ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

του

κ. Νικολάου Ατρέα

Αναπληρωτή Καθηγητή

του

Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

της

Πολυτεχνικής Σχολής Α.Π.Θ.

Προσωπικά Στοιχεία

Επίθετο: Ατρέας
Ονομα: Νικόλαος
Διεύθυνση: Γκύζη 3, 546-40, Θεσσαλονίκη
Ημ. Γέννησης: 11 Οκτωβρίου 1971
Οικ. Κατάσταση: Εγγαμος με 2 τέκνα
Εργασία: Αναπληρωτής Καθηγητής στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ.

Τηλ. γραφείου: 2310-995953
Κινητό τηλ.: 6973665286
e-mail: natreas@auth.gr
Ιστοσελίδα: http://users.auth.gr/~natreas
Γλώσσες: Αγγλικά, Γαλλικά

Σπουδές

1999 Διδάκτωρ του Τμήματος Μαθηματικών Α.Π.Θ.. Θέμα διατριβής: **«Αρμονική και Κυματιδιακή Ανάλυση με Εφαρμογές στη Δειγματοληψία»**. Επιβλέπων: Καθηγητής Κ. Καρανίκας.

1993 Πτυχιούχος Μαθηματικών Α.Π.Θ. (Κατεύθυνση Καθαρών Μαθηματικών). Βαθμός 7.03.

1989 Εισαγωγή μέσω Πανελληνίων Εξετάσεων στο Τμήμα Μαθηματικών Α.Π.Θ.

Προϋπηρεσία

2017–Σήμερα Αναπληρωτής Καθηγητής στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ. με γνωστικό αντικείμενο «**Αρμονική Ανάλυση**».

2021–Σήμερα Μέλος ΣΕΠ στο πρόγραμμα «ΜΣΜ: Μεταπτυχιακές Σπουδές στα Μαθηματικά» του ΕΑΠ, θεματική ενότητα ΜΣΜ83 «Ανάλυση».

2017–2021 Μέλος ΣΕΠ στο ΕΑΠ στη πρόγραμμα «ΠΛΗ: Πληροφορική», θεματική ενότητα ΠΛΗ12 «Μαθηματικά για Πληροφορική».

2013–2017 Επίκουρος Καθηγητής στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ. με γνωστικό αντικείμενο «Αρμονική Ανάλυση».

2009–2013 Επίκουρος Καθηγητής με θητεία στο Γενικό Τμήμα Πολυτεχνικής Σχολής Α.Π.Θ. με γνωστικό αντικείμενο «Αρμονική Ανάλυση».

2007–2009 Λέκτορας στο Τμήμα Πληροφορικής Α.Π.Θ. με γνωστικό αντικείμενο «Εφαρμοσμένη Μαθηματική Ανάλυση».

2001 – 2007 Επιστημονικός συνεργάτης, Τ.Ε.Ι. Δυτικής Μακεδονίας.

2004 – 2005 Διδάσκων Π.Δ. 407/80, Τμήμα Πληροφορικής Α.Π.Θ.

2003 – 2004 Επιστημονικός συνεργάτης στο Τμήμα Πληροφορικής Α.Π.Θ. με μεταδιδακτορική υποτροφία Ι.Κ.Υ.

2002 – 2003 Διδάσκων Π.Δ. 407/80, Τμήμα Μαθηματικών Α.Π.Θ.

1999 – 2001 Στρατιωτική θητεία.

Ερευνα

- Σχεδίαση και μελέτη πλαισίων* (frames) κυματιδίων σε χώρους τετραγωνικά ολοκληρώσιμων συναρτήσεων με χρήση των Αρχών Επέκτασης (εργασίες Α1-Α4, Β2).

- Μελέτη μέτρων και διακριτών μετασχηματισμών που παράγονται από πολυκλιμακωτές διαδικασίες (εργασίες Α5, Α12, Β4, Β6, Β9).

- Μελέτη δειγματοληπτικών αναπτυγμάτων πλαισίων και των αντιστοίχων μερικών αθροισμάτων αυτών σε διάφορους υποχώρους του $L_2(\mathbb{R})$ με χρήση του Λήμματος Wiener και χώρων τύπου αμάλγαμα Wiener (εργασίες Α6, Α8, Α14).

- Βελτιωμένες εκτιμήσεις σφαλμάτων τύπου Truncation, Jitter, Gibbs κλπ., όσον αφορά μερικά αθροίσματα δειγματοληπτικών αναπτυγμάτων πάνω σε κλειστούς υποχώρους του $L_2(\mathbb{R})$ αναλλοίωτους ως προς τις ακέραιες μεταθέσεις καθώς επίσης σε υποχώρους κυματιδίων (εργασίες Α6, Α8, Α15-Α18, C1).

- Ευρεση και μελέτη διαφόρων διακριτών μετασχηματισμών (τύπου κυματιδίων) με πολυκλιμακωτή δομή (εργασίες Α9-Α13, Β6, Β7, Β11-Β13) με εφαρμογές στην γρήγορη κωδικοποίηση/αποκωδικοποίηση (εργασίες Α7, Β3, Β5), στη μη γραμμική πρόβλεψη (εργασία Α10), στην αναγνώριση συντακτικού (εργασίες Α9, Α11, Β8), μοτίβου (εργασίες Α13, Β8, Β10) και στη βιολογία (εργασίες Β11, Β12).

- Μέθοδοι κωδικοποίησης και απαρίθμησης με εφαρμογή σε συναρτήσεις bent (εργασία Β1).

* Με την έννοια πλαίσιο (frame) σε διαχωρίσιμο χώρο Hilbert *H*, εννοούμε μια ακολουθία συναρτήσεων $(g_n) \in H$ που ικανοποιεί τη σχέση $A\|f\|_H^2 \le \sum_n |\langle f, g_n \rangle|^2 \le B\|f\|_H^2 \ \forall f \in H$, όπου $A, B > 0$ είναι σταθερές. Τότε η (g_n) παράγει το χώρο *H*, (δηλ. $f = \sum_n c_n(f) g_n$ με τη νόρμα του *H*), αλλά η (g_n) δεν αποτελεί κατ' ανάγκην μια (Schauder) βάση του χώρου αυτού, συνεπώς δεν έχουμε κατ' ανάγκην μοναδικότητα αναπαράστασης. Η έννοια του πλαισίου γενικεύεται και σε χώρους Banach.

Διδακτική Εμπειρία

Εχω διδάξει τα κάτωθι μαθήματα:

A. <u>Προπτυχιακά</u>:

- Διαφορικός και Ολοκληρωτικός Λογισμός Συναρτήσεων μιας Μεταβλητής (στο τμήμα Μαθηματικών Α.Π.Θ., Πληροφορικής Α.Π.Θ., σε τμήματα της Πολυτεχνικής Σχολής Α.Π.Θ. καθώς επίσης και σε τμήματα του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Μακεδονίας).

- Διαφορικός και Ολοκληρωτικός Λογισμός Συναρτήσεων Πολλών Μεταβλη-τών και Διανυσματική Ανάλυση (στο τμήμα Πληροφορικής Α.Π.Θ., στο τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ. καθώς επίσης και σε τμήματα του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Μακεδονίας).

- Γραμμική Αλγεβρα και Αναλυτική Γεωμετρία (σε τμήματα της Πολυτεχνικής Σχολής Α.Π.Θ.).

- Μιγαδική Ανάλυση (στο τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ.).

- Αριθμητική Ανάλυση (στο τμήμα Πληροφορικής Α.Π.Θ. και σε τμήματα του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Μακεδονίας).

- Θεωρία Υπολογισμού (στο Τμήμα Πληροφορικής Α.Π.Θ.).

- Μαθηματικές Θεμελιώσεις Κρυπτογραφίας (στο Τμήμα Πληροφορικής Α.Π.Θ.).

- Εφαρμοσμένα Μαθηματικά: Συνήθεις Διαφορικές Εξισώσεις, Μετασχηματισμός Laplace, Σειρές Fourier και εφαρμογές (στο τμήμα Χημικών Μηχανικών Α.Π.Θ., στο τμήμα Τοπογράφων Α.Π.Θ. καθώς επίσης και σε τμήματα του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Μακεδονίας).

B. <u>Μεταπτυχιακά</u>:

- Αρμονική Ανάλυση (στο τμήμα Μαθηματικών Α.Π.Θ.).

- Συναρτησιακή Ανάλυση και Θεωρία τελεστών (στα πλαίσια της Θεματικής Ενότητας ΜΣΜ83 στο πρόγραμμα ΜΣΜ του ΕΑΠ).

Συμμετοχή σε ερευνητικά προγράμματα

Εχω συμμετάσχει ως ερευνητής ή εξωτερικός συνεργάτης στα κάτωθι ερευνητικά έργα:

1. Αρχιμήδης ΙΙΙ. Ενίσχυση ερευνητικών ομάδων του ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας. Εργο με τίτλο "Εφαρμογές των δυναμικών συστημάτων", (MIS 383583). Επιστημονικώς Υπεύθυνος: Α. Μπίσμπας, **1/3/2012-30/9/2015**.

2. Conformal structures and dynamics, CODY, FP6-2005-Mobility-1- Marie Curie Research Training Networks (MCRTN)-contract number 035651-2. Συντονιστής του ελληνικού κόμβου: Α. Μπίσμπας, **1/1/2007-31/12/2010**.

3. Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. ΙΙ, Εργο Πυθαγόρας ΙΙ – ΕΕΟΠ, υποέργο 24, “Μαθηματικά Βιο-πληροφορικών εφαρμογών”, Τμήμα Πληροφορικής Α.Π.Θ. Επιστημονικώς Υπεύθυνος: Κ. Καρανίκας, **1/1/2005-30/6/2007**.

4. Γενική Γραμματεία Ερευνας και Τεχνολογίας: Επιχειρησιακό πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα ΕΠ.ΑΝ.. Εργο: Κοινά ερευνητικά και τεχνολογικά προγράμματα, Ελλάδα – Βουλγαρία: “Μελέτη βιο-δεδομένων με μεθόδους ανάλυσης πολλαπλής ευκρίνειας. Πολυωνυμική κυματιδιακή ανάλυση σε ανοσο-υπολογισμούς και στην ανάλυση της εγκεφαλικής λειτουργίας”, Τμήμα Πληροφορικής Α.Π.Θ. Επιστημονικώς Υπεύθυνος: Κ. Καρανίκας, **29/8/2005-31/3/2008**.

5. Αρχιμήδης ΙΙ. Ενίσχυση ερευνητικών ομάδων του ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, υποέργο 7, “Εφαρμοσμένη Αρμονική Ανάλυση και fractals”, Τ.Ε.Ι. Δυτικής Μακεδονίας. Επιστημονικώς Υπεύθυνος: Α. Μπίσμπας, **1/1/2004-31/12/2007**.

6. Μεταδιδακτορική υποτροφία του ΙΚΥ, σύμβαση 414, για την εκπόνηση έργου με τίτλο: ”Κυματιδιακοί διακριτοί μετασχηματισμοί με εφαρμογές στην αναγνώριση προτύπων, όπως: (α) στην ανίχνευση της περιοδικότητας ενός σήματος, (β) στην ανίχνευση της κρυμμένης μαρκοβιανής διαδικασίας, (γ) σε βιολογικού τύπου αναγνωρίσεις”, Τμήμα Πληροφορικής, Α.Π.Θ., **1/10/2003-30/09/2004**.

7. EU Project HPAM-2002-00065 “Μη τοπικές δομές σε νανοκλίμακα”, Τμήμα Μαθηματικών Α.Π.Θ. Επιστημονικώς Υπεύθυνος: Κ. Καρανίκας, **01/6/2002-31/12/2003**.

8. EU Project IST-2000-26016 IMCOMP, “Απρόσβλητοι Η/Υ”, Τμήμα Μαθηματικών Α.Π.Θ. Επιστημονικώς Υπεύθυνος: Κ. Καρανίκας, **07/06/2001-30/11/2003**.

9. Π.ΕΝ.Ε.Δ. N^0 1914 με Θέμα “Μαθηματικά προσαρμοσμένα στην Ανάλυση και Αναγνώριση Σημάτων, Συστημάτων και Προτύπων με κυματίδια (wavelets)”, Τμήμα Μαθηματικών Α.Π.Θ. Επιστημονικώς Υπεύθυνος: Κ. Καρανίκας, **01/06/1997-30/6/1998**.

Ακαδημαϊκές Υπηρεσίες

Κριτής στα:

1) Mathematical Reviews, έως το 2021. (26 reviews).

2) Περιοδικό Advances in Computational Mathematics (1 κρίση, 2012).

3) Περιοδικό Journal of Fourier Analysis and Applications, (3 κρίσεις, 2013 και 2014 και 2021).

4) Περιοδικό Applied and Computational Harmonic Analysis, (1 κρίση, 2015).

5) Συνέδρια ISCCSP 2014 (2 κρίσεις) και INCAAM 2015 (2 κρίσεις).

6) Περιοδικό Acta Applicandae Mathimaticae, (1 κρίση, 2022).

Διοικητικό Εργο

- Είμαι Αντιπρόεδρος του Τ.Η.Μ.Μ.Υ. για την περίοδο 2022-2024.

- Εχω διατελέσει μέλος της Επιτροπής φοιτητικών ζητημάτων, συμβούλων φοιτητών και διασύνδεσης με αποφοίτους Τ.Η.Μ.Μ.Υ.

- Είμαι μέλος της Επιτροπής κατατακτηρίων εξετάσεων Τ.Η.Μ.Μ.Υ.

- Είμαι μέλος του Εργαστηρίου Μη Γραμμικών Μαθηματικών της Πολυτεχνικής Σχολής Α.Π.Θ.

- Εχω κατά καιρούς συμμετάσχει σε διάφορες επιτροπές τόσο του Τμήματος Πληροφορικής όσο και του Γενικού Τμήματος (παραλαβής υλικών, αναγνώριση βαθμολογίας, κατατακτηρίων εξετάσεων, εσωτερικής αξιολόγησης).

- Ημουν μέλος της επταμελούς επιτροπής κρίσης της διδακτορικής διατριβής των κ. Σταμάτη Πουλιάση, Γαλάτειας Σαράντους, Χ. Καραφυλλιά, Κων/νου Ζάρβαλη (2022), Τμήμα Μαθηματικών Α.Π.Θ. και Π. Πολυχρονίδου, Τμήμα Πληροφορικής Α.Π.Θ.

- Ημουν μέλος της τριμελούς επιτροπής κρίσης της διδακτορικής διατριβής του κ. Γ. Κελγιάννη, Τμήμα Μαθηματικών ΑΠΘ (2019).

- Ημουν μέλος της τριμελούς επιτροπής κρίσης της διπλωματικής εργασίας της κας Χ. Παπαδοπούλου, Τμήμα Μαθηματικών Α.Π.Θ.

- Είμαι μέλος της τριμελούς επιτροπής των υποψήφιων διδακτόρων Σ. Σταυρόπουλου και Δ. Δεμερτζόγλου του Τμήματος Μαθηματικών Α.Π.Θ.

Διπλωματικές εργασίες

Επιβλέπω/έχω επιβλέψει τις κάτωθι διπλωματικές εργασίες επιπέδου προπτυχιακών σπουδών:

- «Το πρόβημα ανάκτηση φάσης για μετρήσεις Fourier», Αθανάσιος Μελετίδης, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ, σε εξέλιξη.

