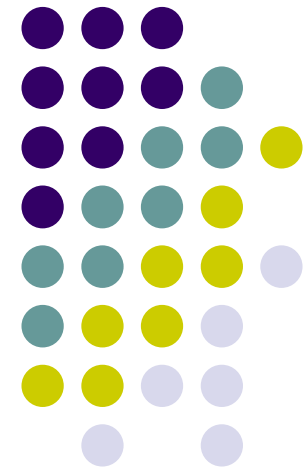




Optimización inspirada en la naturaleza

Efrén Mezura-Montes
Laboratorio Nacional de Informática Avanzada (LANIA AC)
Xalapa, Veracruz, MEXICO
emezura@lania.mx
<http://www.lania.mx/~emezura>

10ª feria de Posgrados CONACyT
Junio, 2009



Agenda

1. La demanda del mundo real
2. Heurísticas inspiradas en la naturaleza
3. Aplicaciones





1. La demanda del mundo real



Un ejemplo

- Diseño de una pieza tubular

- Variables

- Largo (l)
- Diámetro (d)
- Grosor (g)

- Condiciones $100\text{cm} \leq l \leq 1000\text{cm}$

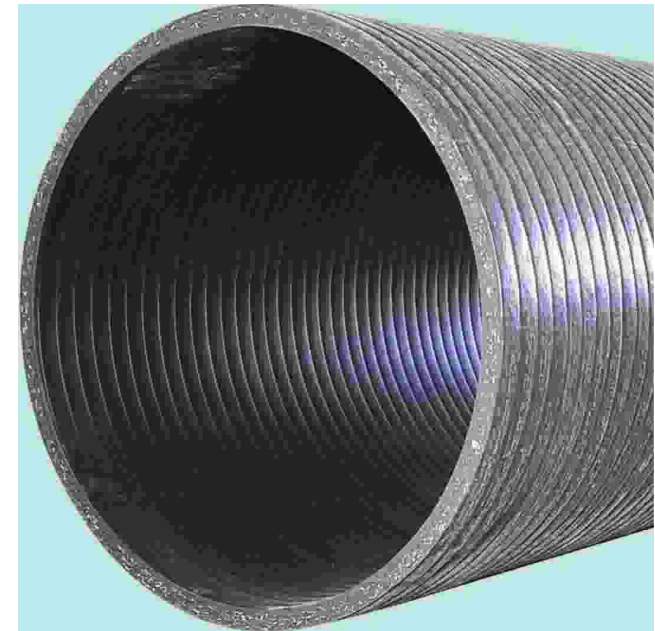
$$10\text{cm} \leq d \leq 50\text{cm}$$

$$1\text{cm} \leq g \leq 5\text{cm}$$

- Objetivo

- Minimizar el peso

$$f(l, d, g) = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 l + 0.35g^3$$

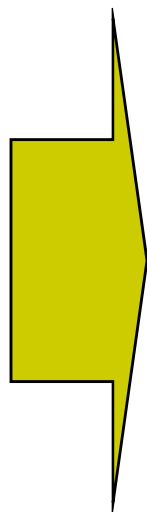




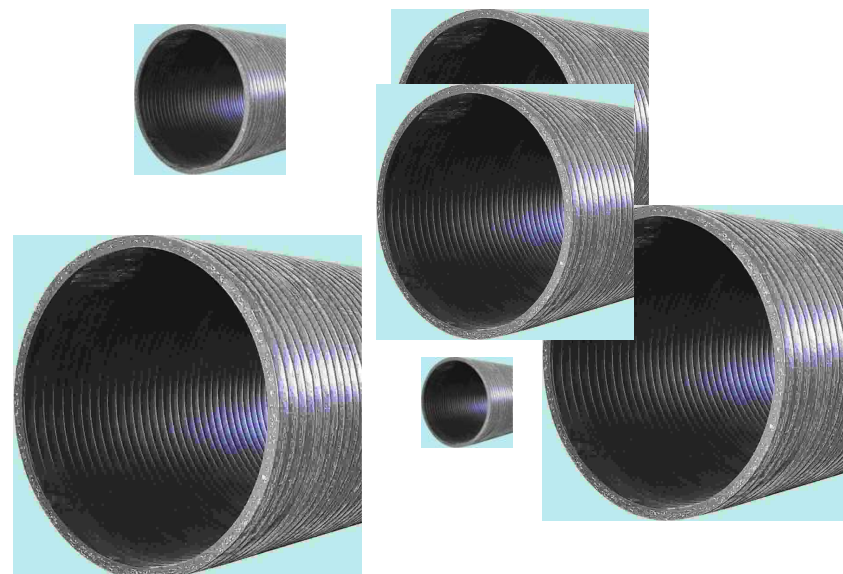
¿Cómo solucionarlo?

