МУИС, Эрдэм шинжилгээний бичиг N 5(138) 1998

Усны кластер бүтцийн судалгаанд шугаман бус динамикийн зарим аргыг хэрэглэх нь

Ч. Баярхүү, Ш. Мөнхжаргал,
Н. Цогбадрах , Р. Мижиддорж*

Орчин үед шугаман бус загварыг шинжлэх ухааны янз бүрийн салбарт хэрэглэх явдал өргөн нэвтэрч байна. Аливаа нэг системийн төлөв, хөгжил, хувьслыг илэрхийлэх тэгшитгэлд шугаман бус динамикийн үүднээс шинжилгээ хийхийн хамт аливаа ажиглалт, хэмжилтийн мэдээнд мөн шугаман бус динамикийн аргыг хэрэглэж ,түүнээс уул процессын хэлбэлзлийн талаар үнэтэй мэдээллийг гарган авч болдог байна[1]. Шугаман бус хэлбэлзлийг илрүүлэхэд Фурьегийн түргэн хувиргалтын аргыг өргөн ашигладаг бөгөөд үүнийг бид туршилтаар гаргаж авсан цуваанд хэрэглэж, уснаас сарнисан гэрлийн эрчмийн утгыг ашиглан системийн фрактал хэмжээс болон фазын замналыг байгуулах оролдлого хийсэн юм.

1. Фрактал хэмжээсийг тооцоолох арга

Фрактал хэмжээс нь шугаман бус харилцан үйлчлэл бүхий динамик системийн бүтэц чанарын талаархи мэдээллийг өгдөг. Фрактал хэмжээс нь динамик процесст шинжилгээ хийхэд зориулагдсан геометрийн шинэлэг ойлголт юм.Урьд өмнө нь фрактал бүтцийг хийсвэр сэтгэлгээний нэг жишээ төдий үздэг байсан бол одоо түүнийг шугаман бус харилцан үйлчлэл бүхий динамик системийн олон талыг харуулдаг гэж үзэх болжээ [2-4]. Фрактал хэмжээсийг тооцоолох олон аргууд байдаг.

Үүнээс бид корреляцийн хэмжээсийн арга буюу фазын огторгуй дахь тасралтгүй замналыг тоолж болох $\{x_i\}$ цэгүүдийн N олонлогоор псевдофазын огторгуй байгуулж , ердийн Евклидын зайн хэмжүүр , эсвэл цэгүүдийн утгын ялгаврын абсолют хэмжээ байдлаар $S_{ij} = |X_i - X_j|$ тооцоолох аргыг авч үзсэн юм. Корреляцийн функцийг дараахь томъёогоор тооцоолно:

---

*) Орчны судалгаа,мэдээллийн " ЭКОС- ОСМ " төв

$$C_k(r) = \lim_{N \to \infty} \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} \theta\left(r - \left|X_i - X_j\right|\right)$$

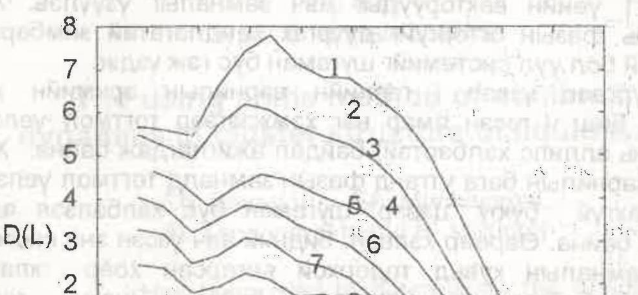
Энд $\theta(z)$-Хевисайдын функц,

хэрэв $z < 0$ бол $\theta(z) = 0$;

$z \geq 0$ бол $\theta(z) = 1$ гэж үздэг.

Иймд корреляцийн функц буюу интеграл нь 2 векторын $(X_i\ X_j)$ хоорондох зай нь r - ээс их буюу түүнтэй тэнцүү байх тохиолдлын тооны нийлбэрийг тооцоолно. Энэ арга нь фрактал хэмжээс тодорхойлох бусад аргуудаас ялгаатай нь дээрх нийлбэрийг бодохдоо цэг бүрийг тойруулж евклидын зайг олдогт оршино. Ерөнхий тохиолдолд К -нь динамик системийн фазын огторгуйн хэмжээстэй тэнцүү бөгөөд хугацаат цувааны нэг хувьсах хэмжигдхүүнээр псевдофазын огторгуйг босгох үед уул цувааг К=1, К=2 г.м. ухрааж векторуудыг бий болгодог. Энэ тохиолдолд бид К=1, ..., 10 гэж авав. Өөрөөр хэлбэл, $X_n = (У_n, У_{n+1}, \ldots, У_{n+k-1})$ болно. Ийнхүү эх мэдээгээр үүсгэсэн цувааг ихэвчлэн $C_k(r)$ -ийг тооцоолоход ашигладаг байна. Ийм тохиолдолд r бага болох тусам корреляцийн интеграл тэг рүү тэмүүлнэ. $C_k(r) = r^{\alpha_k}$ α_k - ийн утгыг $\ln C_k(r)$ болон lnL-ийн хамаарлын график байгуулж олно.

Фракталын хэмжээс



Зураг 1. Усны нэгэн төрөл бус системийн шугаман биш хэлбэлзлийн фрактал хэмжээс

Усны нягтын флуктуацаас сарних гэрлийн эрчмийн утгуудаар псевдофазын огторгуй үүсгэж $\ln C_k(r)$ болон $\ln L$ -ийн хамаарлын график байгуулсан . 1-р зурагт Фрактал хэмжээс D болон $\ln L$ -ийн хамаарлыг үзүүлэв.

