλιός» είναι κάποιος (Stuart-Hamilton, 2000). Αυτή η επιλογή δεν γίνεται μόνο για να ταιριάζει με τα δυτικά πρότυπα, αλλά και γιατί γύρω από το ηλικιακό κατώφλι τείνουν να εκδηλώνονται διάφορες ψυχολογικές, γνωστικές και σωματικές αλλαγές. Ωστόσο, αυτό πρόκειται ουσιαστικά για ένα αυθαίρετο κριτήριο. Στην πραγματικότητα η ηλικία από μόνη της είναι σε ορισμένες περιπτώσεις ένας ανεπαρκής δείκτης καθώς μπορεί να έχει μικρή συσχέτιση με τις φυσικές αλλαγές. Κάποιος μπορεί να σκεφτεί 70χρονους που στερεοτυπικά μοιάζουν με ηλικιωμένους (γκρίζα μαλλιά, ζαρωμένο δέρμα κ.τ.λ.), αλλά μπορεί κάποιος άλλος να ανακαλέσει «καλοδιατηρημένα» άτομα που δεν έχουν αυτά τα χαρακτηριστικά ή νεαρούς ενήλικες που μοιάζουν «πρόωρα μεγάλοι». Επιπλέον οι άνθρωποι δεν γερνούν από τη μία μέρα στην άλλη. Με την πάροδο των ετών, κάποιος μπορεί να παρατηρήσει αλλαγές στα σωματικά και πνευματικά χαρακτηριστικά ενός ατόμου, αλλά είναι δύσκολο να εντοπίσει ακριβώς τη συγκεκριμένη στιγμή που γίνεται αυτή η μετάβαση (Stuart-Hamilton, 2000).

Ορισμένοι ερευνητές διακρίνουν περαιτέρω τους ηλικιωμένους σε νεότερους και γηραιότερους. Παρόλα αυτά, οι ακριβείς ηλικίες που περιλαμβάνονται σε αυτή την κατηγοριοποίηση μπορούν να ποικίλουν μεταξύ των μελετητών. Ορισμένοι πιστεύουν ότι η κατηγορία «νέοι ηλικιωμένοι» περιγράφει εκείνους που βρίσκονται σε ηλικία μεταξύ 60 και 75 ετών και η κατηγορία «μεγάλοι ηλικιωμένοι» περιλαμβάνει οποιονδήποτε μεγαλύτερο, αλλά άλλοι με τους ίδιους όρους αναφέρονται σε άλλο εύρος ηλικιών (π.χ. 60-80, 65-80 ή 65-75 για τους νεότερους ηλικιωμένους). Μια κατηγοριοποίηση από τους Burnside, Ebersole και Monea (1979) προτείνει τους νεότερους ηλικιωμένους (60-69 ετών), τους μέσους ηλικιωμένους (70-79 ετών), τους μεγάλους ηλικιωμένους (80-89 ετών) και τους εξαιρετικά γηραιούς για άτομα άνω των 90 ετών. Μια άλλη μέθοδος διαιρεί τα άτομα άνω των 65 ετών σε τρίτη και τέταρτη ηλικία. Η *τρίτη ηλικία* αναφέρεται σε έναν ενεργό και ανεξάρτητο τρόπο

ζωής και η *τέταρτη ηλικία* σε μια (τελική) περίοδο εξάρτησης από τους άλλους (Stuart-Hamilton, 2000).

Επίσης, η *βιολογική ηλικία* αναφέρεται στην κατάσταση του σώματος όσον αφορά τη φυσιολογική ανάπτυξη και τη φθορά (Stuart-Hamilton, 2000). Γενικότερα, ο όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη γενική κατάσταση του σώματος ενός ατόμου. Η γήρανση είναι η τελική κατάσταση της ανάπτυξης την οποία βιώνει κάθε υγιές και χωρίς ατυχήματα άτομο.

Τέλος, ένα άλλο ευρέως χρησιμοποιούμενο μέτρο είναι η *κοινωνική ηλικία*. Αυτή αναφέρεται στις προσδοκίες που μια κοινωνία επιβάλλει ως προς το πως πρέπει να συμπεριφέρονται οι άνθρωποι σε συγκεκριμένη χρονολογική ηλικία. Σε κάποιες σύγχρονες κοινωνίες και σε αρκετές ιστορικές η μακροζωία θεωρείται ότι είναι η ανταμοιβή για την ευσεβή συμπεριφορά (Gruman, 1966; Minois, 1989). Στις σύγχρονες βιομηχανικές κοινωνίες η τρίτη ηλικία δεν θεωρείται ως μια στιγμή ανταμοιβής, αλλά μια στιγμή «αναγκαστικής» χαλάρωσης. Η δυτική κουλτούρα αναμένει ότι οι άνθρωποι άνω των 60 ετών θα συμπεριφέρονται σχετικά ήρεμα, ενώ και η έναρξη της ύστερης ζωής συνήθως υποδεικνύεται από τη συνταξιοδότηση.

2.2 Βιοσωματικές αλλαγές

Η είσοδος στην τρίτη ηλικία σημαδεύεται από αισθητές αλλαγές σε ολόκληρη την ψυχοφυσιολογική λειτουργία του οργανισμού. Οι αλλαγές στο δέρμα, τους μυς και τα οστά συνεπάγεται μια καθολική αλλαγή της εξωτερικής εμφάνισης των ατόμων της τρίτης ηλικίας (Αβεντισιάν-Παγοροπούλου, 2000), αλλαγές ωστόσο που έχουν επιβλαβή επίδραση και στη λειτουργία των συστημάτων του σώματος (Stuart-Hamilton, 2000). Για παράδειγμα, μια μείωση της μυϊκής μάζας επηρεάζει το αναπνευστικό σύστημα καθώς το άτομο παίρνει

λιγότερο οξυγόνο, ενώ η συρρίκνωση των αρτηριών απαιτεί μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας για την άντληση του αίματος. Οι αλλαγές αυτές στη συνέχεια έχουν δυσμενή επίδραση και στη λειτουργία του εγκεφάλου και ως εκ τούτου και στην πνευματική απόδοση, καθώς περιορίζεται η παροχή οξυγόνου και η διαθέσιμη ενέργεια για τον εγκέφαλο για να λειτουργήσει (Stuart-Hamilton,2000).

Κατά τη γήρανση μεταβάλλεται επίσης η λειτουργία των αισθητήριων οργάνων (Stuart-Hamilton,2000). Οι αισθήσεις είναι το μέσο του εγκεφάλου για να επικοινωνεί με το περιβάλλον του, και ως εκ τούτου οποιαδήποτε βλάβη, φθορά ή μείωση σε αυτές προσκρούει άμεσα στη λειτουργία του νου. Οι πληροφορίες που φτάνουν στον εγκέφαλο από το περιβάλλον περιορίζονται ως προς την γκάμα, είναι λιγότερο λεπτομερείς και δεδομένης της γενικής επιβράδυνσης του νευρικού συστήματος χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να φτάσουν. Ωστόσο, θα ήταν μη ρεαλιστικό να υποθέσουμε ότι μια τέτοια απώλεια αρχίζει αργότερα στη ζωή, καθώς όπως πολλές πτυχές της φθοράς που σχετίζεται με την ηλικία, οι αλλαγές συχνά αρχίζουν στην πρώιμη ενήλικη ζωή.

Οι βλάβες που σημειώνονται στην όραση και ακόμη περισσότερο στην ακοή των ατόμων της τρίτης ηλικίας έχουν αντίκτυπο στην ψυχολογική λειτουργία και συμπεριφορά των ατόμων. Η πιο σοβαρή οπτική βλάβη από την οποία πάσχουν οι ηλικιωμένοι είναι η απώλεια της οξύτητας της όρασης (Stuart-Hamilton,2000). Οι φακοί από την ηλικία των 50 ετών γίνονται λιγότερο ελαστικοί και υπάρχει μεγαλύτερη δυσκολία στη συγκέντρωση. Αnéπαφη παραμένει η όραση για τα αντικείμενα που βρίσκονται μακριά, αλλά δυσκολεύει ιδιαίτερα για τα κοντινά αντικείμενα. Η πιο συνηθισμένη πάθηση είναι η πρεσβυωπία (Bond, Briggs & Coleman, 2001). Εκτός όμως από την οξύτητα, σχεδόν όλες οι πτυχές της όρασης επιδεινώνονται κατά τη γήρανση (Haegerstrom-Portnoy, Schneck & Brabyn, 1999). Οι ηλικιωμένοι δεν μπορούν να δουν τόσο αμυδρά φώτα όσο οι νεότεροι (Elias, Elias & Elias, 1977; McFarland & Fisher, 1955), ενώ μειώνεται ο ρυθμός με τον οποίο μπορούν να

προσαρμοστούν σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού (Domey,McFarland & Chadwick ,1960) και αυτό έχει σαφώς πρακτικές συνέπειες, π.χ. δυσκολία βάδισης τη νύχτα. Είναι επίσης πιο αργοί στην επεξεργασία οπτικών ερεθισμάτων και πρέπει να τα δουν για περισσότερο χρόνο πριν μπορέσουν να τα εντοπίσουν με ακρίβεια. Η δυσκολία αυτή αυξάνεται δυσανάλογα όσο πιο θαμπό γίνεται το ερέθισμα το οποίο αναζητούν.Αυτή η επιβράδυνση εμφανίζεται και σε επίπεδο αντίληψης (δηλ. τον αμφιβληστροειδή και τα νεύρα που οδηγούν στον εγκέφαλο), και στα τμήματα του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνα για την επεξεργασία των οπτικών πληροφοριών (Moscovitch, 1982;Walsh, 1982).(Η παραπάνω ενότητα βασίζεται στον Stuart-Hamilton (2000), από όπου προέρχονται και οι βιβλιογραφικές παραπομπές).

Η ακοή μειώνεται σταδιακά κατά τη διάρκεια της ενήλικης ζωής, έτσι ώστε από τα 50 έτη και μετά πολλοί είναι εκείνοι με μειωμένες δυνατότητες σε ορισμένες καταστάσεις, όπως για παράδειγμα στην ακρόαση αμυδρών ήχων (Bromley, 1988). Η σταδιακή μείωση της ακοής που σχετίζεται με την ηλικία είναι γνωστή ως *πρεσβυακοεία* και οφείλεται στη φυσιολογική φθορά των κυττάρων του έσω ωτός που απαντούν στα ηχητικά κύματα. Παρατεταμένη έκθεση σε ισχυρούς θορύβους στη νεαρή ηλικία, π.χ. στο πλαίσιο της εργασίας μπορεί να αποτελέσει προδιάθεση κώφωσης. Η πάθηση είναι μεγαλύτερη για ήχους υψηλής συχνότητας.Μια κανονική συζήτηση περιλαμβάνει ήχους ενός ευρέος φάσματος συχνοτήτων.Τα σύμφωνα είναι υψηλότερων συχνοτήτων από τα φωνήεντα. Έτσι ένας ηλικιωμένος έχει φτωχή διακριτική ικανότητα του λόγου – αντιλαμβάνεται ότι κάποιος μιλάει, αλλά δε μπορεί να ξεχωρίσει τα λεγόμενα γιατί λείπουν κάποια στοιχεία, πχ.τα σύμφωνα. Επακόλουθο της πρεσβυακοείας είναι η *πρόσληψη της έντασης*, όπου οι ήχοι γίνονται δυσανάλογα έντονοι και δυνατοί και προκαλούν πόνο και δυσφορία. Επιπλέον, οι ηλικιωμένοι δεν μπορούν να διακρίνουν την πηγή του ήχου. (Bond, Briggs & Coleman, 2001).

Η γεύση και η όσφρηση μεταβάλλονται επίσης με την έννοια ότι γίνονται λιγότερο οξείες και αυτό έχει επιπτώσεις στη διατροφή των ατόμων. Όσον αφορά στην αίσθηση της αφής οι ηλικιωμένοι έχουν υψηλότερα όρια αφής (δηλαδή απαιτείται πιο σταθερή διέγερση του δέρματος πριν την ανίχνευση (βλ. Stevens & Patterson, 1996 ; Thornbury & Mistretta , 1981), και ομοίως, η ευαισθησία στην θερμοκρασία των αντικειμένων μειώνεται. Ωστόσο, οι αλλαγές δεν είναι κατ' ανάγκην σαφείς. Τέλος, η κινητική ικανότητα και η ικανότητα αντίδρασης είναι δύο ψυχοφυσιολογικές λειτουργίες στις οποίες σημειώνεται σταδιακή επιβράδυνση.

2.3 Γνωστικές αλλαγές

Η επικρατούσα άποψη της κοινής γνώμης σχετικά με την επίδραση του γήρατος στις γνωστικές λειτουργίες και τη νοημοσύνη είναι ότι οι ηλικιωμένοι έχουν περισσότερη γνώση, αλλά πιο αργό ρυθμό σκέψης (Stuart-Hamilton, 2000), έχουν φτωχή μνήμη, δεν είναι σε θέση να σκεφτούν καθαρά και δεν ενδιαφέρονται να μάθουν καινούρια πράγματα (Αβεντισιάν-Παγοροπούλου, 2000). Στην πραγματικότητα, η έρευνα στη γνωστική ψυχολογία δείχνει ότι, οι νοητικές ικανότητες των περισσότερων ανθρώπων αρχίζουν να φθίνουν στο τέλος της έκτης και στις αρχές της έβδομης δεκαετίας της ζωής (Milwain, & Iversen, 2002). Η πιο ευρέως αποδεκτή άποψη σχετικά με τις γνωστικές λειτουργίες και τη νοημοσύνη των ηλικιωμένων είναι αυτή των Horn και Cattell σχετικά με την ύπαρξη δύο πηγών ευφυούς συμπεριφοράς (Milwain, & Iversen, 2002), σύμφωνα με την οποία οι βαθμιαίες απώλειες που σημειώνονται στις φυσικές και νοητικές ικανότητες αντισταθμίζονται από τη σωστή κρίση και τη σοφία ζωής που συνοδεύουν την τρίτη ηλικία. Ένας μεγάλος αριθμός ηλικιωμένων διατηρούν την νοητική τους εγρήγορση και διαύγεια και προσαρμόζονται με επιτυχία.

Πιο αναλυτικά, οι Cattell (1971) και Horn (1978) εντόπισαν δύο εξειδικευμένες, αλληλοσυσχετιζόμενες δεξιότητες, την *αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη* και τη *ρευστή νοημοσύνη*. Η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη είναι η αποκτημένη με τα χρόνια γνώση και πείρα, η οποία δεν μειώνεται, αλλά τείνει να συσσωρεύεται και να αυξάνει. Είναι η λεγόμενη σοφία. Από την άλλη η ρευστή νοημοσύνη είναι η προσαρμογή, η ικανότητα ευστροφίας και επίλυσης προβλημάτων για τα οποία δεν υπάρχουν λύσεις που να προέρχονται από την επίσημη εκπαίδευση ή πολιτισμικές πρακτικές, και μειώνεται με την πάροδο της ηλικίας. Είναι ό,τι συνήθως συνδέεται με την έννοια της νοημοσύνης, σύμφωνα με την οποία ένα πρόσωπο βασίζεται στις δικές του δυνάμεις σκέψης και επεξεργασίας των πληροφοριών για να προσδιορίσει τη δομή του προβλήματος και να εφαρμόσει τις κατάλληλες στρατηγικές για την επίλυσή του (Milwain & Iversen, 2002; Stuart-Hamilton, 2000). Η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη καθορίζεται σε κάποιο βαθμό από τη ρευστή νοημοσύνη στο ότι τα άτομα με μεγαλύτερη ρευστή ευφυΐα θα επωφεληθούν ταχύτερα από την εκπαίδευση και την εμπειρία, αλλά εξαρτάται επίσης από το κίνητρο ενός ατόμου να μάθει. Η αντίληψη ότι η ρευστή ευφυΐα είναι ευάλωτη σε μεγάλη ηλικία υποστηρίζεται από μελέτες επίλυσης προβλημάτων. Αυτές οι μελέτες έχουν δείξει ότι οι ηλικιωμένοι είναι λιγότερο στρατηγικοί και ευέλικτοι στις διαδικασίες της σκέψης τους σε σχέση με τους νέους. Υπάρχει πλήρης ομοφωνία των ειδικών ότι, μετά την ηλικία των 65 ετών, η ρευστή νοημοσύνη παρουσιάζει κάμψη, ενώ η αποκρυσταλλωμένη παραμένει σε μεγάλο βαθμό ανεπηρέστη (Milwain & Iversen, 2002; Johansson, 2008). Τελικά, φαίνεται ότι οι δεξιότητες και οι γνώσεις που αποκτήθηκαν κατά τη νεότητα και εξασκήθηκαν εκτενώς κατά τη διάρκεια της ζωής είναι ανθεκτικές στις επιδράσεις της ηλικίας. Από την άλλη, οι ηλικιωμένοι είναι σε σαφή μειονεκτική θέση όταν χρειάζεται να αντιμετωπίσουν καινούριες καταστάσεις που απαιτούν στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων και είναι πιο αργοί στην εκμάθηση νέων δεξιοτήτων (Milwain & Iversen, 2002) και αυτό είναι καλά τεκμηριωμένο

Οι χρόνοι αντίδρασης, δηλαδή πόσο χρόνο χρειάζεται ένα άτομο για να ανταποκριθεί στην εμφάνιση ενός ερεθίσματος είναι πιο αργοί καθώς οι άνθρωποι γερνούν (Stuart-Hamilton,2000). Όσο μικρότερος είναι ο χρόνος αντίδρασης τόσο πιο γρήγορα απαντά το άτομο και το αντίστροφο. Οι ηλικιωμένοι είναι δυσανάλογα πιο αργοί στα πειράματα απόφασης απ' ότι στα απλά. Επιπλέον, η επίδραση της ηλικίας είναι πιο εμφανής όσο πιο δύσκολο γίνεται το έργο απόφασης. Η απλή εξήγηση για αυτά τα φαινόμενα είναι ότι το νευρικό σύστημα των ανθρώπων μεγαλύτερης ηλικίας είναι πιο αργό και λιγότερο αποτελεσματικό στην αγωγή σημάτων, και το μειονέκτημα που επιβάλλεται από τις επιπλέον επιλογές είναι μια άλλη εκδήλωση της επίδρασης της ηλικίας και της πολυπλοκότητας (Stuart-Hamilton,2000). Επίσης, σχετικά με τη διεργασία της *προσοχής*, δηλαδή την ικανότητα συγκέντρωσης ή ανάμνησης αντικειμένων, στοιχείων κ.τ.λ. παρά τα οποιαδήποτε διασπαστικά ερεθίσματα, οι ηλικιωμένοι είναι πολύ πιο αργοί σε έργο οπτικής αναζήτησης π.χ. όταν παρουσιάζονται γράμματα ανάμεσα στα οποία πρέπει να αναζητήσουν ένα συγκεκριμένο γράμμα. Ο Rabbitt (1979) έδειξε ότι οι ηλικιωμένοι δεν επωφελούνται από ένα χαρακτηριστικό του πειράματος: ότι δηλαδή ο στόχος εμφανίζεται πιο συχνά σε κάποιες θέσεις από ό,τι άλλες. Οι απαντήσεις των ηλικιωμένων ήταν στην ίδια ταχύτητα είτε ο στόχος ήταν στην ίδια συχνή θέση είτε σε σπανιότερα χρησιμοποιούμενη θέση. Οι νεότεροι συμμετέχοντες, από την άλλη πλευρά, ήταν πιο γρήγοροι στις συχνά χρησιμοποιούμενες θέσεις.

Καθώς ο χρόνος αντίδρασης μετράει τις άμεσες αντιδράσεις του μυαλού στα ερεθίσματα, η εννοιολογική οργάνωση περιγράφει την ικανότητα του ατόμου να χειρίζεται τις πληροφορίες σε ένα αφαιρετικό επίπεδο προκειμένου να αποκαλύψει βασικούς κανόνες και αρχές. Έχει βρεθεί ότι οι ηλικιωμένοι δυσκολεύονται στη μετάβαση από το συγκεκριμένο στο αφηρημένο. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι οι ηλικιωμένοι δυσκολεύονται στη χρήση της ανατροφοδότησης σε αφαιρετικές έννοιες και κανόνες (βλ. Reese & Rodeheaver 1985 ;

Woodruff-Pak, 1997). Επιπλέον, αν και οι μελέτες δείχνουν ότι οι ηλικιωμένοι δυσκολεύονται στην επίλυση νέων προβλημάτων, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων που σχετίζονται με καλά εξασκημένες δραστηριότητες διατηρούνται στην τρίτη ηλικία. Εν κατακλείδι, φαίνεται ότι οι δεξιότητες και οι γνώσεις που αποκτήθηκαν κατά τη διάρκεια της νεαρής ηλικίας και έχουν εξασκηθεί σε μεγάλο βαθμό κατά τη διάρκεια της ζωής είναι ανθεκτικές στις επιδράσεις του γήρατος. Ωστόσο, οι ηλικιωμένοι βρίσκονται σε μειονεκτική θέση όταν τους παρουσιάζονται νέες καταστάσεις που απαιτούν δραστικές στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων, και είναι επίσης πιο αργοί στην εκμάθηση και διατήρηση νέων δεξιοτήτων (Salthouse & Somberg 1982; Wright & Payne 1985; Moscovitch et al. 1986; Charness 1987, όπως αναφέρεται από τους Milwain & Iversen, 2002).

Όσον αφορά στη μνήμη, οι ηλικιο-εξαρτώμενες μεταβολές της μνημονικής ικανότητας εντοπίζονται κυρίως στη *δευτερογενή* ή *μακροπρόθεσμη μνήμη*. Η κωδικοποίηση των νέων πληροφοριών, η σταθερή συγκράτησή τους στη μνήμη και η αποθεματοποίηση, καθώς και η ανάσυρση των πληροφοριών από τη μνήμη ανήκουν στις διεργασίες της δευτερογενούς ή μακροπρόθεσμης μνήμης. Όλες οι έρευνες δείχνουν ότι μικρές απώλειες στη μνημονική λειτουργία σημειώνονται σε όλα τα μνημονικά συστήματα των ηλικιωμένων. Οι περισσότερες μελέτες δείχνουν μια ελάχιστη μείωση της ικανότητας της μνήμης εργασίας κατά τη γήρανση. Οι νέοι μπορούν να διατηρήσουν στη μνήμη τους κατά μέσο όρο 6 στοιχεία σε ένα χρονικό διάστημα, ενώ και οι ηλικιωμένοι 5-6 στοιχεία κατά μέσο όρο στον ίδιο χρόνο (Botwinick & Storandt 1974; Parkinson, 1982). Αν και οι μελέτες της φθοράς της μνήμης κατά τη γήρανση έχουν δώσει αντικρουόμενα αποτελέσματα, υπάρχουν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν την άποψη ότι στη ρίζα των προβλημάτων των ηλικιωμένων είναι η μειωμένη ικανότητα επεξεργασίας που αποτρέπει το σύστημα μνήμης από το να χρησιμοποιείται με τη μέγιστη αποτελεσματικότητα (Milwain & Iversen, 2002). Συνολικά, υπάρχουν σημαντικά στοιχεία που να δείχνουν ότι τα ίχνη μνήμης που

δημιουργήθηκαν από ηλικιωμένα άτομα στερούνται λεπτομέρειας και αυτό είναι πιθανό να μειώσει τις πιθανότητες της μετέπειτα πρόσβασης. Ωστόσο, έχουν υπάρξει πολλές αποδείξεις ότι αν οι ηλικιωμένοι δεχθούν την κατάλληλη καθοδήγηση κατά τη διάρκεια της μάθησης, τότε η δυσκολία αυτή μπορεί να βελτιωθεί. Το 1972, οι Craik and Lockhart πραγματοποίησαν πειράματα με νεαρά άτομα, τα οποία έδειξαν ότι το κλειδί για επιτυχημένη μνημονική στρατηγική είναι η σημασιολογική επεξεργασία και ο ενεργός χειρισμός των πληροφοριών κατά τη μάθηση. Ακόμα ηλικιακές διαφορές στη μνήμη χωρικών υλικών μπορούν να μειωθούν αν το προς ανάμνηση υλικό παρουσιαστεί σε ένα ολοκληρωμένο και με νόημα πλαίσιο (Waddell & Rogoff, 1981; Sharps & Gollin, 1987, 1988; Park et al. 1990; Sharps, 1991)(Η παραπάνω ενότητα και οι βιβλιογραφικές παραπομπές βασίζονται στους Milwain & Iversen, 2002). Επίσης, η συναισθηματική κατάσταση, το κοινωνικο-οικονομικό υπόβαθρο και το επίπεδο της εκπαίδευσης έχουν προταθεί ως εύλογοι καθοριστικοί παράγοντες της μνημονικής ανεπάρκειας (Stuart-Hamilton, 2000).

Τα προβλήματα στη μνήμη φαίνεται να επιδρούν και στη *χωρική αντίληψη* των ηλικιωμένων (Kirasic, 1989). Αν και τα περισσότερα ψυχομετρικά τεστ χωρικής αντίληψης αποκαλύπτουν δραματικές βλάβες σε σχέση με την ηλικία, είναι πιθανό αυτό να οφείλεται στο γεγονός ότι τα τεστ αυτά απαιτούν υψηλού επιπέδου χειρισμό άγνωστων και αφαιρετικών πληροφοριών, και όχι επειδή η χωρική αντίληψη καθ' αυτού είναι ευάλωτη ως προς την διαδικασία της γήρανσης (Milwain & Iversen, 2002). Όπως και σε άλλες γνωστικές διεργασίες, η αύξηση της εξοικείωσης με το υλικό ή το έργο σημαίνει μείωση των παρατηρούμενων ελλειμμάτων σχετιζόμενων με την ηλικία στη χωρική αντίληψη. Τα ευρήματα από τις εργαστηριακές μελέτες που υποστηρίζονται από έρευνες στις καθημερινές δραστηριότητες των ηλικιωμένων (π.χ. χάνουν πράγματα στο σπίτι, εισέρχονται στα δωμάτια και ανακαλύπτουν ότι ο σκοπός της επίσκεψης έχει ξεχαστεί, ή δεν θυμούνται που είναι σταθμευμένο το αυτοκίνητο σε μεγάλους χώρους στάθμευσης) δείχνουν ότι τα προβλήματα

χωρικής αντίληψης είναι εμφανή μόνο αν υπάρχει ζήτηση μνημονικών πόρων ή εάν οι συνθήκες είναι άγνωστες και πολύπλοκες.

Τέλος, σχετικά με τη γλώσσα, σε γενικές γραμμές δεν είναι δύσκολη η επικοινωνία με τους ηλικιωμένους και επίσημες μελέτες αποδεικνύουν την βασική διατήρηση των σημασιολογικών και συντακτικών διαδικασιών οι οποίες συνδέουν τις έννοιες με τα σύμβολα και τις δομές της γλώσσας (Milwain & Iversen, 2002). Η διατήρηση του λεξιλογίου έχει ήδη επισημανθεί, ενώ και η οργάνωση της γνώσης παραμένει αμετάβλητη σε μεγάλη ηλικία. Τα στοιχεία δείχνουν ότι οι διεργασίες ανάλυσης και ερμηνείας των προτασιακών δομών παραμένουν ανέπαφες κατά τη γήρανση και οι ηλικιωμένοι είναι σε θέση να εξάγουν συμπεράσματα. Ωστόσο, η ικανότητά τους να βγάζουν συμπεράσματα μπορεί να μειώνεται κάτω από δύο καταστάσεις, οι οποίες συνδέονται με την υψηλή ζήτηση σε γενικούς πόρους επεξεργασίας (Milwain & Iversen, 2002). Η πρώτη είναι όταν απαιτείται προηγούμενη πληροφορία από τη δευτερεύουσα μνήμη και η δεύτερη είναι όταν το συμπέρασμα απαιτεί επίλυση προβλημάτων. Έτσι, το φαινόμενο που παρατηρείται σε σχέση με την νοημοσύνη και τη μνήμη εμφανίζεται και πάλι σε σχέση με τις γλωσσικές δεξιότητες: υπάρχει διατήρηση των θεμελιωδών ικανοτήτων, αλλά αυτές οι ικανότητες είναι υπό αμφισβήτηση κάτω από απαιτητικές καταστάσεις.

2.4 Χρόνιες παθήσεις και λειτουργικές βλάβες

Η τρίτη ηλικία έχει συνδεθεί με ηλικιο-εξαρτώμενες φυσιολογικές αλλαγές, οι οποίες όταν ξεπεράσουν κάποιο όριο ταυτίζονται με τις χρόνιες παθήσεις (Αβεντισιάν-Παγοροπούλου, 2000). Οι χρόνιες παθήσεις μπορεί να πλήττουν τα άτομα της τρίτης ηλικίας, ωστόσο δεν φαίνεται να έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην καθημερινότητα του ηλικιωμένου, αν είναι ήπιας μορφής (Αβεντισιάν-Παγοροπούλου, 2000). Εκτός από τις ηλικιο-εξαρτώμενες

αλλαγές που ακολουθούν τη γήρανση υπάρχει μια σειρά από δείκτες υγείας και λειτουργικές βλάβες που πλήττουν τα άτομα ηλικίας άνω των 65 ετών και μπορεί να παρακωλύουν την καθημερινή λειτουργία του ηλικιωμένου. Τέτοια λειτουργική βλάβη είναι η απραξία, η παραίτηση αυτόνομης λειτουργίας και φροντίδας του εαυτού, που ορίζεται ως «λειτουργική ανικανότητα» (Αβεντισιάν-Παγοροπούλου, 2000).

Η Έρευνα Υγείας για την Αγγλία (Health Survey for England ,2005) αναφέρει ότι η αρθρίτιδα ήταν η πιο κοινή χρόνια πάθηση που αναφέρθηκε από τις γυναίκες (αναφέρθηκε από 47% των γυναικών και 32% των ανδρών), ενώ για τους άνδρες η καρδιαγγειακή νόσος είναι η πιο συχνή πάθηση (αναφέρθηκε από 37% των ανδρών και 31% των γυναικών). Τα δύο πέμπτα των ηλικιωμένων ανέφερε λειτουργικό περιορισμό σε τουλάχιστον έναν τομέα δραστηριότητας. Για περισσότερα από τα μισά από αυτά τα άτομα, η περιοχή της δυσκολίας ήταν ότι δεν είναι σε θέση να περπατήσουν 200 μέτρα χωρίς να σταματήσουν ή να αισθανθούν δυσφορία.

Ο κίνδυνος των πτώσεων αυξάνεται με την ηλικία, με το 43% των ανδρών και των γυναικών ηλικίας 85 ετών και άνω να είχε μια πτώση κατά τους προηγούμενους 12 μήνες, σε σύγκριση με το 18% των ανδρών και 23% των γυναικών ηλικίας 65-69. Άλλες χρόνιες παθήσεις που είναι κοινές στα άτομα άνω των 65 περιλαμβάνουν το διαβήτη (13% των ανδρών, 10% των γυναικών), το άσθμα (10% άνδρες, 12% γυναίκες) και τη χρόνια πνευμονοπάθεια (9% άνδρες, 7% των γυναικών). Σχεδόν τα δύο τρίτα των ατόμων ηλικίας άνω των 65 ετών ήταν υπέρτασικοί (62% άνδρες, 64% γυναίκες), με την έννοια ότι είτε είχαν αυξημένη αρτηριακή πίεση κατά τη στιγμή της αξιολόγησης ή έπαιρναν φάρμακα για την υψηλή αρτηριακή πίεση. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι από εκείνους που λαμβάνουν φαρμακευτική αγωγή, μόνο το 50% των ανδρών και 45% των γυναικών είχαν αρτηριακή πίεση στο αποδεκτό εύρος. Πάνω από το ένα πέμπτο των ατόμων ηλικίας 65 ετών και άνω είχαν επισκεφθεί το γενικό ιατρό τους το προηγούμενο δεκαπενθήμερο, και αυτό σχετίζεται

με την αυτοαξιολόγηση της υγείας τους, και όχι με την ηλικία τους (Η παραπάνω παράγραφος στηρίζεται στον Woods, 2008).

Συγκρίσιμα σε γενικές γραμμές στοιχεία για χρόνιες παθήσεις αναφέρονται και από τις ΗΠΑ (Federal Inter-agency Forum on Aging-related Statistics, 2006) για τα άτομα ηλικίας 65 ετών και άνω (και πάλι εκτός εκείνων που ζουν σε χώρους φροντίδας), με χαμηλότερα ποσοστά αυτοαναφερόμενης υπέρτασης (48 % άνδρες, 55% γυναίκες), υψηλότερα ποσοστά διαβήτη (άνδρες 20%, γυναίκες 15%), ελαφρώς χαμηλότερα ποσοστά άσθματος (8% άνδρες, 10% γυναίκες) και υψηλότερα ποσοστά αρθρίτιδας (43% άνδρες, 55% γυναίκες). Σχεδόν το ήμισυ των ανδρών ηλικίας 65 ετών και άνω (48%) ανέφεραν ότι έχουν κάποια δυσκολία ακοής, και το 14% είχε κάποια δυσκολία με την όραση. Για τις γυναίκες, τα αντίστοιχα ποσοστά ήταν 34% και 19% αντίστοιχα (Η ενότητα αυτή βασίζεται στον Woods, 2008).

Η Έρευνα Υγείας για την Αγγλία (2005) έδειξε ότι μεγάλος αριθμός των ατόμων μεγαλύτερης ηλικίας είχαν ελάχιστη επαφή με φίλους (αναφέρθηκε από το 36% των ανδρών και 31% των γυναικών) ή με μέλη της οικογένειας που δεν ζουν στο ίδιο σπίτι (αναφέρθηκε από το 31% των ανδρών και 24% των γυναικών). Μια σοβαρή έλλειψη αντιληπτής κοινωνικής στήριξης αναφέρθηκε από το 18% των ανδρών και 11% των γυναικών. Η διαβίωση σε περιοχές με περιορισμένη πρόσβαση σε ανέσεις για κάλυψη καθημερινών αναγκών, όπως σούπερ μάρκετ και ταχυδρομεία σχετίζεται με την κακή υγεία των ανδρών. Η συμμετοχή σε οργανώσεις συσχετίστηκε με καλύτερη υγεία, όπως επίσης και η επαφή με φίλους και η αντιληπτή κοινωνική υποστήριξη για τις γυναίκες του δείγματος. Οι άνθρωποι πάνω από την ηλικία των 80 φαίνεται να διατρέχουν ιδιαίτερο κίνδυνο κοινωνικού αποκλεισμού σε πολλούς δείκτες (HM Government, 2006). Έτσι, είναι πιο πιθανό να ζουν κάτω από ανθυγιεινές συνθήκες, να βιώνουν φόβο εγκληματικής πράξης, δεν έχουν πρόσβαση σε σημαντικές υπηρεσίες, έχουν χαμηλό εισόδημα, είναι λιγότερο πιθανό να

συναντήσουν τους φίλους τους, να έχουν πρόσβαση στις συγκοινωνίες, και να συμμετέχουν στην εκπαίδευση ενηλίκων, στον εθελοντισμό ή άλλες σωματικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες.

Όλες αυτές οι αλλαγές που συμβαίνουν καθώς ο άνθρωπος μεγαλώνει τόσο σε σωματικό, αντιληπτικό και γνωστικό επίπεδο, όσο και σε συναισθηματικό και κοινωνικό, αναδεικνύουν τους περιορισμούς και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι ηλικιωμένοι, αλλά και τις εξειδικευμένες ανάγκες που πηγάζουν από αυτές τις ικανότητες.

Στη συνέχεια, για μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με τη γήρανση θα ήταν χρήσιμο να παρουσιαστούν κάποια δημογραφικά στοιχεία για τον αριθμό των ηλικιωμένων ανά τον κόσμο.

2.5 Δημογραφικά στοιχεία

Σε όλο τον κόσμο υπάρχει μια πρωτόγνωρη αύξηση του αριθμού των ηλικιωμένων (Woods,2008). Εκτιμάται ότι κατά τους προϊστορικούς χρόνους το γήρας ήταν εξαιρετικά σπάνιο, και ακόμα μέχρι το 17^ο αιώνα , ίσως μόνο το 1% του πληθυσμού να ήταν πάνω από 65 ετών. Το 19^ο αιώνα αυτό το ποσοστό αυξήθηκε στο 4% περίπου (Cowgill, 1970, όπως αναφέρει ο Stuart-Hamilton,2000). Η Υπηρεσία Απογραφής των ΗΠΑ προβλέπει ότι το ποσοστό των ατόμων ηλικίας άνω των 65 ετών στις ΗΠΑ θα αυξηθεί, από 13% του συνολικού πληθυσμού το 2008 σε 20% λίγο μετά το 2030 (Kinsella & He, 2009, όπως αναφέρεται από τους Joyce & Loe, 2010). Ο Καναδάς επίσης προβλέπεται ως «γκρίζος» καθώς έχοντας 13,7% του πληθυσμού του άνω των 65 ετών το 2006 αναμένεται να φτάσει το 20% το 2024 (Martel & Caron Malenfant, 2007, όπως αναφέρεται από τους Joyce & Loe, 2010). Στη Βρετανία, περίπου 11 εκατομμύρια άνθρωποι, ή το 18% του πληθυσμού είναι πάνω από την ηλικία συνταξιοδότησης (HMSO, 1998) και αυτό το ποσοστό αναμένεται να αυξηθεί στα 14 εκατομμύρια το 2040 (Stuart-Hamilton,2000). Ορισμένες χώρες (π.χ. Ιταλία,

Γερμανία και Ιαπωνία) έχουν ήδη αναφέρει ότι περίπου το 20% του πληθυσμού τους είναι άνω των 65 ετών και πολλές ευρωπαϊκές χώρες πλησιάζουν με ποσοστά που κυμαίνονται από 15 - 19 %. Το 2008, με εξαίρεση την Ιαπωνία και τη Γεωργία, οι 25 χώρες με το μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων άνω των 65 ετών ήταν όλες στην Ευρώπη (Kinsella & He, 2009). Σε αυτές τις χώρες αυξάνεται επίσης ο αριθμός των πολύ ηλικιωμένων (άτομα άνω των 80 ετών). Σε παγκόσμιο επίπεδο, το 2000, περισσότερα από 600 εκατομμύρια άτομα ήταν άνω των 60 ετών ή μεγαλύτερα και αυτό αντιπροσωπεύει περίπου το 10% του παγκόσμιου πληθυσμού, το 2025 οι ηλικιωμένοι αναμένεται να σχηματίσουν 839 εκατομμύρια, ενώ το 2050 το 21% του παγκόσμιου πληθυσμού αναμένεται να είναι 60 ετών και άνω.

Επίσης, οι γυναίκες έχουν μεγαλύτερο προσδόκιμο ζωής από τους άντρες (Sowers & Rowe, 2007). Το προσδόκιμο ζωής των γυναικών κυμαίνεται από 50 έτη στις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες μέχρι 80 και άνω στις περισσότερο αναπτυγμένες. Το 2015, αναμένεται να υπάρχουν 89 άνδρες για κάθε 100 γυναίκες και, από το 2030, 86 άνδρες για κάθε 100 γυναίκες. Ως εκ τούτου οι γηραιότεροι άνθρωποι στα περισσότερα μέρη του κόσμου είναι γυναίκες· οι οποίες παρόλο που είναι μακροβιότερες πλήττονται περισσότερο από σοβαρές και χρόνιες παθήσεις (π.χ. οστεοπόρωση, διαβήτης, υπέρταση, αρθρίτιδα) (WHO, 1999).

Ταυτόχρονα, τα Ηνωμένα Έθνη προβλέπουν μια παγκόσμια μείωση του αριθμού των γεννήσεων και της συνολικής γονιμότητας και αναμένεται ότι θα υπάρχουν περισσότεροι ηλικιωμένοι από παιδιά, ιδιαίτερα στην Ευρώπη. Επιπλέον, η βελτίωση του προσδόκιμου ζωής σε όλο τον κόσμο λόγω ανακαλύψεων στον τομέα της ιατρικής οδήγησε στην αύξηση του πληθυσμού των ηλικιωμένων. Κατά συνέπεια, η αναλογία ατόμων 15 ετών και 65 ετών εκτιμάται ότι θα μειωθεί από το σημερινό 9:1 σε 4:1 το 2050, με αποτέλεσμα να μειωθεί δραματικά η υποστήριξη από νεαρά άτομα που εργάζονται στο χώρο της φροντίδας των ηλικιωμένων (Coleman, Bond & Peace, 2001). Το συμπέρασμα αυτό, καθώς και άλλες

συνέπειες της αύξησης του αριθμού των ηλικιωμένων είναι από τις προκλήσεις που έχουν να αντιμετωπίσουν οι σημερινές κοινωνίες τα επόμενα χρόνια.