- Probar combinaciones

- $l=100, d=10, g=1$
- $l=100, d=10, g=2$
- $l=100, d=10, g=3$
- $l=100, d=10, g=4$
- $l=100, d=10, g=5$



$$f(l, d, g) = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 l + 0.35 g^3$$



¿Cuántas soluciones hay?



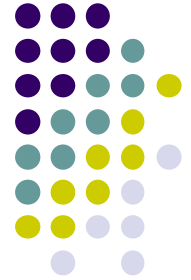
- Sol. de “l” X Sol. de “d” X Sol. de “g”
 $100\text{cm} \leq l \leq 1000\text{cm}$
- $901 \times 41 \times 4 = 147\,764$ soluciones
 $10\text{cm} \leq d \leq 50\text{cm}$
- Si agregamos 2 decimales de exactitud a cada solución ...
 $1\text{cm} \leq g \leq 5\text{cm}$
- $(901 \times 10^2) \times (41 \times 10^2) \times (4 \times 10^2) = 1.44 \times 10^{11}$
- $\approx 147,764,000,000$ soluciones

Los problemas con los problemas del mundo real

[Michalewicz. 2004]



- El número de soluciones posibles puede llegar a ser prohibitivo para una búsqueda exhaustiva
- El problema es muy complicado y sólo se pueden utilizar modelos simplificados del mismo
- La función objetivo puede variar con respecto al tiempo
- Las soluciones están altamente restringidas



Clasificación de problemas

- Optimización
 - Optimización paramétrica
 - Optimización con restricciones
 - Optimización de estructuras de datos
- Satisfacción de restricciones
- Aprendizaje de Máquina
- Programación automática
- Optimización dinámica



Técnicas clásicas

- La Investigación de operaciones es la parte de las matemáticas que ofrece y aplica técnicas para resolver problemas de este tipo
 - Programación lineal
 - Programación entera
 - Programación no lineal
 - Programación dinámica
 - Toma de decisiones multicriterio



2. Heurísticas inspiradas en la naturaleza

¿Naturalmente inspirados?



- El cómputo inspirado en la naturaleza agrupa un conjunto de algoritmos heurísticos que basan su comportamiento en fenómenos encontrados en la naturaleza.

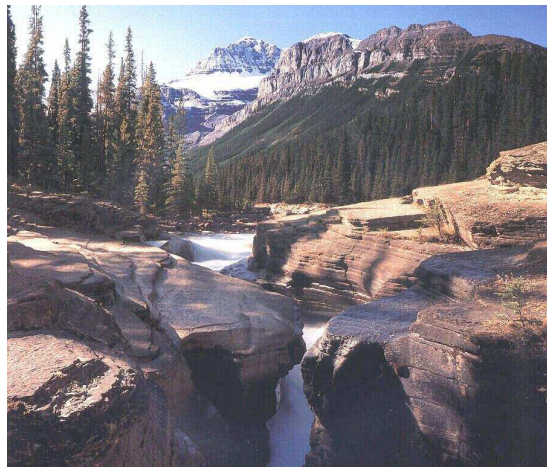


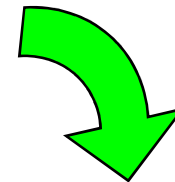
Imagen tomada de <http://www.hormiga.com>

Modelo Biológico

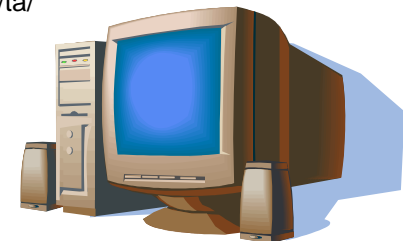
Modelo matemático



Imagen tomada de www.ams.jhu.edu/~tucker/ta/



Implementación



¿Qué hay en la naturaleza?

