التوجهات البحثية لقسم الرياضيات
كلية علوم الحاسوب والرياضيات

المقدمة

يتبنى قسم الرياضيات رؤية بحثية طموحة تهدف إلى تحقيق التميز الأكاديمي عبر التركيز على تطوير المعرفة الرياضية النظرية والتطبيقية، وربطها بمتطلبات الثورة التقنية والصناعية الرابعة. تُصنف التوجهات البحثية للقسم ضمن محورين رئيسيين :**الرياضيات البحتة** و**الرياضيات الحاسوبية**، مع التأكيد على التداخل بينهما عبر مبادرات بحثية متعددة التخصصات.

1. الرياضيات البحتة(Pure Mathematics)

تُعنى هذه المجالات بتطوير الأسس النظرية للرياضيات وإثبات الفرضيات المجردة، مع الحفاظ على توازن بين البحث النظري والتطبيقات المتقدمة:

أ. الجبر والهندسة الجبرية (Algebra & Algebraic Geometry)

- دراسة البنى الجبرية غير التبادلية (Non-commutative Algebra) وتطبيقاتها في فيزياء الكم.
- البحث في الهندسة الجبرية الحسابية (Arithmetic Geometry) وعلاقتها بنظرية الأعداد.
- تطبيقات نظرية التمثيل (Representation Theory) في تحليل البيانات المتناظرة.

ب. التحليل الرياضي(Mathematical Analysis)

- التحليل الدالي (Functional Analysis) ومساحات هيلبرت (Hilbert Spaces) وتطبيقاتها في ميكانيكا الكم.
- نظرية المشغلين (Operator Theory) وحلول المعادلات التفاضلية غير الخطية.
- التحليل التوافقي (Harmonic Analysis) واستخداماته في معالجة الإشارات.

ج. التبولوجيا والهندسة (Topology & Geometry)

- التبولوجيا الجبرية (Algebraic Topology) ونظرية العقد.(Knot Theory)
- الهندسة التفاضلية (Differential Geometry) وتطبيقاتها في النسبية العامة والذكاء الاصطناعي الهندسي.
- دراسة الفضاءات المتجهية التبولوجية.(Topological Vector Spaces)

د. نظرية الأعداد والمنطق(Number Theory & Mathematical Logic)

- الأعداد الأولية المتقدمة (Analytic Number Theory) وتطبيقاتها في التشفير الحديث.
- نظرية النماذج (Model Theory) وأسس الرياضيات.(Foundations of Mathematics)

2.الرياضيات الحاسوبية(Computational Mathematics)

تركز على تطوير الخوارزميات والنماذج الرياضية القابلة للتطبيق رقميًا، مع إيلاء اهتمام خاص للحوسبة عالية الأداء:(HPC)

أ. التحليل العددي والخوارزميات(Numerical Analysis & Algorithms)

- تحليل استقرار الخوارزميات العددية للمعادلات التفاضلية الجزئية.(PDEs)
- تطوير طرق العناصر المنتهية (Finite Element Methods) للنمذجة الهندسية.
- حساب المصفوفات الكبيرة (Large-Scale Matrix Computations) باستخدام الحوسبة المتوازية.

ب. النمذجة والمحاكاة(Mathematical Modeling & Simulation)

- نمذجة الأنظمة المعقدة (Complex Systems) في البيولوجيا والفيزياء.
- محاكاة الظواهر غير الخطية (Nonlinear Phenomena) مثل أنماط السيولة والتفاعلات الكيميائية.

ج. علوم البيانات والذكاء الاصطناعي(Data Science & AI)

- رياضيات تعلم الآلة: تحليل خوارزميات التعلم العميق (Deep Learning) من منظور رياضي.
- الجبر الخطي الحسابي (Computational Linear Algebra) لتحليل البيانات الضخمة.
- تطوير نماذج إحصائية متقدمة.(Bayesian Networks, Stochastic Processes)

د. الرسوميات والرؤية الحاسوبية(Computer Graphics & Vision)

- هندسة الحاسوب (Computational Geometry) لتصميم الخوارزميات الرسومية.
- نمذجة الأسطح المنحنية (Spline Theory) وتطبيقاتها في التصميم بمساعدة الحاسوب.(CAD)

3.التكامل بين الرياضيات البحتة والحاسوبية

- **الرياضيات التطبيقية المتقدمة** :مثل استخدام التبولوجيا في تحليل الشبكات المعقدة (Network Topology).

- **الحوسبة الرمزية :(Symbolic Computation)** دمج الجبر الحاسوبي مع البراهين الآلية (Automated Theorem Proving).

الخاتمة

يضع القسم خارطة بحثية ديناميكية تتكامل فيها النظرية مع التطبيق، وتستجيب لمتطلبات الثورة الرقمية، مع ضمان الجودة عبر نشر الأبحاث في مجلات مصنفة ضمن **Q1-Q2** والحصول على براءات اختراع في الرياضيات التطبيقية.

Research Directions of the Mathematics Department-College of Computer Science and Mathematics

Introduction:

The Mathematics Department adopts an ambitious research vision aimed at achieving academic excellence by focusing on the development of both theoretical and applied mathematical knowledge while aligning with the requirements of the Fourth Industrial and Technological Revolution. We classify the department's research directions into two main pillars: pure mathematics and computational mathematics, emphasizing their intersection through multidisciplinary research initiatives.

1. Pure Mathematics

These domains focus on advancing the theoretical foundations of mathematics and proving abstract hypotheses while maintaining a balance between theoretical research and advanced applications:

A. Algebra and Algebraic Geometry

· Study of non-commutative algebraic structures (non-commutative algebra) and their applications in quantum physics.

· Research in arithmetic geometry and its connections to number theory.

· Applications of Representation Theory in symmetric data analysis.

B. Mathematical Analysis

· Functional Analysis and Hilbert Spaces with applications in quantum mechanics.

· Operator Theory and solutions to nonlinear differential equations.

· Harmonic Analysis and its uses in signal processing.

C. Topology and Geometry

· Algebraic Topology and Knot Theory.

· Differential Geometry and its applications in general relativity and geometric artificial intelligence.

· Study of Topological Vector Spaces.

D. Number Theory and Mathematical Logic

· Advanced studies in prime numbers (analytic number theory) and applications in modern cryptography.
· Model Theory and the foundations of mathematics.

2. Computational Mathematics

This pillar focuses on developing algorithms and mathematically rigorous models suitable for numerical implementation, with special attention to high-performance computing (HPC):

A. Numerical Analysis and Algorithms

· Stability analysis of numerical algorithms for partial differential equations (PDEs).
· Development of Finite Element Methods for engineering modeling.
· Large-scale matrix computations using parallel computing techniques.

B. Mathematical Modeling and Simulation

· Modeling of Complex Systems in biology and physics.
· Simulation of nonlinear phenomena such as fluid dynamics and chemical interactions.

C. Data Science and Artificial Intelligence

· Mathematical foundations of machine learning: analysis of deep learning algorithms.
· Computational Linear Algebra for big data analytics.
· Development of advanced statistical models (Bayesian Networks, Stochastic Processes).

D. Computer Graphics and Vision

· Computational Geometry for designing graphical algorithms.
· Spline Theory and applications in computer-aided design (CAD).

3. Integration Between Pure and Computational Mathematics

· Advanced Applied Mathematics: e.g., using topology in complex network analysis (Network Topology).
· Symbolic Computation: Combining computational algebra with Automated Theorem Proving.

Conclusion

The department establishes a dynamic research roadmap that integrates theory with application, responds to the demands of the digital revolution, and ensures quality through publications in Q1-Q2 journals and patents in applied mathematics.