

Realidad Aumentada/Realidad
Mixta



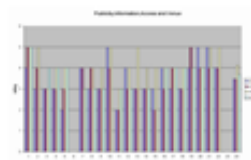
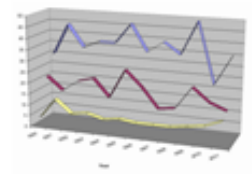
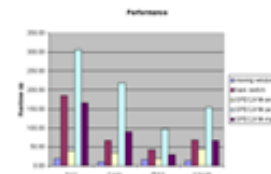
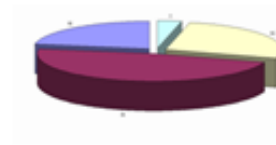
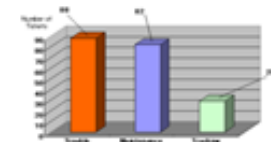
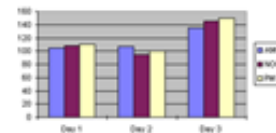
Realidad Aumentada (RA)

término que define una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real.

- Conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente,
- Esta es la principal diferencia con la realidad virtual, puesto que no sustituye la realidad física, sino que sobreimprime los datos informáticos al mundo real.

RA

Aumentar Mundo Real con Datos



RA vs. RV

RA

- Sistema aumenta la escena del mundo real
- Usuario tiene sensación de estar presente en el mundo real
- Necesita mecanismo para combinar mundo real con virtual
- Difícil para registrar mundo real y virtual

RV

- Inmerso total en el ambiente
- Sensaciones están bajo control del sistema
- Necesita mecanismos para alimentar mundo virtual con el usuario

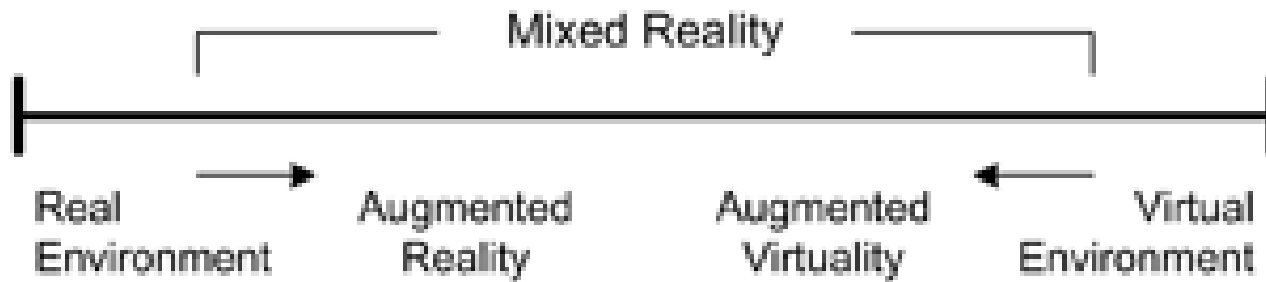
Motivación RA

- Mejora la percepción de un usuario de la interacción con el mundo real.
- Los objetos virtuales muestran información que el usuario no puede detectar directamente con sus propios sentidos.
- La información transmitida por los objetos virtuales ayuda a los usuarios a realizar tareas de la vida real.
- RA es un ejemplo concreto de lo que se conoce como *Inteligencia Amplificada* (IA): el uso de la computadora como una herramienta para hacer una tarea más fácil para un ser humano.

Realidad aumentada

- La realidad aumentada:
 - Combina elementos reales y virtuales.
 - Es interactiva en tiempo real.
 - Está registrada en 3D.
- Con la ayuda de la tecnología (por ejemplo, añadiendo la visión por computador y reconocimiento de objetos) la información sobre el mundo real alrededor del usuario se convierte en interactiva y digital.
- La información artificial sobre el medio ambiente y los objetos pueden ser almacenada y recuperada como una capa de información en la parte superior de la visión del mundo real.

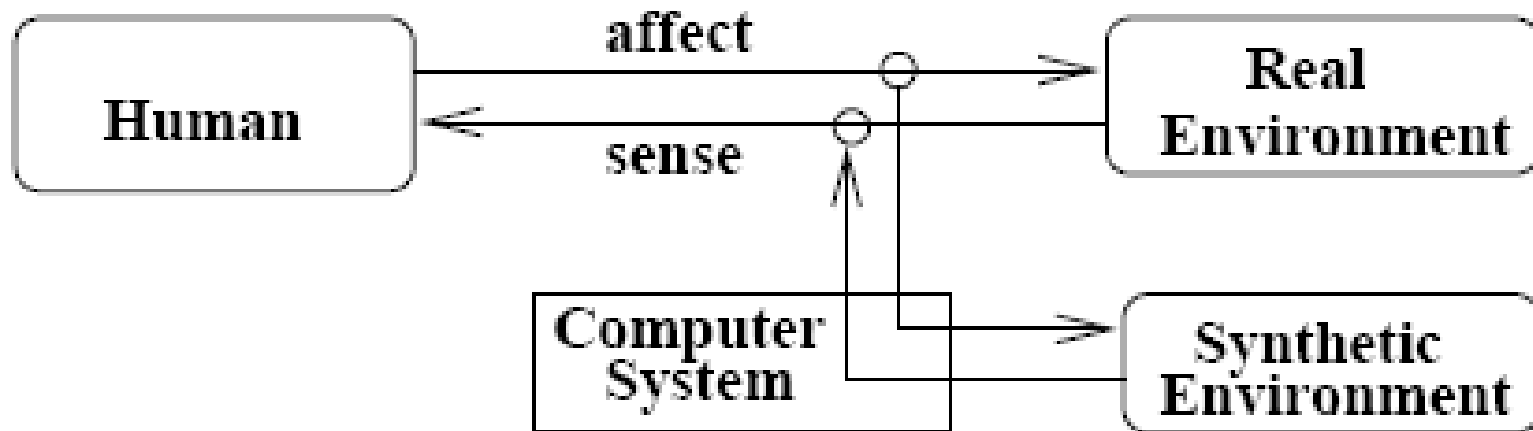
Realidad aumentada



- Es una herramienta interactiva que está dando sus primeros pasos alrededor del mundo
- En unos años, la veremos en todas partes, alcanzando todas las disciplinas: videojuegos, medios masivos de comunicación, arquitectura, educación e incluso en la medicina,

trae un mundo digital inimaginable a nuestro entorno real.

Humano trabajando con RA



Piense en un display en el parabrisas de su automóvil. ¿Qué podría colocarse allí para ayudarlo a conducir?

Lugares cercanos para comer? Parpadeo de objetos que podríamos chocar? Congestión en las intersecciones cercanas? Páginas Web?

Realidad aumentada

- Los dispositivos de RA normalmente constan de
 - un **"headset"**, que lleva incorporado sistemas de GPS, necesarios para poder localizar la situación del usuario y
 - un **sistema de display** para mostrar al usuario la información virtual añadida a la real.
- Algunas siguientes tecnologías:
cámaras digitales, sensores ópticos, acelerómetros, GPS, giroscopios, brújulas de estado sólido, RFID, etc.
- El Hardware de **procesamiento de sonido** podría ser incluido en los sistemas de realidad aumentada.
- Los **Sistemas de cámaras** requieren de una unidad CPU potente y mucha memoria RAM para procesar imágenes.

La combinación de todos estos elementos se da a menudo en los smartphones modernos,

Componentes RA

Generador de Escena

- Es el dispositivo o el software se encarga de representar la escena. No es en la actualidad uno de los principales problemas en RA, porque pocos objetos virtuales deben redactarse.

Sistema de seguimiento

- El es uno de los problemas más importantes en sistemas de RA debido al problema de registro. Los objetos en los mundos reales y virtuales deben estar correctamente alineados con respecto al otr, o la ilusión de que los dos mundos coexisten se verá comprometida.

Despliegue

- Tecnología aun en desarrollo

Características RA

- Además de agregar objetos a un entorno real, RA también tiene el potencial para eliminarlos.
- Superposiciones gráficas podrían usarse para eliminar u ocultar partes del entorno real a un usuario. por ejemplo, eliminar un escritorio en el entorno real, para dibujar una representación de las paredes y los pisos reales detrás del escritorio real, por lo que se debe "pintar" sobre el escritorio real, e.d. sacarlo de la vista del usuario.
- Se ha hecho en las películas. Hacer esto de forma interactiva en un sistema de RA es mucho más difícil
- Mezclar realidad y virtualidad, plantea problemas con el foco y el contraste
- Algunas aplicaciones requieren sistemas RA portátiles para ser realmente eficaz

Características RA

- RA podría aplicarse a todos los sentidos, no sólo a la vista.
- El usuario podría usar **los auriculares equipados con micrófonos**. Los auriculares añadirían sonido sintético, mientras que los micrófonos externos podrían detectar sonidos entrantes desde el medio ambiente. Así, se podrían cancelar los sonidos entrantes reales seleccionados y agregar otros.
- Otro ejemplo es **táctil**. Guantes con dispositivos que proporcionan retroalimentación táctil pueden aumentar interacción real con el medio ambiente. Por ejemplo, un usuario podría pasar la mano por la superficie de un escritorio real, que puede aumentar la sensación de la mesa de trabajo, tal vez, que se siente áspero en ciertos puntos.

Características RA

- En la mayoría de los sistemas de RV, no se recomienda al usuario que caminar mucho.
- En su lugar, el usuario “navega” a través del medio ambiente, camina en una cinta, o conduce alguna maqueta de un vehículo, etc.
- Cualquiera que sea la tecnología, el resultado es que el usuario permanece en un lugar en el mundo real.
- Algunas aplicaciones de RA, necesitan que un usuario camine por un entorno (por lo general se mueve al lugar donde la tarea se llevará a cabo).
- Por lo tanto, los sistemas de RA **se basan en la portabilidad**, especialmente la capacidad de caminar al aire libre, lejos de ambientes controlados. El generador de escena, la HMD, y el sistema de seguimiento deben ser autónomo y capaces de sobrevivir a la exposición al medio ambiente.

Registración

- Uno de los problemas más importantes en la RA.
- Los objetos de los mundos real y virtual tienen que estar debidamente alineada con respecto al otro.
- Algunas aplicaciones exigen un registro preciso., Por ejemplo, en la cirugía virtual el error puede ser fatal!
- Errores de registro también pueden causar movimientos malos.
- RA requiere registros muchos más precisos que RV. Incluso pequeñas compensaciones en las imágenes reales y virtuales suele ser fácil de detectar.
- Los errores son difíciles de controlar. Errores estáticos no son un gran problema, pero los errores dinámicos es una fuente importante de problemas.

Técnicas de visualización

Display en la cabeza

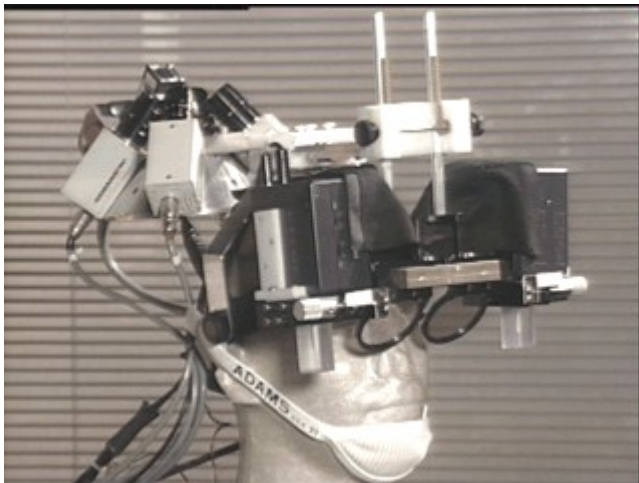
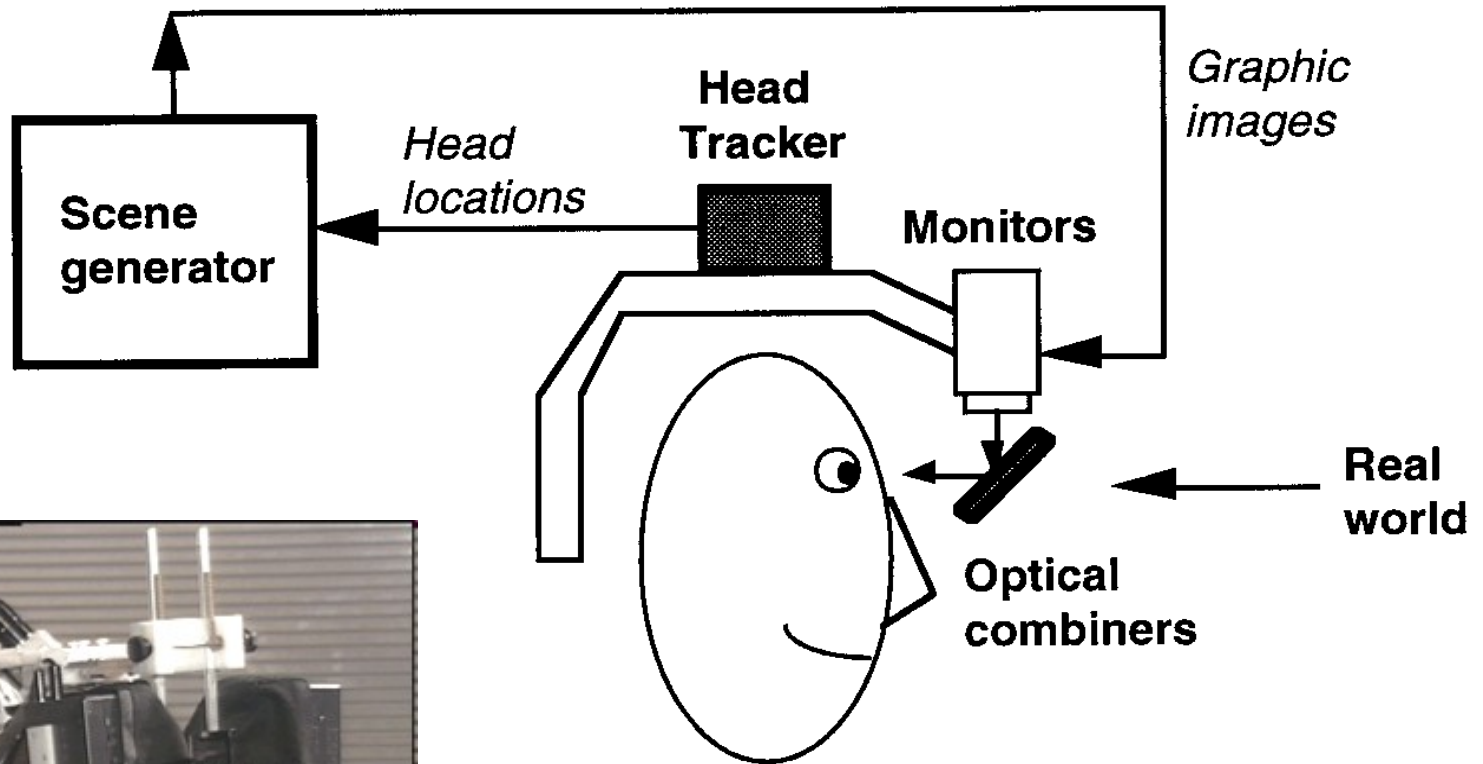
Una pantalla instalada en la cabeza (HMD Head-Mounted Display) muestra tanto las imágenes de los lugares del mundo físico y social donde nos encontremos, como objetos virtuales sobre la vista actual del usuario.



Los HMD son dispositivos ópticos que permiten al usuario poder ver el mundo físico a través de la lente y superponer información gráfica que se refleja en los ojos del usuario. de los usuarios.



HMD





Técnicas de visualización

Display de mano

- El dispositivo manual con RA cuenta con un dispositivo informático que incorpora una pantalla pequeña que cabe en la mano de un usuario.
- Todas las soluciones utilizadas hasta la fecha por los diferentes dispositivos de mano han empleado técnicas de superposición sobre el video con la información gráfica.
- El display de mano promete ser el primer éxito comercial de las tecnologías de RA.
- Sus dos principales ventajas son
 - el carácter portátil de los dispositivos de mano y
 - la posibilidad de ser aplicada en los teléfonos con cámara.