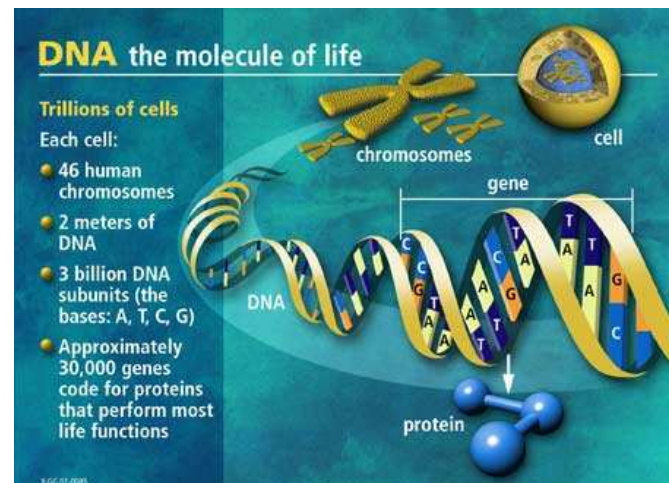
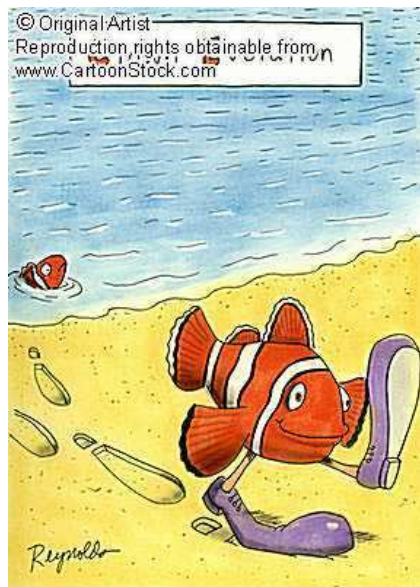


- Mecanismos adaptativos que permiten o facilitan el comportamiento inteligente en ambientes cambiantes y complejos que además son capaces de:
 - Aprender
 - Adaptarse
 - Generalizar
 - Abstraer
 - Descubrir
 - Asociar



Algoritmos evolutivos

- Conjunto de heurísticas que basan su funcionamiento en modelar procesos evolutivos fundamentados en la supervivencia de los individuos más aptos en una población.



- <http://africascience.blogspot.com/2007/07/study-detects-recent-instance-of-human.html>

Paradigmas

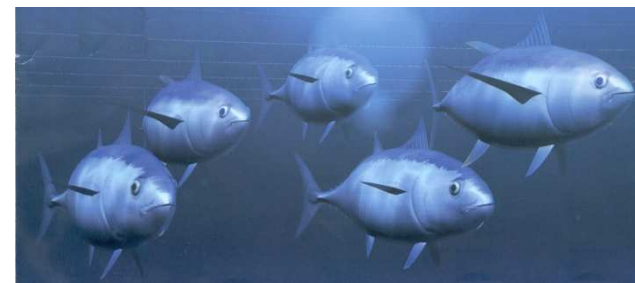


- Algoritmo Genético [Holland, 1962]
 - Estrategias Evolutivas [Rechenberg et al., 1963]
 - Programación Evolutiva [Fogel, 1966]
-
- Programación Genética [Koza, 1989]
 - Evolución Diferencial [Price, 1995]

Inteligencia en Cúmulos (Swarm Intelligence)



- Conjunto de técnicas basadas en el comportamiento social y cooperativo emergente de organismos agrupados en colonias, parvadas, etc.
 - Optimización mediante cúmulos de partículas
 - Colonia de hormigas



PSO



- Cada partícula representa una solución al problema
- Las partículas vuelan en el espacio de las soluciones
- Su vuelo depende de su propia experiencia y de la de sus vecinos



www.webcodeff.cl



Colonia de Hormigas

- Ant Colony [Dorigo et al., 1996]
- Modelado del comportamiento de las hormigas para encontrar el camino más corto hacia fuentes de alimento
- Basado en el depósito de feromona
- Esta sustancia sirve para comunicar información de manera indirecta entre las hormigas





