



10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Προκαταρκτική Μελέτη επί του Πολύπλοκου Δικτύου των Λιποσωματικών Νανοσυστημάτων

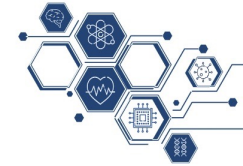
Νικόλαος Ναζίρης¹, Μιχάλης Χανιάς², Σταύρος Σταυρινίδης², Κωσταντίνος Δεμέτζος¹

¹Τομέας Φαρμακευτικής Τεχνολογίας, Τμήμα Φαρμακευτικής, Σχολή Επιστημών Υγείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου, Αθήνα 15771, Ελλάδα.

²Τμήμα Φυσικής, Διεθνές Πανεπιστήμιο, Πανεπιστημιούπολη Καβάλας, Καβάλα 65404, Ελλάδα.

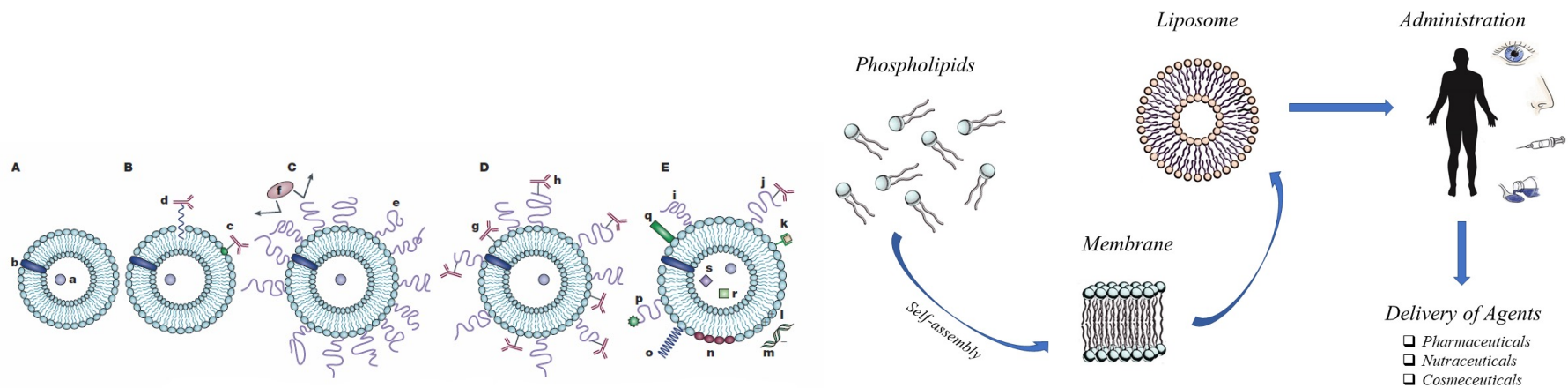
Διοργανωτές

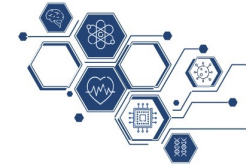




Λιποσώματα

- Νανοτεχνολογικές Δομές που Ομοιάζουν με Σφαίρα
- Δομικά Υλικά Φωσφολιπίδια
- Εφαρμογή στη Θεραπευτική και τη Διαγνωστική
 - Μεταφορά Θεραπευτικών και Διαγνωστικών Μορίων
 - Μοντέλα Μεμβρανών





Θεωρία του Χάους

- Τα φυσικά συστήματα και οι έμβιες διεργασίες χαρακτηρίζονται πρωτίστως ως χαοτικά αιτιοκρατικά συστήματα και εμφανίζουν πολύπλοκη συμπεριφορά
- Η Πολυπλοκότητα και η θεωρία του χάος αποτελούν ένα οικουμενικό πλαίσιο μελέτης των δυναμικών συστημάτων dynamical με έντονο χαρακτήρα διεπιστημονικότητας, καθώς ένα μεγάλο πλήθος εφαρμογών σε πολλούς τομείς
- Διεπιστώθη ότι το ανοσοποιητικό σύστημα αυτορυθμίζεται αξιοποιώντας την θεωρία του χάους.