Técnicas de visualización

Display espacial

- La Realidad Aumentada espacial (SAR) hace uso de proyectores digitales para mostrar información gráfica sobre los objetos físicos.
- La diferencia clave es que la pantalla está separada de los usuarios del sistema.
- Debido a que el display no está asociado a cada usuario, permite a los grupos de usuarios, utilizarlo a la vez y coordinar el trabajo entre ellos.
- SAR tiene varias ventajas sobre el tradicional display colocado en la cabeza y sobre dispositivos de mano: El usuario no está obligado a llevar el equipo encima ni a someterse al desgaste de la pantalla sobre los ojos.



Esto hace del display espacial un buen candidato para el trabajo colaborativo.

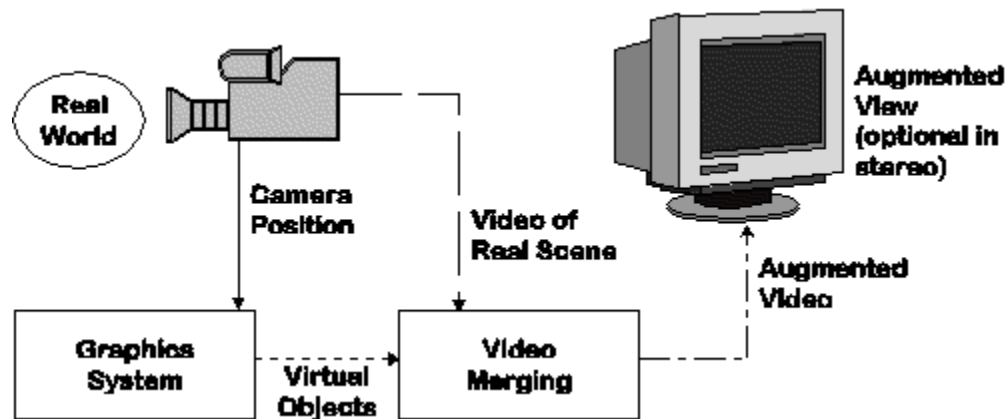
Técnicas de visualización

Display espacial

- El display espacial no está limitado por la resolución de la pantalla, que sí que afecta a los dispositivos anteriores.
- Un sistema de proyección permite incorporar más proyectores para ampliar el área de visualización.
- Un sistema SAR puede mostrar un mayor número de superficies virtuales a la vez en un entorno interior.
- Es una herramienta útil para el diseño, ya que permite visualizar una realidad que es tangible de forma pasiva.

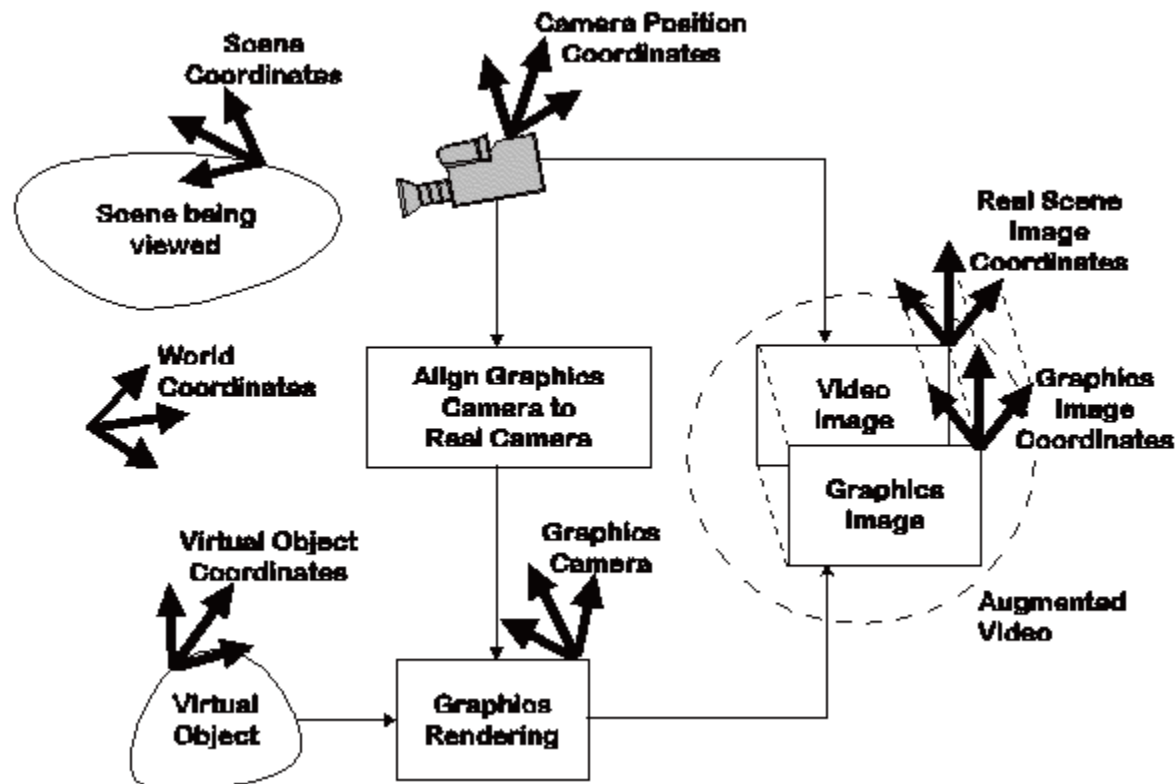


Técnicas de visualización



RA basada en Monitor

Componentes de un sistema de RA





Aplicaciones RA

Proyectos educativos:

- Se usan en museos, exhibiciones, parques de atracciones temáticos. Estos lugares aprovechan las conexiones inalámbricas para mostrar información sobre objetos o lugares, así como imágenes virtuales como por ejemplo ruinas reconstruidas o paisajes tal y como eran en el pasado, Además de escenarios completos en realidad aumentada, donde se pueden apreciar e interactuar con los diferentes elementos en 3D, como partes del cuerpo
- La capacidad de insertar objetos virtuales en el espacio real y el desarrollo de interfaces de gran sencillez, la han convertido en una herramienta muy útil para presentar determinados contenidos bajo las premisas de entretenimiento y educación, en lo que se conoce como “edutainment”.

Aplicaciones RA

Proyectos educativos:

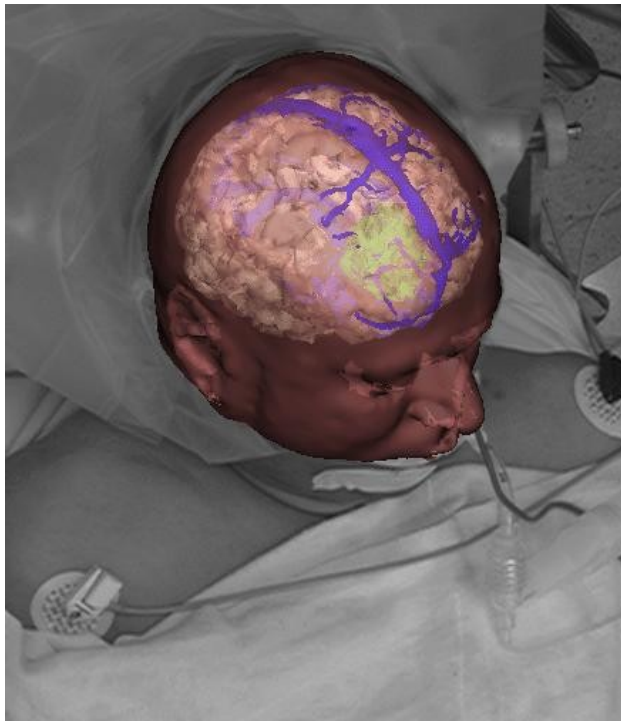
- Una de las aplicaciones que actualmente se han extendido en el mundo es la instalada en teléfonos celulares y que permite traducir las palabras que aparecen en una imagen. Basta con tomar una fotografía a cualquiera texto desconocido —un anuncio, un menú, un volante, etc.— y se obtiene una traducción instantánea sobre el mismo objeto.

Cirugía:

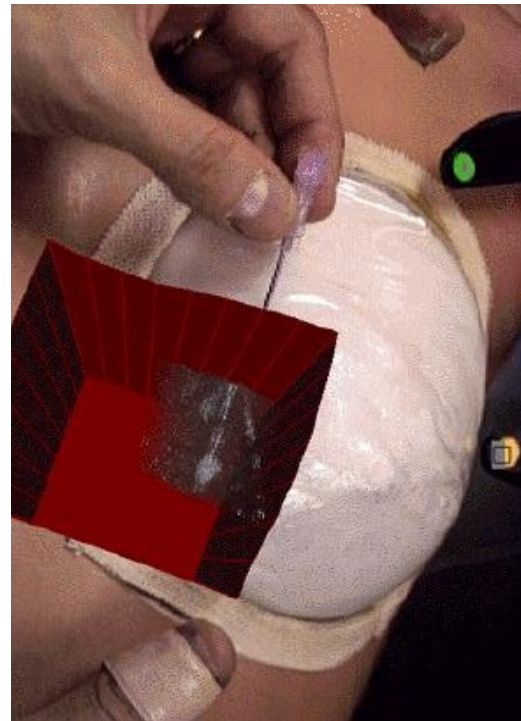
- La aplicación de RA en operaciones permite al cirujano superponer datos visuales como por ejemplo termografías o la delimitación de los bordes limpios de un tumor, invisibles a simple vista, minimizando el impacto de la cirugía.



Aplicaciones Medicas



visión de rayos X: la cirugía del
cerebro mínimamente invasiva
(*AI Lab, MIT*)



Pantalla HMD estéreo en tiempo
real con visualización
ultrasonido del volumen de la
aguja a insertar en el pecho
(*Andrei State, UNC*)

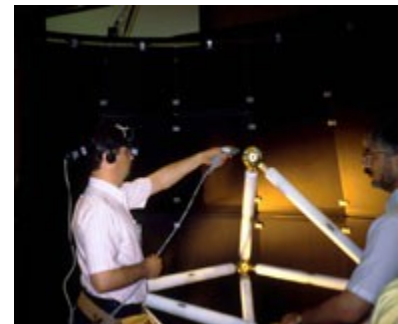
Aplicaciones RA

Televisión

- La RA se ha vuelto común en la teledifusión de deportes. La RA se utiliza en las transmisiones de fútbol para mostrar el resultado (o un anuncio) en el círculo central o para mostrar las situaciones de fuera de juego. Las transmisiones de natación suelen añadir una línea a través de los carriles para indicar la posición del poseedor del récord actual y compararla con la carrera.

Ingeniería de Diseño

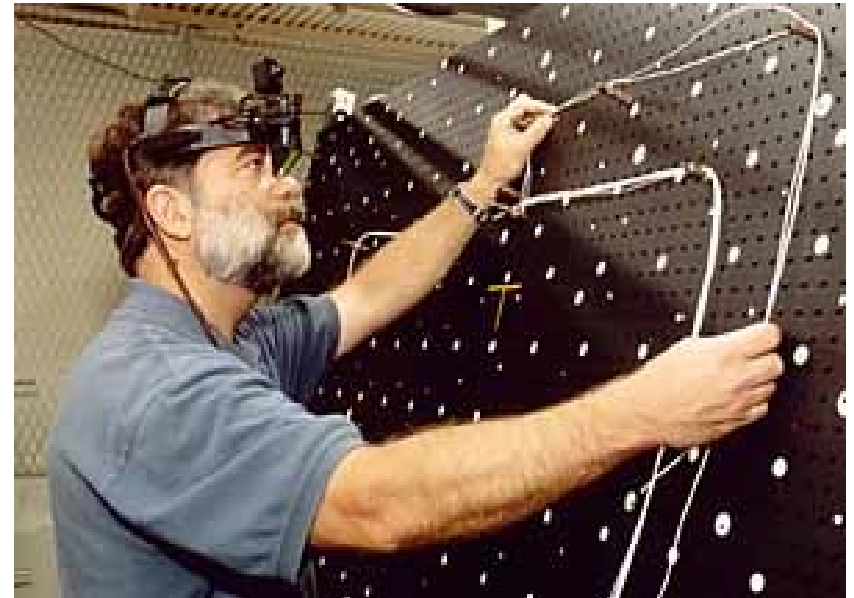
- Imaginemos que un grupo de diseñadores están trabajando en el modelo de un dispositivo complejo para su clientes. Los diseñadores y los clientes quieren hacer una revisión del diseño a pesar de que están físicamente separado.



Aplicación Industrial



Vista aumentada del río Wear
en Sunderland, Newcastle
(Reino Unido) con una pasarela
prevista
(UK)



VR HUDset usado para
conectar los cables en una
imagen del circuito y la
información sobre el tipo de
alambre a ser utilizado
(Boeing, US)

Aplicaciones RA

Entretenimiento:

- Una de las puestas en escena más representativas de la realidad aumentada es el "Can You See Me Now?".
- Es un juego on-line de persecución por las calles donde los jugadores empiezan en localizaciones aleatorias de una ciudad, llevan un ordenador portátil y están conectados a un receptor de GPS.
- El objetivo del juego es procurar que otro corredor no llegue a menos de 5 metros de ellos, puesto que en este caso se les hace una foto y pierden el juego.



Aplicaciones RA

Militares:

- En el campo militar, puede mostrar información de mapas, localización de los enemigos...



Prospección:

- En los campos de la hidrología, la ecología, etc., la RA puede ser utilizada para mostrar un análisis interactivo de las características del terreno. El usuario puede utilizar, modificar y analizar, tres mapas bidimensionales

Aplicaciones RA

Arquitectura:

- La realidad aumentada es muy útil a la hora de resucitar virtualmente edificios históricos destruidos, así como proyectos de construcción que todavía están bajo plano.



RA espacialmente:
Traer Modelos físicos a la vida
(*Ramesh Raskar, UNC*)

Aplicaciones RA

Publicidad:

- Una de las últimas aplicaciones de la RA es la publicidad. Hay diferentes campañas que utilizan este recurso para llamar la atención del usuario.



Turismo:

- miles de aplicaciones sobre turismo, exposiciones virtuales, etc.



Colaboración:

- La realidad aumentada puede ayudar a facilitar la colaboración entre los miembros de un equipo



Retos RA

- Sensores (sintiendo)
 - Variedad de entrada y ancho de banda
 - Alta precisión
 - De largo alcance
- El problema de registro
- Sistemas en tiempo real y la computación de tiempo crítico
- Estudios de percepción y psicofísicas
- Pantallas multimodales
- Temas sociales y políticos



Software Libre para Realidad Aumentada

- **biblioteca ARToolkit**: permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada. Proyecto de código abierto alojado en SourceForge.
- **ATOMIC Authoring Tool**: es un software multi-plataforma, el cual es un front-end para la biblioteca ARToolkit, . Fue Desarrollado para no-programadores, y permite crear rápidamente, pequeñas y sencillas aplicaciones de Realidad Aumentada.
- **ATOMIC Web Authoring Tool** es un proyecto hijo de anterior, que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada para exportarlas a cualquier sitio web.

Los Sistemas Emergentes en Aml



Noción de “emergencia”

Término utilizado de forma diferente por diversos autores.

- Dicha idea la asociaremos a un comportamiento de un sistema, que "emerge" de las interacciones entre sus componentes, difíciles o imposibles de predecir.
- Es un concepto que típicamente se define como una característica de un sistema, la cual no se limita a la suma de las características de los componentes individuales de dicho sistema.



**Cerebro y colonia de hormigas son
la suma de miles de decisiones de
sus componentes interactuando**

Hormigas



Neuronas

feromonas



Neurotransmisores

Colonia de
hormigas

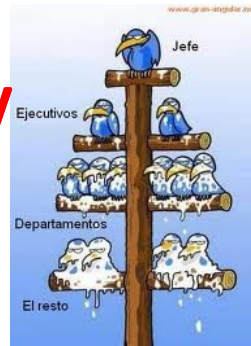


Cerebro humano

Sistema Emergentes

- Estamos naturalmente predispuestos a pensar en términos de “marcapasos”, tanto si hablamos de hongos como de sistemas políticos o de nuestro propio cuerpo.
- La mayoría de nuestros actos parecen gobernados por las células “marcapasos” del cerebro, y durante milenios hemos construido células “marcapasos” para nuestras organizaciones sociales, tanto si toman la forma de reyes como de dictadores o alcaldes.

