

Formación Integral de Especialistas en Reconocimiento de Patrones

José Ruiz Shulcloper

Grupo de Reconocimiento Lógico Combinatorio
de Patrones, Instituto de Cibernética, Matemática
y Física. Calle E#309 e/ 13 y 15 Vedado, CP 10400,
Ciudad de la Habana, Cuba

recpat@icmf.inf.cu; shul59@hotmail.com;
shulmx.@yahoo.com.mx

Resumen

A partir de una concepción integradora del Reconocimiento de Patrones (RP), se hace un análisis de las tendencias actuales que subyacen a muchas investigaciones y a los programas de formación de especialistas en esta área del conocimiento. Teniendo estos elementos como premisa, se propone un plan de acciones encaminadas a buscar un especialista en Reconocimiento de Patrones con una formación científica y técnica más completa, más adecuada para enfrentar los problemas actuales y sobre todo futuros, que debe encarar la disciplina.

Palabras Claves: Reconocimiento de Patrones, formación integral de especialistas.

1 Introducción

Es natural pensar que para lograr un mayor y más efectivo desarrollo de cualquier disciplina científica, tanto en sus fundamentos teóricos como en sus herramientas para la solución de problemas de la realidad y en la introducción eficiente de las mismas en la práctica social, es imprescindible contar con una *mayor cantidad* y de *mayor calidad* de lo más importante de todo este proceso: el especialista en esta zona del conocimiento.

Es de esperar que en cuanto a la cantidad todos convendremos en la necesidad de aumentar la formación de nuevos especialistas en todas las ramas de lo que genéricamente, siguiendo concepciones generalizadoras de las que hablaremos más adelante, aquí llamamos Reconocimiento de Patrones.

El aspecto de la *calidad* ya se hace más difuso. ¿Qué queremos decir con ese término? Aquí no nos estamos refiriendo a la calidad desde el punto de vista pedagógico, ni tan siquiera nos referimos al modo con que el

conocimiento ha sido asimilado por el estudiante, sino a *qué conocimiento* le estamos impartiendo a nuestros especialistas.

Las cuestiones que queremos abordar son entre otras las siguientes. Sabemos que no es posible enseñar lo que no se conoce y es natural pensar que educamos en consonancia a la forma en que entendemos las cosas, es decir, educamos en virtud de nuestras concepciones. ¿Son nuestras concepciones acerca de esta área del conocimiento las adecuadas? ¿Podemos hablar de RP como una disciplina científica? ¿Qué debería saber un especialista de esta zona del conocimiento a los diferentes niveles de educación: estudiante universitario, maestría, doctorado? ¿Estamos formando *adecuadamente* a nuestros especialistas, en el sentido de darles los conocimientos necesarios para resolver la compleja problemática que la disciplina tiene enfrentar en la actualidad y sobre todo en el futuro no muy lejano?

Es natural pensar que abordar el problema de la idoneidad o no de la formación de especialistas en nuestra área del conocimiento nos llevará de manera ineludible a sus fundamentos teóricos, a sus principios.

Desdichadamente, este tema no ha recibido una atención análoga a otros problemas del Reconocimiento de Patrones. No ha sido mucha la atención dispensada en congresos y talleres. De las organizaciones científicas internacionales relacionadas de alguna manera con esta zona del conocimiento, sólo IEEE Computer Society ha promovido Talleres sobre Educación [1-3], aunque limitado a Visión por Computadora y Procesamiento de Imágenes. En torno a estas dos zonas del RP se han desarrollado en la última década varios talleres y se han promovido interesantes discusiones acerca de los contenidos, medios computacionales para la enseñanza y textos, tanto de nivel de postgrado como para estudiantes universitarios. Estos últimos cursos son relativamente recientes y se concentran en las universidades de los países con mucho más desarrollo científico y técnico en estas materias.