- «Μετασχηματισμοί Πλαισίων με Εφαρμογές στην Κωδικοποίηση και Απόκρυψη Πληροφορίας», Στέφανος Χριστοφόρου, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ, 2022.

- «Αριθμητική επίλυση προβλημάτων Cauchy/Dirichlet σε μερικές διαφορικές εξισώσεις διάχυσης, με χρήση κυματιδίων Haar», Βαϊος Ηροδότου, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ., 2021.

- «Αρχές αβεβαιότητας στην Ανάλυση Fourier με εφαρμογές στην ανακατασκευή σήματος», Παναγιώτης Παπαδόπουλος, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υολογιστών Α.Π.Θ., 2018.

- «Θεωρία πλαισίων και κρυπτογραφία», Μαρία Λώλη, Τμήμα Πληροφορικής Α.Π.Θ., 2008.

- «Αλγόριθμοι αναγνώρισης συμβολοσειρών με εφαρμογές σε βιολογικά δεδομένα», Χρήστος Τζόκας, Τμήμα Πληροφορικής Α.Π.Θ., Οκτώβριος 2008.

- «Μοντέλα πρόβλεψης περιβαλλοντικών δεδομένων. Μοντελοποίηση του όζοντος», Μαρία Δουράνη, Τμήμα Πληροφορικής Α.Π.Θ., Οκτώβριος 2008.

Δημοσιεύσεις

- **A. <u>Περιοδικά</u>:**

A1. N. Karantzas, N. Atreas, M. Papadakis, T. Stavropoulos, On the design of multidimensional compactly supported Parseval framelets with directional characteristics, ***Linear Alg. Appl***., 1-36, (2019).

A2. Nikolaos Atreas. Characterizations of dual multiwavelet frames of periodic functions, ***Int. J. Wavelets, Multiresolut. Inf. Process.***, 14 (3), 1650012 (26 pages), (2016).

A3. Nikolaos Atreas, Manos Papadakis, Theodoros Stavropoulos. Extension Principles for Dual Multiwavelet frames of $L_2(\mathbf{R}^s)$ constructed from Multirefinable generators, ***J. Fourier Anal. Appl.***, 22 (4), 854-877 (2016).

A4. Nikolaos Atreas, Antonios Melas, Theodoros Stavropoulos. Affine Dual Frames and Extension Principles, ***Applied Comput. Harmon. Anal.***, 36 (1), 51-62, (2014).

A5. Nikolaos Atreas and Antonis Bisbas. Generalized Riesz Products produced from orthonormal transforms, ***Colloq. Math.***, 126 (2), 141-154, (2012).

A6. Nikolaos D. Atreas. On a class of non-uniform average sampling expansions and partial reconstruction in subspaces of $L_2(\mathbb{R})$, ***Adv. Comput. Math.***, 36, 21-38, (2012).

A7. Nikolaos Atreas, Costas Karanikas. Boolean invertible matrices identified from two permutations and their corresponding Haar-type matrices, ***Linear Algebra Appl.***, 435, 95-105, (2011).

A8. Nikolaos D. Atreas. Perturbed sampling formulas and local reconstruction in shift-invariant spaces, ***J. Math. Anal. Appl.***, 377, 841-852, (2011).

A9. Nikolaos D. Atreas. Detecting hidden periodicities on symbolic sequences, ***J. Interdiscip. Math.***, 12 (5), 639-646, (2009).

A10. N. D. Atreas and P. Polychronidou. A Class of Sparse Invertible Matrices and Their Use for Non-Linear Prediction of Nearly Periodic Time Series with Fixed Period, ***Numer. Funct. Anal. Optimiz.***, 29 (1-2), 66-87, (2008).

A11. N. D. Atreas, C. Karanikas and P. Polychronidou. A Class of Sparse Unimodular Matrices Generating Multiresolution and Sampling Analysis for Data of any Length, ***SIAM J. Matrix Anal. Appl.***, 30 (1), 312-323, (2008).

A12. N. D. Atreas and C. Karanikas. Multiscale Haar Unitary Matrices with the Corresponding Riesz Products and a Characterization of Cantor-Type Languages, ***J. Fourier Anal. Appl.***, 13 (2), 197-210, (2007).

A13. Nikolaos D. Atreas and C. Karanikas. Discrete Sampling formulas on spaces of p^M-periodic sequences with computational applications on edge detection, ***Numer. Funct. Anal. Optimiz.***, 26 (3), 285-301, (2005).

A14. N. Atreas, J. J. Benedetto and C. Karanikas. Local sampling for regular wavelet and Gabor expansions, ***Sampl. Theory Signal Image Process.***, 2 (1), 1-25, (2003).

A15. N. Atreas, N. Bagis and C. Karanikas. The information loss error and the jitter error for regular sampling expansions, ***Sampl. Theory Signal Image Process.***, 1 (3), 261-276, (2002).

A16. Nikolaos D. Atreas. New bounds for Truncation-type Errors on regular Sampling Expansions, ***Numer. Funct. Anal. Optimiz.***, 23 (7&8), 695-704, (2002).

A17. N. Atreas and C. Karanikas. Truncation Error on Wavelet Sampling Expansions, ***J. Comput. Anal. Appl.***, 2 (1), 89-102, (2000).

A18. N. Atreas and C. Karanikas. Gibbs Phenomenon on Sampling Series based on Shannon's and Meyer's wavelet Analysis, ***J. Fourier Anal. Appl.***, 5 (6), 575-588, (1999).

- ## Β. Συνέδρια:

B1. C. Karanikas and N. Atreas. Enumeration and Coding Methods for a class of Permutations and Reversible Logical Gates, ***Facta Universitatis (Nis), Ser.: Elec. Energ.***, 31, 2, 241-255, (2018).

B2. N. Atreas, N. Karantzas, M. Papadakis, T. Stavropoulos, Exploring neuronal synapses with directional and symmetric frame filters with small support. ***Proceedings of SPIE***, Vol. 10394, Article number 1039413 (2017).

B3. Nikolaos Atreas and Costas Karanikas. Discrete Transforms produced from two natural numbers and applications. In: EUROCAST 2011, R. Moreno-Diaz *et al.* (Eds.), ***LNCS*** 6928, 304–310, (2012).

B4. Nikolaos D. Atreas. On a class of multiscale transforms on $L_2[0,1)$ and their corresponding sampling theorem. In: ***Proceedings of the conference SampTA07*** N. Atreas and C. Karanikas (Eds), 19-22, (2009).

B5. C. Karanikas and N. D. Atreas. On a Large Class of Non-Linear Coding Methods Based on Boolean Invertible Matrices, ***Facta Universitatis (Nis), Ser.: Elec. Energ.***, 21 (3), 365-372, (December 2008).

B6. Costas Karanikas, Nikolaos D. Atreas. Discrete type-Riesz Products. In: ***Proceedings of the workshop Walsh and dyadic Analysis***, R. Stankovic (Ed.), 137-143, Nis, (2008).

B7. Nikolaos D. Atreas. A Walsh type Multiresolution Analysis. In: ***Proceedings of the workshop Walsh and dyadic Analysis***, R. Stankovic (Ed.), 177-183, Nis, (2008).

B8. C. Karanikas, N. D. Atreas, A. Bakalakos, P. Polychronidou. Discrete Transforms on Symbolic Sequences for String Matching, Pattern Recognition and Grammar Detection. ***In NATO Science for piece and security series D: Information and Communication security***, O. Kounchev, R. Willems, V. Shalamanov, T. Tsachev (Eds), 12, 126-138, (2008).

B9. Nikolaos D. Atreas and C. Karanikas. Haar-type Orthonormal systems, data presentation as Riesz Products and a recognition on symbolic sequences, In: Frames and Operator Theory in Analysis and Signal Processing, ***Contemp. Math.***, 451, 1-9, (2008).

B10. N. D. Atreas and C. Karanikas. A fast pattern matching algorithm based on prime numbers and hashing approximation. In ***NATO Science for piece and security series D: Information and Communication security***, O. Kounchev, R. Willems, V. Shalamanov, T. Tsachev (Eds), 12, 118-126, (2008).

B11. Nikolaos D. Atreas, Costas Karanikas and Persefoni Polychronidou. Signal Analysis on Strings for Immune-type pattern recognition, ***Comp. Funct. Genom.***, 5 1, 69-74, (2004).

B12. Nikolaos D. Atreas, Costas G. Karanikas and A. O. Tarakanov. Signal Processing by an Immune Type Tree Transform. ICARIS 2003, J.Timmis *et al.* (Eds), ***LNCS*** 2787, 111-119, (2003).

B13. Nikolaos D. Atreas. Wavelet Decomposition and Sampling for p-adic Multiresolution Analysis. In ***Constructive Theory of Functions***, B. Bojanov (Ed.), 198-204, DARBA, Sofia, (2003).

• Γ. Κεφάλαια σε βιβλία

C1. Nikolaos Atreas. Finite Shift invariant subspaces of periodic functions: characterizations, approximations and applications. Approximation and Computation in Science and Engineering, 77-90, ***Springer Optim. Appl.*** *180*, Springer, Cham, 2022.

C2. Nikolaos Atreas. Sampling and approximation in shift invariant subspaces of $L_2(R)$. Harmonic Analysis and Applications, 1-19, ***Springer Optim. Appl.*** *168*, Springer, Cham, 2021.

C3. N. Atreas and C. Karanikas. Reducing Gibbs ripples for some wavelet sampling series. In: ***Advances in the Gibbs Phenomenon***, Abdul J. Jerri (Ed.), Chapter 11, 335-361, Sampling Publishing, Potsdam, New York, 2011.

• Δ. Διατριβή

D1. Νικόλαος Δ. Ατρέας. Αρμονική και κυματιδιακή Ανάλυση με εφαρμογές στη Δειγματοληψία”, Τμήμα Μαθηματικών ΑΠΘ, Ιούνιος 1999, 119 σελίδες.

- **Ε. Σημειώσεις διδασκαλίας http://users.auth.gr/~natreas**

Εχω συγγράψει σημειώσεις σε ηλεκτρονική μορφή όσον αφορά τα κάτωθι μαθήματα:

Ε1. Διαφορικός και Ολοκληρωτικός Λογισμός Συναρτήσεων μιας Μεταβλητής (142 σελίδες, 2003).

Ε2. Αριθμητική Ανάλυση (113 σελίδες, 2007).

Ε3. Μαθηματικές Θεμελιώσεις Κρυπτογραφίας (75 σελίδες, 2008).

Ε4. Αναλυτική Γεωμετρία (105 σελίδες, 2009).

Ε5. Διαφορικός και Ολοκληρωτικός Λογισμός συναρτήσεων πολλών μεταβλητών και Διανυσματική Ανάλυση (275 σελίδες, 2011).

Ε6. Μιγαδική Ανάλυση (174 σελίδες, 2012).

Ε7. Γραμμική Αλγεβρα και Αναλυτική Γεωμετρία (115 σελίδες, 2013).

Ε8. Συνήθεις Διαφορικές Εξισώσεις. Μετασχηματισμός Laplace. Σειρές Fourier και εφαρμογές (213 σελίδες, 2014).

Ε9. Αρμονική Ανάλυση (198 σελίδες, 2015).

Ετεροαναφορές

Εχω βρει τις κάτωθι 113 ετεροαναφορές (χωρίς αυτοαναφορές) στο ερευνητικό μου έργο σε διάφορες βάσεις (Google Scholar, Scopus, Mathscinet):

- Zhang, Z., Non-Separable Meyer-like Wavelet Frames, Mathematics, 10 (13), 2296, 2022. **(αναφορά στην εργασία Α1)**
- Zhang, Z.Frequency domain of weakly translation invariant frame MRAs, International Journal of Wavelets, Multiresolution and Information Processing, 20(4), 2150059, 2022. **(αναφορά στην εργασία Α1)**
- Schmalfuss, J., Scheurer, E., Zhao, H., (...), Bruhn, A., Labate, D.3, Blind Image Inpainting with Sparse Directional Filter Dictionaries for Lightweight CNNs, Journal of Mathematical Imaging and Vision, Article in press. **(αναφορά στην εργασία Α1)**
- Zheng, X., Zhou, B., Wang, Y.G., Zhuang, X.Decimated. Framelet System on Graphs and Fast G-Framelet Transforms, Journal of Machine Learning Research, 23, 2022. **(αναφορά στην εργασία Α1)**
- Zhang, Z. Framelet sets and associated scaling sets, Mathematics, 9(21), 2824, 2021. **(αναφορά στην εργασία Α1)**
- Zhang, Z. Characterization of frequency domains of bandlimited frame multiresolution analysis, Mathematics, 9(9),1050, 2021. **(αναφορά στην εργασία Α1)**
- Zhang, Z. Splitting of framelets and framelet packets, Mathematics, 9(7), 697, 2021. **(αναφορά στην εργασία Α1)**
- Kayasandik, C.B., Ru, W., Labate, D. A multistep deep learning framework for the automated detection and segmentation of astrocytes in fluorescent images of brain tissue, Scientific Reports, 10(1), 5137, 2020. **(αναφορά στην εργασία Α1)**
- Karantzas N., Safari, K., Haque, M., Sarmadi, S., Papadakis, M., Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 11138, 111380G, 2019. **(αναφορά στην εργασία Α1)**

- Labate, D., Safari, K., Karantzas, N., Prasad, S., Shahraki, F.F., Structured receptive field networks and applications to hyperspectral image classification. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 11138,111380O, 2019. **(αναφορά στην εργασία Α1)**

- Krivoshein, A Multivariate Symmetric Interpolating Dual Multiwavelet Frames, Symmetry, 14(7),1425, 2022. **(αναφορά στην εργασία Α3)**

- Zhou, J., Zhang, Z. A Brief Survey of the Graph Wavelet Frame, Complexity, 8153249, 2022. **(αναφορά στην εργασία Α3)**

- Zhang, J., A Class of Weak Dual Wavelet Frames for Reducing Subspaces of Sobolev Spaces, Journal of Function Spaces,1372184, 2022. **(αναφορά στην εργασία Α3)**

- Molter, U., Quintero, A. Crystallographic multiwavelets in L2(Rd), Proceedings of the American Mathematical Society, 149(6), pp. 2445-2460, 2021. **(αναφορά στην εργασία Α3)**

- Zhang, J., Jia, H. Nonhomogeneous Wavelet Dual Frames and Extension Principles in Reducing Subspaces, Journal of Mathematics, 1716525, 2020. **(αναφορά στην εργασία Α3 και Α4)**

- Li, Y.-Z., Zhang, J.-P, Extension principles for affine dual frames in reducing subspaces, Applied and Computational Harmonic Analysis, 46(1), pp. 177-191, 2019. **(αναφορά στην εργασία Α3)**

- Andreevich, A.P., On construction of multidimensional periodic wavelet frames, Chebyshevskii Sbornik, 23(1), pp. 21-32, 2022. **(αναφορά στην εργασία Α2).**

- Andrianov, P.A.Sufficient Conditions for a Multidimensional System of Periodic Wavelets to be a Frame, Journal of Mathematical Sciences (United States), 251(2), pp. 190-199, 2020. **(αναφορά στην εργασία Α2)**

