

3DTV – Τεχνολογία και Προοπτικές

Γιάννης Παπαστάμου

Κηρύκος Καρτελιάς

(ΜΟΠ 332)

(ΜΟΠ 335)

Μάθημα: Ψηφιακή Τηλεόραση

Υπεύθυνος Καθηγητής: Δρ. Νικόλαος Δεσύπρης

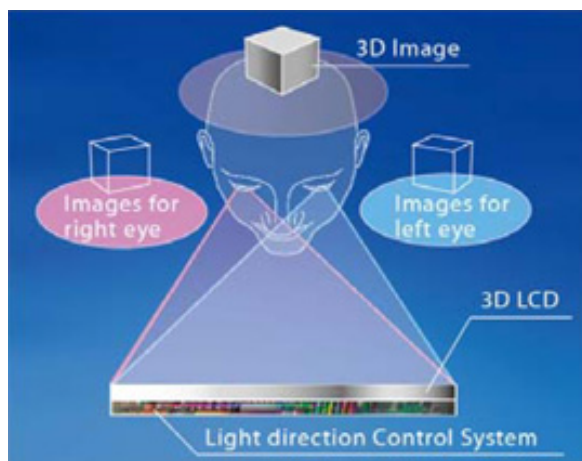
Περίληψη: Η 3D TV κερδίζει όλο και μεγαλύτερο μερίδιο στην αγορά τηλεόρασης σήμερα. Η παρούσα εργασία παρουσιάζει την εξέλιξη της τεχνολογίας 3D καταδεικνύοντας πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των υπάρχουσών τεχνικών, ενώ παράλληλα φιλοδοξεί να κάνει μια εκτίμηση των τεχνικών που θα επικρατήσουν στο μέλλον.

Λέξεις Κλειδιά: 3DTV, Λήψη, Μετάδοση, Κωδικοποίηση, Αναπαραγωγή, Γυαλιά, Οθόνες, Παρενέργειες, Προοπτικές

1. Εισαγωγή

Εδώ και πολλά χρόνια οι τεχνικοί εικόνες, αρχικά στον κινηματογράφο και αργότερα στην τηλεόραση, μελετούσαν διάφορες τεχνικές για να δώσουν την αίσθηση της τρίτης διάστασης στην επίπεδη οθόνη.

Ο τρόπος που αντιλαμβανόμαστε τρεις διαστάσεις στον χώρο στηρίζεται στο γεγονός ότι έχουμε δύο μάτια, που στέλνουν την εικόνα από ελαφρώς διαφορετικές γωνίες στον εγκέφαλο.



Έτσι, αν βάλουμε ένα δάχτυλο μπροστά στα μάτια μας, ανοιγοκλείνοντας τα μάτια μας διαδοχικά θα διαπιστώσουμε ότι στην εικόνα που δίνει το κάθε μάτι, το δάχτυλο φαίνεται σε διαφορετικό σημείο. Με αυτό τον τρόπο αντιλαμβανόμαστε το βάθος. Η προβολή τρισδιάστατων εικόνων στον κινηματογράφο και στην τηλεόραση βασίζεται σε αυτό το φαινόμενο, δηλαδή στην διαφορετική απεικόνιση που δίνει το κάθε μάτι.

Μια τηλεόραση, είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα που απαιτεί τη δέσμευση μιας σκηνής, την μετατροπή της σε σήμα, τη μεταφορά του σήματος και τέλος την έκθεσή του σε ένα υποσύστημα απεικόνισης – αυτό ακριβώς ισχύει και στα 3DTV συστήματα. Τα πρόσφατα σημαντικά επιτεύγματα στον τομέα της έρευνας και ανάπτυξης στην τεχνητή όραση και οι καινοτόμες εφαρμογές τους δημιούργησαν ένα θετικό κλίμα και μεγάλο ενδιαφέρον για την τεχνολογία της 3DTV.

Από τεχνολογική άποψη αυτό το ενδιαφέρον περιλαμβάνει βελτιώσεις στις τεχνολογίες που συμμετέχουν στην αλυσίδα της 3DTV όπως λήψη της 3D σκηνής, αναπαραστάση, κωδικοποίηση/μετάδοση, μετατροπή του σήματος και αναπαραγωγή.

Μετά από πολύχρονες προσπάθειες, οι τηλεοπτικοί σταθμοί κατέληξαν σε συμφωνία με τους κατασκευαστές τηλεοπτικών δεκτών και άρχισαν οι τρισδιάστατες τηλεοπτικές εκπομπές, παράλληλα με την εμφάνιση τρισδιάστατων δεκτών στο εμπόριο. Η υλοποίηση απαιτεί ειδικές τηλεοράσεις, ειδικές εκπομπές και σε ορισμένες των περιπτώσεων, ειδικά γυαλιά. Προς το παρόν δεν υπάρχει σημαντική παραγωγή τρισδιάστατου

τηλεοπτικού προγράμματος αλλά οι μεγάλοι κατασκευαστές έχουν αρχίσει και παρουσιάζουν μεγάλες 3D τηλεοράσεις. Μετά την προβολή τρισδιάστατων ταινιών στους κινηματογράφους, όπως το «Avatar» (2009), και τις διαφημίσεις των τηλεοράσεων 3D δόθηκε ώθηση σε αυτή την αγορά. Το βρετανικό δίκτυο BSkyB προχώρησε στην παραγωγή της πρώτης «εμπορικής» τρισδιάστατης εκπομπής, με την αναμετάδοση του ποδοσφαιρικού αγώνα Manchester United – Arsenal στις 31 Ιανουαρίου του 2010. Το αμερικάνικο κανάλι ESPN δείχνει 3D αθλητικά από το Μάρτιο του 2010, το Μουντιάλ του 2010 προβλήθηκε και σε 3D, videogames σε 3D κυκλοφορούν ήδη, και τα πρώτα 3D Blu-Ray, κυκλοφορούν από το τέλος του 2010. Στον δορυφόρο EuroBird 9A το κανάλι 3D sat tv ήδη εκπέμπει τρισδιάστατα σε υψηλή ανάλυση ενώ στον Turksat 3A σε κανονική ανάλυση FTA (free-to-air) εκπέμπεται εικόνα 3D. Οι πρώτοι τρισδιάστατοι δέκτες παρουσιάστηκαν στην ελληνική αγορά το 2010 από τις εταιρείες Toshiba, LG, Samsung, Sony και Panasonic. Η μετάδοση και η προβολή 3D περιεχομένου στην Ελλάδα βρίσκεται ακόμα σε εμβρυικό στάδιο, και είναι χαρακτηριστικό ότι μόνο το συνδρομητικό κανάλι έχει πραγματοποιήσει μετάδοση μόλις δυο ποδοσφαιρικών αγώνων στις 3 διαστάσεις.

