



ΜΙΑ ΣΥΝΤΟΜΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΝΑΝΟ-ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΙ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΜΑΥΡΙΚΟΥ ΙΩΑΝΝΑ
MIS 18008
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΜΑΙΟΣ 2018

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Α.Α. Οικονομίδης

ΜΙΑ ΣΥΝΤΟΜΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΝΑΝΟ-ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΙ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μια εισαγωγή στον τομέα της νανοτεχνολογίας γίνεται στο πρώτο κεφάλαιο. Ειδικά μια εξήγηση των όρων νανοδίκτυο, νανοτεχνολογία και νανοκλίμακα. Στο δεύτερο κεφάλαιο, συζητώντας το νόημα των νανοκεραίων. Επιπλέον, θα δοθούν λεπτομέρειες σχετικά με την ταξινόμηση νάνο-κεραίων με βάση μεταλλικά υλικά και από νέα υλικά. Στην αρχή του τρίτου κεφαλαίου δίνεται έμφαση στην επικοινωνία του νανοδικτύου. Στη συνέχεια, αναλύεται περαιτέρω ο τρόπος με τον οποίο οι επικοινωνίες είναι διατεταγμένες σε μοριακή, ηλεκτρομαγνητική, ακουστική και επαφή. Αναλυτικότερα αναφέρονται οι λεπτομέρειες για τη μοριακή και την ηλεκτρομαγνητική. Στο επόμενο κεφάλαιο αναλύονται ορισμένες εφαρμογές στον τομέα της ιατρικής με την υποστήριξη της νανοτεχνολογίας.

Τέλος, τα συμπεράσματα αυτής της βιβλιογραφικής μελέτης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1 Νανοτεχνολογία και Νανοδίκτυο

2 Νανο-Κεραίες

2.1 Νανο – Κεραίες βάσει μεταλλικών υλικών

2.2 Νανο-κεραία κατασκευασμένα από νέα υλικά

3 Προσεγγίσεις επικοινωνίας

3.1 Μοριακή Επικοινωνία

3.1.i. Τεχνικές μοριακής διάδοσης

3.1.ii Μοριακός πομπός

3.1.iii Μοριακός δέκτης

3.1.iv Υιοθετώντας συστατικά που προέρχονται από τη φύση

3.1.v Πρωτόκολλο

3.2 Ηλεκτρομαγνητική επικοινωνία

3.2.i Ηλεκτρομαγνητικό εύρος ζώνης

3.2.ii Ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος

3.2.iii Απώλεια ηλεκτρομαγνητικής διαδρομής

3,2, iv Ηλεκτρομαγνητικό πρωτόκολλο

3.3 Ακουστική επικοινωνία

3.4 Επικοινωνία Επαφής

4 Εφαρμογές Νανοτεχνολογίας

4.1 Νανοτεχνολογία και ιατρική

4.1.i Επικοινωνίες NanoNetwork στην Ιατρική

4.1.ii Επισκευή κυττάρων σώματος

4.1.iii Αποτελεσματική παράδοση φαρμάκων

4.1.iv Αντικατάσταση παθολογικών γονιδίων

4.1.v Μη επεμβατικά εργαλεία απεικόνισης

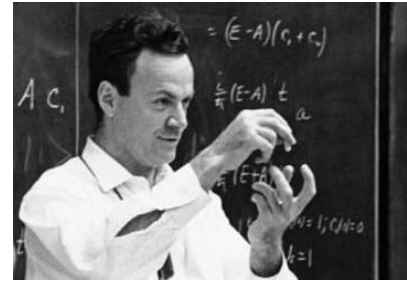
4.1.vi Μορφοποίηση των βλαστικών κυττάρων

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ- ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1 Νανοτεχνολογία και Νανοδικτύο

Νάνοεπιστήμη και νανοτεχνολογία είναι η μελέτη και εφαρμογή εξαιρετικά μικρών υλικών. Μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλαπλά πεδία όπως χημεία, βιολογία, φυσική, επιστήμη υλικών και μηχανολογία. Πρωτοπόρος ο φυσικός Ρίτσαρντ Φάιμαν (Richard Feynman), στην ομιλία του κατά την συνάντηση του American Physical Society στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Καλιφόρνια (CalTech), τον Δεκεμβρη του 1959, με τίτλο “There’s Plenty of Room at the Bottom”. Πρώτος ανέλυσε τις ιδέες και τα θέματα, πολύ πριν ο όρος νανοτεχνολογία χρησιμοποιηθεί. Στην ομιλία του περιέγραψε τις διαδικασίες και τις δυνατότητες έλεγχου και χειρισμού ατόμων και μορίων. Ένα νανόμετρο είναι ένα δισεκατομμυριοστό του μέτρου, δηλαδή 10^{-9} του μέτρου. Το σύστημα νανοδοικτύου



Εικόνα [1] Φυσικός Richard Feynman, ο πατέρας της νανοτεχνολογίας



Εικόνα [2] Νανοκλίμακα

κατασκευή Νανο-Κεραίων είναι τα συμβατικά, όπως μέταλλο είτε με νέα υλικά όπως νανοσωλήνων άνθρακα (GNRs) και γραφενίου (CNT).

2.1 Νανο – Κεραίες βάσει μεταλλικών υλικών

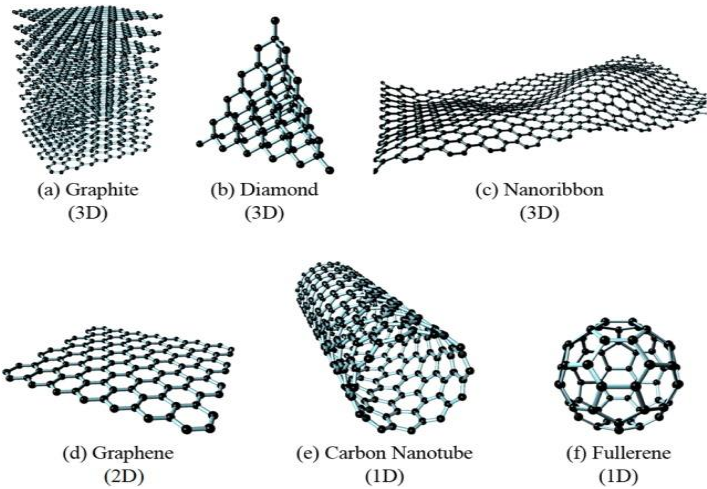
Υπάρχουν πολλά είδη Νανο – Κεραίων βάσει μεταλλικών υλικών. Μεταλλικές πλασματικές συνίστανται για ενδο-σώματικά δίκτυα. Επιπλέον είδος μεταλλικής κεραίας είναι η διπολική οπτική μεταλλική κεραία. Στο άρθρο του Ian F. Akylidiz, συγκρίθηκαν πέντε μέταλλα

βασίζεται στη διασύνδεση νανοσυσκευών (συσκευές μεγέθους ανάμεσα σε νανομετρα nM και μικρόμετρα μM). Αυτές αναλαμβάνουν καθήκοντα υπολογιστικά, επεξεργασία και αποθήκευση δεδομένων, αλληλεπίδραση ως σένσορες. Οι προσδοκίες του Νανοδοικτύου αναμένονται τόσο σε θέματα πολυπλοκότητας, όσο και σε θέματα διαχειρισμού, σύντηξη και κοινοποίηση δεδομένων. (J. M. Jornet and M. Pierobon, November 2011)

