

Introducción a la Inteligencia Artificial

Yván Jesús Túpac Valdivia, PhD

Ciencias de la Computación



Universidad Católica
San Pablo

March 11, 2012



Contenido

1 ¿Qué es Inteligencia Artificial?



Contenido

- 1 ¿Qué es Inteligencia Artificial?
- 2 Áreas de aplicación



Contenido

- 1 ¿Qué es Inteligencia Artificial?
- 2 Áreas de aplicación
- 3 Técnicas Inteligentes



Contenido

- ① ¿Qué es Inteligencia Artificial?
- ② Áreas de aplicación
- ③ Técnicas Inteligentes
 - Sistemas Expertos (SE)



Contenido

- ① ¿Qué es Inteligencia Artificial?
- ② Áreas de aplicación
- ③ Técnicas Inteligentes
 - Sistemas Expertos (SE)
 - **Lógica Difusa (*Fuzzy Logic* – FL)**



Contenido

- ① ¿Qué es Inteligencia Artificial?
- ② Áreas de aplicación
- ③ Técnicas Inteligentes
 - Sistemas Expertos (SE)
 - Lógica Difusa (*Fuzzy Logic* – FL)
 - Redes Neuronales (*Neural Networks* – NN)



Contenido

- ① ¿Qué es Inteligencia Artificial?
- ② Áreas de aplicación
- ③ Técnicas Inteligentes
 - Sistemas Expertos (SE)
 - Lógica Difusa (*Fuzzy Logic* – FL)
 - Redes Neuronales (*Neural Networks* – NN)
 - Computación Evolutiva (*Evolutionary Computation* – EC)



Contenido

- ① ¿Qué es Inteligencia Artificial?
- ② Áreas de aplicación
- ③ Técnicas Inteligentes
 - Sistemas Expertos (SE)
 - Lógica Difusa (*Fuzzy Logic* – FL)
 - Redes Neuronales (*Neural Networks* – NN)
 - Computación Evolutiva (*Evolutionary Computation* – EC)



Contenido

- ① ¿Qué es Inteligencia Artificial?
- ② Áreas de aplicación
- ③ Técnicas Inteligentes
 - Sistemas Expertos (SE)
 - Lógica Difusa (*Fuzzy Logic* – FL)
 - Redes Neuronales (*Neural Networks* – NN)
 - Computación Evolutiva (*Evolutionary Computation* – EC)
- ④ Sistemas Inteligentes Aplicados



¿Qué es Inteligencia Artificial?

Son las técnicas y sistemas computacionales cuya inspiración se basa en imitar ciertos aspectos humanos como:



¿Qué es Inteligencia Artificial?

Son las técnicas y sistemas computacionales cuya inspiración se basa en imitar ciertos aspectos humanos como:

- **percepción**,



¿Qué es Inteligencia Artificial?

Son las técnicas y sistemas computacionales cuya inspiración se basa en imitar ciertos aspectos humanos como:

- **percepción,**
- **razonamiento,**



¿Qué es Inteligencia Artificial?

Son las técnicas y sistemas computacionales cuya inspiración se basa en imitar ciertos aspectos humanos como:

- **percepción**,
- **razonamiento**,
- **aprendizaje**,



¿Qué es Inteligencia Artificial?

Son las técnicas y sistemas computacionales cuya inspiración se basa en imitar ciertos aspectos humanos como:

- **percepción**,
- **razonamiento**,
- **aprendizaje**,
- **evolución** y



¿Qué es Inteligencia Artificial?

Son las técnicas y sistemas computacionales cuya inspiración se basa en imitar ciertos aspectos humanos como:

- **percepción**,
- **razonamiento**,
- **aprendizaje**,
- **evolución** y
- **adaptabilidad**.



Sistemas Computacionales de Apoyo a la Decisión

Sistemas expertos

Lógica Difusa

Redes Neuronales

Algoritmos Evolutivos

Sistemas Híbridos

Adquisición de Conocimiento

Optimización

Control

Planificación

Data Mining

Análisis de Riesgo



Áreas de Aplicación

1 Educación.



Áreas de Aplicación

- 1 Educación.
- 2 Energía.



Áreas de Aplicación

- 1 Educación.
- 2 Energía.
- 3 Finanzas.



Áreas de Aplicación

- ① Educación.
- ② Energía.
- ③ Finanzas.
- ④ Telecomunicaciones.



Áreas de Aplicación

- ① Educación.
- ② Energía.
- ③ Finanzas.
- ④ Telecomunicaciones.
- ⑤ Medicina



Áreas de Aplicación

- ① Educación.
- ② Energía.
- ③ Finanzas.
- ④ Telecomunicaciones.
- ⑤ Medicina
- ⑥ Medio ambiente.



Áreas de Aplicación

- ① Educación.
- ② Energía.
- ③ Finanzas.
- ④ Telecomunicaciones.
- ⑤ Medicina
- ⑥ Medio ambiente.
- ⑦ Comercio.



Áreas de Aplicación

- ① Educación.
- ② Energía.
- ③ Finanzas.
- ④ Telecomunicaciones.
- ⑤ Medicina
- ⑥ Medio ambiente.
- ⑦ Comercio.
- ⑧ Industria.



Ejemplos de Aplicación

Sector**Tema****Educación**

Software educativo para enseñanza de sistemas inteligentes



Ejemplos de Aplicación

Sector	Tema
Educación	Software educacional para enseñanza de sistemas inteligentes
Energía	Previsión de Carga Eléctrica Horaria, Diaria, Mensual, usando Redes Neuronales



Ejemplos de Aplicación

Sector	Tema
Educación	Software educacional para enseñanza de sistemas inteligentes
Energía	Previsión de Carga Eléctrica Horaria, Diaria, Mensual, usando Redes Neuronales
Energía	Optimización del Despacho usando Algoritmos Genéticos



Ejemplos de Aplicación

Sector	Tema
Educación	Software educacional para enseñanza de sistemas inteligentes
Energía	Previsión de Carga Eléctrica Horaria, Diaria, Mensual, usando Redes Neuronales
Energía	Optimización del Despacho usando Algoritmos Genéticos
Energía	Optimización del posicionamiento de condensadores en Sistemas Eléctricos



Ejemplos de Aplicación

Sector	Tema
Educación	Software educacional para enseñanza de sistemas inteligentes
Energía	Previsión de Carga Eléctrica Horaria, Diaria, Mensual, usando Redes Neuronales
Energía	Optimización del Despacho usando Algoritmos Genéticos
Energía	Optimización del posicionamiento de condensadores en Sistemas Eléctricos
Energía	Control de nivel de embalses en generadoras eléctricas



Ejemplos de Aplicación

Sector	Tema
Educación	Software educacional para enseñanza de sistemas inteligentes
Energía	Previsión de Carga Eléctrica Horaria, Diaria, Mensual, usando Redes Neuronales
Energía	Optimización del Despacho usando Algoritmos Genéticos
Energía	Optimización del posicionamiento de condensadores en Sistemas Eléctricos
Energía	Control de nivel de embalses en generadoras eléctricas
Energía	Reconocimiento de Descargas Parciales en equipos eléctricos



Ejemplos de Aplicación

Sector	Tema
Educación	Software educacional para enseñanza de sistemas inteligentes
Energía	Previsión de Carga Eléctrica Horaria, Diaria, Mensual, usando Redes Neuronales
Energía	Optimización del Despacho usando Algoritmos Genéticos
Energía	Optimización del posicionamiento de condensadores en Sistemas Eléctricos
Energía	Control de nivel de embalses en generadoras eléctricas
Energía	Reconocimiento de Descargas Parciales en equipos eléctricos
Petróleo	Optimización de la distribución de combustible usando computación evolutiva



Ejemplos de Aplicación

Sector	Tema
Educación	Software educacional para enseñanza de sistemas inteligentes
Energía	Previsión de Carga Eléctrica Horaria, Diaria, Mensual, usando Redes Neuronales
Energía	Optimización del Despacho usando Algoritmos Genéticos
Energía	Optimización del posicionamiento de condensadores en Sistemas Eléctricos
Energía	Control de nivel de embalses en generadoras eléctricas
Energía	Reconocimiento de Descargas Parciales en equipos eléctricos
Petróleo	Optimización de la distribución de combustible usando computación evolutiva
Petróleo	Planeamiento de producción óptimo mediante computación evolutiva



Proyectos Realizados

Empresa	Sistema Inteligente	Técnica
PUC-Rio	Alocação ótima de salas de aula (2001)	EC



Proyectos Realizados

Empresa	Sistema Inteligente	Técnica
PUC-Rio	Alocação ótima de salas de aula (2001)	EC
CVRD	S4: <i>Shipment Scheduler & Simulator System</i> (2000)	EC



Proyectos Realizados

Empresa	Sistema Inteligente	Técnica
PUC-Rio	Alocação ótima de salas de aula (2001)	EC
CVRD	S4: <i>Shipment Scheduler & Simulator System</i> (2000)	EC
ONS	PPTec: Evolução metodológica dos modelos de gestão hidrotérmica (2005-2006)	EC, RN, FL



Proyectos Realizados

Empresa	Sistema Inteligente	Técnica
PUC-Rio	Alocação ótima de salas de aula (2001)	EC
CVRD	S4: <i>Shipment Scheduler & Simulator System</i> (2000)	EC
ONS	PPTec: Evolução metodológica dos modelos de gestão hidrotérmica (2005-2006)	EC, RN, FL
Petrobras	ANEPI: Análise Econômica de Projetos de E&P sob Incerteza I, II, III, CI (2000-2007)	EC, NN, FL



Proyectos Realizados

Empresa	Sistema Inteligente	Técnica
PUC-Rio	Alocação ótima de salas de aula (2001)	EC
CVRD	S4: <i>Shipment Scheduler & Simulator System</i> (2000)	EC
ONS	PPTec: Evolução metodológica dos modelos de gestão hidrotérmica (2005-2006)	EC, RN, FL
Petrobras	ANEPI: Análise Econômica de Projetos de E&P sob Incerteza I, II, III, CI (2000-2007)	EC, NN, FL
Petrobras	CONFPETRO – Confiabilidade Humana en Industria del petróleo (2005-2007)	FL