2. Τρόπος λειτουργίας 3D TV

Η αλυσίδα αποτελείται από τα εξής στάδια: 1. Λήψη, 2. Αποθήκευση, 3. Κωδικοποίηση-Συμπίεση, 4. Δικτύωση-Μετάδοση, 5. Αναπαραγωγή

2.1 Λήψη

Η λήψη της τρισδιάστατης εικόνας video γίνεται συνήθως με τουλάχιστον δύο κάμερες οι οποίες πρέπει να είναι πανομοιότυπες, συγχρονισμένες και τοποθετημένες οριζόντια. Δεν μπορούν να υπάρχουν διαφορές ούτε στην ανάλυση ούτε σε άλλα χαρακτηριστικά γιατί θα

δημιουργηθεί πρόβλημα στην τελική ψευδαίσθηση. Σημαντική είναι η κατάλληλη απόσταση μεταξύ των φακών των καμερών (interaxial). Αυτή εξαρτάται από το περιεχόμενο της σκηνής καθώς και την επιθυμητή αίσθηση βάθους. Συνήθως, όμως, η απόσταση είναι 65 χιλιοστά (όση είναι και η απόσταση των ματιών). Αν η απόσταση είναι μικρότερη, τότε θα προκύψει μια πιο επίπεδη εικόνα, ενώ αν είναι μεγαλύτερη το αποτέλεσμα θα είναι μια εικόνα μικρότερη από την κανονική (έτσι δημιουργούνται και οι μινιατούρες σε διάφορες σκηνές) (hyper-stereoscopy¹). Στην περίπτωση που οι κάμερες είναι μεγάλες (ογκώδεις) δεν μπορούμε να επιτύχουμε την απόσταση που θέλουμε. Τότε καταφεύγουμε στη χρήση καθρεφτών. Οι δύο κάμερες τοποθετούνται αντικριστά και μαγνητοσκοπούν τους καθρέφτες, που είναι τοποθετημένοι σε γωνία 45 μοιρών, και όχι το ίδιο το αντικείμενο. Φυσικά υπάρχουν και άλλες διατάξεις με καθρέφτες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, ανάλογα με το αντικείμενο την σκηνή ή ακόμα και ποιο αποτέλεσμα θέλουμε στην τελική εικόνα μας.

Με παράλληλες κάμερες, έχουμε πιο ήρεμα τρισδιάστατα πλάνα, χρειάζεται όμως επεξεργασία η εικόνα ώστε να δοθεί το κατάλληλο βάθος. Η επεξεργασία, όμως, που απαιτείται, χρησιμοποιεί για τις διορθώσεις stereo base shifting που οδηγεί σε περικοπή των εικόνων. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να λυθεί αν κατά τη λήψη φροντίσουμε να έχουμε περισσότερο χώρο στα πλαϊνά. Με κάμερες που συγκλίνουν (converge shots) θα χρειαστεί ακόμα μεγαλύτερη επεξεργασία (υπάρχει το φαινόμενο keystone- διαστρέυλωση διαστάσεων αντικειμένων).

Οι εικόνες που λαμβάνονται με αυτόν τον τρόπο αντιπροσωπεύουν δύο προοπτικές του ίδιου αντικειμένου (με τον ίδιο τρόπο που τα μάτια μας βλέπουν τον κόσμο). Στη συνέχεια

¹ <http://www.answers.com/topic/hyperstereoscopy-mapping>

γίνεται η προβολή της αριστερής και της δεξιάς εικόνας, έτσι ώστε ο θεατής να τις παρατηρεί, αντίστοιχα, με το αριστερό και το δεξί του μάτι. Ο εγκέφαλος του θεατή αναλαμβάνει να δημιουργήσει την τρισδιάστατη εντύπωση. Όταν παρατηρούμε κάτι και με τα δυο μάτια και αυτό βρίσκεται σε σχετικά κοντινή απόσταση, τότε είμαστε σε θέση να αντιληφθούμε τόσο την απόστασή του από εμάς, όσο και τη θέση και μορφή του στο χώρο. Αυτό επιτυγχάνεται από μια απλή για τον εγκέφαλο διαδικασία, κατά την οποία οι δύο σχετικά διαφορετικές δισδιάστατες εικόνες από το κάθε μάτι, συνδυάζονται σε μια πλήρη τρισδιάστατη εικόνα του περιβάλλοντος χώρου. Όσο πιο κοντά βρίσκεται ένα αντικείμενο, τόσο περισσότερο μεγαλώνει η διαφορά στην οπτική γωνία παρατήρησης του από το κάθε μάτι και συνεπώς, τόσο πιο μεγάλες είναι οι διαφορές μεταξύ όπως εικόνας του αντικειμένου όπως αυτή σχηματίζεται στο δεξί και αριστερό μάτι αντίστοιχα. Αντιθέτως, όταν το αντικείμενο απομακρύνεται από εμάς, οι διαφορές αυτές γίνονται ολοένα και πιο μικρές.

2.2 Αποθήκευση

Για την αποθήκευση μιας τρισδιάστατης εικόνας χρειαζόμαστε διπλάσια χωρητικότητα απ' ό,τι για μια κανονική. Αυτό είναι λογικό αφού για τη λήψη χρειαζόμαστε δύο κάμερες. Το κάθε ένα από τα δύο αρχεία μπορεί να συμπιεστεί και να επεξεργαστεί ξεχωριστά από το άλλο, συνήθως όμως επιλέγεται η ίδια κωδικοποίηση και συμπίεση για τα δύο αρχεία, διότι σε διαφορετική περίπτωση είναι πολύ πιθανό να εμφανιστεί αλλοιωμένο το τρισδιάστατο βίντεο κατά την αναπαραγωγή.

2.3 Κωδικοποίηση και Συμπίεση

Ένα ζήτημα που αφορά την τρισδιάστατη τηλεόραση είναι η κωδικοποίηση και η συμπίεση των δεδομένων. Η συμπίεση είναι πολύ σημαντική και αναγκαία, αφού λαμβάνουμε δεδομένα από δύο τουλάχιστον κάμερες (συνήθως), δηλαδή το διπλάσιο όγκο

πληροφορίας από αυτόν που λαμβάνουμε στη συμβατική διδιάστατη τηλεόραση.

Όσον αφορά την τηλεόραση και το βίντεο γενικότερα, η συμπίεση είναι μία διαδικασία η οποία επιχειρεί να περιορίσει τον όγκο των δεδομένων που χρειάζεται να μεταδοθούν, καθώς και το ρυθμό bandwidth που απαιτεί η μετάδοση αυτών των δεδομένων. Αυτή γενικά βασίζεται σε δύο αρχές: στη συμπίεση εικόνας (Image compression) και στη συμπίεση κίνησης (motion compression). Η συμπίεση εικόνας έχει ως σκοπό τον περιορισμό των δεδομένων που δεν είναι απαραίτητα έτσι ώστε να γίνει πλήρης ανακατασκευή της εικόνας, ή έστω με ασήμαντες απώλειες. Η συμπίεση κίνησης βασίζεται στο γεγονός ότι σε ένα βίντεο, μία εικόνα μπορεί εν μέρει να ανακατασκευαστεί με τη βοήθεια των εικόνων/καρέ που έχουν αποσταλεί προηγουμένως, πράγμα που μειώνει τον απαιτούμενο όγκο δεδομένων που πρέπει να αποσταλούν για την ανακατασκευή της εικόνας.

Οι εναλλακτικές τεχνικές κωδικοποίησης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην 3D TV είναι: Simulcast, Multivideo View Coding (MVC), 2D + depth, Stereo Interleaving, Mesh Coding.

2.3.1 Simulcast

Πρόκειται για τον απλούστερο τρόπο κωδικοποίησης. Το σήμα από την κάθε κάμερα κωδικοποιείται ξεχωριστά, και ανεξάρτητα από όλα τα υπόλοιπα. Αυτός ο τρόπος έχει χαμηλή πολυπλοκότητα, καθώς δεν αξιοποιείται η αλληλεξάρτηση μεταξύ των εικόνων που λαμβάνονται από κάθε κάμερα, όμως μειονεκτεί σε σχέση με τις άλλες τεχνικές στο γεγονός ότι κωδικοποιεί περιττή πληροφορία, κι ως εκ τούτου αύξηση του όγκου πληροφορίας που πρέπει να στείλουμε.