Buena parte del mundo que nos rodea puede explicarse en términos de sistemas de mando y jerarquías

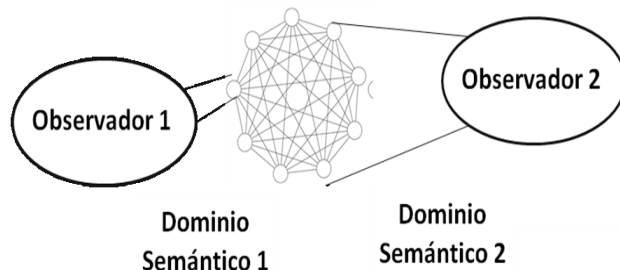


Noción de “emergencia”

- Algo será considerado emergente si tenemos indicadores del fenómeno en un nivel macro (es observable).

Clásico indicador de emergencia son *patrones* observables en un nivel superior, con características temporales y espaciales específicas

- Un sistema emerge en un ambiente dado capaz de detectarlo, tal que esa detección le es útil.



Doble lectura del fenómeno de emergencia

Noción de “emergencia”

- Son muchos los sistemas naturales que muestran las características antes nombradas

estructura, funcionamiento u organización aparece a un nivel macro.

- Se encuentra en la encrucijada de varias disciplinas y prácticas,
- Es un tema de gran interés para la filosofía.
- También, la idea de emergencia la encontramos en todos los ámbitos científicos, biológicos, etc.

Emergencia de la vida, de la conciencia, etc.



Noción de “emergencia”

procesos emergentes

1. Es casi imposible predecir por adelantado quienes participarán en el proceso.
2. El conocimiento e información se distribuye (conocimiento local).

Noción de “emergencia”

procesos emergentes: tres aspectos importantes.

- la *estructura* del proceso. Los procesos de interés son los semi-estructurados y no estructurados,
- los *usuarios* del proceso. Un proceso emergente significa que es casi imposible que un diseñador del sistema sepa por adelantado la clase de gente que será su usuario.
- los *requisitos de información*. son absolutamente diferentes al de los procesos de negocio clásicos.
 - En un proceso emergente los usuarios deben buscar a menudo la información que necesitan (muchas veces mal indicada), etc.
 - Muchos conocimientos implícitos en dichos procesos son tácitos, no explícitos. Consecuentemente, es difícil capturarlos y compartirlos.
 - Un proceso emergente tiene un alto contenido de conocimiento experto.
 - Los procesos emergentes el conocimiento se distribuye a través de mucha gente. Algo del conocimiento es local y algo es general.

Sistema Emergentes

¿Qué características comparten estos sistemas?

- Resuelven problemas recurriendo a masas de elementos relativamente no inteligentes en lugar de hacerlo recurriendo a un solo “brazo ejecutor” inteligente.
- Son sistemas ascendentes, no descendentes. Extraen su inteligencia de la base.
- En estos sistemas, los agentes que residen en una escala comienzan a producir comportamientos que yacen en una escala superior a la suya

Son sistemas complejos de adaptación que despliegan comportamientos emergentes

Extensiones Conceptuales



La emergencia se ha vinculado a lo que se ha llamado ***Lógica del Enjambre***

comunidades que intentan resolver colectivamente problemas que requieren de mucha flexibilidad e improvisación

- *Entre más miembros es mejor.*
- *La ignorancia es útil.*
- *Se deben provocar encuentros casuales.*
- *Se deben buscar patrones en los signos.*
- *Es importante prestar atención a sus vecinos.*



Extensiones Conceptuales

Características de la emergencia:

1. Las entidades emergentes obedecen leyes de orden superior.
3. Las entidades emergentes son caracterizadas por lo imprevisible.
4. Las entidades emergentes se componen necesariamente de entidades de nivel inferior.
5. Algunas entidades emergentes son capaces de la causalidad de arriba hacia abajo.
6. Las entidades emergentes se realizan de formas múltiples.



Emergencia y Sociedad

La emergencia en una sociedad aparece en los procesos sociales que le dan vida a la misma.

Para comenzar a estudiar la emergencia en una sociedad, supongamos el tráfico en una ciudad.

A ese fenómeno social, desde esos dos ángulos, se le pueden hacer dos análisis sociales, uno cercano a los hechos y otro que refleje el comportamiento colectivo.



Emergencia y Sociedad

La emergencia en una sociedad aparece en los procesos sociales que le dan vida a la misma.

- Para N. Luhmann la dimensión social del comportamiento de los individuos es *la comunicación*
- la *inteligencia organizacional* como expresión de la inteligencia colectiva.

Un elemento fundamental para la inteligencia organizacional es el método para alcanzar decisiones colectivas y evitar conflictos, como parte de un proceso de **dialogo** y **concertación**



Emergencia y Sociedad

N. Johnson y otros demostraron que usando expresiones matemáticas basadas en el **promedio de las funciones de preferencia**, en una gran cantidad de agentes, como forma de decisión “colectiva”, es mejor que la decisión tomada por un individuo al azar.



$$P_{col}(l_j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i(l_j)$$



Ciudades

La historia de las ciudades es una historia de signos mudos, construida a partir de la conducta colectiva de grupos, difícilmente detectados por quienes no pertenecen al grupo

Caso de las Ciudades

- Las ciudades nos permiten **extender la noción de super-organismos** en la escala de la vida humana.
- Las **ciudades evolucionan** de manera impredecible.
- Las ciudades se van **auto-organizando** a través del tiempo **emergiendo** zonas ricas o deprimidas, condicionadas por **fuerzas descendientes**, tales como las leyes y normas urbanas, pero también por **fuerzas ascendentes**.
- En particular, esas fuerzas ascendentes **no pueden predecir**, y muchas veces no compaginan, con la evolución que sigue la ciudad.

Caso de las Ciudades

- Igual que las hormigas, trabaja en dos escala:
 - Escala de la vida humana
 - Escala milenaria de las ciudades
- Macro-desarrollo pertenece a la ciudad:
acontecimiento global significativo del pasado
- Por que triunfa ese macroorganismo?:
 - por sus capacidades emergentes
 - Almacenan y recolectan información
 - Reconocen y responden a patrones

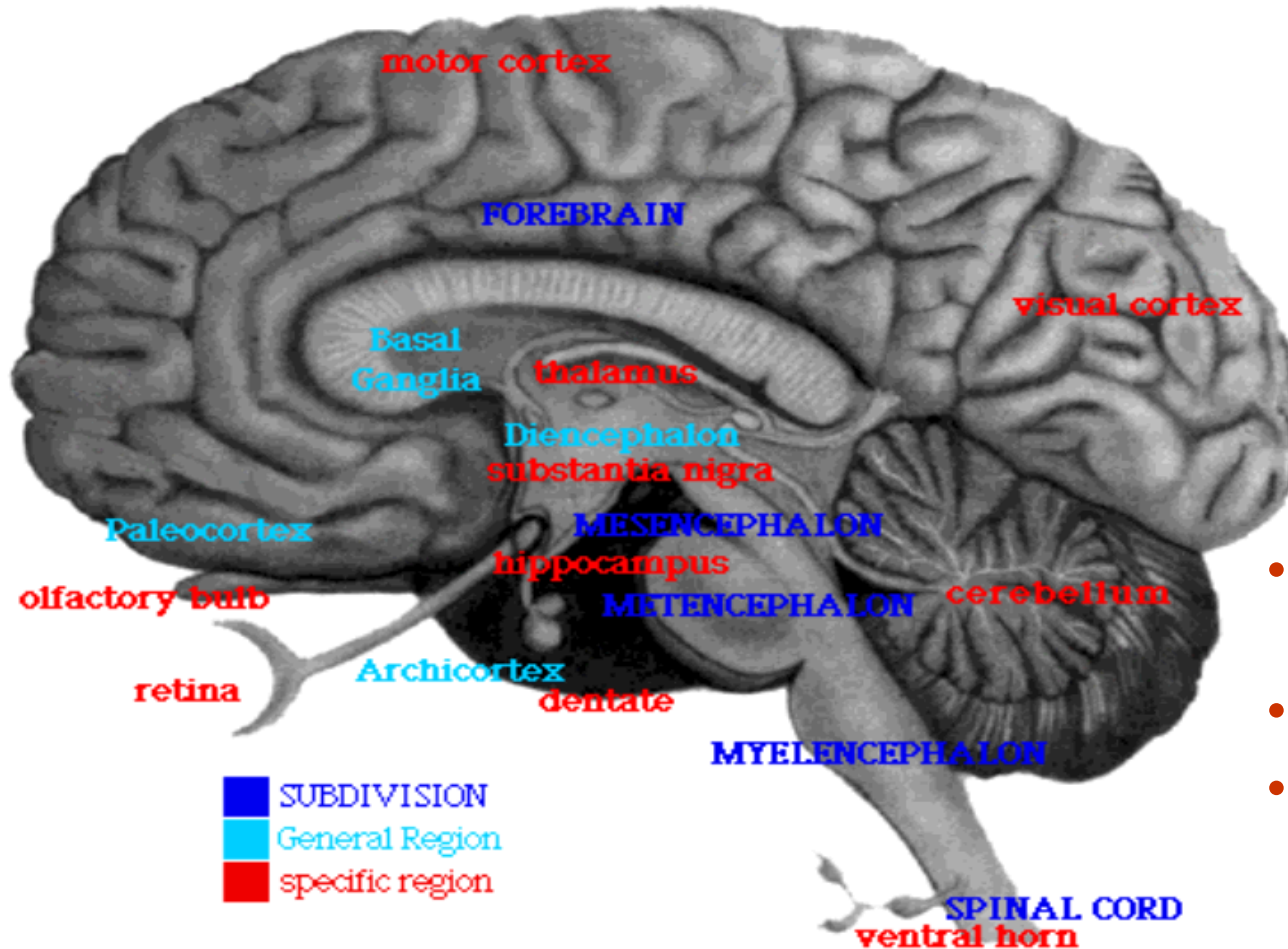
Todos contribuimos!!!

El cerebro

es el órgano central del sistema nervioso animal y contiene de 50 a 100 mil millones de neuronas con funciones especializadas, de las cuales aproximadamente 10 mil millones son células piramidales corticales, las cuales transmiten señales por medio de 1000 billones de conexiones sinápticas.

- Recibe información proveniente de los sentidos, la cual es procesada con una gran velocidad mediante la combinación de la información almacenada dando respuestas que controlan y regulan las acciones y reacciones del cuerpo.

Cerebro Humano



- 10^{11} Neuronas (procesadores)
- Poder desconocido
- 1000 – 10000 conecciones por neurona

El cerebro

- ***CONJUNTO DE MUCHAS NEURONAS INTERCONECTADAS***
- ***PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN BASADA EN LA DESCOMPOSICIÓN DE LA MISMA***

NEURONA

- ***UNIDAD FUNDAMENTAL DEL SISTEMA NERVIOSO***
- ***PROCESADOR DE SEÑALES ELÉCTRICAS Y BIOQUÍMICAS***
- ***RECIBE Y COMBINA SEÑALES DESDE MUCHAS NEURONAS***
- ***SINAPSIS: UNIDAD FUNCIONAL QUE INTERRELACIONA LAS NEURONAS***
- ***POTENCIAL POSTSINÁPTICA: PUEDE SER POSITIVO (EXCITACIÓN) O NEGATIVO (INHIBICIÓN)***
- ***NEUROTRANSMISOR: GENERA POLARIZACIÓN PARA LA MEMBRANA POSTSINÁPTICA***

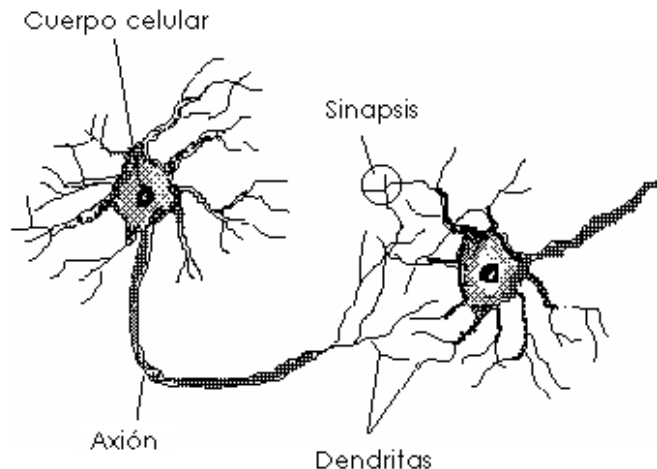
NEURONA BIOLÓGICA

Una neurona biológica está conformada por tres elementos principales:

Soma o cuerpo de la neurona el cual contiene el núcleo y tiene forma piramidal o esférica, mide entre 10 y 80 micras y es en este lugar donde se ejecutan las transformaciones necesarias para la vida de la neurona.

Axón es el elemento que lleva la salida de información de la neurona a las dendritas de otras neuronas. Es una prolongación larga y delgada, mide desde 10 micras hasta 1 m de longitud, y conduce la información desde el cuerpo celular hacia las dendritas de otras neuronas.

Dendritas o ramas de extensión utilizadas para recibir las entradas de información, son un conjunto de ramificaciones que salen del cuerpo celular de la neurona. Son receptoras y reciben señales eléctricas a través de conexiones sinápticas.



La sinapsis es una estructura especial donde se forma la conexión entre las neuronas y se transfieren señales de tipo eléctrico o químico

NEURONA BIOLÓGICA

- ◆ Se nace con alguna estructura neural
- ◆ Se crean nuevas conexiones y otras se gastan; se desarrollan a través del aprendizaje propio de la etapa de crecimiento.
- ◆ La estructura neural cambia a través de la vida. Esos cambios consisten en reforzamiento o debilitamiento de las junturas sinápticas.
- ◆ Se forman nuevas memorias al modificar o reforzar algunas sinapsis.
- ◆ Por ejemplo, memorizar la cara de una persona que nos presentan, consiste en alterar varias sinapsis.

Capacidades emergentes

- Capacidad de procesamiento paralelo.
- Capacidad adaptativa.
- Capacidad asociativa.
- Capacidad de auto-organización.
- Capacidad de generalización, clasificación, extracción y optimización.
- Tolerancia a Fallas
- Operación en tiempo real

Conceptos Vecinos

- Construcción y reconocimiento de Patrones
- Retroalimentación
- Inteligencia Social
- Interacciones locales: directas e indirectas (estigmergia)
- Auto-organización



Conceptos Vecinos a la Emergencia

Auto-organización

- La emergencia y la auto-organización **consideran diferentes propiedades en un sistema**, representan aspectos diferentes de un sistema. Incluso, ambos fenómenos pueden existir de manera aislada.

"La auto-organización se refiere a sistemas que pueden organizarse sin una dirección, manipulación o control externo".

- Dos aspectos claves para la auto-organización son la **"autonomía" y "ajuste de la estructura"**.

Conceptos Vecinos a la Emergencia

Reina

Relación de dependencia y protección...

AUTOORGANIZACIÓN

obrera

obrera

obrera

obrera

obrera

...más no de control (dominio) y obediencia

Conceptos Vecinos a la Emergencia

Emergencia	Auto-organización
<i>Efecto Micro-Macro</i>	<i>Aumento del Orden</i>
<i>Novedad Radical</i>	<i>Autonomía</i>
<i>Coherencia</i>	<i>Adaptación (aprendizaje, evolución)</i>
<i>Interacción de las partes</i>	<i>Robustez</i>
<i>Control Descentralizado</i>	<i>Anticipación (cognición</i>
<i>Relación Bidireccional</i>	
<i>Robustez y flexibilidad</i>	

la esencia de la emergencia es la existencia de un comportamiento global nuevo, diferente del de los elementos constitutivos del sistema. La esencia de la auto-organización es un comportamiento adaptable que de forma autónoma adquiere y mantiene un orden

Reconocimiento de Patrones

- Patrón en el tiempo es uno de los milagros de la emergencia: barrios, etc.
- Requiere de mecanismos de aprendizaje
- Aprendizaje no dependen siempre de la conciencia. También se aprende de forma inconsciente:
 - Almacenar una información y saber donde encontrarla
 - Reconocer y responder a patrones



ENCONTRAR PATRONES

SER CAPAZ DE RECONOCER Y RESPONDER AL CAMBIO DE PATRONES.

Hacer el sistema más eficaz respecto a los objetivos.