2 Νάνο - Κεραίες

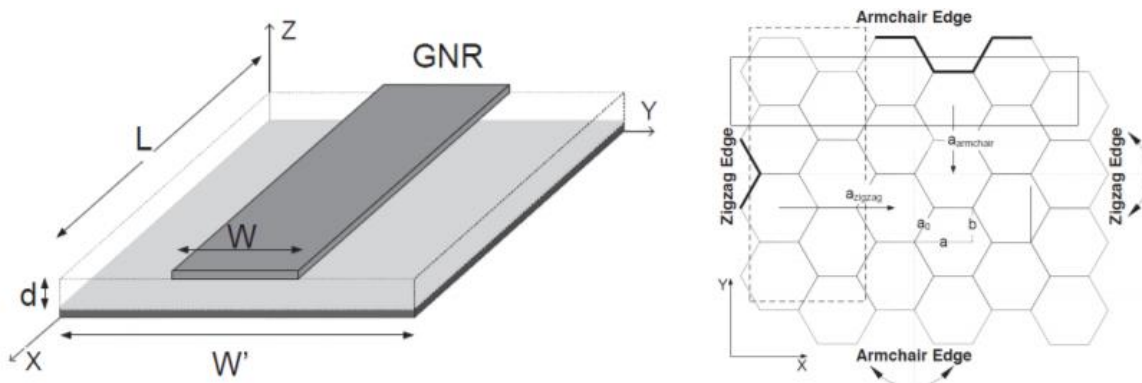
Η επικοινωνία ανάμεσα στις νανοσυσκευές παραμένει πρόκληση, δίνοντας κίνητρο για πληθώρα μελετών. Αρχικά, σχετιζόμενα με τις νανο-κεραίες και τους ανταποκρινόμενους ηλεκτρομαγνητικούς πομποδέκτες. Μειώνοντας το μέγεθος των συμβατικών κεραίων σε κλίμακα νάνο, οδηγεί σε εξαιρετικά υψηλές συχνότητες λειτουργίας, η οποία συμβάλλει στην σκοπιμότητα της ηλεκτρομαγνητικής ασυρματης επικοινωνίας ανάμεσα στις νανοσυσκευές. Υλικά για την

(ασήμι, χρώμιο, χρυσός και χαλκός), όπου μελετήθηκε η ανταπόκριση του μήκους της κεραίας με το εύρος. Βασική θεωρείται η επιλογή καταλλήλου μεταλλικού υλικού στις νάνο κεραίες, σε σχέση με τις συμβατικές κεραίες. Ανεξάρτητα από τις γενικές μεταλλικές νάνο κεραίες, εφαρμόζονται και τεχνικές metal oxide metal (MOM) λόγω των εξαιρετικών χαρακτηριστικών ανακατευθυνσμού.



2.2 Νανο-κεραία κατασκευασμένα από νέα υλικά

Τα νέα υλικά όπως νανοσωλήνων άνθρακα και γραφενίου είναι ελκυστικές επιλογές. Έχει αποδειχθεί ότι η αντιμετώπιση κάποιων δυσκολιών όπως το μέγεθος και οι επικοινωνιακοί περιορισμοί, γίνεται με την χρήση γραφενίου για την κατασκευή νανο-κεραίων. Οι δυνατότητες αυτών (GNR και CNT) σε ταχύτητα μετάδοσης μπορεί να φτάσει μέχρι και 1000 φορές μικρότερη από την ταχύτητα του φωτός σε αεροστεγής καταστάσεις, σύμφωνα με την γεωμετρική δομή, θερμοκρασία και ενάργεια., οδηγώντας στο γεγονός ότι η ηχηρή συχνότητα των νανο-κεραίων γραφενίου μπορεί να είναι



Josep Miquel Jornet, Ian F. Akyildiz, "Graphene-Based Nano-Antennas for Electromagnetic Nanocommunications in the Terahertz Band", *Proc. European Conference on Antennas and Propagation, Barcelona, 2010*.

μέχρι δύο τάξεις μεγέθους κάτω από εκείνο των νανο-κεραίων που κατασκευάζονται με άλλα υλικά.

Εικόνα [6]

Έχει ήδη αποδείχτει ότι η κεραία CNT / γραφενίου μπορεί να λειτουργήσει στη ζώνη THz (0,1 - 10 THz). Η συχνότητα εκπομπής του είναι η καταλληλότερη για την επικοινωνία ηλεκτρομαγνητική επικοινωνία. Η κεραία νανομπλάσματος με βάση το GNR και η κεραία νανο διπολικής βάσης CNT συγκρίθηκαν, δείχνοντας ότι κεραία με βάση το γραφένιο με μήκος 1 μm μπορεί να εκπέμψει ηλεκτρομαγνητικό κύμα σε ζώνη THz.

Αναλύοντας ένα σύστημα ανακτήσιμων ακτίνων πολλαπλών εισόδων/εξόδων (MIMO) βασισμένο σε κεραία νανοπλάσματος γραφενίου, οι κατευθύνσεις ακτινοβολίας μπορούν να

προγραμματιστούν δυναμικά οδηγώντας σε διαφορετικούς πίνακες κατάστασης καναλιών. Για την επικοινωνία μικρής εμβέλειας, ο προτεινόμενος σχεδιασμός κεραίας MIMO μπορεί να μεγεθύνει την χωρητικότητα του καναλιού τόσο αυξάνοντας τον αριθμό των κεραιών όσο και επιλέγοντας τους καλύτερους πίνακες κατάστασης καναλιών. Στο Σχήμα [6] φαίνεται, μια νέα νανο-κεραία με βάση το γραφένιο, η οποία εκμεταλλεύεται τη συμπεριφορά των κυμάτων Surface Plasmon Polariton (SPP) σε πεπερασμένα μεγέθη νανοσωλήνων άνθρακα (GNRs). οι πλασμονικές νανο-κεραίες με βάση το γραφένιο είναι σε θέση να λειτουργούν σε πολύ χαμηλότερες συχνότητες από οι μεταλλικά κατασκευασμένες κεραίες, με την εκμετάλλευση του συντελεστή συμπίεσης υψηλού τρόπου λειτουργίας των SPP κυμάτων σε GNR.

3 Προσεγγίσεις επικοινωνίας

Τα κλασικά παραδείγματα επικοινωνίας πρέπει να αναθεωρηθούν για τη νανοκλίμακα. Οι δύο κύριες εναλλακτικές λύσεις για την επικοινωνία στη νανοκλίμακα βασίζονται είτε στην ηλεκτρομαγνητική επικοινωνία είτε στη μοριακή επικοινωνία. Τα δευτερεύοντα παραδείγματα επικοινωνίας είναι ακουστικά και επαφή.

- Μοριακή επικοινωνία
- Ηλεκτρομαγνητική επικοινωνία
- ακουστική επικοινωνία
- επικοινωνία αφής

3.1 Μοριακή Επικοινωνία

Η Μοριακή Επικοινωνία (Molecular Communication) είναι ένα παράδειγμα νανοεπιστήμης. Η μελέτη της μπορεί να προσεγγιστεί μέσω της παρατήρησης της βιολογίας. Ένας ζωντανός οργανισμός που εμπλέκεται στη μοριακή επικοινωνία αντιδρά σε συγκεκριμένα μόρια (π.χ. ένα βακτήριο ή ένας πολυκύτταρος οργανισμός), εκτελεί κάποια επεξεργασία πληροφοριών και απελευθερώνει άλλα μόρια σε απόκριση. Αναφέρουμε διάφορες τεχνικές διάδοσης μορίων που μπορούμε να παρατηρήσουμε στη βιολογία. (Akyildiz, I., Brunetti, F. and Blazquez, Aug. 2008)

3.1.i Τεχνικές μοριακής-διάδοσης

Η μοριακή επικοινωνία ορίζεται ως η μετάδοση και η λήψη πληροφοριών μέσω μορίων. Οι διαφορετικές τεχνικές μοριακής επικοινωνίας μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με τον τύπο της διάδοσης μορίων σε επικοινωνία βασισμένη στη ροή ή με βάση τη διάχυση.

- Στη μοριακή επικοινωνία walkway-based (διάδρομοί), τα μόρια διαδίδονται μέσω προκαθορισμένων μονοπατιών χρησιμοποιώντας ουσίες-φορείς, όπως μοριακοί κινητήρες. Αυτός ο τύπος μοριακής επικοινωνίας μπορεί επίσης να επιτευχθεί με τη χρήση βακτηρίων E. Coli.

