# 2020

## 2020/4/29讨论

水文模型也是一种的抽象的网络模型

每时每刻的水的状态，水气，水流，雨水，蒸汽，地表水等，随机振荡。

模式是不变的，但数据是不断变化的

路径积分

对应的模态，它的机理过程（因为网络的过程是清楚的）

积分方程

时域到频域，傅里叶变换

现在的导航：

堵，但是绕着绕着又堵了，高德只做高德的，百度只是做百度的

## 2020/4/29组会

时 间：2020年4月29日

地 点：411

参与人：全体人员

主 题：

三元空间

数字孪生

物质和事件是一切感知的聚焦点

张量网络

概念模型：（闫）

数学模型：几何、代数、几何代数、统计，范畴论 （高）

计算模型：人工智能、几何代数在人工智能中的应用、张量、几何代数……（王，周，王赟，张海龙，吴玉榕）4-5页ppt**思路、框架、关键与难点** **3天**

杰青中期：

## 2020/4/28-基于规则和知识的深度学习

时 间：2020年4月28日

地 点：南京师范大学地理科学学院313

参与人：俞肇元，高鸿，王增杰

主 题：基于规则和知识的深度学习

顶层约束的核心有两点：

第一点，单纯**数据驱动**的神经网络是没有办法适应世界的复杂性，神经网络一直没有解决过拟合的问题，数据训练出来可以对训练数据做的很好，但当我要开始往没有训练过的数据去做的时候就做不了（泛化的问题……），通过用风险这类，向量机等做二次优化，让风险极小，相当于用不同优化种子去做的。但是我觉得应该把现实世界的**关系和知识规则**融入进来，是整个神经网络学习的基础骨架，而骨架上的每一个节点对应的是一个对象。现实世界太复杂了，直接构造映射是构造不出来的，

从现实世界向信息世界建模的时候会按六要素七要素这样一层一层的整起来，这个网络就已经超级复杂了；而这个网络的构建本质上是通过人工智能的方式，从底层-中层-上层的要素。那么就是泛在数据梳理的那套，底层从图像，音频，文本里面利用颜色，色彩 ，纹理这类的数据的底层特征，通过目标约束往人物事物现象这类的中层的要素去学。现在的神经网络就是如此，把它组织成场景树，这个场景树就实现了从现实世界向数字世界的过渡。

但这个过渡是没有办法泛化的我没有办法那它来做未来怎么样或者不同情境下不同要素变了会怎么样。而要想做这个，关键在是要建立**规则体系**，这个规则体系有点像决策树，但决策树在现实世界中又太复杂是没有办法做的，这就意味着我可以在决策树的框架下，每个节点对应的是一个或一套神经网络，实际上他学习的是这个网络图的一小部分（一个子图），每个子图学完了以后通过框架来衍生出来。

神经网络最大的两个优势，第一个他本质上是快速计算的模型，很多人都认为神经网络是个推理模型，但它其实是个计算模型，神经网络最开始是全连通网络，早期的DP网络做不深，层级做不深，因为它通过梯度下降和误差传递来做的，层级发散掉了；但是深度网络解决了这个问题。这意味着我们可以做很深的全连通网络，本质是遍历，因为这里的遍历，神经网络的节点的激活函数决定了拓扑，激活不激活决定了这个节点存不存在；权重决定了他的连接强度。深度网络的本质相当于对复杂的网络图进行全遍历，因为所有的情况我都过滤一遍事实上就是全连通全遍历。他其实就是利用了一套启发式的算法，快速地从这里面找到我想要的网络的子图或者结构。通过一个弹性的调整、启发式的规则，调整了规则，使得计算的复杂度降到我们可以接受的程度。

除了迭代还有激活函数，激活函数是确定的，决定了拓扑。激活函数的本质决定了网络拓扑和路径，当沿着这个路径做的时候，这个网络节点的功能和规则，所以神经网络的用途，以前在深度网络里面是没有意义的，就神经网络的本身拓扑和几何意义是没有的，这就是大家理解的神经网络效果很好但可解释性不强。比如说，restnet可能一千层，可以把图片做的很好，但这一千层到底为什么一千层，网络结构是什么不知道，他只是通过足够的数据和运算后效果很好。因此认为对神经网络的应用和理解是有问题的。