nature communications

[Explore content](#) ▾ [About the journal](#) ▾ [Publish with us](#) ▾

[nature](#) > [nature communications](#) > [articles](#) > article

Article | [Open Access](#) | [Published: 08 January 2019](#)

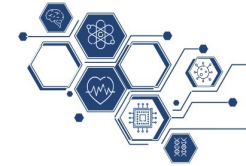
On chaotic dynamics in transcription factors and the associated effects in differential gene regulation

[Mathias L. Heltberg](#), [Sandeep Krishna](#) & [Mogens H. Jensen](#)

[Nature Communications](#) **10**, Article number: 71 (2019) | [Cite this article](#)

9743 Accesses | 32 Citations | 112 Altmetric | [Metrics](#)

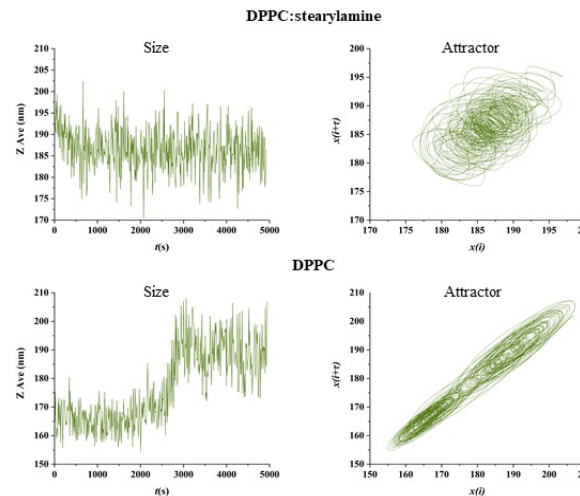
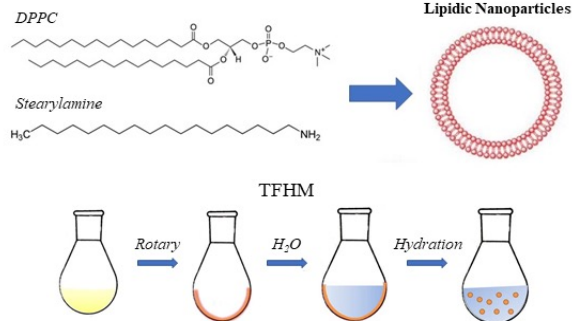
2. Μέθοδοι και Υλικά



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Χαοτική Δυναμική και Ανάλυση Δικτύων

Ανάπτυξη Λιποσωμάτων Μέθοδος Λεπού Λιπιδικού Υμενίου



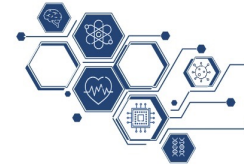
ακανόνιστες χρονοσειρές

ντετερμινιστικό τεστ χάους

- διάσταση συσχέτισης (ν)
- διαστάσεις ενσωμάτωσης (m)
- φάσμα εκθετών Lyapunov (λ_i)
- εντροπία Kolmogorov-Sinai (K_2)