Nuevas propuestas

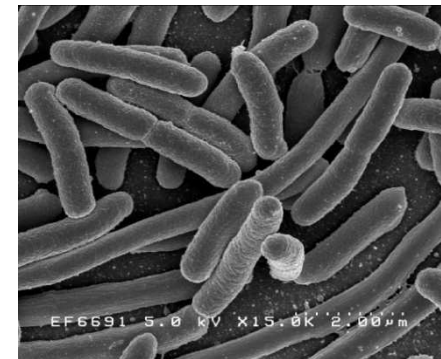
- Glowworm Swarm Optimization (GSO) [Krishnanand and Ghose, 2006]
- Artificial Bee Colony (ABC) [Karaboga and Basturk, 2003]
- Bacterial Foraging Optimization (BFO) [Passino, 2002]



<http://photos-from-my-life.blogspot.com/2006/10/bee-swarm.html>



<http://www.zin.ru/Animalia/coleoptera/eng/korzhav1.htm>



www.universityofcalifornia.edu/.../ecoli.html



3. Aplicaciones a problemas del mundo real

Optimización inspirada en la naturaleza en LANIA



Investigación
en heurísticas
bio-inspiradas

- Nuevos modelos
- Mecanismos avanzados

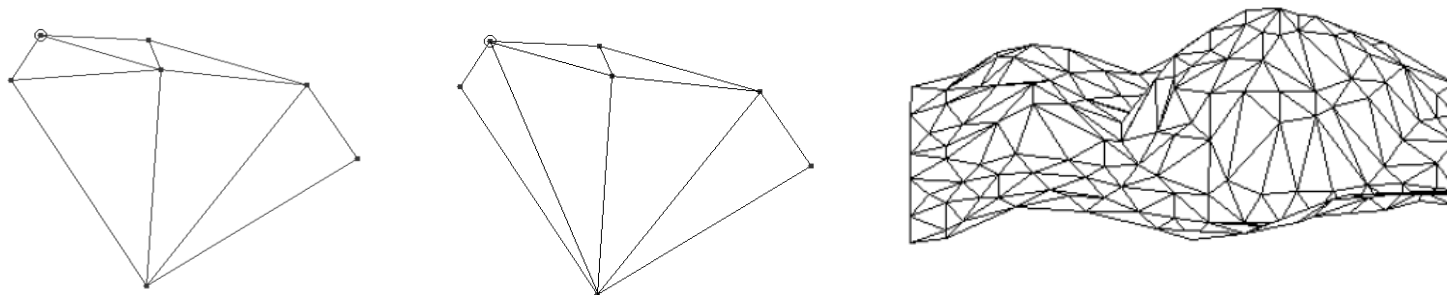
Aplicaciones

- Adaptación/diseño de algoritmos
- Calibración

Geometría Computacional



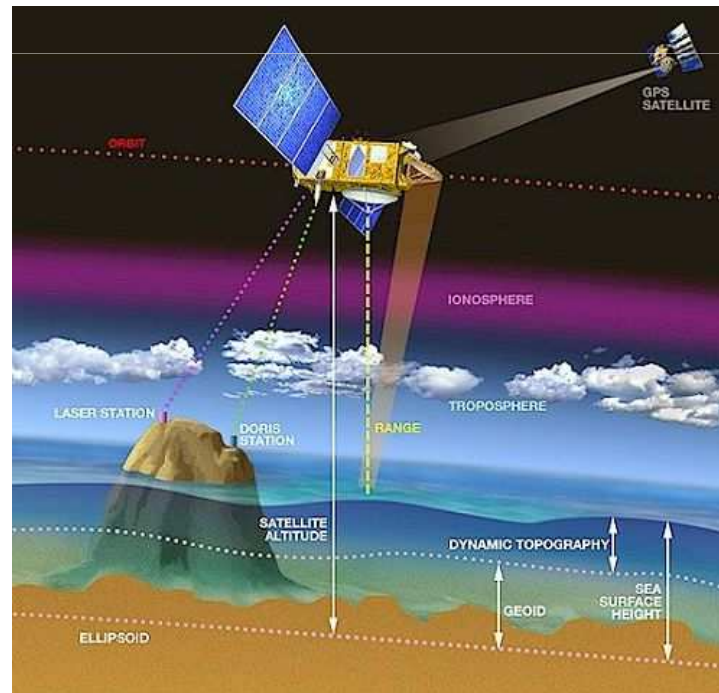
- Problema de triangulación.
 - Triangulación de peso mínimo
 - Triangulación de dilación mínima



