

DYNAMIC CELL MONITORING USING A NEW FRACTAL MICROSCOPE SYSTEM

Description

A new Fractal Microscope System (FMS) for continuous monitoring of the tiniest changes of an object's optical density is developed. FMS provides a quantitative view of virus-cell interactions in a time-series of frames at any stage of the interaction. The FMS is useful in life sciences and drug design, in agriculture and veterinary sciences, in physics of liquid crystals and surface phenomena, in polymer and colloid chemistry.

Innovative Aspect and Main Advantages

The FMS is based on the fractal structural properties of an object's organization. The computerized fractal microscope could take frames of any nano-scale process, monitoring it in real time. The FMS has numerous benefits as compared to standard techniques, such as the direct infected cells' luminescent microscopic counting:

- It is a better and simpler way of providing a quantitative description;
- It provides an objective quantitative numeric measurement;
- It allows in-line quick monitoring of virus-cell interaction could be realized at any stage.

What does a Fractal image tell you?

A fractal image after processing makes it possible to estimate the size of minimal cluster composed by the units under consideration (e.g. cells, nuclei or viruses) and the fractal dimension D of the cluster itself which demonstrates the level of the space filling.

In one example, we have shown that the intraspinal brain fluid has liquid crystalline properties and forms a fractal cluster. The cluster's fractal dimension was changed as a result of brain trauma and the recovery process was accompanied by the changes of the fractal dimension. The treatment of the trauma enhanced the rate of the fractal dimension changes.

In another experiment a fractal microscope was used for leukemia blood serum samples study. The normal serum had distinctively other values of the fractal dimension than that taken from the leukemia patient. The treatment of the leukemia case demonstrated the changes in fractal dimension towards normal values of this system parameter.

Areas of Application

Applications of FMS in life sciences and drug design:

- For antiviral applications FMS provides a quantitative view of the virus-cell interaction in a time-series of frames at any stage of the interaction,
- For detecting viral infections of the animal semen during artificial insemination,

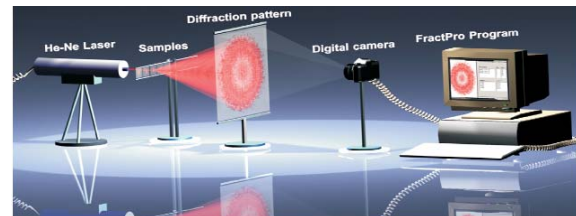


Fig. 1 Functional view of Fractal Microscope

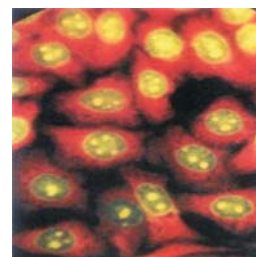


Fig. 2 Image of herpes infected Hep-2 cells obtained by luminescent microscope

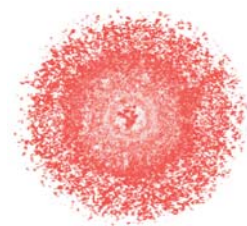


Fig. 3 The fractal image of the same cells specimen

- For drug design process acceleration.
- Applications in agriculture and veterinary sciences:
- Food and drug quality monitoring,
- Viral infection transfer monitoring in domestic animals and wild nature.
- Applications in surface science phenomena:
- For organic materials water dissolution limits establishment,
- For chain polymerization process monitoring and for production of polymers,
- For problems of surface and interface exchange in physics and physical chemistry,
- Self-organization and clusterization control in nanotechnologies.

Stage of Development

A prototype of the FMS has been assembled and tested. International patent applications are anticipated.

Contact Details

I. I. Mechnikov Odesa National University, Physical Faculty
Contact person: Oleksandr P. Fedchuk
Address: F.79, Bd.30A, Balkivska St., Odesa, 65110, Ukraine
Tel.: (380-48) 716 5288 (office), (380-97) 686 0584 (cellular)
Fax: (380-48) 716 5288
E-mail: grade@farlep.net
Web: www.int-media.net/oleksandr

ДИНАМІЧНЕ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА КЛІТИНОЮ ЗА ДОПОМОГОЮ НОВОЇ ФРАКТАЛЬНОЇ МІКРОСКОПІЧНОЇ СИСТЕМИ

Огляд пропозиції

Запропонований фрактальний мікроскоп (ФМ) (Рис. 1), орієнтований на реєстрацію найменших змін оптичної густини об'єкту. ФМ забезпечує кількісне відображення вірусклітинної взаємодії у вигляді часової послідовності знімків, зроблених на будь-якій стадії взаємодії. Застосування ФМ може бути корисним у медико-біологічних науках та при розробці нових лікарських засобів, у сільському господарстві та ветеринарії, у фізиці рідких кристалів та поверхневих явищ, у хімії полімерів та колоїдній хімії.

