

## REPORTE

Del 6 al 10 de septiembre de 1999 se celebró la Segunda Reunión Internacional de Investigación Operacional Habana'99. Esta contó con la participación de especialistas de diversos centros de Educación Superior, Institutos de Investigación y Ministerios de Cuba, así como de delegados de Alemania, Costa Rica, Guatemala y México. Los temas de esta conferencia fueron la heurística y los métodos intensivos de computación. Un tutorial se desarrolló para brindar una panorámica del estado actual de esta temática. Fueron discutidos fundamentalmente temas relacionados con el Recocido Simulado, los Algoritmos Genéticos y los métodos de remuestreo más populares. Participaron en su impartición profesores de Cuba y Costa Rica. Algunas de las ponencias serán publicadas en un número dedicado a este fin después del proceso de revisión usual.

Un resumen de las contribuciones se brinda a continuación.

### **APLICACION DE TECNICAS HEURISTICAS A LA GENERACION DE TECNOLOGIAS OPTIMAS MULTIOBJETIVO DE MAQUINADO DE PIEZAS EN TORNOS CON CONTROL NUMERICO**

Ricardo Avila Rondon, Centro de Estudios CAD/CAM, Universidad de Holguín

José Arzola Ruiz, Unidad Docente Metalúrgica, Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría" (ISPJAE)

La solución de taras de diseño y la preparación óptima multiobjetivo de tecnologías para la fabricación de piezas según tecnologías CAD/CAM en un ambiente integrado, constituye una de las principales direcciones de trabajo de diversos centros de investigación tecnológica.

En la ponencia se presenta un sistema para la generación de tecnologías óptimas multiobjetivo para el maquinado de piezas en tornos, a partir de la evaluación de los criterios fundamentales que determinan la eficiencia de la fabricación: entre los que se destacan el costo de producción, el consumo energético, el tiempo [productividad] de maquinado de las piezas, así como criterios subjetivos del diseñador.

Como resultado de la formalización se obtiene una tarea discreta y no lineal de complejidad considerable, la que se descompone en subtareas correspondientes a los distintos volúmenes a maquinar. Para cada opción factible de herramienta para el maquinado de cada uno de los volúmenes se soluciona una tarea de optimización no lineal por la que se halla el régimen óptimo de maquinado para ese volumen, con la herramienta dada para la solución al problema de la selección de la herramienta definitiva. Para cada volumen a remover se utiliza un procedimiento heurístico basado en el método de Selección de Propuestas.

### **METODOS DE CONTINUACION Y METODOS HEURISTICOS PARA EL PROBLEMA DE COMPLEMENTARIDAD LINEAL**

Sira Ma. Allende, Universidad de La Habana

Jurgen Guddat, Universidad Humboldt

El problema de complementaridad lineal, aunque definido sobre  $\mathbb{R}^n$ , tiene una estructura combinatoria. Esto posibilita abordar su solución por métodos de la optimización continua y de la optimización discreta. En este trabajo se ilustra este hecho. Se presenta un método de continuación que garantiza la solución del problema bajo cierta modificación de las condiciones iniciales de Mangarasian-Fromovitz y el uso de heurísticas aleatorizadas.

## **ESTIMACION DE LA VARIANZA EN UN DISEÑO BIFASICO POR METODOS DE REMUESTREO**

M.E. Balius, E. Menéndez y E. Novas, Facultad de Matemática y Computación, Universidad de La Habana

En este trabajo se estudian 3 métodos de estimación de varianza para un estimador del tipo de razón dado la aplicación de un diseño bifásico con selección simple aleatoria, sin reposición en cada etapa y muestras independientes. En caso del estimador que se considera responde a la situación de observaciones sujetas a errores de medición. Los tres métodos estudiados son:

- Técnicas de aproximación de Taylor.
- Técnicas de exploración intensiva: Jackknife y Bootstrap.

Se calculan los ECM en cada caso y se comparan.

## **SISTEMA DE CORTE PARA LA INDUSTRIA DE CONFECCIONES TEXTILES**

Ricardo P. Beausoleil y Rodolfo A. Montejo, CEMAFIT. Grupo de Optimización. ICIMAF

Se presenta un sistema computarizado que resuelve el problema del corte de la tela necesaria para la confección de prendas de vestir en la industria de confecciones textiles. El Sistema determina, a partir de las cantidades demandadas, correspondientes a las diferentes tallas de una prenda dada, diversas variantes de trazos y la distribución de estos en los rollos de telas disponibles.