所谓的决策树等本质是在网络中找到最合适的路径，当把映射图，或者一个输入、多粒度表达这个超图为基础，输出就是我需要得到数字世界的映射也好，还是模拟的结果也好，还是不同情境下不同演化规律也好，这两个在描述上是完全一致的，都是图嘛，只要对于图来说，他们之间是有实体的、是有一一映射的，就是对应的实体又是映射的关联图，这是极其复杂、不可遍历的。假如计算能力足够复杂（上帝视角），在这种视角下中间的规律我么都是看得到的，任何情境都是我在这个图上选择出来的一条路径，一种映射，我们需要解决的问题是如何去降低计算的复杂度，传统的做法是硬遍历，当不同的模式和情境，其实是选择特定的权重做出的结果。但是这些东西是拼接不起来的。

分解做不到，我们可以合起来做，做一个足够复杂的神经网络。对于这个神经网络我还可以用层级拆，拆过了每个小的节点，又是小的神经网络。对大的图进行解释的时候就是用分支的这种方式，比如虚拟节点用层次网络这类方式。对应的每个小的节点上可以用神经网络计算模型去构造他，那么大的深层级的这个集聚的描述，就是知识的规则也就是决策树；到了每个小的节点上的小的神经网络，就是一个计算模型，是为了快速的解决小的局部连接度或描述程度如何。而这个构建完了是可以泛化的，而且可以模拟，他解决的问题是网络足够复杂后遍历复杂的问题。

比如，我们想模拟全球变化条件下温度升高所导致的气候系统的变化。输入是一系列历史的气候数据，比如近五年的气温、雨、水、大气二氧化碳含量等；输出是全球变暖情况下（前100年未来100年），现在的做法是地球系统模式，一系列不同系统模式模拟出多个结果，不同结果之间不一致。现在的问题是，地球系统模式计算非常复杂，意味着不大能够完全依赖于（因为地球系统模式就相当于基于姿势或者规则的，相当于做了简化）。如果想通过更简洁的方式去做，就要做一个通用的不同模式的映射（前50年后200年），相当于输入到输出之间是一个全连通网络网络，这个网络可以用机器学习模型去映射原来的地球系统模型，这个机器学习模型只要映射好，就可以认为这个机器学习模型是上层地球系统模式的计算模型。“就是相当于用全联通网络连接起来，然后节点进行机器学习运算” 现在相当于要素关系变成概率关系、数值关系，开发适合的机器模型，原来的地球系统模式是有一个逻辑图的，现在的神经网络和逻辑图是没有关系的，但是可以利用逻辑图生成神经网络的骨架，以骨架为基础，利用神经网络学习的规格把原来需要通过网络迭代或者微分方程多次迭代求解的复杂计算过程转变为神经网络训练过程。等于说，要素逻辑图节点的关系替换到现有神经网络的节点中，利用神经网络去求解。这套规则定义到神经网络都是有意义的，有规则的，计算得开的。原来逻辑图都可以生成神经网络，一个逻辑图包括多个神经网络。事实上，到最后，是一个类似于网络矩形，前边有一个顶层架构描述，后边有一个计算描述，和现在的互联网的运行计算。这个体系和思路是可以展现出来的，神经网络不太好做，深度网络蛮难的。找个小模式。我们做这个是活的，新发现一个新要素或者新的东西，加上去。具备一个自生长的东西，描述体系是自述规则，计算体系又是可解释的，并且意味着它像是一个上帝视角，从简单开始做，逐渐到复杂。比地球系统模式要简单，这个每个人都可以加，加节点，加数据，先不考虑实现，先把概念做出来。先把概念框架做出来，我找一个小模型，试一下，成功了，就可以汇聚资源了。在现有的基础上进行改进，在现有的神经网络上，必须要改进计算规模和效率，一个是缩减和精度，在这一步，我们可以引入多尺度的概念，sgd的对接，指针分解，快速把框架拉出来了，只需要在框架上进行，说白了，把原来学习的梯度下降的过程，给了它非常接近目标的起点，因为框架用指针定出来了。当我要素足够多的时候，高维网络，本质是张量网络，也就是到后边张量网络的计算是起作用的，从二进网络到张量网络，包括克利福德神经网络，去保证几何的构造、边界的约束，这些就可以加到框架中了。这些加进来之后，对神经网络的要求就提高了。我们现在定的是，未来10年，发展的路径图，我们理想中的GIS或地球模拟器应该去怎么做，就这几块，现在很多人都在炒概念，比如数字、全空间、大数据等，说白了，大部分人只是利用了数据领域的进步，我们要让信息领域来为我们服务，而不是我们为了蹭热度去迎合信息领域的进步，是gis学科的发展。

