

## Línea formativa de inteligencia artificial en la facultad de informática de la UPV-EHU

*Sarasola K., Pikaza J.M., Urretavizcaya M., Fernández de Castro I.,  
Blanco J.M., Gutiérrez J., Cases B., Díaz de Illarraza A. (\*)  
Larrañaga P., Graña M., Torrealdea J. (\*\*)*

*(\*) Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos*

*(\*\*) Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial  
Facultad de Informática de San Sebastián- UPV-EHU*

### Resumen

*Con objeto de ampliar la capacitación de sus licenciados en el área de IA ésta facultad ofrece una línea de optatividad que reúne 37 créditos en 7 asignaturas fundamentales. Estas asignaturas se centran entorno a: Sistemas Basados en el Conocimiento, Procesamiento del Lenguaje Natural, Métodos Probabilísticos de la IA, Redes Neuronales e Inferencia Estadística.*

### 1. Introducción.

La Facultad de Informática de San Sebastián (FISS) de la Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV-EHU) comenzó a implantar su nuevo plan de estudios a partir del curso 1994-95 y culminará el curso 1998-99. Para poder afrontar el ordenamiento académico (horarios, profesorado y aulas) correspondiente al elevado número de optativas, una ponencia interna ha trabajado durante este curso 1996-97 para definir exactamente los contenidos de las optativas.

Se han definido varias líneas formativas que agrupan conjuntos de optativas afines con perfil profesional o académico definido. Las asignaturas de un mismo perfil formativo deberán poseer horarios compatibles, de forma que pueda ser cursada cualquier combinación de ellas durante los últimos tres años de carrera. Las diferentes líneas formativas definidas en la facultad son las siguientes: Inteligencia Artificial (IA), Ingeniería del Software, Bases de Datos y Sistemas de Información, Computadores de Altas Prestaciones, Tecnología, Redes y Sistemas y Control Inteligente. Aprovechando la implantación del nuevo plan de estudios la Facultad hace una apuesta clara por la IA, ofreciendo una línea de optatividad que reúne siete asignaturas y un total de 37 créditos (21 teóricos y 16 prácticos).

Este artículo presenta uno de los resultados del trabajo realizado por la ponencia de IA, concretamente, la propuesta de asignaturas optativas a implantar durante los dos próximos años en los departamentos de Lenguajes y Sistemas Informáticos (LSI) y de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial (CCIA). En primer lugar se presenta el conjunto de entidades académicas, investigadoras y empresariales de nuestro entorno que desarrolla su actividad en temas de inteligencia artificial; ya que nuestra oferta habrá de servir para generar nuevos recursos humanos que respondan a sus necesidades. A continuación se especifica la línea formativa en IA: habilidades profesionales a conseguir, lista de asignaturas fundamentales, lista de otras materias complementarias, y por último, consejos sobre la organización plurianual para el alumno especialmente interesado en este perfil. El siguiente apartado detalla los objetivos y contenidos de las materias fundamentales. Para terminar se exponen varias consideraciones generales.

### 2. Investigación en IA en la FISS y en su entorno geográfico.

Presentamos el panorama en IA en nuestra facultad y su entorno ya que nuestra oferta docente habrá de servir para generar profesionales que respondan a sus necesidades.

## 2.1 Investigación en IA en la Facultad de Informática de San Sebastián.

Las líneas de investigación relacionadas con IA en nuestros departamentos son: (1) Procesamiento del Lenguaje Natural, (2) Informática Médica, (3) Tutores Inteligentes, (4) Vida Artificial, (5) Métodos Probabilísticos en IA, (6) Redes Neuronales, percepción y métodos estocásticos y (7) Sistemas de toma de decisión.

En la actualidad existen aproximadamente un total de 30 personas dedicadas a estas áreas (20 profesores y 10 becarios a tiempo completo) siguiendo una progresión ascendente en cuanto a personas implicadas y proyectos con empresas (no siempre del área de la IA). A continuación, se presentan los grupos de investigación:

### (1) Procesamiento del Lenguaje Natural.

Componentes: 9 profesores (LSI y ATC) 2 lingüistas y 6 becarios.