Proyectos Realizados

Empresa	Sistema Inteligente	Técnica
PUC-Rio	Alocação ótima de salas de aula (2001)	EC
CVRD	S4: <i>Shipment Scheduler & Simulator System</i> (2000)	EC
ONS	PPTec: Evolução metodológica dos modelos de gestão hidrotérmica (2005-2006)	EC, RN, FL
Petrobras	ANEPI: Análise Econômica de Projetos de E&P sob Incerteza I, II, III, CI (2000-2007)	EC, NN, FL
Petrobras	CONFPETRO – Confiabilidade Humana en Industria del petróleo (2005-2007)	FL
Petrobras	SMART-E&P – Sistemas e Modelos Inteligentes Aplicados a Reservatórios com Tecnologia de Malha Fechada para a E&P de Petróleo e Gás (2008-2010)	EC, NN, RL



Proyectos Realizados

Empresa	Sistema Inteligente	Técnica
Eletropaulo	Desenvolvimento de um Sistema de Previsão de Carga da ELETROPAULO (2006)	RN



Proyectos Realizados

Empresa	Sistema Inteligente	Técnica
Eletropaulo	Desenvolvimento de um Sistema de Previsão de Carga da ELETROPAULO (2006)	RN
Light	SIGESE – Sistema de Apoio à Decisão à Gestão de Demanda e Consumo de Energia (2000-2010)	NN, FL



Proyectos Realizados

Empresa	Sistema Inteligente	Técnica
Eletropaulo	Desenvolvimento de um Sistema de Previsão de Carga da ELETROPAULO (2006)	RN
Light	SIGESE – Sistema de Apoio à Decisão à Gestão de Demanda e Consumo de Energia (2000-2010)	NN, FL
UNSA-Concytec	Sistema Inteligente de Gestión Integrada del Recurso Hídrico para la Cuenca del Pacífico: Caso Cuenca del Río Chili - Arequipa (2009-2010)	EC



Proyectos Realizados

Empresa	Sistema Inteligente	Técnica
Eletropaulo	Desenvolvimento de um Sistema de Previsão de Carga da ELETROPAULO (2006)	RN
Light	SIGESE – Sistema de Apoio à Decisão à Gestão de Demanda e Consumo de Energia (2000-2010)	NN, FL
UNSA-Concytec	Sistema Inteligente de Gestión Integrada del Recurso Hídrico para la Cuenca del Pacífico: Caso Cuenca del Río Chili - Arequipa (2009-2010)	EC
EletroNuclear	Aplicativo de Simulação de Estratégias Operacionais e Alternativas de Investimento (2010)	EC



Proyectos Realizados

Empresa	Sistema Inteligente	Técnica
Eletropaulo	Desenvolvimento de um Sistema de Previsão de Carga da ELETROPAULO (2006)	RN
Light	SIGESE – Sistema de Apoio à Decisão à Gestão de Demanda e Consumo de Energia (2000-2010)	NN, FL
UNSA-Concytec	Sistema Inteligente de Gestión Integrada del Recurso Hídrico para la Cuenca del Pacífico: Caso Cuenca del Río Chili - Arequipa (2009-2010)	EC
EletoNuclear	Aplicativo de Simulação de Estratégias Operacionais e Alternativas de Investimento (2010)	EC
SEDIMED	Plataforma de diagnóstico por contenido de Imágenes para preseleccion de normalidad de estudios cerebrales (2011-2013)	NN



Aplicación: Optimización y Planeamiento

- Optimización de **Flujos de Caja**.



Aplicación: Optimización y Planeamiento

- Optimización de **Flujos de Caja**.
- Optimización de **Portafolios de Inversión**.



Aplicación: Optimización y Planeamiento

- Optimización de **Flujos de Caja**.
- Optimización de **Portafolios de Inversión**.
- Optimización de **Asignación de espacio físico**.



Aplicación: Optimización y Planeamiento

- Optimización de **Flujos de Caja**.
- Optimización de **Portafolios de Inversión**.
- Optimización de **Asignación de espacio físico**.
- Planificación del **Mantenimiento de equipos**.



Aplicación: Optimización y Planeamiento

- Optimización de **Flujos de Caja**.
- Optimización de **Portafolios de Inversión**.
- Optimización de **Asignación de espacio físico**.
- Planificación del **Mantenimiento de equipos**.
- Planificación de **Sistemas de Transporte**.



Aplicación: Optimización y Planeamiento

- Optimización de **Flujos de Caja**.
- Optimización de **Portafolios de Inversión**.
- Optimización de **Asignación de espacio físico**.
- Planificación del **Mantenimiento de equipos**.
- Planificación de **Sistemas de Transporte**.
- Optimización de **Planes de explotación de recursos**.



Aplicación: Optimización y Planeamiento

- Optimización de **Flujos de Caja**.
- Optimización de **Portafolios de Inversión**.
- Optimización de **Asignación de espacio físico**.
- Planificación del **Mantenimiento de equipos**.
- Planificación de **Sistemas de Transporte**.
- Optimización de **Planes de explotación de recursos**.
- Optimización de **Costos operativos**.



Aplicación: Previsión

- Previsión de **Demanda de Electricidad** (diversos horizontes).



Aplicación: Previsión

- Previsión de **Demanda de Electricidad** (diversos horizontes).
- Previsión de **Demanda de Combustibles**.



Aplicación: Previsión

- Previsión de **Demanda de Electricidad** (diversos horizontes).
- Previsión de **Demanda de Combustibles**.
- Previsión de **Índices financieros**.



Aplicación: Previsión

- Previsión de **Demanda de Electricidad** (diversos horizontes).
- Previsión de **Demanda de Combustibles**.
- Previsión de **Índices financieros**.
- Previsión de **Precios de *commodities***.



Aplicación: Previsión

- Previsión de **Demanda de Electricidad** (diversos horizontes).
- Previsión de **Demanda de Combustibles**.
- Previsión de **Índices financieros**.
- Previsión de **Precios de *commodities***.
- Previsión de **Variables Climáticas**.



Aplicación: *Data mining*

- **Caracterización de negocios:** extraer reglas a partir de las Bases de Datos



Aplicación: *Data mining*

- **Caracterización de negocios:** extraer reglas a partir de las Bases de Datos
- **Enriquecimiento de Bases de datos:** inferir información a partir de un levantamiento parcial



Aplicación: *Data mining*

- **Caracterización de negocios:** extraer reglas a partir de las Bases de Datos
- **Enriquecimiento de Bases de datos:** inferir información a partir de un levantamiento parcial
- **Segmentación de bases de datos:** agrupar entradas parecidas en *clusters*



Aplicación: *Data mining*

- **Caracterización de negocios:** extraer reglas a partir de las Bases de Datos
- **Enriquecimiento de Bases de datos:** inferir información a partir de un levantamiento parcial
- **Segmentación de bases de datos:** agrupar entradas parecidas en *clusters*
- **Clasificación de entradas:** clasificación provisional de cualquier nueva entrada en un *cluster*



Aplicación: *Data mining*

- **Caracterización de negocios:** extraer reglas a partir de las Bases de Datos
- **Enriquecimiento de Bases de datos:** inferir información a partir de un levantamiento parcial
- **Segmentación de bases de datos:** agrupar entradas parecidas en *clusters*
- **Clasificación de entradas:** clasificación provisional de cualquier nueva entrada en un *cluster*
- **Análisis de riesgo:** identificación de reglas de inversión



Aplicación: Procesos en Industria

- **Detección y diagnóstico de anomalías:** Una red neuronal detecta una falla en una red eléctrica, un experto da el diagnóstico



Aplicación: Procesos en Industria

- **Detección y diagnóstico de anomalías:** Una red neuronal detecta una falla en una red eléctrica, un experto da el diagnóstico
- **Mantenimiento Predictivo:** Una red neuronal puede determinar el mejor momento para realizar el mantenimiento de un determinado equipo



Aplicación: Procesos en Industria

- **Detección y diagnóstico de anomalías:** Una red neuronal detecta una falla en una red eléctrica, un experto da el diagnóstico
- **Mantenimiento Predictivo:** Una red neuronal puede determinar el mejor momento para realizar el mantenimiento de un determinado equipo
- **Predicción de Propiedades:** Una red neuronal interpola las propiedades de un material (*soft-sensoring*)



Sistemas Expertos

Conceptos Básicos

Son programas que **guardan y manejan** el conocimiento adquirido de un experto



Sistemas Expertos

Conceptos Básicos

Son programas que **guardan y manejan** el conocimiento adquirido de un experto

- Se necesitan **entrevistas y observaciones** para extraer el conocimiento



Sistemas Expertos

Conceptos Básicos

Son programas que **guardan y manejan** el conocimiento adquirido de un experto

- Se necesitan **entrevistas y observaciones** para extraer el conocimiento
- El conocimiento se representa de una forma **manejeable por la computadora**



Sistemas Expertos

Representación del Conocimiento

El conocimiento se representa a través de reglas del tipo IF - THEN (Reglas de Producción)

```
if <condición 1> AND <condición 2> then  
    <acción A> AND <acción B>  
end if
```



Sistemas Expertos

Representación del Conocimiento

El conocimiento se representa a través de reglas del tipo IF - THEN (Reglas de Producción)

```
if <condición 1> AND <condición 2> then  
  <acción A> AND <acción B>  
end if
```

Ejemplo 1



Sistemas Expertos

Representación del Conocimiento

El conocimiento se representa a través de reglas del tipo IF - THEN (Reglas de Producción)

```
if <condición 1> AND <condición 2> then  
  <acción A> AND <acción B>  
end if
```

Ejemplo 1

```
if auto = BMW AND ciudad = Arequipa then  
  seguro = 10% valor del auto  
end if
```



Sistemas Expertos

Representación del Conocimiento

El conocimiento se representa a través de reglas del tipo IF - THEN (Reglas de Producción)

```
if <condición 1> AND <condición 2> then  
    <acción A> AND <acción B>  
end if
```

Ejemplo 1

```
if auto = BMW AND ciudad = Arequipa then  
    seguro = 10% valor del auto  
end if  
if auto = tico amarillo AND ciudad = Ilo then  
    seguro = 4% valor del auto  
end if
```



Sistemas Expertos

Representación del Conocimiento

El conocimiento se representa a través de reglas del tipo IF – THEN (Reglas de Producción)

Ejemplo 2



Sistemas Expertos

Representación del Conocimiento

El conocimiento se representa a través de reglas del tipo IF - THEN (Reglas de Producción)