En estos eventos el foco fundamental ha estado concentrado en cómo impartir mejor, con mejores recursos pedagógicos, los contenidos de esas materias, independientemente de las otras ramas vinculadas estrechamente con la temática. Es decir, se forman especialistas para la Visión por Computadora y/o para el Procesamiento de Imágenes. Un aspecto interesante que podemos extraer de los materiales de estos eventos es el hecho que, de los textos que se han elaborado, son excepciones aquellos que abordan la temática del RP en una óptica general. Trabajos como el Pattern Classification and Scene Analysis [4] de Duda y Hart (1973) o el Pattern Recognition Principles [5] de Tou y González (1974), son contados.

Es obvio que 30 años después un texto análogo a los dos mencionados tendría modificaciones sustanciales y además, la complejidad para su redacción no habría disminuido, por el contrario es muy superior.

En nuestra región, son pocas las universidades en pocos de nuestros países, que imparten algún curso para estudiantes universitarios y en todos los casos se trata de alguno de los aspectos de RP, casi siempre también sobre Procesamiento de Imágenes y/o Visión por Computadora.

Es una de las tareas actuales del Comité de Educación de la International Association on Pattern Recognition (IAPR) no sólo realizar la labor de selección de los mejores trabajos de estudiantes en los International Congress on Pattern Recognition (ICPR), sino de atender problemas como los que aquí se introducen.

Este trabajo explora algunos problemas relacionados con la formación de especialistas en RP que han sido abordados, en el mejor de los casos, de manera parcial por algunas instituciones relacionadas con esta zona del conocimiento. En la sección 2 se hace un análisis de las tendencias actuales que subyacen a muchas investigaciones. En la sección 3 se ofrece una concepción integradora de lo que entendemos por Reconocimiento de Patrones y sus implicaciones no sólo para el objetivo docente que nos proponemos sino también, para el desarrollo de las investigaciones tanto teóricas como aplicadas. En la sección 4 se propone un plan de acciones encaminadas a buscar un especialista en Reconocimiento de Patrones con una formación científica y técnica más completa, más adecuada para enfrentar los problemas futuros que debe encarar la disciplina.

2. Tendencia actual de las investigaciones en RP

Para tener una valoración en cuanto a la idoneidad de las concepciones y planes de formación de especialistas vigentes en esta zona del conocimiento, analicemos cuáles son las tendencias temáticas actuales de los grupos de investigación. Un análisis exhaustivo de este asunto es prácticamente imposible por lo que tomaremos como muestra de referencia a algunos de los Comités Técnicos (TC) que existen en la IAPR [6] en la actualidad y algunos de los grupos de RP en Ibero América y veamos someramente su contenido temático.

Aunque la IAPR no refleja todo lo que se está haciendo en el mundo dado que en la actualidad sólo 38 países están integrados a ella, no cabe duda que entre ellos se encuentran todos los países de mayor desarrollo en RP a escala mundial.

Entre los 18 TC existentes en este momento, como era de esperar hay comités dedicados al Reconocimiento Estadístico de Patrones, al Reconocimiento Sintáctico Estructural, Geociencias y Teledetección,

Visión por Computadora, Análisis de Señales, entre otros. Aparecen sin embargo, otros grupos que llaman la atención por poner en evidencias una tendencia a la interacción de áreas antes no relacionadas. Citemos algunos de los problemas que se pretenden resolver en el marco de esos grupos para ilustrar las ideas que planteamos:

Graphics-based information retrieval

Use of linguistic information to improve shape classification

Geometrical and logical document structure

Data fusion problems

Hierarchical graphs for image segmentation and for control of perceptual strategies

Strategies for matching graphs having large set of nodes

Are graphs a useful representation for temporal data?