Resultados: 1. Herramienta de ayuda al diseño de sistemas de Lenguaje Natural, 2. Corrector ortográfico para el Euskara, 3. Sistema inteligente de consulta a diccionario (francés), 4. Técnicas de aprendizaje de una segunda lengua, 5. Diccionarios inteligentes bilingüe.

Futuras líneas de investigación: 1. Extractores de contenidos basados en técnicas de PLN, 2. Lexicografía, Morfología, Sintaxis y Semántica Computacional, y 3. Herramientas para el tratamiento de corpus lingüísticos.

### (2) Informática Médica.

Componentes: 19 profesores (LSI, CCIA y ATC<sup>1</sup>), 10 médicos y 2 becarios.

Resultados: 1. Dispositivos electrónicos portátiles de toma de datos, 2. DIABETES-I: Sistema de Toma de Decisiones para la monitorización del tratamiento de niños afectados de Diabetes Mellitus tipo I. 3. Predicción de la supervivencia en Oncología (Cáncer de Mama, Melanoma), 4. Score pronósticos en Meningitis pediátrica, 5. Factores pronósticos en la supervivencia de SIDA.

Futuras líneas de investigación: 1. Desarrollo de sistemas multimedia para la educación de pacientes. 2. Desarrollo de dispositivos electrónicos portátiles de toma de datos, 3. Telemedicina: Comunicación médico-enfermo, 4. Análisis de imágenes médicas, 5. Protocolos, 6. Sistemas de ayuda para el tratamiento de diversas enfermedades: Diabetes Mellitus tipo I, asma infantil, cáncer de mama, etc..

### (3) Tutores Inteligentes.

Componentes: 10 profesores (LSI y ATC) y 6 becarios.

Resultados: 1. Sistema inteligente de enseñanza asistida por ordenador para programadores noveles; sistema de diagnóstico de errores, 2. ITSIE: Sistema de entrenamiento inteligente para entornos industriales. Sistema tutor de entrenamiento para una central térmica, 3. Sistema de aprendizaje de una segunda lengua, 4. Herramientas de ayuda al diseño y construcción de sistemas de aprendizaje, 5. Herramientas de entrenamiento para diagnóstico de errores, 6. HIPERTUTOR: Sistema hipermedia adaptativo, 7. WEBTUTOR: Sistema hipermedia adaptativo en la WEB. 8. Sistemas tutores automejorados utilizando técnicas de razonamiento basado en casos.

Futuras líneas de investigación: 1. Desarrollo de herramientas de soporte cognitivo para ayudar a personas con discapacidades a realizar tareas simples, 2. Sistemas de ayuda a la formación profesional. diagnóstico y evaluación en tareas procedimentales apoyadas en el uso de realidad virtual.

### (4) Vida Artificial.

Componentes: 10 profesores (LSI, ATC, LFC<sup>2</sup>, Univ. Granada y Univ. Complutense) y 2 becarios.

Resultados: 1. Workshop bienal "International Workshop on Artificial Life and Artificial Intelligence". 2. Construcción de pequeños robots autónomos usando Mecano.

Futuras líneas de investigación: 1. Desarrollo de sistemas multiagente que elaboren mapas cognitivos de Internet. 2. Herramientas de análisis del mercado electrónico (Internet) y estrategias de implantación moduladas con sistemas multiagente, 3. Aplicación de los módulos de

<sup>1</sup> Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores.

<sup>2</sup> Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia.

conocimiento de plantas de Lendermayer a la síntesis fractal de imagen, 4. Análisis de los procesos de desarrollo de software usando técnicas de sistemas complejos.

**(5) Métodos Probabilísticos en IA.**

Componentes: 5 profesores (CCIA) y 3 becarios

Resultados: 1. Algoritmos Genéticos en Redes Bayesianas (Descomposición, Aprendizaje). 2. Algoritmos Genéticos en Clustering, 3. Resultados teóricos en convergencia de Algoritmos Genéticos, 4. Resultados teóricos en complejidad de estructuras de Redes Bayesianas.

Futuras líneas de investigación: 1. Aprendizaje estructural en Redes Bayesianas Dinámicas, 2. Hibridación de Árboles de Clasificación y Redes Bayesianas.