- Στη μοριακή επικοινωνία flow-based (ροή), τα μόρια διαδίδονται μέσω διάχυσης σε ρευστό μέσο, του οποίου η ροή και ο στροβιλισμός καθοδηγούνται και προβλέπονται. Η ορμονική επικοινωνία μέσω των ροών αίματος μέσα στο ανθρώπινο σώμα είναι ένα παράδειγμα αυτού του τύπου διάδοσης. Η διάδοση με βάση τη ροή μπορεί επίσης να πραγματοποιηθεί με τη χρήση οντοτήτων φορέων των οποίων η κίνηση μπορεί να περιοριστεί κατά μέσον όρο κατά μήκος συγκεκριμένων διαδρομών, παρά την εμφάνιση τυχαίας συνιστώσας. Ένα καλό παράδειγμα αυτής της περίπτωσης δίνεται από τις φερομονικές μοριακές επικοινωνίες μεγάλης εμβέλειας.
- Στη μοριακή επικοινωνία με βάση τη διάχυση, τα μόρια διαδίδονται μέσω αυθόρμητης διάχυσης σε ρευστό μέσο. Σε αυτή την περίπτωση, τα μόρια μπορούν να υποβληθούν αποκλειστικά στους νόμους της διάχυσης ή μπορεί επίσης να επηρεαστούν από μη προβλέψιμο στροβιλισμό που υπάρχει στο ρευστό μέσο. Ένα παράδειγμα αρχιτεκτονικής με βάση τη διάχυση είναι η φερομονική επικοινωνία, όταν οι φερομόνες απελευθερώνονται σε ένα ρευστό μέσο, όπως ο αέρας ή το νερό. Άλλα παραδείγματα αυτού του είδους της μεταφοράς περιλαμβάνουν την σηματοδότηση ασβεστίου μεταξύ των κυττάρων, καθώς και την αίσθηση απαρτίας μεταξύ των βακτηριδίων.

Με βάση τη μακροσκοπική θεωρία της ελεύθερης διάχυσης, αναφέρθηκε η παλμική απόκριση ενός καναλιού μοριακής επικοινωνίας που αναγνώρισε ότι η απόκριση ώθησης του ιδανικού καναλιού μοριακής επικοινωνίας παρουσιάζει χρονική εξάπλωση.

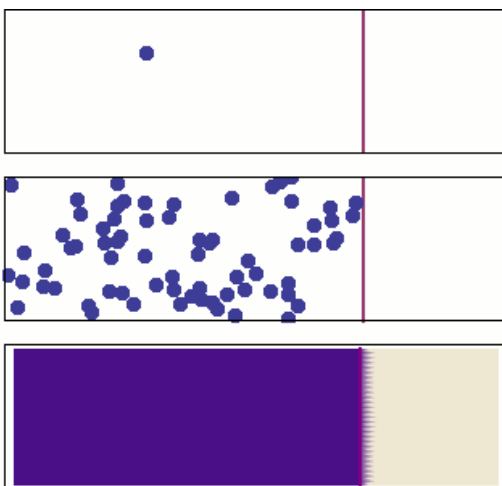


Figure [4] Fick's Laws of diffusion

Top: A single molecule moves around randomly.

Middle: With more molecules, there is a clear trend where the solute fills the container more and more uniformly.

Bottom: With an enormous number of solute molecules, randomness becomes undetectable: The solute appears to move smoothly and systematically from high-concentration areas to low-concentration areas. This smooth flow is described by Fick's laws.

(Fick's law, WIKIPEDIA)

Αυτή η χρονική εξάπλωση έχει βαθύ αντίκτυπο στην απόδοση του συστήματος, π.χ. στη δημιουργία της παρεμβολής μεταξύ των διανυσμάτων (ISI) στις νανομηχανές λήψης. Για την ανίχνευση του μοριακού σήματος με κωδικοποίηση συγκέντρωσης έχουν προταθεί δύο μέθοδοι ανίχνευσης που ονομάζονται ανίχνευση με βάση τη δειγματοληψία (SD) και ανίχνευση με βάση την ενέργεια (ED).

Ενώ η προσέγγιση SD βασίζεται στο πλάτος συγκέντρωσης μόνο ενός δείγματος που λαμβάνεται σε μια κατάλληλη χρονική στιγμή κατά τη διάρκεια της διάρκειας του συμβόλου, η προσέγγιση ED βασίζεται στον συνολικό συσσωρευμένο αριθμό μορίων που λαμβάνονται

καθ' όλη τη διάρκεια του συμβόλου. Προκειμένου να μειωθεί η επίδραση του ISI, έχει αναλυθεί ένα ελεγχόμενο σχήμα μοριακής επικοινωνίας με βάση το πλάτος παλμού. Είναι δυνατή η πραγματοποίηση διαμόρφωσης πολλαπλών επιπέδων με βάση την ελεύθερη διάχυση.

Intersymbol interference (ISI) is a form of distortion of a signal in which one symbol interferes with subsequent symbols. This is an unwanted phenomenon as the previous symbols have similar effect as noise, thus making the communication less reliable. The spreading of the pulse beyond its allotted time interval causes it to interfere with neighboring pulses. ISI is usually caused by multipath propagation or the inherent linear or non-linear frequency response of communication channel causing successive symbols to "blur" together.

3.1.ii Μοριακός πομπός

Ο πομπός περιλαμβάνει την απελευθέρωση και σύλληψη μορίων από / προς το περιβάλλον. Τα μόρια απελευθερώνονται ή απορροφώνται μέσω ροής μορίων. Ρυθμίζεται ο ρυθμός συγκέντρωσης μορίων στη θέση του πομπού ως συνάρτηση του χρόνου. Ο πομπός διεγείρει την ροή εξερχόμενου ή εισερχόμενου μορίου, κωδικοποιώντας έτσι το μήνυμα εισόδου σε μεταβολές του ρυθμού συγκέντρωσης μορίων. Ο πομπός έχει ένα όριο που ορίζει μια συγκέντρωση εσωτερικού μορίου c_{in} , και παρέχεται από ανοίγματα που συνδέουν το εσωτερικό προς το εξωτερικό του πομπού. Μία ροή μορίου διεγείρεται από μία βαθμίδα συγκέντρωσης μεταξύ της εξωτερικής συγκέντρωσης c_{out} και της εσωτερικής συγκέντρωσης c_{in} . Ο ρυθμός συγκέντρωσης του μορίου περιορίζεται από τους νόμους διάχυσης του Fick που διέπουν την ανταλλαγή μορίων μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού του πομπού. Ο πομπός είναι ικανός να αλλάζει τη συγκέντρωση του εσωτερικού μορίου ώστε να κωδικοποιεί το μήνυμα εισόδου σύμφωνα με τις παραλλαγές του ρυθμού συγκέντρωσης του μορίου.

3.1.iii Μοριακός δέκτης

Ο δέκτης σχετίζεται φυσικά με τη διαδικασία λήψης και περιλαμβάνει τη σύλληψη ή την απελευθέρωση μορίων από / μέσα στο χώρο μέσω διαφόρων χημικών υποδοχέων. Ένας αριθμός χημικών υποδοχέων χρησιμοποιείται για τη λήψη πληροφοριών που προέρχονται από τη διαδικασία διάχυσης. Η αντίδραση δέσμευσης εμφανίζεται με μια σταθερά πιθανότητας k^f_{-1} όταν ο υποδοχέας δεν ήταν προηγουμένως δεσμευμένος σε ένα μόριο. Η αντίδραση απελευθέρωσης λαμβάνει χώρα με μια σταθερά πιθανότητας k^f_{-1} όταν υπάρχει ένα σύμπλοκο που σχηματίζεται από ένα μόριο και τον χημικό υποδοχέα. Όταν ένας χημικός υποδοχέας δεσμεύεται σε ένα μόριο, παράγει σταθερό σήμα έξοδου. Το άθροισμα όλων των εξόδων του δέκτη παρέχει στον δέκτη μια ανάγνωση της συγκέντρωσης του τοπικού μορίου.

Τέλος, ο δέκτης αποκωδικοποιεί το μήνυμα από το ρυθμό συγκέντρωσης του μορίου.