中国的地理学是自然人文社会有机融合的地理学，而国外的地理学人文地理学。国外的地理学研究只是一个找概念的过程。信息地理学的战略必须要拿出来，传统的学科的分法就是地理学、遥感、位置科学、地理信息科学四个部分。这样是否能跟上时代的需求？我们现在要切入一系列的国家战略，比如说，人工智能、大数据战略、智慧城市战略。光靠传统地理学是不行的。开始从地理学综合的视角，从要素信息地理学，部门信息地理学，区域信息地理学和综合信息地理学。对要素来说，是信息的流转渠道，信息的产生，流转和演化。到区域和部门是信息的聚合、处理和分析应用。到综合地理学的时候是场景、规则、模拟、调控。整个信息科学。包括对全空间的思考，这个是场景的，怎么数字化的构建现实世界。大数据的本质是泛在。大数据和物联网一个解决的是泛在数据，一个是流式数据。这两块的技术路线和框架我还没理清。人工智能的今天基本上清楚了。包括知识图谱等。不同的阶段、段落。全空间的本质就是数字孪生。全空间、全息地图和数字建模的那一部分，本质上就是解决数字孪生。全空间解决的是怎么样把现实世界中的对象和对象之间的联系映射到数字空间。全息地图解决的是怎么样把现实世界中的各种信息和各种视角下的观测整合到信息世界里。这三块就是三元空间向数字孪生的映射的架构。会有对应的信息网络。

第二个，地理建模模拟本质是大数据和AI，全息地图表达的那块是VR，AI，MR。虚拟现实和智能交互。人能够真实的感知到我虚拟出来的东西，需要对其做信息的抽取和增强。在现实世界中没法去看几十万年是怎么变的，虚拟现实可以。打破了时间和空间的约束，在相同的时空框架下去演绎其规律。

在整个的信息基础设施框架下，就是云计算边缘计算，和超大规模的并行计算终端和集成技术，其搭建的是进行数据分析计算和表达的一个基础设施平台。其关键在于继承和团结现有的，研发和构造我们想要的。按照业务规则，按照系统定制的需求去定制。是一个底层的规则。这个体系的几个关键：一、因果关系，时空观，从绝对时空框架到相对时空框架。二、对象的关联网络：表达、计算、分析的关联网络。这条线是以图和超图为基础的，本质就是互联网。网络和时空，其很基础的要素和框架就是因果不变性。一个是因果不变性和多路径可能性。一个节点到另一个节点可能的路径和渠道是非常多的，不能一一描述，这就是量子力学要引进来的关键。我要把量子力学当做解决不确定性的一个工具。因为量子力学是解决不确定性的一个最前沿最通用的一个规范。量子力学解决两个事情，不确定性和大规模计算。当我有无限种可能性的时候，我该怎么提供证明。