- San Antolín, A., Zalik, R.A., Two families of compactly supported Parseval framelets in L2(Rd), Applied and Computational Harmonic Analysis, 60, pp. 512-527, 2022. **(αναφορά στην εργασία Α4)**

- Zhang, J.-P., Chang, Q.-Q, Characterization of nonhomogeneous dual wavelet frames in Sobolev spaces, ScienceAsia, 48(1), pp. 101-106, 2022. **(αναφορά στην εργασία Α4)**

- Zhang, J., A Class of Weak Dual Wavelet Frames for Reducing Subspaces of Sobolev Spaces, Journal of Function Spaces,1372184, 2022. **(αναφορά στην εργασία Α4)**

- Zhang, Y., Li, Y.-Z. Weak nonhomogeneous wavelet dual frames for Walsh reducing subspace of L2 (R^+), International Journal of Wavelets, Multiresolution and Information Processing 20(1), 2150040, 2021. **(αναφορά στην εργασία Α4)**

- San Antolín, A. Density order of Parseval wavelet frames from extension principles, Journal of Approximation Theory, 270,105617, 2021. **(αναφορά στην εργασία Α4)**

- Zhang, J.P. Nonhomogeneous Dual Wavelet Frames with the p-Refinable Structure in L2(R+), Journal of Contemporary Mathematical Analysis, 56(5), pp. 307-317, 2021. **(αναφορά στην εργασία Α4)**

- Gómez-Cubillo, F., Villullas, S. Univariate tight wavelet frames of minimal support, Banach Journal of Mathematical Analysis 15 (2),42, 2021. **(αναφορά στην εργασία Α4)**

- Jia, H.-F., Zhang, J. A characterization of nonhomogeneous wavelet bi-frames for reducing subspaces of Sobolev spaces, Journal of Inequalities and Applications (1),55, 2021. **(αναφορά στην εργασία Α4)**

- Li, Y., Sun, Q., Xian, J. Random sampling and reconstruction of concentrated signals in a reproducing kernel space, Applied and Computational Harmonic Analysis, 54, pp. 273-302, 2021. **(αναφορά στην εργασία Α6)**

- Cheng, C., Sun, Q. Stable Phaseless Sampling and Reconstruction of Real-Valued Signals with Finite Rate of Innovation, Acta Applicandae Mathematicae, 171(1),3, 2021. **(αναφορά στην εργασία Α6)**

- Kumar, A., Sampath, S., Sampling and Average Sampling in Quasi Shift-Invariant Space, Numerical Functional Analysis and Optimization, 41(10), pp. 1246-1271, 2020. **(αναφορά στην εργασία Α6 και Α8)**

- Ponnaian, D., Garg, A.K, Average and Convolution Sampling over Shift-Invariant Spaces, Complex Analysis and Operator Theory 16(2), 20, 2022. **(αναφορά στην εργασία Α6 και Α8)**

- S. Antolin, On Parseval Wavelet Frames via Multiresolution Analyses in H_G^2, Canadian Mathematical Bulletin, 63 (1), 157-172, (2020) **(αναφορά στην εργασία Α3 και Α4)**.

- C. Ri, Y. Paek, Causal FIR symmetric paraunitary matrix extension and construction of symmetric tight M-dilated framelets, Applied comput. Harmon. Anal., (2020), 51, pp. 437-460, 2021. **(αναφορά στην εργασία Α4)**.

- Q. Zhang, Nonuniform average sampling in multiply generated shift-invariant subspaces of mixed Lebesgue spaces, International Journal of wavelets, Multiresolution and Information Processing, 18(3),2050013, (2020). **(αναφορά στην εργασία Α2)**.

- Radha, R., Sarvesh, K., Sivananthan S., Invertibility of Laurent operators and shift invariant spaces with finitely many generators,Applicable analysis, 99(16), pp. 2854-2876, 2020. **(αναφορά στην εργασία A8).**

- Andrianov Pavel, Skopina Maria. On construction of periodic wavelet frames. (English summary) *Eur. J. Math.* 5 (2019), no. 1, 241–249. **(αναφορά στην εργασία A2)**.

- Hamm Keaton, On the Gibbs-Wilbraham phenomenon for sampling and interpolatory series. *Proc. Edinb. Math. Soc. (2)* 62 (2019), no. 4, 1163–1171. **(αναφορά στην εργασία A18)**.

- Li Yun-Zhang, Zhang Jian-Ping Extension principles for affine dual frames in reducing subspaces. *Appl. Comput. Harmon. Anal.* 46 (2019), no. 1, 177–19 **(αναφορά στην εργασία A3)**.

- Han, Bin Homogeneous wavelets and framelets with the refinable structure. *Sci. China Math.* 60 (2017), no. 11, 2173–2198. **(αναφορά στην εργασία A3)**.

- Hamm, Keaton, Ledford Jeff Regular families of kernels for nonlinear approximation. *J. Math. Anal. Appl.* 475 (2019), no. 2, 1317–1340 **(αναφορά στην εργασία A6)**.

- Hamm Keaton, Ledford Jeff On the structure and interpolation properties of quasi shift-invariant spaces. *J. Funct. Anal.* 274 (2018), no. 7, 1959–1992 **(αναφορά στην εργασία A6)**.

- Devaraj, P. Yugesh S. A local weighted average sampling and reconstruction theorem over shift invariant subspaces. *Results Math.* 71 (2017), no. 1-2, 319–332**(αναφορά στην εργασία A8)**.

- Selvan A. Antony, Radha, R. Sampling and reconstruction in shift-invariant spaces on Rd. *Ann. Mat. Pura Appl. (4)* 194 (2015), no. 6, 1683–1706. **(αναφορά στην εργασία A8).**

- Aceska, Roza; Tang, Sui Dynamical sampling in hybrid shift invariant spaces. *Operator methods in wavelets, tilings, and frames,* 149–166, Contemp. Math., 626, *Amer. Math. Soc., Providence, RI,* 2014. **(αναφορά στην εργασία A8).**

- Aceska, Roza, Aldroubi Akram, Davis Jacqueline; Petrosyan, Armenak Dynamical sampling in shift-invariant spaces. *Commutative and noncommutative harmonic analysis and applications,* 139–148, Contemp. Math., 603, *Amer. Math. Soc., Providence, RI,* 2013. (Reviewer: José Luis Romero) **(αναφορά στην εργασία A8).**

- Zhang, Yan Walsh shift-invariant sequences and p-adic nonhomogeneous dual wavelet frames in L2(R+). *Results Math.* 74 (2019), no. 3, Art. 111, 26 pp **(αναφορά στην εργασία A4).**

- Zhang Yan, Li Yun Zhang The intersection and union of dilates of singly generated Walsh p-adic shift-invariant spaces. (Chinese) *Acta Math. Sinica (Chin. Ser.)* 62 (2019), no. 1, 1–12(**αναφορά στην εργασία A4**)..

- Han Bin, Li Tao Zhuang Xiaosheng Directional compactly supported box spline tight framelets with simple geometric structure. *Appl. Math. Lett.* 91 (2019), 213–219. (**αναφορά στην εργασία A4**).

- Li Yun-Zhang, Zhang Jian-Ping Extension principles for affine dual frames in reducing subspa-ces. *Appl. Comput. Harmon. Anal.* 46 (2019), no. 1, 177–191(**αναφορά στην εργασία A4**)..

- Zhao Jing, Li, Yun Zhang Vector-valued subspace weak Gabor bi-frames on periodic subsets of the real line. (Chinese) *Acta Math. Sinica (Chin. Ser.)* 61 (2018), no. 4, 651–662(**αναφορά στην εργασία A4**)..

- Li Yun-Zhang, Zhang Jian-Ping Nonhomogeneous dual wavelet frames and mixed oblique extension principles in Sobolev spaces. *Appl. Anal.* 97 (2018), no. 7, 1049–1073(**αναφορά στην εργασία A4**).

- Li Yun-Zhang, Tian Yu Weak affine super bi-frames for reducing subspaces of L2(R,CL). *Results Math.* 73 (2018), no. 3, Art. 96, 17 pp. (**αναφορά στην εργασία A4**).

- Han Bin, Homogeneous wavelets and framelets with the refinable structure. *Sci. China Math.* 60 (2017), no. 11, 2173–2198 (**αναφορά στην εργασία A4**).

- Zhang Jian Ping, Li Yun Zhang, On a class of weak nonhomogeneous affine bi-frames for reducing subspaces of L2(Rd). *Acta Math. Sin. (Engl. Ser.)* 33 (2017), no. 10, 1339–1351. (**αναφορά στην εργασία A4**).

- Zhang Jian-Ping, Li Yun-Zhang, A characterization of nonhomogeneous wavelet dual frames in Sobolev spaces. *J. Inequal. Appl.* 2016, Paper No. 288, 8 pp. (**αναφορά στην εργασία A4**).

- Antolin S. A., Zalik R. A., Some smooth compactly supported tight framelets associated to the quincunx matrix, J. Math. Anal. Appl., 437 (1) 35-50 (2015). (**αναφορά στην εργασία A4**).

- Selvan A. A., Radha R., Sampling and reconstruction in shift-invariant spaces on R^d, Annali di Matematica Pura ed Applicata, 194 (6) 1683-1706 (2015) (**αναφορά στην εργασία A5**).

- Aceska R., Petrosyan A., Tang S., Multidimensional signal recovery in discrete evolution systems via spatiotemporal trade off, Sampl. Th. Signal Image Process. 14 (2) 153-169 (2015) (**αναφορά στην εργασία A8**).

- Navaneethan C., Prabha H., Adaptive modulation with multi-level security using sparse matrices, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences 10 (5) 2092-2097 (2015) **(αναφορά στις εργασίες A10 και A11**).

- Application of Enhanced HHT Method for Oscillation Analysis in Power System Based on Campus WAMS (dissertation), (2015) (**αναφορά στην εργασία A18**).

- S. Bitam, A. Mellouk, S. Zeadally, Bio-inspired routing algorithms survey for vehicular Ad-hoc networks, IEEE Communications Surveys & Tutorials 17 (2) 843-857 (2015) (**αναφορά στην εργασία B12**).

- C. Blum, P. P. Pinacho, Davidson, J. A. Lozano, An Artificial bio-indicator system for network intrusion detection, Artificial Life 21 (2) 93-118 (2015) (**αναφορά στην εργασία B12**).

- Sun Q., Xian J., Rate of Innovation for (Non-)Periodic Signals and Optimal Lower Stability Bound for Filtering, J. Fourier Anal. Appl., 20 (1) 119-134 (2014) (**αναφορά στην εργασία A6**).

- Aceska R. and Tang. S., Dynamical Sampling in Hybrid Shift-invariant Spaces. Contemp. Math. book series, Special Ed: Spectra of Wavelets, Tilings and Frames, 626 149-166 (2014) AMS **(αναφορά στην εργασία A8**).

- Tamberg G., On some truncated Shannon Sampling series, Sampl. Th. Signal Image Process., 12 (1) 21-32 (2013) (**αναφορά στην εργασία A16**).

- Polychronidou P., A non linear transform of Riesz product and an application in cryptography, J. Discrete Math. Sci. Cryptography 16 (1) 1-17 (2013) **(αναφορά στις εργασίες A10 και A11**).

- Salsabil A. El-Regaily, Haythem El-Messiry, Mohamed H. A. El-Aziz, Mohamed I. Roushdy, Single Image Motion Deblurring using Genetic Algorithms, 29th National Radio science Conference, NRCS (2012), Faculty of Engineering, Egypt (**αναφορά στην εργασία C3**).

- P. Pinacho, I. Pau, Max Chacon and S. Sanchez, An Ecological Approach to Anomaly Detection: The EIA Model, LNCS 7597 232-245 (2012) (**αναφορά στην εργασία B12**).

- Marius Dan Georgescu, A new type of test wall in the late cretaceous (late Santonian -Campanian) Heterohelicid Plantic Foraminifera, Micropaléontologie 54 (2) 105-114 (2011) (**αναφορά στην εργασία A15**).

- S. El-Regaily, H. El-Messiry, MAbd El-Aziz and M.Roushdy, Linear Motion Deblurring from Single Images Using Genetic Algorithms, 14th Int. Conference, Aerospace Sciences & Aviation Technology, ASAT 14–May 24 -26 (2011). (**αναφορά στην εργασία C3**).

- Laurent Gosse. Analysis and short time extrapolation for stock-market indexes through projection onto discrete wavelet subspaces, Non Linear Analysis: Real world applications 11, 3139-3154 (2010) (**αναφορά στην εργασία A12**).

- A. Klotz, Noncommutative approximation: Smoothness, Approximation and Invertibility of Banach Algebras. Dissertation submitted at University of Vienna, 115 pages, (2010) (**αναφορά στην εργασία A12**).

- A. O. Tarakanov. Immunocomputing for intelligent signal processing. Neural Comput. & Applic., 19 1143-1152 (2010) (**αναφορά στις εργασίες B11 και B12**).

- A. O. Tarakanov. Immunocomputing for speaker recognition. Studies in Computational Intelligence, J. Koronacki at all (Eds), 263 515-529 (2010), (**αναφορά στις εργασίες B11 και B12**).

- A. Tarakanov, Immunocomputing for spatio-temporal forecast (book chapter) in: Handbook of Research on Artificial Immune Systems and Natural Computing: Applying Complex Adaptive Technologies, 241-261 (2009) (**αναφορά στις εργασίες B11 και B12**).

- Chang Chin, Qiyu Sun, Stability of localized operators, J. Funct. Anal., 256 2417-2439 (2009), (**αναφορά στην εργασία A12**).

- W. Sun and X. Zhou. Characterization of local sampling sequences for spline subspaces, Adv. Comput. Math., 30 (2) 153-175 (2009) (**αναφορά στην εργασία A12**).

- W. Sun. Local sampling theorems generated by splines with arbitrary knots, Math. Comp., 78 225-239 (2009) (**αναφορά στην εργασία A12**).

- Ernesto Reyes, A. Aldroubi, I. Khristal. On stability of sampling reconstruction models, Adv. Comput. Math., 31 5-34 (2009) (**αναφορά στην εργασία A13**).

- A. O. Tarakanov. Immunocomputing for Geoinformation fusion and forecast. In Information, Fusion and Geographic Information systems, V. V. Popovich (Ed.), Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, 125-134 (2009) (**αναφορά στην εργασία B12**).

- Ernesto Reyes. Non linear optimal signal models and stability of the sampling-reconstruction. Dissertation submitted to Vanderbilt University USA, 76 pages, (2009), (**αναφορά στην εργασία A13**).

- Qiyu Sun. Wiener's Lemma for localized integral operators, Appl. Comput. Harmon. Anal., 25 148-167 (2008) (**αναφορά στην εργασία A12**).

- A. O. Tarakanov. Immunocomputing for intelligent intrusion detection. IEEE Computational Intelligence Magazine, 3 (2) 22-30 (2008) (**αναφορά στις εργασίες B11 και B12**).

- Qiyu Sun, Wienner's Lemma for infinite matrices. Trans. Amer. Math. Soc., 359 3099-3123 (2007) (**αναφορά στην εργασία A12**).

- K. Gustafson, Wavelets and expectations. A different path to wavelets. In Wavelets and expectations (book), World Scintific Publishing, (2007) (**αναφορά στις εργασίες A15 και A16**).