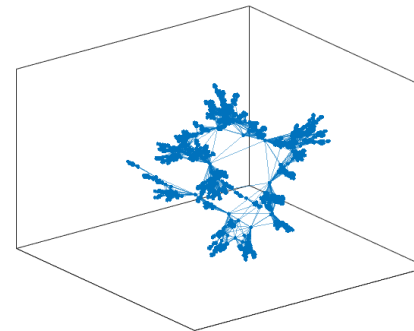
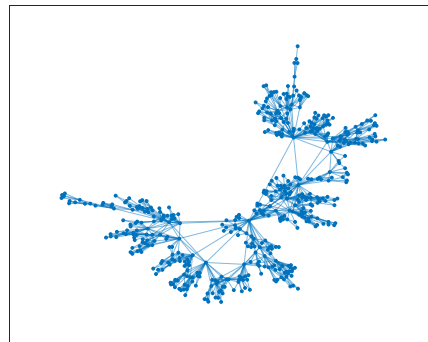
- Zaves: Υδροδυναμική διάμετρος του σταθερού συστήματος (DPPC:stearylamine)
- Polys: Πολυδιασπορά του σταθερού συστήματος (DPPC:stearylamine)
- Zaveu: Υδροδυναμική διάμετρος ασταθούς συστήματος (DPPC)
- Polyu: Πολυδιασπορά του ασταθούς συστήματος (DPPC)

3. Αποτελέσματα

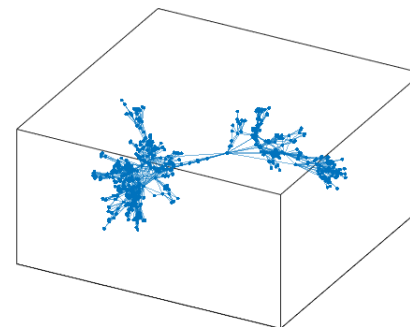
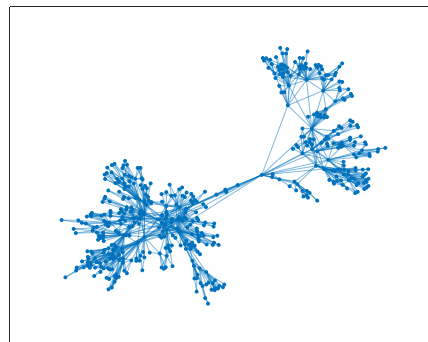


1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

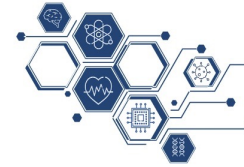
Το δίκτυο φυσικής ορατότητας του Zaves (σταθερό) σε 2D και 3D παρουσίαση.



Το δίκτυο φυσικής ορατότητας του Zaveu (ασταθές) σε 2D και 3D παρουσίαση.

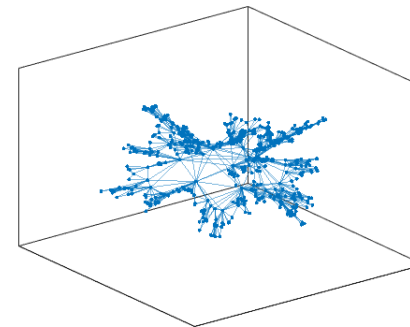
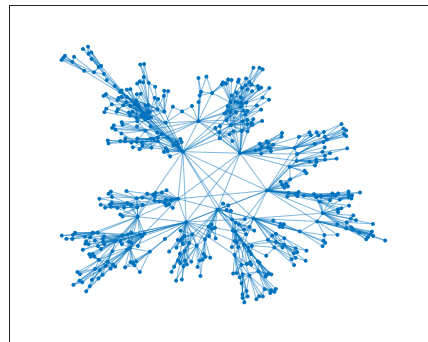


3. Αποτελέσματα

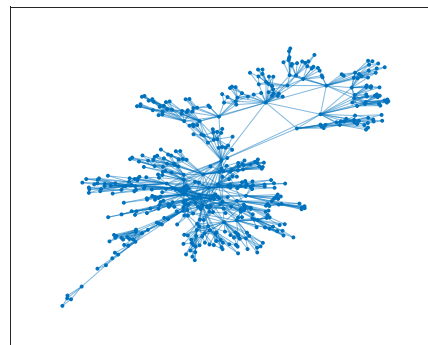


1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

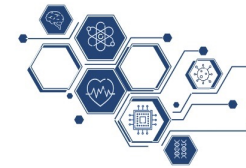
Το δίκτυο φυσικής ορατότητας της Polys (σταθερό) σε 2D και 3D παρουσίαση.