Las variantes de trazos seleccionadas son las que producen el menor desperdicio de tela al efectuar el corte y la distribución de los trazos en los rollos de telas se hace de manera que, el máximo de tela sobrante, una vez satisfecha la demanda, quede formando parte del rollo de mayor longitud; con ello se consigue utilizar dichos rollos de forma más eficiente.

Para encontrar variantes de dos y tres trazos el Sistema utiliza algoritmos que dan soluciones exactas. Las variantes de más de tres trazos son tratadas por algoritmos heurísticos. La distribución de los trazos en los rollos de telas, que pueden ser de diferentes anchos, se realiza mediante un algoritmo de Greedy con Backtracking y Búsqueda Tabú. El Sistema está diseñado en Turbo Pascal 6 para correrse en cualquier microcomputadora que posea el sistema operativo MS-DOS. Las soluciones, en la mayoría de los casos, se obtienen en unos pocos segundos o minutos aún en micros de baja velocidad (40 Mhz).

## **AUDIT RISK STUDIES: SAMPLING DESIGN AND BAYESIAN BASED MODELS**

Carlos N. Bouza, Universidad de La Habana

Comúnmente los riesgos de auditoría son estudiados utilizando una muestra de items de una cuenta. Estimar el Error Total de Auditoría es el objetivo de la encuesta. Un enfoque Bayesiano Ecléctico es utilizado como alternativa respecto a métodos populares como el del Muestreo de la Unidad Dólar. Jackknife es utilizado para computar la desviación típica de uno de los predictores. El procedimiento es evaluado a través de experimentos de Monte Carlo.

## **DISEÑO DE UNA HEURISTICA PARA DESIGUALDADES VARIACIONALES EN UN DOMINIO SIMPLICIAL**

Gemayqzel Bouza Allende (Estudiante) y Sira Allende, Universidad de La Habana

Consideramos el problema de desigualdades variacionales sobre un dominio  $X$  producto cartesiano de simplex, cuyas dimensiones pueden ser diferentes. La solución de este problema mediante una heurística determinística en el cálculo de un punto de equilibrio de usuario fue propuesta por Bouza Allende. En este trabajo se presenta una modificación de la heurística anterior mediante la introducción de elementos aleatorizados.

## **APLICACION DE TECNICAS HEURISTICAS AL DISEÑO OPTIMO MULTI OBJETIVO DE REDES DE CLIMATIZACION DE CONDUCTOS**

Alexis Cordovés García, Centro de Estudios CAD/CAM, Universidad de Holguín

José Arzola Ruiz, Unidad Docente Metalúrgica, Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría" (ISPJAE)

La solución de tareas de diseño óptimo multiobjetivo y la preparación para la fabricación del producto según tecnologías CAD/CAM en un ambiente integrado, constituye una de las principales direcciones de trabajo de diversos centros de investigación tecnológica.

En la ponencia se presenta un sistema para el diseño óptimo multiobjetivo de redes de conductos para la climatización de locales a partir de la evaluación de los criterios fundamentales que determinan la eficiencia de la instalación; entre otros se destacan el costo de producción, las pérdidas de carga, nivel de ruido en la red de conductos, así como criterios subjetivos del diseñador.

En la búsqueda de solución al problema estudiado se utiliza un procedimiento heurístico basado en el método de Selección de Propuestas.

## **SELECCION DE MODELOS MARKOVIANOS EN TABLAS DE CONTINGENCIA UTILIZANDO ALGORITMOS GENETICOS (SMAG)**

Elva Díaz Díaz, Centro de Colaboración en Reproducción Humana, OPS/OMS, Unidad Epidemiológica del Hospital "América Arias", MINSAP

Eunice Ponce de León, Instituto de Cibernética Matemática y Física, CITMA

En las tablas de contingencia de varias entradas, la determinación de la estructura de interacciones que mejor se ajusta a una base de datos es un problema calificado como NP-duro. En este caso se sabe que es imposible recorrer exhaustivamente todo el espacio de búsqueda. Una heurística es una regla que permite encontrar una solución subóptima en un tiempo razonable y con recursos de computación limitados. Los algoritmos genéticos han probado su eficacia en problemas similares a este. Estos algoritmos imitan la selección natural. Restringiéndonos al caso de los Modelos Gráficos conocidos como Redes Markovianas, definimos la codificación y las operaciones para mutar y combinar individuos, una medida de la adaptabilidad y una regla de parada. Con estos elementos construimos varias estrategias de selección de modelos siguiendo el paradigma de los algoritmos genéticos (SMAG). Estudiamos el comportamiento de las estrategias por medio de muestras generadas a partir de modelos con estructura conocida.