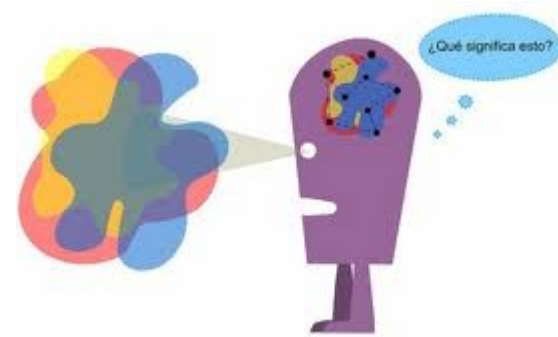


Figura 48. Reconocimiento de patrones

Se presentan cambios de fase o cambios de estado a seguir.

Cambios repentinos, instantáneos y definidos.

Conceptos Vecinos a la Emergencia

Auto-poyesis

- Proviene del griego 'auto' y 'poiesis' (producción, creación).

propiedad de un sistema para producirse por sí mismo (o también mantenerse, definirse a sí mismo).



- Maturana y Varela usaron el término para caracterizar sistemas que:
 - Mantienen la definición de su organización a pesar de perturbaciones del medio ambiente
 - Regeneran sus componentes en el curso de su operación

La autopoyesis es más que la auto-organización

Conceptos Vecinos a la Emergencia



Auto-poyesis

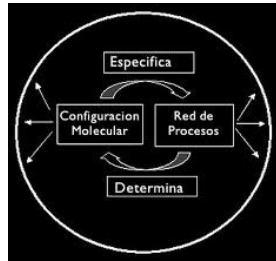
un sistema autopoiético se organiza como una red de procesos de producción de componentes que:

- Se regenera continuamente y se da cuenta de la red que lo produce,
- Se constituye como una unidad distinguible en el dominio en el que existe.

El ejemplo clásico de un sistema autopoiético es la célula biológica.

La célula biológica está hecha de componentes bioquímicos diferentes (ácidos nucleicos, proteínas, etc.), y está organizada según diferentes estructuras. Estas estructuras, basadas en las moléculas que la componen y la energía "producida" por los flujos de sus componentes, se mantienen y crean nuevos componentes.

Conceptos Vecinos a la Emergencia



Auto-poyesis

No toda emergencia es auto-poyetica ni todo proceso auto-poyetico es emergente.

- **Un sistema emergente será auto-poyetico** si lo que emerge es su auto-creación desde su auto-referencia,
- **Un sistema auto-poyetico será emergente** si la auto-creación es una novedad producto de las interacciones de sus componentes (irreductible a ellos).

Conceptos Vecinos a la Emergencia

Estigmergia

- Introducido por Grassé para describir una forma de comunicación indirecta mediada por modificaciones al medio ambiente
- Viene de los términos griegos “marca” (estigma) y “trabajan” (ergon).
- Es la base del proceso de cooperación en las sociedades de insectos
- Permite concebir un mecanismo de retroalimentación basado en esas interacciones indirectas entre los agentes y el entorno



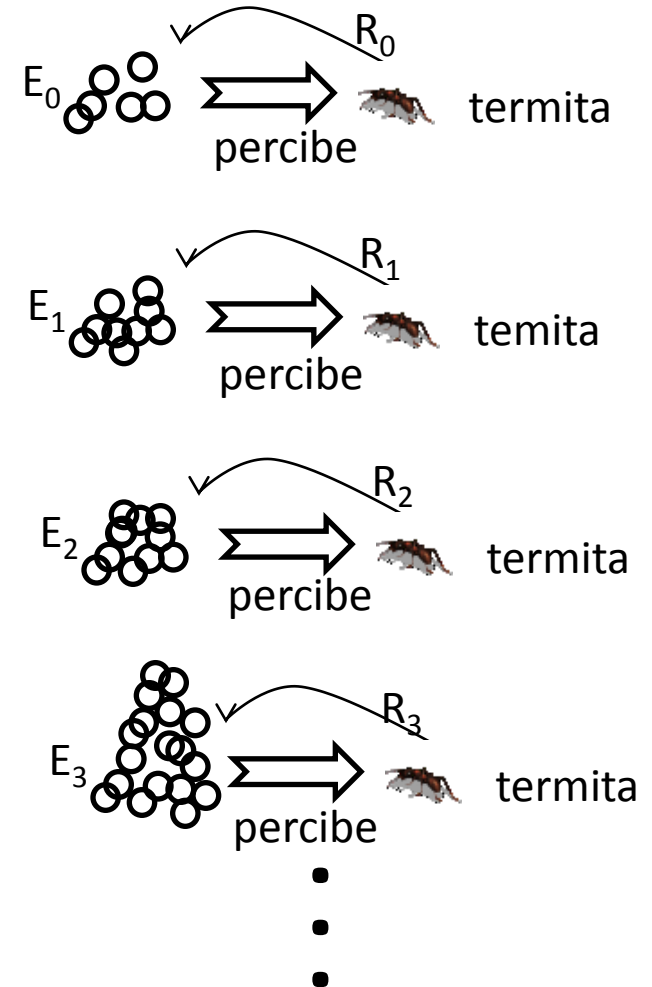
Conceptos Vecinos a la Emergencia

Estigmergia

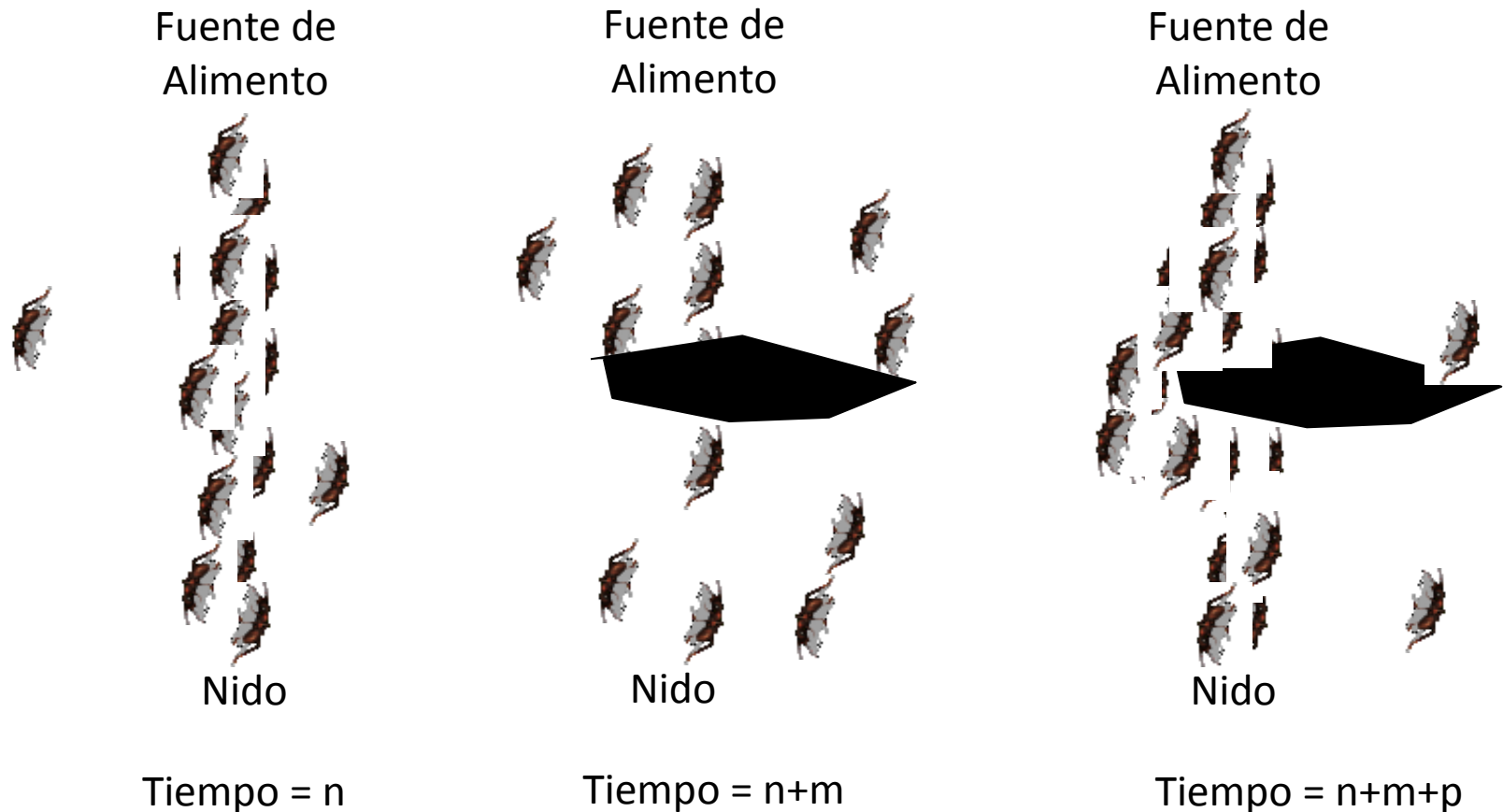
Proceso estigmérgico en la construcción de pilares en las termitas (E_i : estado actual, R_i , respuesta de la termita)

En la stigmergia se pueden dar dos situaciones

- Una en la que la comunicación es a través de la modificación de un entorno físico.
- Otra en la que la comunicación es a través de una marca de un mecanismo de señalización.



Conceptos Vecinos a la Emergencia



Fenómeno de estigmergia en las colonias de hormigas

Conceptos Vecinos a la Emergencia

Estigmergia

- Como mecanismo de **coordinación social** basada en la interacción a través de modificaciones locales de un entorno compartido,
- Las modificaciones al medio ambiente **son susceptibles de una interpretación** en el contexto de un sistema convencional de signos compartidos,
- Los agentes **interactúan en función de las capacidades cognitivas usadas en las interacciones**,
- El medio ambiente es un **espacio de trabajo** compuesto de artefactos necesarios para el proceso estigmérgico (señales u objetos).
- Algunos de los mecanismos básicos estigmérgicos que pueden ser incrustados en los artefactos son ***Difusión Agregación, Selección y Evaporación o disipación:***

Conceptos Vecinos a la Emergencia

Retroalimentación

- En un sistema habitualmente hay una propagación de una señal externa desde la entrada hacia la salida,

La retroalimentación describe la propagación de la señal en el sentido inverso.

- La retroalimentación ha sido usada para generar procesos **auto-catalíticos y de auto-reforzamiento.**

ESCUCHAR A LA RETROALIMENTACIÓN

Todos los sistemas descentralizados dependen en gran medida de la retroalimentación, tanto para su crecimiento como para su regulación.

Hasta el incidente más pequeño puede convertirse en gran acontecimiento.

Conceptos Vecinos a la Emergencia

Retroalimentación

- ***Retroalimentación Positiva.*** son reglas de comportamiento simples que promueven la creación de estructuras. La característica clave de la retroalimentación positiva es que las pequeñas perturbaciones se amplifican.
- ***Retroalimentación Negativa.*** ayuda a estabilizar un patrón colectivo, tomando formas como saturación, agotamiento o competición. En el caso de esta retroalimentación, contrario a la retroalimentación positiva, lo que se busca es la estabilización.

los bucles de retroalimentación positiva son controlados por la Retroalimentación Negativa para limitar sus efectos.

Bases para un sistema emergente

- Un sistema emergente debe adaptarse
- Ajustarse a diferentes tipos de retroalimentación
 - **Retroalimentación positiva:** pone en movimiento
 - **Retroalimentación negativa:** alcanza puntos de equilibrio

“Cuando deseamos que un mecanismo siga un patrón, la diferencia entre el patrón y el mecanismo se usa como dato para la autorregulación”(homeostasis)
(cómo la llamó Wiener el precursor del PC moderno))

Conceptos Vecinos a la Emergencia

Inteligencia Colectiva o Social

También llamado *Inteligencia de Enjambre*, es un paradigma relativamente nuevo que se aplica en una serie de entornos compuesto de entidades distribuidas que interactúan entre sí.

- El concepto de *enjambre* sugiere multiplicidad, aleatoriedad y desorden; y el concepto de *inteligencia* sugiere que es un método racional de resolución de problemas

Conceptos Vecinos a la Emergencia

Inteligencia Colectiva o Social

También conocida como **sabiduría global**, requiere de ciertos principios asociados al “**Paradigma de la Sabiduría de las Multitudes**”,

- ***Diversidad de Opinión:*** los individuos deben poseer opiniones, o conocimientos sobre un tema, lo suficientemente diversos como para poder abarcar todo el espectro de posibles opiniones.
- ***Independencia de Opinión:*** cada persona debe sentirse verdaderamente libre para expresar su opinión.
- ***Descentralización:*** cada quien ponga a prueba su propio punto de vista, en vez de responder a directrices que vengan desde arriba.
- ***Agregación:*** debe haber un mecanismo que exprese, resuma, y convierta los aportes individuales (conocimiento individual) en aportes colectivos (conocimiento de grupo).

Conceptos Vecinos a la Emergencia

Algunos ejemplos de enjambres en la naturaleza y sus comportamientos colectivos

Tipo de Enjambre	Comportamiento
Bacterias, Moho Fangoso	Generación de patrones
Hormigas	Formación de caminos
Hormigas	Organización de nidos
Hormigas	Transporte cooperativo
Hormigas, Abejas	Selección de la fuente de alimentos
Abejas	Termo-regulación
Avispas	Asignación de tareas
Abejas, Avispas, Avispones, Termitas	Construcción de colmenas
Luciérnagas, bancos de peces, bandadas de aves	Sincronización
Arañas	Construcción de redes
Peces	Cardumen
Aves	Bandadas
Lobos	Asedio de presas

Computación Emergente: Modelos de Insectos

Emergencia en el Reino Animal

Colonias de Hormigas

Búsqueda de Alimento

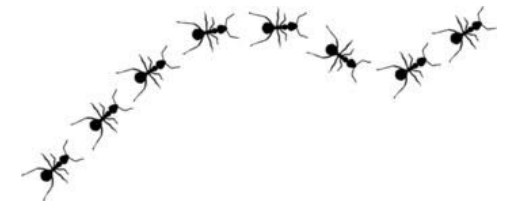
División del trabajo

Reclutamiento (migración de nidos, etc.)