Үүнээс харахад $\ln L \approx 9.75$ байхад D-ийн утгын өсөлт 6 хүрэлгүй нилээд тогтмолжиж эхлээд дараа нь буурах төлөв ажиглагдаж байна. Иймд тухайн аттрактор 6 хэмжээст огторгуйд багтаж байна гэж үзэж болох юм. Ийнхүү фрактал хэмжээсийг тодорхойлсон явдал нь хаотик динамикийн үүднээс авч үзвэл усны молекулуудын холбоосын эөрлөөс үүсэх нэгэн төрөл бус системийг 1-р эрэмбийн систем бүхий дифференциал 6 тэгшитгэлээр илэрхийлж болно гэж үзэж болох юм.

Мөн уг зургаас үзвэл $\ln L \approx 9.7$ байхад D(L) –ийн утга хоёр хүрэлгүй мөн буурч байгаа нь тухайн шугаман биш систем нь фрактал хэмжээс (D)-ийн хоёр утганд багтаж болох талтай гэдгийг харуулж байна. Өөрөөр хэлвэл, уг систем нь хэлбэлзлийн хувьд хоёр кластерт хуваагдаж байж болох юм. Үүнийг цаашид кластер анализын аргаар судлах шаардлагатай юм.

2. Псевдофазын замналын арга

Уул системийн замналыг байгуулахдаа K=1, K=2 –т хамаарах векторуудыг ашигласан болно. Тухайлбал, зургийн хэвтээ тэнхлэгийн дагуу K=2 үеийн векторыг, босоо тэнхлэгийн дагуу K=1 үеийн векторуудыг авч замналыг үзүүлэв. Хэрэв замнал нь фазын огторгуйг дүүргэх хандлагатай замбараагүй байдалтай бол уул системийг шугаман бус гэж үздэг.

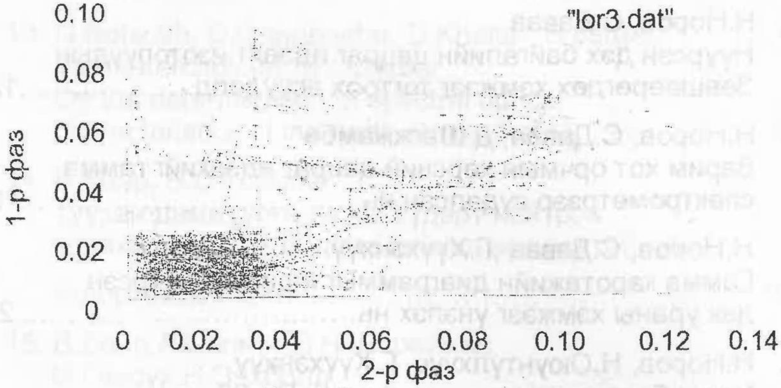
Зургаас үзвэл гэрлийн сарнилын эрчмийн хувьд тодорхой биш ч гэсэн ямар нэг хэмжээгээр тогтмол үелэлтэй (замнал нь эллипс хэлбэртэй) байдал ажиглагдаж байна. Харин гэрлийн сарнилын бага утганд фазын замналд тогтмол үелэл огт ажиглагдахгүй буюу "цэвэр" шугаман бус хэлбэлзэл ялгарч харагдаж байна. Өөрөөр хэлвэл, бидний авч үзсэн энэ систем нь фазын замналын хувьд тодорхой ялгарсан хоёр кластерт хуваагдаж байгаа нь харагдаж байна. Энэхүү тооцоог компьютерийн хүчин чадлын боломжоос хамааран цувааны уртыг N=1000 –аар авсан нь учир дутагдалтай байгаа юм. Энэ фрактал хэмжээсийн судалгааг үндэслэн цаашид шингэний динамикийн орон зай – хугацааны хаосын загварыг бий болгож болох юм.

Дүгнэлт

1.Дээрх судалгааны аргуудаас үзэхэд усны нэгэн төрөл бус кластер бүтэц буюу нягтын флуктуацийн сарнил нь шугаман бус системийн мэдээллийг агуулж байгаа нь харагдаж байна.

2. Фракталын буюу оруулах хэмжээс нь 6 хэмжээст фазын огторгуйд багтах болж байна.

3. Фазын замналаас харахад шугаман бус хэлбэлзэл нь усны молекулуудын холбоосын терлеес хамаарсан хоёр кластерт хуваагдаж байна.



Зураг 2. фазын замнал

The using some method of nonlinear dynamics in cluster structure of liquid water

Ch. Bayarkhuu, Sh. Munkhjargal,
N. Tsogbadrakh and R. Mijiddorj

Has been tried to determinate the phase evolution and fractal dimension of nonlinear fluctuation in liquid water by using the intensity of scattering light contains the information of molecular inhomogenous structures.

Ашигласан хэвлэл

1. Р. Мижиддорж .Аяндаа цэгцрэх тогтолцоо, түүний эргэн тойронд.1998
2. А.И Лихтенберг ,,А. Либерман Регулярная и стохастическая динамика.1984, 582 стр
3. А.Ю Лоскутов , А.С Михайлов Введению в синергетику. М.1990, 270 стр
4. Ф.Мун . Хаотические колебания .М .1990, 311стр