- A. Garcia and G. P. Villalon. On the truncation error of generalized sampling expansions in shift invariant spaces, Sampl. Theory Signal Image Process., 6 53-69 (2007) (**αναφορά στις εργασίες A14 και A15**).

- L. W. Qian. Localization operator based on sampling multipliers, Appl. Comput. Harmon. Anal. 22 (2) 217-234 (2007) (**αναφορά στην εργασία A15**).

- A. O. Tarakanov. Mathematical models for intrusion detection by an intelligent immunochip. In Communication in computer and communication science CCIS 1, 308-319 (2007), (**αναφορά στις εργασίες B11 και B12**).

- A. O. Tarakanov, Giuseppe Nicosia. Foundation of Immunocomputing. In Proceedings of the 2007 IEEE Symposium on foundation of Computational Intelligence (FOCI 2007) 503-508 (2007), (**αναφορά στην εργασία B12**).

- Karlheinz Grochenig and Michael Leinert, Symmetry and inverse-closedness of Matrix Algebras and functional calculus for infinite matrices, Trans. Amer. Math. Soc. 358 (6) 2695-2711 (2006) (**αναφορά στην εργασία A12**).

- J. A. Hogan and J. D. Lakey. Periodic non-uniform sampling in shift invariant spaces. In Harmonic Analysis and Applications, C. Heil. (Ed.), Applied and Numerical Harmonic Analysis, 253-287 (2006) (**αναφορά στην εργασία A12**).

- L. Qian, D. B. Creamer. Localized sampling in the presence of noise, Applied Math. Letters, 19 351-355 (2006) (**αναφορά στην εργασία A13**).

- Shou-Yuan Yang, Zhanjie Song and Xingwei Zhou. On the random sampling amplitude error, V. N. Alexandrov et al. (Eds.), ICCS 2006 part I, LNCS 3991 427-434 (2006) (**αναφορά στις εργασίες A12 και A13**).

- L. Qian. Localization of the generalized sampling series and its numerical application, *SIAM J. Numer. Anal.*, 43 2500-2516 (2006) (**αναφορά στην εργασία A15**).

- J. A. Hogan, J. D. Lakey. Sampling and oversampling in shift-invariant and multiresolution spaces I: Validation of sampling schemes, *Int. J. Wavelets, Multiresolut. Inf. Process.*, 3 (2) 257-281 (2005) (**αναφορά στην εργασία A12**).

- F.T.P. Pijnenburg, Learning from data. Master thesis report, 54 pages, (2005) Eindhoven University of Technology (**αναφορά στην εργασία A13**).

- Shou-Yuan Yang and Wei Lin. Local Sampling Problems: In ICCS, LNCS 3037, 81-88 (2004) (**αναφορά στην εργασία A12**).

- Shou-Yuan Yang. The Local Property of several operators on Sampling, Applicable Anal., 83 (9) 905-913 (2004) (**αναφορά στην εργασία A12**).

- Shou-Yuan Yang. Local error estimation for sampling problems, Applied Math. Comput., 158 561-572 (2004) (**αναφορά στην εργασία A12**).

- Anna Linderhed. Adaptive image compression with wavelet packets and empirical mode decomposition, Dissertation No 909 submitted at Institute of Technology, Dpt of Electrical Engineering, Linkoping Universitet, Sweden (2004), (**αναφορά στην εργασία A12**).

- Antonio G. Garcia and Alberto Portal, Hypercicle Inequalities and Sampling Theory, Applicable Anal., 8 (12) 1111-1125 (2003) (**αναφορά στην εργασία A15**).

Συνέδρια

Ημουν διοργανωτής ενός συνεδρίου, συνδιοργανωτής άλλων δυο συνεδρίων και έχω δώσει ομιλίες σε διάφορα διεθνή/πανελλήνια συνέδρια:

1. (**Διοργανωτής**) Διημερίδα: Δυναμική των πολυκλιμακωτών συστημάτων. **Ομιλία: "*MRA structures connected with Riesz Product measures and complexity*"** Auth, School of Electrical and Computer Engineering, 30 Sept.-1 October 2015, Thessaloniki, Greece.

2. Modelling and design of complex digital systems by signal processing methods. **Ομιλία: *"Discrete transforms produced from two natural numbers and applications"***. In EUROCAST 2011, Las Palmas, Spain, 6-11 February 2011.

3. **Προσκεκλημένος ομιλητής** στο special session on constructive methods in signal Analysis. **Ομιλία: *"On a class of local average sampling expansions in subspaces of $L_2(R)$"***. In conference: Constructive theory of functions, Sozopol, Bulgaria, 4-9 June 2010.

4. Workshop on dynamical systems and hyperbolic geometry. **Ομιλία: *"Average sampling in subspaces of $L_2(R)$"***, Dpt of General Sciences, T.E.I. of West Macedonia, 31 May - 4 June 2010, Kozani, Greece.

5. **Προσκεκλημένος ομιλητής** στο special session on interaction of inverse problems, signal processing and imaging. **Ομιλία: "*Non-uniform sampling expansions and local reconstruction on subspaces of $L_2(R)$*"**. In A.M.S. and M.A.A. national meeting at San Fransisco, USA, 13-16 January 2010.

6. Workshop on fractal and multifractal analysis. Topics in Turbulence. **Ομιλία: *"Multiscale transforms generating generalized Riesz Products"***, Dpt of General Sciences, T.E.I. of West Macedonia, 2-5 December 2008, Kozani, Greece.

7. **Συνδιοργανωτής** του συνεδρίου Discrete Analysis and Applications. **Ομιλία: *"On large classes of bent functions"***, 27-29 September 2008, Dept of Informatics, A.U.Th., Thessaloniki, Greece.

8. 12th Hellenic Analysis conference. **Ομιλία: "*On a large class of coding methods based on two permutations*"**, 12-15 May 2008, Dpt of Mathematics, National & Kapodistrian University of Athens, Greece.

9. Workshop on Walsh and Dyadic Analysis. **Ομιλία: "*Multiscale transforms generating Walsh Multiresolution Analysis*"**, 18-19 October 2007, Nis, Serbia.

10. Conformal Structures and Dynamics. The current state-of-art and perspectives. **Ομιλία*: "Sampling theorems in $L_2[0,1]$",*** 11-15 June 2007, University of Warwick, UK.

11. **<u>Συνδιοργανωτής</u>** του συνεδρίου Sampling theory and Applications, SAMP.T.A. 07. **Ομιλία "*A multiscale transform on $L_2[0,1]$ generating sampling subspaces and generalized Riesz Products*"**, Dpt of Informatics, 1-5 June 2007, Thessaloniki, Greece.

12. Advanced research workshop: Scientific support for the decision making in the security sector. **Ομιλία: "*A new matching algorithm based on prime numbers*"**, 21-25 October, NATO security through science, Velingrad, Bulgaria.

13. Complex and Harmonic Analysis, An International conference. **Ομιλία: "*On a class of multiscale wavelet-type unitary matrices generating Haar-Riesz products*"**, 25-27 May 2006, Dpt of Mathematics, A.U.Th., Thessaloniki, Greece.

14. 11^{th} Hellenic Analysis conference. **Ομιλία: "*A discrete transform based on a class of sparse matrices and non-linear prediction of nearly periodic time series*"**, 23-24 May 2006, Dpt of Mathematics, A.U.Th., Thessaloniki, Greece.

15. One day meeting, Immuno-computations and applications, 19 December 2003, Dpt of Informatics, A.U.Th., Thessaloniki, Greece.

16. Two days meeting in Complex and Harmonic Analysis. **Ομιλία: "*Local Sampling for Regular Wavelet and Gabor Expansions*"**, 12-13 December 2003, Dpt of Mathematics, A.U.Th., Thessaloniki, Greece.

17. 9^{th} Hellenic Analysis conference. **Ομιλία: "*New bounds for Truncation-type Errors on Regular Sampling Expansions*"**, 5-7 September 2002, Dpt of General Sciences, Xania, Greece.

18. Workshop on Multiscale Approximations. In: Constructive Function Theory, An International Conference. **Ομιλία: "*Wavelet Decomposition and Sampling for p-adic MRA on spaces of p^M-periodic sequences*"**, 19-23 June 2002, Varna, Bulgaria.

19. Two days meeting in Complex nad Harmonic Analysis. **Ομιλία: "*Sampling in Multiresolution Analysis subspaces of periodic sequences*"**, 25-26 May 2002, Dpt of Mathematics, University of Crete, Iraklion, Greece.

20. The Physics and Communication, 22^{th} International Conference of Solvay, 24-29 November 2002, Delphi, Greece.

21. Mathematics and New Technologies, 18-20 June 1999, Dpt of Mathematics A.U.Th., Thessaloniki, Greece.

Συνοπτική παρουσίαση του ερευνητικού έργου

Α. Σε περιοδικά

<u>A1: N. Karantzas, N. Atreas, M. Papadakis, T. Stavropoulos</u>, On the design of multidimensional compactly supported Parseval framelets with directional characteristics, Linear Alg. Appl., 1-36, (2019).

Μελετούμε τη δημιουργία καταλλήλων φίλτρων κυματιδίων μέσω χρήσης αρχών επέκτασης. Δίνουμε ικανή και αναγκαία συνθήκη ώστε να ορίσουμε φίλτρα που έχουν επιθυμητές ιδιότητες, στην προκειμένη περίπτωση, παρουσιάζουν ευαισθησία σε κάποιες κατευθύνσεις. Επίσης, παρουσιάζουμε ένα μοντέλο συμπλήρωσης μιας ακολουθίας φίλτρων που παράγουν όλο τον L_2.

<u>A2</u>: Characterizations of dual multiwavelet frames of periodic functions. Nikolaos Atreas, *Int. J. Wavelets, Multiresolut. Inf. Process.,* 14 (3), 1650012, (26 pages), (2016).

Αποδεικνύουμε χαρακτηρισμούς όσον αφορά την κατασκευή δυϊκών πολύ-κυματιδιακών πλαισίων στον $L_2[0,1)^s$ τα οποία παράγονται από το γραμμικό περίβλημα διαστολών και μεταθέσεων ενός ζεύγους Z^s-περιοδικών πολυ-ραφιναρισμένων γεννητόρων συναρτήσεων του $L_2[0,1)^s$. Ορίζουμε την έννοια της Μικτής Θεμελιώδους ακολουθίας (γενικεύοντας την έννοια της Μικτής Θεμελιώδους συνάρτησης) και εξάγουμε Μικτές Αρχές Επέκτασης που καθορίζουν/χαρακτηρίζουν την κατασκευή δυϊκών πολύ-κυματιδιακών φίλτρων. Τέλος, παρέχουμε κλάσεις παραδειγμάτων και τέτοιων κατασκευών.

<u>A3</u>: Extension Principles for Dual Multiwavelet Frames of $L_2\left(\mathbb{R}^s\right)$ constructed from Multirefinable Generators. Nikolaos Atreas, Manos Papadakis and Theodoros Stavropoulos *J. Fourier Anal. Appl.*, accepted.

Θεωρούμε ζεύγος $\left(\Phi,\Phi^d\right)$ ραφιναρισμένων οικογενειών συναρτήσεων (αντί ενός ζεύγους συναρτήσεων)

$$\begin{cases} \Phi \in L_2^{r\times 1}\left(\mathbb{R}^s\right) = \left(\phi_1,...,\phi_r\right)^T : \ \Phi(A^*\gamma) = H_0(\gamma)\Phi(\gamma) \\ \Phi^d \in L_2^{r\times 1}\left(\mathbb{R}^s\right) = \left(\phi_1^d,...,\phi_1^d\right)^T : \ \Phi^d(A^*\gamma) = H_0^d(\gamma)\Phi^d(\gamma) \end{cases},$$

όπου $H_0, H_0^d \in L_2^{r\times r}\left[0,1\right)^s$ είναι $r\times r$ πίνακες με στοιχεία $\mathbb{Z}^s$ -περιοδικές, τετραγωνικά ολοκληρώσιμες συναρτήσεις, οι ακέραιες μεταθέσεις των οποίων αποτελούν ένα σύστημα Bessel στην κλειστή γραμμική θήκη τους και ο πίνακας Gram αυτών είναι μη ιδιάζον στον κοινό φορέα τους. Εστω $\Psi = \left\{\psi_1,...,\psi_m\right\}$ και $\Psi^d = \left\{\psi_1^d,...,\psi_m^d\right\}$ είναι δύο οικογένειες κυματιδίων έτσι ώστε $\Psi(A^*\gamma) = \mathrm{H}_1(\gamma)\Phi(\gamma)$ και $\Psi^d(A^*\gamma) = \mathrm{H}_1^d(\gamma)\Phi^d(\gamma)$ ως προς κάποιες συναρτήσεις-πίνακες $H_i, H_i^d \in L_2^{m\times r}[0,1)^s$ και

$$X_\Psi = \left\{D_A^j \tau_k \psi_i : j\in\mathbb{Z},\ k\in\mathbb{Z}^s,\ i=1,...,m\right\},$$
$$X_{\Psi^d} = \left\{D_A^j \tau_k \psi_i^d : j\in\mathbb{Z},\ k\in\mathbb{Z}^s,\ i=1,...,m\right\}$$

είναι δύο Bessel οικογένειες κυματιδίων στον $\mathbb{R}^s$ όπως παραπάνω. Σε κάθε ζεύγος $\left(X_\Psi, X_{\Psi^d}\right)$ αντιστοιχούμε τη Μικτή Θεμελιώδη Συνάρτηση (Mixed Fundametal function)

$$\Theta_M : \left[0,1\right)^s \to \mathbb{C}^{r\times r} : \ \Theta_M = \sum_{j=0}^{\infty} \theta_j^{d*}(\cdot)\theta_j(\cdot)$$

όπου

$$\theta_j : \left[0,1\right)^s \to \mathbb{C}^{m\times r} : \theta_j\left(\gamma\right) = \begin{cases} H_1\left(\gamma\right) & j=0 \\ H_1\left(A^{*j}\gamma\right)\prod_{k=0}^{j-1} H_0\left(A^{*j-1-k}\gamma\right) & j>0 \end{cases}.$$

Το βασικό μας Θεώρημα δείχνει

α) Τη σχέση που πρέπει να ικανοποιούν τα φίλτρα H_1, H_1^d ώστε το $\left(X_\Psi, X_{\Psi^d}\right)$ να είναι ζεύγος δυϊκών πλαισίων κυματιδίων. Η σχέση αυτή είναι σημαντική για τη σχεδίαση κατάλληλων φίλτρων H_i, H_i^d, $\iota = 1,...,m$ (και κατ' επέκταση κυματιδίων) ώστε να παράγουμε δυϊκές οικογένειες κυματιδίων.