2.3.2 Multivideo View Coding (MVC)

Το MVC είναι μία προσθήκη στο πρότυπο κωδικοποίησης βίντεο H.264/MPEG-4 AVC. Αναπτύχθηκε σε συνεργασία των MPEG και

VCEG² και επιτρέπει την κωδικοποίηση δεδομένων που προέρχονται από περισσότερες από μία κάμερες, χρησιμοποιώντας ένα κανάλι βίντεο.

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης αυτής της τεχνικής περλαμβάνουν βελτιώσεις στη χρονική καθυστέρηση, στις απαιτήσεις μνήμης και στη σηματοθορυβική σχέση (SNR) (έρευνες έχουν δείξει μια βελτίωση της τάξης των 2 dB³). Ένα μεγάλο πλεονέκτημα είναι επίσης ότι η κωδικοποίηση MVC δεν απαιτεί αλλαγές στη χαμηλού επιπέδου σύνταξη, πράγμα που σημαίνει ότι είναι συμβατή με AVC hardware.

Ένα μειονέκτημα του MVC είναι ότι σχεδιάστηκε για λήψη από πολλές κάμερες, και το πρόβλημα είναι ότι στις σημερινές διατάξεις καταγραφής δεν συναντώνται μεγάλες συστοιχίες καμερών. Επίσης, το bandwidth που καταλαμβάνει το σήμα που κωδικοποιείται κατά MVC μειώνεται όσο αυξάνεται ο αριθμός των καμερών, πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί να απαιτείται μεγάλος αριθμός από κάμερες έτσι ώστε να βρεθούμε στο απαιτούμενο εύρος ζώνης.

2.3.3 2D + depth

Αυτός ο τρόπος κωδικοποίησης, αλλιώς γνωστός και ως 2D + 'Z', είναι ένας τρόπος στερεοσκοπικής κωδικοποίησης βίντεο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην τρισδιάστατη τηλεόραση. Κατά την κωδικοποίηση με 2D + depth, η εικόνα δίνεται σε μια σειρά από 2D καρτέ, το καθένα από τα οποία συνοδεύεται από ένα χάρτη βάθους (depthmap) σε κλίμακα αποχρώσεων του γκρι. Αυτός ο χάρτης δείχνει

² Το **Video Coding Experts Group** ή **Visual Coding Experts Group** (VCEG) είναι το ανεπίσημο όνομα του *Question 6 (Visual coding)* του *Working Party 3 (Media coding)* του *Study Group 16 (Multimedia coding, systems and applications)* του ITU-T. Το επίσημο όνομα του είναι ITU-T Q.6/SG 16. Είναι υπεύθυνο για την προτυποποίηση της σειράς προτύπων video "H.26x", της σειράς προτύπων εικόνας "T.8xx" line of image coding standards, κι παρεμφερών τεχνολογιών.

³ [http://video.ee.ntu.edu.tw/publication/paper/\[C\]\[2003\]\[ICME\]\[Ching-Yeh.Chen\]\[1\].pdf](http://video.ee.ntu.edu.tw/publication/paper/[C][2003][ICME][Ching-Yeh.Chen][1].pdf)

σε τι θέση πρέπει να βρίσκεται το κάθε pixel ως προς τον κάθετο προς την εικόνα άξονα.

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι μικρή αύξηση του bandwidth που απαιτείται (της τάξης του 5-20%), πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί γι' αυτό η υπάρχουσα υποδομή. Επίσης, αυτός ο τρόπος κωδικοποίησης είναι συμβατός με τον υπάρχοντα εξοπλισμό και τα εργαλεία συμπίεσης, και επιτρέπει στην τρισδιάστατη τηλεόραση διάφορους τύπους προβολής, όπως για παράδειγμα διάφορα μεγέθη εικόνας.

Το κυριότερο μειονέκτημα του 2D + depth είναι ότι το βάθος εικόνας που μπορεί να απεικονιστεί με ένα 8-bit depthmap είναι περιορισμένο.

Αυτός ο τρόπος κωδικοποίησης διαθέτει όσα χρειαζόμαστε σε μια τρισδιάστατη προβολή: προς τα πίσω συμβατότητα με τη διδιάστατη τηλεόραση, χαμηλές απαιτήσεις σε bandwidth και ευκολία στην κωδικοποίηση. Γι' αυτό και ο οργανισμός MPEG έχει προτυποποιήσει το 2D + depth για μετάδοση μέσω DVB, κάτι που θα αναλύσουμε σε επόμενη ενότητα.

2.3.4 Stereo Interleaving

Το Stereo Interleaving είναι μία κατηγορία τεχνικών κωδικοποίησης, οι οποίες βασίζονται στο ότι η όραση είναι διοφθαλμική. Χρησιμοποιούνται έτσι δύο εκδοχές, η δεξιά και η αριστερή, στις οποίες η κωδικοποίηση γίνεται εφαρμόζοντας μια πολυπλεξία μεταξύ τους.

Αυτή η πολυπλεξία μπορεί να είναι χρονική ή χωρική. Στη χρονική πολυπλεξία, οι δύο εκδοχές (δεξιά και αριστερή) εναλλάσσονται σε κάθε καρτέ. Πρώτα εμφανίζεται δηλαδή ένα καρτέ από τη δεξιά εκδοχή, έπειτα ένα καρτέ από την αριστερή, κοκ.

Εκτός από την απώλεια χωρικής ανάλυσης που αναφέρθηκε παραπάνω ότι επιφέρει η χωρική πολυπλεξία, το κυριότερο μειονέκτημα του stereo interleaving είναι ότι μία 2D συσκευή είναι αδύνατον να αποκωδικοποιήσει ένα σήμα που έχει κωδικοποιηθεί με stereo interleaving έτσι ώστε να παράγει μια 2D έκδοση της

προβολής. Η προβολή θα γινόταν αναγκαστικά με γρήγορες εναλλαγές της δεξιάς και αριστερής εκδοχής, ή με τις δύο εκδοχές η μία δίπλα ή πάνω από την άλλη. Αυτό προφανώς θα οδηγούσε σε μια μη αποδεκτή προβολή.

2.3.5 Mesh Coding

Το mesh coding έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα για το πεδίο των 3D γραφικών σε υπολογιστές (σε κάρτες γραφικών) υπό μορφή αλγορίθμων συμπίεσης. Αυτό μπορεί να φανεί χρήσιμο και στην τρισδιάστατη τηλεόραση. Η συλλογή των πλευρών, ακμών και σημείων, μαζί με την πληροφορία για το πώς συνδέονται αυτά μεταξύ τους, λέγεται συνδεσιμότητα. Επίσης, το κάθε σημείο τοποθετείται στον τρισδιάστατο χώρο χρησιμοποιώντας συντεταγμένες. Με παρόμοιο τρόπο, τοποθετούνται στο επίπεδο οι ακμές και οι επιφάνειες. Οι πληροφορίες σχετικά με το που τοποθετούνται αυτά τα στοιχεία στο χώρο, οι συντεταγμένες δηλαδή, καλούνται γεωμετρία του mesh. Ένα mesh μπορεί δηλαδή να κωδικοποιηθεί ως $M=(C, G)$, όπου C η συνδεσιμότητα και G η γεωμετρία του⁴.