Ejemplo 2

```
if edad = 65 años then  
    seguro = s/. 600.00  
end if
```



Sistemas Expertos

Representación del Conocimiento

El conocimiento se representa a través de reglas del tipo IF - THEN (Reglas de Producción)

Ejemplo 2

if edad = 65 años **then**

seguro = s/. 600.00

end if

if edad \geq 50 años **AND** presión = 14/10 **then**

seguro = s/. 600.00

end if



Sistemas Expertos

Representación del Conocimiento

El conocimiento se representa a través de reglas del tipo IF - THEN (Reglas de Producción)

Ejemplo 2

if edad = 65 años **then**

seguro = s/. 600.00

end if

if edad \geq 50 años **AND** presión = 14/10 **then**

seguro = s/. 600.00

end if

if edad \leq 40 años **AND** presión = 12/8 \pm 10% **then**

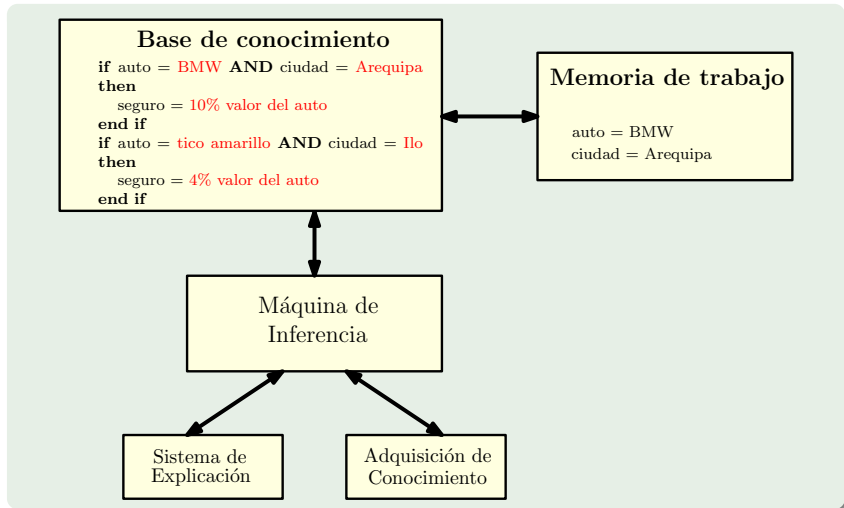
seguro = s/. 200.00

end if



Sistemas Expertos

Organización de Sistemas Expertos



Sistemas Expertos

Evaluación

Sistemas adecuados en aplicaciones donde:

- El **conocimiento** (del experto) es accesible
- Las **reglas son conocidas** y **fáciles** de formular por el experto
- Cuando hay necesidad de **explicaciones**



Sistemas Expertos

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Usa representación explícita del conocimiento



Sistemas Expertos

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Usa representación explícita del conocimiento
- Capaces de generar justificaciones (mediante explicaciones)



Sistemas Expertos

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Usa representación explícita del conocimiento
- Capaces de generar justificaciones (mediante explicaciones)



Sistemas Expertos

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Usa representación explícita del conocimiento
- Capaces de generar justificaciones (mediante explicaciones)

Desventajas

- No hay un mecanismo automático de aprendizaje



Sistemas Expertos

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Usa representación explícita del conocimiento
- Capaces de generar justificaciones (mediante explicaciones)

Desventajas

- No hay un mecanismo automático de aprendizaje
- El proceso de extracción de conocimiento es largo y costoso



Sistemas Expertos

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Usa representación explícita del conocimiento
- Capaces de generar justificaciones (mediante explicaciones)

Desventajas

- No hay un mecanismo automático de aprendizaje
- El proceso de extracción de conocimiento es largo y costoso
- Necesidad de declaraciones exactas de los expertos



Sistemas Expertos

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales y exitosas de este tipo de sistemas:



Sistemas Expertos

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales y exitosas de este tipo de sistemas:

American Express Sistema de Auxilio a la autorización de crédito (CC)



Sistemas Expertos

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales y exitosas de este tipo de sistemas:

American Express

Sistema de Auxilio a la autorización de crédito (CC)

Citibank, National Westminster, Midland Bank

Análisis de préstamos personales, gestión de portfolios de inversión



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conceptos Básicos



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conceptos Básicos

Es una técnica inteligente que tiene como objetivo:



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conceptos Básicos

Es una técnica inteligente que tiene como objetivo:

- Modelar el **modo aproximado** del razonamiento humano



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conceptos Básicos

Es una técnica inteligente que tiene como objetivo:

- Modelar el **modo aproximado** del razonamiento humano
- Usar variables “fuzzy” que modelan el **razonamiento lingüístico** para poder imitar la habilidad humana de tomar decisiones en un **ambiente con incertidumbre e imprecisión**

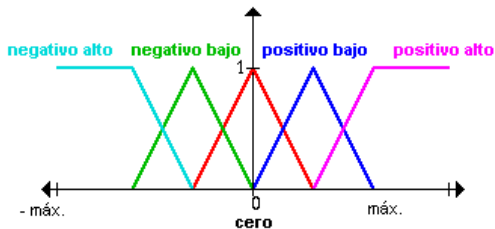


Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conceptos Básicos

Es una técnica inteligente que tiene como objetivo:

- Modelar el **modo aproximado** del razonamiento humano
- Usar variables “fuzzy” que modelan el **razonamiento lingüístico** para poder imitar la habilidad humana de tomar decisiones en un **ambiente con incertidumbre e imprecisión**



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conceptos Básicos

Con lógica difusa se permite que los sistemas inteligentes de **Control** y **soporte a la decisión** traten con información imprecisa o **difusa**



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conceptos Básicos

Con lógica difusa se permite que los sistemas inteligentes de **Control** y **soporte a la decisión** traten con información imprecisa o **difusa**

Ejemplos

- Inversiones de alto riesgo



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conceptos Básicos

Con lógica difusa se permite que los sistemas inteligentes de **Control** y **soporte a la decisión** traten con información imprecisa o **difusa**

Ejemplos

- Inversiones de alto riesgo
- Presion arterial



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conceptos Básicos

Con lógica difusa se permite que los sistemas inteligentes de **Control** y **soporte a la decisión** traten con información imprecisa o **difusa**

Ejemplos

- Inversiones de alto riesgo
- Presion arterial
- Flujos intensos



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conceptos Básicos

Con lógica difusa se permite que los sistemas inteligentes de **Control** y **soporte a la decisión** traten con información imprecisa o **difusa**

Ejemplos

- Inversiones de alto riesgo
- Presion arterial
- Flujos intensos
- Edad (joven, adulto, anciano, de media edad)



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conceptos Básicos

Con lógica difusa se permite que los sistemas inteligentes de **Control** y **soporte a la decisión** traten con información imprecisa o **difusa**

Ejemplos

- Inversiones de alto riesgo
- Presion arterial
- Flujos intensos
- Edad (joven, adulto, anciano, de media edad)
- Sensación térmica (calor, frío, mucho calor, templado)



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conceptos Básicos

Con lógica difusa se permite que los sistemas inteligentes de **Control** y **soporte a la decisión** traten con información imprecisa o **difusa**

Ejemplos

- Inversiones de alto riesgo
- Presion arterial
- Flujos intensos
- Edad (joven, adulto, anciano, de media edad)
- Sensación térmica (calor, frío, mucho calor, templado)
- Razas (blanco, negro, aymara, quechua, asháninka)



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conceptos Básicos

Con lógica difusa se permite que los sistemas inteligentes de **Control** y **soporte a la decisión** traten con información imprecisa o **difusa**

Ejemplos

- Inversiones de alto riesgo
- Presion arterial
- Flujos intensos
- Edad (joven, adulto, anciano, de media edad)
- Sensación térmica (calor, frío, mucho calor, templado)
- Razas (blanco, negro, aymara, quechua, asháninka)

Son necesarios algunos **nuevos conceptos**



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Nuevos Conceptos

Para comprender el mecanismo de la lógica difusa, es necesario conocer algunos conceptos como:



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Nuevos Conceptos

Para comprender el mecanismo de la lógica difusa, es necesario conocer algunos conceptos como:

- Conjuntos difusos (*fuzzy sets*)



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Nuevos Conceptos

Para comprender el mecanismo de la lógica difusa, es necesario conocer algunos conceptos como:

- Conjuntos difusos (*fuzzy sets*)
- Grado de Pertenencia a un conjunto



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Nuevos Conceptos

Para comprender el mecanismo de la lógica difusa, es necesario conocer algunos conceptos como:

- Conjuntos difusos (*fuzzy sets*)
- Grado de Pertenencia a un conjunto
- Reglas difusas (*fuzzy rules*)



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Nuevos Conceptos

Para comprender el mecanismo de la lógica difusa, es necesario conocer algunos conceptos como:

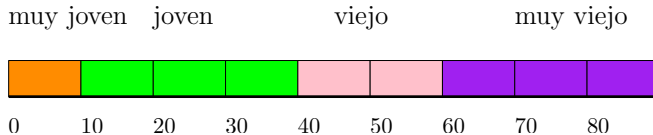
- Conjuntos difusos (*fuzzy sets*)
- Grado de Pertenencia a un conjunto
- Reglas difusas (*fuzzy rules*)
- Inferencia difusa



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conjuntos y reglas rígidos

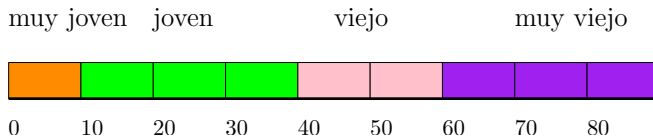
Dado el siguiente conjunto de categorías:



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conjuntos y reglas rígidos

Dado el siguiente conjunto de categorías:



Podemos generar las siguientes reglas

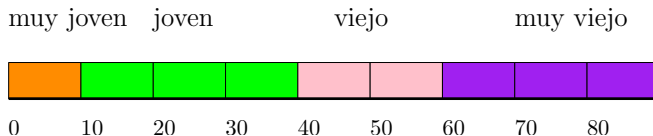
```
if edad = 40 then  
  la persona es VIEJA  
end if
```



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conjuntos y reglas rígidos

Dado el siguiente conjunto de categorías:



Podemos generar las siguientes reglas

```
if edad = 40 then
```

```
    la persona es VIEJA
```

```
end if
```

```
if edad = 39 then
```