(β) Τη γεωμετρική δομή που σχετίζει τη Μικτή Θεμελιώδη συνάρτηση με ένα ζεύγος $\left(X_\Psi, X_{\Psi^d}\right)$ δυϊκών οικογενειών κυματιδίων. Πιο συγκεκριμένα η μεικτή Θεμελιώδης συνάρτηση Θ_M παραλλάσει τη γεωμετρία των κεντρικών υποχώρων

$$V_0 = \overline{span}\left\{\Phi(\cdot - n) : n\in\mathbb{Z}\right\} \text{ και } V_0^d = \overline{span}\left\{\Phi^d(\cdot - n) : n\in\mathbb{Z}\right\}$$

δημιουργώντας ένα νέο ζεύγος γεννητόρων ραφιναρισμένων συναρτήσεων $\Phi\in V_0$ και $\Phi^d\in V_0^d$ ώστε το ζεύγος $\left(X_{\Phi,\Psi}, X_{\Phi^d,\Psi^d}\right)$ να αποτελεί ζεύγος δυϊκών πλαισίων του $L_2\left(\mathbb{R}^s\right)$, όπου

$$X_{\Phi^d,\Psi^d} = \left\{D_A^j\tau_k\psi_i : j\ge 0,\ k\in\mathbb{Z}^s,\ i=1,...,m\right\}\cup\left\{\tau_k\Phi^d : k\in\mathbb{Z}^s\right\},$$
$$X_{\Phi^d,\Psi^d} = \left\{D_A^j\tau_k\psi_i^d : j\ge 0,\ k\in\mathbb{Z}^s,\ i=1,...,m\right\}\cup\left\{\tau_k\Phi^d : k\in\mathbb{Z}^s\right\}.$$

A4**: Affine Dual Frames and Extension Principles.** Nikolaos Atreas, Antonios Melas, Theodoros Stavropoulos, *Applied Comput. Harmon. Anal.*, 36 (1), 51-62, 2014.

Οι ορθογώνιες αρχές επέκτασης (Unitary Extension Principles) προτάθηκαν αρχικά από τους Ron και Shen ως μια φυσική γενίκευση της κατασκευής ορθομοναδιαίων κυματιδίων μέσω της πολυδιακριτής ανάλυσης του Mallat και γενικεύθηκαν στη συνέχεια ως Μικτές αρχές επέκτασης από τη Daubechies, Han Ron, Shen (Oblique Extension Principles). Οι αρχές επέκτασης είναι σημαντικές διότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή κυματιδίων που προέρχονται από διαστολές και μεταθέσεις μιας γεννήτορος συνάρτησης

$$\phi\in L_2\left(\mathbb{R}^s\right):\ \phi(A^*\gamma) = H_0(\gamma)\phi(\gamma),\ \text{σ.π. στον } \mathbb{R}^s$$

που μπορεί να μην είναι *κλιμακωτή* (δηλαδή οι ακέραιες μεταθέσεις αυτής αποτελεί μόνον σύστημα Bessel και όχι πλαίσιο (frame)) διατηρώντας παράλληλα επιθυμητές ιδιότητες όπως η συμμετρία, η κανονικότητα, η λειότητα και ο συμπαγής φορέας. Σημειώνουμε ότι στην παραπάνω σχέση ο A είναι πίνακας της μορφής $A = \left\{a_{ij}\in\mathbb{Z} : i,j=1,...,s\right\}$ με ιδιοτιμές $\lambda_i :\ |\lambda_i| > 1$ και $H_0\in L_2[0,1)^s$. Εστω $\Psi = \left\{\psi_1,...,\psi_m\right\}$ και $\Psi^d = \left\{\psi_1^d,...,\psi_m^d\right\}$ είναι δύο οικογένειες κυματιδίων με $\psi_i(A^*\gamma) = \mathrm{H}_i(\gamma)\phi(\gamma)$ και $\psi_i^d(A^*\gamma) = \mathrm{H}_i^d(\gamma)\phi^d(\gamma)$ ως προς κάποιες συναρτήσεις $H_i, H_i^d\in L_2[0,1)^s$, $D_A f = \left|\det A\right|^{-1/2} f(A\cdot)$ και $\tau_k f = f(\cdot - k)$ είναι οι συνήθεις τελεστές διαστολής και μετάθεσης στον $L_2\left(\mathbb{R}^s\right)$ και

$$X_\Psi = \left\{D_A^j\tau_k\psi_i : j\in\mathbb{Z},\ k\in\mathbb{Z}^s,\ i=1,...,m\right\},\quad X_{\Psi^d} = \left\{D_A^j\tau_k\psi_i^d : j\in\mathbb{Z},\ k\in\mathbb{Z}^s,\ i=1,...,m\right\}$$

είναι δύο δυϊκές οικογένειες πλαισίων στον $\mathbb{R}^s$ (dual frames) δηλαδή για κάθε $f\in L_2\left(\mathbb{R}^s\right)$ έχουμε

$$f=\sum_{j\in\mathbb{Z}}\sum_{k\in\mathbb{Z}^s}\sum_{i=1}^{m}\left\langle f,D_A^j\tau_k\psi_i^d\right\rangle D_A^j\tau_k\psi_i$$

με την L_2-έννοια. Σημειώνουμε ότι στην παραπάνω σχέση η ανακατασκευή μπορεί να γίνεται με μη μοναδικό τρόπο διότι πλαίσιο σημαίνει ότι ενδέχεται να έχουμε υπερ-πληρότητα στοιχείων για να παράγουμε το χώρο. Σε κάθε ζεύγος $\left(X_\Psi,X_{\Psi^d}\right)$ δυϊκών πλαισίων μπορούμε να αντιστοιχίσουμε τη λεγόμενη Μεικτή Θεμελιώδη Συνάρτηση (Mixed Fundametal function)

$$\Theta_M=\sum_{j=0}^{\infty}H_i\left(A^{*j}\cdot\right)\overline{H_i^d\left(A^{*j}\cdot\right)}\prod_{k=0}^{j-1}H_0\left(A^{*k}\cdot\right)\overline{H_0^d\left(A^{*k}\cdot\right)}$$

η οποία χαρακτηρίζει δυϊκά πλαίσια $\left(X_\Psi,X_{\Psi^d}\right)$ ως εξής:

Θεώρημα 1 (Daubechies, Han, Ron, Shen) Αν οι ϕ,ϕ^d ικανοποιούν κατάλληλες συνθήκες κανονικότητας (regularity), τότε τα ακόλουθα είναι ισοδύναμα:

- $\left(X_\Psi,X_{\Psi^d}\right)$ είναι ένα ζεύγος δυϊκών πλαισίων κυματιδίων.

- $\lim_{j\to\infty}\Theta_M(A^{*-j}\gamma)=1$ σ.π. και $\Theta_M(\gamma)=\Theta_M(A^*\gamma)H_0(\gamma)\overline{H_0^d(\gamma+n)}+\sum_{i=1}^{m}H_i(\gamma)\overline{H_i^d(\gamma+n)}$ για κάθε $\gamma,\gamma+n$ σε κατάλληλο σύνολο και για κάθε $n\neq 0$ στο $A^{*-1}\mathbb{Z}^s/\mathbb{Z}^s$.

Το ακόλουθο Θεώρημα δείχνει τη σχέση που πρέπει να ικανοποιούν τα φίλτρα H_i,H_i^d ώστε το $\left(X_\Psi,X_{\Psi^d}\right)$ να είναι ζεύγος δυϊκών πλαισίων και είναι ουσιώδες για την εξαγωγή της αρχής επέκτασης που δίνει ικανές συνθήκες για τη σχεδίαση κατάλληλων φίλτρων $H_i,H_i^d,\ i=1,...,m$ (και κατ' επέκταση κυματιδίων) ώστε να παράγουμε δυϊκές οικογένειες κυματιδίων όπως παραπάνω.

Θεώρημα 2 (Daubechies, Han, Ron, Shen) Αν υπάρχει $\mathbb{Z}^s$ περιοδική συνάρτηση θ τέτοια ώστε η θ να είναι φραγμένη, συνεχής σε μία περιοχή του μηδενός και $\theta(0)=1$ και

$$\theta(A^*\gamma)H_0(\gamma)\overline{H_0^d(\gamma+n)}+\sum_{i=1}^{m}H_i(\gamma)\overline{H_i^d(\gamma+n)}=\begin{cases}\theta(\gamma), & n=0\\ 0 & n\neq 0\end{cases}$$

για κάθε $\gamma,\gamma+n$ σε κατάλληλο σύνολο και για κάθε $n\neq 0$ στο $A^{*-1}\mathbb{Z}^s/\mathbb{Z}^s$, τότε το $\left(X_\Psi,X_{\Psi^d}\right)$ είναι ζεύγος δυϊκών πλαισίων.

Στην παρούσα εργασία μελετούμε τη γεωμετρική δομή που σχετίζεται με ένα ζεύγος $\left(X_\Psi,X_{\Psi^d}\right)$ δυϊκών πλαισίων όπως παραπάνω. Η πρώτη κύρια συμβολή μας είναι η γενίκευση του χαρακτηρισμού των δυϊκών πλαισίων του Θεωρήματος 1. Αποδεικνύουμε υπό τις γενικότερες συνθήκες πάνω στις γεννήτορες συναρτήσεις και στα αντίστοιχα φίλτρα τον τρόπο με τον οποίο η μεικτή Θεμελιώδης συνάρτηση Θ_M σχετίζεται με τους κεντρικούς υπόχωρους $V_0=\overline{span}\{\phi(\cdot-n):n\in\mathbb{Z}\}$ και $V_0^d=\overline{span}\{\phi^d(\cdot-n):n\in\mathbb{Z}\}$ μιας πολυδιακριτής ανάλυσης κυματιδίων, παραλλάσσοντας τη «γεωμετρία» των χώρων αυτών και δημιουργώντας ένα νέο ζεύγος συναρτήσεων $\phi\in V_0$ και $\phi^d\in V_0^d$ ώστε το ζεύγος $\left(X_{\phi,\Psi},X_{\phi^d,\Psi^d}\right)$ να αποτελεί ζεύγος δυϊκών πλαισίων του $L_2\left(\mathbb{R}^s\right)$, όπου

$$X_{\phi^d,\Psi^d}=\left\{D_A^j\tau_k\psi_i:j\geq 0,\ k\in\mathbb{Z}^s,\ i=1,...,m\right\}\cup\left\{\tau_k\phi^d:\ k\in\mathbb{Z}^s\right\},$$

$$X_{\phi^d,\Psi^d}=\left\{D_A^j\tau_k\psi_i^d:j\geq 0,\ k\in\mathbb{Z}^s,\ i=1,...,m\right\}\cup\left\{\tau_k\phi^d:\ k\in\mathbb{Z}^s\right\}.$$

Η δεύτερη σημαντική συμβολή μας είναι ότι η αρχή της επέκτασης (βλ. Θεώρημα 2) χαρακτηρίζει ζεύγη δυϊκών πλαισίων δηλαδή στο θεώρημα 2 έχουμε ισοδυναμία και όχι απλά συνεπαγωγή.

***A5*: Generalized Riesz Products produced from orthonormal transforms.** Nikolaos Atreas and Antonis Bisbas., Colloq. Math., 126 (2), 141-154, (2012).

Στην εργασία αυτή μελετούμε μέτρα πιθανότητας μ στο [0,1] που ορίζονται μέσω πολυκλιμακωτών γενικευμένων απειρογινόμενων Riesz (multiscale generalized Riesz Product measures) είτε πραγματικών τριγωνομετρικών πολυωνύμων είτε συναρτήσεων βήματος (step functions). Δείχνουμε ότι τα μέτρα αυτά μπορούν να ορισθούν ως όρια με την ασθενή άστρο τοπολογία στοιχείων $\mu_N \in V_N$ όπου V_N είναι p^N -διάστατοι υπόχωροι του χώρου $L_2[0,1)$ που ορίζονται ως το γραμμικό περίβλημα ενός ορθοκανονικού συνόλου περιοδικών συναρτήσεων που προέρχονται από διαστολές και γινόμενα ενός συνόλου *p*-γεννητόρων συναρτήσεων και ικανοποιούν μια ισχυρή συνθήκη ορθοκανονικότητας που συναντάται στην πολυδιακριτή ανάλυση για την κατασκευή ορθογωνίων κυματιδίων. Αποδεικνύουμε ένα θεώρημα διχοτομίας για τέτοια μέτρα επεκτείνοντας προηγούμενα αποτελέσματα (Benedetto *et all* “Multiscale Riesz Products and their support properties”) σε πιο ευρείες κλάσεις μέτρων όπως τα μη κανονικά μέτρα τύπου Bernoulli.

***A6*: On a class of non-uniform average sampling expansions and partial reconstruction in subspaces of $L_2(\mathbb{R})$.** Nikolaos D. Atreas., Adv. Comput. Math. 36, 21-38, (2012).

Δοθείσης πραγματικής ακολουθίας δειγμάτων $\tau = \{\tau_n\}_{n\in\mathbb{Z}}$, συνάρτησης $\phi \in L_2(\mathbb{R})$ με προκαθορισμένη φθίση στο άπειρο της οποίας ο μετασχηματισμός Fourier $\hat{\phi}$ δε μηδενίζεται σε μια περιοχή του μηδενός και μιας ακολουθίας συναρτησιακών της μορφής $L_{\phi,\tau}(f) = \left\{\int_{\mathbb{R}} f(t)\overline{\phi(t-\tau_k)} : k \in \mathbb{Z}\right\}$, προσδιορίζουμε κλειστό υπόχωρο $V \subset L_2(\mathbb{R})$ ώστε κάθε στοιχείο $f \in V$ αυτού να μπορεί να γραφεί με μοναδικό τρόπο ως

$$f = \sum_{n\in\mathbb{Z}} \left(L_{\phi,\tau}(f)\right)_n \phi(\cdot - \tau_n).$$

Λόγω του πολύπλοκου τρόπου υπολογισμού της $\tilde{\phi}$ προτείνουμε μία νέα φόρμουλα ανακατασκευής

$$T_{K,L} f(x) = \sum_{n=K}^{L} \left(L_{\phi,\tau}(f)\right)_n \tilde{\phi}(x - \tau_n)$$

για κάθε x σε φραγμένο διάστημα I και υπολογίζουμε το σφάλμα $\sup_{x\in I} |T_{K,L} f(x) - f(x)|$. Τόσο η νέα φόρμουλα $T_{K,L} f$ όσο και ο υπολογισμός του σφάλματος είναι εφικτός λόγω πρόσφατων αποτελεσμάτων που αφορούν αφενός το Λήμμα Wiener σε άλγεβρες τελεστών πινάκων και αφετέρου στη μέθοδο πεπερασμένων τμημάτων (Finite section method) που ασχολείται με την επίλυση γραμμικών συναρτησιακών εξισώσεων πάνω στον $\ell_2(\mathbb{Z})$. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται δυνατή η ανακατασκευή κάθε στοιχείου $f \in V$ σε διάστημα I μέσω πεπερασμένου δειγματοληπτικού αναπτύγματος υπολογιστικά υλοποιήσιμου με σφάλμα που μπορεί να ελεγχθεί. Τέλος οι υπολογισμοί μας βελτιώνουν προηγούμενες εκτιμήσεις του Q. Sun.

***A7*: Boolean invertible matrices identified from two permutations and their corresponding Haar-type matrices.** Nikolaos Atreas, Costas Karanikas, Linear Algebra Appl., 435, 95-105, (2011).