**(6) Redes Neuronales, percepción y métodos estocásticos.**

Componentes: 6 profesores (CCIA) y 3 becarios

Resultados: 1. Desarrollo teórico de máquinas de Boltzmann, 2. Problemas de optimización y aprendizaje, 3. Análisis de imagen, 4. Técnicas de compresión, 5. Agrupamiento no estacionario.

Futuras líneas de investigación: 1. Estrategias evolutivas en clustering y 2. Control inteligente.

**(7) Sistemas de Toma de Decision.**

Componentes: 2 profesores (LSI), 1 informático y 2 becarios.

Resultados: 1. EHSIS: Generador de Sistemas de Toma de Decisiones y 2. Interfaces específicas.

Futuras líneas de investigación: 1. Adquisición, representación del conocimiento basado en datos temporales, y 2 Razonamiento mediante Árboles de Decisión.

## 2.2 Centros de investigación y entorno empresarial.

Las dificultades de desarrollo, integración, validación y mantenimiento de sistemas basados en el conocimiento que sean capaces de dar una ayuda inteligente en la resolución de problemas complejos, impiden un crecimiento deseable en el número de aplicaciones construidas. Normalmente las empresas necesitan contar con la colaboración de personal experimentado en el desarrollo de estos sistemas. De esta manera se establecen convenios con empresas o centros de investigación especializados en busca del asesoramiento, la supervisión o el desarrollo del sistema requerido. Además, la naturaleza iterativa del proceso de desarrollo necesita un equipo dedicado al proyecto, incluso en la fase de mantenimiento.

En nuestro entorno, y en esta labor de apoyo, podemos distinguir varios centros de investigación tutelados por el Gobierno Vasco: Ikerlan, Labein, Robotiker, etc. Estos centros han desarrollado diversos sistemas basados en el conocimiento para problemas de diagnóstico y monitorización.

Las tendencias principales que se observan actualmente en el desarrollo de los Sistemas Basados en el Conocimiento pueden resumirse en:

- Uso de ordenadores personales de altas prestaciones en lugar de estaciones de trabajo especializadas.
- Desarrollo y utilización de herramientas basadas en C/C++ en vez de Lisp.
- Integración de sistemas con muchos componentes convencionales, en lugar de sistemas autónomos.
- Desarrollo en sistemas híbridos incorporando muchas técnicas de procesamiento de la información en lugar de sistemas basados en reglas puros.
- Enfoque del problema desde una perspectiva más guiada por la solución que por la tecnología.
- Atención creciente al mantenimiento del sistema, los costos del ciclo de vida, y el posible interés económico.
- Aplicación de las técnicas de IA junto con otras convencionales, incluso en pequeñas empresas, debido al abaratamiento del hardware y la posibilidad de disponer de software de libre distribución.

## 3. Especificación de la línea formativa en IA.

La implantación del plan de estudios en la Facultad ha exigido la definición de grupos de optativas afines para definir la compatibilidad de horarios entre ellas. En este apartado se describen los argumentos que avalan la línea formativa en IA desde un punto de vista empresarial y de

investigación (habilidades profesionales que se persiguen), conjunto de asignaturas que define el núcleo de la línea, otras asignaturas complementarias interesantes y, por último, recomendaciones sobre qué optativas estudiar en cada curso académico.

El enorme incremento alcanzado en el potencial de cálculo y memoria de los ordenadores junto con la aparición de nuevas formas no convencionales de resolución de problemas y representación del conocimiento, ha motivado el desarrollo de una vigorosa especialidad científica y técnica que se conoce con el nombre de Inteligencia Artificial. Esta rama ha generado numerosos resultados tanto teóricos como prácticos en muchas facetas de la vida cotidiana y empresarial en áreas tales como: Procesamiento del Lenguaje Natural, Procesamiento de la Imagen, Robótica y control industrial, Sistemas Tutores Inteligentes, Interacción persona computador, Vida Artificial, ... utilizando para ello métodos como el Aprendizaje Automático, las Redes Neuronales o los Sistemas Basados en el Conocimiento

El estudiante de ingeniería en informática que se forma con este perfil puede insertarse profesionalmente en empresas interesadas en incorporar las técnicas de inteligencia artificial, especialmente en los puestos relacionados con el estudio de viabilidad, diseño, desarrollo y administración de sistemas basados en el conocimiento. También podrá emprender y encabezar su propia empresa, en donde podrá consolidar sus conocimientos y ofrecer servicios de desarrollo novedosos y avanzados. Como investigador podrá desarrollarse tanto en el estudio teórico de técnicas genéricas de resolución de problemas y representación del conocimiento, como en el desarrollo de sistemas de vanguardia dentro de cualquiera de los campos de aplicación en IA.