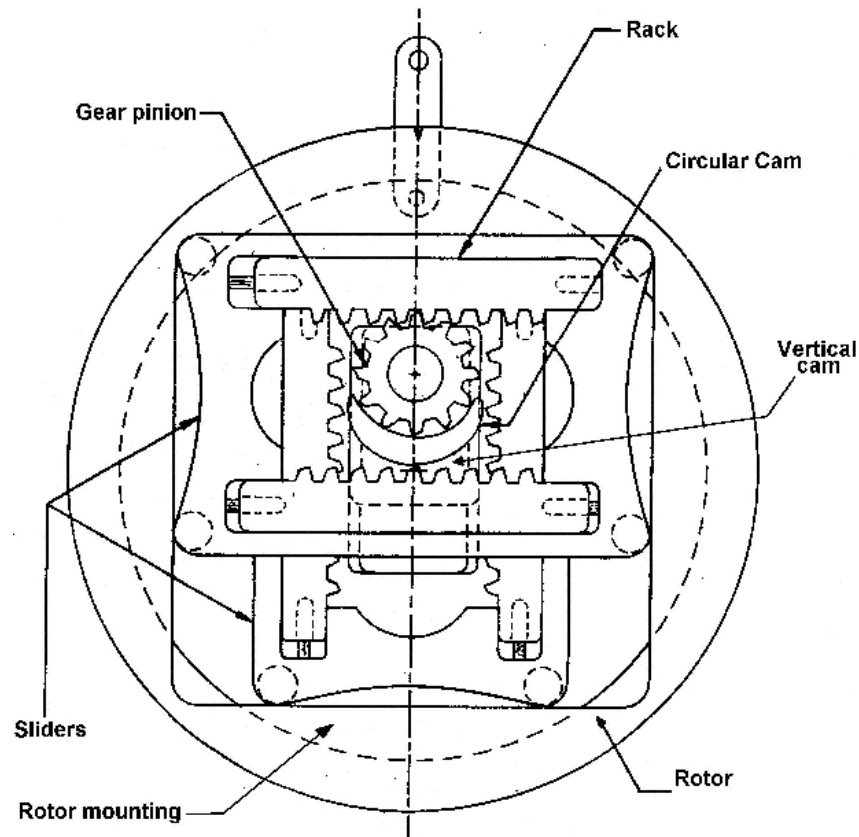
Problema de estimación de la posición



- Integración GNSS/INS (involucra la combinación de salidas de diferentes sistemas de sensores para obtener una mejor aproximación de la posición)

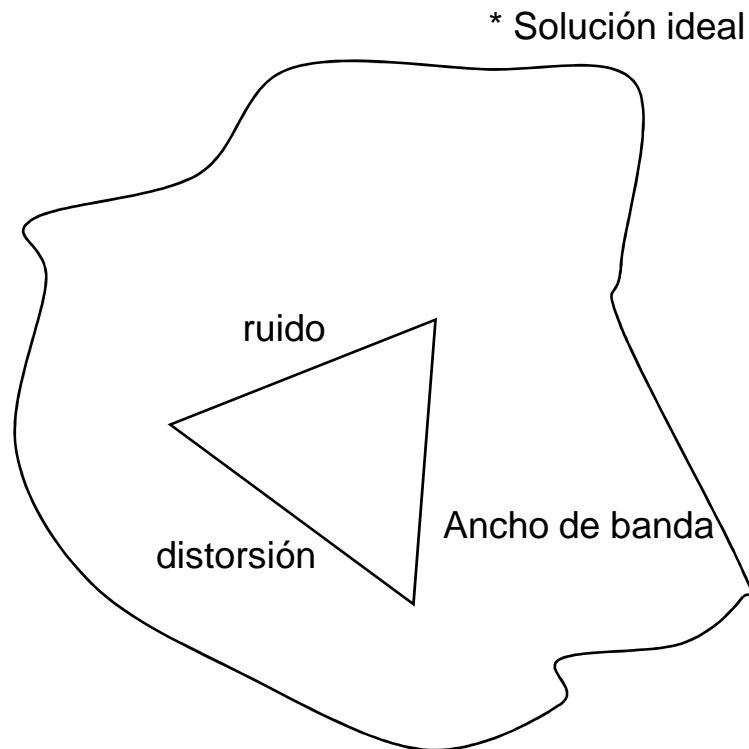


Mecanismo CVT



- Se optimizó el diseño de este mecanismo de tracción, así como su control automático, planteado como un problema de optimización multi-objetivo.