2.4 Δικτύωση-Μετάδοση

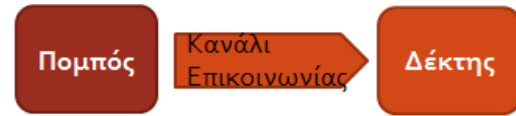
Το κυριότερο πρόβλημα κατά τη μετάδοση ενός σήματος που προορίζεται για τρισδιάστατη τηλεόραση είναι οι μεγάλες απαιτήσεις στο bandwidth που έχει η μετάδοση πολλών video streams. Υπάρχουν δύο πιθανοί τρόποι (είδη τηλεπικοινωνιακών συστημάτων) τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μετάδοση ενός σήματος για 3D TV:

- Η υπάρχουσα υποδομή που χρησιμοποιείται για την ψηφιακή τηλεόραση
- Μετάδοση over IP

Σημειώνεται πάντως ότι έχουν γίνει μεγαλύτερα και, θα μπορούσαμε να πούμε, πιο ενδιαφέροντα βήματα για τη μετάδοση τρισδιάστατου βίντεο over IP.

⁴ <http://research.microsoft.com/en-us/um/people/hoppe/pm.pdf>

Σημειώνεται ότι γενικά, σε οποιαδήποτε περίπτωση, η δομή ενός δικτύου τρισδιάστατης τηλεόρασης αποτελείται από τα βασικά σημεία που φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



Κωδικοποίηση

Αποκωδικοποίηση

Ο πομπός κάνει κωδικοποίηση του τρισδιάστατου βίντεο με κάποιον από τους τρόπους που αναλύθηκαν παραπάνω, μεταδίδει το κωδικοποιημένο σήμα μέσω του καναλιού επικοινωνίας, και γίνεται η αποκωδικοποίηση στο δέκτη, και έπειτα η προβολή του βίντεο.

2.4.1 Διόρθωση σφαλμάτων και προστασία από απώλεια πακέτων

Στην περίπτωση της μετάδοσης της πληροφορίας over IP, ένα πολύ σημαντικό θέμα που πρέπει να αντιμετωπίσουμε είναι η απώλεια πακέτων και τα σφάλματα. Τα περισσότερα πρωτόκολλα δικτύωσης απορρίπτουν πακέτα τα οποία έχουν σφάλματα bit, μεταφράζοντας δηλαδή τα σφάλματα bit ως απώλεια πακέτων. Έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές για την προστασία από σφάλματα και απώλειες πακέτων για τη μετάδοση πολυμέσων, και σήματος 3D TV ειδικότερα. Αξίζει να αφιερώσουμε μία ενότητα στην εξέταση κάποιων από αυτές τις τεχνικές οι οποίες έχουν αναπτυχθεί επί αυτού του θέματος.

2.5 Αναπαραγωγή

Υπάρχουν διάφορες τεχνικές για να παράγει μια τρισδιάστατη κινούμενη εικόνα.

- Ανάγλυφο 3D με παθητικά κοκκίνα-κυανά γυαλιά
- Πολωμένο 3D με παθητικά πολωτικά γυαλιά

- Alternate-frame sequencing με ενεργά φωτοφρακτικά γυαλιά (shutter) ή κάποια άλλη συσκευή για το κεφάλι.
 - Αυτοστερεοσκοπικές οθόνες χωρίς γυαλιά
- Υπάρχουν οθόνες για ένα μόνο θεατή και άλλες για πολλούς. Οι δεύτερες χρησιμοποιούν είτε κάποιο σύστημα ανίχνευσης κεφαλής για να αλλάξει την εικόνα ανάλογα με τη γωνία θέασης ή προβάλλει ταυτόχρονα πολλές ανεξάρτητες εικόνες/προοπτικές της ίδιας σκηνής (μία για κάθε θεατή)-automultiscopic. Τέτοιες οθόνες μπορούν να δημιουργηθούν on the fly χρησιμοποιώντας τη δισδιάστατη εικόνα και προσαρμόζοντας το βάθος. Άλλες τεχνικές είναι η ολογραφία, η ογκομετρική οθόνη και το φαινόμενο Pulfrich⁵.

2.5.1 3D οθόνες

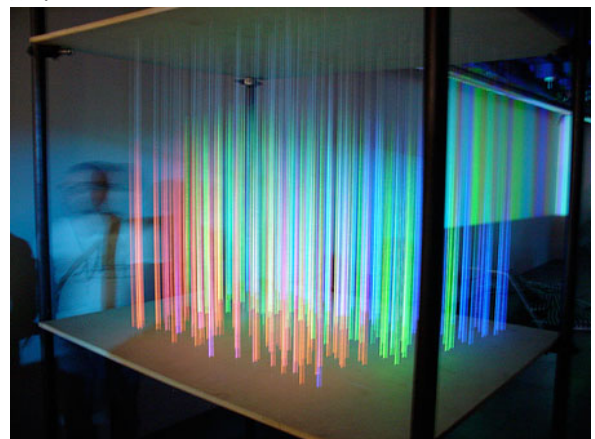
Στερεοσκοπικές: Βασίζονται στην αρχή της στερεοοπτικής. Η στερεοσκοπική τεχνολογία χρησιμοποιεί διαφορετική συσκευή για κάθε άτομο που βλέπει τη σκηνή η οποία δημιουργεί μια διαφορετική εικόνα σε κάθε μάτι του θεατή. Παραδείγματα αυτής της τεχνολογίας είναι οι ανάγλυφες εικόνες και τα πολωτικά γυαλιά. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούνται συνήθως ειδικά γυαλιά.

Αυτοστερεοσκοπικές: Είναι ένα επαναστατικό προϊόν της στερεοσκοπίας. Οι οθόνες αυτού του είδους χρησιμοποιούν οπτικά τρικ (σε αντίθεση με τις στερεοσκοπικές που σημαντικό ρόλο παίζουν τα γυαλιά), ώστε το κάθε μάτι να βλέπει την επιθυμητή εικόνα. Έτσι ο θεατής έχει τη δυνατότητα να κινεί το κεφάλι του χωρίς να καταστρέφεται η ψευδαίσθηση του βάθους. Περιλαμβάνουν pixels που εξαρτώνται από τη γωνία θέασης, έχουν δηλαδή διαφορετική ένταση και χρώμα ανάλογα με τη γωνία θέασης. Αυτό σημαίνει πως μπορείς να δεις μία σκηνή υπό διαφορετική γωνία, αν κινηθείς οριζόντια γύρω από την οθόνη. Στις περισσότερες οθόνες, χάνεται η αίσθηση του

βάθους αν μετακινηθείς, παρόλα αυτά υπάρχουν οθόνες που διατηρούν την τρισδιάστατη αίσθηση, αλλάζοντας γωνία θέασης.

Ολογραφία(παράγεται από υπολογιστή) (computer-generated holography-CGH): Υπάρχουν συσκευές που δημιουργούν πεδία φωτός πανομοιότυπα με εκείνα που θα εκπέμπονταν από τη σκηνή. Αν και είναι η πιο πειστική από τις τρισδιάστατες οθόνες, χρειάζονται αρκετοί υπολογισμοί για να παραχθεί μια τέτοια εικόνα, γιατί και δεν χρησιμοποιούνται. Παρ' όλα αυτά κάποιες εταιρίες χρησιμοποιούν τη τεχνολογία αυτή κυρίως για διαφημιστικούς σκοπούς.

