

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

М'ясоєдов Олександр Ігорович

УДК 004.53

ПРОГНОЗУВАННЯ СТРУКТУРИ ПЕРКОЛЯЦІЙНИХ КЛАСТЕРІВ ІЗ НАНОЧАСТИНОК

Галузь знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю

122 «Комп'ютерні науки»

122 - БКР.А - 402.21710219

Автореферат

бакалаврської кваліфікаційної роботи на здобуття освітньої кваліфікації

«бакалавр з комп'ютерних наук»

Миколаїв – 2021

Бакалаврська кваліфікаційна робота є рукопис.

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі інтелектуальних інформаційних систем

Науковий керівник: доктор фізико-математичних наук, доцент
Е.А. Лисенков

Рецензент: кандидат педагогічних наук, доцент
К.О. Кірей

Захист відбудеться «25» червня 2021 р. о 9⁰⁰ год. на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-403) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

З бакалаврською кваліфікаційною роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат представлений «____» червня 2021 р.

Секретар
екзаменаційної комісії,
викладач кафедри ІС

Скакодуб Олександр Сергійович

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми.

Прогнозування структури перколяційних кластерів із наночастинок є дуже актуальною темою. Адже коли наночастинок досить багато то вони об'єднуються та створюють кластери. Між такими кластерами може проходити перколяційне явище. Ця властивість наночастинок створює багато різних можливостей в практичному застосуванні. Наприклад за допомогою наночастинок можливо провести струм де кластери наночастинок виступають ідеальним діелектриком.

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є прогнозування структури перколяційних кластерів із наночастинок.

Практичне значення отриманих результатів. За допомогою розробленого ПЗ можна дослідити як наночастинки створюють кластери, які в свою чергу, утворюють перколяційні зв'язки.

Структура кваліфікаційної роботи. Пояснювальна записка до бакалаврської кваліфікаційної роботи складається із вступу, 4 розділів, висновків, додатків. Загальний обсяг роботи складає ____ сторінки, ____ рисунків, ____ таблиць та ____ посилань на літературні джерела.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі були розглянуті

– оцінка сучасного стану проблеми, відзначаючи теоретично та практично розв'язані задачі, прогалини знань, що існують у даній галузі, недосконалість рішень або інформаційних технологій;

– актуальність даної роботи та підставу для її виконання;

– мета роботи;

– задачі (завдання), які мають бути розв'язані для досягнення мети;

– об'єкт та предмет дослідження;

– методи, інструментальні засоби, інформаційні технології тощо, що мають бути використані для розв'язання задач.

Нанотехнології або наномолекулярні технології – це міждисциплінарна галузь фундаментальної і прикладної науки, де вивчаються закономірності фізичних і хімічних систем протяжністю порядку декількох нанометрів або часток нанометра.

Термін нанотехнологія датується 1980-ми роками, коли його ввів американський інженер Ерік Дрекслер. В останні десятиліття нанотехнології знаходять все більше застосування в комп'ютерах, медицині, текстилі тощо.

На сьогоднішній день науковці при вивченні НТ здебільшого зосереджені на двох напрямках: розростання тонких плівок для застосування в медичних пристроях та тривимірному друку в малих масштабах.

Вивчається осадки тонких керамічних плівок на медичних пристроях за допомогою імпульсного лазерного осадження, хімічного осадження парів, і осадження атомного шару.

Розглядаються використання системи атомного осадження для отримання плівок оксиду титану та оксиду цинку у вигляді наноструктурованих поверхонь для використання в медичних виробках. Крім того створюється твердий вуглець, відомий як ультрананокристалічний алмаз, на наноструктурній поверхні з хімічним осадженням парів, також корисний у медичних приладах. Біологічна чутливість.

Ми живемо у дуже цікавий час. У медичних нанотехнологіях відбуваються зміни. Що стосується ліків, то будується нова платформа. Зазвичай є нові способи взаємодії з тілом. Зараз є багато проблем. У найближчому майбутньому у сфері НТ буде більше можливостей для інновацій та більше позитивних стимулів для творчого мислення, ніж зараз. Зараз створюються нові прилади, багато з яких скорочуються. Існує багато способів використання нанотехнологій. Багато що відбувається в портативних пристроях, серцево-судинних системах та діагностичних кабінетах.