就是因果不变性是第一定律。

有了时空、网络就有因果不变性，因果不变性肯定是第一定律，然后，不确定性和高维的映射和推理的东西（就是从量子力学到张量网络或者说几何代数的网络）是第二定律（第二条线），然后降低其复杂性要把它从数值运算转换成布尔运算，再把布尔运算转换成逻辑判断，并且在这个过程中希望能有周期性或者有规则，事实上往下映射就是几何代数，就像化学一样，我们要找到化学中的元素周期表，有了元素周期表，不管什么化学反应，到最后都是在此基础。为什么要沿着从数值网络走向布尔网络再走向几何代数，到了几何代数以后就有了所谓的周期性的规则，所谓的空间构造的规则，相当于从原来高维的张量网络已经变成了一个解析化的可求解可抽象的网络，并且这个网络同时保证了几何、代数、统计包括方程在整个体系逻辑上的一致性，然后为了能够达到这条路径，事实上涉及一个核心是不同的代数系统不同的映射规则的一个化约和映射的模式。如果想过渡到这边来能够起作用的就是范畴论，范畴论在数据组织上其实也是管用的，数据组织也是一个超级复杂的网络。范畴论的作用一个是定义数据本身的规则，另外一个是把数据描述的网络计算描述的网络和分析描述的网络构建出一个同构的机制，找出了他们通用的结构。架构和关联是范畴论最擅长的，范畴论为什么能做成函数化编程，就是保证进来什么东西都能自适应把他关联上去。

