

スペクトラルグラフ理論および周辺領域 第10回研究集会

下記の研究集会を開催しますので、ご案内申し上げます。

世話人： 谷口 哲至 (広島工業大学) 久保田 匠 (横浜国立大学)
佐竹 翔平 (熊本大学) 佐野 良夫 (筑波大学)
瀬川 悦生 (横浜国立大学) 田中 太初 (東北大学)
畑中 健志 (東京工業大学) 見村 万佐人 (東北大学)

記

日時 2021年11月19日(金)~20日(土)

場所 オンライン

URL <https://www.math.is.tohoku.ac.jp/~htanaka/docs/sgt10/>

プログラム

* * * 11月19日(金) * * *

13:00-13:10 開会の挨拶

13:10-13:50 Gary Greaves (Nanyang Technological University)

Maximal cliques in strongly regular graphs

13:55-14:35 Mohamed Sabri (東北大学)

A comfortable graph structure for Grover walk

14:40-15:20 Ferenc Szöllósi (島根大学)

Some remarks on equiangular lines in low dimensional Euclidean spaces

===== 休憩 (20分) =====

15:40-16:20 Alexander Gavriluk (島根大学)

The Weisfeiler-Leman dimension of distance-hereditary graphs

16:25-17:05 須田 庄 (防衛大学校)

直交数独方陣グラフの固有値

* * * 11月20日(土) * * *

10:00-10:40 畑中 健志 (東京工業大学)

ドローンネットワークによる環境モニタリングの持続性について

On Persistency in Environmental Monitoring with Drone Networks: Control Barrier
Function Approach

- 10:45–11:25 本田 悠希 (近畿大学)
有向辺の追加に伴うグラフラプリアンの第 2 固有値の増減—全域木をもつ有向無閉路グラフを対象とした考察—
- 11:30–12:10 杉山 真吾 (日本大学)
四元数環を用いたラマヌジャングラフの明示的構成
An explicit construction of Ramanujan graphs by using quaternion algebras
===== 昼休み (90 分) =====
- 13:40–14:20 福田 亜希子 (芝浦工業大学)
超離散可積分系と min-plus 代数上の固有値計算
Ultradiscrete integrable systems and eigenvalue computation over the min-plus algebra
- 14:25–15:05 渡邊 扇之介 (福知山公立大学)
量子ウォークの max-plus 類似と極限定理
A walk on max-plus algebra and its limit theorem
===== 休憩 (20 分) =====
- 15:25–16:05 柏原 藍 (東京工業高等専門学校)
同一多角形連結有向グラフとその固有値について
On the Spectra of Digraphs with Connected n -gons
- 16:10–16:50 小松 堯 (広島大学/産業数理研究所 Calc)
Walk/Zeta 対応
Walk/Zeta Correspondence
- 16:50–17:00 閉会の挨拶

Abstracts

Speaker: Gary Greaves (Nanyang Technological University)

Title: Maximal cliques in strongly regular graphs

Abstract: In this talk, I will introduce a cubic polynomial that can be associated to a strongly regular graph Γ . The roots of this polynomial give rise to upper and lower bounds for the size of a maximal clique in Γ . I will explain how we can use this cubic polynomial to rule out the existence of strongly regular graphs that correspond to an infinite family of otherwise feasible parameters. This talk is based on joint work with Jack Koolen and Jongyook Park.

Speaker: Mohamed Sabri (東北大学)

Title: A comfortable graph structure for Grover walk

Abstract: We introduce a Grover walk model which leads to a characterization of bipartite graphs, obtained from the scattering matrix of the walk. Based on this characterization, we derive a current function and a pseudo-current function, when the underlying graph is a bipartite graph and a non-bipartite graph respectively. Furthermore, we introduce a “comfortability function” for the quantum walker on the underlying finite graph and finally we show how this comfortability of a graph can be expressed in terms of combinatorial information of the graph. This talk is based on a joint work with prof. Etsuo Segawa and prof. Yusuke Higuchi

Speaker: Ferenc Szöllősi (島根大学)

Title: Some remarks on equiangular lines in low dimensional Euclidean spaces

Abstract: In this talk I will discuss some sporadic examples of equiangular lines whose Gram matrix has exactly five distinct eigenvalues.

Speaker: Alexander Gavrilyuk (島根大学)

Title: The Weisfeiler-Leman dimension of distance-hereditary graphs

Abstract: The Weisfeiler-Leman (WL) dimension \dim_{WL} of a graph G introduced by Grohe is the least d such that the d -dimensional WL algorithm distinguishes G from every graph not isomorphic to G . The WL dimension of a class \mathcal{G} of graphs is defined to be $\max\{\dim_{WL}(G) \mid G \in \mathcal{G}\}$ if this maximum exists and ∞ otherwise. If \mathcal{G} is a finite number, then the graph isomorphism problem for \mathcal{G} can be solved in polynomial time. The upper bounds on the WL dimension have been shown for many natural graph classes, including planar graphs, trees, graphs of bounded tree width, graphs of bounded genus, all graph classes with excluded minors, interval graphs, and graphs of bounded rank width. In this work, we prove that the WL dimension of distance-hereditary graphs is precisely 2. (This is joint work with Ilia Ponomarenko and Roman Nedela.)