En definitiva, los estudiantes de este perfil se prepararán para desempeñar las siguientes funciones: 1. Diseñar y desarrollar, dentro de una organización, sistemas basados en las técnicas y campos de aplicación de IA., 2. Administrar la implantación en una empresa tradicional de estas nuevas tecnologías, y 3. Colaborar en la dirección y administración de empresas donde puedan impulsarse innovaciones tecnológicas, introduciendo estas nuevas tecnologías en el desarrollo de paquetes informáticos tradicionales.

### 3.1. Habilidades profesionales.

La línea formativa de IA tratará de desarrollar en los alumnos una serie de habilidades que a continuación se muestra:

- Conocer y aplicar las técnicas en el desarrollo e implantación de sistemas que tratan problemas complejos no convencionales.
- Capacidad para realizar estudios de viabilidad de proyectos con esas características.
- Manejar técnicas genéricas de resolución de problemas (tales como búsquedas heurísticas, planificación, aprendizaje simbólico, toma de decisiones, redes neuronales) y técnicas actuales para la representación del conocimiento.

Estas habilidades permitirán a los alumnos desarrollar sistemas en las diferentes áreas de aplicación: sistemas expertos, procesamiento del lenguaje natural, aprendizaje, vida artificial, robótica y procesamiento de imagen.

### 3.2. Contenidos Fundamentales.

Las asignaturas optativas fundamentales abiertas en la línea de IA son: **TAI**-Técnicas Avanzadas de Inteligencia Artificial, **IES**-Inferencia Estadística, **AA1**-Aprendizaje y análisis de datos I , **OPA**-Optimización de procesos. Técnicas avanzadas , **RNE**-Redes Neuronales , **SBC**-Sistemas basados en el Conocimiento y **PLN**-Procesamiento del Lenguaje Natural

En el esquema que se muestra en la figura 1, pueden verse el número de créditos teóricos y prácticos de cada una de las asignaturas, así como el conjunto de asignaturas obligatorias que han de cursarse previamente.

### 3.3. Complementos formativos

Asignaturas no pertenecientes a la línea de IA que se consideran complementos formativos adecuados: **IPC**-Interacción Persona Computador, **AA2**-Aprendizaje y análisis de datos II , **AIE**-Aplicaciones de la Inferencia Estadística. **HEU**-Heurística, **ADE**-Análisis de decisiones, **RCI**-

Robótica y control industrial, **LRO**-Laboratorio de robótica, **SIM**-Simulación discreta (Procesamiento de imagen), **ASM**-Aplicaciones de la simulación (Laboratorio de proc. de imagen), **PFU**-Programación funcional, **TCN**-Teoría de la Computación, **FLP**-Fundamentos de lenguajes de programación, **ILN**-Implementaciones de lenguajes no imperativos, **NAR**-Nuevas Arquitecturas y **FCC**-Filosofía de la ciencia cognitiva.