一个概念模型，一套数据基础，三个定律或者准则：一个是因果不变性（本质上是建模准则），第二个希望是周期性，还有一个就是不确定性；然后一个平台。

## 2020/4/27下午

时 间：2020年4月27日

地 点：南京师范大学地理科学学院313

参与人：俞肇元，高鸿，闫振军，王增杰

第一要素、对象、场景这几个之间的关系，以前老谈六要素、七要素、全空间、八要素，他们之间的关系需要理清楚。第二个是为什么要有时空统一的这种描述，就是所谓时空观的问题，就是为什么要从牛顿时空观到相对论时空观。第三个，现实世界和虚拟世界之间的关系，GIS在这里面起什么作用，为什么非要用网络的数据模型，为什么要有这一系列的分析方法。这就是宏观的顶层设计。我的想法是，这个论文题目就叫**三元空间地理学与多粒度对象时空建模**，三元空间地理学的核心是，原来的地理学研究的是二元空间。现在更多的是随着信息技术的快速发展，已经从物理空间（人文地理世界、自然地理世界）变成了城市、人流物流，信息世界。由于信息世界的引入，在整个地理环境呈现出两种不同的描述：第一种描述是客观世界，就是现实终是什么样的，第二个是信息世界对现实世界的抽象。在这两个中间，最核心的是时空框架。所有的地理现象和地理要素都是在时空中进行演化的。所以这两个地理世界对应着两个标准的时空框架。这两个时空框架可以是一致的也可以是不一致的。就好像我在现实世界中不可能把一秒钟的时空演化和一百万年的时空演化放到一个时空框架中去。但是在信息世界中是可以的。只需要让他们的时间和空间是能够同步的，并且通过逐渐的迭代，并在时间的流逝和标度也是不完全一致的。如：现实世界的一个城市的构造需要几十年，但是信息世界可以把地质年代的演变和城市的演变叠加在一起，放到一个时空的框架里。放在一起的意义：再演化过程中，可以判断短尺度的，如全球变化的归因，大的地质年代的波动到太阳辐射到人类活动，是不同尺度的描述，看到的是一个叠加的，在虚拟世界中，是一个个层级的描述。地理分圈层，分尺度；多粒度时空对象的粒度出来了，时间，空间、尺度、对象的分层，这些只能在虚拟世界中完成，这个决定了我们能构建的时空框架，以多个时空框架为基础的，既独立又融合，这个是在牛顿的时空框架下是无法完成的，只能在相对论的时空况下下描述。每一个时空描述都是上一层的某一个点，是嵌套的，是相对的时空观。下面要做的其实是解决要素和数据的问题，我画了一个图，真是的地理世界其实是不可观测的，是规律性的一个演化，不能做到100% 的认知和抽象，你所能做到的认识和抽向其实是沿着特定的角度和基于特定的要素去观测的，如观测时间演变的结果、空间分布的规律、各种事件的结果描述他，各种人物、事物的角度去描述他，这其实是七要素，从那个要素去观测他，实质上就是数据采集了什么东西。要素本身也会随着时间空间演变，却未必和真实地理现象一致。要素本身的时空变化和地理是相对的过程。如我沿着人物这条线，人本身的描述体系，是有人物自身的演变规律的。沿着时间或者空间是有时间或孔家你的演变规律的，我观测的本身就在变，沿着这个维度不停的扫描，扫描到这个地理现象的时候，我聚焦地理现象上的某一个演化过程上得到的其实就是他的数据。当我对同一个地理现象，同一段过程，不同的视角，沿着不同的维度去描述他的时候，其实我最后出来的就是一个场景。这就是为什么要引入高维空间的的核心，也就是单一的维度是没有办法描述地理现象的特定的一个东西，必须要通过多个维度，单一的维度是没有办法去描述地理现象的一个特定东西的，必须从多个维度（比如社会七要七要素，地理六要素）扫描出来，分别得到的是从这个角度去看所对应数据的抽象，而这些数据的抽象事实上在映射的虚拟空间的中时候要对其做一次还原，就是从数据到地理现象或者地理规律的这样一个还原的的过程，不还原是抽象出的，而且这个还原只是对现实的地理现象的近似或者抽象，这就决定了第一：对地理现象的描述一定是一个网络化的结构，比如先画一个客观的地理现象，从时间来看是一块，当沿着属性这个维度搜索其实就是这一地理现象在属性上是怎么变的，同样，从人物或者事件的角度去搜索对应的就是这个现象在事件这个层面维度上是怎么演化的，那么所有客观描述的其实是真实的地理现象，以这个地理现象为基础，从不同维度去描述他的数据事实上就是多粒度时空对象的基本描述，就那八个属性的基本描述，这些描述因为每个维度都在变，所以每个维度本身是一个演化的描述，随着演化的线索每一个维度就是一个子网络，它也在描述。这么多描述要想整合起来，就意味着要有一个场景，对应的就是不同的地理现象之间又有一个复杂的网络将其关联起来，所以在这个过程中面向三元空间的描述一定是一个网络化的超图模型，并且这条线上从数据到对象到要素到场景他的关系是非常明确的。粒度，在时空上是划出了不同的粒度其实就对应于时空这一线索演化和切割的策略，比如对时间来说可以从不同的时空粒度来画它，沿着时间不同的粒度事实上我对同一个对象观测得到了不同的切片（结果），对空间的粒度也得到了不同的切片，（可以理解为一个粒度对应于一个切片），那这样就是同一个对象在不同维度的交叉下变成了多粒度时空对象，当这个地理现象只观测它不演化的时候，就我观测到的数据事实上就是多粒度的了。首先确定的是观测的粒度，这个是知识规则驱动的，相当于我们认为它应该分为多少个时间尺度，这个时间尺度事实上由客观经验或者本身的规律所决定的，不是任意选的，当然也可以连续观测，当分的足够细就可以认为是近似的连续观测。这个做出来之后紧接着就是在虚拟空间中去重建一个地理现象演化的真实规律，这就是复原，复原可能是部分复原，只要信息足够多能够近似的复原现实世界，第二个可以重建，在这个过程中当有了复原的手段以后可以去不停调整因素，就像模拟一样。比如二氧化碳不同排放情景下的全球变化的规律，事实上就是在属性这个维度上调整。那么同时还可以构造规划，规划其实是没有的，我要让其有，这就是构造，还有调控，而这些就相当于我在虚拟世界中对要素的变化，然后经过变化后通过现实世界和虚拟世界的反馈作用来还原回影响现实世界，所以从这一点来说核心就是：第一时空观和多粒度的那个图描述出来，第二是现实世界和虚拟世界的映射关系（就是数据对象要素场景之间逻辑的关系）第三个是现实世界和虚拟世界是怎么相互作用的。这几个图一画，基本上可以清晰的说明：**1、为什么要做相对时空观，2、多粒度时空对象到底是什么3、为什么要做高维，要用几何代数做GIS**。