Organización del ambiente (construcción de nidos)

Agregación (cementorios, clasificación de crías)

Transporte de Objetos



Abejas

Escogencia del Sitio para construir el Nido

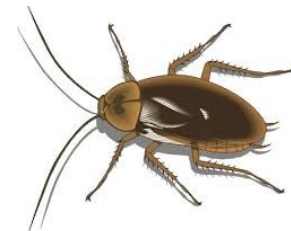
Búsqueda del Néctar

Comportamiento Defensivo

Construcción de Panales

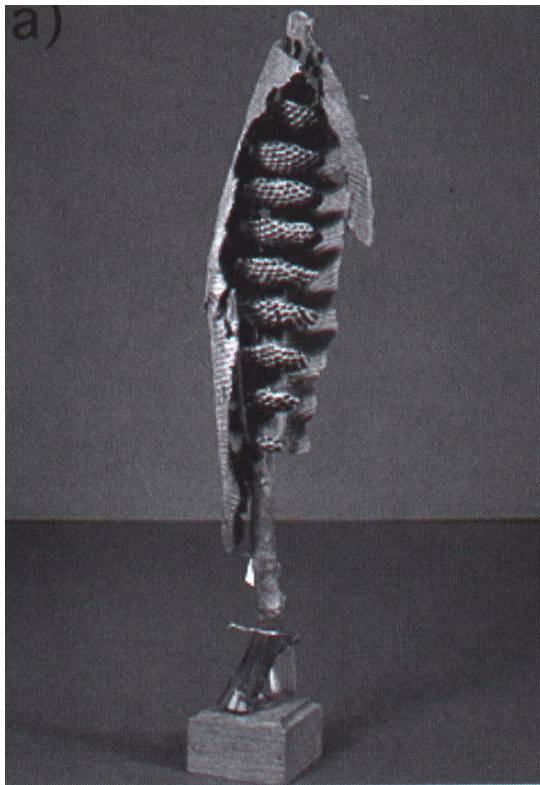


Cucarachas



Ejemplos

- Construcción de nidos
- Transporte de objetos

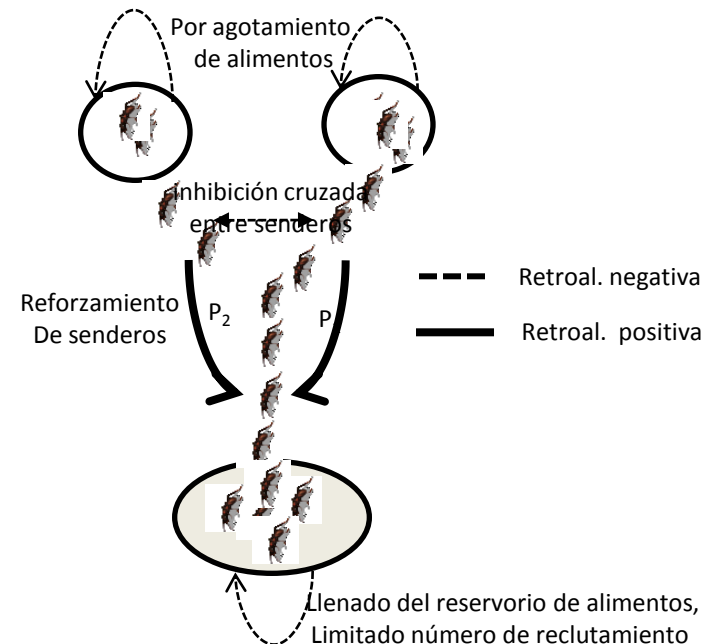


Emergencia en el Reino Animal

Algunos aspectos interesantes del modelo no lineal presente en las hormigas

- La idea de **Bifurcación**
- El esquema básico de interacción
- Los **patrones** dinámicos
- Los lazos de **retroalimentación**
- Capacidad de **auto-organizarse** para adaptarse
- Manejo de la **incertidumbre y complejidad** del medio ambiente

Ejemplo del efecto de las retroalimentaciones positivas y negativas en las colonias de hormigas buscando alimentos



Sociedades de Insectos

**Sistema basado en la macrointeligencia y la adaptatividad
derivada del conocimiento local**

Autonomía vs. Control

Emergente vs. Programado

Distribuido vs. Centralizado

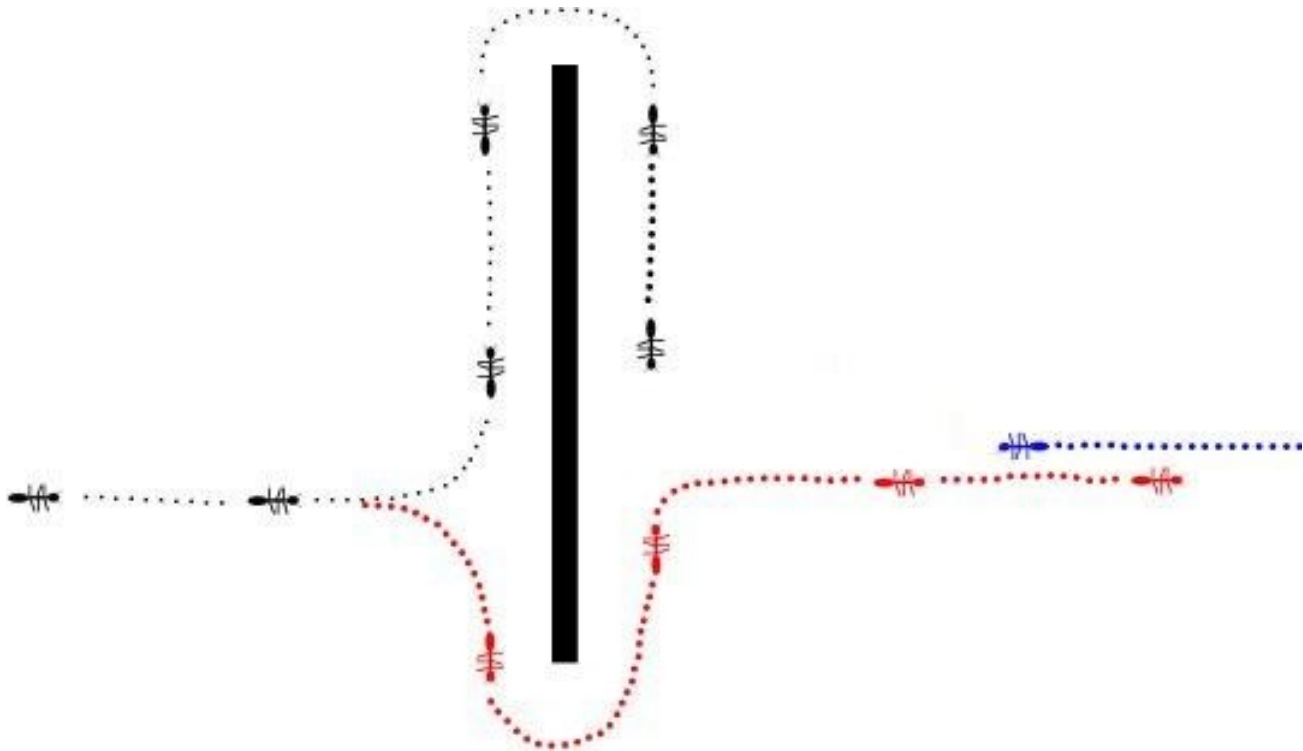
Ideas Claves

- Especies Polimorfas
- Plasticidad
- Robustez
- Flexibilidad
- Comportamiento Colectivo

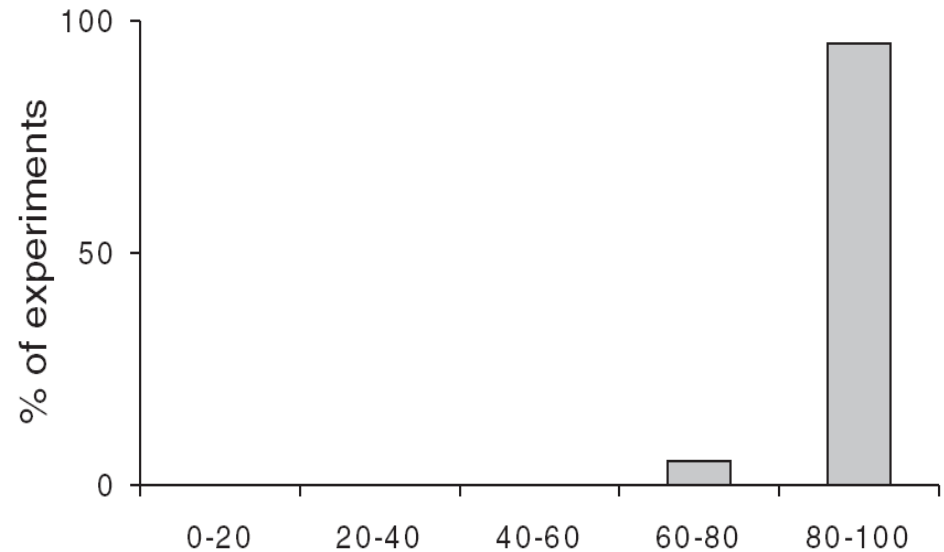
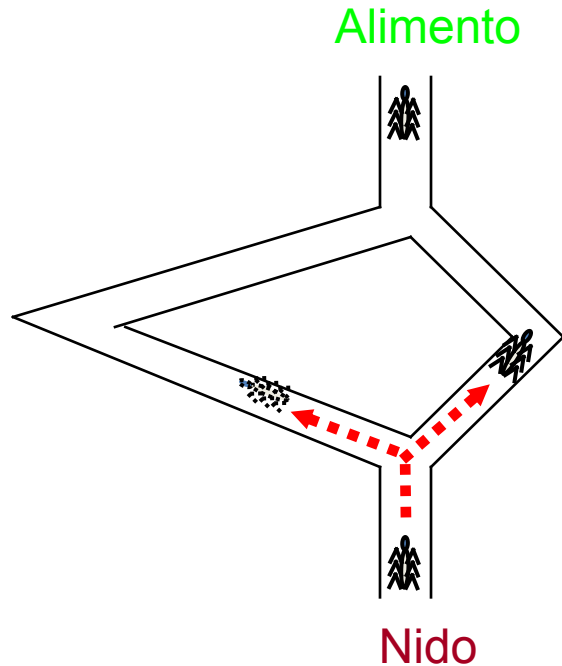
Comportamiento de las Hormigas



Experimento de base



HORMIGAS REALES



LAS HORMIGAS COORDINAN SUS ACTIVIDADES EXPLOTANDO LA COMUNICACIÓN INDIRECTA MEDIADA POR MODIFICACIONES DEL AMBIENTE EN EL CUAL SE MUEVEN = COMUNICACIÓN *STIGMERGY*

Comportamiento como saqueo-forraje de las Hormigas

Auto-organización:

- Deposito de *feromona*
- Seguimiento de los *feromona*

Caso 1: Puente Binario

$$P_A = 1 - P_B = \frac{(k + A_i)^n}{(k + A_i)^n + (k + B_i)^n}$$

A_i : Numero de hormigas que toman camino A

k: grado de atracción

n: grado de no linealidad

Comportamiento como saqueo-forraje de las Hormigas

Caso 2: Los Patrones de incursión/ataques de grupos/armadas de hormigas

Probabilidad de moverse:

$$P = \frac{1}{2} \left[1 + \tan g \left(\frac{F_i + F_d}{100} - 1 \right) \right]$$

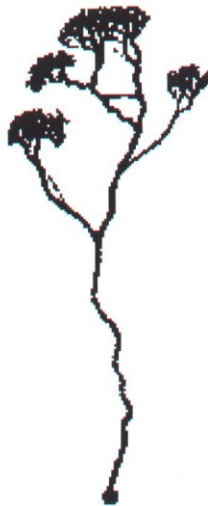
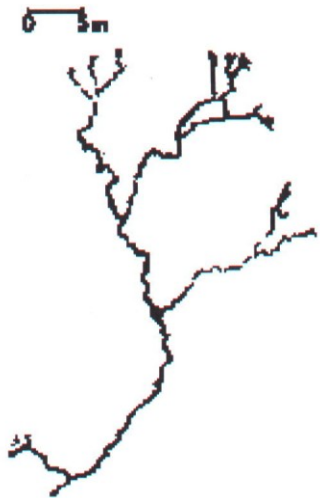
$F_d(i)$: cantidad feromona a la derecha (*izquierda*)

Probabilidad de moverse a la izquierda:

$$P_i = \frac{(4 + F_i)^2}{(4 + F_i)^2 + (4 + F_d)^2}$$

Comportamiento como saqueo-forraje de las Hormigas

- Sistemas Reales
- Simulaciones



Sistemas Artificiales de Hormigas

Regla de Transición:

$$P_{rs}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\gamma_{rs}(t)]^\alpha [\eta_{rs}]^\beta}{\sum_{u \in J_r^k} [\gamma_{ru}(t)]^\alpha [\eta_{ru}]^\beta} & \text{Si } s \in J_r^k \\ 0 & \text{De lo contrario} \end{cases}$$

$\gamma_{rs}(t)$: Cantidad de feromona,
 $J_k(r)$: nodos aun no visitados,

η_{rs} : inverso de la distancia
 β y α : parámetros

Regla de actualización de las trazas:

$$\gamma_{rs}(t) = (1 - \rho) \gamma_{rs}(t-1) + \sum_{k=1}^m \Delta \gamma_{rs}^k(t)$$

$(1-\rho)$: tasa de evaporación, m : numero de hormigas
 $\Delta \gamma_{rs}^k(t)$: cantidad de traza que se deja por unidad de longitud

Sistemas Artificiales de Hormigas

Cantidad dejada de *feromona*

$$\Delta\gamma_{rs}^k(t) = \begin{cases} 1/L_k(t) & \text{Si arco}(r,s) \in \text{tour completado por hormiga } k \\ 0 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

Extensiones

- Exploración vs. Explotación
- Regla Actualización global vs. Local

Sistemas Artificiales de Hormigas

- Retroalimentación Positiva
 - Reforzar buenas soluciones
- Retroalimentación Negativa
 - Evaporación
- Comportamiento Colectivo Paralelo
- Apropiado para problemas dinámicos
(no convergencia)

División del Trabajo y Asignación de Tareas

División del Trabajo y Asignación de Tareas

- Elasticidad del comportamiento de los individuos
- Reacción a estímulos asociados a tareas
- Especialización
- Plasticidad
- Robustez/Elasticidad

Modelo de Umbral de Respuesta y Aprendizaje

Umbral de Respuesta

- Cada Individuo:
umbral de respuesta por tarea
- Caso individuo que hace una tarea desaparece:
estimulo asociado a la tarea aumenta en intensidad en el resto de los individuos
- Tarea hecha por un individuo:
reduce intensidad del estimulo asociado a esa tarea

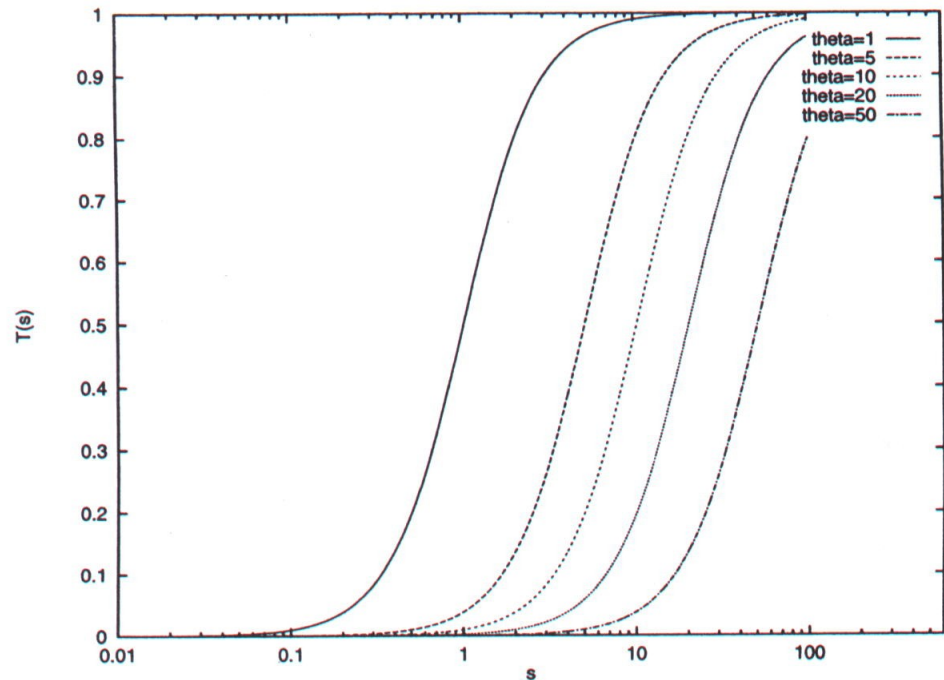
Umbral de Respuesta

- Función de Respuesta: *probabilidad de realizar la tarea en función de la intensidad del estímulo s*

$$T_{\theta}(s) = \frac{s^n}{s^n + \theta^n}$$

θ : umbral de respuesta

n : grado de no linealidad
del modelo



Especialización

Probabilidad que individuo i haga tarea j

$$T_{\theta_{ij}}(s_j) = \frac{s_j^n}{s_j^n + \theta_{ij}^2}$$

Actualización de θ_{ij} es

β : tasas de aprendizaje

$$\theta_{ij} = \theta_{ij} - x_{ij}\beta\Delta t + (1 - x_{ij})\lambda\Delta t$$

λ : tasa de olvido

Aplicación: Asignación de Tareas Adaptativa

- Probabilidad que individuo i localizado en la zona $z(i)$ responda a la demanda s_j en zona j

$$P_{ij} = \frac{s_j^n}{s_j^n + \alpha \theta_{ij}^2 + \beta d_{z(i),j}^n}$$

β, α : coeficientes positivo

$d_{z(i),j}$: distancia entre la zona $z(i)$ y j o cualquier factor como embotellamiento

- Actualización del Umbral de Respuesta

$$\theta_{i,j} = \theta_{i,j} - \xi_0$$

$$\theta_{i,n(j)} = \theta_{i,n(j)} - \xi_1 \quad \forall n(j)$$

$$\theta_{i,k} = \theta_{i,k} + \lambda \quad \forall k \neq j \text{ y } k \notin n(j)$$

ξ_0, ξ_1 : coeficientes de aprendizaje

λ : coeficiente de olvido

$n(j)$: conjunto de zonas alrededor de j

Ordenamiento y Agrupamiento

Ordenamiento y Agrupamiento

- Comportamientos en sociedades de insectos:
 - Agrupar cadáveres para formar cementerios
 - ordenar larvas para formar pilas
- Agentes caminan aleatoriamente y depositan objetos según información local