Ογκομετρικές οθόνες (Volumetric displays): Κάποιοι φυσικοί μηχανισμοί χρησιμοποιούνται για να εμφανίσουν σημεία φωτός μέσα σε έναν όγκο. Τέτοιες οθόνες χρησιμοποιούν voxels αντί για pixels. Οι ογκομετρικές οθόνες περιλαμβάνουν πολλές επίπεδες οθόνες κολλημένες η μία πάνω στην άλλη, και περιστρεφόμενες οθόνες στις οποίες ένα περιστρεφόμενο επίπεδο σαρώνει ολόκληρο το χώρο.



2.5.2 Γυαλιά

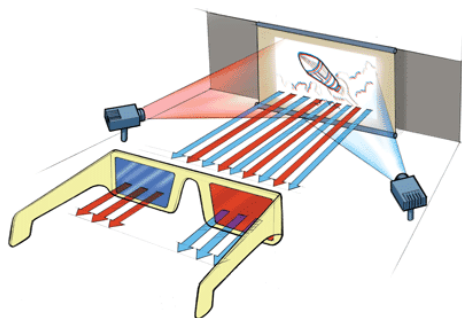
Οι υλοποιήσεις τρισδιάστατης εικόνας με ειδικά γυαλιά είναι οι πρώτες που δοκιμάστηκαν και υπάρχουν σε πολλές διαφορετικές μορφές. Οι πρώτες υλοποιήσεις που ξεκίνησαν από την εποχή του ασπρόμαυρου κινηματογράφου ήταν με ειδικά χρωματισμένα γυαλιά. Ο θεατής έχει την ψευδαίσθηση τριών διαστάσεων όταν

⁵ σύμφωνα με τον Pulfrich (1922, όπως αναφέρεται σε Heron et al, 2002) η αντιληπτική καθυστέρηση είναι ανάλογη με την ένταση του ερεθίσματος.

φοράει τα ειδικά γυαλιά, ενώ χωρίς αυτά βλέπει είδωλα στην οθόνη μαζί με την εικόνα. Οι υλοποιήσεις αυτές εξελίχθηκαν από τότε, και η τελευταία από αυτές (ή εναλλάξ προβολή με φωτοφρακτικά γυαλιά) έγινε αποδεκτή το 2010 από την τηλεοπτική βιομηχανία για την παραγωγή τηλεοπτικών δεκτών τριών διαστάσεων. Τα γυαλιά που χρησιμοποιούνται δύναται να κατηγοριοποιηθούν σε δυο μεγάλες ομάδες, ενεργά και παθητικά.

Στα ενεργά γυαλιά περιλαμβάνονται τα LCD τα οποία περιέχουν υγρούς κρυστάλλους και είναι συγχρονισμένα με τις εικόνες που προβάλλονται στην οθόνη, και τα head-mounted display, των οποίων οι φακοί είναι στην πραγματικότητα 2 οθόνες (μία για κάθε μάτι) που παράγουν μία διαφορετική προοπτική για το ίδιο αντικείμενο.

Τα παθητικά περιλαμβάνουν τα Γραμμικά πολωμένα γυαλιά (linear polarized glasses), Κυκλικά πολωμένα γυαλιά, τα Infitec glasses, τα Συμπληρωματικά χρωματικά ανάγλυφα (complementary color anaglyphs), τα ColorCode 3D, και τα Anachrome “compatible” color anaglyph⁶.



3. Συνήθειες παρενέργειες

Γεγονός είναι ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ της 3D τεχνολογίας και της ανθρώπινης όρασης. Από τη μία πλευρά, η 3D τηλεόραση βασίζεται στη χρήση δύο ελαφρώς διαφορετικών εικόνων με παρόμοιο τρόπο με το μοντέλο της ανθρώπινης όρασης για τη δημιουργία μιας τρισδιάστατης αναπαράστασης. Από την άλλη,

υπάρχουν κάποιες σημαντικές διαφορές στον τρόπο που βλέπει κανείς ένα τρισδιάστατο αντικείμενο και μια 3D ταινία στην τηλεόραση. Η παρούσα 3D τεχνολογία όμως ασχολείται μόνο με το θέμα της σύγκλισης, με αποτέλεσμα η λειτουργία της σύγκλισης και η λειτουργία της εστίασης να αναφέρονται τελικά σε δύο διαφορετικά σημεία στο χώρο. Το σημείο εστίασης είναι σταθερά η οθόνη της τηλεόρασης, ενώ το σημείο σύγκλισης αλλάζει διαρκώς, ανάλογα με τη διαφορά μεταξύ των δύο εικόνων 2D που συγκλίνουν τεχνητά. Αυτή η διαφορά μεταξύ της σύγκλισης και της εστίασης οδηγεί σε διάφορες ανεπιθύμητες παρενέργειες. Αυτός είναι και ο λόγος, για τον οποίο οι ταινίες 3D δημιουργούνται με διαφορετικές τεχνικές⁷ κατά το γύρισμα, απ' ό,τι οι συνηθισμένες 2D ταινίες.

Επιπρόσθετα, υπάρχει η πιθανότητα δημιουργίας δυσάρεστων επιδράσεων σε αρκετούς θεατές κατά τη διάρκεια μιας 3D προβολής εξαιτίας αυτής της ανισότητας, όπως η αίσθηση αποπροσανατολισμού και πονοκέφαλοι. Εκτός αυτού, ο ανθρώπινος εγκέφαλος κάνει χρήση διαφόρων διαδικασιών για την παραγωγή της αίσθησης του σχετικού βάθους και επομένως της τρισδιάστατης αντίληψης, οπότε η δημιουργία της 3D ψευδαίσθησης αποκλειστικά μέσω της σύγκλισης, συνήθως δεν είναι αρκετή για ορισμένους ανθρώπους, ώστε να βλέπουν τρισδιάστατες εικόνες στην τηλεόραση ή τον κινηματογράφο.

Τα γυαλιά που χρησιμοποιούνται είναι με ένα μπλε και ένα κόκκινο φακό (για το δεξί και αριστερό μάτι αντίστοιχα) και παρουσιάζουν ταυτόχρονα (με μια οποιαδήποτε συσκευή δισδιάστατης έγχρωμης απεικόνισης) την εικόνα που προορίζεται για το δεξί μάτι χρωματισμένη μπλε, ενώ αυτή για το αριστερό κόκκινη. Το μάτι που καλύπτεται από το

⁶ http://www.3d-hdtv.us/Philips_3D_TV.aspx

⁷ Υπάρχουν πολλές διαφορετικές τεχνικές, στις οποίες ενδέχεται να συμμετέχουν ρομποτικές κάμερες στη λήψη, να γίνεται λήψη της των ηθοποιών σε διάφορες στάσεις πριν το γύρισμα της σκηνής, κ.α.

κόκκινο φίλτρο βλέπει το κόκκινο τμήμα της εικόνας ως «λευκό» και το μπλε τμήμα ως «μαύρο». Το μάτι που καλύπτεται από το μπλε φίλτρο αντιλαμβάνεται το αντίθετο αποτέλεσμα. Σε ένα κόκκινο-μπλε ανάγλυφο, για παράδειγμα, το μάτι που καλύπτεται από το κόκκινο φίλτρο βλέπει τα κόκκινα μέρη της εικόνας ως «λευκά» και τα μπλε μέρη ως «μαύρα».

Με αυτό τον τρόπο, καθίσταται εφικτό να είναι άορατη η μια από τις δύο εικόνες για το άλλο μάτι και έτσι να επιτυγχάνεται το επιθυμητό αποτέλεσμα της στερεοσκοπικής απεικόνισης.