## **FITTING A CONIC A-SPLINE TO CONTOUR IMAGE DATA**

Victoria Hernández Mederos, Dimas Martínez Morera y Jorge Estrada Sarlabous, ICIMAF

In this talk an algorithm for constructing iso-contour from image data by means of a C1 conic A-spline is presented. A conic A-spline is a piecewise smooth chain of single sheeted real quadratic algebraic curves meeting C1 at the junction points. The main steps of the algorithm may be schematically described as follows:

1. Extract a contour from the given input image data.
2. Compute the breakpoints of the conic A-spline, i.e. the junction points for the conic curves which make up the curve.
3. Compute derivatives at the junctions points.
4. Construct a conic A-spline which interpolates the junctions points along with the derivatives, and least-squares approximates the given data between junction points. We discuss and compare our experiences with the previous approaches reported in the recent literature. Additionally, we propose some improvements.

## **METODO HEURISTICO PARA RESOLVER APLICACIONES INDUSTRIALES DEL AGENTE VIAJERO ASIMETRICO**

Felipe Maldonado, Escuela Superior de Ingeniería Textil, Instituto Politécnico Nacional, México

El problema del agente viajero tiene múltiples aplicaciones científicas y en ingeniería. Su enunciado es muy simple: dado un conjunto de ciudades  $\{1, \dots, n\}$  y el costo  $c_{ij}$  de viajar entre cualquier par de ellas, el problema consiste en encontrar el camino de mínimo costo que pase por cada ciudad sólo una vez y que regrese a la ciudad inicial. También tiene muchas aplicaciones el problema del agente viajero asimétrico (ATSP); donde  $c'_{ij} \neq c_{ji}$ .

## **SELECCION DE VARIABLES EN LA REGRESION LINEAL UTILIZANDO EL ALGORITMO RRQR RESTRINGIDO**

María Victoria Mederos y Gladys Linares, Universidad de La Habana  
Jesús López Estrada, Universidad Nacional Autónoma de México

El polémico problema de la selección de variables ha dado lugar a diferentes procedimientos que tratan de buscar la ecuación de regresión que mejor ajusta los datos con el menor número de parámetros. En este trabajo se presenta un nuevo procedimiento que utiliza la descomposición RRQR con pivoteo restringido combinada con un criterio empírico de selección de modelos como es el  $C_p$  de Mallows.

## **UNA ESTRATEGIA COMPUTACIONAL PARA EL ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL**

Elina Miret y Gladys Linares, Universidad de La Habana

Con el nombre de escalamiento multidimensional se conoce un conjunto de técnicas que persiguen como objetivo la representación de datos a través de la construcción de una configuración de puntos cuando se conoce una determinada información sobre similitudes entre objetos. En este trabajo se presenta una estrategia computacional para las técnicas.

## **LA BUSQUEDA TABU EN EL ANALISIS DE CONGLOMERADOS**

Alex Murillo Fernández, Universidad de Costa Rica, Sede Atlántico

En este artículo se presenta un método mejorado de análisis de conglomerados (clasificación automática) utilizando la técnica de optimización combinatoria, basada en búsqueda tabú, para obtener clases bien separadas entre ellas y lo más homogéneas posibles. El algoritmo que se propone es un método mejorado de búsqueda dirigida (búsqueda tabú) para encontrar la partición óptima de un conjunto de individuos dependiendo de algún criterio, tratando de escapar de la optimalidad local.

Se presentan dos métodos, el original (presentado en 1996 en la IV Jornada de la Sociedad Francófona de Clasificación que condujo junto con otros trabajos a la obtención del Premio Internacional "Simón Reignier" (de la misma sociedad) y el mejorado, marcando las diferencias y haciendo un análisis comparativo entre estos.