2.6 Ανάγκη ανάπτυξης τεχνολογιών για ηλικιωμένους

Η αναγνώριση της αλλαγής της σύνθεσης του πληθυσμού με περισσότερους ηλικιωμένους, οι οποίοι είναι πολύ πιθανό να αντιμετωπίζουν χρόνιες παθήσεις και συνθήκες φτώχειας (το 80% των ηλικιωμένων στις αναπτυσσόμενες χώρες δεν έχουν σταθερό εισόδημα, ή πλήττονται από έλλειψη τροφίμων) και η συνακόλουθη αύξηση των δαπανών για υγειονομική περίθαλψη είναι μια από τις κεντρικές προκλήσεις που έχουν να αντιμετωπίσουν σήμερα οι βιομηχανικές κοινωνίες.

Προκειμένου να ανταποκριθούν στις ανάγκες των ηλικιωμένων οι περισσότερες χώρες έχουν προσανατολιστεί προς την κοινοτική, μακροχρόνια φροντίδα (Higgins, 1989) ως μέσο για την παροχή κατάλληλης και οικονομικώς αποδοτικής φροντίδας. Σε όλες τις ανεπτυγμένες χώρες, συμπεριλαμβανομένων των Ηνωμένων Πολιτειών, η συντριπτική πλειοψηφία της μακροχρόνιας περίθαλψης που λαμβάνουν τα άτομα με δυσκολίες όλων των ηλικιών παρέχεται από άτυπους φροντιστές, τα μέλη της οικογένειας, ή ένα συνδυασμό των φροντιστών και οικογένειας. Οι Ηνωμένες Πολιτείες δεν έχουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα μακροχρόνιας φροντίδας, και το ίδιο ισχύει για 29 χώρες που έχουν ηλικιωμένους πληθυσμούς, δεν διαθέτουν ισχυρά ή αποτελεσματικά συστήματα μακροχρόνιας φροντίδας. Υπάρχουν ωστόσο και εξαιρέσεις, για παράδειγμα, η Γερμανία, η Ιαπωνία, πολλές σκανδιναβικές χώρες, καθώς και η Αυστρία, οι οποίες έχουν εφαρμόσει συνολικά συστήματα κοινωνικών ασφαλίσεων για τη μακροχρόνια φροντίδα και καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα παροχών στο σπίτι και στην κοινότητα επιπρόσθετα με την νοσηλευτική φροντίδα στο σπίτι, και τα οποία απευθύνονται σε μεγάλο αριθμό ηλικιωμένων πληθυσμών και σε

άτομα με ειδικές ανάγκες. Παρόλα αυτά, η μακροχρόνια φροντίδα υγείας είναι προβληματική ακόμα και στις χώρες που παραδοσιακά έχουν θέσει ψηλά τους ηλικιωμένους. Οι περισσότερες κυβερνήσεις της Ανατολικής Ασίας προωθούν τη φροντίδα για τους ηλικιωμένους ως μια οικογενειακή ευθύνη, με αποτέλεσμα να μην έχουν αναπτύξει επαρκή αριθμό εγκαταστάσεων μακροχρόνιας φροντίδας για αδύναμους ηλικιωμένους (Choi, 2002; Ngan, 2004; Phillips, 1999, όπως αναφέρουν οι Sowers & Rowe, 2007). Στην Κίνα, υπάρχει εδώ και πολύ καιρό η παράδοση των παιδιών που υποστηρίζουν τους ηλικιωμένους γονείς τους. Ως αποτέλεσμα, πολλές οικογένειες βιώνουν υπερβολικό άγχος και οικονομική πίεση (Choi, 2002; MacKenzie & Beck, 1991). Λόγω της αυξανόμενης τάσης αυτοκτονιών μεταξύ των ηλικιωμένων, καθώς και άλλα προβλήματα της οικογένειας, πολλές Ασιατικές κυβερνήσεις διερευνούν τώρα την ανάγκη να καθιερωθούν εθνικές πολιτικές για την γήρανση και τη μακροχρόνια φροντίδα (Howe & Phillips, 2001; Ngan, 2004)(Η παραπάνω ενότητα και οι βιβλιογραφικές παραπομπές αναφέρονται από τους Sowers & Rowe, 2007). Παρόλα αυτά, η κοινοτική φροντίδα συνέβαλε σε μια εξαρτημένη κατάσταση των ηλικιωμένων ή σε αρνητικά στερεότυπα ότι οι ηλικιωμένοι είναι άτομα αδύναμα. Ακόμη και από το τέλος της δεκαετίας του 1970 άτομα μεγαλύτερης ηλικίας θεωρούνται, όσον αφορά την πολιτική, κατά κύριο λόγο άτομα εξαρτημένα από την ομάδα που έχουν ανάγκη από συνεχή φροντίδα και παρακολούθηση (Askham, 2002).

Από την άλλη μεριά, κρίσιμο ζήτημα για τους ηλικιωμένους είναι η διατήρηση της ανεξαρτησίας τους καθώς μεγαλώνουν (Henkemans, Alpay, Laurence & Dumay, 2010). Οι ηλικιωμένοι προτιμούν να ζουν ανεξάρτητοι στο σπίτι, στον προσωπικό τους χώρο για μεγάλο χρονικό διάστημα (Costafont, Elvira & Mascarillo-Miro, 2009; Weeks, Bronton & Nilsson, 2005, όπως αναφέρουν οι Mitzner & Dijkstra, 2011.). Η παραμονή στο σπίτι βελτιώνει την ποιότητα της ζωής των ηλικιωμένων, δίνει τη δυνατότητα να συμμετέχουν ενεργά στην κοινότητα, να διατηρούν κοινωνικά δίκτυα, αυξάνει την προσωπική ασφάλεια

και περιορίζει τις αρνητικές συνέπειες της μετεγκατάστασης, όπως η σύγχυση, η αποξένωση και η ανάπτυξη ταχείας ψυχικής και σωματικής κατάπτωσης. Ενδεικτικά, η γήρανση στο σπίτι μπορεί να συμβάλει στη διατήρηση της γνωστικής λειτουργίας και στη μείωση της γεροντικής κατάθλιψης (π.χ. Bassuk, et al., 1999; Berg-Warman, 2006; Marek et al., 2005). Επιπλέον, μπορεί να συμβάλει στην εξισορρόπηση προσφοράς και ζήτησης στην περίθαλψη· λόγω της γήρανσης του πληθυσμού έχει υπάρξει μείωση του αριθμού των επαγγελματιών περίθαλψης, με αποτέλεσμα την αύξηση του φόρτου εργασίας τους (Bakker et al., 2005) και την αύξηση της οικονομικής επιβάρυνσης για ασθενείς, ασφαλιστικές εταιρείες, κυβερνήσεις και ως εκ τούτου, για την κοινωνία (Druss et al., 2001)(Η προηγούμενη ενότητα και οι βιβλιογραφικές παραπομπές αναφέρονται από τους Henkemans,Alpay,Laurence & Dumay, 2010). Οι ασθένειες και οι αναπηρίες αυξάνονται και η υγειονομική περίθαλψη απαιτεί τεράστιες δαπάνες· η Εταιρεία Alzheimer των ΗΠΑ εκτίμησε μια αύξηση του ετήσιου κόστους που προκαλείται από τη νόσο Αλτσχάιμερ από 33 δις δολάρια το 1998 σε 61 δις δολάρια το 2002, ενώ το 2002, οι ΗΠΑ και η Γερμανία δαπάνησαν περίπου το 13 % του εθνικού τους προϋπολογισμού στην υγειονομική περίθαλψη, ποσοστό που στις ΗΠΑ αντιπροσώπευε το μεγαλύτερο τμήμα των δημοσίων δαπανών(Chan, Campo, Estève &Fourniols, 2009).

Σε αυτά έρχονται να προστεθούν α) η ταχεία πρόοδος στον τομέα των ηλεκτρονικών, της πληροφορικής και της τεχνολογίας των επικοινωνιών, που οδηγεί στη βελτίωση της απόδοσης των τεχνολογιών, σε συνδυασμό με την ενεργό έρευνα και ανάπτυξη των έξυπνων εφαρμογών που θα επιτρέπουν στους ανθρώπους να λαμβάνουν φροντίδα στο σπίτι και θα φέρει επανάσταση στην άσκηση της ιατρικής, επιτρέποντας απομακρυσμένες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των γιατρών από το νοσοκομείο και των ασθενών από το σπίτι και β) η αύξηση της ζήτησης για τηλειατρική φροντίδα από το σπίτι για να αποφευχθεί η μακροχρόνια νοσηλεία (Chan, Campo, Estève &Fourniols, 2009).

Όλα αυτοί οι λόγοι οδήγησαν στην ανάπτυξη ενός εύρους εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης για τη φροντίδα ηλικιωμένων ή/και ατόμων με γνωστικά ή και σωματικά προβλήματα και αδυναμίες, στο σπίτι. Οι τεχνολογίες που σχετίζονται με την υγειονομική περίθαλψη γίνονται ολοένα και πιο σημαντικές, αντιπροσωπεύοντας μια πιθανή λύση για την ραγδαία αύξηση των συστημάτων απαιτητικής υγειονομικής περίθαλψης και του φθίνοντα αριθμού των φροντιστών. Οι ηλεκτρονικές τεχνολογίες υγείας θα διαδραματίζουν ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο τα επόμενα χρόνια, καθώς όλο και περισσότεροι ηλικιωμένοι θα απαιτούν ιατρική φροντίδα και υποστήριξη (Leonhardt, 2006; Warren & Craft, 1999; Weeks et al, 2005). Αυτές οι καινοτόμες έξυπνες τεχνολογίες υγειονομικής περίθαλψης υπόσχονται να προσφέρουν σημαντικές βελτιώσεις στην πρόσβαση στην περίθαλψη, την ποιότητα της περίθαλψης, καθώς και την αποτελεσματικότητα του τομέα της υγείας (Leonhardt, 2006; Meyer & Mollenkopf, 2003; Mynatt et al., 2004). Ωστόσο, ειδικά στην φροντίδα στο σπίτι και στον τομέα αποκατάστασης δεν θα μπορεί να αξιοποιηθεί πλήρως το τεράστιο δυναμικό της για το «γκριζάρισμα» των κοινωνιών, εάν όλα τα θέματα αποδοχής των ιατρικών εφαρμογών δεν ληφθούν επαρκώς υπόψη και αντιμετωπιστούν. Οι διεπαφές χρήστη, η πλήρης αποδοχή και η ευρεία κατανόηση των τεχνολογιών αυτών καθώς και η εμπειρία του χρήστη είναι κρίσιμοι παράγοντες επιτυχίας για την αποδοχή, τη βιωσιμότητα και την ανταγωνιστική ικανότητα του κάθε τεχνικού συστήματος. Αυτά τα ζητήματα θα συζητηθούν πιο αναλυτικά στα κεφάλαια των χαρακτηριστών του χρήστη και της τεχνολογίας (Η παράγραφος και οι βιβλιογραφικές παραπομπές αναφέρονται στους Wilkowska & Ziefle, 2011).

3. Γεροντο-τεχνολογία

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, βασικοί στόχοι πολλών ηλικιωμένων είναι η ανεξαρτησία, η ασφάλεια, η ποιότητα ζωής και η παραμονή στο οικείο και άνετο περιβάλλον του σπιτιού. Αυτοί οι στόχοι μπορούν να επιτευχθούν μέσω της επιστήμης και της τεχνολογίας. Η τεχνολογία έχει την ικανότητα να αλλάζει τις ζωές των ανθρώπων, τις περισσότερες φορές προς το καλύτερο. Είναι φανερό ότι τον προηγούμενο αιώνα οι εξελίξεις στον τεχνολογικό τομέα έχουν οδηγήσει σε θεμελιώδη βελτίωση πολλών τομέων της ζωής: εργασία, επικοινωνία, μεταφορές, υγειονομική φροντίδα, ψυχαγωγία και ελεύθερος χρόνος (Rogers & Mynatt, 2003).

Η γεροντο-τεχνολογία είναι ένα διεπιστημονικό πεδίο έρευνας και εφαρμογών που συνδυάζει την επιστήμη και την τεχνολογία προς όφελος μιας κοινωνίας που συνεχώς μεγαλώνει. Ο όρος, που επινοήθηκε από τους Graafmans and Brouwers (1989), είναι σύνθετος και προέρχεται από τους όρους *γεροντολογία* και *τεχνολογία*. Γεροντολογία είναι η επιστήμη που μελετά τη γήρανση του πληθυσμού από όλες τις διαστάσεις της, βιολογική, ψυχολογική, γνωστική, κοινωνική. Η τεχνολογία αφορά στην έρευνα, την ανάπτυξη και τον σχεδιασμό νέων και βελτιωμένων τεχνικών, προϊόντων και υπηρεσιών και περιλαμβάνει τους τομείς της επιστήμης της μηχανικής, φυσικής, χημείας, ηλεκτρονικής, πληροφορικής και επικοινωνίας (Fozard, Rietsema, Bouma & Graafmans, 2000 ; Bouma, Fozard, Harrington & Koster, 2000).

Η γεροντο-τεχνολογία είναι ο κλάδος της επιστήμης που προσπαθεί να εξασφαλίσει την καλή υγεία, την κοινωνική συμμετοχή και την ανεξάρτητη διαβίωση κατά τη διάρκεια της ζωής και ασχολείται με την έρευνα, τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη εφαρμογών που υποστηρίζουν τη διαδικασία της γήρανσης (Bouma, Fozard, Harrington & Koster, 2000).

Ένας από τους στόχους της γεροντο-τεχνολογίας είναι η χρήση της τεχνολογίας με σκοπό

την πρόληψη, καθυστέρηση ή την αντιστάθμιση της αντιληπτικής, γνωστικής και σωματικής φθοράς που οφείλεται στη γήρανση. Ένας δεύτερος σκοπός της είναι να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία για να υποστηρίξει ή να ενισχύσει τις δυνατότητες για επικοινωνία, ψυχαγωγία, μάθηση, εξυπηρέτηση και καλλιτεχνική έκφραση του ηλικιωμένου πληθυσμού (Fozard, Rietsema, Bouma & Graafmans, 2000). Οι περιοχές εφαρμογής της γεροντο-τεχνολογίας περιλαμβάνουν το σπίτι, την κινητική λειτουργία του ατόμου και τη μεταφορά, την επικοινωνία, την υγεία, την εργασία, την αναψυχή και την προσωπική ολοκλήρωση (Fozard, Rietsema, Bouma & Graafmans, 2000).

Η εφαρμογή της γεροντο-τεχνολογίας στον τομέα της κατοικίας οδήγησε στην ανάπτυξη τεχνολογικών εφαρμογών στο σπίτι με το γενικό όρο «έξυπνο σπίτι». Η ιδέα του έξυπνου σπιτιού είναι ένας πολλά υποσχόμενος και αποδοτικός τρόπος για τη βελτίωση της οικιακής φροντίδας των ηλικιωμένων και των ατόμων με ειδικές ανάγκες επιτρέποντας μεγαλύτερη ανεξαρτησία, διατήρηση της καλής υγείας και την αποφυγή της κοινωνικής απομόνωσης (Chan, Estève, Escriba & Campo, 2008; Chan et al., 2009). Σε έναν κόσμο που συνεχώς γερνά είναι επιτακτική η ανάγκη για διατήρηση της καλής υγείας και της ανεξαρτησίας για όσο το δυνατόν περισσότερο. Οι ηλικιωμένοι και τα άτομα με ειδικές ανάγκες πλέον μπορούν, αντί για νοσηλεία ή ιδρυματοποίηση να εξυπηρετούνται στο δικό τους περιβάλλον καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας χρησιμοποιώντας πλήθος «έξυπνων συσκευών» (Henkemans, Alpay, Laurence & Dumay, 2010).

3.1 Έξυπνα σπίτια

3.1.1 Ορισμοί- Ιστορία

Ο στόχος για την ικανοποίηση της επιθυμίας των ηλικιωμένων να παραμείνουν στο σπίτι ασφαλείς και ανεξάρτητοι, αλλά και η ανάγκη μείωσης του κόστους υγειονομικής

περίθαλψης, οδήγησε στη δημιουργία της τεχνολογίας των *έξυπνων σπιτιών*. Καθώς η τεχνολογία συνεχίζει να εξελίσσεται, δεν υπάρχει ένας συγκεκριμένος και μοναδικός ορισμός του έξυπνου σπιτιού ούτε ακριβής διάκριση από όρους που χρησιμοποιούνται σε σχέση με την παροχή υποστήριξης και υγειονομικής φροντίδας στο σπίτι, όπως : *υποστηρικτική τεχνολογία, τηλεϊατρική, e-health, οικιακός αυτοματισμός, ευφυείς κατοικίες* (Chan, Campo, Estève & Fourniols, 2009), αλλά τα έξυπνα σπίτια έχουν αναδειχθεί ως μια καθολική προσέγγιση για να καταστεί δυνατή η χρήση των τεχνολογιών στο περιβάλλον της ζωής ενός ατόμου και να διευκολύνουν έτσι την ανεξάρτητη διαβίωση, μέσω του αυτοματισμού του υλικού περιβάλλοντος και των οικιακών δραστηριοτήτων (Chen, Nugent, Mulvenna, Finlay & Hong, 2009).

Όπως ορίζεται από τους Demiriz και Hensel (2008) «*το έξυπνο σπίτι είναι μια κατοικία συνδεδεμένη με την τεχνολογία, η οποία παρακολουθεί την ευημερία και τις δραστηριότητες των κατοίκων της για να βελτιώσει τη συνολική ποιότητα της ζωής, την αύξηση της ανεξαρτησίας και την πρόληψη καταστάσεων έκτακτης ανάγκης*» και κατά τον Cheek (2005) «*τα έξυπνα σπίτια*» είναι ένας συλλογικός όρος που περιγράφει τις τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνίας στα σπίτια όπου τα στοιχεία του επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ενός τοπικού δικτύου». Εναλλακτικά, ένα έξυπνο σπίτι είναι «*μια κατοικία εξοπλισμένη με τεχνολογία που βελτιώνει την ασφάλεια των ασθενών στο σπίτι και παρακολουθεί την κατάσταση της υγείας τους*» (Demiriz, Rantz, Aud, Marek, Tyrer, Skubic & Hussam, 2004), «*μια κατοικία εξοπλισμένη με την τεχνολογία των υπολογιστών και της πληροφορίας, η οποία προβλέπει και ανταποκρίνεται στις ανάγκες των ατόμων, με σκοπό την προώθηση της άνεσης, της ευκολίας, την ασφάλεια και της ψυχαγωγίας μέσω της διαχείρισης της τεχνολογίας στο σπίτι και των συνδέσεων με τον κόσμο*» (Aldrich, 2003) ή «*μια κατοικία τεχνολογικά εξοπλισμένη που επιτρέπει την παρακολούθηση όσων ενοικούν σε αυτή ή/και ενθαρρύνει την ανεξαρτησία και την διατήρηση της καλής υγείας*» (Chan, Campo, Estève & Fourniols, 2009).

Ο όρος «έξυπνο σπίτι» χρησιμοποιήθηκε επίσημα για πρώτη φορά το 1984 από τον Αμερικανικό Σύνδεσμο Οικοδόμων (American Association of House Builders), με σκοπό να πιέσει για την ένταξη της απαραίτητης τεχνολογίας στο σχεδιασμό των νέων κατοικιών, αν και στην πραγματικότητα τα πρώτα «ενσύρματα σπίτια» δημιουργήθηκαν από ανθρώπους ως χόμπι στις αρχές της δεκαετίας του '60 (Aldrich,2003; Harper,2003). Από τη δεκαετία του 1980, οι κατασκευαστές καταναλωτικών ηλεκτρονικών ειδών και ηλεκτρικού εξοπλισμού ανέπτυξαν ψηφιακά συστήματα και εξαρτήματα κατάλληλα για χρήση στα σπίτια. Σημαντικές εξελίξεις συμπεριέλαβαν την αντικατάσταση των ηλεκτρομηχανολογικών διακοπών με ψηφιακούς μεταγωγούς και των παραδοσιακών ομοαξονικών καλωδίων από οπτικές ίνες (Aldrich,2003). Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990 η έννοια του έξυπνου σπιτιού άρχισε να λαμβάνει για πρώτη φορά ενδιαφέρον. Τώρα πλέον όχι μόνο ως χόμπι, αλλά άρθρα για τα έξυπνα σπίτια άρχισαν να εμφανίζονται σε επιστημονικά περιοδικά, ακόμα και σε περιοδικά lifestyle όπως το Vanity Fair και το House Beautiful (Aldrich,2003). Ωστόσο, παρά τη μεγαλύτερη συνειδητοποίηση και γνωστοποίηση της ιδέας του έξυπνου σπιτιού, ο βαθμός στον οποίο οι άνθρωποι στο τέλος του 20ου αιώνα, ήταν έτοιμοι να υποδεχτούν μια τέτοια τεχνολογία στα σπίτια τους είναι αβέβαιη.

Αν και στην παρούσα εργασία ο πληθυσμός ενδιαφέροντος είναι οι ηλικιωμένοι, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι τα έξυπνα σπίτια απευθύνονται σε διάφορες ομάδες του πληθυσμού οι οποίες θα παρουσιαστούν παρακάτω στην Ενότητα *Χρήστες*. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα συστήματα από τα οποία αποτελείται το έξυπνο σπίτι και οι δυνατότητες που μπορεί να προσφέρει στους χρήστες.

3.1.2 Χρήστες

Τα άτομα που μπορούν να επωφεληθούν από το έξυπνο σπίτι και τις υποστηρικτικές τεχνολογίες σύμφωνα με τους Chan, Campo, Estève & Fourniols (2009) είναι :

- Οι άνθρωποι που ζουν μόνοι και δεν είναι σε θέση να ζητήσουν βοήθεια σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης (π.χ. σε περίπτωση απώλειας των αισθήσεων, πτώσεις, εγκεφαλικά επεισόδια, έμφραγμα του μυοκαρδίου κλπ.)
- Οι ηλικιωμένοι ή άτομα με ειδικές ανάγκες, πάσχοντα από κάποια νοητική ασθένεια (π.χ. Alzheimer, άνοια, κλπ.) ή / και σωματική νόσο (π.χ. δυσκολίες όρασης, ακοής, κίνησης, ομιλίας κλπ.)
- Οι άνθρωποι που χρειάζονται βοήθεια στην καθημερινή ζωή για να εκτελέσουν δραστηριότητες προσωπικής τους φροντίδας (π.χ. φαγητό, προσωπική υγιεινή, ντύσιμο κ.λπ.) και σύνθετες δραστηριότητες (προετοιμασία γευμάτων, φαρμακευτική αγωγή)
- Άτυποι φροντιστές (οικογένεια, φίλοι, γείτονες) ή πάροχοι φροντίδας για ηλικιωμένους ή άτομα με ειδικές ανάγκες
- Οι άνθρωποι που ζουν σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές ή σε περιοχές με ανεπαρκή παροχή υπηρεσιών υγείας
- Οι άνθρωποι που πάσχουν από χρόνιες ασθένειες και έχουν ανάγκη συνεχούς παρακολούθησης (π.χ. διαβήτη, καρκίνος, καρδιαγγειακά νοσήματα, άσθμα, κ.λπ.)
- Οι άνθρωποι που εμπλέκονται στην παροχή υγειονομικής περίθαλψης μέσω τηλεϊατρικής (π.χ. ιατρικό προσωπικό «εικονικών επισκέψεων»).

3.1.3 Συστήματα και λειτουργίες του έξυπνου σπιτιού

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστούν τα συστήματα και οι εφαρμογές που μπορούν να εμπλουτίσουν ένα έξυπνο σπίτι.

Ένα σπίτι δεν είναι «έξυπνο» απλώς επειδή τυγχάνει να είναι σωστά χτισμένο ή χρησιμοποιεί αποτελεσματικά το χώρο, ούτε επειδή είναι φιλικό στο περιβάλλον ή χρησιμοποιεί ηλιακή ενέργεια και κάνει ανακύκλωση των λυμμάτων. Ένα έξυπνο σπίτι μπορεί να περιλαμβάνει και αυτά, αλλά αυτό που το κάνει «έξυπνο» είναι οι διαδραστικές τεχνολογίες που περιέχει, οι οποίες μπορεί να ποικίλουν από πολύ απλές (π.χ. ένα canopener σχεδιασμένο για άτομα με περιορισμένη δυνατότητα στο χειρισμό της λαβής) ως τις πιο εξελιγμένες (π.χ. ηλεκτροκίνητο αναπηρικό αμαξίδιο για την αποφυγή εμποδίων) (Harper, 2003) ενισχύοντας σε μεγάλο βαθμό τη λειτουργικότητα του σπιτιού παρέχοντας ένα παράθυρο επικοινωνίας με τον έξω κόσμο και δίνοντάς μας πληροφορίες και ανατροφοδότηση που θα ήταν αδύνατο να έχουμε στο παρελθόν (Barlow & Venables, 2003).

Σε γενικές γραμμές, το έξυπνο σπίτι αποτελείται από το φυσικό περιβάλλον του σπιτιού με τα δωμάτια και τον οικιακό εξοπλισμό (έπιπλα, ηλεκτρικές/ ηλεκτρονικές συσκευές) και είναι εξοπλισμένο με αισθητήρες, ενεργοποιητές, ή / και οθόνες βιοϊατρικής, που επιτρέπουν την απομακρυσμένη παρακολούθηση, την ειδοποίηση και την εκτέλεση ενεργειών με σκοπό την παροχή βοήθειας σε ηλικιωμένους ή άτομα με δυσκολίες ανάλογα με τις εξειδικευμένες ανάγκες τους (D' Ulizia, Ferri, Grifoni & Guzzo, 2010; Chen, Nugent, Mulvenna, Finlay & Hong, 2009).

Στους αισθητήρες μπορεί να περιλαμβάνονται ανιχνευτές κίνησης και RFID (ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων), που προσδιορίζουν τη θέση του ατόμου, βιοαισθητήρες, διακόπτες επαφής σε ντουλάπια και πόρτες ψυγείου που υποδεικνύουν αν είναι ανοιχτές ή κλειστές, αισθητήρες πίεσης, που δείχνουν που κάθεται το άτομο ή αν βρίσκεται στο πάτωμα, και θερμόμετρα που ανιχνεύουν τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος ή των συσκευών (π.χ. αν ο φούρνος είναι σε λειτουργία). Οι βιοαισθητήρες συνήθως φοριούνται ή εμφυτεύονται και δίνουν πληροφορίες για τις ζωτικές παραμέτρους, όπως τον καρδιακό ρυθμό και τη θερμοκρασία του σώματος. Αυτό το φάσμα των αισθητήρων μπορεί

να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της θέσης του ατόμου, ποια αντικείμενα οικιακής χρήσης έχει χρησιμοποιήσει, καθώς και για μια γενική αίσθηση του επίπεδου δραστηριότητάς του (Pollack,2005). Εκτός, όμως, από αυτά τα τεχνολογικά συστήματα, σε ένα έξυπνο σπίτι υπάρχουν υπολογιστές, κάμερες, οθόνες διεπαφής που εφαρμόζονται παντού, μέσα και γύρω από το σπίτι. Όλες αυτές οι συσκευές λειτουργούν σε ένα δίκτυο που είναι συνδεδεμένο με ένα απομακρυσμένο κέντρο συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων και μπορούν να επικοινωνούν με την οικογένεια, τους φροντιστές, το ιατρικό προσωπικό και άλλες μονάδες ελέγχου. Το απομακρυσμένο κέντρο διαγιγνώσκει την τρέχουσα κατάσταση, επεξεργάζεται το εξατομικευμένο προφίλ με τις φυσικές δραστηριότητες του χρήστη και τα στοιχεία για την υγεία του και κινεί τις διαδικασίες βοήθειας που απαιτούνται (Chan et al., 2009; Henkemans, Alpay, Laurence & Dumay, 2010 ; Chen, Nugent, Mulvenna, Finlay & Hong,2009).

Κατά τους Demirir και Hensel (2008) οι λειτουργίες που προσφέρουν τα συστήματα αυτά συνοψίζονται ως εξής :

- Παρακολούθηση των φυσιολογικών παραμέτρων (π.χ., καρδιακός παλμός, αναπνοή, θερμοκρασία, αρτηριακή πίεση, επίπεδο του σακχάρου στο αίμα)
- Παρακολούθηση των λειτουργικών δραστηριοτήτων (π.χ., κινητική δραστηριότητα, πρόσληψη γεύματος, συμπεριφορά ύπνου και άλλες δραστηριότητες καθημερινής διαβίωσης, ακόμα και μη φυσιολογικές ή κρίσιμες καταστάσεις (π.χ., πολλές ώρες στο κρεβάτι μπορεί να σημαίνει ότι το άτομο είναι άρρωστο, ή δεν μπορεί να σηκωθεί για κάποιο λόγο ή αν λείπει πολλές ώρες τη νύχτα ίσως έχει πάθει κάποιο ατύχημα ή είναι σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης).
- Παρακολούθηση της ασφάλειας και των περιβαλλοντικών παραμέτρων (π.χ. θερμοκρασία δωματίου, φωτισμός, υγρασία) και προστασία από περιβαλλοντικούς κινδύνους (π.χ., πυρκαγιά ή διαρροή αερίου). Η βοήθεια μπορεί επίσης να

περιλαμβάνει αυτόματη ενεργοποίηση / απενεργοποίηση του φωτισμού στους διαδρόμους ή στο μπάνιο και αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης σε περίπτωση που το άτομο σηκωθεί από το κρεβάτι τη νύχτα για μεγαλύτερη ασφάλεια και αποφυγή ανεπιθύμητων πτώσεων.

- Παρακολούθηση και βοήθεια για ενδεχόμενες απειλές στο σπίτι (π.χ. εισβολείς). Η βοήθεια μπορεί να περιλαμβάνει την ενημέρωση των οικείων που ζουν εκτός σπιτιού
- Παρακολούθηση και υποστήριξη των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων (π.χ., τηλεφωνικές κλήσεις, επισκέπτες, και συμμετοχή σε δραστηριότητες). Για παράδειγμα, τεχνολογίες που διευκολύνουν την κοινωνική αλληλεπίδραση (π.χ. επικοινωνία μέσω βίντεο με φίλους και αγαπημένους και ουσιαστική συμμετοχή στις ομαδικές δραστηριότητες)
- Υποστήριξη για τα γνωστικά και αισθητηριακά ελλείμματα μέσω αυτοματοποιημένων υπενθυμίσεων και άλλες γνωστικές ενισχύσεις για τους χρήστες με διαπιστωμένα μνημονικά ελλείμματα (π.χ., συσκευές υπενθύμισης λήψης φαρμακευτικής αγωγής, συσκευές εντοπισμού χαμένων αντικειμένων π.χ. κλειδιά, τηλεχειριστήρια). Τα βοηθήματα μπορεί να περιλαμβάνουν εκπαιδευτικές προφορικές οδηγίες για τη χρήση μιας συσκευής και υποστήριξη τυχόν αντιληπτικών δυσκολιών (π.χ., προβλήματα στην όραση, ακοή, αφή) (Henkemans,Alpay,Laurence & Dumay, 2010).

Ως εκ τούτου, οι συσκευές και οι αισθητήρες που επιλέγονται να τοποθετηθούν στα σπίτια των ηλικιωμένων πρέπει να αντιμετωπίζουν τους λειτουργικούς περιορισμούς και τις εξειδικευμένες τους ανάγκες (Demiris, Rantz, Aud, Marek,Tyrer,Skubic & Hussam,2004).

Οι Celler et al. (1999,όπως αναφέρεται από τους D' Ulizia et. al, 2010)

κατηγοριοποιούν τα συστήματα ή τα εργαλεία έξυπνων σπιτιών σε τρεις κατηγορίες :

συστήματα *πρώτης, δεύτερης και τρίτης* γενιάς. Τα συστήματα *πρώτης* γενιάς περιλαμβάνουν

συστήματα συναγερμού και ειδοποίησης έκτακτης ανάγκης με την παρέμβαση του ατόμου, ο οποίος μπορεί να πιέσει ένα ασύρματο συναγερμό που φοριέται σαν μενταγιόν στο λαιμό ή τον καρπό και συνδέεται με ένα κέντρο ελέγχου (Celler et al.,1999). Τα συστήματα *δεύτερης γενιάς* παρακολουθούν τις αλλαγές της κατάστασης της υγείας και δημιουργούν αυτόματους συναγερμούς. Για παράδειγμα, το Smart Shirt είναι ένα σύστημα που φοριέται όπως ένα πουκάμισο και επιτρέπει την μέτρηση του καρδιακού ρυθμού, της αναπνοής, της θερμοκρασίας και της αρτηριακής πίεση ειδοποιώντας τους γιατρούς σε περίπτωση προβλήματος (Bowie, 2000, όπως αναφέρεται από τους D' Ulizia et. al, 2010). Τα συστήματα *τρίτης γενιάς* επιτρέπουν σε ηλικιωμένους και άτομα με ειδικές ανάγκες να συνδέονται με άλλους ανθρώπους που αντιμετωπίζουν παρόμοιες δυσκολίες μέσω του Διαδικτύου, δημιουργώντας μια εικονική κοινότητα για την αντιμετώπιση της μοναξιάς και της απομόνωσης και να έχουν συναισθηματική υποστήριξη (Celler, 1999).

Οι D' Ulizia, Ferri, Grifoni & Guzzo (2010) με βάση την κατηγοριοποίηση των συστημάτων του Laberg (2005), έκαναν μια ταξινόμηση των συστημάτων πρώτης, δεύτερης και τρίτης γενιάς ανάλογα με τη λειτουργία που επιτελούν σε ένα έξυπνο σπίτι. Αυτή η ταξινόμηση περιλαμβάνει :

- Συστήματα ασφαλείας, που δημιουργούν αυτόματα συναγερμούς και ειδοποιήσεις όταν παρατηρούνται σημαντικές μεταβολές στις ζωτικές παραμέτρους
- Συστήματα περιβαλλοντικού ελέγχου, που επιτρέπουν τη διαχείριση των ηλεκτρονικών συσκευών στο σπίτι με τηλεχειριστήριο
- Συστήματα διαχείρισης της ενέργειας, που παρέχουν συσκευές για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των συστημάτων θέρμανσης και ενέργειας,
- Συστήματα υπενθύμισης, που περιλαμβάνουν υπενθυμίσεις για συναντήσεις με το γιατρό και για λήψη φαρμακευτικής αγωγής

- Συστήματα χορήγησης φαρμάκων, που επιβλέπουν για παράδειγμα την αρτηριακή πίεση, σφυγμό, πυρετό και στη συνέχεια χορηγούν φάρμακα όταν χρειάζεται,
- Συστήματα επικοινωνίας και ψυχαγωγίας, τα οποία βοηθούν τους ηλικιωμένους και τα άτομα με ειδικές ανάγκες να συνδέονται με άλλους ηλικιωμένους ή άτομα με ειδικές ανάγκες, να βλέπουν τηλεόραση και να παίζουν διαδραστικά παιχνίδια.

Εκός από τους αισθητήρες, πιο πρόσφατη, ενδιαφέρουσα εξέλιξη στα έξυπνα σπίτια είναι η χρήση της ρομποτικής. Τα ρομπότ μπορούν να υποστηρίξουν βασικές δραστηριότητες (ντύσιμο, μπάνιο, τουαλέτα, φαγητό) και να διευκολύνουν άτομα με αναπηρίες και χρόνιες παθήσεις με δυσκολίες στο χειρισμό, να εκτελούν καθημερινές δραστηριότητες. Για παράδειγμα, η διαδρομή για το μπάνιο το βράδυ μπορεί να καθοδηγηθεί από ένα ρομποτικό κατοικίδιο σκύλο, με προβολείς και διακριτούς ήχους (Henkemans, Alpay, Laurence & Dumay, 2010). Μερικά βοηθητικά συστήματα είναι ήδη ευρέως διαθέσιμα : ηλεκτροκίνητα αναπηρικά αμαξίδια, ανελκυστήρες για σκάλες και ορόφους, ρομποτικά συστήματα τηλεδιάγνωσης κ.τ.λ (Chan, Campo, Estève & Fourniols, 2009).

Αξιοποιώντας αυτές τις τεχνολογικές εξελίξεις έχουν αναπτυχθεί αρκετά έργα έξυπνων σπιτιών, μερικά από τα οποία θα παρουσιαστούν παρακάτω στην ενότητα *Ανασκόπηση*.

3.1.4 Ανασκόπηση

Μέχρι σήμερα έχουν αναπτυχθεί ή προταθεί διάφορα πρότζεκτς έξυπνων σπιτιών τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Αμερική, αλλά και την Ασία, την Αυστραλία και τη Ν.Ζηλανδία με σκοπό την παρακολούθηση και παροχή υποστηρικτικής βοήθειας στους ανθρώπους που έχουν ανάγκη, τη βελτίωση της ζωής τους, ακόμα και την επιμήκυνση της διάρκειά της (για πληρέστερη επισκόπηση βλ. Aldrich, 2003; Chan, Estève, Escriba &

Campo, 2008; Chan, Campo, Estève & Fourniols, 2009; Demirir & Hensel, 2008; Demirir, Rantz, Aud, Marek, Tyrer, Skubic & Hussam, 2004). Παρακάτω θα γίνει μια παρουσίαση επιλεγμένων ερευνητικών έργων στον τομέα των έξυπνων σπιτιών.

Στις ΗΠΑ, το Georgia Institute of Technology στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος *Aware Home Research Initiative*, ανέπτυξε το *Aware Home*, ένα τριώροφο, 5.040 ft² σπίτι, εξοπλισμένο με υψηλής ταχύτητας εσωτερικές και εξωτερικές συνδέσεις, κάμερες, μικρόφωνα, ασύρματο δίκτυο που επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ ασύρματων συσκευών, σύστημα υπενθυμίσεων με εικόνες και ήχους σχετικά με τη λήψη φαρμακευτικής αγωγής, καθώς και σύστημα ραδιο-συχνοτήτων για την ανεύρεση συχνά απολεσθέντων αντικειμένων, όπως κλειδιά, πορτοφόλια, γυαλιά, και τηλεχειριστήρια. Σε κάθε αντικείμενο δίνεται μια σήμανση ραδιο-συχνότητας (RF), ο χρήστης αλληλεπιδρά με το σύστημα μέσω μιας οθόνης αφής LCD και το σύστημα οδηγεί το χρήστη στο χαμένο αντικείμενο χρησιμοποιώντας ηχητικά σήματα (Chan, Estève, Escriba & Campo, 2008; Aldrich, 2003).

Το σπίτι λειτουργεί ως ένα ζωντανό εργαστήριο για το σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την αξιολόγηση των μελλοντικών οικιακών τεχνολογιών. Το έξυπνο πάτωμα ανιχνεύει τα βήματα του ατόμου, το οποίο επιτρέπει στο σύστημα να οικοδομήσει ένα μοντέλο με βάση τις συνήθειες του χρήστη και τη συμπεριφορά του, χρησιμοποιώντας μαθηματικά εργαλεία όπως μοντέλα Markov και νευρωνικά δίκτυα. Υπάρχει μια ευρεία ποικιλία συσκευών και συστημάτων που σχετίζονται με το πρότζεκτ και σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης, π.χ. λογισμικό που κατασκευάζει αυτόματα οικογενειακά άλμπουμ από τις εικόνες βίντεο που συλλέγονται στο σπίτι, ένα σύστημα ενδοεπικοινωνίας μέσω αναγνώρισης φωνής, λογισμικό που καλεί ένα άτομο μέσω μιας φωτογραφίας, ψηφιακά πορτρέτα που ενσωματώνουν εικονικά δεδομένα που αναπαριστούν τη φυσική κατάσταση και ευημερία του ατόμου (Chan, Estève, Escriba & Campo, 2008; Demirir, Rantz, Aud, Marek, Tyrer, Skubic & Hussam, 2004). Το έργο είναι αναμφισβήτητο το πιο επαρκώς ανεπτυγμένο έργο στην έρευνα του έξυπνου

σπιτιού και επικεντρώνεται σε δύο σημεία : α) στις δυνατότητες σχετικά με την κατασκευή του σπιτιού έτσι ώστε το σύστημα να γνωρίζει τις δραστηριότητες των ενοίκων του ανά πάσα στιγμή και β) στις επιπτώσεις της διατήρησης συνεχούς σύνδεσης με τον ηλεκτρονικό κόσμο (Βλ. Kidd et al, 1999; Gibbs, 2000; <http://www.cc.gatech.edu/fce/ahri/>).