Βέβαια, μερικοί άνθρωποι, κυρίως οι μυωπικοί, ενοχλούνται με τα γυαλιά εξαιτίας της διαφοράς στις διόπτρες των φακών, δεδομένου ότι η μια εικόνα είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από την άλλη. Τα γυαλιά μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τις ήδη υπάρχουσες συσκευές τηλεόρασης, DVD και Blu-ray και, επιπλέον, τα γυαλιά εγχρώμων φίλτρων (ερυθρό/κυανό ή πορτοκαλί/βαθύ μπλε) είναι χαμηλού κόστους κατασκευής. Το σύστημα των ερυθρών /κυανών φίλτρων αφαιρεί το βάθος της πραγματικής χρωματικής πληροφορίας από την προβαλλόμενη εικόνα και η παρατεταμένη χρήση των γυαλιών είναι δυσάρεστη.

Η μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται στην τρισδιάστατη τηλεόραση δεν μεταδίδει τέτοιου είδους «δευτερεύουσες» πληροφορίες στον εγκέφαλο, με αποτέλεσμα πολλοί άνθρωποι να νιώθουν αποπροσανατολισμένοι, με τον ίδιο τρόπο που άλλοι αισθάνονται αλλόκοτα όταν βρίσκονται σε τεχνητούς δορυφόρους ή διαστημόπλοια και παρατηρούν αντικείμενα που έχουν «πάνω» και «κάτω» μέρος, δεν νιώθουν όμως τη βαρύτητα να τους «τραβά» προς τα «κάτω». Αυτός ο αποπροσανατολισμός των τηλεθεατών μπορεί να προκαλέσει πονοκέφαλο και, σε πιο σοβαρές περιπτώσεις, ναυτία. Το ενδιαφέρον όμως είναι ένα άλλο γεγονός, εντελώς απρόσμενο. Ένα σχετικά μικρό ποσοστό των ανθρώπων, της τάξης του 10%, δεν αποκτά την αίσθηση του βάθους παρατηρώντας δύο εικόνες παρμένες με

διαφορετικές κάμερες. Αυτό σημαίνει ότι ο εγκέφαλός τους δεν χρησιμοποιεί τη σύγκριση της παράλλαξης μεταξύ των εικόνων που δίνουν τα δύο μάτια για τον υπολογισμό της τρίτης διάστασης, αλλά κάποια άλλη μέθοδο. Το φαινόμενο αυτό αναγνωρίστηκε από στατιστικές έρευνες που έγιναν εν όψει της έναρξης τρισδιάστατων τηλεοπτικών εκπομπών από εφέτος και δεν έχει ακόμη μελετηθεί σε βάθος.

4. Η Τρισδιάστατη τηλεόραση του μέλλοντος

Η τρισδιάστατη τηλεόραση του μέλλοντος, χωρίς να χρειάζεται κανένα είδος γυαλιών θα προβάλλει πραγματικές τρισδιάστατες εικόνες, με τη βοήθεια ολογραμμάτων που δημιουργούνται από τρεις ή έξι έγχρωμους προβολείς λέιζερ. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει χρηματοδοτήσει δύο ερευνητικές ομάδες για την κατασκευή, από την καθεμιά, ενός πρωτοτύπου συστήματος προβολής, που θα μπορούσε να εξελιχθεί μελλοντικά σε βιομηχανικό πρότυπο. Προς το παρόν τα πρωτότυπα που παρουσιάστηκαν έχουν δύο ελαττώματα: Οι οθόνες έχουν βάθος, περισσότερο από 40 εκατοστά, αφού οι προβαλλόμενες εικόνες είναι πραγματικά τρισδιάστατες. Το σύστημα προβολής απαιτεί τη χρήση μιας συστοιχίας πολύ γρήγορων ηλεκτρονικών υπολογιστών, για την οδήγηση των συσκευών λέιζερ. Όταν τα δύο αυτά προβλήματα αντιμετωπιστούν η πραγματική τρισδιάστατη τηλεόραση θα είναι έτοιμη να βγει στην παραγωγή⁸.

Το Study Group 6 του ITU Radiocommunication Sector (ITU-R) δημοσίευσε μια νέα μελέτη αποτυπώνοντας τον “οδικό χάρτη” προς τη

⁸ L. Onural, T. Sikora, and A. Smolic, An Overview of a New European Consortium: Integrated Three-dimensional Television – Capture, Transmission and Display (3DTV), European Workshop on the Integration of Knowledge, Semantics and Digital Media Technology (EWIMT) Proc., Nov. 2004.

μελλοντική 3D TV, η οποία θα ενσαρκώνει έξυπνα συστήματα, τα οποία θα είναι σε θέση να μιμούνται επ' ακριβώς τον τρόπο με τον οποίο το ανθρώπινο μάτι και ο εγκέφαλος αντιλαμβάνονται το φυσικό κόσμο.

Ο οδικός αυτός χάρτης προσδιορίζει τη μετάβαση στην μελλοντική 3DTV σε τρία στάδια, τρεις διαφορετικές γενιές (τεχνικά τρία διαφορετικά προφίλ).

Η πρώτη γενιά – “πλανο-στερεοσκοπική τηλεόραση” – βασίζεται στη μετάδοση δύο εικόνων (views) στους δέκτες των τηλεθεατών. Φορώντας ειδικά γυαλιά παρόμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται στο 3D κινηματογράφο, οι τηλεθεατές είναι σε θέση να βλέπουν βάθος στις εικόνες, παρόλο που η εικόνα παραμένει η ίδια όταν αυτοί κινούν το κεφάλι τους (στο φυσικό κόσμο η εικόνα που βλέπουμε αλλάζει καθώς κινούμε το κεφάλι μας).

Η δεύτερη γενιά τηλεοράσεων θα προβάλλει πολλαπλές εικόνες, και η εικόνα που θα βλέπει ο τηλεθεατής θα αλλάζει καθώς θα κινεί το κεφάλι του, πλησιάζοντας περισσότερο την φυσική εμπειρία των τριών διαστάσεων.

Η Τρίτη γενιά τηλεοράσεων θα ενσαρκώνει συστήματα τα οποία θα καταγράφουν το

πλάτος, τη συχνότητα, και τη φάση των κυμάτων φωτός, για την αναπαραγωγή τρισδιάστατων εικόνων όπως τις συλλαμβάνει το ανθρώπινο μάτι στο φυσικό κόσμο. Αυτά τα προηγμένα συστήματα απεικόνισης εκτιμάται ότι χρειάζεται 15-20 χρόνια ακόμα για να πάρουν σάρκα και οστά.