Наприклад зараз вже існують наносенсори, які виявляють серцеві напади до того, як вони трапляються. Ця технологія включає крихітні наносенсорні чіпи крові,

які можуть відчувати зміни в організмі, які призведуть до серцевого нападу. Людина з таким крихітним чіпом може отримати попередження на своєму смартфоні чи іншому бездротовому пристрої, що їм слід негайно звернутися до свого кардіолога. Останні версії чіпа мають розмір 90 мкм, а це набагато менше піщинки. Лікар або медсестра можуть ввести чіп у руку пацієнта, де він стікає до дистального кінчика пальця і вбудовується, перевіряючи кров на ендотеліальні клітини, які відводяться від стінки артерії в попередній період, що передує інфаркту.

Також коли наночастинок досить багато то вони об'єднуються та створюють кластери. Між такими кластерами може проходити перколяційне явище. Тобто за допомогою наночастинок можливо провести струм через ідеальний діелектрик.

У першому розділі: загальні положення понять наночастинок, нанотехнології та історія їх походження

1. Наночастинок та нанотехнології

Наночастиною є певна частина речовини довільної форми. Під значенням наночастинок у нанотехнології мають на увазі невеличкий об'єкт, що поводить себе як єдине тіло стосовно своїх фізичних та транспортних властивостей. Розмір наночастинок складає від 1 до 100 нм.

В нанотехнологіях частинка - це невеликий об'єкт, який веде себе як єдине тіло по відношенні до своїх транспортних і фізичних властивостей. Відповідно до цієї класифікації наночастинок аналогічні ультрадрібнодисперсним часткам, дрібні частинки мають розмір від 100 до 2500 нм, а великі - від 2500 до 10000 нм. Дослідження наночастинок актуальні і інтенсивні дякуючи великому потенціалу їх в медицині і фізиці, оптиці і електроніці.

Властивості матеріалів змінюються в міру наближення їх розміру до атомного масштабу. Це пов'язано зі збільшенням відносини площини до обсягу, в результаті чого поверхневі атоми матеріалу домінують над властивостями матеріалу. Через дуже малого розміру наночастинок вони мають дуже велике відношення поверхні до

об'єму в порівнянні з об'ємними продуктами, такими як порошки, пластини і пластини. Ця властивість дозволяє наночастинкам мати несподівані оптичні, фізичні та хімічні властивості, оскільки вони досить малі, щоб обмежувати їх електрони і викликати квантові ефекти.

Нанотехнології - це обробка матеріалів на рівні молекулярної або атомної системи для створення нових матеріалів і пристроїв з новими властивостями. Однак нанотехнології є не новою областю. Швидше, це поєднання різних наук (біології, фізики, хімії, медицини та інженерії) і поєднання знань для створення матеріалів на нанорівні; приблизно в діапазоні 1-100 НМ (10⁻⁹ м).

Нанотехнології не можливо уявити без нанонауки, яка вивчає матерії в наномасштабі.

При різкому змінні відношенню площини поверхні до об'єму речовина починає різко змінювати свої властивості, отже класичні закони фізики більше не контролюють те як буде вести себе речовина, бо її контролюють квантові закони. Це надає Наноструктурованим матеріалами нові властивості, які можуть бути кращими, ніж об'ємні матеріали. Хорошим прикладом є те, що, хоч деякі полімери є ізоляторами в масивній формі, в наномасштабі вони стають напівпровідниками.

У певних ситуаціях наночастинки також мають тенденцію злипатися. Імовірно, скупчення частинок, розмір яких можна виміряти мікрометрами, а не нанометрами, поведуться по-різному від окремих наночастинок, але в той же час немає підстав вважати, що одиниця поводить себе як одна велика частинка. Можна також передбачити, що поведінка наночастинок залежатиме від їх розчинності та схильності до руйнування, і що ні хімічний склад, ні розмір частинок не залишаться незмінними з часом.