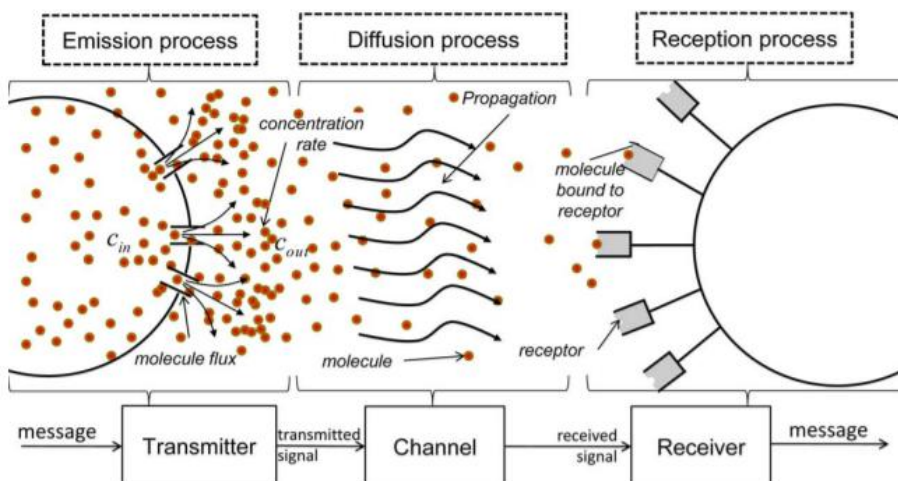


Figure [5] Physical models of the Molecular Transmitter, the Molecular Channel and the Molecular Receiver

3.1.iv Υιοθετώντας συστατικά που προέρχονται από τη φύση

Η νανοκλίμακα είναι ο φυσικός τομέας των μορίων, των πρωτεϊνών, του DNA, των οργανιδίων και των κύριων συστατικών των κυττάρων. Μερικά από αυτά τα νανοσυσκευάσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά στοιχεία για ολοκληρωμένες νανοσυσκευές. Για παράδειγμα, οι μπαταρίες αδενοσίνης TriPhosphate. Βάσει την συμπεριφορά των μιτοχονδρίων, που συχνά περιγράφονται ως "κυψελωτές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής", μπορούν να αποτελέσουν εναλλακτική πηγή ενέργειας για βιο-νανοσυσκευές. Επιπλέον, οι πληροφορίες που κωδικοποιούνται στο DNA μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μοριακές υπολογιστικές μηχανές και μοριακές μνήμες. Εναλλακτικά, οι κλώνοι του DNA μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή μινιατούρων κυκλωμάτων και για την αυτοσυναρμολόγηση συσκευών όπως νανοσωλήνες άνθρακα, νανοσωλήνες, νανοκαρβόνες και νανοσωματίδια μέσω ικρωμάτων DNA. Ενώ εξακολουθεί να βρίσκεται ένα βήμα πίσω από την κατασκευή εξαρτημάτων που βασίζονται σε νανοϋλικά, πιστεύουμε ότι η δυνατότητα άμεσης επαναχρησιμοποίησης βιολογικών δομών που βρίσκονται σε ζωντανούς οργανισμούς ή για την ανακατασκευή τους θα είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στις βιοϊατρικές εφαρμογές, καθώς και στην τεχνολογία που επιτρέπει την εμπνευσμένη από βιολογικές επικοινωνίες. (M. Pierobon ,Akyildiz, I.F, April 2010)

3.1.v Πρωτόκολλο

Τα μοριακά νανοδικτυακά δίκτυα απαιτούν την ανάπτυξη νέων πρωτοκόλλων δικτύωσης κατάλληλων για τη φύση αυτού του νέου προτύπου.

Από τη μία πλευρά, οι δομές και τα πρωτόκολλα δικτύων θα εμπνευστούν άμεσα από την παρατήρηση των διαδικασιών επικοινωνίας και σηματοδότησης από τη φύση (βιολογικά εμπνευσμένα μοριακά δίκτυα). Από την άλλη πλευρά, τα κλασικά παραδείγματα δικτύωσης θα προσαρμοστούν για τη χρήση τους με συνθετικά μοριακά νανοδίκτυα. Και στις δύο περιπτώσεις, τα πρωτόκολλα αυτά θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την καθυστέρηση στη διάδοση των μοριακών πληροφοριών, η οποία είναι σημαντικά υψηλή σε σύγκριση με τις ηλεκτρομαγνητικές επικοινωνίες. Η μελέτη ενός πρωτοκόλλου MAC θα πρέπει επίσης να λαμβάνει υπόψη τις επιπτώσεις της αλληλεπίδρασης πολλαπλών μοριακών πομπών στο ίδιο περιβάλλον. Η απόδοση του συστήματος μοριακής επικοινωνίας όσον αφορά την εξασθένηση και την καθυστέρηση πιθανόν να ποικίλει λόγω των αλληλεπιδράσεων που απαντώνται φυσικά μεταξύ μορίων που εκπέμπονται από διαφορετικούς πομπούς, όπως συγκρούσεις ή ηλεκτρικές και χημικές αντιδράσεις. Συνεπώς, απαιτείται ένα πρωτόκολλο MAC για την ελαχιστοποίηση της παρεμβολής μεταξύ διαφορετικών εκπομπών και για τη μεγιστοποίηση της συνολικής απόδοσης του δικτύου. Επιπλέον, θα απαιτηθούν πτυχές δρομολόγησης και διευθυνσιοδότησης για να καταστεί δυνατή η επικοινωνία μεταξύ πολλαπλών σημείων πηγής και προορισμού. Οποιαδήποτε μορφή διευθυνσιοδότησης πιθανόν να ενσωματώνεται στη δομή των μορίων που συνθέτουν το μήνυμα πληροφοριών, όπως ο τύπος ή ακόμα και το ηλεκτρικό φορτίο. Μοριακά πρωτόκολλα σε σχέση με τη συγκεκριμένη τεχνική μοριακής επικοινωνίας. Για παράδειγμα, όταν οι φερομόνες χρησιμοποιούνται ως φορείς πληροφοριών, τα πρωτόκολλα δρομολόγησης θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη το γεγονός ότι η διάδοσή τους

στο μέσο αέρα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την κατεύθυνση της ροής του ανέμου. Ειδικοί αλγόριθμοι γεωγραφικής δρομολόγησης θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν τη γνώση της τρέχουσας και της μελλοντικής κατεύθυνσης του ανέμου για να επιτύχουν διευθυνσιοδότηση. Ένα άλλο παράδειγμα δίνεται από την επικοινωνία βακτηριδίων με φραγμούς, όπου η αντιμετώπιση μπορεί να επιτευχθεί με μηχανικά βακτήρια ικανά να ανιχνεύσουν μόνο ορισμένους τύπους προσελκόντων που απελευθερώνονται μόνο από τους στοχευμένους δέκτες. (E Gul, B Atakan, OB Akan, June 2010)

3.2 Ηλεκτρομαγνητική Επικοινωνία

Terahertz Band: Εξαιρετικά ευρυζωνικές επικοινωνίες σε νανοδίκτυο. Αναζητούμε την χρήση νανοτεχνολογιών με βάση το γραφένιο και το αναμενόμενο μέγιστο μέγεθος ενός νανομηχανήματος, έτσι καταλήγουμε στο κύμα Terahertz Band (0.1THz-10THz). Μία νανο-κεραία βασισμένη σε γραφένιο αναμένεται να αντηχεί στην προαναφερθείσα συχνότητα. Αυτή η περιοχή πολύ υψηλών συχνοτήτων, μεταξύ των μικροκυμάτων και της υπέρυθρης ακτινοβολίας, έχει προσελκύσει πρόσφατα την προσοχή της επιστημονικής κοινότητας λόγω των εφαρμογών της σε συστήματα ασφαλείας και σε συστήματα απεικόνισης νανοκλίμακας. Στην περίπτωση μας, σκεφτόμαστε το Terahertz Band ως ένα πολύ μεγάλο παράθυρο μετάδοσης που μπορεί να υποστηρίξει πολύ υψηλά ποσοστά μετάδοσης σε μικρότερο εύρος, δηλαδή έως και μερικά Terabits ανά δευτερόλεπτο για αποστάσεις κάτω από ένα μέτρο, από 10 gigahertz σε κάθε μία. (Jornet, J.M. and Akyildiz, I.F, 2011) Οι νανομηχανές με περιορισμένες δυνατότητες μπορούν να εκμεταλλευτούν τις ιδιότητες αυτής της τεράστιας μπάντας, για παράδειγμα με τη χρήση παλμών με πολύ χαμηλή ενεργειακή ισχύ. Η μείωση της κεραίας μιας κλασσικής ασύρματης συσκευής σε μερικές εκατοντάδες νανόμετρα θα απαιτούσε τη χρήση εξαιρετικά υψηλών συχνοτήτων λειτουργίας, θέτοντας σε κίνδυνο τη σκοπιμότητα της ηλεκτρομαγνητικής ασύρματης επικοινωνίας μεταξύ των νανοτεχνολογιών. Ωστόσο, η χρήση γραφένιου για την κατασκευή νανοκεραιών μπορεί να καταφέρει αυτόν τον περιορισμό. Πράγματι, η ταχύτητα διάδοσης κύματος σε νανοσωλήνες άνθρακα (CNTs) και νανοσωλήνες γραφένιου (GNRs) μπορεί να είναι μέχρι εκατό φορές κάτω από την ταχύτητα του φωτός σε κενό, ανάλογα με τη γεωμετρία της δομής, τη θερμοκρασία και την ενέργεια. Ως αποτέλεσμα, η συχνότητα συντονισμού των νανο-κεραιών με βάση το γκένιο μπορεί να είναι μέχρι δύο τάξεις μεγέθους κάτω από εκείνη των νανο-κεραιών που κατασκευάζονται με υλικό μη άνθρακα. Και οι δύο κεραίες νανο-patch που βασίζονται σε GNRs και νανο-διπολικές κεραίες με βάση CNTs μήκους περίπου 1 μm αντηχούν στη ζώνη terahertz (0,1 - 10,0 THz). Από αυτό το αποτέλεσμα, οραματιζόμαστε μελλοντικά νανο-ηλεκτρομαγνητικά δίκτυα που λειτουργούν στη ζώνη terahertz και υπάρχει ανάγκη να χαρακτηριστεί το κανάλι terahertz στη νανοκλίμακα. (Jornet, J.M. and Akyildiz, I.F, 2011)