## **CALCULANDO SOLITONES VIA WAVELETS**

Julio Navarro y Liliam Alvarez, Instituto de Cibernética, Matemática y Física (ICIMAF)

En este trabajo se introducen los conceptos básicos de las funciones waveletes y su empleo para la representación [comprimida] sparse de funciones, así como sus derivadas. Se han seguido las ideas de Matt Holmstrom, 1996, añadiendo los coeficientes para la aproximación de las derivadas de tercer orden, mediante un esquema de diferencias finitas  $O[h^4]$  para que resulten del mismo orden que el análisis de multiresolución empleando  $p = 4$ .

Actualmente, el estudio de técnicas numéricas eficientes para resolver la ecuación de Korteweg-de-Vries [KdV], es un tema en desarrollo. Esta ecuación, debido a su no linealidad, combinada con los efectos de la dispersión, presenta dificultades para su resolución, tanto analítica como numéricamente. En la introducción se comentan algunas interesantes referencias históricas sobre solitones.

Se presenta el método de líneas para la discretización de las derivadas respecto a las variables espaciales, vía wavelet, reduciendo la EDP a un sistema de EDO's. Se dan varios resultados obtenidos usando diferentes métodos tales como Euler, Adam-Bashforth y el código MATLAB ODE23s.

## **SOLUCION DE UN PROBLEMA ASOCIADO AL DISEÑO TOPOLOGICO DE REDES DE COMPUTADORAS UTILIZANDO BUSQUEDA TABU**

Juan M. Otero, Universidad de La Habana

Jesús Cartaya, Ministerio de la Industria Azucarera (MINAZ)

Asociado a la determinación de la topología óptima de una red de computadoras surge el problema de encontrar un árbol parcial de costo mínimo en un grafo evaluado con costos fijos asociados a las aristas y costos variables asociados a los vértices (el costo asociado a cada vértice depende de los vértices a los que este se encuentre conectado directamente en el árbol).

Para la solución de este problema se propone una modificación del algoritmo de Kruskal y un algoritmo de búsqueda tabú.

Se brindan resultados numéricos de los algoritmos implementados.

## **APLICACION DE TECNICAS HEURISTICAS AL DISEÑO OPTIMO MULTI OBJETIVO DE TROQUELES DE CORTE Y PONZONADO SIMPLES Y PROGRESIVOS**

Rolando E. Simeón Monet, Centro de Estudios CAD/CAM, Universidad de Holguín

José Arzola Ruiz, Unidad Docente Matalúrgica, Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría" (ISPJAE)

El diseño óptimo multiobjetivo de troqueles de corte y punzonado simples y progresivos constituye una tarea de gran complejidad por diferentes razones; en primer lugar, por la estrecha relación existente entre la tarea de distribución de las piezas a fabricar en la chapa y, en segundo lugar, por la gran diversidad de elementos constructivos que conforman un troquel, la complejidad del problema de distribución de los punzones y la complejidad del cálculo de los diferentes indicadores de eficiencia del diseño.

En la ponencia se presenta un sistema para el diseño de óptimo multiobjetivo de troqueles de corte y punzonado simples y progresivos caracterizado por la posibilidad de buscar soluciones de compromiso que satisfacen plenamente el sistema de preferencias del diseñador incluidos indicadores de carácter formalizables [calculables] y no formalizables [evaluados subjetivamente]. La solución a este problema requirió la definición de un procedimiento de conciliación de decisiones entre las tareas de distribución de piezas en la chapa y de diseño del troquel para piezas planas de cualesquiera configuraciones. Entre los indicadores formalizables de eficiencia se encuentran: aprovechamiento de la chapa, costo del troquel, acabado superficial de la pieza, productividad de la prensa.

La distribución de piezas en la chapa se realiza con ayuda de un algoritmo heurístico basado en el método de exploración de la programación no lineal. El diseño del troquel y su conciliación con la distribución de piezas en la chapa se realiza por el método de los Algoritmos Genéticos. La elección del método de los Algoritmos Genéticos se realiza a partir de la coincidencia de la formalicen de la tarea de diseño del troquel con la formalicen de la Tarea Generalizada de Selección de Propuestas.