2. Властивості наночастинок

Наночастинки володіють трьома основними фізичними властивостями: вони дуже рухливі у вільному стані (наприклад, кремнієва наносфера діаметром 10 НМ має швидкість осадження при щільності 0,01 мм/діб у воді без будь-якого

додаткового ефекту); Вони мають велику площу (наприклад, звичайні чайні ложки або близько 6 мл кремнієвих нанотрубок діаметром 10 НМ мають площу, що вдвічі перевищує розмір більше десятка тенісних кортів; 20% всіх атомів наносфери повинні бути на поверхні) також вони можуть мати так звані квантові ефекти. Залежно від області застосування або продукту наночастинки можна комбінувати різними способами.

3. Історія частинок

Доіндустріальні технології

Наночастинки використовувались ремісниками ще з доісторичних часів, хоча їх природа і була невідома. Вони використовувались у класичними античними виробниками скла та кераміки, таких як римські вітражі з Лікурга (4 століття нашої ери). Останній характеризується наночастинками срібла та міді, розсіяними в скляному тілі.

19 століття

Майкл Фарадей представив першу наукову доповідь про оптичні властивості наномасштабних металів у своїй роботі в 1857 р. У наступній роботі, автор (Тернер) каже: «Добре відомо, що коли тонкі аркуші золота або срібла встановлюються на скло і нагріваються до температури, яка значно нижче червоного розжарювання (~ 500 ° C), відбувається помітна зміна властивостей, в результаті чого безперервність металеві плівки руйнується. В результаті білий світ тепер проходить вільно, відображення, відповідно, зменшується, а питомий електричний опір значно збільшується»[1].

20 століття

У 1970-х і 1980-х роках, коли перші дослідження були зроблені з наночастинок у США та Японії. Дослідники використовуватимуть термін скінченні частинки. Однак у 1990-х роках та коли в США була започаткована Національна ініціатива нанотехнологій, термін наночастинки став популярним.

4. Фізичні та хімічні властивості наночастинок

Основні фізичні властивості:

- розмір, форма, питома площа поверхні , пропорція;
- агломерація, стан агрегації;
- розподіл за розміром;
- морфологія поверхні, топографія;
- структура, включаючи кристалічність та дефектну структуру;
- розчинність.

Основні хімічні властивості:

- структурна формула, молекулярна структура;
- склад наноматеріалів (включаючи ступінь чистоти, відомі домішки або добавки);
- фазова ідентичність;
- хімія поверхні (склад, заряд , натяг, реакційноздатні ділянки, фізична структура, фотокаталітичні властивості, дзета-потенціал);
- гідрофільність, ліофільність.

У другому розділі: методи, перколяція, кластери.

1. Перколяції наночастинок

Перколяція – це витік рідини або явище витоку через суміш пористих матеріалів, електропровідних і непровідних частинок та інших подібних процесів. Теорія відходів використовується для опису різних систем і явищ, включаючи розподіл епідемій та надійність комп'ютерних мереж.

Модель перколяції зазвичай розглядає регулярну решітку та випадкову мережу випадковим чином “Окупувати” сайти (вершини) або зв’язки (ребра) із статистично автономною ймовірністю. На критичному з’являються великі кластери та дальність

зв'язку. Залежно від техніки пошуку розрізняють випадкову мережу, поріг проникнення ділянки та зв'язку. В окремих теоріях перколяції, перколяція зв'язків - це модель на решітці, яка відображає графік решітки краї як пов'язані об'єкти.

2. Методи кластеризації

Кластеризація - один із найпоширеніших методів дослідження в аналізі даних, який використовується для отримання АВ уявлень про структуру даних. Це можна визначити як завдання визначення підгруп у даних, так що точки даних в одній і тій самій підгрупі (групі) дуже схожі, тоді як точки даних у різних групах дуже різні. Іншими словами, ми намагаємось знайти в даних однорідні підмножини, щоб точки даних у кожній групі були якомога подібнішими за ступенем подібності, наприклад, відстань від Евкліда або відстань кореляції. Рішення щодо того, який імовірнісний пристрій використовувати, залежить від конкретного застосування.