3.2.i Ηλεκτρομαγνητικό εύρος ζώνης

Η μοριακή απορρόφηση θα καθορίσει το εύρος εύρους ζώνης του καναλιού terahertz. Επομένως, το διαθέσιμο εύρος ζώνης θα εξαρτηθεί από τη μοριακή σύνθεση του καναλιού και την απόσταση μετάδοσης. Μέσα σε ένα νανοδίκτυο, είναι απίθανο να επιτευχθούν αποστάσεις μετάδοσης ενός χορδού πάνω από μερικές δεκάδες χιλιοστά. Μέσα σε αυτό το

εύρος, το διαθέσιμο εύρος ζώνης είναι σχεδόν ολόκληρη η ζώνη, που κυμαίνεται από μερικές εκατοντάδες gigahertz έως σχεδόν δέκα terahertz. Ως αποτέλεσμα, η προβλεπόμενη χωρητικότητα των καναλιών ασύρματων δικτύων νανοαισθητήρων στη ζώνη terahertz είναι πολύ μεγάλη, με τη σειρά μερικών terabits ανά δευτερόλεπτο.

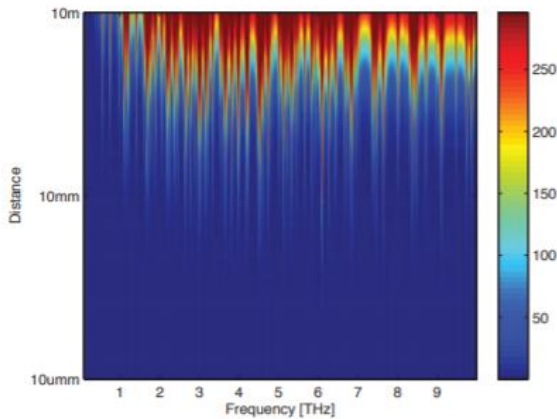


Figure [7] Electromagnetic noise temperature in Kelvin as a function of frequency and distance in a standard medium with 1% of water vapor molecules.

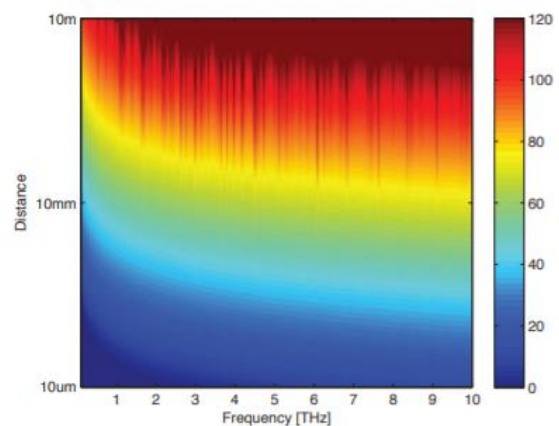


Figure [8] Total path-loss in dB as a function of frequency and distance that an EM wave will suffer when propagating in a standard medium with 1% of water vapor molecules (the values for path-loss have been truncated at 120 dB to avoid masking relevant transmission windows in the short-range).

3.2.ii Ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος

Ο θόρυβος περιβάλλοντος στο κανάλι terahertz συνεισφέρει κυρίως ο ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος. Η απορρόφηση από τα μόρια όχι μόνο εξασθενεί το μεταδιδόμενο σήμα, αλλά εισάγει επίσης θόρυβο. Η ισοδύναμη θερμοκρασία θορύβου στον δέκτη προσδιορίζεται από τον αριθμό και το συγκεκριμένο μείγμα μορίων που βρίσκονται κατά μήκος της διαδρομής. Επιπλέον, ο μοριακός θόρυβος δεν είναι ούτε κατά Γκάους ούτε λευκός. Πράγματι, λόγω των διαφορετικών συντονισμένων συχνοτήτων κάθε τύπου μορίων, η φασματική πυκνότητα ισχύος του θορύβου δεν είναι επίπεδη, αλλά έχει αρκετές κορυφές. Αυτός ο τύπος θορύβου εμφανίζεται μόνο κατά τη μετάδοση, δεν θα υπάρχει θόρυβος εκτός εάν χρησιμοποιείται το κανάλι..

Στην Εικόνα η θερμοκρασία ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος σε Kelvin που δημιουργείται από ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα στην ζώνη terahertz παρουσιάζεται σε συνάρτηση τόσο της συχνότητας (άξονας x) όσο και της απόστασης (άξονας y), σε κανονικές συνθήκες δωματίου (πίεση 1 atm, θερμοκρασία 296 K) με 1% μόρια νερού. Ο ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος θα είναι σημαντικός μόνο για αποστάσεις μετάδοσης που υπερβαίνουν μερικές δεκάδες χιλιοστάμετρα.

3.2.iii Απώλεια ηλεκτρομαγνητικής διαδρομής

Η συνολική απώλεια διαδρομής για ένα μετακινούμενο κύμα στη ζώνη terahertz ορίζεται ως η προσθήκη της απώλειας εξάπλωσης και της απώλειας μοριακής απορρόφησης. Η απώλεια εξάπλωσης οφείλεται στην εξασθένηση λόγω της επέκτασης του κύματος καθώς διαδίδεται μέσω του μέσου και εξαρτάται μόνο από τη συχνότητα του σήματος και την απόσταση μετάδοσης. Η απώλεια απορρόφησης αντιπροσωπεύει την εξασθένηση που ένα πολλαπλασιαστικό κύμα θα υποφέρει λόγω της μοριακής απορρόφησης, η διαδικασία με την οποία μέρος της ενέργειας κύματος μετατρέπεται σε εσωτερική κινητική ενέργεια σε μερικά από τα μόρια. Αυτό εξαρτάται από τη συγκέντρωση και το συγκεκριμένο μείγμα μορίων που συναντώνται κατά μήκος της διαδρομής. Διαφορετικοί τύποι μορίων έχουν διαφορετικές συχνότητες συντονισμού και, επιπλέον, η απορρόφηση σε κάθε συντονισμό δεν εμπίπτει σε μία μόνο κεντρική συχνότητα, αλλά κατανέμεται σε ένα φάσμα συχνοτήτων. Ως αποτέλεσμα, το κανάλι terahertz είναι πολύ επιλεκτικό της συχνότητας

Στην Εικόνα, η συνολική απώλεια διαδρομής για ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα στην ζώνη terahertz παρουσιάζεται ως συνάρτηση τόσο της συχνότητας (xaxis) όσο και της απόστασης (άξονας γ), σε κανονικές συνθήκες δωματίου (πίεση 1 atm, θερμοκρασία 296 K) με 1 % μορίων νερού. Λόγω της απώλειας εξάπλωσης, η συνολική απώλεια διαδρομής αυξάνεται τόσο με απόσταση όσο και με συχνότητα ανεξάρτητα από τη μοριακή σύνθεση του καναλιού, όπως συμβατικά μοντέλα επικοινωνίας στις κλίμακες συχνότητας megahertz ή λίγες συχνότητες gigahertz. Ωστόσο, η παρουσία αρκετών μορίων κατά μήκος της διαδρομής, και ειδικά ο υδρατμός, ορίζει διάφορες κορυφές εξασθένησης για αποστάσεις άνω των μερικών δεκάδων χιλιοστών. Η ισχύς και το πλάτος αυτών των επιλογών σχετίζονται με τον αριθμό απορροφητικών μορίων. Υποθέτοντας ότι η συγκέντρωσή τους είναι ομοιογενής στο διάστημα, ο αριθμός αυτός αυξάνεται αναλογικά με την απόσταση, αλλά μπορούμε επίσης να σκεφτούμε μη ομοιόμορφες συγκεντρώσεις ή ακόμα και αιφνίδιες εκρήξεις μορίων που διασχίζουν το δίκτυο.