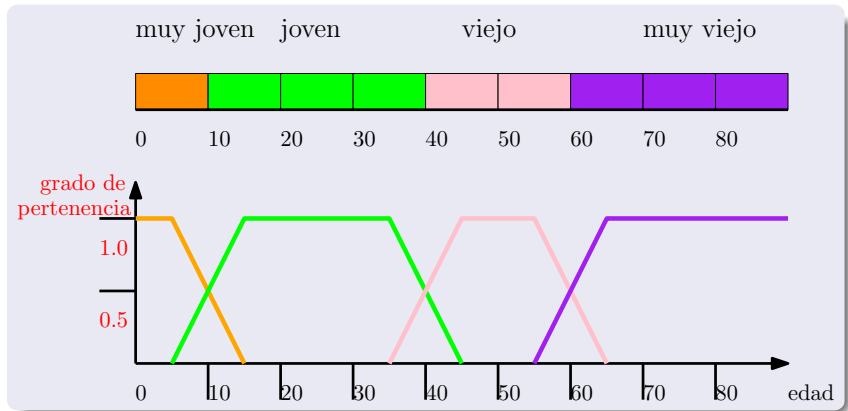
```
    la persona es JOVEN
```

```
end if
```



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conjuntos Difusos



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conjuntos Difusos

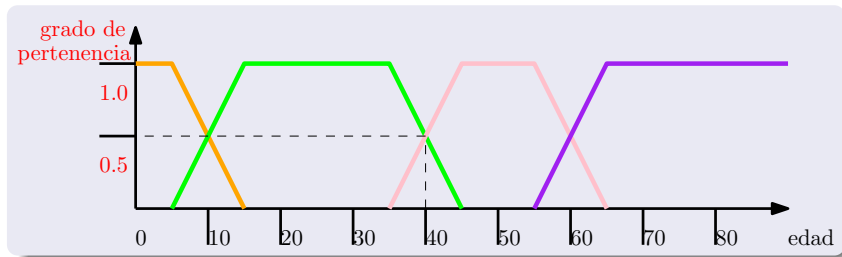
Si Pedro tiene 40 años
¿Pedro es joven o viejo?



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conjuntos Difusos

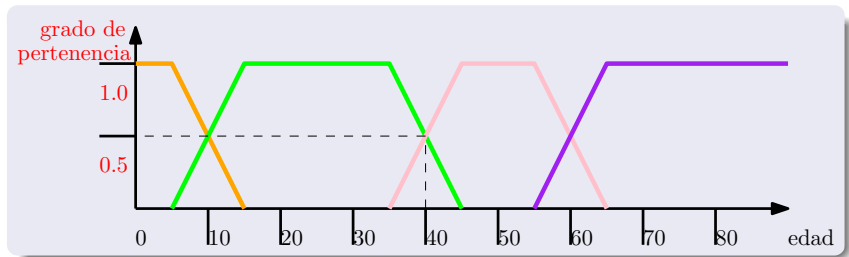
Si Pedro tiene 40 años
¿Pedro es joven o viejo?



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Conjuntos Difusos

Si Pedro tiene 40 años
¿Pedro es joven o viejo?



- En realidad, Pedro es **joven** y **viejo** al mismo tiempo
- Los **grados de pertenencia** indican que Pedro no es **tan joven** ni es **tan viejo**.



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Reglas Difusas



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Reglas Difusas

```
if edad es MEDIA-EDAD Y presión es BAJO then  
    valor del seguro es BAJO  
end if
```



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Reglas Difusas

if edad es **MEDIA-EDAD** Y presión es **BAJO** then
valor del seguro es **BAJO**

end if

if edad es **JOVEN** Y presión es **ALTO** then
valor del seguro es **ALTO**

end if



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Inferencia Difusa

Sean los universos Edad, Presión y Seguro con sus respectivos conjuntos difusos:



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Inferencia Difusa

Sean los universos Edad, Presión y Seguro con sus respectivos conjuntos difusos:

Edad	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Media edad	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	0.6	0.3	0.1
Joven	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0

Presión máx	95	100	110	120	130	140	150	160	170	175
Presión mín	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
Alta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Baja	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

Seguro	300	500	700	800	900	1000	1200
Alto	0.1	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	1
bajo	1	0.9	0.6	0.5	0.8	0.1	0.1



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Inferencia Difusa

SI edad es **media edad** Y presión es **baja**, **ENTONCES** seguro es **bajo**

Edad	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Media edad	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	0.6	0.3	0.1
Joven	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0

Presión máx	95	100	110	120	130	140	150	160	170	175
Presión mín	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
Alta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Baja	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

Seguro	300	500	700	800	900	1000	1200
Alto	0.1	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	1
bajo	1	0.9	0.6	0.5	0.8	0.1	0.1



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Inferencia Difusa

SI edad es **media edad** Y presión es **baja**, **ENTONCES** seguro es **bajo**

Edad	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Media edad	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	0.6	0.3	0.1
Joven	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0

Presión máx	95	100	110	120	130	140	150	160	170	175
Presión mín	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
Alta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Baja	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

Seguro	300	500	700	800	900	1000	1200
Alto	0.1	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	1
bajo	1	0.9	0.6	0.5	0.8	0.1	0.1



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Inferencia Difusa

SI edad es **media edad** Y presión es **baja**, **ENTONCES** seguro es **bajo**

Edad	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Media edad	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	0.6	0.3	0.1
Joven	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0

Presión máx	95	100	110	120	130	140	150	160	170	175
Presión mín	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
Alta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Baja	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

Seguro	300	500	700	800	900	1000	1200
Alto	0.1	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	1
bajo	1	0.9	0.6	0.5	0.8	0.1	0.1



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Inferencia Difusa

SI edad es **joven** Y presión es **alta**, **ENTONCES** seguro es **alto**

Edad	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Media edad	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	0.6	0.3	0.1
Joven	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0

Presión máx	95	100	110	120	130	140	150	160	170	175
Presión mín	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
Alta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Baja	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

Seguro	300	500	700	800	900	1000	1200
Alto	0.1	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	1
bajo	1	0.9	0.6	0.5	0.8	0.1	0.1



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Inferencia Difusa

SI edad es **joven** Y presión es **alta**, **ENTONCES** seguro es **alto**

Edad	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Media edad	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	0.6	0.3	0.1
Joven	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0

Presión máx	95	100	110	120	130	140	150	160	170	175
Presión mín	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
Alta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Baja	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

Seguro	300	500	700	800	900	1000	1200
Alto	0.1	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	1
bajo	1	0.9	0.6	0.5	0.8	0.1	0.1



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Inferencia Difusa

SI edad es **joven** Y presión es **alta**, **ENTONCES** seguro es **alto**

Edad	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Media edad	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	0.6	0.3	0.1
Joven	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0

Presión máx	95	100	110	120	130	140	150	160	170	175
Presión mín	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
Alta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Baja	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

Seguro	300	500	700	800	900	1000	1200
Alto	0.1	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	1
bajo	1	0.9	0.6	0.5	0.8	0.1	0.1



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Inferencia Difusa

SI edad es **joven** Y presión es **alta**, **ENTONCES** seguro es **alto**

Edad	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Media edad	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	0.6	0.3	0.1
Joven	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0

Presión máx	95	100	110	120	130	140	150	160	170	175
Presión mín	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
Alta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Baja	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

Seguro	300	500	700	800	900	1000	1200
Alto	0.1	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	1
bajo	1	0.9	0.6	0.5	0.8	0.1	0.1

$$\text{Seguro} = (700 \times 0.6 + 800 \times 0.5) / (0.6 + 0.5) = s/.745.45$$



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Evaluación

Lógica Difusa es una técnica usada en aplicaciones donde:

- El **conocimiento** incluye conceptos **subjetivos** e **intrínsecamente imprecisos**
- Donde se desea obtener **explicaciones** con respecto al resultado del problema



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilidad de tratar datos imprecisos



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilidad de tratar datos imprecisos
- Facilita la descripción de reglas dadas por los expertos



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilidad de tratar datos imprecisos
- Facilita la descripción de reglas dadas por los expertos
- Número menor de reglas



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilidad de tratar datos imprecisos
- Facilita la descripción de reglas dadas por los expertos
- Número menor de reglas
- Explicación del raciocinio del experto



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilidad de tratar datos imprecisos
- Facilita la descripción de reglas dadas por los expertos
- Número menor de reglas
- Explicación del raciocinio del experto



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilidad de tratar datos imprecisos
- Facilita la descripción de reglas dadas por los expertos
- Número menor de reglas
- Explicación del raciocinio del experto

Desventajas

- Necesidad de especificar las funciones de pertenencia



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilidad de tratar datos imprecisos
- Facilita la descripción de reglas dadas por los expertos
- Número menor de reglas
- Explicación del raciocinio del experto

Desventajas

- Necesidad de especificar las funciones de pertenencia
- Necesidad de un experto o de información histórica



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales y exitosas de este tipo de sistemas:



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales y exitosas de este tipo de sistemas:

Yamaichi Securities Sistema de gestión de fondos de inversión



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales y exitosas de este tipo de sistemas:

Yamaichi Securities
Fuji Bank

Sistema de gestión de fondos de inversión

Sistema de negociación en Bolsa de Valores



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales y exitosas de este tipo de sistemas:

Yamaichi Securities	Sistema de gestión de fondos de inversión
Fuji Bank	Sistema de negociación en Bolsa de Valores
World Bank	Sistema de inversiones



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales y exitosas de este tipo de sistemas:

Yamaichi Securities

Sistema de gestión de fondos de inversión

Fuji Bank

Sistema de negociación en Bolsa de Valores

World Bank

Sistema de inversiones

Metus Systems

Sistema Fuzzy de detección de fraudes en el sistema de salud



Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales y exitosas de este tipo de sistemas:

Yamaichi Securities	Securities	Sistema de gestión de fondos de inversión
Fuji Bank		Sistema de negociación en Bolsa de Valores
World Bank		Sistema de inversiones
Metus Systems		Sistema Fuzzy de detección de fraudes en el sistema de salud
Samsung, Panasonic	LG,	Control de procesos de lavado, estabilización de imagen en cámaras de video CCD

Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Conceptos Básicos



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Conceptos Básicos

Son modelos computacionales inspirados en las **neuronas biológicas** y en la estructura del cerebro con capacidad de:



