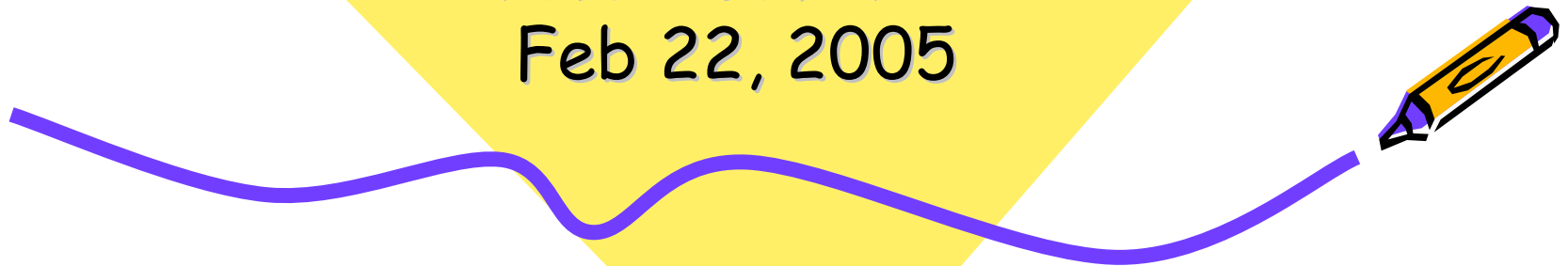


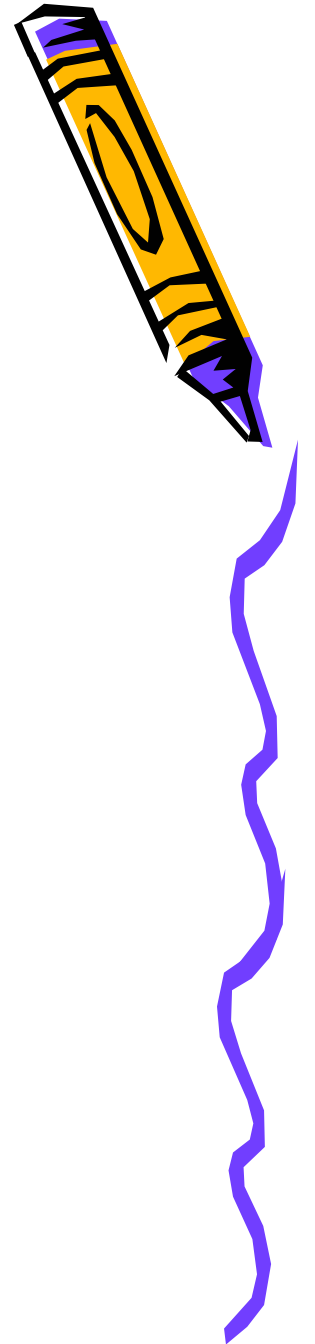
建筑结构仿生学 Structural Bionics

曲哲的读书杂感
Feb 22, 2005



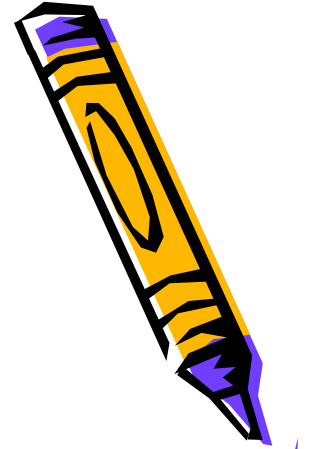
Contents

- 为什么仿生?
Why to imitate other life-forms?
- 在哪些方面仿生?
What are valuable to imitate?
- 怎么仿生?
How to research in Bionics?



Bionics

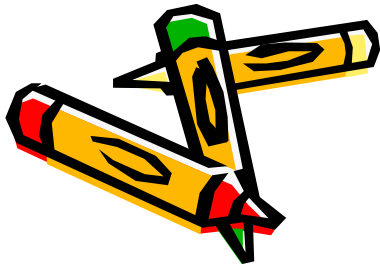
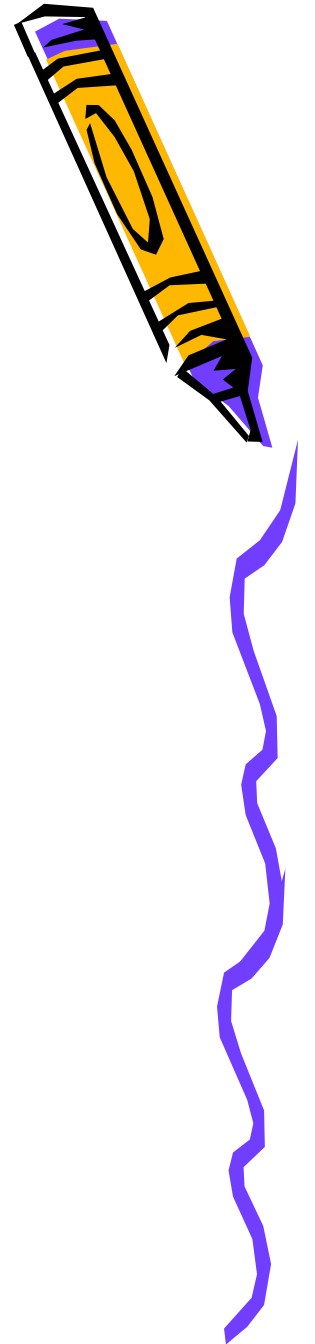
- What is Bionics?
 - 仿生学是研究生物系统的结构和性质,以为工程技术提供新的设计思想及工作原理的科学。
 - 目前公认仿生学发轫于**1960**年在美国召开的全美第一届仿生学讨论会。