## **SOBRE EL CALCULO NUMERICO DE LA MATRIZ ESENCIAL EN UN PROBLEMA DE VISION POR COMPUTADORAS**

Valia Guerra Ones, Grupo de Métodos Numéricos, ICIMAF, Cuba

Ebroul Izquierdo, Department of Electronic Systems, Universidad de Essex, England

Se aborda la solución desde el punto de vista numérico de un problema algebraico específico [cálculo de la matriz esencial] que aparece en el área de Visión por Computadoras relacionado con la determinación de los parámetros extrínsecos de la cámara en una disposición estéreo.

En el trabajo se realiza una descripción detallada del problema a resolver, se analiza la existencia y unicidad de su solución y se discute la solución numérica considerando datos exactos e inexactos. Se presenta, la versión inicial de un método para la estimación de la matriz esencial que, a diferencia de la mayoría de las técnicas usadas actualmente, combina la eficiencia de los métodos lineales con técnicas de regularización que filtran la información proveniente de datos con ruido.

## **ANALISIS E IMPLEMENTACION DE METODOS ESTOCASTICOS DE OPTIMIZACION**

Ridelio Miranda Pérez y Rubén de León Rodríguez, Departamento de Matemática Básica y Aplicada, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Cienfuegos, Cuba

Una de las líneas actuales de investigación de la optimización matemática lo constituye la construcción de técnicas globales de optimización. En este campo han aparecido numerosas y muy interesantes formas de tratar esta problemática entre las que se destacan los métodos estocásticos. El presente trabajo se dirige a la búsqueda de algunas mejoras en los mecanismos de variación de algoritmos conocidos, que propician una mejora importante en la eficiencia de los mismos y en la reducción de su carácter heurístico.

Como resultado del trabajo se tiene también la implementación y validación de un grupo de algoritmos de búsqueda aleatoria que conforman un paquete de programas de optimización factible de ser utilizado en la solución de problemas prácticos, para los cuales no se pueden emplear los métodos analíticos.

## **METODOS MATEMATICOS EN LA DIRECCION DE LOS PROCESOS DE CORTE DE MATERIALES**

Ridelio Miranda Pérez, Rubén de León Rodríguez y Antonio Rey Roque

Departamento de Matemática Básica y Aplicada, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Cienfuegos, Cuba

Este trabajo muestra que, en las condiciones actuales de nuestro país, es posible emplear métodos matemáticos asociados a las técnicas de computación para establecer los planes de corte de materiales en empresas que se dedican a la fabricación de piezas prefabricadas que contienen acero; a confecciones textiles o a la elaboración de objetos planos de cristal, teniendo presente la minimización de los desperdicios, la disponibilidad de materia prima y la cantidad de producción a realizar. Lo anteriormente citado ha sido valorado en distintas entidades de la provincia de Cienfuegos con resultados favorables en todos los sentidos y permite afirmar que los planes de corte de materiales no deben continuar siendo elaborados de forma empírica solamente, sino vinculando estos con la modelación matemática y el uso de paquetes de programas computacionales. Este trabajo investigativo tiene como resultado fundamental que puede convertirse en un documento de consulta para tratar de eliminar los obstáculos que dificultan la utilización de métodos no tradicionales en la dirección de los procesos de corte de materiales en la industria. El interesado, al consultarlo, podrá apreciar cómo se puede influir significativamente en el ahorro de materia prima en las tareas de organización y control del trabajo e incluso, conocer una forma de modelar matemáticamente un problema de este tipo, con información sobre el soporte computacional y forma de interpretar los resultados para preparar el plan de producción.

## **ALGORITMOS EN BIOLOGIA MOLECULAR**

Margarita Villagrán de León, Universidad de San Carlos de Guatemala

En 1950 se descubrió la estructura de hélice del DNA. Posteriormente, en la década de los '80, estudiando la bacteria *E. coli*, se iniciaron los avances científicos de la Biología Molecular. A partir de 1990 su desarrollo ha sido impresionante debido a los métodos de análisis de datos estadísticos, la computación, la química de los procesos moleculares y la biología.

Los algoritmos utilizados en biología molecular son: ACP, análisis de correspondencias múltiples, remuestreo y análisis de conglomerados. En este trabajo se mencionan algunas aplicaciones de estos algoritmos.