Speaker: 須田 庄 (防衛大学校)

Title: 直交数独方陣グラフの固有値

Abstract: 位数が q^2 の数独方陣とは、成分が $S = \{1, 2, \dots, q^2\}$ の位数が q^2 のラテン方陣であって、 q^2 個の $q \times q$ の各部分方陣が S の要素をちょうど一つずつ含むときとする。直交ラテン方陣から得られるグラフは強正則グラフであることが知られており、その固有値はラテン方陣の位数と直交ラテン方陣を構成しているラテン方陣の個数から一意的に決まる。本講演では、直交数独方陣に対して、直交ラテン方陣グラフに辺を加えることでグラフを定義し、その固有値を調べることを目的とする。直交ラテン方陣の場合とは異なり、一般には直交数独方陣のグラフの固有値は数独方陣の位数と個数から一意的には決まらないが、有限体から構成される例において、明示的に固有値を決定する。さらに、数独の同値性の判定にグラフの固有値が用いられることを紹介する。本研究は久保田匠氏（横浜国立大）と浦野茜氏との共同研究である。

Speaker: 畑中 健志 (東京工業大学)

Title: ドローンネットワークによる環境モニタリングの持続性について

On Persistency in Environmental Monitoring with Drone Networks: Control Barrier Function Approach

Abstract: In this talk, we investigate distributed environmental monitoring control with drone networks, and present a control barrier function (CBF) approach to certify persistency of the mission. The talk begins with reviewing a traditional environmental monitoring scheme, called coverage control, and their variations with rich experimental movies. We then discuss persistency of the mission with the traditional methodologies, and point out several practical shortcomings. To address the issue, we present a CBF-based controller that certifies a variety of specifications taking object search and surveillance mission as an example. Finally, we present our latest work, namely angle-aware coverage control, together with our vision on agricultural applications of drone technology.

本発表では、ドローンネットワークを用いた環境モニタリング制御を対象に、制御バリア関数に基づいてミッションの持続性を保証する制御法を紹介する。まず、被覆制御とよばれる制御法とそのバリエーションを豊富な実験動画とともに概説する。つぎに、従来法によるミッションの永続性に関して、いくつかの実用上の欠点を指摘する。さらに、対象物探索/監視ミッションを例に、持続性に係る様々な仕様を満足する CBF に基づく制御法を紹介する。最後に、最新の研究成果である角度を考慮した被覆制御法を紹介するとともに、ドローン技術の農業分野への応用に関する将来ビジョンについて論ずる。

Speaker: 本田 悠希 (近畿大学)

Title: 有向辺の追加に伴うグラフラプリアンの第2固有値の増減—全域木をもつ有向無閉路グラフを対象とした考察—

Abstract: マルチエージェントシステムにおける合意制御では、ダイナミクスを記述する線形常微分方程式の係数行列であるグラフラプリアンが本質的な役割を果たす。特にグラフラプリアンの第2固有値（「実部が2番目に小さい固有値の実部」と本発表では定義する）は合意速度を左右する重要な量であり、第2固有値が大きいほど合意に達する時間が短くなる。無向グラフの場合、第2固有値は代数的連結度と呼ばれ、辺の増加に対して非減少であることが知られている。一方、有向グラフの場合には、この性質は一般には成り立たず、辺の増加に対して第2固有値が減少する反例を容易に構成できる。その反例は有向木グラフにおいて下流から上流に（root に向かって）有向辺を追加した場合であり、合意制御の場合は「リーダーフォロワー型」の合意において、下流のフォロワーが上流に自己主張することにより、上意下達型の命令系統が乱れ、結果的に合意が遅くなることをこれは意味すると理解できる。本発表では、リーダーフォロワー型の合意となる、より一般的な構造である「全域木をもつ有向無閉路グラフ」に有向辺を追加した場合について考察し、第2固有値が増加あるいは減少する条件の明確化を試みた結果について報告する。

Speaker: 杉山 真吾 (日本大学)

Title: 四元数環を用いたラマヌジャングラフの明示的構成

An explicit construction of Ramanujan graphs by using quaternion algebras

Abstract: ラマヌジャングラフは最適なエキスパンダーグラフであり、数学的にも情報理論的にも興味深いグラフである。ハミルトンの四元数環とモジュラー形式を用いることで、Lubotzky, Phillips, Sarnak は固定された次数を持つラマヌジャングラフの無限族を明示的に構成した。本講演では他の四元数環を用いてラマヌジャングラフの無限族を明示的に構成する。本研究は Jo Hyungrok 氏 (横浜国立大学) と山崎^{*1}義徳氏 (愛媛大学) と共同研究に基づく。Ramanujan graphs are optimal expander graphs, and such graphs are interesting in terms of both mathematics and information theory. Lubotzky, Phillips and Sarnak constructed an infinite family of Ramanujan graphs with a fixed degree by using Hamilton's quaternion algebra. In this talk, we construct an infinite family of Ramanujan graphs by using another quaternion algebra. This is a joint work with Hyungrok Jo (Yokohama National University) and Yoshinori Yamasaki (Ehime University).