Οι νέες τεχνολογίες 3D TV που αναπτύσσονται υπό την επίβλεψη του ITU αναμένεται να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη βιομηχανία ταινιών και παραγωγής, καθώς το περιεχόμενο θα πρέπει να συλλαμβάνεται χρησιμοποιώντας ειδικό νέο εξοπλισμό προκειμένου οι χρήστες να απολαμβάνουν την πλήρη 3D εμπειρία. Η νέα τεχνολογία δε θα αλλάξει μόνο την εμπειρία διασκέδασης, αλλά ταυτόχρονα θα αναδείξει ένα πλήθος νέων δυνατοτήτων σε τομείς εκπαίδευσης και υγείας, ακόμα και διαχείρισης κυκλοφορίας.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η αναμενόμενη εξέλιξη των τεχνολογιών 3DTV με αύξουσα σειρά επιδόσεων και πολυπλοκότητας (καταδεικνύοντας την συμβατότητα με τα συμβατικά συστήματα 2DTV)

ITU 3D TV Categorization			
Compatibility level	Matrix of signal formats for 3D TV		
	Plano-stereoscopic 1 st generation 3D TV	Multiview profile 2 nd generation 3D TV	Object wave profile 3 rd generation 3D TV
Level 1 Conventional High Definition display Compatible (CDC)	Optimized colour anaglyph		
Level 2 Conventional HD Frame Compatible (CFC)	Frame compatible Left and Right in same High Definition frame		
Level 3 High Definition Frame Compatible	Frame compatible plus H.264/MPEG4-AVC resolution (for example, H.264 SVC)		
Level 4 Conventional High Definition Service Compatible (CSC)	2D HD + MVC (ie, H.264 MVC) Left and Right formed by matrixing	2D HD + MVC (ie, H.264 MVC) Depth, occlusion, transparency data	

Επίπεδα Συμβατότητας

Με ένα σύστημα “Επιπέδου 1”, ο χρήστης δε χρειάζεται να αγοράσει νέο εξοπλισμό και είναι σε θέση να απολαύσει περιορισμένη 3D

εμπειρία χρησιμοποιώντας τις σημερινές διατάξεις HDTV. Το σύστημα μετατρέπει τα αριστερά και δεξιά σήματα σε δυο εικόνες, κάθε μια με διαφορετικό χρωματισμό. Αυτές ενώνονται και μεταδίδονται ταυτόχρονα. Οι

HDTV διατάξεις λαμβάνουν αυτές τις “ανάγλυφες” εικόνες, και οι χρήστες χρησιμοποιούνε γυαλιά με φακούς διαφορετικών χρωμάτων τα οποία αντιστοιχούν στα χρώματα των εικόνων προκειμένου το κάθε μάτι να λάβει την σωστή εικόνα.

Με αυτού του είδους τα συστήματα είναι δύσκολο να επιτευχθεί ακριβής απεικόνιση των χρωμάτων ή να αποφευχθεί το φαινόμενο “cross talk” μεταξύ των εικόνων. Έχει χρησιμοποιηθεί για μεταδόσεις στις Η.Π.Α. και στην Ευρώπη, αλλά σε κάθε περίπτωση το Επίπεδο αυτό δεν υπόκειται σε προτυποποίηση, καθώς χρησιμοποιούνται τα ισχύοντα σήματα και οι συμβατικές διατάξεις.

Ένα σύστημα “Επιπέδου 2” χρειάζεται καινούριο εξοπλισμό αλλά όχι νέο αποκωδικοποιητή (set-top box). Τέτοια συστήματα είναι γνωστά ως frame-συμβατά συστήματα. Επιτρέπουν σε μια 3D εικόνα να μεταδοθεί μέσω ενός συνηθισμένου αποκωδικοποιητή όπως μια συνηθισμένη εικόνα HDTV. Τα πακέτα (frames) εν συνεχεία ξετυλίσσονται στην οθόνη από ειδικές ηλεκτρικές διατάξεις και δημιουργούνται οι αριστερές και δεξιές εικόνες στην οθόνη. Το επιπλέον κόστος για αυτά τα συστήματα δεν είναι μεγάλο αλλά το νέο σήμα υπολείπεται σε ανάλυση του αρχικού.

Αυτές οι υπηρεσίες 3D TV χρησιμοποιούν το φορμά “side-by-side” ή Sbs.

Τα συστήματα “Επιπέδου 3” θα έχουν ένα σήμα επιπέδου 2 με ένα επιπρόσθετο σήμα, για τη διασφάλιση της ανάλυσης των δυο δεξιών και αριστερών εικόνων σε 2D HD ποιότητα.

Τα συστήματα “Επιπέδου 4” απαιτούν τη χρήση νέων διατάξεων αποκωδικοποιητών και οθονών. Το εκπεμπόμενο σήμα περιέχει μια δισδιάστατη εικόνα η οποία μπορεί να προβληθεί σε μια συμβατική οθόνη, και ένα επιπλέον σήμα το οποίο πολυπλέκεται με το 2D σήμα.

5. Συμπεράσματα-Προοπτικές

Έχοντας πλέον αναλύσει την τρισδιάστατη τηλεόραση από επιστημονική σκοπιά, ας εξετάσουμε και τους οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες που σχετίζονται μ' αυτή. Είναι λογικό να αναρωτιόμαστε κατά πόσο θα έχει απήχηση η 3D TV στην κοινωνία, και κατά πόσο θα αντικαταστήσει τη δισδιάστατη τηλεόραση.

Ένας παράγοντας που δεν μας επιτρέπει να κάνουμε μια ασφαλή πρόβλεψη σχετικά με το μέλλον της τρισδιάστατης τηλεόρασης είναι η αμφίδρομη σχέση μεταξύ τεχνολογίας και κοινωνίας. Με άλλα λόγια, όχι μόνο η τεχνολογία καθοδηγεί την κοινωνία, αλλά και το αντίστροφο. Ειδικότερα για την περίπτωση της 3D TV, υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που πρέπει να λάβουμε υπ' όψη. Ένας από αυτούς είναι η ποιότητα της τρισδιάστατης προβολής που μπορεί να προσφερθεί. Αν η ποιότητα είναι κακή ή έστω μέτρια, τότε οι καταναλωτές πιθανόν να χάσουν το ενδιαφέρον τους σ' αυτή. Ένας άλλος παράγοντας είναι το κόστος των προσφερόμενων υπηρεσιών και συσκευών. Το υψηλό κόστος ενδεχομένως να αποτελέσει ανασταλτικό παράγοντα για τη διάδοση της 3D TV, αλλά όπως και για τις περισσότερες τεχνολογικές εξελίξεις που σχετίζονται με το αντικείμενο του ηλεκτρολόγου μηχανικού, το κόστος μάλλον θα μειωθεί στο μέλλον. Βέβαια το υψηλό κόστος δεν αφορά μόνο το θεατή, είναι πρόβλημα και των υπεύθυνων για μετάδοση τρισδιάστατων εκπομπών. Απαιτούνται, όπως αναλύσαμε, αλλαγές στις εγκαταστάσεις που διαθέτουμε. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η ανάγκη για περισσότερες από μία κάμερες για μια τρισδιάστατη λήψη. Από την άλλη πλευρά, η ίδια η ιδέα της τρισδιάστατης προβολής είναι κάτι το καινούριο και εντυπωσιακό, που εξάπτει τη φαντασία των ανθρώπων. Παρόμοιες τεχνολογίες αποτελούν πολλές φορές στοιχείο διαφόρων τηλεοπτικών σειρών (π.χ. Star Trek)

και κινηματογραφικών ταινιών, και γενικά στην τέχνη που εντάσσεται στην κατηγορία της επιστημονικής φαντασίας. Αυτό σε συνδυασμό με την πληθώρα εφαρμογών που θα μπορούσε να βρει η 3D προβολή, κάνουν το μέλλον της να διαφαίνεται λαμπρό. Κάποιες εφαρμογές που θα μπορούσε να έχει – εκτός φυσικά από την τηλεόραση – είναι οι οθόνες υπολογιστών, η τηλεχειρουργική, η τηλε-επίβλεψη μιας περιοχής για παρακολούθηση των περιβαλλοντικών της συνθηκών, οι προσομοιώσεις που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση πιλότων και αστροναυτών, διάφορες εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας, η τηλεδιάσκεψη (teleconferencing), τα παιχνίδια στον υπολογιστή ή σε κατάλληλες κονσόλες, και πολλά άλλα.