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Conceptos Básicos

Son modelos computacionales inspirados en las **neuronas biológicas** y en la estructura del cerebro con capacidad de:

- **Adquirir** conocimiento experimental



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Conceptos Básicos

Son modelos computacionales inspirados en las **neuronas biológicas** y en la estructura del cerebro con capacidad de:

- **Adquirir** conocimiento experimental
- **Almacenar** conocimiento experimental



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Conceptos Básicos

Son modelos computacionales inspirados en las **neuronas biológicas** y en la estructura del cerebro con capacidad de:

- **Adquirir** conocimiento experimental
- **Almacenar** conocimiento experimental
- **Utilizar** el conocimiento experimental adquirido

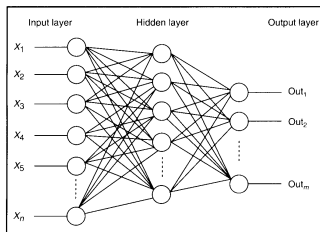


Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Conceptos Básicos

Son modelos computacionales inspirados en las **neuronas biológicas** y en la estructura del cerebro con capacidad de:

- **Adquirir** conocimiento experimental
- **Almacenar** conocimiento experimental
- **Utilizar** el conocimiento experimental adquirido



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Relación con la Naturaleza

Cerebro

- Neuronas biológicas
- Red de neuronas
- $\sim 1 \times 10^{10}$ neuronas
- Proceso de aprendizaje
- Generalización
- Asociación
- Reconocimiento de Patrones



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Relación con la Naturaleza

Cerebro

- Neuronas biológicas
- Red de neuronas
- $\sim 1 \times 10^{10}$ neuronas
- Proceso de aprendizaje
- Generalización
- Asociación
- Reconocimiento de Patrones

Redes Neuronales Artificiales

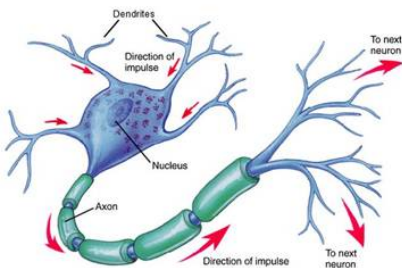
- Neurona artificial
- Estructura en *layers*
- $1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^3$ unidades
- Ajuste a los datos
- Generalización
- Asociación
- Reconocimiento de Patrones



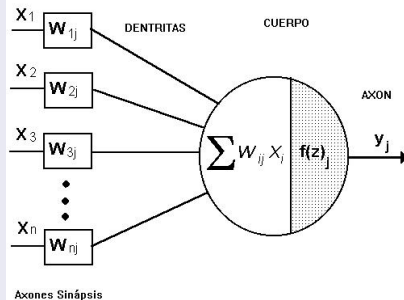
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Relación con la Naturaleza

Neurona biológica



Neurona Artificial



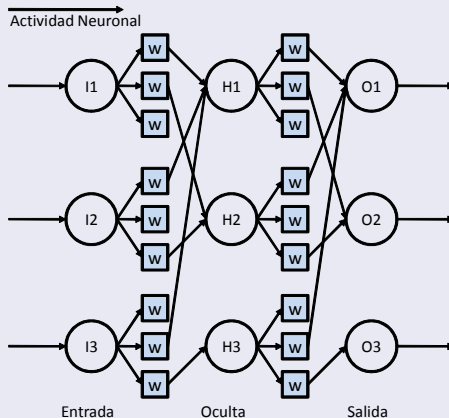
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Estructura Básica



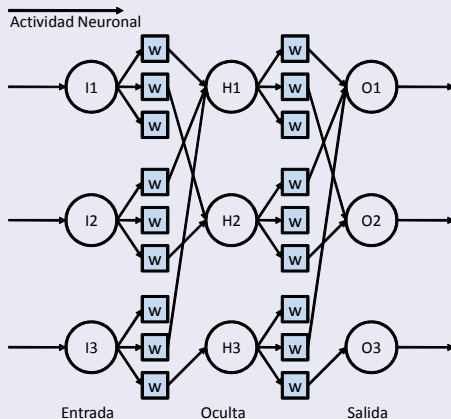
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Estructura Básica



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Estructura Básica



Los pesos w_{ij} almacenan la información aprendida.



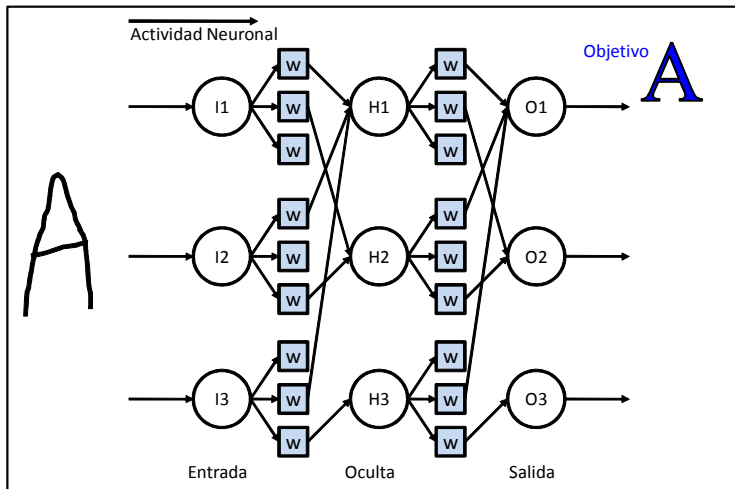
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Entrenamiento



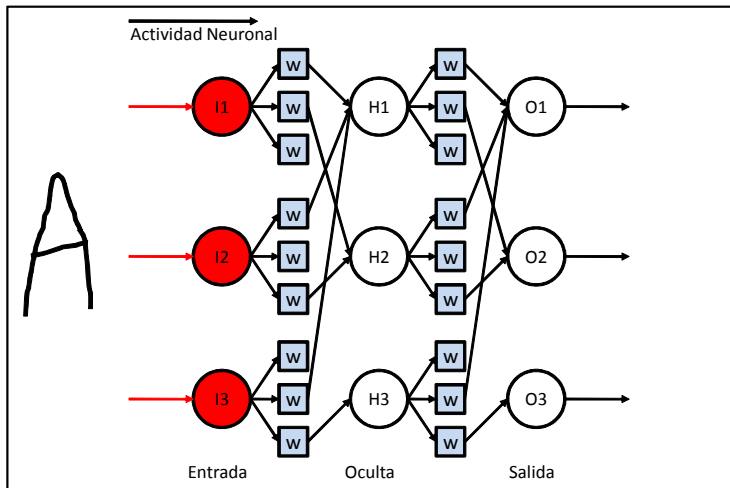
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Entrenamiento



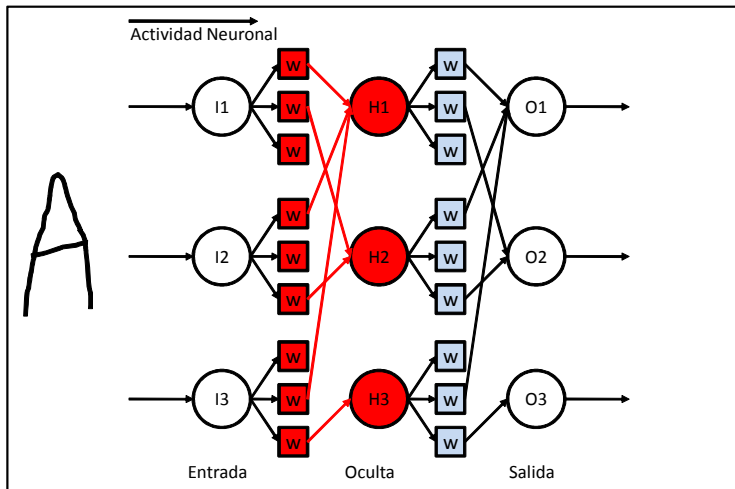
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Entrenamiento



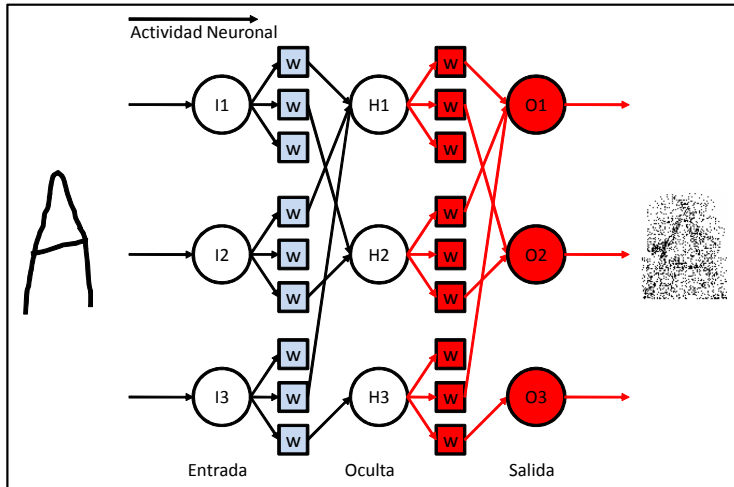
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Entrenamiento



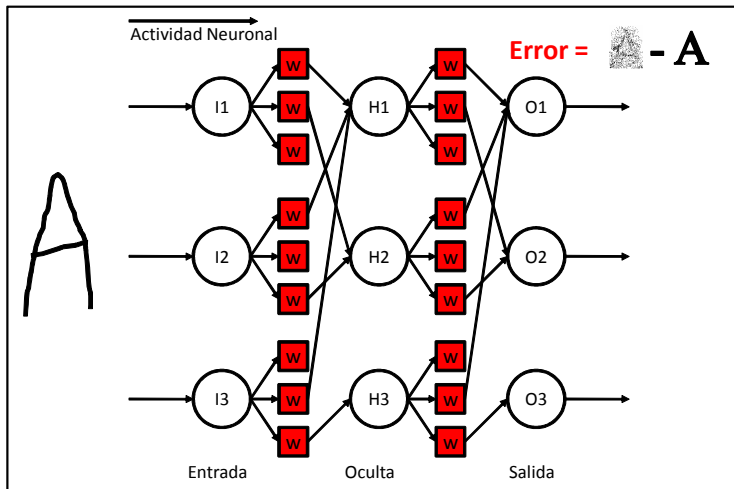
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Entrenamiento