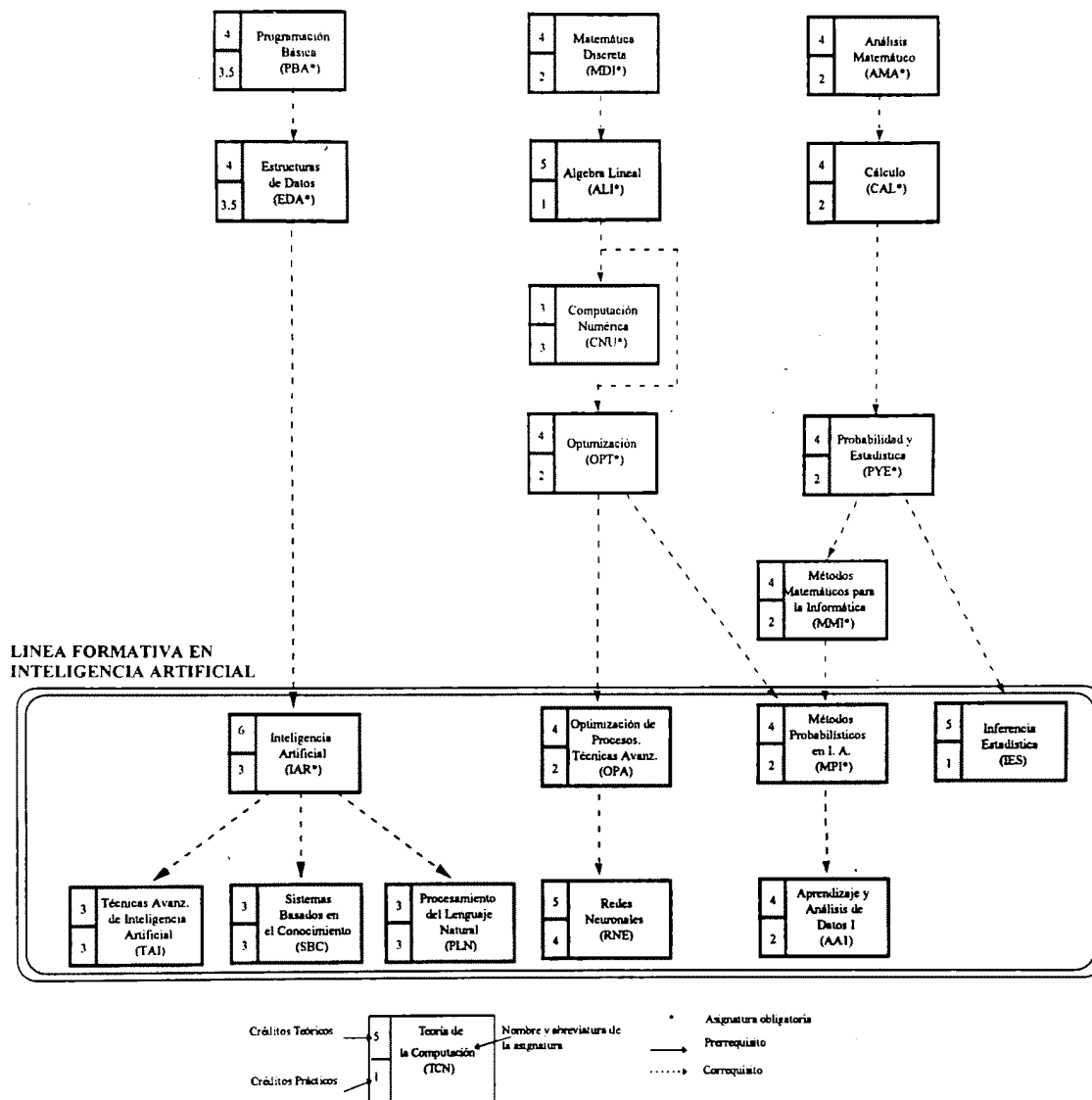


Figura 1. Esquema de la línea formativa fundamental de IA

### 3.4. Planificación

Para desarrollar este perfil se recomienda que el estudiante realice ya durante su tercera anualidad las asignaturas Inteligencia Artificial y Métodos Probabilísticos para la Inteligencia Artificial.

Se deberían cursar en el cuarto curso las optativas fundamentales preferidas, de forma que sea posible realizar un proyecto durante el último curso. En este último año se llevaría a cabo el proyecto, junto con otras asignaturas fundamentales y complementarias del perfil. Dado que no es necesario cursar todas ellas, se debe seleccionar previamente cuáles son los grupos de optativas complementarias que se desea cursar.

Si el desarrollo de la carrera lo hiciera posible sería altamente recomendable la participación en un programa de intercambio con centros extranjeros.