Кластерний аналіз може бути виконаний на основі властивостей, де ви намагаєтесь знайти підмножини зразків на основі властивостей, або на основі зразків, де ви намагаєтесь знайти підмножини властивостей на основі зразків. Тут ми розглядаємо рольові кластери. Один кластер використовується для частки ринку; де ми намагаємось знайти клієнтів, які однакові як за поведінкою, так і за характеристиками, за уявою стисненням; де ми намагаємось класифікувати подібні сфери, групувати документи за матеріалами тощо.

У третьому розділі: середовище розробки та мова програмування

Програмне забезпечення було розроблене у Visual Studio на мові C++, так як мова C++ добре підходить до поставленого завдання.

Visual Studio

Microsoft Visual Studio - це інтегроване середовище розробки Microsoft (IDE). Застосовується для розробки комп'ютерних додатків, а також веб-сайтів, веб-додатків, веб-сервісів та мобільних додатків. Visual Studio використовує платформи розробки програмного забезпечення Microsoft, такі як Windows API, Windows Forms,

Windows Presentation Foundation, Windows Store та Microsoft Silverlight. Можливо створити власний код та код адміністратора.

Архітектура

Visual Studio не підтримує мови програмування, рішення або інструменти; Замість цього ви можете комбінувати криптографічні функції, такі як VSPackage. Після установки функція доступна як послуга. IDE пропонує три типи сервісів: SVsSolution, що дозволяє реєструвати проекти і рішення; SVsUIShell, який надає функції вікон і призначеного для користувача інтерфейсу (включаючи вкладки, панелі інструментів і панелі інструментів), і SVsShell, який реєструє пакети VSP. Крім того, IDE відповідає за координацію і забезпечення зв'язку між відділами. Все редактори, дизайнери, типи проектів та інші інструменти реалізовані як VSPackage. Visual Studio використовує COM для доступу до VSPackages. Visual Studio SDK також включає в себе ряд Managed Package Framework (MPF) навколо COM-порту, що дозволяє писати пакети на будь-якій мові, що підтримується CLI. Однак MPF не пропонує всіх функцій COM-інтерфейсу Visual Studio. Потім ви можете використовувати цю функцію для створення інших пакетів, які додають функціональність Visual Studio IDE.

Підтримка програмування додана в спеціальний пакет VSPa під назвою Language Services. Мовні служби визначають різні інтерфейси, які реалізація VSPackage може реалізувати для підтримки різних функцій. Функції, які можуть бути додані таким чином, включають розмальовку синтаксису, завершення оператора, круглі дужки, покажчики змінних, списки елементів і помилки перетворення фону. Завдяки реалізації інтерфейсу доступні мовні функції. Голосові служби доступні на всіх мовах. Версії можуть використовувати код студента або компілятор мови. Голосові послуги можуть бути реалізовані як у власному коді, так і в керованому коді. Ви можете використовувати свій власний COM-інтерфейс або Babel Framework (який є частиною Visual Studio SDK) для свого коду. Для керованих кодів MPF включає пакет символічних послуг на мовах. [шістнадцять]

Visual Studio не включає вбудовану підтримку управління кодом, але надає два додаткових способу інтеграції систем управління кодом з IDE. Система управління версіями VSPackage може надавати власний користувальницький інтерфейс. З іншого боку, додатковий додаток для управління вихідним кодом, яке використовує функцію Microsoft Source Interface Management Interface (MSSCCI), надає ряд функцій, які дозволяють реалізувати різні функції вихідного коду з використанням стандартного інтерфейсу з Visual Studio. MSSCCI спочатку використовувався для інтеграції Visual SourceSafe і Visual Studio 6.0, але пізніше був відкритий через Visual Studio SDK. Visual Studio .NET 2002 використовує MSSCCI 1.1 та Visual Studio .NET 2003 MSSCCI 1.2. Visual Studio 2005, 2008 і 2010 використовують MSSCCI версії 1.3, яка дозволяє перейменовувати і видаляти дистрибутив, а також відкривати його асинхронно.