Ordenamiento y Agrupamiento

- **Agrupar cadáveres**

- cadáveres distribuidos aleatoriamente
- Retro-alimentación positiva

=> feromona de agregación

- **Ordenar larvas**

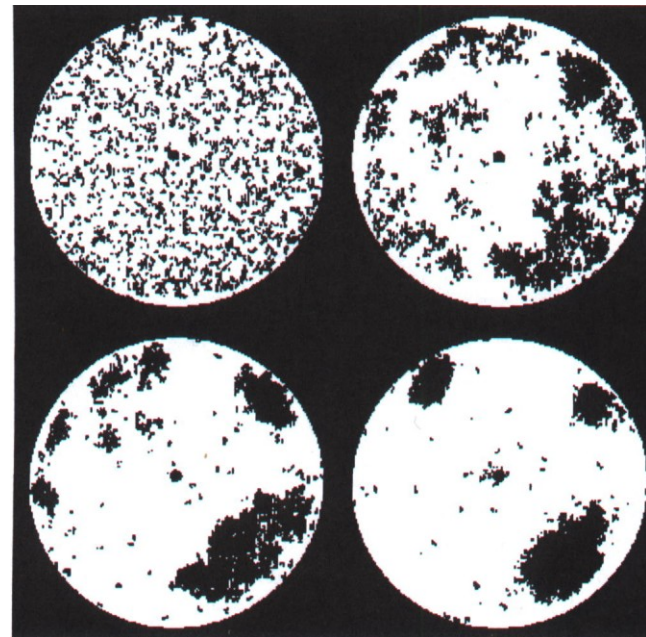
- Trabajadores depositan larvas según tamaños:
Larvas grandes en la periferia y pequeñas en el centro
- Diferente cantidad de espacio es asignado a cada tipo de larva

Ordenamiento y Agrupamiento

- Ordenamiento



- Agrupamiento



Agrupamiento

- **Objetivo:** Objetos aislados deben ser recogidos y depositados en sitios donde hallan mas del mismo tipo
- **Modelo para un solo tipo de objeto**
 - Probabilidad para un agente sin carga recoja un objeto

$$P_R = \left(\frac{K_1}{K_1 + f} \right)^2$$

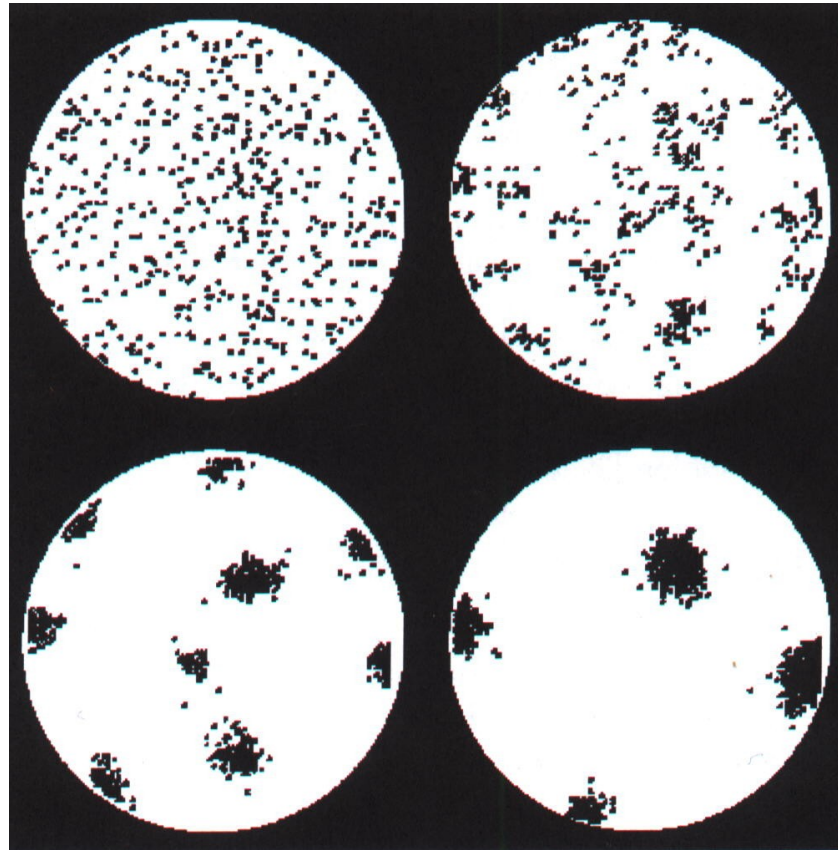
- Probabilidad para un agente con carga deposite un objeto

$$P_d = \left(\frac{f}{K_2 + f} \right)^2$$

K_1, K_2 : umbral (constante)

f : fracción de objetos percibidos en la vecindad del agente (f : numero de objetos durante los últimos T unidades de tiempo dividido por el numero de objetos máximo que se puede encontrar durante ese lapso de tiempo)

Agrupamiento: Resultados Simulaciones



Ordenamiento

- Suponga dos tipos de elementos A y B

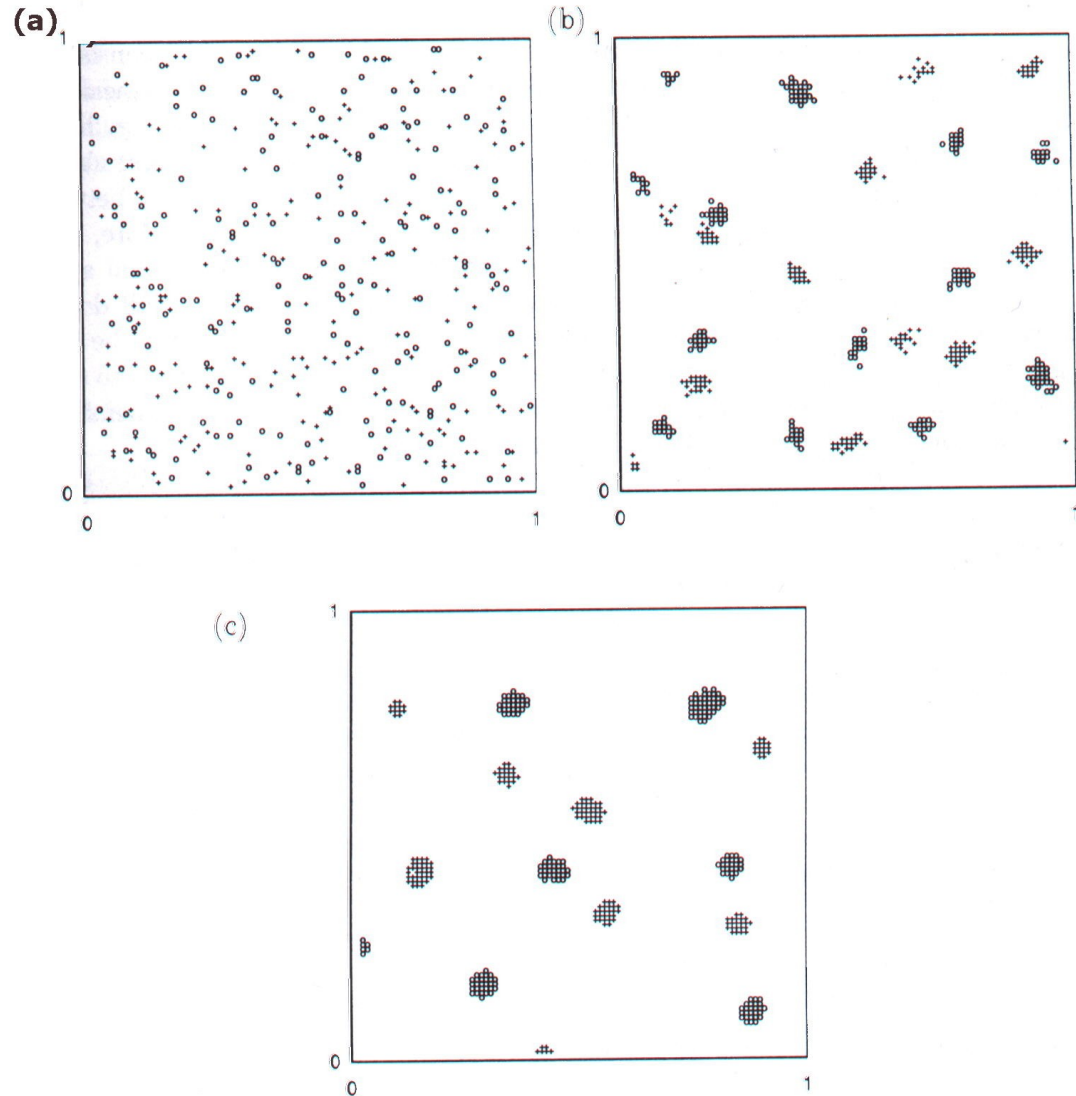
$$P_R(A) = \left(\frac{K_1}{K_1 + f_A} \right)^2$$

$$P_R(B) = \left(\frac{K_1}{K_1 + f_B} \right)^2$$

$$P_d(A) = \left(\frac{f_A}{K_2 + f_A} \right)^2$$

$$P_d(B) = \left(\frac{f_B}{K_2 + f_B} \right)^2$$

Ordenamiento: Resultados Simulaciones



Aplicación: Análisis de Datos

- Probabilidad de Recolección y Deposito

$$P_R(o_i) = \left(\frac{K_1}{K_1 + f(o_i)} \right)^2 \quad P_d(o_i) = \begin{cases} 2f(o_i) & \text{si } f(o_i) < k_2 \\ 1 & \text{si } f(o_i) \geq k_2 s \end{cases}$$

$f(o_i)$: similaridad promedio del objeto o_i con otros objetos o_j presentes en la vecindad de o_i (densidad local)

$$f(o_i) = \begin{cases} \frac{1}{s^2} \sum_{o_j \in \text{Vecino}_{(sxs)}(r)} \left[1 - \frac{d(o_i, o_j)}{\alpha} \right] & \text{si } f > 0 \\ 0 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

$d(o_i, o_j)$: distancia entre objetos o_i y o_j

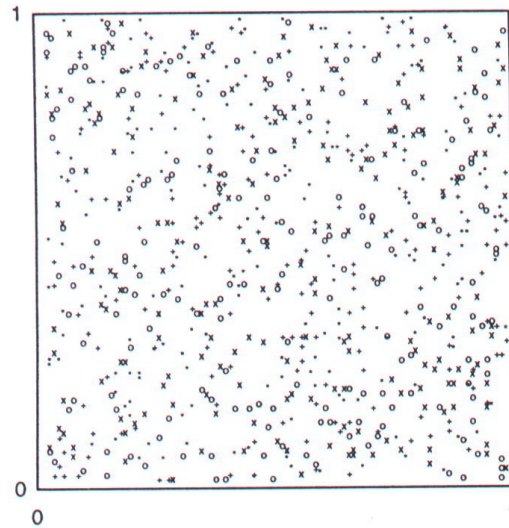
(distancia inter-grupo >> distancia intra-grupo)

α : factor de disimilaridad r : sitio donde esta agente

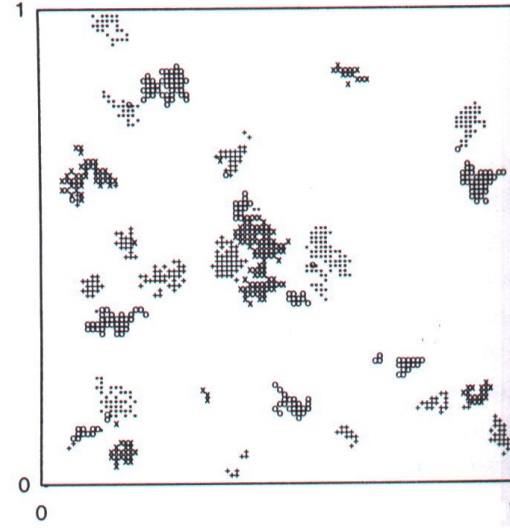
s^2 : sitios alrededor de r ocupados por objetos parecidos a o_i

Aplicación: Análisis de Datos

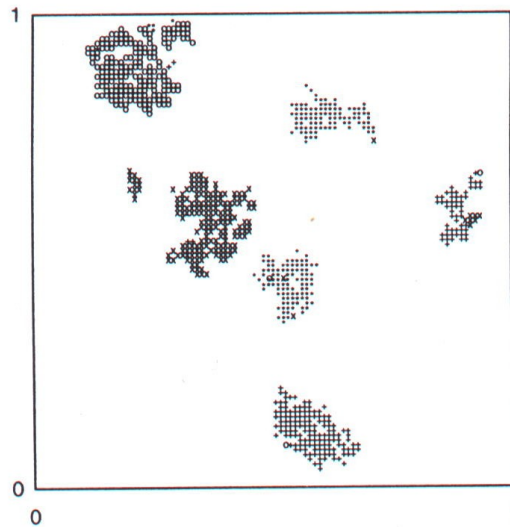
(a)



(b)



(c)

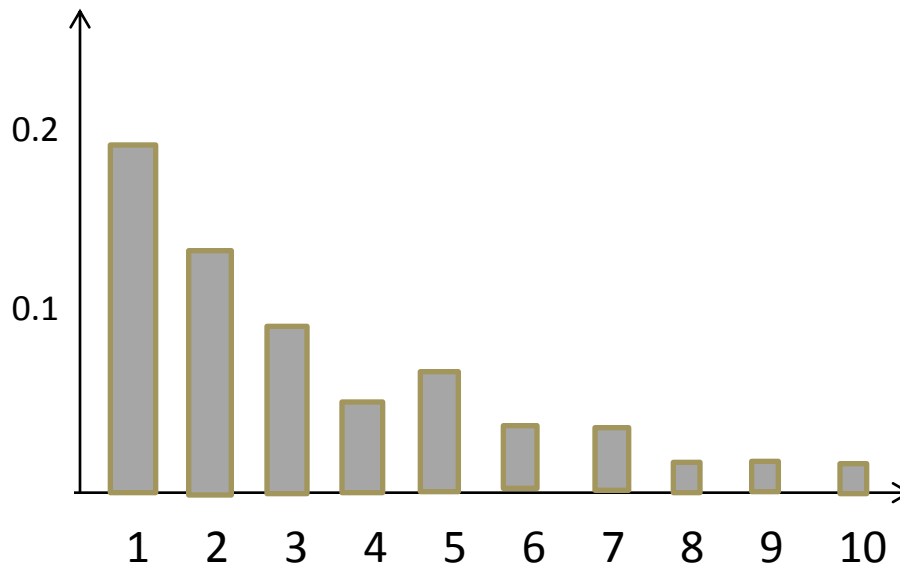


Modelos de abejas

Escogencia del sitio para construir el Nido

el fenómeno de la danza en un enjambre de abejas, para conseguir un nuevo nido en un bosque.

