V. V. Beglik
فلاديسلاف فلاديميروفيتش بيجليك
Master's student of the Belarusian State University
طالب ماجستير بجامعة بيلاروسيا الحكومية

MODELING OF GRAVITATIONAL DETECTOR BASED ON ORDERED SATELLITE CLUSTERING

نمذجة كاشف الجاذبية بناءً على مجموعات الأقمار الصناعية المطلوبة

Nikolai N. Kolchevsky
نيكولاي نيكولاييفيتش كولتشيفسكي
PhD, associate professor of the Department "Physical Electronics and Nanotechnology", Belarusian State University
أستاذ مشارك بقسم الإلكترونيات الفيزيائية وتقنيات النانو، جامعة بيلاروسيا الحكومية

Abstract: *There are currently 3 gravitational wave detection observatories in the world, 97 events have been registered. Software has been developed to calculate the kinematic characteristics of S-LIGO using RAD Studio version 10.4.2 and the Delphi programming language. A system with various satellite configurations based on Platonic bodies has been studied.*

Keywords: satellite systems, space detector

الخلاصة : يوجد حاليًا 3 مراصد لرصد موجات الجاذبية في العالم، وتم تسجيل 97 حدثًا. لقد تم تطوير برنامج لحساب الخصائص الحركية لـ S-LIGO باستخدام الإصدار 10.4.2 من RAD Studio ولغة البرمجة دلفي. تمت دراسة نظام ذو تكوينات فضائية مختلفة تعتمد على الأجسام الأفلاطونية.

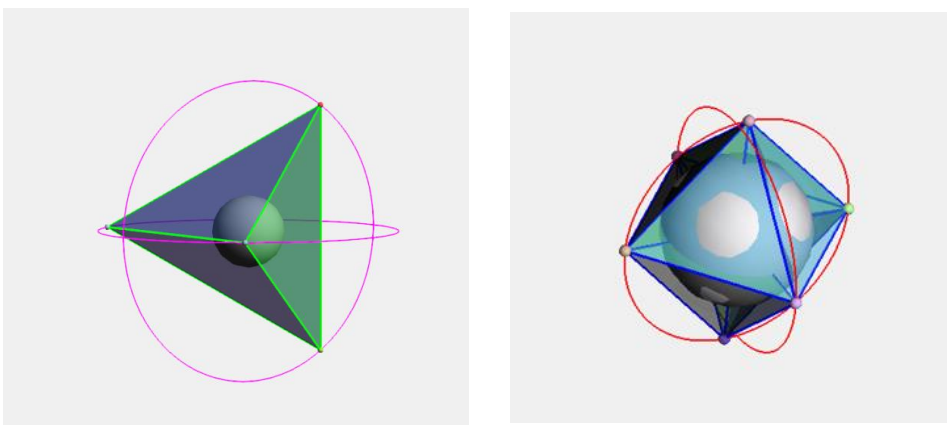
الكلمات المفتاحية : أنظمة الأقمار الصناعية، أجهزة كشف الفضاء

Introduction

Since the discovery of gravitational waves in 2015 and the subsequent observation of a variety of unique events such as black hole and neutron star mergers, the scientific community has ushered in a new era in space exploration. However, accurately studying and analyzing these gravitational waves requires highly precise equipment and specialized instruments. Satellites provide undeniable advantages in the detection and study of gravitational waves. Unlike terrestrial detectors, they are free from atmospheric and terrestrial influences, allowing them to operate at higher frequencies and with higher sensitivity. This opens up opportunities for recording new classes of gravitational events and accurately studying their characteristics.

Results and discussion

It is proposed to study a model of a cosmic gravitational wave detector based on the configuration of satellites using “Platonic bodies” as a basis. The temporal spatial evolution and capabilities of a space-based GW detector with a system of satellites located in geostationary orbits are investigated. The software was developed in the RAD Studio 10.4 development environment using the Delphi programming language. The program interface was developed using the VCL (Visual Component Library) library of components and functions. The TeeChart library was used to visualize the calculation results, plot graphs and visual analysis. The created 3D model was built using the GlScene visualizer. This software has various functions such as setting up satellites and calculating their coordinates, setting the direction of the satellites, altitude and other important parameters.



a B

Fig 1. Configurations of gravitational systems based on Platonic solids.

Spatial configurations of space systems can be specified in a variety of ways, depending on the choice of the number of orbits and variations in the dependent placement of satellites in these orbits. In general, one can have a different number of satellites, denoted N, and hence the system can be organized into different polygonal configurations. This area requires more research and study. In addition, satellites may be in different orbits and have different orbital characteristics. In such a situation, a space object monitoring system capable of detecting and determining the orbital parameters of these objects makes it possible to deploy a space-based gravitational wave detector or a system of satellites, even if their orbits and kinematic parameters are varied and undefined.