Visual Studio підтримує кілька шаблонів середовища (кожен зі своїм набором VSPackage). У прикладах використовується кілька кущів в реєстрі (див. Визначення MSDN «реєстр кущів» тут, як тут) для зберігання і розрізнення стану конфігурації на основі AppId (ідентифікатора додатка). Зразки управляються конкретним файлом .exe AppId, який вибирає AppId, встановлює кореневої каталог і запускає середу IDE. Пакети VSP, зазначені для AppId, інтегровані з іншими пакетами VSP для цього AppId. Різні версії продуктів Visual Studio створюються з різними ідентифікаторами додатків. Продукти Visual Studio Express Edition встановлюються зі своїм власним AppId, тоді як Standard, Professional і Team Suite мають один і той же AppId. Таким чином, ви можете встановити експрес-версії з іншими версіями, а не з тими, які оновлюються до тієї ж самої установки. Професійна версія включає в себе колекцію VSPackage в стандартній версії, а настільна гра включає чудову гру VSPackage в двох інших версіях. AppId використовується разом з Visual Studio Shell в Visual Studio 2008.

Microsoft Visual Studio - це інтегроване середовище розробки Microsoft (IDE). Застосовується для розробки комп'ютерних додатків, а також веб-сайтів, веб-додатків, веб-сервісів та мобільних додатків. Visual Studio використовує платформи

розробки програмного забезпечення Microsoft, такі як Windows API, Windows Forms, Windows Presentation Foundation, Windows Store та Microsoft Silverlight. Ви можете створити власний код та код адміністратора

Мови програмування

C++

Мова програмування C ++ датується 1979 роком, коли Бьорн Штраустр працював лікарем. Есе. Однією з мов, з якою Струструп міг працювати, називалася Simula, яка, як випливає з назви, є насамперед мовою для моделювання. Simula 67, мова, з якою працював Stroustrup, вважається першою мовою, що підтримує концепцію об'єктно-орієнтованого програмування. Строструп знайшов цю ідеологію дуже корисною при розробці програмного забезпечення, але виступ Симули був надто повільним, щоб бути практичним.

У четвертому розділі: огляд програмного забезпечення

Спочатку треба написати всі змінні які знадобляться нам в роботі:

- `Const int MatrixRange` – змінна типу інтреджер, приймає значення цілого числа, зберігає у собі довжину масиву
- `Int NumOfClusters` – змінна типу інтреджер, приймає значення цілого числа, являє собою кеш усіх кластерів
- `Int PercentOne` – змінна типу інтреджер, приймає значення цілого числа, зберігає відсоток одиниць, тобто відсоток заповненості матриці наночастинками
- `int matr[Matrixrange][Matrixrange]` - основна матриця, тобто площа на котру будуть падати наночастинки.
- `int NomerClusterPerk` – змінна типу інтреджер, зберігає номер перколяційного кластеру зліва направо
- `int NomerClusterPerk2` – змінна типу інтреджер, зберігає номер перколяційного кластеру з гори до низу.

Потім нам треба згенерувати матрицю, це ми робимо за допомогою `srand((unsigned)time(NULL))`, тобто заповнюємо її абсолютно випадково, але треба врахувати відсоток котрий вказує користувач. Сам цикл має такий вигляд.

```

for (int i = 0; i < Matrixrange; i++)
    for (int k = 0; k < Matrixrange; k++)
        {
            matr[i][k] = rand() % 101;
            if (i >= k && matr[i][k] < 0)
                matr[i][k] = 0;
            if (matr[i][k] <= PercentZero)matr[i][k] = 0;
            if (matr[i][k] >= PercentZero)matr[i][k] = 1;}

```

Потім треба кластеризувати матрицю, цей алгоритм можна подивитися у нижче

```

for (int i = 1; i < Matrixrange; i++) {
    for (int j = 1; j < Matrixrange; j++) {
        if (matr[i][j] == 1) {
            matr[i][j] = NumberOfClusters;
            NumberOfClusters++;
            NumberOfOne++;
            if (matr[i - 1][j] != 0)matr[i][j] = matr[i - 1][j];
            if (matr[i][j - 1] != 0)matr[i][j] = matr[i][j - 1];
            //if (matr[i - 1][j - 1] != 0)matr[i][j] = matr[i - 1][j - 1];