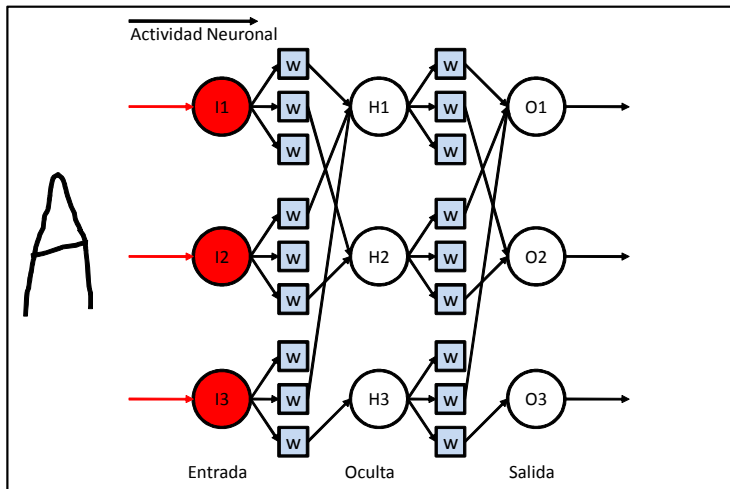
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Entrenamiento



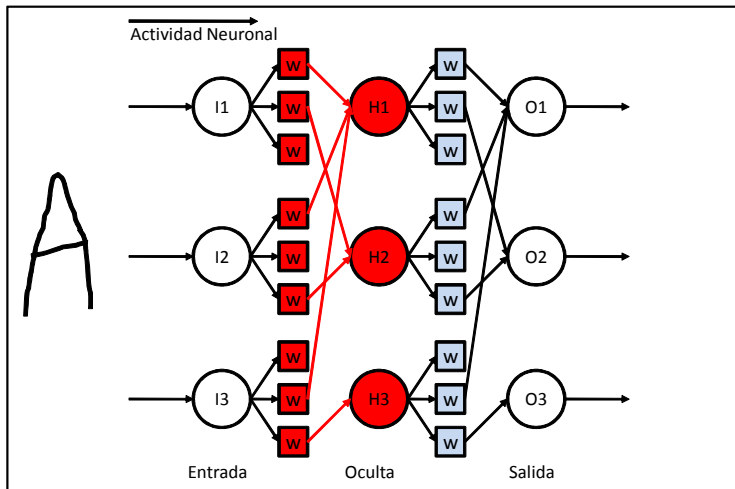
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Entrenamiento



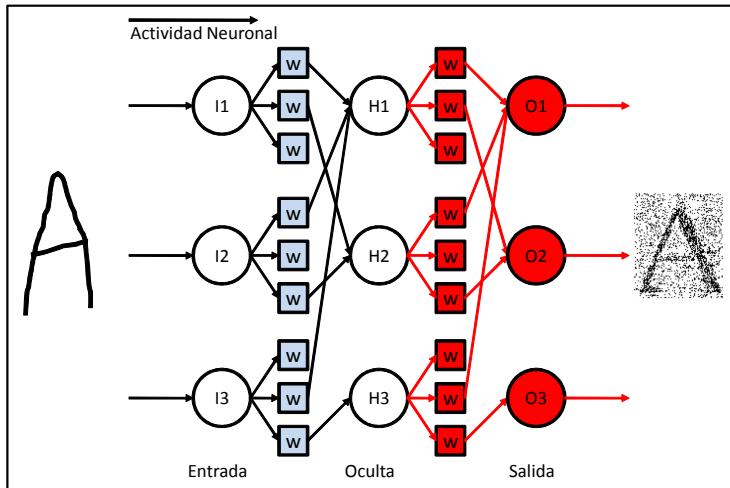
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Entrenamiento



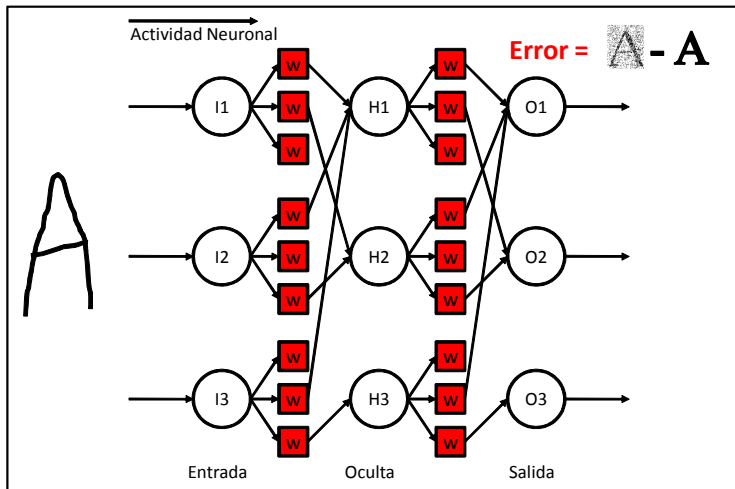
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Entrenamiento



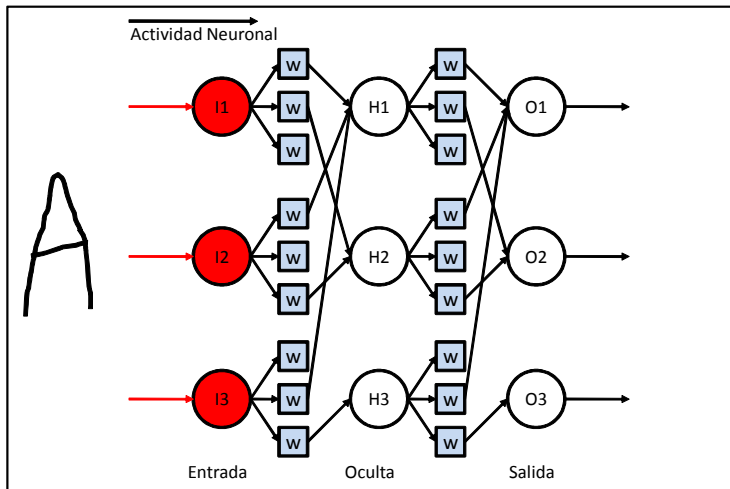
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Entrenamiento



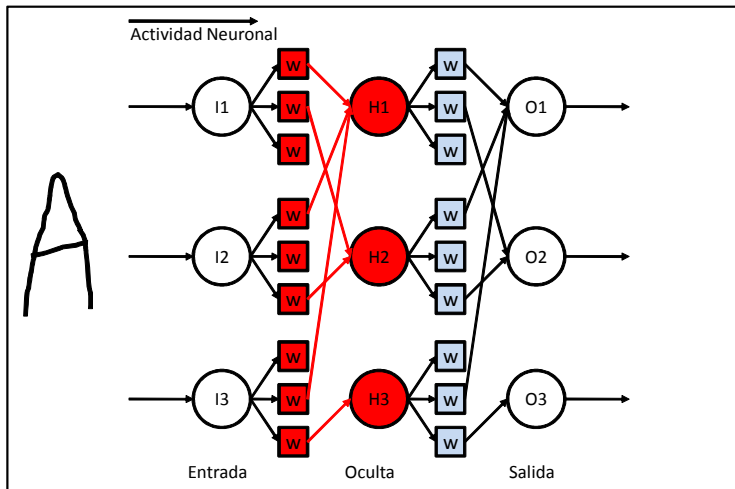
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Entrenamiento



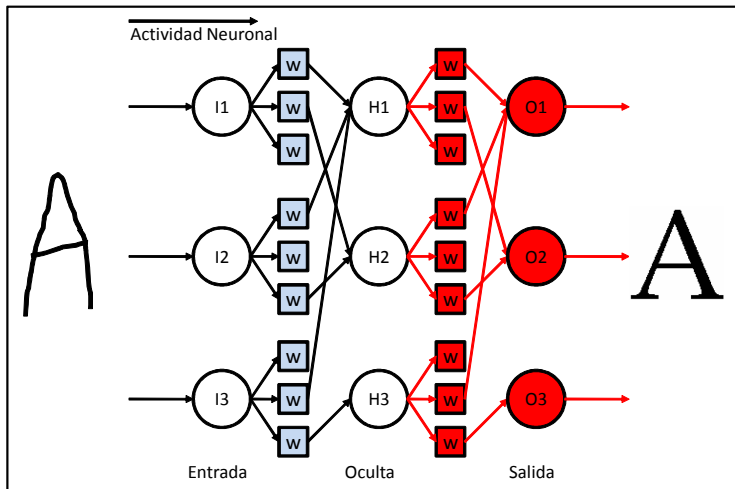
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Entrenamiento



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Entrenamiento



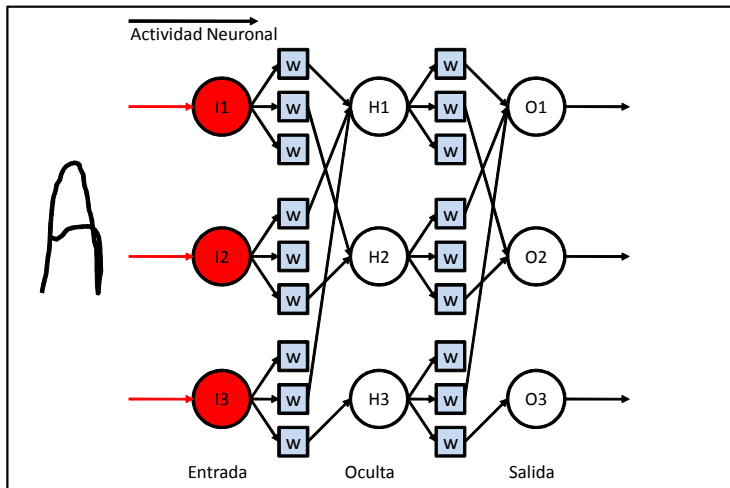
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Generalización



