

L'Accademia norvegese di Scienze e Lettere ha deciso di attribuire il premio Abel per il 2007 a

Srinivasa S. R. Varadhan

Courant Institute of Mathematical Sciences, New York

“per il suo contributo determinante alla teoria della probabilità ed in particolare alla creazione di una teoria unificata delle grandi deviazioni.”

La teoria della probabilità è lo strumento matematico utilizzato per analizzare le situazioni governate dal caso. La legge dei grandi numeri, scoperta da Jacob Bernoulli nel diciottesimo secolo, dimostra che il risultato medio del lancio in aria di una lunga sequenza di monete è di solito prossimo al valore atteso. Tuttavia si verificano eventi inattesi, e rimane da capire come. La teoria delle grandi deviazioni si occupa di studiare gli eventi rari e trova un'applicazione pratica in campi molto diversi tra loro quali la fisica, la biologia, l'economia, la statistica, l'informatica e l'ingegneria.

La legge dei grandi numeri afferma che la probabilità di una deviazione oltre un determinato livello tende a zero. Tuttavia, sul piano pratico, è di fondamentale importanza stabilire la velocità alla quale avviene tale convergenza. Ad esempio, quali sono le riserve di capitale di cui una compagnia d'assicurazioni deve disporre per mantenere la probabilità d'insolvenza al di sotto di un limite accettabile? Nel 1937, nell'analizzare questo genere di problemi attuariali relativi alla “rovina”, Harald Cramér intuì che le approssimazioni standard basate sul teorema del limite centrale (come visualizzato dalla curva a campana) erano in realtà fuorvianti. In seguito, scoprì le prime stime precise sulle grandi deviazioni per una sequenza di variabili casuali indipendenti. Passarono altri trent'anni prima che Varadhan identificasse i principi di fondo e iniziasse a dimostrare la loro straordinaria portata, che andava ben al di là dell'ambito classico degli esperimenti indipendenti.

Nel 1966, nel testo pionieristico “Asymptotic probabilities and differential equations”, e nel 1969, nella sorprendente soluzione al problema del polarone nella teoria quantistica euclidea dei campi, Varadhan iniziò a formulare una teoria generale delle grandi deviazioni che rappresentava molto di più di un miglioramento quantitativo dei tassi di convergenza. Essa esaminava infatti un quesito fondamentale: quale è il comportamento qualitativo di un sistema stocastico qualora esso si discosti dal comportamento ergodico previsto dall'una o dall'altra versione della legge dei grandi numeri oppure si manifesti come piccola perturbazione di un sistema deterministico? La soluzione al problema è data da un potente principio variazionale: esso descrive il comportamento inatteso come un nuovo modello probabilistico che riduce una distanza entropica appropriata alla misura probabilistica iniziale. In una serie di articoli scritti insieme a Monroe D. Donsker sulla gerarchia delle grandi deviazioni nel contesto dei processi markoviani, Varadhan dimostrò la rilevanza e il vigore di questo nuovo approccio. Una delle sue applicazioni straordinarie è costituita dalla soluzione di una delle congetture di Mark Kac relativa al comportamento asintotico per tempi grandi di un intorno tubolare sulla traiettoria di un moto browniano, la cosiddetta “salsiccia di Wiener”.

Grazie alla teoria delle grandi deviazioni di Varadhan disponiamo ora di un metodo unitario ed efficace per comprendere un'ampia serie di fenomeni che possono manifestarsi nei sistemi stocastici complessi in campi molto diversi tra loro quali la teoria quantistica dei campi, la fisica statistica, la dinamica delle popolazioni, l'econometria, la finanza e le tecniche di analisi del traffico. Essa ci ha anche consentito di utilizzare in maggior misura i computer per simulare ed analizzare come si verificano gli eventi rari. Negli ultimi quarant'anni, la teoria delle grandi deviazioni è diventata una pietra miliare della moderna teoria della probabilità, sia pura, sia applicata.

Varadhan ha fornito contributi chiave in numerose altre aree della probabilità. Lavorando insieme a Daniel W. Stroock, ha messo a punto il metodo della martingala per descrivere i processi diffusivi, come ad esempio le soluzioni delle equazioni differenziali stocastiche. Questo nuovo approccio si è rivelato estremamente efficace nell'elaborazione di nuovi processi markoviani, ad esempio le diffusioni infinito-dimensionali che si producono nella genetica delle popolazioni.

Un altro tema importante è l'analisi dei limiti idrodinamici che descrive il comportamento macroscopico dei sistemi molto grandi di particelle interagenti. Il primo, eccezionale, risultato sui modelli gradienti è stato ottenuto da Varadhan in collaborazione con Maozheng Guo e George C. Papanicolaou. Egli si è poi spinto oltre dimostrando come gestire i modelli non gradienti e ampliando notevolmente la portata della teoria. Le sue idee hanno avuto un forte impatto anche sull'analisi delle passeggiate aleatorie in un mezzo aleatorio. Il suo nome è ora collegato al metodo che permette di "considerare l'ambiente della particella in movimento", uno dei pochi strumenti generali disponibili in questo campo.

L'opera di Varadhan è dotata di grande forza concettuale e di una bellezza eterna. Le sue idee hanno avuto una grande influenza e continueranno ancora per lungo tempo a stimolare nuove ricerche.