Στην εργασία αυτή κατασκευάζουμε μία κλάση $\mathcal{R}_m$ *m x m* αντιστρέψιμων πινάκων με εισόδους 0 και 1 έτσι ώστε οι γραμμές αυτών (μαζί με τη μηδενική γραμμή) να αποτελούν σύνολο κλειστό ως προς την πράξη του γινομένου Hadamard $R_i \odot R_j = \{R_{i1}R_{j1}, ..., R_{in}R_{jn}\}$. Σημειώνουμε ότι τέτοια ιδιότητα ικανοποιούν οι συνήθεις πίνακες Fourier $\left\{\frac{1}{\sqrt{N}} e^{2\pi ink/N} : k,n = 0,...,N-1\right\}$ και οι πίνακες Walsh. Το κύριο αποτέλεσμα είναι ότι τέτοιοι πίνακες μπορούν να κωδικοποιηθούν πλήρως από ένα κατάλληλο ζεύγος μεταθέσεων του συνόλου *{1,2,...,m}* . Ως υποπροϊόν αυτού του αποτελέσματος δείχνουμε ότι όλοι οι πίνακες τύπου Haar μπορούν επίσης να κωδικοποιηθούν από ένα ζεύγος μεταθέσεων του συνόλου *{1,...,m}* διότι προκύπτουν από την Gram Schmidt ορθοκανονικοποίηση στοιχείων της κλάσης $\mathcal{R}_m$.

<u>A8</u>: Perturbed sampling formulas and local reconstruction in shift-invariant spaces. Nikolaos D. Atreas, J. Math. Anal. Appl., 377, 841-852, (2011).

Η ύπαρξη στέρεων (stable) δειγματοληπτικών αναπτυγμάτων $\sum_{n\in\mathbb{Z}} f\left(n+\delta_n\right)S(\cdot-n)$ όπου τα δείγματα έχουν υποστεί διαταραχές έχει μελετηθεί διεξοδικά για συναρτήσεις σε χώρους $V_\phi=\overline{span}\left\{\phi\left(\cdot-n\right):n\in\mathbb{Z}\right\}$ που είναι αναλλοίωτοι ως προς τις ακέραιες μεταθέσεις μιας γεννήτορος συνάρτησης $\phi\in L_2\left(\mathbb{R}\right)$. Το βασικό μειονέκτημα της έγκειται στον πολύπλοκο τρόπο υπολογισμού της δειγματοληπτικής συνάρτησης *S*. Σε δύο πρόσφατες εργασίες, Q. Sun “Non uniform average sampling and reconstruction of signals with finite rate of innovation”, SIAM J. Math. Anal. Appl. και Q. Sun “Wiener’s lemma on infinite matrices”, Trans. Amer. Math. Soc., το παραπάνω μειονέκτημα αντιμετωπίστηκε προσεγγίζοντας σημειακά την παραπάνω σειρά από ένα πεπερασμένο δειγματοληπτικό ανάπτυγμα

$$\sum_{n=K}^{L} f\left(n+\delta_n\right)\tilde{S}(\cdot-n)$$

ως προς τις μεταθέσεις μιας άλλης συνάρτησης $\tilde{S}$ που είναι υπολογιστικά υλοποιήσιμη, υπό την προϋπόθεση ότι η ϕ φθίνει γρήγορα στο άπειρο και υπολογίσθηκε το σφάλμα προσέγγισης . Στην εργασία αυτή δίνουμε έναν μία νέα απλούστερη μέθοδο εξαγωγής τέτοιων πεπερασμένων δειγματοληπτικών αναπτυγμάτων και υπολογίζουμε το σφάλμα προσέγγισης, το οποίο δείχνουμε ότι είναι μικρότερο σε σχέση με το σφάλμα του Q. Sun. Αυτό γίνεται εφικτό λόγω πρόσφατων αποτελεσμάτων πάνω στο Λήμμα Wiener σε άλγεβρες τελεστών πινάκων και στη μέθοδο πεπερασμένων τμημάτων (Finite section mathod) που ασχολείται με την επίλυση γραμμικών συναρτησιακών εξισώσεων πάνω στον $\ell_2\left(\mathbb{Z}\right)$.

<u>A9</u>: Detecting hidden periodicities on symbolic sequences. Nikolaos D. Atreas. *J. Interdiscip. Math*., 12 (5), 639-646, (2009).

Στην εργασία αυτή υπολογίζουμε την κρυφή περιοδικότητα (το οποίο σημαίνει ότι η ισότητα $x_n = x_{n+T}$ ικανοποιείται για όλους πλην κάποιων όρων) και την λανθάνουσα περιοδικότητα σε συμβολικές ακολουθίες. Με τον όρο λανθάνουσα περιοδικότητα εννοούμε ότι μόνον συγκεκριμένα στοιχεία μπορεί να παρατηρηθούν σε θέσεις $n+kT,\ k=1,\ldots$ Αναφέρουμε ένα παράδειγμα. Θεωρούμε μια συμβολοσειρά *U={a,c,t,t,c,c,g,t,c,a,t,g}* μήκους *N=12* σε αλφάβητο *A={a,t,c,g}* 4 γραμμάτων. Παρατηρούμε ότι μόνον τα γράμματα *{a,c}* εμφανίζονται στις θέσεις *4k+s, k=0,1,2 και s=1,2,* ενώ τα γράμματα *{t,g}* εμφανίζονται στις εναπομείναντες θέσεις, άρα το *U* παρουσιάζει μία *4*-λανθάνουσα περιοδικότητα. Κατασκευάζουμε μοντέλο ανίχνευσης περιοδικότητας που βασίζεται σ’ ένα στατιστικό μηχανισμό ανοχής που προκύπτει από το Θεώρημα DeMoivre-Lagrange το οποίο προσεγγίζει τη διωνυμική κατανομή με κανονική κατανομή.

<u>A10</u>: A class of sparse invertible matrices and their use for non-linear prediction of nearly periodic time series with fixed period. N. D. Atreas and P. Polychronidou, *Numer. Funct. Anal. Optimiz.*, 29 (1-2), 66-87, (2008).

Χρησιμοποιούμε την εμπειρία της εργασίας A10 για να αναπτύξουμε μια μέθοδο πρόβλεψης για ακολουθίες που έχουν παρεμφερές επαναλαμβανόμενο μοτίβο με διαφορετικά πλάτη ανά περίοδο (nearly periodic time series with fixed period). Για το σκοπό αυτό ορίζουμε μία κλάση πινάκων $U_m(A)$, διάστασης *m x m,* όπου $A=\left\{a_1,\ldots,a_{p_1}\right\}$ είναι ένα σύνολο μη μηδενικών πραγματικών αριθμών που καλούμε βάρη. Οι πίνακες αυτοί είναι γενίκευση των πινάκων *SPUM(m)* της προηγούμενης εργασίας διότι *SPUM(m)* = $U_m(1,\ldots 1)$. Αποδεικνύουμε ότι οι πίνακες $U_m(A)$ είναι αραιοί και αντιστρέψιμοι, οι αντίστροφοι πίνακες αυτών είναι αραιοί και κάθε γραμμή αυτών έχει μόνον δύο μη μηδενικά στοιχεία με αντίθετο πρόσημο σε θέσεις που καθορίζονται από τους πρώτους διαιρέτες του *m*. Ο γραμμικός μετασχηματισμός

$$T : V_m \to V_m : \; x = (x_1, ..., x_m) \to \left\langle (U_m(A))^{-1}, x \right\rangle$$

είναι ένας πολυκλιμακωτός μετασχηματισμός. Ορίζοντας κατάλληλα τα βάρη ως το μέσο όρο των όρων της ακολουθίας ανά περίοδο και χρησιμοποιώντας τις ιδιότητες του μετασχηματισμού $T(x)$ και κατάλληλα μοντέλα αυτοσυσχέτισης μπορούμε να εκτιμήσουμε τα στοιχεία της ακολουθίας *x* για μία περίοδο.

***A11**: A Class of Sparse Unimodular Matrices Generating Multiresolution and Sampling Analysis for Data of any Length.* N. D. Atreas, C. Karanikas and P. Polychronidou., SIAM J. Matrix Anal. Appl., 30 (1), 312-323, (2008).

Είναι ευρύτατα γνωστό ότι η ανάλυση πολλαπλής ευκρίνειας αποκαλύπτει την τοπική πληροφορία. Οι αραιοί πίνακες έχουν μικρό αριθμό μη μηδενικών στοιχείων και έχουν μεγάλη υπολογιστική ικανότητα. Εφ'όσον η Ανάλυση Πολλαπλής Ευκρίνειας βασίζεται στη δράση τελεστών διαστολής και μετάθεσης, στην εργασία αυτή χρησιμοποιούμε τελεστές διαστολής και σύνθεσης (concatenation) πάνω σε αντιστρέψιμους πίνακες και κατασκευάζουμε μέσω μιας αναδρομικής σχέσης μια μεγάλη κλάση αραιών πινάκων *SPUM(m)* (***SP**arse **U**nimodular **M**atrices*) διάστασης *m x m, (* $m = p_1 \cdots p_N$, όπου $p_1, ..., p_N$ είναι πρώτοι διαιρέτες του m) που με τη σειρά τους ορίζουν αραιούς γραμμικούς μετασχηματισμούς (sparse representations). Πράγματι αποδεικνύουμε ότι οι πίνακες *SPUM(m)* είναι αντιστρέψιμοι, οι αντίστροφοι πίνακες αυτών είναι επίσης αραιοί και το γραμμικό περίβλημα κατάλληλα επιλεγμένων γραμμών του *SPUM(m)* ορίζει μια Πολυδιακριτή Ανάλυση του χώρου των πεπερασμένων ακολουθιών μήκους *m*.

***A12**: Multiscale Haar Unitary Matrices with the Corresponding Riesz Products and a Characterization of Cantor - Type Languages.* N. D. Atreas and C. Karanikas, *J. Fourier Anal. Appl.*, 13 (2), 197-210, (2007).

Στην εργασία αυτή αναπτύσσουμε έναν εναλλακτικό τρόπο κατασκευής μιας Haar-τύπου Ανάλυσης Πολλαπλής Ευκρίνειας σε χώρους ακολουθιών πεπερασμένου μήκους $m = p_1 \cdots p_N$, όπου $p_1, ..., p_N$ είναι πρώτοι διαιρέτες του m . Εφόσον σε κάθε γραμμική απεικόνιση αντιστοιχεί ένας πίνακας *H* (ως προς τη συνήθη βάση του χώρου των ακολουθιών) ο νεωτερισμός μας έγκειται στην κατασκευή του $m \times m$ πίνακα *H* του μετασχηματισμού μέσω μιας αναδρομικής σχέσης που περιλαμβάνει κατάλληλους τελεστές διαστολής και σύνθεσης (concatenation) πινάκων. Χρησιμοποιούμε τους μετασχηματισμούς αυτούς για την αναγνώριση γλωσσών τύπου Cantor. Υπενθυμίζουμε ότι μια γλώσσα τύπου Cantor σε αλφάβητο $\mathcal{A} = \left\{\alpha_0, \alpha_1, ..., \alpha_{p-1}\right\}$ *p* γραμμάτων είναι το σύνολο όλων των λέξεων $\left\{\varepsilon_1 \varepsilon_2 ... \varepsilon_N : \varepsilon_i \in \mathcal{A}' \subset \mathcal{A}, i = 1, ... N\right\}$, όπου $\mathcal{A}'$ είναι γνήσιο υποσύνολο του $\mathcal{A}$. Με άλλα λόγια οι γλώσσες τύπου Cantor δεν επιτρέπουν την εμφάνιση ενός ή περισσοτέρων γραμμάτων του αλφαβήτου σε καμία λέξη της γλώσσας. Μία άλλη ενδιαφέρουσα ιδιότητα που προκύπτει από τη μορφή του πίνακα $H = \left\{h_{n,k}\right\}_{n,k=1}^{m}$ είναι ότι κάθε ακολουθία $\{t_n : n = 1, ... m\}$ μπορεί να "παραγοντοποιηθεί" με μοναδικό τρόπο ως $t_n = \prod_{k=1}^{m}\left(1 + a_k h_{k,n}\right)$, $a_k \in \mathbb{C}$. Ετσι ορίζεται ένας νέος μη γραμμικός μετασχηματισμός ο οποίος θυμίζει αναπτύγματα γινομένων τύπου Riesz (Riesz Products).

***A13**: Discrete Sampling formulas on spaces of p^M-periodic sequences with computational applications on edge detection*. Nikolaos D. Atreas and C. Karanikas., *Numer. Funct. Anal. Optimiz.*, 26 (3), 285-301, (2005).

Στην εργασία αυτή γενικεύουμε την έννοια μιας Ανάλυσης πολλαπλής ευκρίνειας (Α.Π.Ε.) σε χώρους ακολουθιών μήκους p^N (αντί 2^N) ($p>2$ πρώτος αριθμός*)* και δίνουμε ικανές συνθήκες πάνω στη γεννήτορα συνάρτηση μιας τέτοιας Α.Π.Ε. ώστε να διασφαλίζεται η ύπαρξη δειγματοληπτικού θεωρήματος. Παραθέτουμε τη μορφή τέτοιων δειγματοληπτικών θεωρημάτων και αναφέρουμε παραδείγματα τέτοιων Α.Π.Ε. για υπολογιστικές εφαρμογές. Συγκεκριμένα αναπτύσσουμε έναν νέο αλγόριθμο για αναγνώριση προτύπων που βασίζεται στην κυματιδιακή Ανάλυση του Haar πάνω σε χώρους ακολουθιών μήκους p^N.

<u>A14</u>: Local sampling for regular wavelet and Gabor expansions. N. Atreas, J. J. Benedetto and C. Karanikas., *Sampl. Theory Signal Image Process.,* 2 (1), 1-25, (2003).

Εστω V_W $(W>0)$ είναι κλειστοί υπόχωροι του $L_2(\mathbb{R})$ που παράγονται από διαστολές και μεταθέσεις μιας γεννήτορος α-κανονικής συνάρτησης $\phi \in L_2(\mathbb{R})$ και κάθε στοιχείο $f \in V_W$ μπορεί να γραφεί με μοναδικό τρόπο ως $f=\sum_{k\in\mathbb{Z}} f\left(\frac{k}{W}\right)S(W\cdot -k)$, όπου το σύνολο $\{S(W\cdot -k): k\in\mathbb{Z}\}$ αποτελεί μία Riesz βάση του χώρου V_W. Στην εργασία αυτή μελετούμε τον τρόπο με τον οποίο οι ιδιότητες της γεννήτορος συνάρτησης ϕ του χώρου V_W αντανακλώνται στη δειγματοληπτική συνάρτηση S του χώρου V_W. Η μελέτη αυτή γίνεται για πρώτη φορά και είναι σημαντική διότι σχετίζεται άμεσα με τη λεγόμενη τοπική συμπεριφορά του αντίστοιχου δειγματοληπτικού αναπτύγματος (local sampling theorem). Με χρήση μεθόδων της Ανάλυσης Fourier αποδεικνύουμε ότι αν η γεννήτωρ συνάρτηση ϕ του υπόχωρου V_W είναι α-κανονική τότε και η δειγματοληπτική συνάρτηση S είναι επίσης α-κανονική για κάθε $a \geq 2$. Ως εκ τούτου υπολογίζουμε το πλήθος των δειγμάτων *f(k/W)* που απαιτούνται ώστε το σφάλμα ανακατασκευής της f σε φραγμένο διάστημα I με χρήση πεπερασμένου δειγματοληπτικού αναπτύγματος αυτής να είναι μικρότερο ενός προκαθορισμένου σφάλματος $\varepsilon>0$. Ως συμπέρασμα διαπιστώνουμε ότι η κανονικότητα της γεννήτορος συνάρτησης ϕ οδηγεί σε δειγματοληπτικά θεωρήματα με καλή τοπική συμπεριφορά. Τέλος αποδεικνύουμε ένα δειγματοληπτικό θεώρημα που σχετίζεται με το μετασχηματισμό Gabor και αναφέρουμε παραδείγματα δειγματοληπτικών συναρτήσεων με καλή τοπική συμπεριφορά.