Το Πανεπιστήμιο της Φλόριντα (Mobile and Pervasive Computing Laboratory) έχει αναπτύξει το *Gator Tech Smart House* για ηλικιωμένους και άτομα με αναπηρία. Βασίζεται σε περιβαλλοντικούς αισθητήρες που ανιχνεύουν και αξιολογούν τη δραστηριότητα του ατόμου, τις συνήθειές του και τις κινητικές του λειτουργίες (π.χ. διαθέτει συστήματα ανίχνευσης πτώσης), ασκώντας καλύτερο έλεγχο στο περιβάλλον. Διαθέτει τεχνολογίες υπενθύμισης (π.χ.ο καθρέπτης στο μπάνιο), έξυπνες εφαρμογές (π.χ. έξυπνο τηλέφωνο, έξυπνο γραμματοκιβώτιο, πόρτα εισόδου, κρεβάτι, πάτωμα κλπ.), και βιομετρικές τεχνολογίες καταγραφής των φυσιολογικών παραμέτρων (βάρος, θερμοκρασία). Όλα αυτά τα συστήματα είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες και συνδέονται με μια λειτουργική πλατφόρμα που έχει σχεδιαστεί για να βελτιστοποιήσει την άνεση και την ασφάλεια ενός ηλικιωμένου ατόμου. Επίσης, χρησιμοποιεί ένα υψηλής ακρίβειας σύστημα υπερήχων εντοπισμού για τον εντοπισμό των ατόμων (Chan, Estève, Escriba & Campo, 2008).

Το *Aging in Place Project* από το Πανεπιστήμιο του Μισούρι προσφέρει ένα μοντέλο μακροχρόνιας περίθαλψης για τους ηλικιωμένους που θέλουν υποστηρικτικές υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης στο σπίτι της επιλογής τους. Το έργο παρέχει υποστήριξη στους ενοίκους του γηροκομείου *TigerPlace* , το οποίο χρησιμοποιεί ένα δίκτυο ασύρματων αισθητήρων που συνδέονται με μικρούς υπολογιστές. Μερικοί αισθητήρες ανιχνεύουν την κίνηση, ενώ άλλοι τις ζωτικές λειτουργίες. Το σύστημα έχει σχεδιαστεί για να παρατηρεί τη λειτουργική έκπτωση και ειδοποιεί για παρέμβαση σε περίπτωση που υπάρχει κάποιος κίνδυνος. Μια σημαντική πτυχή του έργου είναι η κατάρτιση ηλικιωμένων να αποδεχθούν και να χρησιμοποιούν την τεχνολογία (Chan, Estève, Escriba & Campo, 2008).

Ένα ανάλογο έργο είναι το *Elite Care*. Πρόκειται για μια στέγη υποβοηθούμενης διαβίωσης στο Πόρτλαντ του Όρεγκον, που κατοικείται από συνταξιούχους, ορισμένοι από τους οποίους πάσχουν από άνοια ή νόσο Αλτσχάιμερ. Ο στόχος είναι να παρατείνει την ανεξαρτησία και να βοηθήσει το προσωπικό να διαπιστώσει προβλήματα υγείας νωρίς. Οι πληροφορίες για την υγεία συλλέγονται και υπόκεινται σε επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο μέσω της ψηφιακής τεχνολογίας και του διαδικτύου. Το σύστημα ανιχνεύει τυχόν αλλαγές στη σωματική ή νοητική κατάσταση του ατόμου, ενισχύει τα κοινωνικά δίκτυα μέσω του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, και ρυθμίζει τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Επιπλέον, στο πλαίσιο αυτού του προγράμματος ερευνητές έχουν αναπτύξει μια μέθοδο για τη διακριτική παρακολούθηση της συμπεριφοράς του ύπνου των ατόμων. Τα δεδομένα επιτρέπουν την εκτίμηση της θέσης και των χρόνων κατάκλισης και αφύπνισης κάθε ενοίκου, κατά τη διάρκεια του ύπνου(Chan, Estève, Escriba & Campo,2008).

Το *MavHome Project (Managing an Adaptive Versatile Home*, University of Texas, Arlington) στοχεύει στη δημιουργία ενός σπιτιού που λειτουργεί ως λογικός πράκτορας, που προσπαθεί να μεγιστοποιήσει την άνεση των κατοίκων του με παράλληλη ελαχιστοποίηση του κόστους λειτουργίας. Ο πράκτορας πρέπει να είναι σε θέση να ανιχνεύει και να προβλέπει τις συνήθειες της κινητικότητας των ενοίκων και της χρήσης των ηλεκτρικών συσκευών. Το MavHome συνδυάζει διάφορες τεχνολογίες: βάσεις δεδομένων, πολυμέσα, τεχνητή νοημοσύνη, ρομποτική κτλ. Ο στόχος του έργου είναι να δημιουργηθεί ένα καθολικό σύστημα πρόβλεψης της δραστηριότητας και της κινητικής λειτουργίας του χρήστη, μέσω ενός αλγόριθμου, του Active LeZi (ALZ) που υπολογίζει την πιθανότητα κάθε δυνατής δράσης που εμφανίζεται στην τρέχουσα παρατηρηθείσα ακολουθία και προβλέπει τη δράση με τη μεγαλύτερη πιθανότητα.

Το έργο *House_n* στο MIT ή «το σπίτι του μέλλοντος» προτείνει ένα έξυπνο σύστημα παροχής υπηρεσιών που διεξάγει ποιοτικές και ποσοτικές μελέτες για τις σχέσεις μεταξύ

περιβαλλοντικών παραγόντων και τη συμπεριφορά του ατόμου. Το σύστημα αποτελείται από τρία στοιχεία: ένα σύνολο αισθητήρων για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τη χρήση των αντικειμένων, ένα εργαλείο context-aware δειγματοληψίας εμπειρίας (ESM) που χρησιμοποιείται από το υποκείμενο για να επισημάνει τις δραστηριότητές του και έναν αλγόριθμο αναγνώρισης προτύπων και ταξινόμησης για την αναγνώριση των δραστηριοτήτων. Το μοντέλο χρήστη βασίζεται σε ένα σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης. Οι αισθητήρες έχουν εγκατασταθεί στα έπιπλα, σε συσκευές κουζίνας, είδη υγιεινής, και το πλυντήριο. Τα υποκείμενα έλαβαν ένα προσωπικό ψηφιακό βοηθό (PDA) για τη λειτουργία του λογισμικού ESM κατά την έναρξη της μελέτης, και τους ζητήθηκε να συλλέγουν δεδομένα της δραστηριότητάς τους. Μια προσέγγιση δικτύου που βασίζεται σε μοντέλα Bayes χρησιμοποιείται για να εκπαιδεύσει το μοντέλο για την πρόβλεψη των δραστηριοτήτων των χρηστών. Οι συγγραφείς της μελέτης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι, αν και η ακρίβεια του μοντέλου για ορισμένες δραστηριότητες είναι καλύτερη από ό, τι τύχη, δεν είναι τόσο υψηλή όπως αναμενόταν. Τα κυριότερα προβλήματα ήταν η χαμηλή ποιότητα και ο αριθμός των δραστηριοτήτων, και το μικρό σύνολο εκπαίδευσης των 2 εβδομάδων. Αναμένουν ότι με τη συλλογή δεδομένων εκπαίδευσης σε μια περίοδο μηνών, δημιουργώντας υψηλότερα σήματα ποιότητας δραστηριότητας με την παρατήρηση βίντεο ή άλλες μεθόδους, και η βελτίωση των αισθητήρων συλλογής πληροφοριών θα είναι σε θέση να βελτιώσουν σημαντικά την ακρίβεια του μοντέλου (Chan, Estève, Escriba & Campo, 2008). Οι γενικοί στόχοι περιλαμβάνουν τη δημιουργία περιβαλλόντων που ταιριάζουν σε ανθρώπους όλων των ηλικιών, την ανάπτυξη αλγόριθμων για την ερμηνεία των δεδομένων από τους αισθητήρες που ανιχνεύουν τις ανθρώπινες δραστηριότητες, η ανακάλυψη διεπαφών και στοιχείων που εξοικονομούν πόρους και η διερεύνηση των επιπτώσεων της ύπαρξης στο σπίτι των προϊόντων και υπηρεσιών (Aldrich, 2003).

Το Adaptive House που προτείνει το Πανεπιστήμιο του Κολοράντο στοχεύει να διερευνήσει την έννοια ενός σπιτιού που αυτό-προγραμματίζεται, παρατηρώντας τη ζωή και τις ανάγκες των κατοίκων του, και μαθαίνει να τις ικανοποιεί εξάγοντας πρότυπα που τις προβλέπουν. Το σπίτι είναι εξοπλισμένο με 75 αισθητήρες που δίνουν πληροφορίες για τη θερμοκρασία, τα επίπεδα φωτός και ήχου, το άνοιγμα των παραθύρων και ούτω καθ'εξής, καθώς και συσκευές ελέγχου για τη θέρμανση, το φωτισμό, ανεμιστήρες, κλπ. Τα συστήματα ελέγχου μαθαίνουν τα πρότυπα μέσω νευρωνικού δικτύου και το σύστημα τότε εκτελεί τις ενέργειες που έμαθε αυτόματα. (Βλ. Mozer, 1998; <http://www.cs.colorado.edu/~mozer/house/>).

Ενδιαφέροντα συστήματα έχουν αναπτυχθεί και στην Ευρώπη. Στη Γαλλία, το πρόγραμμα *PROSAFE* στην Τουλούζη έχει ως στόχο να υποστηρίξει την αυτόνομη διαβίωση, μέσω συναγερμού σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Υπέρυθροι αισθητήρες ενσωματωμένοι στην οροφή του διαμερίσματος επιτρέπουν την εκτίμηση της κίνησης και της δραστηριότητας των ενοίκων όλο το 24ωρο (Chan, Campo, Estève & Fourniols, 2009; Demiris, Rantz, Aud, Marek, Tyrer, Skubic & Hussam, 2004).

Το Σουηδικό Ινστιτούτο για την Αναπηρία δημιούργησε το πρόγραμμα *SmartBo* στη Σουηδία, σε ένα ισόγειο διαμέρισμα δύο δωματίων, το οποίο αξιοποιεί λύσεις για ηλικιωμένους με προβλήματα κινητικότητας ή/και γνωστικά ελλείμματα (όπως άνοια ή αναπτυξιακές δυσκολίες). Στο διαμέρισμα αυτό υπάρχουν συσκευές και αισθητήρες που ελέγχουν τον φωτισμό, τις πόρτες, τα παράθυρα, τις κλειδαριές, τις εξόδους νερού, το ηλεκτρικό ρεύμα και συσκευές κουζίνας, καθώς επίσης και συσκευές οπτικής και ακτικής ειδοποίησης και οθόνες γραφής Braille για τα άτομα με προβλήματα όρασης. Το 1994, στην Ολλανδία δημιουργήθηκαν σπίτια εξοπλισμένα με εφαρμογές παρακολούθησης και υποστήριξης με στόχο να διευκολύνουν την επικοινωνία μεταξύ των ηλικιωμένων και των φροντιστών μέσω της τεχνολογίας πληροφοριών (Chan, Campo, Estève & Fourniols, 2009).

Αντίστοιχες προσπάθειες έχουν γίνει και στην Ιαπωνία, όπου το Ιαπωνικό Υπουργείο Διεθνούς Εμπορίου και Βιομηχανίας κατασκεύασε 13 *Welfare Techno – Houses* με αισθητήρες υπερύθρων, πόρτες με μαγνητικούς διακόπτες, και μπάνιο με πλήρως αυτοματοποιημένες βιοϊατρικές συσκευές. Στην Ιαπωνία, περίπου 15 έξυπνα σπίτια έχουν αναπτυχθεί, και συνήθως έχουν στόχο να μεγιστοποιήσουν τη χρήση των υποστηρικτικών τεχνολογιών, που επιτρέπει στους ηλικιωμένους να ζουν στο σπίτι τους με τη δημιουργία ενός έξυπνου και άνετου περιβάλλοντος. (Chan, Estève, Escriba & Campo, 2008). Στην Οσάκα, ο Matsuoka έχει αναπτύξει ένα έξυπνο σπίτι εξοπλισμένο με 167 αισθητήρες και 17 ηλεκτρικές συσκευές που ανιχνεύουν, αυτόματα, γεγονότα που προκαλούνται από ασθένεια ή ατύχημα. Κάθε αισθητήρας συνδέεται με μια ή περισσότερες δραστηριότητες : εργασία, προσωπική υγιεινή, προετοιμασία γεύματος, κλπ. Για να μεταφράσει τα πρωτογενή δεδομένα σε δεδομένα συμπεριφοράς ο Matsuoka χρησιμοποιεί μαθηματικά μοντέλα. (Chan, Campo, Estève & Fourniols, 2009). Τέλος, ο σχεδιασμός του Έξυπνου Σπιτιού στην Τοκουσίμα της Ιαπωνίας έδωσε έμφαση στην εξάλειψη των εμποδίων στο εσωτερικό του σπιτιού και τη διατήρηση ασφαλών μέσων υποστήριξης σε περίπτωση φυσικών καταστροφών (Demiris, Rantz, Aud, Marek, Tyrer, Skubic & Hussam, 2004)

3.2 Αποδοχή των τεχνολογιών

Παρά τα προφανή οφέλη της γήρανσης στο έξυπνο σπίτι, τόσο στη διατήρηση της ευημερίας και της ανεξαρτησίας του ίδιου του ηλικιωμένου, όσο και στην αποσυμφόρηση του κρατικού μηχανισμού για πόρους υγειονομικής περίθαλψης, οι τεχνολογίες των έξυπνων σπιτιών δεν τυγχάνουν αντίστοιχης αποδοχής από το ευρύ κοινό. Η έρευνα στον τομέα της αποδοχής έχει επηρεαστεί από τον Rogers (1995) και έχουν αναπτυχθεί πολλά μοντέλα για την κατανόηση των παραγόντων που προβλέπουν την αποδοχή (βλ. Venkatesh, Morris,

Davis & Davis,2003). Ένα γνωστό μοντέλο της αποδοχής είναι το TAM (Technology Acceptance Model, Davis, 1989) το οποίο περιλαμβάνει παράγοντες που μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο μεγάλες ομάδες : τα *χαρακτηριστικά της τεχνολογίας* (αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης και χρησιμότητα) και τα *χαρακτηριστικά του χρήστη* (ηλικία, εκπαίδευση, προηγούμενη εμπειρία, κίνητρα) οι οποίοι αλληλοσχετίζονται, π.χ. αρνητικές αντιλήψεις για πλευρές της τεχνολογίας (π.χ. κόστος, πολυπλοκότητα) μπορούν να αντισταθμιστούν από τις αντιλήψεις για τα εν δυνάμει οφέλη της χρήσης (Rogers,1997). Επιπλέον, οι Venkatesh et al (2003) δημιούργησαν το UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) ένα ισχυρό εργαλείο για προβλέψεις και περιλαμβάνει παράγοντες όπως οι προσδοκίες (χειρισμός και προσπάθεια), η κοινωνική επιρροή, η εθελούσια χρήση, η εμπειρία, η ηλικία, το φύλο (Η ενότητα βασίζεται στους Mitzner & Dijkstra, 2011 και Wilkowska & Ziefle, 2011).

Όλοι αυτοί οι παράγοντες θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά το σχεδιασμό του έξυπνου σπιτιού και οι σχεδιαστές των συστημάτων θα πρέπει να απαντήσουν σε ερωτήματα όπως :

- Ποιος θα χρησιμοποιήσει το σύστημα – οι σωματικές και διανοητικές ικανότητες των χρηστών και τα κοινωνικο-πολιτιστικά τους χαρακτηριστικά. Αυτό αφορά όχι μόνο στα ειδικά χαρακτηριστικά ενός δεδομένου πληθυσμού χρηστών, αλλά και στα οικουμενικά ανθρώπινα χαρακτηριστικά
- Για ποιο λόγο θα χρησιμοποιηθεί - επαναληψιμότητα των έργων, η μεταβλητότητα στη φύση των έργων, δεξιότητες / γνώσεις που απαιτούνται για τα έργα
- Το πλαίσιο και το περιβάλλον στο οποίο θα χρησιμοποιηθεί - φυσικές συνθήκες, υγεία και ασφάλεια

- Τι είναι τεχνικά και λογικά εφικτό - το κόστος, χρονοδιαγράμματα ανάπτυξης, κατασκευαστικοί περιορισμοί (March 1994; Preece 1993, όπως αναφέρονται στους Gann, Barlow & Venables, 1999).

Η πληρέστερη μελέτη αυτών των παραγόντων θα συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση των εμποδίων και των προκλήσεων που πρέπει να ξεπεραστούν με σκοπό την ευρύτερη αφομοίωση των έξυπνων τεχνολογιών.

3.2.1 Χαρακτηριστικά του χρήστη

Στα χαρακτηριστικά του χρήστη περιλαμβάνονται όλοι εκείνοι οι παράγοντες που αφορούν στις αντιληπτικές, γνωστικές και κινητικές δεξιότητες και περιορισμούς που ακολουθούν τη γήρανση, καθώς επίσης οι στάσεις, τα κίνητρα, οι αντιλήψεις, οι φόβοι και οι ανησυχίες των χρηστών απέναντι στην τεχνολογία, η ποικιλομορφία του πληθυσμού, η προηγούμενη γνώση και η κουλτούρα, και μπορούν να επηρεάσουν την αποδοχή της τεχνολογίας.

Μέχρι σήμερα, το περιορισμένο ποσό της έρευνας για το έξυπνο σπίτι, που έχει επικεντρωθεί κυρίως στις δυνατότητες και την προώθηση της τεχνολογίας και η έλλειψη μελετών που διερευνούν τις ανάγκες και τις αντιλήψεις των χρηστών αποτελούν σημαντικά εμπόδια για την εφαρμογή και διάδοση της τεχνολογίας των έξυπνων σπιτιών (Μια αξιοσημείωτη εξαίρεση είναι το έργο των Mynatt et.al στο Everyday Computing Lab στο Georgia Institute of Technology, π.χ. Mynatt et al. 2001). Η αποτυχία να συμπεριληφθούν οι ανάγκες, οι ικανότητες και οι περιορισμοί του ηλικιωμένου χρήστη κατά το σχεδιασμό μπορεί να οδηγήσει σε προϊόντα και υπηρεσίες που δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις τους και μακροπρόθεσμα αυτό είναι πιθανό να οδηγήσει σε απογοήτευση από τις νέες

τεχνολογίες, αλλά και οικονομικό κόστος που προκύπτει από την κακή αφομοίωση (Fisk et al., 2009).

Η κατανόηση των ηλικιοεξαρτώμενων αλλαγών, στην κίνηση, στην αντιληπτική επεξεργασία των πληροφοριών και τις γνωστικές λειτουργίες είναι στρατηγικής σημασίας για το σχεδιασμό αποτελεσματικών συστημάτων και τροποποιήσεων για το σπίτι (Rogers & Mynatt, 2003). Έχουν ήδη αναφερθεί οι αλλαγές που ακολουθούν τη γήρανση σε αντιληπτικό, γνωστικό και κινητικό επίπεδο και οι αντίστοιχοι περιορισμοί που επιφέρουν (Stuart - Hamilton, 2000) · προβλήματα όρασης, μερική απώλεια της αίσθησης της αφής, μερική απώλεια μνήμης, δυσκολία συγκέντρωσης της προσοχής σε περισσότερες από μια πηγές πληροφορίας, μειωμένος χρόνος αντίδρασης, απώλεια ισορροπίας, ανάγκη περισσότερου χρόνου εκτέλεσης κινήσεων, μείωση της ικανότητας διατήρησης συνεχόμενων κινήσεων, αποδιοργάνωση της επιδεξιότητας των κινήσεων, γεγονότα που μπορεί να έχουν σαν αποτέλεσμα δυσκολία στην ανάγνωση ‘ψιλών’ γραμμάτων, δυσκολία στη χρήση μικρών κουμπιών, στο χειρισμό συσκευών, δυσκολία στην εκμάθηση νέων δεξιοτήτων που απαιτούν οι εξελιγμένες τεχνολογίες κ.ο.κ. (Vercruyssen, 1997, όπως αναφέρεται στους Rogers & Mynatt, 2003). Από την άλλη μεριά υπάρχουν ικανότητες που τείνουν να διατηρούνται ανέπαφες στην τρίτη ηλικία όπως κάποιες μορφές μνήμης, π.χ. η ανάκληση καλά αποκτημένων πληροφοριών, η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη, οι λεκτικές ικανότητες όπως το λεξιλόγιο και η ανάγνωση, κάποιες όψεις της προσοχής, όπως η συγκέντρωση σε μια πηγή πληροφορίας. Επιπλέον, ο σχεδιασμός διεπαφών ευαίσθητων στην ηλικία γίνεται ένα εξαιρετικά δύσκολο έργο, διότι η διαδικασία της ίδιας της γήρανσης διαφέρει σημαντικά από άτομο σε άτομο και είναι μια σύνθετη και πολύπλοκη διαδικασία. Δεν γερνούν όλοι οι χρήστες με τον ίδιο τρόπο, καθώς η έναρξη της διαδικασίας της γήρανσης και οι επηρεασμένες γνωστικές ικανότητες και λειτουργίες παρουσιάζουν σημαντικές διατομικές διαφορές (Freudenthal, 2001; Ellis & Allaire, 1999; Ziefle & Bay, 2005; Craik & Salthouse,

1992. Η ενότητα και οι βιβλιογραφικές παραπομπές βασίζονται στους Wilkowska & Ziefle, 2011). Ως εκ τούτου, οι σχεδιαστές θα πρέπει να λαμβάνουν σοβαρά υπόψη τους, να αναγνωρίζουν και να αφομοιώνουν αυτές τις ικανότητες που φθίνουν κατά τη γήρανση, αλλά την ίδια στιγμή να εκμεταλλεύονται τις ικανότητες που μένουν άθικτες από το πέρασμα του χρόνου (Rogers & Mynatt, 2003).

Οι ηλικιωμένοι, παρά τα στερεότυπα που υποστηρίζουν το αντίθετο, είναι πρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν τις νέες τεχνολογίες και είναι πιο δεκτικοί, αν υπάρχει η αντίστοιχη εκπαίδευση (Rogers, Cabrera, Walker, Gilbert & Fisk, 1996) και αν είναι ξεκάθαρα σε εκείνους τα οφέλη της τεχνολογίας (Melenhorst, Rogers & Caylor, 2001). Υπάρχουν μελέτες σχετικά με τις στάσεις των ηλικιωμένων απέναντι στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και στις μηχανές αυτόματης ομιλίας (π.χ. Rogers, Cabrera, Walker, Gilbert, & Fisk, 1996) που δείχνουν ότι οι ηλικιωμένοι είναι δεκτικοί στις νέες τεχνολογίες. Από την άλλη μεριά, η έλλειψη εξοικείωσης, ο φόβος, η έλλειψη δεξιοτήτων και προηγούμενης γνώσης, και οι δυσπρόσιτες συσκευές, κρατούν τους ηλικιωμένους μακριά από την εκμάθηση και χρήση τους (Rogers, Meyer, Walker, & Fisk, 1998). Ο σχεδιασμός θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις ανάγκες των χρηστών και να συνοδεύεται από κατάλληλη εκπαίδευσή τους ώστε να αλληλεπιδρούν αποτελεσματικά με τα συστήματα και να είναι πρόθυμοι να τα χρησιμοποιήσουν (Rogers & Mynatt, 2003). Σε μια έρευνα των Demir, Rantz, Aud, Marek, Tyrer, Skubic & Hussam (2004), οι συμμετέχοντες εξέφρασαν τις εξής ανησυχίες σχετικά με τη χρήση των τεχνολογικών συσκευών: ενδεχόμενη παραβίαση της ιδιωτικότητας από τη χρήση των καμερών, έλλειψη του ανθρώπινου παράγοντα για να απευθυνθούν ή μια πιθανή αντικατάσταση της ανθρώπινης βοήθειας από την τεχνολογία, ευχρηστία των συσκευών, και ανάγκη για κατάρτιση προσαρμοσμένη σε μεγαλύτερους σε ηλικία χρήστες.

Η κατάλληλη εκπαίδευση σε συνδυασμό με επαρκή σχεδιασμό οδηγεί σε δραματική αύξηση της χρήσης της τεχνολογίας από τους ηλικιωμένους (Rogers, Fisk, Mead, Walker &

Cabrera,1996 ; Sharit,Czaja,Nair & Lee ,2003).Ακόμα και η αρτιότερη τεχνολογικά εφαρμογή χρειάζεται κάποιου είδους εκπαίδευσης ή υποστήριξης τόσο για αρχάριους χρήστες όσο και για έμπειρους. Οι ηλικιωμένοι θεώρησαν ότι υπάρχει ανάγκη για εκπαίδευση και δημιουργία εγχειριδίων που έχουν αναπτυχθεί αποκλειστικά για ανθρώπους τρίτης ηλικίας (Morrell, Mayhorn & Echt,2004), που δεν εξοικειωμένοι με το χειρισμό ή την τεχνολογική γλώσσα και που εκμεταλλεύονται τις γνωστικές ικανότητες του ατόμου που παραμένουν αναλλοίωτες με τη γήρανση, αντισταθμίζοντας για αυτές που υπόκεινται σε φθορά, όπως η ρευστή νοημοσύνη, η μνήμη εργασίας, η ταχύτητα αντίληψης και η χωρική αντίληψη (Rogers, Hertzog & Fisk,2000), ικανότητες απαραίτητες για την εκμάθηση και απόκτηση νέων δεξιοτήτων (Jamieson & Rogers,2000; Mead & Fisk, 1998;Rogers, Fisk, Mead, Walker & Cabrera,1996). Σχετικός με την εκπαίδευση παράγοντας και καθοριστικός για την ικανοποίηση της αποδοχής των συσκευών είναι και η προϋπάρχουσα γνώση του ηλικιωμένου και η εξοικείωσή του με την τεχνολογία. Η προηγούμενη γνώση επηρεάζει το περιεχόμενο της σκέψης (Alba & Hutchinson, 1987), και αυτό με τη σειρά του, επηρεάζει την επιτυχία της διάδοσης (Gatignon & Robertson, 1985). Οι ηλικιωμένοι χρήστες εκπαιδεύτηκαν σε μια εποχή που τα τεχνικά προϊόντα ήταν πολύ λιγότερο πανταχού παρόντα και πολύ λιγότερο πολύπλοκα από τις τρέχουσες συσκευές (Wilkowska & Ziefle,2011). Ένα νοητικό μοντέλο για το πώς λειτουργεί η τεχνολογία, κατασκευασμένο σε προηγούμενο χρόνο, είναι δυνατόν να παρεμποδίζει, ή τουλάχιστον δεν είναι επαρκές για τη σωστή αλληλεπίδραση με τις νέες τεχνολογίες (Ziefle & Bay, 2004). Το γεγονός αυτό επιδεινώνει την κατάσταση, ιδίως για τους ηλικιωμένους, καθώς η κατανόηση του πώς λειτουργεί η τεχνολογία σε μεγάλο βαθμό διαμορφώνεται από την ανατροφή και τους πολιτισμικούς παράγοντες.

Μια στρατηγική για την αύξηση της αποδοχής των υποστηρικτικών τεχνολογιών είναι η σταδιακή τους εισαγωγή στα σπίτια ατόμων υψηλής λειτουργικότητας και όχι

ιδιαίτερα μεγάλων ηλικιακά (π.χ. στις δεκαετίες των 50 και των 60) και η αύξηση της υποστήριξης που παρέχονται από τις τεχνολογίες καθώς φθίνουν σταδιακά οι κινητικές, γνωστικές και αντιληπτικές ικανότητες του ατόμου (π.χ. στα 70 και 80 έτη) (Rogers & Mynatt, 2003). Ωστόσο, ένα ερώτημα που προκύπτει είναι ο καθορισμός του σημείου μετάβασης που συμβαίνουν οι αλλαγές. Οι Newell et al πρότειναν το σχεδιασμό της «δυναμικής ποικιλομορφίας», δηλαδή τα συστήματα θα πρέπει να διακρίνουν τη μεταβλητότητα των ικανοτήτων του ατόμου σε διαφορετικές στιγμές της ημέρας, όχι μόνο καθώς το άτομο μεγαλώνει, αλλά ακόμα και όταν το άτομο βιώνει στρεσογόνες καταστάσεις ή υπό πίεση χρόνου (Newell, Carmichael, Gregor & Alm, 2003). Ο δυναμικός σχεδιασμός θα αποδίδει συστήματα που προσαρμόζονται στις ικανότητες του ατόμου που αλλάζουν και μπορεί έτσι τα συστήματα αυτά να είναι περισσότερο αποδεκτά καθώς δεν υποτιμούν ούτε υποκαθιστούν σε υπερβολικό βαθμό τις ικανότητες του ατόμου.

Ο επαρκής σχεδιασμός προσαρμοσμένος στις ανάγκες του ηλικιωμένου πληθυσμού και η κατάλληλη εκπαίδευση είναι προαπαιτούμενοι παράγοντες για την επιτυχή χρήση των τεχνολογιών, ωστόσο, δεν επαρκούν. Δεν θα πρέπει να παραγνωρίζονται παράγοντες όπως η ποικιλομορφία του ηλικιωμένου πληθυσμού, οι στάσεις, οι αντιλήψεις και τα συναισθήματα που έχουν οι ηλικιωμένοι και οι φροντιστές για τις νέες τεχνολογίες και τα σχετικά οφέλη (Giuliani et al., 2005) που επιφέρει στο χρήστη η αλληλεπίδραση με την τεχνολογία συγκριτικά με προηγούμενες μεθόδους εκτέλεσης της δραστηριότητας (Rogers, 1995), η προηγούμενη γνώση και εμπειρία με την τεχνολογία (Wilkowska & Ziefle, 2011 ; Moreau, Markman, & Lehmann, 2001), η τεχνολογική γενιά στην οποία ανήκει το άτομο (Sackmann & Weymann, 1994), αλλά και οι ανησυχίες τους για ηθικά ζητήματα (π.χ. παραβίαση ιδιωτικής ζωής, αυξημένη παρακολούθηση, έλλειψη του ανθρώπινου παράγοντα) που επηρεάζουν την εισαγωγή και διάδοση των νέων τεχνολογιών (Gann, Barlow & Venables, 1999).

Υπάρχουν λίγες μελέτες που διερευνούν τις αντιλήψεις των ηλικιωμένων για τις νέες τεχνολογίες έξυπνων σπιτιών ή άλλες τεχνολογικές εφαρμογές για το σπίτι (Demiris, Rantz, Aud, Marek, Tyrer, Skubic & Hussam, 2004). Μία από αυτές τις μελέτες προέρχεται από τους Vincent et al.(2002) ο οποίοι εξέτασαν την εφαρμογή συστημάτων περιβαλλοντικού ελέγχου στα σπίτια των χρηστών και των φροντιστών τους και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η χρήση του τηλεχειρισμού από άτομα με μέτριες γνωστικές διαταραχές ήταν δύσκολη, ενώ οι λεκτικές υπενθυμίσεις ήταν ιδιαίτερα ευπρόσδεκτες. Μια άλλη μελέτη από τους Demiris et al. διερεύνησε τις αντιλήψεις των ηλικιωμένων για την τηλεφωνική επικοινωνία μέσω βίντεο και την τεχνολογία παρακολούθησης και διαπίστωσαν ότι οι ερωτηθέντες είχαν μια γενική θετική στάση απέναντι στη χρήση τεχνολογιών στο σπίτι. Οι Melenhorst, Rogers και Bouwhuis (2006) (βλ.επίσης Melenhorst, Rogers και Caylor,2001; Karmakar, Chaves & Cooper,2008), βρήκαν ότι, οι ηλικιωμένοι έπαιρναν τις αποφάσεις τους σχετικά με το ποια μέθοδο επικοινωνίας θα επέλεγαν για ένα συγκεκριμένο στόχο (π.χ. τηλέφωνο, διαδίκτυο, εξ επαφής) και για ποιο λόγο διάλεξαν ή όχι την εκάστοτε μέθοδο, βασιζόμενοι στα αντιλαμβανόμενα οφέλη (ή αντίθετα την έλλειψη αυτών) από τη χρήση της εκάστοτε μεθόδου. Αυτό σημαίνει ότι οι αποφάσεις των ηλικιωμένων βασίζονται περισσότερο στο ποια μέθοδος ανταποκρίνεται στις ανάγκες τους (π.χ. ταχύτητα, ευκολία, οικειότητα) και όχι τόσο στο κόστος ή τη χρονοβόρα διαδικασία εκμάθησης. Ός εκ τούτου προκύπτει ότι τα άτομα υιοθετούν μια τεχνολογία αν τα αναμενόμενα οφέλη της είναι σαφή, ξεκάθαρα και υπερτερούν των αναμενόμενων μειονεκτημάτων (Karmakar, Chavez & Cooper,2008), και φυσικά αν ικανοποιούν τις ανάγκες τους. Οι ηλικιωμένοι δείχνουν πρόθυμοι να επενδύσουν χρόνο, πόρους και χρήματα για να μάθουν μια νέα τεχνολογία αν είναι σαφή τα πλεονεκτήματά της. Στο πλαίσιο αυτό, είναι σημαντικό να καταλάβουμε ότι η ηλικία είναι μόνο ένας "φορέας" ειδικών ικανοτήτων και στάσεων. Οι ηλικιωμένοι εκφράζουν την ανάγκη να έχουν στη διάθεσή τους πιο φιλικές και εύκολες στη χρήση τεχνολογίες, που είναι

σε θέση να βελτιώσουν την ανεξαρτησία τους (D' Ulizia, Ferri, Grifoni & Guzzo, 2010). Οι άνθρωποι χρειάζονται μια αίσθηση ασφάλειας ότι θα μπορούν να χειριστούν τις έξυπνες συσκευές, όχι μόνο στην καθημερινή χρήση, αλλά σε περίπτωση που κάτι πάει στραβά.

Η παρουσία συσκευών και υπηρεσιών εντοπισμού μέσα στο σπίτι εγείρει το θέμα της ιδιωτικότητας · το ποσό και ο τύπος της πληροφορίας που συγκεντρώνεται, καθώς και σε ποιον κοινοποιείται αυτή η πληροφορία φαίνεται πως απασχολούν ιδιαίτερα τους ηλικιωμένους (Rogers, Mayhorn & Fisk, 2004; Mynatt και Rogers, 2002; Demiris, Hensel, Skubic και Rantz ,2008). Σε μια έρευνα των Demiris, Rantz, Aud, Marek,Tyrer,Skubic &Hussam (2004), οι ηλικιωμένοι συμμετέχοντες εξέφρασαν ανησυχίες σχετικά με την ενδεχόμενη παραβίαση της ιδιωτικότητας από τη χρήση των καμερών. Όλοι οι συμμετέχοντες θεώρησαν ότι η χρήση των καμερών μέσα στα σπίτια τους για το σκοπό εντοπισμού πτώσης ή άλλου ατυχήματος θα ήταν «ενοχλητική» και θα παραβίαζε την προστασία της ιδιωτικής τους ζωής. Οι συμμετέχοντες θεώρησαν ως καταλληλότερη λύση αν η χρήση τέτοιων συσκευών γινόταν «ανώνυμα» αποτυπώνοντας δηλαδή μόνο κινήσεις και σκιές και δεν θα μπορούσαν να αναγνωριστούν τα πρόσωπα και τα χαρακτηριστικά του ατόμου. Επιπλέον, η ιδιωτικότητα μπορεί να αλλάζει ανάλογα με το πλαίσιο, τα άτομα και τις κουλτούρες. Για παράδειγμα, σε μια περίπτωση μη έκτακτης ανάγκης, ένα άτομο μπορεί να είναι απρόθυμο να παραβιαστεί η ιδιωτικότητά του, ωστόσο σε μια περίπτωση έκτακτης ανάγκης που απειλείται η ζωή του ατόμου, η παραβίαση της ιδιωτικότητας ίσως να μην είναι πρώτο θέμα ανησυχίας. Ένα σχετικό θέμα είναι η ασφάλεια των δεδομένων που συλλέγονται, τα οποία θα πρέπει να αποθηκεύονται με ασφάλεια και στη συνέχεια να διαγράφονται για την αποφυγή ακούσιας γνωστοποίησης. Για τους ηλικιωμένους, μια διακριτική μη ενοχλητική συσκευή, που να λειτουργεί όπως ο αισθητήρας που δεν χρειάζεται χειρισμό ή έλεγχο από το χρήστη,θεωρήθηκε κατάλληλη και αποδεκτή λύση (Demiris, Rantz, Aud, Marek,Tyrer,Skubic & Hussam,2004).

Ένας άλλος παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την αποδοχή των έξυπνων σπιτιών είναι ο φόβος της τεχνολογίας (Brosnan, 1999; Demiriz et al, 2004). Οι άνθρωποι που χρησιμοποιούν αυτό το είδος της τεχνολογίας μπορεί να φοβούνται ότι η τεχνολογία αντικαθιστά την προσωπική αλληλεπίδραση με τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης τους και οι άτυποι φροντιστές μπορεί να φοβούνται την πιθανότητα μεγαλύτερου φόρτου εργασίας. Οι χρήστες συνήθως ανησυχούν για μια τεχνολογία που επηρεάζει τον τρόπο ζωής τους, την οικονομική τους κατάσταση, τη συναισθηματική και ψυχολογική ευεξία των μελών της οικογένειας (Chan, Campo, Estève & Fourniols, 2009). Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι ηλικιωμένοι δεν είναι εξοικειωμένοι με τις νέες τεχνολογίες, δεν έχουν προηγούμενη εμπειρία, έλλειψη τεχνογνωσίας κτλ. Αυτή η ανησυχία έχει αντικρουστεί από τους Collins et al. (1992), οι οποίοι, σε μια έρευνα 2500 ατόμων μεγαλύτερης ηλικίας, απέδειξαν ότι δεν υπάρχει σχέση μεταξύ της ηλικίας και της τεχνοφοβίας. Αυτό έχει εξηγηθεί και από τον Selwyn (2004), ο οποίος έχει δείξει, με συνεντεύξεις, πώς οι τεχνολογίες είναι λιγότερο αποδεκτές από τους ηλικιωμένους παρά από τους νεότερους, επειδή οι τελευταίοι απολαμβάνουν περισσότερο τη χρήση τους.

Σε γενικές γραμμές, οι μελέτες δείχνουν πως οι άνθρωποι έχουν θετικές αντιλήψεις για τις έξυπνες τεχνολογίες στο σπίτι και τις αντιλαμβάνονται ως εργαλεία που μπορούν να βελτιώσουν ή να κάνουν ασφαλέστερη τη ζωή τους. Οι ηλικιωμένοι είναι θετικοί στο να αποδεχτούν αυτές τις τεχνολογίες για την υποστήριξη της καθημερινής τους ζωής, αρκεί να είναι φιλικές προς το χρήστη, όχι παρεμβατικές, αξιόπιστες, δεν απαιτούν καμία ή ελάχιστη ενέργεια εκ μέρους του χρήστη, όταν μπορούν να εντοπίσουν μια σειρά από καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και είναι χαμηλού κόστους (Demiriz, Rantz, Aud, Marek, Tyrer, Skubic & Hussam, 2004). Έξυπνα συστήματα για το σπίτι είναι αποτελεσματικά εάν είναι κατανοητά και αποδεκτά από τους χρήστες. Η ευχρηστία αποτελεί θεμελιώδη προϋπόθεση. Υπάρχει ως εκ τούτου η ανάγκη για τεχνολογίες που είναι πιο απλές και εύκολες στη χρήση, σύμφωνα με

τις πραγματικές και συγκεκριμένες ανάγκες των χρηστών. Ο συντονισμός μεταξύ των διαφόρων παραγόντων της αλυσίδας είναι πρωταρχικής σημασίας για την ανάπτυξη αυτής της αγοράς. Ο κοινός στόχος θα πρέπει να είναι οι έξυπνες τεχνολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από όλους τους ανθρώπους και να ικανοποιούν τις προσδοκίες των χρηστών.