Video mining

Mining images, temporal-spatial data, images from remote sensing

Knowledge extraction from text, video, signals and images

Algebraic and discrete mathematical techniques in pattern recognition and image analysis

Discrete geometry

En Ibero América, entre algunos de los muchos grupos de investigaciones podemos encontrar problemas tales como:

técnicas de reconocimiento basadas en isomorfismos de grafos

interpretación inteligente de planos de arquitectura dibujados a mano

sistemas de interpretación de imágenes basado en conocimientos

máquina paralela para el procesamiento digital de señales

reconocimiento lógico combinatorio de patrones

morfología matemática

modelos difusos de reconocimiento de patrones

Se van haciendo cada vez más familiar en la literatura de RP algunos términos como:

fractales

modelos estructurales estocásticos

teoría de testores

conjuntos rugosos (rough sets)

evolutionary pattern recognition

hybrid architectures for machine vision and signal processing including evolutionary components

Estos contenidos están apuntando hacia zonas del conocimiento tales como: teoría de hipergrafos, sistemas de recuperación de información, lingüística matemática y computacional, Minería de datos, textos e imágenes, modelos algebraicos, geometría finita, paralelismo, computación

evolutiva y otras ramas que hace pocos años atrás poco o nada tenían que ver con el RP.

¿Qué es lo que se desprende de estos datos? Que a pesar de la existencia de relativos aislamientos conceptuales e insuficiente aún cooperación en las investigaciones tanto teóricas como prácticas, se aprecia un incremento en la integración de diferentes ramas del RP y de herramientas matemáticas y computacionales en las investigaciones que antes no habían sido empleadas. Es obvio que esta tendencia aumentará aún más en los próximos años.

Sin embargo, esto aún no se refleja en la docencia, en la formación de los especialistas de los tres niveles. No tenemos conocimiento que exista un plan de estudio en cualquiera de los tres niveles en el cual el estudiante adquiera una visión global del área actual de la disciplina y menos aún que conozca los rudimentos necesarios de las diferentes zonas de trabajo en las que actualmente se mueve el RP. Quizás lo más nocivo de esta situación es la no adecuada preparación para aprender, en relativamente poco tiempo, el manejo de herramientas que cada vez más muestran su eficacia en la solución de problemas teóricos y prácticos. El desconocimiento de herramientas y modelos puede lastrar la eficiencia de la solución de algunos problemas y en ciertos casos pudiera impedir alcanzar alguna solución.

Podemos afirmar además, que se aprecia un incremento, en los países más desarrollados en esta zona del conocimiento, de la enseñanza universitaria de algunas de las temáticas como Visión por Computadora y Procesamiento de Imágenes. Esta docencia en nuestros países es aún más escasa.

Como una muestra, a juicio del autor, de una insuficiente personalidad independiente, prácticamente toda la docencia postgraduada en el mundo está supeditada a un programa "sombrija" que en la mayoría de los casos es un programa de Ciencias de la Computación o de Ingeniería Eléctrica, fundamentalmente. Existen algunas maestrías en Visión por Computadora que son independientes de otros programas, pero no es lo más frecuente.

Estos elementos nos deben llevar a la reflexión, al análisis de lo que deberíamos hacer ante un hecho que cada día se hace más evidente: las fronteras del RP se amplían, las interacciones entre sus ramas son más frecuentes y productivas, nuevas zonas de la matemática y las ciencias de la computación se integran al arsenal de herramientas del RP algunas de ellas sufriendo modificaciones que la hacen convertirse en herramientas propias de la disciplina.

Consideramos que se hace necesaria una conceptualización integradora del RP y en consonancia con ella un plan de *formación integral* de especialistas de RP a los tres niveles que contemple la tendencia actual de interacción y extensión de las investigaciones en RP. En este plan, los materiales que se elaboren para los estudiantes universitarios revisten una

extrema importancia y complejidad ya que ellos determinarán en gran medida ese enfoque integral al que hacemos referencia para esta área del saber.

3. ¿Qué es Reconocimiento de Patrones?