3.2.iv Πρωτόκολλο

Η μάντα Terahertz παρέχει ένα πολύ μεγάλο εύρος ζώνης μετάδοσης. Από τη μία πλευρά, αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη πολύ υψηλής ταχύτητας επικοινωνίας μεταξύ των νανο-συσκευών. Από την άλλη πλευρά, ένα πολύ μεγάλο εύρος ζώνης επιτρέπει νέες τεχνικές πρόσβασης καναλιού, οι οποίες μπορούν να διευκολύνουν τις εργασίες του πρωτοκόλλου MAC. Για παράδειγμα, όταν χρησιμοποιούμε παλμούς μακράς διάρκειας femtosecond για επικοινωνία μεταξύ νανο-συσκευών, οι πιθανότητες σύγκρουσης μεταξύ των διαφορετικών μεταδόσεων των νανομηχανών είναι σχεδόν ανύπαρκτες. Ως αποτέλεσμα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολύ απλά πρωτόκολλα MAC. Για παράδειγμα, οι νανομηχανές μπορούν να μεταδίδουν μόνο όταν έχουν κάποια πληροφορία έτοιμη και στη συνέχεια περιμένουν απλώς μια επιβεβαίωση. Θα είναι απαραίτητοι νέοι τρόποι επαλήθευσης της ακεραιότητας του μηνύματος που έχει μεταδοθεί και ενημέρωσης του πομπού. Επιπλέον, υπό το πρίσμα των δυνατοτήτων των νανομηχανών, θα πρέπει να αναπτυχθούν νέα συστήματα κωδικοποίησης και μηχανισμοί διόρθωσης σφαλμάτων. Όταν πρόκειται για την αντιμετώπιση και τη δρομολόγηση, θα είναι επίσης οι δυνατότητες των νανομηχανών που θα καθορίσουν τι είναι δυνατό και τι δεν είναι. Για παράδειγμα, φαίνεται ανέφικτο να εκχωρήσετε ένα μοναδικό αναγνωριστικό σε κάθε στοιχείο ενός νανο δικτύου. Εναλλακτικά,

αξιοποιώντας και πάλι τη φύση των επικοινωνιών που βασίζονται σε παλμούς, πιστεύουμε ότι οι νανομηχανές θα έχουν μια έννοια των αποστάσεων μεταξύ τους, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σκοπούς διευθυνσιοδότησης και δρομολόγησης. Ταυτόχρονα, σε μερικές εφαρμογές δεν θα είναι απαραίτητο να εντοπίσουμε με μοναδικό τρόπο κάθε νανομηχανή, αλλά θα αρκεί απλώς να ταξινομηθούν τα νανομηχανήματα ανάλογα με την εσωτερική τους κατάσταση, για παράδειγμα, τις μετρήσεις ανίχνευσης. (Jornet, J.M. and Akyildiz, I.F, 2011)

3.3 Ακουστική Επικοινωνία

Η ακουστική διάδοση εισάγει μικρές μεταβολές πίεσης στο ρευστό ή το στερεό μέσο, που ικανοποιούν την εξίσωση των κυμάτων. Η συμπεριφορά των νανο-ρομπότ είναι σχετική με τις φυσικές τους ιδιότητες, το περιβάλλον μέσο και τη συχνότητα εργασίας. Αναλύοντας τη σκοπιμότητα της in vivo υπερηχητικής επικοινωνίας, όπου η αποτελεσματικότητα της επικοινωνίας, οι απαιτήσεις ισχύος και οι επιδράσεις στους κοντινούς ιστούς εξετάστηκαν με βάση τη συζήτηση των αρχών. Αργότερα, συζητήθηκαν οι νανοκλίμακες οπτικο-υπερηχητικές επικοινωνίες σε βιολογικούς ιστούς, όπου διερευνήθηκε το μοντέλο παραγωγής, διάδοσης σύμφωνα με τους κινδύνους και τις προκλήσεις σχεδιασμού. (MR Bobinger, P La Torraca, J Mock, 2018)

3.4 Επικοινωνία Επαφής

Με βάση την ανάπτυξη της νανοτεχνολογίας, προτάθηκε επίσης ένα νέο πρότυπο επικοινωνίας αφής (TouchCom), το οποίο χρησιμοποιεί ένα σμήνος νανο-ρομπότ ως φορέα μηνυμάτων για την ανταλλαγή πληροφοριών. Στην TouchCom, εφαρμόστηκαν μικροβόλα διαμεταφοράς (TMs) για τη μεταφορά των σωματιδίων του φαρμάκου, τα οποία μπορούν να ελέγχονται και να παρακολουθούνται από την εξωτερική μακροεντολή (MAU) με δύναμη καθοδήγησης. Αυτά τα TM θα επιβιώσουν κάποια στιγμή στο σώμα και η πορεία τους θα είναι το κανάλι για την ανταλλαγή πληροφοριών, ενώ η διαδικασία φόρτωσης και εκφόρτωσης είναι η αντίστοιχη διαδικασία μετάδοσης και λήψης. Το μοντέλο καναλιών του TouchCom προέκυψε από τον ορισμό της καθυστέρησης διάδοσης, της απώλειας διαδρομής με τα φάσματα γωνίας / καθυστέρησης της έντασης του σήματος. Εν τω μεταξύ, προτάθηκε ένα εργαλείο προσομοίωσης για να χαρακτηρίσει την κίνηση του σμήνος νανο-ρομπότ στο αιμοφόρο αγγείο. (MR Bobinger, P La Torraca, J Mock, 2018)

4 Εφαρμογές Νανοτεχνολογίας

4.1 Νανοτεχνολογία και ιατρική

Ένα νανομέτρο είναι μια τιμή που ισούται με ένα δισεκατομμύριο ενός μέτρου. Η εργασία σε ένα τόσο λεπτό επίπεδο έχει πολλά πλεονεκτήματα έναντι της συμβατικής τεχνολογίας. Η νανοτεχνολογία ασχολείται με την εφαρμογή συσκευών και άλλων εργαλείων που κυμαίνονται μεταξύ περίπου 1-100 νανομέτρων. Είναι ωστόσο σημαντικό ότι αυτή η τεχνολογία γίνεται εύκολα προσβάσιμη από τους μέσους χρήστες. Σημαντικό ρόλο στην

χρήση της νανοτεχνολογίας θα είναι η αποδοτικότητα ως προς το κόστος, ώστε οι μέσοι άνθρωποι να μπορούν να απολαμβάνουν τα διάφορα οφέλη της νανοτεχνολογίας, ιδιαίτερα στον τομέα της ιατρικής.