3.2.2 Χαρακτηριστικά της τεχνολογίας

Εκτός από τα χαρακτηριστικά του χρήστη σημαντικό ρόλο στην αποδοχή ή απόρριψη των έξυπνων σπιτιών παίζουν τα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας.

Σύμφωνα με τους Gann et al.(1999), ένας λόγος για την αργή απορρόφηση της τεχνολογίας του έξυπνου σπιτιού είναι το κόστος ανάπτυξης και εγκατάστασης που είναι ιδιαίτερα υψηλό (D' Ulizia, Ferri, Grifoni & Guzzo,2010). Η αρχική επένδυση που απαιτείται από τον καταναλωτή είναι υψηλή, περιορίζοντας την αγορά για τα μεσαία και ανώτερα εισοδηματικά κλιμάκια, και οι εν δυνάμει αγοραστές πρέπει πρώτα να πειστούν για τα οφέλη που θα προκύψουν (Gann et al.,1999). Επιπλέον, ορισμένες χώρες δεν παρέχουν οικονομική υποστήριξη σε ηλικιωμένα άτομα να εγκαταστήσουν αυτές τις τεχνολογίες, παρά το γεγονός ότι είναι πιο οικονομική λύση για τον κρατικό προϋπολογισμό από ό, τι η υγειονομική περίθαλψη στα νοσοκομεία.

Ένας δεύτερος λόγος σχετικός με το κόστος είναι οι κατασκευές και το περιβάλλον εγκατάστασης. Τα ήδη υπάρχοντα σπίτια στην Ευρώπη είναι παλιάς κατασκευής και τεχνολογίας (Harper,2003) και αυτό σημαίνει ότι οι κατασκευαστές θα πρέπει να βρουν λύσεις για την "εκ των υστέρων τοποθέτηση" των τεχνολογιών στις ήδη υπάρχουσες κατοικίες, διαδικασία πιο ακριβή από ό, τι η δικτύωση ενός σπιτιού τη στιγμή που κατασκευάζεται (Barlow & Gann, 1998). Επιπλέον, η πρόσβαση μέσα στο σπίτι (π.χ. ο

χειρισμός των θυρών) και η υποδοχή επισκεπτών (αναγνώριση, πρόσβαση, έλεγχος κλειδώματος σπιτιού) ή το χάσιμο κλειδιών κτλ μπορεί να γίνει προβληματική για ηλικιωμένους ή για άτομα με ειδικές ανάγκες. Για παράδειγμα, οι φροντιστές στο JRHT (Joseph Rowntree Housing Trust) ανησυχούν για την αδεξιότητα των κινήσεων στο χειρισμό των θυρών και βρήκαν ενδιαφέρουσα την πιθανότητα τηλεχειρισμού των θυρών που μπορεί να αποτρέψει την είσοδο πιθανών κινδύνων. Ωστόσο θεώρησαν ότι αυτές οι εγκαταστάσεις μπορούν να αφομοιωθούν καλύτερα σε μονοκατοικίες παρά σε διαμερίσματα (Gann, Barlow & Venables, 1999).

Σε αυτούς τους παράγοντες για την αργή απορρόφηση μπορεί να προστεθεί η τεράστια ώθηση της ίδιας της τεχνολογίας σε συνδυασμό με την τάση για μικρή συνδεσιμότητα και τη συνεχή εστίαση σε *stand-alone* συσκευές στο σχεδιασμό των νέων τεχνολογιών (Harper, 2003). Οι τρέχουσες προσπάθειες σε αμφότερες τις τεχνολογίες και λύσεις είναι *ad hoc*, περιβαλλοντικά εξαρτημένες, για συγκεκριμένο σενάριο και σαφώς καθορισμένες ειδικές περιπτώσεις. Λόγω της έλλειψης ενός κοινού πρωτοκόλλου και της ετερογένειας των εφαρμογών, η βιομηχανία των έξυπνων σπιτιών στην Ευρώπη έχει την τάση να επικεντρώνεται σε απλά συστήματα που δεν επιτρέπουν την επαναχρησιμοποίηση των συστατικών σε διαφορετικά σενάρια εφαρμογής (Chen, Nugent, Mulvenna, Finlay & Hong, 2009). Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα δεδομένα που συλλέγονται από έναν αισθητήρα χρησιμοποιούνται μόνο για ένα σκοπό και στη συνέχεια απορρίπτονται. Συνεπώς, είναι δύσκολο, αν όχι αδύνατο, να μπορούν να εφαρμοστούν σε παρόμοια κατάσταση, απαιτώντας συνήθως ουσιαστική αναδιοργάνωση (Chen, Nugent, Mulvenna, Finlay & Hong, 2009). Οι επαγγελματίες έξω από ένα σύστημα δικτύωσης έρχονται αντιμέτωποι με την έλλειψη ικανότητας να ανταλλάσουν κλινικά δεδομένα με νοσοκομεία και εργαστήρια (Henkemans, Alpay, Laurence & Dumay, 2010). Αυτή η κατάσταση φαίνεται να αλλάζει

ωστόσο υπάρχουν ακόμα προβλήματα κατά το σχεδιασμό διαδραστικών τεχνολογιών στο σπίτι (Harper,2003).

Οι παράγοντες που τονίστηκαν ιδιαίτερα από τους ηλικιωμένους είναι η έλλειψη χρηστικότητας ορισμένων τεχνολογιών ή η αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης, η λειτουργικότητα, η δυνατότητα συντήρησης, η ευελιξία προσαρμοστικότητας και αναβάθμισης και η δυνατότητα επανάληψης και η ευκολία εγκατάστασης (Gann, Barlow & Venables,1999). Τα ήδη υπάρχοντα τεχνολογικά συστήματα δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιηθούν από άτομα οποιασδήποτε ηλικίας και τα προβλήματα χρήσης μπορεί να επιδεινώνονται για τους ηλικιωμένους καθώς ορισμένες διεπαφές δεν λαμβάνουν υπόψη τους λειτουργικούς περιορισμούς της γήρανσης (Fisk & Rogers, 2002; D'Ulizia, Ferri, Grifoni & Guzzo, 2010). Η *αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης* αναφέρεται στην ποσότητα της προσπάθειας που απαιτείται για την αποτελεσματικότερη χρήση της τεχνολογίας (Park, Fisk & Rogers (2010). Η αποδοχή αυξάνει με την αύξηση στην αντιληπτή ευκολία χρήσης (Davis, 1989). Η αρχική απόφαση των ατόμων να χρησιμοποιήσουν μια τεχνολογία περισσότερο επηρεάζεται από το εάν φαίνεται εύκολη στην χρήση παρά από την αντιλαμβανόμενη χρησιμότητά της. Η χρηστικότητα των συσκευών εξαρτάται επίσης από περιβαλλοντικούς παράγοντες προσβασιμότητας. Η παρουσία των περιβαλλοντικών εμποδίων μπορεί να περιορίσει την αποδοχή των συσκευών (Karmakar, Chaves & Cooper, 2008). Για παράδειγμα, ένα ηλικιωμένο άτομο που ζει σε ένα διώροφο σπίτι και χρησιμοποιεί αναπηρική καρέκλα για τη λειτουργική κινητικότητα και ο δεύτερος όροφος, όπου το άτομο περνά τον περισσότερο χρόνο του κατά τη διάρκεια μιας ημέρας, δεν είναι προσβάσιμος, θα επηρεάσει την αποδοχή της τεχνολογίας. Ένα εν δυνάμει χαρακτηριστικό που σχετίζεται με την αντιληπτή ευκολία χρήσης είναι η ευελιξία της τεχνολογίας στην εκτέλεση των λειτουργιών της. Όσο λιγότερη ευελιξία εκτέλεσης έχει μια τεχνολογία, τόσο χαμηλότερη είναι η αντιληπτή ευκολία χρήσης της. Αν η ευέλικτη χρήση δεν είναι δυνατή, τότε ο χειρισμός της

τεχνολογίας πρέπει να είναι περιεκτικός και εύληπτος. Πολλά προβλήματα χειρισμού δεν είναι μόνο εκνευριστικά αλλά μπορούν να γίνουν και επικίνδυνα ή απειλητικά για τη ζωή. Για παράδειγμα, οι συσκευές μέτρησης του σακχάρου στο αίμα διαφημίζονται ως ιδιαίτερα απλές στη χρήση, ωστόσο ίσως να μην είναι ακριβώς έτσι η πραγματικότητα, καθώς αυτές οι συσκευές δεν είναι τόσο εύκολο να χρησιμοποιηθούν. Μια λεπτομερής ανάλυσης εργασίας ενός θεωρούμενου εύκολου στη χρήση συστήματος κατέδειξε περισσότερα από 50 υποβήματα για την επίτευξη των 3 βασικών βημάτων (Rogers, Mykityshyn, Campbell & Fisk, 2001). Επιπλέον, σε μια μελέτη παρατήρησης 90 χρηστών τέτοιων συσκευών μέτρησης βρέθηκε ότι το 62% των χρηστών έκανε τουλάχιστον ένα κλινικά σημαντικό λάθος (Colagiuri, Colagiuri, Jones & Moses, 1990). Οι ερευνητές ακολούθησαν την πεπατημένη κατηγορώντας τους χρήστες ως έλλειψη συμμόρφωσης προς τις οδηγίες χρήσης. Αυτά τα συμπεράσματα ωστόσο δεν οδηγούν στην κατανόηση του ανθρώπινου λάθους ή στη μείωση μελλοντικών λαθών, και αγνοούν λάθη που μπορεί να οφείλονται στο σχεδιασμό του συστήματος ή σε ακατάλληλες οδηγίες χρήσης. Σχετικός παράγοντας είναι και η αντιλαμβανόμενη *χρησιμότητα* δηλαδή ο βαθμός στον οποίο μια τεχνολογία αναμένεται να βελτιώσει την επίδοση ενός εν δυνάμει χρήστη (Davis, 1989, 1993) και θεωρείται ως ένα συνοπτικό μέτρο όλων των οφέλων που σχετίζονται με την τεχνολογία. Σε γενικές γραμμές, η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα αυξάνει την αποδοχή των τεχνολογιών (Chau & Hu, 2002). Στη βιβλιογραφία η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα είναι πιο σημαντική από την ευκολία χρήσης (Davis, 1989), ειδικά για τη διαμόρφωση της στάσης μετά την αφομοίωση της τεχνολογίας (Karahanna, Straub, και Chervany, 1999).

Η δυσκολία χρήσης των συστημάτων συνδέεται επίσης με την αντιλαμβανόμενη *πολυπλοκότητά* τους, δηλαδή το βαθμό στον οποίο μια καινοτομία θεωρείται δύσκολη να κατανοηθεί και να χρησιμοποιηθεί (Rogers, 2003; Park, Fisk & Rogers, 2010). Κατά γενική ομολογία η πολυπλοκότητα μειώνει την αποδοχή της τεχνολογίας (Aiman-Smith & Green,

2002). Αυτό συνδέεται στενά με τις πεποιθήσεις των χρηστών σχετικά με την ικανότητά τους να χρησιμοποιούν την τεχνολογία (π.χ., αυτοαποτελεσματικότητα, Fang, 1998). Όσο πιο πολύπλοκη είναι μια τεχνολογία, τόσο μικρότερη είναι η πίστη κάποιου για την ικανότητά του να χρησιμοποιεί την τεχνολογία, και τόσο χαμηλότερος ο βαθμός αποδοχής της τεχνολογίας. Επιπλέον, οι καλύτερες υποστηρικτικές τεχνολογίες είναι αυτές που έχουν γίνει αόρατες προς το χρήστη και τις χρησιμοποιεί για την επίτευξη ενός στόχου χωρίς να σκέφτεται την ίδια την τεχνολογία, όπως π.χ. το τηλέφωνο ή το ραδιόφωνο (King, 1999).

Η έλλειψη χρηστικότητας οδηγεί στη μείωση της αυτο-αποτελεσματικότητας και δυσπιστία σε σχέση με την τεχνολογία, η οποία με τη σειρά της προκαλεί αισθήματα παραβίασης της ιδιωτικής ζωής (Henkemans, Alpay, Laurence & Dumay, 2010). Ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας για την αποδοχή της τεχνολογίας των έξυπνων σπιτιών είναι η αξιοπιστία των τεχνολογικών συστημάτων και των συστημάτων μέτρησης (Demiris, Rantz, Aud, Marek, Tyrer, Skubic & Hussam, 2004). Η είσοδος της τεχνολογίας στο σπίτι θα μπορούσε να προκαλέσει διάφορα ζητήματα : την τυχαία αποκάλυψη των δεδομένων των φυσικών προσώπων, επικοινωνία με τους λάθος ανθρώπους, και εσφαλμένη χρήση των δεδομένων (Croll & Croll, 2007). Ως εκ τούτου, στην περίπτωση της δυσπιστίας, ο ένοικος του έξυπνου σπιτιού μπορεί να αποφασίσει να μην ανακοινώσει τις πληροφορίες, να αποκρύψει στοιχεία στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης, ή να αποφεύγει να χρησιμοποιούν το σύστημα υποστήριξης της υγειονομικής περίθαλψης συνολικά, το οποίο γίνεται σε βάρος της αποτελεσματικότητας των λειτουργιών των έξυπνων σπιτιών. Η έλλειψη της χρηστικότητας μπορεί επίσης να οδηγήσει στην πεποίθηση ότι η τεχνολογία θα αντικαταστήσει την προσωπική επικοινωνία με τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης και την ανησυχία για μια τεχνολογία που επηρεάζει τον τρόπο ζωής τους, την οικονομική κατάσταση, τη συναισθηματική και ψυχολογική ευεξία των μελών της οικογένειας (Bauer, 2001). Επιπλέον, οι συσκευές που χρησιμοποιούνται στα έξυπνα σπίτια μπορεί να μην είναι

πάντα αξιόπιστες. Για παράδειγμα, περιπτώσεις που οι αισθητήρες είναι σε κατάσταση χαμηλής μπαταρίας ή δυσλειτουργούν και ως εκ τούτου δεν μπορούν να παρέχουν την επιθυμητή λειτουργικότητα τους. Οι αναξιόπιστοι αισθητήρες δίνουν ελλιπείς πληροφορίες και ως εκ τούτου η παροχή βοήθειας μπορεί να είναι ακόμα και επικίνδυνη για τη ζωή του ηλικιωμένου (Zhang, McClean, Scotney & Nugent, 2008). Ιδιαίτερης σημασίας επίσης είναι, το άτομο που παρακολουθείται να έχει συνεπείς συνήθειες για να λειτουργήσει το σύστημα. Κάποιος πρέπει επίσης να εξηγήσει και να προβλέψει παρεκκλίσεις από αυτόν τον τρόπο ζωής, όπως διακοπές, απρόβλεπτες απουσίες, και άλλα έκτακτα γεγονότα. Οι αισθητήρες υπερύθρων (και αισθητήρες πίεσης, στην περίπτωση του "έξυπνου πατώματος ") παρουσιάζουν επίσης το ακόλουθο τεχνικό πρόβλημα: η ανίχνευση της παρουσίας του ατόμου είναι αποτελεσματική μόνο όταν το άτομο ζει μόνο. Επιπλέον, η μέθοδος IR προσκρούει σε δυσκολίες όταν διάφοροι αισθητήρες τοποθετούνται σε άμεση γειτνίαση. Ένα υποκείμενο θα προκαλέσει συχνά πολλούς παρακείμενους αισθητήρες ταυτόχρονα όταν μπαίνει στη ζώνη τους. Αυτό μπορεί να εισάγει σφάλματα στον υπολογισμό της θέσης τους, που είναι ιδιαίτερα σημαντικό όταν πρέπει να προσδιοριστεί η τροχιά του υποκειμένου (Chan, Estève, Escriba & Campo, 2008).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι τρέχουσες τεχνολογικές προσπάθειες είναι περιβαλλοντικά εξαρτημένες και για συγκεκριμένο σενάριο και στις περισσότερες περιπτώσεις, τα δεδομένα που συλλέγονται από τους αισθητήρες είναι πολύ πρωτόγονα για να υποστούν επεξεργασία, να χρησιμοποιηθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν, αποτελεσματικά (Chen, Nugent, Mulvenna, Finlay & Hong, 2009). Επιπλέον, οι προτάσεις αυτές δεν είναι επεκτάσιμες και εφικτές σε καταστάσεις του πραγματικού κόσμου, καθώς δεν υπάρχει ένα κοινώς αποδεκτό και εκφραστικό μοντέλο για το έξυπνο σπίτι τόσο σε επίπεδο δεδομένων όσο και σε επίπεδο εφαρμογής. Χωρίς την υποστήριξη τυπικών μοντέλων δεδομένων και εκφραστικών φορμαλισμών αντιπροσώπευσης, οι τρέχουσες τεχνολογίες

έξυπνων σπιτιών δεν είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν τα πλούσια μεταδεδομένα και τις σημασιολογίες. Η έλλειψη της σημασιολογίας και η αδυναμία ανταλλαγής και ενσωμάτωσης των δεδομένων μειώνουν τη δυνατότητα για, ευφυή και σε βάθος, ανάλυση των δεδομένων και την ανακάλυψη γνώσης από πολλαπλές πηγές δεδομένων, όπως η αναγνώριση προτύπων και η λήψη αποφάσεων που βασίζεται στη γνώση (Chen, Nugent, Mulvenna, Finlay & Hong, 2009). Αυτό που χρειάζεται είναι τεχνικές λύσεις, με υψηλό βαθμό ευκολίας στη χρήση και ενιαίο αυτοματισμό σε συνδυασμό με την ευελιξία και την επεκτασιμότητα στην αναδιάρθρωση του συστήματος και την ανάπτυξη, καθώς και προσαρμογή, εξατομίκευση και πλαίσιο για την δυνατότητα προβλέψεων. Μια τέτοια λύση μπορούν να προσφέρουν οι *Οντολογίες*.

Η σημασιολογική μοντελοποίηση και αναπαράσταση που βασίζεται στην οντολογία δεν χρησιμοποιείται μόνο για εφαρμογές για ειδικές χρήσεις. Αντίθετα, οι οντολογίες θεωρούνται ως ο εννοιολογικός σκελετός και ένα κοινό όχημα για την ενεργοποίηση και την υποστήριξη της επικοινωνίας, της αλληλεπίδρασης, τη διαλειτουργικότητας, της ενσωμάτωσης και της επαναχρησιμοποίησης της γνώσης μεταξύ συσκευών, περιβάλλοντος, ανθρώπων και εξωτερικών πηγών (Chen et al., 2009). Για την αποτελεσματικότερη, ωστόσο κατανόηση της έννοιας της οντολογίας ως μέσο αναπαράστασης γνώσης είναι σημαντικό να την μελετήσουμε στα πλαίσια του ευρύτερου τομέα μελέτης των νοητικών αναπαραστάσεων και μοντέλων, αυτού της *Γνωσιακής Επιστήμης*.

4. Γνωσιακή Επιστήμη

Η Γνωσιακή επιστήμη είναι η σύγχρονη εμπειρικά βασιζόμενη προσπάθεια να απαντηθούν μακροχρόνια επιστημολογικά ερωτήματα – ιδιαίτερα εκείνα που αφορούν τη φύση της νόησης και της γνώσης, τα συστατικά της, οι πηγές της, η ανάπτυξή της και η χρήση της (Gardner,1987). Στην καρδιά της Γνωσιακής επιστήμης είναι η *αναπαραστασιακή-υπολογιστική θεωρία* του νου, σύμφωνα με την οποία η σκέψη και η γνώση είναι υπολογιστικοί χειρισμοί νοητικών αναπαραστάσεων (Βοσνιάδου,2004). Η Γνωσιακή επιστήμη, δηλαδή είναι μια διεπιστημονική προσέγγιση της μελέτης του πώς οι νοητικές αναπαραστάσεις επιτρέπουν σε έναν οργανισμό να παράγει προσαρμοστική συμπεριφορά και νόηση.

Η γνώση μπορεί να οριστεί ως το σύνολο των γεγονότων, στοιχείων, πληροφοριών και αρχών που συσσωρεύονται από τον άνθρωπο (Patterson,1990). Ο ορισμός αυτός αν και αληθινός, δεν είναι πλήρης, γιατί η γνώση είναι πολύ περισσότερο από αυτό. Είναι η εξοικείωση του ανθρώπου με τη γλώσσα, τις έννοιες, τους κανόνες μαζί με την ικανότητά του να χρησιμοποιεί τα στοιχεία αυτά αποτελεσματικά για την αναπαράσταση διαφορετικών πτυχών του κόσμου. Χωρίς αυτή την ικανότητα οι έννοιες και τα γεγονότα δεν έχουν νόημα. Η έννοια της γνώσης είναι στενά συνδεδεμένη με την έννοια της νοημοσύνης. Ένα οποιοδήποτε σύστημα που εκδηλώνει ευφυή συμπεριφορά απαιτεί την κατοχή της γνώσης και την πρόσβαση σε αυτή και ένα μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων. Δεδομένου ότι η γνώση είναι σημαντική και στην πραγματικότητα καθοριστική για την ευφυή συμπεριφορά, οι έννοιες της νοητικής αναπαράστασης, της χρήσης υπολογιστικών μοντέλων και της ανάπτυξης συστημάτων βασισμένων στη γνώση, για την προσομοίωση της ανθρώπινης συμπεριφοράς και της νοητικής δραστηριότητας είναι κεντρικές στον τομέα της Γνωσιακής επιστήμης και στο χώρο της μελέτης των νοητικών φαινομένων.

Στόχος της Γνωσιακής Επιστήμης είναι η προσομοίωση της νοητικής λειτουργίας καθεαυτής (Πρωτόπαπας,2010) και η δημιουργία κοινής αντίληψης της γνώσης, και όχι η ανάπτυξη κάποιου «ευφύους» συστήματος που θα εξάγει κάποιο συγκεκριμένο αποτέλεσμα, όπως συμβαίνει στον τομέα της Τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence, AI). Το ίδιο ισχύει και στην παρούσα εργασία. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, σκοπός της παρούσας μελέτης δεν είναι η ανάπτυξη μιας άρτιας εφαρμογής που θα εξάγει απλά τη συμπεριφορά του ηλικιωμένου, αλλά η μελέτη και αναπαράσταση της νοητικής λειτουργίας του ηλικιωμένου και της απόδοσης νοήματος σε αυτή, με σκοπό να επαναχρησιμοποιηθεί η γνώση αυτή για την ανάπτυξη υποστηρικτικών τεχνολογιών για ηλικιωμένους. Ως εκ τούτου, για να δοθεί η δυνατότητα στις μηχανές να κατανοήσουν την πληροφορία σχετικά με τις νοητικές λειτουργίες και τη συμπεριφορά του ηλικιωμένου και στη συνέχεια να απαντήσουν σε ερωτήσεις του χρήστη αποτελεσματικά και λογικά είναι απαραίτητη η σωστή αναπαράσταση της γνώσης. Ας δούμε όμως πρώτα τι είναι η αναπαράσταση γνώσης.

4.1 Αναπαράσταση Γνώσης

Η αναπαράσταση γνώσης (*knowledge representation*) αφορά στον τρόπο με τον οποίο μοντελοποιείται η γνώση γύρω από ένα πεδίο, ώστε να μπορεί να επικοινωνηθεί, να είναι κατανοητή, προσβάσιμη και επεξεργάσιμη από ανθρώπους και μηχανές. Κατά την προσπάθεια λοιπόν ορισμού ενός βασικού θεωρητικού υποβάθρου, προκύπτει η ανάγκη δημιουργίας μοντέλων και αναπαραστάσεων της γνώσης και της νόησης.

Στη Γνωσιακή επιστήμη, ο όρος αναπαράσταση αναφέρεται σε λειτουργικό χαρακτηριστικό του νου με σημασιακό περιεχόμενο (Πρωτόπαπας, 2010). Αναπαρίσταται εντός του νου κάτι που υπάρχει ή συμβαίνει εκτός του νου (Πρωτόπαπας, 2010). Για την

ερμηνεία και κατανόηση των λειτουργικών χαρακτηριστικών του νου είναι απαραίτητη η κατασκευή μοντέλων, με σκοπό να αποκτήσουμε σαφέστερη εικόνα τόσο της νοητικής λειτουργίας όσο και του τι χρειάζεται να μελετήσουμε περαιτέρω (Πρωτόπαπας, 2010). Το μοντέλο, για να ικανοποιεί αποτελεσματικά το σκοπό του, θα πρέπει να περιλαμβάνει αναπαραστάσεις νοητικών εννοιών, δηλαδή οντοτήτων που έχουν νοητική υπόσταση, αιτιακή ισχύ και σημασιακό περιεχόμενο (Πρωτόπαπας, 2010). Από την άλλη μεριά, βασική προϋπόθεση για την κατανόηση της γνώσης από τις μηχανές είναι η πρόσβαση στο νόημα του περιεχομένου. Η αναπαράσταση δηλαδή μιας περιοχής χρειάζεται, έννοιες, σχέσεις, χαρακτηριστικά και στιγμιότυπα, που αντιπροσωπεύονται από όρους, δηλαδή χρειάζεται συντακτικό και σημασιολογία (Βλαχάβας, 2006).

Το οντολογικό μοντέλο, ως ένα σύνολο από δεδομένα με σημασιολογικό περιεχόμενο δίνει τη λύση στο πρόβλημα της αναπαράστασης της γνώσης καθώς εμπλουτίζει σημασιολογικά τους όρους. Μια οντολογία περιέχει συντακτικά και σημασιολογικά πλουσιότερη πληροφορία, ενώ και η πληροφορία που περιγράφεται από μια οντολογία περιέχει ημιδομημένο κείμενο σε φυσική γλώσσα, εύκολα κατανοητή από ανθρώπους και μηχανές. Αν και θα παρουσιαστούν αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι, οι οντολογίες διευκολύνουν την επικοινωνία ανάμεσα στην αντίληψη για τον κόσμο και τους υπολογιστές, κάνουν τη γνώση μηχανικά επεξεργάσιμη, δίνουν μια διαμοιραζόμενη, κοινή αντίληψη για τον κόσμο και νόημα στα δεδομένα, στοιχεία απαραίτητα κατά τη Γνωσιακή επιστήμη για την αναπαράσταση της γνώσης και της νόησης.

Μέσω των οντολογιών και του έξυπνου σπιτιού, ο στόχος της Γνωσιακής επιστήμης για προσομοίωση των νοητικών λειτουργιών και στην προκειμένη περίπτωση των αναγκών των ηλικιωμένων και των δυνατοτήτων του έξυπνου σπιτιού μπορεί να επιτευχθεί.

Προσφέρουν δηλαδή στη Γνωσιακή επιστήμη τη δυνατότητα να μελετήσει δυο διαμετρικά αντίθετα επιστημονικά πεδία, αυτό της Ψυχολογίας της τρίτης ηλικίας και της τεχνολογίας

και να εξάγει γνώση που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί, αποτελώντας έτσι το ενοποιητικό πλαίσιο για τη σημασιολογική περιγραφή και κατανόηση δυο επιστημονικών κλάδων. Λόγω αυτών των πλεονεκτημάτων, η χρήση της οντολογίας στην παρούσα μελέτη θεωρήθηκε ο καταλληλότερος φορμαλισμός για τη δημιουργία ενός κοινώς αποδεκτού και εκφραστικού μοντέλου αναπαράστασης της γνώσης του έξυπνου σπιτιού για ηλικιωμένους. Στη συνέχεια παρουσιάζεται αναλυτικά το οντολογικό μοντέλο ως μέσο αναπαράστασης γνώσης.

5. Οντολογίες

5.1 Γενικά περί οντολογιών

Στην βιβλιογραφία της τεχνητής νοημοσύνης, η οντολογία είναι μια τυπική, ρητή περιγραφή των εννοιών ενός συγκεκριμένου πεδίου. Σύμφωνα με τον ορισμό του Gruber (1993) η οντολογία μπορεί να οριστεί ως το σύνολο των ρητών προσδιορισμών εννοιών και των συσχετίσεων τους στο πλαίσιο ύπαρξής τους και χρησιμοποιείται για να βοηθήσει τα προγράμματα και τους ανθρώπους να μοιράζονται τη γνώση. Ο όρος είναι δανεισμένος από τη φιλοσοφία, όπου μια οντολογία είναι ο συστηματικός ορισμός της ύπαρξης. Για τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης ό,τι υπάρχει είναι ό,τι μπορεί να αναπαρασταθεί σε ένα πρόγραμμα.

Η οντολογία παρέχει το εννοιολογικό λεξιλόγιο για την αναπαράσταση της γνώσης ενός πεδίου και την περιγραφή συγκεκριμένων καταστάσεων σε αυτό το πεδίο και λειτουργεί ως εργαλείο αυτόματης διερμηνείας και συσχέτισης των μετα-δεδομένων που χρησιμοποιούνται από διάφορες εφαρμογές και υπηρεσίες πληροφόρησης (Nguyen, Lim, Nguyen, Choi & Lee, 2010). Μια οντολογία δεν είναι απλά μια αναπαράσταση του πεδίου στον υπολογιστή, καθώς έχει πλούσια εσωτερική δομή, αλλά αντανακλά το βαθμό της ομοφωνίας για τη γνώση του πεδίου. Γενικά, οι οντολογίες προσθέτουν νόημα στην πληροφορία· προσδίδουν σημασιολογική υπόσταση στα δεδομένα, ώστε αυτά να μπορούν να ερμηνευθούν και να αξιοποιηθούν πιο αποτελεσματικά. Ως πλαίσιο μπορεί να οριστεί η σημασιολογική αναπαράσταση της γνώσης του αληθινού κόσμου σε μορφή κατανοητή από μηχανή. Η προσέγγιση που βασίζεται σε οντολογία μας επιτρέπει να περιγράψουμε σημασιολογικά πλαίσια και να μοιραστούμε την κοινή κατανόηση της δομής των πλαισίων με άλλους χρήστες, συσκευές και υπηρεσίες. Ως εκ τούτου, οι οντολογίες καθιστούν δυνατή

για τους χρήστες την καλύτερη πρόσβαση στην πληροφορία και επιδιώκουν την κοινή κατανόηση, ενώ διευκολύνουν τους υπολογιστές στην κατανόηση, και την καλύτερη και πιο διεξοδική επεξεργασία των πληροφοριών. Επιπλέον, διευκολύνουν το διαμοιρασμό και την επαναχρησιμοποίηση της γνώσης, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ ετερογενών και κατανεμημένων συστημάτων εφαρμογών.

Οι οντολογίες αποτελούνται από κάποια βασικά δομικά στοιχεία, ανεξάρτητα από τη γλώσσα με την οποία περιγράφονται. Η οντολογία παρέχει ένα είδος ταξινόμησης και ομαδοποίησης στα διακριτά αντικείμενα ή στιγμιότυπα (*individuals*) που περιγράφει, όπως π.χ. ανθρώπους, ζώα, οπότε συγκροτούνται *κλάσεις* (*classes*), δηλαδή σύνολα αντικειμένων ή εννοιών. Μια κλάση μπορεί να περιέχει διακριτά αντικείμενα ή και άλλες κλάσεις και έτσι δημιουργείται μια ιεραρχική απεικόνιση των κλάσεων των αντικειμένων (*υπερκλάσεις* – *υποκλάσεις*). Επιπλέον, σε κάθε αντικείμενο αντιστοιχούν κάποια χαρακτηριστικά (*attributes*). Κάθε χαρακτηριστικό έχει ένα όνομα και μια τιμή. Μέσω των χαρακτηριστικών μπορούν να περιγραφούν *σχέσεις* μεταξύ των αντικειμένων που ανήκουν σε μια οντολογία.

Οι οντολογίες είναι ο πυρήνας του *Σημασιολογικού Ιστού* (*SemanticWeb*). Η ανάπτυξη του Σημασιολογικού Ιστού βασίζεται στις οντολογίες, οι οποίες αποτελούν βασικά εργαλεία αναπαράστασης και διαχείρισης της σημασιολογικής πληροφορίας. Το κοινό λεξιλόγιο που χρησιμοποιούν οι οντολογίες επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των εφαρμογών του Σημασιολογικού Ιστού, προκειμένου να είναι εφικτή η αναπαράσταση της γνώσης σε αυτόν. Ο Σημασιολογικός Ιστός αποτελεί επέκταση του υπάρχοντος Ιστού, με τη διαφορά ότι στον Σημασιολογικό Ιστό η πληροφορία είναι κατανοητή όχι μόνο από τον άνθρωπο αλλά και από τα προγράμματα πράκτορες. Με τη χρήση του Σημασιολογικού Ιστού, η πληροφορία θα είναι καλύτερα οργανωμένη και θα μπορεί να επαναχρησιμοποιείται από διαφορετικές μεταξύ τους διαδικτυακές εφαρμογές, όπως μηχανές αναζήτησης (*search engines*), διαδικτυακές πύλες πληροφοριών (*web portals*), ευφυείς πράκτορες (*intelligent*

agents) και διαδικτυακές υπηρεσίες (web services), καταλήγοντας έτσι να υπάρχει διαλειτουργικότητα των πληροφοριών.

Για τον ορισμό των οντολογιών χρησιμοποιούνται διάφορες γλώσσες, οι οποίες παρέχουν διαφορετικές δυνατότητες. Η πιο πρόσφατη ανάπτυξη στον τομέα των γλωσσών για οντολογίες είναι η OWLWeb Ontology Language (2004) της κοινοπραξίας του παγκόσμιου ιστού (W3C), ως μέρος της έρευνας ανάπτυξης του Σημασιολογικού Ιστού. Η OWL βασίζεται στη γλώσσα DAML+OIL, είναι γραμμένη σε XML και καθιστά δυνατή την περιγραφή των εννοιών και των ιδιοτήτων τους, αλλά παρέχει και νέες δυνατότητες. Έχει ένα πλουσιότερο σύνολο φορέων - σχέσεις μεταξύ των κλάσεων (π.χ. disjointness), λογικοί συνδυασμοί κλάσεων (π.χ. τομή, ένωση), ισότητα και διαφορετικά χαρακτηριστικά των ιδιοτήτων (π.χ. συμμετρία, μεταβατικότητα) (Meshkova, Riihijärvi, Mähönen & Kavadias, 2008; Horridge, 2011). Αυτή η λογική εκφραστικότητα παρέχει τη δυνατότητα για εξαγωγή συμπερασμάτων και νέων πληροφοριών από άλλες πληροφορίες που περιγράφονται ρητά. Σύνθετες έννοιες μπορούν, επομένως, να δημιουργηθούν με ορισμούς από απλούστερες έννοιες. Επιπλέον, το λογικό μοντέλο επιτρέπει τη χρήση *εργαλείων συμπερασμού (reasoner)* που μπορούν να ελέγχουν κατά πόσο ή όχι το σύνολο των καταστάσεων και των ορισμών στην οντολογία συμφωνούν αμοιβαία και μπορούν επίσης να αναγνωρίσουν ποιες έννοιες υπόκεινται κάτω από ποιους ορισμούς (Zhao & Lü, 2008). Ο *reasoner* μπορεί επομένως να συμβάλει στη διατήρηση της σωστής ιεραρχίας. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν πρόκειται για περιπτώσεις κατά τις οποίες οι κλάσεις μπορούν να έχουν περισσότερους από ένα γονέα. Υπάρχουν 3 είδη της γλώσσας OWL : η OWL-Lite, η OWL-DL και η OWL-Full (Zhao & Lü, 2008).

Η χρήση οντολογιών για τη μοντελοποίηση έξυπνων σπιτιών μπορεί να θεωρηθεί ως μια πρόσφατη εξέλιξη. Οι Latfi et al.(2007) πρότειναν μια οντολογική αρχιτεκτονική για το Telehealth Smart Home (TSH) και ανέπτυξαν πρωτότυπες οντολογίες. Οι Klein et al.(2007)

πρότειναν μια οντολογία ως μέρος του έργου SOPRANO που χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και στο οποίο οι οντολογίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως βασικό έγγραφο αναφοράς για το ενδιάμεσο λογισμικό του SOPRANO. Στην πραγματικότητα του έξυπνου σπιτιού εξάγονται και μοντελοποιούνται οι απαραίτητες πληροφορίες σαν ιεραρχικό δέντρο. Ορίζεται ουσιαστικά ένα λεξιλόγιο από έννοιες που περιγράφουν τον κόσμο του σπιτιού. Στη συνέχεια καθορίζονται οι κλάσεις και οι υποκλάσεις, καθεμιά από τις οποίες αναπαριστά μια έννοια και έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, αλλά και οντότητες που ανήκουν σε αυτή την έννοια, με συγκεκριμένη ιεραρχία. Το μοντέλο υλοποιείται σε OWL ή RDF.

Υπάρχουν αρκετά εργαλεία τα οποία χρησιμεύουν στην ανάπτυξη και διαχείριση οντολογιών. Μερικά από αυτά τα εργαλεία ανάπτυξης οντολογιών με γραφικό περιβάλλον είναι τα εξής : OntoEdit, Ontolingua Server, WebOnto, WebODE, OBO-Edit, και άλλα, με το Protégé να κατέχει την πρώτη θέση ως προς την αποτελεσματικότητα, την εκφραστικότητα, τη δυνατότητα εξέλιξης, αλλά και την φιλικότητα του γραφικού του περιβάλλοντος προς το χρήστη. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε ο *Protégé Ontology Editor*, που θα παρουσιαστεί παρακάτω.