### 4. Objetivos y contenidos de las asignaturas fundamentales.

A continuación se describen los objetivos y contenidos de las asignaturas optativas fundamentales agrupadas según el departamento al que pertenecen:

#### 4.1. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos.

##### Inteligencia Artificial

Objetivos: Identificación de los tipos de problema abordables, métodos de resolución, el papel del conocimiento, lenguajes utilizables y áreas de aplicación.

Contenidos: 1) Introducción: Definiciones, visión histórica, construcción de programas con técnicas I.A. áreas de aplicación y herramientas para la I.A. 2) Lisp. 3) Espacio de estados y búsqueda. 4) Prolog. 5) Representación del conocimiento.

##### Procesamiento del Lenguaje Natural

Objetivos: Conocimiento de las técnicas y aplicaciones relacionadas con el tratamiento de los lenguajes humanos por medio de ordenadores: sistemas de interrogación de bases de datos, interfaces de diálogo, correctores ortográficos y gramaticales, búsqueda y recuperación de información en grandes masas documentales, traducción automática, síntesis y reconocimiento de voz, diccionarios electrónicos. Estudio de las diferentes tipos de conocimientos utilizados (léxico, morfológico, sintáctico y semántico), de su representación y procesamiento.

Contenidos: 1) Introducción. 2) Análisis sintáctico. 3) Interpretación semántica. 4) Interpretación contextual y referente al mundo. 5) Generación del lenguaje. 6) Industrias de la lengua

##### Sistemas Basados en el Conocimiento

Objetivos: Se plantea un objetivo doble: introducir el punto de vista de la *Ingeniería del Conocimiento*, y trabajar las habilidades necesarias para la construcción de aplicaciones. El temario de SBC se articulará en torno al ciclo de vida de este tipo particular de aplicaciones, profundizando en cada una de sus fases.

Contenidos: 1) Introducción. 2) Representación del Conocimiento y técnicas de inferencia (revisión). 3) Ingeniería del Conocimiento. 4) Diseño de SBC. 5) Técnicas avanzadas en SBC. 6) Aplicaciones y entornos de desarrollo de SBC.

##### Técnicas avanzadas de Inteligencia Artificial

Objetivos: Presentar las áreas de investigación y aplicación más actuales dentro de la I.A, formar al alumno en las distintas técnicas para la construcción de un motor de inferencia (en base a CLIPS) y estudiar nuevos métodos de resolución de problemas.

Contenidos: 1) Introducción: Areas y aplicaciones más actuales. 2) Construcción de un motor de inferencia. 3) El tratamiento de la incertidumbre. 4) Nuevos métodos de resolución de problemas.

#### 4.2. Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial.

##### Redes Neuronales

Objetivos: Presentar al alumno un conjunto de nuevas técnicas de computación, agrupadas bajo el nombre de "computación neuronal". Se revisan los principales tipos de redes neuronales basados en una taxonomía de redes de aprendizaje supervisado/no supervisado y redes cooperativas/competitivas, analizando sus fundamentos, propiedades y aplicaciones típicas.

Contenidos: 1) Introducción: historia, nomenclatura y fundamentos matemáticos. 2) Redes feedforward y parcialmente recurrentes. 3) Redes recurrentes: Hopfield. 4) Redes estocásticas. Boltzmann. 5) Redes competitivas: Grossberg, Kohonen. 6) Arquitecturas para problemas particulares (control, visión, reconocimiento de voz, etc).

##### Métodos Probabilísticos en Inteligencia Artificial

Objetivos: El objetivo de esta asignatura es dar una visión general de los métodos probabilísticos que se utilizan actualmente para la implementación de algoritmos relacionados con la Inteligencia Artificial, básicamente relacionados con los denominados Sistemas Expertos Normativos, esto es, aquellos que se construyen bajo una base matemática, en nuestro caso, la teoría de la probabilidad.

Contenidos: 1) Clasificación no supervisada. 2) Clasificación supervisada. 3) Teoría de la decisión. 4) Modelos Gráficos Probabilísticos.

## Aprendizaje y Análisis de Datos I

Objetivos: Adquisición de conocimientos en la *formalización* de problemas de aprendizaje representados mediante el formato simple de *objeto-variable-valor*.

Promoción de las capacidades de *diseño y desarrollo de algoritmos* sobre los contenidos.