Інноваційний аспект та основні переваги

Застосування ФМ базується на фрактальних структурних властивостях організації об'єкту. Комп'ютеризований ФМ може отримувати та обробляти знімки будь-якого наномасштабного процесу, спостерігаючи за ним у реальному часі. ФМ має значні переваги у порівнянні із стандартними технологіями, такими як прямий підрахунок інфікованих клітин у полі зору люмінесцентного мікроскопу:

- Він є кращим і простішим засобом проведення кількісного опису об'єкту та його розвитку.
- Він забезпечує об'єктивне кількісне числове вимірювання.
- Він уможливує швидке спостереження за вірус-клітинною взаємодією на будь-якій її стадії.

Що показує фрактальне зображення?

Фрактальне зображення після комп'ютерної обробки дає можливість встановити розмір мінімального кластеру, створеного частинками, які досліджуються (тобто клітинами, ядрами або вірусами), а також величину фрактальної розмірності D самого кластеру, яка показує ступінь заповнення простору об'єктом.

В одному з прикладів застосування, ми показали, що спинномозкова рідина має рідинно-кристалічні властивості та утворює фрактальний кластер. Фрактальна розмірність цього кластеру змінювалася внаслідок мозкової травми і процес одужання супроводжувався змінами величини фрактальної розмірності. В іншому експериментальному застосуванні за допомогою ФМ досліджувалися зразки сироватки крові хворих на лейкемію. Сироватка здорової людини мала значення фрактальної розмірності, які суттєво відрізнялися від значень, характерних для хворих на лейкемію. При лікуванні лейкемії значення фрактальної розмірності прямувало до норми.

Галузі застосування

- Медико-біологічні науки: при застосуванні у анти-вірусних дослідженнях ФМ забезпечує створення кількісного зображення вірус-клітинної взаємодії у вигляді часової послідовності знімків, отриманих на будь-якій стадії взаємодії;
- Для прискорення процесу розробки нових лікарських засобів;

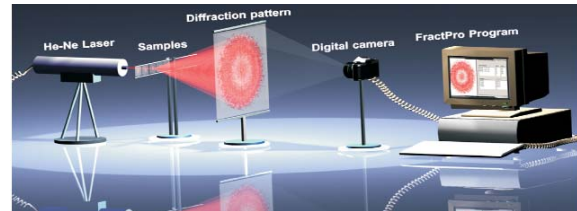


Рис. 1. Функціональний вигляд фрактального мікроскопу

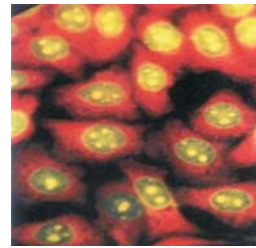


Рис. 2. Зображення клітин Герпес-2, інфікованих вірусом звичайного лумінесцентного мікроскопу



Рис. 3. Фрактальне зображення того ж самого зразка, що і на Мал. 2.

- Сільськогосподарські та ветеринарні науки: а) для визначення вірусного інфікування сімені тварин при штучному заплідненні, б) спостереження процесу передачі вірусів у свійських та диких тварин.
- Спостереження за якістю їжі та лікарських засобів;
- Вивчення поверхневих явищ: а) для визначення межі розчинності органічних речовин у воді, б) для контролю проходження процесів ланцюгової полімеризації та покращення якості продукції полімерних матеріалів, в) для розв'язання проблем поверхневого та між поверхневого обміну у фізиці та хімії;
- Спостереження за процесами самоорганізації та кластеризації у нанотехнологіях.

Стадія розробки

Прототип ФМ зібрано і протестовано. Національний патент на стадії розгляду і очікується на патентування за кордоном.

Контактна інформація

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, фізичний факультет
Контактна особа: Федчук Олександр Петрович, кандидат фізико-математичних наук, доцент
Адреса: вул. Балківська, 30А, кв.79, Одеса, 65110, Україна
Телефон: +38048716 5288 (робота), +380487325565 (дом.), +380976860584 (моб.)
Факс: + 380487165288
Електронна пошта: grade@farlep.net
Веб-сайт: www.int-media.net/oleksandr