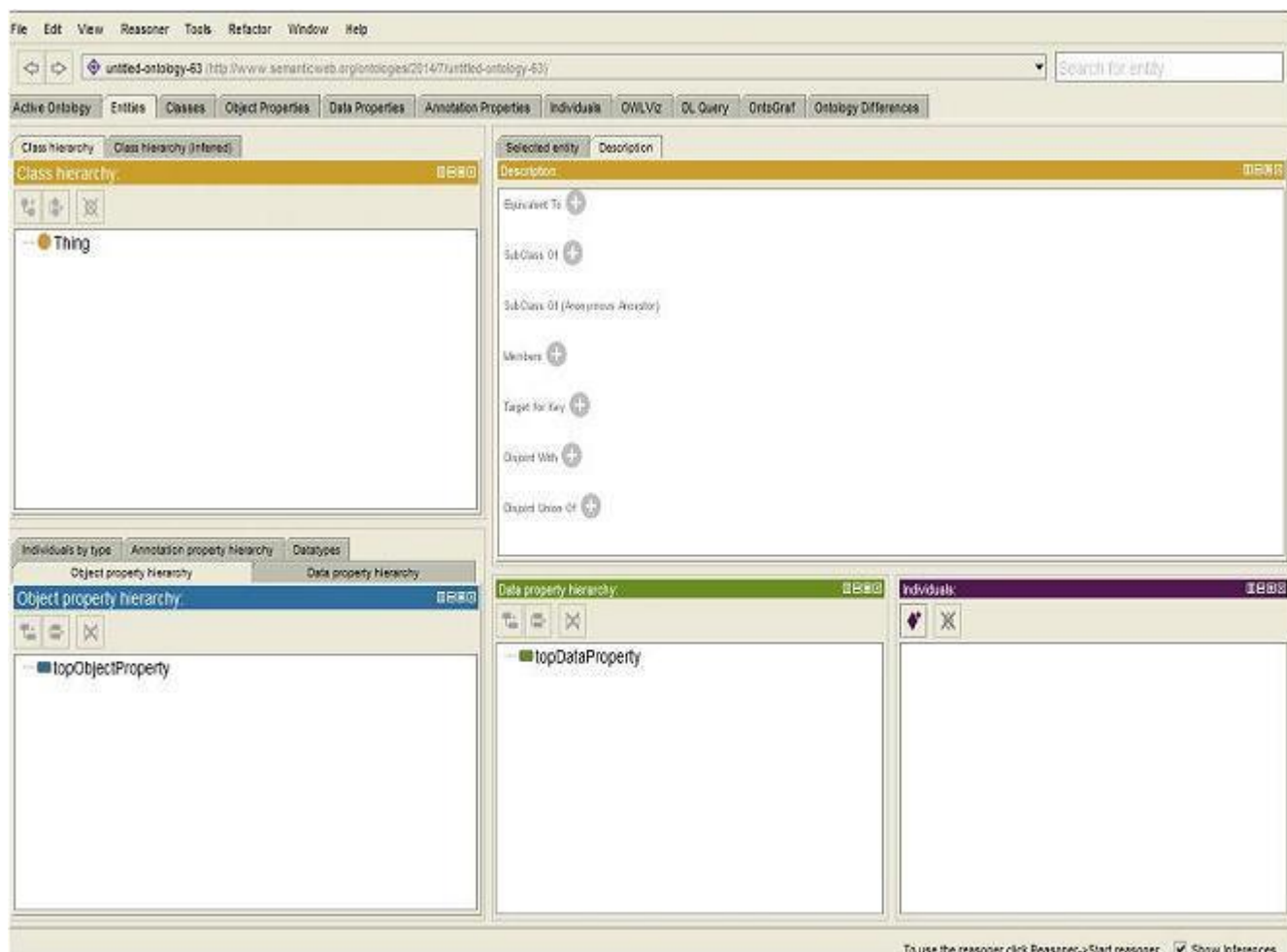
5.2 Εργαλείο ανάπτυξης οντολογιών Protégé

Το Protégé είναι μια δωρεάν, ανοιχτού κώδικα (*open source*) πλατφόρμα διαχείρισης γνώσης βασισμένη σε *java*, που παρέχει τη δυνατότητα σχεδιασμού και κατασκευής μοντέλων οντολογίας και εφαρμογών βασισμένων στη γνώση. Είναι ένα εργαλείο εύκολο στην εγκατάσταση, τη χρήση και την πλοήγηση και δίνει τη δυνατότητα ρύθμισης της διεπαφής του περιβάλλοντος ανάλογα με τις προτιμήσεις του χρήστη. Χιλιάδες χρήστες το χρησιμοποιούν και προσφέρουν τις γνώσεις τους σε μια on-line κοινότητα που έχει

δημιουργηθεί για την εξάπλωση της γνώσης και την επίλυση προβλημάτων που οι χρήστες αντιμετωπίζουν κατά τη μοντελοποίηση έργων που ποικίλλουν, από ασθένειες έως τη μοντελοποίηση πυρηνικών σταθμών παραγωγής ενέργειας.

Υπάρχουν δύο τρόποι δημιουργίας οντολογιών στον Protégé Ontology Editor : τα *Protégé-Πλαίσια* και το *Protégé-OWL*. Στα Protégé-Πλαίσια, που ακολουθούν το πρωτόκολλο OKBC (Open Knowledge Base Connectivity), μια οντολογία αποτελείται από ένα σύνολο κλάσεων που οργανώνονται ιεραρχικά, τις σχισμές (slots) που συνδέονται με τις κλάσεις για να περιγράψουν τις ιδιότητές τους και τις σχέσεις τους και ένα σύνολο από στιγμιότυπα αυτών των κλάσεων-παραδείγματα αυτών των εννοιών που έχουν συγκεκριμένες τιμές για τις ιδιότητές τους. Το Protégé-OWL δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης οντολογιών για το Σημασιολογικό Ιστό. Σε μια τέτοια οντολογία, η γλώσσα OWL καθορίζει πώς να εξάγει τις λογικές συνέπειές της, δηλ. γεγονότα που δεν είναι παρόντα στην οντολογία, αλλά που συνεπάγονται από τη σημασιολογία. Αυτές οι συνεπαγωγές μπορούν να βασιστούν σε ένα ενιαίο έγγραφο ή σε πολλά κατανεμημένα έγγραφα που έχουν συνδυαστεί χρησιμοποιώντας τους καθορισμένους μηχανισμούς της γλώσσας OWL. Η ιεραρχική δομή της οντολογίας αναπαρίσταται με τη μορφή δέντρου δίνοντας στο χρήστη τη δυνατότητα εύκολης και άμεσης πρόσβασης στις κλάσεις και τις υποκλάσεις. Στην παρούσα εργασία η ανάπτυξη της οντολογίας έγινε με χρήση του Protégé-OWL.

Στην Εικόνα 5.1 παρουσιάζεται το περιβάλλον εργασίας του Protégé 4.3. Στο αριστερό τμήμα διακρίνονται τα παράθυρα καταχώρησης των κλάσεων και των υποκλάσεων (*Class hierarchy tab*) και των ιδιοτήτων τους (*Object property hierarchy*) και στο δεξί τμήμα παρουσιάζονται τα παράθυρα καταχώρησης της περιγραφής και των περιορισμών των κλάσεων (*Description*), των ιδιοτήτων δεδομένων (*Data property hierarchy*) και των ατόμων (*Individuals*).



Εικόνα 5.1 Το περιβάλλον εργασίας του Protégé 4.3.

Τέλος, εκτός από την ευχρηστία του το Protégé διακρίνεται από τα υπόλοιπα ολοκληρωμένα περιβάλλοντα μηχανικής οντολογιών για τις δυνατότητες επέκτασης που προσφέρει. Η βασισμένη σε υποσυστήματα αρχιτεκτονική του του δίνει τη δυνατότητα προσθήκης νέων λειτουργιών με τη δημιουργία αντίστοιχων πρόσθετων (plug-ins).

6. Οντολογία έξυπνου σπιτιού για ηλικιωμένους

Η οντολογία του έξυπνου σπιτιού για ηλικιωμένους δημιουργήθηκε στην πλατφόρμα Protégé και αποτελείται από εννέα κλάσεις με τις υποκλάσεις τους καθώς και τις *ιδιότητες αντικειμένων (object properties)* ή/και τις *ιδιότητες δεδομένων (datatype properties)* που τις χαρακτηρίζουν. Οι ιδιότητες αντικειμένων αναπαριστούν τις σχέσεις μεταξύ δύο ατόμων-μελών (*individuals*) των κλάσεων και οι ιδιότητες δεδομένων αναπαριστούν τη σχέση ενός ατόμου με τιμές δεδομένων. Επιπλέον, για την επαλήθευση της οντολογίας αναπτύχθηκαν υποθετικά στιγμιότυπα, τα οποία αναπαριστούν μια περίπτωση πτώσης (*Falling*) μέσα στο σπίτι και μια διαδικασία προετοιμασίας του φαγητού (*PreparingFood*). Στη συνέχεια ακολουθεί αναλυτική περιγραφή της οντολογίας του έξυπνου σπιτιού.

6.1 Κλάσεις – Υποκλάσεις

Οι κλάσεις από τις οποίες αποτελείται η οντολογία είναι οι εξής : Activity, CentralProcessingUnit, HomeEnvironmentCondition, HomeEquipment, Person, Reminder, Room, Sensor και Time.

6.1.1 Κλάση Activity

Η κλάση Activity αναπαριστά τη συμπεριφορά και τις δραστηριότητες που εκτελούν τα άτομα μέσα στο σπίτι. Η κλάση έχει οριστεί ως *disjoint* με τις υπόλοιπες κλάσεις της οντολογίας, που σημαίνει ότι τα μέλη μιας κλάσης δεν μπορούν να συμπίπτουν με τα μέλη κάποιας άλλης κλάσης. Το ίδιο ισχύει για τη σχέση μεταξύ των υποκλάσεων της κλάσης Activity, π.χ. κάποιος που ανήκει στην κλάση *Eating* δεν μπορεί να ανήκει ταυτόχρονα και στην κλάση *Sleeping*. Η κλάση αποτελείται από τις υποκλάσεις :

➤ Activity

- Eating (Γεύμα)
- Falling (Πτώση)
- PreparingFood (Προετοιμασία φαγητού)
- Sitting (Κάθεται)
- Sleeping (Ύπνος)
- TakingMedication (Λήψη φαρμακευτικής αγωγής)
- Walking (Κινητικότητα)
- Washing (Πλύσιμο)
 - HavingShower (Ντους)
 - WashingHands (Πλύσιμο χεριών)
- WatchingTv (Παρακολούθηση τηλεόρασης)

Οι ιδιότητες αντικειμένων που αντιστοιχούν στην κλάση αυτή και τις υποκλάσεις της είναι οι εξής :

Ιδιότητες Αντικειμένων

activates : Συνδέει την κλάση *Activity* με μια ή περισσότερες (some) υποκλάσεις της κλάσης *Sensor*. Όταν συμβαίνει μια δραστηριότητα ενεργοποιείται ένας ή περισσότεροι αισθητήρες. Είναι αντίστροφη (*inverse*) της ιδιότητας **isActivatedBy**.

isCarriedOutBy : Συνδέει την κλάση *Activity* με μια ή περισσότερες υποκλάσεις της κλάσης *Person*. Μια δραστηριότητα εκτελείται από τουλάχιστον ένα άτομο. Είναι αντίστροφη της ιδιότητας **carriesOut**.

requires : Συνδέει την κλάση *Activity* με μια ή περισσότερες υποκλάσεις της κλάσης *HomeEquipment*. Όταν συμβαίνει μια δραστηριότητα απαιτείται κάποιος οικιακός εξοπλισμός. Είναι αντίστροφη της ιδιότητας **isRequiredFor**.

takesPlaceIn : Συνδέει την κλάση *Activity* με μια ή περισσότερες υποκλάσεις της κλάσης *Room*. Μια δραστηριότητα συμβαίνει μέσα σε κάποιο δωμάτιο του σπιτιού. Είναι αντίστροφη της ιδιότητας **hosts**.

takesPlaceAtTimeofTheDay : Συνδέει την κλάση *Activity* με την κλάση *Time*. Μια δραστηριότητα συμβαίνει κάποια στιγμή της ημέρας.

Ιδιότητες Δεδομένων

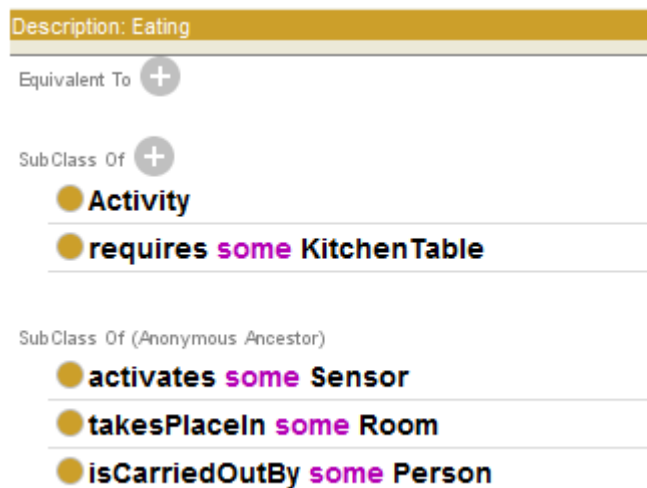
hasStartTime : Κάθε δραστηριότητα έχει ώρα έναρξης. Χαρακτηρίζεται ως *dateTime* γιατί μπορεί να πάρει τιμές μόνο από το εύρος τιμών της ώρας.

hasFinishTime : Κάθε δραστηριότητα έχει ώρα λήξης. Χαρακτηρίζεται ως *dateTime* γιατί μπορεί να πάρει τιμές μόνο από το εύρος τιμών της ώρας.

Οι υποκλάσεις της κλάσης *Activity* κληρονομούν αυτές τις ιδιότητες, αλλά κάθε υποκλάση έχει επιπλέον και κάποιες άλλες ιδιότητες που ανήκουν μόνο στην κάθε μια χωριστά.

Υποκλάση *Eating*

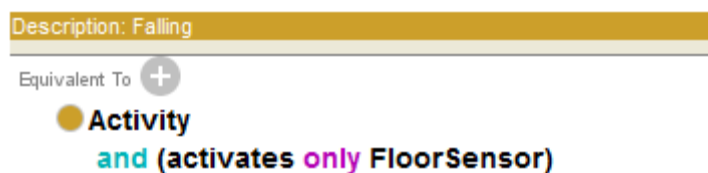
requires : Συνδέει την υποκλάση *Eating* με την υποκλάση *KitchenTable* της κλάσης *Furniture*. Αν κάποιος είναι μέλος της κλάσης *Eating* είναι αναγκαίο (*necessary*) να ικανοποιεί τη συνθήκη «η δραστηριότητα αυτή απαιτεί να χρησιμοποιείται τουλάχιστον ένα τραπέζι κουζίνας κατά το γεύμα». Στην Εικόνα 6.1 απεικονίζεται η κλάση *Eating*.



Εικόνα 6.1 Περιγραφή της κλάσης *Eating* στην πλατφόρμα Protégé

Υποκλάση *Falling*

activates : Η υποκλάση *Falling* συνδέεται μέσω της ιδιότητας *activates* μόνο (*only*) με την υποκλάση *FloorSensor*. Η συνθήκη έχει οριστεί ως αναγκαία και ικανή (*necessary & sufficient*) και σημαίνει ότι αν κάποιο στιγμιότυπο ανήκει στην κλάση *Falling* είναι απαραίτητα *Activity* και είναι απαραίτητο να ενεργοποιεί έναν *FloorSensor*. Επιπλέον, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *Activity* και ενεργοποιεί μόνο *FloorSensor* τότε το άτομο είναι μέλος της κλάσης *Falling*. Η περιγραφή της υποκλάσης *Falling* στον Protégé απεικονίζεται στην Εικόνα 6.2.



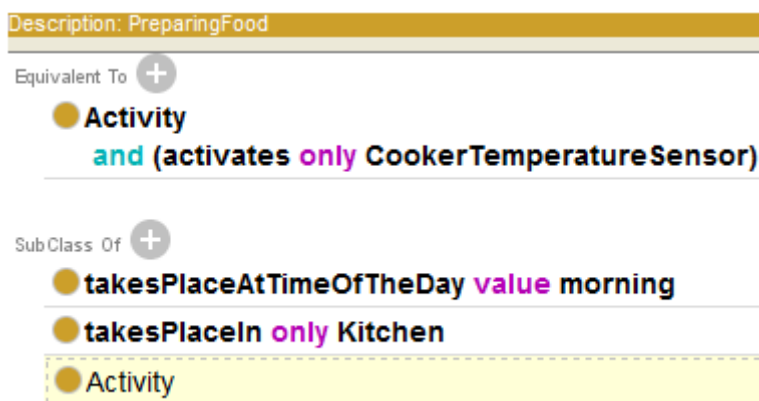
Εικόνα 6.2 Περιγραφή της κλάσης *Falling* στην πλατφόρμα Protégé

Υποκλάση *PreparingFood*

activates : Η υποκλάση *PreparingFood* (Εικόνα 6.3) συνδέεται μέσω της ιδιότητας *activates* μόνο (*only*) με την υποκλάση *CookerTemperatureSensor*. Η συνθήκη έχει οριστεί ως αναγκαία και ικανή (*necessary & sufficient*) και σημαίνει ότι αν κάποιος στιγμιότυπος ανήκει στην κλάση *PreparingFood* είναι απαραίτητα Activity και είναι απαραίτητο να ενεργοποιεί έναν *CookerTemperatureSensor*. Επιπλέον, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης Activity και ενεργοποιεί μόνο *CookerTemperatureSensor* τότε το άτομο είναι μέλος της κλάσης *PreparingFood*.

takesPlaceIn : Έχει οριστεί ως αναγκαία συνθήκη η προετοιμασία του φαγητού να συμβαίνει μόνο (*only*) στην κουζίνα (*Kitchen*).

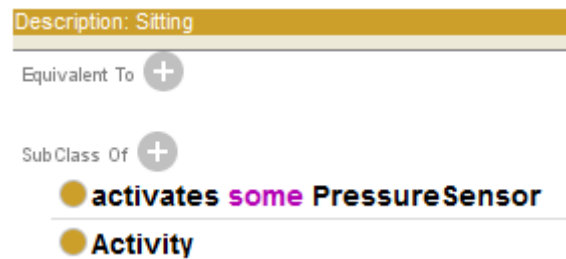
takesPlaceAtTimeOfDay: Έχει οριστεί ως αναγκαία συνθήκη η προετοιμασία του φαγητού να συμβαίνει το πρωί (*morning*).



Εικόνα 6.3 Η υποκλάση *PreparingFood*

Υποκλάση *Sitting*

activates : Κάποιο μέλος της υποκλάσης *sitting* είναι αναγκαίο (*necessary*) να ενεργοποιεί τουλάχιστον κάποιο μέλος της κλάσης *PressureSensor*. Η Εικόνα 6.4 απεικονίζει την υποκλάση *Sitting*.

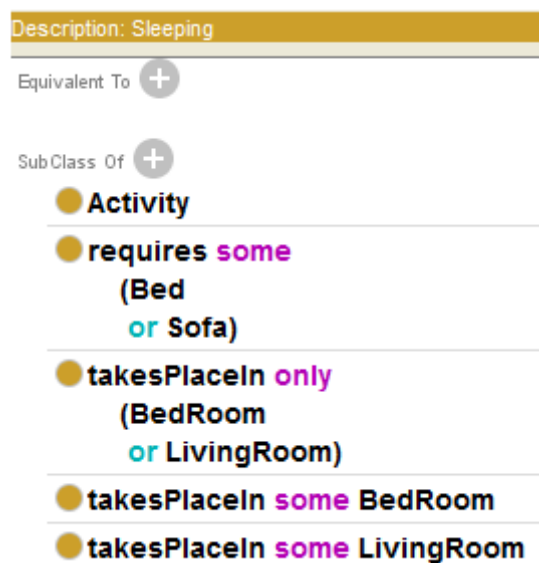


Εικόνα 6.4 Η κλάση *Sitting*

Υποκλάση *Sleeping*

requires : Συνδέει την υποκλάση *Sleeping* με την υποκλάση *Bed* και την υποκλάση *Sofa* της κλάσης *Furniture*. Αν κάποιος είναι μέλος της κλάσης *Sleeping* είναι αναγκαίο (*necessary*) να ικανοποιεί τη συνθήκη «η δραστηριότητα του ύπνου απαιτεί να χρησιμοποιείται τουλάχιστον ένα κρεβάτι ή ένας καναπές».

takesPlaceIn : Η διαδικασία του ύπνου μπορεί να συμβεί τουλάχιστον σε κάποιο υπνοδωμάτιο (*BedRoom*) ή σε κάποιο καθιστικό (*LivingRoom*) και πουθενά αλλού καθώς έχει οριστεί ένα *closure axiom* για αυτή την υποκλάση. Η υποκλάση *Sleeping* όπως παρουσιάζεται στον Protégé απεικονίζεται στην Εικόνα 6.5.



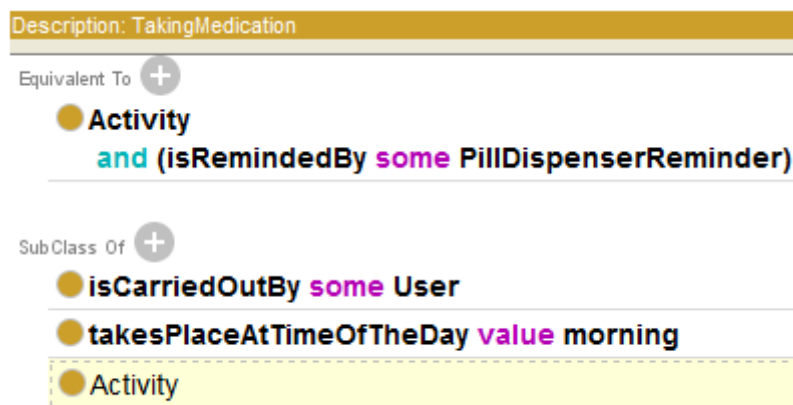
Εικόνα 6.5 Η υποκλάση *Sleeping* όπως απεικονίζεται στον Protégé

Υποκλάση TakingMedication

isCarriedOutBy : Η λήψη φαρμακευτικής αγωγής είναι απαραίτητο να συμβεί τουλάχιστον από κάποιον ηλικιωμένο (*User*).

takesPlaceAtTimeOfTheDay : Η λήψη φαρμακευτικής αγωγής συμβαίνει το πρωί (*morning*).

isRemindedBy : Η λήψη φαρμακευτικής αγωγής υπενθυμίζεται στον ηλικιωμένο από κάποια συσκευή αυτόματης υπενθύμισης και παροχής της κατάλληλης φαρμακευτικής αγωγής *PillDispenserReminder*. Η συνθήκη έχει οριστεί ως αναγκαία και ικανή (*necessary & sufficient*) έτσι ώστε αν κάποιο στιγμιότυπο ανήκει στην κλάση *TakingMedication* είναι απαραίτητα *Activity* και είναι απαραίτητο να ενεργοποιεί έναν *PillDispenserReminder*, καθώς και το αντίστροφο, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *Activity* και ενεργοποιεί κάποιον *PillDispenserReminder* τότε το άτομο είναι μέλος της κλάσης *TakingMedication*. Στην Εικόνα 6.6 παρουσιάζεται η υποκλάση *TakingMedication*.

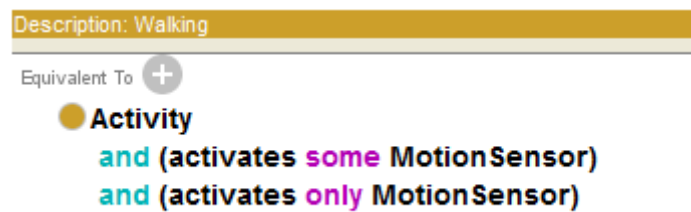


Εικόνα 6.6 Η υποκλάση *TakingMedication*

Υποκλάση Walking

activates : Η υποκλάση *Walking* συνδέεται μέσω της ιδιότητας *activates* με την υποκλάση *MotionSensor*. Η διαδικασία της κίνησης μπορεί να ενεργοποιήσει τουλάχιστον κάποιον

MotionSensor και μόνο αυτόν μέσω της ιδιότητας *activates* (closure axiom). Η συνθήκη έχει οριστεί ως αναγκαία και ικανή (*necessary & sufficient*) και σημαίνει ότι αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *Activity* και ενεργοποιεί κάποιον και μόνο *MotionSensor* τότε το άτομο είναι μέλος της υποκλάσης *Walking* (Εικόνα 6.7).



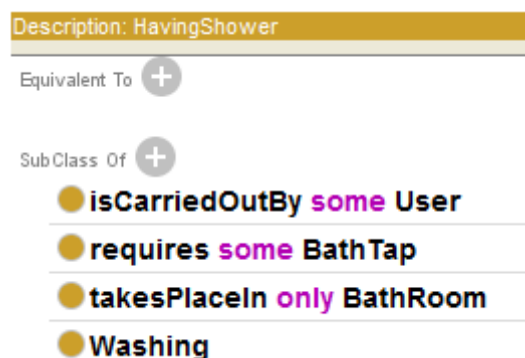
Εικόνα 6.7 Η υποκλάση *Walking*

Υποκλάση *HavingShower* (υποκλάση της *Washing*)

isCarriedOutBy : Η διαδικασία του ντους είναι αναγκαίο να εκτελεστεί από κάποιον που κατοικεί στο σπίτι (*User*).

requires : Η διαδικασία τους ντους απαιτεί τουλάχιστον τη χρήση κάποις βρύσης μπάνιου (*BathTap*).

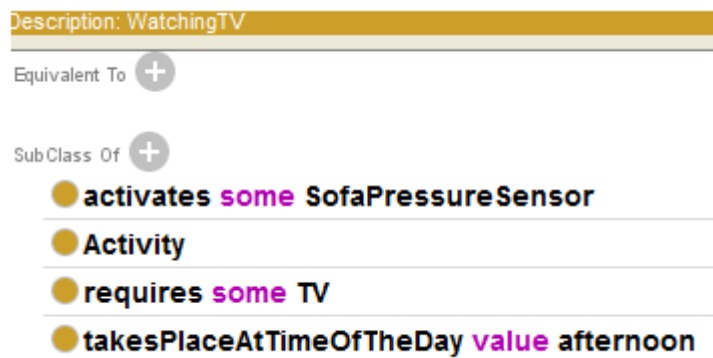
takesPlaceIn : Η διαδικασία του ντους είναι αναγκαίο να συμβαίνει μόνο μέσα στο χώρο της τουαλέτας (*BathRoom*) (Εικόνα 6.8).



Εικόνα 6.8 Η υποκλάση *HavingShower* όπως απεικονίζεται στον Protégé

Υποκλάση WatchingTv

activates : Η παρακολούθηση τηλεόρασης είναι απαραίτητο να ενεργοποιεί τουλάχιστον (some) κάποιον αισθητήρα πίεσης (*SofaPressureSensor*) που είναι προσαρτημένος σε κάποιον καναπέ (*Sofa*). Στην Εικόνα 6.9 παρουσιάζεται η περιγραφή της υποκλάσης *WatchingTV*.



Εικόνα 6.9 Η υποκλάση *WatchingTV* όπως απεικονίζεται στον Protégé

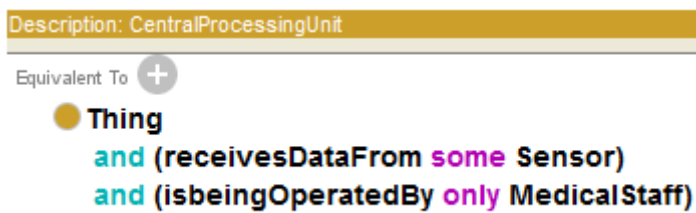
requires : Η παρακολούθηση τηλεόρασης απαιτεί τη χρήση τουλάχιστον κάποιας συσκευής τηλεόρασης (*TV*).

takesPlaceAtTimeOfDay: Η παρακολούθηση τηλεόρασης συμβαίνει το απόγευμα (*afternoon*).

6.1.2 Κλάση CentralProcessingUnit

Η κλάση αυτή αναπαριστά τις πληροφορίες που σχετίζονται με την κεντρική μονάδα επεξεργασίας των δεδομένων. Τα ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα συλλέγονται από τους αισθητήρες και αποστέλλονται στην κεντρική μονάδα στην οποία έχει πρόσβαση μόνο εξειδικευμένο ιατρικό προσωπικό. Η κλάση δε διαθέτει υποκλάσεις και ιδιότητες

δεδομένων. Στην Εικόνα 6.10 παρουσιάζεται η περιγραφή της κλάσης *CentralProcessingUnit*.



Εικόνα 6.10 Η κλάση *CentralProcessingUnit* όπως απεικονίζεται στον Protégé

Ιδιότητες Αντικειμένων

receivesDataFrom : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση με μία ή περισσότερες υποκλάσεις της κλάσης *Sensor*. Έχει οριστεί ως αναγκαία και ικανή συνθήκη (necessary & sufficient), έτσι ώστε αν κάποιο στιγμιότυπο ανήκει στην κλάση *CentralProcessingUnit* είναι αναγκαίο να δέχεται δεδομένα από κάποιον αισθητήρα, και αν ένα τυχαίο στιγμιότυπο δέχεται δεδομένα από κάποιον αισθητήρα τότε ανήκει στην κλάση *CentralProcessingUnit*. Είναι αντίστροφη της ιδιότητας **sendsDataTo**.

isbeingOperatedBy : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση μόνο με στιγμιότυπα της κλάσης *MedicalStaff*. Έχει οριστεί ως αναγκαία και ικανή συνθήκη (necessary & sufficient), έτσι ώστε αν κάποιο στιγμιότυπο ανήκει στην κλάση *CentralProcessingUnit* είναι αναγκαίο να είναι αντικείμενο χειρισμού μόνο από το ιατρικό προσωπικό (*MedicalStaff*), και αν ένα τυχαίο στιγμιότυπο είναι αντικείμενο χειρισμού ιατρικού προσωπικού τότε ανήκει στην κλάση *CentralProcessingUnit*. Είναι αντίστροφη της ιδιότητας **operates**.

6.1.3 Κλάση HomeEnvironmentCondition

Η κλάση κωδικοποιεί τις πληροφορίες που έχουν σχέση με τις περιβαλλοντικές συνθήκες του σπιτιού, οι οποίες είναι κρίσιμες για την ασφαλή και υγιή παραμονή του ηλικιωμένου στο σπίτι.

➤ HomeEnvironmentCondition

- GasLeak (Διαρροή αερίου)
- IndoorTemperature (Θερμοκρασία)
- Lighting (Φωτισμός)
- Smoke (Καπνός)
- Ventilation (Εξαερισμός)
- WaterLeak (Διαρροή νερού)

Κάθε μια από τις υποκλάσεις της κλάσης *HomeEnvironmentCondition* διαθέτει ξεχωριστές ιδιότητες οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

Ιδιότητες Αντικειμένων

Υποκλάση IndoorTemperature

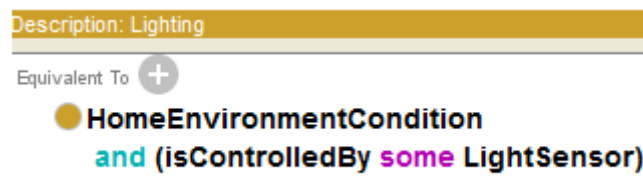
isRegulatedBy : Συνδέει την κλάση της θερμοκρασίας του εσωτερικού χώρου του σπιτιού με κάποιον αισθητήρα ανίχνευσης και ρύθμισης της θερμοκρασίας του εσωτερικού χώρου (*IndoorTemperature Sensor*). Είναι αναγκαία και ικανή συνθήκη για να θεωρείται κάποιο στιγμιότυπο μέλος της κλάσης *IndoorTemperature* (Εικόνα 6.11)



Εικόνα 6.11 Η υποκλάση *IndoorTemperature*

Υποκλάση Lighting

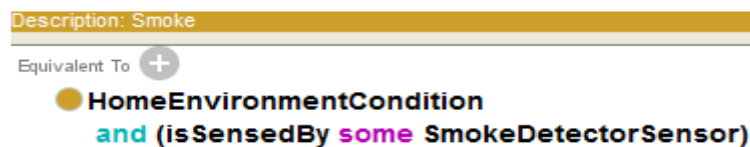
isControlledBy : Συνδέει την κλάση *Lighting* του σπιτιού με κάποιον αισθητήρα ελέγχου του φωτισμού του εσωτερικού χώρου (*LightSensor*). Είναι αναγκαία και ικανή συνθήκη για να θεωρείται κάποιο στιγμιότυπο μέλος της κλάσης *Lighting* (Εικόνα 6.12)



Εικόνα 6.12 Η υποκλάση *Lighting*

Υποκλάση Smoke

isSensedBy : Συνδέει την κλάση *Smoke* με κάποιον αισθητήρα ανίχνευσης καπνού ή φωτιάς στο σπίτι (*SmokeDetectorSensor*). Είναι αναγκαία και ικανή συνθήκη για να θεωρείται κάποιο στιγμιότυπο μέλος της κλάσης *Smoke* (Εικόνα 6.13).



Εικόνα 6.13 Η υποκλάση *Smoke*

Ιδιότητες Δεδομένων

hasGasLeakStatus : Αναφέρεται στην κατάσταση διαρροής αερίου *GasLeak* και χαρακτηρίζεται ως boolean (true-false).

hasIndoorTemperatureValue : Αναφέρεται στην τιμή της θερμοκρασίας του σπιτιού και χαρακτηρίζεται ως integer (ακέραιος) με διάστημα τιμών από 20° έως 23° C.

hasSmokeStatus : Αναφέρεται στην κατάσταση εκπομπής καπνού *Smoke* και χαρακτηρίζεται ως boolean (true-false).

hasWaterLeakStatus : Αναφέρεται στην κατάσταση διαρροής νερού *WaterLeak* και χαρακτηρίζεται ως boolean (true-false).

6.1.4 Κλάση HomeEquipment

Η κλάση HomeEquipment αναπαριστά τις πληροφορίες που σχετίζονται με τον οικιακό εξοπλισμό και περιλαμβάνει τις παρακάτω κλάσεις :

- HomeEquipment
 - Clock/Timer (Ρολόι/Χρονοδιακόπτης)
 - Curtains (Κουρτίνες)
 - Doors (Πόρτες)
 - ElectricalDevices (Ηλεκτρικές συσκευές)
 - A/C (Κλιματιστικό)
 - Cooker (Ηλεκτρική κουζίνα)
 - Fridge (Ψυγείο)
 - Phone (Τηλέφωνο)
 - TV (Τηλεόραση)
 - Floor (Πάτωμα)
 - Furniture (Επιπλα)
 - Bed (Κρεβάτι)
 - Chairs (Καρέκλες)
 - Closet (Ντουλάπα)
 - KitchenTable (Τραπέζι κουζίνας)
 - Sofa (Καναπές)
 - Heater (Θερμάστρα)
 - Lights (Φώτα)
 - Tap (Βρύση)
 - BathTap (Βρύση μπάνιου)

- KitchenTap (Βρύση νεροχύτη κουζίνας)
- Windows (Παράθυρα)

Ιδιότητες Αντικειμένων

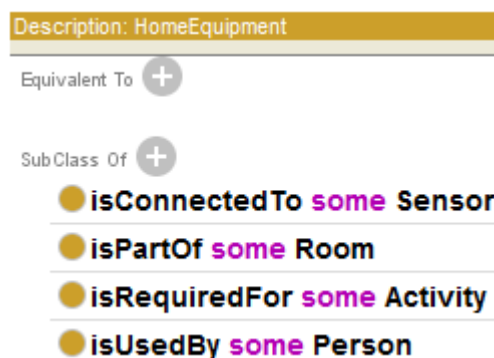
isConnectedTo : Συνδέει την κλάση *HomeEquipment* με μια ή περισσότερες υποκλάσεις της κλάσης *Sensor*. Κάθε μέλος της κλάσης *HomeEquipment* είναι απαραίτητο να είναι συνδεδεμένο τουλάχιστον με κάποιον αισθητήρα. Είναι αντίστροφη της ιδιότητας **isAttachedTo**.

isPartOf : Συνδέει την κλάση *HomeEquipment* με μια ή περισσότερες υποκλάσεις της κλάσης *Room*. Κάθε μέλος της κλάσης *HomeEquipment* είναι απαραίτητο να είναι μέρος τουλάχιστον κάποιου δωματίου. Είναι αντίστροφη της ιδιότητας **contains**.

isRequiredFor : Συνδέει την κλάση *HomeEquipment* με μια ή περισσότερες υποκλάσεις της κλάσης *Activity*. Κάθε μέλος της κλάσης *HomeEquipment* είναι απαραίτητο να απαιτείται για κάποια δραστηριότητα. Είναι αντίστροφη της ιδιότητας **requires**.

isUsedBy : Συνδέει την κλάση *HomeEquipment* με μια ή περισσότερες υποκλάσεις της κλάσης *Person*. Κάθε μέλος της κλάσης *HomeEquipment* είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται τουλάχιστον από κάποιο πρόσωπο. Είναι αντίστροφη της ιδιότητας **uses**.

Στην Εικόνα 6.14 απεικονίζεται η κλάση *HomeEquipment* .



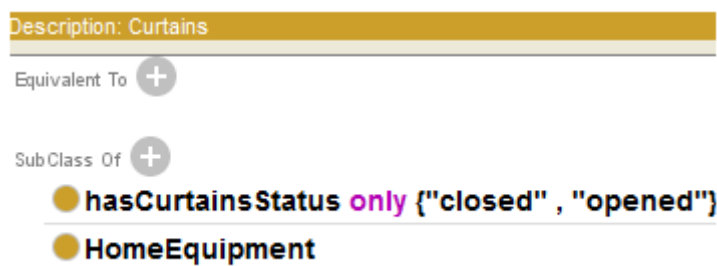
Εικόνα 6.14 Η περιγραφή της κλάσης *HomeEquipment*

Οι υποκλάσεις της κλάσης HomeEquipment κληρονομούν αυτές τις ιδιότητες, ωστόσο μερικές από τις υποκλάσεις διαθέτουν και κάποιες ακόμα ιδιότητες.

Ιδιότητες Δεδομένων

Υποκλάση Curtains

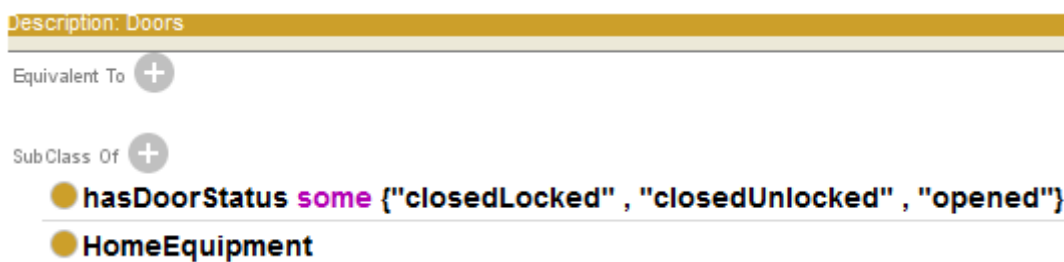
hasCurtainsStatus : Η ιδιότητα δεδομένων που παίρνει μόνο τις αλφαριθμητικές τιμές (string) “opened” ή “closed”, ορίζεται ως αναγκαία συνθήκη για να ανήκει ένα μέλος στην υποκλάση *Curtains* (Εικόνα 6.15).



Εικόνα 6.15 Η περιγραφή της υποκλάσης *Curtains*

Υποκλάση Doors

hasDoorStatus : Η ιδιότητα δεδομένων που παίρνει μόνο τις αλφαριθμητικές τιμές (string) “opened”, “closedLocked” ή “closedUnLocked”, ορίζεται ως αναγκαία συνθήκη για να ανήκει ένα μέλος στην υποκλάση *Doors*. Η περιγραφή της υποκλάσης *Doors* παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.16 .



Εικόνα 6.16 Η περιγραφή της υποκλάσης *Doors*

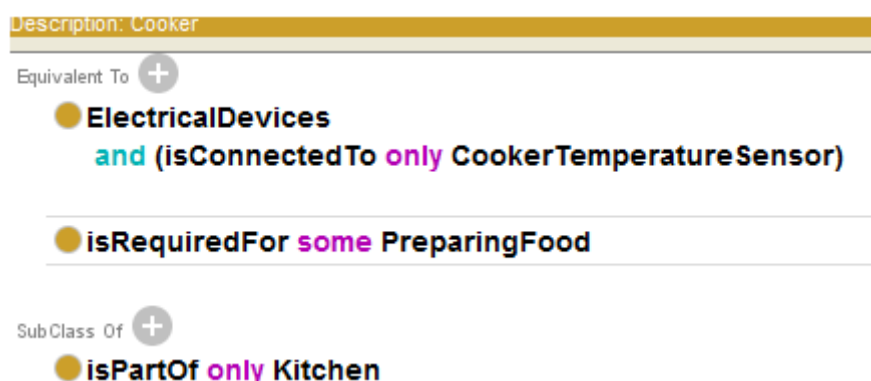
Ιδιότητες Αντικειμένων

Υποκλάση *Cooker* (υποκλάση της *ElectricalDevices*)

isConnectedTo : Συνδέει την υποκλάση *Cooker* μόνο με στιγμιότυπα της υποκλάσης *CookerTemperatureSensor* και αποτελεί αναγκαία και ικανή συνθήκη για τον ορισμό της υποκλάσης *Cooker*. Αν κάτι είναι ηλεκτρική κουζίνα είναι αναγκαίο να είναι συνδεδεμένο μόνο με αισθητήρα ανίχνευσης θερμοκρασίας της ηλεκτρικής κουζίνας. Επιπλέον, αν ένα στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης Ηλεκτρικές συσκευές (*ElectricalDevices*) και είναι συνδεδεμένο μόνο με αισθητήρα ανίχνευσης θερμοκρασίας της ηλεκτρικής κουζίνας, τότε αυτές οι συνθήκες ορίζουν ότι το στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης ηλεκτρική κουζίνα (*Cooker*).

isPartOf : Συνδέει την υποκλάση *Cooker* μόνο με την κλάση *Kitchen*. Κάθε μέλος της κλάσης *Cooker* είναι απαραίτητο να είναι μέρος μόνο του δωματίου *Kitchen*.