概念模型，占据制高点，就可以谈因果不变性，敲定概念模型和具体框架，相当于顶层抽象。这个被描述出来之后，后边就能够被细化了。这个之后，保证全空间、全息地图、大数据，这三个在顶层上有一个统一的牵引。这个模型提出之后，六要素七要素以及全空间八要素之类，都是实现这个模型的基础和实力。很重要的一点，**为什么全空间要以对象为基础**，做对象的分解融合关联之类的操作，这些操作的本质是为了观测数据重构地理过程，从观测数据各角度通过关联分解融合在数字空间中重构这个对象，尽量来描述现实中的地理现象和地理对象。核心是画图，把各个关系理顺，全空间做不好的一个原因就是没有一个顶层理解，（相对论）（几何代数是GIS底层基础）。顶层设计之后，我们就可以做多时空框架融合集成描述，多粒度时空框架的转化和集成，不同颗粒度不同层级时空描述如何落到同一场景中，这个就比测绘中的坐标要复杂的多，对应每个要素聚合的语义牵引，**时空是基础，场景是舞台，要素是轴线，现象是凝聚**。这个框架，解决了为什么要从时空统一视角解决，为什么要以几何代数，几何代数起到什么作用，六要素七要素之间的关系，六要素是数据描述的，七要素是线索，多粒度时空对象八要素也是线索。演化过程集合结构等六要素，八要素。相对时空切割模式。把这些东西理顺，把GIS各个阶段理出来，整个gis领域都整合到这个框架之下。

## 2020/4/26

时 间：2020年4月26日

地 点：南京师范大学地理科学学院313

参与人：俞肇元，高鸿，闫振军，王增杰

1. 深度学习方面：定义好知识的颗粒度层级体系，既可以按照这个体系去学习（例如：动物——>大型动物/小型动物/哺乳动物->具体动物）这个就有地理的意思，比如我们可以把数据拟合的很精准，如果说今天有厄尔尼诺，但是为什么没有出现。理解复杂地理系统的探测器。其他的机器学习不可解释。吴志强的城市规划，就是试错试出来的。目前组内可以从**知识体系**去研究机器学习。
2. Bool型网络：SDD可以通过离散的描述方式，来表达一个地理现象内部层级上的结构关系，描述地理现象的时空异质性，0/1本质上是描述异质性，SDD的本质是提供了机器学习特征约束的框架。SDD骨架层是格局约束，连接层是传输约束，既能做数据描述，又能做只能计算，同时能够做智能推理的数据模型与数据结构。数据本身就可以计算。
3. 可视化：可以借鉴别人的成果（微软的飞行模拟）
4. 学科架构图主要设计方面：组内本身做的事、全息地图、周院士的架子、未来想做的事的架子，要把层级分出来，建立GIS发展的路线图（现在GIS是什么样子的，全息地图的GIS是什么样子的，周院士想做的OneSIS是什么样子的，我们想做的是什么样子的，这四步，每一步要在那些地方有所突破，我们做的事处于什么地位）（培养学科的大局观）
5. 袁杰青中期考核（所有挂杰青的论文找出来，看杰青的本子，写一个杰青体系的提纲，把每一遍论文属于那个部分给插进去。）（基于已有素材整合与凝练成一个完整的体系）
6. 因果不变性：数据组织、计算模型、分析模型都应该满足因果不变性准则，才能实现对现实世界的客观描述。例如是，数据组织：从两条路径得到不同的节点，表面数据描述就是失败的；计算模型：不同数据的分割，不同过程的排序，得到了不同的结果，意味着这个模型是失败的，分析模型同理。
7. 找一个几何代数比较好的案例，现在GIS中做不了的做不好的
8. 几何代数发展三个阶段：

**第一阶段**：模仿，用几何代数重新描述传统GIS，论证了几何代数可以做GIS，几何代数GIS是可以覆盖传统GIS。问题：几何代数是有升维，共型几何代数描述三维，实在五维空间下描述三维的，只是去模仿，并没有利用几何代数本身的优势，即没有用代数演绎的优势，没有用代数算子构造的优势，没有用代数系统运算规则的优势，只是说欧式几何可以用几何代数去复现，是一个子集。