4.1.i Επικοινωνίες NanoNetwork στην Ιατρική

Η χρήση της νανοτεχνολογίας διευρύνεται συνεχώς στον σημερινό τεχνολογικά προηγμένο κόσμο. Αυτή η μορφή τεχνολογίας έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα υπάρχοντα σε πολλούς τομείς όπως και η ιατρική. Υπάρχουν πολλές συσκευές και μηχανισμοί που αναπτύσσονται με τη βοήθεια της νανοτεχνολογίας που μπορούν να βοηθήσουν στη θεραπεία των ασθενειών / διαταραχών με πολύ καλύτερο και αποδοτικότερο τρόπο. Η χρησιμότητα της νανοτεχνολογίας μπορεί να παρατηρηθεί ιδιαίτερα στη θεραπεία του καρκίνου. Η ακτινοθεραπεία που χρησιμοποιείται στη θεραπεία του καρκίνου απαιτεί ακριβή στοχοθέτηση των προσβεβλημένων κυττάρων. Σήμερα, η νανοτεχνολογία μεταβαίνει στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης. Ωστόσο, σημειώνει επίσης ταχεία πρόοδο στον τομέα της ιατρικής. (Siaw Fui Kiew, Lik Voon Kiew, Hong Boon Lee, Toyoko Imae, Lip YongChung)

Παρόμοια με την παραδοσιακή επικοινωνία στο σώμα, το νανο δίκτυο μπορεί επίσης να χωριστεί σε τρία μέρη: στο σώμα, στο σώμα και στο σώμα. Μια επισκόπηση της δομής του δικτύου νανο-δικτύου για την υγειονομική περίθαλψη μπορεί να συνοψιστεί:

- Nano-nodes: Αυτές είναι οι μικρότερες και απλούστερες νανο-συσκευές. Λόγω της περιορισμένης ενέργειας, της περιορισμένης μνήμης και των μειωμένων δυνατοτήτων επικοινωνίας, μπορούν να εκτελούν απλές εργασίες υπολογισμού και μπορούν να μεταδίδουν σε πολύ μικρές αποστάσεις. Οι κόμβοι θα μπορούσαν να αποτελούνται από μονάδες αισθητήρα και επικοινωνίας.
- Nano-routers: Αυτές είναι οι νανο-συσκευές με ελαφρώς μεγαλύτερους υπολογιστικούς πόρους από τους νανο-κόμβους και μπορούν να συγκεντρώσουν πληροφορίες από περιορισμένες νανομηχανές και επίσης να ελέγξουν τη συμπεριφορά των νανο-κόμβων στέλνοντας εξαιρετικά απλή εντολή (όπως on / off, sleep, read value). Ωστόσο, αυτό θα αυξήσει το μέγεθός τους. Έτσι, η ανάπτυξή τους θα ήταν πιο επεμβατική.
- Nano-micro interface: Χρησιμοποιούνται για τη συλλογή των πληροφοριών που προωθούνται από νανο-δρομολογητές και την αποστολή των πληροφοριών στις συσκευές μικρο-κλίμακας. Ταυτόχρονα, μπορούν να στείλουν τις πληροφορίες από μικρο-κλίμακα σε νανο-κλίμακα. Οι διεπαφές Nano-micro είναι υβριδικές συσκευές όχι μόνο ικανές να επικοινωνούν στη νανο-κλίμακα χρησιμοποιώντας τη νανο-επικοινωνία, αλλά μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν κλασικά παραδείγματα επικοινωνίας σε δίκτυα επικοινωνίας μικρο / μακρο.
- Gateway: Κάνει τους χρήστες να ελέγχουν ή να παρακολουθούν ολόκληρο το σύστημα εξ αποστάσεως μέσω του Διαδικτύου.

4.1.ii Επισκευή κυττάρων σώματος

Η νανοτεχνολογία χρησιμοποιείται στην κατασκευή μικροσκοπικών συσκευών και ρομπότ (nanobots) ικανών να εισέρχονται στο ανθρώπινο σώμα και να εκτελούν μια ποικιλία λειτουργιών. κυττάρων επισκευής ένα από αυτά. Αυτές οι μικροσκοπικές συσκευές, που αναπτύχθηκαν με τη βοήθεια της νανοτεχνολογίας, αναφέρονται επίσης ως μοριακές μηχανές. Αυτά τα μηχανήματα μπορούν να πραγματοποιήσουν αποτελεσματικά την επισκευή των κυττάρων, επειδή μπορούν να διακρίνουν μόρια ενός τύπου κυττάρου του σώματος από αυτά ενός άλλου. Νωρίτερα, δεν ήταν δυνατή η επιδιόρθωση των κυττάρων του σώματος μεμονωμένα, ωστόσο, η νανοτεχνολογία κατέστησε δυνατή. Οι κατεστραμμένοι καρδιακοί ιστοί μπορούν να επισκευαστούν χρησιμοποιώντας nanobots. Μια άλλη θεραπεία που σχετίζεται με την καρδιά, η οποία μπορεί να αναληφθεί μέσω της νανοτεχνολογίας, είναι η αφαίρεση των αρτηριών που γεμίζουν με χοληστερόλη. Θεωρείται ότι η θεραπεία των τραυματισμών των οστών διαρκεί πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα. Στις συμβατικές τεχνικές, τα ικρίωματα είναι εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την υποβοήθηση της διαδικασίας επούλωσης των οστών. Ωστόσο, με τη χρήση πολυμερών ικρίωμάτων που περιέχουν βλαστοκύτταρα, είναι δυνατή η ταχεία ανάκαμψη των τραυματισμών των οστών.

(Siaw Fui Kiew, Lik Voon Kiew, Hong Boon Lee, Toyoko Imae, Lip YongChung)

4.1.iii Αποτελεσματική παράδοση φαρμάκων

Τα συμβατικά συστήματα παροχής φαρμάκου είναι τέτοια ώστε πρέπει να ελέγχονται χειροκίνητα. Η στοματική λήψη, οι ενέσεις και άλλοι τρόποι χειρωνακτικής χορήγησης φαρμάκων υπόκεινται σε ανθρώπινο λάθος. Τα φάρμακα πρέπει να καταναλώνονται έγκαιρα. Η νανοτεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την έγκαιρη παράδοση φαρμάκων. έτσι βελτιώνονται οι υπάρχουσες τεχνικές. Το σύστημα παροχής φαρμάκου που προορίζεται για έναν συγκεκριμένο ασθενή μπορεί να προσαρμοστεί και να προγραμματιστεί για να το καταστήσει αποτελεσματικό. Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή της διανομής φαρμάκων είναι γνωστές ως «νανοκίνητα οχήματα». Μερικά παραδείγματα νανοκίνητων οχημάτων είναι τα μικροσίπ, τα συναρμολογημένα συστήματα στρώματος με στρώμα, τα διαδερμικά θεραπευτικά συστήματα που βασίζονται σε μικροσκοπικά, κλπ.

4.1.iv Αντικατάσταση παθολογικών γονιδίων

Το μικρό μέγεθος των συσκευών που χρησιμοποιούνται στη νανοτεχνολογία αποδεικνύεται μεγάλη βοήθεια στην αντικατάσταση παθολογικών ή ασθενειών που προκαλούν κύτταρα. Μια νέα δυνατότητα αντιμετώπισης γενετικών ασθενειών προέκυψε με τις προόδους που σημειώθηκαν σε αυτόν τον τομέα. Η νανοτεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αντικατάσταση των ανώμαλων γονιδίων (υπεύθυνων για ασθένειες) με υγιέστερους ή φυσιολογικούς. Πειράματα στη χρήση της νανοτεχνολογίας για γονιδιακή θεραπεία έγιναν πρόσφατα από μια ομάδα επιστημόνων από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Καλιφόρνιας, την Πασαντένα. Για αυτά τα πειράματα χρησιμοποιήθηκαν nanobots κατασκευασμένα από πολυμερή και καλυμμένα με μια πρωτεΐνη που ονομάζεται «τρανσφερίνη». Ο τύπος γονιδιακής θεραπείας που δοκιμάστηκε κατά τη διάρκεια αυτών των πειραμάτων αναφέρεται ως «παρεμβολή RNA».