<u>A15</u>: The information loss error and the jitter error for regular sampling expansions. N. Atreas, N. Bagis and C. Karanikas., *Sampl. Theory Signal Image Process.,* 1 (3), 261-276, (2002).

Στην εργασία αυτή θεωρούμε μια μεγάλη κλάση δειγματοληπτικών σειρών της μορφής:

$$f=\sum_{k\in\mathbb{Z}} f(t_k)S(W\cdot -k),$$

όπου η δειγματοληπτική συνάρτηση S είναι α-κανονική και εντοπίζουμε για πρώτη φορά άνω φράγματα για το σφάλμα πληροφορίας (Information Loss Error) $|f(t)-I_f(t)|$ όπου $I_f(t)=\sum_{k\in\mathbb{Z}} a_k f(t_k)S(Wt-k),\ a_k\in\{0,1\}$. Το σφάλμα αυτό εμφανίζεται όταν κατά τη αναμετάδοση ενός σήματος κάποια δείγματα χάνονται. Επιπλέον υπολογίζουμε νέα άνω φράγματα για το σφάλμα διαταραχής (Jitter Error), το οποίο εμφανίζεται όταν τα δείγματα t_k υποστούν κάποια ελεγχόμενη διαταραχή $t_k+\varepsilon_k$, $|\varepsilon_k|\leq\delta$. Τα νέα αυτά φράγματα γενικεύουν και βελτιώνουν παλαιότερους υπολογισμούς που αφορούσαν μόνον σε συναρτήσεις πεπερασμένου φάσματος (bandlimited συναρτήσεις).

<u>A16</u>:New bounds for Truncation-type Errors on regular Sampling Expansions. Nikolaos D. Atreas, *Numer. Funct. Anal. Optimiz.,* 23 (7&8), 695-704, (2002).

Στην εργασία αυτή βελτιώνουμε τα αποτελέσματα της εργασίας Α16. Βασιζόμενοι στην εύρεση άνω φραγμάτων σε εναλλάσσουσες σειρές κυρτών ακολουθιών εντοπίζουμε νέα άνω φράγματα για σειρές συναρτήσεων της μορφής

$$g_N(t)=\sum_{|k|>N}\frac{(-1)^k}{|t-k|^a},\ a>1,\ |t|<N .$$

Συνεπεία του παραπάνω γεγονότος είναι η εύρεση ενός νέου άνω φράγματος για το σφάλμα αποκοπής (Truncation error) δειγματοληπτικών σειρών της μορφής:

$$T_W f = \sum_{k\in\mathbb{Z}} f\left(\frac{k}{W}\right) S(W\cdot -k)$$

όπου η δειγματοληπτική συνάρτηση S θεωρείται α-κανονική (δηλ. $S(t) \leq c|t|^{-\alpha-1}$, $|t|\to\infty$, $\alpha>0$). Ο νεωτερισμός είναι το νέο άνω φράγμα είναι μικρότερο του φράγματος Jagermann (βλέπε προηγούμενη εργασία) που ευρέως χρησιμοποιούνταν σε δειγματοληπτικές σειρές τύπου Shannon.

A17. Truncation Error on Wavelet Sampling Expansions. N. Atreas and C. Karanikas, *J. Comput. Anal. Appl.*, 2 (1), 89-102, (2000).

Εμπνεόμενοι από το Θεώρημα Jagermann που δίνει ένα άνω φράγμα του σφάλματος αποκοπής (Truncation error) στο κλασσικό δειγματοληπτικό θεώρημα του Shannon, στην εργασία αυτή μελετούμε για πρώτη φορά το σφάλμα αποκοπής σε μια γενικότερη κλάση δειγματοληπτικών αναπτυγμάτων $f = \sum_{k\in\mathbb{Z}} f\left(\frac{k}{W}\right) S(W\cdot -k),\ (W>0)$ συναρτήσεων f που ανήκουν σε κλειστούς δειγματοληπτικούς υπόχωρους $V_W \subset L_2(\mathbb{R})$ που παράγονται από τις μεταθέσεις μιας γεννήτορος α-κανονικής συνάρτησης ϕ, δηλαδή

(i) $V_W = \overline{span}\{\phi(W\cdot -k) : k\in\mathbb{Z}\}$,

(ii) το σύνολο $\{\phi(W\cdot -k) : k\in\mathbb{Z}\}$ είναι μία Riesz βάση του V_W

(iii) $\phi(x) \leq c\,|\,x\,|^{-a-1},\ a>0,\ |x|\to\infty$, και

(iv) υπάρχει $S\in V_W$ ώστε κάθε $f\in V_W$ να γράφεται με μοναδικό τρόπο μέσω της παραπάνω σειράς.

Σημειώνουμε εδώ ότι το σφάλμα αποκοπής εμφανίζεται στην περίπτωση που χρησιμοποιούμε ένα πεπερασμένο πλήθος δειγμάτων αντί μιας άπειρης δειγματοληψίας που απαιτείται για την πλήρη ανακατασκευή μιας συνάρτησης f πεπερασμένου φάσματος. Αναφέρουμε ότι οι χώροι V_W είναι γενίκευση των υποχώρων που παράγονται από μια Ανάλυση Πολλαπλής Ευκρίνειας (Multiresolution Analysis) του χώρου των τετραγωνικά ολοκληρώσιμων συναρτήσεων. Εντοπίζουμε ένα άνω φράγμα του σφάλματος αυτού και αποδεικνύουμε ότι το υπολογισθέν άνω φράγμα είναι ακριβώς το φράγμα Jagermann στην περίπτωση που η f είναι συνάρτηση πεπερασμένου φάσματος. Ως εκ τούτου το φράγμα που υπολογίζουμε είναι φυσική γενίκευση του σφάλματος αποκοπής Jagermann.

A18: Gibbs Phenomenon on Sampling Series based on Shannon's and Meyer's wavelet Analysis. N. Atreas and C. Karanikas, *J. Fourier Anal. Appl.*, 5 (6), 575-588, (1999).

Είναι γνωστό ότι το φαινόμενο Gibbs σχετίζεται με τη μη ομοιόμορφη σημειακή σύγκλιση της σειράς Fourier μιας περιοδικής, ολοκληρώσιμης και ασυνεχούς συνάρτησης σε μια περιοχή του σημείου ασυνέχειας αυτής. Οι H. T. Shim και G. G. Walter μελέτησαν για πρώτη φορά την ύπαρξη φαινομένου Gibbs σε τετραγωνικά ολοκληρώσιμες συναρτήσεις $f\in L_2(\mathbb{R})$ οι οποίες είναι ασυνεχείς σε σημείο t_0 και προσεγγίζονται σημειακά από δειγματοληπτικά αναπτύγματα Shannon της μορφής

$$T_W f(t) = \sum_{k\in\mathbb{Z}} f\left(\frac{k}{W}\right) sinc(Wt-k),\ (W>0,\ W\to+\infty)$$

σε μια περιοχή του t_0. Στην εργασία αυτή θεωρούμε μία τετραγωνικά ολοκληρώσιμη συνάρτηση $f:\mathbb{R}\to\mathbb{C}$ η οποία είναι συνεχής στο $\mathbb{R}-\{t_0\}$ και αποδεικνύουμε μία ικανή και αναγκαία συνθήκη για την ύπαρξη φαινομένου Gibbs κατά την ανακατασκευή της f σε μία περιοχή $\pi_\varepsilon(t_0)$ του σημείου ασυνέχειας αυτής από δειγματοληπτικά αναπτύγματα

$$T_W f = \sum_{k\in\mathbb{Z}} f\left(\frac{k}{W}\right) S(W\cdot - k), \quad W > 0,$$

υπό την προϋπόθεση ότι το σύνολο $\boldsymbol{S_W} = \{S(W\cdot -k) : k \in \mathbb{Z}\}$ αποτελεί μία βάση Riesz για το κλειστό γραμμικό της περίβλημα $V_W = \overline{span}\{S(W\cdot -k) : k \in \mathbb{Z}\}$ και $T_W f(t) \to f(t)$, $W \to \infty$ σημειακά για κάθε σημείο συνέχειας της *f*. Η μελέτη μας είναι φυσική γενίκευση των αποτελεσμάτων των Shim και Walter η οποία περιλαμβάνει τόσο το δειγματοληπτικό ανάπτυγμα του Shannon (Shannon sampling series) όσο και όλα τα κυματιδιακά δειγματοληπτικά αναπτύγματα (wavelet sampling series). Διαπιστώνουμε ότι στην περίπτωση κατά την οποία το σημείο ασυνέχειας t_0 είναι και σημείο δειγματοληψίας (δηλαδή $t_0 = k/W$) τότε ο μέγιστος κυματισμός του φαινομένου Gibbs εξαρτάται από την επιλογή της τιμής $f(t_0)$ μεταξύ των τιμών $f(t_0 -)$ και $f(t_0+)$ και συνεπώς ο μέγιστος κυματισμός Gibbs μπορεί να ελεγχθεί. Αποδεικνύουμε ότι οι δειγματοληπτικές σειρές του Shannon παρουσιάζουν φαινόμενο Gibbs για κάθε επιλογή της τιμής $f(t_0)$ μεταξύ των τιμών $f(t_0-)$, $f(t_0+)$ και εντοπίζουμε για πρώτη φορά τα διαστήματα όπου εμφανίζεται ο μέγιστος κυματισμός Gibbs. Εντοπίζουμε επίσης μία περιοχή τιμών $f(t_0)$ (μεταξύ των $f(t_0 -)$, $f(t_0+)$) που τείνει να εξαλείψει το ύψος του μέγιστου κυματισμού εκ δεξιών (ή εξ αριστερών) της ασυνέχειας. Τέλος μελετούμε την ύπαρξη του φαινομένου Gibbs στην κλάση των δειγματοληπτικών συναρτήσεων του Meyer (η κλάση αυτή είναι γενίκευση του Shannon και συναντάται στην κυματιδιακή ανάλυση) και παραθέτουμε συγκεκριμένα παραδείγματα κυματιδιακών δειγματοληπτικών σειρών τύπου Shannon και Meyer με κυματισμό Gibbs σημαντικά μειωμένο.

Β. Σε συνέδρια

B1. ***Karanikas and N. Atreas. Enumeration and Coding Methods for a class of Permutations and Reversible Logical Gates***, Facta Universitatis. Series: Electronic and Energetics, 31, 2, 241-255, (2018).

Στην εργασία αυτή αναπτύσσουμε μια ποικιλία μεθόδων κωδικοποίησης και απαρίθμησης που μπορούν να παράξουν μια μεγάλη ποικιλία συναρτήσεων bent δηλαδή δυαδικών συναρτήσεων που ισαπέχουν απ’ όλες τις γραμμικές συναρτήσεις.

B2. N. Atreas, N. Karantzas, M. Papadakis, T. Stavropoulos, ***Exploring neuronal synapses with directional and symmetric frame filters with small support***. Proceedings of SPIE, Vol. 10394, Article number 1039413 (2017).

Οι σπονδυλικές στήλες είναι προεξοχές νευρωνικών δενδριτικών επιφανειών. Αυτά τα υποκυτταρικά διαμερίσματα είναι απαραίτητα για την επεξεργασία των νευρωνικών πληροφοριών καθώς τα ηλεκτρικά σήματα από άλλους νευρώνες μεταδίδονται σε δενδρίτες μέσω πυλών που βρίσκονται σε δενδριτικές σπονδυλικές στήλες. Μας ενδιαφέρει η αξιολόγηση της αντοχής μέσω της εκτίμησης του όγκου των σπονδύλων, πράγμα που είναι αρκετά δύσκολο επειδή η ανάλυση της εικόνας είναι χαμηλή και το επίπεδο θορύβου είναι υψηλό. Για το λόγο αυτό αναπτύσσουμε μια μέθοδο διαμέρισης της επιφάνειας της σπονδυλικής στήλης χρησιμοποιώντας αραιές αναπαραστάσεις βασισμένες σε κατευθυντικά 3D φίλτρα με μικρό φορέα.

B3. Discrete Transforms produced from two natural numbers and applications. Nikolaos Atreas and Costas Karanikas. In: EUROCAST 2011, R. Moreno-Diaz *et al.* (Eds.), *LNCS* 6928, 304–310, 2012.

Στην εργασία αυτή παραθέτουμε μια ποικιλία ταχέως υλοποιήσιμων γραμμικών μετασχηματισμών μέσω μιας πολύ απλής κωδικοποίησης των αντιστοίχων πινάκων αυτών με δυο μεταθέσεις (ρ,σ) του συνόλου {1,…,m} και δημιουργούμε πολυκλιμακωτούς μετασχηματισμούς με επιθυμητές ιδιότητες μέσω κατάλληλων τελεστών διαστολής και μετάθεσης πάνω στο σύνολο των μεταθέσεων (ρ,σ).

B4. On a class of multiscale transforms on $L_2[0,1)$ and their corresponding sampling theorem. Nikolaos D. Atreas. In: Proceedings of the conference SampTA07 N. Atreas and C. Karanikas (Eds), 19-22, 2009.

Στην εργασία αυτή αποδεικνύουμε ένα δειγματοληπτικό θεώρημα σε υποχώρους μιας πολυ-κλιμακωτής Ανάλυσης του $L_2[0,1)$, όπου οι υπόχωροι είναι πεπερασμένης διάστασης και προκύπτουν από διαστολές και γινόμενα (αντί μεταθέσεων) p-το πλήθος γεννητόρων συναρτήσεων του $L_2[0,1)$.

__B5__. On a Large Class of Non-Linear Coding Methods Based on Boolean Invertible Matrices. C. Karanikas and N. D. Atreas, Facta Universitatis (Nis), Ser.: Elec. Energ., 21 (3), 365-372, (December 2008).

Στην εργασία αυτή παραθέτουμε ένα γεννήτορα ψευδοτυχαίων αριθμών μέσω της κωδικοποίησης μη γραμμικών μετασχηματισμών τύπου Haar-Riesz από δύο μεταθέσεις.

__B6__. Discrete type-Riesz Products. Costas Karanikas, Nikolaos D. Atreas. In: Proceedings of the workshop Walsh and dyadic Analysis, R. Stankovic (Ed.), 137-143, Nis, 2008.

Στην εργασία αυτή παραθέτουμε ένα γραμμικό Haar-Riesz μετασχηματισμό στην περίπτωση που οι πίνακες Haar (που είναι ορθοκανονικοί) αντικατασταθούν από αντιστρέψιμους πραγματικούς πίνακες ή πίνακες τύπου διακριτού μετασχηματισμού Fourier.

__B7__. A Walsh type Multiresolution Analysis. Nikolaos D. Atreas. In: Proceedings of the workshop Walsh and dyadic Analysis, R. Stankovic (Ed.), 177-183, Nis, 2008.