```

```

        if ((matr[i - 1][j] != 0) && (matr[i][j - 1] != 0)) matr[i][j] = min(matr[i - 1][j],
matr[i][j - 1]);

        // if ((matr[i - 1][j] != 0) && (matr[i - 1][j - 1] != 0)) matr[i][j] = min(matr[i -
1][j], matr[i - 1][j - 1]);

        //if ((matr[i][j-1] != 0) && (matr[i - 1][j - 1] != 0)) matr[i][j] = min(matr[i][j-1],
matr[i - 1][j - 1]);

    }

}

}

```

Після цього треба лише знайти перколяційний кластер, приклад алгоритму написаним на мові C++ можна подивитися нижче.

```

for (int i = 1; i < Matrixrange - 1; i++) {

    if (matr[i][1] != 0) {

        for (int j = 1; j < Matrixrange - 1; j++) {

            if (matr[i][1] == matr[j][Matrixrange - 2]) {

                NomerClusterPerk = matr[i][1];

                break;

            }

        }

    }

}

for (int i = 1; i < Matrixrange - 1; i++) {

    if (matr[1][i] != 0) {

```

```
for (int j = 1; j < Matrixrange - 1; j++) {  
    if (matr[1][i] == matr[Matrixrange - 2][j]) {  
        NomerClusterPerk2 = matr[1][i];  
        break;  
    }  
}  
}  
}  
}
```

Програмний додаток для знаходження перколяційного кластеру.

Що ж з алгоритмом ми розібралися, тепер треба створити програмний додаток, та інструкцію для нього. Програма має такий вигляд як показано на рисунку 4.1.