Η προσωπική μας εκτίμηση είναι ότι μπορεί να γίνει ευρέως διαδεδομένη η τρισδιάστατη τηλεόραση, αλλά θα πρέπει να παρέλθει μεγάλο διάστημα, πολλών ίσως ετών. Αυτό όχι μόνο επειδή θα πρέπει να γίνουν περισσότερες ερευνητικές προσπάθειες για τη βελτίωση της ποιότητας και τη μείωση του κόστους, αλλά κυρίως επειδή είναι δύσκολο να αλλάξει το status quo σε οποιαδήποτε έκφανση της ανθρώπινης κοινωνίας. Γι' αυτό και η αλλαγή θα αρχίσει να γίνεται σταδιακά και με μικρό ίσως αριθμό τρισδιάστατων συσκευών και εκπομπών. Η νέα γενιά όμως, για την οποία δεν υπάρχει καθεστηκυϊά τάξη όσον αφορά κάποια κοινωνική κατάσταση, ενδεχομένως να δεχτεί την 3D TV με περισσότερο ενθουσιασμό. Συμπερασματικά, η τρισδιάστατη τηλεόραση είναι μία πολλά υποσχόμενη τεχνολογία, και μπορούμε να διατηρούμε την αισιοδοξία μας σχετικά με τη μελλοντική της χρήση.

6. Επίλογος

Οι 3D τηλεοράσεις διατίθενται στο εμπόριο ευρέως, αλλά σίγουρα θα χρειαστεί να περάσουν μερικά χρόνια μέχρι να καταφέρουν να αποτελέσουν κύριο στοιχείο της οικιακής

ψυχαγωγίας. Είναι χαρακτηριστικό ότι συστήματα 3DTV αναφέρονται και χρησιμοποιούνται από το 1920, ακόμα και σήμερα όμως δεν υπάρχουν ακόμη αρκετά εμπορικά αποδεκτά συστήματα. Εκτός από τα προβλήματα θέασης και όρασης, αυτές οι τηλεοράσεις εξακολουθούν να είναι σχετικά πολύ ακριβές για τη μέση οικογένεια. Επιπλέον, υπάρχει ακόμη μεγάλη έλλειψη 3D περιεχομένου, καθώς και συσκευών αναπαραγωγής τέτοιου περιεχομένου, ενώ η απαραίτητη χρήση των ειδικών γυαλιών αποτελεί εμπόδιο για τους θεατές.

Υπάρχουν τόσο τεχνικοί λόγοι όσο και ανθρώπινοι παράγοντες που καθυστερούν τη χρήση των 3DTV. Ενώ είναι εύκολο να καταγραφεί και να αναπαραχθεί, υπάρχουν πολλές εναλλαγές συστημάτων 3DTV που βασίζονται στο στερεοσκοπικό βίντεο. Το κύριο ανασταλτικό στοιχείο της εξάπλωσης των 3DTV συστημάτων είναι η δυσφορία που προκαλεί στο θεατή κατά την παρακολούθηση.

Όλα τα σημερινά 3DTV συστήματα βασίζονται σε 2 κυρίως τεχνολογίες, τα αυτοστερεοσκοπικά συστήματα και τα βίντεο ελεύθερου σημείου θέασης. Οι πραγματικές 3D αναπαραστάσεις βασίζονται στα ολογράμματα ή, σε ένα βαθμό, σε ολόκληρες τεχνικές αναπαραστάσεις που δίνουν περισσότερο ικανοποιητικές εμπειρίες στους θεατές. Αυτό που θα κάνει τους θεατές να προχωρήσουν σε αγορά και χρήση των 3DTV συστημάτων είναι:

- η θέαση χωρίς καταβολή ιδιαίτερης προσπάθειας
- η διαθεσιμότητα περιεχομένου για θέαση
- η συμβατότητα με τα ήδη υπάρχοντα συστήματα.

Για αυτούς τους λόγους, πλέον, αυξάνεται η ζήτηση των 3DTV συστημάτων. Τα νέα συστήματα 3DTV έχουν την αίσθηση του βάθους και δεν κουράζουν τους θεατές κατά την παρακολούθηση.

Οι αλγόριθμοι που παράγουν 3D απεικόνιση από μία μόνο αρχική εικόνα δεν έχουν ικανοποιητικά αποτελέσματα ή δεν είναι

πλήρως αυτοματοποιημένοι. Η διαδικασία παραγωγής 3D περιεχομένου συνεχίζει να είναι δύσκολη, εφόσον περιλαμβάνει ακριβό εξοπλισμό, π.χ. πολλαπλές κάμερες λήψης, εξειδικευμένοι υψηλής επεξεργαστικής ισχύος υπολογιστές και άλλα περιφερειακά συστήματα για την τελική παραγωγή. Επίσης, χωρίς την παρουσία εξειδικευμένου προσωπικού δεν μπορεί να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Επίσης ένα άλλο δεδομένο το οποίο καταδεικνύει ότι η 3DTV είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο, είναι το γεγονός ότι παρόλο που το ανθρώπινο μάτι έχει ανάλυση 576 megarixels, οι φωτογραφικές μηχανές που κυκλοφορούν σήμερα στο εμπόριο δεν πλησιάζουν ούτε κατ' ελάχιστο αυτό το νούμερο. Συνεπώς, η 3DTV τεχνολογία και η εν λόγω αγορά έχει να διανύσει ακόμα πολύ δρόμο προκειμένου οι σύγχρονες διατάξεις να αξιοποιήσουν στο μέγιστο τη διακριτική ικανότητα του ανθρώπινου ματιού.

Όλα αυτά αναγκάζουν τη 3D απεικόνιση να εξελίσσεται με αργούς ρυθμούς. Θεατές και επιστήμονες προσβλέπουν στην εποχή που η τρισδιάστατη απεικόνιση θα χαρακτηρίζει την καθημερινότητά μας.

Βιβλιογραφία

1. Matt Cowan, «3D at the Movies», Status Report, 2007
2. Τριανταφυλλίδης Γ., «Τρισδιάστατη τηλεόραση (3DTV): Παλιές τεχνολογίες για το μέλλον», 2010
3. <http://www.scribd.com/hayley7336/d/76647329-Why-3D-TV-is-the-Future-of-TV-Entertainment> [προσπελάστηκε 29/05/2012]
4. <http://www.itu.int/en/publications/Pages/default.aspx> [προσπελάστηκε 29/05/2012]
5. <http://coolweb.gr/othones-3d-tileoraseis-leitourgia/> [προσπελάστηκε 29/05/2012]
6. <http://www.adviseme.gr/psixagogia-epikoinonia/801-3D-TV-%E2%80%93-pos-leitourgei> [προσπελάστηκε 29/05/2012]
7. <http://www.hih.org.gr/el/holography/stereoscopic-projection.html> [προσπελάστηκε 29/05/2012]
8. <http://mashable.com/2011/02/07/how-does-3d-work/> [προσπελάστηκε 29/05/2012]

9. http://3dtv.at/Knowhow/AnaglyphComparison_en.aspx [προσπελάστηκε 06/06/12]

10. <http://www.slideshare.net/teimarketing/3d-3951697> [προσπελάστηκε 06/06/12]

11. <http://www.nefsta-photography.com/?p=436> [προσπελάστηκε 06/06/12]

12. http://paroutsas.jmc.gr/project/photo_6.htm [προσπελάστηκε 06/06/12]