## **CLASIFICACION BIMODAL: NUEVOS RESULTADOS EN JERARQUIAS Y PARTICIONAMIENTO OPTIMAL**

Javier Trejos Zelaya, CIMPA, Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica

En presencia de una matriz de datos positivos, la clasificación bimodal trata de obtener clases de filas y columnas de manera que se encuentre una relación entre ambos modos. En los métodos jerárquicos, se quiere construir un árbol binario de particiones encajadas según un criterio numérico de agregación; al igual que en clasificación jerárquica unimodal, es conveniente contar con una fórmula de recurrencia para simplificar los cálculos. Se propone una fórmula de recurrencia de tipo Lance & Williams para el criterio de agregación de Eckes & Orlik. Por otra parte, en los métodos existentes de particionamiento bimodal, tipo k-means o intercambios alternantes, los algoritmos iterativos convergen a óptimos locales. Se propone una implementación del sobrecalentamiento simulado, obteniéndose que es mucho más probable obtener una solución de buena calidad que con los métodos usuales.

## **OPTIMIZACION CON SOBRECALENTAMIENTO SIMULADO EN REGRESION NO LINEAL. METODO Y SOFTWARE**

Mario Alberto Villalobos Arias, CIMPA, Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica

Los métodos usuales de regresión no lineal, como el Gauss-Newton, obtienen óptimos locales del criterio de mínimos cuadrados. Se presenta una implementación del método de sobrecalentamiento simulado para abordar el problema de regresión no lineal, en la búsqueda de los parámetros de la regresión. Se hace un muestreo del espacio de los parámetros para poder garantizar las condiciones de convergencia asintótica del método de sobrecalentamiento simulado. Además, se desarrolló en Visual Basic un software en ambiente Windows '95 o posterior, de fácil uso para el usuario. El software permite hacer las regresiones lineales usuales mediante linealización del modelo, o la regresión no lineal usando el sobrecalentamiento simulado aquí propuesto.

## **UN ALGORITMO DE REDUCCION POTENCIAL. ANALISIS COMPUTACIONAL**

Darnes Vilariño y Alibeit Kakes, Universidad de La Habana

Los métodos primal dual de punto interior, son los que en la actualidad compiten con el método Simplex. Se presenta el análisis del comportamiento de la instrumentación computacional realizada a un algoritmo primal dual de reducción potencial, con el US-Simplex.

## **APLICACION DE METODOS DE LA OPTIMIZACION PARAMETRICA AL PROBLEMA MINIMAX FINITO**

Guillermo López Mayo, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Puebla

En este trabajo se propone una inmersión para problemas minimax finitos sin restricciones y, suponiendo que el problema monoparamétrico asociado pertenezca a la clase genérica de Jongen/Jonker/Twilt, se demuestra que si se aplica un método de continuación (con saltos probablemente) se obtienen algoritmos globalmente convergentes. Además se prueba que, bajo suposiciones usuales en la literatura del problema minimax, los métodos de continuación (con saltos si es necesario) aplicados a inmersiones monoparamétricas perturbadas conducen a algoritmos globalmente convergentes para una perturbación del problema minimax original. Se concluye con la aplicación del algoritmo para resolver diversos problemas minimax finitos.

## **OTORGAMIENTO**

DE LA CATEGORIA HONORIFICA DE PROFESOR INVITADO

al Prof. Dr. *Jürgen Guddat*

En el marco de la Segunda Reunión Internacional de Investigación Operacional se otorgó la categoría Honorífica de Profesor Invitado al Prof. Dr. Jürgen Guddat , Editor Asociado de nuestra Revista

y Profesor Titular de la Universidad Humboldt de Berlín. Esta alta distinción se le concedió en reconocimiento a su sostenida colaboración con la Universidad de La Habana, la que se ha patentado a lo largo de más de 20 años. Durante ellos ha dirigido doctorados, maestrías y tesis de licenciatura. Diversas investigaciones conjuntas han sido calorizadas por él. Esto, unido a su alto nivel científico, avaló que la Universidad de La Habana le otorgase la categoría a este prestigioso matemático.

El acto fue ampliamente divulgado por la prensa radial y televisiva del país. Este fue celebrado en el Aula Magna de la Universidad contando la presidencia con la presencia del

Rector de la misma, el embajador de la República Federal de Alemania y personalidades de la Educación Superior Cubana.