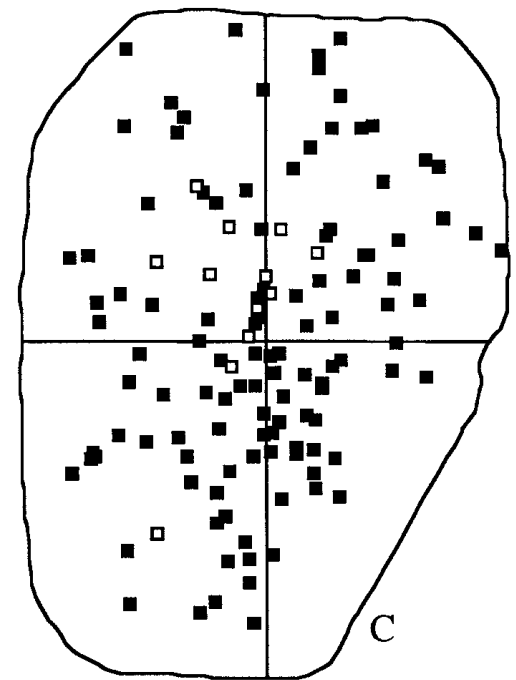
Proporción de danzas



Distancia al
nido (Km)

Escogencia del sitio para construir el Nido

Lugares de baile en el proceso de buscar un nido en tres momentos distintos: A) al inicio, B) un momento posterior C) hacia el final del proceso de selección



Escogencia del sitio para construir el Nido

El proceso para llegar a una decisión unánime requiere de tres aspectos

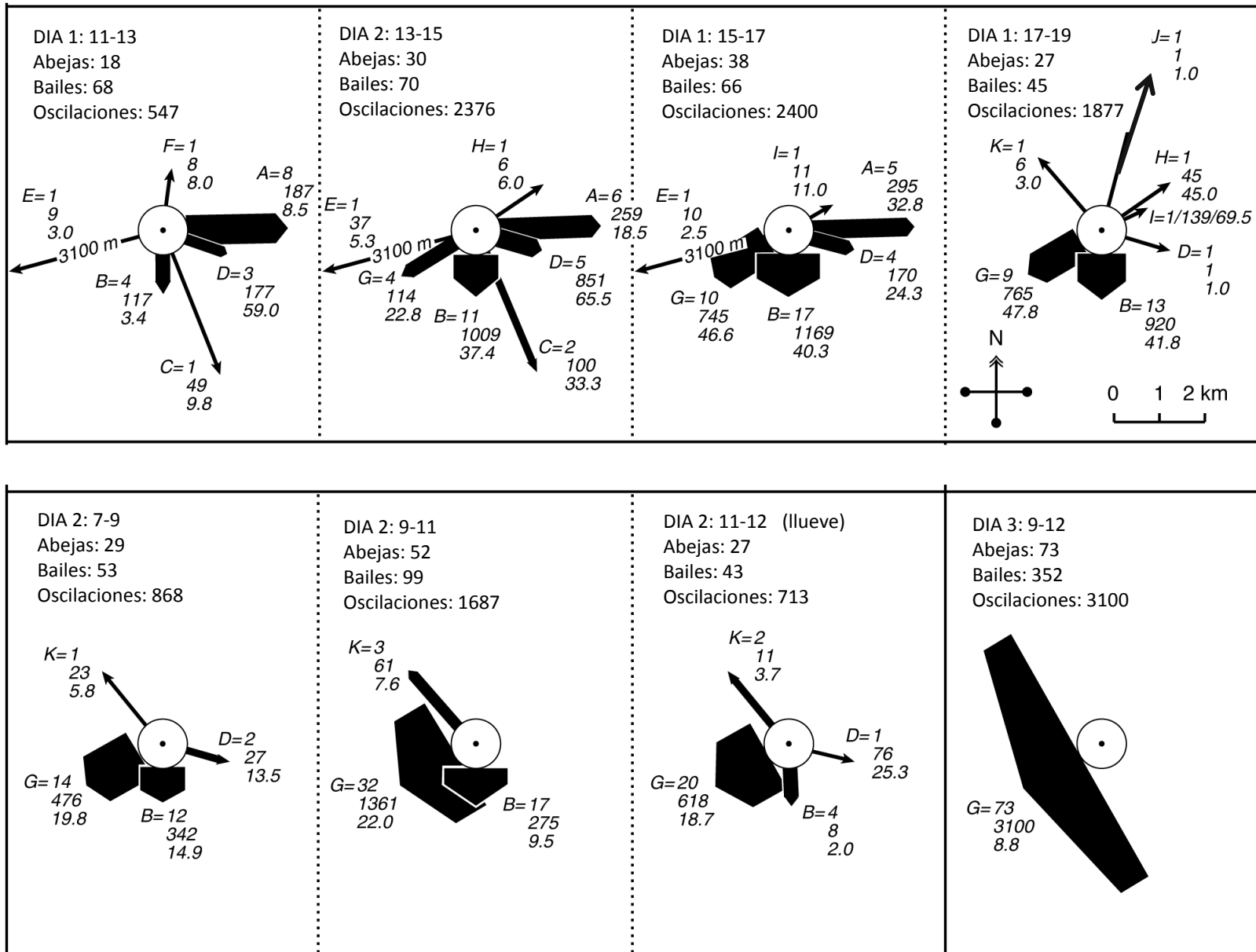
- Debe existir la comunicación de hallazgos, para que la información sobre los sitios se familiarice.
- Debe haber algún mecanismo, por el cual el reclutamiento y las visitas a los sitios no-elegido cese.
- Debe haber reconocimiento, de que el proceso se ha completado.

Escogencia del sitio para construir el Nido

Las características genéricas del proceso de decisión incluyen

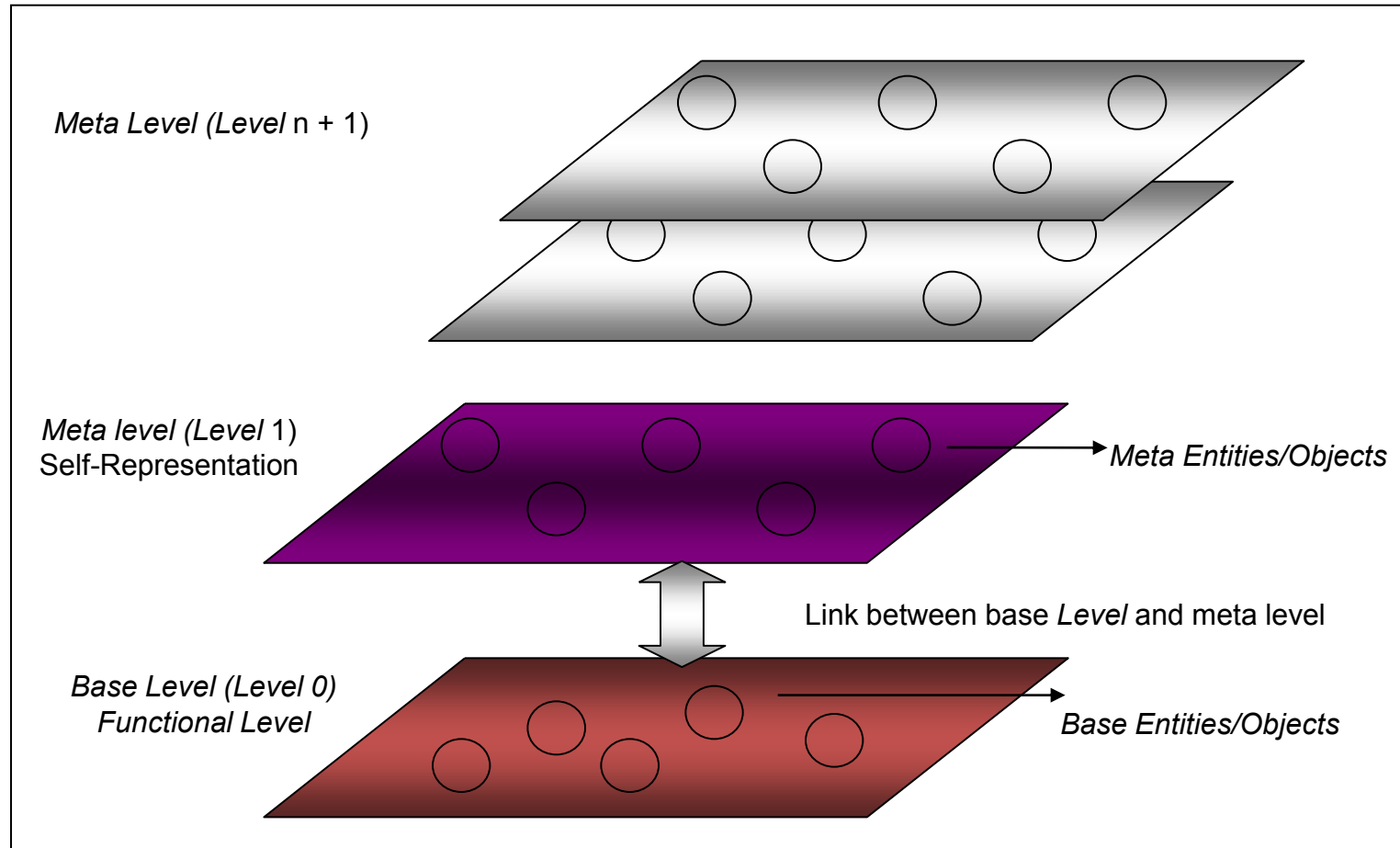
- Las abejas exploradoras localizan posibles sitios para anidar en todas las direcciones, y a distancias de hasta varios kilómetros del enjambre,
- Las abejas exploradoras anuncian una docena, o más, de potenciales sitios de anidación, pero con el tiempo anuncian un solo sitio,
- Al rato de aparecer la unanimidad entre ellas, el enjambre despega al nuevo sitio.

Historia de toma de decisiones en un enjambre



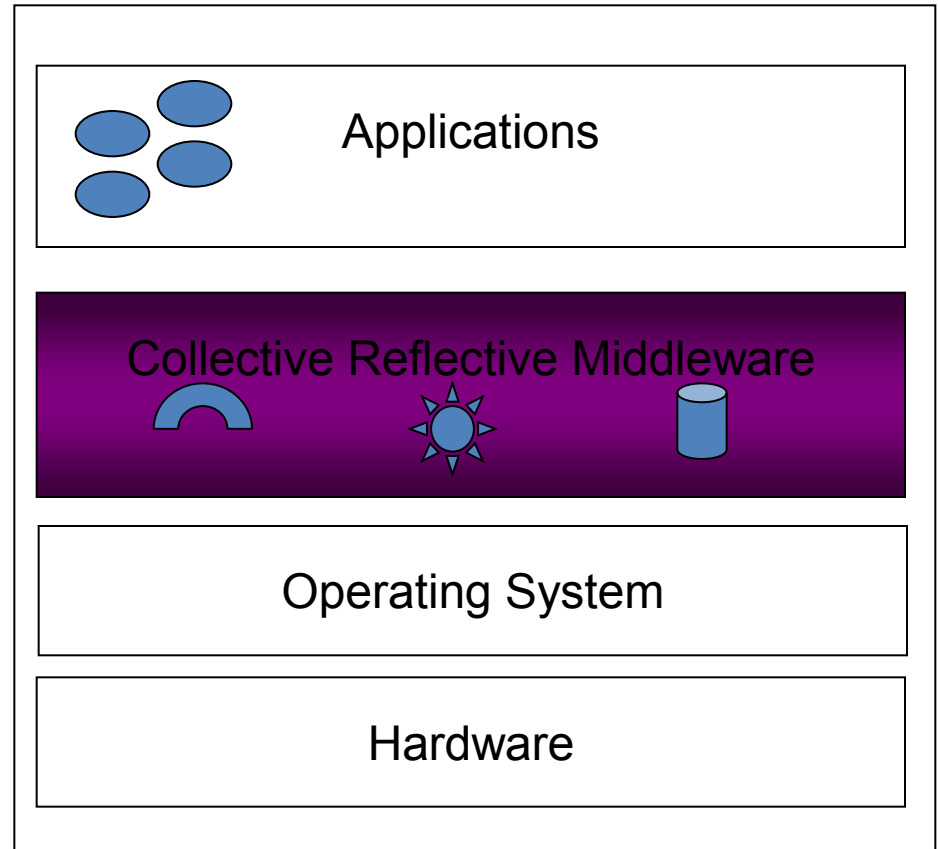
Aplicación

Reflection

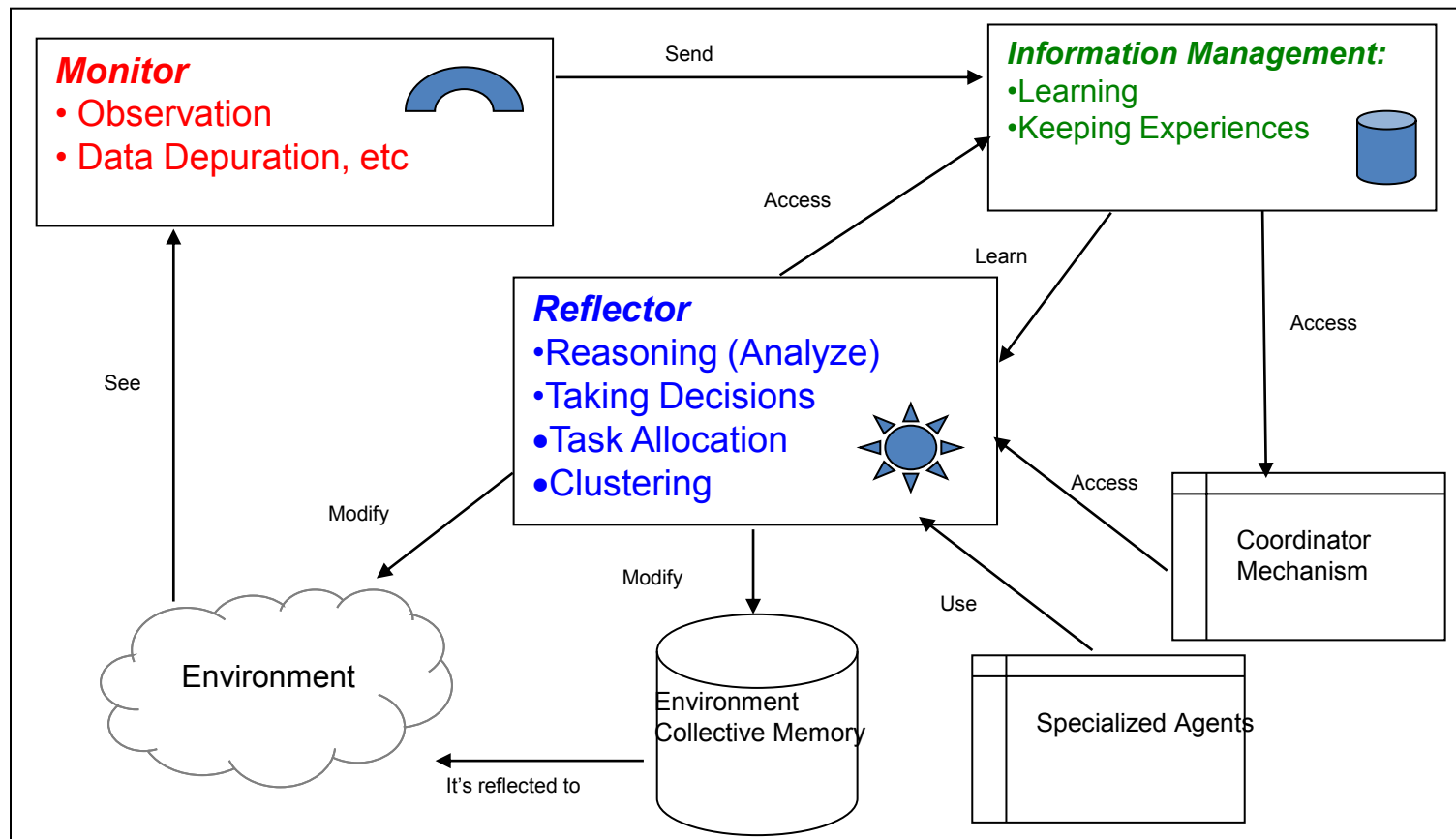


“Collective Reflective Middleware”

- Use of Artificial Collective Intelligence.
- They are inspired in component models.
- They have reflective layers oriented to generate collective introspection (state observation).
- Collective intercession (Model 1).
- Individual intercession (behavior and alteration of itself execution or meaning) is based on collective introspection (Model 2).
- Each software component exists inside a collective.
- Collective goals.
- There is a knowledge base that store present and historic information.