Μελετούμε μια κλάση ορθοκανονικών πινάκων $U^{(n)}$ τάξης $p^n \times p^n$, $p = 2, 3,\ldots$, $n = 1, 2,\ldots$ που προκύπτει μέσω μιας αναδρομικής διαδικασίας που περιλαμβάνει τη δράση του τελεστή εξωτερικού γινομένου (cross product) πινάκων. Αν $p = 2$ παίρνουμε το γνωστό σύστημα Walsh. Με τη συγκεκριμένη διαδικασία κατασκευάζουμε έναν πολυκλιμακωτό μετασχηματισμό στο χώρο $L_2([0,1])$ που θυμίζει (αν και είναι διαφορετικός) μια Ανάλυση Πολλαπλής Ευκρίνειας του $L_2([0,1])$.

__B8__. Discrete Transforms on Symbolic Sequences for String Matching, Pattern Recognition and Grammar Detection. C. Karanikas, N. D. Atreas, A. Bakalakos, P. Polychronidou. In NATO Science for piece and security series D: Information and Communication security, O. Kounchev, R. Willems, V. Shalamanov, T. Tsachev (Eds), 12, 126-138, 2008.

Αντλώντας την έμπνευσή μας από τις βασικές λειτουργίες που η φύση επιτρέπει σε βιολογικές ακολουθίες δεδομένων (DNA, RNA, κλπ), όπως η αναπαραγωγή, διαστολή, μετάφραση και συρραφή στην εργασία αυτή προτείνεται μια ποικιλία μεθόδων που μπορούν να συμβάλλουν στην αναγνώριση συμβολοσειρών, προτύπων και γραμματικής (string matching, pattern matching and grammar detection). Οι προτεινόμενες μέθοδοι είναι α) ο μετασχηματισμός Stern-Brocot που βασίζεται στο δέντρο Stern-Brocot, β) ο κυκλικός μετασχηματισμός ικανός να ανιχνεύει τον αριθμό όλων των υποακολουθιών σταθερού μήκους σε μια δεδομένη ακολουθία, γ) ο Haar μετασχηματισμός που είναι σε θέση να ανιχνεύσει εργοδικές δομές σε γλώσσες τύπου Cantor και δ) ο Haar Riesz μη γραμμικός μετασχηματισμός που μπορεί να υλοποιηθεί με ένα γρήγορο αλγόριθμο. Εξετάζουμε κάθε ένα από τους παραπάνω μετασχηματισμούς και συζητούμε πιθανές εφαρμογές αυτών.

__B9__. Haar-type Orthonormal systems, data presentation as Riesz Products and a recognition on symbolic sequences. Nikolaos D. Atreas and C. Karanikas, In: Frames and Operator Theory in Analysis and Signal Processing, Contemp. Math., 451, 1-9, (2008).

Είναι μία σύνοψη της εργασίας N. Atreas and C. Karanikas “Multiscale Haar Unitary Matrices with the Corresponding Riesz Products and a Characterization of Cantor - Type Languages” J. Fourier Anal. και επέκταση αυτής προς την κατεύθυνση αναγνώρισης συμβολικών ακολουθιών μέσω ενός μη γραμμικού Haar-Riesz μετασχηματισμού.

__B10__. A fast pattern matching algorithm based on prime numbers and hashing approximation. N. D. Atreas and C. Karanikas. In NATO Science for piece and security series D: Information and Communication security, O. Kounchev, R. Willems, V. Shalamanov, T. Tsachev (Eds), 12, 118-126, (2008).

Προτείνουμε μια νέα μέθοδο αναγνώρισης για το πρόβλημα: Δοθέντος προτύπου $y = \{y_1,\dots,y_M\}$ μήκους M και κειμένου $x = \{x_1,\dots,x_N\}$ *μήκους* N $(M<N)$, να βρεθούν όλες οι εμφανίσεις του y μέσα στο x. Η ιδέα είναι να χρησιμοποιήσουμε τους πρώτους αριθμούς για να αντιστοιχίσουμε σε κάθε συμβολοσειρά έναν μοναδικό αριθμό, το αποτύπωμά του. Ορίζουμε λοιπόν ένα γραμμικό μετασχηματισμό T πάνω στο σύνολο S όλων των συμβολοσειρών μήκους N :

$$T: S \to \mathbf{Q}^+,\ T(x_1\dots x_N) = \sum_{i=1}^{N} \frac{x_i}{p_i},$$

όπου $\mathbf{Q}^+$ είναι το σύνολο των θετικών ρητών, x_i θετικοί ακέραιοι και p_i πρώτοι. Αποδεικνύουμε ότι το κείμενο x ανακατασκευάζεται από το αποτύπωμά του ως η μοναδική λύση ενός συστήματος N γραμμικών διοφαντικών εξισώσεων $a_i x_i + b_i c_{i+1} = c_i$, $i = 1,\dots,N-1$, όπου ο συντελεστής c_i ορίζεται αναδρομικά. Ο αλγόριθμος εύρεσης των εμφανίσεων του y μέσα στο x εκτελείται με $O(N\,M)$ υπολογιστική πολυπλοκότητα. Για να ελαττώσουμε την υπολογιστική πολυπλοκότητα ορίζουμε μία συνάρτηση ενημέρωσης (hash function) $\tilde{T}$ που προσεγγίζει την T, με την έννοια $|\tilde{T}(x)-T(x)| < \varepsilon$ για κάθε συμβολοσειρά $x\in S$, όπου ε είναι ένα προκαθορισμένο σφάλμα που εξαρτάται από την αρμονική σειρά των πρώτων αριθμών.. Το βασικό πλεονέκτημα της συνάρτησης ενημέρωσης $\tilde{T}$ είναι ότι η τιμή $\tilde{T}(x_i\dots x_{i+k})$ είναι συνάρτηση της τιμής $\tilde{T}(x_{i-1}\dots x_{i+k-1})$ και της τιμής x_{i+k}. Χρησιμοποιούμε τον ακόλουθο μηχανισμό ανοχής $\tilde{T}(x_i\dots x_{i+M})-T(y_1\dots y_M)\le ic$, c σταθερά για να υπολογίσουμε τις θέσεις εμφάνισης του y μέσα στο x με χρήση της συνάρτησης $\tilde{T}$, που εκτελείται με $O(N)$ υπολογιστική πολυπλοκότητα και είναι πρακτικά απίθανο να δώσει λανθασμένο αποτέλεσμα όπου δύο αποτυπώματα συμφωνούν έστω και αν οι συμβολοσειρές διαφέρουν.

***B11*. Signal Analysis on Strings for Immune-type pattern recognition.** Nikolaos D. Atreas, Costas Karanikas and Persefoni Polychronidou., Comp. Funct. Genom., 5 1, 69-74, (2004).

Γενικεύουμε την έννοια του δενδρωτού μη γραμμικού μετασχηματισμού (βλέπε εργασία Β10) σε δύο διαστάσεις και αναφέρουμε εφαρμογές πάνω σε αναγνώριση προτύπων και στην εύρεση της κρυμμένης μαρκοβιανής διαδικασίας.

***B12*. Signal Processing by an Immune Type Tree Transform.** Nikolaos D. Atreas, Costas G. Karanikas and A. O. Tarakanov. ICARIS 2003, J.Timmis et al. (Eds), LNCS 2787, 111-119, (2003).

Αναπτύσσουμε ένα διακριτό, δενδρωτό, μη γραμμικό μετασχηματισμό (Tree Transform) που σχετίζεται έμμεσα με την πολυδιακριτή ανάλυση του Haar σε χώρους ακολουθιών μήκους p^M και παραθέτουμε έναν αλγόριθμο αναγνώρισης ακμών.

***B13*. Wavelet Decomposition and Sampling for p-adic Multiresolution Analysis.** Nikolaos D. Atreas. In Constructive Theory of Functions, B. Bojanov (Ed.), 198-204, DARBA, Sofia, 2003.

Στην εργασία αυτή μελετούμε τη μορφή των κυματιδίων σε μια p-αδική κυματιδιακή ανάλυση (αντί της δυαδικής) σε χώρους ακολουθιών μήκους p^M (αντί 2^M), όπου ο p είναι πρώτος αριθμός και δίνουμε τη μορφή των κυματιδίων Haar και Shannon σε τέτοιους χώρους πεπερασμένων ακολουθιών.

Γ. Κεφάλαια σε βιβλία

C1. Nikolaos Atreas. Finite Shift invariant subspaces of periodic functions: characterizations, approximations and applications. Approximation and Computation in Science and Engineering, 77-90, ***Springer Optim. Appl.*** *180*, Springer, Cham, 2022.

Στο κεφάλαιο αυτό συζητάμε προσεγγίσεις τετραγωνικά ολοκληρώσιμων περιοδικών συναρτήσεων από τις προβολές τους σε πεπερασμένους υποχώρους αναλλοίωτους ως προς τις μεταθέσεις και τονίζουμε το ρόλο χώρων που παράγονται από τις μεταθέσεις μιας γεννήτορος συνάρτησης. Δείχνουμε επίσης πώς μπορούμε να παράγουμε μια ποικιλία δειγματοληπτικών αναπαραστάσεων χρησιμοποιώντας τη θεωρία πεπερασμένων πλαισίων και συζητάμε κάποιες εφαρμογές.

C2. Nikolaos Atreas. Sampling and approximation in shift invariant subspaces of $L_2(R)$. Harmonic Analysis and Applications, 1-19, ***Springer Optim. Appl.*** *168*, Springer, Cham, 2021.

Έστω φ μια συνεχής συνάρτηση στο $L_2(R)$ με προκαθορισμένη φθίση στο άπειρο της οποίας ο μετασχηματισμός Fourier $\hat{\phi}$ δε μηδενίζεται σε μια περιοχή του μηδενός. Σύμφωνα με τις παραπάνω παραδοχές για το φ, εξάγουμε ομοιόμορφα και μη ομοιόμορφα δειγματοληπτικά θεωρήματα σε υπόχωρους $V\varphi \subset L2(R)$ που παράγονται από μεταθέσεις μιας γεννήτορος συνάρτησης. Επίσης προτείνουμε τοπικά δειγματοληπτικά αναπτύγματα που προσεγγίζουν τέτοια στοιχεία σε φραγμένα διαστήματα και υπολογίζουμε το σφάλμα αποκοπής. Τα κύρια εργαλεία μας είναι αφενός το Λήμμα Wiener σε άλγεβρες τελεστών πινάκων και αφετέρου η μέθοδος πεπερασμένων τμημάτων (Finite section method).

C3: **Reducing Gibbs ripples for some wavelet sampling series**, Chapter 12. In *Advances in the Gibbs Phenomenon*, Abdul J. Jerri (Ed.), Sampling Publishing, Potsdam, New York, 2011.

Το κεφάλαιο αυτό μελετά μεθόδους που σχετίζονται με τη μείωση του φαινομένου Gibbs σε κυματιδιακές δειγματοληπτικές σειρές όσον αφορά τα κυματίδια του Shannon και του Meyer. Το φαινόμενο αυτό πάντα εμφανίζεται σε τέτοιες δειγματοληπτικές σειρές αλλά μπορεί να ελεγχθεί τουλάχιστον όσον αφορά σημεία ασυνέχειας που εμφανίζονται σε δυαδικούς ρητούς αριθμούς.

Δ. Διατριβή

D1: Νικόλαος Δ. Ατρέας. Αρμονική και κυματιδιακή ανάλυση με εφαρμογές στη δειγματοληψία. Τμήμα Μαθηματικών Α.Π.Θ., 1999.

Είναι ευρύτατα γνωστό ότι οι Αναλύσεις Πολλαπλής Ευκρίνειας του $L_2(\mathbf{R})$, δίνουν αφ' ενός ορθοκανονικά συστήματα του $L_2(\mathbf{R})$ με πολύ καλές τοπικές πληροφορίες και αφ' ετέρου δειγματοληπτικές συναρτήσεις. Με απλά λόγια, η σειρά κυματιδίων μιας συνάρτησης λειτουργεί σε περιοχές του πεδίου ορισμού της σαν ένας μεγεθυντικός φακός πολλαπλής ευκρίνειας. Παράλληλα η ύπαρξη δειγματοληπτικών συναρτήσεων μας δίνει το πλεονέκτημα της ανακατασκευής μιας συνάρτησης από μία δειγματοληψία της.

Ο κύριος στόχος της παρούσης διατριβής είναι η μελέτη της τοπικής συμπεριφοράς των παραπάνω δειγματοληπτικών σειρών που παράγονται από τις μεταθέσεις μιας δειγματοληπτικής συνάρτησης Προκύπτει δε με φυσικό τρόπο από το ερώτημα, αν και κατά πόσον οι δειγματοληψίες αυτού του τύπου εμπεριέχουν επαρκείς πληροφορίες για τοπική ανακατασκευή.

Στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιούμε και αναπτύσσουμε τεχνικές της θεωρίας των Nashed και Walter, της θεωρίας των κυματιδίων, και της θεωρίας προσεγγίσεων. Μελετούμε δε τα δύο βασικά προβλήματα που εμφανίζονται κατά την ανακατασκευή μιας συνάρτησης από μία δειγματοληψία της, δηλαδή το σφάλμα Truncation και το σφάλμα του φαινομένου Gibbs. Το πρώτο από τα προαναφερθέντα σφάλματα προκύπτει όταν χρησιμοποιούμε έναν πεπερασμένο αριθμό δειγμάτων, αντί μιας άπειρης δειγματοληψίας που απαιτείται για την πλήρη ανακατασκευή μιας συνάρτησης του $L_2(\mathbf{R})$. Το δεύτερο σφάλμα είναι δυνατόν να εμφανιστεί κατά την ανακατασκευή μιας ασυνεχούς συνάρτησης, σε μία περιοχή του σημείου ασυνέχειας αυτής.

Στο **Κεφάλαιο 1** επεκτείνουμε σε μια ευρεία κλάση δειγματοληπτικών υποχώρων του $L_2(\mathbf{R})$ την ισχύ του κλασσικού Θεωρήματος του D. Jagermann, ο οποίος υπολόγισε το σφάλμα Truncation στην κλασσική δειγματοληψία του Shannon.

Στο **Κεφάλαιο 2** μελετούμε το σφάλμα ανακατασκευής μιας συνάρτησης σ' ένα διάστημα Ι, με τη βοήθεια γνωστών δειγμάτων της συνάρτησης που ανήκουν σε συμπαγή υπερσύνολα του Ι.

Στο **Κεφάλαιο 3** εξετάζουμε το φαινόμενο Gibbs, που εμφανίζεται κατά την ανακατασκευή μιας ασυνεχούς συνάρτησης f σε μία περιοχή του σημείου ασυνέχειας της f, από τις δειγματοληπτικές κυματιδιακές σειρές του Shannon ή του Meyer. Διαπιστώνουμε ότι αν το σημείο ασυνέχειας t μιας συνάρτησης f είναι δυαδικός ρητός, τότε ο μέγιστος κυματισμός του φαινομένου Gibbs επηρεάζεται από την επιλογή της τιμής f(t) μεταξύ των τιμών f(t-0) και f(t+0).

Στο **Κεφάλαιο 4** εξετάζουμε δειγματοληπτικά Θεωρήματα σε υποχώρους μιας Ανάλυσης Πολλαπλής Ευκρίνειας (ΑΠΕ) του $L_2[0,1]$, η οποία παράγεται από την περιοδικοποίηση της ο.κ. κλιμακωτής συνάρτησης φ μιας ΑΠΕ του $L_2(\mathbf{R})$.