Why to imitate others?(1)

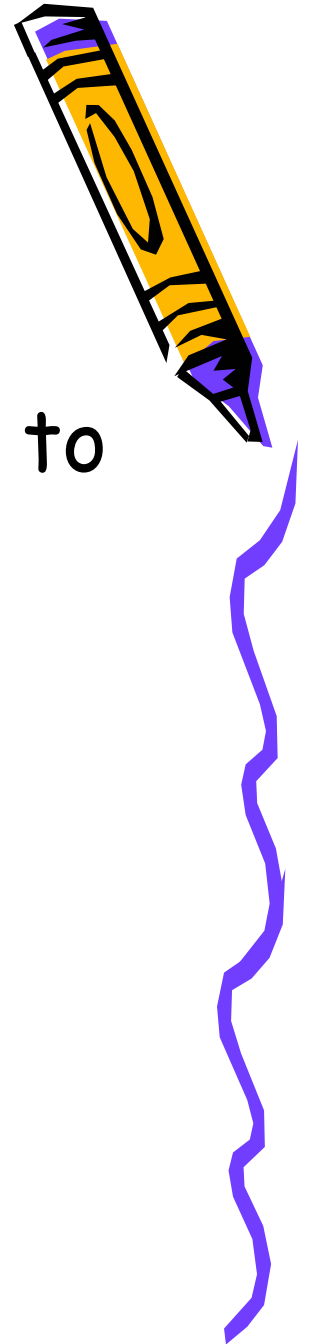
- What's our object ?

- 寻找自然的痕迹，以求揭示自然规律
- 模仿自然的作品，直接利用自然规律



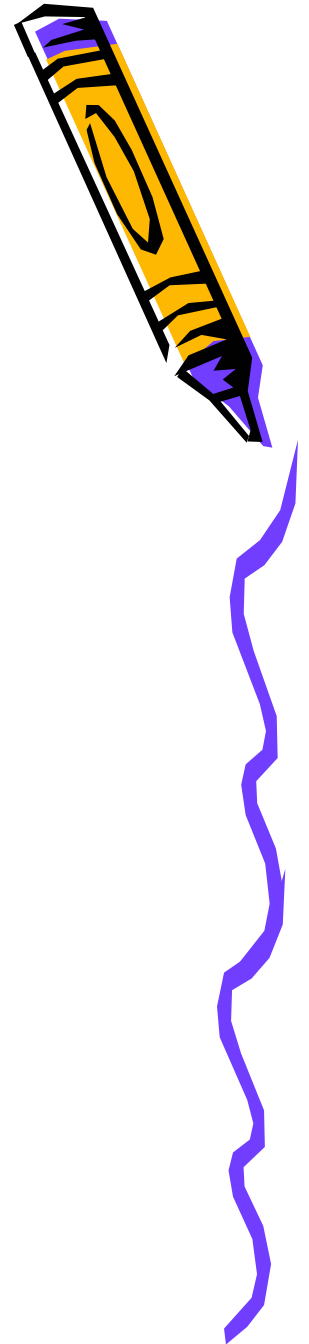
Why to imitate others?(2)

- Why other life-forms are valuable to imitate?
 - 自然规律在万物身上留下痕迹
 - 进化对生物及其自造环境的优化选择
 - “仿生”实为“仿自然”
 - 结构与建筑的和谐之道



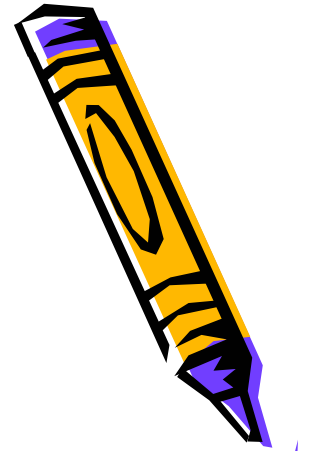
What fields?