A pesar de que es una zona del conocimiento relativamente joven, apenas unos 45 años [7-9], su carácter interdisciplinario hace que este problema tenga una alta complejidad. Ya en 1973, Duda y Hart se referían a la dificultad de escribir un texto en el que se expusiera de manera sistemática las partes fundamentales del RP, que era entonces considerada por ellos como una rama de la ciencia relacionada con el reconocimiento por máquinas de leyes ante la presencia de ruido y en condiciones complejas. Según estos autores, el desarrollo de las técnicas computacionales había atraído hacia estos problemas a muchos especialistas de la estadística matemática, la teoría de las comunicaciones, la teoría de los sistemas de conmutación, la teoría del control, la investigación de operaciones, la biología, la psicología, la lingüística y las ciencias computacionales. Afirmaban desde esa época no sin pesar, la no-existencia de una teoría única del RP. Hoy todavía padecemos esa ausencia.

En 1998, en ocasión del III Taller Iberoamericano de Reconocimiento de Patrones [10], planteamos la necesidad de una mayor integración conceptual con el propósito de buscar una más eficiente colaboración científica y un más efectivo desarrollo de nuestros grupos de trabajo. Allí esbozamos algunas ideas en torno a lo que podría ser una aproximación a la concepción integral que requerimos ahora para nuestros fines docentes.

Por RP podríamos identificar a la zona del conocimiento (de carácter interdisciplinario) que se ocupa del desarrollo de teorías, métodos, técnicas, y dispositivos computacionales para la realización de procesos ingenieriles, computacionales y/o matemáticos, relacionados con objetos físicos y/o abstractos, que tienen el propósito de extraer la información que le permita establecer propiedades y/o vínculos de o entre conjuntos de dichos objetos sobre la base de los cuales se realiza una tarea de identificación o clasificación.

Ejemplos de *objetos físicos* lo son: fotos; hologramas; escrituras; jeroglíficos; símbolos; señales bioeléctricas; señales acústicas; etc.

Los *objetos abstractos* son n-uplos de un cierto producto cartesiano de conjuntos de cualquier naturaleza (duros, es decir, de la Teoría Clásica de Conjuntos; difusos; rugosos o de cualquier otra Teoría de Conjuntos que un futuro pueda crear el hombre). Es el caso, por ejemplo, de la descripción del cuadro sintomatológico de un paciente; de la descripción geólogo-geofísica

de una zona; de la enumeración de las características económicas y sociales de un conjunto de jóvenes formado por delincuentes y no delincuentes; de la descripción de las posibles anomalías que se pueden presentar en los servicios eléctricos de una compañía de luz; de las características socio-económicas de un solicitante de crédito bancario y muchas otras más que están presentes en disciplinas tales como la Medicina, las Geociencias, la Sociología, la Astronomía, la Criminalística, la Psicología, etc., disciplinas a las que se ha dado en llamar *poco formalizadas*. Esta denominación es un poco en la intención de contrastarlas con otras tales como la Matemática y la Física, en las que las leyes, el formalismo, están presentes en un grado apreciable. En las ciencias poco formalizadas es muy frecuente la presencia de la subjetividad proveniente de evaluaciones hechas por el hombre. Aquí no hay demostraciones al estilo de la Matemática ni tampoco resultados experimentales como podemos obtener en un laboratorio de Física.

En consonancia con esta conceptualización de RP presentamos un esquema, para nada exhaustivo, de las partes componentes del RP y su posición relativa respecto a las Ingenierías, la Matemática y la Computación. Todas apuntando de alguna manera hacia las aplicaciones. Porque, es menester decir que es esta una disciplina eminentemente dirigida a las aplicaciones. También es oportuno señalar que, como sentenció K. Levin "Rien n'est aussi pratique qu'une bonne théorie".