Conclusion

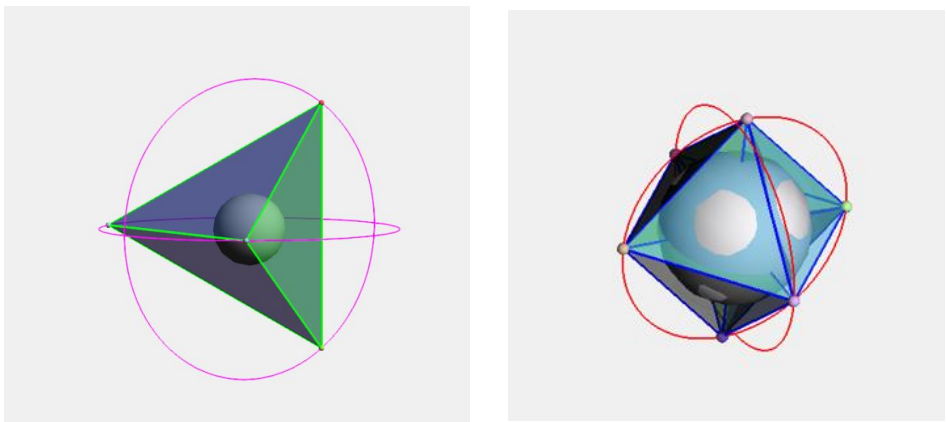
The idea is to use multiple platonic solids connected to each other to create a spatial structure that is sensitive to gravitational waves. When waves pass through this structure, they cause a deformation of its shape, which can be detected and measured. The use of platonic solids can allow for the creation of many different detector configurations that can be optimized for detecting specific types of gravitational waves. This could broaden the range of sources of gravitational waves that can be detected and studied.

المقدمة

منذ اكتشاف موجات الجاذبية في عام 2015 والمراقبة اللاحقة لمجموعة متنوعة من الأحداث الفريدة مثل الثقب الأسود واندماج النجوم النيوترونية، بدأ المجتمع العلمي حقبة جديدة في استكشاف الفضاء. ومع ذلك، فإن الدراسة الدقيقة وتحليل هذه الموجات الثقالية تتطلب معدات دقيقة للغاية وأدوات متخصصة. توفر الأقمار الصناعية مزايا لا يمكن إنكارها في الكشف عن موجات الجاذبية ودراستها. وعلى عكس الكواشف الأرضية، فهي خالية من التأثيرات الجوية والأرضية، مما يسمح لها بالعمل بترددات أعلى وبحساسية أعلى. وهذا يفتح المجال أمام فرص تسجيل فئات جديدة من أحداث الجاذبية ودراسة خصائصها بدقة.

النتائج والمناقشة

يُقترح دراسة نموذج لكاشف موجات الجاذبية الكونية بناءً على تكوين الأقمار الصناعية باستخدام "الأجسام الأفلاطونية" كأساس. يتم التحقيق في التطور المكاني الزمني وإمكانيات كاشف GW الفضائي مع نظام من الأقمار الصناعية الموجودة في مدارات ثابتة بالنسبة للأرض. تم تطوير البرنامج في بيئة تطوير RAD Studio 10.4 باستخدام لغة البرمجة دلفي. وقد تم تطوير واجهة البرنامج باستخدام مكتبة المكونات والوظائف VCL (مكتبة المكونات المرئية). تم استخدام مكتبة TeeChart لتصور نتائج العمليات الحسابية والرسوم البيانية والتحليل المرئي. تم إنشاء النموذج ثلاثي الأبعاد الذي تم إنشاؤه باستخدام متخيل GlScene. يحتوي هذا البرنامج على وظائف مختلفة مثل إعداد الأقمار الصناعية وحساب إحداثياتها وتحديد اتجاه الأقمار الصناعية والارتفاع وغيرها من المعلمات الهامة.



أ) ب)

الشكل 1. تكوينات أنظمة الجاذبية على أساس المواد الصلبة الأفلاطونية.

يمكن تحديد التكوينات المكانية للأنظمة الفضائية بعدة طرق، اعتمادًا على اختيار عدد المدارات والاختلافات في موضع الأقمار الصناعية المعتمد في هذه المدارات. بشكل عام، من الممكن أن يكون لدى الشخص عدد مختلف من الأقمار الصناعية، يُشار إليه بـ N، وبالتالي يمكن تنظيم النظام في تكوينات متعددة الأضلاع مختلفة. وهذا المجال يحتاج إلى مزيد من البحث والدراسة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تكون الأقمار الصناعية في مدارات مختلفة ولها خصائص مدارية مختلفة. وفي مثل هذه الحالة، فإن نظام رصد الأجسام الفضائية القادر على كشف وتحديد البارامترات المدارية لهذه الأجسام يجعل من الممكن نشر كاشف موجات الجاذبية الفضائي أو نظام من السواتل، حتى لو كانت مداراتها وبارامتراتها الحركية متنوعة وغير محددة .".

الخاتمة

تتمثل الفكرة في استخدام العديد من المواد الصلبة الأفلاطونية المتصلة ببعضها البعض لإنشاء بنية مكانية حساسة لموجات الجاذبية. وعندما تمر الموجات عبر هذا الهيكل فإنها تسبب تشوهاً في شكله، وهو ما يمكن اكتشافه وقياسه. يمكن أن يسمح استخدام المواد الصلبة الأفلاطونية بإنشاء العديد من تكوينات الكاشف المختلفة التي يمكن تحسينها للكشف عن أنواع محددة من موجات الجاذبية. وقد يؤدي هذا إلى توسيع نطاق مصادر موجات الجاذبية التي يمكن اكتشافها ودراستها..

References المراجع والمصادر

1. Abbot, B.P.// Exploring the sensitivity of next generation gravitational wave detectors / B. P. Abbott [et al.] // Class. Quantum Grav.2017.
2. Abbot B.P., Abbot R., Abbot T.D.// Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger Phys. Rev. Let.2016.
3. Weber J.//Gravitational-wave-detector events. Physical Review Letters.1968.