- Statics
- Seismic
- Material
- Construction
- ...
- ...



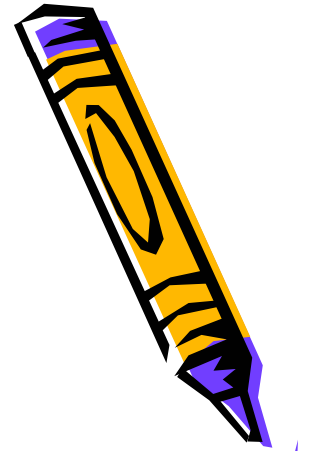
Examples – Statics(1)

- 王莲展厅：
 - 南美洲亚马逊河流域生长的王莲，叶子直径可达**2至3**米。这种叶子的背面有粗大的叶脉和相互交错的小叶脉，支撑力很强。英国著名建筑师约瑟根据王莲叶片结构，设计建筑了一座顶棚跨度很大的展览大厅。整个结构既轻巧、雄伟又经济耐用。

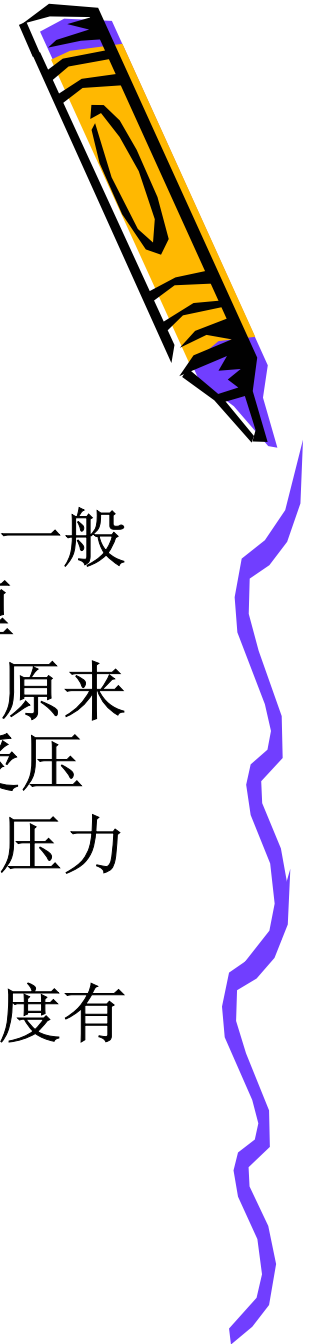


Examples – Statics(2)

- 蛋壳薄壳结构：
 - 当鸡蛋均匀受力时，可以承受**34.1**千克的力。
 - 鸟类的蛋具有如此大的承受力，是与它特有的蛋形曲线和科学的结构分不开的。
 - 蛋的结构有三层，外层为表皮层，又称闪光层，中层为海绵层，内层为乳头层，不同的鸟类具有不同的三层显微结构。
 - 蛋壳的拱形结构与其表面的弹性膜一起构成了预应力结构。



Examples – Statics(3)

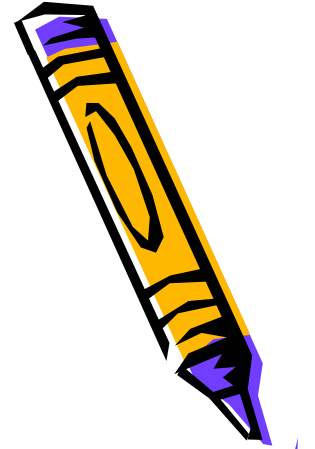


- 竹子：
 - 竹子腹中空，且越强的材料越是分布在外缘。一般竹子的横向截面，直径为**6厘米**，壁厚为**0.5厘米**，假如把竹子做成实心的，则其抗弯能力是原来的**1/10**，由于竹子是细长的承受自身重量的受压杆件，假如把竹子做成实心后，在自身重量的压力下它会摇摆不定而失去平衡。
 - 竹子的竹节是抵抗横向剪切的关键，是竹子强度有机的部分。



Examples – Seismic(1)

- 指纹：
 - 从人手拇指圆、环形花纹结构中可以看到一个典型的生物力学样本，受此启发，可以设想在建筑设计中，圆形、环形、螺形结构，是最具抗冲击波能力的建筑体，它可加固自身，并能使来自地下、地上任何方位的冲击波等到缓冲和分流，从而减少冲击力。



Examples – Seismic(2)