3.1 Esquema constituyente de RP

<i>Matemática</i>	<i>Ingeniería</i>	<i>Computación</i>	<i>Matemática</i>
	Procesamiento de Imágenes		
	Procesamiento de Señales		
		Análisis e Interpretación de Imágenes	
		Análisis e Interpretación de Señales	
		Visión por Computadora	
		Percepción Remota	
		Redes Neuronales para RP	
		Algoritmos Genéticos en RP	
		Técnicas de Inteligencia Artificial para RP	
		Morfología Matemática	
		Reconocimiento Estadístico	
		Reconocimiento Sintáctico-Estructural	
		Reconocimiento Lógico Combinatorio	

La posición relativa de las zonas del RP aquí mencionadas quiere expresar la medida de la presencia de la Ingeniería, la Computación y la Matemática en la generalidad de las investigaciones que en ellas se llevan a

cabo. Obviamente no debe entenderse estas ubicaciones al pie de la letra, más bien se trata de dar una idea de las posiciones relativas de dichas zonas.

3.2 Implicaciones del esquema constituyente

1. El Reconocimiento de Patrones es una zona del conocimiento interdisciplinaria, como se expresaba anteriormente, cuyas fuentes integrantes son las Ingenierías, la Computación y la Matemática.
2. Su estructura interna ha estado históricamente fraccionada en pequeños feudos que no nos conviene mantener. No se trata de que dejemos de hacer lo que cada cual ha querido venir haciendo hasta la fecha. Se trata de que nos reconozcamos mutuamente como miembros de una única familia, la de Reconocimiento de Patrones. Al igual que ocurre en la Matemática, la Física y muchas otras disciplinas con estructuras complejas como la del RP. Un especialista en Ecuaciones Diferenciales es matemático; un especialista en Lógica Matemática es matemático. Un especialista en Estado Sólido es físico; un especialista en Física Atómica es físico. ¿Por qué entonces no podemos entender que todo el esquema anterior (más quizás algunas omisiones involuntarias) sea RP?
3. El terreno de trabajo que tenemos en la disciplina de RP es inconmensurable. Tanto desde el punto de vista de las investigaciones fundamentales, fundamentales orientadas a las aplicaciones, como de las propias aplicaciones. Independientemente que existen zonas de investigaciones en RP donde la Ingeniería (genéricamente hablando), la Computación o la Matemática tienen un peso mayoritario, hay muchas zonas de investigación / aplicación que tienen un carácter híbrido. En ocasiones están presentes dos de ellas: Ingeniería – Computación, en ocasiones Computación – Matemática, etcétera, muchas veces todas.

Al margen de las posibles deficiencias que como *definición* propiamente dicha pueda tener la dada de RP en este trabajo, se ha formulado una conceptualización de nuestra disciplina tendente a promover la unidad académica entre zonas que históricamente se han reconocido de manera independiente. De hecho no es común referirnos a nuestra disciplina con un solo nombre. *Reconocimiento de Patrones* es la denominación que estamos proponiendo adoptar para nuestra disciplina entendida en los términos antes mencionados y en el espíritu del esquema constituyente del RP aquí también introducido. Obviamente, al igual que como en otras ciencias (Matemática, Física) cada una de sus zonas constituyentes tiene su propio desarrollo, no pierde con esta unidad propuesta su identidad propia.

Esta unidad académica puede tener repercusiones prácticas importantes:
Se trata de promover una unidad académica para obtener una unidad

práctica, una unidad de acción. ¿Cómo pueden interactuar diferentes zonas del RP sin tan siquiera escucharnos, en ocasiones ni nos reconocemos? Claro esto último no es suficiente. Tiene que existir además una motivación, una necesidad, una voluntad de hacerlo. Las necesidades, querámoslo o no, existen.

¿Por qué no podemos echar andar un programa de Postgrado en el que se vean las tres partes constituyentes del RP? ¿Por qué no formar a nuestros jóvenes profesionales y científicos en la idea de una disciplina única, poderosa, interdisciplinaria, con todas las especializaciones que se requieran?

¿Por qué no podemos trabajar en la creación de una entidad, institución, centro, en el que se desarrolle no una, sino todas las partes constituyentes del RP? Un Centro que precisamente promueva no sólo esa unidad académica sino también esa unidad de acción.

Las líneas propuestas de trabajo conjunto pueden ser un interesante problema de desarrollo científico y de la consecución de aplicaciones de cierta relevancia social.