**第二阶段**：开始利用几何代数的优势，谈了网络，PIR和时空场分析；

网络，场逐渐用几何代数的表达优势，比如，网络、传感器等，在网络上已经用了几何代数生成式的描述了。几何代数做网络，不是去表述每个网络的拓扑，而是把整个网络看成全联通网络，所有的路径变成了N\*N几何代数的集合，这个集合是生成出的不是迭代出的（85’50’’）。一个网络有N个节点有N中拓扑形式，以前是迭代搜索，对应的是回溯，但是不同的网络，不同的回溯方式，不同的算法不同的回溯方式。现在的方式，是Cln的blade，有拓扑没有连接只要设置权重（积）为0就可以了，事实上是定义了一个代数系统与代数系统的元素，这个代数系统有三种范式求解，第一矩阵（向量积）的方式，对应多方向的并行搜索，一扫一层（横竖），数据结构也不一样，动态的网络和多源多汇的网络就是按照这种方式。描述时有三种策略，第一传统的邻接矩阵或邻接表，第二场景约束下的网络，如传感器，矢量、连通性、时间都在里面，事实上时一层一层层叠出来的动态网络。第三种，虚拟节点，把一个代数空间变成多个代数空间的乘积，每一个小的代数空间，如朱帅做的，一个网络可以抽象成一个大的树，在上层既可以抽象成一个节点，这个节点是一个小的代数系统，原来的Cln的代数系统变成多个Clx、Cly、Clz……每个代数系统又定义了他们的积。这就变成了**三种计算范式**，1、矩阵；2、传感器中引入的数据约束和场景的拓扑约束，一边搜索一遍约束，本质上是一种生成和滤波的迭代的结果，在这个结果中我可以限制搜索的模式，即模板匹配（萧）把数据引入进来，这在传统网络中非常难的。3、层次网络，即MapReduce，把大树分成一个个的小数，如果没有代数体系去约束很难找到一个拆分的规则，（主帅，虚拟节点的设置和子网络的划分是不明确的，是工程试的算法，是定制式的），我们的是通过多重向量的符号来直接决定它是路径还是子空间，是一个函数驱动或者是解析方程驱动的架构与求解。（92‘00’’）