Το φυσικό δίκτυο ορατότητας της Polyu (ασταθής) σε 2D και 3D παρουσίαση.



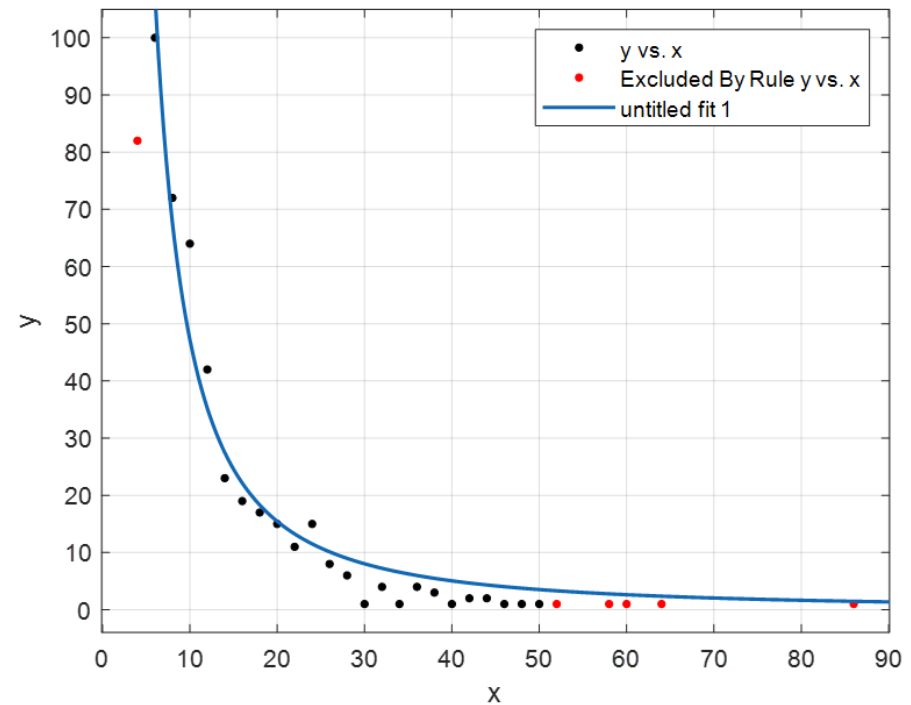
3. Αποτελέσματα



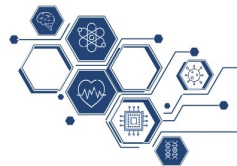
Μετρικές των Δικτύων

Network Measure	Symbol	Value	Value	Value	Value
		polys	polyu	zaves	zaveu
Network nodes	n	500	500	500	500
Network edges	m	1496	1469	1437	1522
Network components	α	1	1	1	1
Graph density	ρ	0.010	0.012	0.012	0.012
Maximum degree	k_{max}	86	70	84	80
Minimum degree	k_{min}	4	4	2	4
Average degree	$\langle k \rangle$	5.984	5.876	5.748	6.088
Average path length	$\langle l \rangle$	4.212	4.45	4.46	4.57
Network diameter	$d(G)$	7	10	9	9
Clustering coefficient	C	0.763	0.759	0.753	0.767
Modularity	Q	0.816	0.802	0.814	0.78
Number of communities	$card\{g_i\}$	11	13	12	12