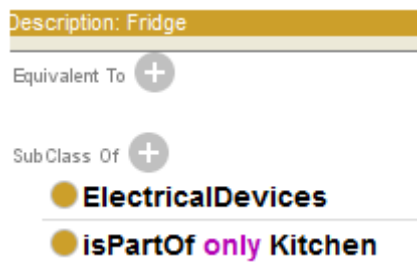
isRequiredFor : Συνδέει την υποκλάση *Cooker* τουλάχιστον με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *PreparingFood*. Κάθε μέλος της κλάσης *Cooker* είναι απαραίτητο να απαιτείται για κάποια δραστηριότητα προετοιμασίας φαγητού. Επιπλέον, αν ένα στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης *HomeEquipment* και απαιτείται για την προετοιμασία φαγητού, τότε αυτές οι συνθήκες είναι εκτός από αναγκαίες, αλλά και επαρκείς ώστε το στιγμιότυπο να είναι μέλος της κλάσης ηλεκτρική κουζίνα (*Cooker*). Στην Εικόνα 6.17 παρουσιάζεται η κλάση *Cooker*.



Εικόνα 6.17 Η υποκλάση *Cooker*

Υποκλάση Fridge(υποκλάση της ElectricalDevices)

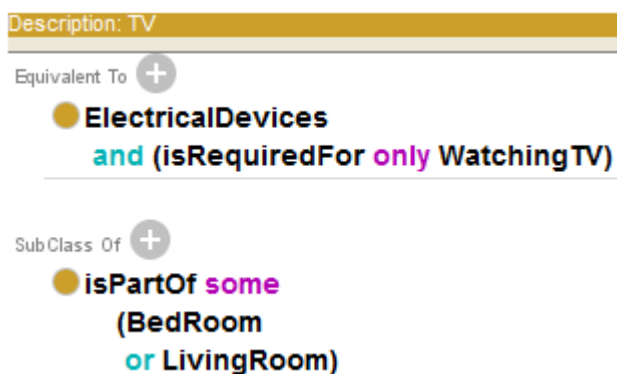
isPartOf : Συνδέει την υποκλάση *Fridge* μόνο με την κλάση *Kitchen*. Κάθε μέλος της κλάσης *Fridge* είναι απαραίτητο να είναι μέρος μόνο του δωματίου *Kitchen*. Στην Εικόνα 6.18 παρουσιάζεται η κλάση όπως απεικονίζεται στην πλατφόρμα Protégé.



Εικόνα 6.18 Η υποκλάση *Fridge*

Υποκλάση TV(υποκλάση της ElectricalDevices)

isPartOf : Συνδέει την υποκλάση *TV* με κάποια στιγμιότυπα από τις υποκλάσεις *BedRoom* και *LivingRoom*. Κάθε μέλος της κλάσης *TV* είναι απαραίτητο να είναι μέρος τουλάχιστον των δωματίων *BedRoom* και *LivingRoom*.



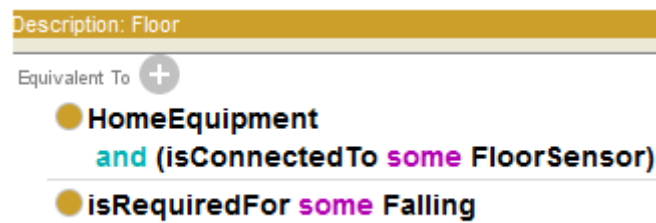
Εικόνα 6.19 Η περιγραφή της υποκλάσης *TV*

isRequiredFor : Συνδέει την υποκλάση *TV* μόνο με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *WatchingTV*. Κάθε μέλος της κλάσης *TV* είναι απαραίτητο να απαιτείται μόνο για

δραστηριότητα παρακολούθησης τηλεόρασης. Επιπλέον, αν ένα στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης *ElectricalDevices* και απαιτείται για την παρακολούθηση τηλεόρασης, τότε αυτές οι συνθήκες είναι εκτός από αναγκαίες, αλλά και επαρκείς ώστε το στιγμιότυπο να είναι μέλος της κλάσης τηλεόραση (TV) (Εικόνα 6.19).

Υποκλάση Floor

isConnectedTo : Συνδέει την υποκλάση *Floor* με κάποια στιγμιότυπα της υποκλάσης *FloorSensor* και αποτελεί αναγκαία και ικανή συνθήκη για τον ορισμό της υποκλάσης *Floor*. Αν κάτι είναι *Floor* είναι αναγκαίο να είναι οικιακός εξοπλισμός και να είναι συνδεδεμένο με κάποιον αισθητήρα πατώματος. Επιπλέον, αν ένα στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης *HomeEquipment* και είναι συνδεδεμένο με κάποιον αισθητήρα πατώματος, τότε αυτές οι συνθήκες ορίζουν ότι το στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης *Floor*.



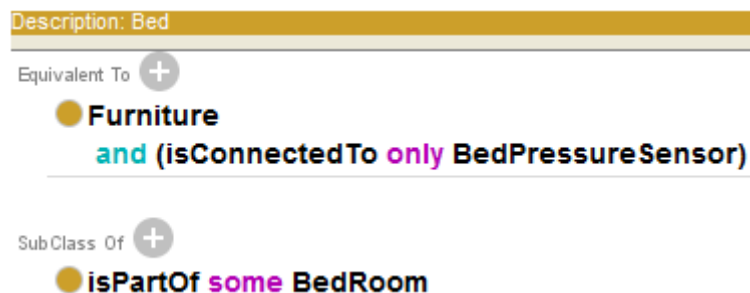
Εικόνα 6.20 Η περιγραφή της υποκλάσης *Floor*

isRequiredFor : Συνδέει την υποκλάση *Floor* μόνο με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *Falling*. Κάθε μέλος της κλάσης *Floor* είναι απαραίτητο να είναι οικιακός εξοπλισμός και να απαιτείται μόνο για δραστηριότητα πτώσης. Επιπλέον, αν ένα στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης *HomeEquipment* και απαιτείται για την πτώση, τότε αυτές οι συνθήκες είναι εκτός από αναγκαίες, αλλά και επαρκείς ώστε το στιγμιότυπο να είναι μέλος της κλάσης *Floor* (Εικόνα 6.20).

Υποκλάση Bed (Υποκλάση της Furniture)

isConnectedTo : Συνδέει την υποκλάση *Bed* μόνο με την υποκλάση *BedPressureSensor* και αποτελεί αναγκαία και ικανή συνθήκη για τον ορισμό της υποκλάσης *Bed*. Αν κάτι είναι *Bed* είναι αναγκαίο να είναι *Furniture* και να είναι συνδεδεμένο μόνο με κάποιον *BedPressureSensor*. Επιπλέον, αν ένα στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης *Furniture* και είναι συνδεδεμένο με κάποιον *BedPressureSensor*, τότε αυτές οι συνθήκες ορίζουν ότι το στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης *Bed*.

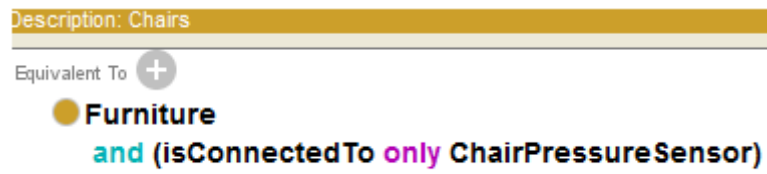
isPartOf : Συνδέει την υποκλάση *Bed* ανάμεσα σε άλλα, με κάποια στιγμιότυπα της υποκλάσης *BedRoom*. Κάθε μέλος της κλάσης *Bed* είναι απαραίτητο να είναι μέρος τουλάχιστον της υποκλάσης *BedRoom*. Στην Εικόνα 6.21 παρουσιάζεται η κλάση όπως απεικονίζεται στην πλατφόρμα Protégé.



Εικόνα 6.21 Η υποκλάση *Bed*

Υποκλάση Chairs (Υποκλάση της Furniture)

isConnectedTo : Συνδέει την υποκλάση *Chairs* μόνο με την υποκλάση *ChairPressureSensor* και αποτελεί αναγκαία και ικανή συνθήκη για τον ορισμό της υποκλάσης *Chair*. Αν κάτι είναι *Chair* είναι αναγκαίο να είναι *Furniture* και να είναι συνδεδεμένο μόνο με κάποιον *ChairPressureSensor*. Επιπλέον, αν ένα στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης *Furniture* και είναι συνδεδεμένο με κάποιον *ChairPressureSensor*, τότε αυτές οι συνθήκες ορίζουν ότι το στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης *Chairs* (Εικόνα 6.22).

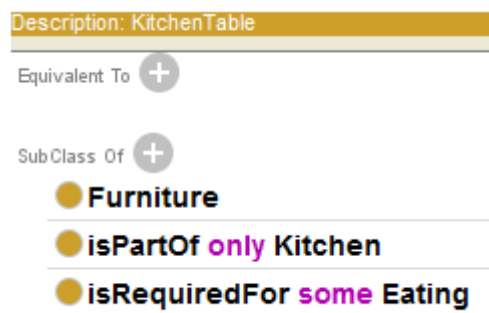


Εικόνα 6.22 Η υποκλάση *Chairs*

Υποκλάση *KitchenTable* (Υποκλάση της *Furniture*)

isPartOf : Συνδέει την υποκλάση *KitchenTable* μόνο με στιγμιότυπα της υποκλάσης *Kitchen*.

Κάθε μέλος της κλάσης *KitchenTable* είναι απαραίτητο να είναι μέρος μόνο της υποκλάσης *Kitchen* (Εικόνα 6.23).



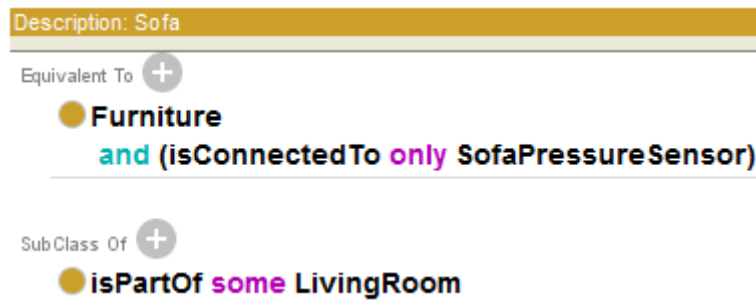
Εικόνα 6.23 Η περιγραφή της υποκλάσης *KitchenTable*

isRequiredFor : Συνδέει την υποκλάση *KitchenTable* με κάποιο στιγμιότυπο της υποκλάσης *Eating*. Κάθε μέλος της κλάσης *KitchenTable* είναι απαραίτητο να είναι οικιακός εξοπλισμός και να απαιτείται μόνο για δραστηριότητα γεύματος (*Eating*).

Υποκλάση *Sofa* (Υποκλάση της *Furniture*)

isConnectedTo : Συνδέει την υποκλάση *Sofa* μόνο με την υποκλάση *SofaPressureSensor* και αποτελεί αναγκαία και ικανή συνθήκη για τον ορισμό της υποκλάσης *Sofa*. Αν κάτι είναι *Sofa* είναι αναγκαίο να είναι *Furniture* και να είναι συνδεδεμένο μόνο με κάποιον

SofaPressureSensor. Επιπλέον, αν ένα στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης *Furniture* και είναι συνδεδεμένο με κάποιον *SofaPressureSensor*, τότε αυτές οι συνθήκες ορίζουν ότι το στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης *Sofa*.

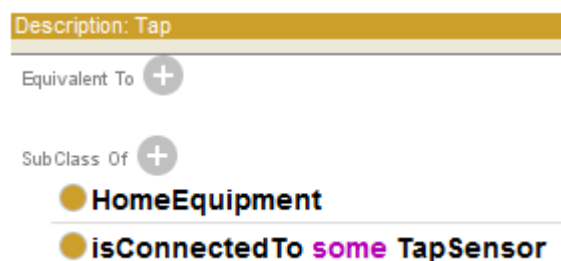


Εικόνα 6.24 Η υποκλάση *Sofa*

isPartOf : Συνδέει την υποκλάση *Sofa* τουλάχιστον με κάποια στιγμιότυπα της υποκλάσης *LivingRoom*. Κάθε μέλος της κλάσης *Sofa* είναι απαραίτητο να είναι μέρος ανάμεσα σε άλλα, της υποκλάσης *LivingRoom*(Εικόνα 6.24).

Υποκλάση *Tap*

isConnectedTo : Συνδέει την κλάση *Tap* με μια ή περισσότερες υποκλάσεις της κλάσης *TapSensor*. Κάθε μέλος της κλάσης *Tap* είναι απαραίτητο να είναι συνδεδεμένο τουλάχιστον με κάποιον αισθητήρα *TapSensor* (Εικόνα 6.25).

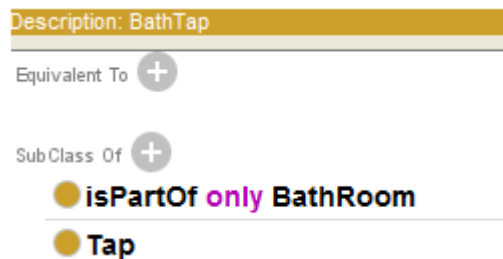


Εικόνα 6.25 Η υποκλάση *Tap*

Υποκλάση BathTap (υποκλάση της Tap)

isPartOf : Συνδέει την υποκλάση *BathTap* μόνο με στιγμιότυπα της υποκλάσης *BathRoom*.

Κάθε μέλος της κλάσης *BathTap* είναι απαραίτητο να είναι μέρος μόνο της υποκλάσης *BathRoom* (Εικόνα 6.26).

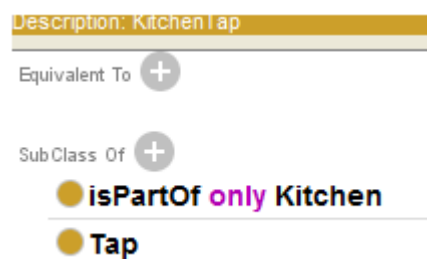


Εικόνα 6.26 Η υποκλάση *BathTap*

Υποκλάση KitchenTap(υποκλάση της Tap)

isPartOf : Συνδέει την υποκλάση *KitchenTap* μόνο με στιγμιότυπα της υποκλάσης *Kitchen*.

Κάθε μέλος της κλάσης *KitchenTap* είναι απαραίτητο να είναι μέρος μόνο της υποκλάσης *Kitchen* (Εικόνα 6.27).



Εικόνα 6.27 Η υποκλάση *KitchenTap*

6.1.5 Κλάση Person

Η κλάση *Person* ταξινομεί τις πληροφορίες των ανθρώπων που είτε κατοικούν στο σπίτι είτε είναι επισκέπτες ή ιατρικό προσωπικό.

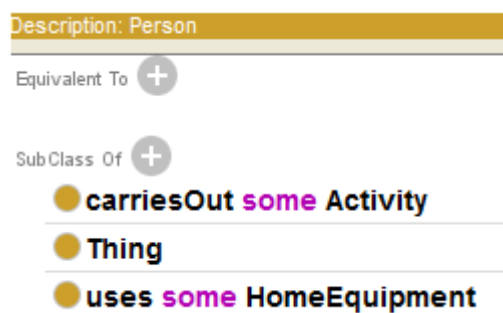
➤ Person

- User (Ηλικιωμένος ένοικος του σπιτιού)
- Guest (Επισκέπτης, κάποιος που δεν ενοικεί μόνιμα στο σπίτι)
 - MedicalStaff (Ιατρικό προσωπικό)
 - FriendsAndRelatives (Φίλοι και συγγενείς)

Ιδιότητες Αντικειμένων

carriesOut : Συνδέει την κλάση *Person* με μια ή περισσότερες υποκλάσεις της κλάσης *Activity*. Ένα άτομο πρέπει να έχει τουλάχιστον μια δραστηριότητα. Είναι αντίστροφη της ιδιότητας **isCarriesOutBy**.

uses : Συνδέει την κλάση *Person* με μια ή περισσότερες υποκλάσεις της κλάσης *HomeEquipment*. Είναι αναγκαίο για ένα άτομο να χρησιμοποιεί τουλάχιστον κάποιον οικιακό εξοπλισμό. Είναι αντίστροφη της ιδιότητας **isUsedBy**. Η περιγραφή της κλάσης *Person* παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.28.



Εικόνα 6.28 Η περιγραφή της κλάσης *Person*

Ιδιότητες Δεδομένων

hasAddress : αναφέρεται στη διεύθυνση του ατόμου και χαρακτηρίζεται ως *string* (αλφαριθμητικά δεδομένα).

hasAge : αναφέρεται στην ηλικία του ατόμου και χαρακτηρίζεται ως *positiveInteger* (Θετικός ακέραιος).

hasContactInfo : αναφέρεται στα στοιχεία επικοινωνίας του ατόμου και χαρακτηρίζεται ως *string*.

hasEmergencyContacts : αναφέρεται σε επαφές έκτακτης ανάγκης και παίρνει αλφαριθμητικές τιμές (*string*).

hasHealthStatus : αναφέρεται στην κατάσταση της υγείας του ατόμου και έχει τις υποκλάσεις : **hasBloodGlucoseLevel**, **hasBodyTemperature**, **hasHeartRate**

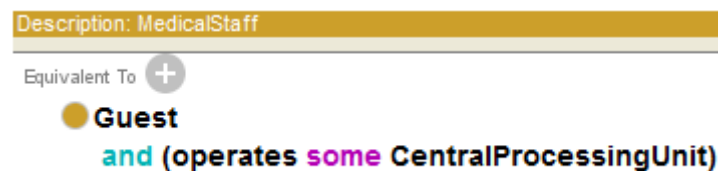
hasName : αναφέρεται στο όνομα του ατόμου και χαρακτηρίζεται ως *string*.

hasSex : αναφέρεται στο φύλο του ατόμου.

Οι υποκλάσεις της κλάσης *Person* έχουν κάποιες επιπλέον ιδιότητες αντικειμένων.

Υποκλάση *MedicalStaff* (Υποκλάση της κλάσης *Guest*)

operates : Συνδέει την κλάση *MedicalStaff* με την κλάση *CentralProcessingUnit*. Έχει οριστεί ως αναγκαία και ικανή συνθήκη (*necessary & sufficient*), έτσι ώστε αν κάποιος στιγμιότυπο ανήκει στην κλάση *MedicalStaff* είναι αναγκαίο να χειρίζεται τα δεδομένα της κεντρικής μονάδα επεξεργασίας και αν ένα τυχαίο στιγμιότυπο έχει πρόσβαση στα δεδομένα τότε ανήκει στην κλάση *MedicalStaff*. Η ιδιότητα είναι αντίστροφη της ιδιότητας **isbeingoperatedBy** (Εικόνα 6.29).

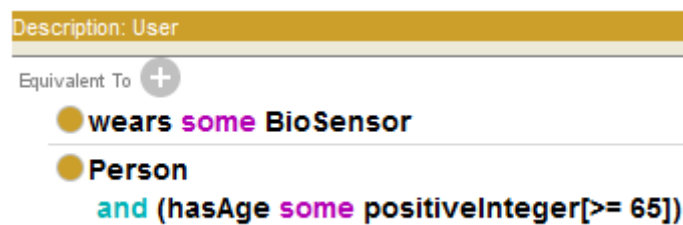


Εικόνα 6.29 Η περιγραφή της κλάσης *MedicalStaff*

Υποκλάση User

hasAge : Η ιδιότητα δεδομένων hasAge δίνει τη δυνατότητα να ορίσουμε ως αναγκαία και ικανή συνθήκη την κλάση User. Για να είναι κάποιος User είναι απαραίτητο να έχει ηλικία μεγαλύτερη ή ίση με 65 έτη, και αν κάποιος είναι Person και έχει ηλικία μεγαλύτερη ή ίση των 65 ετών τότε είναι User.

wears: Συνδέει την κλάση User με την υποκλάση *BioSensor*. Είναι αναγκαίο μόνο ο ηλικιωμένος να φοράει Βιοαισθητήρα (BioSensor). Η συνθήκη αυτή έχει οριστεί ως αναγκαία και ικανή για να ανήκει κάποιος στην κλάση User (Εικόνα 6.30)



Εικόνα 6.30 Η κλάση User

6.1.6 Κλάση Reminder

Η κλάση Reminder κωδικοποιεί τις πληροφορίες που σχετίζονται με τις συσκευές υπενθύμισης στο άτομο διάφορων δραστηριοτήτων.

➤ Reminder

- PillDispenserReminder (Συσκευή υπενθύμισης και εξαγωγής φαρμάκων)

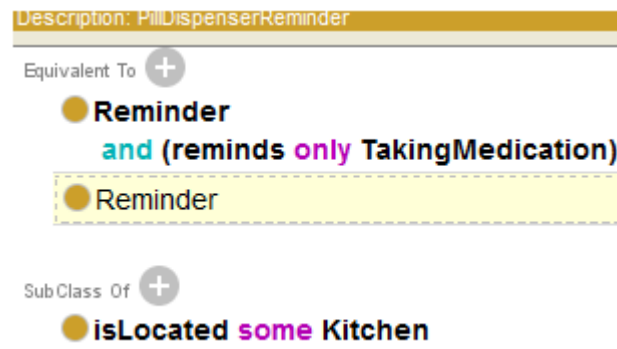
Υποκλάση PillDispenserReminder

Ιδιότητες Αντικειμένων

reminds : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *PillDispenserReminder* μόνο με την δραστηριότητα *TakingMedication*. Κανένα άτομο της κλάσης *PillDispenserReminder* δεν μπορεί να

υπενθυμίζει κάποια άλλη δραστηριότητα εκτός από τη λήψη φαρμάκων. Η συνθήκη έχει οριστεί ως αναγκαία και ικανή για τον ορισμό της κλάσης *PillDispenserReminder*, έτσι ώστε όποιο άτομο ικανοποιεί τη συνθήκη να ανήκει σε αυτή την κλάση. Είναι αντίστροφη της ιδιότητας *isRemindedBy*.

isLocated : Η συσκευή υπενθύμισης και παροχής φαρμάκων είναι αναγκαίο να βρίσκεται σε κάποια τουλάχιστον κουζίνα (*Kitchen*) (Εικόνα 6.31).



Εικόνα 6.31 Η υποκλάση *PillDispenserReminder*

6.1.7 Κλάση Room

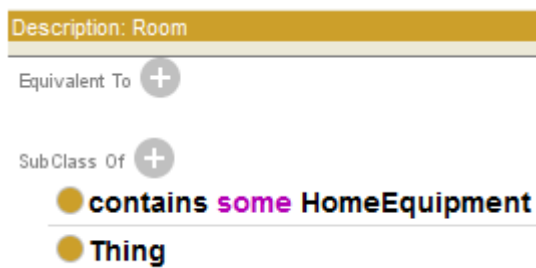
Η κλάση *Room* κωδικοποιεί τις πληροφορίες που σχετίζονται με τα δωμάτια του σπιτιού και στα οποία παρατηρείται η ανθρώπινη συμπεριφορά.

➤ Room

- BathRoom (Τουαλέτα)
- BedRoom (Υπνοδωμάτιο)
- Kitchen (Κουζίνα)
- LivingRoom (Καθιστικό)
- NotOccupiedRoom (Μη κατειλημμένο δωμάτιο)
- OccupiedRoom (Κατειλημμένο δωμάτιο)

Ιδιότητες Αντικειμένων

contains : Η ιδιότητα αυτή συνδέει την κλάση *Room* με μια ή περισσότερες υποκλάσεις της κλάσης *HomeEquipment*. Είναι αναγκαίο κάθε δωμάτιο να περιλαμβάνει τουλάχιστον κάποιο οικιακό εξοπλισμό. Είναι αντίστροφη της *isPartOf*. Η κλάση απεικονίζεται στην Εικόνα 6.32.

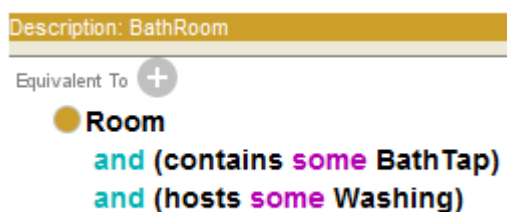


Εικόνα 6.32 Η κλάση *Room*

Οι υποκλάσεις της κλάσης *Room* έχουν κάποιες επιπλέον ιδιότητες αντικειμένων οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω.

Υποκλάση *BathRoom*

contains : Συνδέει την υποκλάση τουλάχιστον με ένα στιγμιότυπο της υποκλάσης *BathTap*, και αποτελεί αναγκαία και ικανή συνθήκη για τον ορισμό της κλάσης *BathRoom*. Αν κάτι είναι τουαλέτα (*BathRoom*) είναι αναγκαίο περιλαμβάνει τουλάχιστον μια βρύση τουαλέτας (*BathTap*). Επιπλέον, αν ένα στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης δωμάτιο (*Room*) και περιλαμβάνει μια βρύση τουαλέτας (*BathTap*), τότε αυτές οι συνθήκες ορίζουν ότι το στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης τουαλέτα (*BathRoom*).

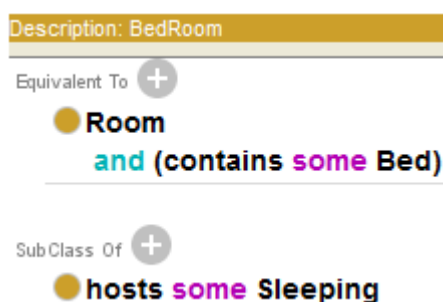


Εικόνα 6.33 Η περιγραφή της υποκλάσης *BathRoom*

hosts : Συνδέει την υποκλάση τουλάχιστον με ένα στιγμιότυπο της υποκλάσης *Washing*, και αποτελεί αναγκαία και ικανή συνθήκη για τον ορισμό της κλάσης *BathRoom*. Αν κάτι είναι τουαλέτα (*BathRoom*) είναι αναγκαίο να είναι δωμάτιο και να «φιλοξενεί» μια δραστηριότητα καθαριότητας. Επιπλέον, αν ένα στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης δωμάτιο (*Room*) και φιλοξενεί μια δραστηριότητα καθαριότητας (*Washing*), τότε αυτές οι συνθήκες ορίζουν ότι το στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης τουαλέτα (*BathRoom*) (Εικόνα 6.33).

Υποκλάση *BedRoom*

contains : Συνδέει την υποκλάση *BedRoom* τουλάχιστον με ένα στιγμιότυπο της υποκλάσης *Bed*, και αποτελεί αναγκαία και ικανή συνθήκη για τον ορισμό της κλάσης *BedRoom*. Αν κάτι είναι υπνοδωμάτιο (*BedRoom*) είναι αναγκαίο περιλαμβάνει τουλάχιστον ένα κρεβάτι (*Bed*). Επιπλέον, αν ένα στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης δωμάτιο (*Room*) και περιλαμβάνει ένα κρεβάτι (*Bed*), τότε αυτές οι συνθήκες ορίζουν ότι το στιγμιότυπο είναι μέλος της κλάσης υπνοδωμάτιο (*BedRoom*).



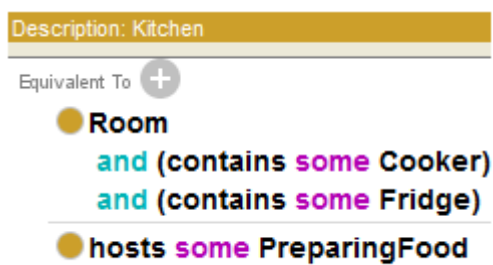
Εικόνα 6.34 Η περιγραφή της υποκλάσης *BedRoom*

hosts : Συνδέει την υποκλάση *BedRoom* τουλάχιστον με ένα στιγμιότυπο της υποκλάσης *Sleeping*, και αποτελεί αναγκαία συνθήκη. Είναι αναγκαίο στο υπνοδωμάτιο να συμβαίνει τουλάχιστον μια δραστηριότητα ύπνου (Εικόνα 6.34)

Υποκλάση Kitchen

contains : Συνδέει την υποκλάση *Kitchen* τουλάχιστον με ένα στιγμιότυπο της υποκλάσης *Cooker* και τουλάχιστον με ένα στιγμιότυπο της υποκλάσης *Fridge*, και αποτελούν αναγκαίες και ικανές συνθήκες για τον ορισμό της υποκλάσης *Kitchen*.

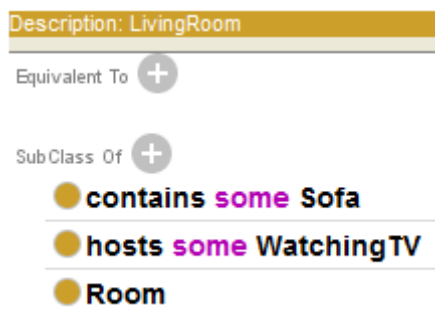
hosts : Συνδέει την υποκλάση *Kitchen* τουλάχιστον με ένα στιγμιότυπο της υποκλάσης *PreparingFood*, και αποτελεί αναγκαία και ικανή συνθήκη για τον ορισμό της κλάσης *Kitchen* (Εικόνα 6.35).



Εικόνα 6.35 Η υποκλάση *Kitchen*

Υποκλάση LivingRoom

contains : Συνδέει την υποκλάση *LivingRoom* τουλάχιστον με ένα στιγμιότυπο της υποκλάσης *Sofa* . Είναι αναγκαίο ένα *LivingRoom* να περιλαμβάνει τουλάχιστον έναν καναπέ (*Sofa*).

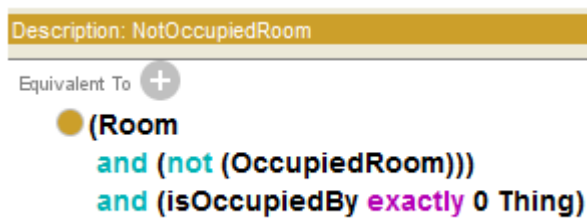


Εικόνα 6.36 Η υποκλάση *LivingRoom*

hosts : Συνδέει την υποκλάση *LivingRoom* τουλάχιστον με ένα στιγμιότυπο της υποκλάσης *WatchingTV*. Είναι αναγκαίο ένα *LivingRoom* να φιλοξενεί τουλάχιστον μια δραστηριότητα παρακολούθησης τηλεόρασης (Εικόνα 6.36).

Υποκλάση *NotOccupiedRoom*

Η υποκλάση *NotOccupiedRoom* αναφέρεται σε ένα μη κατειλημμένο δωμάτιο και είναι συμπληρωματική (*complement*) της κλάσης *OccupiedRoom*. Επομένως, η ιδιότητα *isOccupiedBy* συνδέει την κλάση *NotOccupiedRoom* με την κλάση *Person* μέσω της τιμής 0. Η συνθήκη αυτή αποτελεί αναγκαία και ικανή για τον ορισμό της κλάσης. Η περιγραφή της υποκλάσης *NotOccupiedRoom* παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.37.



Εικόνα 6.37 Η υποκλάση *NotOccupiedRoom*

Υποκλάση *OccupiedRoom*

isOccupiedBy: Συνδέει την κλάση *OccupiedRoom* με μία ή περισσότερες υποκλάσεις της κλάσης *Person*. Έχει οριστεί ως αναγκαία και ικανή συνθήκη (*necessary & sufficient*), έτσι ώστε αν κάποιο στιγμιότυπο ανήκει στην κλάση *OccupiedRoom* είναι αναγκαίο να καταλαμβάνεται από κάποιο πρόσωπο, και αν ένα τυχαίο στιγμιότυπο είναι δωμάτιο και καταλαμβάνεται από κάποιο πρόσωπο τότε ανήκει στην κλάση *OccupiedRoom*. Είναι αντίστροφη της ιδιότητας *occupies*.

hosts : Η ιδιότητα αυτή συνδέει την κλάση *OccupiedRoom* τουλάχιστον με μία υποκλάση της κλάσης *Activity*. Είναι αναγκαίο ένα *OccupiedRoom* να φιλοξενεί τουλάχιστον μια

δραστηριότητα. Η περιγραφή της υποκλάσης *OccupiedRoom* παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.38.



Εικόνα 6.38 Η περιγραφή της υποκλάσης *OccupiedRoom*

6.1.8 Κλάση Sensor

Η κλάση Sensor αναπαριστά τους αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι στο σπίτι και ανιχνεύουν τη φυσική δραστηριότητα του ηλικιωμένου ατόμου, αλλά και τη λειτουργία του σπιτιού. Η κλάση αποτελείται από τις εξής υποκλάσεις :

➤ Sensor

- BioSensor (Βιοαισθητήρας)
 - BloodGlucoseBiosensor (Βιοαισθητήρας ανίχνευσης της γλυκόζης στο αίμα)
 - BodyTemperatureThermometer (Θερμόμετρο)
 - HeartRateSensor (Αισθητήρας ανίχνευσης καρδιακού ρυθμού)
- CookerTemperatureSensor (Αισθητήρας ανίχνευσης και ελέγχου θερμοκρασίας της ηλεκτρικής κουζίνας)
- FloorSensor (Αισθητήρας πατώματος)
- IndoorTemperatureSensor (Αισθητήρας ανίχνευσης θερμοκρασίας εσωτερικών χώρων)
- MotionSensor (Αισθητήρας κίνησης)

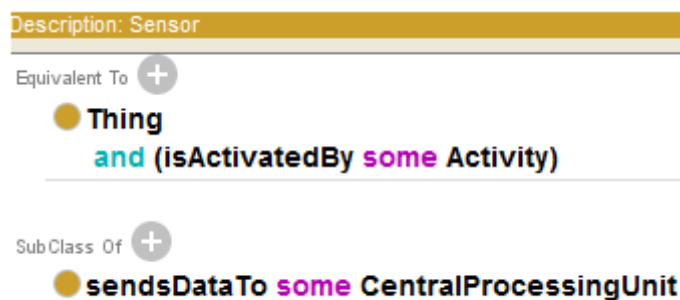
- LightSensor (Αισθητήρας ανίχνευσης και ελέγχου φωτισμού)
- PressureSensor (Αισθητήρας ανίχνευσης πίεσης)
 - BedPressureSensor (Αισθητήρας ανίχνευσης πίεσης στο κρεβάτι)
 - ChairPressureSensor (Αισθητήρας ανίχνευσης πίεσης στις καρέκλες)
 - SofaPressureSensor (Αισθητήρας ανίχνευσης πίεσης στον καναπέ)
- SmokeDetectorSensor (Αισθητήρας ανίχνευσης καπνού)
- TapSensor (Αισθητήρας ελέγχου βρύσης)
 - BathTapSensor (Αισθητήρας ελέγχου βρύσης τουαλέτας)
 - KitchenTapSensor (Αισθητήρας ελέγχου βρύσης κουζίνας)

Οι ιδιότητες αντικειμένων που αντιστοιχούν στην κλάση αυτή και τις υποκλάσεις της είναι οι εξής :

Ιδιότητες Αντικειμένων

isActivatedBy : Η συγκεκριμένη ιδιότητα συνδέει την κλάση *Sensor* με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *Activity*. Είναι αναγκαίο ένας αισθητήρας να ενεργοποιείται τουλάχιστον ένα μέλος της κλάσης *Activity* (δραστηριότητα). Η συνθήκη έχει οριστεί ως αναγκαία και ικανή, έτσι ώστε αν ένα άτομο ενεργοποιείται από τουλάχιστον ένα μέλος της κλάσης *Activity* (δραστηριότητα), τότε είναι μέλος της κλάσης *Sensor*. Η ιδιότητα είναι αντίστροφη της ιδιότητας **activates**.

sendsDataTo : Η συγκεκριμένη ιδιότητα συνδέει την κλάση *Sensor* με κάποιο μέλος της κλάσης *CentralProcessingUnit*. Είναι απαραίτητο ένας αισθητήρας να αποστέλλει τα δεδομένα στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας (Εικόνα 6.39).

Εικόνα 6.39 Η κλάση *Sensor*

Ιδιότητες Δεδομένων

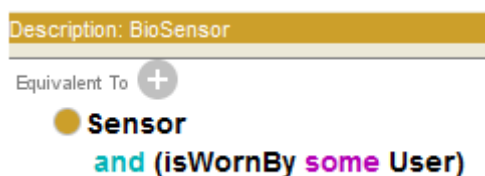
hasActivationState : Αναφέρεται στην κατάσταση ενεργοποίησης του αισθητήρα *Sensor*.

Χαρακτηρίζεται ως boolean καθώς μπορεί να πάρει μόνο τιμές true – false.

Κάθε υποκλάση της κλάσης *Sensor* έχει επιπλέον και κάποιες άλλες ιδιότητες που ανήκουν μόνο στην κάθε μια χωριστά.

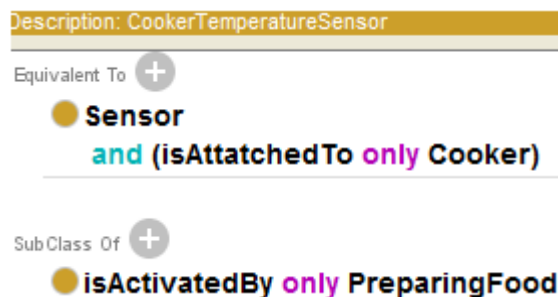
Υποκλάση *BioSensor*

isWornBy : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *BioSensor* με την κλάση *User*. Είναι αναγκαίο ο βιοαισθητήρας να φοριέται από κάποιο ηλικιωμένο άτομο. Αν κάποιο άτομο ανήκει στην κλάση *Sensor* και φοριέται από κάποιον *User*, είναι αναγκαία και ικανή συνθήκη για να οριστεί ότι η κλάση είναι *BioSensor*. Η ιδιότητα είναι αντίστροφη της ιδιότητας *wears* και κληροδοτείται στις υποκλάσεις της κλάσης *BioSensor*. Στην Εικόνα 6.40 παρουσιάζεται η περιγραφή της κλάσης στον Protégé.

Εικόνα 6.40 Η υποκλάση *BioSensor*

Υποκλάση *CookerTemperatureSensor*

isActivatedBy : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *CookerTemperatureSensor* μόνο με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *PreparingFood*. Είναι απαραίτητο ένας αισθητήρας ελέγχου θερμοκρασίας της ηλεκτρικής κουζίνας να ενεργοποιείται μόνο από ένα μέλος της κλάσης *PreparingFood* (Εικόνα 6.41).



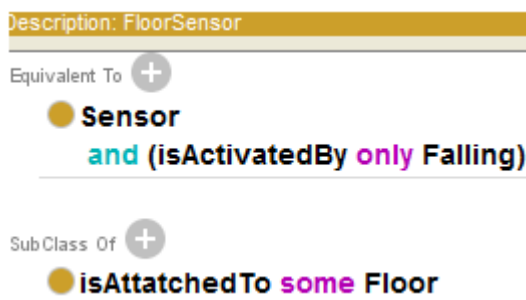
Εικόνα 6.41 Η περιγραφή της κλάσης *CookerTemperatureSensor* στον Protégé

isAttachedTo : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *CookerTemperatureSensor* μόνο με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *Cooker*. Αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *CookerTemperatureSensor* είναι απαραίτητο να έχει μόνο μια «isAttachedTo» σχέση με ένα άτομο της κλάσης *Cooker*. Επιπλέον, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *Sensor* και είναι προσαρτημένο μόνο σε κάποιο μέλος της κλάσης *Cooker*, τότε αυτές οι συνθήκες είναι εκτός από αναγκαίες και επαρκείς για να ορίσουμε ότι το άτομο ανήκει στην κλάση *CookerTemperatureSensor*. Η ιδιότητα είναι αντίστροφη της ιδιότητας **isConnectedTo**.

Υποκλάση *FloorSensor*

isActivatedBy : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *FloorSensor* μόνο με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *Falling*. Είναι απαραίτητο ένας αισθητήρας πατώματος να ενεργοποιείται μόνο από ένα μέλος της κλάσης *Falling*. Επιπλέον, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *Sensor* και ενεργοποιείται μόνο από κάποιο μέλος της κλάσης *Falling*, τότε αυτές οι συνθήκες είναι

εκτός από αναγκαίες και επαρκείς για να ορίσουμε ότι το άτομο ανήκει στην κλάση *FloorSensor*.