Diseño Estructurado de amplificadores



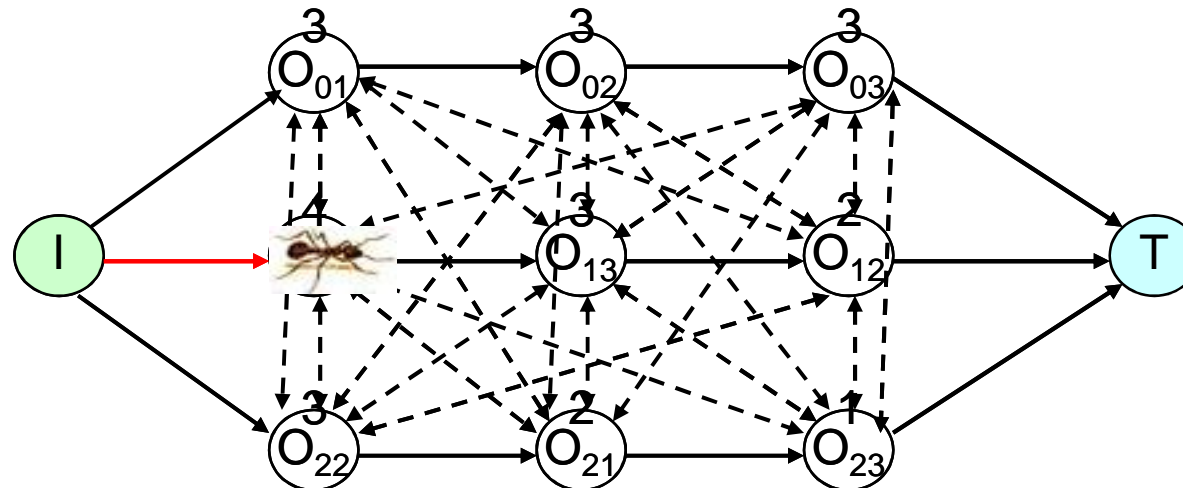
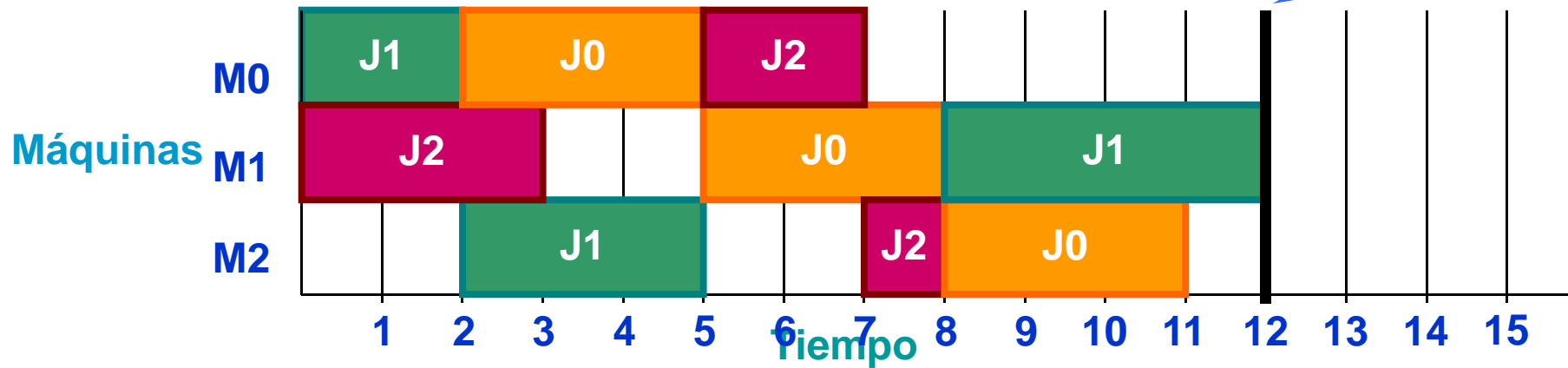
- Tres fases:
 - Ruido
 - Distorsión
 - Ancho de banda
- En las fases de ruido y ancho de banda aparecen problemas de programación no lineal