4. Proyecto de Programa de Postgrado en RP

Un programa de estudio que responda a las exigencias antes planteadas no existe. Para su elaboración debe tenerse en cuenta, entre otras cosas, los conocimientos básicos necesarios de matemática, ingeniería eléctrica, procesamiento de señales, óptica, física, teoría de la computación y algoritmos, entre otras materias, que serán imprescindibles para una formación sólida e integral de esta área del conocimiento. Es importante subrayar que un especialista en RP no será un matemático, ni un físico, ni un ingeniero eléctrico, ni un especialista en computación. Será simplemente un especialista en RP. Hasta el momento actual tenemos especialistas de esas áreas que se dedican al RP. ¿No sería factible formar especialistas en RP de manera directa? Esto obviamente apunta a la creación de una carrera universitaria en RP.

Este postgrado tendría las siguientes características distintivas:

1.- No es un apéndice de otro postgrado, es decir, no es un postgrado en Computación, o en Ingeniería, o en Matemática con especialidad en RP

2.- Tampoco sería un programa en Visión por Computadora, ni en Procesamiento de Imágenes, ni en ninguna de las que aquí consideramos ramas del RP

3.- Estaría basado en una visión integradora del RP como una disciplina interdisciplinaria que tiene una influencia de las Ingenierías, la Computación y la Matemática

4.- El conjunto de asignaturas básicas y optativas estaría concebido en una forma única, respondiendo a un mismo objetivo: formar al estudiante en una visión integradora del RP, trasmitirle la esencia de la disciplina y sus ramas fundamentales, darles los conocimientos y habilidades necesarias para posteriormente especializarse en un área en particular sin dejar de ver y usar la disciplina como un todo. Por tal motivo desde el mismo inicio todas las asignaturas harían referencia a su utilidad práctica en diferentes problemas del RP

5.- La colección de textos que se elaboraría al efecto respondería a un formato único en el que se hace énfasis tanto en la teoría como en las potencialidades aplicaciones del RP.

4.1 Programa de Estudio

Programa de Maestría a realizar en 6 cuatrimestres (2 años). Cursos de 60 horas lectivas de 45 minutos. Ese tiempo incluye conferencias, clases prácticas y seminarios si los tuviera. Los métodos de evaluación son variados, en dependencia de la asignatura y el profesor. Habrá un texto básico por asignatura que podrá ser complementado por cada profesor como estime oportuno. Carga semanal de docencia para el alumno de 16 horas lectivas.

Asignaturas Básicas

Cuatrimestre Primero

1. Principios del Reconocimiento de Patrones
2. Lógica Matemática y Matemática Discreta
3. Reconocimiento Estadístico de Patrones
4. Reconocimiento Sintáctico Estructural

Cuatrimestre Segundo

5. Reconocimiento Lógico Combinatorio de Patrones
6. Morfología Matemática
7. Redes Neuronales y Algoritmos Genéticos
8. Procesamiento Digital de Imágenes y Señales

Cuatrimestre Tercero

9. Análisis de Imágenes y Señales
10. Visión por Computadoras
11. Teledetección
12. Dispositivos RP

Cuatrimestre Cuarto

13. Cursos optativos

Cuatrimestre Quinto y Sexto

14. Seminario de Tesis

Asignaturas Optativas. Entre otras: Reconocimiento de Voz; Procesamiento y Análisis de Señales Biomédicas; Procesamiento y Análisis de Imágenes Biomédicas; Métodos de Segmentación; Algoritmos Conceptuales y Objetos Simbólicos; Teoría de Testores; Álgebra de Clasificadores; Computación Evolutiva; etcétera.