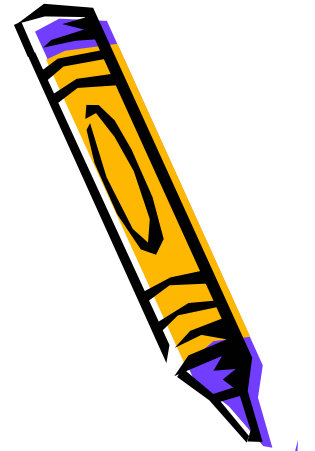
- 蜻蜓翅痣：
 - 气体动力学中的颤振现象曾使飞机设计师困扰不已。生物学家在研究蜻蜓翅膀时，发现在每个翅膀前缘的上方都有一块深色的角质加厚区——翼眼或称翅痣。如果把翼眼去掉，飞行就变得荡来荡去。实验证明正是翼眼的角质组织使蜻蜓飞行的翅膀消除了颤振的危害。设计师当年正是根据这一原理成功解决了机翼的颤振问题。



Examples – Material(1)

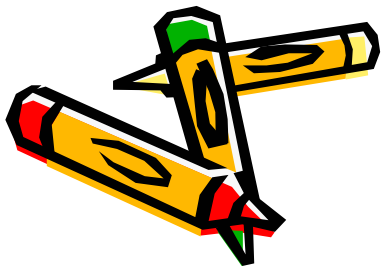
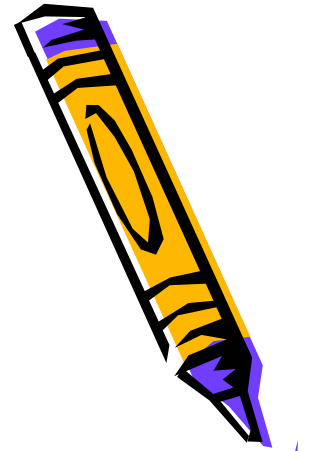
- 蜂巢：

- 蜜蜂用蜂蜡建造起来的蜂巢是一座既轻巧又坚固，既美观又实用的杰出建筑物。轻质高强，是建筑材料和结构的发展方向。实践证明，内有气泡的蜂窝状材料，既隔热又保温，结构轻巧又美观。目前，它们已在国外获得了广泛的应用。



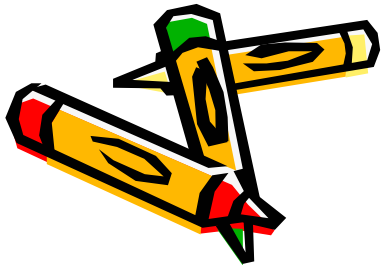
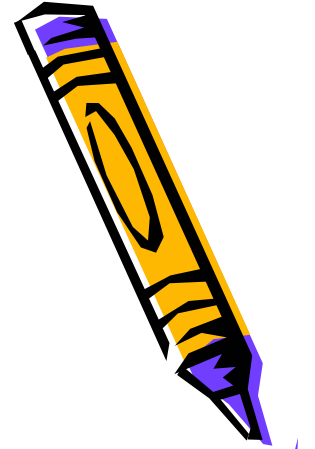
Examples – Material(2)

- 木材：
 - 由于内含纤维素，使木材具有许多优良性能，如轻质高强、弹性韧性好，能抵抗冲击和振动。



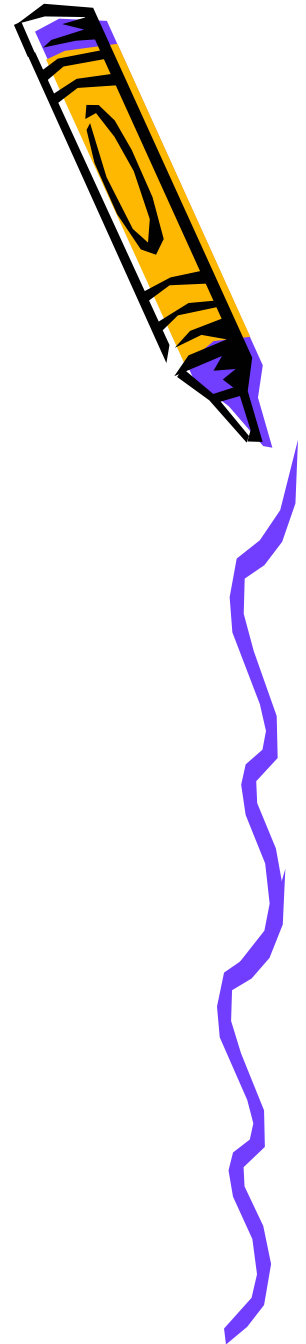
Examples – Material(3)

- 贝壳：
 - 贝壳的强度很高，它的成分却很简单：**95%**是石灰石（碳酸钙），**5%**是蛋白质，两者粘结成坚不可摧的整体，而且并不需要高温烧结。



How to research?

- 3 steps:
 - 对生物原型进行研究
 - 将生物模型提供的资料进行数学分析
 - 制造出可在工程中进行实验的实物模型



Development

- 尽管仿生学已经发展了几十年，但在结构工程领域却少人问津。
- 国内目前好象仅有一篇关于结构仿生学的博士论文