Adiestramiento en el *manejo de herramientas* que tienen ya implementados los algoritmos más conocidos.

Desarrollo de las capacidades de *interpretación* de los resultados de los algoritmos.

Contenidos: 1) Introducción general y nociones básicas. 2) Métodos de análisis factorial. 3) Métodos de clasificación. 4) Métodos de análisis discriminante. 5) Métodos de segmentación. 6) Combinación de métodos.

## Inferencia Estadística

Objetivos: La mayoría de las veces es imposible disponer de toda la información acerca de un problema concreto. Sin embargo, el análisis de una muestra de los objetos de dicho problema ayuda a tener una idea de dicha información global. El objetivo principal del curso es presentar las técnicas inherentes a la selección de las muestras y los procedimientos de inferencia de lo parcial a lo global.

Contenidos: 1) Muestreo. 2) Estimación. 3) Test de hipótesis. 4) Análisis de la varianza. 5) Aplicaciones con SPSS.

## Optimización de Procesos. Técnicas Avanzadas

Objetivos: Introducir al alumno en ciertas técnicas avanzadas de optimización tanto en el campo de la Inteligencia Artificial, como en el campo de la gestión. Adquirir las habilidades y conocimientos necesarios para su aplicación a problemas reales.

Contenidos: 1) Introducción. 2) Técnicas de optimización combinatoria: Simulated Annealing, Algoritmos Genéticos, Búsqueda Tabu. 3) Optimización aplicado a problemas de gestión: Optimización en planificación de proyectos. 4) Teoría de inventarios, Análisis de decisiones.

## 5. Consideraciones generales.

Preveamos encontrar tres tipos de alumnos de acuerdo al grado de inmersión que puedan tener dentro de la línea formativa de IA: 1) *alumno IA* que intentará cursar el máximo número de créditos en este contexto, 2) *alumno no-IA* que se limitará a realizar las dos asignaturas obligatorias (Inteligencia Artificial y Métodos Probabilísticos), y 3) *alumno intermedio* que, a pesar de integrarse dentro de otra línea formativa, se matriculará en dos o tres optativas de IA. Estimamos un futuro reparto en porcentajes según la proporción 15-50-35.

Ni siquiera el *alumno IA* podrá cursar todas las asignaturas de la línea IA, ya que entre todas ellas, fundamentales y complementarias, exceden el número de créditos necesarios. Habrá de especializarse en un subconjunto de asignaturas en torno a un método o aplicación concretos, pero es preciso que tenga la posibilidad de cursar cualquier combinación de ellas durante los últimos tres años de carrera.

Globalmente la Facultad de Informática de San Sebastián y los departamentos responsables de su docencia intentarán ampliar la capacitación de los nuevos licenciados de forma que puedan aplicar sus conocimientos en IA tanto en las empresas que precisan ingenieros del conocimiento, como en aquellas que, aún trabajando en tipos de aplicaciones clásicas, puedan añadir a éstas nuevos módulos parciales basados en IA que mejoren globalmente sus prestaciones.

## 6. Bibliografía

La bibliografía presentada está estructurada en tres partes: guías docentes y de investigación utilizadas y algunos de los muchos artículos realizados por equipos de investigación en el área de IA.

[1] Guía Docente 96-97. Facultad de Informática UPV/EHU.

[2] Guía de Investigación del Departamento de LSI 96-97.

[3] Guía de Investigación del Departamento de CCIA 96-97.

[4] P. Larrañaga, M.Poza. Structure learning of Bayesian Networks by genetic algorithms. New Approaches in Classification and Data Analysis, pp.300-307, Springer-Verlag, 1994.