5. Conclusiones

Una de las razones por las que el autor ha puesto a su consideración esta problemática y ha brindado algunas ideas primarias para su solución, es la necesidad que se tiene de una mayor convergencia, una mayor integración entre las diferentes zonas del RP que se han ido estableciendo como zonas aparentemente independientes como el Procesamiento de Imágenes, la Visión por Computadora, los modelos matemáticos, las herramientas de la Inteligencia Artificial entre otras, bajo una concepción única. Esto no obedece a razones teóricas. Se trata de dotar de herramientas y métodos que den solución más efectiva y eficiente a los problemas que esta área del saber enfrenta. Muchas de esas herramientas y métodos no existen y deberán ser desarrolladas.

En este trabajo se han puesto de manifiesto dos problemas esenciales. El primero, la ausencia de una conceptualización, de unos fundamentos teóricos que sustenten, organicen, cohesionen el actual desarrollo de nuestra disciplina. Se hace necesaria la creación de las bases teóricas, de los principios del RP. El segundo problema es que, consecuentemente con la situación conceptual mencionada, la formación de nuestros especialistas es parcial y adolece de una visión global, de una forma integral de pensamiento, de conocimientos básicos necesarios para enfrentar los complejos problemas que en la actualidad se presentan ante nuestra disciplina.

Ante estos dos problemas se puede optar por uno de los siguientes dos caminos. El primero, trabajar en los principios del RP, esperar a tenerlos para entonces comenzar a formar a los nuevos especialistas a la luz de dichos postulados. El segundo camino es de una naturaleza más práctica e implica una aproximación sucesiva a la solución total de los problemas planteados. Se trata de ir modificando las curricula de estudio en la medida que vamos avanzando en los fundamentos teóricos. Esta variante es la que el autor propone y para ello sugiere un concepto de RP que en alguna medida constituye un paso en la senda necesaria a recorrer y consecuentemente con ello, una primera aproximación a un plan de estudio para la enseñanza postgraduada, que quizás sirva de motivación para un plan universitario de RP.

Finalmente, se sugiere lo siguiente:

- 1) El tema de los Principios del RP y consecuentemente los problemas de la formación de especialistas deben recibir una mayor atención por la importancia práctica que revisten
- 2) En nuestra región debemos promover en la enseñanza universitaria cursos básicos *integrales* de RP
- 3) Es conveniente lograr una mayor independencia de nuestros programas de postgrado respecto a otros programas "sombrias" y lograr que estos sean programas integrales de RP
- 4) Es muy importante que sigamos promoviendo la interacción, la colaboración entre las diferentes zonas del RP y que nos unamos a escala regional con tales propósitos. Esta unión podría repercutir muy beneficiosamente en el desarrollo de todos.

References

- [1] B. A. Maxwell Comparative review of image processing and computer vision textbooks. *Proceedings of SPIE Medical Imaging '98*, February, 1998.
- [2] B. A. Maxwell Teaching Computer Vision to Computer Scientists. *IEEE Computer Society Workshop on Undergraduate Education and Image Computation*, June, 1997.
- [3] B. A. Maxwell. A survey of computer vision education and text resources. <http://www.palantir.swarthmore.edu/~maxwell>:
- [4] R.O. Duda, P.E. Hart. *Pattern Recognition and Analysis Scene*. John Wiley & Sons. 1973.
- [5] J.T. Tou, R.C. González. *Pattern Recognition Principles*. Addison-Wesley. 1974.
- [6] www.iapr.org.
- [7] F. Rosenblatt. The Perceptron: A perceiving and recognizing automaton. Project PARA, Cornell Aeronautical Laboratory. Rept. 85-460-1. 1957.
- [8] F. Rosenblatt. On the convergence of reinforcement procedures in simple Perceptrons. Cornell Aeronautical Laboratory. Rept. VG-1196-G-U. 1960.
- [9] F. Rosenblatt. Principles of neurodynamics: Perceptrons and the theory of brain mechanisms. Spartan Books, Washington D.C. 1961.
- [10] J. Ruiz-Shulcloper. Aplicaciones de Reconocimiento de Patrones en zonas del conocimiento poco formalizadas. Memorias del III Taller Iberoamericano de Reconocimiento de Patrones, TIARP'1998 México, D.F. pp. 91-101, 1998.