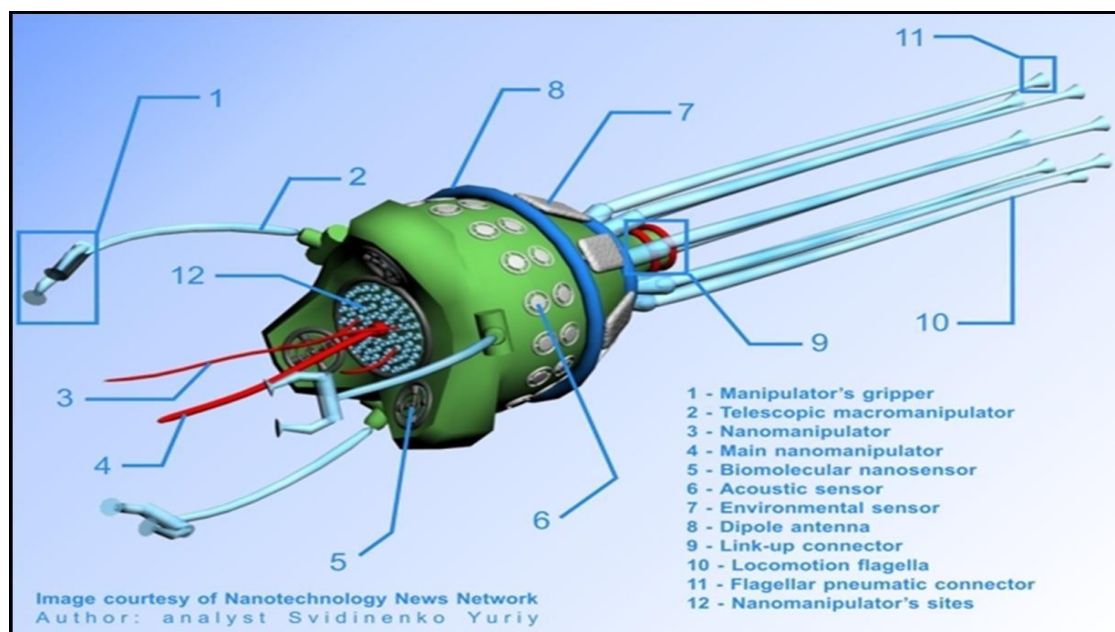
Το RNA (ριβονουκλεϊκό οξύ) που χρησιμοποιείται στη γονιδιακή θεραπεία κάνει το έργο της δέσμησης πρωτεϊνών που προκαλούν ασθένειες όπως ο καρκίνος και η τύφλωση. (H Nazar- Stroke, April 2013)

4.1.v Μη επεμβατικά εργαλεία απεικόνισης

Οι τεχνικές νανοτεχνολογίας για την απεικόνιση αναφέρονται επίσης ως τεχνικές μοριακής απεικόνισης. Αυτά δεν χρησιμοποιούνται για την αντικατάσταση των υφιστάμενων μεθόδων απεικόνισης, ωστόσο, συμπληρώνονται και βελτιώνουν την ακρίβειά τους. Η ειδικότητα των τεχνικών απεικόνισης - οι οποίες χρησιμοποιούν τη νανοτεχνολογία - είναι ότι απεικονίζουν τις πραγματικές διαδικασίες που σχετίζονται με ασθένειες σε μοριακό επίπεδο.

4.1.vi Μορφοποίηση των βλαστοκυττάρων

Η έρευνα στον τομέα των βλαστοκυττάρων έχει αποκαλύψει τη δυνατότητα θεραπείας ποικιλίας ασθενειών. Τα βλαστικά κύτταρα είναι γνωστό ότι διαθέτουν μια μοναδική



Figure[9] Ανατομία ενός νανορομπότ

ικανότητα να μετασχηματίζονται σε κύτταρα που εκτελούν εξειδικευμένες λειτουργίες. Η νανοτεχνολογία χρησιμοποιείται για τη μορφοποίηση βλαστοκυττάρων σε εξειδικευμένα. Μεταμορφώνοντας αυτά τα κύτταρα σε εξειδικευμένα, μπορούν να επιτευχθούν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Ο τομέας της νανοτεχνολογίας έχει ανοίξει πολλές δυνατότητες για τη θεραπεία ασθενειών, την επιδιόρθωση κυττάρων, τη γονιδιακή θεραπεία κλπ. Καθώς οι τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της νανοτεχνολογίας συνεχίζονται με ταχείς ρυθμούς, το πεδίο ανάπτυξης της νανοϊατρικής φαίνεται σχεδόν απεριόριστο.

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το μέλλον της νανοτεχνολογίας είναι εντελώς γεμάτο νέες ιδέες. Είναι σχεδόν αδύνατο να προβλέψουμε όλα όσα θα φέρει η νανοεπιστήμη στον κόσμο, θεωρώντας ότι αυτή είναι μια τόσο νέα επιστήμη. Η γένεση της νανοτεχνολογίας μπορεί να ανιχνευθεί στην υπόσχεση επαναστατικών προόδων σε όλη την ιατρική, τις επικοινωνίες, τη γονιδιωματική και τη ρομποτική.

Υπάρχει η πιθανότητα ότι το μέλλον της νανοτεχνολογίας είναι πολύ φωτεινό, ότι αυτή θα είναι η μόνη επιστήμη του μέλλοντος που καμία άλλη επιστήμη δεν μπορεί να ζήσει χωρίς. Υπάρχει επίσης μια πιθανότητα ότι αυτή είναι η επιστήμη που θα κάνει τον κόσμο εξαιρετικά άβολο με τη δυναμική δύναμη να μεταμορφώσει τον κόσμο.

Το μέλλον της νανοτεχνολογίας θα μπορούσε να βελτιώσει τις προοπτικές για ιατρικούς ασθενείς με σοβαρές ασθένειες ή τραυματισμούς. Οι γιατροί θα μπορούσαν θεωρητικά να μελετήσουν τη νανοχειρουργική και να μπορέσουν να επιτεθούν σε ασθένειες και τραυματισμούς σε μοριακό επίπεδο. Αυτό, φυσικά, θα μπορούσε να εξαλείψει τον καρκίνο καθώς οι χειρουργικές επεμβάσεις θα γίνονταν στην κυτταρική βάση.

- Η νανοτεχνολογία θα επηρεάσει τη βιομηχανία υγείας
- Αντίκτυπος της νανοτεχνολογίας στην οικονομία.
- Η νανοτεχνολογία θα φέρει επανάσταση στη βιομηχανία πετρελαίου.
- Η νανοτεχνολογία θα φέρει μια εντελώς νέα έννοια στη λέξη "ασφάλεια"
- Η νανοτεχνολογία θα παρουσιάσει την πρόληψη του εγκλήματος με μια εντελώς νέα σειρά δυνατοτήτων όπως η εγκληματολογία, οι ιχνηλάτες και οι barcode.
- Η νανοτεχνολογία μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση των τροφίμων.
- Η νανοτεχνολογία σίγουρα θα χρησιμοποιηθεί σε πολέμους.

BIBLIOGRAFY- REFERENCES

J. M. Jornet and M. Pierobon (November 2011). *Nanonetworks: A New Frontier in Communications". Communications of the ACM.*

Akyildiz, I., Brunetti, F. and Blazquez, C. (Aug. 2008), *Nanonetworks: A new communication paradigm.* Computer Networks Journal

Akyildiz, I.F. and Jornet, J.M. (Mar. 2010), *Electromagnetic wireless nanosensor networks.* Nano Communication Networks Journal

Jornet, J.M. and Akyildiz, I.F. (2011). *Channel modeling and capacity for electromagnetic wireless nanonetworks in the Terahertz Band.*

K. E. Peyer, L. Zhang, B. J. Nelson, (2013). *Bio-inspired magnetic swimming microrobots for biomedical applications.* Nanoscale .

Siaw Fui Kiew, Lik Voon Kiew, Hong Boon Lee, Toyoko Imae, Lip YongChung (March 2016) *Assessing biocompatibility of graphene oxide-based nanocarriers: A review.*

MR Bobinger, P La Torraca, J Mock, (April 2018), *Solution-processing of Copper Nanowires for Transparent Heaters and Thermo-Acoustic Loudspeakers.*

Hamde Nazar, (April 2013) *The use of nanotechnology in disease diagnosis and molecular imaging.*
Feynman, Richard Phillips; Sykes, Christopher (1995). *No Ordinary Genius: The Illustrated Richard Feynman.*

FIGURES

Figure [1] journal Scientific American

Figure [2] journal Percenta Nanotechnology

Figure [3]

Josep Miquel Jornet, Ian F. Akyildiz, (Barcelona 2010) *Graphene-Based Nano-Antennas for Electromagnetic Nanocommunication in the Terahertz Band*, Proc. European Conference on Antennas and Propagation.

Figure [4] wikipedia

Figure [5] I. F. Akyildiz, F. Brunetti, and C. Blazquez (August 2008) *Nanonetworks: A new communication paradigm* ,Computer Networks

Figure [6] Josep Miquel Jornet, Ian F. Akyildiz, (Barcelona 2010), *Graphene-Based Nano-Antennas for Electromagnetic Nanocommunication in the Terahertz Band*, Proc. European Conference on Antennas and Propagation,

Figure [7],[8] J. M. Jornet and I. F. Akyildiz, (2010) *Channel capacity of electromagnetic nanonetworks in the terahertz band*

Figure [9] Svidinenko Yuriy, *Nanotechnology News Network*