Εικόνα 6.42 Η περιγραφή της κλάσης *FloorSensor* στον Protégé

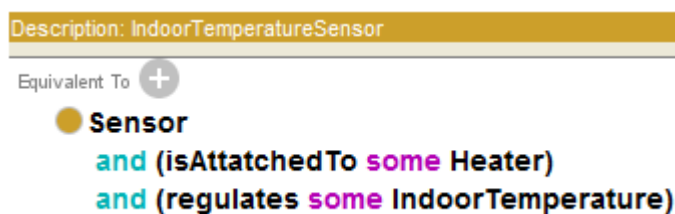
isAttachedTo : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *FloorSensor* τουλάχιστον με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *Floor*. Αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *FloorSensor* είναι απαραίτητο να έχει κάποια «isAttachedTo» σχέση με ένα άτομο της κλάσης *Floor*. Στην Εικόνα 6.42 παρουσιάζεται η περιγραφή της κλάσης στον Protégé.

Υποκλάση *IndoorTemperatureSensor*

isAttachedTo : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *IndoorTemperatureSensor* τουλάχιστον με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *Heater*. Αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *IndoorTemperatureSensor* είναι απαραίτητο να έχει τουλάχιστον μια «isAttachedTo» σχέση με ένα άτομο της κλάσης *Heater*. Επιπλέον, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *Sensor* και είναι προσαρτημένο σε κάποιο μέλος της κλάσης *Heater*, τότε αυτές οι συνθήκες είναι εκτός από αναγκαίες και επαρκείς για να ορίσουμε ότι το άτομο ανήκει στην κλάση *IndoorTemperatureSensor*.

regulates : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *IndoorTemperatureSensor* τουλάχιστον με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *IndoorTemperature*. Αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *IndoorTemperatureSensor* είναι απαραίτητο να έχει τουλάχιστον μια «regulates» σχέση με

ένα άτομο της κλάσης *IndoorTemperature*. Επιπλέον, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *Sensor* και ανιχνεύει και ρυθμίζει κάποιο μέλος της κλάσης *Heater*, τότε αυτές οι συνθήκες είναι εκτός από αναγκαίες και επαρκείς για να ορίσουμε ότι το άτομο ανήκει στην κλάση *IndoorTemperatureSensor* (Εικόνα 6.43).



Εικόνα 6.43 Η περιγραφή της κλάσης *IndoorTemperatureSensor* στον Protégé

Υποκλάση *MotionSensor*

isActivatedBy : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *MotionSensor* με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *Walking*. Είναι απαραίτητο ένας αισθητήρας ανίχνευσης κίνησης να ενεργοποιείται από κάποιο μέλος της κλάσης *Walking*. Επιπλέον, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *Sensor* και ενεργοποιείται από κάποιο μέλος της κλάσης *Walking*, τότε αυτές οι συνθήκες είναι εκτός από αναγκαίες και επαρκείς για να ορίσουμε ότι το άτομο ανήκει στην κλάση *MotionSensor* (Εικόνα 6.44).

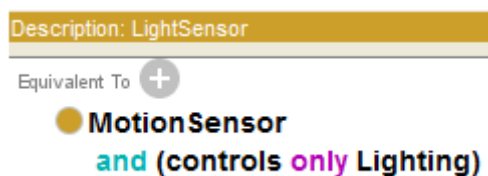


Εικόνα 6.44 Η υποκλάση *MotionSensor*

Υποκλάση *LightSensor* (υποκλάση της *MotionSensor*)

controls : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *LightSensor* με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *Lighting*. Είναι απαραίτητο ένας αισθητήρας ανίχνευσης φωτισμού, που ενεργοποιείται από κάποια κίνηση, να ρυθμίζει μόνο κάποιο μέλος της κλάσης *Lighting*. Επιπλέον, αν ένα άτομο

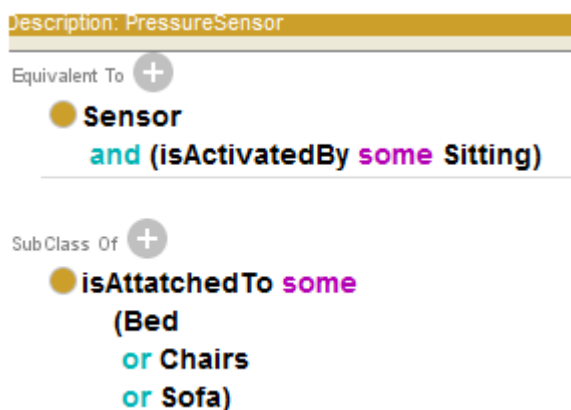
είναι μέλος της κλάσης *MotionSensor* και ρυθμίζει μόνο κάποιο μέλος της κλάσης *Lighting*, τότε αυτές οι συνθήκες είναι εκτός από αναγκαίες και επαρκείς για να ορίσουμε ότι το άτομο ανήκει στην κλάση *LightSensor* (Εικόνα 6.45).



Εικόνα 6.45 Η υποκλάση *LightSensor*

Υποκλάση *PressureSensor*

isActivatedBy : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *PressureSensor* με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *Sitting*. Είναι απαραίτητο ένας αισθητήρας ανίχνευσης πίεσης να ενεργοποιείται από κάποιο μέλος της κλάσης *Sitting*. Επιπλέον, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *Sensor* και ενεργοποιείται από κάποιο μέλος της κλάσης *Sitting*, τότε αυτές οι συνθήκες είναι εκτός από αναγκαίες και επαρκείς για να ορίσουμε ότι το άτομο ανήκει στην κλάση *PressureSensor*.



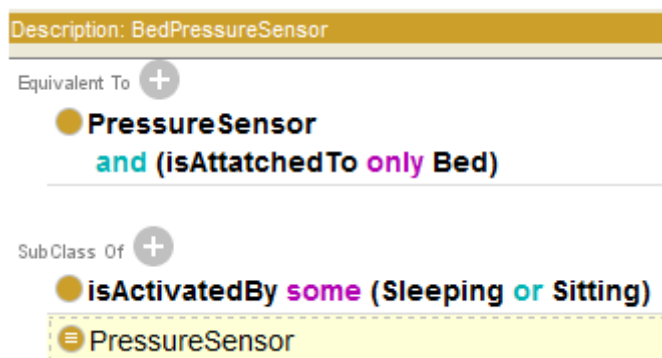
Εικόνα 6.46 Η υποκλάση *PressureSensor*

isAttachedTo : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *PressureSensor* τουλάχιστον με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *Bed* και της κλάσης *Chairs* και της κλάσης *Sofa*. Αν ένα άτομο είναι

μέλος της κλάσης *PressureSensor* είναι απαραίτητο να έχει κάποια «isAttachedTo» σχέση με κάποιο άτομο και από τις τρεις αυτές κλάσεις *Bed*, *Chairs* και *Sofa* (Εικόνα 6.46).

Υποκλάση *BedPressureSensor* (της υποκλάσης *PressureSensor*)

isAttachedTo : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *BedPressureSensor* μόνο με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *Bed*. Αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *BedPressureSensor* είναι απαραίτητο να έχει μόνο μια «isAttachedTo» σχέση με ένα άτομο της κλάσης *Bed*. Επιπλέον, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *BedPressureSensor* και είναι προσαρτημένο μόνο σε κάποιο μέλος της κλάσης *Bed*, τότε αυτές οι συνθήκες είναι εκτός από αναγκαίες, αλλά και επαρκείς για να ορίσουμε ότι το άτομο ανήκει στην κλάση *BedPressureSensor*.

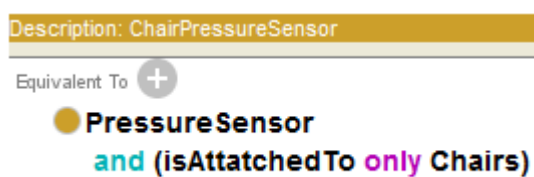


Εικόνα 6.47 Περιγραφή της υποκλάσης *BedPressureSensor*

isActivatedBy : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *BedPressureSensor* με κάποιο ανάμεσα σε άλλα στιγμιότυπο της κλάσης *Sleeping* και της κλάσης *Sitting*. Είναι απαραίτητο ένας αισθητήρας ανίχνευσης πίεσης του κρεβατιού να ενεργοποιείται από κάποιο μέλος της κλάσης *Sleeping* και της κλάσης *Sitting* (Εικόνα 6.47).

Υποκλάση *ChairPressureSensor* (της υποκλάσης *PressureSensor*)

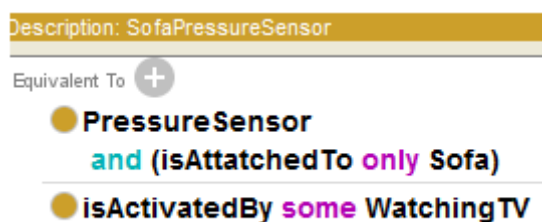
isAttachedTo : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *ChairPressureSensor* μόνο με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *Chairs*. Αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *ChairPressureSensor* είναι απαραίτητο να έχει μόνο μια «isAttachedTo» σχέση με ένα άτομο της κλάσης *Chairs*. Επιπλέον, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *ChairPressureSensor* και είναι προσαρτημένο μόνο σε κάποιο μέλος της κλάσης *Chairs*, τότε αυτές οι συνθήκες είναι εκτός από αναγκαίες, αλλά και επαρκείς για να ορίσουμε ότι το άτομο ανήκει στην κλάση *ChairPressureSensor* (Εικόνα 6.48).



Εικόνα 6.48 Ηπεριγραφή της υποκλάσης *ChairPressureSensor*

Υποκλάση SofaPressureSensor (της υποκλάσης PressureSensor)

isActivatedBy : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *SofaPressureSensor* με κάποιο ανάμεσα σε άλλα στιγμιότυπο της κλάσης *WatchingTV*. Είναι απαραίτητο ένας αισθητήρας ανίχνευσης πίεσης του καναπέ να ενεργοποιείται από κάποιο μέλος της κλάσης *Watching*. Επιπλέον, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *Sensor* και ενεργοποιείται από κάποιο μέλος της κλάσης *WatchingTV*, τότε αυτές οι συνθήκες είναι εκτός από αναγκαίες και επαρκείς για να ορίσουμε ότι το άτομο ανήκει στην κλάση *SofaPressureSensor* (Εικόνα 6.49).

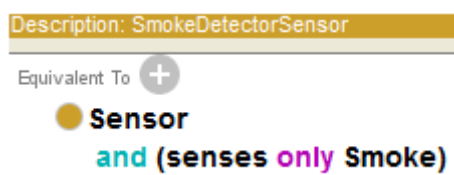


Εικόνα 6.49 Ηπεριγραφή της υποκλάσης *SofaPressureSensor*

isAttachedTo : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *SofaPressureSensor* μόνο με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *Sofa*. Αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *SofaPressureSensor* είναι απαραίτητο να έχει μόνο μια «isAttachedTo» σχέση με ένα άτομο της κλάσης *Sofa*. Επιπλέον, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *SofaPressureSensor* και είναι προσαρτημένο μόνο σε κάποιο μέλος της κλάσης *Sofa*, τότε αυτές οι συνθήκες είναι εκτός από αναγκαίες, αλλά και επαρκείς για να ορίσουμε ότι το άτομο ανήκει στην κλάση *SofaPressureSensor*.

Υποκλάση *SmokeDetectorSensor*

senses : Η ιδιότητα αυτή συνδέει την υποκλάση *SmokeDetectorSensor* μόνο με κάποιο μέλος της υποκλάσης *Smoke*. Η συνθήκη έχει οριστεί ως αναγκαία και ικανή (*necessary & sufficient*) και σημαίνει ότι αν κάποιο στιγμιότυπο ανήκει στην κλάση *SmokeDetectorSensor* είναι απαραίτητα *Sensor* και είναι απαραίτητο να ανιχνεύει μόνο καπνό (*Smoke*). Επιπλέον, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *Sensor* και ανιχνεύει μόνο καπνό τότε το άτομο είναι μέλος της κλάσης *SmokeDetectorSensor* (Εικόνα 6.50)

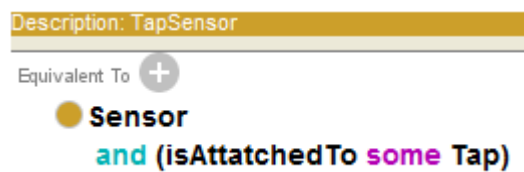


Εικόνα 6.50 Η υποκλάση *SmokeDetectorSensor*

Υποκλάση *TapSensor*

isAttachedTo : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *TapSensor* τουλάχιστον με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *Tap*. Η συνθήκη έχει οριστεί ως αναγκαία και ικανή (*necessary & sufficient*) και σημαίνει ότι αν κάποιο στιγμιότυπο ανήκει στην κλάση *TapSensor* είναι

απαραίτητα *Sensor* και είναι απαραίτητο να έχει τουλάχιστον μια «isAttachedTo» σχέση με ένα άτομο της κλάσης *Tap*. Επιπλέον, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *Sensor* και είναι προσαρτημένο σε κάποιο άτομο της κλάσης *Tap* τότε το άτομο είναι μέλος της κλάσης *TapSensor*. Η περιγραφή της υποκλάσης *TapSensor* παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.51.



Εικόνα 6.51 Η περιγραφή της υποκλάσης *TapSensor*

Υποκλάση BathTapSensor (της υποκλάσης TapSensor)

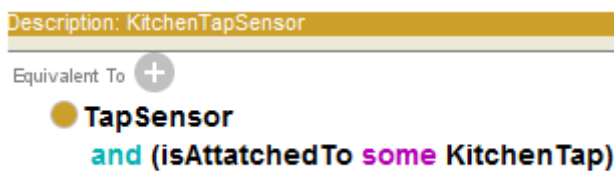
isAttachedTo : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *BathTapSensor* τουλάχιστον με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *BathTap*. Η συνθήκη έχει οριστεί ως αναγκαία και ικανή (*necessary & sufficient*) και σημαίνει ότι αν κάποιο στιγμιότυπο ανήκει στην κλάση *BathTapSensor* είναι απαραίτητα *TapSensor* και είναι απαραίτητο να έχει τουλάχιστον μια «isAttachedTo» σχέση με ένα άτομο της κλάσης *BathTap*. Επιπλέον, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *TapSensor* και είναι προσαρτημένο σε κάποιο άτομο της κλάσης *BathTap* τότε το άτομο είναι μέλος της κλάσης *BathTapSensor*. Στην Εικόνα 6.52 παρουσιάζεται η περιγραφή της υποκλάσης *BathTapSensor*.



Εικόνα 6.52 Η περιγραφή της υποκλάσης *BathTapSensor*

Υποκλάση KitchenTapSensor

isAttachedTo : Η ιδιότητα συνδέει την κλάση *KitchenTapSensor* τουλάχιστον με κάποιο στιγμιότυπο της κλάσης *KitchenTap*. Η συνθήκη έχει οριστεί ως αναγκαία και ικανή και σημαίνει ότι αν κάποιο στιγμιότυπο ανήκει στην κλάση *KitchenTapSensor* είναι απαραίτητα *TapSensor* και είναι απαραίτητο να έχει τουλάχιστον μια «isAttachedTo» σχέση με ένα άτομο της κλάσης *KitchenTap*. Επιπλέον, αν ένα άτομο είναι μέλος της κλάσης *TapSensor* και είναι προσαρτημένο σε κάποιο άτομο της κλάσης *KitchenTap* τότε το άτομο είναι μέλος της κλάσης *KitchenTapSensor*. Στην Εικόνα 6.53 παρουσιάζεται η περιγραφή της υποκλάσης *KitchenTapSensor*.



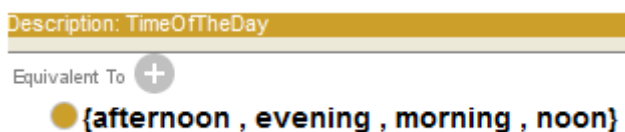
Εικόνα 6.53 Η περιγραφή της υποκλάσης *KitchenTapSensor*

6.1.9 Κλάση Time

Η κλάση *Time* αναπαριστά τις πληροφορίες που σχετίζονται με το χρόνο που συμβαίνουν οι δραστηριότητες. Η κλάση έχει μια υποκλάση :

- *Time*
 - *TimeOfDay*

Η κλάση ορίζεται απαριθμώντας τις συγκεκριμένες ώρες της ημέρας συμπεριλαμβάνοντας μόνο τα στιγμιότυπα (*morning, noon, afternoon, evening*) (Εικόνα 6.54).



Εικόνα 6.54 Η περιγραφή της υποκλάσης *TimeOfDay*

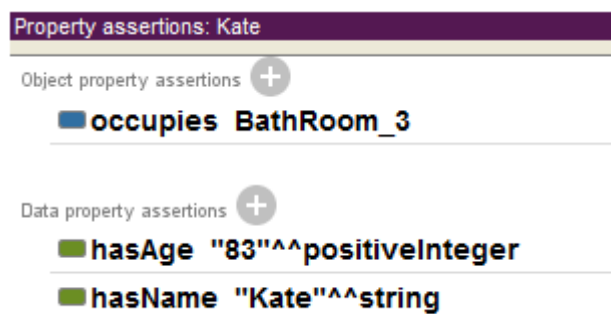
6.2 Στιγμιότυπα

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν δύο υποθετικά στιγμιότυπα τα οποία πραγματοποιήθηκαν με σκοπό να ελεγχθεί η λογική συνοχή του μοντέλου του έξυπνου σπιτιού για ηλικιωμένους. Για την ιεράρχηση των κλάσεων χρησιμοποιήθηκε ο Reasoner Fact++, μια εφαρμογή που επιτρέπει την αυτόματη ταξινόμηση των κλάσεων και των υποκλάσεων της οντολογίας. Ο Reasoner Fact ++ χρησιμοποιείται για την εξαγωγή συμπερασμάτων και πληροφοριών που δεν δηλώνονται ρητά μέσα στην οντολογία. Τα στιγμιότυπα που δημιουργήθηκαν αφορούν δυο δραστηριότητες που είναι συνήθεις για τους ηλικιωμένους και στις οποίες διακυβεύεται η ασφάλειά τους. Είναι η διαδικασία της πτώσης *Falling* και μια περίπτωσης προετοιμασίας φαγητού με χρήση ηλεκτρικής κουζίνας (*PreparingFood*).

6.2.1 Στιγμιότυπο Falling

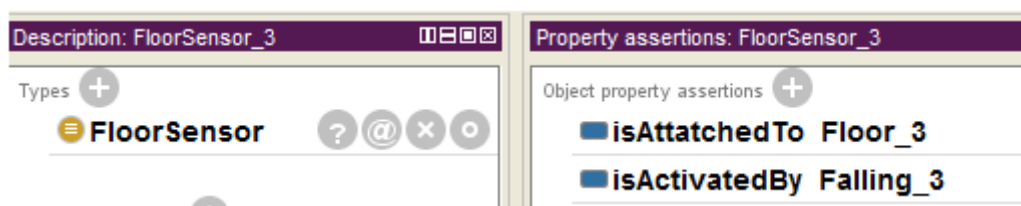
Οι πτώσεις είναι ένα συνηθισμένο φαινόμενο στην καθημερινότητα των ηλικιωμένων και είναι μια από τις κυριότερες αιτίες νοσηρότητας και απώλειας της ποιότητας της ζωής τους. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το έξυπνο σπίτι θα πρέπει να εξασφαλίζει τη διατήρηση της ασφάλειας του ηλικιωμένου και τη διατήρηση της υγείας του. Αν το έξυπνο σπίτι ανιχνεύει αντίστοιχες επικίνδυνες καταστάσεις, όπως οι πτώσεις και ειδοποιεί έγκαιρα το ιατρικό προσωπικό για βοήθεια μπορεί να παρατείνει την ποιότητα ζωής του ηλικιωμένου που επιθυμεί να μεγαλώσει στο σπίτι του και όχι σε κάποιο κέντρο φροντίδας.

Η οντολογία μέσω μιας αλυσίδας γεγονότων οδηγεί στο συμπέρασμα της πτώσης ενός ατόμου μέσα σε κάποιο δωμάτιο. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 6.55 το πρόσωπο *Kate* καταλαμβάνει το *Bathroom_3* και είναι 83 ετών.



Εικόνα 6.55 Περιγραφή του στιγμιοτύπου *Kate*

Όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 6.56 και στην Εικόνα 6.57, ο αισθητήρας πατώματος *FloorSensor_3* που ανιχνεύει μόνο πτώσεις είναι ενεργοποιημένος και είναι προσαρτημένος στο πάτωμα *Floor_3*, που βρίσκεται στο *BathRoom_3*



Εικόνα 6.56 Περιγραφή του στιγμιοτύπου *FloorSensor_3*



Εικόνα 6.57 Περιγραφή του στιγμιοτύπου *Floor_3*

Στη συνέχεια, παρατηρούμε στην Εικόνα 6.58 ότι το *BathRoom_3* «φιλοξενεί» την πτώση *Falling_3*.

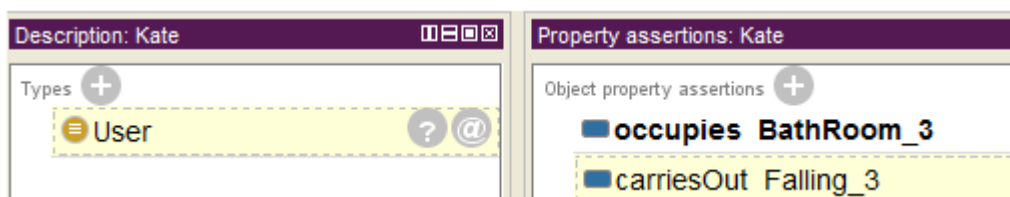


Εικόνα 6.58 Περιγραφή του στιγμιοτύπου *BathRoom_3*

Το σύστημα συμπεραίνει ότι, αφού είναι ενεργοποιημένος ο αισθητήρας πατώματος *FloorSensor_3* που βρίσκεται στην τουαλέτα *BathRoom_3*, τότε το πρόσωπο Kate που είναι ηλικιωμένη (*User*), έχει πέσει *Falling_3*.

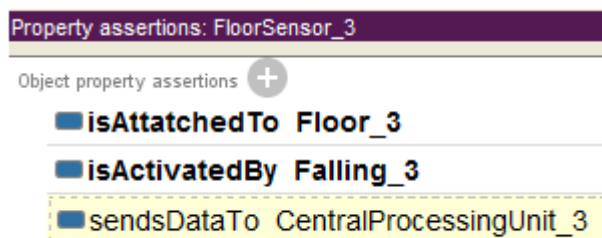
(Σημ. Τα πλαίσια σε κίτρινο χρώμα αντιστοιχούν στην περιγραφή των στιγμιοτύπων μετά τη χρήση του Reasoner).

Στην Εικόνα 6.59 παρουσιάζεται ο συμπερασμός.



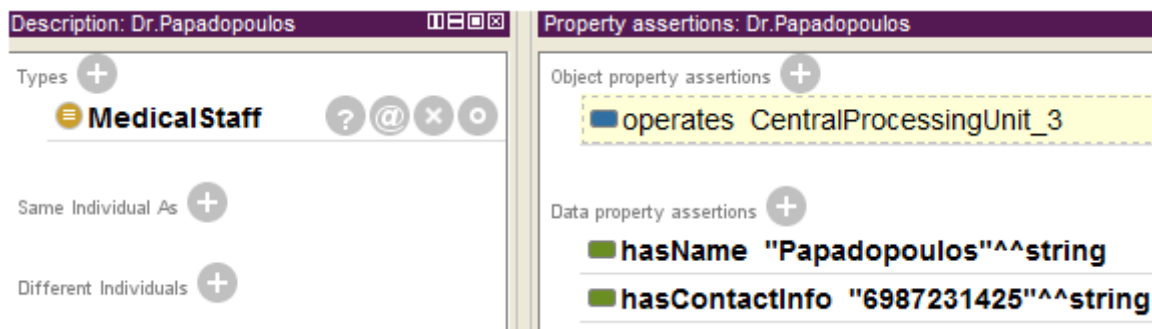
Εικόνα 6.59 Περιγραφή του στιγμιοτύπου *Kate* μετά τη χρήση του Reasoner

Στη συνέχεια ο *FloorSensor_3* αποστέλλει τα δεδομένα στην Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας *CentralProcessingUnit_3* (Εικόνα 6.60).



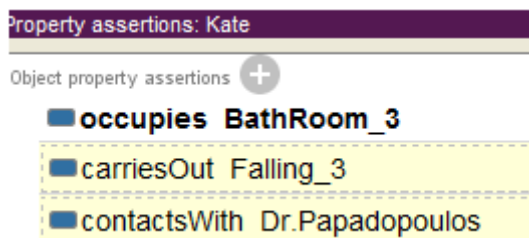
Εικόνα 6.60 Περιγραφή του στιγμιοτύπου *FloorSensor_3* μετά τη χρήση του Reasoner

Τα δεδομένα που συλλέγουν οι αισθητήρες από την πραγματοποίηση ή όχι των δραστηριοτήτων είναι προσβάσιμα μόνο από το εξειδικευμένο ιατρικό προσωπικό μέσω του χειρισμού της Κεντρικής Μονάδας Επεξεργασίας (*CentralProcessingUnit_3*) όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.61.



Εικόνα 6.61 Περιγραφή τους στιγμιότυπου *Dr.Papadopoulos* της κλάσης *MedicalStaff*

Στο υποθετικό μας παράδειγμα το στιγμιότυπο της κλάσης *MedicalStaff*, *Dr.Papadopoulos*, θα επικοινωνήσει με την ηλικιωμένη για να τις παράσχει τις πρώτες βοήθειες (Εικόνα 6.62).



Εικόνα 6.62 Περιγραφή του στιγμιότυπου *Kate* μετά την πτώση

Με αυτόν τον τρόπο παρατηρούμε ότι η ηλικιωμένη μπορεί να ζήσει με ασφάλεια στο δικό της σπίτι, χωρίς να είναι απαραίτητο να παρακολουθείται από κάμερες που περιορίζουν την ιδιωτικότητα του ηλικιωμένου. Επιπλέον, με αυτό τον τρόπο και καθώς η κατάστασή της μπορεί να μην της το επιτρέπει, δεν είναι απαραίτητη η χρήση κάποιας συσκευής

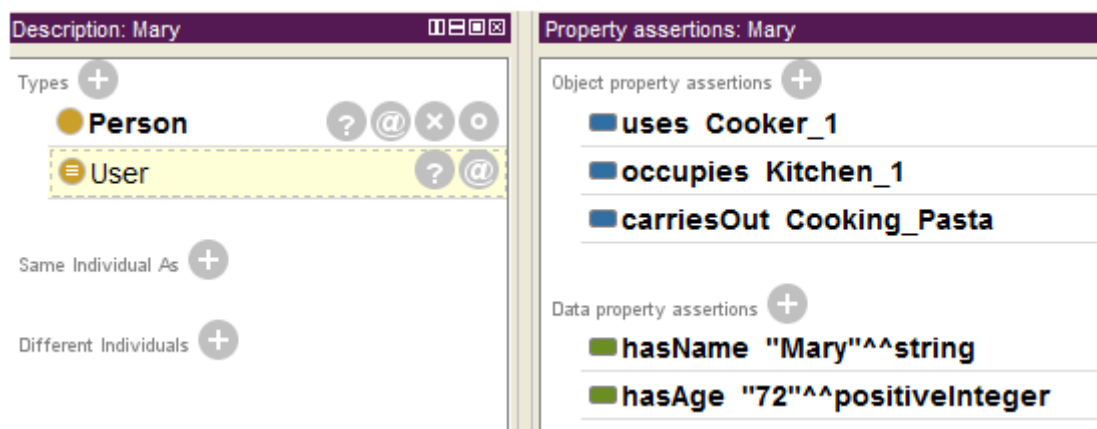
ειδοποίησης από την ηλικιωμένη για αναζήτηση βοήθειας, αλλά το ιατρικό προσωπικό γνωρίζει τι συμβαίνει και αναλαμβάνει να παράσχει βοήθεια.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα δεύτερο υποθετικό σενάριο προετοιμασίας φαγητού.

6.2.2 Στιγμιότυπο PreparingFood

Ένα δεύτερο υποθετικό στιγμιότυπο που επιλέχθηκε να παρουσιαστεί είναι η προετοιμασία φαγητού που απαιτεί τη χρήση της ηλεκτρικής κουζίνας. Η χρήση της ηλεκτρικής κουζίνας μπορεί να αποτελεί εύκολη υπόθεση για κάποιον νεότερο, αλλά για κάποιον ηλικιωμένο που αντιμετωπίζει έστω και μέτριες μνημονικές δυσκολίες μπορεί να αποτελέσει αιτία πυρκαγιάς, αν ξεχάσει να την απενεργοποιήσει. Στην αποφυγή πιθανής πυρκαγιάς μπορεί να βοηθήσει ένας αισθητήρας που ρυθμίζει τη θερμοκρασία της ηλεκτρικής κουζίνας έτσι ώστε να κλείνει η συσκευή μετά το πέρας κάποιας προκαθορισμένης ώρας και να ειδοποιεί τον ηλικιωμένο με κάποιον δυνατό ήχο.

Στο υποθετικό παράδειγμα το στιγμιότυπο της κλάσης *Person* με το όνομα *Mary* είναι 72 ετών και μαγειρεύει (*Cooking_Pasta*) στην κουζίνα *Kitchen_1* χρησιμοποιώντας την ηλεκτρική κουζίνα *Cooker_1*.



Εικόνα 6.63 Περιγραφή του στιγμιοτύπου *Mary*

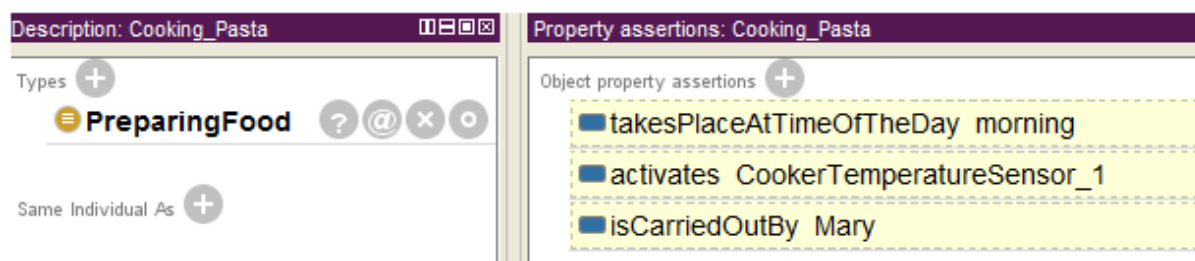
Όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 6.63 το μοντέλο έχει συμπεράνει ότι το στιγμιότυπο *Mary* ανήκει στην κλάση *User*, είναι δηλαδή η ηλικιωμένη ένοικος του σπιτιού.

Η ηλεκτρική κουζίνα *Cooker_1* είναι συνδεδεμένη με τον *CookerTemperatureSensor_1*, ο οποίος ενεργοποιείται όταν κάποιος μαγειρεύει (Εικόνα 6.64).



Εικόνα 6.64 Περιγραφή του στιγμιοτύπου *CookerTemperatureSensor_1*

Ο *CookerTemperatureSensor_1* ρυθμίζει τη θερμοκρασία της κουζίνας και κλείνει τη συσκευή μετά από κάποιο εύλογο χρονικό διάστημα δημιουργώντας έναν προειδοποιητικό ήχο. Στην Εικόνα 6.65 παρουσιάζεται η περιγραφή του στιγμιοτύπου *Cooking_Pasta* μετά το συμπέρασμα. Το σύστημα γνωρίζει την ακριβή θέση και δραστηριότητα της *Mary* και την προστατεύει από πιθανό κίνδυνο πυρκαγιάς.



Εικόνα 6.65 Το στιγμιότυπο *Cooking_Pasta*

7. Συμπεράσματα

Θα θέλαμε, άραγε, να φτάσουμε μέχρι τα βαθιά γεράματα; Μπορούμε να φανταστούμε ότι η άμεση απάντηση των περισσότερων στο ερώτημα θα ήταν θετική · μια δεύτερη όμως σκέψη θα μας οδηγούσε σε θετική απάντηση αρκεί να υπήρχαν όμως κατάλληλες έως και ιδανικές συνθήκες διαβίωσης, όπως καλή υγεία, ικανοποιητική οικογενειακή και κοινωνική ζωή, ανεξαρτησία, δυνατότητα εύκολης πρόσβασης στην υγειονομική περίθαλψη και πλήθος άλλων αναγκών και επιθυμιών. Αν και φαντάζει ακόμα μακρινό όνειρο, φαίνεται ότι αυτές ή τουλάχιστον κάποιες από αυτές τις συνθήκες θα μπορεί να παράσχει στο απώτερο μέλλον ένα πρόσφορο τεχνολογικό περιβάλλον.

Η αύξηση του προσδόκιμου ζωής και του αριθμού των ηλικιωμένων έχει οδηγήσει τις τελευταίες δεκαετίες σε ολοένα και αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη μελέτη της γήρανσης με σκοπό την προώθηση της υγείας, την αποφυγή των ασθενειών, τη βελτίωση της ποιότητας ζωής και της επικοινωνίας, και την επακόλουθη μείωση των δαπανών του κρατικού μηχανισμού για υγειονομική περίθαλψη και κοινοτική φροντίδα. Στον εικοστό πρώτο αιώνα, με την εξέλιξη της τεχνολογίας, το νέο μοντέλο υποστήριξης και φροντίδας των ηλικιωμένων που επιθυμούν να μεγαλώνουν ανεξάρτητοι στο οικείο περιβάλλον του σπιτιού, ονομάζεται «έξυπνο σπίτι». Η ιατρική περίθαλψη και φροντίδα μπορεί πλέον να παρέχεται στο σπίτι του ηλικιωμένου και όχι στο απρόσωπο περιβάλλον κάποιου κέντρου φροντίδας.

Οι έξυπνες τεχνολογίες στο σπίτι μπορούν να έχουν πολλαπλά οφέλη για τη διατήρηση της ποιότητας ζωής του εν δυνάμει χρήστη, ο οποίος είναι πιθανό να αντιμετωπίζει δυσκολίες στην εκτέλεση ακόμα και απλών καθημερινών δραστηριοτήτων. Ωστόσο, για την ανάπτυξη κατάλληλων και αποδοτικών τεχνολογικών εφαρμογών θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη οι ανάγκες, οι επιθυμίες και οι φιλοδοξίες των ηλικιωμένων σχετικά με την ασφάλεια, την προστασία, την επικοινωνία, την κινητικότητα, τις

καθημερινές δραστηριότητες, τις συνήθειες και πλήθος άλλων εκφάνσεων της καθημερινότητάς τους, σε συνάρτηση πάντα με τις ιδιαίτερες και εξειδικευμένες δυνατότητές τους. Επιπλέον, είναι σημαντική η ανάπτυξη εύχρηστων και προσβάσιμων εφαρμογών και διεπαφών, που δεν είναι παρεμβατικές και σέβονται την ιδιωτικότητα του χρήστη.

Η διεξοδική μελέτη των ψυχοφυσιολογικών αλλαγών που συνοδεύουν τη γήρανση είναι πρωταρχικής σημασίας για την ανάπτυξη οποιασδήποτε τεχνολογικής εφαρμογής της οποίας είναι αποδέκτες οι ηλικιωμένοι. Οι ηλικιωμένοι δεν πρέπει να θεωρούνται ως μια επιπλέον και μη ανταποδοτική οικονομική επιβάρυνση για τις κυβερνήσεις · αντίθετα είναι μια πλούσια πηγή εμπειρίας ζωής που παρέχουν απλόχερα και δωρεάν στην κοινωνία. Παρά τη μεγάλη διακύμανση που υπάρχει ως προς τα χαρακτηριστικά εντός της ομάδας των ηλικιωμένων, οι άνθρωποι της τρίτης και τέταρτης ηλικίας μπορούν να προσφέρουν πολλά· από τη μια, στην έρευνα στον τομέα της ανθρώπινης συμπεριφοράς και της εξέλιξης του ανθρώπου και από την άλλη, στον τομέα ανάπτυξης υποστηρικτικών και έξυπνων τεχνολογικών εφαρμογών που μπορούν να αξιοποιηθούν και να ωφελήσουν πλείστες ομάδες ατόμων που αντιμετωπίζουν δυσκολίες ανεξάρτητης διαβίωσης. Αυτό είναι και το πλεονέκτημα του οντολογικού μοντέλου· η δημιουργία μιας κοινής αντίληψης της γνώσης.

Μέσω της οντολογίας του έξυπνου σπιτιού έγινε προσπάθεια οργάνωσης και αποδοτικής διαχείρισης των πληροφοριών που απαρτίζουν ένα έξυπνο σπίτι ειδικά για ηλικιωμένους, με σκοπό την αποσαφήνιση των εννοιολογικών ασαφειών, τη δημιουργία κοινής αντίληψης του πεδίου και την εξαγωγή συμπερασμών σχετικά με τη δραστηριότητα του ηλικιωμένου μέσα στο σπίτι.. Η οντολογία της αναπαράστασης της γνώσης του έξυπνου σπιτιού για ηλικιωμένους προάγει το διαμοιρασμό, την επαναχρησιμοποίηση της γνώσης ακόμα και από επιστήμονες που εργάζονται σε διαφορετικές πλατφόρμες για το ίδιο όμως πεδίο. Επίσης, επιτρέπει την επικοινωνία και διαλειτουργικότητα μεταξύ των πληροφοριακών συστημάτων, και μπορεί να αποτελέσει τον οδηγό πάνω στον οποίο θα

στηριχθούν οι άνθρωποι της πληροφορικής και της τεχνολογίας για την ανάπτυξη αποτελεσματικών τεχνολογικών εφαρμογών για ηλικιωμένους. Ιδιαίτερα σημαντικό είναι το γεγονός ότι η οντολογία γεφυρώνει το χάσμα ανάμεσα σε διαμετρικά αντίθετους τομείς έρευνας, όπως είναι η Ψυχολογία της τρίτης ηλικίας και η τεχνολογία. Γίνεται έτσι το ενοποιητικό πλαίσιο για τη σημασιολογική καταγραφή και κατανόηση διαφορετικών επιστημονικών κλάδων.

Για την υλοποίηση της οντολογίας έγινε προσπάθεια να ληφθούν υπόψη οι ανάγκες και οι ανησυχίες των ηλικιωμένων, καθώς οι περισσότερες εφαρμογές που προτείνονται φαίνεται να μη λαμβάνουν υπόψη τους αυτές τις παραμέτρους, αλλά αντίθετα να προσπαθούν να επιδείξουν τεχνολογική υπεροχή. Στην παρούσα εργασία, λαμβάνοντας υπόψη το ηθικό ζήτημα της παραβίασης της ιδιωτικότητας δεν έγινε χρήση κάμερας, που θα παρακολουθεί τον ηλικιωμένο χρήστη. Σχετικά με το ζήτημα της πιθανής, έστω και μέτριας απώλειας μνήμης χρησιμοποιήθηκε μηχανή υπενθύμισης, ενώ για το ζήτημα της ευχρηστίας χρησιμοποιήθηκαν μόνο αυτόματοι αισθητήρες ανίχνευσης της δραστηριότητας που δεν απαιτούν χειρισμό ή εκπαίδευση. Τέλος, η αυτόματη ειδοποίηση του ιατρικού προσωπικού καλύπτει την ανάγκη για άμεση επικοινωνία και απομακρυσμένη βοήθεια. Το «έξυπνο σπίτι» μπορεί να συμπεράνει τη δραστηριότητα που λαμβάνει χώρα μέσα στο σπίτι και να παρέχει ανεξαρτησία και προστασία χωρίς να παρακωλύει το αίσθημα ασφάλειας και ηρεμίας του ενοίκου.