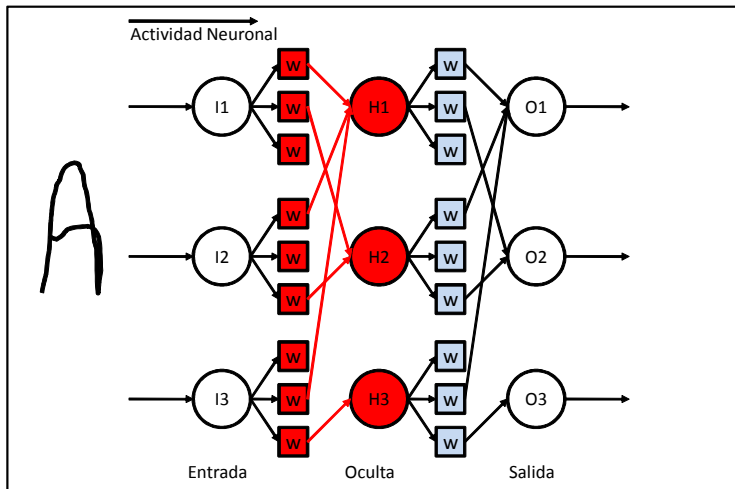
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Generalización



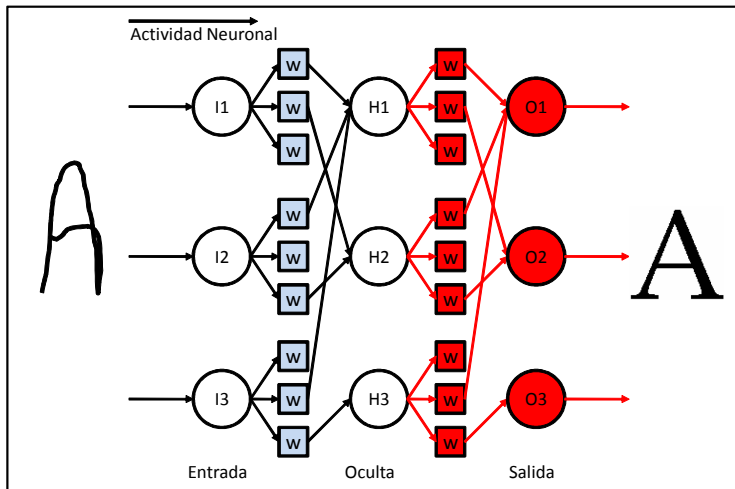
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Generalización



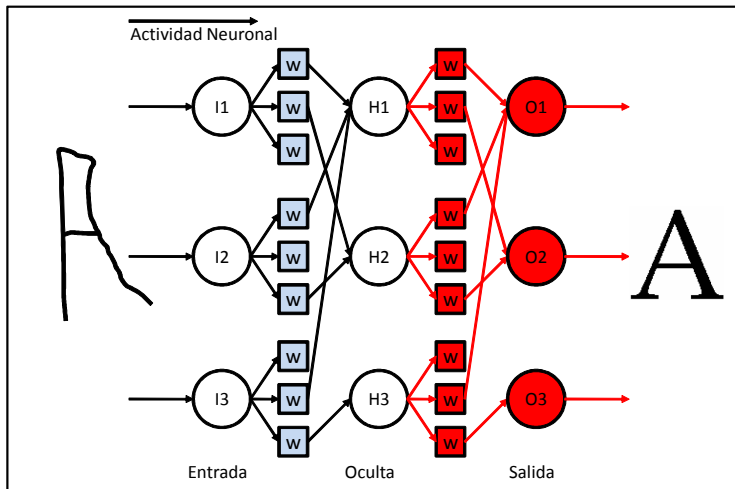
Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Generalización



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Generalización



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Evaluación

Las Redes Neuronales son una técnica usada en aplicaciones donde se requiera:

- Reconocer patrones cuyas muestras puedan ser **ruidosas o incompletas**
- Donde no sea fácil formular **reglas claras**
- Además, este modelo no requiere de una **explicación del resultado**



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilidad de modelar sistemas no lineales



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilidad de modelar sistemas no lineales
- **Aprendizaje automatizado**



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilidad de modelar sistemas no lineales
- Aprendizaje automatizado
- Soporta datos ruidosos e incompletos



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilidad de modelar sistemas no lineales
- Aprendizaje automatizado
- Soporta datos ruidosos e incompletos
- Respuesta rápida y precisa



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilidad de modelar sistemas no lineales
- Aprendizaje automatizado
- Soporta datos ruidosos e incompletos
- Respuesta rápida y precisa
- Modelos compactos



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilidad de modelar sistemas no lineales
- Aprendizaje automatizado
- Soporta datos ruidosos e incompletos
- Respuesta rápida y precisa
- Modelos compactos



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilidad de modelar sistemas no lineales
- Aprendizaje automatizado
- Soporta datos ruidosos e incompletos
- Respuesta rápida y precisa
- Modelos compactos

Desventajas

- Ausencia de explicaciones



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilidad de modelar sistemas no lineales
- Aprendizaje automatizado
- Soporta datos ruidosos e incompletos
- Respuesta rápida y precisa
- Modelos compactos

Desventajas

- Ausencia de explicaciones
- Sensible a la cantidad de datos disponible



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilidad de modelar sistemas no lineales
- Aprendizaje automatizado
- Soporta datos ruidosos e incompletos
- Respuesta rápida y precisa
- Modelos compactos

Desventajas

- Ausencia de explicaciones
- Sensible a la cantidad de datos disponible
- El tiempo de ajuste (entrenamiento) puede ser largo



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ejemplos de Aplicaciones Industriales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones industriales:



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ejemplos de Aplicaciones Industriales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones industriales:

Racal

Identificación de placas de vehículos



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ejemplos de Aplicaciones Industriales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones industriales:

**Racal
Thomson**

Identificación de placas de vehículos
Sistemas OCR



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ejemplos de Aplicaciones Industriales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones industriales:

Racal	Identificación de placas de vehículos
Thomson	Sistemas OCR
St. George's Hospital	Sistema de Clasificación de Tumores



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ejemplos de Aplicaciones Industriales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones industriales:

Racal	Identificación de placas de vehículos
Thomson	Sistemas OCR
St. George's Hospital	Sistema de Clasificación de Tumores
CRAM	Sistema de selección de naranjas



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ejemplos de Aplicaciones Industriales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones industriales:

Racal	Identificación de placas de vehículos
Thomson	Sistemas OCR
St. George's Hospital	Sistema de Clasificación de Tumores
CRAM	Sistema de selección de naranjas
Eletropaulo	Sistema de previsión de demanda eléctrica



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales exitosas para este tipo de sistemas:



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales exitosas para este tipo de sistemas:

**Fidelity
ments**

Invest-

Gestión de fondos de inversión (US\$ 2
000 millones)



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales exitosas para este tipo de sistemas:

Fidelity Investments	Invest-	Gestión de fondos de inversión (US\$ 2 000 millones)
Chase Bank	Manhattan	Detección de fraude en tarjetas de crédito



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales exitosas para este tipo de sistemas:

Fidelity Investments	Invest-	Gestión de fondos de inversión (US\$ 2 000 millones)
Chase Manhattan Bank		Detección de fraude en tarjetas de crédito
Citibank (USA)		Evaluación de Crédito



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales exitosas para este tipo de sistemas:

Fidelity Investments	Invest-	Gestión de fondos de inversión (US\$ 2 000 millones)
Chase Manhattan Bank		Detección de fraude en tarjetas de crédito
Citibank (USA)		Evaluación de Crédito
Nikko Securities		Sistema de negociación de Índice de bolsa



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales exitosas para este tipo de sistemas:

Fidelity Investments	Invest-	Gestión de fondos de inversión (US\$ 2 000 millones)
Chase Manhattan Bank		Detección de fraude en tarjetas de crédito
Citibank (USA)		Evaluación de Crédito
Nikko Securities		Sistema de negociación de Índice de bolsa
Hill Samuel/UCL		Sistema de previsión de fondos de inversión



Redes Neuronales (*Neural Networks*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales exitosas para este tipo de sistemas:

Fidelity Investments	Invest-	Gestión de fondos de inversión (US\$ 2 000 millones)
Chase Bank	Manhattan	Detección de fraude en tarjetas de crédito
Citibank (USA)		Evaluación de Crédito
Nikko Securities		Sistema de negociación de Índice de bolsa
Hill Samuel/UCL		Sistema de previsión de fondos de inversión
Thorn EMI/UCL		Perfil de consumidores



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Conceptos Básicos



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Conceptos Básicos

Son algoritmos de búsqueda/optimización que **emplean un proceso adaptativo y paralelo** en búsqueda de soluciones a problemas complejos, con las siguientes características:



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Conceptos Básicos

Son algoritmos de búsqueda/optimización que **emplean un proceso adaptativo y paralelo** en búsqueda de soluciones a problemas complejos, con las siguientes características:

- Inspirados en la **selección natural** y en la reproducción genética



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Conceptos Básicos

Son algoritmos de búsqueda/optimización que **emplean un proceso adaptativo y paralelo** en búsqueda de soluciones a problemas complejos, con las siguientes características:

- Inspirados en la **selección natural** y en la reproducción genética
- Realizan la búsqueda bajo un **contexto poblacional** (en esta característica se basa la búsqueda paralela)



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Conceptos Básicos

Son algoritmos de búsqueda/optimización que **emplean un proceso adaptativo y paralelo** en búsqueda de soluciones a problemas complejos, con las siguientes características:

- Inspirados en la **selección natural** y en la reproducción genética
- Realizan la búsqueda bajo un **contexto poblacional** (en esta característica se basa la búsqueda paralela)
- Combinan los principios de **sobrevivencia de los más aptos** más la recombinación de información



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Relación con la Naturaleza

Evolución Natural

- Individuo
- Cromosoma
- Reproducción sexual
- Mutación
- Población
- Generaciones
- Ambiente



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Relación con la Naturaleza

Evolución Natural

- Individuo
- Cromosoma
- Reproducción sexual
- Mutación
- Población
- Generaciones
- Ambiente

Algoritmos Evolutivos

- Solución
- Representación (codificación)
- Operación de cruce
- Operación de mutación
- Conjunto de soluciones
- Ciclos
- Problema



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Finalidad



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Finalidad

Estos algoritmos, que inspirados en la **selección natural** y en la reproducción genética buscan ser:



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Finalidad

Estos algoritmos, que inspirados en la **selección natural** y en la reproducción genética buscan ser:

- **Adaptativos:** La información actual tiene impacto en las búsquedas futuras



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Finalidad

Estos algoritmos, que inspirados en la **selección natural** y en la reproducción genética buscan ser:

- **Adaptativos:** La información actual tiene impacto en las búsquedas futuras
- **Paralelos:** Varias soluciones son tomadas en cuenta en cada momento