**第三阶段**：是开始利用不同空间和高维的特性，是现在和未来的方向，谈了从欧氏，到齐次，到共形，谈了绝对/相对，全局/局部，谈了网络分析的综述和不动产产权从所有权到使用权上高维表达的模型。

具体如下：

高维透视的优势，在场数据中的模板匹配，结构滤波（NPG），对于任何数据在欧式空间下只能看到一个特征分布，要么局部要么全局，不可能是both，例如跑步的例子。但现在想获得整体的情况是什么，从个体视角的情况，第三方向的视角，这几个就完全不同，第一个人视角是局部，第二方向视角是全局，第三分布的格局，并且匹配这种格局就很难，Z字型提取很难，在高维空间既可以。所有的分布都投影到球面上，抛物线，定义了观看的视角。共形空间定义直线，用面求交再对偶，为什么要用对偶，欧式空间中所有东西都不能脱离圆点，为了要脱离圆点，必须要有一个平移的探照头，即共形空间的e0,e0定义了偏离圆点的比例，既可以有非圆点的对象存在，多一维以后意味着，同样一个东西，既可以在欧式空间中描述也可以在圆点和欧式空间中间的对象上描述。例如同样一条线即存在于欧式空间的平面上，同时存在于远点的投影面上，既可以把欧式空间中毫无关联的东西关联起来，跑步的例子，欧式空间的线，转化成三角面片，通过这两个定义这条线的时候所有人都是有关系的，而且是相对关系，这就是摄影几何。欧式空间中没法建方程，齐次可。齐次空间的问题是，虽然可以脱离圆点存在，但没有办法描述曲线（圆），内积没统一，没有距离度量的概念，距离和方向都变成比例的，欧式距离体现不出来，只有外积没有内积，所以才有了共形。共形空间定义球面只是让内积有意义，只要是单位球，按比例就可以折算出距离是多少。平移旋转缩放都是用内积。内积会带来一些的后果，比如说，不唯一性、无意义性，因为，只要在球面上即在欧式空间中，但作计算时很多会落到球面外，就投不回欧式空间。为了解决这个问题，就定义了抛物面，棱锥，在球面的基础上定义一个所有东西内积都是0，几何积都是0的一个面，要求所有东西都落在这个面上，只有落在这个面上才能写成方程，才能投回对应的欧式空间，所以才是共形几何代数的1/2e0^2+e∞。（105：30‘’）王增杰提问：计算过程中会有多余的multivector,如何提出有符合要求的？俞答：用方程的形式将其约束出来，这种约束针对某一个特定的算子，比如说只有e1,e2符合要求，建立一个算子用e1,e2去内积，得到的是0的即是。共形几何代数是全遍历，把所有的结果都计算出来。导致复杂度变高。几何代数的周期性，8维基础的迭代，就像预乘表，所有的几何代数计算都可以转变成加加减减，gaalop、garamon用一套规则，最后约束下来只剩几项的加减，几何代数中最重要的是XOR，几何积对应的就是XOR。几何代数之所厉害，因为到最后变成了0，1，-1（betty讲座）。不动产的所有权向使用权的转换，以几何为基础在上叠加各种各样的权属，如日光权，电磁权、采光权……，最后对应不同的几何体，现在的做法是三维空间附加属性，每一个几何体都是独立的，无法做综合分析，但是把他描述成一个高维向量，后者说在正空间中定义三维几何，负空间里定义属性维度，在一个代数空间中即使融合在一起的，是一个元素可以同步计算，同时构造于分析又是独立的，因为空间不同，相当于对偶空间的一个描述，这就意味着可以在高维空间中做综合分析。例如缓冲区分析，采光直接去到采光的投影，噪音直接去其投影，voronoi做法如此。往高维空间映射很关键。预乘表的本质是代数重构，范畴论中的箭头，相当于原来是一个完全张开的矩阵计算，通过图的分解，每一个blade变成一个节点，原来的是一个图对另一图的全遍历（111‘’50’’），这个图的全遍历可以直接分解，因为有很多东西是一一对应的，如e1=e2e3，把一个图变成一系列的小图，这个小图就是预乘表（Gaalop核心就是对偶运算），这是**计算层面**，在这是**布尔运算**，布尔运算是代数系统到代数系统之间的映射（dorst）。以范畴论去理解几何代数所有的东西都是一脉相承的。

## 2020/4/19

1.为什么要有**全空间信息系统**；

2.几何代数、量子力学和范畴论几个之间是怎么整体**串起来**的；

3. 在地理学研究中引入量子力学的**合理性和必要性**；

4. 能不能找到一个合适的**案例**来构建和体现这样的一个重要性。

对象化的GIS，坐标的关系从绝对到相对，从图层到对象，对象的合并，对象的生成。（一切以对象为中心，基于对象去构建时间，空间。。。。。。。）

定义对象，分解合并对象，从而形成超图结构。

因果和机理的关系，只要定义演化的规律和规则，就能得到的结构。

为什么要用共型几何？

绝对空间和相对空间。

网络图就是迭代规则（因果不变性，无论哪条路，最终的结果是不变的）

机理不明晰，边界效应都能解决

相对论本质：观测视角的问题。

量子力学

以前：地图管理

现在： 几何到代数

几何到统计

**事实上**：几何，代数，统计有机统一

量子力学

范畴论：几何，代数，统计他们之间的共性，在竖的上面将他们串起来。

几何与代数 （几何代数）

代数与统计 （量子力学）

不同数学系统之间的关系 （范畴论）

数据的复杂性与业务逻辑的复杂性（GIS更关注底层数据）

参考资料：

<https://www.zhihu.com/question/387862824/answer/1155503444>

<https://www.math3ma.com/blog/at-the-interface-of-algebra-and-statistics?tdsourcetag=s_pctim_aiomsg>