Ωστόσο, η τελική ανάπτυξη της αναπαράστασης του έξυπνου σπιτιού δεν ήταν εύκολη υπόθεση και απαιτεί λεπτομερή μελέτη του πεδίου. Προβλήματα όπως, η εξοικείωση με την πλατφόρμα αναπαράστασης οντολογιών και η ανάγκη περαιτέρω κατανόησης όρων της πληροφορικής και των τεχνολογικών συστημάτων που θα μπορούσαν να ενσωματωθούν στο έξυπνο σπίτι, τονίζει την επιτακτική ανάγκη διεπιστημονικής μελέτης και συνεργασίας μεταξύ επιστημόνων διαφορετικών κλάδων για την υλοποίηση αντίστοιχων μοντέλων.

Επιπλέον, η ετερογένεια του ηλικιωμένου πληθυσμού και κατά συνέπεια η διακύμανση των αναγκών και των δυνατοτήτων τους ήταν πρόκληση για την εύρεση μιας κοινής συμπεριφοράς και ανέδειξε την ανάγκη για περισσότερη έρευνα στον τομέα της ψυχολογίας της τρίτης ηλικίας και ειδικότερα στον τομέα της αλληλεπίδρασης των ηλικιωμένων με την τεχνολογία.

Υπάρχουν πολλά θέματα που παραμένουν ανοιχτά και χρειάζονται περαιτέρω μελέτη, τόσο όσον αφορά στην ίδια την οντολογία, όσο και στην έρευνα των αναγκών των ηλικιωμένων και της σχέσης τους με την τεχνολογία. Η οντολογία επιδέχεται βελτίωσης και εμπλουτισμού. Σε μελλοντική εργασία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιπλέον αισθητήρες σε ντουλάπια και έπιπλα, συναγερμοί και συσκευές υπενθύμισης για τις ηλεκτρικές συσκευές, περισσότερες ηλεκτρικές συσκευές και αναπαράσταση επιπλέον δραστηριοτήτων και πολύπλοκων συνθηκών. Μια μελλοντική ερευνητική εργασία θα μπορούσε να αποσκοπεί στην επέκταση της οντολογίας του έξυπνου σπιτιού με νέους όρους και σχέσεις μεταξύ των εννοιών, αλλά και στην προσθήκη σημασιολογικών κανόνων if-then, για ασφαλέστερα συμπεράσματα. Επιπλέον, μελλοντικός στόχος και ταυτόχρονα πρόκληση θα ήταν η εφαρμογή της οντολογίας σε πραγματικό περιβάλλον σπιτιού. Σχετικά με τον τομέα της αποδοχής των νέων τεχνολογιών από τους ηλικιωμένους, φαίνεται επιτακτική η ανάγκη για μελλοντική έρευνα των στάσεων των ηλικιωμένων απέναντι στην τεχνολογία. Στην παρούσα εργασία έγινε μια πρώτη προσπάθεια συμπερασμού της δραστηριότητας στο «έξυπνο σπίτι» χωρίς χρήση καμερών, αφήνοντας έτσι ανοιχτό το ενδεχόμενο για περαιτέρω έρευνα στον τομέα του σεβασμού της ιδιωτικότητας, αλλά και γενικότερα στον τομέα των στάσεων, των αναγκών (π.χ. ευχρηστία) και των δυνατοτήτων των ηλικιωμένων.

Υπάρχουν πολλοί λόγοι να πιστεύουμε ότι τα έξυπνα σπίτια μπορούν να αναπτυχθούν και να τύχουν ευρείας αποδοχής τις επόμενες δεκαετίες. Ακόμα και αν δεν συμβεί αυτό, σίγουρα μέσα από την ανάπτυξη πλήθους οντολογιών μπορούν να προκύψουν έξυπνες

εφαρμογές προς όφελος όχι μόνο των ηλικιωμένων αλλά και άλλων πληθυσμιακών ομάδων που αντιμετωπίζουν δυσκολίες ανεξάρτητης διαβίωσης. Είναι σίγουρο ότι για την επιτυχημένη ανάπτυξη τεχνολογικών εφαρμογών για την υποστήριξη των ηλικιωμένων είναι απαραίτητη η διεπιστημονική μελέτη της ανθρώπινης συμπεριφοράς και η σύμπραξη των επιστημών της Ψυχολογίας, της Πληροφορικής και της τεχνολογίας και της Γνωσιακής επιστήμης. Οι ηλικιωμένοι μπορούν να επωφεληθούν από την ανάπτυξη των έξυπνων σπιτιών και τα έξυπνα σπίτια έχουν να προσφέρουν πολλά στον τομέα της Γνωσιακής επιστήμης. Επιπλέον, η τεχνολογία θα επωφεληθεί και θα έχει να παρουσιάσει αρτιότερες εφαρμογές όταν βασίζεται στη μελέτη της συμπεριφοράς και των εξειδικευμένων αναγκών των χρηστών στους οποίους απευθύνεται. Σίγουρα υπάρχει ακόμα πολύς δρόμος στη μελέτη της γήρανσης, που θα συμπληρώσει τη βάση γνώσης και θα γεφυρώσει το χάσμα ανάμεσα στην επιστήμη της Ψυχολογίας και της Πληροφορικής, γεγονός που μπορεί να επιτευχθεί πιο αποτελεσματικά μέσω της σημασιολογικής αναπαράστασης που προσφέρουν οι οντολογίες.

Υπάρχει τεράστια ανάγκη για ερευνητικά προγράμματα που θα μελετούν και θα αποσαφηνίζουν το πώς οι ηλικιο-εξαρτώμενες αλλαγές επηρεάζουν την ικανότητα των ηλικιωμένων να αλληλεπιδρούν αποτελεσματικά με την τεχνολογία. Ελπίζουμε στο μέλλον να είμαστε σε θέση να αναφέρουμε περισσότερες τεχνολογικές εξελίξεις που θα βασίζονται στην επιστημονική έρευνα της Ψυχολογίας και θα απευθύνονται στους ηλικιωμένους αλλά και σε όσους αντιμετωπίζουν δυσκολίες ανεξάρτητης διαβίωσης.

Βιβλιογραφία

1. Αβεντισιάν-Παγοροπούλου, Α.(2000). *Ψυχολογία της τρίτης ηλικίας*. Πανεπιστημιακό εγχειρίδιο. Αθήνα.
2. Aiman-Smith, L., & Green, S. G. (2002). Implementing new manufacturing technology: The related effects of technology characteristics and user learning activities. *Academy of Management Journal*, 45, 421.
3. Alba, J. W. & Hutchinson, J. W. (1987). Dimensions of consumer expertise. *Journal of Consumer Research*, 13, 411-454.
4. Aldrich, F.K.(2003). Smart homes : Past, present and future. In R. Harper (Ed.), *Inside the smart home* (pp.17-39). London : Springer-Verlag.
5. Askham, J. (2002). The sociology of ageing. In R. Jacoby & C. Oppenheimer (Eds.), *Psychiatry in the elderly (3rd Ed.)*(pp.25-42). New York : Oxford University Press.
6. Barlow, J. & Gann, D. (1998). A changing sense of place: Are integrated IT systems reshaping the home?.In *Technological Futures, Urban Futures Conference*. Durham, 23–24 April.
7. Barlow, J. & Venables, T. (2003). Smart home, dumb suppliers? The future of smart homes markets. In R. Harper (Ed.), *Inside the smart home* (pp.247-262). London : Springer-Verlag.
8. Bassuk, S. S., Glass, T. A., & Berkman, L. F. (1999). Social disengagement and incident cognitive decline in community-dwelling elderly persons. *Annals of internal medicine*, 131, 165-173.
9. Bauer, K. A. (2001). Home-based telemedicine: A survey of ethical issues. *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics : CQ : The international Journal for Healthcare Ethics Committees.*, 10, 137-146.

10. Berg-Warman, A. B. (2006). The supportive community: A new concept for enhancing the quality of life of elderly living in the community. *Abstracts in social gerontology*, 49, 69.
11. Bittles, A.H. (2002). Biological aspects of human ageing. In R. Jacoby & C. Oppenheimer (Eds.), *Psychiatry in the elderly (3rd Ed.)*(pp.3-24).New York : Oxford University Press.
12. Βλαχάβας, Ι., Κεφαλάς, Π., Βασιλειάδης, Ν., Κόκκορας,Φ. & Σακελλαρίου, Η.(2006). Τεχνητή Νοημοσύνη (3^η εκδ.). Αθήνα : Εκδόσεις Γκιούρδας.
13. Bond, J., Briggs, R. & Coleman, P.(2001).The study of ageing. In J. Bond, P. Coleman & S. Peace (Eds), *Ageing in society: An introduction to social gerontology (2nd Ed.)* (pp.19-52). Sage Publications Ltd.
14. Βοσνιάδου, Σ.(2004). Η Γνωσιακή Επιστήμη από τη μεριά μιας Ψυχολόγου : Θέματα ορισμού και ιστορίας, Στο Σ. Βοσνιάδου (Επιμ.Έκδ.), *Γνωσιακή Επιστήμη : Η νέα επιστήμη του νου* (8-34). Αθήνα : Gutenberg – Γιώργος & Κώστας Δαρδανός.
15. Botwinick, J. and Storandt, M. (1974). *Memory related functions and age*. Charles C. Thomas, Springfield, IL.
16. Bouma, H., Fozard, J.L., Harrington T.L. & Koster, W.G. (2000). Overview of the field. In T. Harrington & M. Harrington (Eds.), *Gerontechnology: Why and How* (pp.7-36). Eindhoven: Herman Bouma Foundation for Gerontechnology.
17. Briggs, R. (2001). Biological ageing. In J. Bond, P. Coleman & S. Peace (Eds), *Ageing in society: An introduction to social gerontology (2nd Ed.)* (pp.53-67). Sage Publications Ltd.
18. Broady,T., Chan,A. & Caputi, P. (2010). Comparison of older and younger adults' attitudes towards and abilities with computers: Implications for training and learning. *British Journal of Educational Technology*, 41, 3, 473-485.

19. Bromley, D.B. (1988). *Human Ageing : An introduction to gerontology (3rd Ed.)*
Bungay: Penguin.
20. Brosnan, M. J. (1999). Modeling technophobia: A case for word processing. *Computers in Human Behavior, 15*, 105-121.
21. Burnside, I.M., Ebersole, P., & Monea, H.E. (eds). (1979). *Psychosocial caring throughout the lifespan*. New York: McGraw Hill.
22. Cattell, R.B. (1971). *Abilities : Their structure, growth and action*. Boston : Houghton Miuffin.
23. Celler, B. G., Lovell, N. H., & Chan, D. K. Y. (1999). The potential impact of home telecare on clinical practice. *MJA, 171*, 518–521.
24. Chan, M., Campo, E., Estève, D. & Fourniols, J-Y. (2009). Smart homes – Current features and future perspectives. *Maturitas, 64*, 2, 90-97.
25. Chan, M., Estève, D., Escriba, C. & Campo, E. (2008). A review of smart homes – Present state and future challenges. *Computer Methods and Programs in Biomedicine, 91*, 1, 55-81.
26. Charness, N. (1987). Component processes in bridge bidding and novel problem solving tasks. *Canadian Journal of Psychology, 41*, 223–43.
27. Chau, P. Y. K., & Hu, P. J. (2002). Examining a model of information technology acceptance by individual professionals: An exploratory study. *Journal of Management Information Systems, 18*, 191.
28. Cheek, P. (2005). Aging Well With Smart Technology. *Nursing Administration Quarterly, 29*, 4, 329–338
29. Chen, L., Nugent, C., Mulvenna, M., Finlay, D. & Hong, X. (2009). Semantic smart homes : Towards knowledge rich assisted living environments. In S. McClean, P. Millard, E.

El-Darzi & C. Nugent (Eds), *Intelligent patient management*, SCI 189 (pp.279-296).

Berlin Heidelberg : Springer-Verlag

30. Chernbumroong, S., Atkins, A. S & Yu, H. (2010). Perception of smart home technologies to assist elderly people. *The 4th International Conference on Software, Knowledge, Information Management and Applications* (SKIMA 2010), Paro, Bhutan, 1-7.
31. Choi, S. J. (2002). National policies on aging in Korea. In D. R. Phillips & A. Chan (Eds.), *Aging and long term care: National policies in the Asia-Pacific* (pp. 68–106). Singapore: Institute of Southeast Asian Studies.
32. Colagiuri, R., Colagiuri, S., Jones, S. & Moses, R.G.(1990). The quality of self-monitoring of blood glucose. *Diabetic Medicine*, 7, 800-804.
33. Coleman, P., Bond, J. & Peace, S.(2001). Ageing in the twentieth century . In J. Bond, P. Coleman & S. Peace (Eds), *Ageing in society: Introduction to social gerontology (2nd Ed.)* (pp.1-18). Sage Publications Ltd.
34. Collins, S. C., Bhatti, J. Z., Dexter, S. L., & Rabbitt, P. M. (1992). Elderly people in a new world: Attitudes to advanced communications technologies. In H. Boumqa & J. A. M. Graafmans (Eds.), *Gerontechnology*. Amsterdam: IOS Press.
35. Cook, D. J.(2006). Health monitoring and assistance to support aging in place. *Journal of Universal Computer Science*, 12, 1, 15-29.
36. Costa-Font, J., Elvira, D. & Mascarilla-Miro, O.(2009). Ageing in place?Exploring elderly people's housing preferences in Spain. *Urban Studies*, 46(2), 295.
37. Cowgill, D. (1970). The demography of aging. In A.M. Hoffman (Ed), *The Daily Needs and Interests of Older People*. Springfield, Illinois: C.C. Thomas.
38. Craik, F. I. M. & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: a framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671–84.

39. Craik, F. I. M., & Salthouse, T. A. (1992). *Handbook of Aging and Cognition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
40. Croll, P. R. & Croll, J. (2007). Investigating risk exposure in e-health systems. *International Journal of Medical Informatics*, 76, 460-465.
41. Curie, R., Guisset, M.-J. & de Boer, N. (2001). Another way of living in one's own home : The salmon group projects. In L. F. Heumann, M. E. McCall & D.P. Boldy (Eds), *Empowering frail elderly people* (pp.101-117). Westport, CT : Praeger Publishers
42. Czaja, S.J., Sharit, J., Charness, N., Fisk, A.D., & Rogers, W. (2001). The center for research and education on aging and technology enhancement (CREATE) : A program to enhance technology for older adults. *Gerontechnology*, 1, 1, 50-59.
43. Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13, 319-339.
44. Decker, D.L. (1980). *Social gerontology*. Boston: Little, Brown and Company.
45. Demiris, G. & Hensel, B. K. (2008). Technologies for an aging society: a systematic review of "smart home" applications. *Yearbook of medical informatics*, 33-40.
46. Demiris, G., Hensel, B.K., Skubic, M. & Rantz M. (2008). Senior residents' perceived need of and preferences for "smart home" sensor technologies. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 24(1), 120-124.
47. Demiris, G., Rantz, M.J., Aud, M.A., Marek, K.D., Tyrer, H.W., Skubic, M. & Hussam, A.A. (2004). Older adults' attitudes towards and perceptions of 'smart home' technologies: a pilot study. *Medical Informatics, The Internet in Medicine*, 29, 2, 87-94.
48. Demiris, G., Speedie, S. M. & Finkelstein, S. (2001). Change of patients' perceptions of TeleHomeCare. *Telemedicine Journal and E-Health*, 7, 3, 241-248.

49. Demongeot, J., Virone, G., Duchêne, F., Benchetrit, G., Hervé, T., Noury, N. & Rialle, V. (2002). Multi-sensors acquisition, data fusion, knowledge mining and alarm triggering in health smart homes for elderly people. *Comptes Rendus Biologies*, 325, 6, 673-682.
50. Domey, R.G., McFarland, R.A. & Chadwick, E. (1960). Dark adaptation as a function of age and time. *Journal of Gerontology*, 15, 267–279.
51. Druss, B. G., Marcus, S. C., Olfson, M., Tanielian, T., Elinson, L., & Pincus, H. A. (2001). Comparing The National Economic Burden Of Five Chronic Conditions. *Health Affairs -Millwood Va Then Bethesda Ma-*. 20, 233-241.
52. D' Ulizia, A., Ferri, F. , Grifoni, P. & Guzzo, T. (2010). Smart homes to support elderly people : Innovative technologies and social impacts. In A. Coronato & G. De Pietro (Eds), *Pervasive and smart technologies for healthcare : Ubiquitous methodologies and tools* (pp.25-38). New York : Medical Information Science Reference
53. Edwards, W.K., & Grinter, R.E. (2001). At Home with Ubiquitous Computing: Seven Challenges. In G. D. Abowd, B. Brumitt, & S.A. Shafer (Eds.), *Proceedings of the 3rd international conference on Ubiquitous Computing (UbiComp '01)*, Springer-Verlag, London, UK, UK, 256-272.
54. Elias, M.F., Elias, P.K. & Elias, J.W. (1977). *Basic processes in adult developmental psychology*. St Louis: C.V. Mosby.
55. Ellis, D. R., & Allaire, J. C. (1999). Modelling computer interest in older adults: The role of age, education, computer knowledge and computer anxiety. *Human Factors*, 41, 345–364.
56. Fisk, A. D., Rogers, W. A., Charness, N., Czaja, S. J., & Sharit, J. (2009). *Designing for Older Adults: Principles and Creative Human Factors Approaches*. (2nd Ed.) Boca Raton, FL: CRC Press.

57. Fisk, A.D. & Rogers, W.A. (2002). Psychology and aging : Enhancing the lives of an aging population. *Current Directions in Psychological Science*, 11,3,107-110.
58. Fozard, J.L., Rietsema, J., Bouma, H.& J. A. M. Graafmans (2000). Gerontechnology : Creating enabling environments for the challenges and opportunities of aging. *Educational Gerontology*, 26, 4, 331-344.
59. Freudenthal, D. (2001). Age differences in the performance of information retrieval tasks. *Behaviour & Information Technology*, 20, 9–22.
60. Gann, D., Barlow, J. & Venables, T. (1999). *Digital futures : making homes smarter*. York : Chartered Institute of Housing .
61. Gardner, H.(1987). *The mind's new science : A history of the cognitive revolution*. New York: Basic Books.
62. Gatignon, H. & Robertson, T. S. (1985). A propositional inventory for new diffusion research. *Journal of Consumer Research*, 11, 849-867.
63. Gibbs, W.W. (2000). As we may live. *Scientific American*, November,pp. 26–28.
64. Giuliani, V., Scopelliti, M., & Fornara, F. (2005).Elderly people at home: Technological help in everyday activities. In *IEEE, International Workshop on Robots and Human Interactive Communication* (pp.365-370).
65. Goumopoulos, C. & Kameas, A.(2009). Ambient ecologies in smart homes. *The computer Journal*, 52, 8, 922-937.
66. Graafmans, J. A. M., & Brouwers, A. (1989). The modeling of normal aging. In *Proceedings of the 33rd Annual Meeting of the Human Factors Society*, Santa Monica, CA: The Human Factors and Ergonomics Society 33, 3, 187–190.
67. Gruber, T.R. (1993). A translation approach to portable ontologies. *Knowledge Acquisition*, 5, 2, 199-220.

68. Gruman, G.J. (1966). *A history of ideas about the prolongation of life*. Philadelphia: American Philosophical Society.
69. Haegerstrom - Portnoy, G., Schneck, M.E. & Brabyn, J.A. (1999). Seeing into old age: vision function beyond acuity. *Optometry And Vision Science*, 76, 141–158.
70. Harper, R. (2003). Inside the smart home : Ideas, possibilities and methods. In R. Harper (Ed.), *Inside the smart home* (pp.1-13). London : Springer-Verlag.
71. Health Survey for England (2005). *The Health of Older People: Summary of Key Findings*. The Information Centre, Leeds. Available from www.ic.nhs.uk.
72. Henkemans, B., Alpay, O.A., Laurence, L., Dumay, C.M.(2010). Aging in place : Self – care in smart home environments. In M.A. Al – Qutayri(Ed.), *Smart home systems* (pp.105-120). Vukovar, Croatia : In-Tech
73. Higgins, J. (1989). Defining community care: Realities and myths. *Social Policy and Administration*, 23(1), 3–16.
74. HM Government (2006). *Independence and Well-being of Older People: Baseline Report: A Social Portrait of Ageing in the UK*. Corporate Document Services, London.
75. HMSO (1998). *Population Trends*. London: Her Majesty's Stationery Office.
76. Horn, J.L. (1978). Human ability systems. In P.B. Baltes (Ed), *Life-span Development and Behavior Volume 1* (pp. 211–256). New York: Academic Press.
77. Horridge, M. (2011). *A practical guide to building OWL ontologies using Protégé 4 and CO-ODE tools (1.3 Ed.)*. The University of Manchester.
78. Howe, A., & Phillips, D. R. (2001). *National policies on aging: Why have them?* Paper presented at the World Congress of Gerontology, a meeting of the International Association of Gerontology, Vancouver, British Columbia, Canada.

79. Jamieson, B.A. & Rogers, W.A.(2000). Age-related effects of blocked and random practice schedules on learning a new technology. *Journals of Gerontology: Psychological Sciences*, 55B, 343-353.
80. Joyce, K. & Loe, M. (2010). Theorising technogenarians : a sociological approach to ageing, technology and health. In K. Joyce & M. Loe (Eds.), *Technogenarians :Studying health and illness through an ageing, science and technology lens* (pp.1-8). UK : Wiley-Blackwell
81. Johansson, B. (2008).Memory and cognition in ageing. In B. Woods & L. Clare (Eds.), *Handbook of the clinical psychology of ageing(2nd Ed.)* (pp.33-55). West Sussex, England: John Wiley & Sons.
82. Karahanna, E., Straub, D.W., & Chervany,N. L. (1999). Information technology adoption across time: A cross-sectional comparison of pre-adoption and post-adoption beliefs. *MIS Quarterly*, 23, 183-213.
83. Karmarkar, A., Chavez, E. & Cooper, R.A.(2008). Technology for successful aging and disabilities. In A. Helal, M. Mokhtari & B. Abdulrazak (Eds), *The engineering handbook of smart technology for aging, disability and independence* (pp.29-48). Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons
84. Kermis, M.D. (1983). *The Psychology of Human Aging: Theory, Research and Practice*. Boston: Allyn and Bacon.
85. Kidd, C. D., Orr, R., Abowd, G. D., Atkeson, C. G., Essa,I. A., MacIntyre, B., Mynatt,E. & Starner, T.E. (1999). *The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research*. Paper presented at the Proceedings of the Second International Workshop on Cooperative Buildings, Integrating Information, Organization, and Architecture.

86. Kim, E. & Choi, J.(2006). An ontology-based context model in a smart home. In M.L. Gavrilova et. Al (Eds), *Computational Science and Its Applications (ICCSA 2006)*, 3983, 11-20.
87. King, T.W.(1999). Assistive technology : Essential human factors. MA :Allyn & Bacon.
88. Kinsella , K. & He , W. (2009). *U.S. Census Bureau, International Population Reports, P95/09 - 1, An Ageing World: 2008* . Washington, DC : US Government Printing Office .
89. Kirasic, K. C. (1989). Acquisition and utilization of spatial information by elderly adults: Implications for day-to-day situations. In L. W. Poon, D. C. Rubin & B. A. Wilson (Eds), *Everyday cognition in adulthood and late life* (pp. 265–83). Cambridge University Press, Cambridge.
90. Klein, M., Schmidt, A., Lauer, R. (2007). Ontology-centered design of an ambient middleware for assisted living: The case of SOPRANO. In *Proceeding of towards ambient intelligence: Methods for cooperating ensembles in ubiquitous environments (AIM-CU)*, 30th Annual German Conference on Artificial Intelligence (KI 2007), Osnabrück .
91. Laberg, T. (2005). Smart Home Technology; Technology supporting independent living - does it have an impact on health? In E-health 05, Tromsø,Norway, 23 -24 May.
92. Lalanda, P., Bourcier, J., Bardin, J, & Chollet, S.(2010).Smart home systems. In M.A. Al – Qutayri(Ed.), *Smart home systems* (pp.1-16). Vukovar, Croatia : In-Tech
93. Latfi, F., Lefebvre, B. & Descheneaux, C.(2007). Ontology-based management of the telehealth smart home, dedicated to elderly in loss of cognitive autonomy. In C. Golbreich, A. Kalyanpur & B. Parsia (Eds.), *OWLED*, : CEUR-WS.org.

94. Leonhardt, S. (2006). Personal Healthcare Devices. In S. Mekherjee et al (Eds.), *Malware:Hardware Technology Drivers of Ambient Intelligence* (pp. 349-370). Dordrecht, NL: Springer.
95. Liao, H.C & Tu, C.C.(2007). A RDF and Owl-based temporal context reasoning model for smart home. *Information Technology Journal*,6,8, 1130-1138.
96. MacKenzie, P. A., & Beck, I. (1991). Social work practice with dementia patients in adult day care. In M. Holosko & M. D. Feit (Eds.), *Social work practice with the elderly* (pp. 191–217). Toronto: Canadian Scholars Press.
97. March, A. (1994). Usability – the new dimension of product design. *Harvard Business Review*,72 (5), 144-149.
98. Marek, K. D., Popejoy, L., Petroski, G., Mehr, D., Rantz, M., & Lin, W. C. (2005). Clinical outcomes of aging in place. *Nursing research*, 54, 202-211.
99. Martel , L. & Caron Malenfant É . (2007). *Portrait of the Canadian Population in 2006, by Age and Sex* . Census Analysis Series, Census 2006. Ottawa, Ontario : Statistics Canada Catalogue No.97 - 551 - XWE2006 - 001.
100. Mayhorn, C.B., Rogers, W.A. & Fisk, A.D. (2004). Designing technology based on cognitive aging principles. In D. C. Burdick & S. Kwon (Eds), *Gerontechnology : Research and practice in technology and aging* (pp.42-53). New York : Springer Publishing Company
101. McFarland, R.A. & Fisher, M.B. (1955). Alterations in dark adaptation as a function of age. *Journal of Gerontology*, 10, 424–428.
102. Mead, S.E. & Fisk, A.D.(1998). Measuring skill acquisition and retention with an ATM simulator :The need for age-specific training. *Human Factors*,40, 516-523.

103. Melenhorst, A.S., Rogers, W.A. & Bouwhuis, D.G. (2006). Older adults' motivated choice for technological innovation : Evidence for benefit-driven selectivity. *Psychology and Aging*, 21(1), 190-195.
104. Melenhorst, A.S., Rogers, W.A. & Caylor, E.C. (2001). The use of communication technologies by older adults : Exploring the benefits from the user's perspective. In *Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings*, 45, 3, 221-225.
105. Meshkova, E., Riihijärvi, J., Mähönen, P. & Kavadias, C. (2008). Modeling the home environment using ontology with applications in software configuration management. In *15th International Conference on Telecommunications (ICT'08)*, 1-6.
106. Meyer, S., & Mollenkopf, H. (2003). Home technology, smart homes and the aging user. In Schaie, K. W., Wahl, H.-W., Mollenkopf, H., & Oswald, F. (Eds.), *Aging Independently: Living Arrangements and Mobility*. Berlin: Springer.
107. Milwain, E. & Iversen, S. (2002). Cognitive change in old age. In R. Jacoby & C. Oppenheimer (Eds.), *Psychiatry in the elderly (3rd Ed.)* (pp.43-79). New York : Oxford University Press.
108. Minois, G. (1989). *History of old age*. Cambridge: Polity Press.
109. Mitzner, T. & Dijkstra, K. (2011). E- health for older adults : Assessing and evaluating user centered design with subjective methods. In M. Ziefle & C. Röcker (Eds.), *Human-centered design of e-health technologies : Concepts, methods and applications* (pp.1-21). New York : Medical Information Science Reference.
110. Moreau, C. P., Markman, A. B., & Lehmann, D. R. (2001). What is it? Categorization flexibility and consumers' responses to really new products. *Journal of Consumer Research*, 38(1), 14-29.
111. Morrell, R.W., Mayhorn, C.B. & Echt, K.V. (2004). Why older adults use or do not use the internet. In D. C. Burdick & S. Kwon (Eds), *Gerontechnology : Research and*

practice in technology and aging (pp.71-85). New York : Springer Publishing Company

112. Moscovitch, M. (1982). A neuropsychological approach to memory and perception in normal and pathological aging. In F.I.M. Craik and S. Trehub (Eds), *Aging and Cognitive Processes*. New York: Plenum.
113. Moscovitch, M., Winocur, G., & McLachlan, D. (1986). Memory as assessed by recognition and reading time in normal and memory-impaired people with Alzheimer's disease and other neurological disorders. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 331–47.
114. Mozer, MC (1998). The neural network house: An environment that adapts to its inhabitants. In M. Coen (Ed.), *Proceedings of the American Association for Artificial Intelligence Spring Symposium*, (pp. 100–114). Menlo Park, CA: AAAI Press.
115. Mynatt, E. D., Melenhorst, A. S., Fisk, A. D., & Rogers, W. A. (2004). Aware technologies for aging in place: understanding user needs and attitudes. *Pervasive Computing IEEE*, 20(3), 36–41
116. Mynatt, E.D. & Rogers, W.A. (2002). Developing technology to support the functional independence of older adults. *Ageing International*, 27, 24-41.
117. Mynatt, E. D., Rowan, J, Craighill, S & Jacobs, A (2001). Digital Family Portraits: Providing Peace of Mind for Extended Family Members, *Proceedings of the 2001 ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2001)*, pp. 333–340.
118. Mykityshyn, A.L., Fisk, A. D.& Rogers, W.A.(2002). Learning to use a home medical device: Mediating age-related differences with training. *Human Factors*, 44,3, 354-364.
119. Newell, A.F., Carmichael, A., Gregor, P. & Alm, N.(2002). Information technology for cognitive support. In J. A. Jacko & A.Sears (Eds.), *The human-computer interaction*

- handbook : Fundamentals, evolving technologies and emerging applications* (pp.464-481). Mahwah, NJ : Erlbaum.
120. Ngan, R. (2004). Long-term care for older people and the social welfare system in East Asia: Is the East Asian welfare model a myth? *Social Development Issues: Alternative Approaches to Global Human Needs*, 25(3), 74–86.
 121. Nguyen, T. V., Lim, W., Nguyen, H. A., Choi, D. & Lee, C. (2010). Context Ontology Implementation for Smart Home. In *The 2nd International Conference on Ubiquitous Information Technologies & Applications (CoRR2010)*, abs/1007.1273.
 122. Nugent, C. D., Finlay, D. D., Fiorini, P., Tsumaki, Y. & Prassler, E. (2008). Home Automation as a Means of Independent Living. In *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 5, 1, 1-9.
 123. Pankow, L.J. & Solotoroff, J.M.(2007). Biological aspects and theories of aging. In J.A. Blackburn & C.N. Dulmus (Eds.), *Handbook of gerontology: Evidenced-based approaches to theory, practice and policy* (pp.19-56). New Jersey : John Wiley & Sons.
 124. Park, D. C., Smith, A. D., Morrell, R. W., *et al.* (1990). Effects of contextual integration on recall of pictures by older adults. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 45, 52–57.
 125. Park, S., Fisk, A. D., Rogers, W.A.(2010). Human factors consideration for the design of collaborative machine assistants. In H. Nakashima, H. Aghajan & J.C.Augusto (Eds), *Handbook of ambient intelligence and smart environments* (pp. 961–984). New York: Springer.
 126. Parkinson, S. R. (1982). Performance deficits in short term memory tasks: a comparison of amnesic Korsakoff patients and the aged. In L. S. Cermak (Ed), *Human memory and amnesia* (pp. 77–96). Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ.

127. Patterson, D.(1990). *Introduction to artificial intelligence and expert systems*. Prentice-Hall, Inc, Upper Saddle River, NJ, USA.
128. Phillips, D. R. (1999). Aging in the Asia-Pacific region: The impact of the aging and development report. *Hong Kong Journal of Gerontology*, 13(2), 44–53.
129. Pollack, M.E.((2005). Intelligent technology for an aging population: The use of AI to assist elders with cognitive impairment. *AI Magazine*, 26, 9-24.
130. Preece, J., Benyon, D., Davies, G., Keller, L. & Rogers, Y.(Eds.).(1993). *A Guide to Usability. Human Factors in Computing*. Wokingham, Addison Wesley.
131. Πρωτόπαπας, Α.Χ.(2010). *Εισαγωγή στη θεωρία και μεθοδολογία της Γνωσιακής επιστήμης*. Αθήνα, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών ‘Βασική και Εφαρμοσμένη Γνωσιακή Επιστήμη ΕΚΠΑ.
132. Rabbitt, P. (1979). Some experiments and a model for changes in attentional selectivity with old age. In F. Hoffmeister and C. Muller (Eds), *Bayer Symposium VII. Evaluation of Change*.Bonn: Springer.
133. Rebok, G.W. (1987). *Life-Span Cognitive Development*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
134. Reese, H. W. & Rodeheaver, D. (1985). Problem solving and complex decision making. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Eds.), *Handbook of the psychology of aging* (pp. 474–499). Van Nostrand Reinhold, New York.
135. Ricquebourg, V., Durand, D., Menga, D., Marhic, B., Delahoche, L., Loge, C. & Jolly-Desodt, A.-M.(2007). Context inferring in the smart home : An SWRL approach. In *21International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops AINAW'07*, 2 , 290-295.
136. Rogers, E.M.(1976). New product adoption and diffusion. *The Journal of Consumer Research*,2, 290-301.

137. Rogers, E.M.(1995). Diffusion of innovations (4th ed.). New York : The Free Press.
138. Rogers, W.A., Cabrera, E.F., Walker, N, Gilbert, D.K. & Fisk, A.D.(1996). A survey of automatic teller machine usage across the adult lifespan. *Human Factors*,38, 156-166.
139. Rogers, W.A., Fisk, A.D., Mead, S.E., Walker, N. & Cabrera, E.F.(1996). Training older adults to use automatic teller machines. *Human Factors*,38, 425-433.
140. Rogers, W.A., Hertzog, C. & Fisk, A.D.(2000). Age-related differences in associative learning : An individual differences analysis of ability and strategy influences. *Journal of Experimental Psychology :Learning, Memory and Cognition*, 26, 359-394.
141. Rogers, W.A., Mayhorn, C.B. & Fisk, A.D.(2004).Technology in everyday life for older adults. In D. C. Burdick & S. Kwon (Eds), *Gerontechnology : Research and practice in technology and aging* (pp.3-17). New York : Springer Publishing Company
142. Rogers, W. A, Meyer, B., Walker, N. & Fisk, A.D.(1998). Functional limitations to daily living tasks in the aged : a focus group analysis. *Human Factors*, 40,1, 111-125.
143. Rogers, W.A., Mykityshyn, A.L., Campbell, R.H & Fisk, A.D.(2001).Only 3 easy steps? User - centered analysis of a “simple” medical device. *Ergonomics in Design*, 9, 6-14.
144. Rogers, W. A.& Mynatt, E.D.(2003). How can technology contribute to the quality of life of older adults? In M. E. Mitchell (Ed.), *The technology of humanity: Can technology contribute to the quality of life?*(pp.22-30).Chicago, IL: Illinois Institute of Technology.
145. Salthouse, T. A. & Somberg, B. L. (1982). Time–accuracy relationships in young and old adults. *Journal of Gerontology*, 37, 349–353.
146. Sharit, J., Czaja, S.J. , Nair, S. & Lee, C.C.(2003). Effects of age, speech rate and environmental support in using telephone voice menu systems. *Human Factors*, 45, 234-252.

147. Sharps, M. J. (1991). Spatial memory in young and elderly adults: The category structure of stimulus sets. *Psychology and Aging*, 6, 309–312.
148. Sharps, M. J. & Gollin, E. S. (1987). Memory for object locations in young and elderly adults. *Journal of Gerontology*, 42, 336–341.
149. Sharps, M. J. & Gollin, E. S. (1988). Aging and free recall for objects located in space. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 43, 8–11.
150. Sowers, K.M. & Rowe, W.S.(2007). Global aging. In J.A. Blackburn & C.N. Dulmus (Eds.), *Handbook of gerontology: Evidenced-based approaches to theory, practice and policy* (pp.3-16). New Jersey : John Wiley & Sons.
151. Stevens, J.C. & Patterson, M.Q. (1996). Dimensions of spatial acuity in the touch test: Changes over the life span. *Somatosensory And Motor Research*, 12, 29–47.
152. Stuart-Hamilton, I.(2000). *The psychology of ageing: An introduction* (3rd ed.). London and Philadelphia : Jessica Kingsley Publishers Ltd.
153. Thornbury, J.M. & Mistretta, C.M. (1981). Tactile sensitivity as a function of age. *Journal of Gerontology*, 36, 34–39.
154. Valero, M.A., Vadillo, L., Penalver, A., Pau, I., Gago, E., Martin, M., & Gonzalez y Eloy Portillo, M.(2007). An implementation framework for smart home telecare services. In *Future Generation Communication and Networking (FGCN 2007)*, 2, 60-65.
155. Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27, 425.
156. Vercruyssen, M.(1997). Movement control and speed of behavior. In A.D. Fisk & W.A. Rogers (Eds), *Handbook of Human Factors and The Older Adult* (pp.55-86).San Diego :Academic Press.

157. Vincent, C., Drouin, G. & Routhier, F. (2002). Examination of new environmental control applications. *Assistive Technology*, 14, 98 – 111.
158. Waddell, K. J. & Rogoff, B. (1981). Effect of contextual organization on spatial memory of middle-aged and older women. *Developmental Psychology*, 17, 878–85.
159. Walsh, D.A. (1982). The development of visual information processes in adulthood and old age. In F.I.M. Craik and S. Trehub (Eds), *Aging and Cognitive Processes*. New York: Plenum.
160. Ward, R. (1984). *The Aging Experience*. Cambridge: Harper and Row.
161. Warren, S., & Craft, R. L. (1999). Designing smart health care technology into the home of the future. *Engineering in Medicine and Biology*, 2, 677.
162. Weeks, L.E., Branton, O. & Nilsson, T.(2005).The influence of the family on the future housing preferences of seniors in Canada. *Housing, Care and Support*, 8(2), 29-34.
163. Wilkowska, W. & Ziefle, M.(2011).User diversity as a challenge for the integration of medical technology into future smart home environments. In M. Ziefle & C. Röcker (Eds.), *Human-centered design of e-health technologies : Concepts, methods and applications* (pp.95-126). New York : Medical Information Science Reference.
164. Wright, B. M. & Payne, R. B. (1985). Effects of aging on sex differences in psychomotor reminiscence and tracking proficiency. *Journal of Gerontology*, 40, 179–84.
165. Woodruff-Pak, D. S. (1997). *The neuropsychology of aging*. Blackwell, Oxford.
166. Woods, B. (2008). Introduction. In B. Woods & L. Clare (Eds.), *Handbook of the clinical psychology of ageing(2nd Ed.)* (pp.1-14). West Sussex, England: John Wiley & Sons.
167. World Health Organization. (1999). *World health day: Active ageing makes the difference*.

168. Xu, J., Lee ,Y-H., Tsai, W-T., Li, W., Son, Y-S., Park, J-H. & Moon, K-D.(2009).
Ontology-based smart home solution and service composition. In *Proceedings of the 2009 International Conference on Embedded Software and Systems (ICESS '09)*.
IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 297-304.
169. Zhang, S., McClean, S., Scotney, B. & Nugent, C.(2008). Learning under uncertainty in smart home environments. In *30th Annual International Conference IEEE on Engineering in Medicine and Biology Society, Vancouver, BC*, 2083-2086.
170. Zhang, S., McClean, S., Scotney, B., Hong, X., Nugent, C. & Mulvenna, M. (2008).
Decision support for Alzheimer's patients in smart homes. In *21st IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems, June 17-19, Jyväskylä, Finland*, 236-241.
171. Zhao, J. & Lü, L. (2008). Smart home model based on ontology and context awareness.
In *International Conference on Granular Computing IEEE (GrC 2008), Hangzhou, China*, 830-833.
172. Ziefle, M., & Bay, S. (2004). Mental models of cellular phones menu. Comparing older and younger novice users. In S. Brewster, & M. Dunlop (Eds.), *Mobile Human Computer Interaction* (pp. 25–37). Berlin, Heidelberg: Springer.
173. Ziefle, M., & Bay, S. (2005). How older adults meet cognitive complexity: Aging effects on the usability of different cellular phones. *Behaviour & Information Technology*, 24(5), 375–389.