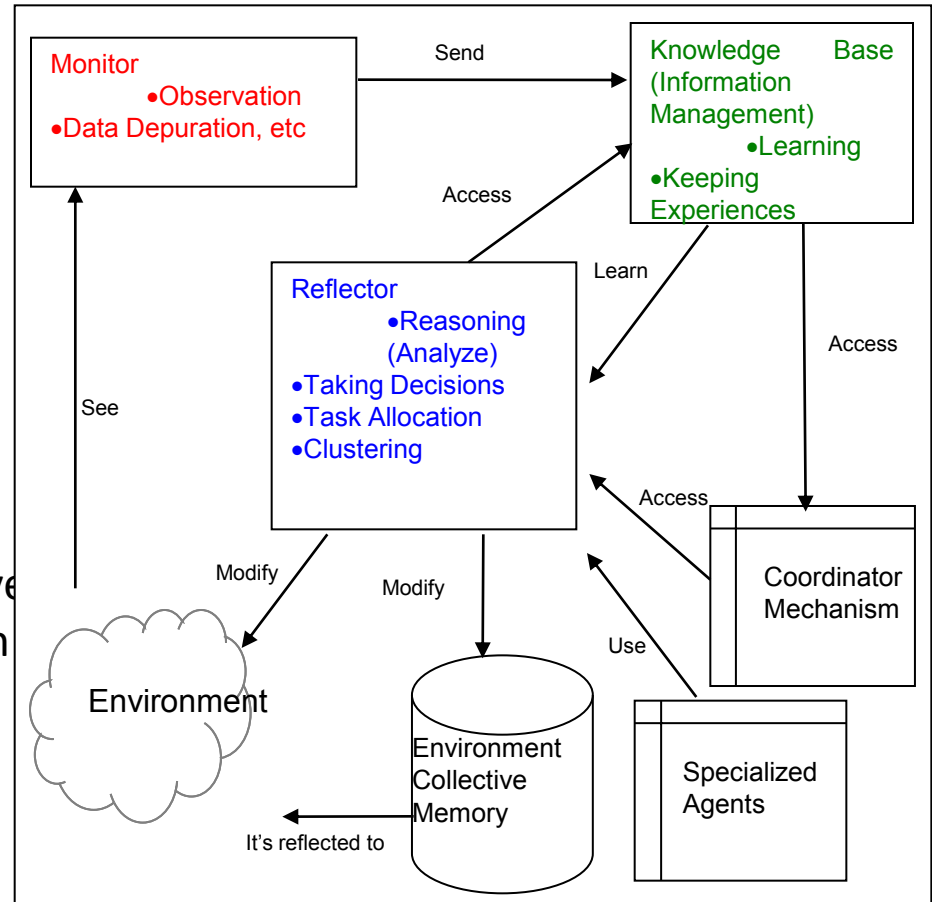


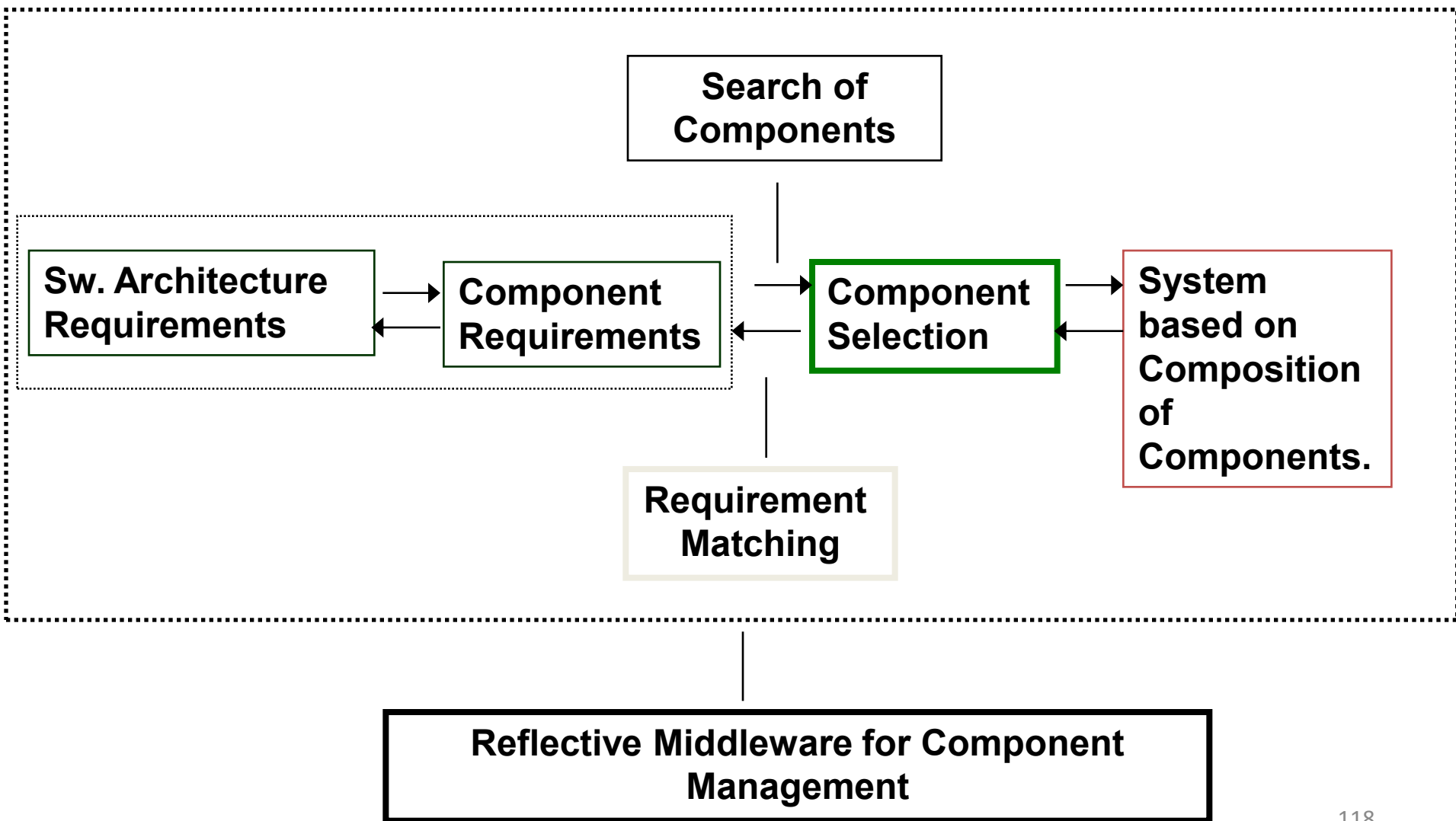
“Collective Reflective Middleware”



Macro Algorithm (Middleware Behavior):

- *Constraints: A set of applications or software components (collective) is supposed to be loaded.*
- Monitor gets information from the collective environment.
- Monitor pre-process information.
- Information is sent to Reflector and to the Information Manager.
- Reflector takes a decision based on previous phase and Information Manager.
- Reflector makes changes in the collective
- Information Manager keeps information about collective performance permanently.
- Information Manager learns from the result of each decision taken



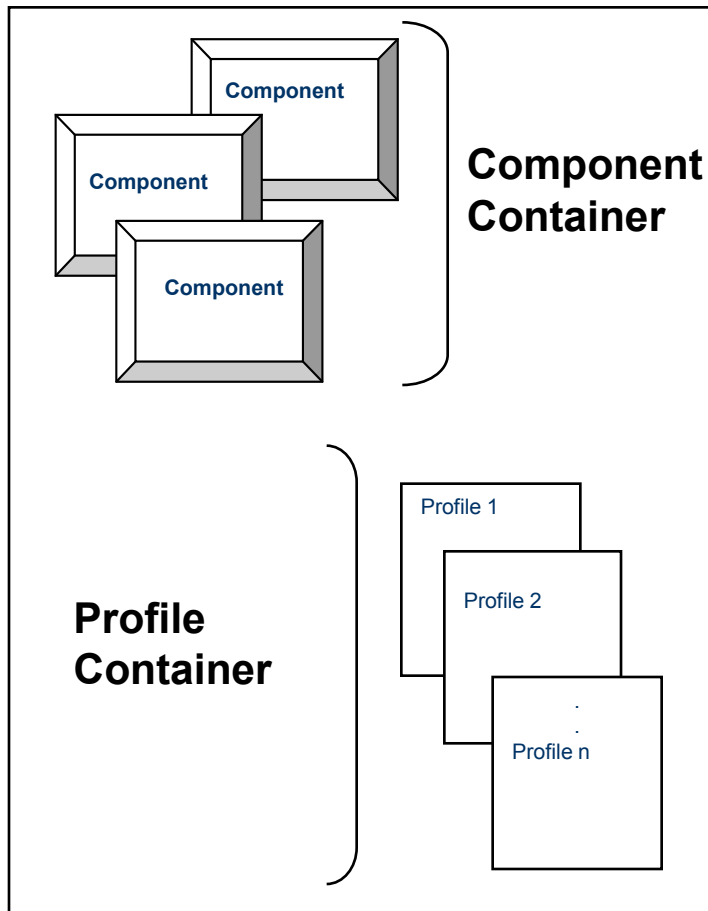


Component Selection Algorithm

This Selection Algorithm is inspired in a collective behavior, the following premises are needed:

- Each component must have a profile associated with its own characteristics. (.xml)
- The end user must give the initial requirements.
- The selection program should be able to update the component profile (its pheromone).
- Selection is based on a probabilistic method.

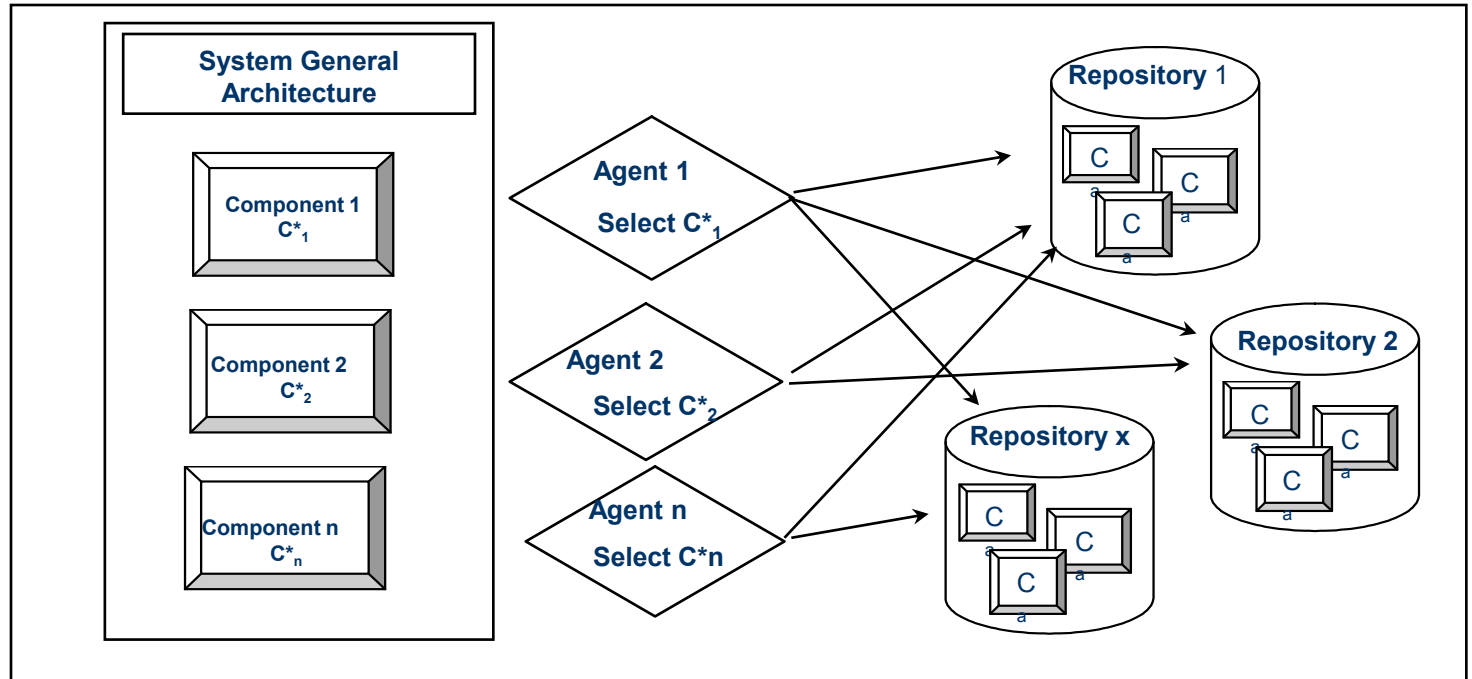
Component Selection Algorithm



```
<componentStaticInformation>
  <componentInformation>
    <uniqueID>SCAM2001</uniqueID>
    <name>Scriptable Application Manager</name>
  </componentStaticInformation>
  <profile1>
    <componentDynamicInformation>
      <pheromone>0.1</pheromone>
      <os>windows</os>
      <ms>3k</ms>
      <et>0.01</et>
    </componentDynamicInformation>
  </profile1>
  <profile2>
    <componentDynamicInformation>
      <pheromone>0.5</pheromone>
      <os>fedora</os>
      <ms>1k</ms>
      <et>0.05</et>
    </componentDynamicInformation>
  </profile2>
```

Component Selection Algorithm

Model A



Algorithm A

1. Create K agents, one for each component to select.
2. For $i = 1$ to K
 - 2.1. Identify possible group of C components to select using (1)
 - 2.2. Selection of component i using (2)
3. Analyze Performance (R) using (4)
4. Update Pheromone using (5) for each component profile of group C.

Component Selection Algorithm

Matching (Equation 1):

$$X_{ljk} = 1 + H_k - N_{ljk}$$

X -> Component Matching

H -> Ideal Component Characteristics

N -> Real Characteristics

j: Component, l: Repository, u: Profile, k: Agent.

Selection Probability (Equation 2):

$$P_{lju}^k(t) = \frac{[Y_{lju}(t)] [X_{lju}^k]^{-1}}{\sum_{rsn} [Y_{rsn}(t)] [X_{rsn}^k]^{-1}}$$

Component Selection Algorithm

Pheromone Update (equation 5)

$$Y_{lju}(t) \begin{cases} (1 - \alpha) * Y_{lju}(t) + \Delta Y_{lju}^k(t) & \text{If the component } jlu \text{ is chosen} \\ (1 - \alpha) * Y_{lju}(t) & \text{Otherwise} \end{cases}$$

Where R and $\Delta Y_{lju}^k(t)$ are:

$$R = f(ET, M) \quad (4)$$

$$\Delta Y_{lju}^k(t) = (X_{lju}^k * R)^{-1}$$

Aplicaciones Emergentes

Aplicaciones distribuidas

- Reunir a una serie de partes interesadas mutuamente con diversos grados de relación previa (tal vez ninguno) que deseen compartir sus recursos con el fin de alcanzar los objetivos individuales o globales.
- Tal vez el mejor ejemplo de una aplicación distribuida es el conjunto de protocolos de red que se ejecutan y de control del tráfico de red en Internet.

**algoritmos muy robustos son altamente distribuidas ,
y muy resistente a los fallos .**

Aplicaciones distribuidas

lo difícil que es escribir aplicaciones distribuidas.

- son difíciles de modificar y mantener.
- Sin embargo, un problema más difícil es que el comportamiento de estas aplicaciones no se expresa por el cálculo local, sino por el comportamiento que emerge de las interacciones de todos los nodos de cálculo que interactúan entre sí

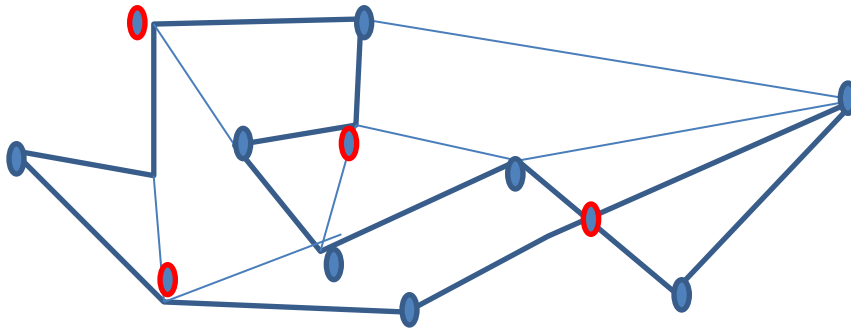
esto es muy difícil para un programador para visualizar estas interacciones .

Aplicaciones distribuidas

Ejemplos

- Algoritmos de Votos
- Algoritmos de enrutamiento
- Algoritmos de alineación den enjambre de robots

Algoritmo de Voto



- Cada nodo tiene una primera opinión de cualquiera bueno (azul) o mala (rojo)
 - Los nodos se comunican sus opiniones a sus vecinos
 - Nodo cambia de opinión si la mayoría de los nodos en el barrio son de la opinión contraria
 - informa del cambio a los vecinos
- Repita

Algoritmo de alineación den enjambre de robots

- Tenemos n robots en línea



- Queremos que se distribuyan uniformemente



Aplicaciones Emergentes

- Distribuidas
- Mucha interacción entre sus partes
- Partes normalmente simples
- Usan medio ambiente para comunicarse
- Emerge/Alcanzan un producto/objetivo