- [5] F. X. Albizuri, A. D'Anjou, M. Graña, F. J. Torrealdea, M. C. Hernandez. **The high-order Boltzmann Machine: learned distribution and topology.** IEEE Transactions on Neural Networks, vol.6, n.3, pp. 767-770, 1995.
- [6] M.Grana, A.d'Anjou, FX Albizuri, A.I. Gonzalez, M. Cottrell. **Competitive stochastic neural networks for Vector Quantization of images.** Neurocomputing, vol7, pp.187-195, 1995.
- [7] A.I. Gonzalez, M. Grana, A. d'Anjou. **An analysis of the GLVQ algorithm.** IEEE Transactions on Neural Networks, 1996.
- [8] P. Larrañaga, C.M.H. Kuijpers, R.H. Murga, Yosu Yurramendi. **Learning Bayesian network structures by searching for the best ordering with genetic algorithms.** IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics, 1996.
- [9] P. Larrañaga, M.Poza, Y.Yurramendi, R.H. Murga, C.M.H. Kuijpers. **Model search of Bayesian network structures by genetic algorithms:A performance analysis of control parameters.** IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1996.
- [10] Aduriz I., Aldezabal I., Alegria I., Artola X., Ezeiza N., Urizar R. **"EUSLEM: A Lemmatiser / Tagger for Basque"**EURALEX'96. Gšteborg (Sweden). 1996.
- [11] Aduriz I., Alegria I., Artola X., Ezeiza N., Sarasola K., Urkia M.; **"A spelling corrector for Basque based on morphology"**. Literary & Linguistic Computing Vol. 12 No. 1, Oxford University Press. Oxford 1997
- [12] Agirre E., Arregi X., Artola X., D'az de Ilarraza A., Sarasola K., Soroa A.**"Constructing an intelligent dictionary help system"** Natural Language Engineering. To be appeared Cambridge University Press. Cambridge 1997
- [13] Díaz de Ilarraza A., Elorriaga J.A., Fernández I., Gutiérrez J., Vellido J.A. **User Modeling and Architecture in Industrial ITSS.** En *Intelligent Tutoring Systems LNCS 608*, pp 661 - 668, C. Frasson, G. Gauthier, G.I.McCalla (Eds.), Springer Verlag. 1.992. ISBN 3-540-55606-0, 0-387-55606-0.
- [14] Fernández I.,Verdejo F., Díaz de Ilarraza. **Architectural and Planning Issues in Intelligent Tutoring Systems.** En *Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol 4, Nº 4, 1.993.
- [15] Gutierrez J., Fernández I., Díaz de Ilarraza A., Elorriaga J.A. **General Architecture and Blackboard Model for a Training Tutor.** En *Artificial Intelligence in Education, 1993*. Edinburgh, pp 34 - 41, P. Brna, S. Ohlsson, H. Pain (Eds), Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), USA, 1993. ISBN 1-880094-08-8.
- [16] Picaza J.M., Sierra B., Adamiz-Echevarria L., Zubizarreta J.R., Amuchástegui C., Martul P., Alústiza E., Blarduni E. **Monitoring the Diabetic Patients Data and Acquiring it by a Portable Storage Device.**1995 European Conference of Health Informatics - ECHI-95 1995
- [17] Picaza J.M., Aldamiz-Echevarria L., Sierra B., Zubizarreta J.R., Amuchástegui C., Alústiza, E., Blarduni E., Martul P. **Monitorización Basada en el Conocimiento de niños afectados de Diabetes tipo I.** Transferencia de Tecnología en Inteligencia Artificial - TTIA-95 1995
- [18] Pérez T.A., Lopistéguy P., Gutiérrez J. & Usandizaga I. **HyperTutor: From Hypermedia to Intelligent Adaptive Hypermedia Educational Multimedia and Hypermedia,** ED-MEDIA'95 AACE: Charlottesville, EE.UU.
- [19] Cases, B., F.J. Olasagasti. **Q-DIAM: A Language for Self-Organizing Task Recruiting in Social Multiagent Systems.** Publicación: R. V. Mayorga (Ed) Proceedings of the Third IASTED International Conference On Robotics And Manufacturing. ISBN: 0-88986-220-6. Pag.343-348. Año: 1995.
- [20] Ibañez. J., Anabitarte, D., Azpeitia, I., Barrera, O., Barrutieta, A., Blanco H., Echarte, F. **Self-inspection based reproduction in Cellular Automata** Publicada en "Advances in Artificial Life" Springer 1995.
- [21] Ibañez. J. **Técnicas y Herramientas en Vida Artificial: Autómatas Celulares.** En Vida Artificial. colección Ciencia y Técnica, Universidad de Castilla La Mancha, 1995.