Job-Shop Scheduling

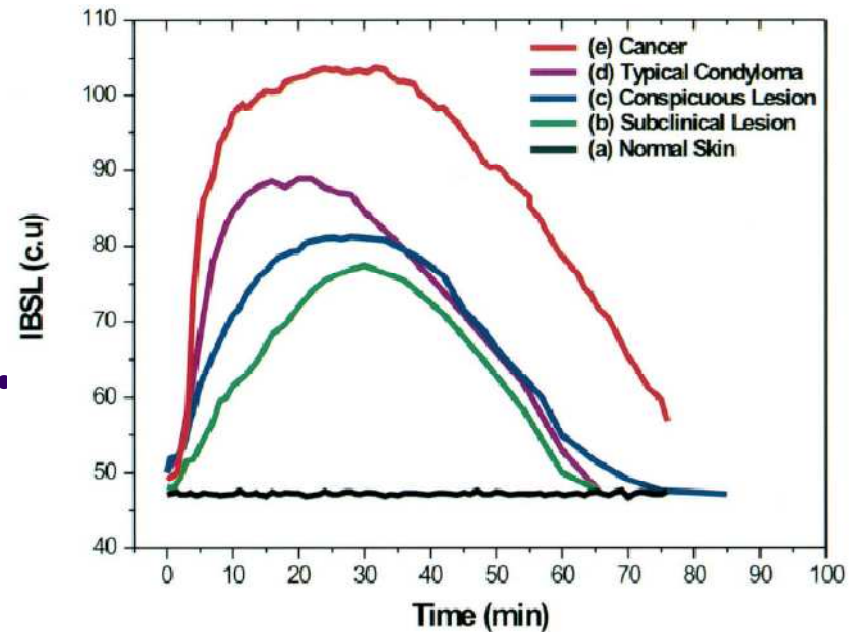
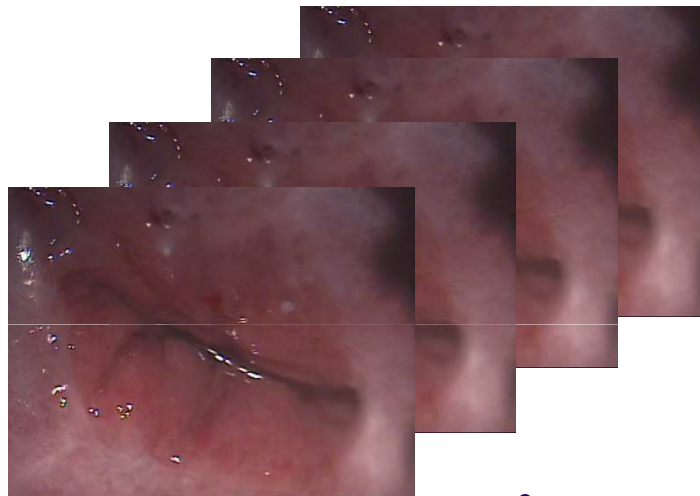


MAKESPAN
12

Plan de trabajo.



Registro de imágenes



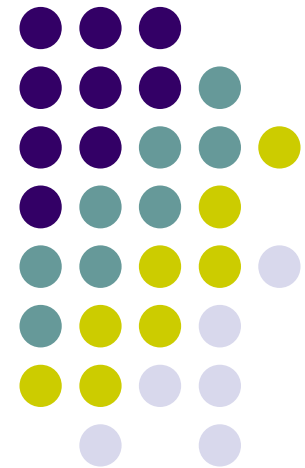
El objetivo es saber, a pesar del movimiento en el video, la posición de un píxel en cada frame.

[Video sin optimizar](#)

[Video optimizado](#)

Gracias por su atención

Efrén Mezura Montes
**Grupo de Investigación
en cómputo inspirado en la
naturaleza**



emezura@lania.mx

<http://www.lania.mx/~emezura>