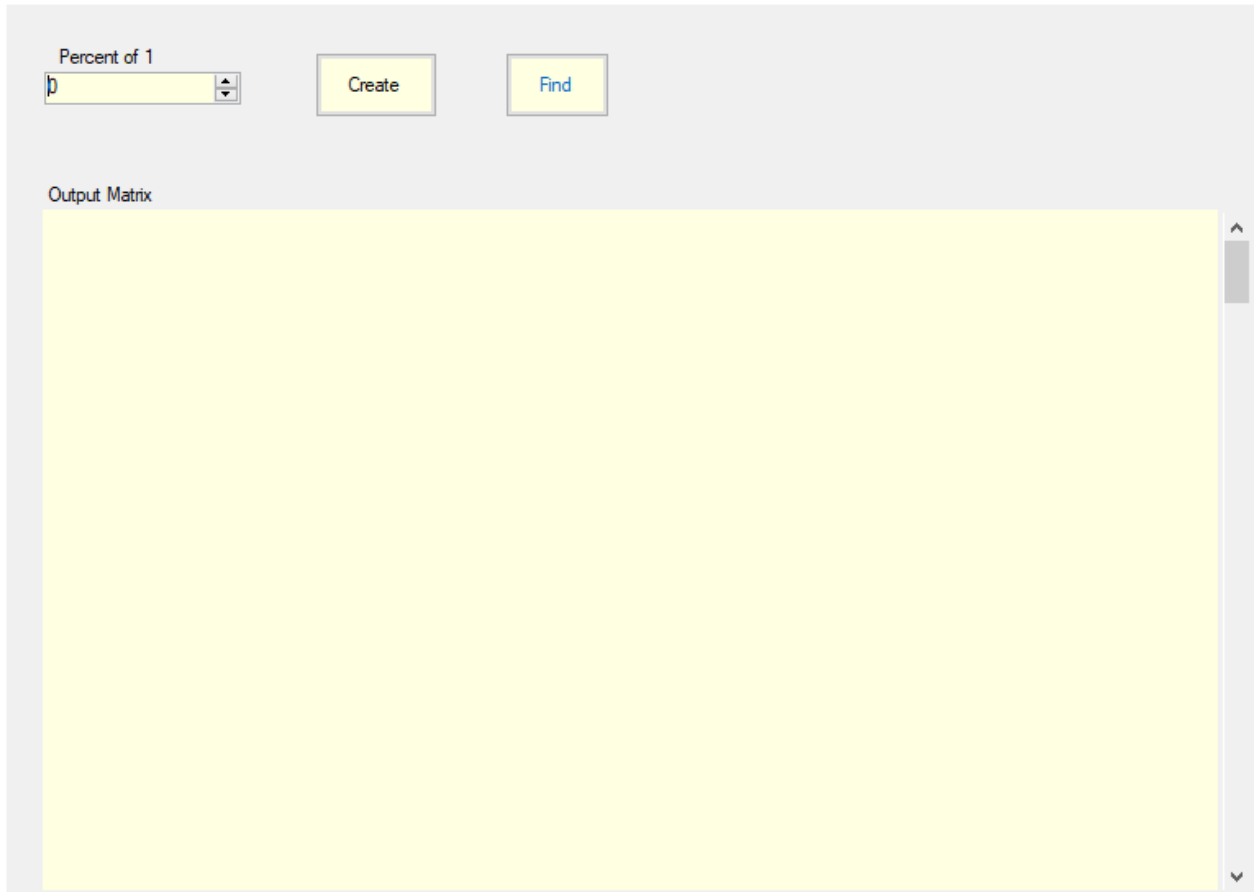


Рисунок 4.1 Вигляд програмного додатку

Отож якщо натиснути кнопку «Create» створиться та виведеться матриця заповнена одиницями та нулями, але спочатку треба вказати відсоток заповнення одиницями, якщо цього не зробити то програма автоматично встановлює його на 50%. На рисунку 3.2 можна подивитися роботи кнопки «Create».

Далі потрібно натиснути на кнопку «Find» та на полі залишиться лише ті кластери які перколяційні в якомусь напрямку

У розділі з охорони праці

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Наночастинки та нанотехнології є досить цікавим та перспективним напрямком у фізиці та хімії. На сьогоднішній день вони ефективно застосовуються, чи можуть застосовуватися, у більшості галузей.

Перед мною була поставлена цікава задача, а саме дослідити спрогнозувати структури перколяційних кластерів із наночастинок. Було створено програмний додаток, котрий дозволяє кластерувати будь які наночастинки та знаходити перколяційні зв'язки. Це дозволяє побачити через які саме кластери буде проходити струм, адже струм може проходити тільки тоді, коли коло із кластерів замкнене. Поставлена задача була повністю виконана.

АНОТАЦІЯ

М'ясоєдов Олександр Ігорович. Прогнозування структури перколяційних кластерів із наночастинок. – На правах рукопису.

Бакалаврська кваліфікаційна робота на здобуття освітньої кваліфікації «бакалавр з комп'ютерних наук» в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв.

Назва роботи: Прогнозування структури перколяційних кластерів із наночастинок

Мета та основні результати роботи: створення програмного додатку та реалізація системи перколяції кластерів завдяки певним критеріям і даними; додаток – випадково заповнена та кластеризована матриця за допомогою алгоритму К-середнього та випалювання, яка допоможе зрозуміти як кластеризувати наночастинки та знаходити їх перколяційні зв'язки

Сторінок - 74 , рисунків - 10 , додатків - 1 , джерел – 27

Ключові слова: наночастинки, нанотехнології, кластеризація, перколяція, матриця, алгоритм К-середнього та алгоритм випалювання

ABSTRACT

Miasoiedov Oleksandr Igorevich. Prediction of the structure of percolation clusters of nanoparticles. – On the rights of the manuscript.

Bachelor's qualification work for the educational qualification "Bachelor of Computer Science" in the field of knowledge 12 "Information Technology" in the specialty 122 "Computer Science".

Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv.

Title: Forecasting the structure of percolation clusters of nanoparticles

Purpose and main results of work: creation of software application and implementation of cluster percolation system due to certain criteria and data; application - randomly filled and clustered matrix using the K-mean algorithm and firing, which will help to understand how to cluster nanoparticles and find their percolation bonds

Pages - 74, figures - 10, appendices - 1, sources - 27

Key words: nanoparticles, nanotechnologies, clustering, percolation, matrix, K-mean algorithm and firing algorithm