

## 全世界都在炒概念

*Xiang-Gen Xia, University of Delaware, Newark, DE 19716, USA*

*April 5, 2018*

先说说压缩感知吧，炒了 12 年了，到现在为止，除了可以试一把以外不知道炒出啥来没有？2010 年代压缩感知能做到的，1990 年代的方法也能做到，如 OMP 法，这本来就是 90 年代的方法。本来 70, 80 年代就有由部分信息恢复信号的专题，那时 IEEE 信号处理学会只有一个会刊 TASSP，还是双月刊。里面专门有这一栏。因为这个问题本来就是不定期的，10 年来一次小重复，20 年来一次大重复。到了 2000 年中期，出现了压缩感知。暂且不说其在统计上有啥新意，但是在信号处理界掀起了不小的浪头。其实，当时它一出现，我就觉得是做统计的理论人考虑的，只是一些理论定理而已，脱离实际，最多就是死马做活马医的一种医法。2000 年的中期，在信号处理领域也算是 1990 年中期的图像压缩高潮（由于 JPEG 和 MPEG 标准的制定）后的低谷期吧，压缩感知的概念似乎就是在这个背景下出现的，它听上去似乎对压缩有啥用处，其实，它在图像等压缩中比起别的早已熟知的方法没有任何好处。

那时没有趟这清水。没想到，很快，压缩感知成了信号处理中最热的话题，凡是申请信号处理的项目，评审人都会问与压缩感知有啥联系。殊不知，压缩感知问题完全就是由部分信息来恢复信号的一个特殊情况，也是可以看成一种广义的 Moment 问题，这些都是老问题，也是不定问题，只是现在生成核里加了个随机性。啥叫好的随机性呢？就是越接近正交性越好，这不是很明显的么。它也算是一种随机采样的推广。啥叫随机采样？它是指两个采样点之间的距离是随机的，也就是说，两个采样点之间的距离有可能任意小，尽管可能性不大。其目的是想打破 Nyquist 采样率。问题是，对随机采样，怎么定义其采样率呢？随机采样在实际应用中能实现么？我认为是如果不是不可能的话，也是非常非常难的。

就由部分信息恢复信号的问题，即使其描述的最优性的整体最优解找到了，又怎样？即使加了稀疏性，尽管更合理了（其实能处理的信号肯定在某个域里是稀疏的，否则不就是白噪声了，还能处理么？只是过去在提出各种算法时没有明确指出来而已，就像 90 年代提出的 OMP 算法），但终究还是盲人摸象，因为问题是不定的，解是不唯一的，更何况，其优化问题在数学上本来就解不了，只能近似。本来解就不唯一，又加上近似，能不是盲人摸象么，其妙处就是，让你摸不完，忙不完，永远有事做，永远有希望。

最近几年，又有人在炒图（Graph）信号处理。这里，妙就妙在这个 " Graph " 上了，人们的想象是各种复杂的网络包括计算机网络和社交网络，都可以放到这个 Graph 上来。还有

就是过去的多年里, 数字通信研究里的一个重大突破就是 Turbo 码的出现, 我觉得, Turbo 码的真正创意在其迭代解码的提出, 其中最重要的一步就是迭代中的信息传递。后来, 又有了 LDPC 码, 发展成迭代图解码, 里面就有 “Graph” 了。图信号处理就是在这样的背景下被炒起来的。

大家都知道, 图像是二维信号, 有其特殊性, 因为前后左右都有关系, 所以有二维图像处理的必要性。当然, 一维信号处理更为成熟, 对一幅图像, 一个直接方法就是把它串成一维信号, 然后再做一维信号处理, 但是这样做, 不管怎样都不会完全体现出二维图像的本性。一个图也可以看着一幅图像只是只有很稀疏的点。一幅图像可以看着为一个满满的图。我个人觉得, 现在的图信号处理其实就是怎么把一个二维或多维信号串成一个一维信号来处理, 想必这个直接的想法对一般的图像一定早就会被早期图像处理先人试过, 早已被遗弃了。只是现在是个非常稀疏的图, 这时怎么串法, 就跟一般的满图像可能会有大的区别。我个人觉得, 正是为了这个串法, 现在换了一个新名词, 叫图信号处理了 (当然也可能做图信号处理的人还没有意识到), 这样, 又有不少人 Research 了。所谓从多维结点信号串成一维信号的串法, 就是给图上的值加权。怎么加权呢? 这与图上结点间的连接有关, 这点与点之间的连接, 叫拉普拉斯矩阵 (简称 L 矩阵), 图信号处理的人说, 加权就与这个 L 矩阵的奇异值分解有关, 问题是, 这个奇异值分解与图的物理意义能完全对上么? 如果从数学上来说, 就更无新意了, 它等价于矩阵运算, 任何一个方矩阵可以是一个 L 阵, 即可以对应一个图, 反过来, 任意一个图也可以对应一个矩阵。我觉得其真正的好处又是, 你可以人为地假设这个连接矩阵, 而这样的矩阵又有无穷无穷多, 这样让你永远永远忙不完, 怎么做怎么像但是又怎么不像, 让你永远有希望。

最后是人工智能, 三十年河东三十年河西, 没想到在我前半辈子竟然碰到了两次人工智能高潮, 但愿在我有生之年还能看到第三次或第四次人工智能高潮。

最后以几句顺口溜来结尾吧:

## 摸鱼儿

再回想, 几十春秋, 铁裹金笔而愁。

深蓝钓起人脑热, 多个公式难求。

西风起, 到数字时代, 无暇黄昏后。

缺口苹果，落入千万户，乔布已去，共饮英雄酒。

看今朝，何惧小小地球，万里也相问候。

有事总被无事闹，一盘围棋复活。

一时间，瞧海内海外，人被机器拖。

台风刮过，留一片汪洋，人趟浑水，怎能顾衣袖？