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Finalidad

Estos algoritmos, que inspirados en la **selección natural** y en la reproducción genética buscan ser:

- **Adaptativos:** La información actual tiene impacto en las búsquedas futuras
- **Paralelos:** Varias soluciones son tomadas en cuenta en cada momento
- **Problemas Complejos:** Muchos de los problemas a tratar son de difícil formulación matemática, o tienen un gran espacio de búsqueda (muchas soluciones posibles)



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Problemas Complejos

- Se desea maximizar $f(x) = x^2$, donde $0 \leq x \leq 2^L - 1$, para $f(x) = \max$
- Se pueden procesar 10^9 instrucciones por segundo (1 GFlop)



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Problemas Complejos

- Se desea maximizar $f(x) = x^2$, donde $0 \leq x \leq 2^L - 1$, para $f(x) = \max$
- Se pueden procesar 10^9 instrucciones por segundo (1 GFlop)

2^L	Cantidad de puntos	Tiempo de búsqueda
$L = 3$	8	10^{-8} seg.
$L = 10$	1024	10^{-6} seg.
$L = 30$	$\sim 10^9$	1 seg.
$L = 90$	10^{37}	$\sim 1.5 \times 10^{10}$ años



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Operaciones Básicas

- **Selección:** Les da privilegio a los individuos más aptos



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Operaciones Básicas

- **Selección:** Les da privilegio a los individuos más aptos
- **Reproducción:** Los individuos se reproducen de acuerdo a su aptitud



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Operaciones Básicas

- **Selección:** Les da privilegio a los individuos más aptos
- **Reproducción:** Los individuos se reproducen de acuerdo a su aptitud
- **Cruce:** recombinación de información (partes de los individuos se intercambian)



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Operaciones Básicas

- **Selección:** Les da privilegio a los individuos más aptos
- **Reproducción:** Los individuos se reproducen de acuerdo a su aptitud
- **Cruce:** recombinación de información (partes de los individuos se intercambian)
- **Mutación:** cambio aleatorio de un parámetro de una solución (un gen de un cromosoma de la población)



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Operaciones Básicas

Sea el problema:

Encontrar el máximo de $f(x) = x^2$, donde el dominio es $x \in [0, 63]$



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Operaciones Básicas

Sea el problema:

Encontrar el máximo de $f(x) = x^2$, donde el dominio es $x \in [0, 63]$

Representación de la solución

- **Palabras binarias** representando potencias sucesivas de 2

011100 representa a 28

110101 representa a 53

000000 representa a 0 (individuo mínimo)

111111 representa a 63 (el individuo máximo)



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Selección

Ind.	Cromosoma	x	Aptitud
A	100100	36	1296



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Selección

Ind.	Cromosoma	x	Aptitud
A	100100	36	1296
B	010010	18	324



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Selección

Ind.	Cromosoma	x	Aptitud
A	100100	36	1296
B	010010	18	324
C	010110	22	484



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Selección

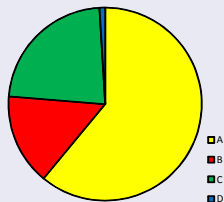
Ind.	Cromosoma	x	Aptitud
A	100100	36	1296
B	010010	18	324
C	010110	22	484
D	000001	1	1



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Selección

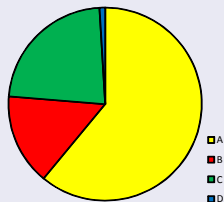
Ind.	Cromosoma	x	Aptitud
A	100100	36	1296
B	010010	18	324
C	010110	22	484
D	000001	1	1



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Selección

Ind.	Cromosoma	x	Aptitud
A	100100	36	1296
B	010010	18	324
C	010110	22	484
D	000001	1	1



La **probabilidad de selección** está asociada a la **Aptitud del cromosoma**



Algoritmos Evolutivos (*Evolutionary Computation*)

Operadores

Cruce:

Individuos antes del *crossover*

Individuo 1	1	0	0	0	0	1	1	1
Individuo 2	1	1	1	1	1	0	1	1

Resultado después del *Crossover*

Hijo 1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hijo 2	1	0	0	0	0	0	1	1

Punto de corte



Algoritmos Evolutivos (*Evolutionary Computation*)

Operadores

Cruce:

Individuos antes del *crossover*

Individuo 1

1	0	0	0	0	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Individuo 2

1	1	1	1	1	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Resultado después del *Crossover*

Hijo 1

1	1	1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Hijo 2

1	0	0	0	0	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Punto de corte

Mutación:

Individuo

1	0	0	0	0	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Bit modificado

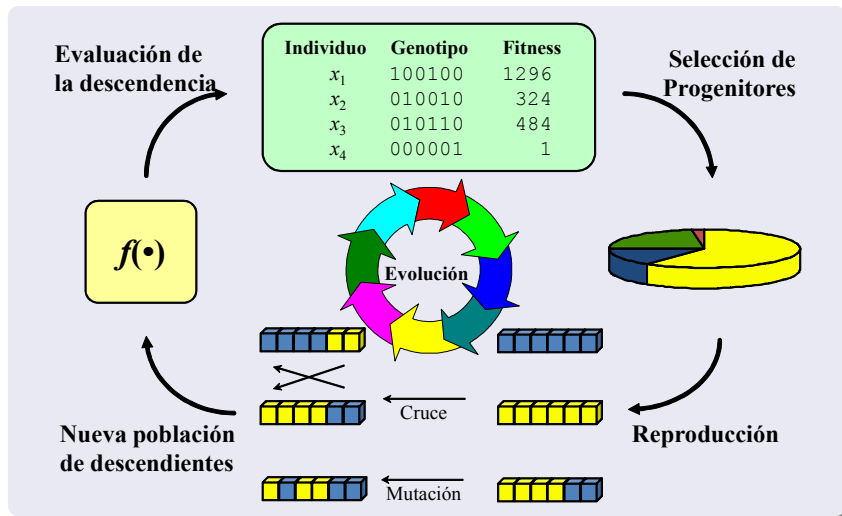
Individuo después
de la mutación

1	1	0	0	0	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ciclo del Algoritmo



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Evaluación

Algoritmos Evolutivos se usan en aplicaciones donde ocurra:

- Problemas **complejos de optimización**
- Problemas de **difícil modelación**
- Problemas con **gran espacio de búsqueda**



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Técnica de búsqueda global



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Técnica de búsqueda global
- Optimización de problemas mal estructurados



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Técnica de búsqueda global
- Optimización de problemas mal estructurados
- No se necesita una formulación matemática precisa del problema



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Técnica de búsqueda global
- Optimización de problemas mal estructurados
- No se necesita una formulación matemática precisa del problema



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Técnica de búsqueda global
- Optimización de problemas mal estructurados
- No se necesita una formulación matemática precisa del problema

Desventajas

- Puede ser difícil representar las soluciones en un cromosoma



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Técnica de búsqueda global
- Optimización de problemas mal estructurados
- No se necesita una formulación matemática precisa del problema

Desventajas

- Puede ser difícil representar las soluciones en un cromosoma
- La evolución puede ser demorosa en algunos casos



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Técnica de búsqueda global
- Optimización de problemas mal estructurados
- No se necesita una formulación matemática precisa del problema

Desventajas

- Puede ser difícil representar las soluciones en un cromosoma
- La evolución puede ser demorada en algunos casos
- La calidad del modelo depende del experto



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ejemplos de Aplicaciones Industriales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones industriales:



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ejemplos de Aplicaciones Industriales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones industriales:

**GENERAL ELEC-
TRIC** Identificación de placas de vehículos



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ejemplos de Aplicaciones Industriales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones industriales:

**GENERAL ELEC-
TRIC**
BRITISH GAS

Identificación de placas de vehículos

Optimización de proyecto de motores DC



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ejemplos de Aplicaciones Industriales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones industriales:

**GENERAL ELEC-
TRIC**
BRITISH GAS
BBN

Identificación de placas de vehículos

Optimización de proyecto de motores DC

Optimización de la distribución de gas



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ejemplos de Aplicaciones Industriales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones industriales:

**GENERAL ELEC-
TRIC**

Identificación de placas de vehículos

BRITISH GAS

Optimización de proyecto de motores DC

BBN

Optimización de la distribución de gas

ATTAR

Ruteamiento de telecomunicaciones



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ejemplos de Aplicaciones Industriales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones industriales:

**GENERAL ELEC-
TRIC**

Identificación de placas de vehículos

BRITISH GAS

Optimización de proyecto de motores DC

BBN

Optimización de la distribución de gas

ATTAR

Ruteamiento de telecomunicaciones



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales exitosas para este tipo de sistemas:



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales exitosas para este tipo de sistemas:

CAP VOLMAC

Evaluación de Crédito y análisis de riesgo



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales exitosas para este tipo de sistemas:

CAP VOLMAC
SEARCHSPACE

Evaluación de Crédito y análisis de riesgo
Detección de fraude en bolsa (Londres)



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales exitosas para este tipo de sistemas:

CAP VOLMAC
SEARCHSPACE
IOC

Evaluación de Crédito y análisis de riesgo
Detección de fraude en bolsa (Londres)
Planificación de Juegos Olímpicos



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales exitosas para este tipo de sistemas:

CAP VOLMAC
SEARCHSPACE
IOC
CAP Gemini

Evaluación de Crédito y análisis de riesgo
Detección de fraude en bolsa (Londres)
Planificación de Juegos Olímpicos
Evaluación de préstamos y financiamientos



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales exitosas para este tipo de sistemas:

CAP VOLMAC
SEARCHSPACE

IOC

CAP Gemini

GWJ

Evaluación de Crédito y análisis de riesgo

Detección de fraude en bolsa (Londres)

Planificación de Juegos Olímpicos

Evaluación de préstamos y financiamientos

Ajuste de modelos económicos



Algoritmos Evolutivos(*Evolutionary Computation*)

Ejemplos de Aplicaciones Comerciales

Se muestran unos ejemplos de aplicaciones comerciales exitosas para este tipo de sistemas:

CAP VOLMAC
SEARCHSPACE

IOC

CAP Gemini

GWJ

World Bank

Evaluación de Crédito y análisis de riesgo
Detección de fraude en bolsa (Londres)

Planificación de Juegos Olímpicos

Evaluación de préstamos y financiamientos

Ajuste de modelos económicos

Generación de reglas de negociación en bolsa