*1 作成者注：プログラム作成上の都合で代替文字を使用させて頂きました。

Speaker: 福田 亜希子 (芝浦工業大学)

Title: 超離散可積分系と min-plus 代数上の固有値計算

Ultradiscrete integrable systems and eigenvalue computation over the min-plus algebra

Abstract: Min-plus 代数とは実数全体と正の無限大の和集合に対し、和として min 演算、積として + 演算を導入した可換な冪等半環である。Min-plus 代数上の固有値はその行列を隣接行列とする重み付き有向グラフの最小平均閉路重みと一致することが知られている。本講演では離散可積分系の数理論述をもついくつかの (通常の) 固有値計算アルゴリズムを紹介し、離散可積分系に対して超離散化と呼ばれる手続きから得られる超離散可積分系の時間発展によって、min-plus 代数上の行列の固有値が計算できることを示す。

Min-plus algebra is a commutative and idempotent semiring of the set of real numbers and positive infinity with two binary operations min and +. It is known that eigenvalues over the min-plus algebra is equal to the minimum average weight of circuits in the corresponding graph. In this talk, we first review some algorithms for computing eigenvalues over the conventional linear algebra and its relationship to discrete integrable systems. Moreover, we will show that the ultradiscrete integrable systems, which can be obtained through a limiting procedure called ultradiscretization, compute eigenvalues over the min-plus algebra.

Speaker: 渡邊 扇之介 (福知山公立大学)

Title: 量子ウォークの max-plus 類似と極限定理

A walk on max-plus algebra and its limit theorem

Abstract: Max-plus 代数とは、実数に負の無限大を加えた集合に 2 つの二項演算、和と積をそれぞれ max と + で定義した代数であり、半環という代数系に含まれる。本講演では max-plus 代数における一次元整数格子上的ウォークとして max-plus ウォークを提案し、その保存量や定常状態を議論する。さらに、この max-plus ウォークの極限測度について議論する。

The max-plus algebra is a semiring on the set of real numbers and negative infinity with addition and multiplication defined by max and +, respectively. In this talk, we introduced the max-plus walk which is a walk model on one dimensional lattice on the set of integers over max-plus algebra, and discussed its properties such as the conserved quantities and the steady state. Moreover, we will discuss the limit measure of the max-plus walk.

Speaker: 柏原 藍 (東京工業高等専門学校)

Title: 同一多角形連結有向グラフとその固有値について

On the Spectra of Digraphs with Connected n -gons

Abstract: 本講演では、同一多角形を連結させた有向グラフのスペクトラルを複素平面上に配置した時に現れる図形を紹介する。また、余因子展開に対応するグラフの操作を行うことで、フィボナッチ多項式とリュカ多項式の関係式が現れることを示す。本結果の一部を用いることで、化学分野で示唆されている、ポリアセンに対する NICS の予測値を明示できる。

In this talk, I will introduce the figures that appear when the spectra of digraphs with connected n -gons are placed on the complex plane. Under these discussion, some operations on graphs lead to the formula of Lucas-Fibonacci polynomials. Using a part of results NICS of polyacenes could be predicted, based on the suggestion in the field of chemistry.

Speaker: 小松 堯 (広島大学/産業数理研究所 Calc)

Title: Walk/Zeta 対応

Walk/Zeta Correspondence

Abstract: 古典ランダムウォークの量子版として考案された量子ウォークは、量子コンピュータの分野で再発見され、今も尚盛んに研究が行われている。量子ウォークの一種であるグローヴァーウォークは、量子探索アルゴリズムに応用されている。一方、伊原康隆氏によって導入された伊原ゼータ関数 (セルバーグ型のゼータ関数) は数論の分野で登場し、Serre 氏の指摘により、グラフ理論と密接に関わっていることが分かった。異なる分野から登場した「グローヴァーウォーク」と「伊原ゼータ関数」は、「今野・佐藤の定理」で深く結ばれている。本講演ではこの対応関係 (Grover/Zeta 対応) を紹介し、「量子ウォークを利用したゼータ関数」が「ウォークを利用したゼータ関数」として自然に拡張されることを見る。

The notion of quantum walks was introduced by Aharonov et al. as a quantum counterpart of the classical one-dimensional random walks and then re-discovered in computer science. Grover walk is the most fundamental objects in this field. For example, the Grover walk is applied to spatial search algorithms. On the other hand, the original Ihara zeta function was first defined by Ihara as a Selberg-type zeta function in the p -adic setting. Serre pointed out that the Ihara zeta function is the zeta function of a regular graph. Therefore, the Ihara zeta function is closely joined to graph theory. Also, it is known that Grover walk and the Ihara zeta function are connected through the Konno-Sato theorem. We call the relation between the Grover walk and the zeta function based on the Konno-Sato theorem “Grover/Zeta Correspondence” here. In this talk, we introduce this correspondence and then extend these walks to a class of walks including random walks, correlated random walks and quantum walks on the torus by the Fourier analysis.