Κατανομή Βαθμών Δικτύου y , Βαθμοί x



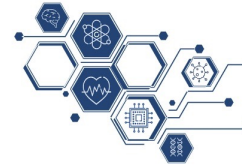
4. Συμπεράσματα



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

- Εξετάσαμε την πολυπλοκότητα των λιποσωμιακών νανοσυστημάτων, μετατρέποντας τις χρονοσειρές που περιγράφουν την ευστάθεια ή μη των συστημάτων, σε δίκτυα.
- Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήσαμε και εφαρμόσαμε τον αλγόριθμο γραφήματος ορατότητας για να μετατρέψουμε τις διαθέσιμες χρονοσειρές σε γράφημα έτσι ώστε οι τοπολογικές ιδιότητες αυτού να μπορούν να μελετηθούν αντί της πηγέας χρονοσειράς.
- Τα αποτελέσματα αποκαλύπτουν ένα δίκτυο ανευ κλίμακος μικρού μεγέθους, με το αντίστοιχο γράφημα να μην είναι πυκνό.
- Υπολογίστηκαν οι μετρικές του δικτύου όπως ο μέσος βαθμός διανομής, το μέσο μήκος διαδρομής, η διαμέτρου του δικτύου, η συνάρτηση modularity, ο συντελεστή ομαδοποίησης και ο βαθμός διασποράς πληροφοριών.
- Ο εκθέτης του νόμου δύναμης του γραφήματος ορατότητας υποδεικνύει ανώμαλα χαρακτηριστικά δικτύων ανευ κλίμακας που οδηγούν στο συμπέρασμα ότι δεν μπορεί να υπάρξει δίκτυο μεγάλης κλίμακας που δεν έχει πολλαπλούς συνδέσμους. Επιπλέον, υπάρχει μια γέφυρα μεταξύ των κοινοτήτων για το φυσικοχημικά ασταθές σύστημα, πράγμα που σημαίνει ότι οι πληροφορίες που μεταφέρονται από αυτό το σύστημα είναι περιορισμένες.
- Μια τέτοια προσέγγιση μπορεί να συμβάλει στον τρόπο με τον οποίο κατανοούμε αυτά τα νανοσυστήματα, καθώς και να τα βελτιστοποιήσει για τη χορήγηση φαρμάκων και άλλες θεραπευτικές εφαρμογές.

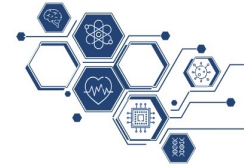
4. Συμπεράσματα



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

- Αμφότερα τα υπό μελέτη λιποσωμιακά νανοσυστήματα αποτελούν αιτιοκρατικά χαοτικά συστήματα.
- Τα συστήματα περιγράφονται με 5 καταστατικές μεταβλητές (5 διαφορικές εξισώσεις 1^{ης} τάξης. Η απώλεια πληροφορίας γίνεται με σταθερό ρυθμό και ποσοτικοποιείται με την Εντροπία Kolmogorov.
- Η φρακταλική δομή του συστήματος του επιτρέπει να προσαρμόζεται στις εξωτερικές διεγέρσεις.
- Η ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα στα υποσυστήματα περιγράφεται με ένα άνευ κλίμακας δίκτυο
- Μια τέτοια προσέγγιση μπορεί να συμβάλει στον τρόπο με τον οποίο κατανοούμε τα νανοσυστήματα, καθώς και να τα βελτιστοποιήσει για τη χορήγηση φαρμάκων και άλλες θεραπευτικές εφαρμογές.

5. Βιβλιογραφία



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

1. Naziris N., Chountoulesi M., Stavrinides S., et al (2022). Chaotic Dynamics and Stability of Liposomal Nanosystems. *Current Nanoscience*, 18: 375-390.
2. Toker D., Sommer F.T., D'Esposito M. (2020). A simple method for detecting chaos in nature. *Communications Biology*, 3, 11.
3. Tsiotas D., Magafas L., Hantias, M.P. (2020). Examination of Chaotic Structures in Semiconductor or Alloy Voltage Time-Series: A Complex Network Approach for the Case of TlInTe₂. *Physics*, 2(4), 624-639.
4. Liu C., Zhou W.X., Yuan W.K. (2010). Statistical properties of visibility graph of energy dissipation rates in three-dimensional fully developed turbulence. *Physica A*, 389, 2675–2681.
5. Barabasi A.L. (2016). *Network Science*; Cambridge University Press: Cambridge, UK.